

## اثر بسترهای مختلف کشت حاوی کمپوست آزولا و سبوس برنج بر شاخص‌های رویشی و مورفوفیزیولوژیک سه رقم پتوس

مجید فقیهی<sup>۱</sup> و شهرام صداقت حور\*

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱۱)

### چکیده

برای بررسی صفات رویشی و فیزیولوژیک گیاه برگ زیتنی پتوس تحت تیمار بسترهای مختلف کشت، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سه رقم پتوس (سبز، ابلق و مرمی) و پنج بستر کشت شامل خاک باغچه، «خاک باغچه + کمپوست آزولا»، «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج»، «خاک باغچه + پرلیت»، «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا»، «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» مورد بررسی قرار گرفت. صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تازه و خشک شاخساره، کلروفیل، کاروتنوئید و آنتوسیانین و همچنین عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ مورد ارزیابی واقع شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل، کاروتنوئید و آنتوسیانین مربوط به پتوس سبز، اما بیش‌ترین میزان نیتروژن و فسفر در برگ گیاه پتوس ابلق به‌دست آمد. نتایج داده‌های مربوط به اثر ساده بستر کشت بر صفات مورد آزمایش نشان داد که بیش‌ترین میزان رشد، ارتفاع، تعداد برگ و وزن تازه و خشک متعلق به بستر پنجم یعنی «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» بود. نتایج داده‌های مربوط به برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» نشان داد که بیش‌ترین تعداد برگ و وزن تازه شاخساره تحت تیمار «پتوس ابلق × بستر پنجم»، بیش‌ترین سطح برگ تحت تیمار «پتوس مرمی × خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج»، بیش‌ترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار «پتوس سبز × خاک باغچه + کمپوست آزولا» و بیش‌ترین میزان کلروفیل b هم مربوط به تیمار «پتوس مرمی × خاک باغچه + پرلیت» بود. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن بسترهای حاوی مواد آلی به خاک باغچه، اثر بیش‌تری بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک پتوس داشته است.

واژه‌های کلیدی: آزو کمپوست، سبوس برنج، ارقام پتوس، برگ زیتنی

### مقدمه

آراسه کاربرد زیادی دارد (۳۴). یکی از نهادهای اصلی تولید برای پرورش گیاهان زیتنی به‌ویژه گیاهان گل‌دانی، بسترهای کشت مناسب است (۲۳). مشکل اصلی تولیدکنندگان گل و گیاهان زیتنی به‌ویژه گیاهان گل‌دانی، فقدان بسترهای کشت

پتوس "*Epipremnum aureum*" از خانواده آراسه و بومی جنوب شرقی آسیا است. این گیاه (پتوس) بومی نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است و در بین گیاهان خانواده

۱- گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران  
\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sedaghathoor@yahoo.com

از استفاده از اوره است. به‌طور کلی کاربرد کمپوست آزولا سبب افزایش تولید عملکرد و ماده خشک گیاه مرزنجوش نسبت به کاربرد اوره شد (۳۵). علت اصلی نیاز به جایگزینی بسترها، وارداتی و گران قیمت بودن است. همچنین در دسترس بودن و ارزان بودن موادی مانند آزولا و پرلیت در ایران (۲۲) نسبت به سایر ترکیبات بستری تولیدکنندگان را متقاعد می‌سازد تا در صورت مناسب بودن به دنبال بسترهای جایگزین باشند. با توجه به موارد مذکور، هدف اصلی این پژوهش مقایسه بسترهای آلی در دسترس و موجود در منطقه به‌منظور جایگزینی با بسترهای وارداتی است.

## مواد و روش‌ها

### فاکتورها و صفات مورد آزمایش

این آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول (A) شامل سه رقم پتوس، a<sub>1</sub>: پتوس سبز، a<sub>2</sub>: پتوس ابلق، و a<sub>3</sub>: پتوس مرمری و فاکتور دوم (B) پنج بستر کشت شامل: b<sub>1</sub>: خاک باغچه، b<sub>2</sub>: خاک باغچه ۷۰ درصد + کمپوست آزولا ۳۰ درصد، b<sub>3</sub>: خاک باغچه + خاک‌برگ + سیوس برنج (۱:۱)، b<sub>4</sub>: خاک باغچه ۵۰ درصد + پرلیت ۵۰ درصد، b<sub>5</sub>: خاک باغچه ۲۰ درصد + خاک‌برگ ۲۰ درصد + سیوس برنج ۲۰ درصد + پرلیت ۲۰ درصد + کمپوست آزولا ۲۰ درصد بود. در این پژوهش شاخص‌های مورفولوژیک پتوس شامل: ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تازه و خشک شاخساره و شاخص‌های فیزیولوژیک مانند کلروفیل، کاروتنوئید، آنتوسیانین و همچنین عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ مورد ارزیابی واقع شد.

### شاخص‌های رشد و غلظت عناصر در گیاه

ارتفاع (طول شاخه اصلی) گیاهان مورد آزمایش هم در ابتدا و هم در انتهای آزمایش اندازه گرفته شد و اختلاف اندازه این دو، به‌عنوان صفت «میزان رشد» و آخرین اندازه‌گیری ارتفاع،

مناسب است، که این بسترها برای گیاهان مختلف متفاوت است. بسترهای آلی در نتیجه فعالیت ریزجانداران تجزیه می‌شوند و ریزجانداران در طی فرآیند تجزیه، نیتروژن را جذب می‌کنند. اگر مقدار زیادی مواد آلی در مدت کمی توسط ریزجانداران شکسته شود بستر از نیتروژن تهی می‌شود. بین گیاه و ریزجانداران برای جذب نیتروژن رقابتی پیش می‌آید و ریزجانداران به‌علت سطح ویژه و فعالیت بیشتر، برتری می‌یابند (۷). یک بستر کشت مناسب علاوه بر داشتن ویژگی‌های مطلوب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک باید در دسترس، نسبتاً ارزان، پایدار و به اندازه کافی سبک باشد تا کار با آن آسان و حمل و نقل آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد (۲۶). ویژگی‌های مواد مختلف مورد استفاده به‌عنوان بستر کشت، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر رشد گیاه و تولید محصول اثر دارد (۳۱). ایندن و تاريس (۲۰۰۴) بیان کردند که پوسته برنج همانند یک اصلاح‌کننده بستر کشت هم در کشت خاکی و هم در کشت بدون خاک عمل می‌کند و با دارا بودن نسبت زیاد فسفر و پتاسیم و افزایش قابلیت جذب این عناصر به‌طور قابل ملاحظه‌ای به رشد گیاه کمک می‌کند (۱۰). پوسته برنج نه تنها به بهبود شرایط تغذیه‌ای و رطوبتی بستر به گیاه کمک می‌کند بلکه موجب افزایش منافذ هوایی نیز می‌شود (۹). دد و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که استفاده از مخلوط مواد آلی در دسترس محلی برای کاهش استفاده از پیت و کود بدون کاهش کیفیت گیاه، مهم‌ترین موردی است که در صنعت گل‌های گلدانی در حال انجام است (۶).

پرلیت ماده سیلیکاتی سفید و خنثی است، ولی به‌طور کلی خاصیت پایداری در برابر تغییر pH ندارد. با افزودن پرلیت به بستر کشت می‌توان آب را به میزان زیاد و به‌مدت طولانی در اختیار گیاه قرار داد داشت (۲۶). در سطح هر ذره از پرلیت تعداد زیادی حفره‌های ریز وجود دارد که باعث افزایش سطح ویژه آن می‌شود (۲۴). یزدانی بیوکی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی روی گیاه مرزنجوش وحشی گزارش کردند که استفاده از کمپوست آزولا، رویکردی عالی برای کاهش هزینه‌های ناشی

جدول ۱. شاخص‌های فیزیکیوشیمیایی بسترهای کشت مورد آزمایش برای گیاه پتوس.

Table 1. The physicochemical characteristics of the studied substrates.

