

اثر ترکیب کودهای زیستی و کود شیمیایی بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*)

Effects of Biofertilizers and Chemical Fertilizer Combination on the Quantity and Quality of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Medicinal Plant

منیر نظری^۱ و سیفاله فلاح^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۱۱

چکیده

کاربرد کودهای بیولوژیک به‌ویژه باکتری‌ها و قارچ میکوریزا از مهم‌ترین راهبردهای تغذیه‌ای در مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی می‌باشد. از این‌رو، به‌منظور بررسی تأثیر ترکیب کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۰ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شاهد (عدم مصرف کود)؛ کود اوره؛ کود اوره + کود سولفات روی؛ کود اوره + ازتوباکتر؛ کود اوره + میکوریزا؛ کود اوره + کود سولفات روی + کود سولفات روی؛ کود اوره + میکوریزا؛ کود اوره + کود سولفات روی + ازتوباکتر؛ کود اوره + کود سولفات روی + ازتوباکتر؛ کود اوره + کود سولفات روی + میکوریزا؛ کود اوره + کود سولفات روی + ازتوباکتر؛ کود اوره + کود سولفات روی + میکوریزا + ازتوباکتر بودند. در این آزمایش صفاتی نظیر عملکرد، اجزای عملکرد، میزان اسانس و عملکرد اسانس مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه با تیمار کود اوره + کود سولفات روی + میکوریزا حاصل شد ($P \leq 0/05$). تیمار سولفات روی + کود اوره + میکوریزا با ۲۲۴۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بود و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$) همچنین تیمار کود اوره + ازتوباکتر بیشترین میزان اسانس (۱/۴ درصد) را داشت. به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که کاربرد ازتوباکتر و یا کود سولفات روی + میکوریزا توأم با اوره می‌تواند در افزایش کیفیت محصول و عملکرد دانه شنبلیله مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، سولفات روی، شنبلیله، میکوریزا

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

Email: falah1357@yahoo.com

* نویسنده مسئول

مقدمه

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های زراعی ایران بوده و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند (خرمدل و همکاران، ۱۳۸۹). از جمله گیاهان دارویی می‌توان به شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) اشاره نمود که در طب سنتی ایران و ملل مختلف سابقه مصرف دیرینه داشته و خواص درمانی چشمگیری برای آن ذکر شده است، به‌طوری که اثرات ضد درد، ضد التهاب، ضد سرطان، پایین آورنده قند خون، کاهش دهنده کلسترول خون، کاهش دهنده چربی خون، کاهش دهنده تری‌گلیسرید خون، درمان کننده دیابت و سل از این گیاه گزارش شده است (ماندگاری^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). به‌علاوه، بذر و قسمت‌های هوایی این محصول قرن‌ها به‌عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام می‌باشد (/بوبکر^۲ و همکاران، ۲۰۰۵).

تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای این محصولات به‌خصوص در شرایط تولیدی اکولوژیک در جهان رو به افزایش می‌باشد (کاروبا^۳ و همکاران، ۲۰۰۲). زیرا که این سیستم کشاورزی اکولوژیک براساس اصول اکولوژیکی بوده و در آن کیفیت محصولات مهم‌تر از کمیت آنهاست. از طرفی، نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم‌نهاد می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط‌زیست گردند (و/لاس^۴، ۲۰۰۱؛ آرون^۵، ۲۰۰۲). بر این اساس کشت اکولوژیک گیاهان دارویی، کیفیت آن‌ها را تضمین کرده و اثرات عوامل محیطی کاهنده کیفیت دارویی و عملکرد این محصولات را کاهش می‌دهد (گریف^۶ و همکاران، ۲۰۰۳). رشد و عملکرد مطلوب گیاه در سیستم‌های کشاورزی مستلزم تأمین نیازهای عناصر غذایی گیاه می‌باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). به‌طور کلی تأمین نیاز عناصر غذایی گیاهان می‌تواند از طریق کودهای شیمیایی یا بیولوژیک و یا دیگر منابع کودی انجام گیرد. اگرچه عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند و ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند اما کود سولفات روی از بین کودهای تأمین‌کننده عناصر ریزمغذی در

شرایط کشور اهمیت بیشتری دارد، زیرا خاک‌های کشور به‌دلیل آهکی بودن و همچنین عدم مصرف منابع تأمین‌کننده روی از لحاظ این عنصر دارای کمبود شدید هستند (رشید شمالی و همکاران، ۱۳۹۱). عنصر روی در تولید هورمون اکسین و انجام فتوسنتز و در تشکیل کلروفیل نقش دارند (راوی^۷ و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین در فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها از جمله کربنیک انهدراز^۸ و الدولازها^۹ مؤثر است. این آنزیم‌ها در فرآیند سوخت‌وساز قندها نقش دارند. در حالت کمبود روی فعالیت این آنزیم‌ها مختل شده و سوخت‌وساز قندها صورت نمی‌گیرد و در نتیجه تشکیل اندام‌هایی که به سوخت‌وساز قندها وابسته است کاهش می‌یابد. از طرف دیگر میزان ساخت پروتئین نیز وابسته به وجود این عنصر می‌باشد (مارشسر^{۱۰}، ۲۰۱۱).

