به زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۳
صفحه‌های ۵۷۱-۵۵۵

آزولا معضلی زیست‌محیطی یا بستر رشد مناسب گیاهان زینتی؟

علی محمدی ترکاشوند [۱]*، مریم میرحسینی مقدم [۲]، بهزاد کاویانی [۳]

۱. دانشیار، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۲. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۳. استادیار، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۱/۱۵

چکیده

سرخس آزولا با توجه به شرایط آب‌وهوایی استان گیلان در سطح تالاب‌ها و آبگیرهای منطقه از رشد مناسبی برخوردار است. با توجه به معضلات زیست محیطی تجمع آزولا، اثر کمپوست آزولا همراه با محلول غذایی به منزلهٔ بستر مناسب در جایگزینی با پیت در پرورش گیاه زینتی دراسنا در ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان بررسی شد. تیمار شاهد بستر پیت- پرلیت به نسبت حجمی ۱:۲ بود و کمپوست آزولای تولید شده در مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حجمی به‌جای پیت جایگزین شد. تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایهٔ طرحی کاملاً تصادفی و در سه تکرار با نود گیاه (دراسنا) در یک بازهٔ زمانی چهارماهه انجام شد. خصوصیات بستر شامل جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، هدایت الکتریکی، اسیدیته، نسبت C/N و میزان فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز اندازه‌گیری شد. شاخص‌های رشد گیاه شامل وزن خشک برگ و ساقه، وزن تر برگ و ساقه، ارتفاع گیاه، قطر طوقه و تعداد برگ اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در برگ گیاه دراسنا اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان رشد در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا با محلول غذایی و کمترین میزان رشد در تیمارهای شاهد و ۲۵ درصد کمپوست آزولا بود. کمپوست آزولا بدون مصرف محلول غذایی اثر بیشتری بر رشد گیاه در مقایسه با بستر شاهد حتی با مصرف محلول غذایی داشت.

کلیدواژه‌ها: بستر کشت، پیت، دراسنا، کمپوست، لاهیجان.

*نویسنده مسئول Email: m.torkashvand54@yahoo.com

۱. مقدمه

سرخس آزولا[1] نوعی گیاه شناور در سطح آب و بومی آسیای جنوب‌شرقی و آفریقاست. پراکنش سریع این گیاه در سراسر دنیا و رشد سریع و تثبیت نیتروژن آن توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. آزولا در هم‌زیستی با جلبک آنابینا قابلیت جذب نیتروژن و نیتروژن هوا را به‌دست می‌آورد. وظیفهٔ تأمین مواد غذایی جلبک به عهدهٔ آزولاست و جلبک نیز در مقابل نیتروژن مورد نیاز آزولا را فراهم می‌کند. این گیاه شناور به منزلهٔ کود بیولوژیکی یا آلی در بسیاری از کشورها بررسی و آثار مثبت آن در افزایش محصول مشخص شده است [۲۱]. این گیاه را در سال ۱۳۶۵ سازمان تحقیقات علمی صنعتی ایران به عنوان گیاه جاذب نیتروژن برای اجرای طرح‌های مطالعاتی از کشور فیلیپین وارد کشور کرد، اما پس از مدت کوتاهی از آبگیرهای استان گیلان سردرآورد. ورود آزولا در منطقهٔ گیلان طی چند سال اخیر پیامدهای نامطلوبی داشته است، به‌طوری که برنج‌کاران با مشکل جدی مواجه شده‌اند. کارشناسان معتقدند رشد شناور و بیش از حد این گیاه در سطح تالاب انزلی باعث شده تا اکثر گیاهان بومی این زیستگاه جهانی به دلیل خفگی نابود شوند و نفس زندگی این زیست‌بوم (اکوسیستم) چند هزارساله به شماره بیفتد. علاوه بر نابودی گیاهان بومی تالاب انزلی، پوشش کامل سطح آب تالاب از این گیاه، مانع نفوذ نور و رشد گیاهان اکسیژن‌ساز شده و گسترش و رشد باکتری‌های متعفن غیرهوازی را به‌دنبال داشته است [۶].

کشاورزان فیلیپین از مخلوط کردن آزولا با فضولات خوک تولید بیوگاز کرده‌اند. تخمیر بی‌هوازی این مخلوط گاز متان تولید می‌کند که برای روشنایی و پخت‌وپز استفاده می‌شود. مواد باقی‌مانده از تخمیر آزولا محتوی مواد و عناصر غذایی است که در تودهٔ اولیه وجود دارد و به صورت کود برای شالیزار استفاده می‌شود [۲۷]. آزولا از نظر تولید بیوماس، تثبیت نیتروژن و چرخهٔ مواد غذایی کارایی بالایی دارد و از نظر بوم‌شناختی (اکولوژیکی) کود طبیعی مناسبی است [۲۸]. بررسی آزولا از نظر مواد غذایی نشان داده که میزان عناصر غذایی در دوره‌های زمانی مختلف متغیر است و به‌طور میانگین ۳/۵ درصد نیتروژن، ۳/۸ درصد پتاسیم و ۰/۶ درصد منیزیم دارد و فاقد سرب و جیوه یا آرسنیک است [۸].

با افزایش آگاهی از خطرات زیست‌محیطی ناشی از ضایعات آلی و به‌منظور کاهش مصرف منابع تجدیدناپذیر مثل پیت، استفادهٔ بیشتر از بیوسالیدهای کمپوست‌شده در کشاورزی توصیه شده است [۱۱، ۲۳]. کاربرد کمپوست آزولا در ترکیب با بستر کشت در فیکوس بنجامین ابلق توانسته است طی دورهٔ رشد نیاز غذایی گیاه را تأمین کند [۴]. در آزمایشی اثر استفاده از آزولای تازه و کمپوست شده بر عملکرد دانه و جذب عناصر غذایی توسط برنج به‌تنهایی یا همراه با کود اوره (به مقدار ۱۲۰ کیلوگرم) بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از کمپوست مشکلی از نظر کیفیت برنج ایجاد نکرد و سبب افزایش عملکرد برنج شد [۲]. بررسی آثار کمپوست آزولا بر درصد نگهداری آب در خاک و میزان تبخیر از دو نوع خاک با بافت‌های لومی و لومی‌رسی نشان داد که کاربرد کمپوست آزولا در مقادیر صفر، ۲، ۴ و ۸ درصد وزنی با آن‌ها سبب افزایش مقدار رطوبت خاک شد [۳].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی امکان استفاده از کمپوست آزولا در جایگزینی با پیت در بستر کشت گیاه زینتی دراسنا و اثر آن بر رشد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه است.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی آزولای کمپوست‌شده در جایگزینی با پیت بر شاخص‌های تغذیه‌ای و رشد گیاه دراسنا[2]،

1 .Azolla filicoulides

2 . Dracaena marginata

Archive of SID
www.SID.ir

آزمایشی در گلخانهٔ ایستگاه تحقیقات گل وگیاهان زینتی لاهیجان در سال ۱۳۹۱ انجام شد. در این راستا، ابتدا آزولا از سطح تالاب‌های موجود در سطح استان جمع‌آوری و در جعبه‌های چوبی ۱ مترمکعبی و دارای منافذی برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها ریخته شد تا مراحل کمپوست شدن انجام شود. هوادهی هر هفته دو بار انجام شد و برای ثبت دما، هر هفت روز یک‌بار، سه تا چهار دقیقه دماسنج داخل جعبه‌ها قرارگرفت. این روند چهار ماه به طول انجامید تا کمپوست آزولا تهیه شد. کمپوست آزولا پس از عبور از الک ۲۰ میلی‌متری با نسبت‌های حجمی صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ با پیت در بستر (۱:۲) پیت و پرلیت جایگزین شد. در تمام تیمارهای مورد آزمایش پرلیت با حجم ثابت به کار رفت (جدول ۱).

