اثر تلقیح میکوریزا و کود دامی بر رشد و عملکرد اقتصادی گیاه سیر (*Allium sativum* L.) در یک نظام زراعی کم‌نهاده

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۷، شماره ۲، صفحات ۱۲-۱
(تابستان ۱۴۰۰)

نوشین اصولی[۱]✉، هادی خاوری[۲]، کاظم طالشی[۱]
۱- گروه زراعت، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.
(✉ Noshin_Osoli@yahoo.com : نویسنده مسئول)

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات تلقیح میکوریزا و کاربرد کود دامی بر رشد و عملکرد اقتصادی گیاه سیر، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه بیران‌شهر استان لرستان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تلقیح سیرچه‌ها با کود زیستی میکوریزا در دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح) و کاربرد کود دامی پوسیده (گوسفندی) در شش سطح (صفر، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ تن در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی، باعث افزایش معنی دار عملکرد اقتصادی گیاه سیر گردید. همچنین، کاربرد قارچ میکوریزا بر عملکرد اقتصادی سیر، وزن سیر، قطر سیر و تعداد سیرچه در سیر تأثیر معنی‌داری داشته ولی بر ارتفاع سیر تأثیر معنی‌داری نداشت. تیمار کود دامی بر عملکرد اقتصادی سیر، وزن سیر و قطر سیر تأثیر معنی‌داری داشته ولی بر تعداد سیرچه در سیر و ارتفاع گیاه، تأثیر معنی‌داری نداشت. استفاده از قارچ میکوریزا با عملکرد ۱۲۴۹۷ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش عملکرد اقتصادی سیر به میزان ۵۵ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد توام کود زیستی میکوریزا و کود گوسفندی از طریق افزایش جذب عناصر در خاک و بهبود رشد و نمو اندام های فتوسنتزی، باعث افزایش عملکرد سیر می شود. یافته‌ها نشان داد، تلقیح میکوریزا و کاربرد کود دامی در خاک، موجب بهبود شرایط رشد و عملکرد اقتصادی سیر می‌شود که می‌توان در جهت تولید پایدار و همچنین افزایش بازده اقتصادی محصول این گیاه نسبت به روش مرسوم کاشت آن، توصیه گردد.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۲

واژه‌های کلیدی

- سیر سفید همدان
- کشاورزی پایدار
- کود دامی
- کود زیستی
- عملکرد

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY- NC- ND انتشار یافته است.

10.22034/AEJ.2022.697199

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) متعلق به خانواده Liliaceae و دومین محصول مهم پس از پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) و سبزیجات می‌باشد، که به‌عنوان ادویه و دارو در بسیاری از نقاط جهان به‌طور گسترده استفاده می‌شود (Rahman *et al.*, 2012). سیر یک محصول مناسب برای کشت در فصل سرد است (El-Sabban *et al.*, 2008).

امروزه این گیاه علاوه بر خواص ادویه‌ای و دارویی فراوان، به یک گیاه صنعتی با ارزش تجاری بالا نیز تبدیل شده است. عملکرد اقتصادی سیر، تحت تأثیر عوامل مختلف زراعی از جمله تغذیه مناسب این گیاه می‌باشد (Muneer *et al.*, 2017). یکی از مهمترین عوامل جهت موفقیت در زراعت سیر، مدیریت تغذیه (کود) می‌باشد. کاربرد صحیح عناصر و مواد غذایی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد دارد، بلکه در بهبود کمیت و کیفیت محصول تولید شده نیز تا حد زیادی مؤثر می‌باشد (Katerji *et al.*, 2001).

طی سال‌های اخیر کاربرد کودهای زیستی در تغذیه گیاهان زراعی و دارویی به‌عنوان راهکاری بنیادین برای توسعه نظام‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و همچنین به‌منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روش‌های تغذیه‌ای معدنی و آلی گیاهان مورد توجه قرار گرفته است (Massoud *et al.*, 2013). یکی از شیوه‌های زیستی برای افزایش تولید در کشاورزی، استفاده بالقوه از ریزجانداران مفید خاکزی است که به روش‌های مختلف، موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Vessey, 2003). این ریزجاندارن با برقراری کنش متقابل با ریشه گیاهان در ریزوسفر، سبب بروز فواید بسیاری می‌شوند. برخی از این ریزجاندارن اثرات مفیدی در بهبود رشد گیاه دارند که از آن‌ها تحت عنوان ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه[2] یاد می‌شود (Abdul Jaleel *et al.*, 2007). میکوریزا یکی از با اهمیت‌ترین ریزجاندارن همزیست با گیاهان زراعی در خاک‌های تخریب نشده است. به‌طوری‌که طبق تخمین‌های موجود، حدود ۷۰ درصد زیست‌توده میکروبی خاک را میسلیوم این قارچ‌ها تشکیل می‌دهد (Vessey, 2003). مهم‌ترین کارکردهای میکوریزای آربوسکولار در بوم‌نظام‌های زراعی، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، افزایش فتوسنتز، افزایش کارایی مصرف آب، افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها، افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی، افزایش محتوای کلروفیل و بهبود ساختمان خاک می‌باشد (Koocheki *et al.*, 2013).

رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی اثر کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی[1] و میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیر، بیان داشتند که اثر سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ بر اکثر صفات مورد مطالعه، معنی‌دار بوده است. این در حالی است که میکوریزا اثر چندانی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سیر نداشت. با توجه به نتایج آزمایش، بیشترین قطر وطول سوخ و تعداد سوخک در بوته، در تیمار ۱۰۰ تن در هکتار بقایای بستر قارچ خوراکی مشاهده شد (Rezvani *et al.*, 2017). در پژوهشی ، نشان داد شد که کاربرد جداگانه کود شیمیایی تأثیر چندانی در بهبود قطر سیر نداشته، ولی استفاده همزمان کود شیمیایی و بیوفسفر، منجر به افزایش ۱۸ درصدی قطر سیر نسبت به تیمار شاهد شده است (Esmaeilian *et al.*, 2017). آبرا و همکاران (۲۰۰۵)، استفاده از کود دامی را جهت بهبود خصوصیات فیزیکی و ساختمان خاک و حفظ رطوبت خاک بسیار مؤثر دانستند (Abera *et al.*, 2005). نتایج پژوهش آرون (۲۰۰۲)، نشان داد که کودهای آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده و عملکرد محصول را افزایش داده‌اند (Arun, 2002).

1- Spent mushroom compost
2- Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)

افزودن مواد آلی به خاک، سبب افزایش عناصر غذایی و قابلیت جذب آنها توسط گیاه شده و بدین ترتیب منجر به افزایش تعادل نیتروژن و کارایی جذب فسفر می‌شود (Brussard and Ferrera-Cenato, 1997). بر اساس یک پژوهش، مصرف ۴۰ تن در هکتار کود گاوی کاملاً پوسیده، ارتفاع بوته، تعداد سیرچه، وزن سیرچه و عملکرد گیاه سیر را افزایش داده است (Amin *et al.*, 2017). فلاح و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی اثر کود گاوی بر گیاه سیر گزارش نمودند که میزان کلروفیل a، ارتفاع گیاه و عملکرد سیر تحت تأثیر سطوح مختلف کود گاوی قرار گرفته است، به طوری که کلروفیل a با افزایش سطح کود گاوی، افزایش یافته است (Fallah *et al.*, 2018). هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی اثر کودهای زیستی و آلی بر رشد و عملکرد گیاه سیر در راستای کشاورزی کم نهاده و همچنین کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت این گیاه در استان لرستان و مناطقی با شرایط اکولوژیکی مشابه بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تلقیح میکوریزا و سطوح مختلف کود دامی گوسفندی بر رشد و عملکرد اقتصادی گیاه سیر، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در منطقه بیرانشهر استان لرستان با عرض جغرافیایی (۳۳ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی) و طول جغرافیایی (۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی) و ارتفاع ۱۶۵۳ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تلقیح سیرچه‌ها با کود زیستی میکوریزا در دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح) و کاربرد کود دامی پوسیده (گوسفندی) در شش سطح (صفر (شاهد)، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ تن در هکتار) بودند. قبل از انجام آزمایش، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش، نمونه‌برداری انجام شد. خصوصیات خاک محل انجام آزمایش در جدول (شماره ۱) آورده شده است. جهت آماده‌سازی بستر کاشت، پس از برداشت محصول لوبیا، زمین مورد نظر توسط گاوآهن برگردان‌دار در اوایل مهر ماه سال ۱۳۹۶ شخم زده شد. پس از تسطیح زمین، توسط فاروئر شیارهایی با فاصله ۳۰ سانتی‌متری ایجاد شد. و سپس سیرچه‌ها به روش دستی در عمق ۵ تا ۸ سانتی‌متری خاک و در تاریخ ۳۱ آبان ماه ۱۳۹۶ به صورت انتظاری کشت شدند. هر واحد آزمایش شامل چهار خط کاشت به طول شش متر با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰/۵ سانتی‌متر برای رسیدن به تراکم‌های کاشت ۳۲ هزار بوته در هکتار بود. فاصله بین واحدهای آزمایشی یک متر و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. برای تیمارهای تلقیح با کود زیستی میکوریزا، گونه *Rhizophagus irregularis*، مورد استفاده قرار گرفت. قارچ میکوریزا به میزان ۳ گرم به ازای هر بوته در نظر گرفته شد (هر گرم مایع تلقیح قارچ در هنگام تلقیح سیرچه حاوی حدود ۳۰۰ اسپور زنده بوده است). کود پوسیده گوسفندی با توجه به تیمارهای مورد بررسی همراه با کاشت سیرچه‌ها، استفاده شد. به این صورت که قبل از کاشت، پس از ایجاد شیار، مقدار مشخص‌شده از کود دامی در طول خط کاشت در عمق ۲ سانتی‌متری زیر سیرچه‌ها ریخته شد و سپس روی آن با خاک پوشانده شد. آبیاری با روش فارویی در طی مراحل رشد و نمو بر اساس شرایط اقلیمی منطقه و نیاز زراعی گیاه انجام شد. اولین آبیاری پس از پایان بارندگی‌های مؤثر در ۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۷ و مراحل بعدی آبیاری هر هفت روز یک بار انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز در طی مراحل رشد و نمو بوته‌ها به صورت مستمر انجام شد. در پایان فصل رشد و با مشاهده علائم رسیدگی، برداشت بوته‌ها جهت نمونه‌گیری با در نظر گرفتن اثر حاشیه (حذف دو خط کناری و ۵۰ سانتی‌متر از بالا و پایین هر خط کاشت) در سطح ۱/۵ مترمربع انجام و پس از خشک شدن نسبی تا رسیدن به رطوبت مناسب برای انبارداری، عملکرد اقتصادی اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته، تعداد سیرچه، قطر سیر و وزن سیر با انتخاب تصادفی

