فصلنامه علوم محیطی، دوره هجدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹

۲۳۶-۲۴۷

# تأثیر بسترهای مختلف کشت بر ویژگی‌های رشد گیاه پلکترانتوس در دیوار سبز داخلی

**محمد علی گلستانی، محمود شور*، علی تهرانی‌فر و سید محمد حسین نعمتی**

گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲

**گلستانی، م.ع.، م. شور. ع. تهرانی‌فر و س.م.ح. نعمتی. ۱۳۹۹.** تأثیر بسترهای مختلف کشت بر ویژگی‌های رشد گیاه پلکترانتوس در دیوار سبز داخلی. فصلنامه علوم محیطی. ۱۸(۳): ۲۴۷-۲۳۶.

**سابقه و هدف:** یکی از موضوع‌های مهم در اجرای دیوارهای سبز داخلی، انتخاب بستر کاشت کارا و سبک است. در سال‌های اخیر استفاده از کشت‌های بدون خاک در دنیا و از جمله ایران در حال توسعه است. در همین راستا، استفاده از پسماند آلی کشاورزی در بسترهای کاشت می‌تواند، افزون بر داشتن مزیت‌های اقتصادی، به‌منظور نیل به محیط زیست پایدار نیز نقش مهمی ایفا نماید. از این‌رو این پژوهش با هدف مقایسه بسترهای کشت وارداتی با پسماند آلی کشاورزی بر رشد گیاه پلکترانتوس (*Plectranthus* sp.) انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش، تأثیر پنج بستر کشت مختلف در نسبت‌های حجمی (۶۰ به ۴۰) شامل: ۱ - مخلوط پیت ماس + پرلیت، ۲ - ترکیب مورد استفاده گلخانه‌داران یعنی مخلوط (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاکبرگ) + پرلیت، ۳ - کمپوست پوسته برنج + پرلیت، ۴ - کمپوست ضایعات چای + پرلیت، ۵ - کمپوست خاکبرگ+ پرلیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بر ویژگی‌های رشد گیاه زینتی پلکترانتوس در دیوار سبز داخلی به اجرا در آمد. در این پژوهش، صفات رشدی همچون تعداد برگ، تعداد ساقه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه؛ ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کشت همچون وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی، ظرفیت نگهداری آب؛ و ویژگی‌های شیمیایی شامل درصد مواد آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی بستر کشت، درصد فسفر، نیتروژن، پتاسیم، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و نسبت C/N اندازه‌گیری شدند.

**نتایج و بحث:** تجزیه فیزیکوشیمیایی بسترهای ترکیبی آزمایش نشان داد که ترکیب بستر کشت ضایعات چای و پرلیت از نظر درصد نیتروژن، ظرفیت نگهداری آب، درصد ماده آلی و کربن آلی و همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی، برتری محسوسی نسبت به دیگر بسترهای کشت داشت. افزون بر این، پایین بودن وزن مخصوص ظاهری (۰/۱۵گرم بر سانتی‌متر مکعب) در بستر ضایعات چای و پرلیت نسبت به

* Corresponding Author: *Email Address*. shoor@um.ac.ir
http://doi.org.10.29252/envs.18.3.236

دیگر بسترهای مورد مطالعه، می‌تواند سنجه ایده‌آلی برای بکارگیری آن در دیوارهای سبز داخلی باشد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بسترهای مختلف کشت تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر ویژگی‌های رشد گیاه زینتی پلکترانتوس داشتند؛ به‌طوریکه گیاهان پلکترانتوس پرورش یافته در بستر کمپوست ضایعات چای + پرلیت در همه صفات اندازه‌گیری شده نسبت به دیگر بسترهای کشت، برتری محسوسی نشان دادند. یکی از سنجه‌های مهم برای ارزیابی بسترها، وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه می‌باشد. در این پژوهش، گیاهان پرورش یافته در بستر کشت ضایعات چای و پرلیت وزن خشک اندام هوایی و تعداد برگ بیشتری داشتندکه می‌تواند به‌دلیل بیشتر بودن ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد نیتروژن در این بسترها باشد. در مقابل، درگیاهان پرورش یافته در بستر کشت کمپوست پوسته برنج و پرلیت ویژگی‌های رشد گیاهان در پایین‌ترین مقدار نسبت به دیگر تیمارهای بستر کشت بود. کاهش پارامترهای رشدی در این بستر می‌تواند به درصد پایین عناصر غذایی، ظرفیت نگهداری آب و تبادل کاتیونی نسبت داده شود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، بستر ترکیبی ضایعات چای و پرلیت به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌های تغذیه‌ای مناسب، وزن کم بستر، هزینه پایین و فراوانی این بسترها در کارخانه‌های شمال کشور، می‌تواند جایگزین مناسبی برای بستر وارداتی پیت در دیوارهای سبز داخلی و توسعه فضای سبز پایدار باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پلکترانتوس، ضایعات چای، پوسته برنج، توسعه پایدار، ظرفیت تبادل کاتیونی.

