نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۹۳ / صفحات: ۷۰-۵۸

اثر تلقیح ریشه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات در بسترهای مختلف کاشت بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک و غلظت عناصر غذایی میکرو در گیاه شمعدانی پیچ (*Pelargonium peltatum* cv. Red blizard)

حسن عابدینی آبکسری*[1]، داود هاشم‌آبادی[2]، بهزاد کاویانی[3]

[1]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[2]استادیار، گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۷ تاریخ پذیرش:۹۳/۱۲/۱۰

چکیده

جهت بررسی تاثیر منابع آلی و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر برخی خصوصیات کیفی و غلظت عناصر میکرو گیاه شمعدانی پیچ (*Pelargonium peltatum*) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ به اجرا در آمد. عامل اول شامل کود زیستی (فسفات بارور ۲) در ۲ سطح (عدم کاربرد و کاربرد فسفات بارور ۲) و بسترهای مختلف کاشت شامل ۸ تیمار حاوی خاک باغچه، ماسه به همراه ترکیبات متنوع آلی به‌عنوان عامل دوم با ٤ تکرار در مجموع با ۲٥٦ گیاه بود. در این مطالعه وزن تر و خشک برگ‌ها، محتوی کلروفیل a و b، پروتئین برگ، عناصر روی، آهن و منگنز برگ بر اساس روش‌های استاندارد بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بستر کاشت، فسفات بارور ۲ و اثر متقابل دو عامل تاثیر معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد بر ویژگی‌های ذکر شده داشتند. کاربرد فسفات بارور ۲ به همراه بسترهای کاشت حاوی مواد آلی متنوع مانند بسترهای ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان و خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان بیشترین تاثیر را، روی صفات گیاه داشت. خصوصیات اندازه‌گیری شده بستر کاشت ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان در سطحی مطلوب‌تر و متناسب با حدود استاندارد بستر کاشت این گیاه زینتی بود. گیاهان کاشته شده در این بستر کاشت در صفاتی مانند محتوی کلروفیل a و b، همچنین عناصر آهن و منگنز به ترتیب با میانگین ۳/۷۱ و ۳/۰۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و ۲۷۹/۰۰ و ۱۸/۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک دارای عملکرد قابل توجهی نسبت به سایر تیمارها بودند. بر این اساس استفاده از فسفات بارور ۲ به همراه این بستر کاشت، به عنوان مکمل و حتی جایگزین برای کودهای شیمیایی در پرورش شمعدانی پیچ توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، رنگدانه، ریزمغذی، کود زیستی، گیاه زینتی، مواد آلی.

مقدمه

جنس شمعدانی شامل ٤۰۰ گونه گیاهی است که در سرتاسر مناطق معتدله و مرطوب جهان پراکنده شده‌اند (Sohretoglu et al., 2011). این گیاه با ارزش تولید ۲/۵ میلیارد دلار در سال (Taylor et al., 2010)، دارای رتبه سوم بین گیاهان گلدانی گلدار در سطح بازار جهانی گل و گیاهان زینتی است (Mamba and Wahome, 2010). انتخاب و تهیه بستر کاشت مناسب برای رشد، عامل موفقیت در تولید این گیاه است (Dole and Wilkins, 1996). مواد آلی اغلب برای

*نویسنده مسئول: Hassan_abedini_aboksari@yahoo.com

اصلاح خاک‌های موجود در بسترهای کاشت که حاوی کربن پایینی هستند استفاده می‌شود. کیفیت بالای ماده آلی یک شاخص مهم برای خاک می‌باشد (Ngo et al., 2013). کاربرد مواد آلی منجر به افزایش دسترسی به مواد غذایی غیر قابل دسترس موجود در خاک برای گیاهان می‌شود (Busato et al., 2012). استفاده از کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل در مصرف منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و بهبود کیفیت محصولات داشته باشد (Pesakovica et al., 2013). کودهای زیستی شرایط مناسب‌تری برای بهبود میکروارگانیسم‌های مفید خاک فراهم کرده و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی ماکرو و میکرو توسط ریشه موجب افزایش رشد می‌شوند (Mohammadi and Sohrabi, 2012).

باکتری‌های حل‌کننده فسفات گروهی از میکروارگانیسم‌ها بوده که قادرند فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول تبدیل و در دسترس گیاه قرار دهند (Tilak et al., 2005). این ریزجانداران با تولید اسیدهای آلی علاوه بر فسفر باعث آزادسازی عناصر منگنز، روی و آهن از فرم غیر قابل جذب به فرم قابل دسترس در خاک می‌گردند (Jones and Darrah, 1996; Hazarika et al., 2000). گزارش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی و زیستی، منجر به بهبود وضعیت خاک و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌شود و افزایش عملکرد گیاهی را به همراه دارد (Ayaga et al., 2006). Abbasi و Yousra (۲۰۱٤) طی تحقیق گلخانه‌ای گزارش نمودند که کاربرد کودهای زیستی به همراه مواد آلی باعث بهبود غلظت عناصر میکرو در گیاهان گندم تحت تیمار در مقایسه با نمونه شاهد گردید. Das و Dang (۲۰۱٤) نیز طی آزمایشی بیان کردند که کودهای زیستی منجر به بهبود کیفی در گیاه *Stevia rebaudiana* می‌گردد. همچنین Bi و Evans (۲۰۱۰) در تحقیقی بر روی گیاه جعفری (*Tagetes patula*) نشان دادند که کاربرد کودهای آلی در بستر کاشت منجر به بهبود خصوصیات کیفی و عناصر غذایی گیاه شد. طبق گزارش Chand و همکاران (۲۰۱۱) استفاده از کود زیستی و آلی در بستر کاشت گیاه شمعدانی (*Pelargonium* spp.) منجر به افزایش وزن، افزایش عناصر غذایی و بهبود عملکرد کیفی در گیاه در مقایسه با نمونه‌ی شاهد شده است. در این راستا Deljooye Tohidi و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق بر روی گیاه زینتی میناچمنی (*Bellis perennis*) اعلام نمودند بسترهای کاشت حاوی مواد آلی مختلف عملکرد متفاوتی بر روی صفات اندازه‌گیری‌شده بسترهای کاشت و گیاه داشته است. Riaz و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸ در تحقیقی با عنوان تاثیر بسترهای مختلف کاشت بر روی خصوصیات گیاه زینتی آهار (*Zinnia elegans*) بیان نمودند که بین بسترهای مختلف آلی و بستر حاوی خاک باغچه اختلاف معنی‌داری در ارتباط با صفات رویشی گیاه وجود داشت.

