

DOI: 10.22070/HPN.2022.14029.1126

Effect of Growing Substrates on Vegetative Characteristics of *Peperomia magnoliifolia* in an Interior Green Wall

Mohammad Ali Golestani^{1*}, Mahmoud Shoor², Ali Tehranifar³ and Ali Dolatkahai⁴

1- Corresponding authors and Instructor, Department of Landscape Architecture, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.

golestani554@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Horticulture Science and landscape engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Shoor@um.ac.ir

3- Professor, Department of Horticulture Science and landscape engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Tehranifar@um.ac.ir

4- Ph.D. of Ornamental Plants, Department of Horticulture Science and landscape engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Dolatkahai11@gmail.com

Received Date: 2021/01/26

Accepted Date: 2021/08/24

Abstract

Introduction: Choosing an efficient and light weight growth media is one of the most important issues in the implementation of interior green walls. In recent years, the use of soilless culture in the world, including Iran, has been developing. In this regard and considering the use of agricultural organic biodegradable 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 common media with agricultural organic waste (novel/composition) on growth characteristics of *Peperomia* plant.

Material and methods: The effect of five different growing substrates ratios (60:40 v/v%) were as follows: 1) peat moss + perlite; 2) compost composition (rice husk compost + tea waste + leaf soil+ rice hull) + perlite, 3) leaf soil compost + perlite, 4) rice hull compost + perlite, 5) tea waste compost + perlite, was conducted in form of a completely randomized design with t replications for *Peperomia*. In this study, growth traits such as leaf number, shoot count, shoot and root fresh and dry weights; physical properties of media, such as bulk and particle density, water holding capacity, and chemical indices including organic matter percentage, pH and porosity of the substrate, phosphorus, nitrogen, potassium, organic carbon percentage and cation exchange capacity and C/N ratio were measured.

Results and discussion: The physicochemical analysis of the substrates combined showed that the composition of tea waste and perlite had superiority over the other media in terms of nitrogen content, water holding capacity, organic matter and organic carbon percentage as well as cation exchange capacity (Table 1). In addition, the lower bulk density in waste tea and perlite (0.15 g/cm³) compared to the other studied media, can be an ideal indicator for application in the interior green walls (Table 1). Results of analysis of variance showed that different growing substrates have a significant effect ($P \leq 0.01$) on the growth characteristics of *Peperomia* ornamental plant (Table 2). So that, *Peperomia* grown on compost composition (rice hull compost+tea residues+leaf compost) showed superiority in all measured traits in comparison with other media (Table 3). One of the important indicators for evaluating the advantage of substrates is the shoots dry weight (Golestani et al., 2020). In this study, plants grown on compost composition (rice hull compost+tea residues+leaf compost) had higher shoot dry weight and leaf number, which could be due to higher percentage of nutrients (N, P and K) in this media (Table 3). In contrast, the plants grown in the media of rice husk compost + perlite had the lowest growth characteristic compared to other treatments (Table 3). The decrease in growth parameters in this substrate can be attributed to the low percentage of nutrients, water holding capacity and cation exchange capacity. The results presented here are in agreement with the results of Padasht Dehkaei and Gholami (2009) on *Dracaena marginata* Ait. and *Beaucarnea recurvata* and the results of Mahbob Khomami and Dehkaei (2010) on *Ficus benjamina* plant cv. Starlight.

Conclusions: According to the results of this study, compost composition (rice hull compost+tea residues+leaf compost) due to its proper nutritional characteristics, low substrate weight and cost as well as abundance of these substrate in North regions of Iran, can be a good substitute for common peat moss for interior green walls and sustainable green space development.

Keywords: *Peperomia*, tea waste, rice husk, sustainable development, cation exchange capacity.

تاثیر بستر کشت بر خصوصیات رویشی گیاه پیرومیا در دیوار سبز داخلی

محمد علی گلستانی^{۱*}، محمود شورا^۲، علی تهرانی فر^۳ و علی دولتخواهی^۴

۱- نویسنده مسئول و مربی گروه فضای سبز، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.
golestani554@gmail.com

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
Shoor@um.ac.ir

۳- استاد گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
Tehranifar@um.ac.ir

۴- دانش آموخته دکتری علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
Dolatkhah11@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۷