کودهای بیولوژیک در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادی بوده (نوفال و ریزک^{۱۱}، ۲۰۰۹) که توانایی توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته (ستاورز^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۲) و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند (مندل^{۱۳} و همکاران، ۲۰۰۷). باکتری‌های آزادی همچنین در برخی از فرایندهای کلیدی بوم‌نظام مانند فرایندهای دخیل در کنترل بیولوژیکی پاتوژن‌های گیاهی، چرخه عناصر غذایی و استقرار گیاهچه نیز نقش دارند (بنادهل^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۱). شالان^{۱۵} (۲۰۰۵) نتیجه گرفت که افزایش حاصلخیزی خاک به‌وسیله کودهای بیولوژیک نظیر ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس باعث افزایش و بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی سیاهدانه مانند تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه شده است.

قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا نیز گروه دیگر از کودهای بیولوژیکی هستند که جزء اصلی فلور محیط ریشه گیاهان در بوم‌نظام‌های طبیعی می‌باشند (پانور و ترفدر^{۱۶}، ۲۰۰۶) و رابطه همزیستی با بیشتر نهادانگان از جمله چندین گونه گیاه

7. Ravi
8. Carbonic Anhydrase
9. Adlolarase
10. Marschner
11. Nofal and Rezk
12. Stavros
13. Mandal
14. Benabdellah
15. Shaalan
16. Panwar and Tarafdar

1. Mandegary
2. Ebubekir
3. Carrubba
4. Wallace
5. Arun
6. Griffe

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد و مشخصات هشت تیمار مختلف کودی در جدول ۲ مشاهده ارائه شده است.

در تیمارهای دارای اوره، با توجه به نتایج آزمون خاک ۷۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل به صورت پیش کاشت و یکنواخت به خاک اضافه شد. همچنین در تیمارهای دارای کود اوره به صورت تقسیمی در مرحله کاشت و قبل از مرحله گلدهی (۳۵ روز بعد از کاشت) به صورت سرک استفاده شد. در تیمارهای دارای سولفات روی، به صورت پیش کاشت یکنواخت به خاک اضافه شد. قارچ میکوریزا آربوسکولار (*Glomus intraradices*) و باکتری ازتوباکتر کروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*) مورد استفاده به ترتیب از شرکت زیست‌فناوران توران و شرکت مهر آسیا تهیه شدند. برای تلقیح بذور ابتدا زادمایه باکتری با ۱۰۸ تعداد سلول زنده در هر گرم، تهیه نموده سپس در شرایط سایه این زادمایه به بذرها اضافه و به خوبی مخلوط شد. سپس بذرها درون پاکت‌های کاغذی منتقل و برای خشک شدن به مدت دو ساعت در همان محل (سایه) قرار گرفتند. در تیمارهای دارای میکوریزا، زادمایه قارچ (شامل اسپور، هیف و قطعات ریشه آلوده) به میزان ۴۰ گرم در مترمربع در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری شیارهای کاشت پخش گردید و سپس لایه‌ای از خاک (حدود ۲ سانتی‌متر) روادمایه قرار گرفت.

در نیمه اردیبهشت بذور شنبليله در ردیف‌های با فاصله ۲۵ سانتی‌متر با تراکم بالا (۷۰ بذور در مترمربع) در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری کشت شدند. سپس در مرحله ۶-۴ برگگی برای رسیدن به تراکم مناسب (۵۰ بوته در مترمربع) تنک شدند. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز یکبار تا آخر فصل رشد با روش آبیاری بارانی انجام شد. آفت و بیماری خاصی در طول دوره رشد مشاهده نشد. وجین علف‌های هرز در دو مرحله قبل از شروع گلدهی و یک مرحله در زمان شروع گلدهی به صورت دستی انجام شد.

در پایان دوره‌ی رشد همزمان با رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن برگ‌ها و غلاف‌ها) از هر کرت ۲۰ بوته با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور تصادفی انتخاب شد و سپس تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و در پایان رشد رویشی اوایل گلدهی شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد. برای تعیین سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل AM 200 استفاده گردید. برای تعیین عملکرد نهایی پس از حذف اثر حاشیه‌ای کل بوته‌ای کل هر کرت کفبر شد و پس از خرمن‌کوبی و بوجاری، عملکرد برحسب تن در هکتار محاسبه

دارویی دارند (سروستاوا و باسوا، ۱۹۹۵؛ وانکارا/شورو^۲ و همکاران، ۲۰۰۰). در همین راستا، کاپور^۳ و همکاران (۲۰۰۴) نتیجه گرفتند که تلقیح بذور رازیانه با میکوریزا، به دلیل افزایش فسفر قابل دسترس در خاک باعث افزایش معنی‌دار رشد و همچنین بهبود عملکرد اسانس گیاه رازیانه شده است. تلقیح میکوریزا در افزایش توانایی گیاه میزبان برای جذب عناصر غذایی غیرمتحرک خصوصاً فسفر به وسیله تولید اسیدهای آلی مانند استیک، لاکتیک، اگزالیک، سیتریک و غیره توسط میگروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات در اطراف ریشه‌های گیاه (گریف و همکاران، ۲۰۰۷)، که مهم‌ترین عامل حلالیت فسفر به‌شمار می‌رود تأثیر مفیدی داشته است (ابراهیم^۴ و همکاران، ۲۰۱۱).