جدول ۱. نسبت حجمی اختلاط مواد مختلف بستر مورد استفاده در کشت گیاه دراسنا

ردیف	تیمار	نسبت‌های هر ماده
۱	شاهد بدون محلول غذایی	۲ پیت + ۱ پرلیت
۲	شاهد با محلول غذایی	۲ پیت + ۱ پرلیت + محلول غذایی
۳	۲۵٪ کمپوست آزولا بدون محلول غذایی	۱/۵ پیت + ۱ پرلیت + ۰/۵ کمپوست آزولا
۴	۲۵٪ کمپوست آزولا با محلول غذایی	۱/۵ پیت + ۱ پرلیت + ۰/۵ کمپوست آزولا + محلول غذایی
۵	۵۰٪ کمپوست آزولا بدون محلول غذایی	۱ پیت + ۱ پرلیت + ۱ کمپوست آزولا
۶	۵۰٪ کمپوست آزولا با محلول غذایی	۱ پیت + ۱ پرلیت + ۱ کمپوست آزولا + محلول غذایی
۷	۷۵٪ کمپوست آزولا بدون محلول غذایی	۰/۵ پیت + ۱ پرلیت + ۱/۵ کمپوست آزولا
۸	۷۵٪ کمپوست آزولا با محلول غذایی	۰/۵ پیت + ۱ پرلیت + ۱/۵ کمپوست آزولا + محلول غذایی
۹	۱۰۰٪ کمپوست آزولا بدون محلول غذایی	۱ پرلیت + ۲ کمپوست آزولا
۱۰	۱۰۰٪ کمپوست آزولا با محلول غذایی	۱ پرلیت + ۲ کمپوست آزولا + محلول غذایی

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی کمپوست آزولا و پیت مصرفی در بسترهای کشت

ردیف	خصوصیات شیمیایی	کمپوست آزولا	پیت
۱	نیتروژن کل (٪)	۵/۲۵	۲/۱
۲	فسفر قابل استفاده (mg/kg)	۷/۶	۳۰/۴
۳	پتاسیم قابل استفاده (mg/kg)	۱۸۴۰	۳۲۰
۴	کربن آلی (٪)	۲۱/۸۵	۲۱/۱۷
۵	نسبت C/N	۴/۱	۱۰/۰۸
۶	pH (۱:۵)	۵/۳۱	۳/۴۱
۷	EC (dS/m)	۱/۴۴	۰/۳۲

Archive of SID
www.SID.ir

از پرلیت با قطر ۱ تا ۲ میلی‌متر استفاده شد. پیت مورد استفاده در آزمایش مربوط به شرکت بیولان[1] بود که به صورت آماده خریداری شد. جدول ۲ برخی خصوصیات کمپوست آزولا و پیت مصرفی را نشان می‌دهد.

۲ .۱. کاشت گیاه دراسنا در بسترهای کشت و محلول غذایی

قلمه‌های یکسان و هم‌اندازهٔ ریشه‌دار شدهٔ گیاه دراسنا به گلدان‌های ۴ لیتری در گلخانه‌ای شیشه‌ای واقع در ایستگاه گل و گیاهان زینتی لاهیجان انتقال یافت. در این مرحله، ابتدا قلمه‌های ریشه‌دار دراسنا از گلدان‌های نشایی خارج و ریشه‌های آن با آب شسته و در داخل هر گلدان با بسترهای جدید، یک گیاه دراسنا کشت شد تا دورهٔ رشد گیاه طی شود. در دورهٔ رشد چهار ماهه، دمای گلخانه ۲۲–۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰–۷۰ درصد بود. قبل از شروع محلول‌دهی، گیاه به مدت یک هفته در داخل گلدان‌ها توقف داشت و طی این مدت، دو دوره آبیاری صورت گرفت. برای تهیهٔ محلول غذایی از کود پودری امکس[2] حاوی ۷/۸ درصد نیتروژن، ۱۸ درصد فسفر و ۱۸ درصد پتاسیم استفاده شد. برای تهیهٔ این محلول مقدار ۴/۵ گرم از پودر امکس در ۹ لیتر آب (به ازای هر گلدان ۲۰۰ میلی‌لیتر) حل شد. گیاهان در تیمارهای محلول غذایی هر هفت روز یک‌بار با محلول به‌دست آمده تغذیه شدند. در تیمارهای بدون محلول غذایی، ۲۰۰ میلی‌لیتر آب به جای محلول غذایی استفاده شد.

۱. BIOLAN (پیت از شرکت ازهار صبا به نمایندگی از شرکت بیولان فنلاند به آدرس اصفهان، چهارباغ خواجو، جنب بانک ملت، ساختمان معتمدی، واحد ۱ خریداری شد.)

۲. Omex (کود امکس انگلستان از شرکت نمایندگی در تهران تهیه شد.)

۲ .۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر

برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی بستر کشت از روش گابریل و همکاران استفاده شد [۱۵]. براساس این روش جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی و تخلخل در بسترهای کشت دراسنا اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر در بسترهای کشت از روش پیچ و همکاران استفاده شد [۲۲]. سپس، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۸۸۰ نانومتر قرائت شد. پتاسیم با دستگاه فلایم فتومتر و عناصر آهن، روی و منگنز با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن کل در بستر کشت از روش کجلدال یا دستگاه کجل‌تک [۱۸] و برای کربن آلی از روش والکی- بلاک[3] استفاده شد [۲۴]. اندازه‌گیری pH و EC در بسترهای کشت در عصارهٔ ۵:۱ صورت پذیرفت.

