مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۰ شماره ۳ صفحه‌های ۲۵۱ تا ۲۶۲ (۱۳۹۸)
مقاله پژوهشی

اثر سطح‌های مختلف نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتراژین بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی، شاخص سبزینگی و عملکرد توت‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای[1]

Effect of Different Levels of Nitrogen, Vermicompost, and Nitragin on Morphological Characteristics, Greenness Index, and Yield of Strawberry under Greenhouse Conditions

سیده فرزانه قائم مقامی، مهدی زارعی*، جعفر یثربی و سعید عشقی[2]

چکیده

استفاده از کودهای آلی و زیستی برای دست‌یابی به کشاورزی پایدار، کاهش کاربرد کودهای شیمیایی و تولید محصول سالم مورد توجه است. آزمایشی گلخانه‌ای برای بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست و نیتراژین و کود شیمیایی نیتروژن بر برخی شاخص‌های رشد توت‌فرنگی رقم آروماس به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل نیتروژن (صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، به‌ترتیب معادل صفر، ۷۵، ۱۱۲/۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر گلدان)، ورمی‌کمپوست (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی) و کود زیستی نیتراژین (تلقیح و عدم تلقیح) بود. نیتراژین عملکرد کل میوه را ۸/۵٪ افزایش داد. بیشترین عملکرد کل میوه (۷۱/۸ گرم در گلدان) با کاربرد تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۰/۵٪ ورمی‌کمپوست و تلقیح با نیتراژین و کمترین آن (۱۳/۳ گرم در گلدان) از تیمار شاهد بود. بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۶/۰۶ گرم در گلدان) با کاربرد تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱٪ ورمی‌کمپوست و تلقیح با نیتراژین به‌دست‌آمد. رشد و عملکرد توت‌فرنگی، با کاربرد ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه نیتراژین و ورمی‌کمپوست، در مقایسه با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌تنهایی، مشابه بود. کاربرد کودهای زیستی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد گیاه، باعث کاهش مصرف استفاده از کودهای شیمیایی به میزان ۲۵٪ شود.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، نیتروژن، کود زیستی، نیتراژین، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria× ananassa* Duch.) متعلق به تیره *Rosaceae* و جنس *Fragaria* از میوه‌های نوبرانه است که در حالت معمولی و در مناطق معتدل، زمان برداشت میوه از اواخر اردیبهشت‌ماه تا اوایل تیرماه است. اما امروزه می‌توان با فناوری‌های خاص مانند کشت گلخانه‌ای اقدام به پیش‌رس کردن و تولید توت فرنگی در خارج از فصل کرد (۸). این محصول به‌دلیل عطر، طعم و محتویات سرشار از ویتامین آن، جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در جهان پیدا کرده است (۱۱). افزایش سطح زیر کشت محصول توت‌فرنگی در کشور نشان دهنده اهمیت اقتصادی این محصول در بازار است (۱۰).

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۶

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار بخش علوم خاک و استاد بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mehdizarei@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

نیتروژن از جمله عنصرهایی است که گیاهان در تمام دوره‌های فعالیت خود به آن نیاز دارند. کودهای نیتروژن‌دار از راه گسترش اندام‌های هوایی و تولید ماده‌های کربوهیدراتی بیشتر با افزایش سطح کربن‌گیری، در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نقش مهمیدارند. افزایش در مقدار نیتروژن خاک نه تنها بر رشد گیاه، بلکه بر ریخت‌شناسی گیاهی نیز تأثیر دارد (۵).

به‌منظور افزایش تولید محصول‌های کشاورزی در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی مانند مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد. نتیجه این فعالیت‌ها طی سال‌های اخیر، بحران آلودگی‌های زیست محیطی و به‌ویژه آلودگی منابع آب و خاک بوده که زنجیره‌وار به منابع غذایی انسان‌ها راه یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است. به این منظور تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است. کاهش این دغدغه‌های زیست محیطی، همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی نیازمند به کارگیری روش‌های نوین است. از جمله این روش‌ها بررسی و ارزیابی جامعه زنده و فعال خاک به‌منظور شناسایی ریزجانداران خاکزی سودمند و استفاده از آن‌ها به‌عنوان کود زیستی است (۳۲). کودهای زیستی منحصر به ماده‌های آلی به‌دست‌آمده از کودهای دامی و پسمان‌های گیاهی اطلاق نمی‌شود، بلکه تولیدهای به‌دست‌آمده از فعالیت ریزجانداران در ارتباط با تثبیت نیتروژن یا قابل دسترس شدن فسفر و دیگر عنصرهای غذایی که در خاک فعالیت می‌کنند را نیز شامل می‌شود (۱). یکی از راه‌های دستیابی به کشاورزی پایدار استفاده از ریزجاندارانی است که در تامین عنصرهای غذایی گیاه نقش مهمی ایفا می‌کنند (۱۴).

ریزوباکترهای محرک رشد گیاه مانند آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، سودوموناس، باسیلوس و غیره اثرهای مثبتی بر بهبود عملکرد گیاه دارند (۲۱). یکی از کودهای زیستی که با استفاده از این باکتری‌ها تولید می‌شود، نیتراژین است. ماده موثره این کود شامل باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس است. گونه‌های مختلف سودوموناس در کنترل عوامل بیماریزا نقش دارند. آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در محیط ریزوسفر ریشه هستند که توانایی ساخت و استخراج بعضی ماده‌های فعال زیستی را دارند که باعث افزایش رشد ریشه می‌شوند (۳۱). در پژوهشی Youssef و همکاران (۳۸) بیان داشتند که استفاده از کودهای زیستی حاوی آزوسپریلیوم و ازتوباکتر در گیاه دارویی مریم گلی سبب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد کل میوه و وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه شد. بر اساس آزمایش خرم‌دل و همکاران (۴) تلقیح با کودهای زیستی نیتراژین، نیتروکسین و بیوفسفر به‌دلیل افزایش دسترسی به عنصرهای غذایی به ویژه نیتروژن باعث افزایش شاخص سبزینگی در کنجد شد. بیشترین و کمترین شاخص سبزینگی کنجد به‌ترتیب با ۳۶/۴ و ۳۰/۴ در نیتراژین و شاهد مشاهده شد.

