مقاله پژوهشی

تأثیر بستر کاشت و محلول‌پاشی کود محرک زیستی بر شاخصه‌های رشدی و عملکرد گوجه-فرنگی رقم گراند (*Lycopersicum esculentum* var. Grande)

لمیا وجودی مهربانی[1*] و رعنا ولی‌زاده کامران[2]

[1] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

[2] گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱۰/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۱۲/۱۶)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر محرک زیستی (کمپانیون و بیونوترینت) و ترکیب بستر کشت {خاک (شاهد)، ۷۵٪ خاک + ۲۵٪ کوکوپیت و ۵۰٪ خاک + ۵۰٪ کوکوپیت} بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی رقم ریوگراند، آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شد. نتایج نشان داد که وزن خشک گیاه، عملکرد، حجم میوه، محتوای مواد جامد محلول، کلروفیل، کاروتنوئید، آنتوسیانین و اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. تعداد گل در خوشه، تعداد خوشه گل، محتوای آنتوسیانین و فنل کل تحت تأثیر اثر مستقل محرک زیستی قرار گرفت. براساس نتایج حاصل بالاترین وزن خشک گیاه، عملکرد و محتوای کلروفیل، در تیمار کود بیونوترینت و کاربرد ۵۰ درصد کوکوپیت در بستر کاشت حاصل شد. افزایش در حجم میوه، محتوای مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد کوکوپیت در بستر کشت و کاربرد هر دو کود محرک زیستی مشاهده شد. هر دو کود زیستی مورد استفاده موجب افزایش محتوی فنل و ویتامین ث در گیاه شد. نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که کاربرد محرک زیستی و کوکوپیت در بستر کشت موجب بهبود رشد و صفات فیزیولوژیکی مورد مطالعه در بررسی حاضر شد. نتایج حاصل از بررسی حاضر گام مهمی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی در تولید گوجه-فرنگی و جایگزینی آن با ترکیبات دوستدار محیط زیست است.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، عملکرد، کلروفیل، محتوای مواد جامد محلول

مقدمه

گوجه‌فرنگی، گیاهی علفی با نام علمی *Lycopersicum esculentum* L.، از خانواده بادمجانیان است. میوه گوجه‌فرنگی حاوی انواع املاح معدنی، ویتامین‌ها، کاروتن، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و قند است (Tahamolkonan *et al.*, 2021). گوجه‌فرنگی یکی از پرمصرف‌ترین سبزی‌های مورد استفاده در سراسر جهان است. با توجه به افزایش تقاضای جهانی برای این محصول در طول سال، کشت‌های مزرعه‌ای پاسخگوی این نیاز رو به رشد نبوده، لذا امروزه تمایل به تولید آن در گلخانه‌ها و خارج از فصل نیز افزایش یافته است.

افزایش جمعیت جهان چالش‌های زیادی را برای تهیه غذا ایجاد کرده است. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: vojodilamia@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

مخصوصاً کودهای نیتروژنه، موجب عدم تعادل در ساختار خاک و مواد مغذی آن، از بین رفتن میکروارگانیسم‌های مفید خاک به‌دلیل برهم خوردن بیولوژی خاک، افزایش انتقال بیماری‌ها از خاک به گیاه، کاهش رشد و عملکرد گیاه شده است. استفاده از کودهای زیستی در چنین شرایطی، چرخشی جدید به سمت تولید محصولات عاری از باقیمانده کود خواهد بود (Liu *et al.*, 2022). از مهم‌ترین مزایای مصرف کودهای زیستی در تولید محصول می‌توان به افزایش عملکرد، کاهش هزینه‌های مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و زیست سازگاری آن‌ها اشاره نمود. فعالیت موجودات زنده موجود در کودهای زیستی موجب تهویه خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب، افزایش ماده آلی و بهبود ساختار خاک می‌شود همچنین منبع تجدیدپذیر از مواد مغذی را در خاک ایجاد می‌کند (Riaz *et al.*, 2020). محرک‌های زیستی حاوی ترکیبات متنوع شیمیایی (عناصر غذایی، هورمون‌های گیاهی، پلی‌آمین، مخمر و باکتری) است که نقش مهمی در بهبود رشد و عملکرد گیاه را دارد (اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۶). میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی به‌دلیل دارابودن سیستم آنزیمی خاص، موجب آزادسازی و انتقال مواد مغذی در خاک می‌شوند که نقش مهمی در حفظ تعادل مواد مغذی مخصوصاً فسفر، نیتروژن و پتاسیم در خاک را دارد (اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیق انجام‌شده در کاهو مشخص شد که کاربرد محرک‌های زیستی نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاه و مقاومت آن در مقابل سفیدک پودری را دارد (مولایی و نکونام، ۱۴۰۱). نتایج بررسی انجام‌شده در گوجه‌فرنگی نشان داد که کاربرد محرک زیستی مگافول تحت تنش آبی موجب بهبود رشد، افزایش عملکرد گیاه، محتوای مواد جامد محلول و لیکوپن گیاه به دلیل ایجاد رشد متعادل در گیاه، از طریق تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه شده است (اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۶).