برای تولید محصولات زراعی از جمله گیاهان دارویی عمدتاً از کودهای دارای عناصر پرمصرف (نیتروژن فسفر و پتاسیم) به‌ویژه اوره استفاده می‌شود (کومار^۵ و همکاران، ۲۰۰۹)، این در حالی است که استفاده از کودهای بیولوژیک و یا کودهای دارای عناصر ریزمغذی ممکن است نقش مؤثری در تولید این محصولات داشته باشد. در حال حاضر مشکلات اقتصادی ناشی از روند رو به رشد هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و اثرات سوء زیست‌محیطی ناشی از استفاده بی‌رویه و غیراصولی این کودهای شیمیایی از سوی دیگر، از مشکلات کشاورزی پایدار می‌باشد. در طی سالیان اخیر به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حفظ محیط‌زیست کودهای زیستی مورد توجه قرار گرفته است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات ترکیب کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی شنبليله اجرا شد.

مواد روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۰ انجام شد. قبل از انجام آزمایش، نمونه مرکبی از تمام نقاط زمین از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه و خصوصیات آن در آزمایشگاه تعیین شد (جدول ۱).

1. Srivastava and Basu
2. Venkateshwar Rao
3. Kapoor
4. Ibrahim
5. Kumar

اثر ترکیب کودهای زیستی و کود شیمیایی بر کمیت و...

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

گردید. شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به ماده خشک به صورت درصد محاسبه شد. همچنین برای اندازه‌گیری درصد اسانس از دستگاه کلونجر استفاده گردید. به طوری که ۵۰ گرم از نمونه بذر به همراه ۵ برابر وزن ماده آب را داخل دستگاه ریخته، و پس از گذشت ۳ ساعت حرارت دادن اسانس خارج شده را جدا و وزن کرده و سپس میزان تعیین گردید.

جدول ۱: برخی مشخصات خاک زراعی قبل از انجام آزمایش

Table 1: Some characteristics of initial soil

مقدار Value	واحد Unit	خواص Properties
لوم رسی Clay loam	-	بافت Texture
8.15	-	اسیدیته pH
0.642	ds m ⁻¹	هدایت الکتریکی EC
0.62	%	کربن آلی Organic carbon
0.059	%	نیترژن کل Total nitrogen
6.3	mg kg ⁻¹	فسفر قابل دسترس Available phosphorus
318	mg kg ⁻¹	پتاسیم قابل دسترس Available potassium
0.48	mg kg ⁻¹	روی قابل دسترس Available zinc

جدول ۲: مقادیر کودهای مورد استفاده در تیمارهای مختلف برای گیاه دارویی شنبلیله

Table 2: Fertilizers applied for fenugreek medicinal plant

ازتوباکتر Azotobacter	میکوریزا Mycorrhizae	سولفات روی Zinc sulfate fertilizer	کود اوره Urea fertilizer	تیمار Treatment
kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	
0	0	0	0	A1
0	0	0	70	A2
0	0	40	70	A3
0.5	0	0	70	A4
0	400	0	70	A5
0.5	0	40	70	A6
0	400	40	70	A7
0.5	400	40	70	A8

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثرات کوددهی بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه گیاه دارویی شنبلیله

Table 3: Analysis of variance of fertilizer effects on pod/plant, grain/pod and 1000-grain weight of fenugreek medicinal plant

منبع Source	تعداد نیام در بوته Pods / plant	تعداد دانه در نیام Grain/ pod	وزن هزار دانه 1000- grain weight
A1	16.6	8.4	13.0
A2	11.6	11.6	16.0
A3	15.3	15.3	17.0
A4	15.7	15.0	18.0
A5	14.3	14.3	14.0
A6	19.0	19.0	17.0
A7	17.2	17.2	19.8
A8	14.4	14.4	19.0
LSD (P ≤ 0.05)	2.44	2.6	2.1
تجزیه واریانس (میانگین مربعات) Analysis of variance (Mean squares)			
تکرار Replication	3.7 ^{ns}	2.8 ^{ns}	3.9 ^{ns}
تیمار Treatment	14 ^{**}	32 ^{**}	16.5 ^{**}
خطا Error	12.4	2.2	1.5

ns و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد
ns and ** non-significant and significant at 1% probability level, respectively