ورمی‌کمپوست به کودی اطلاق می‌شود که از فضولات گونه‌ای خاص از کرم‌های خاکی به‌دست می‌آید و یک آمیخته زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب ادامه تجزیه ماده‌های آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌شود (۱۹). استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار افزون بر افزایش حمایت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک (قارچ - ریشه و ریزجانداران حل کننده فسفات) در جهت فراهمی عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل کرده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (۱۶). در پژوهش دیگر کاربرد ۳۰ تن در هکتار ورمی کمپوست غنی‌شده در گیاه لوبیا سبز باعث بهبود محتوای کلروفیل برگ و وزن خشک گیاهچه شد (۱۲). ورمی‌کمپوست وزن خشک گیاهان مختلف زراعی و باغی را به صورت معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (۲۲). هم‌چنین مشاهده شده است که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک توت‌فرنگی می‌شود (۱۶). به منظور کاهش مصرف کودهای شیمایی و استفاده تلفیقی آن‌ها با کودهای زیستی، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطح‌های مختلف نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتراژین بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و شاخص سبزینگی توت فرنگی در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌مدت شش ماه انجام گرفت. گیاهان توت‌فرنگی رقم آروماس در گلخانه در شرایط نور طبیعی ($>800 \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) و دمای روزانه ۲± ۲۵ و دمای شبانه ۲±۱۶ درجه

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

سلسیوس پرورش یافتند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی با ۳ تکرار و در جمع با ۷۲ گلدان اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح صفر، ۵۰، ۷۵و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به‌ترتیب معادل صفر، ۷۵، ۱۱۲/۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر گلدان)، کود ورمی‌کمپوست شامل صفر، ۰/۵ و ۱٪ وزنی (به‌ترتیب معادل صفر، ۱۵ و ۳۰ گرم در هر گلدان) و کاربرد کود زیستی نیتراژین با دو سطح تلقیح (یک لیتر در هکتار) و عدم تلقیح با نشاء بود. کود نیتراژین از شرکت فرآوری شیمیایی زنجان خریداری شد. نیتراژین (ازتوباکتین) حاوی مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات است. ماده موثره آن شامل گونه‌های باکتری از جنس ازتوباکتر، سودوموناس و ازوسپریلیوم می‌باشد و تعداد یاخته زنده از هر یک از باکتری‌ها در یک میلی‌لیتر از محلول ده به توان هشت یاخته است (۶). این باکتری‌ها افزون بر دارا بودن قابلیت تثبیت نیتروژن اتمسفری و حل‌کنندگی فسفر تثبیت شده در خاک، با ترشح هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیب‌های سیدروفور موجب گسترش بخش هوایی، مقاومت به عوامل بیماری‌زا و نماتدها در گیاه می‌شود. گیاهان دختری ریشه‌دار شده توت فرنگی رقم آروماس از نهالستانی تجاری واقع درخفر شهرستان جهرم، تهیه شد. در این پژوهش از خاک سری دانشکده با نام علمی Fine, mixed (calcareous), mesic, Typic Calcixerepts استفاده شد که برخی ویژگی‌های خاک مزرعه مورد آزمایش مانند بافت خاک به روش هیدرومتر (۲۴)، ماده آلی به روش اکسایش با کرومیک‌اسید و سپس تیتر کردن با فروآمونیوم سولفات (۲۷) ، pH در خمیر اشباع خاک به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (۳۷) و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (۳۰)، فسفر قابل استفاده به وسیله بی‌کربنات سدیم (۲۹) و غلظت آهن، مس، منگنز و روی عصاره‌گیری شده با DTPA (۲۵) به‌وسیله دستگاه جذب اتمی و پتاسیم به‌وسیله قرائت توسط دستگاه شعله سنج‌مدل CORNING 40 تعیین شد که در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table1. Physical and chemical properties of the studied soil.

شن	سیلت	رس	ماده آلی	بافت خاک	پتاسیم	فسفر	روی	آهن	منگنز	EC	pH
Sand	Silt	Clay	OM	Soil Texture	K	P	Zn	Fe	Mn		
Percentage %					mg kg^{-1}					dS m^{-1}	
30	34	36	1.48	لومی رسی	620	6.4	0.59	2.09	2.05	1.1	7.4

کود ورمی‌کمپوست با ماده‌های اولیه کود گاوی از مزرعه ورمی‌کمپوست واقع در دانشکده کشاورزی تهیه شد که پس از عبور از الک ۲ میلیمتری و هوا خشک شدن مورد استفاده قرار گرفت. یک گرم ورمی‌کمپوست در بوته چینی ریخته و در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شد. خاکستر به‌دست‌آمده را در ۵ میلی‌لیتر کلریدریک‌اسید دو نرمال حل نموده و از کاغذ صافی عبور داده شد. سپس ماده‌های باقیمانده روی کاغذ صافی را با آب مقطر داغ شست و شو داده و در پایان به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. از محلول به‌دست‌آمده برای اندازه گیری آهن، روی، منگنز و مس به وسیله دستگاه جذب اتمی Shimadzu مدل AA-670G، استفاده شد. اندازه‌گیری نیتروژن کل به روش میکروکلدال با استفاده از دستگاه Kjeltec مدل2300 ساخت شرکت FOSS (۱۸)، pH در عصاره ۱:۵ به وسیله الکترود شیشه‌ای (۳۷)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵ (۳۰) و ماده آلی هم براساس روش اکسایش با کرومیک‌اسید و سپس تیتره کردن با فروآمونیوم سولفات (۲۷) اندازه گیری شد که نتیجه‌های آن در جدول ۲ آمده است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

جدول ۲- برخی ویژگی‌های ورمی‌کمپوست مورد آزمایش.

Table 2. Properties of the used vermicompost.