۲ .۳. اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و غلظت عناصر در گیاه

ارتفاع گیاه، قطر طوقه، تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن تر اندام هوایی در انتهای آزمایش ارزیابی شد. برگ‌ها پس از خشک شدن در خشک‌کن خرد شد و به شکل پودر درآمد. نیتروژن کل برگ به روش کجلدال اندازه‌گیری شد. برای تهیهٔ عصارهٔ گیاه، ۰/۳ گرم از نمونهٔ خشک شده در خشک‌کن به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و ۳ میلی‌لیتر از مخلوط اسیدها (اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک) و آب اکسیژنه به بالن ژوژه‌ها اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت تا ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد حرارت داده شد تا آب تبخیر و بخار سفید ظاهر شود. این عمل اضافه‌کردن آب‌اکسیژنه تا بی‌رنگ شدن نمونه‌ها ادامه پیدا کرد. سپس، محلول مربوط با آب مقطر به حجم رسید و صاف شد و غلظت عناصر غذایی در این عصاره

3. Walky & Black

Archive of SID
www.SID.ir

اندازه‌گیری شد [۱۸]. در عصارهٔ تهیه‌شده از برگ گیاه، عناصر آهن، منگنز و روی با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. همچنین، فسفر به روش اسپکتروفتومتری و پتاسیم نیز با دستگاه فیلم فتومتر در عصارهٔ برگ اندازه‌گیری شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرحی کاملاً تصادفی با ده تیمار و سه تکرار در هر تیمار انجام شد. فاکتور اول شامل بستر کشت (پنج بستر مختلف) و فاکتور دوم، محلول غذایی (دو سطح با محلول غذایی و بدون محلول غذایی) بود. برای بررسی نتایج حاصل از داده‌های مربوط به فاکتورهای رشد و تجزیهٔ شیمیایی گیاه دراسنا از نرم‌افزار آماری SPSSو آزمون LSD[1] استفاده شد. نمودارهای مربوط با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شد.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. خصوصیات بستر کاشت

نتایج نشان داد که با افزایش مقدار کمپوست آزولا در بستر کشت، میزان جرم مخصوص ظاهری افزایش و میزان تخلخل کاهش یافت (جدول ۳). محققان گزارش کردند که خصوصیات فیزیکی یکی از مهم‌ترین عوامل در کارایی گیاه برای بسترهای کشت گیاهان گلدانی است [۱۲]. جرم مخصوص ظاهری برای بسترهای کشت گیاهان زینتی، کمتر از ۰/۴۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین شده است [۷]. جرم مخصوص ظاهری یکی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی بستر کشت به‌شمار می‌آید که در بستر کشت بدون خاک پایین است و رابطهٔ معکوسی با درصد تخلخل دارد (۲۵). با افزایش حجمی کمپوست کود دامی در جایگزینی با خاکدانه‌های دست‌ساز (SA)، در مقایسه با پیت افزایش جرم مخصوص ظاهری گزارش شد [۱۷].

لازم است به خصوصیات شیمیایی بستر نیز توجه داشت، چون تأثیر زیادی بر کیفیت گیاه دارد. ویژگی‌های شیمیایی مستقیماً بر قابلیت انحلال مواد غذایی، و حفظ و نگهداری آن‌ها تأثیر دارد [۲۵]. میزان نیتروژن با جایگزینی کمپوست آزولا نسبت به شاهد افزایش یافت. این افزایش به‌دلیل مقدار زیاد نیتروژن کل کمپوست آزولا در مقایسه با پیت است که این نتایج با نتایج تحقیقات دیگر نیز مطابقت داشت [۹]. آن‌ها افزایش میزان نیتروژن را با افزودن کمپوست پیلهٔ بادام‌زمینی در جایگزینی با پیت در بستر کشت گلدانی گیاه دراسنا گزارش کردند. افزودن کمپوست آزولا باعث کاهش قابل ملاحظهٔ فسفر قابل جذب شد. مقادیر ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا تفاوت چندانی با هم ندارند، اما نسبت به ۲۵ درصد کمپوست آزولا کاهش پیدا کرد. به نظر می‌رسد با تجزیهٔ بیشتر کمپوست در مقادیر بالاتر جایگزینی، فعالیت میکروارگانیسم‌ها به‌طور موقت باعث تبدیل فسفر معدنی به آلی[2] می‌گردد و فسفر از دسترس گیاه خارج می‌شود [۵]. کاهش میزان فسفر در بسترهای حاوی کمپوست پیلهٔ بادام‌زمینی با افزایش جایگزینی نسبت به شاهد گزارش شده است [۹].

نتایج نشان داد که مقدار قابل توجه پتاسیم در کمپوست آزولا نسبت به پیت با افزایش درصد جایگزینی، روند رو به افزایشی داشت که با نظر محققان دیگر مطابقت دارد [۹، ۱۹]. باتوجه به مقدار زیاد پتاسیم در ترکیب کمپوست آزولا، افزودن این مادهٔ آلی سبب افزایش قابل ملاحظهٔ پتاسیم قابل جذب بستر متناسب با مقدار آن شده است (جدول ۲). میزان منگنز با افزایش جایگزینی کمپوست آزولا افزایش یافت. کمپوست آزولا منجر به افزایش منگنز در بستر کاشت می‌شود [۴]. همچنین، افزایش میزان منگنز در بررسی امکان بهره‌گیری از ضایعات سلولزی به عنوان جایگزین پیت در بستر کشت گیاه برگ زینتی آگلونما گزارش شد [۱].

1. Least Significant Difference

2. Immobilization

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت

تیمار	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	تخلخل (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل‌جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل‌جذب (mg/kg)	آهن قابل‌جذب (mg/kg)	روی قابل‌جذب (mg/kg)	منگنز قابل‌جذب (mg/kg)	کربن آلی (٪)	نسبت C/N	pH (۵:۱)	EC (dS/m)
شاهد	۰/۰۹	۹۳	۱/۴	۲۴/۰	۵۶۰	۴۸/۰	۲/۶۴	۵/۳۶	۳۷/۸۰	۲۷	۵/۲۵	۰/۳۱
۲۵ درصد کمپوست آزولا	۰/۱۰	۹۴	۱/۷۵	۵/۵	۱۱۶۰	۴۹/۶	۲/۴۰	۱۳/۴۰	۲۹/۲۰	۱۶/۶۸	۵/۳۷	۰/۴۱
۵۰ درصد کمپوست آزولا	۰/۱۱	۹۳	۱/۷۵	۲/۵	۱۴۴۰	۴۲/۴	۳/۷۶	۲۶/۲۰	۲۸/۵۰	۱۶/۲۸	۵/۶۸	۰/۶۶
۷۵ درصد کمپوست آزولا	۰/۱۲	۹۳	۱/۸۲	۲/۵	۲۰۸۰	۲۸/۰	۳/۳۶	۵۵/۹۰	۲۴/۳۰	۱۳/۳۵	۶/۰۹	۱/۱۴
۱۰۰ درصد کمپوست آزولا	۰/۱۴	۹۲	۳/۸۵	۲/۶	۲۵۶۰	۱۴/۴	۲/۴۸	۶۸/۸۰	۲۲/۱۰	۵/۷۴	۶/۴۷	۱/۶۱

