جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

اثر کود فسفره زیستی و بسترهای مختلف کاشت بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه شمعدانی پیچ(*Pelargonium peltatum*)

حسن عابدینی آبکسری[۱و۲*]، داود هاشم‌آبادی[۱] و بهزاد کاویانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۲/۱۵)

چکیده

کاربرد کودهای زیستی و مواد آلی راهکاری برای حذف یا تقلیل مصرف منابع شیمیایی به‌شمار می‌آید. بر این اساس به منظور تاثیر کاربرد منابع آلی و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر برخی صفات کمی و کیفی شمعدانی‌پیچ (*Pelargonium peltatum*) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل کود زیستی فسفات بارور ۲ و بسترهای مختلف کاشت شامل ۱۶ تیمار، ۴ تکرار در ۶۴ واحد آزمایشی با ۲۵۶ گیاه به انجام رسید. کود زیستی در ۲ سطح (B0: عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ و B1: کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲) و بسترهای مختلف کاشت شامل ۸ تیمار با نسبت‌های حجمی برابر (M1: خاک باغچه + ماسه، M2: خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری، M3: خاک‌باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان، M4: خاک باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان، M5: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری، M6: خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری + خاک آب‌بندان، M7: ماسه + خاک برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری، M8: ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) اعمال گردید. در این مطالعه تعداد برگ، شاخص سطح برگ، تعداد گل‌آذین، آنتوسیانین گلبرگ، وزن خشک اندام هوایی و زیرزمینی و فسفر اندام هوایی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که، اثر اصلی و متقابل دو عامل بر روی کلیه صفات دارای اختلافی معنی‌دار بود. تیمار M8B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با بستر ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) در مجموع دارای بهترین عملکرد بود. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و عناصر غذایی این بستر کاشت در محدوده‌ی استاندارد برای پرورش این گیاه قرار داشت. گیاهان کاشته شده در این بستر از نظر صفاتی مانند تعداد برگ و گل‌آذین با میانگین ۵۹/۲۵ عدد برگ در گیاه و ۵/۹ عدد گل‌آذین دارای عملکرد قابل توجهی نسبت به سایر تیمارها بوده. کود فسفات زیستی استفاده شده به همراه این بستر کاشت می‌تواند به عنوان مکمل و حتی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی فسفاته به‌منظور پرورش گیاه شمعدانی‌پیچ (*Pelargonium peltatum*) باشد.

واژه‌های کلیدی: صفات فیزیولوژیکی، صفات مورفولوژیکی، فسفر، کود زیستی، گیاه زینتی، مواد آلی

مقدمه

امروزه کشاورزی پایدار بر پایه‌ی مصرف مواد آلی و کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل در مصرف منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های زیستی، همچنین عاملی مطلوب برای بهبود سلامت محصولات کشاورزی (۴۴) و راه‌حلی برای کاهش خسارات زیست‌محیطی حاصل از مصرف کودهای شیمیایی به‌شمار آید (۲۲).

از جمله گیاهانی که در باغبانی به‌عنوان گیاهی زینتی دارویی مورد ازدیاد و پرورش قرار می‌گیرد، می‌توان به گیاه شمعدانی (*Pelargonium* spp.) از خانواده‌ی Geraniaceae اشاره کرد (۱۹). کشت و کار شمعدانی از دیرباز در فرهنگ ایرانیان جای داشته و می‌توان گفت که، قدمت آن در ایران به

۱. گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hassan_abedini_aboksari@yahoo.com

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

قرن‌ها پیش باز می‌گردد (۱). بسیاری از گیاهان این جنس به‌عنوان یک گیاه زینتی در شمال آمریکا، اروپا و استرالیا دارای محبوبیت فراوانی هستند و در حال حاضر در سراسر جهان کاشت می‌شوند (۱۳). شمعدانی از لحاظ تعداد فروش در بین گیاهان گلدانی گلدار دارای رتبه‌ی سوم در سطح بازار جهانی گل و گیاهان زینتی می‌باشد و به‌علت دارابودن روغن‌های مهم و غنی از الکل و سیترونلول (Citronellol)، ارزش تجاری زیادی در صنعت دارویی و عطرسازی دارد (۲۳). انتخاب و آماده‌سازی یک محیط کاشت مناسب، رمز موفقیت در تولید شمعدانی است و به‌طورکلی کودها در امر تغذیه برای حفظ نتیجه‌ی بهتر و افزایش تولید استفاده می‌شود (۱۵).

در بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر برای رشد و نمو گیاه است که با تاثیر بر فرایندهایی مانند تقسیم سلولی، تکامل بخش زایشی و ساختمان آدنوزین تری فسفات، نقش زیادی در متابولیسم و رشد گیاه دارد (۳۰). با وجود اینکه مقدار کل فسفر در خاک‌ها کافی می‌باشد ولی به‌دلیل حل‌پذیری کم این عنصر و تثبیت توسط یون‌های معدنی نظیر آلومینیوم و آهن در خاک‌های اسیدی و نیز کلسیم و منیزیم در خاک‌های قلیایی، جذب آن توسط گیاه به‌شدت کاهش می‌یابد (۲۱، ۳۳). استفاده از کودهای زیستی یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریت تلفیقی مواد غذایی است. کودهای زیستی، حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفیدی هستند که دارای نقش کلیدی در حاصلخیزی بستر کاشت و بهبود رشد گیاه می‌باشند (۳). در طبیعت گروهی از ریزسازواره‌های حل‌کننده‌ی فسفات وجود دارند که از ترشحات ریشه استفاده نموده و با تغییر pH و اسیدهای آلی موجب افزایش حلالیت فسفات معدنی کم‌محلول می‌گردند و با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی نیز می‌شوند (۲۵). همچنین کاربرد مواد آلی از قبیل ضایعات محصولات کشاورزی، زباله شهری و یک بستر کاشت مناسب، نه‌تنها به‌عنوان یک منبع غذایی برای گیاهان، بلکه به‌عنوان منبعی از انرژی و غذا برای ریزسازواره‌های خاک هستند که بعدها عناصر غذایی را در نسبت‌های متعادل و با توزیعی مناسب در طول رشد در اختیار گیاه قرار می‌دهند (۳۶).

بسیاری از پژوهشگران گزارش کردند که، استفاده از کودهای زیستی از جمله کودهای حاوی باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و مواد آلی در بستر کاشت از طریق افزایش ماده‌ی آلی خاک، کاهش pH، با کاهش تثبیت فسفر و افزایش جذب فسفر توسط گیاه منجر به بهبود عملکرد در گیاهان می‌شوند (۷، ۸، ۲۰، ۳۷). هاشم‌آبادی و همکاران (۱۸)، با بررسی تاثیر کود فسفات زیستی بر صفات کمی و کیفی گیاه جعفری (*Tagetes erecta*) به این نتیجه دست یافتند که، استفاده از باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات منجر به افزایش رشد برخی از صفات رویشی و درصد ماده‌ی خشک گیاه در مقایسه با شاهد شد. شالان (۳۵) نیز در مطالعات خود نشان داد که، میکرو ارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات موجب بهبود در ویژگی‌های رویشی و گلدهی در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*) گردید. چند و همکاران (۱۱) گزارش کردند که، استفاده از کود زیستی، ورمی‌کمپوست و کودهای آلی در بستر کاشت گیاه شمعدانی (*Pelargonium* spp.) منجر به افزایش وزن خشک، فسفر گیاه و افزایش عناصر غذایی در بسترهای کاشت در مقایسه با نمونه‌ی شاهد شده است. دلجوی توحیدی و همکاران (۱۴) در تحقیق روی گیاه زینتی میناچمنی (*Bellis perennis*) به این نتیجه رسیدند که، بسترهای کاشت حاوی مواد آلی مختلف عملکرد متفاوتی بر روی صفات اندازه‌گیری‌شده بسترهای کاشت و گیاه داشته است. ریاض و همکاران (۳۱) در تحقیقی با عنوان تاثیر بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات رشد و گلدهی گیاه زینتی آهار (*Zinnia elegans*) بیان نمودند که بین بسترهای مختلف آلی و بستر حاوی خاک‌باغچه اختلاف معنی‌داری در ارتباط با صفات رویشی گیاه وجود دارد. المناعی و همکاران (۶) نتایج مثبتی را با کاربرد بسترهای مختلف کاشت حاوی ترکیبات آلی بر رشد و گلدهی گیاه گاردنیا (*Gardenia Jasminoides*) در مقایسه با تیمار خاک‌باغچه مشاهده نمودند.