ماده آلی OM	کربن آلی OC	نیتروژن کل TN	روی Zn	آهن Fe	منگنز Mn	مس Cu	EC	pH
Percentage %			mg.kg^{-1}				dS.m^{-1}	
58.18	33.75	2.9	110	139	7.14	236	1.16	7.9

نمونه‌های سه کیلوگرمی از خاک هوا خشک که از الک ۲ میلیمتری عبور داده شده بودند را درون کیسه‌های پلاستیکی ریخته و پس از افزودن عنصرهای غذایی (به جز نیتروژن) به خاک بر اساس آزمون خاک شامل فسفر از منبع $CaH_4(PO_4)_2.H_2O$ به میزان ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، روی از منبع $ZnSO_4.7H_2O$ به میزان ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک، منگنز از منبع $MnSO_4.H_2O$ به میزان ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، مس از منبع $CuSO_4.5H_2O$ به میزان۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک و آهن از منبع سکوسترن آهن به میزان ۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک افزوده شد. تیمارهای نیتروژن و ورمی‌کمپوست اعمال شد. در هر گلدان سه کیلوگرمی با قطر و ارتفاع به ترتیب ۱۷ و ۲۰ سانتیمتر، یک بوته توت فرنگی ۲ برگی کاشته و نیتراژین به‌همراه آب آبیاری اضافه شد. تیمار نیتراژین در دو مرحله ابتدا و یک ماه پس از کشت اعمال شد. جهت اطمینان از موثر بودن کود نیتراژین در هر دو سری، کود تازه تهیه و جمعیت میکروبی آن بررسی گردید. آبیاری گیاهان در دوران داشت به‌وسیله آب مقطر و در حد ظرفیت مزرعه (FC) (به تقریب ۵۶۰ میلی لیتر) انجام شد. در مدت آزمایش میوه‌های رسیده به‌طور منظم برداشت و وزن تازه آن‌ها ثبت گردید. هم‌چنین تعداد فندقه در هر میوه شمارش و یادداشت شد. تعداد گل آذین در هر بوته شمارش شد. شاخص سبزینگی ۴ ماه پس از کاشت توت‌فرنگی به‌وسیله کلروفیل‌متر دستی مدل SPAD-502 اندازه گیری شد. شش ماه پس از تاریخ کاشت اندام هوایی گیاه برداشت و در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس، تا ثابت شدن وزن آن‌ها خشک و سپس توزین شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ تجزیه و تحلیل آماری شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن در سطح یک درصد و برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست در سطح پنج درصد بر تعداد گل‌آذین معنی‌دار می‌باشد. تعداد گل در گل‌آذین فقط با کاربرد نیتروژن معنی‌دار شد (داده ها نشان داده نشده است). مقایسه اثر عامل‌های اصلی (جدول۳) نشان می‌دهد که کاربرد نیتروژن در مقایسه با سطح صفر نیتروژن، میانگین تعداد گل‌آذین را افزایش داده است، اما بین سه سطح کاربردی نیتروژن، تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نیتروژن موجود در کود سبب تولید اسیدهای آمینه و پروتئین ها و کاربرد بهینه آن همراه با سایر عنصرهای غذایی در افزایش گلدهی و باردهی گیاه تاثیر خواهد داشت (۲۳). تاج الدین و همکاران (۳۴) گزارش کردند که با افزایش نیتروژن مصرفی، تعداد شاخه‌های گل‌دهنده گل‌محمدی در مقایسه با تیمار شاهد به‌میزان ۳۳/۴ افزایش یافت و بیشترین عملکرد گل با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. کاربرد ورمی‌کمپوست و نیتراژین نیز اثر معنی‌داری بر تعداد گل‌آذین نداشت. ولی در پژوهش دیگر مشخص شد که تیمارهای نیتروکسین، باکتری‌های حل کننده فسفات، آمیخته کود زیستی نیتروکسین با باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش تعداد گل‌آذین در بابونه شد (9). مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و نیتراژین بر تعداد گل‌آذین در جدول ۴ به خوبی نشان می‌دهد که با افزایش نیتروژن تعداد گل‌آذین در بوته توت‌فرنگی افزایش می‌یابد و تلقیح با کود زیستی نیتراژین موجب کاهش آن می‌شود. بیشترین تعداد گل‌آذین مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم تلقیح با نیتراژین (۳/۷۷) و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و تلقیح با نیتراژین (۲/۶۶) می‌باشد. مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر تعداد گل‌آذین در جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد گل‌آذین مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و ورمی‌کمپوست است. با توجه به جدول ۶ برهمکنش عامل‌ها،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

بیشترین تعداد گل‌آذین مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۰/۵٪ ورمی‌کمپوست و عدم تلقیح با نیتراژین با ۱۱۶/۵٪ افزایش نسبت به شاهد می‌باشد.

جدول ۳- اثر عامل‌های اصلی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و شاخص سبزینگی توت‌فرنگی.

Table 3. Effects of main factors on some morphologic features and greenness index of strawberry (cv. Aromas).

عامل‌ها Factors	سطح‌ها Levels	تعداد گل‌آذین در بوته Number of inflorescence per plant	تعداد فندقه در میوه Number of achene per fruit	عملکرد کل میوه (گرم در گلدان) Total fruit yield (g per pot)	شاخص سبزینگی Greenness index	وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان) Shoot dry weight (g per pot)
نیتروژن (کیلوگرم بر هکتار) N (kg ha^{-1})	0	2.72b	342b	20.9d	35.8b	2.20d
	50	3.50a	465a	44.9b	41.8a	3.94c
	75	3.61a	500a	51.7a	42.6a	4.58b
	100	3.66a	497a	41.6c	42.4a	5.22a
ورمی‌کمپوست Vermi compost (ww)	0	3.41a	457a	38.4b	40.1b	3.88b
	0.5	3.50a	435a	41.7a	40.0b	3.76b
	1	3.20a	467a	3902b	41.9b	4.32a
نیتراژین Nitragin	تلقیح inoculated	3.46a	437a	38.2b	39.9b	4.00a
	عدم تلقیح non inoculated	3.27a	464a	41.3a	41.4a	3.97a

*Means in each column with the same letters are not significantly different using Dancan's Multiple Range Test (P≤0.05)

* اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین بر همکنش اثر نیتروژن و نیتراژین بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و شاخص سبزینگی توت فرنگی.