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

کوددهی اثر معنی داری بر تعداد غلاف در بوته داشت (جدول ۳)، همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود کلیه کرت های دریافت کننده کود اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند اما در بین کرت های دریافت کننده کود، استفاده از یک منبع بیولوژیک + سولفات روی باعث شده است که حداکثر تعداد غلاف در بوته حاصل شود. بهبود تعداد غلاف در بوته در اثر مصرف کودهای بیولوژیک و سولفات روی به همراه اوره می تواند به این دلیل باشد که عنصر روی برای تشکیل و تولید میوه مناسب، با اندازه مطلوب مورد نیاز است و این عنصر در قسمتی از آنزیم کربونیک آنهیدراز که در همه بافت های فتوسنتزی حضور دارد و همچنین در بیوسنتز کلروفیل مشارکت دارد (مارشتر، 2011). بر این اساس، فراهم کردن روی از طریق سولفات روی در فرآیندهای گرده افشانی و تشکیل دانه نقش زیادی دارد و کمبود آن باعث کاهش درصد تشکیل دانه می شود (مرشدی و نقیبی، ۱۳۸۳). نتایج دیگر محققان نیز حاکی از اثر مثبت عنصر روی بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در

خورجین، میزان روغن و عملکرد دانه کلزا می باشد (مرشدی و نقیبی، ۱۳۸۳؛ یانگ^۱ و همکاران، 2009).

تعداد دانه در غلاف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر کوددهی بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان تعداد دانه در غلاف با کاربرد ازتوباکتر + سولفات روی + اوره حاصل شد که با شرایط استفاده از سولفات روی + میکوریزا به همراه اوره اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). بهبود تعداد دانه در غلاف در اثر مصرف کودهای بیولوژیک و سولفات روی به همراه اوره می تواند به این دلیل باشد که عنصر روی در فعال سازی تعدادی از آنزیم ها از جمله کربنیک آنهیدراز و الدولازها نقش دارد. این آنزیم ها در فرآیند سوخت و ساز قندها نقش دارند و در حالت کمبود روی فعالیت این آنزیم ها مختل شده و سوخت و ساز قندها صورت نمی گیرد. در این شرایط تشکیل اندام هایی که به سوخت و ساز قندها وابسته است از جمله میوه ها کاهش می یابد. از طرف دیگر در شرایط کمبود روی میزان ساخت پروتئین غیرفعال شدن

1. Yang

تجمع مواد فتوسنتزی در دانه شده است. در این ارتباط گزارش شده است که افزایش وزن هزار دانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع می باشد که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می شود (مرشدی و نقیبی، ۱۳۸۳). از طرفی، با توجه به محدودیت میزان روی موجود در خاک احتمالاً همزیستی میکوریزایی در افزایش دسترسی روی برای گیاه تأثیر چندانی نداشته است بلکه ممکن است میزان دسترسی روی مصرفی را افزایش داده باشد، در واقع نتیجه دیگر آزمایش‌ها نیز بیانگر آن است که کاربرد توأم میکوریزا و سولفات روی می تواند وزن هزار دانه را تحت تأثیر خود قرار دهد (اورتاس^۴ و همکاران، ۲۰۱۱؛ سایا^۵ و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، می توان نتیجه گرفت که کاربرد ترکیب سولفات روی + کودهای بیولوژیک + اوره باعث افزایش وزن هزار دانه می شوند.

عملکرد دانه

همان طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می شود عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت (جدول ۴). هر چند که عملکرد دانه در کرت های دریافت کننده کود نسبت به شاهد برتری معنی داری داشت ولی تحت شرایط حداقل دو منبع کودی از لحاظ آماری روند مشابهی با کاربرد جداگانه سولفات روی و ازتوباکتر نشان داد (جدول ۴). علاوه بر این، عملکرد تولیدی در شرایط استفاده از کود سولفات روی + میکوریزا + اوره بیشترین میزان را داشت و اختلاف آن با دیگر تیمارها معنی دار بود ($P \leq 0/05$). بررسی بخش رویشی و اجزاء عملکرد (جدول ۳) حاکی از این است که تیمارهای دارای رشد زایشی مناسب و همچنین شرایط بهتر برای پرشدن دانه توانسته عملکرد دانه را به طور معنی داری افزایش دهد (جدول ۴). هر چند که اضافه کردن ازتوباکتر، میکوریزا و یا سولفات روی + ازتوباکتر در تیمارهای دارای اوره تأثیری در تغییر عملکرد بیولوژیک در مقایسه با اوره + سولفات روی نداشت ولی با تخصیص بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه بهبود شاخص برداشت موجب افزایش عملکرد دانه در تیمار سولفات روی + میکوریزا + اوره گردید. گزارش سایر محققان نیز حاکی است که استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا شده است (بایبوردی و ممدو^۶، ۲۰۱۰). همچنین، کاربرد قارچ میکوریزا در گیاه سیاهدانه