تعداد ۱۵ بوته از هر واحد آزمایشی تعیین شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS-9.1.3) تجزیه گردید و مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی نیز با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر متقابل میکوریزا و کود دامی و نیز اثرات ساده میکوریزا و کود دامی بر ارتفاع بوته گیاه سیر معنی‌دار نشد (جدول ۲). کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار شاهد به میزان ۴۷/۷ سانتی‌متر و بیشترین آن به میزان ۵۰/۱ و ۴۸/۸ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به تیمارهای ۳۰ و ۳۵ تن در هکتار کود دامی بوده است (جدول ۳). کود دامی به‌عنوان بستری برای کاشت با بهبود شرایط محیطی از جمله ویژگی‌های مختلف خاک و افزایش محتوای رطوبتی آب و عناصر غذایی خاک، در نهایت باعث افزایش رشد رویشی و وزن خشک برگ می-شود (Koocheki *et al.*, 2013). به نظر می‌رسد که کودهای آلی با توجه به دارا بودن مقادیر مناسب نیتروژن، فسفر و پتاسیم، در طول دوره رشد موجب بهبود رشد اندام‌های رویشی و زایشی گیاه شده و در نتیجه ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی، افزایش خواهد یافت (Azeez *et al.*, 2010).

در پژوهشی که با استفاده از ریزوباکتر های محرک رشد، کود آلی و کود شیمیایی روی گیاه سیر انجام شد، اثر ریزوباکترهای محرک رشد بر ارتفاع بوته گیاه و وزن خشک اندام های هوایی معنی‌دار بوده و کود زیستی بیوفسفر به ترتیب منجر به افزایش ۱۳٪ و ۲۲٪ ارتفاع بوته و وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به شاهد شد. همچنین، کود دامی گاوی منجر به افزایش ارتفاع بوته (۳۳/۱۳ سانتی‌متر) سیر نسبت به شاهد شده است (Esmaeilian *et al.*, 2017). در یک پژوهش، اثر کودهای آلی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی اسفرزه (*Plantago psyllium* L.)، قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum* L.)، قدومه شهری (*Lepidium perfoliatum* L.) و تخم شربتی (*Lallementia iberica* L.) مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که تیمار کود گاوی، موجب تولید بیشترین ارتفاع گیاهان در مقایسه با سایر تیمارها شد، ضمن اینکه ارتفاع تمامی گیاهان مورد مطالعه در کودهای ورمی کمپوست، کمپوست قهوه و کمپوست قارچ نیز نسبت به شاهد بیشتر بود (Koocheki *et al.*, 2013).

شمار سیرچه در سیر

با توجه به جدول تجزیه واریانس، ارزیابی صفت شمار سیرچه در سیر مشخص کرد که این صفت تحت تأثیر تیمار تلقیح میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد و نیز تحت تأثیر تیمار کود دامی در سطح احتمال ۵ درصد، قرار گرفته است. جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در تیمار کاربرد میکوریزا، تعداد سیرچه در سیر نسبت به شاهد، ۱۷ درصد افزایش داشته است. همچنین بیشترین تعداد سیرچه در سیر در تیمار ۳۵ تن در هکتار کود دامی به تعداد ۸/۸ بوده است (جدول ۳).

به نظر می‌رسد ریزوباکترهای موجود در کودهای زیستی در کنترل قارچ‌های بیماری‌زا مؤثر بوده (Vessey, 2003) و از طریق سازوکارهای مختلفی ازجمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌شوند. همچنین، دلیل کاهش تعداد سیرچه در سیر در تیمار شاهد، به‌دلیل شرایط نامساعد ساختمان خاک و کمبود مواد آلی در این تیمار بوده است (Abdul Jaleel *et al.*, 2007). رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی اثر کمپوست قارچ خوراکی و میکوریزا بر گیاه دارویی سیر، بیان داشتند که بیشترین تعداد سوخک در بوته در تیمار ۱۰۰ تن در هکتار، ۱۱/۹ و کمترین تعداد سوخک در بوته در تیمار شاهد ۸/۶ بدست آمد

(Rezvani Moghaddam *et al.*, 2017). پژوهشگران بیان نمودند که کاربرد کود زیستی میکوریزا در لوبیا قرمز می‌تواند از طریق رشد بهتر ریشه‌ها و شاخسار، سبب تعادل بین نمو رویشی و زایشی این گیاه شده و با بهبود صفات زراعی، عملکرد اقتصادی را به‌طور معنی-داری افزایش دهد (Khavari and Shakarami, 2018). مرادی و طالشی (۱۳۹۷)، در بررسی اثر کود دامی و زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی ماش، بیان داشتند که با افزایش مصرف کود دامی به همراه کود زیستی بیوسوپرفسفات، تعداد غلاف در بوته ماش نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافته است (Moradi and Taleshi, 2019).