Table 4. Mean comparison of interaction between nitrogen and nitragin on morphologic features and greenness index of strawberry.

ویژگی Feature	نیتراژین Nitragin	نیتروژن Nitrogen (kg ha^{-1}) 0	50	75	100
تعداد گل‌آذین در بوته No. of inflorescence per bush	عدم تلقیح Non inoculated	2.77bc	3.66a	3.77a	3.66a
	تلقیح Inoculated	2.66c	3.33ab	3.44a	3.66a
تعداد فندقه در میوه	عدم تلقیح Non inoculated	273d	442bc	527a	508ab

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

Number of achene per fruit	تلقیح Inoculated	410c	489ab	472abc	485ab
عملکرد میوه (گرم در گلدان)	عدم تلقیح Non inoculated	17.62f	48.34b	48.84b	38.29d
Total fruit efficiency (g pot^{-1})	تلقیح Inoculated	24.25e	41.49d	54.73a	45.08c
شاخص سبزینگی	عدم تلقیح Non inoculated	35.70c	41.42b	41.12b	41.72ab
Greenness index	تلقیح Inoculated	35.99c	42.20ab	44.17a	43.25ab
وزن خشک اندام هوایی(گرم در گلدان)	عدم تلقیح Non inoculated	2.36e	3.91d	4.56bc	5.17ab
Shoot dry weight(g pot^{-1})	تلقیح Inoculated	2.04e	3.97cd	4.60bc	5.26a

*Means in each row with the same letters are not significantly different using Dancan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$)

* میامگین‌هایی که در هر ردیف دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین بر همکنش اثر نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و شاخص سبزینگی توت فرنگی.

Table 5. Mean comparison of interaction between vermicompost and nitrogen on some morphologic features and greenness index of strawberry.

ویژگی Feature	ورمی‌کمپوست(درصد وزنی) Vermicompost	نیتروژن N(kg ha^{-1}) 0	50	75	100
تعداد گل‌آذین Number of inflorescence	0	2.16d	4a	3.83ab	3.66abc
	0.5	3c	3.33abc	3.66ac	4a
	1	3c	3.16bc	3.33abc	3.33abc
عملکرد کل میوه (گرم در گلدان)	0	16.4g	19.3b	47.1c	38.9d
	0.5	19.3g	46.0c	67.3a	34.3e

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

Total fruit yield (g pot^{-1})	1	26.9f	37.5de	40.8d	51.7b
شاخص سبزینگی	0	36.22ef	42.8abc	42.1abc	40.7c
	0.5	33.9f	39.0cd	44.4a	44.1ab
Greenness index	1	37.3de	43.7ab	42.1abc	44.5a
وزن خشک اندام هوایی(گرم در گلدان)	0	2.12fg	4.36cde	4.42cde	4.63bcd
	0.5	1.84g	3.68e	4.22de	5.29ab
Shoot dry weight (g pot^{-1})	1	2.64f	3.79de	5.11abc	5.74a

*Means in each row with the same letters are not significantly different using Dancan's Multiple Range Test (P≤0.05)

میامگین‌هایی که در هر ردیف دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی باشند.

جدول ۶- اثر نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتراژین بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و شاخص سبزینگی توت فرنگی.

Table 6. Effect of nitrogen, vermicompost and nitragin on some morphologic features and greenness index of strawberry.

تیمار	تعداد گل‌آذین در بوته No of inflorescence per bush	تعداد فندقه در میوه No of achene per fruit	عملکرد کل میوه(گرم در گلدان) Total fruit yield (g pot^{-1})	شاخص سبزینگی Greenness index	وزن اخشک اندام هوایی(گرم در گلدان) (g pot^{-1})
$N_1V_1Ni^-$	2.00^{e}	205^{i}	13.30^{j}	35.61^{hi}	2.12^{hi}
$N_1V_1Ni^+$	2.33^{de}	384^{e-h}	19.62^{i}	36.84^{f-i}	2.11^{hi}
$N_1V_2Ni^-$	3.33^{a-d}	334^{gh}	17.01^{ij}	32.98^{i}	2.36^{ghi}
$N_1V_2Ni^+$	2.66^{cde}	393^{c-h}	21.76^{i}	35^{hi}	1.33^{i}
$N_1V_3Ni^-$	3.00^{b-e}	282^{hi}	22.56^{i}	38.53^{d-h}	2.60^{gh}
$N_1V_3Ni^+$	3.00^{b-e}	453^{b-g}	31.38^{h}	36.14^{ghi}	2.68^{gh}
$N_2V_1Ni^-$	4.33^{a}	392^{d-f}	49.80^{d}	40.56^{b-f}	4.08^{def}
$N_2V_1Ni^+$	3.66^{abc}	511^{a-e}	52.59^{cd}	43.79^{bc}	4.64^{b-f}
$N_2V_2Ni^-$	3.33^{a-d}	437^{b-g}	58.74^{b}	41.23^{b-e}	3.44^{efg}
$N_2V_2Ni^+$	3.33^{a-d}	468^{b-f}	33.32^{gh}	37.82^{e-h}	3.91^{def}
$N_2V_3Ni^-$	3.33^{a-d}	497^{a-f}	36.50^{e-h}	42.48^{bcd}	4.21^{c-f}
$N_2V_3Ni^+$	3.00^{b-e}	488^{a-f}	38.57^{efg}	45.01^{ab}	3.38^{fg}
$N_3V_1Ni^-$	4.00^{ab}	547^{ab}	36.14^{e-h}	40.43^{e-f}	4.66^{b-e}
$N_3V_1Ni^+$	3.66^{abc}	501^{a-f}	58.05^{bc}	42.16^{b-e}	4.19^{c-f}

