Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره سوم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2018.13994.2258

اثر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر رشد و صفات فیزیولوژیک سیر (*Allium sativum* L.) در گیلان

لیلا علیزاد[۱]، کیوان آقایی[۲] و *معرفت مصطفوی‌راد[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، [۲]استادیار گروه فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، [۳]استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۰۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۷

چکیده

سابقه و هدف: سیر یکی از مهم‌ترین سبزیجاتی است که در ایران کشت می شود. سیر نه تنها به‌عنوان ادویه بلکه به‌دلیل خواص درمانی مرتبط با وجود ترکیبات فعال زیستی آن نقش و جایگاه بارزی در میان غذای بشر دارد. عملکرد سیر بسته به روش‌های زراعی و رقم متفاوت می‌باشد. کاربرد کودهای شیمیایی می‌تواند اثر مخرب بر سلامت خاک داشته باشد و منجر به ناپایداری عملکرد شود، در حالی‌که استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی می‌تواند سلامت و حاصلخیزی خاک را حفظ کند. باکتری‌های متعددی وجود دارند که برای باردهی گیاهان مفید هستند. باکتری‌های آزادزی خاک مانند سودوموناس، آزتوباکتر و آزوسپیریلیوم می‌توانند فراهمی عناصر غذایی را از طریق فرآیندهای طبیعی تثبیت نیتروژن و حلالیت فسفر و رشد گیاه را از طریق سنتز مواد محرک رشد افزایش دهد. بدین‌ترتیب، این آزمایش به‌منظور ارزیابی اثر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک توده بومی سیر در شرایط اقلیمی گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به‌صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در استان گیلان (رشت) و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل منابع کود نیتروژن، شامل پنج تن ورمی‌کمپوست با رطوبت حدود ۳۵ درصد، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و هفت و نیم تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ترکیب کودهای زیستی شامل عدم تلقیح باکتری، آزوسپریلیوم برازیلینس، آزوسپیریلیوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا، سودوموناس فلورسنس، آزتوباکتر، آزوسپریلیوم + سودوموناس، آزوسپریلیوم + آزتوباکتر، سودوموناس + آزتوباکتر، آزوسپریلیوم + سودوموناس + آزتوباکتر بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین طول بوته، تعداد برگ سیر، وزن زیست‌توده تک‌بوته و عملکرد سوخ در شرایط کاربرد کود شیمیایی اوره همراه با باکتری‌های آزوسپیریلیوم + سودوموناس به‌دست آمد. همچنین، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد سوخ با صفاتی مانند طول بوته، تعداد برگ سیر، وزن زیست‌توده تک‌بوته وجود داشت. به‌علاوه، کاربرد توأم کودهای زیستی آزوسپیریلیوم و آزتوباکتر در شرایط استفاده از ورمی‌کمپوست سبب افزایش عملکرد سوخ (۵۶۵۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار) گردید. در این آزمایش، استفاده همزمان تمامی کودهای زیستی مورد مطالعه عملکرد سوخ سیر را در سیستم تغذیه تلفیقی افزایش داد.

* مسئول مکاتبه: mmostafavirad@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، عملکرد و اجزای عملکرد سیر واکنش متفاوتی به کاربرد کودهای، شیمیایی، آلی و زیستی نشان دادند. براساس نتایج این آزمایش، کودهای زیستی مختلفی بسته به نوع تغذیه می‌توانند از نظر افزایش عملکرد سوخ سودمند باشند. به‌علاوه، کابرد باکتری‌های آزوسپیریلیوم + سودوموناس می‌تواند برای ارتقای عملکرد سوخ سیر در کشاورزی متداول و تحت شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های محرک رشد، سیر، عملکرد سوخ، نیتروژن، ورمی‌کمپوست

مقدمه

سیر با نام علمی *Allium sativum* L. گیاهی از تیره Alliaceae و یکی از سبزی‌های سرشار از مواد غذایی و دارای خواص خوراکی و دارویی می‌باشد و از نظر تولید جهانی در بین گیاهان پیازی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. امروزه، به‌دلیل آثار سوء داروهای شیمیایی و الزامات زیست‌محیطی، استفاده از گیاهان دارویی افزایش یافته است (٦). نیتروژن مهم‌ترین عنصر تأثیرگذار بر عملکرد و کیفیت محصولات زراعی می‌باشد و رابطه نزدیکی بین تأمین نیتروژن و افزایش مادهٔ خشک گیاهی وجود دارد. سیر نیاز بیش‌تری به عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و گوگرد دارد و بسته به نوع خاک، کاربرد ۹۲ تا ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش کمی و کیفی سیر می‌شود (۵). گزارش شده است که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش عملکرد سیر گردید (۱۸) و با افزایش کاربرد نیتروژن رشد رویشی گیاه افزایش و عملکرد سوخ و شاخص برداشت کاهش پیدا می‌کند (۱۷).

از جمله راه کارهای مهم در راستای حفظ محیط زیست می‌توان به بهینه‌سازی کاربرد مصرف نهاده‌های شیمیایی و تلفیق آن‌ها با کودهای آلی و زیستی اشاره نمود. پژوهشگران نشان دادند که کاربرد کودهای شیمیایی NPK همراه با ۱۰ تن کود دامی سبب افزایش جذب عناصر غذایی به‌وسیله سوخ سیر گردید (۱۱). کود آلی ضمن بهبود ساختمان و ظرفیت نگهداری آب خاک و نمو ریشه گیاهان، جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک و دسترسی گیاهان زراعی به عناصر کم‌مصرف را افزایش می‌دهد (٤) و سبب جلوگیری از تخریب بوم‌نظام‌های زراعی می‌شود. ورمی‌کمپوست، یک کودهای آلی زیستی و حاوی ترکیب زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، هورمون‌های رشد و مقادیر زیادی از عناصر غذایی قابل‌دسترس گیاه است که در افزایش عملکرد محصولات مختلف تأثیر به‌سزایی دارد. پژوهشگران در مطالعه بر روی سیر بالاترین تعداد و بیش‌ترین عملکرد سوخ را در شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با کودهای شیمیایی NPK گزارش کردند و کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست را برای تولید اقتصادی گیاه کافی و مهم برشمردند (۱۰). کاربرد کودهای زیستی نیز یکی از اجزاء مهم روش تغذیه تلفیقی در زراعت محسوب می‌شود (۲۱). در مطالعه مشابهی گزارش شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست با بیوسولفور بالاترین عملکرد سیاه دانه را تولید کرد (۲۳). کودهای آلی علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک، یک روش مهم برای جایگزینی تغذیه معدنی گیاهان زراعی محسوب می‌شود (٤). همچنین، در مطالعه دیگری گزارش شده است که کاربرد کودهای آلی و معدنی با نسبت ۲۵ و ۷۵ درصد بزرگ‌ترین طول و بیش‌ترین عملکرد سوخ و بالاترین جذب عناصر غذایی NPK را به دنبال داشت (۱۵). پژوهشگران دیگری بالاترین رشد رویشی

www.SID.ir

Archive of SID

و زایشی سیر در واکنش به کاربرد ۱۵ تن ورمی‌کمپوست همراه با ٦۰ کیلوگرم نیتروژن خالص، ۳٦ کیلوگرم کود فسفات (P_2O_5) و ٦۰ کیلوگرم کود پتاسیم (K_2O) گزارش کردند (۲۵).