چکیده

انتخاب بستر کاشت کارا و سبک، یکی از مهم‌ترین متغیرهای تاثیرگذار بر عملکرد دیوارهای سبز داخلی می‌باشد. در راستای توسعه پایدار فضای سبز و استفاده از ضایعات آلی برگشت‌پذیر در بستر کشت دیوار سبز داخلی، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی پنج بستر کشت مختلف در نسبت‌های حجمی (۶۰ به ۴۰) شامل: ۱- مخلوط پیت ماس + پرلیت، ۲- بستر ترکیبی (کمپوست پسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت، ۳- کمپوست پسته برنج + پرلیت، ۴- کمپوست ضایعات چای + پرلیت، ۵- کمپوست خاک برگ + پرلیت در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر خصوصیات رشد گیاه زیتنی پیرومیا به اجرا در آمد. در این پژوهش، صفات رویشی گیاه و نیز خصوصیت‌های فیزیکوشیمیایی بسترهای کشت اندازه‌گیری شدند. تجزیه فیزیکوشیمیایی بسترهای ترکیبی آزمایش نشان داد که بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت درصد عناصر تغذیه ای فسفر و پتاسیم بالاتری در مقایسه با دیگر بسترهای کشت دارا بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بسترهای مختلف کشت تاثیر معنی داری ($P \leq 0.01$) بر خصوصیات رشد گیاه زیتنی پیرومیا داشتند؛ به طوری که گیاهان پیرومیا پرورش یافته در بستر ترکیبی شماره ۲ نسبت به دیگر بسترهای کشت عملکرد رویشی بهتری داشتند. در همین راستا، میزان ماده خشک اندام های هوایی گیاه پیرومیا در بستر ترکیبی شماره ۲ نسبت به بستر کشت پسته برنج رشد بیش از سه برابری از خود نشان داد که علت این امر را می‌توان به فراهمی بهتر عناصر غذایی در این بستر نسبت داد. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، بستر ترکیبی شماره ۲، به دلیل دارا بودن ویژگی‌های تغذیه‌ای مناسب، وزن کم بستر و هزینه پایین و فراوانی این ضایعات آلی در کارخانه‌های شمال کشور، می‌تواند جایگزین مناسبی برای بسترهای وارداتی نظیر پیت و پایداری هر چه بیشتر فضای سبز داخلی باشد.

کلمات کلیدی: پیرومیا، ضایعات چای، پسته برنج، توسعه پایدار، ظرفیت تبادل کاتیونی.

مقدمه

از آنجایی که زمین قابل احداث جهت توسعه فضای سبز در سطح شهرها رو به کاهش است و تقریباً در هیچ کدام از شهرهای بزرگ کشور امکان توسعه فضای سبز در حد استانداردهای جهانی وجود ندارد، لذا یکی از راه‌های حل این معضل، احداث فضای سبز عمودی، به خصوص دیوارسبز است. دیوار سبز یکی از سازه‌های مدرن فضای سبز عمودی در صنعت ساختمان‌سازی است، که موجب بهبود سلامت و کاهش علائم ناراحتی ناشی از آلودگی‌های فضای داخلی و خارجی می‌شود (Manso and Castro-Gomes, 2015). این صنعت موجب افزایش میزان سرانه فضای سبز در شهرهای پرجمعیت و گران شده و می‌تواند کمک زیادی به اصلاح محیط زیست و زیبایی فضاهای داخلی و خارجی کند.

استفاده از نمای سبز عمودی علاوه بر افزایش سطح سرانه فضای سبز و استفاده بهینه از فضا، پایداری و کارایی انرژی را نیز افزایش می‌دهد (Speak et al., 2013)؛ (Kolyaei et al., 2020). دیوارهای سبز را می‌توان در مقیاس‌های متفاوت، از خلق فضاهای کوچک خصوصی مانند دیوار حیاط‌ها و نماهای سبز داخلی گرفته تا مقیاس بزرگتر، سبز کردن نمای برج‌ها به کار برد.

نظر به اینکه برای احداث دیوار سبز نیاز به سازه‌های سبک می‌باشد، وزن کم بستر کشت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Golestani et al., 2020). علاوه بر این بسترهای کاشت بایستی دارای عناصر غذایی در حد مطلوب و نیز دارای زهکش مناسب باشند (Tayama and Roll, 1990). از دیگر ویژگی‌های بستر کشت می‌توان به نفوذپذیری مناسب و توانایی آن برای حفظ آب و انتقال گازها اشاره نمود (Mohammadi Torkashvand et al., 2015). از این‌رو امروزه بسترهای کشت بدون خاک به طور وسیع در احداث دیوارهای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسترهای رایج در کشت‌های بدون خاک، پرلیت، سنگریزه، زئولیت، کوکوپیت، خزه اسفاگنوم و بویژه

پیت ماس می‌باشند (Choi et al., 2001). با این حال، استفاده از مواد طبیعی و ضایعات قابل برگشت به طبیعت، از گام‌های اساسی در جهت توسعه پایدار فضای سبز به شمار می‌آید (Larcher et al., 2013). با استفاده از ضایعات آلی می‌توان بسترهای بومی با قیمت‌های پایین‌تر را به عنوان جایگزین در دسترس‌تر و با کیفیت مطلوب به جای بسترهای کشت وارداتی معرفی نمود (Esmaeili et al., 2013).

سالانه میلیون‌ها تن ضایعات مختلف کشاورزی در سطح کشور تولید می‌شود که می‌تواند سهم مهمی در تامین ماده آلی داشته باشد. با این حال متأسفانه قسمت اعظم 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 فرایند صحیح کمپوست شدن می‌توانند به عنوان بستر کشت جایگزین پیت بکار روند (Nourani et al., 2005; Papafotiou et al., 2013). استفاده از موادی مانند خاکبرگ، فرآورده‌های پوست درختان، پوسته برنج و ضایعات چای در راستای نیل به اهداف فوق است (Golestani et al., 2013; Khalighi and Padasht Dehkaei, 2000). نظر به اینکه یکی از اهداف توسعه پایدار، کاهش مصرف مواد هزینه پایین، استفاده از مواد قابل برگشت به طبیعت و استقبال عمومی از آن است؛ بنابراین استفاده از ضایعات کشاورزی، به عنوان جایگزین پیت، ضمن رسیدن به اهداف فوق، منبع درآمدی جدید برای کشاورزان نیز محسوب می‌شود.