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

$N_3V_2Ni^-$	3.66^{abc}	515^{a-d}	62.95^{b}	40.2^{c-g}	4.41^{b-f}
$N_3V_2Ni^+$	3.66^{abc}	436^{b-g}	71.80^{a}	48.73^{a}	4.03^{def}
$N_3V_3Ni^-$	3.66^{abc}	521^{abc}	47.44^{d}	42.73^{bcd}	4.62^{b-f}
$N_3V_3Ni^+$	3.00^{b-e}	479^{a-f}	34.35^{fgh}	41.64^{b-e}	5.59^{bc}
$N_4V_1Ni^-$	3.33^{a-d}	589^{a}	40.92^{e}	41.05^{b-f}	4.53^{b-f}
$N_4V_1Ni^+$	4.00^{ab}	482^{a-f}	36.91^{e-h}	40.44^{c-f}	4.73^{bcd}
$N_4V_2Ni^-$	4.33^{a}	380^{fgh}	33.46^{gh}	40.05^{bc}	5.58^{a-b}
$N_4V_2Ni^+$	3.66^{abc}	482^{a-f}	35.23^{e-h}	44.34^{bc}	5.01^{a-d}
$N_4V_3Ni^-$	3.33^{a-d}	555^{ab}	40.49^{ef}	44.06^{bc}	5.43^{abc}
$N_4V_3Ni^+$	3.33^{a-d}	460^{b-f}	63.10^{b}	44.99^{ab}	6.06^{a}

** Means in each column with the same letters are not significantly different using Dancan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$) .Nitrogen fertilizer consisted of N_1,N_2,N_3 and N_4 equal to 0, 50, 75, and 100 kg N ha^{-1} respectively, vermicompost consisted of V_1,V_2 and V_3 equal to 0, 0.5%, and 1% w/w respectively and Nitragin (inoculation (Ni^+) and non-inoculation(Ni^-)).

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی باشند. N_1 ، N_2، N_3 و N_4 به ترتیب برابر با ۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، V۱، V۲ و V۳ به ترتیب بیانگر ۰، ۰/۵ و ۱٪ وزنی ورمی‌کمپوست می‌باشد. Ni^- و Ni^+ به ترتیب بیانگر عدم تلقیح و تلقیح با نیتراژین است.

تعداد فندقه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر نیتروژن بر تعداد فندقه میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. برهمکنش نیتروژن و نیتراژین نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی (جدول۳) نشان داد که کاربرد نیتروژن در مقایسه با سطح صفر نیتروژن، باعث افزایش میانگین تعداد فندقه میوه شد و بالاترین آن مربوط به کاربرد ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ۴۶٪ افزایش نسبت به سطح صفر بود ولی بین سه سطح کاربردی نیتروژن معنی‌دار نبود. کاربرد ورمی‌کمپوست تا سطح یک درصد وزنی، تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. هم‌چنین نیتراژین اثر معنی‌داری بر تعداد فندقه میوه داشت و تلقیح با نیتراژین سبب افزایش این پارامتر به میزان ۶٪ شد (جدول ۳). همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، در برهمکنش عامل‌ها، بیشترین تعداد فندقه میوه مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و عدم تلقیح با نیتراژین ۵۸۹ می‌باشد که ۱۸۷/۳٪ افزایش نسبت به شاهد نشان می‌دهد.

عملکرد کل میوه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتراژین بر عملکرد کل میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست، نیتروژن و نیتراژین، ورمی‌کمپوست و نیتراژین و نیتروژن و ورمی‌کمپوست و نیتراژین در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی (جدول۳) نشان می‌دهد که کاربرد نیتروژن در مقایسه با سطح صفر نیتروژن، میانگین عملکرد کل میوه را افزایش داد، به‌طوری‌که با افزایش نیتروژن از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، بالاترین وزن کل میوه با ۱۴۷/۶٪ افزایش یافت و با افزایش سطح نیتروژن از ۷۵ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش معنی‌داری مشاهده شد. با افزایش ورمی‌کمپوست از سطح صفر به ۰/۵٪ وزنی، عملکرد کل میوه افزایش یافت، ولی در سطح یک درصد مجددا کاهش عملکرد مشاهده شد. در پژوهشی Nagavallemma و همکاران (۲۶) نشان دادند که کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری در میزان عملکرد گوجه فرنگی (۵/۸ تن در هکتار) در مقایسه با شاهد (۳/۵ تن در هکتار) داشته است. افزایش در رشد و عملکرد می‌تواند به علت افزایش در فراهم بودن عنصرهای کم مصرف در ورمی‌کمپوست باشد (۱۷). نیتراژین اثر معنی‌داری بر

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

عملکرد کل میوه داشت و تلقیح با نیتراژین سبب افزایش عملکرد کل میوه شد. افزایش در عملکرد میوه کدو کاغذی نیز در سایر پژوهش‌ها گزارش شد (۳). مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و نیتراژین بر عملکرد کل میوه توت‌فرنگی در جدول ۴ به خوبی نشان می‌دهد که با افزایش نیتروژن و تلقیح کود زیستی نیتراژین، عملکرد کل میوه افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین عملکرد کل میوه مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تلقیح با نیتراژین و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و عدم تلقیح با نیتراژین می‌باشد. از طرف دیگر، مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد کل میوه در جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد کل میوه مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۰/۵٪ وزنی ورمی‌کمپوست و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و ورمی‌کمپوست است. سینگ و همکاران (۳۳) اعلام کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار عملکرد کل میوه توت‌فرنگی را به حداکثر رساند (۳۹۶/۲ گرم در هر بوته) در حالی‌که، کاربرد کود شیمیایی به‌تنهایی حداقل عملکرد میوه (۲۹۸/۴ گرم در هر بوته) را داشت. در تیمارهای با کاربرد سه‌تایی نیتروژن، نیتراژین و ورمی‌کمپوست بیشترین وزن تر میوه مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۰/۵٪ وزنی ورمی‌کمپوست و تلقیح با نیتراژین با ۳۷۴٪ افزایش نسبت به شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۱۳/۳ گرم در هر بوته) است (جدول ۶).