با توجه به مصرف کمتر کودهای شیمیایی به منظور پیشگیری از آلودگی محیط زیست و بررسی اثر کاربرد ضایعات آلی به عنوان کود با در نظر گرفتن استانداردهای زیست محیطی، هدف از این آزمایش تاثیر بسترهای کاشت حاوی ترکیبات مختلف آلی به همراه کود زیستی فسفات بارور ۲ بر خصوصیات فیزیولوژیک و غلظت برخی عناصر میکرو گیاه شمعدانی پیچ (*Pelargonium peltatum*) بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ مورد اجرا قرار گرفت. قلمه‌گیری و کاشت قلمه‌های شمعدانی در گلخانه‌ای با دمای ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٦۰ تا ۷۰ درصد در

شهرستان ساری در استان مازندران انجام شد. گیاهان ریشه‌دار شده به گلخانه‌ی تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، در استان گیلان انتقال یافتند. قلمه‌های مورد استفاده در این آزمایش از شاخه‌های بخش انتهایی گیاه شمعدانی پیچ (*Pelargonium peltatum*) حاصل از بذر F_1 رقم 'ردبلایزارد'[1] تهیه گردید. قلمه‌های تهیه شده در تاریخ ۲۱ بهمن ۱۳۹۰ در بسترهای حاوی پیت + خاک باغچه + پرلیت در گلدان‌هایی با دهانه‌ی ۹ سانتی‌متر کاشته شدند. قلمه‌ها به مدت ۵۰ روز در گلخانه نگهداری و هر سه روز یک‌بار با استفاده از اسپری آبیاری گردیدند. پس از مدت زمان ذکر شده، انتقال قلمه‌های ریشه‌دار به بستر اصلی انجام گرفت. قبل از کاشت نیمی از گیاهان از گلدان خارج شده و ریشه آنها به‌مدت ۲۰ دقیقه در محلول حاوی کود فسفات زیستی با غلظت ۲/۵ گرم در ۱ لیتر آب قرار داده شد. برای تهیه‌ی بستر کاشت، کمپوست زباله شهری مورد استفاده از کارخانه کمپوست‌سازی زباله و ضایعات شهری واقع در شهرستان رشت، کمپوست ضایعات چای از ایستگاه تحقیقات چای در شمال کشور، کمپوست برگ و چوب جنگلی از کارخانه‌ی چوب و کاغذ استان مازندران در شهرستان ساری، پیت (خاک آب‌بندان) از خاک‌برداری آب‌بندانی خشک شده در شهرستان ساری که به منظور پرورش ماهی مورد استفاده قرار گرفته بود و ماسه از خاک‌برداری بستر رودخانه‌ی تجن در شهرستان ساری تهیه گردید. ترکیبات بستر بر اساس نسبت‌های حجمی درج‌شده در جدول ۱ درون گلدان‌هایی با دهانه‌ی ١٤ و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر ریخته و مواد گیاهی به‌طور کاملاً یکسان درون بسترها کاشته شدند. کاشت گیاهان در تاریخ ۲۳ فروردین ۱۳۹۲ صورت گرفت. به‌منظور جلوگیری از بیماری‌های قارچی و مبارزه با آفات، هر ۱۵ روز یک‌بار بعد از انتقال گیاهان به بستر کاشت تا پایان آزمایش، قارچ‌کش به‌همراه آب آبیاری در پای گیاهان و حشره‌کش تماسی به‌صورت محلول با غلظت دو در هزار با استفاده از سمپاش بر روی گیاهان اسپری شد. آبیاری گیاهان از زمان انتقال به بستر کاشت تا پایان آزمایش هر سه روز یک‌بار انجام گردید. به‌منظور جلوگیری از کاهش رشد رویشی و عدم کیفیت گل‌ها، تمام غنچه‌های ظاهرشده بر روی گیاه در یک ماه اول پس از انتقال بستر کاشت به محض ظهور، از گیاه جدا شدند. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مقدار عناصر غذایی در بسترهای کاشت، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (جداول ۲ و ۳).

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک و غلظت عناصر میکرو گیاه در مرحله‌ی پایان آزمایش، در پایان اولین گل‌ریزان، صورت گرفت. در این مطالعه وزن تر و خشک برگ، کلروفیل a و b، پروتئین برگ و عناصر روی، آهن و منگنز برگ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای سنجش محتوی کلروفیل موجود در برگ به اندازه ۰/۵ میلی‌گرم از برگ هر گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شدند و درون محلول حاوی استون ۸۰ درصد سرد با آب مقطر ریخته و درون هاون چینی به‌طور کامل ساییده شدند. محلول‌های تهیه شده از کاغذ صافی عبور کردند و با محلول ذکر شده به حجم ۵۰ میلی لیتر رسیدند. مایع حاصل با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Apel-PD-303UV در بررسی قرار گرفت و بر اساس روابط زیر محتوی کلروفیل a و b برگ محاسبه گردید (Mazumdar and Majumder, 2003).

کلروفیل a= ۹/۹۳ (A_{600}) −۰/۷۷۷ (A_{643})

کلروفیل b= ۲۲/۹ (A_{645}) −٤/۸٦ (A_{633})

درصد پروتئین، پس از خشک کردن نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، از طریق دستگاه کجلدال مورد

1- Red Blizard

اندازه‌گیری قرار گرفت و درصد پروتئین با رابطه زیر محاسبه گردید.

۶/۲۵×درصد نیتروژن برگ= درصد پروتئین برگ

اندازه‌گیری عناصر میکرو (روی، آهن و منگنز) بعد از عصاره‌گیری گیاه با استفاده از دستگاه طیف جذب اتمی مدل Perkin Elmer Analyst 400 صورت گرفت.