بستر کاشت یکی از ارکان اصلی سیستم‌های کشت در گلخانه است. با توجه به محدودیت حجم گلدان در کشت‌های گلخانه‌ای باید بستر کشت در مطلوب‌ترین حالت ممکن انتخاب شود تا شرایط بهینه برای رشد گیاه ایجاد شود (Benito *et al.*, 2005). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر کاشت (ظرفیت نگهداری آب، حجم بستر، هدایت هیدرولیکی، آب در دسترس، آب سهل‌الوصول، آب بافری، اندازه ذرات، سرعت انتشار اکسیژن و خلل‌وفرج موجود در بستر) نقش مهمی در انتخاب ترکیب بستر کاشت و رشد گیاه را دارد (مزاری و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج بررسی انجام‌شده در گوجه‌فرنگی نشان داد که استفاده از بستر ماسه – کوکوپیت موجب افزایش وزن خشک بوته، سطح برگ، تعداد برگ و عملکرد گیاه به دلیل دسترسی بهتر به آب سهل‌الوصول در گیاه شد (مزاری و همکاران، ۱۳۹۷). تغییر در انواع و نسبت اجزای تشکیل‌دهنده بستر کشت موجب تغییر درخصوصیات آن شده و در نتیجه با تأثیر بر کارآیی مصرف آب و تهویه خاک عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ویژگی‌های بستر کاشت مانند چگالی بستر، چگالی ذرات، منافذکل، ظرفیت نگهداری آب بستر به‌طور غیرمستقیم روی رشد گیاه تأثیر دارد. تأمین آب‌سهل الوصول از بستر کاشت برای گیاه یکی از ویژگی‌های مهم بستر کشت است (Benito *et al.*, 2005). ترکیب کوکوپیت با خاک از به‌هم‌چسبیدگی خاک جلوگیری می‌کند و امکان تهویه بهتر (حجم منافذی معادل ۷۰ درصد) خاک را فراهم می‌کند. کوکوپیت، از نظر وزنی سبک بوده و قدرت جذب بالایی دارد و رطوبت را در خاک حفظ می‌کند و به این طریق به رشد مطلوب گیاه کمک می‌کند. گوجه‌فرنگی یکی از سبزی‌های مهم و پرمصرف در جهان است که رشد و عملکرد آن تحت تأثیر ترکیب بستر کشت و کاربرد کود قرار می‌گیرد. افزایش بی‌رویه مصرف کودهای شیمیایی در پرورش گوجه‌فرنگی و سایر محصولات کشاورزی موجب به مخاطره انداختن سلامت انسان و پایداری اکوسیستم شده است. مدیریت کود عامل موفقیت در تولید محصول است. شناسایی کودهای سازگار با محیط‌زیست نقش مهمی در بهبود رشد و عملکرد گیاه را دارد. لذا در مطالعه حاضر سعی شده است تا تأثیر دو نوع کودزیستی همراه با کاربرد خاکی کودآلی در کشت گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گیرد تا دیدگاهی برای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

مطالعات آینده در این خصوص و رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر محرک زیستی و بستر کاشت بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی رقم ریوگراند، آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شد. بذور گوجه‌فرنگی در سینی کشت حاوی بستر کوکوپیت پرلایت (۱:۱) کشت شدند. بعد از جوانه‌زنی بذور، گیاهچه‌ها در مرحله سه برگی از سینی کشت خارج و به گلدان‌های ۵ لیتری حاوی بستر کشت منتقل شدند. ترکیب بستر کشت مورد استفاده در بررسی حاضر عبارت است از: خاک (شاهد)، ۷۵٪ خاک + ۲۵٪ کوکوپیت و ۵۰٪ خاک + ۵۰٪ کوکوپیت بود. مشخصات خاک مورد استفاده در بررسی حاضر عبارت است از: بافت خاک شنی لومی، پ‌هاش (pH) ۷/۳، هدایت الکتریکی (EC) ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر (ds/m) آهن ۰/۶ میلی‌گرم به کیلوگرم، منگنز ۱/۲ میلی‌گرم به کیلوگرم، روی ۱/۳ میلی‌گرم به کیلوگرم، پتاسیم ۰/۶٪، فسفر ۰/۷٪ و نیتروژن ۰/۰۴٪. آبیاری گیاهان به صورت دستی و یک روز در میان با ۲۵۰ سی‌سی آب انجام شد. بعد از کشت گیاهان در بستر اصلی، از محرک‌های زیستی (بیونوترینت و کمپانیون) (Growth Product; America) همراه با آب آبیاری برای رشد گیاه استفاده شد. بیونوترینت، محرک رشد و محرک ریشه‌زایی بوده و با افزودن مواد غذایی به خاک موجب اصلاح خاک می‌شود. وجود باکتری باسیلویس و مخمر *Saccharamyces cerevisiae* در بیونوترینت موجب جلوگیری از ابتلا به بیمارهای خاکزی، ورتیسلیوم و فوزاریوم می‌شود. تسریع در جوانه‌زنی، افزایش گل و میوه‌بندی از ویژگی‌های این محصول است (برچسب موجود روی بسته کود).کمپانیون، محرک رشد حاوی عناصر غذایی مغذی و باکتری غیرفعال جهت تقویت فرایندهای زیستی در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه است. این محصول، موجب افزایش مقاومت گیاه در مقابل بیمارهای سفیدک، بوته‌میری گیاه، لکه‌موجی و کپک خاکستری می‌شود (برچسب موجود روی بسته کود). کود بیونوترینت (جدول ۱ و ۲) به میزان یک کیلوگرم در هکتار و کود کمپانیون (جدول ۳) به میزان یک لیتر در هکتار همراه آب آبیاری در چهار نوبت (پس از انتقال نشا، پس از ظهور دومین برگ اصلی، ۱۵ روز بعد از مرحله دوم و ۱۵ روز بعد از مرحله سوم) استفاه شد. به‌غیر از مرحله اعمال تیمارها، در سایر مراحل رشد گیاه، از آب خالص برای آبیای استفاده شد. گیاهان در طول دوره رشد، در گلخانه، با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد روز و ۲۰ درجه سانتی‌گراد شب با رطوبت نسبی ۷۰-۶۵ درصد نگهداری شدند. طول دوره روشنایی ۱۴ ساعت و تاریکی ۱۰ ساعت بود.

برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته، تعداد خوشه گل و گل‌آذین از میانگین اعداد حاصل از سه بوته استفاده شد. حجم میوه به کمک استوانه مدرج پر از آب تعیین شد. ابتدا استوانه ۵۰۰ میلی‌لیتری از آب پر شد و سه میوه از هر تکرار داخل آب انداخته شد و حجم بالا آمده آب به‌عنوان حجم میوه به میلی‌لیتر منظور گردید. محتوای مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی با استفاده از رفرکتومتردستی (Erma Japan, Tokyo) اندازه‌گیری شد. پ‌هاش (pH) میوه با استفاده از pH متر تعیین شد. اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه با تیترکردن آن با سود ۰/۱ نرمال و برحسب اسید ستریک محاسبه شد (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱). برای محاسبه اسیدیته از رابطه (۱) استفاده شد.