پژوهشگران نشان دادند که استفاده از نهاده‌های زیستی ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از آن‌ها، پایداری تولید را افزایش می‌دهد و تلقیح سیرچه‌ها با دو گونه میکوریزا و نیتروکسین حاوی آزوتوباکتر و آزوسپیریلیوم سبب افزایش عملکرد سوخ در هکتار گردید (۲۲). از مهم‌ترین باکتری‌های آزادزی محرک رشد گیاه می‌توان به *ازتوباکتر*[1]، *آزوسپریلیوم*[2] و باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*سودوموناس*)[3] اشاره نمود که به‌صورت هتروتروف از بقایای آلی خاک استفاده می‌کنند. کاربرد کودهای زیستی منجر به توسعه اقتصادی پایدار برای کشاورزان و کشور می‌شود (۱٦). *ازتوباکتر* یک باکتری آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن است که توانایی ساخت اکسین و هورمون‌های محرک رشد، انواع ویتامین‌ها، انواع اسیدهای آمینه، سنتز مواد ضد قارچی از امتیازات دیگر این باکتری به‌شمار می‌رود. آزوسپیریلوم[4] نیز یکی از مهم‌ترین ریزجانداران تثبیت‌کننده نیتروژن در مناطق معتدل، سرد و گرمسیر دنیا می‌باشد. کودهای زیستی پتانسیل بالایی به‌عنوان منابع غذایی تکمیلی تجدیدپذیر برای گیاهان زراعی و همسو با طبیعت می‌باشند و یکی از اجزاء مهم روش تغذیه تلفیقی در گیاهان زراعی محسوب می‌شود (۲۱) و نقش بارزی در توسعه پایدار کشاورزی دارد (۱٦).

تلقیح *سودوموناس* نیز در گیاهان زراعی متعددی مانند غلات، لگوم‌ها، سبزیجات و گیاهان تأثیرگذار گزارش شده است (۱۲). پژوهشگران دیگری گزارش کردند که کاربرد *ازتوباکتر* و یا کاربرد توأم آن با *گلوموس* سبب افزایش طول ساقه و کابرد تلفیقی *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + *گلوموس* سبب افزایش عملکرد سیب‌زمینی گردید و نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی به‌واسطه نقش مؤثری که در افزایش رشد و عملکرد مینی‌تیوبر سیب‌زمینی دارند، می‌توانند در کشاورزی ارگانیک به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند (۱۹). در مطالعه اثر کودهای زیستی روی پیاز نیز نتایج مشابه‌ای گزارش شده است (۳).

نقش *آزوسپیریلیوم* نیز در رشد گیاهانی مانند ذرت مثبت گزارش شده است (۹). پژوهشگران دیگری نشان دادند که کاربرد تلفیقی نیتروژن با کودهای دامی و زیستی سبب افزایش سودمندی عملکرد کمی و کیفی رازیانه گردید (۲٤). برخی دیگر گزارش کردند که کاربرد تلفیقی *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* در مقایسه با دیگر ترکیبات مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر پایداری تولید پیاز و شرایط محیطی، داشت (۸). به‌طورکلی، کودهای زیستی از طریق مستقیم و غیرمستقیم باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه حتی در شرایط نامطلوب تغذیه‌ای گیاه و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. این آزمایش، با هدف بررسی واکنش فیزیولوژیک و رشد توده بومی سیر گیلان (با ویژگی‌هایی مانند رنگ متمایل به بنفش پوسته سوخ، خوش‌خوراکی، نازک بودن برگ‌ها و سازگار با شرایط اقلیمی که در مناطقی مانند تالش و آستارا کشت می‌شود) به کاربرد کودهای آلی و زیستی انجام شد.

1- *Azotobacter*
2- *Azosprillum*
3- *Pseudomonas*
4- *Azospirillum*

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این آزمایش، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان واقع در رشت و به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل منابع کود نیتروژن، شامل ۱۵ تن ورمی‌کمپوست (۱۲ و ۲۳)، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن (۲۱ و ٦) و ۷/۵ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (کرت اصلی) و ترکیب کودهای زیستی شامل عدم تلقیح خاک (به‌عنوان شاهد)، تلقیح خاک با باکتری‌های *آزوسپریلیوم برازیلینس*، *آزوسپریلیوم لیپوفروم*، *سودوموناس پوتیدا*، *سودوموناس فلورسنس*، *آزتوباکتر*، دو گونه *آزوسپریلیوم* + دو گونه *سودوموناس*، دو گونه *آزوسپریلیوم* + *آزتوباکتر*، دو گونه *سودوموناس* + *آزتوباکتر*، دو گونه *آزوسپریلیوم* + دو گونه *سودوموناس* + *آزتوباکتر* (کرت فرعی) بود. آماده‌سازی زمین زراعی در نیمه اول آبان و کشت سیر در ۱۵ آبان‌ماه سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام گرفت. کود آلی ورمی‌کمپوست از بخش خصوصی خریداری گردید. ویژگی‌های خاک زراعی و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ درج شده است. در این آزمایش، اگرچه مقدار هدایت الکتریکی (EC) کمپوست مورد استفاده اندکی بیش‌تر می‌باشد. ولی، به‌دلیل اسیدی بودن خاک‌های منطقه و ناچیز بودن میزان کمپوست (۱۵ و ۷/۵ تن در هکتار با رطوبت حدود ۳۰ درصد) در مقایسه با مقدار خاک زمین زراعی در واحد سطح به‌نظر نمی‌رسد که گیاه را با تنش شوری مواجه سازد. به‌علاوه، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش و با خاک زراعی مخلوط گردید. هر کرت دارای چهار ردیف کاشت به طول پنج متر و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و تراکم بوته در هکتار ۳۳۳/۳۳۳ بوته در هکتار بود (۱۲). میزان کاشت توده سیر بومی در گیلان حدود ٦۰۰ تا ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و به‌دلیل کوچک و کم وزن بودن سیرچه‌ها در این مطالعه حدود ٦۰۰ کیلوگرم در هکتار کشت گردیده است. برای جلوگیری از تداخل کودی بین کرت‌های اصلی یک متر فاصله در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی و آبیاری به‌روش بارانی صورت گرفت. در این آزمایش، کل کود ورمی‌کمپوست در زمان کاشت و میزان نیتروژن نیز از منبع اوره و در مرحله زمان کاشت و زمان آغاز تشکیل سوخ و بر اساس نقشه کاشت مورد استفاده قرار گرفت. این توده بومی سیر، نسبت به شرایط اقلیمی سازگاری مناسبی دارد و رشد رویشی آن زودتر شروع می‌شود و مقدار قابل‌ملاحظه‌ای برگ سیر تولید می‌کند که به‌صورت سبزی خوراکی مورد استفاده مردم منطقه قرار می‌گیرد. بنابراین، کاربرد کود نیتروژن در فصل پاییز و هم‌زمان با کاشت سیرچه‌ها سبب افزایش رشد رویشی و تولید برگ بیش‌تری بر روی بوته‌های سیر می‌شود و به‌همین دلیل بخش عمده‌ای از کودهای نیتروژن در زمان کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در زمان رسیدگی و قبل از برداشت محصول تعداد ۱۰ بوته سیر به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت گردید. تعداد برگ‌ها در هر بوته شمارش و ارتفاع بوته به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری گردید. وزن تر بوته، وزن خشک سیرچه‌ها با و بدون پوست با ترازوی