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

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

M1	خاک‌باغچه + ماسه (۱:۱)
M2	خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری (۱:۱:۱)
M3	خاک‌باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان (۱:۱:۱)
M4	خاک‌باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان (۱:۱:۱)
M5	خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری (۱:۱:۱)
M6	خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان (۱:۱:۱:۱)
M7	ماسه + خاک برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری (۱:۱:۱:۱)
M8	ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان (۱:۱:۱:۱)
B0	عدم کاربرد کود فسفات زیستی
B1	کاربرد کود فسفات زیستی

* محتویات بسترهای کاشت بر اساس نسبت‌های حجمی ترکیب شدند.

با توجه به این که، مصرف کودهای زیستی و آلی در راستای کاهش آلودگی حاصل از نهاده‌های شیمیایی و افزایش عملکرد در تولیدات گیاهی می‌باشد، هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر کاربرد کود فسفات زیستی و برخی از مواد آلی در بستر کاشت بر تعدادی از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه شمعدانی پیچ (*Pelargonium peltatum*) بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و ۴ تکرار، در هر تیمار ۴ قلمه گیاه جمعاً با ۶۴ کرت و ۲۵۶ نمونه گیاهی طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ مورد اجرا قرار گرفت. قلمه‌گیری و کاشت قلمه‌های شمعدانی در گلخانه‌ای با دمای ۱۸ تا ۲۳ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ 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 شمعدانی‌پیچ (*Pelargonium peltatum*) حاصل از بذر F_1 رقم ردبلایزارد (Red Blizard) تهیه گردید. قلمه‌های تهیه‌شده در تاریخ ۲۱ بهمن ۱۳۹۰ در بسترهای حاوی پیت + خاک باغچه + پرلیت در گلدان‌هایی با دهانه‌ی ۱۲ 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 ریشه‌ی 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 درج‌شده در جدول ۱ درون گلدان‌ها ریخته و مواد گیاهی به‌طور کاملاً یکسان درون بسترها کاشته شدند. کاشت گیاهان در تاریخ ۲۳ فروردین ۱۳۹۱ 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

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت

بستر	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	جرم مخصوص حقیقی (g/cm^3)	تخلخل	اسیدیته بستر	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (%)	ماده آلی (%)
M1	۱/۸	۲/۹	۳۷	۶/۹	۳/۳	۷/۱	۱۵/۲
M2	۱/۴	۲/۵	۴۴	۷/۶	۳/۶	۹/۳	۱۶
M3	۱/۵	۲/۷	۴۴	۷	۱	۱۰/۲	۱۷/۶
M4	۱/۳	۲/۳	۴۳	۶/۶	۱/۴	۱۰/۳	۱۸/۸
M5	۱/۵	۲/۷	۴۴	۶/۸	۱/۱	۱۰/۹	۱۷/۸
M6	۱/۳	۲/۲	۴۲	۷	۲/۲	۱۰/۹	۱۸/۷
M7	۱/۳	۲/۳	۴۵	۶/۹	۲	۱۰/۸	۱۸/۸
M8	۱/۱	۲/۱	۵۰	۶/۴	۱/۷	۱۱	۱۹

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)
M1	۲/۶	۲۵	۸۰	۵۵۶	۳۰	۱۰۰	۲۱	۱۹
M2	۲/۶	۵۴	۱۵۰۰	۶۵۲	۴۱	۲۴۴	۸۹	۲۳
M3	۲/۸	۲۱۰	۹۰۰	۶۸۰	۴۸	۲۶۱	۱۶	۴۴
M4	۲/۸	۱۷۶	۴۸۰۰	۶۰۰	۴۱	۳۶۸	۲۰۰	۲۷
M5	۲/۸	۱۱۲	۱۲۰۰	۸۵۲	۶۰	۲۹۲	۱۸	۱۵
M6	۳/۷	۱۲۹	۲۸۰۰	۹۵۰	۸۰	۳۱۰	۲۴۴	۱۴۳
M7	۴/۶	۱۶۶	۴۰۰۰	۶۶۸	۵۱	۳۰۴	۲۶۸	۱۱۷
M8	۴/۸	۱۲۷	۲۸۰۰	۸۷۶	۷۵	۳۰۸	۲۴۵	۱۷۱

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). بررسی صفات در پایان اولین دوره گل‌ریزان (بیشترین میزان گلدهی در محدوده زمانی مشخص طی سال، که در این آزمایش از اوایل خرداد ماه تا اوایل تیر ماه بود) پس از انتقال به بستر در تاریخ ۴ تیرماه صورت یافت. برای محاسبه‌ی تعداد برگ، تمام برگ‌های سالم گیاهان که در مرحله رشد کامل قرار داشتند، مورد شمارش قرار گرفتند. به منظور اندازه‌گیری سطح برگ، برگ‌های یکسان در یک دسته قرار داده شدند و از هر دسته سطح برگ سه برگ با استفاده از کاغذ میلی‌متری اندازه‌گیری گردید. برای شمارش تعداد گل‌آذین در گیاه، گل‌آذین‌های موجود در هر گیاه از زمان اولین گلدهی در زمان گل‌ریزان از اوایل خرداد ماه تا پایان آزمایش شمارش شدند. برای

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گیاه شمعدانی‌پیچ

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ	شاخص سطح برگ	تعداد گل‌آذین	آنتوسیانین گلبرگ	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک اندام زیرزمینی	فسفر اندام‌هوایی
کود زیستی	۱	۲۴۸/۰۶**	۲۵/۲۸**	۲۶/۶۷**	۵۶۵۳/۴۱**	۵۲/۶۸**	۰/۱۵**	۰/۸۹**
بستر	۷	۱۵۱/۵۶**	۶۰۹/۵۷**	۲۹۷/۴**	۳۴۷۱/۹۴**	۵۱/۵۲**	۰/۰۳**	۱/۸**
کود زیستی بستر	۷	۵۸/۴۹**	۲۴۱۵/۳۵**	۶۸/۴۵**	۳۶۰/۰۱**	۳/۶۹**	۰/۰۳**	۰/۶۳**
خطا	۴۵	۳/۴۴	۴۱۳/۹۲	۰/۰۸	۷۰۹/۴۵	۰/۴۸	۰/۸۶	۰/۲۴
(٪) ضریب تغییرات		۳۷/۴۱	۱۹/۷۵	۴۳/۸۶	۱۰/۸۳	۵۶/۹۶	۳۱/۱	۲۷/۷۴