۵/ (V × ۰/۰۰۶۴ × ۱۰۰) = درصد اسیدیته

در رابطه ۱، V حجم سود مصرفی برای نمونه است.

محتوای کلروفیل گیاه به روش استخراج با استون و با استفاده از اسپکتروفتومتر (T80+, China) تعیین شد (Arnon, 1949).

برای اندازه‌گیری فنل کل، ۰/۰۵ گرم بافت برگ تازه در ۲ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد ساییده و در بن‌ماری در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت سپس در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. یک میلی‌لیتر از محلول‌رویی با ۰/۲ میلی‌لیتر معرف فولین‌سیو مخلوط و محلول به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

جدول ۱- ترکیب شیمیایی محرک زیستی بیونوترینت

روی	آهن	اکسید پتاسیم	پنتا اکسید فسفر	نیتروژن	اسید جیبرلیک	آمینواسید	اسید هیومیک	عصاره مخمر	عصاره علف‌دریایی *Ascophyllum nodosum*
٪۰/۰۰۶	٪۳	٪۹	٪۱	٪۸	٪۰/۰۰۱	٪۳۵	٪۲۰	٪ ۱/۵	٪۱۰

جدول ۲- باکتری و مخمر موجود در محرک زیستی بیونوترینت

Bacillus subtills	*Bacillus licheniformis*	*Bacillus amyloliquefaciens*	*Bacillus pumilus*	*Saccharamyces cerevisiae*
۷/۵×۱۰^{۷} CFU	۲/۵×۱۰^{۸} CFU	۷/۵×۱۰^{۷} CFU	۷/۵×۱۰^{۷} CFU	۴/۵×۱۰^{۱۰} CFU

جدول ۳- ترکیب شیمیایی محرک زیستی کمپانیون

منیزیم	کلسیم	اکسید پتاسیم	پنتا اکسید فسفر	نیتروژن	*Bacillus subtilis*
٪۰/۵	۱٪	۲٪	۳٪	۲٪	۵/۵×۱۰^{۷} CFU

یک میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱۲ درصد به محلول اضافه شد و به مدت دو ساعت در دمای اتاق قرار گرفت. جذب محلول رویی در ۷۶۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (T80+, China) اندازه‌گیری شد (Singleton *et al*., 1999).

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل، ۰/۰۵ گرم از برگ گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول: هیدروکلرویک اسید ۱:۹۹ حجمی- حجمی) در هاون چینی ساییده شد و بعد از انتقال به داخل فالکون به مدت ۲۴ ساعت در محیط تاریک در دمای اتاق قرار گرفت. عصاره حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. جذب محلول رویی در ۵۵۰ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتر خوانده شد. میزان آنتوسیانین کل از رابطه (۲) محاسبه شد (Wagner, 1979).

$$A= \varepsilon bc$$

در این رابطه ۲، ε معادل ۳۳۰۰۰ میلی‌مولار بر سانتی‌متر، A جذب نوری محلول، b عرض کوت (یک سانتی‌متر) است.

برای اندازه‌گیری ویتامین ث، ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط شد. در مرحله بعدی با استفاده از محلول ید در یدید پتاسیم، در حضور ۲ میلی‌لیتر معرف نشاسته ۰/۰۱ درصد تیتر شد تا رنگ خاکستری تشکیل شود. میزان ویتامین ث با استفاده از رابطه ۳ تعیین گردید (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱).

درصد اسید آسکوربیک = (۰/۸۸× حجم/حجم آب میوه)×۱۰۰

درصد اسید آسکوربیک: میزان ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه، حجم: حجم ید در یدورپتاسیم مصرفی برحسب میلی‌لیتر، ۰/۸۸: عدد ثابت بوده و نشان می‌دهد که هر میلی‌لیتر ید ۰/۰۱ نرمال، برابر ۰/۸۸ میلی‌گرم ویتامین ث است (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱). بررسی حاضر در قالب آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. برای آنالیز آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲/۳ استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاه: وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاه تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۴). براساس نتایج حاصل بالاترین وزن خشک گیاه، در تیمار کودبیونوترینت و کاربرد ۵۰ درصد کوکوپیت در بستر کشت حاصل شد که نشان‌دهنده افزایش ۶۴

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

جدول ۴- تجزیه واریانس نوع بستر کشت و کود محرک زیستی برصفات رویشی، زایشی، محتوای فنل و ویتامین ث گوجه‌فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	تعداد خوشه گل	تعداد گل در خوشه	حجم میوه	عملکرد	ویتامین ث	محتوای فنل کل
کودزیستی	۱	۰/۰۵^{ns}	۴/۲*	۵/۲**	۴/۸**	۲۵۵۸*	۲۱*	۰/۱۲*	۱۲۸*
بسترکاشت	۲	۱/۲*	۱۸*	۶/۲^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۴۷۸۴*	۵۷*	۰/۰۰۴^{ns}	۲۴^{ns}
کود × بسترکاشت	۲	۱/۸**	۲۱/۲**	۰/۰۵^{ns}	۰/۲^{ns}	۲۴۵۱*	۱۴۵**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۰/۵^{ns}
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۱	۱/۱	۸۴	۵/۱	۰/۰۳	۱۵
ضریب تغییرات		۸	۱۰	۱۰	۱۴	۹/۲	۶	۳/۷	۸

^{ns}، *و **به ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل بستر کاشت و محرک زیستی بر صفات رویشی، زایشی و اسیدیته قابل تیتراسیون گوجه‌فرنگی