داده‌های جمع‌آوری شده در این آزمایش توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد انجام شد. از رویه همبستگی نیز برای محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات، استفاده گردید.

جدول ۱: بسترهای کاشت و سطوح کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲

تیمار	
M۱	خاک باغچه + ماسه (نسبت حجمی ۱:۱)
M۲	خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری (نسبت حجمی ۱:۱:۱)
M۳	خاک باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان (نسبت حجمی :۱:۱:۱)
M٤	خاک باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان (نسبت حجمی ۱:۱:۱)
M٥	خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری (نسبت حجمی ۱:۱:۱)
M٦	خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان (نسبت حجمی ۱:۱:۱:۱)
M۷	ماسه + خاک‌برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری (نسبت حجمی ۱:۱:۱:۱)
M۸	ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان (نسبت حجمی ۱:۱:۱:۱)
B۰	عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲
B۱	کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲

جدول ۲: مشخصات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت

بستر	جرم مخصوص ظاهری(g/cm^3)	جرم مخصوص حقیقی(g/cm^3)	تخلخل (٪)	اسیدیته بستر	هدایت‌الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (٪)	ماده آلی (٪)
M۱	۱/۸	۲/۹	۳۷	٦/۹	۲/۳	۷/۱	۱٥/۲
M۲	۱/٤	۲/٥	٤٤	۷/٦	۳/٦	۹/۳	۱٦/۰
M۳	۱/٥	۲/۷	٤٤	۷/۰	۱/۰	۱۰/۲	۱۷/٦
M٤	۱/۳	۲/۳	٤۳	٦/٦	۱/٤	۱۰/۳	۱۸/۸
M٥	۱/٥	۲/۷	٤٤	٦/۸	۱/۱	۱۰/۹	۱۷/۸
M٦	۱/۳	۲/۲	٤۲	٦/۹	۲/۲	۱۰/۹	۱۸/۷
M۷	۱/۳	۲/۳	٤٥	۷/۰	۲/۰	۱۰/۸	۱۸/۸
M۸	۱/۱	۲/۱	٥۰	٦/٤	۱/۷	۱۱/۰	۱۹/۰

M_1: خاک باغچه + ماسه، M_2: خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M_3: خاک باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان، M_4: خاک باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان، M_5: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری، M_6: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان، M_7: ماسه + خاک‌برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M_8: ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان.

نتایج

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که، اثرات ساده کود زیستی فسفره و بستر کاشت و اثر متقابل آن‌ها بر گیاهان تحت مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. (جدول ٤). با توجه به نتایج مقایسه‌ی میانگین، بین تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلافی معنی‌دار در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده وجود داشت (جداول ۵ و ٦). نتایج تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی که بین داده‌ها صورت گرفت، قابل ملاحظه بود. نتایج بررسی، همبستگی مثبت، منفی و معنی‌داری در سطح آماری ۱ و ۵ درصد بین برخی از صفات مورد بررسی گیاه نشان داد (جدول ۷).

جدول ۳: غلظت عناصر غذایی بسترها قبل از کاشت

بستر	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)
M_1	۲/٦	۲۵	۸۰	۵۵٦	٤۱	۱۰۰	۲۱	۱۹
M_2	۲/٦	۵٤	۱۵۰۰	٦۵۲	٤۱	۲٤٤	۸۹	۲۳
M_3	۲/۸	۱۱۲	۹۰۰	٦۸۰	٤۸	۲٦۱	۱٦	٤٤
M_4	۲/۸	۱۷٦	٤۸۰۰	۸۵۲	٤۰	۳٦۸	۲۰۰	۲۷
M_5	۲/۸	۱۲۷	۱۲۰۰	٦۰۰	٦۰	۲۹۲	۱۸	۱۵
M_6	۳/۷	۲۱۰	۲۸۰۰	۹۵۰	۸۰	۳۱۰	۲٤٤	۱٤۳
M_7	٤/٦	۱٦٦	٤۰۰۰	٦٦۸	۵۱	۳۰٤	۲٦۸	۱۱۷
M_8	٤/۸	۱۲۹	۲۸۰۰	۸۷٦	۷۵	۳۰۸	۲۵۵	۱۷۱

جدول ٤: نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی مورد آزمایش گیاه شمعدانی‌پیچ

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن تر برگ‌ها	وزن خشک برگ‌ها	کلروفیل a	کلروفیل b	پروتئین برگ	روی برگ	آهن برگ	منگنز برگ
کود زیستی	۱	٤۰۲/۹٦**	۸۲/۷۳**	۱۷۹/۱٦**	۲/۳۷^{ns}	۱٦/٦۸**	٤۳۲/۹٦**	۸۷۵/۹٤**	۱۸۰/۷۲**
بستر کاشت	۷	٦٦۰/٤٦**	۱۱۱/۹۳**	۱۵٤/٦۵**	۲۱/۷۰**	۹۲/۲۵**	٦۸۹/۵۰**	۳۹۹/٤۰**	۳۹/۵۳**
کود زیستی×بسترکاشت	۷	۱۷/۹۳**	۲۸/۳۵**	۱٦/۳٦**	٦/۰۲**	۹۰/۰۲**	٦۱/۵۳**	٤۳/۱٦**	۱۹/۲۹**
خطا (٪)	٤۵	۰/۵۷	۰/۳٤	۲۱/۲۸	۰/۳۲	۱/۷۸	۱/۱۸	۵٦/۰۱	۰/۸٦
ضریب تغییرات		٦۰/٤۱	۵۷/۳٤	۵۹/۳	۳۲/٤۵	۵۸/۳۰	۵۰/۱۰	۲۸/۹۱	۲۵/۰۰

^{ns}عدم معنی داری؛ **در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار است.