www.SID.ir

نسبت C/N در بسترهای کشت حاوی کمپوست آزولا کمتر از حد مجاز (C/N=۳۰) بود که برای رشد گیاهان زینتی مناسب است (جدول ۳). کمپوست‌های دارای نسبت C/N کمتر از ۲۰ برای تولید گیاهان ایده‌آل است [۱۳]. در عین حال، نسبت C/N بالای ۳۰ ممکن است باعث سمیت و مرگ گیاه شود [۲۹]. نسبت C/N در بستر شاهد بیشتر بود که به دلیل میزان کم نیتروژن در پیت است. نسبت C/N در بسترهای کشت با افزایش حجمی کمپوست کاهش یافت که با نتایج تحقیقات دیگر مطابقت داشت [۱۷]. کاهش C/N در بسترهای کشت به دلیل افزایش نیتروژن این بسترها در اثر اضافه شدن کمپوست است که در این حالت، میزان نیتروژن افزایش و کربن آلی کاهش یافت. کاهش C/N بستر کشت در اثر افزودن کمپوست پیلهٔ بادام‌زمینی مشاهده شد [۹]. اسیدیتهٔ مناسب برای رشد مطلوب ۵/۳–۶/۵ تعیین شد [۷]. بیشترین میزان اسیدیتهٔ مربوط به بستر ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا و کمترین اسیدیته مربوط به بستر شاهد بود که با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت [۱، ۹]. میزان اسیدیتهٔ بستر با افزایش جایگزینی کمپوست آزولا روند رو به افزایش داشت. بیشترین میزان EC به مقدار ۱/۶۱ دسی‌زیمنس بر متر در بستر ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا و کمترین میزان EC به مقدار ۰/۳۱ دسی‌زیمنس بر متر در بستر شاهد مشاهده شد. مقدار EC در بستر کشت در محدودهٔ مناسب برای گیاهان زینتی (۱ تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر) قرار داشت [۷].

۲.۳. اثر بستر کشت و محلول غذایی بر رشد گیاه

اثر بسترهای کشت بر شاخص‌های رشد در جدول ۴ و اثر محلول غذایی بر رشد گیاه در جدول ۵ مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که میزان رشد گیاه دراسنا در تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بیشتر از تیمار صفر (شاهد) و ۲۵ درصد کمپوست آزولا بود. شاخص‌های رشد با افزایش درصد جایگزینی کمپوست، روند رو به افزایش پیدا کرد. در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی کمپوست آزولا، میزان رشد گیاه افزایش چشم‌گیری داشت. رشد دراسنا در بستر شاهد کم بود، به‌طوری که شاخص‌هایی همچون وزن خشک برگ و ساقه، وزن تر برگ و ساقه، ارتفاع و تعداد برگ در این تیمار با تیمار ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا اختلاف معنادار داشت. با افزودن ورمی‌کمپوست به بستر کشت حاوی پیت- پرلیت، شاخص‌های رشد گیاه به‌ویژه اندازه و وزن گل جعفری به‌طور معنادار و قابل ملاحظه‌ای نسبت به بستر شاهد (پیت-پرلیت) افزایش یافت [۲۶]. محققان تأثیر ورمی‌کمپوست کود گاوی را بر رشد و باروری گوجه‌فرنگی و گل جعفری بررسی کردند. زمانی که غلظت ورمی‌کمپوست به بیش از ۴۰ درصد می‌رسد، تعداد گل و قطر گل کاهش می‌یابد [۱۰].

افزایش رشد گیاه به‌ویژه ارتفاع به‌دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی بستر و افزایش عناصر مهم در رشد گیاه شامل نیتروژن و پتاسیم بوده است. در بررسی فیکوس بنجامین ابلق در محیط کشت حاوی یک قسمت پیت و یک قسمت تفالهٔ زیتون مشاهده شد که این گیاه بلندترین ارتفاع را طی یک دورهٔ ده ماههٔ رشد داشته است [۱۲]. طبق تحقیقات، مخلوط پرلیت، ورمی‌کولیت و الیاف درخت نارگیل با بستر پیت بر رشدونمو گوجه‌فرنگی نشان داد که نهال‌های بذری کاشته شده در بستر پیت- ورمی‌کولیت و پیت- پرلیت، وزن ریشه، قطر ساقه و سطح برگ بیشتری داشت [۲۰]. نتایج (اثر متقابل کمپوست آزولا و محلول غذایی بر رشد دراسنا) نشان می‌دهد ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه در مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا نسبت به شاهد در شرایط بدون محلول غذایی به‌طور معناداری افزایش یافت (جدول ۶).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴. اثر مستقل کمپوست آزولا بر شاخص‌های رشد دراسنا

تیمار	مشخصات	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد برگ	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر ساقه (g)	قطر طوقه (mm)
۱	شاهد	۵۵/۵۹^{c}	۵۲/۷۳^{b}	۵۵/۶۵^{c}	۹/۰۹^{c}	۴/۹۹^{c}	۲۴/۳۲^{b}	۱۱/۹۵^{a}
۲	۲۵ درصد کمپوست آزولا	۵۹/۵۱^{bc}	۵۵/۵۸^{b}	۶۵/۴۴^{bc}	۱۰/۲۱^{bc}	۷/۸۱^{b}	۲۷/۵۵^{b}	۱۲/۲۹^{a}
۳	۵۰ درصد کمپوست آزولا	۶۱/۴۳^{ab}	۵۵/۵۲^{b}	۶۸/۰۳^{ab}	۱۱/۹۹^{a}	۹/۸۹^{a}	۳۰/۴۵^{b}	۱۲/۱۹^{a}
۴	۷۵ درصد کمپوست آزولا	۶۴/۳۱^{ab}	۶۰/۷۱^{a}	۷۶/۲۹^{ab}	۱۲/۴۶^{a}	۷/۱۱^{b}	۳۶/۱۷^{a}	۱۳/۰۱^{a}
۵	۱۰۰ درصد کمپوست آزولا	۶۵/۶۷^{a}	۵۹/۳۳^{a}	۷۹/۱۹^{a}	۱۱/۸۱^{ab}	۷/۱۹^{b}	۳۷/۲۷^{a}	۱۳/۳۱^{a}