گیاه پیرومیا رقم گرین (*Peperomia magnoliifolia*) یکی از گیاهان زینتی پرمصرف در دنیا و ایران می‌باشد. پیرومیا گیاهی است گرمسیری با برگ‌های چرمی شکل و قاشقی با رگه‌های روشن می‌باشد (Mahdavi et al., 2016). این گیاه به دلیل نیاز آبی و نوری کم و نیز تحمل بالا به خشکی هوا به عنوان یکی از گزینه‌های ایده‌آل برای کشت در دیوار سبز داخلی مطرح می‌باشد (Mahdavi et

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 ریشه دار شده گیاه زینتی پیرومیا 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 میلی لیتر بستر کشت شدند. قبل از شروع محلول‌دهی، گیاهان به مدت یک هفته در داخل گلدان‌ها توقف داشته و آبیاری شدند و سپس از سازگار شدن گیاه با شرایط داخلی لتاق، تغذیه با محلول غذایی در فاصله هشت روز انجام شد. در این پژوهش، برای تغذیه گیاهان پیرومیا از محلول غذایی ۱/۴ هوگلدن استفاده شد (Kang and van Iersel, 2004). هم چنین pH محلول غذایی توسط اسید نیتریک بین ۵/۵ تا ۶ و هدایت الکتریکی محلول غذایی بین ۱/۳ تا ۱/۶ میلی زیمنس بر سانتی‌متر تنظیم شد. در این آزمایش، متغیرهای تعداد برگ، تعداد ساقه، وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه؛ خصوصیات فیزیکی بسترهای کشت هم‌چون وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی، ظرفیت نگهداری آب (Fonteno et al., 1981)؛ و خصوصیات شیمیایی شامل درصد مواد آلی، اسیدیته 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 طیف‌سنجی و پتاسیم به روش شعله‌سنجی، درصد کربن آلی به روش والکل-بلاک و ظرفیت تبادل کاتیونی اندازه‌گیری شدند (Harada and Inoko, 1980; Allison, 1965). برای اندازه‌گیری وزن خشک، ساقه‌ها به مدت 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.

al., 2016). از این‌رو این آزمایش با هدف بررسی ضایعات آلی برگشت‌پذیر به عنوان بسترهای کشت بر عملکرد رویشی گیاه زینتی پیرومیا در دیوار سبز داخلی با هدف توسعه پایدار فضای سبز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار مختلف بستر کشت و سه تکرار در شرایط به طور کامل طبیعی ویلایی در شهر نوشهر در طبقه دوم ساختمان با دو پنجره ۱.۲×۱.۵ متری بر روی دیوارهای شرقی و جنوبی، در شکل‌های دست ساز در بازه زمانی یکساله در سال ۱۳۹۶ انجام شد. بسترهای مختلف کاشت در نسبت‌های حجمی شامل ترکیب‌های ذیل بود:

- ۱- مخلوط پیت ماس ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪،
 - ۲- بستر ترکیبی (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪،
 - ۳- کمپوست پوسته برنج ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪،
 - ۴- کمپوست ضایعات چای ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪،
 - ۵- کمپوست خاک برگ ۶۰٪ + پرلیت ۴۰٪.
- ابتدا بسترهای مختلف که شامل: پوسته برنج، خاک برگ، 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 به صورت کمپوست در آوردیم. برای تهیه کمپوست، پسماند‌های آلی را پس از خرد کردن در یک چارچوب فلزی که توسط یک توری پلی اتیلن دارای منافذ ۰/۵ سانتی‌متری پوشیده شده بود، قرار داده شد. این منافذ برای ایجاد شرایط هوازی و تامین اکسیژن مورد نیاز برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها ضروری است. برای تامین 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.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکیو شیمیایی بسترهای کشت

خصوصیات شیمیایی بستر کشت به دلیل تاثیری که روی قابلیت انحلال مواد غذایی و حفظ و نگهداری آنها دارند، بایستی مورد توجه قرار گیرد. 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 به ترتیب 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 به همین دلیل مهم‌ترین عنصر محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان محسوب می‌شود (Mohammadi 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 خاک برگ محتوی درصد پایینی از نیتروژن بودند (جدول ۱). علاوه بر این بیشترین درصد فسفر و پتاسیم در بین بسترهای کشت این پژوهش در بستر مخلوط گلخانه‌داران و پرلیت مشاهده شد که تفاوت فاحشی با دیگر بسترهای کشت از خود نشان داد (جدول ۱، شکل ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکیو شیمیایی بسترهای کشت گیاه پیرومیا در دیوار سبز داخلی

Table 1- Physico-chemical properties of substrates of Peperomia in interior green wall