تیمارها	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک بوته (g)	حجم میوه (ml)	عملکرد (ton ha^{-1})	اسیدیته قابل تیتراسیون (٪)
کود بیونوترینت و بستر خاک	۰/۴۱^{c}	۴/۲^{c}	۱۹۴^{b}	۲۰^{c}	۱/۷^{b}
کود بیونوترینت در بستر خاکی حاوی ۲۵٪ کوکوپیت	۰/۴۷^{b}	۵/۱^{b}	۲۰۷^{a}	۲۶^{b}	۲/۵^{a}
کود بیونوترینت در بستر خاکی حاوی ۵۰٪ کوکوپیت	۰/۵۹^{a}	۶/۹^{a}	۲۲۵^{a}	۳۱^{a}	۲/۵^{a}
کود کمپانیون و بستر خاکی	۰/۴۰^{c}	۳/۸^{d}	۱۹۱^{b}	۲۱^{c}	۱/۸^{b}
کود کمپانیون در بستر خاکی حاوی ۲۵٪ کوکوپیت	۰/۴۶^{b}	۴/۶^{c}	۲۰۶^{a}	۲۵^{b}	۲/۳^{ab}
کود کمپانیون در بستر خاکی حاوی ۵۰٪ کوکوپیت	۰/۴۹^{b}	۵/۲^{b}	۲۰۴^{a}	۲۷^{b}	۲/۱^{ab}

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

درصدی وزن خشک بخش هوایی گیاه نسبت به تیمار بدون کاربرد کوکوپیت در همان تیمار محرک زیستی بود. از نظر آماری اختلافی بین کاربرد ۲۵ درصد کوکوپیت با تیمار هر دو محرک زیستی از نظر وزن خشک گیاه مشاهده نشد (جدول ۵). نتایج بررسی انجام‌شده در گیاه عروسک پشت‌پرده (*Physalis alkekengi* L.) نشان داد که، استفاده از کود زیستی نیتروکسین موجب افزایش وزن خشک گیاه، ارتفاع و عملکرد گیاه شد (خیری و همکاران، ۱۳۹۸). چنین به نظر می‌رسد که وجود باکتری‌های ریزوسفری در کود محرک زیستی با تثبیت نیتروژن، کاهش pH خاک و بهبود دسترسی و جذب عناصر غذایی توسط ریشه، موجب افزایش رشد ریشه و در نتیجه عملکرد گیاه می‌شود (خیری و همکاران، ۱۳۹۸). اهمیت میکروب‌های ریزوسفر به عنوان همسایه ریشه گیاه برای سلامت و رشد ریشه انکارناپذیر است. جوامع میکروبی ریزوسفر، با افزایش سازگاری گیاه به تنش‌های محیطی، بهبود جذب مواد مغذی و عملکرد متابولیکی گیاه موجب تقویت رشد گیاه می‌شود (Liu *et al.*, 2022). ترکیب مناسب بستر کاشت نقش مهمی در تهویه و تأمین رطوبت کافی برای گیاه را دارد (Benito *et al.*, 2005). استفاده از کوکوپیت با فراهم‌سازی رطوبت و تهویه مناسب همراه با محرک‌های زیستی مورد استفاده نقش مهمی در افزایش وزن خشک گیاه را داشت.

تعداد خوشه گل و گل در خوشه: تعداد خوشه گل و گل در خوشه، تحت تأثیر اثر مستقل کود محرک زیستی قرار گرفت (جدول ۴). در هر دو صفت ذکرشده کود بیونوترینت عملکرد بهتری نسبت به محرک زیستی کمپانیون داشت (جدول ۶). استفاده از محرک زیستی نیتروکسین موجب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

جدول ۶- مقایسه میانگین کود محرک زیستی بر تعداد گل و محتوای فنل و ویتامین ث در گوجه‌فرنگی

کود	تعداد خوشه گل	تعداد گل در خوشه	محتوای فنل کل (mg g^{-1} FW)	ویتامین ث (mg 100 ml^{-1})
کود بیونوترینت	۲/۵[a]	۳/۶[a]	۹۴[a]	۱۱/۸[a]
کود کمپانیون	۱/۸[b]	۲/۳[b]	۹۵[a]	۱۲[a]

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

افزایش عملکرد طالبی شد (Zahedyan *et al*., 2022). کاربرد محرک‌های زیستی موجب افزایش فعالیت میکروبی خاک شده و با فراهم‌سازی هورمون‌ها و محرک‌های‌رشدی لازم برای گیاه (اکسین، سایتوکنین، بیوتن و اسید پانتوتنیک)، مواد غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود فتوسنتز موجب افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شوند (Karthikeyan *et al*., 2008). بهبود ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش تهویه خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک، در اثر کاربرد کود زیستی در خارمریم (*Silybum marianum* L.) گزارش شد (Mohammadpour Vashvaei *et al*., 2017).

حجم میوه: حجم میوه تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۴). هر دو تیمار کودی و بستر کاشت حاوی کوکوپیت موجب افزایش حجم میوه نسبت به تیمار بدون کاربرد کوکوپیت در خاک شدند (جدول ۵). از آنجایی که گیاه قادر به جذب اکسیژن محلول در آب است لذا به‌نظر می‌رسد کوکوپیت با تأمین رطوبت کافی نقش مهمی در دسترسی گیاه به اکسیژن و رشد گیاه داشته باشد. عدم تأمین آب کافی در بستر کاشت موجب کاهش پتانسیل آبی برگ شده و موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Benito *et al*., 2005). نتایج کاربرد کود زیستی در گیاه عروسک پشت‌پرده نشان داد که استفاده از کود موجب افزایش قطر میوه شد (خیری و همکاران، ۱۳۹۸). نتایج مشابهی در خصوص افزایش عملکرد گیاه در اثر کاربرد محرک‌های زیستی در پرورش نیشکر گزارش شد (Liu *et al*., 2022). باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های اکسین و سیتوکنین موجب افزایش تقسیم و رشد سلول شده و به این طریق به افزایش عملکرد گیاه کمک می‌کند (Mishra *et al*., 2011).