www.SID.ir

Archive of SID

دقیق توزین گردید. تمامی بوته‌های باقی‌مانده با حذف نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای خطوط کاشت، برداشت و عملکرد زیست‌توده آن‌ها با ترازو توزین و ثبت گردید. با جدا کردن سوخ از بوته، عملکرد سوخ به‌وسیله توزین با ترازو و بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید و شاخص برداشت از تقسیم عملکرد سوخ به عملکرد زیست‌توده و بر حسب درصد به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها به روش برش‌دهی و در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه.

Table 1. Physical and chemical properties of field soil.

شن (%) Sand	لوم (%) Silt	رس (%) Clay	پتاسیم قابل‌جذب Avai. K (ppm)	فسفر قابل‌جذب Avai. P (ppm)	نیتروژن کل TN (%)	کربن آلی OC (%)	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	اسیدیته (1:1) pH	عمق خاک نمونه‌برداری Depth (cm)
46.4	27.3	26.3	234	11.10	0.175	2.00	0.61	5.93	0-30

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کود ورمی‌کمپوست.

Table 2. Physical and chemical properties of vermicompost.

عنصر منگنز Mn (ppm)	عنصر مس Cu (ppm)	عنصر روی Zn (ppm)	عنصر آهن Fe (ppm)	درصد منیزیم Mg (%)	درصد کلسیم Ca (%)	پتاسیم قابل‌جذب Avai. K (%)	فسفر قابل‌جذب Avai. P (%)	نیتروژن کل T.N (%)	کربن آلی O.C (%)	اسیدیته pH (1:5)	شوری EC (dS/m)
392.7	12.65	233.4	4886.25	0.93	4.59	1.73	2.63	2.57	29.05	7.54	8.31

نتایج و بحث

طول بوته: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر کودها، باکتری‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر طول بوته سیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در مطالعات میدانی انتظار می‌رود که مقدار ضریب تعییرات بالا باشد. اگرچه کاهش مقدار ضریب تعییرات در آزمایش‌های مزرعه‌ای هم دور از انتظار به‌نظر نمی‌رسد، در این آزمایش نیز به‌دلیل کوچک بودن واریانس اشتباه آزمایشی و بالا بودن دقت آزمایش مقدار ضریب تعییرات در برخی موارد کم‌تر ثبت گردیده است. نتایج مقایسه میانگین به روش برش‌دهی نشان داد که در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست استفاده از *آزتوباکتر* و کاربرد توام آن با *آزوسپیریلیوم* منجر به افزایش طول بوته گردید. علت این امر را می‌توان بهبود شرایط محیطی برای تثبیت غیرهمزیست نیتروژن مولکولی هوا و جذب بهینه عناصر غذایی به‌وسیله باکتری‌های مزبور برشمرد. در شرایط تغذیه تلفیقی، کاربرد *سودوموناس فلوئورسنس* و کاربرد توأم *سودوموناس* و *آزتوباکتر* و در شرایط تغذیه با کود شیمیایی اوره استفاده از *آزوسپیریلیوم لیپوفوروم*

www.SID.ir

Archive of SID

و *سودوموناس پوتیدا* بالاترین طول بوته به‌دست آمد. ولی، اثر متقابل مصرف کود شیمیایی اوره با باکتری *سودوموناس پوتیدا* و باکتری *آزوسپیریلیوم لیپوفروم* از نظر افزایش طول بوته بر دیگر تیمارها برتر بود (جدول ٤).

نتایج نشان داد که واکنش باکتری‌های مورد مطالعه بسته به نوع روش تغذیه از نظر افزایش طول بوته متفاوت بود و کاربرد باکتری *سودوموناس پوتیدا* و *آزوسپیریلیوم لیپوفروم* می‌تواند سبب افزایش رشد رویشی و طول بوته سیر گردد. به‌نظر می‌رسد که کاربرد پنج تن در هکتار کود آلی ورمی‌کمپوست می‌تواند با تامین ریزمغذی‌های ضروری برای سلامتی رشد گیاه، طول آن را افزایش دهد. پژوهشگران دیگری گزارش کردند که طول بوته ذرت تحت‌تأثیر باکتری *سودوموناس پوتیدا* افزایش یافت (۹).

تعداد برگ در بوته: اثر تیمارهای مورد مطالعه و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد برگ‌های سیر در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد برگ سیر به اثر متقابل کود شیمیایی اوره و کاربرد باکتری *آسپرژیلوس لیپوفروم* اختصاص داشت. مقایسه میانگین به روش برش‌دهی نشان داد که کاربرد توأم گونه‌های آزوسپیریلیوم و آزتوباکتر در شرایط تغذیه گیاه با ورمی‌کمپوست بالاترین تعداد برگ را نشان داد. ولی، استفاده از *آزوسپیریلیوم برازیلنس* و *آزوسپیریلیوم لیپوفروم* به‌ترتیب در سیستم تغذیه تلفیقی و شیمیایی بالاترین تعداد برگ در هر بوته سیر را تولید کرد که می‌تواند ناشی از بهبود فراهمی نیتروژن و عناصر غذایی ضروری برای گیاه باشد (جدول ٤). پژوهشگران دیگری نشان دادند که کاربرد کمپوست تعداد متوسط برگ‌ها در گیاه پیاز را افزایش داد (۷). برخی دیگر تعداد برگ‌ها به‌ازای بوته در پاسخ به کاربرد شش تن ورمی‌کمپوست در هکتار گزارش کردند (۱).