قطر سیر

قطر سیر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد میکوریزا ($p\leq$ ۰/۰۱) و کود دامی گوسفندی ($p\leq$ ۰/۰۵) قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که بیشترین قطر سیر (۵/۸۸ سانتی‌متر) در تیمار کاربرد میکوریزا و کمترین آن در تیمار شاهد (۳/۱۷ سانتی‌متر) بوده است. همچنین، با افزایش مصرف کود دامی گوسفندی، قطر سیر نیز نسبت به شاهد (۳/۳۵ سانتی‌متر) افزایش داشته است. بیشترین قطر سیر (۴/۸۱ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۳۵ تن در هکتار کود دامی بوده که با تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی در یک کلاس آماری قرار گرفته است (جدول ۳).

در این خصوص پژوهشگران اعلام نمودند که کودهای زیستی و آلی از طریق سازوکارهای مختلفی شامل سنتز آنزیم‌ها، افزایش سطح هورمون‌های محرک رشد، فراهمی عناصر غذایی قابل جذب، تثبیت زیستی نیتروژن (بدون همزیستی با گیاهان زراعی) و همچنین انحلال و رهاسازی عناصر غذایی تثبیت شده در خاک، می‌توانند موجب افزایش رشد و تولید ماده خشک گیاهی و همچنین عملکرد زیستی و نیز بهبود عملکرد اندام‌های اقتصادی و قابل برداشت گیاهان زراعی گردند (Mehnaz *et al.*, 2010). اسماعیلیان و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی بر گیاه دارویی سیر بیان نمودند که اگر چه اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه بر قطر سوخ معنی‌دار نشد ولی کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر به‌ترتیب ۴ درصد و ۱ درصد، قطر سوخ را نسبت به شاهد، افزایش داده است (Esmaeilian *et al.*, 2017). قریب و همکاران (۲۰۰۸)، در یک پژوهش گلخانه‌ای روی گیاه مرزنجوش گزارش کردند که کودهای آلی و زیستی شامل کمپوست، ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر شاخص‌های رشد و میزان اسانس گیاه اثرات قابل توجهی داشته است (Gharib *et al.*, 2008). کود فسفات زیستی نیز از طریق تأثیر زیاد بر ویژگی‌هایی نظیر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته و عملکرد زیستی گیاه دارویی گشنیز، سبب افزایش عملکرد دانه شده است (Bastami *et al.*, 2015). مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در گیاه دارویی سیاه دانه شده است (Shaalan, 2005). کاربرد کود دامی و زیستی در افزایش تعداد چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گشنیز مفید گزارش شده است (Darzi *et al.*, 2012).

وزن سیر

اثر متقابل میکوریزا و کود دامی بر صفت وزن سیر معنی‌دار نبوده ولی اثرات ساده میکوریزا و کود دامی بر وزن سیر به ترتیب در سطح احتمال ۱و ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری را نشان داده است (جدول ۲). بیشترین وزن سیر با میانگین ۹۱/۸۹ گرم مربوط به تیمار میکوریزا بوده که نسبت به تیمار شاهد، ۳۰ درصد افزایش داشته است. همچنین کاربرد ۳۵ تن در هکتار کود دامی، سبب افزایش ۳۰ درصدی وزن سیر نسبت به تیمار عدم مصرت کود دامی (شاهد) شده است. به‌طوری که بیشترین وزن سیر در تیمار ۳۵ تن در هکتار کود دامی (۹۱/۴ گرم) و کمترین آن در تیمار شاهد (۷۰/۴۳ گرم) بوده است (جدول ۳).

به‌نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی قارچ میکوریزا به همراه کود دامی، موجب فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش سرعت و مدت فتوسنتز و افزایش راندمان انتقال مواد فتوسنتزی به مخزن شده که این امر در نهایت موجب افزایش وزن سیر شده است. در