وزن تر و خشک برگ‌ها: کود زیستی فسفره منجر به افزایش وزن تر و خشک برگ‌ها در گیاهان تلقیح شده گردید (جدول ۵). طبق نتایج مقایسه میانگین، بین گیاهان در تیمارهای اثر متقابل اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد روی صفات وزن تر و خشک برگ‌ها مشاهده شد (جدول ٦). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی و بسترهای مختلف بر صفت وزن تر و خشک برگ نشان داد که، بیشترین مقدار وزن تر و خشک از اثر ترکیبی، از تلقیح گیاه با ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات، به ترتیب با تیمارهای M_8B_1 (کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک

آب‌بندان) با میانگین ۲۳/۲ گرم در گیاه و M_6B_1 (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری)، با میانگین ۸/۵ گرم در گیاه بود (جدول ٦). تیمار $M_2B_.$ (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری) به ترتیب با میانگین ۱/۳٤ و ۰/٦٤ گرم در گیاه دارای اختلافی معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد نسبت به سایر تیمارها و کمترین اثر بر وزن تر و خشک برگ‌ها بود (جدول ٦). طبق نتایج ضرایب همبستگی بین صفت‌های اندازه‌گیری شده، وزن تر برگ‌ها با وزن خشک (r=۰/۷۲≤۰/۰۱)، کلروفیل a (r=۰/۷٦≤۰/۰۱) و b (r=۰/۷۳≤۰/۰۱)، پروتئین برگ (r=۰/٦٥≤۰/۰۱)، عنصر روی (r=۰/٦۸≤۰/۰۱) دارای بیشترین همبستگی و وزن خشک برگ‌ها بیشترین همبستگی را، با کلروفیل a و (r=۰/٦۸≤۰/۰۱) آهن برگ (r=۰/۷۱≤۰/۰۱) داشت (جدول ۷).

کلروفیل a و b برگ: محتوی کلروفیل a در برگ، پاسخ مثبت و معنی‌داری به کاربرد کود زیستی فسفره نشان داد، ولی این عامل اثر معنی‌داری بر محتوی کلروفیل b نداشت (جدول ۵). بین گیاهان با کاربرد بسترهای مختلف کاشت، اختلاف معنی‌داری در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد بر محتوی کلروفیل a و b مشاهده گردید (جدول ۵). گیاهان در بستر کاشت M_8 (ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۲/۷٦ و ۲/٦۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، به ترتیب دارای بیشترین مقدار کلروفیل a و b در برگ بودند (جدول ۵). همچنین بستر رشد M_1 (خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری)، کمترین تاثیر را، روی محتوی کلروفیل a (۱/۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و b (۱/۱۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در برگ گذاشت (جدول ۵). طبق نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل، گیاهان تیمار شده با کود زیستی در بستر کاشت ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان (M_8B_1) و تیمار $M_1B_.$ (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر رشد خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) به‌ترتیب دارای بیشترین (۳/۷۱ و ۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین (۱/٦۰ و ۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) محتوی کلروفیل a و b بودند (جدول ٦). نتایج ضرایب همبستگی صفات نشان داد که، بین کلروفیل a با وزن تر برگ‌ها (r=۰/۷٦≤۰/۰۱)، وزن خشک برگ‌ها (r=۰/٦۸≤۰/۰۱)، محتوی کلروفیل b (r=۰/۸۲≤۰/۰۱)، عناصر آهن (r=۰/۷٥≤۰/۰۱) و منگنز (r=۰/٦٦≤۰/۰۱) برگ همبستگی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷). همچنین بین کلروفیل b با وزن تر (r=۰/۷۳≤۰/۰۱) و خشک برگ (r=۰/٦۱≤۰/۰٥)، عناصر آهن (r=۰/۷۳≤۰/۰۱) و منگنز (r=۰/۷۹≤۰/۰٥) برگ، همبستگی مثبت و معنی‌داری برقرار بود (جدول ۷).

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر ساده کود زیستی و بسترهای کاشت بر صفات تحت مطالعه‌ی گیاه شمعدانی پیچ*

تیمار	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ(g)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	پروتئین برگ(٪)	روی برگ (mg/kg)	آهن برگ (mg/kg)	منگنز برگ (mg/kg)
B.	۱۲/۰٤^{b}	۳/۹۰^{b}	۲/۳۰^{b}	۱/۸۰^{b}	۵/٦۵^{b}	۲۱/٦۰^{b}	۱٤۱/۹۲^{b}	۱۰/٤۲^{b}
B_1	۱۵/۰۰^{a}	۵/٤۰^{a}	۲/٦۳^{a}	۲/۱۰^{a}	٦/۳۵^{a}	۲۷/۵۸^{a}	۲۰۷/۵۸^{a}	۱۳/۱۸^{a}
M_1	۵/٦۸^{ef}	۱/۸۳^{ef}	۱/۹۰^{cd}	۱/۶۵^{e}	۱/۲۰^{g}	۱٦/۳۷^{f}	۹۵/۵۰^{h}	۷/۱۲^{d}
M_2	۱/۳۷^{g}	۰/٦٤^{f}	۱/۷۰^{d}	۱/۱۰^{f}	۲/۹۷^{fg}	۱۹/۷۵^{de}	۱۱۰/۰۰^{g}	۹/۵۰^{c}
M_3	۱٤/٦٦^{cd}	٤/۵۵^{c}	۲/۳٤^{bc}	۲/۰۵^{c}	۵/۳۰^{de}	۲۸/۲۵^{c}	۱۵٤/۰۰^{ef}	۱۱/۵۱^{b}
M_4	۱٦/۱۵^{c}	٤/٦۹^{c}	۲/۳۲^{c}	۱/۸۵^{d}	٦/۰۸^{d}	۱۹/۲۵^{de}	۲۱۸/۰۰^{b}	۱۰/۱۲^{c}
M_5	۱۰/۰۵^{f}	٤/٦۲^{c}	۲/۲۰^{c}	۱/۹۵^{cd}	۵/۰۹^{de}	۳٦/۲۵^{b}	۲۰۵/۰۰^{d}	۱۱/۰۰^{b}
M_6	۱۸/۸۸^{ab}	۷/۸۲^{a}	۲/۵٤^{b}	۲/۳۰^{b}	۱۲/۹۰^{a}	٤۷/۵۰^{a}	۲۱۸/۰۰^{b}	۱۱/۰۰^{b}
M_7	۱۲/۰٦^{d}	۳/۵۵^{d}	۲/٤۲^{bc}	۲/۰۰^{c}	۷/۲۹^{cd}	۱۸/۵۰^{e}	۲۰۸/۰۰^{cd}	۱۳/۸۷^{a}
M_8	۱۹/۹۱^{a}	۵/۵۰^{b}	۲/۷٦^{a}	۲/٦۲^{a}	۱۱/۳۱^{ab}	۲۰/۰۰^{cd}	۲۳۷/۰۰^{a}	۱۳/۳۷^{a}