وزن تر بوته سیر: در این آزمایش، اثر اصلی و اثر متقابل تیمارهای مورد مطالعه بر وزن تر بوته سیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین وزن تر بوته سیر تحت شرایط استفاده از کود شیمیایی اوره در واکنش به کاربرد مجزا و یا کاربرد تلفیقی گونه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌دست آمد. ولی، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کاربرد گونه‌های *آزوسپیریلیوم* + *آزتوباکتر* در سیستم تغذیه با ورمی‌کمپوست بالاترین وزن وزن تر بوته سیر را نشان داد. استفاده از *سودوموناس پوتیدا* در سیستم تغذیه تلفیقی از نظر وزن تر بوته سیر برتری نشان داد (جدول ٤). نتایج نشان داد که تغییرات وزن تر بوته سیر بسته به نوع باکتری‌های مورد استفاده در پاسخ به کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست بسیار بارزتر از روش‌های تغذیه دیگر بود. این امر می‌تواند ناشی از واکنش‌های متفاوت باکتری‌های مختلف به بستر کشت حاوی ورمی‌کمپوست باشد. بدین‌ترتیب، چنین استنباط می‌شود که کود آلی ورمی‌کمپوست سبب تغییرات متفاوتی در جمعیت و فعالیت باکتری‌های مختلف می‌شود. نتایج پژوهش‌های پیشین نیز نشان داده است که افزایش مواد آلی خاک سبب افزایش جمعیت و تنوع موجودات مصرف‌کننده و تجزیه‌کننده مواد آلی در خاک می‌شود و از طریق بهبود چرخه آب و مواد غذایی در خاک موجب افزایش پایداری بوم‌نظام‌های زراعی می‌شود. پژوهشگران دیگری نشان دادند که کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ تریکودراما با کود دامی سبب افزایش وزن سوخ گردید (۲٦).

www.SID.ir

Archive of SID

وزن خشک سیرچه با پوست: در این مطالعه، اثر تیمارهای مورد مطالعه و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک سیرچه با پوست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها به روش برش‌دهی نشان داد که استفاده از *آزوسپیریلیوم* + *آزتوباکتر* در روش تغذیه با ورمی‌کمپوست و ترکیبی از کودهای زیستی *سودوموناس* + *آزتوباکتر* و یا کاربرد توأم تمامی باکتری‌های مورد مطالعه سبب افزایش وزن سیرچه با پوست گردید. ولی، در شرایط استفاده از کود شیمیایی اوره، بالاترین وزن سیرچه مشاهده گردید که به اثر متقابل روش تغذیه شیمیایی با باکتری‌های *آزوسپیریلیوم* + *سودوموناس* اختصاص داشت (جدول ٤). نتایج نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد *سودوموناس* و *آزوسپیریلیوم* می‌تواند در کشاورزی متداول سبب افزایش وزن سیرچه با پوست گردد و بازارپسندی محصول سیر را بهبود بخشد. بدین‌ترتیب، بسته به امکانات موجود و نهاده‌های زراعی مورد مصرف می‌توان از محرک‌های رشد گیاهی مختلف برای افزایش اندازه سیرچه و بهبود بازارپسندی آن استفاده نمود. آثار مثبت باکتری *سودوموناس* در بهبود عملکرد گیاهان زراعی مختلفی مانند غلات، لگوم‌ها و سبزیجات به اثبات رسیده است (۱۲). چنین به‌نظر می‌رسد که نیتروژن مورد استفاده به‌صورت اوره در مقایسه با دیگر تیمارهای مورد مطالعه سبب افزایش رشد رویشی بوته سیر و افزایش ظرفیت فتوسنتزی آن می‌شود و کاربرد کودهای زیستی در شرایط مزبور با تسهیل جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، سبب بهبود رشد سیرچه‌ها و وزن خشک آن‌ها می‌شود.

وزن سیرچه بدون پوست: در این آزمایش، اثر اصلی و اثر متقابل تیمارهای مورد مطالعه بر وزن سیرچه بدون پوست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین وزن سیرچه بدون پوست به اثر متقابل کاربرد کود شیمیایی اوره و کاربرد توأم *آزوسپیریلیوم* و *سودوموناس* اختصاص داشت. در روش تغذیه با ورمی‌کمپوست کاربرد توام *آزوسپیریلیوم* و *آزتوباکتر* و در سیستم تغذیه تلفیقی استفاده ترکیبی از تمامی گونه‌های مورد مطالعه سبب افزایش وزن سیرچه بدون پوست گردید (جدول ٤). نتایج نشان داد که بستر کاشت بر وزن سیرچه تأثیرگذار است و فعالیت باکتری‌ها مختلف را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. بدین‌ترتیب، واکنش وزن سیرچه به باکتری‌های مختلف بسته به نوع بستر کاشت می‌تواند متفاوت باشد. برتری سیستم کوددهی متداول و کاربرد اوره بر افزایش وزن سیرچه نشان داد که کاربرد مقادیر مناسبی از کودهای حاوی نیتروژن برای بهبود عملکرد سیر ضرورت دارد (۱۷). به‌علاوه، نتایج نشان داد که استفاده از کودهای زیستی بسته به نوع کود نیتروژن می‌تواند بر وزن سیرچه‌ها تأثیر به‌سزایی داشته باشد. در مطالعه روی پیاز نیز گزارش شده است که کاربرد *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* از نظر افزایش اندازه و عملکرد پیاز بر تیمارهای دیگر برتری داشت (۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری‌شده در سیر تحت اثر متقابل کودهای آلی و زیستی.

Table 3. Analysis of variances (Mean squares) of measured traits in garlic as affected by the interaction effect between organic and biological fertilizers.