Substrate	pH	EC (dS/m)	Organic content (%)	N (%)	C/N	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Water holding capacity (%)	Water volume (%)	Air volume (%)	Particle density (g/cm <sup>3</sup> )	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )
Garden soil	6.5	3.9	2.35	0.12	11.33	176.25	21.25	29.17	19.6	77.55	2.20	0.98
Garden soil + Azolla compost	6.6	2.4	8.74	0.43	11.79	145	22.5	46.37	23.98	72.43	1.93	0.77
Garden soil + leaf mold + rice bran	6.6	2.1	16.80	0.84	11.6	147.5	28.75	72.58	38.71	58.46	2.11	0.35
Garden soil + perlite	6.6	2	2.37	0.27	11.55	121.25	20	58.12	47.5	49.4	1.89	0.61
Garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost	4.7	2.5	21.85	1.09	13.81	98.75	20	89.35	62.95	33.39	1.86	0.27

Substrate: بستر کشت، EC: رسانایی الکتریکی، Organic content: ماده آلی، N: نیتروژن، K: پتاسیم، P: فسفر، Water holding capacity: گنجایش نگهداشت آب، Water volume: حجم آب، Air volume: حجم هوا، Particle density: چگالی حقیقی، Bulk density: چگالی ظاهری، Substrate: بستر کشت، Garden soil: خاک باغچه، Garden soil + Azolla compost: خاک باغچه + کمپوست آزولا، Garden soil + leaf mold + rice bran: خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج، Garden soil + perlite: خاک باغچه + پرلیت، Garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost: خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا.

میزان آنتوسیانین عصاره‌ها بر اساس روش مزومدار و مجومدار (۲۰۰۳) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (۱۹). در عصاره تهیه شده از برگ گیاه، غلظت عنصر فسفر به روش اسپکتروفتومتری، غلظت پتاسیم با دستگاه فیلم‌فتومتر و میزان نیتروژن کل در برگ به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (۲۸ و ۸). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

جدول (۱) ویژگی‌های فیزیکی بسترهای مورد استفاده در این آزمایش برای کشت گیاه پتوس را نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقدار چگالی ظاهری به میزان ۰/۹۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب مربوط به بستر خاک باغچه و کم‌ترین میزان این ویژگی مربوط به بستر «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» بود. چگالی ظاهری تنها در بسترهای کشت «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» و «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج» در محدوده

به‌عنوان صفت «ارتفاع گیاه» گزارش شد. سطح برگ توسط دستگاه سطح‌سنج برگ مدل A<sub>3</sub> LIGHT BOX اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تازه و خشک، نمونه‌ها پس از توزین وزن تازه توسط ترازوی دیجیتال، درون پاکت قرار گرفته و در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. برای تعیین میزان کلروفیل از دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. کلروفیل در ۲ طول موج ۶۴۳ و ۶۶۰ نانومتر خوانده شد. سپس اعداد خوانده شده (A) در فرمول زیر قرار گرفته و مقادیر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به دست آمد (۲۰):

$$(1) \text{ کلروفیل a (mg/mL)} = 9/93(A_{660}) - 0/777(A_{643})$$

$$(2) \text{ کلروفیل b (mg/mL)} = 17/6(A_{643}) - 2/81(A_{660})$$

$$(3) \text{ کلروفیل کل (mg/mL)} = 7/12(A_{660}) + 16/8(A_{643})$$

برای اندازه‌گیری میزان کاروتنوئید، میزان جذب عصاره‌ها در ۳ طول موج ۶۴۵، ۶۶۳ و ۶۶۰ نانومتر قرائت شد. سپس اعداد خوانده شده (A) در فرمول زیر قرار داده و مقادیر کاروتنوئید تیمارها تعیین شد (۲۰):

$$(4) \text{ مقدار کاروتنوئید} = 4/69(A_{660}) - 0/268(A_{645}) + 8/02(A_{643})$$

بسترها به این نتیجه رسیدند که کمپوست پوست درخت به صورت خالص و یا در ترکیب با مواد دیگر، می تواند جایگزین مناسبی برای پیت خزه باشد (۳).

بیشترین مقدار گنجایش نگهداشت آب مربوط به «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» به میزان ۸۹/۴ درصد بود اما در بسترهای کشت «خاک باغچه + پرلیت» با ۵۸/۱ و «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج» با ۷۲/۵۸ درصد بود. بر اساس نظر ناپی و باربریس (۱۹۹۳)، گنجایش نگهداشت آب بهینه در بسترهای کشت در دامنه ۵۵ تا ۸۵ درصد قرار دارد (۲۰). بنابراین به نظر می رسد درصد گنجایش نگهداشت آب در بسترهای کشت ذکر شده در محدوده بهینه برای کشت گیاهان بود. اما کمترین میزان گنجایش نگهداشت آب هم مربوط به بستر خاک باغچه به میزان ۲۹/۲ درصد بود که می توان علت آن را در افزایش درصد حجمی هوا در این بستر دانست که سبب کاهش حجم آب قابل نگهداری در بستر شد.

شاخص های شیمیایی بسترهای مورد آزمایش نیز در جدول (۱) آورده شده است. هرچند میزان pH اکثر بسترها بین ۶/۵ تا ۶/۶ بود اما کمترین میزان pH مربوط به بستر پنجم «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» با ۴/۷ بود. دامنه تغییرات pH بسترهای کشت به کار رفته به جز بستر پنجم در محدوده pH بهینه برای پرورش گیاهان زینتی (یعنی ۵-۷) قرار داشت. بیشترین میزان EC مربوط به بستر خاک باغچه (۳/۹ دسی زیمنس بر متر) و کمترین میزان EC در بستر «خاک باغچه + پرلیت» (۲ دسی زیمنس بر متر) مشاهده شد. مقدار EC در تمام بسترهای کشت مورد بررسی به جز بستر خاک باغچه در محدوده مناسب (۳-۱ دسی زیمنس بر متر) برای رشد پتوس قرار داشت.

پاداشت دهکایی (۲۰۰۴) به این نتیجه رسید که میزان شوری در کمپوست های چای و آزولا بیش تر از استاندارد (EC) بیش از ۲/۲ دسی زیمنس بر متر) است و برای استفاده از این کمپوست ها باید با موادی مانند پرلیت مخلوط شود (۲۱). در

تعریف شده برای گیاهان زینتی قرار داشت، به طوری که بر اساس نظر ابد و همکاران (۲۰۰۱) چگالی ظاهری مطلوب برای بسترهای کشت کمتر از ۰/۴۰ گرم بر سانتی متر مکعب تعیین شده است (۱). بر اساس نظر اتیه و همکاران (۲۰۰۰) کاهش بیش از حد چگالی ظاهری موجب تهویه زیاد و کاهش آب قابل دسترس می شود (۲).

بیشترین میزان چگالی حقیقی مربوط به بستر خاک باغچه با ۲/۲ گرم بر سانتی متر مکعب و کمترین میزان این ویژگی مربوط به بستر «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» به میزان ۱/۸۶ گرم بر سانتی متر مکعب بود. بر اساس نظر دبوت و وردانک (۱۹۷۲)، چگالی حقیقی مطلوب برای بسترهای کشت، ۱/۴-۲/۰ گرم بر سانتی متر مکعب است (۵). بیشترین میزان تخلخل با ۸۵/۵ درصد مربوط به بستر «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» و کمترین میزان تخلخل با ۵۵/۴ درصد مربوط به بستر خاک باغچه بوده است. رونالد و دیان (۲۰۰۶) گزارش کردند یک خاک مطلوب یا ماده معدنی در حدود ۵۰ درصد تخلخل دارد. عموماً بستر کشت بهینه باید دارای تخلخل بین ۷۵ تا ۸۵ درصد باشد، تا زهکشی مناسب داشته و تبادلات گازی در آن به خوبی انجام شود (۲۴).