## مقدمه

پلکترانتوس یک گیاه مهم و جذاب از خانواده نعناعیان بوده و در حال حاضر به‌شکل فزاینده‌ای در طراحی‌های محوطه-سازی و فضاهای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rice *et al.*, 2011). این گیاه به‌دلیل زیبایی و سایه‌پسندی و همچنین اثرهای دارویی در طب سنتی، یکی از گزینه‌های ایده‌آل برای کشت در دیوار سبز داخلی می‌باشد (Gaspar-Marques *et al.*, 2006). دیوار سبز یکی از سازه‌های مدرن فضای سبز عمودی در صنعت ساختمان‌سازی است، که موجب بهبود سلامت و کاهش علامت‌های ناراحتی ناشی از آلودگی‌های فضای داخلی می‌شود (Manso and Castro-Gomes, 2015). یکی از موضوع‌های مهم در اجرای دیوارهای سبز داخلی، انتخاب بستر کاشت کارا و مناسب می‌باشد. نظر به اینکه برای احداث دیوار سبز نیاز به سازه‌های سبک می-باشد، وزن کم بستر کشت از اولویت زیادی برخوردار است. بسترهای کشت باید تا حد امکان منشاء آلی داشته باشند تا برگشت آن‌ها به طبیعت با سهولت بیشتری صورت گیرد همچنین ارزان و در دسترس باشد تا هزینه‌های تولید کاهش یابد و تا حد امکان محصول فرعی تولیدی دیگر باشد (Shaw *et al.*, Morel and Gullemain, 2004; 2004). افزون بر این، اعتقاد اینگونه است که بسترهای کاشت، بایستی زهکش خوب داشته باشد و نیز، محتوای عنصرهای غذایی در حد متوسط و مدیریت نگهداری آن آسان باشد (Tayama and Roll, 1990). به‌همین دلیل در حال حاضر، بسترهای کشت مصنوعی و بدون خاک به‌طور وسیع در تولید دیوارهای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسترهای رایج در کشت‌های بدون خاک، پرلیت، پشم سنگ، ورمی کولیت، سنگریزه، لیکا، زئولیت، کوکوپیت، خزه اسفاگنوم و بویژه پیت می‌باشد (Choi *et al.*, 2001). با این حال، استفاده از پیت به‌دلیل آسیب‌های اکولوژیکی به محیط زیست و نبود صرفه اقتصادی برای تولیدکنندگان گیاهان زینتی مورد تردید است. این عامل‌ها موجب شده تا محققان به فکر بسترهایی با کیفیت مناسب و قیمت پایین باشند. از این‌رو استفاده از مواد با کیفیت بالا و قیمت ارزانتر به جای پیت مورد توجه قرار گرفته است (Krumfolz *et al.*, 2000). سالانه میلیون‌ها تن ضایعات مختلف کشاورزی در سطح کشور تولید می‌شود که می‌تواند سهم مهمی در تأمین ماده آلی داشته باشد. ولی متأسفانه قسمت بیشتر

