



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۳
صفحه‌های ۵۷۱-۵۵۵

آزولا معضلی زیست‌محیطی یا بستر رشد مناسب گیاهان زیتنی؟

علی محمدی ترکشوند^{۱*}، مریم میرحسینی مقدم^۲، بهزاد کاویانی^۳

۱. دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۳. استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۱/۱۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۱

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 منزله بستر مناسب در جایگزینی با پیت در پرورش گیاه زیتنی در اسنا در ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زیتنی 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 به جای پیت جایگزین شد. تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرحی کاملاً تصادفی و در سه تکرار با نود گیاه (دراسنا) در یک بازه 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 در اسنا 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.

۱. مقدمه

سرخس آزولا^۱ نوعی گیاه شناور در سطح آب و بومی آسیای جنوب شرقی و آفریقا است. 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 به دست می‌آورد. وظیفه تأمین مواد غذایی جلبک به عهده آزولاست و جلبک نیز در مقابل نیتروژن مورد نیاز آزولا را فراهم می‌کند. این گیاه شناور به منزله 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 منطقه گیلان طی چند سال اخیر پیامدهای نامطلوبی داشته است، به طوری 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 به دنبال 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 توده اولیه وجود دارد و به صورت کود برای شالیزار استفاده می‌شود [۲۷]. آزولا از

نظر تولید بیوماس، تثبیت نیتروژن و چرخه 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 تجدیدنپذیر مثل پیت، استفاده 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 دوره 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 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 پیت بر شاخص‌های تغذیه‌ای و رشد گیاه دراسنا،

آزولا معضلی زیست محیطی یا بستر رشد مناسب گیاهان زینتی؟

جعبه‌ها قرارگرفت. این روند چهار ماه به طول انجامید تا کمپوست آزولا تهیه شد. کمپوست آزولا پس از عبور از الک ۲۰ میلی متری 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).

آزمایشی در گلخانه ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان 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

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

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	نیترژن 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

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 در اسنا 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 کجل تک [۱۸] و برای کربن آلی از روش والکی-بلاک^۳ استفاده شد [۲۴]. اندازه‌گیری pH و EC در بسترهای کشت در عصاره ۵:۱ صورت پذیرفت.

۳.۲. 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 تهیه عصاره گیاه، ۰/۳ گرم از نمونه 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 به مدت یک ساعت تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا آب تبخیر و بخار سفید ظاهر شود. این عمل اضافه کردن آب اکسیژنه 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

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

۱.۲. کاشت گیاه در اسنا در بسترهای کشت و محلول غذایی

قله‌های یکسان و هم‌اندازه ریشه‌دار شده گیاه در اسنا به گلدان‌های ۴ لیتری در گلخانه‌ای شیشه‌ای واقع در ایستگاه گل و گیاهان زینتی لاهیجان انتقال یافت. در این مرحله، ابتدا قلمه‌های ریشه‌دار در اسنا از گلدان‌های نشایی خارج و ریشه‌های آن با آب شسته و در داخل هر گلدان با بسترهای جدید، یک گیاه در اسنا کشت شد تا دوره رشد گیاه طی شود. در دوره رشد چهار ماهه، دمای گلخانه ۲۲-۲۵ درجه 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 تهیه محلول غذایی از کود پودری امکس^۲ حاوی ۷/۸ درصد نیتروژن، ۱۸ درصد فسفر و ۱۸ درصد پتاسیم استفاده شد. برای تهیه 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 به دست 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).

3. Walky & Black

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 به دلیل 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 پیله بادام‌زمینی در جایگزینی با پیت در بستر کشت گلدانی گیاه در اسنا گزارش کردند. افزودن کمپوست آزولا باعث کاهش قابل ملاحظه 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 تجزیه بیشتر کمپوست در مقادیر بالاتر جایگزینی، فعالیت میکروارگانیسم‌ها به طور موقت باعث تبدیل فسفر معدنی به آلی^۲ می‌گردد و فسفر از دسترس گیاه خارج می‌شود [۵]. کاهش میزان فسفر در بسترهای حاوی کمپوست پیله 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]. با توجه به مقدار زیاد پتاسیم در ترکیب کمپوست آزولا، افزودن این ماده آلی سبب افزایش قابل ملاحظه 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].