شاخص سبزینگی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن در سطح یک درصد و ورمی‌کمپوست و نیتراژین در سطح پنج درصد بر شاخص سبزینگی معنی‌دار است. برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش نیتروژن و نیتراژین و ورمی‌کمپوست و نیتراژین بر شاخص سبزینگی معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی (جدول ۳) نشان داد که کاربرد سطح‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار شاخص سبزینگی نسبت به سطح صفر شد. از سوی دیگر، کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش شاخص سبزینگی شد. گرچه بین سطح صفر و ۰/۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مفاخری و همکاران (۱۳) عنوان کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص سبزینگی برگ گیاه بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) داشت. تفاوت معنی‌داری بین سطح‌های مختلف ورمی‌کمپوست مشاهده نشد به گونه‌ای که شاخص سبزینگی در سطح ۳۰٪ حجمی ورمی‌کمپوست، در مقایسه با شاهد و ۱۵٪ حجمی ورمی‌کمپوست به‌میزان ۴۸ و ۳۶٪ افزایش نشان داشت. فرناندز و همکاران (۲۳) در آزمایشی بر روی لوبیا مشاهده کردند که افزودن ۸/۲٪ وزنی ورمی‌کمپوست بیشترین افزایش در شاخص سبزینگی برگ‌های لوبیا را داشت. چنین برگ‌هایی قادر به برداشت نور و تبدیل انرژی نورانی به انرژی مورد نیاز گیاه در طی فرایند فتوسنتز نمی‌باشد (۳۶). کلروفیل رنگدانه اصلی جذب نور و فتوسنتز در گیاه می باشد که در ساختار آن عناصر غذایی شرکت دارند (۲۰). عنصرهای غذایی مانند نیتروژن فسفر، پتاسیم، آهن و مس به‌راحتی از طریق ورمی‌کمپوست در دسترس گیاه قرار می گیرند و در تشکیل کلروفیل استفاده می‌شود که برای جمع آوری نور و تبدیل آن به انرژی شیمیایی مورد نیاز است (۳۵). هم‌چنین، مقایسه تلقیح و عدم تلقیح با نیتراژین نشانگر آنست که این کود باکتریایی توانسته اثر مثبت و معنی‌داری داشته باشد. این امر می‌تواند مربوط به افزایش فراهم نمودن و جذب عنصرهای غذایی به‌وسیله کاهش pH خاک و تثبیت نیتروژن و تولید هورمون‌های افزایش دهنده رشد گیاه توت‌فرنگی باشد(۲۱). افزایش در شاخص کلروفیل نهال سیب نیز به‌وسیله تلقیح ازتوباکتر مشاهده شد (۷).

کاربرد نیتروژن و تلقیح با کود زیستی نیتراژین باعث افزایش شاخص سبزینگی شد و بیشترین شاخص سبزینگی در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تلقیح با نیتراژین (۴۴/۱۷) و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و عدم تلقیح با نیتراژین (۳۵/۷) بود. میرشکاری و همکاران (۱۵) نیز اعلام کردند که کاربرد نیتراژین همراه با ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره بیشترین شاخص سبزینگی را برای گیاه ذرت هیبرید داشت. از سوی دیگر، مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر شاخص سبزینگی در جدول ۵ نشان می‌دهد که با افزایش نیتروژن و ورمی‌کمپوست، شاخص سبزینگی افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین شاخص سبزینگی مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱٪ وزنی ورمی‌کمپوست (۴۴/۵۲) و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و ورمی‌کمپوست (۳۶/۲۲) است. برهمکنش سه‌تایی بر شاخص سبزینگی معنی‌دار بود. بیشترین

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

شاخص سبزینگی مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۰/۵٪ ورمی‌کمپوست و تلقیح با نیتراژین با ۳۶/۸۴٪ افزایش نسبت به شاهد می‌باشد و کمترین آن مربوط به تیمار عدم کاربرد نیتروژن و نیتراژین و ۰/۵٪ ورمی‌کمپوست با ۷/۳٪ کاهش نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۶).

وزن خشک اندام هوایی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی توت فرنگی معنی‌دار بود. در حالی‌که اثر نیتراژین و بر همکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست، نیتراژین و نیتروژن و نیتراژین و ورمی‌کمپوست معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی (جدول ۳) نشان می‌دهد که با افزایش سطح نیتروژن از صفر به صد کیلوگرم در هکتار، وزن خشک اندام هوایی توت‌فرنگی افزایش معنی‌داری داشت. هنگامی که نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، نیاز به عنصرهای غذایی اصلی دیگر مانند فسفر و پتاسیم افزایش می‌یابد. این عنصر به رشد سریع کمک می‌نماید. بنابراین نیتروژن تمامی مشخصه‌های مؤثر بر عملکرد و عملکرد زیستی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۶). نست بای و همکاران (۲۸) نشان دادند که گیاهان توت‌فرنگی که در شرایط کمبود نیتروژن رشد کردند، کوچک با برگ‌های زرد رنگ بوده و همچنین عملکرد کمی داشتند، که دلیل آن نامتعادل بودن ماده‌های متابولیک است که در شرایط جذب کم‌تر نیتروژن، سنتز پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه محدود می‌شود و بر فتوسنتز، رشد و ترکیب شیمیایی بافت‌های گیاهی اثر می‌گذارد.

با افزایش سطح ورمی‌کمپوست، وزن خشک اندام هوایی توت فرنگی روندی افزایشی و معنی‌دار داشته است. سینگ و همکاران (۳۳) نیز مشاهده کردند وزن خشک گیاه توت فرنگی در کرت‌هایی که ورمی‌کمپوست دریافت کرده بودند در مقایسه با کرت‌هایی که تنها کود شیمیایی دریافت کرده بودند، افزایش معنی‌دار داشت. این تاثیر ورمی‌کمپوست بر رشد توت فرنگی می‌تواند مربوط به در دسترس بودن بهتر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و هیومیک اسید در ورمی‌کمپوست باشد که به‌وسیله افزایش در فعالیت میکروبی خاک، تولید می‌شوند (۱۶).