بررسی اثر کود زیستی باکتریایی و قارچ میکوریزا در سه توده گیاه دارویی رازیانه، گزارش شده که کاربرد تلفیقی کود زیستی باکتریایی و قارچ میکوریزا نسبت به تیمار شاهد، عملکرد دانه را به میزان ۲۱ درصد افزایش داده است (Zamani *et al.*, 2019). در پژوهشی که در گیاه گشنیز انجام شده، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۵۱۷/۸ کیلوگرم در هکتار از تلفیق با باکتری *Azospirillum* به‌دست آمده است. تیمار تلفیق با *Azospirillum* از طریق تأثیر معنی‌داری که بر ویژگی تعداد چتر در بوته گیاه دارویی گشنیز گذاشته بود، موجب افزایش عملکرد گردید (Darzi *et al.*, 2012). صمصامی و همکاران (۱۳۹۸)، بیان داشتند که تلقیح بذر سویا با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا در مقایسه با عدم تلقیح، تعداد غلاف در بوته را به ترتیب ۲۱/۲ و ۲۲/۳ درصد افزایش داد. همچنین، تلقیح با باکتری ریزوبیوم در مقایسه با عدم تلقیح، تعداد غلاف در بوته را ۱۵ درصد افزایش داد. تلقیح با باکتری موجب تثبیت بیشتر نیتروژن شد، بنابراین با فراهمی نیتروژن مورد نیاز گیاه، موجب افزایش باروری و در نتیجه تعداد غلاف در بوته شد. تلقیح با قارچ نیز به سبب تولید هیف فراوان و استفاده بهتر از آب موجود در خاک و بهبود مقاومت به تنش خشکی، تعداد غلاف در بوته را افزایش داد (Samsami *et al.*, 2019). در گیاه سیاهدانه مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد دانه (۵۵۳/۴۱ کیلوگرم در هکتار) از تلفیق توأم بذر با *Azotobacter* و *Azospirillum* به‌دست آمده است. پاسخ گیاه دارویی سیاهدانه به تلقیح با این کودها به‌دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای بوته‌ها بوده که در نتیجه موجب افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها شده است (Ghanepasand and Haj Seyed Hadi, 2016). پژوهشگران در یک پژوهش روی گیاه دارویی گشنیز بیان داشتند که افزایش فتوسنتز و در نتیجه آن بهبود وزن خشک گیاه، تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن هزار دانه در گیاهان تلقیح شده دارد (Kapoor *et al.*, 2002). تلقیح میکوریزا موجب شد که در مرحلهٔ پر شدن دانه‌ها، شیرهٔ پروردهٔ کافی به دانه‌ها منتقل شده و سبب بهبود وزن هزار دانهٔ گشنیز شود (Bastami *et al.*, 2015). اثر کاربرد سطوح مختلف کود دامی بر وزن هزار دانه گیاه دارویی زیره سبز، تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است. این پژوهش نشان داد که کود دامی از طریق افزایش قدرت جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف، بر میزان فتوسنتز و تولید زیست تودهٔ زیره سبز تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود وزن هزار دانهٔ این گیاه شده است (Rahman *et al.*, 2012). کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن و آزاد کردن پتاسیم و انحلال فسفر، با تولید مواد محرک رشد موجب بهبود رشد ریشه و در نهایت افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی شده و با تحت تأثیر قرار دادن اجزای عملکرد، موجب افزایش وزن سیر می‌گردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Ghanbari *et al.*, 2005).

عملکرد اقتصادی

اثر متقابل میکوریزا و کود دامی بر عملکرد اقتصادی گیاه سیر معنی‌دار بوده است (جدول ۲). بیشترین عملکرد اقتصادی با میانگین ۱۳۴۸۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم تلفیح میکوریزا همراه با ۳۰ تن در هکتار کود دامی بوده که در عین حال از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری با تیمار عدم تلقیح میکوریزا همراه با ۳۵ تن در هکتار کود دامی (۱۳۰۳۹ کیلوگرم در هکتار) نداشته است. کمترین عملکرد اقتصادی گیاه سیر نیز با میانگین ۹۶۳۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار تلقیح میکوریزا همراه با عدم کاربرد کود دامی به‌دست آمده است (شکل ۱).

کاربرد توأم قارچ میکوریزا با کود دامی، به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز، موجب افزایش راندمان انتقال مواد فتوسنتزی هم به مخزن و هم ساقه‌ها و برگ‌ها شده، در نتیجه موجب افزایش عملکرد اقتصادی در گیاه دارویی سیر شده است. پژوهشگران بیان داشتند که کاربرد تلفیقی کود زیستی باکتریایی + قارچ میکوریزا نسبت به شاهد، عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه را به میزان ۲۱/۵۲ درصد افزایش داده است و همچنین از بین ترکیبات اصلی اسانس رازیانه (آنتول، فنچون، لیمونن و *p*-Allylanisole)، بیشترین میزان