**درسطح آماری ۱ درصد معنی‌دار است.

اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی و زیرزمینی گیاهان در پایان آزمایش از گلدان خارج و اندام‌زیرزمینی گیاهان در ناحیه‌ی طوقه گیاه از بخش هوایی جدا و بخش زیرزمینی با آب شسته شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند و وزن خشک اندام هوایی و زیرزمینی با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری گردید. آنتوسیانین گلبرگ از طریق عصاره‌گیری در محلول حاوی ۸۵ درصد اتانول و ۱۵ درصد اسید هیدروکلریک با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۵ نانومتر اندازه‌گیری و محتوی آنتوسیانین بر اساس رابطه‌ی (۱ و ۲) محاسبه گردید (۲۴).

$$(d \times b \times c) \div (c \times a) \times 100 \qquad (۱)$$

(۲) رابطه‌ی (۱) ÷ ۹۸/۲

که در آن؛ a وزن نمونه، b مقدار رنگ ساخته‌شده برای رنگ‌سنجی، c: مقدار محلول ساخته‌شده‌ی کل و d مقدار عدد اندازه‌گیری در طول موج ۵۳۵ نانومتر می‌باشند.

برای اندازه‌گیری فسفر، پس از تهیه‌ی عصاره‌ی گیاه و ترکیب با آمونیوم مولیبدات وانادات، محلول با آب‌مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده، میزان جذب نور زرد، به‌وسیله‌ی اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و با استفاده از منحنی رسم کالیبراسیون، مقدار فسفر محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از این تحقیق توسط نرم‌افزار SPSS و مقایسه‌ی میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت

نتایج و بحث

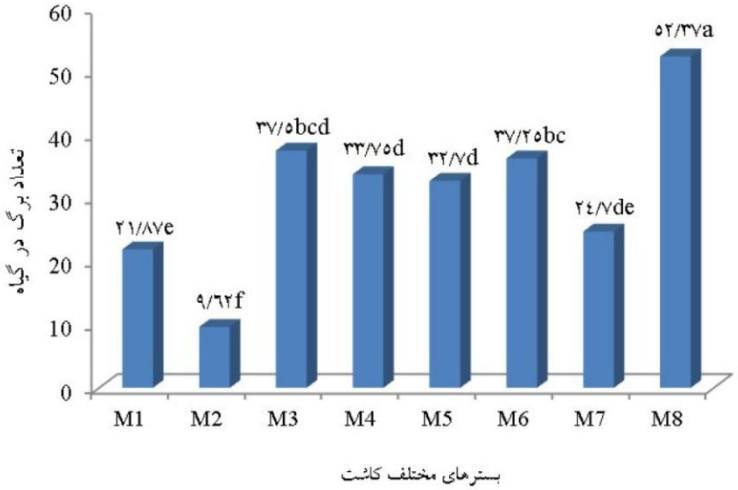
طبق نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده، کاربرد کود فسفات زیستی بارور ۲ و بسترهای کاشت و اثر متقابل بین دو عامل بر روی کلیه‌ی صفات مورد نظر دارای اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد است (جدول ۴). با توجه به جدول ۶ بین تیمار شاهد (خاک باغچه + ماسه) و سایر تیمارها اختلافی معنی‌دار در ارتباط با تمامی صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری‌شده وجود دارد.

تعداد برگ

اثر کاربرد کود فسفات زیستی افزایش معنی‌داری را از نظر تعداد برگ در مقایسه با نمونه‌ی شاهد نشان می‌دهد (جدول ۵). طبق نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین اثر بسترهای مختلف کاشت، تیمار M8 (ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۵۲/۳۷ عدد، بیشترین تعداد برگ در گیاه و تیمار M2 (خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۹/۶۲ عدد کمترین تعداد برگ در گیاه

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر کود فسفات زیستی بر صفات اندازه‌گیری‌شده گیاه شمعدانی‌پیچ

تیمار	تعداد برگ	سطح برگ (cm^3)	تعداد گل‌آذین	آنتوسیانین گلبرگ (mg/100g DW)	وزن خشک اندام‌هوایی (g)	وزن خشک اندام زیرزمینی (g)	فسفر اندام‌هوایی (mg/kg)
B0	۲۸/۸۰b	۳۷۰/۶۵b	۳/۲۰b	۶۳/۰۰b	۴/۴۲b	۰/۱۸b	۲/۳۱b
B1	۳۵/۷۲a	۵۵۶/۳۷a	۴/۵۰a	۸۱/۰۰a	۶/۲۴a	۰/۲۷a	۲/۹۱



شکل ۱. اثر بسترهای کاشت بر تعداد برگ گیاه شمعدانی‌پیچ

M1 (شاهد): خاک‌باغچه + ماسه، M2: خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله‌شهری، M3: خاک باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان، M4: خاک‌باغچه + کوکوپیت + خاک آب‌بندان، M5: خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری، M6: خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله‌شهری + خاک آب‌بندان، M7: ماسه + خاک برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری، M8: ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان

دارا بودند (شکل ۱). همچنین نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل عامل‌ها بر تعداد برگ در گیاه گویای آن است که، بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در بین تیمارها، تیمار M8B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۵۹/۵ عدد و تیمار M2B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۸ عدد برگ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد برگ در گیاه بودند (جدول ۶).

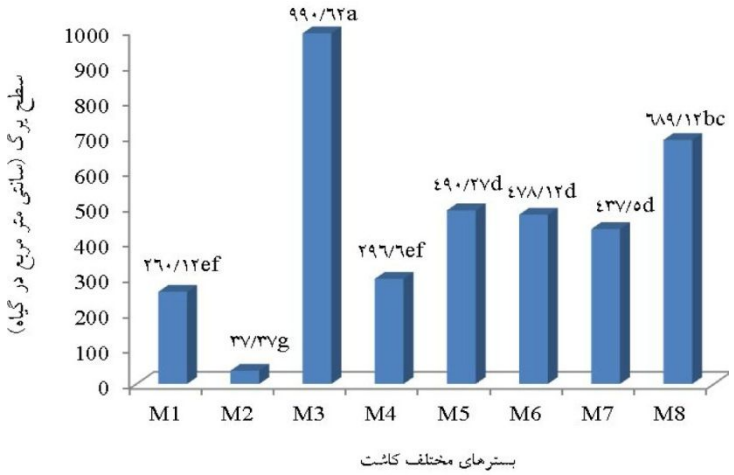
سطح برگ

نتایج نشان می‌دهد که گیاهان تلقیح‌شده با کود فسفات زیستی سطح برگ بیشتری در مقایسه‌ی با شاهد دارند (جدول ۶). بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر تیمارهای بستر کاشت، تیمار M3 (خاک‌باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان) با میانگین سطح برگ ۹۹۰/۶۲ سانتی‌متر مربع در هر گیاه، افزایش قابل‌توجهی نسبت به سایر تیمارها داشت و تیمار M2 (خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۳۷/۳۷ سانتی‌متر مربع در هر گیاه دارای کمترین میزان سطح برگ بود (شکل ۲). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل داده‌های آزمایش، تیمارهای M3B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان) و M3B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان) به‌ترتیب با میانگین سطح برگ ۹۳۴/۲۵