تلقیح و عدم تلقیح با نیتراژین اثر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی توت‌فرنگی نداشت ولی، امیرآبادی و همکاران (۲) گزارش کردند که کاربرد ازتوباکتر باعث افزایش رشد اندام هوایی گیاه و در نهایت عملکرد ماده خشک ذرت علوفه‌ای شد. در واقع باکتری ازتوباکتر با تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین می‌تواند بر رشد رویشی گیاه تأثیر گذاشته و وزن اندام هوایی را افزایش دهد. هم‌چنین این باکتری با تثبیت نیتروژن و کاهش pH خاک می‌تواند جذب عنصرهای غذایی به‌وسیله گیاه را افزایش دهد. مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و نیتراژین بر وزن خشک اندام هوایی در جدول ۴ به خوبی نشان می‌دهد که با افزایش نیتروژن و تلقیح کود زیستی نیتراژین، وزن خشک اندام هوایی افزایش می‌یابد، به‌طوری که بالاترین وزن خشک مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تلقیح با نیتراژین (۵/۲۶ گرم در گلدان) و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و تلقیح با نیتراژین (۲/۰۴ گرم در گلدان) می‌باشد. از طرف دیگر، مقایسه میانگین‌های برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی در جدول ۵ نشان می دهد که با افزایش نیتروژن و ورمی‌کمپوست، وزن خشک اندام هوایی افزایش می‌یابد، به‌طوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱٪ وزنی ورمی‌کمپوست (۵/۷۴ گرم در گلدان) و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن و ۰/۵٪ وزنی ورمی‌کمپوست (۱/۸۴ گرم در گلدان) است. سینگ و همکاران (۳۳) مشاهده کردند، وزن خشک گیاه توت‌فرنگی در پلات‌هایی که ورمی‌کمپوست دریافت کرده بودند، در مقایسه با پلات‌هایی که تنها کود شیمیایی دریافت کرده بودند، افزایش معنی‌دار داشت. این تاثیر ورمی‌کمپوست بر روی رشد توت‌فرنگی می‌تواند مربوط به در دسترس بودن بهتر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و هیومیک‌اسید در ورمی‌کمپوست باشد که به‌وسیله افزایش در فعالیت میکروبی خاک، تولید می‌شوند (۱۶). برهمکنش سه تایی عامل‌ها معنی‌دار نبود. بیشترین وزن خشک اندام هوایی توت‌فرنگی مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، یک درصد وزنی ورمی‌کمپوست و تلقیح با نیتراژین با ۱۸۵/۸٪ افزایش نسبت به شاهد بود (جدول ۶).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

نتیجه‌گیری

کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و تلقیح نیتراژین تأثیر مثبت و معنی‌دار بر برخی ویژگی‌های مورد ارزیابی دارد. به‌طوری که در بعضی از ویژگی‌های بیان‌شده کاربرد کودهای زیستی به‌همراه کاهشی ۲۵ درصدی در مقدار کود شیمیایی نیتروژن، توانست عملکرد کل میوه را معادل و حتی بالاتر از کاربرد به تنهایی کود شیمیایی داشته باشد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و رسیدن به هدف‌های کشاورزی پایدار بخشی از نیاز نیتروژن گیاه توت‌فرنگی را می‌توان با کاربرد کودهای زیستی تأمین کرد.

سپاس‌گزاری

از دانشگاه شیراز برای تامین امکانات و تسهیلات لازم قدردانی می‌شود.

منابع References

۱. آستارایی، ع.، و ع. کوچکی. ۱۳۷۵. کاربردکودهای بیولوژیک درکشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاه مشهد. ۱۹۴ صفحه.

۲. امیرآبادی، م.، ف. رجالی، م. ر. اردکانی و م. برجی. ۱۳۸۸. تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عنصرهای معدنی توسط ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل کراس ۷۰۴) در سطح‌های مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۱۱۵-۱۰۷:(۱)۲۳.

۳. جهان، م.، م. نصیری محلاتی، م. د. سالاری، و ر. قربانی. ۱۳۸۹. اثرات زمان استفاده از کود دامی و کاربرد انواع کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کدو پوست کاغذی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۷۳۷-۷۲۶:(۴)۸.

۴. خرم دل، س.، ا. امین غفوری، پ. رضوانی مقدم، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۹. تاثیر رژیم های مختلف آبیاری همراه با مصرف کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه، میزان کلروفیل و محتوای رطوبت نسبی کنجد، اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. صفحه ۸۳.

۵. خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۶. گیاهان صنعتی .انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.۵۸۲ صفحه.

۶. سجادی نیک، ر.، و ع. یدوی، ح. ر. بلوچی، و ه. فرجی. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (نیتروژن)، آلی(ورمی‌کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۱۰۱-۸۷:(۲)۲۱.

۷. سمر، س. م. و ه. خسروی. ۱۳۸۶. بررسی اثرات چهار سویه از ازتوباکتر بر رشد و جذب عنصرهای غذایی در نهال سیب، مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران ،کرج. ۱۸۱-۱۸۲.

۸. طاووسی، م. و پ. شاهین رخسار. ۱۳۸۹. اثر چهار نوع ماده ی بستری بر عملکرد و برخی پارامترهای رشد توت فرنگی در کشت بدون خاک، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۸۳-۹۴:۱۳.

۹. فلاحی، ج. ع. ر. کوچکی، و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*)، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۷، شماره۱.

۱۰. قادرزاده، ح. و م. حاج رحیمی.۱۳۸۷. بررسی وضعیت بازار رسانی محصول توت فرنگی در استان کردستان، مجله اقتصاد کشاورزی. ۲۱۵-۲۰۷: ۱(۳)

۱۱. کاشی، ع.، و ج. حکمتی. ۱۳۷۰. پرورش توت فرنگی. چاپ اول. انتشارات تهران.

۱۲. متقیان، آ. ه. پیردشتی، و م. ع. بهمنیار. ۱۳۸۸. واکنش ظهور و رشد گیاهچه ای لوبیا سبز به مقادیر مختلف ورمی کمپوست، نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱۱۴-۱۰۳: ۱(۱)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

۱۳. مفاخری، س. ر. امید بیگی، ف. سفیدکن، و ف. رجالی. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد کودهای زیستی بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی مورفولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*)، مجله علوم باغبانی ایران. ۲۵۴-۲۴۵: ۳

۱۴. ملکوتی، م. ج.، و م. م. طهرانی. ۱۳۸۴. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی « عنصرهای خرد با تأثیر کلان ». چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۳۲۸ صفحه.