Growing media	Cation exchange capacity meq/100g	Phosphorus (%)	Nitrogen (mg/kg)	Organic carbon (%)	pH	porosity (%)	Organic matter (%)	Water holding capacity	Particle density (g/cm ³)	Bulk density (g/cm ³)
Peat moss + perlite	120.6	0.02	5500	28.1	5.02	67.8	48.3	80	0.59	0.19
Compost composition +perlite	70.7	1.56	9100	12.61	7.1	72.89	21.68	48	1.07	0.29
Rice hull compost + perlite	31.3	0.01	3000	13	5.8	70.73	22.3	36	0.41	0.12
Tea waste compost + perlite	111.5	0.08	13500	28.9	6.8	80	49.6	86	0.75	0.15
Leaf soil compost + perlite	69.2	0.006	3000	12.22	7.47	73.05	21.01	51.5	1.41	0.38

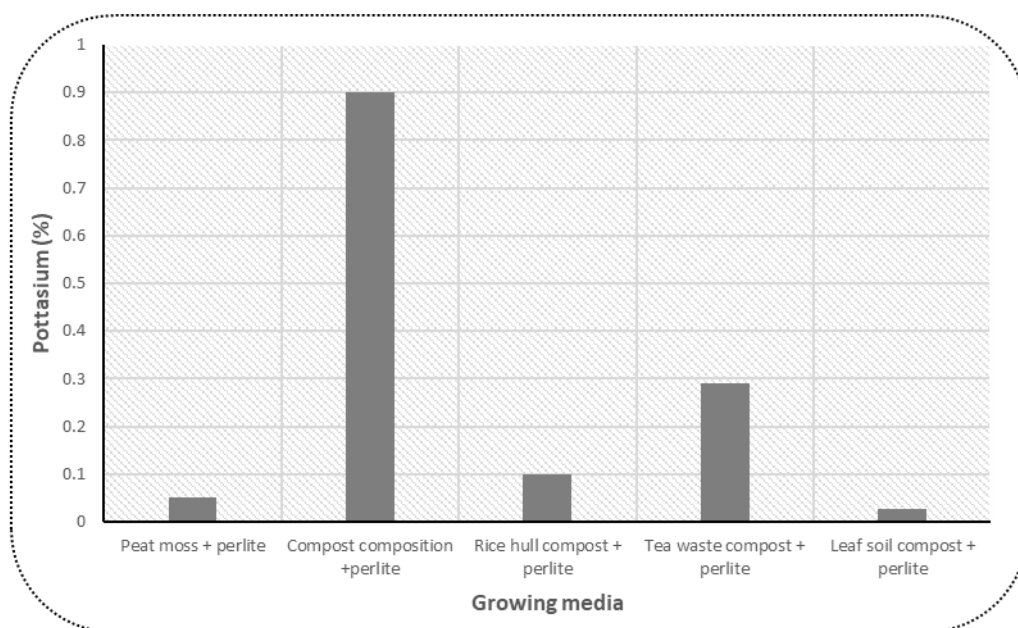
بیشتر از ۵۰ است (شکل ۲)، که علت این امر به جهت پایین بودن میزان نیتروژن آن است که از این حیث با نتایج Nourani et al (۲۰۱۳) روی گیاه دیفن باخیا همخوانی دارد. بررسی میزان عناصر غذایی در هر دو بستر ضایعات چای + پرلیت و

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 (۲۰۰۸) در آزمایش خود روی مقایسه کمپوست

هم‌چنان‌که در شکل ۲ آمده است نسبت C/N در بسترهای کشت حاوی کمپوست‌های ضایعات چای به میزان ۲۱ درصد می‌باشد که این میزان کمتر از حد مجاز بود (C/N=30). به طور 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 (Nourani et al., 2013; Padasht Dehkaei, 2004). با این حال نتایج نشان داد که نسبت C/N بستر کشت پیت ماس + پرلیت