جدول ۵. اثر مستقل محلول غذایی بر شاخص‌های رشد دراسنا

محلول غذایی	ارتفاع (cm)	تعداد برگ	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر ساقه (g)	قطر ساقه (mm)
بدون محلول غذایی	۵۹/۴۸^{b}	۵۵/۶۸^{a}	۶۰/۶۷^{b}	۱۰/۴۶^{b}	۷/۰۹^{a}	۳۰/۲۸^{a}	۱۲/۳۹^{a}
با محلول غذایی	۶۳/۲۶^{a}	۵۷/۸۸^{a}	۷۷/۱۷^{a}	۱۱/۷۶^{a}	۷/۷۰^{a}	۳۲/۰۴^{a}	۱۲/۷۱^{a}

www.SID.ir

جدول ۶. اثر متقابل کمپوست و محلول غذایی بر شاخص‌های رشد برگ گیاه درامنا

تیمار	ارتفاع (cm)	تعداد برگ	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر ساقه (g)	قطر ساقه (mm)
شاهد (بدون محلول غذایی)	۵۴/۴۹^{b}	۵۱/۴۴^{b}	۴۲/۹۱^{c}	۸/۴۳^{c}	۴/۵۲^{c}	۲۲/۲۹^{b}	۱۱/۷۹^{a}
شاهد (با محلول غذایی)	۵۷/۴۱^{ab}	۵۴/۰۰^{b}	۶۸/۳۹^{ab}	۹/۷۵^{bc}	۵/۴۶^{c}	۲۶/۳۴^{b}	۱۲/۱۱^{a}
٪۲۵ آزولا (بدون محلول غذایی)	۵۷/۱۱^{ab}	۵۵/۸۳^{b}	۵۸/۴۴^{b}	۹/۶۷^{bc}	۸/۴۰^{b}	۲۷/۶۵^{b}	۱۲/۴۹^{a}
٪۲۵ آزولا (با محلول غذایی)	۶۱/۹۱^{ab}	۵۵/۳۳^{b}	۷۳/۰۸^{ab}	۱۰/۷۶^{b}	۷/۲۳^{b}	۲۷/۴۵^{b}	۱۲/۰۹^{a}
٪۵۰ آزولا (بدون محلول غذایی)	۵۸/۲۳^{ab}	۵۳/۳۸^{b}	۵۷/۴۵^{b}	۱۰/۶۹^{b}	۷/۶۷^{b}	۲۶/۰۰^{b}	۱۱/۰۷^{a}
٪۵۰ آزولا (با محلول غذایی)	۶۴/۶۳^{a}	۵۷/۶۷^{ab}	۸۱/۱۲^{a}	۱۳/۲۹^{a}	۱۲/۱۰^{a}	۳۴/۹۰^{a}	۱۳/۳۱^{a}
٪۷۵ آزولا (بدون محلول غذایی)	۶۳/۵۷^{a}	۶۰/۱۱^{a}	۷۲/۴۵^{ab}	۱۱/۷۸^{ab}	۷/۰۹^{bc}	۳۷/۹۰^{a}	۱۳/۰۲^{a}
٪۷۵ آزولا (با محلول غذایی)	۶۵/۰۵^{a}	۶۱/۴۴^{a}	۸۵/۲۹^{a}	۱۳/۱۵^{a}	۷/۱۳^{b}	۳۴/۴۴^{a}	۱۳/۰۰^{a}
٪۱۰۰ آزولا (بدون محلو غذایی)	۶۴/۰۳^{a}	۵۷/۶۶^{ab}	۷۸/۵۹^{a}	۱۱/۷۵^{ab}	۷/۸۰^{b}	۳۷/۵۶^{a}	۱۳/۵۶^{a}
٪۱۰۰ آزولا (با محلول غذایی)	۶۷/۳۲^{a}	۶۱/۰۰^{a}	۸۵/۱۲^{a}	۱۱/۸۷^{ab}	۶/۵۸^{bc}	۳۶/۹۸^{a}	۱۳/۰۶^{a}

www.SID.ir

شاخص‌های رشد گیاه در تیمارهای مذکور در شرایط بدون محلول باز هم نسبت به شاهد با محلول غذایی افزایش نشان داد، هرچند در برخی شاخص‌ها، این افزایش رشد معنادار نبود. لذا، نتایج حکایت از تأمین نیاز گیاه به عناصر غذایی با کمپوست آزولا دارد.

۳.۳. اثر بستر کشت و محلول غذایی بر غلظت و جذب عناصر غذایی

اثر بسترهای کاشت بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه و جذب عناصر توسط گیاه در جدول ۷ مشاهده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کمپوست آزولا در مقادیر ۲۵ و ۵۰ درصد سبب کاهش معنادار غلظت نیتروژن گیاه شد، اما در مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد، دوباره غلظت نیتروژن افزایش یافت. لذا، با شاهد اختلاف معنادار نداشت. افزایش معنادار غلظت فسفر در گیاه در تیمارهای کمپوست نسبت به شاهد مشاهده شد. روند غلظت پتاسیم در اندام هوایی مشابه غلظت نیتروژن در گیاه بود. تغییرات غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در گیاه نامشخص بود. با افزودن نسبت‌های صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست پیلهٔ بادام‌زمینی به صورت حجمی به‌جای پیت، در بستر کاشت گیاه دراسنا افزایش معنادار عناصر اندازه‌گیری شده نسبت به شاهد مشاهده شد [۹]. میانگین غلظت عناصر غذایی به‌دست آمده در برگ گیاه دراسنا در محدودهٔ مقادیر ارائه شده است که معرف مطلوب بودن محدودهٔ عناصر غذایی برای رشد آن بود [۱۴].

با توجه به اثر سطح کمپوست آزولا در بستر کشت، بر صفاتی نظیر وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع و تعداد برگ و عناصر غذایی موجود در برگ مشاهده می‌شود که تیمار ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست در بستر کشت نسبت به تیمار شاهد اختلاف معناداری داشت. بخشی از اثر کمپوست بر رشد فیکوس بنجامین به‌دلیل نقش مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاه است [۴]. از آنجا که غلظت عناصر غذایی در اندام‌های گیاه تحت اثر عواملی همچون میزان رشد گیاه، رقابت یونی و رسوب قرار دارد، بنابراین گاه نمی‌توان از عامل غلظت عناصر در گیاه به عنوان پارامتر قابل اطمینان در بررسی رشد گیاه استفاده کرد. لذا، میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه از بستر، پارامتر مطمئن‌تری است. از آنجا که میزان جذب از حاصل‌ضرب غلظت عناصر غذایی در گیاه و وزن خشک اندام‌های گیاه به‌دست می‌آید، اثر رقت عناصر غذایی از بین می‌رود. اثر رقت به‌دلیل رشد گیاه و کاهش غلظت عناصر در گیاه به دلیل اندازهٔ بزرگ‌تر گیاه است.