بیشترین میزان درصد حجمی هوا مربوط به بستر خاک باغچه و کمترین میزان آن مربوط به بستر «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» بوده است. بیشترین میزان درصد حجمی آب مربوط به بستر «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» و کمترین میزان آن مربوط به بستر خاک باغچه بوده است. بر اساس نظر ابد و همکاران (۲۰۰۱)، مقدار بهینه تخلخل تهویه ای در بسترهای کشت برای پرورش گیاهان زینتی در دامنه ۲۰-۳۰ درصد قرار دارد (۱). برجی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی جایگزینی بستر کشت پیت خزه با ضایعات چای، پوست درخت، پوست برنج و آزولا به عنوان بسترهای کاشت گیاهان گلدانی پرداختند و با پرورش گل جعفری پاکوتاه در این

که تفاوتی بالغ بر ۲۰۰ درصد بین ارقام پتوس دیده می‌شود. همچنین مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر بستر کشت بر ارتفاع گیاه نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه مربوط به بستر پنجم «خاک باغچه + خاک‌برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» و کم‌ترین ارتفاع هم مربوط به خاک باغچه بود (جدول ۴). در بررسی عملکرد محصولات گوناگون در پژوهش‌های مختلف عنوان شده است که دامنه واکنش گیاه برای رشد و نمو به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ از جمله این عوامل می‌توان به شاخص‌های بستر و رطوبت مورد نیاز در طول فصل رشد گیاه اشاره کرد (۱۴). گول و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که طول ساقه و تعداد گره‌ها در خیار به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بستر قرار گرفت (۹). در پژوهش حاضر بیش‌ترین میزان ماده آلی و نیتروژن در بستر کشت پنجم و کم‌ترین میزان آن در بستر خاک باغچه مشاهده شد. همچنین بر اساس نتایج پژوهش حاضر بیش‌ترین ارتفاع گیاه هم مربوط به بستر پنجم و کم‌ترین ارتفاع هم مربوط به خاک باغچه بود. افزایش ارتفاع در بستر پنجم می‌تواند به دلیل جذب بیش‌تر نیتروژن توسط گیاه در این بستر باشد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رقم، بستر کشت و اثر برهمکنش آن‌ها در سطح آماری ۱ درصد بر میزان رشد گیاه معنی‌دار شده است (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین داده‌ها بیش‌ترین میزان رشد مربوط به رقم پتوس سبز (۷۷/۶ سانتی‌متر) و کم‌ترین میزان رشد مربوط به رقم مرمی (۲۸/۴ سانتی‌متر) است (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر بستر کشت بر میزان رشد گیاه نشان داد که بیش‌ترین میزان رشد مربوط به بستر پنجم و کم‌ترین میزان رشد هم مربوط به خاک باغچه بود. داده‌های مربوط به اثر دوگانه «رقم × بستر کشت» بر میزان رشد گیاه (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان رشد تحت ترکیب تیماری «پتوس سبز × خاک باغچه + پرلیت» با ۱۱۱ سانتی‌متر به‌دست آمد که از نظر آماری با ترکیب تیماری «پتوس سبز × بستر پنجم» و پتوس سبز × خاک باغچه + خاک‌برگ + سبوس

پژوهش حاضر نیز ترکیب خاک باغچه با پرلیت سبب کاهش شوری بستر شد. شوری بیش از اندازه (با EC بیش‌تر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر) در مخلوط‌های بستر و یا آب آبیاری، می‌تواند رشد گیاه را کاهش دهد و یا گیاه را از بین ببرد (۲۳). بیش‌ترین مقدار مواد آلی و بیش‌ترین میزان نیتروژن مربوط به بستر پنجم یعنی «خاک باغچه + خاک‌برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» و کم‌ترین مقدار مواد آلی و نیتروژن مربوط به بستر خاک باغچه بود.

شاخص‌های شیمیایی بستر به‌دلیل تأثیر بر کیفیت گیاه، اهمیت زیادی دارد، چون مستقیماً بر قابلیت انحلال مواد غذایی و نگهداری آن‌ها تأثیر دارند (۳۲). بیش‌ترین میزان C/N مربوط به بستر پنجم با ۱۳/۸ و کم‌ترین میزان C/N مربوط به بستر خاک باغچه با ۱۱/۳ بود. دامنه تغییرات C/N در تمام بسترهای کشت مورد آزمایش تقریباً برابر بود. دیوید سون و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که کمپوست‌های دارای نسبت C/N کم‌تر از ۲۰ برای تولید گیاهان زینتی مناسب هستند (۴). بیش‌ترین میزان پتاسیم (۱۷۶/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به بستر خاک باغچه و کم‌ترین میزان پتاسیم (۹۸/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به بستر پنجم یعنی «خاک باغچه + خاک‌برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» بوده است. بیش‌ترین میزان فسفر مربوط به بستر «خاک باغچه + خاک‌برگ + سبوس برنج» و کم‌ترین میزان پتاسیم (۷/۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به بسترهای «خاک باغچه + پرلیت» و «خاک باغچه + خاک‌برگ سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» بوده است. فسفر در تولید و انتقال انرژی نقش دارد و کمبود فسفر، رشد گیاه را محدود می‌کند (۱۵).

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثر ساده رقم و بستر کاشت در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع گیاه پتوس معنی‌دار بود اما اثر برهمکنش «رقم × بستر کشت» بر این صفت معنی‌دار نشد. بر اساس مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر رقم بر ارتفاع گیاه (جدول ۳)، بیش‌ترین ارتفاع مربوط به رقم پتوس سبز و کم‌ترین ارتفاع مربوط به پتوس مرمی است،

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد بررسی سه رقم پتوس (سبز، ابلق و مرمری).  
**Table 2.** The analysis of variance for the effect of the experimental treatments on the studied traits of three pothos cultivars.

Sources of variations	df	Plant height	Growth rate	Leaf number	Leaf area	Shoot fresh weight	Shoot dry weight	میانگین مربعات (Means of squares)			Anthocyanin	N	P	K	
								Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll					
Replication	2	2561.12*	747.65 <sup>ns</sup>	73.76 <sup>ns</sup>	39.74 <sup>ns</sup>	1813.27**	24.84*	2.34*	5.23**	17.94**	9.57*	1.65 <sup>ns</sup>	0.000 <sup>ns</sup>	3.78 <sup>ns</sup>	42.09 <sup>ns</sup>
Cultivar	2	10817.12**	10217.45**	390.42**	8550.37**	343.66 <sup>ns</sup>	19.02 <sup>ns</sup>	102.35**	34.48**	267.97**	90.00**	153.81**	0.000*	7.92*	61.82 <sup>ns</sup>
Substrate (B)	4	3449.36**	4805.06**	191.24**	134.28*	2389.79**	54.41**	1.21 <sup>ns</sup>	13.97**	8.96**	1.63 <sup>ns</sup>	0.85 <sup>ns</sup>	0.000**	7.13**	5672.53**
A × B	8	845.42 <sup>ns</sup>	972.63**	71.89*	187.96*	742.62**	9.44 <sup>ns</sup>	3.60**	9.97**	17.72*	2.78 <sup>ns</sup>	3.65 <sup>ns</sup>	0.001**	7.58**	461.23**
Error	28	457.82	263.11	31.78	51.23	128.81	6.33	0.69	0.87	1.47	1.78	1.88	0.000	1.23	105.46
CV (/)		42.48	33.82	45.63	14.91	27.94	59.37	17.09	15.23	11.03	26.50	18.97	19.06	5.43	8.14

ns: non-significant effect; \*\*: significant effect at the  $P < 0.01$  level; \*: significant effect at the  $P < 0.05$  level  
 \*\* اثر غیر معنی دار؛ \* اثر معنی دار در سطح یک درصد؛ \* اثر معنی دار در سطح ۵ درصد

weight: وزن تازه شاخساره، Source of variation: منبع تغییرات، df: درجه آزادی، Means of squares: میانگین مربعات، Plant height: ارتفاع، Growth rate: میزان رشد، Leaf number: تعداد برگ، Leaf area: سطح برگ، Shoot fresh weight: وزن خشک شاخساره، Chlorophyll a: کلروفیل a، Chlorophyll b: کلروفیل b، Total chlorophyll: کلروفیل کل، Carotenoid: کاروتنوئید، Anthocyanin: آنتوسیانین، N: تکرار، P: فسفر، K: پتاسیم، Replication: تکرار، (A)، رقم، Substrate (B): بستر کشت، Error: خطا، CV: ضریب تغییرات.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سه نوع رقم پتوس (سبز، ابلق و مرمری) بر صفات مورد بررسی.

Table 3. The means comparison for the effect of pothos cultivar (Golden, Manjula and Marble) on the recorded traits.

Cultivar	Height (cm)	Growth (cm)	Leaf number	Leaf area (mm <sup>2</sup> )	Chlorophyll a (mg/L)	Chlorophyll b (mg/L)	Total chlorophyll (mg/L)	Carotenoid (mg/L)	Anthocyanin (mg/100 g)	N (%)	P (mg/kg)
Golden pothos	80.93 <sup>a</sup>	77.60 <sup>a</sup>	12.20 <sup>b</sup>	54.91 <sup>b</sup>	7.44 <sup>a</sup>	7.66 <sup>a</sup>	15.30 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>	10.14 <sup>a</sup>	0.028 <sup>b</sup>	19.75 <sup>b</sup>
Manjula pothos	39.60 <sup>b</sup>	37.90 <sup>b</sup>	17.53 <sup>a</sup>	21.45 <sup>c</sup>	4.97 <sup>b</sup>	6.07 <sup>b</sup>	10.89 <sup>b</sup>	5.65 <sup>b</sup>	7.72 <sup>b</sup>	0.032 <sup>a</sup>	21.20 <sup>a</sup>
Marble pothos	30.57 <sup>b</sup>	28.40 <sup>b</sup>	7.33 <sup>c</sup>	67.68 <sup>a</sup>	222 <sup>c</sup>	4.63 <sup>c</sup>	6.85 <sup>c</sup>	2.34 <sup>c</sup>	3.80 <sup>c</sup>	0.026 <sup>c</sup>	20.37 <sup>ab</sup>

Similar letter(s) in each column implies the lack of a significant difference at the  $P < 0.05$  level based on the LSD test.