*در هر ستون داده‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند. B: عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، B_1: کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، M_1: خاک باغچه + ماسه، M_2: خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M_3: خاک باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان، M_4: خاک باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان، M_5: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری، M_6: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان، M_7: ماسه + خاک‌برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M_8: ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کاشت با کود زیستی بر صفات تحت مطالعه‌ی گیاه شمعدانی‌پیچ*

تیمار	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ(g)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	پروتئین برگ (٪)	روی برگ (mg/kg)	آهن برگ (mg/kg)	منگنز برگ (mg/kg)
M_1B_0	٤/٩٤^{g}	١/٦٧^{f}	١/٨٠^{gh}	١/٦٠^{h}	١/٢٥^{h}	١٦/٢٨^{i}	٨٥/٠٠^{h}	٧/٠٠^{f}
M_2B_0	١/٣٤^{h}	٠/٦٤^{g}	١/٦٠^{h}	١/٠٠^{i}	٢/٤٧^{g}	١٩/٠١^{fg}	١٠٣/٠٠^{fg}	١٠/٠٠^{e}
M_3B_0	١٥/٥٣^{cd}	٤/٣٨^{d}	٢/٢٥^{de}	١/٨٠^{g}	٤/٩٥^{ef}	٢٢/٠٣^{e}	١٣٧/٠٠^{ef}	٨/٠٠^{ef}
M_4B_0	١٧/٨٥^{c}	٤/٥١^{d}	٢/٠٧^{f}	١/٨٠^{g}	٥/٧٠^{e}	١٧/٥٠^{hi}	٢٠٩/٠٠^{bcd}	١٠/٠٠^{e}
M_5B_0	١٠/٨٠^{e}	٥/٠٨^{c}	٢/٢٠^{e}	١/٩٠^{fg}	٤/٩٠^{ef}	٣٨/٠٥^{c}	١٩٢/٠٠^{de}	١٠/٠٠^{e}
M_6B_0	١٧/٠٢^{c}	٧/٤٠^{b}	٢/٢٠^{e}	٢/٢٠^{d}	١٢/٠٣^{ab}	٤٨/٠٠^{b}	٢١٠/٠٠^{bcd}	١١/٠٠^{de}
M_7B_0	١٣/٤٢^{d}	٣/٨١^{e}	٢/٣٦^{de}	١/٨٠^{g}	٦/٦٦^{cde}	١٧/٥٠^{hi}	١٥٦/٠٠^{e}	١٣/٠٠^{cd}
M_8B_0	١٨/٦٠^{b}	٤/٤٠^{d}	٣/٢٥^{ab}	٢/٥٠^{c}	١١/٥٠^{b}	١١/٢٥^{f}	١٨٦/٠٠^{de}	١٤/٠٠^{c}
M_1B_1	٧/٤٢^{f}	١/٩٨^{f}	٢/١٥^{ef}	١/٧٠^{gh}	١/٦٧^{h}	١٧/٠٢^{hi}	٢١٦/٠٠^{bc}	٨/٠٠^{ef}
M_2B_1	١/٤١^{h}	٠/٦٥^{g}	٢/١٣^{ef}	١/٢٠^{hi}	٣/٥٨^{f}	١٩/٢٥^{fg}	١٢٥/٠٠^{ef}	١٣/٠٠^{cd}
M_3B_1	١٩/٠٠^{b}	٥/٩٤^{c}	٢/٥٠^{cd}	٢/٣٠^{d}	٥/٨٦^{e}	٣٦/٢١^{c}	٢٠٢/٠٠^{cd}	٩/٠٠^{ef}
M_4B_1	١٩/٦٧^{b}	٤/٨٨^{d}	٢/٦٠^{cd}	١/٩٠^{fg}	٦/٣٤^{cde}	٢٢/١٤^{e}	٢٣٣/٠٠^{abc}	١٠/٠٠^{e}
M_5B_1	١٢/٧٥^{d}	٧/٢٥^{b}	٢/٤٨^{d}	٢/٠٠^{ef}	٥/٢١^{e}	٤٧/٢٧^{b}	٢٢١/٠٠^{bc}	١٣/٠٠^{cd}
M_6B_1	٢١/٥٠^{ab}	٨/٥٠^{a}	٢/٨٣^{bc}	٢/٨٠^{b}	١٣/٢١^{a}	٥٥/٩٧^{a}	٢٤١/٠٠^{abc}	١٥/٠٠^{bc}
M_7B_1	١٦/٢٠^{c}	٥/١٢^{c}	٢/٧٠^{bc}	٢/٥٦^{cd}	١٠/٠٣^{c}	١٩/٩٥^{f}	٢٥٢/٠٠^{ab}	١٦/٠٠^{b}
M_8B_1	٢٣/٢٠^{a}	٦/١٠^{bc}	٣/٧١^{a}	٣/٠٠^{a}	١٢/٥٥^{ab}	٢٥/٠٠^{d}	٢٧٩/٠٠^{a}	١٨/٠٠^{a}

*در هر ستون داده‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

B_0: عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، B_1: کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، M_1: خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M_2: خاک باغچه + ماسه، M_3: خاک باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان، M_4: خاک باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان، M_5: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری، M_6: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان، M_7: ماسه + خاک‌برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M_8: ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان.