آنتول در توده ارومیه در شرایط کاربرد تلفیقی کود زیستی باکتریایی + قارچ میکوریزا به‌دست آمده است (Zamani *et al.*, 2019). در پژوهش دیگری که در گیاه دارویی گشنیز انجام شده است، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۵۱۷/۸ کیلوگرم در هکتار از تلقیح با باکتری *Azospirillum* به‌دست آمد، تیمار تلقیح با *Azospirillum* با تأثیر معنی‌دار بر رشد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی گشنیز، موجب افزایش عملکرد دانه نیز گردید (Darzi *et al.*, 2012). طاهری موسوی و طالشی (۱۳۹۶)، در بررسی اثر کودهای زیستی مختلف بر گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در شرایط تنش خشکی، بیان داشتند که سطوح مختلف کودهای زیستی بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته و قطر ساقه تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمار کودهای ازتوبارور-۱ فسفات بارور-۲ به میزان ۱۴۷۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۱۱۸۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (Tahery Mosavi and Taleshi, 2018). پژوهشگران بیان کردند که ریزجانداران موجود در کودهای زیستی می‌توانند با افزایش طول دوره پرشدن دانه و مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده، افزایش عملکرد دانه را توجیه کنند. بنابراین، افزایش میزان مواد غذایی قابل دسترس به وسیله کاربرد کودهای زیستی می‌تواند تا حد زیادی به افزایش عملکرد اقتصادی منجر شود (Hamzei and Salimi, 2014). کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن و آزاد کردن پتاسیم و انحلال فسفر، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و در نهایت افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی شده، با تحت تأثیر قرار دادن اجزای عملکرد موجب افزایش عملکرد اقتصادی می‌شوند (Zamani *et al.*, 2019) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد توأم کود زیستی میکوریزا و کود دامی با افزایش جذب عناصر موجود در خاک و بهبود رشد و توسعه اندام‌های فتوسنتز کننده گیاه، سبب افزایش عملکرد اقتصادی گیاه سیر شده است. همچنین، استفاده از قارچ میکوریزا به تنهایی، افزایش معنی‌دار صفاتی نظیر عملکرد اقتصادی سیر، وزن سیر، قطر سیر و شمار سیرچه در سیر را به همراه داشته ولی بر ارتفاع سیر اثر معنی‌داری نداشته است. کاربرد کود دامی نیز بر عملکرد اقتصادی سیر، وزن سیر و قطر سیر تأثیر معنی‌داری داشته ولی بر تعداد سیرچه در سیر و ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌داری نداشته است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تلقیح میکوریزا با عملکرد ۱۲۴۹۷ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش ۵۵ درصدی عملکرد اقتصادی گیاه سیر نسبت به تیمار شاهد شده است. کاربرد سطوح مناسب کود دامی با افزایش مواد آلی خاک، از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و همچنین فراهم نمودن آب قابل دسترس برای رشد متعادل بوته‌ها در کنار تلقیح کود زیستی میکوریزا، توانسته از طریق جذب بهینه عناصر غذایی، سبب افزایش خصوصیات رشدی و عملکرد اقتصادی بوته‌های سیر نسبت به تیمار شاهد گردد. در نهایت، کاربرد ۳۰ و ۳۵ تن در هکتار کود دامی توام با کود زیستی میکوریزا، نتایج مثبت و معنی‌داری بر اکثر صفات مورد اندازه‌گیری داشته که در نتیجه می‌توان آن را با هدف توسعه کشاورزی پایدار و جلوگیری از کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی در تولید گیاه سیر، پیشنهاد نمود.

References

Abdul Jaleel C, Manivannan P, Sankar B, Kishorekumar A, Gopi R, Somasundaram R, Panneerselvam R. *Pseudomonas fluorescence* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids Surf B Biointerfaces*. **2007**, 60(1):7–11.

Abera T, Feyissa D, Yusuf H. Effect of inorganic and organic fertilizer on grain yield of maize climbing bean intercropping and soil fertility in Western Oromiya, Ethiopia. *Conference on International Agriculture Research for Development*. Stuttgart-Hohenheim. **2005**, pp: 1-9.

Amin Z, Fallah S, Abbasi Surki A. Effect of application method and different levels of cattle manure on performance and concentration of some nutrients of garlic (*Allium sativum*). *Journal of Soil Management and Sustainable*. **2017**, 7(3): 107-121.

Arun K.S. A handbook of organic farming. Agrobios, India. **2002**.

Azeez J.O, Van Averbeke W, Okorogbona A.O.M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology. **2010**, 101: 2499-2505.

Balogh A, Pepo P, Hornok M. Interactions of crop year, fertilization and variety in winter wheat management. *Cereal. Res. Commun*. **2006**, 34: 389-392.

Bastami A, Majidian M, Mohsenabadi G.R, Bakhshi D. Effects of fertilizer treatments on yield quantity and quality of coriander. *Journal of Crop Improvement* (Journal of Agriculture). **2015**, 17(1): 93-107. [in Persian with English abstract]

Brussard L, Ferrera-Cenato R. Soil ecology in sustainable agricultural systems. Lewis Publishers, New York. U.S.A. **1997**, 168 p.

Darzi M.T, Hadj Seyed Hadi MR, Rejali F. Effects of cattle manure and plant growth promoter bacteria application on some morphological traits and yield in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. **2012**, 28(3): 434-446. [in Persian with English abstract]

El-Sabban F, Abouazra H. Effect of garlic on atherosclerosis and its factors. *Eastern Mediterranean Health Journal*. **2008**, 14: 195-205.

Esmaeilian Y, Amiri M.B, Askari Naeeni S, Moradi Sadr J, Heidari F. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of garlic medicinal plant (*Allium sativum* L.) under the conditions of different organic and chemical fertilizers application. *Journal of Horticulture Science*. **2017**, 31(4): 722-738. [in Persian with English abstract]

Fallah S, Amin Z, Abbasi Soloki A. Effect of application method and different levels of cattle manure on performance and concentration of some nutrients of garlic (*Allium sativum*). *Electronic Journal of Soil Management and Sustainable Production*. **2018**, 7(3): 107-121. [in Persian with English abstract]

Ghanbari A, Ahmadiyan A, Gelavi M. The effect of irrigation times and animal manure on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2005**, 3(2): 262-255. [in Persian with English abstract]

Ghanepasand F, Haj Seyed Hadi M.R. Effects of nitrogen fixing bacteria and manure application on seed yield and essential oil content of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. **2016**, 32(4): 716-727. [in Persian with English abstract]

Gharib F.A, Moussa L.A, Massoud O.N. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agriculture and Biology*. **2008**, 10: 381–387.