حروف مشترک در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

Cultivar: رقم، ارتفاع: Height (cm)، رشد (سانتی متر)، Leaf No: تعداد برگ، Leaf area (mm<sup>2</sup>/plant): سطح برگ (میلی مترمربع به ازاء گیاه)، Chlorophyll a (mg/L): کلروفیل a (میلی گرم بر لیتر)، کلروفیل b (mg/L): کلروفیل b (میلی گرم بر لیتر)، Total chlorophyll (mg/L): کلروفیل کل (میلی گرم بر لیتر)، Carotenoid (mg/L): کاروتنوئید (میلی گرم بر لیتر)، Anthocyanin (mg/100 g): آنتوسیانین (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم)، N (%): نیتروژن (%)، P: فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)، Golden pothos: پتوس سبز، Manjula pothos: پتوس ابلق، Marble pothos: پتوس مرمری.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت مختلف بر صفات مورد بررسی سه رقم پتوس (سبز، ابلق و مرمری).

Table 4. The means comparison for the effect of different substrates on the recorded traits of the three pothos cultivars.

Substrate	Height (cm)	Growth (cm)	Leaf no.	Leaf area (mm <sup>2</sup> /plant)	Shoot fresh weight (g/plant)	Shoot dry weight (g/plant)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Garden soil	25.06 <sup>c</sup>	17.33 <sup>c</sup>	6.78 <sup>c</sup>	45.74 <sup>ab</sup>	21.38 <sup>b</sup>	1.88 <sup>b</sup>	0.041 <sup>a</sup>	20.46 <sup>b</sup>	165.8 <sup>a</sup>
Garden soil + Azolla compost	35.28 <sup>bc</sup>	32.06 <sup>bc</sup>	10.00 <sup>bc</sup>	51.24 <sup>a</sup>	36.31 <sup>b</sup>	3.58 <sup>b</sup>	0.027 <sup>c</sup>	21.94 <sup>a</sup>	129.0 <sup>b</sup>
Garden soil + leaf mold + rice bran	57.50 <sup>abc</sup>	52.50 <sup>ab</sup>	12.33 <sup>b</sup>	52.36 <sup>a</sup>	39.92 <sup>b</sup>	3.36 <sup>b</sup>	0.028 <sup>b</sup>	20.24 <sup>b</sup>	127.0 <sup>b</sup>
Garden soil + perlite	61.50 <sup>ab</sup>	64.44 <sup>a</sup>	13.4 <sup>b</sup>	43.00 <sup>b</sup>	39.00 <sup>b</sup>	3.97 <sup>b</sup>	0.023 <sup>d</sup>	19.71 <sup>b</sup>	107.3 <sup>c</sup>
Garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost	72.50 <sup>a</sup>	73.50 <sup>a</sup>	19.22 <sup>a</sup>	47.70 <sup>ab</sup>	66.51 <sup>a</sup>	8.40 <sup>a</sup>	0.027 <sup>c</sup>	19.86 <sup>b</sup>	102.0 <sup>c</sup>

Similar letter(s) in each column implies the lack of a significant difference at the  $P < 0.05$  level based on the LSD test.

حروف مشترک در ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

Substrate: بستر کشت، Height (cm): ارتفاع (سانتی متر)، Growth (cm): رشد (سانتی متر)، Leaf no: تعداد برگ، Leaf area (mm<sup>2</sup>/plant): سطح برگ (میلی متر مربع به ازاء گیاه)، Shoot fresh weight (g/plant): وزن تازه شاخساره (گرم در بوته)، Shoot dry weight (g/plant): وزن خشک شاخساره (گرم در بوته)، N (%): نیتروژن (%)، P (mg/kg): فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)، K (mg/kg): پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)، Garden soil: خاک باغچه، Garden soil + Azolla compost: خاک باغچه + کمپوست آزولا، Garden soil + leaf mold + rice bran: خاک باغچه + سبوس برنج + خاک برگ، Garden soil + perlite: خاک باغچه + پرلیت، Garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost: خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا.

مذکور نسبت به بستر خاک باغچه (شاهد) است (جدول ۱).

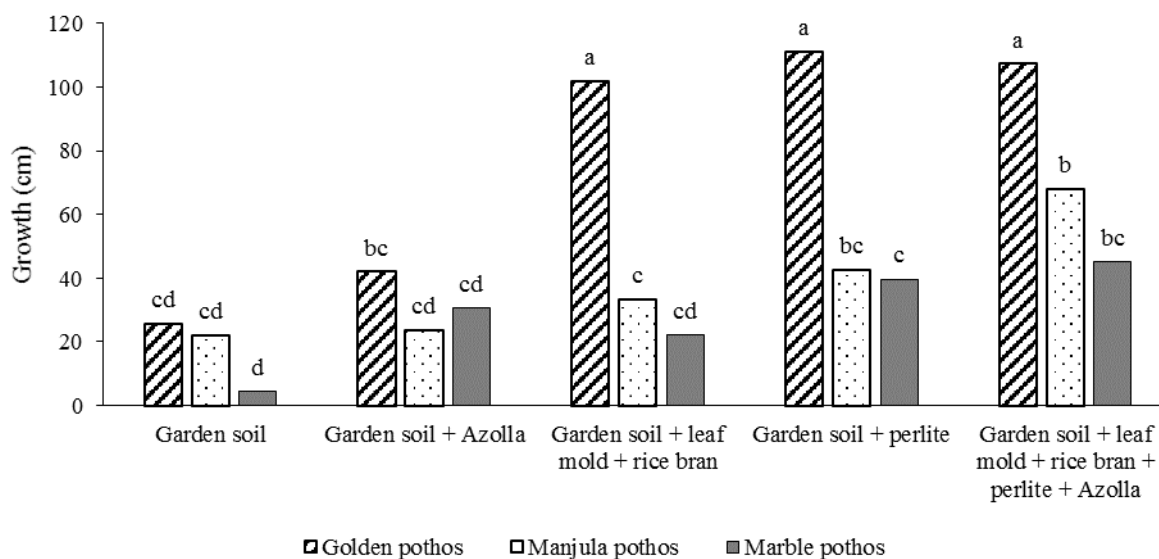
بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده رقم و بستر کاشت در سطح احتمال ۱ درصد و اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر رقم بر تعداد برگ پتوس (جدول ۲) نشان داد که پتوس ابلق بیشترین تعداد برگ و پتوس مرمری کمترین تعداد برگ را داشت که از نظر آماری با پتوس سبز تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر بستر کاشت بر تعداد برگ نشان داد که بیشترین تعداد برگ تحت تیمار «خاک باغچه + پرلیت» و کمترین تعداد برگ هم مربوط به بستر خاک باغچه بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به برهم‌کنش تیمارها بر تعداد برگ (شکل ۲) حاکی از این است که تیمار «پتوس ابلق × بستر پنجم» بیشترین تعداد برگ و تیمار «پتوس مرمری × خاک باغچه» کمترین تعداد برگ را داشته است. تعداد برگ بیش‌تر باعث متراکم شدن گیاه و در

برنج) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان رشد تحت ترکیب تیماری پتوس مرمری × خاک باغچه (۴/۳۳ سانتی متر) به‌دست آمد (شکل ۱).