اندازه‌گیری شد [۱۸]. در عصاره تهیه شده 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 عصاره 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 تجزیه شیمیایی گیاه در اسنا از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون LSD^۱ استفاده شد. نمودارهای مربوط با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. 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 رابطه 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

جدول ۳. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت

EC	pH	نسبت C/N	کربن آلی (%)	منگنز (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	نیترژن کل (%)	تخلخل (%)	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	تیمار
(dS/m)	(۵:۱)		(%)	قابل جذب (mg/kg)	قابل جذب (mg/kg)	قابل جذب (mg/kg)	قابل جذب (mg/kg)	قابل جذب (mg/kg)	(%)	(%)		
۰/۳۱	۵/۶۵	۲۷	۳۷/۸۰	۵/۳۶	۲/۶۴	۴۸/۰	۵۶۰	۲۴/۰	۱/۴	۹۳	۰/۰۹	شاهد
۰/۴۱	۵/۳۷	۱۶/۶۸	۲۹/۲۰	۱۳/۴۰	۲/۴۰	۴۹/۶	۱۱۶۰	۵/۵	۱/۷۵	۹۴	۰/۱۰	۲۵ درصد کمپوست آزولا
۰/۶۶	۵/۶۸	۱۶/۲۸	۲۸/۵۰	۲۶/۶۰	۳/۷۶	۴۲/۴	۱۴۴۰	۲/۵	۱/۷۵	۹۳	۰/۱۱	۵۰ درصد کمپوست آزولا
۱/۱۴	۶/۰۹	۱۳/۳۵	۲۴/۳۰	۵۵/۹۰	۳/۳۶	۲۸/۰	۲۰۸۰	۲/۵	۱/۸۲	۹۳	۰/۱۲	۷۵ درصد کمپوست آزولا
۱/۶۱	۶/۴۷	۵/۷۴	۲۷/۱۰	۶۸/۸۰	۲/۴۸	۱۴/۴	۲۵۶۰	۲/۶	۳/۸۵	۹۲	۰/۱۴	۱۰۰ درصد کمپوست آزولا

جایگزینی کمپوست، روند رو به افزایش پیدا کرد. در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی کمپوست آزولا، میزان رشد گیاه افزایش چشم گیری داشت. رشد در اسنا در بستر شاهد کم بود، به طوری که شاخص هایی 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 ورمی کمپوست به بستر کشت حاوی پیت-پرلیت، شاخص های رشد گیاه به ویژه اندازه و وزن گل جعفری به طور معنادار و قابل ملاحظه ای نسبت به بستر شاهد (پیت-پرلیت) افزایش یافت [۲۶]. محققان تأثیر ورمی کمپوست کود گاوی را بر رشد و باروری گوجه فرنگی و گل جعفری بررسی کردند. زمانی که غلظت ورمی کمپوست به بیش از ۴۰ درصد می رسد، تعداد گل و قطر گل کاهش می یابد [۱۰].

افزایش رشد گیاه به ویژه ارتفاع به دلیل 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 تفاله زیتون مشاهده شد که این گیاه بلندترین ارتفاع را طی یک دوره ده ماهه رشد داشته است [۱۲]. طبق تحقیقات، مخلوط پرلیت، ورمی کولیت و الیاف درخت نارگیل با بستر پیت بر رشد و نمو گوجه فرنگی نشان داد که نهال های بذری کاشته شده در بستر پیت- ورمی کولیت و پیت-پرلیت، وزن ریشه، قطر ساقه و سطح برگ بیشتری داشت [۲۰]. نتایج (اثر متقابل کمپوست آزولا و محلول غذایی بر رشد در اسنا) نشان می دهد 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 به طور معناداری افزایش یافت (جدول ۶).

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). کمپوست های دارای نسبت C/N کمتر از ۲۰ برای تولید گیاهان ایده آل 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 پیله بادام زمینی مشاهده شد [۹]. اسیدیته مناسب برای رشد مطلوب ۶/۵-۵/۳ تعیین شد [۷]. بیشترین میزان اسیدیته 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 اسیدیته بستر با افزایش جایگزینی کمپوست آزولا روند رو به افزایش داشت. بیشترین میزان EC به مقدار ۱/۶۱ دسی زیمنس بر متر در بستر ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا و کمترین میزان EC به مقدار ۰/۳۱ دسی زیمنس بر متر در بستر شاهد مشاهده شد. مقدار EC در بستر کشت در محدوده مناسب برای گیاهان زینتی (۱ تا ۳ دسی زیمنس بر متر) قرار داشت [۷].