آنزیم RNA پلی مراز^۱ مختل می شود (مارشنر، ۲۰۱۱). بر این اساس، فراهم کردن عنصر روی از طریق سولفات روی با افزایش میزان فتوسنتز منجر به افزایش پتانسیل تشکیل دانه در گیاه شده و به تبع آن تعداد دانه غلاف افزایش یافته است (جدول ۳). رهم^۲ و همکاران (۱۹۹۸) دلیل کم بودن تعداد دانه در خورجین در تیمار شاهد را محدودیت عرضه مواد پرورده به نوک گل آذین دانستند و افزایش تعداد دانه در خورجین در اثر محلول پاشی روی را به دلیل نقش کلیدی این عنصر در انتقال آب و مواد غذایی از ریشه به اندام های هوایی اعلام کردند. افزایش معنی دار تعداد دانه در سنبله (۲۴/۱۷ درصد) گیاه اسفرزه در شرایط تلقیح با میکوریزا و همچنین افزایش معنی دار تعداد دانه در کپسول گیاه سیاهدانه (۲۴ درصد) توسط دیگر محققان گزارش شده است (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۹؛ قاسمی، ۱۳۹۱).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن هزار دانه بیانگر اختلاف معنی داری تیمارهای مختلف در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). اضافه کردن هر ترکیب کودی به جزء میکوریزا + اوره باعث افزایش معنی دار وزن هزار دانه (۱۸/۱۲ درصد) نسبت به شاهد شده است ($P \leq 0/01$). این میزان افزایش در تیمارهای دارای سولفات روی + اوره اختلاف معنی داری با کاربرد جداگانه کود اوره نداشت، اما وجود میکوریزا + سولفات روی به همراه اوره باعث ارتقاء وزن هزار دانه شد، به طوری که با تیمار دارای ازتوباکتر اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). کاهش وزن هزار دانه در تیمار میکوریزا + اوره ممکن است به دلیل انرژی لازم (حدود ۱۵ درصد مواد فتوسنتزی) برای همزیستی میکوریزای باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۱)، این در حالی است که بهبود وزن هزار دانه در اثر مصرف کودهای بیولوژیک و سولفات روی به همراه اوره می تواند به این دلیل باشد که عنصر روی برای تشکیل و تولید میوه مناسب، با اندازه مطلوب مورد نیاز است و این عنصر در قسمتی از آنزیم کربونیک آنهیدراز که در همه بافت های فتوسنتزی حضور دارد و همچنین در بیوسنتز کلروفیل مشارکت دارد (مارشنر، ۲۰۱۱). بر این اساس، فراهم کردن روی از طریق سولفات روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم ساکاریدها، سنتز پروتئین، اسید نوکلئیک (کاباتا پندیاس و پندیاس^۳، ۱۹۹۹) موجب افزایش

4. Ortasa
5. Saia
6. Bybordy and Mamedov

1. RNA polymerase
2. Rehem
3. Kabata-Pendias and Pendias

دانه در گیاه کلزا شده است (بایوردی و ممدو، 2010). همچنین، کاربرد آروسپیریلوم و ازتوباکتر و قارچ میکوریزا در گیاه سیاهدانه (خرم‌دل و همکاران، ۱۳۸۹) و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ازتوباکتر + هم‌زیستی میکوریزایی در گیاه اسفرزه (کومار و همکاران، 2011) سبب افزایش عملکرد دانه شده است، نتیجتاً سبب افزایش شاخص برداشت گردید.

میزان اسانس

میزان اسانس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت ($P \leq 0.05$). اضافه کردن ازتوباکتر + اوره دارای بیشترین میزان اسانس بود ولی اختلاف معنی‌داری با شرایط استفاده میکوریزا + اوره نداشت (جدول ۵). نتایج دیگر محققان نیز حاکی از این امر می‌باشد به‌طوری‌که که تلقیح گیاه ریحان (وینوتا^۴، 2005) و گیاه مرزنجوش (فاتما^۵ و همکاران، 2006) با گونه‌های مختلف ازتوباکتر سبب افزایش زیست توده، سرعت رشد و میزان اسانس در این گیاهان می‌شود. گزارش دیگر محققان نشان داد که کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی شامل آروسپیریلوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ میکوریزا روی گیاه ریحان نشان داد بالاترین عملکرد اسانس و عملکرد رویشی در تیمار تلفیق ۷۵ درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه آروسپیریلوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ میکوریزا حاصل شد (جمدین^۶ و همکاران، 2005).

(خرم‌دل و همکاران، ۱۳۸۹) و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + تلقیح میکوریزایی در گیاه اسفرزه (کومار و همکاران، 2011) سبب افزایش عملکرد دانه شده است.

عملکرد بیولوژیک

اثر کوددهی بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). عملکرد بیولوژیک در شرایط استفاده از کود بیولوژیک میکوریزا + سولفات روی به همراه اوره بیشترین مقدار (۴/۵ تن در هکتار) بود (جدول ۴). تیمارهایی که دارای ارتفاع بیشتری بودند و یا تعداد دانه بیشتری داشتند از نظر عملکرد بیولوژیک برتر از سایر تیمارهای کودی بودند (کاباتا^۱ و همکاران، 2006). افزایش زیست توده ریحان در شرایط تلقیح با سه گونه قارچ میکوریزا را در نتیجه افزایش راندمان مصرف آب و بهبود جذب و دسترسی به عناصر غذایی (روی) برای گیاه تحت شرایط تلقیح با قارچ همزیست ذکر کردند. برتری زیست توده در شرایط تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح در گیاه دارویی *Coleus forskohlii* (سیلو و باگراج^۲، 2005)، شوید و زینان (کاپور و همکاران، 2002) و علف لیمو (راتی^۳ و همکاران، 2001) نیز گزارش شده است.