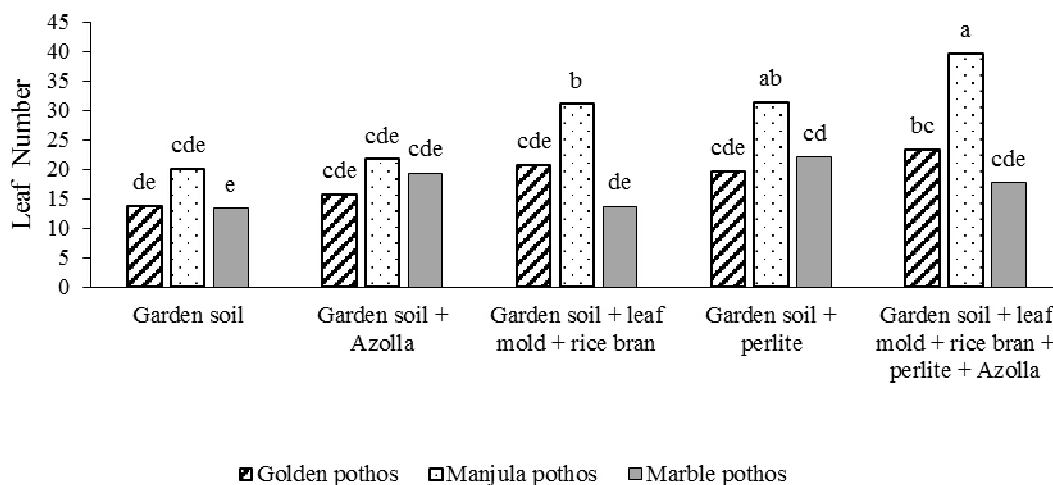
نیتروژن کم سبب افزایش سمیت برخی مواد آلی موجود در بستر و نیز افزایش غیرمتحرک شدن برخی عناصر معدنی می‌شود که در نتیجه کاهش رشد گیاه را به‌دنبال دارد (۱۵). مالویا و همکاران (۱۹۹۶) بیان کرد که داشتن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مناسب در بستر، موجب جذب بهتر مواد غذایی و در نتیجه کمیت و کیفیت بهتر گیاه می‌شود (۱۷). پاداشت دهکایی و غلامی (۲۰۰۹) رشد مناسب‌تر در اسنا را در بسترهایی که دارای غلظت بیش‌تر مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن بوده و ویژگی‌های فیزیکی مناسبی داشتند به‌دست آوردند (۲۲). در آزمایش حاضر نیز، بسترهای حاوی مواد آلی از جمله بستر پنجم به‌خاطر داشتن نیتروژن و مواد آلی بیش‌تر نسبت به خاک باغچه، موجب بیش‌ترین رشد در هر سه رقم پتوس شده است. علت این امر وجود شرایط فیزیکی و شیمیایی بهتر در بسترهای





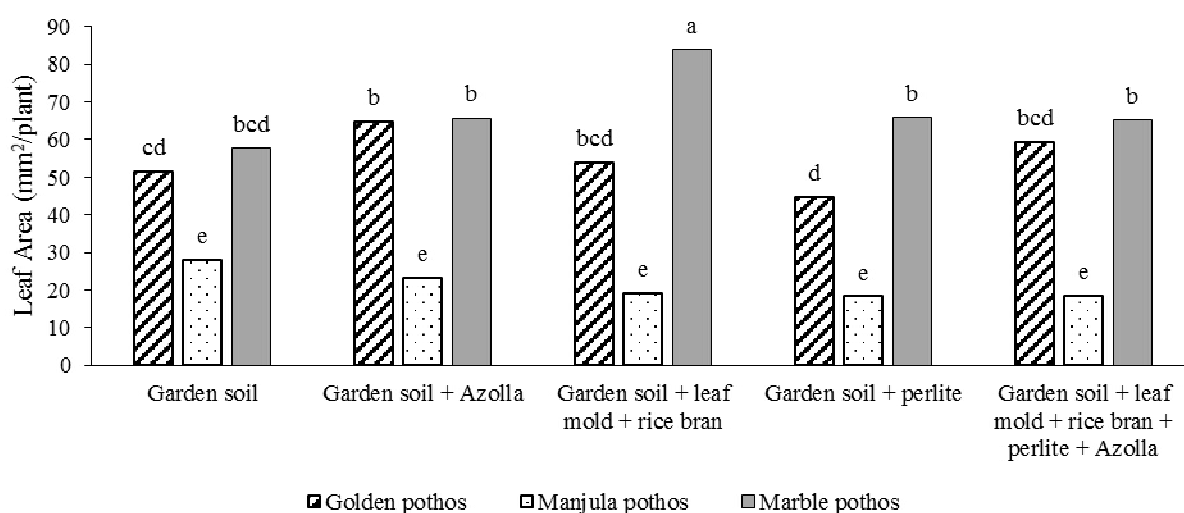
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» بر میزان رشد پتوس (حروف مشترک در ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است).

**Fig. 1.** The means comparison of the interaction effect of cultivar × substrate on the pothos growth rate (Values followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the LSD test).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» بر تعداد برگ پتوس (حروف مشترک در ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است).

**Fig. 2.** The means comparison of the interaction effect of cultivar × substrate on the leaf number of the pothos (Values followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the LSD test).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» بر سطح برگ پتوس (حروف مشترک در ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است).

Fig. 3. The means comparison of the interaction effect of cultivar × substrate on the leaf area of the pothos (Values followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the LSD test).

نتیجه زیبایی و بازارپسندی بیش‌تر گیاه خواهد شد. در پژوهش حاضر بیش‌ترین تعداد برگ مربوط به پتوس ابلق بود؛ یکی از دلایل افزایش تعداد برگ در این رقم را می‌توان ظهور ساقه‌های فرعی بیش‌تر نسبت به ارقام دیگر عنوان کرد که نتیجه‌اش افزایش تعداد برگ در آن است. براساس نتایج آزمایش حاضر، بیش‌ترین تعداد برگ در بستر پنجم یعنی خاک باغچه همراه با «خاک‌برگ + سیوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» به‌دست آمد.

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر ساده رقم و اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کاشت» در سطح آماری ۱ درصد و همچنین اثر ساده بستر کاشت در سطح ۵ درصد بر سطح برگ معنی‌دار بوده است. داده‌های مربوط به اثر رقم (جدول ۳) نشان می‌دهد که بیش‌ترین سطح برگ مربوط به رقم مرمری و کم‌ترین سطح برگ مربوط به رقم ابلق بوده است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر بستر کاشت (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیش‌ترین سطح برگ تحت تیمار «خاک باغچه + خاک‌برگ + سیوس برنج» به‌دست آمد که البته با تیمار «خاک باغچه + کمپوست آزولا» تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین

سطح برگ تحت تیمار «خاک باغچه + پرلیت» به‌دست آمده است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر برهم‌کنش تیمارها نشان داد که بیش‌ترین سطح برگ تحت تیمار «پتوس مرمری × خاک باغچه + خاک‌برگ + سیوس برنج» و کم‌ترین سطح برگ مربوط به تیمار «پتوس ابلق × خاک باغچه + پرلیت» به‌دست آمد (شکل ۳). برگ‌ها ارتباط بین گیاهان و هوای بیرون هستند. توسعه سطح برگ شامل برگ‌های جدید، افزایش اندازه برگ‌ها و ریزش برگ‌های مسن است. سطح برگ میزان نور ورودی به تاج و تبادلات گازی بین گیاه و هوای بیرون را کنترل می‌کند؛ بنابراین میزان تولید اولیه، میزان فتوسنتز و میزان تعرق همبستگی مثبتی با سطح برگ دارد (۲۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان وزن تازه شاخساره (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر ساده بستر و اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کاشت» بر این صفت در سطح احتمال یک درصد آماری معنی‌دار شد اما اثر ساده رقم بر این صفت معنی‌دار نبوده است. مقایسه میانگین داده‌های حاصل از بسترهای کشت مختلف بر وزن تازه شاخساره (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیش‌ترین وزن تازه

بر میزان کلروفیل b و کل نشان داد که بیشترین مقدار این صفات مربوط به تیمار «خاک باغچه + پرلیت» و کمترین میزان آن‌ها مربوط به بستر پنجم بود (جدول ۴). نتایج اثر برهم‌کنش نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمار «پتوس سبز × خاک باغچه + کمپوست آزولا» و بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار «پتوس مرمری × خاک باغچه + پرلیت» بود. کمترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار «پتوس مرمری × خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا»، کلروفیل b مربوط به تیمار «پتوس مرمری × خاک باغچه + کمپوست آزولا» و همچنین کمترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمارهای «پتوس مرمری × خاک باغچه + کمپوست آزولا» و «پتوس مرمری × بستر پنجم» بود (شکل ۴).