۲.۳. اثر بستر کشت و محلول غذایی بر رشد گیاه

اثر بسترهای کشت بر شاخص های رشد در جدول ۴ و اثر محلول غذایی بر رشد گیاه در جدول ۵ مشاهده می شود. نتایج نشان داد که میزان رشد گیاه در اسنا در تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بیشتر از تیمار صفر (شاهد) و ۲۵ درصد کمپوست آزولا بود. شاخص های رشد با افزایش درصد

جدول ۴. اثر مستقل کمپوست آزولا بر شاخص های رشد در اسنا

تیمار	مشخصات	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد برگ	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر ساقه (g)	قطر ساقه (mm)
۱	شاهد	۵۵/۵۹ ^c	۵۲/۷۲ ^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	۶۸/۰۲ ^{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	۲۶/۱۷ ^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 شاخص های رشد در اسنا

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 ^b	۶۰/۶۷ ^b	۱۰/۴۶ ^b	۷/۰۹ ^b	۳۰/۲۸ ^b	۱۲/۳۹ ^a
با محلول غذایی	۶۲/۲۶ ^a	۵۷/۸۸ ^a	۷۷/۱۷ ^a	۱۱/۷۶ ^a	۷/۷۰ ^a	۳۷/۰۳ ^a	۱۲/۸۱ ^a

آزولا معضلی زیست محیطی یا بستر رشد مناسب گیاهان زینتی؟

جدول ۶. اثر متقابل کمپوست و محلول غذایی بر شاخص های رشد برگ گیاه دراسنا

قطر ساقه (mm)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن تر برگ (g)	تعداد برگ	ارتفاع (cm)	تیمار
۱۱/۷ ^a	۲۷/۲۹ ^b	۴/۵۲ ^c	۸/۴۳ ^c	۴۲/۹۱ ^c	۵۱/۴۴ ^b	۵۴/۴۹ ^b	شاهد (بدون محلول غذایی)
۱۲/۱۱ ^a	۲۶/۳۴ ^b	۵/۴۶ ^c	۹/۷۵ ^{bc}	۶۸/۲۹ ^{ab}	۵۴/۰۰ ^b	۵۷/۴۱ ^{ab}	شاهد (با محلول غذایی)
۱۲/۴۹ ^a	۲۷/۶۵ ^b	۸/۴۰ ^b	۹/۶۷ ^{bc}	۵۸/۴۴ ^b	۵۵/۸۳ ^{ab}	۵۷/۱۱ ^{ab}	آزولا (بدون محلول غذایی)
۱۲/۰۹ ^a	۲۷/۴۵ ^b	۷/۳۳ ^b	۱۰/۷۶ ^b	۷۳/۰۸ ^{ab}	۵۵/۳۳ ^{ab}	۶۱/۹۱ ^{ab}	آزولا (با محلول غذایی)
۱۱/۰۷ ^{ab}	۲۶/۰۰ ^b	۷/۶۷ ^b	۱۰/۶۹ ^b	۵۷/۴۵ ^b	۵۳/۲۸ ^b	۵۸/۲۳ ^{ab}	آزولا (بدون محلول غذایی)
۱۳/۳۱ ^a	۳۴/۹۰ ^a	۱۲/۱۰ ^a	۱۳/۲۹ ^a	۸۱/۱۲ ^a	۵۷/۶۷ ^{ab}	۶۴/۶۳ ^a	آزولا (با محلول غذایی)
۱۳/۰۳ ^a	۳۷/۹۰ ^a	۷/۰۹ ^{bc}	۱۱/۷۸ ^{ab}	۷۲/۴۵ ^{ab}	۶۰/۱۱ ^a	۶۳/۵۷ ^{ab}	آزولا (بدون محلول غذایی)
۱۳/۰۰ ^a	۳۴/۴۴ ^a	۷/۱۳ ^b	۱۳/۱۵ ^a	۸۵/۲۹ ^a	۶۱/۴۴ ^a	۶۵/۰۵ ^a	آزولا (با محلول غذایی)
۱۳/۵۶ ^a	۳۷/۵۶ ^a	۷/۸۰ ^b	۱۱/۷۵ ^{ab}	۷۸/۵۹ ^a	۵۷/۶۶ ^{ab}	۶۴/۰۳ ^a	آزولا (بدون محلول غذایی)
۱۳/۰۶ ^a	۳۶/۹۸ ^a	۶/۵۸ ^{bc}	۱۱/۸۷ ^{ab}	۸۵/۱۳ ^a	۶۱/۰۰ ^a	۶۷/۳۳ ^a	آزولا (با محلول غذایی)