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کاشت با کود فسفات زیستی بر صفات اندازه‌گیری‌شده گیاه شمعدانی‌پیچ*

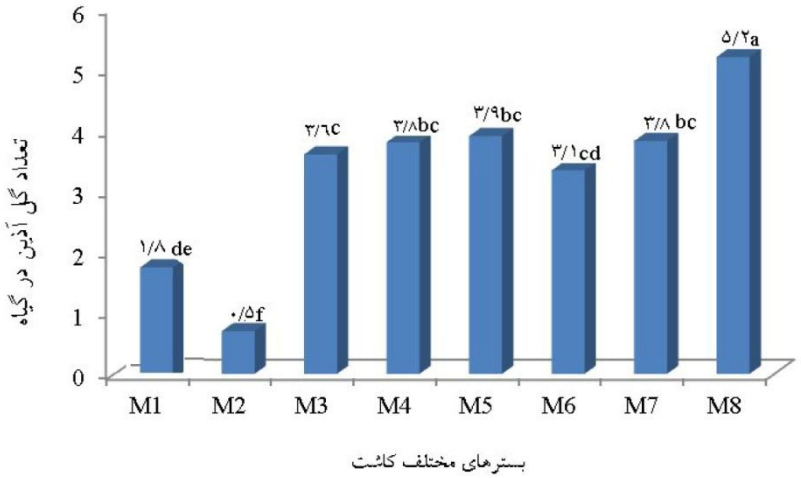
تیمار	تعداد برگ	سطح برگ (cm^3)	تعداد گل‌آذین	آنتوسیانین گلبرگ (mg/100g DW)	وزن خشک اندام‌هوایی (g)	وزن خشک اندام زیرزمینی (g)	فسفر اندام‌هوایی (mg/kg)
M1B0	۱۷/۰۰ef	۲۶۶/۵۰gh	۱/۹۰fg	۴۹/۸۲ef	۲/۸۰ef	۰/۱۰g	۱/۱۰f
M2B0	۸/۰۰f	۳۷/۲۵hij	۰/۵۰h	۵۵/۸۷c	۱/۴۹g	۰/۲۰c	۱/۶۰ef
M3B0	۳۲/۰۰d	۹۳۴/۲۵b	۳/۷۰de	۶۸/۵۷de	۶/۹۷ab	۰/۱۷e	۲/۹۲abcd
M4B0	۳۷/۲۵bcd	۲۹۸/۲۵ghi	۴/۲۰cd	۶۵/۷۵de	۵/۹۹bc	۰/۱۴f	۲/۱۵de
M5B0	۳۵/۲۵bcd	۴۵۸/۵۰ef	۳/۷۰de	۱۰۴/۹۲b	۸/۳۰a	۰/۳۸a	۲/۶۲bcd
M6B0	۳۳/۷۵d	۶۲۱/۵۰cd	۳/۱۰e	۹۰/۱۷c	۳/۳۹e	۰/۲۹b	۲/۷۰bcd
M7B0	۳۳/۲۵e	۴۲۶/۵۰ef	۳/۵۰de	۴۶/۱۷f	۱/۹۶fg	۰/۲۰c	۲/۶۷bcd
M8B0	۵۲/۵۰a	۶۲۱/۵˚cd	۴/۹۰b	۵۵/۹۲e	۴/۵۱d	۰/۱۹cd	۲/۷۲bcd
M1B1	۲۷/۲۵de	۴۲۲/۷۵ef	۳/۱۰e	۵۰/۱۷ef	۳/۳۶e	۰/۱۱fg	۲/۵۲bcd
M2B1	۱۶/۷۵efc	۳۹/۵۰h	۱/۰۰gh	۵۷/۳۵e	۱/۴۳g	۰/۲۰c	۲/۲۵cde
M3B1	۳۵/۵۰bd	۱۰۴۶/۲۵a	۴/۳۰cd	۹۵/۴۷bc	۸/۸۰a	۰/۱۸cd	۳/۰۰ab
M4B1	۳۵/۲۵bcd	۶۴۱/۲۵cd	۴/۷۰c	۸۲/۴۲cd	۶/۷۰bc	۰/۱۹cd	۳/۲۲ab
M5B1	۳۶/۲۵bcd	۶۸۹/۷۵cd	۲/۴۰cd	۱۱۸/۱۵a	۹/۹۹a	۰/۳۸a	۳/۶۲a
M6B1	۳۹/۲۵bc	۶۶۲/۲۵cd	۵/۰۰b	۱۱۶/۹۲a	۶/۲۶bc	۰/۳۰b	۲/۸۵bcd
M7B1	۳۲/۷۵d	۴۸۸/۵۰ef	۴/۷۰c	۵۳/۴۰e	۵/۶۵c	۰/۲۰c	۲/۸۵bcd
M8B1	۵۹/۲۵a	۶۸۸/۷۵cd	۵/۹۰a	۷۵/۴۷d	۷/۷۳a	۰/۳۱b	۲/۸۰bcd

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



شکل ۲. اثر بسترهای کاشت بر سطح برگ گیاه شمعدانی‌پیچ. تیمارها در شکل ۱ معرفی شده‌اند

و ۱۰۴۶/۲۵ سانتی‌متر مربع در هر گیاه دارای بیشترین میزان سطح برگ و تیمارهای M2B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) و M2B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ باخاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) به ترتیب با میانگین ۳۷/۲۵ و ۳۹/۵ سانتی‌متر مربع در هر گیاه دارای کمترین سطح برگ بودند (جدول ۶). بر اساس نتایج سطوح عناصر غذایی بسترهای کاشت (جدول ۳)، گیاهانی که تعداد و



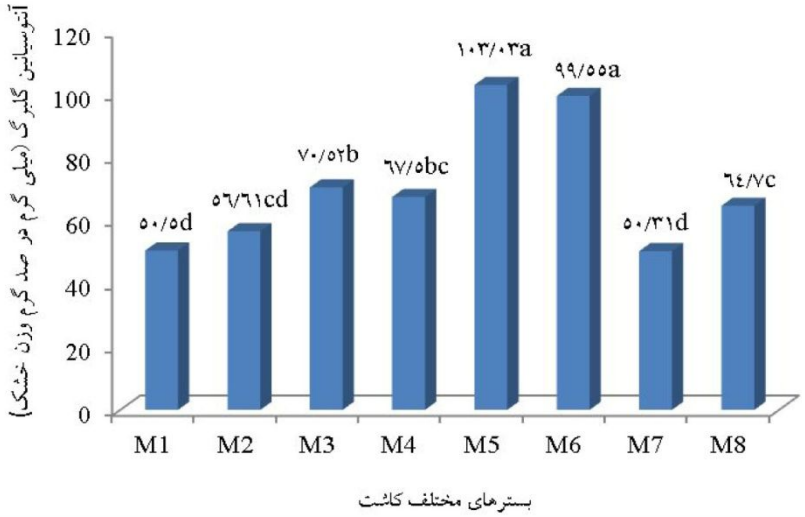
شکل ۳. اثر بسترهای کاشت بر تعداد گل‌آذین گیاه شمعدانی‌پیچ. تیمارها در شکل ۱ معرفی شده‌اند

سطح برگ بیشتری داشتند از سطوح مطلوب‌تری از عناصر غذایی نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند.