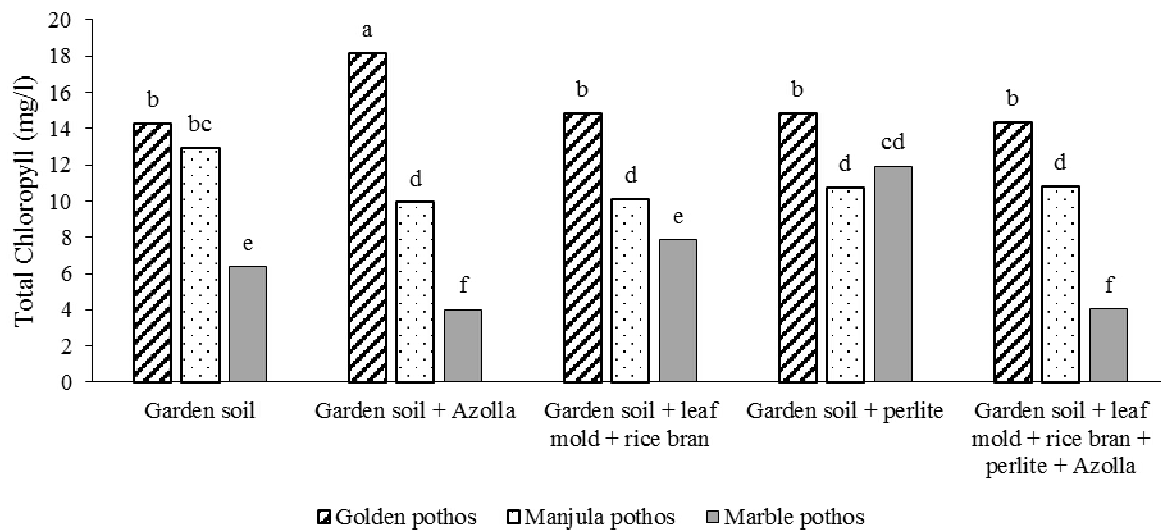
در این پژوهش بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل مربوط به رقم پتوس سبز بود. رنگ برگ، که با مقدار کلروفیل آن همبستگی نزدیک دارد، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند مرحله رشد گیاه، رقم، ضخامت برگ، تراکم گیاه و دیگر فاکتورهای آب و هوایی قرار دارد (۱۶). ویژگی‌های فیزیولوژیک برگ مانند ساختار سلول، کارکرد کلروپلاست و وضعیت آبی گیاه می‌تواند آثار مهمی بر کلروفیل برگ داشته باشد (۳۳). به‌طور کلی، مقدار کلروفیل به‌عنوان یک معیار بسیار مفید همواره برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه مورد توجه قرار می‌گیرد (۱۳).

براساس تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده رقم بر میزان کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است، اما اثر بستر کاشت و اثر برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» بر میزان این صفت معنی‌دار نبوده است (جدول ۲). بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به رقم پتوس سبز و کمترین میزان آن مربوط به رقم پتوس مرمری بود (جدول ۳). مری و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که میزان ترکیبات فنولی و کاروتنوئید به میزان زیادی به نوع گونه و رقم بستگی دارد. کاروتنوئیدها به‌عنوان حامی رنگیزه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی شناخته شده‌اند که

شاخصاره مربوط به بستر پنجم بود و سایر تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به برهم‌کنش «رقم × بستر کشت» نشان داد که بیشترین وزن تازه شاخصاره تحت تیمار «پتوس ابلق × بستر پنجم» به‌دست آمد و کمترین مقدار این صفت مربوط به تیمار «پتوس ابلق × خاک باغچه» بود.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک شاخصاره (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده بستر بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. اما اثر ساده رقم و اثر برهم‌کنش تیمارها بر وزن خشک شاخصاره معنی‌دار نبوده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک شاخصاره مربوط به تیمار پنجم بود اما سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری از نظر آماری باهم نداشتند (جدول ۳). در پژوهشی بیشترین وزن تازه و خشک اندام هوایی و ریشه گل جعفری مربوط به ترکیب خاک باغچه با ورمی‌کمپوست و ماسه بود (۲۷). در پژوهش حاضر بیشترین وزن تازه و خشک شاخصاره مربوط به تیمار پنجم بود و سایر تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. این موضوع می‌تواند مؤید این نکته باشد که شرایط مناسب رشد گیاه، شامل رطوبت، تهویه و دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی برای گیاه در بسترهای مختلف متفاوت است. این یافته توسط پژوهشگران دیگری از جمله ساواس و گرودا (۲۰۱۸) تأیید شده است، این پژوهشگران بیان داشتند که بستر انتخاب شده باید طوری باشد که مناسب‌ترین شرایط را از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی برای گیاهان فراهم کند (۳۰).

براساس تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثر فاکتورهای آزمایشی و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر میزان کلروفیل a، b و کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است، اما تنها اثر ساده بستر کشت بر میزان کلروفیل a معنی‌دار نبوده است. مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل مربوط به پتوس سبز و کمترین میزان آن مربوط به پتوس مرمری بود. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر برهم کنش «رقم × بستر کشت» بر میزان کلروفیل کل پتوس (حروف مشترک در ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است).

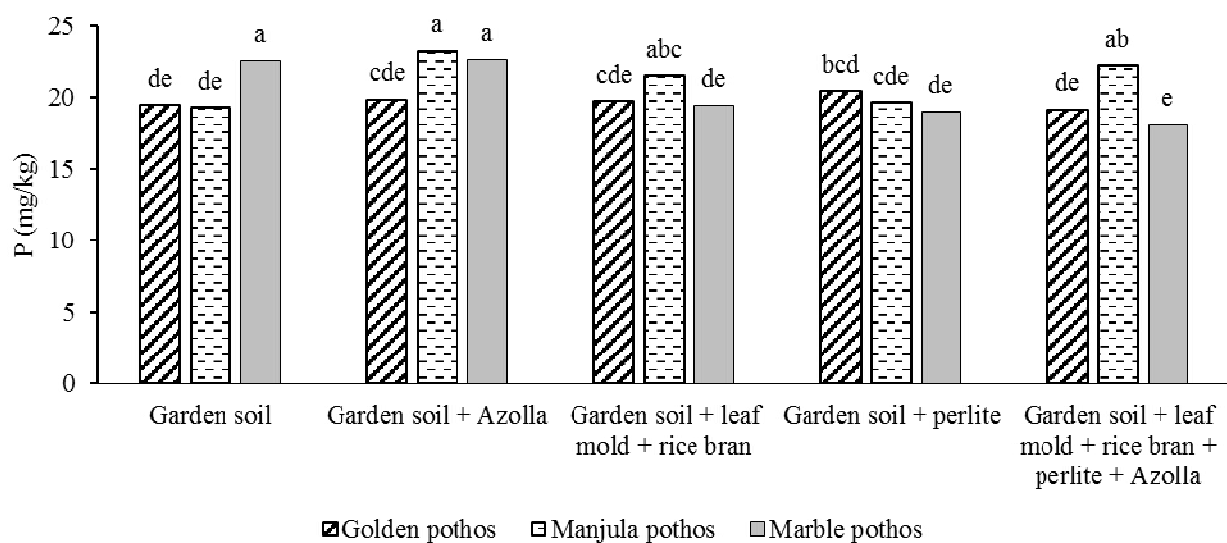
Fig. 4. The means comparison of the interaction effect of cultivar × substrate on the total chlorophyll of the pothos (Values followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the LSD test)

مرمری بود (جدول ۳). بستر خاک باغچه بیشترین میزان نیتروژن برگ را داشت و تیمارهای «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج» و «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» کمترین میزان نیتروژن برگ را داشتند (جدول ۴). شایان ذکر است باوجود اینکه بستر پنجم دارای بیشترین نیتروژن بود ولی میزان جذب نیتروژن در خاک باغچه بیش تر بوده است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر «رقم × بستر کشت» نشان داد که بیشترین نیتروژن برگ تحت تیمار «پتوس ابلق × خاک باغچه» به دست آمد و کمترین نیتروژن برگ مربوط به تیمار «پتوس ابلق × خاک باغچه + کمپوست آزولا» بود. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی ضروری و مؤثر در تمام عمر گیاه محسوب می‌شود و نقش مهمی در تغذیه و متابولیسم گیاهان دارد؛ بنابراین در خاک‌های فقیر از مواد آلی، یک عنصر محدودکننده رشد است (۲۵). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ارقام مختلف توان متفاوتی در جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن دارند؛ در آزمایش حاضر پتوس ابلق در خاک باغچه بیشترین انباشت این عنصر در برگ‌ها را نشان داده است. براساس گزارش برخی از پژوهشگران (۲۲) با

می‌تواند انرژی اضافی طول موج‌های کوتاه را بگیرند و با گرفتن رادیکال‌های اکسیژن تولید شده نقش آنتی‌اکسیدانی از خود بروز دهند (۱۸). به نظر می‌رسد پتوس سبز توانایی بیش تری در جذب عناصر داشته که همین امر موجب افزایش اندام‌های فتوسنتزی و افزایش میزان کاروتنوئید شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم بر میزان آنتوسیانین در سطح آماری یک درصد معنی دار بوده است اما اثر بستر کاشت و اثر برهم کنش «رقم × بستر کشت» بر میزان آنتوسیانین معنی دار نبوده است (جدول ۲). بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به رقم پتوس سبز و کمترین میزان آن مربوط به رقم پتوس مرمری بود (جدول ۳). ترکیبات شیمیایی در گیاهان تحت تأثیر عوامل درونی و بیرونی زیادی مانند رقم، زمان برداشت، سن گیاه، مرحله بلوغ، شرایط محیطی و ویژگی‌های ژنتیکی قرار می‌گیرد (۲۹).