عملکرد: ترکیب کود بیونوترینت و کاربرد ۵۰ درصد کوکوپیت در بستر کشت موجب حصول به حداکثر عملکرد گیاه شد که نشان‌دهنده افزایش ۵۵ درصدی نسبت به تیمار کود بیونوترینت و عدم کاربرد کوکوپیت بود. از نظر آماری اختلافی بین تیمار کودی بیونوترینت و کمپانیون و ترکیب بستر کاشت با ۲۵ درصد کوکوپیت مشاهده نشد (جدول ۵). در تحقیق انجام‌شده در گوجه‌فرنگی مشخص شد که نوع بستر کشت (کوکوپیت- ماسه) موجب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ و عملکرد گیاه شد. به‌نظر می‌رسد تأمین آب و اکسیژن کافی در بستر کشت برای رشد ریشه، دلیل افزایش عملکرد گیاه باشد (مزاری و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج مشابهی در خصوص تأثیر مثبت بستر کاشت کوکوپیت بر عملکرد توت‌فرنگی نیز گزارش شد (Mashhadi Jafarlou *et al*., 2016). بستر کاشت کوکوپیت با تأثیر بر تهویه خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا نقش مهمی در افزایش رشد و عملکرد توت‌فرنگی را دارد (Mashhadi Jafarlou *et al*., 2016). نتایج بررسی انجام‌شده در کاهو (مولایی و نکونام، ۱۴۰۱) و عروسک پشت‌پرده (خیری و همکاران، ۱۳۹۸) نشان داد که استفاده از باکتری‌های محرک رشد و کود زیستی موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه شد. چنین به‌نظر می‌رسد که وجود آمینواسیدها در فرمولاسیون کودهای زیستی با افزایش نسخه‌برداری mRNA و فعال‌سازی هورمون‌های درگیر در رشد رویشی و زایشی گیاه، بهبود جذب و انتقال مواد غذایی، افزایش محتوای پروتئین موجب بهبود صفات رشدی و زایشی گیاه می‌شود (Thomas *et al*., 2009). مطالعات نشان داده است که کاربرد کودهای زیستی می‌تواند با تغییر شکل میکروبیوتای ناحیه ریزوسفر و ترشح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

جدول ۷- تجزیه واریانس بسترکشت و محرک زیستی بر صفات فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	اسیدیته قابل تیتراسیون	pH	محتوای مواد جامد محلول کل	کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کاروتنوئید	آنتوسیانین
کودزیستی	۱	۰/۵۴*	۰/۰۰۷ns	۳/۱**	۰/۰۰۰۶ns	۰/۰۰۰۲ns	۰/۷۸*	۰/۰۰۰۷*
بسترکاشت	۲	۰/۱۵*	۰/۰۱۳ns	۲/۱*	۰/۰۲۴ns	۰/۱۸۷ns	۲/۳*	۰/۰۰۰۹**
کود × بستر کاشت	۲	۰/۷۸**	۰/۰۱۹ns	۱/۹**	۰/۴۵*	۰/۸۶*	۰/۶۵*	۰/۰۰۰۶*
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۹	۰/۰۸۶	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۰۰۰۳
ضریب تغییرات		۲/۹	۸	۶	۱۲	۷	۹	۱۳

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

مواد شیمیایی مانند کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، پروتئین‌ها و آنزیم‌ها از توسعه بیماری منتقل‌شده از خاک جلوگیری کرده و همچنین به افزایش عملکرد گیاه کمک کند (Liu *et al*., 2022).

اسیدیته قابل تیتراسیون: اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۷). کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمار کاربرد محرک زیستی در شرایط بدون کاربرد کوکوپیت در بستر کشت مشاهده شد. افزودن کوکوپیت به بستر کشت همراه با کود محرک زیستی موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون در گیاه شد (جدول ۵). نتایج حاصل از کاربرد مگافول در گوجه‌فرنگی نشان داد که استفاده از محرک زیستی موجب افزایش عملکرد، تعداد و اندازه میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون در گیاه شد (اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۶). در بررسی انجام‌شده در طالبی مشخص شد که کاربرد نیتروکسین تأثیری در اسیدیته قابل تیتراسیون گیاه نداشت (Zahedyan *et al*., 2022). کاربرد کودهای زیستی در خاک روی pH محلول خاک تأثیر گذاشته و به این طریق هم جمعیت میکروبی خاک و هم جذب مواد غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به این طریق نقش خود را در رشد گیاه نشان می‌دهد (Cao *et al*., 2016). در تحقیق انجام‌شده در توت‌فرنگی مشخص شد که استفاده از بستر کوکوپیت خالص موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه شد (Mashhadi Jafarlou *et al*., 2016).

محتوای مواد جامد محلول: از نظر آماری اختلافی بین کودهای محرک زیستی و نسبت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد کوکوپیت در خاک از نظر محتوای مواد جامد محلول مشاهده نشد. در هر دو تیمار کودی کمترین محتوای مواد جامد محلول در شرایط بدون کاربرد کوکوپیت حاصل شد (جدول ۸). کاربرد کود نیتروکسین موجب افزایش محتوای مواد جامد محلول در طالبی شد (Zahedyan *et al*., 2022). استفاده از کودهای زیستی در پرورش گوجه‌فرنگی، موجب افزایش محتوای مواد جامد محلول گیاه شد (Abdulhadi Qahraman *et al*., 2020) که شاید دلیل چنین تغییراتی اثر ترکیبی pH خاک و عناصر غذایی موجود در کودها در افزایش جمعیت میکروارگانسم‌های مفید در خاک باشد که با تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه موجب بهبود فتوسنتز در گیاه و افزایش محتوای مواد جامد محلول در گیاه شود. نتایج مشابهی درخصوص افزایش محتوای مواد جامد محلول در توت‌فرنگی تحت تأثیر بستر کاشت گزارش شد (Mashhadi Jafarlou *et al*., 2016).

رنگیزه‌های فتوسنتزی: محتوای کلروفیل و کاروتنوئید تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۷). براساس نتایج حاصل بالاترین محتوای هر سه رنگیزه، در تیمار کود بیونوترینت و کاربرد ۵۰ درصد کوکوپیت در بستر کشت حاصل شد (جدول ۸). استفاده از کودزیستی در گیاه عروسک پشت‌پرده موجب افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه شد (خیری و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیق انجام شده در طالبی مشخص شد که کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل بستر کاشت و محرک زیستی بر صفات فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی

تیمارها	محتوای مواد جامد محلول کل (0 Brix)	کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کاروتنوئید	آنتوسیانین
		(mg g^{-1} FW)			
کود بیونوترینت و بستر خاک	۱/۸^{b}	۱/۲^{c}	۰/۹^{b}	۱/۰^{b}	۶۲۵^{b}
کود بیونوترینت در بستر خاکی حاوی ۲۵٪ کوکوپیت	۲/۴^{a}	۱/۸^{b}	۰/۸^{b}	۱/۲^{b}	۶۳۲^{b}
کود بکود یونوترینت در بستر خاکی حاوی ۵۰٪ کوکوپیت	۲/۴^{a}	۲/۷^{a}	۱/۲^{a}	۱/۴^{a}	۷۴۵^{a}
کودکمپانیون و بستر خاکی	۲/۰^{b}	۱/۳^{c}	۰/۷^{b}	۱/۱^{b}	۵۷۴^{c}
کود کمپانیون در بستر خاکی حاوی ۲۵٪ کوکوپیت	۲/۴^{a}	۱/۷^{cb}	۰/۸^{b}	۱/۱^{b}	۷۴۱^{a}
کود کمپانیون در بستر خاکی حاوی ۵۰٪ کوکوپیت	۲/۳^{a}	۲/۱^{b}	۰/۸^{b}	۱/۳^{a}	۷۵۳^{a}

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

هکتار نیتروکسین موجب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه شد (Zahedyan *et al*., 2022). تأمین نیتروژن، فسفر و پتاسیم کافی برای گیاه در اثر کاربرد محرک‌های زیستی و دسترسی مطلوب ریشه به آب در اثر کاربرد کوکوپیت موجب افزایش رشد و نمو گیاه تثبیت دی‌اکسید کربن و افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شود (Anli *et al*., 2020). نیتروژن نقش مهمی در بیوسنتز آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز کلروفیل، ساختار پروتئین‌های مرتبط با کلروفیل (نقش آنزیمی) و نقش آنزیمی در روزنه و لاملا را دارد (Fageria *et al*., 2010).

محتوای آنتوسیانین و فنل کل: اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی محتوای آنتوسیانین میوه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۷). بالاترین محتوای آنتوسیانین در ترکیب‌های تیماری کود محرک زیستی بیونوترینت، با کاربرد ۵۰ درصد کوکوپیت و تیمار محرک زیستی کمپانیون همراه با کاربرد ۲۵ و ۵۰ درصد کوکوپیت در بستر کشت حاصل شد (جدول ۸). از نظر محتوای فنل کل، تفاوتی بین دو محرک زیستی مورد استفاده در بررسی حاضر مشاهده نشد و هر دو صفت از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۶). ترکیب بستر کاشت نقش مهمی در افزایش محتوای ترکیبات فنلی در گیاه را دارد. نتایج بررسی انجام شده در گیاه فیسالیس (*Physalis peruviana* L.)، نشان داد که استفاده از بستر کاشت کود ورمی‌کمپوست به همراه نانوکود بیومیک نقش مهمی در افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاه داشت (گودرزی و همکاران، ۱۴۰۱). در بررسی انجام شده در کاهو مشخص شد که استفاده از محرک‌های زیستی، موجب افزایش محتوای فلاونوئید، آنتوسیانین و خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاه شد (مولایی و نکونام، ۱۴۰۱). افزایش محتوای فسفر، پتاسیم و ازت در محلول خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی مذکور از محلول خاک می‌شود. عناصر ذکرشده نقش مهمی در بیوسنتز ترکیبات فنلی در گیاه را دارد (گودرزی و همکاران، ۱۴۰۱). افزایش فتوسنتز در گیاه به خاطر تأمین کربوهیدرات اضافی مورد نیاز به‌منظور تولید متابولیت‌های ثانویه، نقش مهمی در افزایش ترکیبات فنلی در گیاه را دارد (Lattanzio *et al*., 2009). نتایج مشابهی در خصوص افزایش محتوای آنتوسیانین گیاه عروسک پشت‌پرده در اثر کاربرد کود نیتروکسین گزارش شد (خیری و همکاران، ۱۳۹۸). کاربرد کود نیتروکسین موجب افزایش محتوای فنل کل در طالبی شد (Zahedyan *et al*., 2022). تأمین منابع ازته لازم برای رشد و نمو گیاه از طریق مصرف کودهای زیستی و همچنین توانایی گیاه در استفاده از کربوهیدرات‌های تولید شده در گیاه نقش مهمی در افزایش محتوای فنل و آنتوسیانین گیاه را دارد (Mondal *et al*., 2013). عوامل ژنتیکی و بیرونی مخصوصاً تغذیه گیاه نقش مهمی در بیوسنتز آنتوسیانین دارد. نیتروژن مهمترین ماده غذایی مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه و تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

است. مقدار کلروفیل و ظرفیت فتوسنتز گیاه، در ارتباط با مقدار نیتروژن گیاه است. نیتروژن با طولانی‌کردن چرخه رشدی گیاه و افزایش فتوسنتز، موجب افزایش دسترسی گیاه به اسکلت‌های کربنی لازم برای تولید متابولیت ثانویه (ترکیبات فنلی و آنتوسیانین) را می‌شود (آروین، ۱۳۹۸). فسفر بعد از نیتروژن مهمترین ماده غذایی تأثیرگذار در فرایند تولید و انتقال انرژی، تولید پروتئین و اسیدهای نوکلئیک است که با تأمین انرژی لازم برای گیاه در تولید متابولیت‌های ثانویه، سهم خود را در تولید ترکیبات فنلی ایفا می‌کند. پتاسیم با برقرارکردن پتانسیل اسمزی، فعال‌کردن آنزیم‌ها (درگیر در بیوسنتز ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی)، تعدیل pH (نقش مهم در پایداری آنتوسیانین)، بیوسنتز پروتئین و تنظیم حرکات روزنه‌ای نقش مهمی در بهبود رشد و نمو گیاه دارد (میرزاشاهی، ۱۳۹۱). در مجموع با توجه به نقش عناصر غذایی در رشد و نمو گیاه چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی و میکروارگانسم‌های موجود در کودها (کمک به تجدیدپذیری مواد غذایی در خاک) نقش مهمی در دسترسی گیاه به مواد مغذی و بیوسنتز ترکیبات فنلی گیاه را دارد (آروین، ۱۳۹۸).