آن سوزانده شده یا در گوشه‌ای رها گردیده و موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم می‌آورد. امروزه مطالعات نشان می‌دهند که بقایای آلی بعد از فرآیند صحیح کمپوست شدن می‌توانند به‌عنوان بستر کشت جایگزین پیت بکار روند( Papafotiou *et al*., 2005; Nourani *et al*., 2013). استفاده از موادی مانند فیبر نارگیل، فرآورده‌های پوست درختان، پوسته برنج و ضایعات چای در راستای نیل به هدف‌های بالا است( Khalighi and Padasht Dehkaei, 2000; Golestani *et al*., 2013). نظر به اینکه یکی از هدف‌های توسعه پایدار، کاهش مصرف مواد، هزینه، استفاده از مواد قابل برگشت به طبیعت و استقبال عمومی از آن است؛ بنابراین استفاده از ضایعات کشاورزی، به‌عنوان جایگزین پیت، ضمن رسیدن به هدف‌های بالا، منبع درآمدی جدید برای کشاورزان می‌باشد. استفاده از تولیدات بازیافت شده برای نیل به محیط زیست پایدار، یک بحث مهم در طراحی فضای سبز می‌باشد ( Larcher *et al*., 2013). از این‌رو این آزمایش با هدف بررسی بسترهای کشت مناسب داخلی و دارای قابلیت رقابت با انواع خارجی بر رشد گیاه زینتی پلکترانتوس در دیوار سبز داخلی برای رسیدن به توسعه پایدار انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار مختلف بستر کشت و ۴ تکرار در شرایط به‌طور کامل طبیعی ویلایی در شهر نوشهر در طبقه دوم ساختمان با دو پنجره ۱/۵×۱/۲ متری روی دیوارهای شرقی و جنوبی، در شکل‌های دست ساز در بازه زمانی یکساله در سال ۱۳۹۵ انجام شد. بسترهای مختلف کاشت در نسبت‌های حجمی شامل ترکیب‌های زیر بود: ۱ - مخلوط پیت ماس ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪، ۲ - مخلوط مورد استفاده گلخانه‌داران یعنی مخلوط (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاکبرگ) ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪، ۳ - کمپوست پوسته برنج ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪، ۴ - کمپوست ضایعات چای ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪، ۵ - کمپوست خاکبرگ ۶۰٪+ پرلیت ۴۰٪. ابتدا بسترهای مختلف که شامل: پوسته برنج، خاکبرگ، مواد حاصل از ضایعات کارخانه چای، پیت و پرلیت می‌باشد، از نظر وزن تر و خشک با هم مقایسه شدند تا بتوانیم در صورت امکان وزن بستر را کاهش دهیم. در مرحله بعد برای جلوگیری از افت بستر، مواد آلی را به‌صورت کمپوست درآوردیم. برای تهیه کمپوست، پسماندهای آلی را پس از خرد کردن در یک چارچوب فلزی که توسط یک توری پلی اتیلن دارای منافذ ۰/۵سانتی متری پوشیده شده بود، قرار داده شد. این منافذ برای ایجاد شرایط هوازی و تأمین اکسیژن مورد نیاز برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها ضروری است. برای تأمین رطوبت مجموعه، در مواقع لزوم به آن آب اضافه شد. برای کنترل دما و اکسیژن، مواد در حال کمپوست هر دو روز یک بار زیر و رو می‌شدند. روش تهیه کمپوست با توجه به شرایط و امکانات، ترکیبی از روش کمپوست سازی گرم و سریع برکلی و دانشگاه داکوتای شمالی بود ( Nourani *et al*., 2013).

قلمه‌های ریشه‌دار شده گیاه زینتی پلکترانتوس با قطر، ارتفاع و حجم سرشاخه یکسان انتخاب شدند. در مرحله بعد، قلمه‌های ریشه‌دار شده (بعد از شستن ریشه با آب)، در گلدان‌های پلاستیکی با ظرفیت ۳۰۰ میلی‌لیتر بستر کشت شدند. قبل از شروع محلول‌دهی، گیاهان به‌مدت یک هفته در داخل گلدان‌ها توقف داشته و آبیاری شدند و پس از سازگار شدن گیاه با شرایط داخلی اتاق، تغذیه با محلول غذایی در فاصله هشت روز انجام شد. در این پژوهش، برای تغذیه گیاهان پلکترانتوس از محلول غذایی ۱/۴ هوگلند استفاده شد ( Kang and Iersel, 2004). همچنین pH محلول غذایی توسط اسید نیتریک بین ۵/۵ تا ۶ و هدایت الکتریکی محلول غذایی بین ۱/۳ تا ۱/۶ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر تنظیم شد.

در این آزمایش، متغیرهای تعداد برگ، تعداد ساقه، وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه؛ ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کشت همچون وزن مخصوص ظاهری، وزن

مخصوص حقیقی، ظرفیت نگهداری آب (Fonteno *et al.*, 1981)؛ و ویژگی‌های شیمیایی شامل درصد مواد آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی بستر کشت، درصد فسفر، نیتروژن، پتاسیم، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و نسبت C/N اندازه‌گیری شدند. در این پژوهش نیتروژن به روش کجلدال، فسفر به روش طیف سنجی و پتاسیم به روش شعله سنجی، درصد کربن آلی به روش والکلی - بلاک و ظرفیت تبادل کاتیونی اندازه گیری شدند (Allison, 1965; Harada and Inoko, 1980). برای اندازه‌گیری وزن خشک، ساقه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. آنالیز نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها توسط روش توکی ($P \leq 0.05$) انجام شد.