اثر ساده رقم در سطح احتمال پنج درصد و اثر بستر کاشت و برهم کنش «رقم × بستر کشت» در سطح آماری ۱ درصد بر میزان نیتروژن معنی دار بوده است (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن برگ مربوط به پتوس ابلق و پتوس



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر برهم کنش «رقم × بستر کشت» بر میزان فسفر برگ پتوس (حروف مشترک در ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است).

Fig. 5. The means comparison of the interaction effect of cultivar × substrate on the leaf phosphorus (Values followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the LSD test).

بود. در آزمایش حاضر بیشترین میزان فسفر در برگ گیاه مربوط به بستر «خاک باغچه + کمپوست آزولا» بود. با توجه به این که جذب فسفر در اکثر خاکها با مشکل مواجه است، لذا به نظر می رسد استفاده از کمپوست آزولا به عنوان یک ماده اصلاح کننده خاک (۲۳) به جذب فسفر از طریق جلوگیری از رسوب در خاک کمک کرده است.

اثر ساده بستر و اثر برهم کنش «رقم × بستر کاشت» بر میزان پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد آماری معنی دار شده اما اثر ساده رقم بر این صفت معنی دار نبوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده های حاصل از بسترهای کشت مختلف بر میزان پتاسیم (جدول ۴) نشان می دهد که بیشترین میزان پتاسیم مربوط به خاک باغچه و کمترین میزان آن مربوط به تیمارهای «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» و «خاک باغچه + پرلیت» بود. مقایسه میانگین داده های مربوط به اثر «رقم × بستر کشت» نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم برگ تحت تیمارهای «پتوس سبز × خاک باغچه»، «پتوس ابلق × خاک باغچه» و «پتوس مرمری × خاک باغچه» به دست آمد و کمترین میزان پتاسیم برگ مربوط

افزایش مقدار ماده آلی اصلاح کننده خاک، امکان کاهش جذب برخی از عناصر (مانند نیتروژن) توسط گیاهان زیتتی وجود دارد. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد خاک باغچه موجب جذب بهتر نیتروژن توسط گیاه در مقایسه با سایر بسترها شده است.

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده رقم، اثر بستر کاشت و اثر برهم کنش آن ها در سطح آماری ۱ درصد بر میزان فسفر برگ معنی دار بوده است. براساس نتایج به دست آمده (جدول ۳)، بیشترین میزان فسفر برگ مربوط به پتوس ابلق و پتوس سبز به دست آمد. تیمار «خاک باغچه + کمپوست آزولا» بیشترین میزان فسفر برگ را داشت و میزان فسفر در سایر تیمارها در دامنه ۲۰/۴۶ تا ۱۹/۷۱ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بودند که از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده های مربوط به اثر «رقم × بستر کشت» (شکل ۵) نشان داد که بیشترین فسفر برگ تحت تیمارهای «پتوس ابلق × خاک باغچه + کمپوست آزولا» و پتوس مرمری × خاک باغچه به دست آمد و کمترین میزان فسفر برگ مربوط به تیمار «پتوس مرمری × بستر پنجم»

گفت که بستر کشت پنجم یعنی «خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج + پرلیت + کمپوست آزولا» موجب بهبود صفات رویشی مانند میزان رشد و وزن خشک گیاهان پتوس مورد ارزیابی شد. اما نتایج به دست آمده از آثار برهم کنش فاکتورهای آزمایشی آثار متنوعی بر ارقام پتوس داشت، به طوری که بیشترین تعداد برگ و وزن تازه شاخساره مربوط به تیمار «پتوس ابلق × بستر پنجم»، بیشترین سطح برگ تحت تیمار «پتوس مرمی × خاک باغچه + خاک برگ + سبوس برنج» و بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار «پتوس سبز × خاک باغچه + کمپوست آزولا» بود. در نهایت، می توان اظهار داشت که در اکثر تیمارهای مورد بررسی کاربرد خاک باغچه به تنهایی اثر مناسبی بر بیشتر صفات مورد آزمایش نداشته است، ولی در ترکیب با بسترهای آلی کاشت، موجب بهبود ویژگی-های مورفولوژیک و فیزیولوژیک پتوس شد. با این وجود، جذب سه عنصر پرمصرف NPK توسط ارقام مختلف پتوس، در خاک باغچه بهتر از سایر بسترها انجام شده است.

به تیمارهای «پتوس سبز × خاک باغچه + پرلیت» و «پتوس ابلق × بستر پنجم» بود (شکل ۹). پتاسیم عنصر متحرکی است، و دلیل افزایش غلظت آن در برگ گیاه پتوس در بستر خاک باغچه این است که میزان این عنصر در بستر خاک باغچه بیش تر از سایر بسترها بود؛ در نتیجه می توان استنباط کرد که احتمالاً آب و مواد غذایی قابل جذب در این بستر بیش تر بوده و گیاه از نظر تأمین آب مورد نیاز خود مشکلی نداشته، روزنه-های آن کاملاً باز بوده و آب بیش تری تعرق یافته است. چون این عنصر متحرک است، همراه با آب بیش تر جذب شده (۱۲) و درصد آن در گیاه پتوس در بستر خاک باغچه زیاد شده است.

### نتیجه گیری کلی

براساس نتایج این پژوهش، بیشترین مقدار رنگیزه های گیاهی از جمله کلروفیل مربوط به پتوس سبز بود، درحالی که بیشترین عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر در برگ گیاه پتوس ابلق به دست آمد. درباره بسترهای مورد آزمایش، می توان

### منابع مورد استفاده

1. Abad, M., Noguera, P., Bures, S., 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology* 77: 197-200.
2. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 2000. Influence of earth worm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.
3. Borji, H., Mohammadi Ghahsareh, A., Jafarpour, M., 2010. Effects of date Palm and cocopeat substrates on yield and quality of tomato in soilless culture. Proceedings of the 5<sup>th</sup> National Conference on New Ideas in Agriculture. Khorasan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, February, pp. 139-141.
4. Davidson, H., Mecklenburg, R., Peterson, C., 1999. Nursery Management: Administration and Culture. 4<sup>th</sup> Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. 544 pp.
5. De Boodt, M., Verdonck, O., 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulture* 26: 37-44.
6. Dede, O.H., Koseoglu, G., Ozdemir, S., Celebi, A., 2006. Effects of organic waste substrates on the growth of impatiens. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30(5): 375-381.
7. Dole, J.M., Wilkins, F.H., 2005. Floriculture Principles and Species. Prentice Hall Inc. UK, 1048 pp.
8. Emami, A., 1996. Plant Analysis Methods. Vol. 2. Soil and Water. Research Institute, Tehran, Iran.
9. Gul, A., Kidoglu, F., Anac, D., 2007. Effect of nutrient sources on cucumber production in different substrates. *Scientia Horticulturae* 113: 216-220.
10. Inden, H., Torres, A., 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. *Acta Horticulturae* 644: 205-210.
11. Inze, D., Montagu, M.V., 2000. Oxidative Stress in Plants. CRC Press, 340 pp.
12. Islam, M.D.S., Khan, S., Ito, T., Maruo, T., Shinohara, Y., 2002. Characterization of the physicochemical properties of environmentally friendly organic substrate in relation to rockwool. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77: 143-148.
13. Jiang, Y., Huang, N., 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science* 41: 436-442.