نتایج نشان داد که کمپوست آزولا آثار معناداری بر جذب عناصر غذایی توسط برگ دراسنا داشت (جدول ۷). با افزایش مقدار کمپوست آزولا تا سطح ۱۰۰ درصد، افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه کاملاً نسبت به شاهد مشهود بود که به دلیل افزودن نیتروژن به بستر کشت حاوی کمپوست آزولاست. همچنین، با افزایش نسبت کمپوست آزولا و کاهش نسبت C/N در مقایسه با شاهد و متعاقب آن تجزیهٔ مادهٔ آلی در طول دوران رشد، نیتروژن در دسترس در بستر افزایش یافت. جذب فسفر توسط گیاه با افزایش نسبت جایگزینی کمپوست در گیاه (کمتر از ۷۵ درصد جایگزینی کمپوست) کاهش یافت. نتایج مربوط به غلظت فسفر در برگ گیاه حاکی از افزایش فسفر در گیاه بود، در حالی که افزوده شدن کمپوست آزولا به بستر کشت منجر به کاهش مقدار فسفر قابل جذب در بستر شد. دلیل آن ممکن است نقش مثبت نیتروژن در افزایش جذب فسفر باشد. نیتروژن سبب افزایش رشد و حجم ریشه می‌شود که با توسعهٔ ریشه، سطح جذب افزایش یافت و منجر به افزایش جذب فسفر می‌شود [۵].

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۷. اثر مستقل بسترهای کاشت بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه و جذب عناصر توسط گیاه

تیمار	غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه				جذب عناصر (mg/pot)			
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
	(٪)			(mg/kg)								
شاهد	۳/۴۶^{a}	۰/۳۳^{b}	۰/۵۱^{a}	۱۵۵/۵^{a}	۲۳/۳^{b}	۴۲/۷^{c}	۳۱۶/۱^{b}	۲۶/۸^{b}	۵۳/۷^{ab}	۱/۴۳^{ab}	۰/۲۱^{b}	۰/۳۹^{d}
۲۵ درصد کمپوست آزولا	۲/۹۲^{b}	۰/۳۹^{b}	۰/۴۷^{b}	۱۱۰/۴^{b}	۲۳/۹^{b}	۱۰۳/۵^{b}	۲۹۷/۸^{b}	۳۹/۹^{b}	۴۸/۱^{b}	۱/۱۴^{b}	۰/۲۵^{b}	۱/۰۸^{bc}
۵۰ درصد کمپوست آزولا	۲/۸۰^{b}	۰/۷۶^{a}	۰/۴۳^{b}	۱۳۱/۰^{a}	۳۳/۹^{a}	۱۷۹/۴^{a}	۳۴۹/۸^{ab}	۸۶/۷^{a}	۵۱/۶^{b}	۱/۶۸^{a}	۰/۴۷^{a}	۲/۱۵^{a}
۷۵ درصد کمپوست آزولا	۳/۲۱^{ab}	۰/۹۱^{a}	۰/۵۰^{ab}	۹۰/۰^{b}	۱۷/۹^{bc}	۱۰۱/۳^{b}	۴۰۴/۱^{a}	۱۲۶/۳^{a}	۶۴/۴^{a}	۱/۱۶^{b}	۰/۲۳^{b}	۱/۲۳^{b}
۱۰۰ درصد کمپوست آزولا	۳/۸۴^{a}	۰/۸۳^{a}	۰/۵۰^{ab}	۱۵۴/۵^{a}	۱۷/۹^{c}	۵۲/۴^{c}	۴۴۹/۵^{a}	۱۰۱/۶^{a}	۶۰/۶^{a}	۱/۸۰^{a}	۰/۲۲^{b}	۰/۶۵^{d}

www.SID.ir

جذب پتاسیم توسط گیاه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا با افزایش جذب عنصر پتاسیم نسبت به شاهد همراه بود و در بقیهٔ تیمارها با شاهد اختلاف معنادار نبود. غلظت پتاسیم موجود در برگ دراسنا در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد اختلاف معناداری نداشت. افزایش جذب ممکن است به دلیل افزایش وزن خشک برگ در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا نسبت به شاهد باشد. باتوجه به اثر قابل‌ملاحظهٔ کمپوست آزولا به پتاسیم قابل جذب بستر، دلیل روشنی در عدم تغییر معنادار جذب پتاسیم توسط دراسنا به نظر نمی‌رسد. با توجه به نتایج و اثر کمپوست آزولا در کاهش غلظت آهن گیاه، به نظر می‌رسد این کاهش به‌دلیل کاهش غلظت آهن قابل جذب بستر در اثر افزودن کمپوست آزولا باشد. این کاهش غلظت سبب شد که در برخی تیمارهای کمپوست حتی با افزایش عملکرد گیاه، تغییر معناداری در جذب آهن مشاهده نشود.

نتایج نشان داد که بیشترین غلظت روی قابل جذب در تیمار ۵۰ درصد آزولا به‌دست آمد. لذا، بیشترین مقدار جذب روی در تیمار ۵۰ درصد کمپوست آزولا، علاوه بر افزایش عملکرد گیاه، به‌دلیل فراهم بودن روی قابل جذب در بستر کشت است. طبق نتایج، جذب منگنز در تیمارهای کمپوست آزولا (به‌جز تیمار ۱۰۰ درصد) بیشتر از شاهد بود. علت آن فراهم بودن منگنز قابل جذب بستر کشت در اثر افزودن کمپوست آزولاست (جدول ۳). عدم تغییر معنادار جذب منگنز در تیمار ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد ممکن است به‌دلیل رقابت یونی و افزایش جذب آهن در این تیمار نسبت به شاهد و جلوگیری از جذب منگنز باشد. همچنین، وابستگی حلالیت منگنز به اسدیته نسبت به آهن بیشتر است و به نظر می‌رسد با افزایش اسیدیته بستر کشت، حلالیت منگنز بیشتر از آهن کاهش می‌یابد و قابلیت جذب آن افت می‌کند که متعاقب آن با افزایش جذب آهن، جذب منگنز به عنوان یون رقیب کاهش پیدا کرده است (جدول ۳). نتایج نشان داد که استفاده از محلول غذایی سبب افزایش غلظت عناصر غذایی در گیاه در مقایسه با شرایط بدون استفاده از محلول غذایی شد که این افزایش در غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منگنز معنادار بود و در غلظت عناصر آهن و روی معنادار نبود (جدول ۸).

نتایج اثر متقابل کمپوست و محلول غذایی نشان داد که در تیمار ۵۰ درصد بیشترین مقدار شاخص‌های رشد دیده می‌شود (جدول ۹). با اضافه شدن محلول غذایی به بستر شاهد، میزان رشد روند رو به افزایش داشت. محلول غذایی با عرضهٔ عناصر غذایی به بهبود رشد گیاه کمک کرد که با نتایج محققان دیگر در مورد افزودن محلول غذایی به بستر حاوی پیت مطابقت داشت [۹، ۱۲]. بیشترین تأثیر مطلوب از نظر افزایش شاخص‌های رشد به ترتیب مربوط به بسترهای با ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی کمپوست آزولا بود. نتایج نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن گیاه در تیمار شاهد با محلول غذایی نسبت به تیمارهای کمپوست آزولا بدون محلول غذایی بیشتر است، در حالی که غلظت فسفر گیاه در شاهد با محلول غذایی با تیمارهای کمپوست آزولا بدون محلول تفاوت معنادار ندارد و حتی از تیمار ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا بدون محلول غذایی به‌طور معناداری کمتر است. از نظر پتاسیم، تفاوت معناداری بین غلظت پتاسیم شاهد با محلول غذایی و تیمارهای کمپوست بدون محلول غذایی دیده نمی‌شود. غلظت آهن در گیاه در تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کمپوست آزولا بدون محلول غذایی به‌طور معنادار نسبت به شاهد با محلول غذایی افزایش یافت. جذب عناصر در شرایط استفاده از محلول غذایی افزایش یافت، اما مقایسهٔ جذب نیتروژن در شاهد با محلول غذایی نسبت به تیمارهای کمپوست آزولا بدون محلول غذایی، حکایت از کاهش غلظت نیتروژن در تیمارهای کمپوست دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۸ اثر مستقل محلول غذایی بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه و جذب عناصر توسط گیاه