جدول ۷: همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده گیاه شعمدانی پیچ

	وزن تر برگ	وزن‌خشک برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	پروتئین برگ	روی برگ	آهن برگ	منگنز برگ
وزن تر برگ	۱/۰۰							
وزن خشک برگ	۰/۷۲**	۱/۰۰						
کلروفیل a	۰/۷۶**	۰/۶۸**	۱/۰۰					
کلروفیل b	۰/۷۳**	۰/۶۱*	۰/۸۲**	۱/۰۰				
پروتئین برگ	۰/۶۵**	۰/۵۷*	۰/۲۶ns	۰/۲۶ns	۱/۰۰			
روی برگ	۰/۶۸**	۰/۵۲*	۰/۱۲ns	۰/۲۶ns	۰/۴۳ns	۱/۰۰		
آهن برگ	۰/۷۹**	۰/۷۱**	۰/۷۵**	۰/۷۳**	۰/۷۵**	۰/۴۹ns	۱/۰۰	
منگنز برگ	۰/۵۷*	۰/۵۴*	۰/۶۶**	۰/۷۹**	۰/۷۶**	۰/۲۳ns	۰/۴۳ns	۱/۰۰

ns عدم همبستگی معنی‌دار، **همبستگی معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد، *همبستگی معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد

درصد پروتئین در برگ: درصد پروتئین برگ در تیمارهای تلقیح شده با کود زیستی فسفره و بسترهای مختلف کاشت به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۵). نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌های اثر متقابل بر درصد پروتئین برگ، اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان می‌دهد. تیمار M_8B_1 (کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۱۲/۵۵ درصد وزن خشک دارای بیشترین میزان پروتئین در برگ و تیمار $M_1B_.$ (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر خاک باغچه + ماسه) با میانگین ۱/۲۵ درصد وزن خشک برگ، دارای کمترین درصد پروتئین در برگ بودند (جدول ٦). طبق ارزیابی حاصل از همبستگی بین صفات، این صفت با وزن تر برگ‌ها (r=۰/٦۵≤۰/۰۱)، وزن خشک برگ‌ها (r=۰/۵۷≤۰/۰۵)، عناصر آهن (r=۰/۷۵≤۰/۰۱) و منگنز (r=۰/۷٦≤۰/۰۱) برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۷).

غلظت عناصر روی، آهن و منگنز در برگ: کاربرد کود زیستی فسفره افزایشی معنی‌دار بر غلظت عنصر روی در برگ داشت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین بسترهای کاشت نشان می‌دهد که، گیاهان کاشت شده در بستر $M_٦$ (خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان) با میانگین ٤۷/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ دارای بیشترین غلظت عنصر روی در برگ بودند. همچنین گیاهان موجود در بستر کاشت M_1 (خاک‌باغچه + ماسه) با میانگین ۱٦/۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک کمترین غلظت عنصر روی در برگ را داشتند (جدول ۵). بین تیمارهای اثر متقابل اختلافی معنی‌دار وجود داشت و تیمار $B_٦M_1$ (کاربرد فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان) و تیمار $M_1B_.$ (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + ماسه) با میانگین ۵۵/۹۷ و ۱٦/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین غلظت عنصر روی در برگ بودند (جدول ٦). نتایج حاصل از ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که، بین این صفت با وزن تر (r=۰/٦۸≤۰/۰۱) و خشک برگ (r=۰/۵۲≤۰/۰۵) همبستگی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷).

مقدار جذب آهن در گیاهان تلقیح شده با کود زیستی در بسترهای مختلف رشد اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد روی جذب آهن در مقایسه

با تیمار شاهد (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر خاک‌باغچه + ماسه) به وجود آورد (جدول ۵). طبق نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌های اثر متقابل، تیمارهای M_AB_1 (کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۲۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ و تیمار $M_1B_.$ (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر خاک‌باغچه + ماسه) با میانگین ۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین غلظت عنصر آهن در برگ بودند (جدول ٦). طبق نتایج حاصل از ضرایب همبستگی، بین غلظت عنصر آهن در برگ با وزن تر ($r=۰/۷۹\leq ۰/۰۱$) و خشک برگ‌ها ($r=۰/۷۱\leq ۰/۰۱$)، کلروفیل a ($r=۰/۷۵\leq ۰/۰۱$)، کلروفیل b ($r=۰/۷۳\leq ۰/۰۱$) و پروتئین برگ ($r=۰/۷۵\leq ۰/۰۱$) همبستگی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷).

غلظت عنصر منگنز در برگ گیاهان تلقیح شده با کود زیستی افزایش معنی‌داری در مقایسه با گیاهان شاهد داشت (جدول ۵). همچنین نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین بسترهای کاشت نشان می‌دهد که، بین گیاهان رشد یافته در بسترهای مختلف کاشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت و گیاهان موجود در بسترهای M_7 (ماسه + خاک برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری) و M_8 (ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) به ترتیب با میانگین ۱۳/۸۷ و ۱۳/۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک دارای بیشترین غلظت عنصر منگنز در برگ بودند (جدول ۵). نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌های اثر متقابل نشان داد که، تیمار M_8B_1 (کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ و تیمار $M_1B_.$ (عدم کاربرد فسفات بارور ۲ با بستر خاک باغچه + ماسه) با میانگین ۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار منگنز در برگ بودند (جدول ٦). بر اساس نتایج ضریب همبستگی تیمارها، غلظت عنصر منگنز در برگ با وزن تر ($r=۰/۵۷\leq ۰/۰۵$) و خشک برگ ($r=۰/۵٤\leq ۰/۰۵$)، کلروفیل a ($r=۰/٦٦\leq ۰/۰۱$)، کلروفیل b ($r=۰/۷۹\leq ۰/۰۱$) و پروتئین برگ ($r=۰/۷٦\leq ۰/۰۱$) همبستگی معنی‌داری داشت (جدول ۷).

بحث

طبق نتایج پژوهش حاضر، افزایش جذب مواد غذایی در بستر کاشت توسط گیاه با فتوسنتز و خصوصیات وزنی رابطه مستقیمی داشت، که بر اساس نتایج سایر پژوهشگران این روابط را می‌توان به کاربرد کود زیستی فسفره و مواد آلی نسبت داد (Ahmad et al., 2004). Taha و همکاران (۲۰۱۱) طی تحقیقی بر روی گیاه کدو تابستانه (*Cucurbita* spp.) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی به همراه کودهای آلی و هر کدام به صورت مجزا منجر به افزایش وزن تر و خشک گیاه در مقایسه با شاهد شد.