محتوای ویتامین ث: اثر مستقل کود محرک زیستی محتوای ویتامین ث گیاه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴). براساس نتایج حاصل از جدول ۶، هر دو کود محرک زیستی دارای اثر یکسانی در افزایش محتوای ویتامن ث در گوجه-فرنگی بود. کاهش مقدار نیتروژن و معدنی‌شدن آن در خاک موجب کاهش ویتامیت ث در گیاه گردید (Tuncay *et al.*, 2011). افزایش در محتوای ویتامین ث در اثر کاربرد نیتروکسین تحت تنش آبی در طالبی گزارش شد (Zahedyan *et al.*, 2022). نتایج مشابهی در خصوص افزایش در محتوای ویتامین ث در گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد کودهای زیستی گزارش گردید (Abdulhadi Qahraman *et al.*, 2020). در مطالعه‌ای در گیاه فیسالیس مشخص شد که نوع بستر کاشت (کوددامی + ورمی‌کمپوست) به همراه کود نانوبیولوژیک بیومیک موجب افزایش محتوای ویتامین ث میوه شد (گودرزی و همکاران، ۱۴۰۱). گیاه برای تولید ویتامین ث نیازمند دسترسی به مقادیر کافی فسفر و پتاسیم است. وجود فسفر برای بیوسنتز آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز ویتامین ث اجباری است. افزایش جذب فسفر در اثر کاربرد کود زیستی موجب افزایش محتوای ویتامین ث در گیاه می‌شود. ویتامین ث دارای منشأ قند- اسید است لذا دسترسی کافی گیاه به پتاسیم موجب افزایش بیوسنتز و انتقال قندهای فتوسنتزی در گیاه شده و به تولید ویتامین ث در گیاه کمک می‌کند (Ananthi *et al.*, 2004).

نتیجه‌گیری

با شناخته‌شدن مضرات مصرف کودهای شیمیایی توجهات به سمت استفاده از کودهای زیستی معطوف شده است. امروزه استفاده از کودهای زیستی به عنوان یک استراتژی کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست برای تولید پایدار محصول در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که استفاده از محرک‌های زیستی بیونوترینت همراه با انتخاب صحیح ترکیب بستر کشت (۵۰ درصد کوکوپیت)، نقش مهمی در رشد و افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی را داشت. باتوجه به اینکه کود محرک زیستی و کوکوپیت از ترکیبات طبیعی هستند که فاقد اثرات مخرب زیست‌محیطی هستند لذا نتایج حاصل از بررسی حاضر را می‌توان به بخش ترویج کشاورزی پیشنهاد نمود.

منابع

اصفهانی، زهرا، برزگر، طاهر، قهرمانی، زهرا، و نیکبخت، جعفر (۱۳۹۶). آثار محلول‌پاشی مگافول بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه-فرنگی رقم ریوگرند تحت شرایط تنش کم‌آبی. *به‌زراعی کشاورزی*، *۱۹*، ۹۹۵-۱۰۰۹.
https://doi.org/10.22059/jci.2018.210332.1472

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

آروین، پویا (۱۳۹۸). مطالعه سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر پارامترهای فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی و محتوای اسانس در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.). *مجله پژوهش‌های گیاهی*، ۳۲، ۲۶۰-۲۷۶. Doi: 20.1001.1.23832592.1398.32.2.15.0

خیری، عزیزاله، پرچیانلو، سعید، امیری، محمد اسماعیل، و ارغوانی، مسعود (۱۳۹۸). اثر کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده. *فرایند و کارکرد گیاهی*، ۲۹، ۲۷۳-۲۸۶.2.10.29.8.1398.1.23222727.1001.20 :Doi

جلیلی مرندی، رسول (۱۳۹۱). فیزیولوژی بعد از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.

گودرزی، زهرا، احتشام‌نیا، عبدااله.، مومیوند، حسن، و راجی، محمدرضا (۱۴۰۱). تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر صفات بیوشیمیایی، عناصر غذایی و عملکردی میوه فیسالیس (*Physalis peruviana* L.). *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۳، ۷۹۵-۸۰۶. Doi: 10.22059/IJHS.2021.327097.1954

مزاری منقابی، حسین، دلشاد، مجتبی، و کاشی، عبدالکریم. (۱۳۹۷). تأثیر خصوصیات فیزیکی بستر کاشت بررشد و کارایی مصرف آب در پرورش نشا گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۴۹، ۸۶۹-۸۸۰.1191.228050.2017.IJHS/10.22059 :Doi

مولایی، پرستو، و نکونام، فاطمه (۱۴۰۱). تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشدی و بیوشیمیایی کاهو تحت تنش زیستی سفیدک پودری. *نشریه علمی علوم باغبانی*. doi. 10.22067/JHS.2022.79038.1198

میرزاشاهی، کامران (۱۳۹۱). تأثیر مدیریت مصرف کود فسفر بر عملکرد دانه گندم و جذب فسفر کل در شمال خوزستان. *فصلنامه علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۳، ۹۹-۱۱۴. SID. www.sid.ir/paper/174466/fa

Abdulhadi Qahraman, R. I., Gulsen, O., & Gunes, A. (2020). Effect of different organic fertilizers on some bioactive compounds and yield of cherry tomato cultivars. *Gesunde Pflanzen, 72*, 257-264. https://doi.org/10.1007/s10343-020-00508-4.

Ananthi, S., Veeraragavathatham, D., & Srinivasan, K. (2004). Influence of sources and levels of potassium on quality attributes of Chilli (*Capsicum annuum* L.). *South Indian Horticulture 52*, 152-157.

Anli, M., Baslam, M., Tahiri, A., Raklami, A., Symanczik, S., Boutasknit, A., Ait-El-Mokhtar, M., Ben-Laouane, R., Toubali, S., Ait Rahou, Y., Ait Chitt, M., Oufdou, K., Mitsui, T., Hafidi, M., & Meddich, A. (2020). Biofertilizers as strategies to improve photosynthetic apparatus, growth, and drought stress tolerance in the date palm. *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389/fpls.2020.516818.ecollection2020.

Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. *Plant Physiology*, *24*, 1–15. https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1.