در شرایط حضور مواد آلی در بستر کاشت، ریز سازواره‌ها با تغذیه از این مواد، سریعاً تکثیر و با افزایش جمعیت، روند تجزیه‌ی مواد آلی موجود را تسریع می‌بخشند. تسریع در تجزیه‌ی مواد آلی، منجر به افزایش فراهمی مواد غذایی مورد نیاز گیاه در سیستم خاک-گیاه شده و در نهایت رشد و نمو گیاه با جذب این مواد بهبود می‌یابد (۴۳) و این امر منجر به بهبود عملکرد رویشی و توسعه‌ی برگ‌ها می‌شود (۴۲). نقش کود فسفات زیستی در افزایش تعداد برگ و سطح برگ را می‌توان به افزایش جذب مواد غذایی به‌ویژه فسفر نسبت داد. همچنین بین افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه با فتوسنتز، ماده‌ی خشک و سطح برگ رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد (۵)، که با نتایج حاضر مطابقت دارد. طبق گزارش‌های قبلی این رابطه را می‌توان به کاربرد کود زیستی و مواد آلی نسبت داد. طاها و همکاران (۳۶) طی تحقیقی بیان کردند که، کاربرد کودهای زیستی به‌همراه کودهای آلی و هر کدام به‌صورت مجزا منجر به افزایش تعداد و توسعه برگ در مقایسه با تیمار شاهد بر روی کدو تابستانه (*Cucurbita* spp.) شد. دلجوی توحیدی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که، استفاده از مواد آلی مانند کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات چای به همراه خاک باغچه در بستر کاشت منجر به افزایش تعداد برگ در گیاه میناچمنی (*Bellis perennis*) در مقایسه با کاربرد خاک‌باغچه به تنهایی در بستر کاشت گردید.

تعداد گل‌آذین

نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کود فسفات زیستی منجر به افزایش تعداد گل‌آذین گیاه در مقایسه با شاهد شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر بستر کاشت حکایت از آن دارد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به طوری که تیمار M8 (ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) با میانگین ۵/۲ عدد گل‌آذین در گیاه عملکرد بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها داشت. همچنین تیمار M2 (خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۰/۵ عدد گل‌آذین در گیاه، دارای کمترین تعداد گل‌آذین بوده است (شکل ۳). نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که، بین تیمارهای اثر متقابل کود فسفات زیستی و بسترهای مختلف کاشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بر اساس نتایج حاضر، تیمار M8B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با ماسه + کمپوست ضایعات چای + کوکوپیت + خاک آب‌بندان) و تیمار M2B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه



شکل ۴. اثر بسترهای کاشت بر محتوی آنتوسیانین گلبرگ گیاه شمعدانی‌پیچ. تیمارها در شکل ۱ معرفی شده‌اند

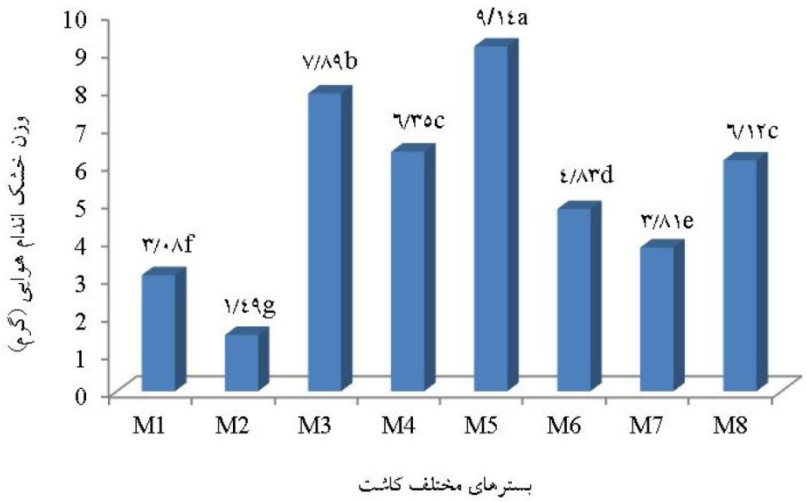
+ کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۵/۹ و ۰/۵ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد گل‌آذین در هر گیاه بودند (جدول ۶).

افزایش تعداد گل‌آذین با مصرف کود فسفات زیستی را می‌توان به افزایش جذب فسفر توسط گیاه در حضور ریز سازواره‌های فسفات نسبت داد. فسفر عنصری اصلی در فرایند گلدهی است (۲۸). نقیب المونیم و همکاران (۲۶)، طی تحقیقی بر روی گیاه کلم نشان دادند که، عملکرد گل در اثر کاربرد کودهای آلی افزایش یافت. این محققان علت افزایش تعداد گل را اثر مثبت مصرف کودهای آلی به‌همراه کودهای زیستی بر توسعه‌ی ریشه و افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه دانسته‌اند (۴۵). بی و اوانس (۹) طی یک بررسی به این نتیجه دست یافتند که کاربرد کودهای آلی منجر به افزایش گلدهی در گیاه جعفری (*Tagetes patula*) در مقایسه با نمونه کنترل شد. پژوهشگران بیان کردند که، بهبود خصوصیات شیمیایی بستر و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه با کاربرد کودهای آلی منجر به افزایش عملکرد گلدهی در گیاه شد. مباحث مطرح شده با نتایج حاضر مطابقت دارد.

آنتوسیانین گلبرگ

مقایسه‌ی میانگین داده‌های اثر کود فسفات زیستی نشان می‌دهد که کاربرد کود زیستی منجر به افزایش مقدار رنگیزه آنتوسیانین در مقایسه با تیمار شاهد شده است (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر بسترهای کاشت تیمار M5 (خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) با میانگین۱۰۳/۰۳ میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک بیشترین مقدار رنگیزه را دارد و تیمار M7 (ماسه + خاک برگ جنگلی + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۵۰/۳۱ میلی‌گرم در صدگرم وزن خشک دارای کمترین مقدار آنتوسیانین در گلبرگ است (شکل ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل بر محتوی آنتوسیانین موجود در گلبرگ نشان می‌دهد که تیمار M5B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) و M6B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری + خاک آب‌بندان) به ترتیب با میانگین ۱۱۸/۱۵ و ۱۱۶/۹۲ میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک و تیمار M7B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۴۶/۱۷ میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار آنتوسیانین در گلبرگ هستند (جدول ۶).

با بررسی نتایج مشخص گردید که، بین افزایش محتوی آنتوسیانین در گیاهان با مقدار برخی عناصر میکرو مانند روی و

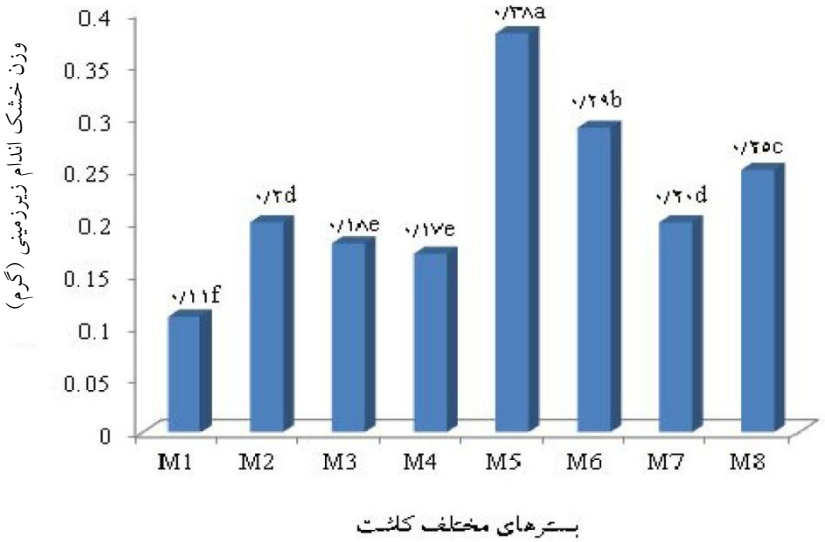


شکل ۵. اثر بسترهای کاشت بر وزن خشک اندام‌هوایی گیاه شمعدانی‌پیچ. تیمارها در شکل ۱ معرفی شده‌اند