تیمار	غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه				جذب عناصر (mg/pot)				
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
	(٪)			(mg/kg)								
بدون محلول غذایی	۲/۷۷^{b}	۰/۴۵^{b}	۰/۳۹^{b}	۱۲۵/۰۲^{a}	۲۰/۴۹^{a}	۸۰/۲۳^{b}	۳۳۰/۰۴^{b}	۵۱/۷^{b}	۴۱/۲۸^{b}	۱/۳۳^{b}	۰/۲۱^{b}	۰/۸۵^{b}
با محلول غذایی	۳/۶۲^{a}	۰/۸۳^{a}	۰/۶۰^{a}	۱۳۱/۶۱^{a}	۲۰/۸۶^{a}	۱۱۱/۴۶^{a}	۳۹۶/۷^{a}	۱۰۴/۵^{a}	۷۰/۰^{a}	۱/۵۵^{a}	۰/۳۴^{a}	۱/۳۴^{a}

www.SID.ir

جدول ۹. اثر متقابل کمپوست و محلول غذایی بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه و جذب عناصر توسط گیاه

تیمار	غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه					جذب عناصر (mg/pot)				
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
	(٪)			(mg/kg)								
شاهد (بدون محلول)	۰/۴۰^{b}	۰/۳۲^{c}	۳/۲۶^{b}	۳۳/۸۰^{e}	۲۱/۹۰^{bc}	۱۵۲/۳۰^{a}	۳۳/۵۰^{bc}	۲۰/۶۳^{d}	۲۷۳/۹۴^{c}	۰/۲۹^{d}	۰/۱۸^{b}	۱/۳۰^{ab}
شاهد (با محلول)	۰/۷۵^{a}	۰/۳۴^{c}	۳/۶۶^{ab}	۵۱/۵۸^{d}	۲۴/۶۵^{b}	۱۵۸/۸۳^{a}	۷۳/۹۰^{a}	۳۳/۰۰^{d}	۳۵۸/۲۷^{b}	۰/۵۰^{d}	۰/۲۵^{b}	۱/۵۶^{ab}
٪۲۵ آزولا (بدون محلول)	۰/۳۷^{b}	۰/۴۴^{c}	۲/۵۹^{c}	۷۸/۴۰^{d}	۲۶/۳۳^{b}	۱۱۴/۹۳^{ab}	۳۶/۱۳^{bc}	۴۳/۱۰^{d}	۲۵۵/۰۳^{c}	۰/۷۷^{cd}	۰/۲۶^{b}	۱/۱۳^{b}
٪۲۵ آزولا (با محلول)	۰/۵۸^{ab}	۰/۳۴^{c}	۳/۲۶^{b}	۱۲۴/۶۶^{bc}	۲۱/۴۵^{b}	۱۰۶/۰۳^{b}	۶۰/۱۰^{ab}	۳۶/۷۶^{d}	۳۴۰/۶۷^{b}	۱/۳۹^{bc}	۰/۲۴^{b}	۱/۱۴^{b}
٪۵۰ آزولا (بدون محلول)	۰/۳۸^{b}	۰/۳۵^{c}	۲/۶۸^{c}	۱۲۸/۵۵^{bc}	۲۴/۳۸^{b}	۱۲۷/۰۱^{ab}	۴۶/۶۰^{b}	۳۸/۵۳^{d}	۲۸۳/۹۶^{c}	۱/۸۱^{ab}	۰/۲۶^{b}	۱/۳۹^{ab}
٪۵۰ آزولا (با محلول)	۰/۴۸^{b}	۱/۱۶^{ab}	۲/۹۲^{bc}	۱۶۹/۶۵^{a}	۴۳/۴۱^{a}	۱۳۵/۰۲^{ab}	۶۲/۷۳^{ab}	۱۳۴/۸۳^{b}	۴۱۵/۶۸^{ab}	۲/۴۹^{a}	۰/۶۹^{a}	۱/۹۷^{a}
٪۷۵ آزولا (بدون محلول)	۰/۴۳^{b}	۰/۳۴^{c}	۲/۸۲^{bc}	۷۷/۹۸^{cd}	۱۵/۷۶^{c}	۸۳/۴۳^{b}	۵۱/۶۳^{ab}	۳۹/۸۳^{cd}	۳۳۲/۶۳^{bc}	۰/۹۱^{cd}	۰/۱۹^{b}	۱/۰۵^{b}
٪۷۵ آزولا (با محلول)	۰/۵۷^{ab}	۱/۴۰^{a}	۳/۶۰^{ab}	۱۲۴/۶۶^{bc}	۲۰/۰۶^{bc}	۹۶/۶۰^{b}	۷۶/۷۰^{a}	۲۱۲/۷۰^{a}	۴۷۵/۶۵^{ab}	۱/۵۶^{bc}	۰/۲۶^{b}	۱/۲۸^{ab}
٪۱۰۰ آزولا (بدون محلول)	۰/۳۸^{b}	۰/۸۱^{b}	۳/۲۹^{b}	۴۱/۳۱^{d}	۱۴/۱۰^{c}	۱۴۷/۴۳^{a}	۴۴/۶۰^{b}	۱۰۵/۶۶^{b}	۳۸۱/۱۴^{b}	۰/۵۰^{d}	۰/۱۷^{b}	۱/۷۸^{a}
٪۱۰۰ آزولا (با محلول)	۰/۶۲^{ab}	۰/۸۴^{b}	۴/۳۹^{a}	۶۳/۲۶^{d}	۲۱/۷۱^{bc}	۱۶۱/۶۰^{a}	۷۶/۵۶^{a}	۹۷/۵۳^{bc}	۵۱۷/۹۷^{a}	۰/۸۰^{cd}	۰/۲۶^{b}	۱/۸۳^{a}

www.SID.ir

این موضوع در فسفر، افزایش غلظت فسفر در تیمارهای کمپوست را نشان می‌دهد. افزایش جذب آهن در تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کمپوست آزولا بدون محلول غذایی نسبت به شاهد با محلول غذایی مشاهده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از مقادیر بالاتر کمپوست آزولا بدون محلول غذایی همان نقش بستر پایهٔ پیت- پرلیت حتی با مصرف محلول غذایی را بر رشد گیاه و جذب عناصر غذایی ایفا کرد.