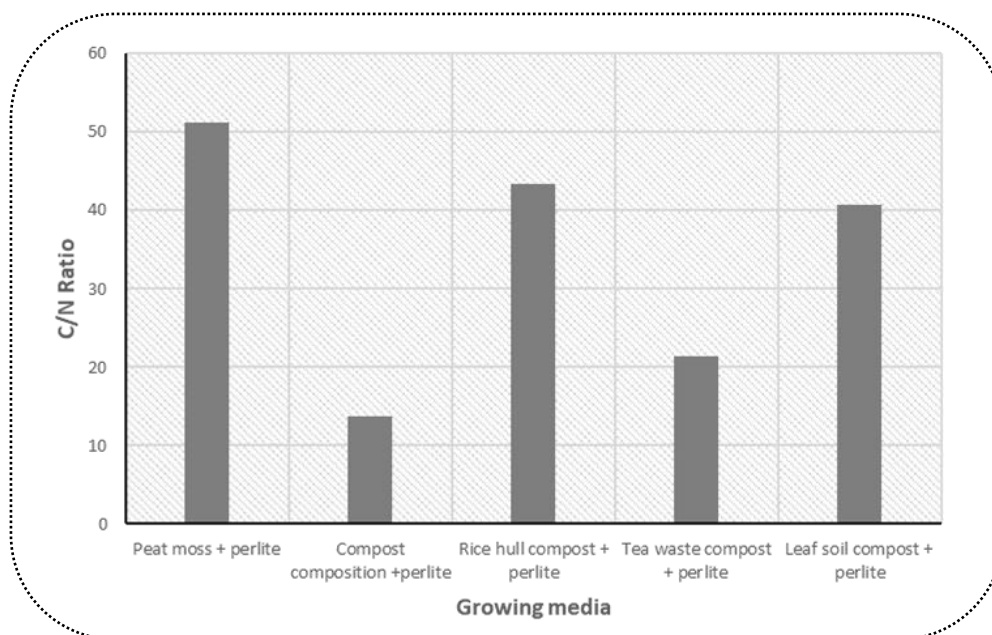
خاک برگ) + پرلیت و بستر کشت ضایعات چای + پرلیت کمتر از حد مجاز (C/N=30) بود که برای رشد گیاهان زینتی مناسب می باشد. Davidson et al. (۱۹۹۴) گزارش نمودند که کمپوست های دارای نسبت C/N کمتر از ۲۰ برای تولید گیاهان ایده آل هستند. با این حال نسبت C/N بالای ۳۰ ممکن است مشکلاتی برای رشد گیاهان ایجاد نماید (Mohammadi Torkashvand et al., 2014). این نتایج نشان می دهد که ضایعات چای با نسبت C/N کم و ذرات کوچک و خاصیت نگهداری آب خوب، ماده مناسبی برای کمپوست شدن می باشد. علاوه بر این، تیمار ضایعات چای و پرلیت بیش ترین میزان خلل و فرج کل را دارا بودند و می توان این درصد تخلخل بالا را به مقدار ماده آلی در این بستر کشت نسبت داد؛ زیرا با افزایش ماده آلی در یک محیط کشت، خلل و فرج نیز در آن محیط می تواند افزایش یابد (Esmaeili et al., 2013).

برگ های نخل خرما (پالم پیت) به عنوان جایگزین پیت، به نتایج مشابهی با این آزمایش دست یافت. et al. Chen (1988) گزارش کردند که خصوصیات فیزیکی مهم ترین عاملی است که رشد گیاه را در بسترهای کشت گیاهان گلدانی تحت تاثیر قرار می دهد. حد بهینه وزن مخصوص ظاهری بستر کشت ایده آل گیاهان زینتی گلدانی را کمتر از ۰/۴ گرم بر سانتی متر مکعب گزارش کرده اند (Abad et al., 2001)؛ که در تمامی بسترهای مورد استفاده در این پژوهش، میزان وزن 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 شاخص ایده آلی برای استفاده در دیوار سبز داخلی محسوب می شود. نسبت C/N در بسترهای کشت ترکیبی (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای +



شکل ۱- غلظت پتاسیم موجود در بسترهای مختلف کشت گیاهان پیرومیا در دیوار سبز داخلی.

Fig 1- concentration of Potassium in growth media of Peperomia plants in interior green wall.



شکل ۲- نسبت کربن به نیتروژن موجود در بسترهای مختلف کشت گیاهان پیرومیا در دیوار سبز داخلی.

Fig 2- C/N ratio in growth media of Peperomia plants in interior green wall.

خاکبرگ کمترین تعداد برگ تولیدی و وزن خشک ریشه و شاخساره را به خود اختصاص دادند. بیشتر بودن تعداد برگ در بستر ضایعات چای و بستر ترکیبی شماره ۲ را می توان به درصد بالای عناصر غذایی و هم چنین حفظ رطوبت و قابلیت دسترسی بهتر به آن در این بسترها نسبت داد (جدول ۱). در مقابل پایین بودن تعداد برگ در بستر حاوی پوسته برنج می تواند مرتبط با ظرفیت پایین نگهداری آب و جذب ناکافی مواد غذایی و به دنبال آن کاهش فتوسنتز و میزان رشد اندام هوایی باشد. هم چنان که در شکل ۳ نشان داده شده است به موازات افزایش درصد نیتروژن در بسترهای کشت، تعداد برگ گیاه پیرومیا نیز افزایش می یابد؛ به طوری که بستر ضایعات چای و پرلیت با غلظت نیتروژن حدود ۱/۳۵ درصد دارای بیشترین برگ در مقایسه با دیگر بسترهای کشت می باشد.