همچنین در این تحقیق میزان کلروفیل برگ در گیاهان تلقیح شده با میکروارگانیسم‌ها به‌واسطه تغذیه بیشتر عناصر غذایی افزایش پیدا کرد. گزارش شده است همزیستی بیولوژیکی می‌تواند افزایش تعداد کلروپلاست در گیاه را به همراه داشته باشد و منجر به افزایش ظرفیت فتوسنتزی در گیاه گردد. افزایش غلظت عناصری مانند آهن و منگنز با کاربرد مواد آلی و کود زیستی و جذب آسان‌تر این مواد توسط گیاه را می‌تواند عامل افزایش کلروفیل در برگ‌ها دانست (Abou El-yazeid et al., 2007).

Yassen و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که، آهن در ساخت کلروفیل شرکت دارد. این محققان رابطه افزایش آهن در گیاه را، با تعداد رنگدانه‌های فتوسنتز

کننده و مقدار کلروفیل برگ مستقیم دانسته‌اند. Yang و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که، بهبود وضعیت آب در گیاه و افزایش درصد نیتروژن با میزان کلروفیل در برگ دارای رابطه مستقیمی است که این همبستگی در گیاهان کاشته شده در تیمارهای برتر مشهود می‌باشد. Abou El-yazeid و همکاران (۲۰۰۷) طی بررسی نشان دادند که کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات مقدار کلروفیل a و b برگ گیاه کدو حلوایی را افزایش داده است. همچنین طبق گزارش Al-Menaie و همکاران (۲۰۰۸) گیاهان گاردنیا (*Gardenia jasminoides*) کاشته شده در بستر کاشت حاوی پیت و خاک باغچه در مقایسه با تیمار خاک باغچه دارای مقدار کلروفیل بیشتری در برگ بودند.

طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق درصد پروتئین در برگ با کاربرد کودهای بیولوژیک و مواد آلی به واسطه تغذیه بهتر گیاهان افزایش یافت. همچنین بر اساس یافته‌های Biswas و همکاران (۲۰۰۰) کودهای زیستی فسفره می‌توانند قابلیت جذب فسفر را بالا برده و از طریق افزایش کارایی تثبیت زیستی دسترسی به نیتروژن و سایر عناصر غذایی را افزایش دهند. این محققان عنوان کردند که ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات در بیشتر موارد تاثیر مثبتی بر تثبیت نیتروژن دارند. افزایش درصد پروتئین با بهبود وضعیت آب گیاه دارای رابطه‌ی مستقیمی بود که طبق نتایج قبلی بهبود وضعیت آب در گیاه را می‌توان به کاربرد کودهای زیستی و مواد آلی در بستر نسبت داد (Ahmad et al., 2004). Devi و همکاران (۲۰۱۳) طی تحقیقی گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی به همراه کودهای آلی منجر به افزایش درصد پروتئین در برگ گیاهان تحت تیمار گردید. طبق تحقیق Das و Dang (۲۰۱٤) افزایش درصد پروتئین با کاربرد کود زیستی در گیاهان مثبت ارزیابی کردند.

این تحقیق نشان داد که کاربرد کود زیستی و مواد آلی منجر به افزایش عناصر میکرو در گیاه گشت. ضایعات آلی حاصل از بقایای گیاهی به‌طور طبیعی حاوی مقادیر زیادی از عناصر کم‌مصرف است که به علت وجود مواد آلی زیاد به شکل کلات‌های آلی در آمده و باعث افزایش حلالیت و قابلیت جذب این عناصر می‌شوند (شریفی و همکاران، ۱۳۸۹). علاوه بر این ریزسازواره‌های موجود در کود زیستی فسفره از طریق تولید اسیدهای آلی و کاهش اسیدیته خاک، با توسعه سیستم ریشه، علاوه بر فسفر باعث افزایش عناصری از قبیل روی، آهن، و منگنز در بستر کاشت می‌شوند (Arisha et al., 2003) و از این طریق منجر به افزایش فراهمی این عناصر برای گیاه می‌گردد که مطالب ذکر شده مطابق با نتایج آزمایش می‌باشد. Bi و Evans (۲۰۱۰) در تحقیقی بر روی گیاه جعفری (*Tagetes patula*) نیز نشان دادند که کاربرد کودهای آلی در بستر کاشت منجر به افزایش عناصر ریز مغذی گیاه شد. در این راستا Mekki و Ahmed (۲۰۰۵) در تحقیقی بر روی گیاه سویا (*Glycine max* L.) نشان دادند استفاده از کود زیستی و مواد آلی منجر به افزایش غلظت ریز مغذی‌ها در این گیاه گشت.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که کود زیستی به همراه بسترهای کاشت حاوی مواد آلی متنوع مانند بستر M_8 (ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) و M_6 (خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان) در مجموع دارای عملکرد بهتری در مقایسه با سایر تیمارها بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده بستر M_8 (ماسه + کمپوست ضایعات چای+ کوکوپیت +

خاک آب‌بندان) در سطحی مطلوب و متناسب با حدود استاندارد بستر کاشت این گیاه زینتی بود. همچنین با توجه به خسارات زیست محیطی حاصل از مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از فسفات بارور ۲ به همراه این بستر کاشت، به‌عنوان مکمل و حتی جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی به منظور پرورش این گیاه توصیه می‌شود و مواد آلی استفاده شده در بستر کاشت می‌تواند جایگزین مناسبی برای مواد آلی گران قیمت و کم‌دسترس مانند پیت ماس باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، آقای دکتر علی محمدی ترکاشوند، ریاست محترم دانشکده کشاورزی آقای دکتر محمد نقی صفرزاده، آقای دکتر مجتبی محمودی عضو هیات‌علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران که، شرایط لازم را برای انجام این پژوهش فراهم نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

شریفی، م.، افیونی، م. و خوشگفتارمنش، ا.ح. (۱۳۸۹). تأثیر لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر رشد، عملکرد و جذب آهن، روی، منگنز و نیکل در گل جعفری. مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای. جلد۱. شماره۱. صفحات ۵۳-۴۳.