14. Katsoulas, N., Kittas, C., Dimokas, G., Lykas, C.H., 2006. Effect of irrigation frequency on rose flower production and quality. *Biosystems Engineering* 93(2): 237–244.
15. Lal, R., 2020. Soil and Fertilizers, Managing the Environmental Footprint. CRC Press, 372 pp.
16. Malassiotis, A., Tanou, G., Diamantidis, G., Patakas, A., Therios, L., 2006. Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. *Journal of Plant Physiology* 163: 176–185.
17. Maloupa, E., Fakhri, M.N., Chartzoulakis, K., Gerasopoulos, D., 1996. Effects of substrate and irrigation frequency on growth, gas exchange and yield of gerbera cv. Fame. *Advances in Horticulture* 10: 195–198.
18. Marie, E.O., Staffan, A., Gun, W., Madeleine, U., Karl-Erik, G., 2005. Carotenoids and phenolics in rose hips. *Acta Horticulturae* 690: 249–252.
19. Mazumdar, B.C., Majumder, K., 2003. Methods on Physicochemical Analysis of Fruits. University of Agriculture, Calcutta, pp. 136–150.
20. Nappi, P., Barberris, R., 1993. Compost as growing medium: chemical, physical and biological aspects. *Acta Horticulturae* 342: 249–256.
21. Padasht Dahkaei, M.N., 2004. Effect of tea wastes on composting of shredded and unshredded tree bark and effect of mixes on growth of French marigold (*Tagetes patula* L.). *Seed and Plant* 20: 359–372
22. Padasht Dahkaei, M.N., Gholami, M., 2009. Effects of different media on growth of pot plants *Dracaena marginata* Ait. and *Beaucarnea recurvata* Lem. *Seed and Plant Production Journal* 25(1): 53–77.
23. Ranganathan, R., Chamhan, Y.S., Flower, D.J., Robertson, M.J., Sanetra, C., Silim, S.N., 2001. Predicting growth and development of pigeon pea: leaf area development. *Field Crops Research* 69: 163–127.
24. Ronald, J.B., Dianne, A.N., 2006. Floriculture: From Greenhouse Production to Floral Design. Forest Indian Reprint. International Book Dist., Lucknow, 623 pp.
25. Saxena, A., 1989. Effect of nitrogen levels and harvesting management on quality of essential oil in peppermint cultivars. *Indian Perfumer* 33(3): 182–185.
26. Sedaghatoor, S., 2012. Medicinal and Aromatic Trees and Shrubs. Islamic Azad University, Rasht Branch Press. 240 pp.
27. Shadanpour, F., Mohammadi Torkashvand, A., Hashemi Majd, K., 2011. The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of marigold. *Annals of Biological Research* 2(6): 109–115.
28. Sharaf, A.I., El-Naggar, A.H., 2003. Response of carnation plant to phosphorus and boron foliar fertilization under greenhouse conditions. *Alexandria Journal of Agricultural Research* 48(1): 147–158.
29. Singh, J., Upadhyay, A.K., Prasad, K., Bahadur, A., Rai, M., 2007. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolic in *Brassica* vegetables. *Food Composition and Analysis* 20: 106–112.
30. Sovvas, D., Gruda, N.S., 2018. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry – A review. *European Journal of Horticultural Science* 83 (5): 280–293.
31. Verdonck, O., Gabriels, R., 1992. Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. *Acta Horticulturae* 302: 169–179.
32. Wright, R.D., Browder, J.F., 2005. Chipped pine logs: A potential substrate for greenhouse and nursery crops. *Hortscience* 40(5): 1513–1515.
33. Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S., Huang, J., 2015. SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. *Scientific Reports* 5: 13389.
34. Yadav, R.K., Sahoo, S., Yadav, A.K., Patil, S.A., 2021. *Epipremnum aureum* is a promising plant candidate for developing nature-based technologies for nutrients removal from wastewaters. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 9: 106134.
35. Yazdani Biouki, R., BannayanAval, M., Khazaei, H.R., \_Sodaeeizadeh, H., 2014. Investigating the effects of urea, azocompost and cutting on quantitative and qualitative characteristics of Oregano (*Origanum vulgare* Virid). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2(4): 993–1010.



## Effect of Different Substrates Containing Azolla Compost and Rice Bran on Vegetative and Physiological Traits of Three Pothos Cultivars

M. Faghihi<sup>1</sup> and Sh. Sedaghatoor\*<sup>1</sup>

(Received: 26 September 2021; Accepted: 2 December 2021)

### Abstract

The study was conducted in a factorial experiment based on a randomized complete block design with two factors and three replications. In this experiment, pothos cultivar at three levels of 'Golden', 'Manjula', and 'Marble' and the substrate at five levels of garden soil, garden soil + Azolla compost, garden soil + leaf mold + rice bran, garden soil + perlite, garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost were evaluated. Traits including plant height, leaf number, leaf area, shoot fresh and dry weights, content of chlorophyll, carotenoid, anthocyanin, leaf nitrogen (N), potassium (K), and phosphorus (P) were measured. It was found that the Golden pothos plants had the highest chlorophyll, carotenoid, and anthocyanin contents, but the highest leaf N and P contents were observed in the Manjula pothos. The results as to the simple effect of the substrate on the recorded traits revealed that the plants grown in 'garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost' had the highest growth rate, plant height, leaf number and fresh and dry weights. Concerning the interaction effect of cultivar × substrate, the highest leaf number and shoot fresh weight were obtained from Manjula pothos × 'garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost', the highest leaf area from marble pothos × 'garden soil + leaf mold + rice bran', the highest total chlorophyll from Golden pothos × 'garden soil + Azolla compost', and the highest chlorophyll b content from Marble pothos × 'garden soil + perlite'.

**Keywords:** Azocompost, Rice bran, Pothos cultivar, Foliage plant.

**Background and Objective:** Pothos (*Epipremnum aureum*) from the Araceae family is native to hot and semi-hot regions with a special place among the indoor foliage plants. It is the most widely used plant within the Araceae family (2). Since the substrate is one of the primary inputs for the cultivation of pot flowers, the lack of proper substrates is the main problem of flower and ornamental plant producers. It is imperative to possess a proper and economical substrate with optimal physical, chemical and biological properties (2). The appropriate substrates like cocopeat are expensive and not always readily available, therefore, this research aimed to seek alternative organic substrates instead of expensive media to lowering the production costs.

**Methods:** The study was conducted in Sowme'eh Sara in 2019-2020 as a factorial experiment based on a randomized complete block design with two factors and three replications. The first factor was assigned to pothos cultivar at three levels of 'Golden', 'Manjula', and 'Marble' and the second factor belonged to substrate at five levels of garden soil, garden soil + Azolla compost, garden soil + leaf mold + rice bran,

1- Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

\* Corresponding Author, Email: sedaghatoor@yahoo.com



garden soil + perlite, garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost. Traits including plant height, leaf number, leaf area, shoot fresh and dry weights, content of chlorophyll, carotenoid, anthocyanin, leaf nitrogen (N), potassium (K), and phosphorus (P) were measured. The experimental data were analyzed in the MSTATC statistical software at 0.05 probability level. The means were also compared by the LSD test at the 5% probability level.

**Results:** It was found that the Golden pothos had the highest chlorophyll, carotenoid, and anthocyanin contents, but the highest leaf N and P contents were observed in the Manjula pothoses. The results of main effect of the substrate on the recorded traits revealed that the plants grown in 'garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost' had the highest growth rate, plant height, leaf number, and fresh and dry weights. Regarding the interaction effect of cultivar × substrate, the highest leaf number and shoot fresh weight were obtained from Manjula pothos × 'garden soil + leaf mold + rice bran + perlite + Azolla compost', the highest leaf area from Marble pothos × 'garden soil + leaf mold + rice bran', the highest total chlorophyll from Golden pothos × 'garden soil + Azolla compost', and the highest chlorophyll *b* content from Marble pothos × 'garden soil + perlite'.

**Conclusions:** Based on the results, garden soil had an adverse impact on the most studied traits, but in combination with the organic substrates, it improved the physiological characteristics of the pothos.

**References:**

1. Verdonck, O., Gabriels, R., 1992. Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. *Acta Horticulturae* 302: 169–179.
2. Yadav, R.K., Sahoo, S., Yadav, A.K., Patil, S.A., 2021. *Epipremnum aureum* is a promising plant candidate for developing nature-based technologies for nutrients removal from wastewaters. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 9: 106134.