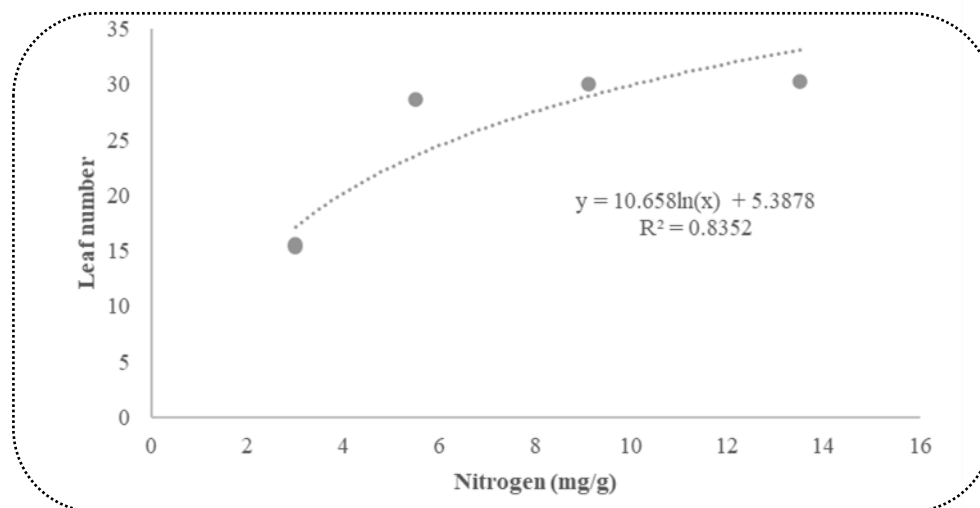
در همین راستا Yang et al. (2012) در بررسی خود روی رز بالا رونده رقم "آنجیلا" گزارش کردند که محلول پاشی عناصر غذایی محتوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث تولید گلبرگ های بیشتر در گیاه شد که از حیث وجود این عناصر غذایی به میزان مطلوب در بسترهای برتر این

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر تعداد برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). تیمار کمپوست پوسته برنج + پرلیت و کمپوست خاکبرگ و پرلیت در نسبت های (۶۰ به ۴۰) نسبت به تیمارهای کمپوست ضایعات چای + پرلیت و تیمار بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت در نسبت های (۶۰ به ۴۰) با کاهش حدود ۵۰ درصدی در تعداد برگ مواجه شدند (جدول ۳). (Padasht and Gholami, 2009). بررسی خود روی گیاهان گلدانی در اسنا و پافیلی گزارش کردند که بسترهای حاوی ضایعات چای بیشترین اثر را در تعداد برگ تولید شده و افزایش ارتفاع گیاه داشتند؛ در مقابل بسترهای حاوی پوسته برنج از نظر تعداد برگ نسبت به دیگر بسترهای کشت عملکرد خوبی نداشتند، که از این حیث با نتایج بدست آمده در این پژوهش همخوانی دارد. در موافقت با یافته های این پژوهش، بررسی Sajjadinia et al. (2011) بر روی گیاه زینتی حسن یوسف نشان داد که گیاهان پرورش یافته در بستر کشت

کاربرد محلول غذایی بدون کمپوست آزولا، اختلاف معنی داری در سطح برگ گیاه آپارتمانی فیکوس نسبت به شاهد وجود داشت.

آزمایش، با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. در موافقت با یافته‌های این پژوهش، Mahbob و Khomami and Dehkaei, (2010) گزارش کردند که در بستر کشت ضایعات چای + پوست درخت (به ۱ به ۴) با



شکل ۳- رابطه غلظت نیتروژن موجود در بستر کشت بر تعداد برگ پیرومیا در دیوار سبز داخلی.

Fig 3- Effect of N concentration in growth media on leaf number of Peperomia in interior green wall.

وزن تر و خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر وزن تر ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (جدول ۲). در این مطالعه، بیشترین و کمترین وزن تر ساقه به ترتیب به گیاهان کشت شده در تیمار بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و گیاهان کشت شده در کمپوست پوسته برنج + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) مشاهده شد که از این حیث شاهد رشد حدود سه برابری بیوماس در گیاهان کشت شده در بستر ترکیبی شماره ۲ هستیم (جدول ۳). در موافقت با یافته‌های این پژوهش، Padasht Dehkaei, and Gholami, 2009 نیز علت رشد ضعیف گیاه آپارتمانی دراسنا را در بسترهای پوست برنج، به ظرفیت نگهداری آب کمتر این بستر نسبت داده اند. Hasandokht et al. (2009) در بررسی خود روی کمپوست ضایعات کشاورزی بر عملکرد کاهوی گلخانه‌ای گزارش کردند که

تعداد ساقه

صفت تعداد ساقه به طور معنی داری ($P \leq 0.01$) متأثر از تیمار بسترهای کشت قرار گرفت (جدول ۲)، به طوری که تعداد ساقه در تیمار بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و تیمار مخلوط پیت + پرلیت نسبت به تیمار کمپوست خاکبرگ + پرلیت افزایش حدود ۹۰ درصدی نشان داد (جدول ۳). با توجه به نقش نیتروژن در رشد اندام هوایی گیاه از یک طرف و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب بستر ترکیبی شماره ۲ از طرف دیگر، بالا بودن شاخص‌های رشدی در گیاهان کاشته شده در این بستر دور از ذهن نمی‌باشد. علاوه بر این، وجود مواد آلی در بسترهای برتر می‌تواند ساختار خاک را بهبود داده، ضمن افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، به عنوان منبع غذایی کند رها شونده عمل کند (Hasandokht et al., 2009).

پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و کمترین آن به تیمار کمپوست پوسته برنج + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) اختصاص داشت (جدول ۳). از آنجایی که عنصر فسفر نقش تاثیرگذاری در توسعه ریشه گیاهان دارد (Esmaeili et al., 2013)، بیشتر بودن وزن تر ریشه در تیمار کمپوست ترکیبی شماره ۲ را می‌توان به جذب بالای فسفر مرتبط دانست. وجود ریشه‌های فراوان تاثیر مثبتی بر جذب آب و عناصر غذایی و به دنبال آن رشد مطلوب اندام هوایی خواهد داشت. علاوه بر این کاهش وزن تر ریشه در تیمار کمپوست پوسته برنج می‌تواند مرتبط با فقر عناصر غذایی و نیز تخلخل و نفوذپذیری نامناسب این بستر باشد. عدم تهیه مناسب و به تبع آن غلظت اکسیژن پایین در محیط ریشه به علت کاهش تولید آدنوزین تری فسفات (ATP) موجب کاهش رشد ریشه و گیاهان می‌گردد (Mohammadi Torkashvand et al., 2015).

اختلاف معنی‌داری بین پنج سطح بستر کشت از نظر صفت وزن خشک ریشه‌ها وجود داشت ($P < 0/01$) (جدول ۲). بررسی وزن خشک ریشه‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه متعلق به تیمار بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) و کمترین وزن خشک ریشه مربوط به کمپوست پوسته برنج + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) بود (جدول ۳). رشد ناکافی ریشه‌های گیاهان در بسترهای کمپوست پوسته برنج + پرلیت می‌تواند به علت ظرفیت پایین نگهداری آب در این بستر کشت باشد.

بیشترین وزن تر در کاهوی گلخانه‌ای در تیمار دارای ۷۵ درصد ضایعات چای مشاهده شد که علت این امر را به درصد بالای نیتروژن این بستر نسبت داده‌اند.

یکی از شاخص‌های 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 دارد ($P < 0/01$) (جدول ۲). بررسی وزن خشک ساقه‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه متعلق به تیمار بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۰/۶۵ گرم و کمترین وزن خشک ساقه مربوط به کمپوست پوسته برنج + پرلیت در نسبت‌های (۶۰ به ۴۰) با میانگین ۰/۱۸ گرم بود (جدول ۳). غلظت کافی عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بستر ترکیبی شماره ۲ موجب رشد بیشتر و در نتیجه افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی در این تیمار شده است. هم چنین به نظر می‌رسد وجود هیومیک اسید، فولیک و دیگر اسیدهای آلی تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها در این بستر کشت، دلیل تحریک رشد گیاه باشد.

وزن تر و خشک ریشه

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر این اساس، بیشترین وزن تر ریشه به تیمارهای بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) +

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در گیاه پیرومیا در دیوار سبز داخلی.

Table 2- Analysis of variance of traits measured in Peperomia plant in interior green wall

S.O.V	df	Leaf number	Shoot number	Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Root fresh weight	Root dry weight
Growing media	4	181.8**	9.56**	35.9**	0.13**	0.27**	0.0001**
Error	10	1.46	0.66	0.30	0.001	0.001	11.4×10 ⁻⁶

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد در آزمون توکی according to Tukey test respectively. NS, *, **, Non significant or significant at $P \leq 0.05$ and 0.01

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در گیاه پیرومیا در دیوار سبز داخلی

Table 3- Mean comparison of traits measured in Peperomia plant in interior green wall

Growing media	Leaf number	Shoot number	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)
Peat moss + perlite	28.6 a	8.3 a	8.46 b	0.53 b	0.33 b	0.02 b
Compost composition +perlite	30 a	8 a	11.16 a	0.65 a	0.46 a	0.04 a
Rice hull compost + perlite	15.6 b	5.3 b	3.12 c	0.18 c	0.09 c	0.009 c
Tea waste compost + perlite	30.3 a	7.6 a	7.9 b	0.48 b	0.30 b	0.02 b
Leaf soil + perlite compost	15.3 b	4.3 b	3.43 c	0.20 c	0.15 c	0.01 c

*میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار 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.

با بستر وارداتی پیت، از جنبه اقتصادی کاملاً توجیه پذیر است.

سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس و نیز دانشگاه فردوسی مشهد به جهت فراهم نمودن امکانات لازم جهت انجام این پژوهش و هم چنین راهنمایی لازم در انجام این پژوهش، صمیمانه قدردانی و سپاسگزاری می گردد.

منابع

- Abad, M., Noguera, P., and S. Bures. 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. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WI.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and J.D. Metzger. 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.

نتیجه گیری کلی

تحقیقات انجام شده در خصوص اثرات کمپوست ضایعات آلی تولید شده از منابع مختلف محصولات کشاورزی در پرورش گیاهان زینتی بیانگر اثرات مفید آنها در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و حاصل خیزی خاک است (Esmaili et al., 2013). نتایج بدست آمده در این پژوهش آشکارا نشان داد که تیمار بستر ترکیبی شماره ۲ (کمپوست پوسته برنج + ضایعات چای + خاک برگ) + پرلیت در نسبت های (۶۰ به ۴۰) نسبت به دیگر بسترهای کشت تاثیر معنی داری بر خصوصیات رشدی گیاه زینتی پیرومیا در دیوار سبز داخلی داشت. هم چنانکه در جدول مربوط به تجزیه فیزیکوشیمیایی بسترهای کشت اشاره شده است بستر کشت ترکیبی شماره ۲ به لحاظ دارا بودن عناصر غذایی پر مصرف هم چون نیتروژن، فسفر و پتاسیم در وضعیت مطلوبی قرار دارد. علاوه بر این داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و هم چنین وزن مخصوص ظاهری متوسط موجب تهویه مناسب درون این بسترها و به تبع آن جذب بیشتر عناصر غذایی می شود.