منگنز در بستر کاشت، رابطه مستقیمی وجود دارد (جدول ۳ و شکل ۴). استفاده از کودهای آلی مانند کمپوست زباله شهری می‌توانند منجر به افزایش محتوی آنتوسیانین گردد. این مواد سبب افزایش عنصر روی قابل جذب در خاک شده و افزایش روی در گیاه باعث افزایش محتوای آنتوسیانین در گیاه می‌شود که، علت این پدیده تجمع زیاد روی در حضور کودهای آلی در شکل‌های محلول و تبادلی است (۳۸). همچنین افزایش منگنز در بستر و بافت گیاهی نقش افزایشی در محتوی آنتوسیانین دارد (۴۰). پاپافیتو و همکاران (۲۹) در بررسی مشاهده نمودند، با کاربرد بسترهای حاوی کمپوست حاصل از ضایعات کشاورزی به عنوان جایگزین پیت، در پرورش گیاه کروتون (*Codiaeum variegatum*) مقدار رنگ قرمز در سطح برگ افزایش یافت که با افزایش غلظت آنتوسیانین مرتبط است. علت افزایش آنتوسیانین در اثر کود فسفات زیستی را می‌توان به افزایش فرم قابل‌جذب عناصر روی و منگنز در بستر توسط ریزسازواره‌های موجود در کود از طریق کاهش pH و ترشح اسیدهای آلی در بستر نسبت داد (۱۶). همچنین آنتوسیانین تحت شرایط اسیدی پایداری بیشتری از خود نشان می‌دهد (۳۹). اسچمیتزر و استامپار (۳۴) طی تحقیقی بر روی گیاه رز (*Rosa × hybrida* L. 'KORcrisett') به این نتیجه دست یافتند که، گیاهان کاشته شده در بسترهایی با اسیدیته پایین‌تر حاوی آنتوسیانین بیشتری بودند. افزایش شوری می‌تواند تاثیری منفی بر پایداری آنتوسیانین داشته باشد (۳۳)، از این رو بر اساس نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی بسترهای کاشت (جدول ۲)، علت تغییر محتوی آنتوسیانین گلبرگ در برخی تیمارها را می‌توان به این عامل هم نسبت داد. در این راستا ابوبکر و مصطفی (۴) در تحقیقی بر روی گیاه ختمی (*Hibiscus sabdariffa*) به این نتیجه دست یافتند که، کاربرد کودهای زیستی به همراه کود شیمیایی منجر به افزایش مقدار آنتوسیانین در مقایسه با گیاه شاهد در تمام فصول زراعی مورد آزمایش در این تحقیق شد.

وزن خشک اندام هوایی

نتایج مقایسه میانگین داده‌های کاربرد کود فسفات زیستی نشان می‌دهد که، کود فسفات زیستی منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شده است (جدول ۵). طبق مقایسه میانگین داده‌های بسترهای مختلف کاشت، تیمار M5 (خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۹/۱۴ گرم در گیاه و تیمار M2 (خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۱/۴۹ گرم در گیاه به ترتیب بیشترین و کمترین وزن‌خشک را داشتند (شکل ۵). مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل دو عامل کود زیستی و بسترهای مختلف کاشت نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود



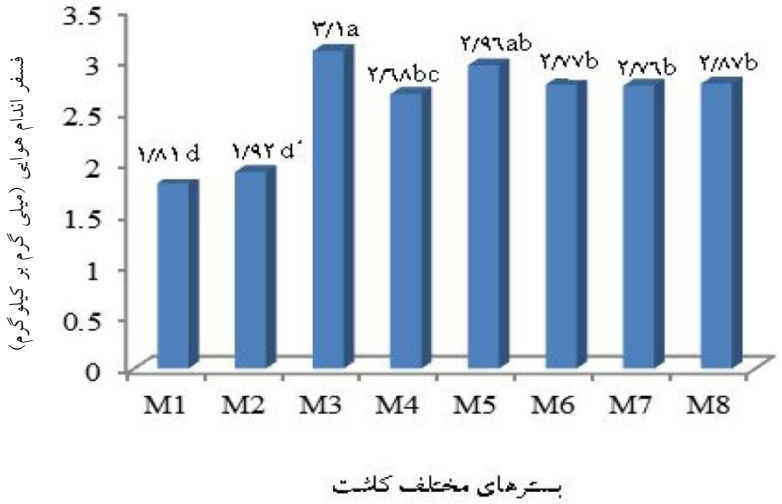
شکل ۶. اثر بسترهای کاشت بر وزن خشک اندام زیرزمینی گیاه شمعدانی‌پیچ. تیمارها در شکل ۱ معرفی شده‌اند

و تیمارهایM5B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری)، M3B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان) و M5B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) به ترتیب با میانگین ۹/۹۹، ۸/۸ و ۸/۳ گرم در گیاه دارای بیشترین میزان وزن خشک بودند. تیمار M2B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) و M2B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + کوکوپیت + کمپوست زباله شهری) به ترتیب با میانگین ۱/۴۹ و ۱/۴۳ گرم در گیاه دارای کمترین میزان وزن خشک بودند (جدول ۶).

وزن خشک اندام زیرزمینی

نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر کاربرد کود فسفات زیستی نشان می‌دهد که کود فسفات زیستی منجر به افزایش وزن خشک ریشه در مقایسه با تیمار شاهد شده است (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه‌ی میانگین بسترهای مختلف کاشت، تیمار M5 (خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) با میانگین ۰/۳۸ گرم در گیاه و تیمار M1 (خاک‌باغچه + ماسه) با میانگین ۰/۱۱ گرم در گیاه به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک را دارند (شکل ۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل دو عامل تغییرات معنی‌داری را بین تیمارها نشان می‌دهد. در بین تیمارها، تیمارهای M5B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) و M5B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) با میانگین وزن ۰/۳۸ گرم در گیاه، بیشترین میزان وزن خشک و تیمار M1B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲ با خاک‌باغچه + ماسه) با میانگین ۰/۱ گرم در گیاه، کمترین وزن خشک را داشته است (جدول ۶).

افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه با سطح‌برگ و افزایش ماده خشک گیاه رابطه مستقیمی دارد، که این روابط را می‌توان به کاربرد کود فسفات زیستی و مواد آلی نسبت داد (۵). وجود مواد آلی در بستر کاشت از طریق افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود فراهمی عناصر غذایی می‌تواند موجب افزایش ماده خشک تولیدی شود (۲۷). با توجه به نتایج حاضر می‌توان بیان کرد که مواد ترشح شده از ریز سازواره‌های موجود در کود زیستی و مواد آلی با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی



شکل ۷. اثر بسترهای کاشت بر فسفر اندام‌هوایی گیاه شمعدانی‌پیچ. تیمارها در شکل ۱ معرفی شده‌اند

خاک، منجر به بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه و به دنبال آن باعث افزایش وزن خشک گیاه می‌شوند. عباس‌نیای زارع و همکاران (۲) طی بررسی بیان نمودند که کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ به تنهایی و به صورت مکمل با سایر کودهای زیستی منجر به افزایش وزن خشک گیاه اسپاتی‌فیلوم (*Spathiphyllum illusion*) در مقایسه با تیمار شاهد شد. هاشم‌آبادی و همکاران (۱۸) نشان دادند که روش‌های مختلف کاربرد کود فسفات‌زیستی بارور ۲ منجر به افزایش درصد ماده خشک در مقایسه با شاهد روی گیاه جعفری (*Tagetes erecta* L.) شده است. طبق گزارشات چمن‌گشت و همکاران (۱۰) با کاربرد کودهای زیستی وزن خشک در گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.) در مقایسه با گیاه شاهد افزایش یافت. بر اساس نتایج طاها و همکاران (۳۷)، کاربرد کودهای زیستی به‌همراه کودهای آلی و هر کدام به صورت مجزا منجر به افزایش وزن خشک گیاه در مقایسه با شاهد در گیاه کدو تابستانه (*Cucurbita* spp.) گردید.

فسفر اندام هوایی

نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌های اثر کاربرد کود فسفات‌زیستی نشان می‌دهد که کود فسفات‌زیستی منجر به افزایش فسفر اندام‌هوایی گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شده است (جدول ۵). نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌های اثر بسترهای مختلف کاشت بیان کننده آن بود که تیمار M3 (خاک‌باغچه + ماسه + خاک آب‌بندان) با میانگین ۳/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در وزن خشک اندام‌هوایی گیاه و تیمار M1 (خاک باغچه + ماسه) با میانگین ۱/۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در وزن خشک اندام‌هوایی گیاه به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار فسفر در اندام هوایی را داشته‌اند (شکل ۷). نتایج مقایسه میانگین حاصل از اثر متقابل تیمارها نشان می‌دهد که تیمارهای M5B1 (کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه + کمپوست زباله شهری) و M1B0 (عدم کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با خاک‌باغچه + ماسه) با میانگین۳/۶۲ و ۱/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در وزن خشک اندام‌هوایی گیاه به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار فسفر در اندام‌هوایی گیاه بودند (جدول ۶).

باکتری‌های حل‌کننده فسفات در اثر مصرف کودهای بیولوژیک با ترشح اسیدهای‌آلی مانند اسید اگزالیک و اسید سیتریک و کاهش اسیدیته خاک و ترشح آنزیم فسفاتاز، با توسعه سیستم ریشه منجر به قابل‌دسترس‌شدن فسفر آلی و افزایش راندمان جذب فسفر در خاک و به دنبال آن افزایش فسفر در اندام‌های گیاهی می‌شوند (۱۲). همچنین مصرف مواد

آلی می‌تواند در افزایش فسفر قابل‌جذب خاک موثر باشد. گزارش‌های زیادی نشان می‌دهد که استفاده از مواد آلی در بستر کاشت می‌تواند حلالیت فسفر موجود در خاک را افزایش دهد و منجر به کاهش تثبیت فسفر و در نتیجه افزایش دسترسی گیاه به این عنصر شود (۱۶، ۷، ۲۰). چند و همکاران (۱۱) طی تحقیقی بر روی گیاه شمعدانی (*Pelargonium* spp.) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی، ورمی‌کمپوست و کودهای آلی، منجر به افزایش فسفر بستر در مقایسه با تیمار شاهد گردید وو و همکاران (۴۱) طی تحقیقی بیان نمودند که مصرف کودهای بیولوژیک علاوه بر بهبود وضعیت غذایی گیاه ذرت (*Zea mays* L.) موجب بهبود خصوصیات خاک نیز شد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به دست‌آمده، تیمار M8B1 (کاربرد کود زیستی با بستر ماسه + کوکوپیت + کمپوست ضایعات چای + خاک آب‌بندان) در مجموع دارای بهترین عملکرد در مقایسه با سایر تیمارها بود و صفات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری‌شده بستر کاشت و تجزیه گیاهی، گیاهان کاشته شده در این بستر، متناسب با حدود استاندارد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر و عناصر غذایی حاصل از تجزیه بافت گیاه شمعدانی‌پیچ می‌باشد. همچنین با توجه به خسارات زیست محیطی کودهای شیمیایی، کود فسفات زیستی بارور ۲ به همراه این بستر کاشت می‌تواند مکمل و حتی جایگزینی برای کودهای شیمیایی فسفاته به منظور پرورش این گیاه باشد و مواد آلی استفاده شده در این بستر می‌تواند جایگزین مناسبی برای مواد آلی گران‌قیمت و کم‌دسترس مانند پیت‌ماس باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، آقای دکتر محمدی‌ترکاشوند، ریاست محترم دانشکده کشاورزی آقای دکتر صفرزاده و کلیه کارکنان بخش تحقیقاتی این واحد دانشگاهی، همچنین از جناب آقای دکتر محمودی عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران و آقای مهندس جعفرزاده سرپرست آزمایشگاه خاک‌شناسی این مرکز تحقیقاتی که شرایط لازم را برای انجام این پژوهش فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

۱. شریفی‌اصل، ر.، ع.ع. شجاعیان، م. صیدی و ع. ر. گیتی. ۱۳۹۰. بررسی اثرات سطوح مختلف اسیدیته آب آبیاری بر کمیت و کیفیت دو رقم شمعدانی. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۶(۲): ۲۲۲-۲۲۹.

2. Abbasniayzare, S. Kh., Sh. Sedaghathoor and M.N. Padasht Dahkaei. 2012. Effect of biofertilizer application on growth parameters of *Spathiphyllum illusion*. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 12(5): 669-673.
3. Abdul Halim, N.B. 2009. Effects of using enhanced biofertilizer containing N-fixer bacteria on patchouli growth. Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, University of Malaysia, Pahang, 145 p.
4. Abo-Baker, A.A. and G.G. Mostafa. 2011. Effect of bio-and chemical fertilizers on growth, sepals yield and chemical composition of *Hibiscus sabdariffa* at new reclaimed soil of south valley area. Asian J. Crop Sci. 3: 16-25.
5. Ahmad, A., A. Noaim and H. Hamad. 2004. Effect of biofertilization along with different levels of nitrogen fertilizer application on the growth and grain yield of Hassawi rice (*Oryza sativa* L.). Sci. J. King Faisal Univ. (Basic Appl. Sci.) 5(2): 1425-1430.
6. Al-Menaie, H.S., A.A. AL-Shatti and N. Suresh. 2008. Effect of growing media on growth and flowering patterns of *gardenia jasminoides* under arid conditions. Eur. J. Sci. Res., 24(1): 69-73.
7. Ayaga, G., A. Todd and P.C. Brookes. 2006. Enhanced biological cycling of phosphorus increases its availability to crops in low-input sub-Saharan farming systems. Soil Biol. Biochem. 38: 81-90.
8. Baset-Mia, M.A., Z.H. Shamsuddin, Z. Wahab and M. Marziah. 2010. *Rhizobacteria* as bioenhancer and biofertilizer for growth and yield of banana (*Musa* spp. cv. 'Berangan'). Sci. Hort. 126: 80-87.
9. BI, G. and B.W. Evans. 2010. Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Marigold Growth and Flowering.