Hamzei J, Salimi F. Root colonization, yield and yield components of milk thistle (*Silybum marianum*) affected by mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer. *Journal of Agricultural and Sustainable Production*. **2014**, 24: 85-96. [in Persian with English abstract]

Kapoor R, Giri B, Mukerji K.G. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. *Science Food Agriculture*. **2002**, 82(4): 339-342.

Katerji N, Van Horn J.W, Hamdy A, Mastrorilli M. Salt tolerance of crops according to three classification methods and examination of some hypothesis about salt tolerance. *Agriculture Water Management*. **2001**, 47: 1-8.

Khavari H, Shakarami GH. Interaction between fungi and plant growth-promoting *Rhizobacteria* and their role on red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Iranian Journal of Pulses Research*. **2019**, 9(2): 178-190. [in Persian with English abstract]

Koocheki A, Amirmoradi S.H, Shabahang J, Kalantari Khandani S. Effect of organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* Forssk., *Alyssum homolocarpum* L., *Lepidium perfoliatum* L., and *Lallemantia iberica* L. *Agroecology*. **2013**, 5: 16-26. [in Persian with English abstract]

Massoud O.N, Afifi M.M.I, El-Akshar Y.S, El-Sayed G.A.M. Impact of biofertilizers and humic acid on the growth and yield of wheat grown in reclaimed sandy soil. *Research Journal of Agriculture and Biological*. **2013**, 9: 104-113.

Mehnaz S, Kowalik T, Reynolds B, Lazarovits G. Growth promoting effects of corn (*Zea mays* L.) bacterial isolates under greenhouse and field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. **2010**, 42: 1848.1856.

Moradi M, Taleshi K. Effect of manure and biological fertilizer on yield and yield components of mung bean cv. Gohar in Khorramabad region. *Agroecology Journal*, **2019**, 14(4): 45-56. [in Persian with English abstract]

Muneer N, Hussain M, Ahmad M.J, Khan N, Hussain N, Hussain B. Effect of planting density on growth, yield and quality of garlic at Rawalakot, Azad Kashmir. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* (IJAAR). **2017**, 10(1): 42-51.

Rahman M.M, Fazlic V, Saad N.W. Antioxidant properties of raw garlic (*Allium sativum*) extract. *Int. Food. Res. J*. **2012**, 19: 589-591.

Rezvani Moghaddam P, Ehyaee H.R, Amiri M.B. Application of spent mushroom compost and mycorrhiza on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) in the low input cropping system. *Agroecology*. **2017**, 9(2): 490-504. [in Persian with English abstract]

Samsami N, Nakhzari Moghaddam A, Rahemi Karizaki A, Gholinezhad E. Effect of mycorrhizal fungi and rhizobium bacterial on qualitative and quantitative traits of soybean in response to drought stress. *Journal of Crops Improvement* (Journal of Agriculture). **2019**, 21(1): 13-26. [in Persian with English abstract]

Shaalan M.N. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. Plants. *Egyptian Journal Agricultural Research*. **2005**, 83 (2): 811-828.

Tahery Mosavi S.H, Taleshi K. Effect of drought stress and humic acid on yield and yield component traits of *Coriandrum sativum* L. plant in the Khorramabad condition. *Research in Agriculture*. **2018**, 10(2): 1-19. [in Persian with English abstract]

Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. **2003**, 255: 571-586.

Zamani F, Amirnia R, Rezaei-Chiyaneh E, Rahimi A. The effect of bacterial bio-fertilizers and mycorrhizal fungi on seed yield and chemical composition of essential oil of three fennel landrace. *Journal of Crop Improvement* (Journal of Agriculture). **2019**, 20(4): 831-848. [in Persian with English abstract]

Effect of mycorrhiza inoculation and manure application on the growth and economic yield of garlic (*Allium sativum* L.) in a low input system

Agroecology Journal

Vol. 17, No. 2 (1-12)
(Summer 2021)

Noshin Osoli[1]✉, Hadi Khavari[2], Kazem Taleshi[1]

1- Department of Agronomy, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.

2- Young Researchers and Elite Club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.

✉ Noshin_Osoli@yahoo.com **(*Corresponding author*)**

Received date: 28.01.2020 Accepted date: 02.12.2020

Abstract

In order to investigate the effects of mycorrhizal inoculation and application of manure on the growth and economic yield of garlic, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in Biran-Shahr region of Lorestan province in 2018- 2019. Experimental treatments included inoculation of cormlet with mycorrhiza bio-fertilizer in two levels (non-inoculation and inoculation) and application of rotten manure (sheep) in six levels (control (0), 15, 20, 25, 30 and 35 t/ha). The results showed that combined use of mycorrhiza and manure caused a significant increase in the economic yield of the garlic plant. Also, mycorrhiza had a significant effect on economic yield, weight and diameter of garlic and number of cormlet, but has no significant effect on garlic height. Manure treatment had a significant effect on economic yield, weight and diameter of garlic, but no significant effect was observed on the number of cormlet and plant height. The use of mycorrhizal fungi with a yield of 12497 kg/ha, increased the yield of garlic by 55% compared to the control. Combined application of bio-fertilizer of mycorrhiza and sheep's manure by increasing the absorption of the elements in the soil and improving the growth and development of plant photosynthetic organs, increased the yield of garlic. The findings showed that inoculation of mycorrhiza and application of manure in soil, improves the conditions of growth and economic yield of garlic, which can be recommended for sustainable production as well as increasing the economic yield of this plant than the conventional method of planting.