Benito, M., Masagur, A., De Antonio, R., & Moliner, A. (2005). Use of pruning waste compose as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, *69*(5), 597-603. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.006.

Cao, H., Chen, R., Wang, L., Jiang, L., Yang, F., Zheng, S., Wang, G., & Lin, X. (2016). Soil pH, total phosphorus, climate and distance are the major factors influencing microbial activity at a regional spatial scale. *Scientific Reports*, 6. doi: 10.1038/srep25815.

Fageria, N. K., Morais, O. P., & Santos, A. B. (2010). Nitrogen use efficiency in upland rice genotypes. *Journal of Plant Nutrition, 33*, 1696-1711. Doi: 10.1080/01904167.2010.496892.

Karthikeyan, B., Jaleel C. A., Lakshmanan, G. A., & Deiveekasundaram, M. (2008). Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plant. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 62*(1), 143-145. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.09.004.

Lattanzio, V., Cardinali, A., Ruta, C., Fortunato, I. M., Lattanzio, V. M. T., & Linsalata, V. (2009). Relationship of secondary metabolism to growth in oregano (*Origanum vulgare* L.) shoot cultures under nutritional stress. *Environmental and Experimental Botany*, *65*, 54-62. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.09.002.

Liu, Q., Pang, Z., Yang, Z., Nyumah, F., Hu, C., Lin, W., & Yuan, Z. (2022). Bio-fertilizer affects structural dynamics function, and network patterns of the sugarcane *Rihizospheric microbiota*. *Microbial Ecology*, *84*, 1195-1211. https://doi.org/10.1007/s00248-021-01932-3.

Mashhadi Jafarlou, A. A., Henareh, M., & Samadi, A. (2016). Effects of plant density and culture medium on quantitive and qualitative charactrastics of strawberry cv. Selva in hydroponic cultivation. *Research in Pomology*, *1*(1), 30-42.

Mishra, B. B., Tripathi, S. P., & Tripathi, C. P. M. (2011). Contact toxicity of essential oil of *Citrus rediculata* fruits peels against stored grain pests *Sitophilous oryzae* (Linnaeus) and *Tribolium castenium* (Hebst). *World Journal of Zoology, 6*, 307-311.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

Mohammadpour Vashvaei, R., Ramroudi, M., & Fakheri, B. A. (2017). Effects of drought stress and bio-fertilizer inoculation on quantitative and qualitative characteristics of Marian thistle (*Silybum marianum* L.). *Journal of agroecology*, 9(1): 31-49. Doi: 10.22067/JAG.V911.32650.

Mondal, N. K., Datta, J. K., & Banerjee, A. (2013). Biochemical response of mungbean (*Vigna radiata* L.) under the influence of reduced dose of chemical fertilizer and different time and method of application of biofertilizer. *International Journal of Agricultural Technology, 9*(3), 643-658. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.351.

Riaz, U., Mehdi, S. M., Iqbal, S., Khalid, H. I., Qadir, A. A., Anum, W., Ahmad, M., & Murtaza, G. (2020). Bio-fertilizers: Eco-friendly approach for plant and soil environment. *Bioremediation and Biotechnology, 954*, 189-213. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35691-0_9.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology, 299*, 152-178. Doi: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

Tahamolkonan, M., Mohammadi Ghahsareh, A., Kalbasi Ashtari, M., & Honarjoo, N. (2021). Tomato (*Solanum lycopersicum*) growth and fruit quality affected by organic fertilization and ozonated water. *Protoplasma, 259*, 291-299. doi: 10.1007/s00709-021-01657-7.

Thomas, J., Mandal, A. K. A., Raj Kumar, R., & Chordia, A. (2009). Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia* sp.). *International Journal of Agricultural Research*, 4, 228-236. Doi: 10.3923/ijar.2009.228.236.

Tuncay, O., Esiyok, D., Yagmur, B., & Okur, B. (2011). Yield and quality of garden cress affected by different nitrogen sources and growing period. *African Journal of Agricultural Reseaech, 6* (3), 608-617. https://doi.org/10.5897/AJAR10.190.

Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology, 64*, 88-93. doi: 10.1104/pp.64.1.88.

Zahedyan, A. H., Aboutalebi Jahromi, A. H., Zakerin, A. R., Abdossi, V., & MohammadiTorkashvand, A. (2022). Nitroxin bio-fertilizer improves growth parameters, physiological and biochemical attributes of cantaloupe (*Cucumis melo* L.) under water stress conditions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 21*(1), 8-20. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.06.017.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]

The effect of growing medium and the foliar use of bio-stimulant fertilizer on the growth characteristics and yield of tomato (*Lycopersicum esculentum* var. Grande)

Lamia Vojodi Mehrabani[1]* and RanaValizadeh Kamran[2]

[1] Department of Agronomy and Plant Breeding, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
[2] Department of Agricultural Biotechnology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
(Received: 15/01/2023, Accepted: 07/03/2023)

Abstract

In order to investigate the effect of the biostimulant fertilizer (Companion and Bio-nutrient) and growing medium [soil (control), 75% soil + 25% coco peat and 50% soil + 50% coco peat] on the growth and some physiological traits of Rio Grande tomato, a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications was conducted in the research greenhouse of Shahid Madani University of Azarbaijan. The results showed that plant dry weight, yield, fruit volume, soluble solids content, chlorophyll, carotenoids, anthocyanins and titratable acidity were influenced by the interaction effects of experimental treatments. The number of flowers per cluster, number of flower clusters, anthocyanin content and total phenolic content were influenced by the independent effects of biological stimulants. Based on the results, the highest plant dry weight, yield and chlorophyll content were obtained in bio-nutreint fertilizer × 50% coco peat. An increase in fruit volume, soluble solids content and titratable acidity was obtained in 25 and 50% coco peat with both bio-fertilizer applications. Both biofertilizers increased the phenolic and vitamin C content in fruits. The overall results showed that the biostimulant and coco peat medium improved the growth and physiological traits of the plant in this study. The results are an important step in reducing the use of chemical fertilizers in tomato production and replacing them with environmentally friendly compounds.

Keywords: Anthocyanin, Chlorophyll, Soluble solid content, Yield

Corresponding author, Email: vojodilamia@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-05-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.9.3]