شاخص برداشت

شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت ($P \leq 0.01$). اضافه کردن ازتوباکتر + اوره دارای بیشترین میزان شاخص برداشت بود ولی اختلاف معنی‌داری با شرایط استفاده توأم میکوریزا، ازتوباکتر و سولفات روی نداشت (جدول ۴). تیمارهایی که بخش زایشی نسبتاً متعادلی داشتند و با اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه‌ها و در نتیجه تولید دانه‌های سنگین‌تر موجب ارتقاء عملکرد دانه و نهایتاً افزایش شاخص برداشت شده‌اند (جدول ۳). هر چند که اضافه کردن ازتوباکتر، میکوریزا و یا سولفات روی + ازتوباکتر در تیمارهای دارای اوره تأثیری در تغییر عملکرد بیولوژیک در مقایسه با اوره + سولفات روی نداشت ولی با تخصیص بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه بهبود شاخص برداشت موجب افزایش عملکرد دانه در تیمار سولفات روی + میکوریزا + اوره گردید. دلیل این برتری می‌تواند افزایش ارتفاع و افزایش سطح برگ و در نتیجه پرشدن دانه‌ها باشد. گزارش سایر محققان نیز حاکی است که استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد

4. Vinutha
5. Fatma
6. Ajimoddin

1. Copetta
2. Sailo and Bagyaraj
3. Ratti

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس اثرات کوددهی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه دارویی شنبلیله

Table 4: Analysis of variance of fertilizer effects on grain yield, biological yield and harvest index of fenugreek medicinal plant

منبع Source	عملکرد دانه Grain yield kg ha ⁻¹	عملکرد بیولوژیک Biological yield kg ha ⁻¹	شاخص برداشت Harvest index (%)
A1	710	2676	31.6
A2	807	2681	31
A3	1426	3780	37.6
A4	1638	3350	49.3
A5	1064	3887	27.6
A6	1633	3653	45
A7	2245	4654	48.3
A8	1638	3730	44.3
LSD (P < 0.05)	345.2	739	13.05

تجزیه واریانس (میانگین مربعات)

Analysis of variance (Mean squares)

تکرار Replication	23148 ^{ns}	222310 ^{ns}	16 ^{ns}
تیمار Treatment	781504 ^{**}	5967425 ^{**}	216 [*]
خطا Error	38880	151124	55

ns, *, ** means non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثرات کوددهی بر میزان اسانس، عملکرد اسانس و شاخص برداشت اسانس در گیاه دارویی شنبلیله

Table 5: Analysis of variance of fertilizer effects on, percent essence and essence yield of fenugreek medicinal plant

منبع Source	میزان اسانس Essence rate (%)	عملکرد اسانس Essence yield kg ha ⁻¹
A 1	0.5	4
A 2	1.01	8.33
A 3	0.89	12.6
A 4	1.4	24
A 5	1.1	11.6
A 6	0.67	11
A 7	1.05	23.6
A 8	0.84	14
LSD (P < 0.05)	0.43	5.22

تجزیه واریانس (میانگین مربعات)

Analysis of variance (Mean squares)

تکرار Replication	28 ^{ns}	0.12 ^{ns}
تیمار Treatment	149 ^{**}	0.244 [*]
خطا Error	8.9	0.062

ns, *, ** means non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

عملکرد اسانس

عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت ($P \leq 0.01$). اضافه کردن ازتوباکتر + اوره دارای بیشترین میزان عملکرد اسانس بود ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار میکوریزا + سولفات روی + اوره نداشت (جدول ۵). از آن‌جا که عملکرد اسانس نیز برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد (تانو^۱ و همکاران، ۲۰۰۴)، افزایش هر کدام از این صفات سبب افزایش عملکرد اسانس این گیاه می‌شود. بنابراین، کاربرد تیمار میکوریزا + سولفات روی + اوره بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۲۴۵ کیلوگرم در هکتار) و تیمار ازتوباکتر + اوره بیشترین درصد اسانس را دارا بودند که از لحاظ آماری با کاربرد میکوریزا + سولفات روی + اوره تفاوت معنی‌داری نداشت. با توجه به بالا بودن درصد اسانس و عملکرد دانه در تیمار میکوریزا + سولفات روی + اوره، عملکرد اسانس بالاتر در این تیمار منطقی به نظر می‌رسد. همچنین در تیمار ازتوباکتر + اوره نیز دارای عملکرد دانه بالایی (۱۶۳۸ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین درصد اسانس در این تیمار سبب افزایش عملکرد اسانس در این تیمار گردید (جدول ۵). نتایج دیگر محققان حکایت از آن دارد که استفاده از کودهای بیولوژیک در گیاه رزماری سبب افزایش عملکرد اسانس در این گیاه دارویی گردید (لیتی^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین کاپور و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که کاربرد میکوریزا سبب افزایش عملکرد اسانس در گیاه گشنیز می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که اثرات سولفات روی + میکوریزا و همچنین ازتوباکتر بر بخش‌های زایشی و پرشدن دانه گیاه شنبليله و میزان اسانس مثبت و مؤثر بوده و موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد اسانس این محصول می‌گردند. بنابراین در کشاورزی متداول که عمدتاً عناصر پرمصرف به‌عنوان کود مورد استفاده قرار می‌گیرد، تلقیح ازتوباکتر به‌علاوه استفاده از کود اوره و یا اضافه کردن سولفات روی به‌همراه تلقیح میکوریزایی می‌تواند گامی مؤثر در افزایش کمیت و کیفیت محصول باشد و به کارآمدی بهتر سیستم تولید کمک نماید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت‌های دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