اثر کمپوست بر رشد فیکوس بنجامین به دلیل 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 به دست می‌آید، اثر رقت عناصر غذایی از بین می‌رود. اثر رقت به دلیل رشد گیاه و کاهش غلظت عناصر در گیاه به دلیل اندازه بزرگ‌تر گیاه است.

نتایج نشان داد که کمپوست آزولا آثار معناداری بر جذب عناصر غذایی توسط برگ در اسنا 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 تجزیه ماده 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 توسعه ریشه، سطح جذب افزایش یافت و منجر به افزایش جذب فسفر می‌شود [۵].

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 پیلۀ بادام‌زمینی به صورت حجمی به جای پیت، در بستر کاشت گیاه در اسنا افزایش معنادار عناصر اندازه‌گیری شده نسبت به شاهد مشاهده شد [۹]. میانگین غلظت عناصر غذایی به دست آمده در برگ گیاه در اسنا در محدوده مقادیر ارائه شده است که معرف مطلوب بودن محدوده 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

آزولا معضلی زیست محیطی یا بستر رشد مناسب گیاهان زینتی؟

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

جذب عناصر (mg/pot)				غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه				تیمار				
مگنر	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیترژن	مگنر	روی		آهن	پتاسیم	فسفر	نیترژن
							(mg/kg)		(%)		(%)	
۰/۳۹ ^d	۰/۲۱ ^b	۱/۴۳ ^{ab}	۵۳/۸ ^{ab}	۲۶/۸ ^b	۳۱۶/۱ ^b	۴۲/۷ ^c	۲۳/۳ ^b	۱۵۵/۵ ^a	۰/۵۷ ^a	۰/۳۳ ^b	۳/۴۶ ^a	شاهد
۱/۰۸ ^{bc}	۰/۲۵ ^b	۱/۱۴ ^b	۴۸/۱ ^b	۳۹/۹ ^b	۲۹۷/۸ ^b	۱۰۳/۵ ^b	۳۳/۹ ^b	۱۱۰/۴ ^b	۰/۴۷ ^b	۰/۳۹ ^b	۲/۹۲ ^b	۲۵ درصد کمپوست آزولا
۲/۱۵ ^a	۰/۴۷ ^a	۱/۶۸ ^a	۵۱/۶ ^b	۸۶/۷ ^a	۳۴۹/۸ ^{ab}	۱۷۹/۴ ^a	۳۳/۹ ^a	۱۳۱/۰ ^a	۰/۴۳ ^b	۰/۷۶ ^a	۲/۸۰ ^b	۵۰ درصد کمپوست آزولا
۱/۳۳ ^b	۰/۲۳ ^b	۱/۱۶ ^b	۶۴/۴ ^a	۱۲۶/۳ ^a	۴۰۴/۱ ^a	۱۰۱/۳ ^b	۱۷/۹ ^{bc}	۹۰/۰ ^b	۰/۵۰ ^{ab}	۰/۹۱ ^a	۳/۲۱ ^{ab}	۷۵ درصد کمپوست آزولا
۰/۶۵ ^d	۰/۲۲ ^b	۱/۸۰ ^a	۶۰/۶ ^a	۱۰۱/۶ ^a	۲۴۹/۵ ^a	۵۲/۲ ^c	۱۷/۹ ^c	۱۵۴/۵ ^a	۰/۵۰ ^{ab}	۰/۸۳ ^a	۳/۸۴ ^a	۱۰۰ درصد کمپوست آزولا

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 عرضه 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 مقایسه جذب نیتروژن در شاهد با محلول غذایی نسبت به تیمارهای کمپوست آزولا بدون محلول غذایی، حکایت از کاهش غلظت نیتروژن در تیمارهای کمپوست دارد.