## نتایج و بحث

### ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بسترهای کشت

ویژگی‌های شیمیایی بستر کشت به‌دلیل تأثیری که روی قابلیت انحلال مواد غذایی و حفظ و نگهداری آن‌ها دارند، بایستی مورد توجه قرار گیرند. در همین راستا یکی از ویژگی‌های مهم بسترهای کشت، میزان ماده آلی موجود در آن‌ها است. هم‌چنانکه در جدول ۱ نشان داده شده است، بیشترین درصد ماده آلی و کربن آلی به‌ترتیب در تیمارهای کمپوست ضایعات چای + پرلیت و پیت ماس + پرلیت و کمترین آن در تیمار کمپوست خاکبرگ + پرلیت مشاهده شد. اسیدیته در بستر کشت خاکبرگ + پرلیت بیشترین و در بستر کشت پیت ماس + پرلیت کمترین میزان را داشت. اسیدیته مطلوب برای رشد مطلوب گیاهان بین ۵/۳ تا ۶/۵ بیان شده است (Abad *et al.*, 2001). در تغذیه بیشتر گیاهان، نیتروژن سهم عمده‌ای را به خود اختصاص می‌دهد و به‌همین دلیل مهمترین عنصر محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان محسوب می‌شود (Mohammadi Torkashvand *et al.*, 2013). در بین بسترهای ترکیبی مورد استفاده در این پژوهش، بستر کشت ضایعات چای از درصد نیتروژن بالایی برخوردار بود، با این حال کمپوست شلتوک برنج و خاکبرگ حاوی درصد پایینی از نیتروژن بودند (جدول ۱). نتایج نشان می‌دهد نسبت C/N در بسترهای کشت حاوی کمپوست‌های ضایعات چای به‌میزان ۲۱ درصد می‌باشد که این میزان کمتر از حد مجاز بود (C/N=30). به‌طور کلی کمپوست با نسبت C/N کمتر از ۳۰ برای تولید مطلوب گیاه مناسب است و کمپوست با نسبت C/N بیشتر از ۳۰ ممکن است نابالغ و ناپایدار بوده و در نتیجه موجب سمیت برای گیاه شود (Padasht Dehkaei, 2004; Nourani *et al.*, 2013). با این حال نتایج نشان داد که نسبت C/N بستر کشت پیت ماس + پرلیت بیشتر از ۵۰ است که دلیل این امر به‌دلیل پایین بودن میزان نیتروژن آن است که از این جهت با نتایج Nourani *et al.* (2013) روی گیاه دیفن باخیا همخوانی دارد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که مقدار هدایت الکتریکی در ضایعات چای کمتر از دیگر تیمارهای بستر کشت است (جدول ۱). بیشترین میزان هدایت الکتریکی به‌ترتیب در تیمار کمپوست خاکبرگ + پرلیت و مخلوط گلخانه‌داران + پرلیت مشاهده شد. بررسی میزان عنصرهای غذایی در هر دو بستر ضایعات چای + پرلیت و پیت ماس+ پرلیت نشان داد که بستر کشت ضایعات چای نسبت به بستر کشت پیت ماس از درصد عناصر غذایی بیشتری برخوردار بود (جدول ۱). در همین راستا، Ali (2008) در آزمایش خود روی مقایسه کمپوست برگ‌های نخل خرما (پالم پیت[1]) به‌عنوان جایگزین پیت، به نتایج مشابهی با این آزمایش دست یافت. Chen *et al.* (1988) گزارش کردند که ویژگی‌های فیزیکی، مهمترین عاملی است که کارایی گیاه را در بسترهای کشت گیاهان گلدانی تحت تأثیر قرار می‌دهد. حد بهینه، وزن مخصوص ظاهری بستر کشت ایده‌آل گیاهان زینتی گلدانی را کمتر از ۰/۴ گرم بر سانتی متر مکعب گزارش کرده‌اند (Abad *et al.*, 2001)؛ که در تمامی بسترهای مورد استفاده در این پژوهش، میزان وزن

**جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی بسترهای کشت**

**Table 1. Physico-chemical properties of substrates**

| محیط کشت<br>Growing media | وزن مخصوص ظاهری<br>Bulk density ($g/cm^3$) | وزن مخصوص حقیقی<br>Particle density ($g/cm^3$) | ظرفیت نگهداری آب<br>Water holding capacity | درصد مواد آلی<br>Organic matter (%) | هدایت الکتریکی<br>EC ds/m | اسیدیته<br>pH | کربن آلی<br>Organic carbon (%) | نیتروژن<br>Nitrogen (%) | فسفر<br>Phosphorus (%) | پتاسیم<br>Potassium (%) | نسبت کربن به نیتروژن<br>C/N Ratio | ظرفیت تبادل کاتیونی<br>Cation exchange capacity (meq/100g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مخلوط گلخانه داران + پرلیت<br>Compost mixes+perlite | 0.29 | 1.07 | 48 | 21.68 | 4.63 | 7.1 | 12.61 | 0.91 | 1.56 | 0.9 | 13.8 | 70.7 |
| کمپوست شلتوک برنج + پرلیت<br>Rice hull compost + perlite | 0.12 | 0.41 | 36 | 22.3 | 0.63 | 5.8 | 13 | 0.3 | 0.01 | 0.1 | 43.3 | 31.3 |
| کمپوست ضایعات چای + پرلیت<br>Tea waste compost + perlite | 0.15 | 0.75 | 86 | 49.6 | 0.17 | 6.8 | 28.9 | 1.35 | 0.08 | 0.29 | 21.4 | 111.5 |
| پیت ماس + پرلیت<br>Peat moss + perlite | 0.19 | 0.59 | 80 | 48.3 | 0.69 | 5.02 | 28.1 | 0.55 | 0.02 | 0.05 | 51.09 | 120.6 |
| کمپوست خاکبرگ + پرلیت<br>Leaf soil compost + perlite | 0.38 | 1.41 | 51.5 | 21.01 | 5.48 | 7.47 | 12.22 | 0.3 | 0.006 | 0.028 | 40.73 | 69.2 |