1. Tanu
2. Leithy

منابع

- خرمدل س.، کوچکی ع.، نصیری محلاتی م. و قربانی ر. ۱۳۸۹. اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۵، صفحات ۷۵۸-۷۶۶.
- رشید شمالی آ.، خداوردی لوح. و صمدی ع. ۱۳۹۱. بردباری گیاه و جذب فلز روی توسط برخی گیاهان وحشی در یک خاک آلوده به روی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۶، شماره ۳، صفحات ۷۰۸-۷۱۷.
- قاسمی ک. ۱۳۹۱. اثر همزیستی میکوریزایی و منابع مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی اسفزه تحت تنش خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آگروکولوژی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
- کوچکی ع.، نصیری محلاتی م.، مندنی ف. و خرم‌دل س. ۱۳۹۰. نگرشی نوین بر جنبه‌های بوم‌شناختی فیزیولوژیک گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۱۳ صفحه.
- محمدی ر.، علمایی م.، قربانی نصرآبادی ر. و چاکرال‌حسینی م. ر. ۱۳۸۹. اثرات کود اوره، مواد آلی و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر جذب نیتروژن و عملکرد گندم رقم الوند در شرایط گلخانه. پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). جلد ۱۷، شماره ۲، صفحات ۷۷-۹۲.
- مرشدی، آ. و نقیعی، ح.، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۵-۲۲.
- ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م. ۱۳۷۹. ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۳۰۰ صفحه.
- Ajimoddin, I., Vasundhara, M., Radhakrishna, D., Biradar, S. L. and Rao, G. G. E. 2005. Integrated nutrient management studies in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Indian Perfume, 49: 95-101.
- Arun, K.S. 2002. A Handbook of Organic Farming Pub. Agrobios, India.
- Benabdellah, K., Abbas, Y., Abourouh, M. and Azcón, R. 2011. Influence of two bacterial isolates from degraded and non-degraded soils and arbuscular mycorrhizae fungi isolated from semi-arid zone on the growth of *Trifolium repens* under drought conditions: Mechanisms related to bacterial effectiveness. Journal of Soil Biology, 47: 303-309.
- Bybordy, A. and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae, 2 (1): 94-103.
- Carrubba, A., La Torre, R. and Matranga, A. 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid Mediterranean environment. Proceedings of an International Conference on MAP, Acta Horticulture (ISHS), 978 (1): 4200-6315.
- Copetta, A., Lingua, G. and Bert, G. 2006. Effect of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.
- Ebubekir, A., Engin, O., Zgo, Z. O. and Faruk, T. 2005. Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 71: 37-43.
- Fatma, E. M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H. I., El-Fattah Abd L. and Seham Salem, H. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and inorganic amendments application on growth and essential oil of marjoram (*Majorana hortensis* L.) Plants Grown in Sandy and Calcareous. Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Department, Desert Research Center, Cairo, Egypt.
- Griffe, P., Metha, S. and Shankar, D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.
- Ibrahim, O., Nebahat, S., Cagdas, A. and Halit, Y. 2011. Screening mycorrhiza species for plant growth, P and Zn uptake in pepper seedling grown under greenhouse conditions. Journal of Scientia Horticulturae, 128: 92-98.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. 1999. Biogeochemistry of trace elements. Warsaw, Poland: PWN.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2002. *Glomus macrocarpum*: A potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18(5): 459-463.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311.
- Kumar, T. S., Swaminathan, V. and Kumar, S. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of divan (*Artemisia allens* Wall.). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8: 86-95.
- Kumar, V., Singh Solanki, A. and Sharma, S. 2011. AM Fungi and *A. chroococcum* affecting yield, nutrient uptake and cost efficacy of isabgol (*Plantago ovata*) in Indian arid region. Thai Journal of Agricultural Science, 44(1): 53-60.
- Leithy, S., El-meseiry, T. A. and Abdallah E. F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research, 2: 773-779.