جذب پتاسیم توسط گیاه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا با افزایش جذب عنصر پتاسیم نسبت به شاهد همراه بود و در بقیه 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. با توجه به اثر قابل ملاحظه 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 به دلیل 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 به دست آمد. لذا، بیشترین مقدار جذب روی در تیمار ۵۰ درصد کمپوست آزولا، علاوه بر افزایش عملکرد گیاه، به دلیل فراهم بودن روی قابل جذب در بستر کشت است. طبق نتایج، جذب منگنز در تیمارهای کمپوست آزولا (به جز تیمار ۱۰۰ درصد) بیشتر از شاهد بود. علت آن فراهم بودن منگنز قابل جذب بستر کشت در اثر افزودن کمپوست آزولا است (جدول ۳). عدم تغییر معنادار جذب منگنز در تیمار ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد ممکن است به دلیل رقابت یونی و افزایش جذب آهن در این تیمار نسبت به شاهد و جلوگیری از جذب منگنز باشد. همچنین، وابستگی حلالیت منگنز به اسیدیته 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

آزولا معضلی زیست محیطی یا بستر رشد مناسب گیاهان زینتی؟

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

جذب عناصر (mg/pot)				غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه								
مگنیز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیترژن	مگنیز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیترژن	تیمار
)mg/kg((/)
۰/۸۵ ^b	۰/۲۱ ^b	۱/۳۳ ^b	۴۱/۷۸ ^b	۵۱/۸ ^b	۳۳/۸ ^b	۸۰/۳۳ ^b	۲۰/۴۹ ^a	۱۲۵/۰۳ ^a	۰/۳۹ ^b	۰/۴۵ ^b	۲/۷۷ ^b	بدون محلول غذایی
۱/۳۴ ^a	۰/۳۴ ^a	۱/۵۵ ^a	۷۰/۰ ^a	۱۰۴/۵ ^a	۳۹۶/۷ ^a	۱۱۱/۴۶ ^a	۲۰/۸۶ ^a	۱۳۱/۶۱ ^a	۰/۶۰ ^a	۰/۸۳ ^a	۳/۶۲ ^a	با محلول غذایی