مخصوص ظاهری کمتر از این عدد بود. در همین راستا، بستر کشت ضایعات چای و پرلیت دارای کمترین وزن مخصوص ظاهری و بیشترین ظرفیت نگهداری آب در بین دیگر بسترهای کشت بود (جدول ۱)، که سنجه ایده‌آلی برای استفاده در دیوار سبز داخلی محسوب می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که ضایعات چای با نسبت C/N کم و ذرات کوچک و خاصیت نگهداری آب خوب، ماده مناسبی برای کمپوست شدن می‌باشد

## تعداد برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر تعداد برگ پلکترانتوس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر این اساس، بیشترین تعداد برگ به تیمارهای کمپوست خاکبرگ + پرلیت و کمپوست ضایعات چای + پرلیت و کمترین آن به تیمار کمپوست پوسته برنج + پرلیت اختصاص داشت (جدول ۳). Padasht and Gholami (2009) در بررسی خود روی گیاهان گلدانی دراسنا[۲]و پافیلی[۳] گزارش کردند که بسترهای حاوی ضایعات چای بیشترین اثر را در تعداد برگ تولید شده و افزایش ارتفاع گیاه داشتند؛ در مقابل بسترهای شامل پوسته برنج از نظرتعداد برگ نسبت به دیگر بسترهای کشت، عملکرد خوبی نداشتند، که از این جهت با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش همخوانی دارد. بیشتر بودن تعداد برگ در بستر ضایعات چای را می‌توان به درصد بالای نیتروژن و همچنین حفظ رطوبت و قابلیت دسترسی بهتر به آن در بستر ضایعات چای نسبت داد، همچنانکه در جدول ۱ نشان داده شده است. در موافقت با یافته‌های این پژوهش، Mahbob Khomami and Dehkaei (2010) گزارش کردند که در بستر کشت ضایعات چای + پوست درخت (۱به ۴) با کاربرد محلول غذایی بدون کمپوست آزولا، اختلاف معنی‌داری در سطح برگ گیاه آپارتمانی فیکوس[۴] نسبت به شاهد وجود داشت.

## تعداد ساقه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر تعداد ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۲). تیمارهای کمپوست ضایعات چای + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و کمپوست خاکبرگ + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۱۰/۶۶ بیشترین و تیمار کمپوست پوسته برنج + پرلیت به نسبت-های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۲/۵ کمترین تعداد ساقه را دارا بودند (جدول ۳). در موافقت با یافته‌های این پژوهش، ارزیابی ترکیب‌های مختلف کمپوست پوست درخت به همراه ضایعات چای در پرورش دیفن باخیا[۵] نشان داد که بیشترین میزان رشد در ترکیب پوست درخت + ضایعات چای (۴:۱) و پوست درخت + ضایعات چای (۲:۱) به‌دست می‌آید (Hatamzadeh et al., 2004).

## وزن تر و خشک ساقه

صفت وزن تر ساقه به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) متأثر از تیمار بسترهای کشت قرار گرفت (جدول ۲)، به‌طوریکه بیشترین وزن تر ساقه در تیمار کمپوست خاکبرگ + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۲۴/۱۲ گرم و کمترین وزن تر ساقه با میانگین ۳/۳۰ گرم در تیمار کمپوست پوسته برنج + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) مشاهده شد (جدول ۳).

یکی از سنجه‌های مهم برای ارزیابی بسترها، وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه می‌باشد (Mohammadi Torkashvand *et al.*, 2015). اختلاف معنی‌داری بین پنج سطح بستر کشت از نظر صفت وزن خشک ساقه وجود داشت ($P \leq 0.01$) (جدول ۲). بررسی وزن خشک ساقه‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه به تیمار کمپوست ضایعات چای + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و کمترین وزن خشک ساقه مربوط به بستر کمپوست پوسته برنج + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) بود (جدول ۳). در موافقت

با یافته‌های این پژوهش، Padasht Dehkaei (2004) در آزمایشی روی گل جعفری، گزارش کرد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی گیاه در بسترهای حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد ضایعات چای در ترکیب با پوست درخت خرد شده به‌دست آمد. Hasandokht *et al.* (2009) در بررسی خود روی کمپوست ضایعات کشاورزی بر عملکرد کاهوی گلخانه‌ای گزارش کردند که بیشترین وزن تر در کاهوی گلخانه‌ای در تیمار دارای ۷۵ درصد ضایعات چای مشاهده شد که دلیل این امر را به درصد بالای نیتروژن این بستر نسبت داده‌اند.

## وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). در این مطالعه، بیشترین و کمترین وزن تر ریشه به‌ترتیب به گیاهان کشت شده در بستر کمپوست ضایعات چای + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۹/۳۰ گرم و گیاهان کشت شده در کمپوست پوسته برنج + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۳/۳۲ گرم اختصاص داشت (جدول ۳).

اختلاف معنی‌داری بین پنج سطح بستر کشت از نظر صفت وزن خشک ریشه‌ها وجود دارد ($P < 0.01$) (جدول ۲). بررسی وزن خشک ریشه‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه متعلق به تیمار کمپوست ضایعات چای + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و کمترین وزن خشک ریشه مربوط به کمپوست پوسته برنج + پرلیت به نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) بود (جدول ۳). افزایش در وزن تر و خشک ریشه‌ها در بستر ضایعات چای می‌تواند به‌دلیل وجود شرایط مناسب از قبیل نفوذپذیری بستر و تهویه مناسب در اثر استفاده از این کمپوست باشد. در مقابل کاهش وزن تر و خشک ریشه در بستر کشت کمپوست پوسته برنج به‌دلیل نبود تهویه و نفوذ پذیری مناسب در این بستر می‌باشد. تهویه نامناسب سبب می‌شود که ریشه از گستردگی و رشد خوبی برخوردار نباشد.

**جدول ۲ - تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در گیاه پلکترانتوس**

**Table 1. Analysis of variance of traits measured in *Plectranthus* plant**

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | تعداد برگ Leaf number | تعداد ساقه Shoot number | وزن تر ساقه Shoot fresh weight | وزن خشک ساقه Shoot dry weight | وزن تر ریشه Root fresh weight | وزن خشک ریشه Root dry weight |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بسترهای کشت Growing media | 4 | 203$^{**}$ 5.7 | 38.9$^{**}$ | 278$^{**}$ .2 | 2.78$^{**}$ | 27.$^{**}$ 36 | 0.5$^{**}$ 6 |
| خطا Error | 10 | 16.46 | 0.45 | 0.34 | 0.002 | 0.14 | 0.00 1 |

ns، *و**: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد در آزمون توکی

NS, *; **, Non significant, and significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 according toTukey's test, respectively.

**جدول۳ - مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه پلکترانتوس**

**Table 3. Mean comparison of traits measured in *Plectranthus* plant**

| بستر کشت (۴۰:۶۰) Growing media | تعداد برگ Leaf number | تعداد ساقه Shoot number | وزن تر ساقه Shoot fresh weight (g) | وزن خشک ساقه Shoot dry weight (g) | وزن تر ریشه Root fresh weight (g) | وزن خشک ریشه Root dry weight (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کمپوست خاکبرگ + پرلیت Leaf soil + perlite compost | 84.6 a | 10.6 a | 24.1 a | 2.2 a | 8.8 a | 0.75 c |
| مخلوط گلخانه‌داران + پرلیت Compost mixes +perlite | 65.3 b | 9 a | 19.6 b | 1.7 b | 9.1 a | 0.9 b |
| مخلوط پیت + پرلیت Peat moss + perlite | 47.6 c | 5.3 b | 7.5 c | 0.5 c | 3.8 b | 0.26 d |
| کمپوست پوسته برنج + پرلیت Rice hull compost + perlite | 23 d | 2.5 c | 3.3 d | 0.23 d | 3.3 b | 0.2 d |
| کمپوست ضایعات چای + پرلیت Tea waste compost + perlite | 83.6 a | 10.6 a | 23.6 a | 2.2 a | 9.3 a | 1.2 a |

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بدون تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون توکی هستند.

*Values in each column followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level, using Tukey test.

## نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بستر ضایعات چای بر ویژگی‌های رشدی گیاه پلکترانتوس تأثیر محسوسی نسبت به دیگر بسترهای کشت از جمله پیت ماس داشته است. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد بر خلاف پیت، کمپوست‌ها دارای تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند (Atiyeh *et al*., 2001). بررسی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی بسترهای مختلف کشت در این پژوهش نشان داد که بستر ضایعات چای شامل درصد بالای عناصر غذایی و همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی است که این ویژگی می‌تواند اثر مطلوبی از نظر تغذیه‌ای در رشد گیاهان در دیوار سبز داخلی داشته باشد. با توجه به فراوانی ضایعات چای در کارخانه‌های تولید چای شمال ایران، کاربرد این کمپوست می‌تواند جایگزین مناسبی برای بستر پیت ماس به‌عنوان محیط کشت برای گیاهان زینتی باشد.