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	طول بوته Plant height	تعداد برگ در بوته Leaf numbers per plant	عملکرد سوخ Bulb yield	وزن تر ساقه Biomass per plant	وزن سیرچه با پوست در بوته Clove weight plus hull per plant	وزن سیرچه بدون پوست در بوته Clove weight without hull per plant	تعداد سیرچه در سوخ Clove number per bulb	شاخص برداشت Harvest index	قطر سیرچه Clove diameter	طول سیرچه Clove length
بلوک (R) Replication	2	78.89**	1.67**	441214**	10.32**	0.54**	0.42**	3.54**	185.50**	18.46**	32.28**
کود (F) Fertilizer	2	1129.89**	4.88**	70757936**	208.4**	2.94**	2.63**	15.72**	194.97**	17.35**	86.28**
اشتباه اصلی Error a	4	0.99	0.22	8246	1.83	0.001	0.01	0.043	6.99	0.20	1.07
باکتری‌ها (B) Bacteria	9	26.57**	2.56**	1057904**	26.59**	0.204**	0.15**	0.91**	63.51**	108.87**	104.37**
کودها × باکتری‌ها F*B interaction	18	47.32**	1.11**	1299614**	13.62**	0.24**	0.19**	1.94**	55.27**	61.28**	73.04**
اشتباه فرعی Error b	54	3.12	1.88	488789	70.92	0.22	0.17	0.78	420.56	10.10	64.60
ضریب تغییرات (C.V%)	-	2.85	3.14	1.49	8.20	3.16	3.16	10.82	4.63	2.51	5.94

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and ** non significant, significant at 5 and 1 probability levels, respectively.

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در سیر به روش برش‌دهی در واکنش به مصرف کودهای آلی و زیستی.

Table 4. Means comparison of measured traits in garlic as affected by interaction effects between organic and biological fertilizers.

طول سیرچه Clove length (mm)	قطر سیرچه Clove diameter (mm)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد سیرچه در سوخ Clove number per bulb	وزن سیرچه بدون پوست در بوته Clove weight without hull (g)	وزن سیرچه با پوست در بوته Clove weight plus hull (g)	وزن تر ساقه Biomass per plant (g)	عملکرد سوخ Bulb yield (kg/ha)	تعداد برگ در بوته Leaf numbers per plant	طول بوته Plant height (cm)	تیمارها Treatments	
12.59^{de}	22.87^{a}	61.39^{bc}	5.83^{c}	1.36^{d}	1.71^{e}	9.61^{cd}	4842.66^{c}	4.71^{d}	56.69^{b}	S_1	N_1
11.49^{e}	19.49^{d}	58.22^{cd}	6.40^{b}	1.37^{d}	1.52^{f}	12.30^{b}	4718.66^{cd}	4.99^{d}	53.26^{c}	S_2	
21.54^{b}	12.92^{f}	58.50^{cd}	6.46^{b}	1.72^{b}	1.94^{cd}	17.82^{a}	5154.66^{b}	5.54^{fc}	55.91^{bc}	S_3	
13.99^{cde}	20.06^{d}	53.86^{d}	5.36^{d}	1.40^{d}	1.55^{f}	12.93^{b}	4647.00^{d}	5.70^{b}	54.86^{bc}	S_4	
13.21^{de}	21.25^{c}	62.22^{bc}	5.73^{c}	1.63^{c}	1.81^{de}	10.85^{c}	4320.00^{e}	5.39^{fc}	52.39^{cd}	S_5	
15.31^{c}	21.65^{bc}	63.07^{bc}	4.86^{d}	1.74^{bc}	1.95^{c}	8.36^{d}	4325.33^{e}	5.98^{b}	59.01^{a}	S_6	
13.28^{de}	21.38^{c}	65.65^{a}	4.70^{d}	1.73^{bc}	2.07^{b}	7.59^{d}	3968.00^{f}	4.81^{d}	49.86^{d}	S_7	
21.51^{b}	14.63^{e}	69.82^{a}	6.83^{a}	2.13^{a}	2.37^{a}	10.02^{cd}	5654.33^{a}	7.23^{a}	58.18^{a}	S_8	
22.36^{b}	11.87^{g}	62.60^{bc}	6.30^{b}	1.69^{c}	1.83^{d}	10.81^{c}	5220.00^{b}	5.38^{fc}	56.91^{b}	S_9	
23.08^{a}	10.40^{h}	61.78^{bc}	5.00^{c}	1.68^{c}	1.78^{de}	9.00^{cd}	3930.66^{f}	5.79^{bc}	56.68^{b}	S_{10}	
11.48^{e}	23.01^{a}	54.15^{c}	7.53^{a}	1.57^{e}	1.71^{e}	17.78^{ab}	6498.66^{ef}	5.28^{e}	62.64^{bc}	S_1	N_2
22.28^{c}	12.47^{d}	52.79^{cd}	7.56^{a}	1.65^{de}	1.76^{de}	17.15^{ab}	6836.00^{d}	6.91^{a}	64.21^{b}	S_2	
26.19^{a}	12.84^{cd}	55.16^{c}	6.66^{c}	1.75^{cd}	1.85^{cd}	17.20^{ab}	7000.00^{c}	6.34$^{d(b)}$	63.90^{b}	S_3	
23.85^{bc}	13.24^{c}	57.40^{bc}	7.10^{b}	1.71^{cd}	1.86^{cd}	18.28^{a}	6401.33^{f}	5.55^{de}	60.43^{c}	S_4	
12.74^{de}	23.47^{a}	54.84^{c}	7.66^{a}	1.49^{e}	1.65^{ef}	17.63^{ab}	7417.33^{b}	5.59^{de}	66.11^{a}	S_5	
22.22^{c}	13.18^{c}	64.63^{a}	6.53^{d}	1.92^{b}	2.06^{b}	12.30^{cd}	5262.66^{g}	5.83^{cd}	58.07^{c}	S_6	
12.84^{de}	21.11^{b}	55.25^{c}	6.40^{d}	1.35^{f}	1.45^{f}	9.34^{d}	6650.66^{e}	5.28^{e}	57.60^{c}	S_7	
12.74^{de}	21.34^{b}	49.07^{d}	6.10^{c}	1.23^{g}	1.50^{f}	15.12^{b}	7048.00^{c}	6.17^{bc}	63.78^{b}	S_8	
13.41^{d}	22.46^{a}	63.84^{ab}	7.13^{b}	1.85^{bc}	2.23^{a}	14.05^{c}	6729.33^{de}	5.30^{e}	67.87^{a}	S_9	
23.85^{bc}	12.77^{cd}	65.01^{a}	7.60^{a}	2.02^{a}	2.23^{a}	15.20^{b}	7996.00^{a}	6.40^{b}	63.89^{b}	S_{10}	
24.31^{b}	13.37^{c}	62.35^{ab}	6.00^{e}	2.23^{a}	2.42^{b}	14.33^{a}	6366.66^{e}	5.67^{e}	60.20^{d}	S_1	N_3
14.48^{d}	24.28^{a}	61.07^{ab}	6.73^{c}	2.04^{c}	2.35^{b}	16.50^{a}	7497.33^{c}	6.63^{bc}	64.21^{c}	S_2	
21.38^{c}	12.69^{cd}	60.86^{ab}	5.53^{g}	2.47^{b}	2.75^{a}	15.19^{a}	8414.66^{a}	7.59^{a}	71.98^{ab}	S_3	
23.31^{bc}	13.15^{c}	59.94^{b}	8.33^{a}	1.80^{e}	1.93^{e}	16.86^{a}	8137.33^{b}	5.64^{e}	74.75^{a}	S_4	
12.55^{e}	26.07^{d}	54.40^{c}	6.93^{d}	1.97^{d}	2.14^{cd}	15.16^{a}	7257.33^{d}	5.58^{ef}	62.17^{cd}	S_5	
12.31^{e}	22.12^{b}	61.78^{ab}	7.46^{c}	1.84^{e}	2.11^{d}	14.49^{a}	7636.00^{c}	7.80^{a}	70.88^{b}	S_6	
22.36^{bc}	13.11^{c}	64.69^{a}	7.30^{c}	2.53^{b}	2.80^{a}	17.39^{a}	8461.33^{a}	6.37^{c}	70.75^{b}	S_7	
26.71^{a}	13.28^{c}	64.33^{ab}	8.00^{b}	2.29^{a}	2.41^{b}	16.69^{a}	8052.00^{b}	6.92^{b}	68.57^{b}	S_8	
21.57^{c}	12.68^{cd}	60.98^{ab}	8.86^{a}	2.11^{c}	2.19^{cd}	14.89^{a}	7256.00^{d}	5.99^{d}	64.87^{c}	S_9	
23.18^{bc}	12.28^{d}	65.03^{a}	6.60^{e}	2.36^{a}	2.75^{a}	14.76^{a}	7622.66^{c}	5.33^{f}	67.01^{c}	S_{10}	