Abbasi, M.K. and Yousra, M. (2014). Synergistic effects of biofertilizer with organic and chemical N sources in improving soil nutrient status and increasing growth and yield of wheat grown under greenhouse conditions. Plant Biosystems. 146: 81-89.

Abou El-Yazeid, A., Abou-Aly, H.A., Mady, M.A. and Moussa. SAM. (2007). Enhancing growth, productivity and quality of squash plants using phosphate dissolving microorganisms (bio phosphor) combined with boron foliar spray. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3(4): 274-286.

Ahmad, A., Noaim, A.l. and Hamad, H. (2004). Effect of biofertilization along with different levels of nitrogen fertilizer application on the growth and grain yield of hassawi rice (*Oryza sativa* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic vs Applied Science). 5(2):1425-1430.

Al-Menaie, H.S., AL-Shatti, A.A. and Suresh, N. (2008). Effect of growing media on growth and flowering patterns of *Gardenia jasminoides* under arid conditions. European Journal of Scientific Research. 24 (1): 69-73.

Arisha, H.M.E., Gad, A.A. and Younes, S.E. (2003). Response of some pepper cultivars to organic and mineral nitrogen fertilizers under sandy soil condition. Zagazig Journal of Agricultural Research. 30: 1875-1899.

Auge, R.M., Stodola, A.J.W., Tims, J.E. and Saxton, A.M. (2001). Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. Plant and Soil. 230: 87-97.

Ayaga, G., Todd, A. and Brookes, P.C. (2006). Enhanced biological cycling of phosphorus increases its availability to crops in low-input sub-Saharan farming systems.Soil Biology and Biochemistry. 38: 81-90.

Bi, G. and Evans, B.W. (2010). Effects of organic and inorganic fertilizers on marigold growth and flowering. Horticultural Science. 45(9):1373–1377.

Biswas, J.C., Ladha, J.K. and Dazzo, F.B. (2000). Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of low land rice. Soil Science Society of American Journal. 92: 1644–1650.

Busato, J.G., Lima, L.S., Aguiar, N.O., Canellas, L.P.and Olivares, F.L. (2012). Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompost enriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria. Bioresource Technology. 110: 390–395.

Chand, S., Pandey, A., Anwar, M. and Patra, D.D. (2011). Influence of integrated supply of vermicompost, biofertilizer, and inorganic fertilizer on productivity and quality of rose scented geranium (*Pelargonium* species).

Fruits, Daya Publ. House, Dehli, India. pp: 93-139.

Mekki, B.B. and Ahmed, A.G. (2005). Growth, yield and seed quality of soybean (*Glycine max* L.) As affected by organic, biofertilizer and yeast application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciecnes. 1(4): 320-324.

Mohammadi, K.H. and Sohrabi, Y. (2012). Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: A review. Journal of Agricultural and Biological Science. 7(5): 307-316.

Ngo, P.T., Rumpel, C., Ngo, Q.A., Alexis, M., Vargas, G.V., Gil, M., Dang, D.K., and Jouquet, P. (2013). Biological and chemical reactivity and phosphorus forms of buffalo manure compost, vermicompost and their mixture with biochar. Bioresource Technology. 148: 401–407.

Riaz, A., Arshad, M., Younis, A., Raza, A. and Hameed, M. (2008). Effect of different growing media on the growth and flowering of *Zinnia elegans* cv. Blue Point. Pakistan Journal of Botany. 40(4): 1579-1585.

Taha, Z.S., Ghurbat, H.M. and Jiyana, A.T. (2011). Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. Sarhad Journal of Agriculture. 27(3): 377-383.

Taylor, M.D., Nelson, P.V., Frantz, J.M. and Rufty, T.W. (2010). Phosphorus deficiency in *Pelargonium*: Effects on nitrate and ammonium uptake and acidity generation. Journal of Plant Nutrition. 33: 701-712.

Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N., Pal, K.K., De, R., Saxena, A.K., Shekhar Nautiyal, C., Shilpi Mittal, A.K., Tripathi, A.K., and Johri, B.N. (2005). Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89: 136-150.

Yang, J., Jianhua, Z., Zhiqing, W., Qingsen, Z. and Wei, W. (2001). Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. Field Crops Research. 71: 47-55.

Yassen, A., Abou El-Nour, E.A.A. and Shedeed, S. (2010). Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. Journal of American Science. 6: 14-22.

Indian Journal of Natural Products and Resources. 2 (3): 375-382.

Das, K., and Dang, R. (2014). Influence of biofertilizers on protein, moisture and ash content in relation to swelling property, water absorption capacity, mineral elements, total phenolic level of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) plant grown under acidic soil zone of South India. International Letters of Natural Sciences. 1: 78-97.

Deljooye Tohidi, T., Mohammadi Torkashvand, A., and Hashemabadi, D. (2013). The possibility using some organic wastes as growth medium and nutrition method on the growth of english daisy (*Bellis perennis*). European Journal of Experimental Biology. 3(2): 139-147.

Devi, K.N., Singh, T.B., Basanta, T., Athokpam, H.S., Singh, N.B. and Shamurailatpam, D. (2013). Influence of inorganic, biological and organic manures on nodulation and yield of soybean (*Glycine max* Merril L.) and soil properties. Australian Journal Crop Science. 7(9):1407-1415.

Dole, J.M. and Wilkins, H.F. (1999). *Pelargonium* spp. *In*: Floriculture principles and species. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.

Hazarika, D.K., Taluk Dar, N.C., Phookan, A.K., Saikia, U.N., Das, B.C. and Deka, P.C. (2000). Influence of vesicular arbascular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. Symposium No. 12, Assam Agricultural University, Jorhat-Assam. India.

Jones, D.L. and Darrah, P.R. (1996). Re-sorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere. Plant and Soil. 178: 153-160.

Mamba, B. and Wahome, P.K. (2010). Propagation of geranium (*Pelargonium hortorum*) using different rooting medium componets. American-Eurasian Journal of Agricultural and Enviromental Sciences. 7(5): 497-500.

Mazumdar, B.C. and Majumder, K. (2003). Methods on Physico-chemical Analysis of