## پی‌نوشت‌ها

[1] *Palm peat*

[2] *Dracaena marginata* Ait

[3] *Beaucarnea recurvata* Lem

[4] *Ficus benjamina*

[5] *Dieffenbachia amoena*

## منابع


Abad, M., Nouguera, P. and Bures, S., 2001. National inventory of organic waste for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. Bioresource Technology. 77, 197-200.

Ali, Y.S.S., 2008. Use of date palm leaves compost as a substitution to peatmoss. American Journal of Plant Physiology. 3, 131-136.

Allison, L.E., 1965. Organic carbon. p. 1367-1378. In C.A. Black et al. (Eds.), Methods of soil analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D., 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology. 78(1), 11-20.

Azimi, M., Azizi, M., Farsi, M. and Nemati, H., 2016. Effects of different agricultural wastes on some growth factors, yield and crude polysaccharide content of fruit of "Reishi" a medicinal mushroom. Journal of Horticulture science. 30(1), 88-92. (In Persian with English abstract).

Chen, Y., Inbar, Y. and Hadar, Y., 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science. 145, 298-303.

Choi, E.Y., Lee, Y.B. and Kim, J.Y., 2001. Nutrient uptake and yield of cucumber cultivated with different growing substrates under a closed and an open system. Acta Horticulturae. 548, 543-550.

Fonteno, W.C., Cassel, D.K. and Larson, R.A., 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. Journal of the American Society for Horticultural Science. 106, 736-741.

Gaspar-Marques, C., Rijo, P., Simões, M.F., Duarte, M.A. and Rodriguez, B., 2006. Abietanes from *Plectranthus grandidentatus* and *P. hereroensis* against methicillin- and vancomycin-resistant bacteria. Phytomedicine. 13, 267–271.

Golestani, M.A., Dolatkhahi, A., Vahdati, N. and Roudsari, O.N., 2014. Utilization of rice hull as a new substrate for turf grass seed germination in sod production as a sustainable approach. Journal of Ornamental Plants. 4(1), 33-37.

Harada, Y. and Inoko, A., 1980. Relationship between cation-exchange capacity and degree of maturity of city refuse composts. Soil Science and Plant Nutrition. 26(3), 353-362.

Hasandokht, M.R., Mastoori, F. and Padasht Dehkaii. D.M., 2009. Effect of tea waste and tree bark waste composts on some properties of growing media and quantity and quality of greenhouse lettuce. Iranian Journal of Horticultural science. 40(1), 1-8. (In Persian with English abstract).

Kang, J.G. and Iersel, M.W., 2004. Nutrient solution concentration affects shoot: root ratio, leaf area ratio, and growth of subirrigated salvia (*Salvia splendens*). HortScience. 39(1), 49-54.

Khalighi, A. and Padasht Dehkaei, M., 2000. Effect of media produced by tea break, tea waste, rice hull and Azolla as A Substitute for peat on growth and flowering of marigold (*Tagetes patula* cv. Golden Boy). Iranian Journal of Horticultural science. 31(3), 557-565. (In Persian with English abstract).

Krumfolz L.A., Wilsonand S.B. and Stoffella P.J., 2000. Use of compost as a media amendment for containerized production of perennial cat whishkers. SNA Research Conference. 45, 69-72.

Larcher, F., Fornaris, A. and Devecchi, M., 2013. New substrates for living walls. Acta Horticulturae. 999, 277-281.

Mahbob Khomami, A. and Dehkaei, M.P., 2010. Effect of composted Azolla in different growth media on growth and nutrient elements compasition in *Ficus benjamina* plant cv. Starlight. Seed and Plant Production Journal. 52(4), 417-430. (In Persian with English abstract).

Manso, M. and Castro-Gomes, J., 2015. Green wall systems: a review of their characteristics.

Renewable and Sustainable Energy Reviews. 41, 863-871.

Mohammadi Torkashvand, A., Deljooy-E-Tohidi, T. and Hashemabadi, D., 2015. Effect of different growth media and fertilization methods on growth characteristics and yield of English daisy. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 5(4), 95-109. (In Persian with English abstract).

Mohammadi Torkashvand, A., Karami, A. and Mahboub Khomami, A., 2013. Zeolite: an appropriate alternative for peat in growth medium of *Diffenbachia* Ornamental Plant. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 4(2), 81-96. (In Persian with English abstract).

Morel, P. and Gullemain, G., 2004. Assessment of the possible phytotoxicity of a substrate using on easy biotest. Proc. on growing media. Acta Horticulturae. 644, 417-423.

Nourani, S.H., Kafi, M. and Mahboub, A., 2013. The effect of palm wastes compost as peat substitute on cultivation of *Dieffenbachia Amoena* Ornamental Plant. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 4(3), 89-99. (In Persian with English abstract).