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

جذب عناصر (mg/pot)		غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه						تیمار				
مگنتر	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	مگنیز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	تیمار
							mg/kg			(%)	(%)	
۱/۳ ^{ab}	۰/۱۸ ^b	۰/۲۹ ^d	۲۷۳/۹۴ ^c	۲۰/۶۳ ^d	۳۳/۵۰ ^{bc}	۱۵۲/۳۰ ^a	۲۱/۹۰ ^{bc}	۳۳/۸۰ ^c	۳/۲۶ ^b	۰/۳۲ ^c	۰/۴۰ ^b	شاهد (بدون محلول)
۱/۵ ^{abc}	۰/۲۵ ^b	۰/۵۰ ^d	۳۵۸/۲۷ ^b	۳۳/۰۰ ^d	۷۲/۹۰ ^a	۱۵۸/۸۳ ^a	۲۴/۶۵ ^b	۵۱/۵۸ ^d	۳/۶۰ ^{ab}	۰/۳۴ ^c	۰/۷۵ ^e	شاهد (با محلول)
۱/۱ ^{ab}	۰/۳۶ ^b	۰/۷۷ ^{cd}	۲۵۵/۰۳ ^c	۴۳/۱۰ ^d	۳۶/۱۳ ^{bc}	۱۱۴/۹۳ ^{ab}	۲۶/۳۳ ^b	۷۸/۴۰ ^d	۲/۵۹ ^c	۰/۴۴ ^c	۰/۳۷ ^b	آزولا (بدون محلول)
۱/۱ ^{ab}	۰/۲۴ ^b	۱/۳۹ ^{bc}	۳۴۰/۶۷ ^b	۳۶/۷۶ ^d	۶۰/۱۰ ^{ab}	۱۰۶/۰۳ ^b	۲۱/۴۵ ^b	۱۲۴/۶۶ ^{bc}	۳/۲۶ ^b	۰/۳۴ ^c	۰/۵۸ ^{ab}	آزولا (با محلول)
۱/۳ ^{qab}	۰/۲۶ ^b	۱/۸۱ ^{ab}	۲۸۳/۹۵ ^c	۳۸/۵۳ ^d	۴۶/۶۰ ^b	۱۲۷/۰۱ ^{ab}	۲۴/۳۸ ^b	۱۲۸/۵۵ ^{bc}	۲/۶۸ ^c	۰/۳۵ ^c	۰/۳۸ ^b	آزولا (بدون محلول)
۱/۹ ^q	۰/۶۹ ^a	۲/۴۹ ^a	۴۱۵/۶۸ ^{ab}	۱۳۴/۸۳ ^b	۶۲/۸۳ ^{ab}	۱۳۵/۰۴ ^{ab}	۴۳/۴۱ ^a	۱۶۹/۶۵ ^b	۲/۹۲ ^{bc}	۱/۱۶ ^{ab}	۰/۴۸ ^b	آزولا (با محلول)
۱/۰ ^b	۰/۱۹ ^b	۰/۹۱ ^{cd}	۳۳۲/۶۳ ^{bc}	۳۹/۸۳ ^d	۵۱/۶۳ ^{ab}	۸۳/۴۳ ^b	۱۵/۷۶ ^c	۷۷/۹۸ ^{cd}	۲/۸۲ ^{bc}	۰/۳۴ ^c	۰/۴۳ ^b	آزولا (بدون محلول)
۱/۲۸ ^{ab}	۰/۲۶ ^b	۱/۵۶ ^{bc}	۴۷۵/۶۵ ^{ab}	۲۱۲/۸۰ ^a	۷۶/۷۰ ^a	۹۶/۶۰ ^b	۲۰/۰۶ ^{bc}	۱۲۴/۶۶ ^{bc}	۳/۶۰ ^{ab}	۱/۴۰ ^a	۰/۵۷ ^{ab}	آزولا (با محلول)
۱/۷ ^a	۰/۱۷ ^b	۰/۵۰ ^d	۳۸۱/۱۳ ^b	۱۰۵/۶۶ ^b	۴۴/۶۰ ^b	۱۴۷/۴۳ ^a	۱۴/۱۰ ^c	۴۱/۳۱ ^d	۳/۲۹ ^b	۰/۸۱ ^b	۰/۳۸ ^b	آزولا (بدون محلول)
۱/۸۳ ^a	۰/۲۶ ^b	۰/۸۰ ^{cd}	۵۱۷/۹۷ ^a	۹۷/۵۳ ^{bc}	۷۶/۵۶ ^a	۱۶۱/۶۰ ^a	۲۱/۷۱ ^{bc}	۶۳/۲۶ ^d	۴/۳۹ ^a	۰/۸۴ ^b	۰/۶۳ ^{ab}	آزولا (با محلول)

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. رضوی پور ت (۱۳۸۷) اثر استفاده 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 خمایی ع و پادداشت م ن (۱۳۸۸) اثر آزولای کمپوست شده در بسترهای مختلف کشت بر رشد و ترکیب غذایی در گیاه فیکوس بنجامین ابلق رقم 'استارلایت'. به زراعی نهال و بذر. ۲-۲۵(۴): ۴۱۷-۴۳۰.
۵. محمدی ترکشوند 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, Nogueira P and Bures S (2001) National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. Bioresource Technology. 77: 197-200.

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 پایه پیت-پرلیت حتی با مصرف محلول غذایی را بر رشد گیاه و جذب عناصر غذایی ایفا کرد.

۴. نتیجه گیری

بر اساس نتایج تحقق حاضر مشاهده شد که افزایش کمپوست آزولا به بستر کشت منجر به افزایش ارتفاع و رشد اندام‌های گیاه در اسنا در مقایسه با شاهد شد. در بیشتر شاخص‌های رشد، جایگزینی مقدار ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست آزولا اثر بهتری بر رشد گیاه داشت. در اسنا مارچیناتا در زمرة 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. اضافه کردن 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 پایه 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) به علت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مطلوب این بسترها جایگزین مناسبی برای پیت، با توجه 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.

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 shells 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 Metzger 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 Science 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

- 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.