- Mandal, A., Patra, A. K., Singh, D., Swarup, A. and Ebhin Masto, R. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. *Bioresource Technology*, 98: 3585-3592.
- Mandegary, A., Pournamdari, M., Sharififar, F., Pournourmohammadi, Sh., Fardiar, R. and Shooli, S. 2012. Alkaloid and flavonoid rich fractions of fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graecum* L.) with antinociceptive and anti-inflammatory effects. *Journal Food and Chemical Toxicology*, 50: 2503-2507.
- Marschner, H. 2011. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press; 3 edition. Dordrecht, The Netherlands.
- Nofal, O.A. and Rezk, A.L. 2009. Role of fertilization in improving quality of some agricultural crops. *International Journal of Academic Research*, 1: 59-65.
- Ortasa, I., Sari, N., Akpinara, C. and Yetisir, H. 2011. Screening mycorrhiza species for plant growth, P and Zn uptake in pepper seedling grown under greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae*, 128: 92-98
- Panwar, J. and Tarafdar, J. C. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungal dynamics under *Mitragyna parvifolia* (Roxb.) Korth. in Thar Desert. *Applied Soil Ecology*, 34: 200-208.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H. N. and Gautams, S. P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphateto *Cymbopogon martini* var. *motia* by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. *Microbiology Research*, 156: 145-149.
- Ravi, S., Channal, H. T., Hebsur, N. S., Patil, B. N. and Dharmatti, P. R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agricultural Science*, 21(3): 382-385.
- Rehem, G.W., Fendter, W.E. and Overdahi, C. J. 1998. Boron for Minnesota soils. University of Minnesota Extension Service [Online]. Available at <http://www.Extansion Umn. Edv>.
- Saia, S., Ruisi, P., García-Garrido, J. M., Benítez, E., Amato, G. and Giambalvo, D. 2012. Can arbuscular mycorrhizal fungi enhance plant nitrogen capture from organic matter added to soil? 17th International Nitrogen Workshop. 26th - 29th June, Wexford, Ireland.
- Sailo, G. L. and Bagyaraj, D. J. 2005. Influence of different AM-fungi on the growth, nutrition and forskolincontent of *Coleus forskohlii*. *Mycological Research*, 109: 795-798.
- Shalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83: 811-828.
- Srivastava, N. K. and Basu, M. 1995. Occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in some medicinal plants. In: *Mycorrhizae: Biofertilizers for the Future*. Adholeya, A., Singh, S. (Eds.). Third National Conference on Mycorrhiza, TERI, Delhi, India, pp. 58-61.
- Stavros, D. V., Baodong, C. and Matthias, C. R. 2012. Arbuscular mycorrhiza and soil nitrogen cycling. *Journal of Soil Biology and Biochemistry*, 46: 53-62.
- Tanu, A., Prakash, A. and Adholeya, A. 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. *Bioresource Technology*, 92: 311-319.
- Venkateshwar Rao, G. C., Manoharachary, C., Kunwari, I. K. and Rajeshwar Rao, B. R. 2000. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with some economically important spices and aromatic plants. *Philippine Journal of Science*, 129:1-5.
- Vinutha, T. 2005. *Biochemical Studies on Ocimum sp. Inoculated with Microbial Inoculants*. M.Sc, (Agri.) thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
- Wallace, J. 2001. *Organic Field Crop Handbook*. Pub. Canadian Organic Growers. Ottana, Ontario.
- Yang, M., Shl, L., Fang, S., Lu, J. W. and Wang, Y. H. 2009. Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on grain yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*, 19(1): 53-59.

Effects of Biofertilizers and Chemical Fertilizer Combination on the Quantity and Quality of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Medicinal Plant

Nazari¹, M. and Fallah^{2*}, S.

Abstract

Application of biofertilizers, especially plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and mycorrhiza fungus is one of the most important strategies for plant nutrition in sustainable management of agroecosystems. In order to investigate the effect of Azotobacter bacteria, mycorrhiza fungus and zinc sulfate on the growth and yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*), a field experiment as randomized complete block design with three replications was conducted at the Agricultural Research Farm of Shahrekord University during growing season of 2011. Treatments included: Control (C), urea fertilizer (UF), urea fertilizer+ zinc sulfate (UF+ZS), urea fertilizer+Azotobacte (UF+Az), urea fertilizer+ mycorrhiza (UF+My). Measured traits include yield, yield components, percent and yield of essence. The results indicated that the highest amount of plant height and number of branches were accomplished of fenugreek with biological fertilizers. Application of biological fertilizers and zinc sulfate significantly increased plant height, leaf area index. The greatest of 1000 seed weights (17 gr) was achieved in UF+ZS and UF+ZS+Mycorrhiza treatments ($P \leq 0.05$). The grain yield in UF+ZS and UF+ZS+My treated soils were 1.95 and 1.72 Mg/ha, respectively, more than others treatments ($P \leq 0.05$). Also, UF+Az treatment has the greatest essence percent (14%). In general, it is concluded that the application of zinc sulfate and/or zinc sulfate+ mycorrhiza plus urea, can affect increase yield of fenugreek.

Keywords: Azotobacter, Zinc sulfate, Fenugreek, Mycorrhiza

1. Graduate Student of Agroecology, Agricultural College of Shahrekord University, Shahrekord

2. Associate Professor of Crop Ecology, Agricultural College of Shahrekord University, Shahrekord

*: Corresponding author Email: falah1357@yahoo.com

اثر ترکیب کودهای زیستی و کود شیمیایی بر کمیت و...