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند..

* Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level LSD test.

N_1 =Vermicompost، N_2 =Vermicompost + Urea، N_3 =Urea، S_1 =عدم تلقیح باکتری، S_2 =*Azospirillum brasilense*، S_3 =*Azospirillum lipoferum*، S_4 =*Pseudomonas putida*، S_5 =*Pseudomonas fluorescens*، S_6 =*Azotobacter*، S_7 =*Azospirillum + Pseudomonas*، S_8 =*Azospirillum + Azotobacter*، S_9 =*Pseudomonas + Azotobacter*، S_{10} =*Azospirillum + Pseudomonas + Azotobacter*.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد سیرچه در سوخ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر منابع نیتروژن، باکتری‌های محرک رشد و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد سیرچه در هر سوخ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین به روش برش‌دهی نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد *آزوسپیریلیوم* + *آزتوباکتر* در هنگام استفاده از کود آلی ورمی‌کمپوست به‌عنوان منبع نیتروژن سبب افزایش تعداد سیرچه در هر سوخ گردید. در روش تغذیه تلفیقی، تلقیح خاک با باکتری *سودوموناس فلوسنس* منجر به افزایش تعداد سیرچه در هر سوخ گردید که تفاوت معنی‌داری با اغلب تیمارها نداشت. بیش‌ترین تعداد سیرچه در هر سوخ در شرایط استفاده از کود اوره و کاربرد باکتری *سودوموناس پوتیدا* به‌دست آمد (جدول ٤). پژوهشگران دیگری نشان دادند که تعداد سیرچه در هر سوخ در شرایط کاربرد توأم باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کود دامی افزایش پیدا کرد (٢٦). چنین استباط می‌شود که باکتری *سودوموناس* از طریق افزایش حلالیت و فراهمی فسفر سبب افزایش تعداد سیرچه در هر سوخ می‌گردد.

عملکرد سوخ: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر کود، باکتری‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد سوخ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، اگرچه، بالاترین عملکرد سوخ در هنگام استفاده از کود شیمیایی اوره در واکنش به کاربرد کودهای زیستی گونه‌های *سودوموناس* + *آزوسپیریلیوم* به‌دست آمد. کاربرد توام کودهای زیستی *آزوسپیریلیوم* و *آزتوباکتر* در شرایط استفاده از ورمی‌کمپوست و ترکیب تمامی باکتری‌های مورد استفاده در روش تغذیه تلفیقی سبب افزایش عملکرد سوخ در واحد سطح گردید (جدول ٤).

نتایج نشان داد که کاربرد گونه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد برای رسیدن به پتانسیل ژنتیکی تولید سوخ بسته به نوع تغذیه می‌تواند، متفاوت باشد. بدین‌ترتیب، بسته به نوع روش تغذیه و اهداف از پیش تعیین شده مانند تولید محصولات سالم و یا ارگانیک می‌توان از کودهای زیستی مناسب استفاده نمود. کودهای ورمی‌کمپوست و زیستی از طریق بهبود ساختمان و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و فعالیت ریزجانداران محیط ریشه گیاه منجر به افزایش فراهمی عناصر غذایی کم‌مصرف و عملکرد سیر و دیگر گیاهان زراعی می‌شوند. در مطالعه مشابه‌ای روی سیر گزارش شده است که رشد سیر و عملکرد آن در واکنش به کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست به‌دلیل بهبود فراهمی عناصر غذایی به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کرد (١٤). پژوهشگران دیگری نشان دادند که کاربرد تلفیقی نیتروژن با کود دامی و *آزوسپیریلیوم* سبب افزایش سودمندی عملکرد کمی و کیفی رازیانه گردید (٢٤). در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که کاربرد توام کودهای زیستی *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* از نظر پایداری تولید محصول پیاز برتری بالایی داشت (٨).

شاخص برداشت سوخ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کودها، باکتری‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص برداشت سوخ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، بالاترین شاخص برداشت سوخ، به اثر متقابل تغذیه با ورمی‌کمپوست و کاربرد توام *آزوسپیریلیوم* و *ازتوباکتر* اختصاص داشت. در هر دو روش تغذیه شیمیایی و تلفیقی کاربرد تمامی گونه‌های باکتری‌های محرک رشد منجر به افزایش شاخص برداشت سوخ

www.SID.ir

Archive of SID

گردید (جدول ٤). نتایج نشان داد که افزایش شاخص برداشت نمی‌تواند دستیابی به عملکرد بالا در زراعت سیر را تضمین کند. این امر بیانگر محدودیت ظرفیت فتوسنتزی بوته‌های سیر می‌باشد. نتایج نشان داد که کاهش رشد رویشی ناشی از رهاسازی تدریجی نیتروژن و ناکافی بودن مواد غذایی لازم برای افزایش رشد رویشی در تغذیه با ورمی‌کمپوست علی‌رغم افزایش شاخص برداشت به افت بیش‌تر عملکرد محصول منجر می‌شود. بدین‌ترتیب، یکی از دلایل کاهش عملکرد سوخ و عملکرد زیست‌توده در شرایط مصرف ورمی‌کمپوست را می‌توان کاهش ظرفیت فتوسنتزی و مواجه شدن گیاه با کمبود مواد فتوسنتزی برشمرد.