۴. نتیجه‌گیری

براساس نتایج تحقق حاضر مشاهده شد که افزایش کمپوست آزولا به بستر کشت منجر به افزایش ارتفاع و رشد اندام‌های گیاه دراسنا در مقایسه با شاهد شد. در بیشتر شاخص‌های رشد، جایگزینی مقدار ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا اثر بهتری بر رشد گیاه داشت. دراسنا مارجیناتا در زمرهٔ گیاهان گلخانه‌ای و گلدانی نیازمند داشتن برگ‌های پرپشت با ارتفاع قابل قبول و قطر مناسب طوقه است که این امر در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد در کنار محلول غذایی محقق شد. اضافه‌کردن محلول غذایی به بسترهای با نسبت کم کمپوست موجب افزایش شاخص‌های رشد شد. بنابراین می‌توان آن را مکمل رشد در این بسترها توصیه کرد. استفاده از مقادیر بالاتر کمپوست آزولا بدون محلول غذایی ممکن است همان نقش بستر پایهٔ پیت- پرلیت حتی با مصرف محلول غذایی را بر رشد گیاه و جذب عناصر غذایی ایفا کند. نسبت‌های زیاد کمپوست آزولا (بالاتر از ۵۰ درصد جایگزینی) به‌علت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مطلوب این بسترها جایگزین مناسبی برای پیت، باتوجه به گران‌قیمت بودن و وارداتی بودن آن به‌شمار می‌آید. پیشنهاد می‌شود از کمپوست آزولا در غنی‌سازی با سایر مواد بستری دارای ارزش تغذیه‌ای کمتر استفاده شود.

منابع

۱. خلیقی ا، سمیعی ل، کافی م و سماوات س (۱۳۸۴) جایگزینی پیت خزه با سایر بسترهای آلی برای کشت پتوس. علوم و فنون باغبانی ایران. ۶(۲): ۸-۷۹.

۲. رضوی‌پور ت (۱۳۸۷) اثراستفاده از آزولای تازه و کمپوست شده بر عملکرد دانه و جذب عناصر در دانه و ساقه برنج. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. ۲۴ الی ۲۶ اردیبهشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

۳. فکری م و اشیدری د (۱۳۸۲) اثرات کاربرد کمپوست آزولا بر درصد نگهداری آب در خاک و تبخیر از سطح دو نوع خاک. هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ۸-۷ بهمن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۴. محبوب خمامی ع و پاداشت م ن (۱۳۸۸) اثر آزولای کمپوست شده در بسترهای مختلف کشت بر رشد و ترکیب غذایی در گیاه فیکوس بنجامین ابلق رقم 'استارلایت'. به‌زراعی نهال و بذر. ۲-۲۵(۴): ۴۱۷-۴۳۰.

۵. محمدی ترکاشوند ع، کلباسی م و شریعتمداری ح (۱۳۸۳) اثرات سرباره کنورتور بر خصوصیات شیمیایی خاک‌های اسیدی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۸(۴): ۴۷-۶۳.

۶. نصیریان م (۱۳۶۹) گزارش طرح تحقیقاتی گیاه آزولا، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان.

7. Abad M, Nogurea P and Bures S (2001) National inventoty of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. Bioresource Technology. 77: 197-200.

Archive of SID
www.SID.ir

8. Aldima MS, Mendoza R and Nageraja KS (1987) Chemical analysis and thermal studies of Azolla. IRRI Notes. 12(5): 37-38.

9. Alidoust M, Mohammadi Torkashvand A and Mahboub Khomami A (2012) The effect of growth medium of peanut shelles compost and nutrient solution on the growth of Dracaena. Annals of Biological Research. 3(2): 789-794.

10. Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA and Metzeger JD (2000) Influence of earth worm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. BioresourceTechnology. 75: 175-180.

11. Bugbee JG (2002) Growth of ornamental plants in container media amended with biosolids compost. Composition Sciense and Utilization. 10: 92-98.

12. Chen Y, Inbar Y and Hadar Y (1988) Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science. 145(4): 298-303.

13. avidson H, Mecklenburg R, Peterson C (1994) Nursery management: administration and culture. 3th ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.

14. Dennis B, Chen J, Richard J and Kelly C (2003) Cultural Guidelines for Commercial Production of Interiorscape *Dracaena*.University of Florida. Visit the EDIS Web site at http://edis.ifas.ufl.edu.

15. Gabriels R, Kerrsbulkand WV and Engels H (1993) A rapid method for the determination of physical properties of growing media. Acta Horticultures. Pp. 243-247.

16. Garcia-Prendes R (2001) Evaluation of dairy manure compost as a peat substitute in potting media for container grown plant. Master of Science Thesis. University of Florida.

17. Gayasinghe GY, Liyana Arachchi ID and Tokashiki Y (2010) Evaluation of containerized substrates developed from cattle manure compost and synthetic aggregates for ornamental plant production as a peat alternative. Resources Conservation and Recycling. 54: 1412-1418.

18. Goos RJ (1995) A laboratory exercise to demonstrate nitrogen mineralization and immobilization. Natural Resources. 24: 68-70.

19. Grigatti M (2008) Growth and nutritional status of bedding plant on compost based growing media. Acta Horticulturae. 779: 607-614.

20. Jankauskien J and Brazaity A (2008) The influence of various substratum on The quality of cucumber seedling and photosynthesis parameter. Lithuanian Institute of Horticulture. 126(3): 288-303.

21. Lumpkin TA (1987) Environmental requirements for successful Azolla growth. Azolla Utilization (IRRI). Pp. 89-98.

22. Page AL, Miller RH, Keeney DR, Bremner JM and Mulvaney RG (1982) Total nitrogen In: Method of Soil Analysis. American Society of agronomy, Madison. Pp. 575-624.

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

24. Paye AL, Miller RH and Keeny DR (1984) Method of soil analysis. Part II. SSSA Inc. Madison, WI.

25. Robert DW and Browder JF (2005) Chipped Pine Logs: a potential substrate for greenhouse and nursery crop. Horticultural Sciences. 40(5): 1513-1515.

26. Shadanpour F, Mohammadi Torkashvand A, Hashemi Majd K (2011) The effect of cow

Archive of SID
www.SID.ir

manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold. Annals of Biological Research. 2(6):109-115.

27. Vavrina CS and Roka FM (2000) Comparison of plastic mulch and bare ground production and economics for short-day onion in a semitropical environment. Horticultural Technology. 10: 326-330.

28. Watanabe I and Liu CC (1992) Improving nitrogen fixing systems and integrating them into sustainable rice farming. Plant and Soil. 141: 57-67.

29. Zucconi F, Pera A, Forte M and Bertoldi M (1981) Evaluating toxicity of immature compost. Biology Cycle. 22: 54-7.

Archive of SID

www.SID.ir