۱۵. میر شکاری، ب. س. باصر کوچه باغ، ع. جوانشیر. ۱۳۸۸. تاثیر کود زیستی نیتراژین و سطح‌های مختلف کود اوره بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد بیولوژیک ذرت هیبرید 704 در مناطق نیمه خشک سرد، یافته های نوین کشاورزی. ۴۱۱-۴۰۳: ۴

16. Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J. D. Metzger. 2004. Influences of vermicompost on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bior. Technol. 93(2):145-153.
17. Atiyeh, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards, and J. D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bior. Technol. 75(3):175-180.
18. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Sparks, D. L. (Ed.). Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 1085-1121.
19. Bremness, L. 1999. Herbs. Eyewitness Handbook. London. 176p.
20. Chapin, F. S.1980. The mineral nutrition of wild plants. Ann. Rev. Ecol. Systematics 11(1): 233-260.
21. Das, K., R. Dang, and T. N. Shivananda. 2008. Influence of bio-fertilizers on the availability of nutrients (N, P and K) in soil in relation to growth and yield of Stevia rebaudiana grown in South India. Inter. J. Appl. Res. Natu. Prod. 1(1): 4-20
22. Edwards, C. A. 1995. Historical overview of vermicomposting. Biocycle, 36:56- 58.
23. Fernandez-Luqueno, F., V. Reyes-Varela, C. Martinez-Suarez, G. Salomon- Hernandez, J. Yanez-Meneses, J.M. Ceballos-Ramirez, and L. Dendooven. 2010. Effect of different nitrogen sources on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Bior. Technol., 101: 396-403.
24. Gee, G.W., and J. W. Bauder. 1986. Particle size analysis. A. Klute (ed.), Methods of Soil Analysis. 9(1): 383-411. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition, American Society of Agronomy, Madison, WI.
25. Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42(3): 421-428.
26. Nagavallemma, K. P., S. P. Wani, S. Lacroix, V. V. Padmaja, C. Vineela, M. BabuRao, and K. L. Sahrawat. 2004. Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme on Agrecosystems? Report no. 8. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: Inter. Crops Res. Institute. Semi-Arid Tropics, p. 20.
27. Nelson, D.W., and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Methods of Soil Analysis. 9: 961-1010. Part 2, 2nd Edition, A.L. Page et al., (Eds). Agronomy. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, WI.
28. Nestby, R., F. Lieten, D. Pivot, C. Raynal-Lacroix and M. Tagliavini. 2005. Influence of mineral nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs: A review. Inter. J. Fruit Sci. 5(1): 141-158.
29. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. P: 939. U.S. Dep. of Agric. Circ.
30. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids, In: Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. Madison WI.417-435.
31. Rouzbeh, R., J. Daneshian, and H. Aliabadi Farahani. 2009. Super nitro plus influence on yield and yield components of two wheat cultivars under NPK fertilizer application. J. Plant Breed. Crop Sci. 1(8): 293-297.
32. Singh, S., and K. K. Kapoor. 1998. Inoculation with phosphate solubilization microorganisms and a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. Biol. Fertile. Soils. 28(2): 139-44.
33. Singh, R., R. Sharma, K. Satyendra, R. Gupta, and R. Patil. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry *(Fragaria x ananassa* Duch.*)*. Bior. Technol. 99(17): 8507-8511.
34. Tajuddin, A., M. Yaseen, S. Sharma, M. L. Saproo, and A. Husain. 1995. Effect of fertilizer application on the flowering pattern of Rosadamascena. J. Medical Plants Res. 17:173-176.
35. Tanaka, A. H., R. Tanaka, N. K. Tanaka, K. Yoshida, and K. Okada. 1998. Chlorophyll *a* oxygenase (CAO) is involved in chlorophyll *b* formation from chlorophyll *a*. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 95(21): 12719-12723.
36. Theunissen, J. P., A. Ndakidemi, and C. P. Laubscher. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. Inter. J. Physical. Sci. 5(13): 1964-1973.
37. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In J. M. Bigham (ed). Methods of soil analysis: Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America Book Series No. 5. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 475-490.
38. Youssef, A. A., A. E. Edris, and A. M. Gomaa. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant. Ann. Agri. Sci. 49: 299-311.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20 (3): 251-262
Research article

Effect of Different Levels of Nitrogen, Vermicompost, and Nitragin on Morphological Characteristics, Greenness Index, and Yield of Strawberry under Greenhouse Conditions

S.F. Ghaemmaghami, M. Zarei*, J. Yasrebi, and S. Eshghi[1]

The use of organic and biological fertilizers is important for achieving sustainable agriculture, reducing the application of chemical fertilizers and the production of healthy crops. A greenhouse experiment was carried out to study the effects of vermicompost, Nitragin, and nitrogen on some growth parameters of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch. cv. Aromas). Treatments were arranged in a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of nitrogen fertilizer (0, 50, 75, and 100 kg ha^{-1} nitrogen equal to 0, 75, 112.5 and 150 mg N pot^{-1}), vermicompost (0, 0.5%, and 1% w/w), and Nitragin (inoculation and non-inoculation). Nitragin application increased total fruit yield by 8.5 percent. The highest total fruit yield (71.8 g pot^{-1}) obtained by application of 75 kg ha^{-1} along with 0.5% vermicompost and inoculation with Nitragin and the lowest one (13.3 g pot^{-1}) obtained in control treatment. The highest dry matter (6.06 g) obtained with co-application of 100 kg ha^{-1}nitrogen, 1% vermicompost, and inoculation with nitragin. The effects of the application of 75 kg ha^{-1}nitrogen fertilizer with vermicompost and nitragin were similar to the single application of 100 kg ha^{-1}nitrogen. Biofertilizers application may increase plant yield and reduce nitrogen fertilizer usage (up to 25%).

Keywords: Biofertilizers, Nitragin, Nitrogen, Strawberry, Vermicompost.

1. Former M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Professor of Horticultural Science, Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email: (mehdizarei@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.3.5.6]