قطر سیرچه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کودها، باکتری‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر قطر سیرچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در سیستم تغذیه با ورمی‌کمپوست و عدم تلقیح خاک با باکتری‌های محرک رشد قطر سیرچه افزایش پیدا کرد. همچنین، قطر سیرچه در سیستم تغذیه تلفیقی تحت‌تأثیر باکتری *سودوموناس فلورسنس* افزایش نشان داد. ولی، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. در این مطالعه، بیش‌ترین قطر سیرچه در هنگام استفاده از کود شیمیایی اوره و باکتری *آزوسپیریلیوم برازیلنس* به‌دست آمد (جدول ٤). نتایج نشان داد که تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کاشت می‌تواند کارکرد باکتری‌های محرک رشد و عکس‌العمل رویشی و زایشی گیاه را تحت‌تأثیر قرار دهد که به‌نوبه خود موجب ظهور تغییراتی در عملکرد و اجزای عملکرد گیاهانی مانند سیر می‌شود.

طول سیرچه: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر کودها، باکتری‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر طول سیرچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، کاربرد توام تمامی باکتری‌های مورد استفاده همراه با کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست سبب افزایش طول سیرچه گردید. طول سیرچه تحت‌تأثیر روش تغذیه تلفیقی و تلقیح خاک با باکتری *آزوسپیریلیوم لیپوفروم* نیز افزایش نشان داد. ولی، بالاترین طول سیرچه تحت اثر متقابل کود شیمیایی اوره و *آزوسپیریلیوم* برازیلنس به‌دست آمد. ولی، تفاوت معنی‌داری با روش تغذیه تلفیقی نشان نداد (جدول ٤). به‌طورکلی، نتایج نشان داد که واکنش اجزای مختلف سیر به کاربرد انواع کودهای آلی، شیمیایی و زیستی متفاوت بود.

ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده: مطالعه ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری‌شده در سیر نشان داد که رابطه بین عملکرد سوخ و صفاتی مانند طول بوته، تعداد برگ‌های هر بوته، وزن هر بوته، وزن سیرچه با پوست، وزن سیرچه بدون پوست و تعداد سیرچه در هر سوخ، مثبت و معنی‌داری بود. همبستگی بین شاخص برداشت و عملکرد سوخ منفی و غیرمعنی‌دار بود (جدول ۵). ضرایب همبستگی بین صفات مرتبط با عملکرد نشان داد که با افزایش طول بوته، تعداد برگ‌ها روی هر بوته، وزن بوته سیر، میزان عملکرد سوخ افزایش می یابد، که بیانگر نتایج این آزمایش مبنی بر محدودیت منبع فتوسنتزی برای افزایش عملکرد سیر می‌باشد. برخی پژوهشگران نیز نشان داده‌اند که افزایش بیش از حد رشد رویشی در واکنش به افزایش مصرف نیتروژن می‌تواند سبب کاهش شاخص برداشت و عملکرد سوخ گردد (۱۷).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- جدول ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری‌شده در سیر تحت‌تأثیر کودهای آلی و زیستی.

Table 5. Coefficient correlation between measured characteristics in garlic as affected by organic and bio-fertilizers.

طول سیرچه Clove length (mm)	قطر سیرچه Clove diameter (mm)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد سیرچه در سوخ Clove number per bulb	وزن سیرچه بدون پوست Clove weight without hull (g)	وزن سیرچه با پوست Clove weight plus hull (g)	وزن تر ساقه Biomass per plant (g)	تعداد برگ‌های هر بوته Leaf numbers	طول بوته Plant height (cm)	عملکرد سوخ Bulb yield (kg/ha)	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
									1	1
								1	0.89**	2
							1	0.54**	0.45*	3
						1	0.28^{ns}	0.64**	0.74**	4
					1	0.21^{ns}	0.43*	0.50**	0.45*	5
				1	0.97**	0.26^{ns}	0.48**	0.51**	0.48**	6
			1	-0.45*	-0.45*	0.51**	0.45*	-0.25^{ns}	0.63**	7
		1	-0.19^{ns}	0.61**	0.65**	-0.38*	0.13^{ns}	-0.01^{ns}	-0.17^{ns}	8
	1	-0.30^{ns}	-0.28^{ns}	-0.46*	-0.35*	-0.18^{ns}	-0.29^{ns}	-0.17^{ns}	-0.06^{ns}	9
1	-0.93**	0.33^{ns}	0.13^{ns}	0.58**	0.46**	0.29^{ns}	0.35*	0.28^{ns}	0.19^{ns}	10

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم وجود معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** non significant, significant at 5 and 1 probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین، نتایج نشان داد که افزایش وزن سیرچه‌ها سبب افزایش عملکرد سوخ می‌شود. همچنین، همبستگی بین طول بوته و تعداد برگ بر روی بوته با وزن سیرچه‌ها مثبت و معنی‌دار بود. بدین‌ترتیب، افزایش رشد رویشی (طول و تعداد برگ در هر بوته) و وزن زیست‌توده بوته و بزرگ بودن سیرچه‌ها را می‌توان از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد سوخ در گیاه دارویی سیر برشمرد. در این آزمایش، رابطه منفی بین عملکرد و شاخص برداشت وجود داشت که نشان داد کاهش رشد رویشی علی‌رغم افزایش شاخص برداشت می‌تواند منجر به کاهش عملکرد سوخ گردد. بدین‌ترتیب، بسته به نوع بستر کاشت باید مقدار مناسبی از کودهای شیمیایی نیتروژن مانند اوره مورد استفاده قرار گیرد تا با رشد مناسب گیاه ظرفیت فتوسنتزی آن را برای افزایش وزن و اندازه سوخ بهبود بخشد و کاربرد نیتروژن مازاد بر نیاز گیاه از طریق تحریک رشد رویشی گیاه سبب افت عملکرد سوخ می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج نشان داد که واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سیر نسبت به کاربرد کودهای، شیمیایی، آلی و زیستی متفاوت بود. به‌طوری‌که کابرد کودهای زیستی *آزوسپیریلیوم* + *سودوموناس* می‌تواند برای ارتقای عملکرد سوخ در روش تغذیه متداول (استفاده از کود شیمیایی اوره) قابل توصیه باشد. در حالی‌که کاربرد توأم کودهای زیستی *آزوسپیریلیوم* و *آزتوباکتر* در شرایط استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند عملکرد سوخ را افزایش دهد. به‌علاوه، به‌دلیل وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد سوخ با صفات رویشی مانند طول بوته، تعداد برگ سیر و وزن بیولوژیک می‌توان چنین استنباط نمود که محدودیت منبع فتوسنتزی سبب کاهش عملکرد سیر می‌شود. بدین‌ترتیب، با اعمال مدیریت زراعی مناسب و افزایش رشد رویشی گیاه می‌توان عملکرد سیر را افزایش داد.