Keywords

- Biological fertilizer
- Hamedan white garlic
- Manure
- Sustainable agriculture
- Yield

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

10.22034/AEJ.2022.697199

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Physical and chemical properties of farm soil

Soil depth (cm)	Relative frequency and size of soil particles (%)			Soil texture	EC (dS/m^{-1})	pH	Organic carbon (%)	Soluble phosphorus (ppm)	Soluble potassium (ppm)
	Clay	Silt	sand						
0-30	37	58	5	Silt Clay Loam	0.59	7.2	0.68	9.7	251

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات میکوریزا و کود دامی بر خصوصیات سیر

Table 2. Variance analysis of the effect of mycorrhiza and manure on garlic properties

Source of variation	d.f	Mean of squares				
		Plant height	Cloves number in garlic	Garlic diameter	Garlic weight	Economic yield
Replication	2	259 ns	21.99 ns	4.21 ns	30818 ns	1011280 ns
mycorrhiza	1	142 ns	10.83 *	24.03 **	504006 **	5773005 **
manure	5	0.268 ns	2.16 ns	5.13 *	151675 *	1232787 *
mycorrhiza × manure	5	159 ns	0.03 ns	2.97 ns	37798 ns	714541 *
Error	22	277	2.68	0.85	27077	20430
CV (%)	-	11.9	8.44	7.38	6.84	9.61

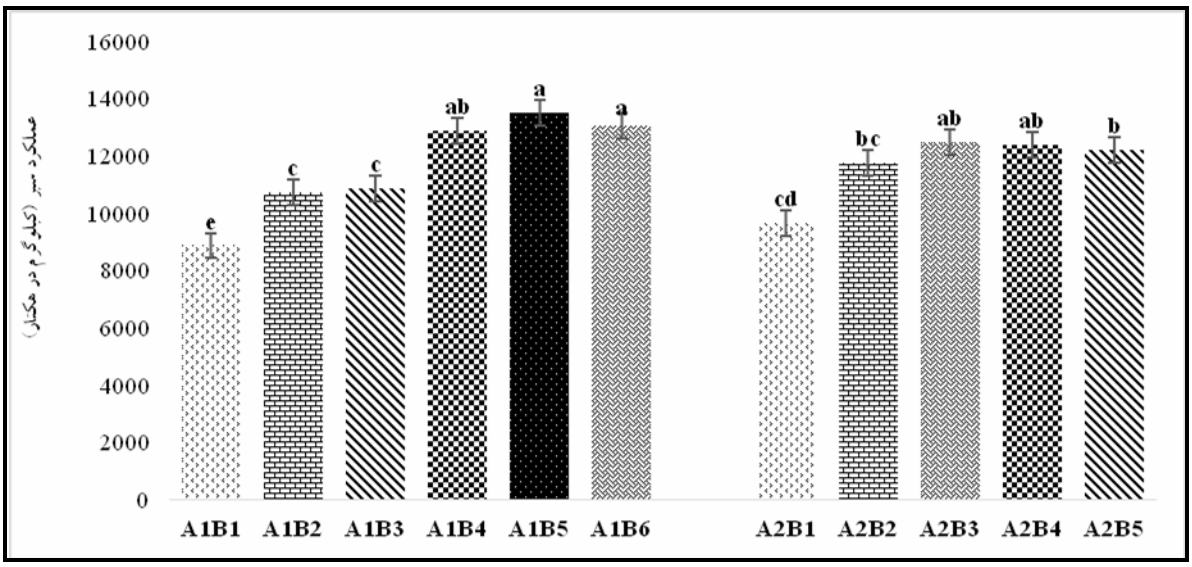
جدول ۳- صفات زراعی سیر تحت تأثیر تلقیح میکوریزا (A) و کاربرد کود دامی (B)

Table 3. Agronomic traits of garlic affected by mycorrhiza inoculation (A) and manure application (B)

Treatment	Plant height (cm)	Cloves number in garlic	Garlic diameter (cm)	Garlic weight (gr)	Economic yield (kg/h^{-1})
Mycorrhiza inoculation					
A1 (inoculation)	47.00 a	8.9 a	5.88 a	91.89 a	12497 a
A2 (non-inoculation)	46.70 a	7.6 b	3.17 b	70.25 b	8034 b
Manure application					
B1 (control)	47.7 a	6.3 b	3.35 c	70.43 c	8291 c
B2 (15 tons per hectare)	47.9 a	7.3 ab	4.10 ab	75.1 ab	9801 b
B3 (20 tons per hectare)	48.1 a	7.9 a	4.70 a	86.3 a	12310 a
B4 (25 tons per hectare)	45.3 a	7.6 ab	4.00 b	72.2 b	11980 ab
B5 (30 tons per hectare)	50.1 a	7.9 a	4.27 a	78.6 a	12096 ab
B6 (35 ton per hectare)	48.8 a	8.8 a	4.81 a	91.4 a	12373 a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد.

Similar letter in each column shows non- significant difference according to LSD test at 5% level



شکل ۱- اثر توأم میکوریزا و کود دامی بر عملکرد اقتصادی گیاه سیر

Fig 1- Interaction effect of mycorrhizal and manure on economic yield of garlic