از اینرو با توجه با اینکه در این بستر از ضایعات آلی گیاهی استفاده شده و با توجه به فراوانی این ضایعات در کارخانه های شمال کشور، استفاده از این بستر در مقایسه

- Khalighi, A., and M. Padasht Dehkaei. 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.
- Kolyaei, M., Hamzenejad, M., Litkouhi, S., and P. Bahrami. 2020. The impact internal and external indicators green wall On Environmental and Energy Savings Performance. *Journal of Environmental Science and Technology*. 21(11): 253-267.
- Larcher, F., Fornaris, A., and M. Devecchi. 2013. New substrates for living walls. *International Conference on Landscape and Urban Horticulture*. 999:277-281.
- Mahbob Khomami, A., and M.P. Dehkaei. 2010. Effect of composted azolla in different growth media on growth and nutrient elements composition in *Ficus benjamina* plant cv. Starlight. *Seed and Plant Production Journal*. (4): 417-430.
- Mahdavi, S., Alimadadi, A., Kashefi, B., Ghaem Maghami, S.A., and A. Asgharzadeh. 2016. Evaluating the effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and hormone levels on in-vitro micropropagation of *peperomia* (*Peperomia magnoliifolia*). *Journal of Crop Production and Processing*. 6(20): 179-190.
- Manso, M., and J. Castro-Gomes. 2015. Green wall systems: a review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 41: 863-871.
- Mohammadi Torkashvand, A., Alidoust, M., and A. Mahboub Khomami, 2014. The effect of the composted peanut shells as a growth medium on the growth of *Dracaena marginata*. *Journal of Horticultural Science*, 28(1):34-42.
- Mohammadi Torkashvand, A., Karami, A., and A. Mahboub Khomami. 2013. Zeolite: an appropriate alternative for peat in growth medium of *difffenbachia* ornamental plant. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 4(2): 81-96.
- Mohammadi Torkashvand, A., Deljooy, E., Tohidi, T., and D. Hashemabadi. 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.
- Chen, Y., Inbar, Y., and Y. Hadar. 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil Science*. 145: 298-303.
- Choi, E.Y., Lee, Y.B., and J.Y. Kim. 2001. Nutrient uptake and yield of cucumber cultivated with different growing substrates under a closed and an open system. *International Symposium on Growing Media and Hydroponics*. 548: 543-550.
- Davidson, H., Mecklenburg, R., and C. Peterson. 1994. *Nursery management: administration and culture*. third ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.
- Esmaceli, F., Kalate Jari, S., and Z. Alipour. 2013. An investigation into the effect of organic and non-organic media in production of *Dracaena marginata* Ait. *Journal of Agricultural Engineering Soil Science and Agricultural Mechanization*. 36(1):51-65.
- Fonteno, W.C., Cassel, D.K., and R.A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 106: 736-741.
- Golestani, M. A., Dolatkhahi, A., Vahdati, N., and O. N. Roudsari. 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.
- Golestani, M.A., Shoor, M., Tehranifar, A., and M.H. Neamati. 2020. Effect of different growing substrates on growth characteristics of *Plectranthus* sp. in the interior green wall. *Environmental Sciences*. 18(3):246-258.
- Harada, Y., and A. Inoko. 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 D.M. Padasht Dehkaii. 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.
- Kang, J.G. and M.W. Van Iersel. 2004. Nutrient solution concentration affects shoot: root ratio, leaf area ratio, and growth of subirrigated *salvia* (*Salvia splendens*). *HortScience*. 39(1): 49-54.

- Sajjadinia, A., Khayyat, M., and H.R. Karimi. 2011. Effect of organic and inorganic substrates on vegetative and ecophysiological characteristics of coleus (*Coleus blumei*). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 2(5):55-61.
- Speak, A. F., Rothwell, J. J., Lindley, S. J., and C. L. Smith. 2013. Reduction of the urban cooling effects of an intensive green roof due to vegetation damage. *Urban Climate*. 3(0): 40–55.
- Tayama, H., and T. Roll. 1990. Tips on growing poinsettias. 2nd Ed. Ohio Coop. Ext. Serv. Ohio State Univ., Columbus.
- Yang, Y., Zhang, J., Liao, W., and M. Han. 2012. Effects of foliage spray on growth and florescence of climbing rose Anjila. *Journal of Gansu Agricultural University*. 1, 69–72.
- Nourani, S. H., Kafi, M., and A. Mahboub. 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.
- Padasht Dehkaei, M.N., and M. Gholami. 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.
- 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.
- Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Chatzipavlidis, I., and J. Chronopoulos. 2005. Olive-maill waste compost as growth medium component for the production of poinsettia. *Horticultural Sciences*. 102:167-175.