منابع

1.Bagali, A.N., Patil, H.B., Chimmed, V.P., Patil, P.L. and Patil, R.V. 2012. Effect of inorganic and organic fertilizers on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). Kar. J. Agric. Sci. 25: 1. 112-115.

2.Bhandari, S.A., Patel, K.S. and Nehete, D.S. 2012. Effect of integrated nutrient management on growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.). Asian J. Hort. 7: 48-51.

3.Bolandnazar, S., Naishaboori, M., Asgharzadeh, N. and Chaparzadeh, N. 2009. The effects of arbuscular mycorhizal fungi on water relation of onion. J. Hort. Sci. Tech. 10: 4. 293-300. (In Persian)

4.Dauda, S.N., Ajayi1, F.A. and Ndor, E. 2008. Growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. J. Agric. Soc. Sci. 4: 3. 121-124.

5.Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Kebede-Woldetsadik, G.T. and Sharma, J.J. 2013. Growth and nutrients content and uptake of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by different types of fertilizers and soils. Afri. J. Agric. Res. 8: 43. 5387-5398.

6.Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Kebede-Woldetsadik, G.T. and Sharma, J.J. 2014. Bulb quality of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. Acad. J. 9: 8. 778-790.

8.Fatma, A., Rizk, A.M., Shaheen, E.H., Abdel-Samad, T. and El-Lobban, T. 2014. Response of onion plants to organic fertilizer and foliar spraying of some micro-nutrients under sandy soil conditions. J. Appl. Sci. Res. 22: 235-242.

8.Ghanati, S. and Sharangi, A.B. 2009. Effect of bio-fertilizers on growth, yield and quality of onion. J. Crop Weed. 5: 1. 120-123.

9.Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on germination, seedling growth and yield of maize. World Acad. Sci. Engin. Tech. 49: 19-24.

www.SID.ir

Archive of SID

10.Golmohammadzadeh, S., Ghanbari, S., Hosseini Valiki, S.R. and Hasannia, H. 2015. Impact of Vermicompost and chemical fertilizer on yield, growth and essential oil of garlic (*Allium sativum* L.). In. J. Life Sci. 9: 4. 44-48.
11.Jadhav, A.B., Kadlag, A.D., Patil, V.S., Deshpande, A.N. and Durgude, A.G. 2013. Response of garlic to integrated nutrient management based on targeted yield concept in inceptisol. J. Ind. Soc. Soil Sci. 61: 4. 347-350.
12.Khan, A.A., Jilani, G. and Akhtar, M.S. 2009. Phosphoruse solublising bacteria: occurance, mechanisms and their role in crop production. J. Agric. Biol. Sci. 1: 48-58.
13.Kilgori, M.J., Magaji, M.D. and Yakubu, A.I. 2007. Effect of plant spacing and date of planting on yield of two garlic (*Allium sativum* L.) cultivars in sokoto, Sci. 2: 2. 153-174.
14.Kumara, B.R., Shankargouda, P., Gangadharappa, P.M. and Hegde, N.K. 2014. Effect of Organic and Inorganic Sources of nitrogen on growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.) Trends Biosci. 7: 12. 1327-1330.
15.Kumar, A., Singh, B., Naresh, R.K., Kumar, A., Kumar, D. and Goswami, A. 2013. Evaluation of balanced Fertilizer doses on growth, yield and nutrient uptake in garlic under irrigated ecosystem of western Uttar Pradesh. Annals Horti. 6: 1. 41-44.
16.Mishra, P. and Dash, D. 2014. Rejuvenation of biofertilizer for sustainable agriculture and economic development. J. Sust. Develop. 11: 1. 41-61.
17.Mollafilabi, A., Khorramdel, S. and Shoorideh, H. 2012. Effect of different nitrogen fertilizers and various mulches rates on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.). J. Agroecol. 4: 4. 316-326. (In Persian)
18.Motallebifard, R. 2016. Evaluation of garlic yield, yield components, and WUE under different irrigation and nitrogen conditions. J. Water Soil. 29: 4. 465-482. (In Persian)
19.Naeem, A.H. and Otroshy, M. 2015. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield increment and some growth parameters of potato genotypes. J. Crop Prod. Proc. 4: 13. 37-49. (In Persian)
20.Perez Garcia, A., Romero, D. and Devicente, A. 2011. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of bacilli in agriculture. Curr. Opin. Biotec. 22: 187-193.
21.Raghawanshi, R. 2012. Opportunities and challenges to sustainable agriculture in India. NEBIO J. 3: 2. 78-86.
22.Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M.B., Norozian, A. and Ehyaee, H.R. 2015. Evaluation of two Mycorrhiza species and nitroxin on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) in an ecological agroecosystem. Iran. J. Field Crops Res. 13: 3. 435-447. (In Persian)
23.Rezvani Moghaddam, P., Seyedi, S.M. and Azad, M. 2016. The Effects of Organic and Biological Fertilizers on Yield and Yield Components of Black Seed (*Nigella sativa* L.). Iran. J. Field Crops Res. 12: 4. 567-573. (In Persian)
24.Singh, S.P. 2012. Response of bio-fetilizer *Azospirilum* on growth and yield of fennel. Asian J. Hort. 7: 2. 561-564.
25.Singh, K.V., Kumar, S. and Kumar, M. 2014. Response of different doses of organic and inorganic fertilizers on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). Ann. Hort. 7: 2. 159-161.
26.Singh, D., Nainwal, R.C., Katiyar, R.S. and Tewari, S.K. 2015. Integrated nutrient management on growth and yield of garlic under sodic wasteland conditions. Ind. J. Hortic. 72: 3. 434-437.

www.SID.ir