Padasht Dehkaei, M.N. and Gholami, M., 2009. Effects of different media on growth of pot plants *Dracaena marginata* Ait. and *Beaucarnea recurvata* Lem. Seed and plant production. 25(2), 63-77. (In Persian with English abstract).

Padasht Dehkaei, M.N., 2004.Effect of tea wastes on composting of shredded and non-shredded tree bark and effects of mixes on growth of French marigold. Seed and Plant Improvement Journal. 20(3), 359-372. (In Persian with English abstract).

Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Chatzipavlidis, I. and Chronopoulos, J., 2005. Olive-maill waste compost as growth medium component for the production of poinsettia. Horticultural Sciences. 102, 167-175.

Rice, L.J., Brits, G.J., Potgieter, C.J. and Van Staden, J., 2011. *Plectranthus*: a plant for the future? South African Journal of Botany. 77, 947–959.

Shaw, N.L., Cantllife, D., Funes, J. and Shine, C., 2004. Successful Beit Alpha cucumber production in the greenhouse using pine bark as an alternative soilless media. Hort Technology. 14(2), 289-294.

Tayama, H. and Roll, T., 1990. Tips on growing poinsettias. 2nd Ed. Ohio Coop. Extension services. Ohio State University, Columbus, USA.

.

Environmental Sciences Vol. 18 / No. 3 / Autumn 2020

236-247

# Effect of different growing substrates on growth characteristics of *Plectranthus* sp. in the interior green wall

**Mohammad Ali Golestani, Mahmoud Shoor *, Ali Tehranifar and Mohammad Hossein Neamati**

Department of Horticulture Science and Landscape Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Received: 2019.09.28 Accepted: 2019.12.23

**Golestani, M.A., Shoor, M., Tehranifar, A. and Nemati, M.H., 2020.** Effect of Different Growing Substrates on Growth Characteristics of *Plectranthus* sp. in the Interior Green Wall. Environmental Sciences. 18(3): 236-247.

**Introduction:** One of the most important issues in the implementation of interior green walls is choosing an efficient and light medium. In recent years, the use of soilless culture in the world, including Iran, has been developing. In this regard, the use of agricultural organic waste in culture media can play an important role in achieving a sustainable environment in addition to its economic advantages. Therefore, this study aimed to compare the effect of imported media and agricultural organic waste on growth characteristics of *Plectranthus* plant.

**Material and methods:** In this study, the effect of five different growing substrates on the growth characteristics of *Plectranthus* was performed in a randomized complete block design with four replications and volume ratios (60 to 40) of 1) peat moss + perlite; 2) compost mixes used by greenhouse growers (rice husk compost + tea waste + leaf soil+ rice hull) + perlite, 3) leaf soil compost + perlite, 4) rice hull compost + perlite, and 5) tea waste compost + perlite. In this study, growth traits such as the number of leaves and shoots, fresh and dry weights of shoots and roots, physical properties of media, such as bulk and particle density, water holding capacity, and chemical properties including organic matter percentage, pH, electrical conductivity of the substrate, percentage of phosphorus, nitrogen, potassium, organic carbon, cation exchange capacity, and C/N ratio were measured.

**Results and discussion:** The physicochemical analysis of the combined substrates showed that the composition of the tea waste and perlite had superiority over other media in terms of nitrogen content, water holding capacity, organic matter, and organic carbon percentage, as well as cation exchange capacity. In addition, the lower bulk density in the waste tea and perlite medium (0.15 g/cm$^{-3}$) can be an ideal indicator of its application in the interior green walls compared to the other studied media. Results of the analysis of variance showed that different growing substrates had a significant effect ($P \leq 0.01$) on the growth characteristics of the *Plectranthus* ornamental plant. So that, *Plectranthus* plants grown on tea waste compost + perlite showed superiority in all measured traits in comparison with other media. One of the important indicators for evaluating substrates is the dry weight of the

* Corresponding Author: *Email Address*. shoor@um.ac.ir
http://doi.org.10.29252/envs.18.3.236

shoots. In this study, plants grown on tea waste compost + perlite media had higher shoot dry weight and leaf number, which could be due to higher cation exchange capacity and nitrogen content in these media. In contrast, the plants grown in the media of rice husk compost + perlite had the lowest growth characteristic compared to other treatments. The decrease in growth parameters in this substrate can be attributed to the low percentage of nutrients, water holding capacity, and cation exchange capacity.

**Conclusion:** According to the results of this study, the combined substrate of tea waste compost+ perlite, can be a good substitute for imported peat moss in the interior green walls and sustainable green space development due to its proper nutritional characteristics, and low substrate weight and cost, as well as the abundance of these substrates in factories of northern Iran.

**Keywords:** *Plectranthus*, Tea waste, Rice husk, Sustainable development, Cation exchange capacity.