Hortic. Sci. 45(9):1373–1377.
10. Chamangasht, S., M.R. Ardakani, K. Khavazi, B. Abbaszadeh and S. Mafakheri. 2012. Improving lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth and yield by the application of biofertilizers. Ann. Biol. Res. 3(4): 1876-1879.
11. Chand, S., A. Pandey, M. Anwar and D.D. Patra. 2011. Influence of integrated supply of vermicompost, biofertilizer, and inorganic fertilizer on productivity and quality of rose scented geranium (*Pelargonium* species). Ind. J. Nat. Prod. Resour. 2(3): 375-382.
12. Criquet, S., E. Ferre, A.M. Farnet and J. Le Petit. 2004. Annual dynamics of phosphatase activities in an evergreen oak litter: Influence of biotic and abiotic factors. Soil Biol. Biochem. 36(7): 1111-1118.
13. Dabiri, M., F. Sefidkon, M. Yousefi and F. Bashiribod. 2011. Volatile components of *Pelargonium roseum* R. Br. Essen. Oil Bearing Plants 14(1): 114-117.
14. Deljooye Tohidi, T., A. Mohammadi Torkashvand and D. Hashemabadi. 2013. The possibility using some organic wastes as growth medium and nutrition method on the growth of English daisy (*Bellis perennis*). Eur. J. Exp. Biol. 3(2) :139-147.
15. Dole, J.M. and H.F. Wilkins. 1999. *Pelargonium* spp. *In*: Floriculture Principles and Species, Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.
16. Erich, M.S., C.B. Fitzgerald and G.A. Porter. 2002. The effect of organic amendment on phosphorus chemistry in a potato cropping system. Agric. Ecosys. Environ. 88: 79-88.
17. Gyaneshwar, P., G.N. Kumar, L.J. Parekh and P.S. Poole. 2002. Role of soil microorganisms in improving nutrition of plants. Plant Soil 245: 83-93.
18. Hashemabadi, D., F. Zaredost, M. Barari Ziyabari, M. Zarchini, B. Kaviani, M. Jadid Solimandarabi, A. Mohammadi Torkashvand and S. Zarchini. 2012. Influence of phosphate bio-fertilizer on quantity and quality features of marigold (*Tagetes erecta* L.). Aust. J. Crop Sci. 6(6): 1101-1109.
19. Kahriman, N., G. Tosun and H. Genc. 2010. Comparative essential oil analysis of *Geranium sylvaticum* extracted by hydrodistillation and microwave distillation. Turk. J. Chem. 34: 969-976.
20. Khan, K.S. and R.G. Joergensen. 2009. Changes in microbial biomass and P fractions in biogenic household waste compost amended with inorganic P fertilizers. Bioresour. Technol. 100: 303-309.
21. Khiari, L. and L.E. Parent. 2005. Phosphorus transformations in acid light-textured soils treated with dry swine manure. Can. J. Soil Sci. 85: 75-87.
22. Kocabas, I., M. Kaplan, M. Kurkcuoglu and K.H.C. Baser. 2010. Effects of different organic manure applications on the essential oil components of Turkish sage (*Salvia fruticosa* Mill.). Asian J. Chem. 22(2): 1599-1605.
23. Mamba, B. and P.K. Wahome. 2010. Propagation of geranium (*Pelargonium hortorum*) using different rooting medium components. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 7(5): 497-500.
24. Mazumdar, B.C. and K. Majumder. 2003. Methods on Physico-chemical Analysis of Fruits. Daya Pub. House, Delhi, India, pp. 93-139.
25. Mohammadi, K.H. and Y. Sohrabi. 2012. Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: A review. J. Agric. Biol. Sci. 7(5): 307-316.
26. Naguib, A.E.M., F.K. El-Baz, Z. A. Salama, H.A.E.B. Hanaa, H.F. Ali and A.A. Gaafar. 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of broccoli (*Brassica olaracea* var. Italica) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. J. Saudi Soc. Agric. Sci. 11: 135-142.
27. Pandey, R. 2005. Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia* pollens with bio-organics. Phytoparasitica 33(3): 304-308.
28. Panigrahi, K., M. Eggen, J.H. Maeng, Q. Shen and D.B. Berkowitz. 2009. The α,α-Difluorinated Phosphonate L-pSer-Analogue: An accessible chemical tool for studying kinase dependent signal transduciton. Chem. Biol.16: 928-936.
29. Papafotiou, M., B. Avajianneli, and C. Michos. 2007. Coloration, anthocyanin concentration, and growth of croton (*Codiaemum varigatum*) as affected by cotton gin trash compost use in the potting medium. Hort. Sci. 42: 83-87.
30. Rajendran, G., F. Sing, A.J. Desai and G. Archana. 2008. Enhanced growth and nodulation of pigeon pea by co-inoculation of *Bacillus* strains with *Rhizobium* spp. Bioresour. Technol. 99(11): 4544-4550.
31. Riaz, A., M. Arshad, A. Younis, A. Raza and M. Hameed. 2008. Effect of different growing media on the growth and flowering o*f Zinnia elegans* cv. Blue Point. Pak. J. Bot. 40(4): 1579-1585.
32. Rosso, V.V. and A.Z. Mercadante. 2007. The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. Food Chem. 103: 935-943.
33. Rudresh, D.L., M.K. Shivaprakash and R.D. Prasad. 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Appl. Soil Ecol. 28: 139-146.
34. Schmitzer, V. and F. Stampar. 2010. Substrate pH level effects on anthocyanins and selected phenolics in *Rosa* × *hybrida* L. 'KORcrisett'. Acta agric. Slov. 59(1): 5-11.

35. Shalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egypt. J. Agric. Res. 83(1): 271-284.
36. Soumare, M., G. Tack and M.G. Verloo. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresour. Technol. 86: 15-20.
37. Taha, Z.S., H.M. Ghurbat and A.T. Jiyana. 2011. Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. Sarhad J. Agric. 27(3): 377-383.
38. Tripathi, B.N., S.K. Mehta, A. Amar and J.P. Gaur. 2006. Oxidative stress in *Scenedesmus* sp. during short- and long-term exposure to Cu^{2+} and Zn^{2+}. Chemosphere 62: 538-544.
39. Tsai, P.G., Y.Y. Hsieh and T.C. Huang. 2004. Effect of sugar on anthocyanin degradation and water mobility in a roselle anthocyanin model system using ONMR. J. Agric. Food Chem. 52(10): 3097-3099.
40. Venkatesan, S., K.V. Hemalatha and S. Jayaganesh. 2007. Characterization of manganese toxicity and its influence on nutrient uptake, antioxidant enzymes and biochemical parameters in tea. Res. J. Phytochem. 1(2): 52-60.
41. Wu, S.C., Z.H. Cao, Z.G. Li, K.C. Cheung and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.
42. Yaduvanshi, N.P.S. 2003. Substitution of inorganic fertilizers by organic manures and effect on soil fertility in rice-wheat rotation on reclaimed sodic soil in India. J. Agric. Sci. 140: 161-168.
43. Yan, P.S. and H.L. Xu. 2002. Influence of EM bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields. J. Sustain. Agric. 19: 105-112.
44. Zaidi, A., M. Saghir Khan and M.D. Amil. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Agron. 19: 15-21.
45. Zaki, M.F., A.A.M. Abdelhafez and E.Y. Camilia. 2009. Influence of biofertilization and nitrogen sources on growth, yield and quality of broccoli (*Brassica oleracea* Var. Italica). Egypt. J. Appl. Sci. 24: 86-111.