



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۴  
صفحه‌های ۹۳-۱۰۷

# تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز

اسما بستامی<sup>۱</sup>، مجید مجیدیان<sup>۲\*</sup>، غلام‌رضا محسن‌آبادی<sup>۲</sup> و داود بخشی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۱۶

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریزا، کود فسفات زیستی و دامی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز، آزمایشی به صورت مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۲ در خرم‌آباد اجرا شد. پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه‌عاملی شامل قارچ میکوریزا در دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح)، عامل کود فسفات زیستی در سه سطح (صفر، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار) و کود دامی در سه سطح شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با هجده تیمار و در سه تکرار انجام گرفت. همچنین یک کرت به عنوان شاهد کود شیمیایی (نیترژن، فسفر و پتاسیم به مقدار ۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) در هر تکرار قرار داده شد و مقایسه آن با تیمارهای کودهای زیستی و دامی نیز در قالب طرح بلوک کامل تصادفی صورت گرفت. براساس نتایج، تلقیح میکوریزا و کود فسفات زیستی تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، درصد اسانس و عملکرد اسانس گشنیز داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین سه عامل، تلقیح میکوریزایی بیشترین تأثیر را بر همه صفات داشت. بیشترین عملکرد دانه (۱۷۸۰/۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیستی (۳۹۳۱/۷ کیلوگرم در هکتار) و درصد اسانس (۰/۴ درصد) در اثر تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد که به ترتیب ۸۰، ۵۱ و ۱۳۵ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی شد. اثر متقابل و معنادار تلقیح میکوریزا و کود فسفات زیستی بر عملکرد دانه مشاهده شد.

کلیدواژه‌ها: اسانس، کود زیستی، کود دامی، گشنیز، میکوریزا.

## ۱. مقدمه

فسفات‌های معدنی کم‌محلول نظیر سنگ فسفات می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی نیز می‌شوند [۱۷].

کود دامی از طریق افزایش هوموس خاک، ذرات خاک را به هم می‌چسباند و آنها را از فرسایش آبی و بادی مصون می‌دارد و در صورت اضافه شدن به کودهای معدنی می‌تواند تأثیر جبرانی و تکمیلی داشته باشد [۴]. یکی از مهم‌ترین آثار کاربرد قارچ‌های میکوریزا افزایش عملکرد گیاهان زراعی، به‌خصوص در خاک‌های با حاصلخیزی کم است. قارچ‌های میکوریزا از طریق نفوذ میلیسیوم قارچ در خاک، موجب افزایش سطح تماس ریشه‌ها و به‌دنبال آن، افزایش عملکرد می‌شود [۱۱]. مخلوط قارچ‌های *Glomus mosseae* و *G. fasciculatum* رشد و زیست‌توده را در گیاهان میزبان گشنیز و ریحان<sup>۳</sup> افزایش می‌دهد [۱۰].

مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات در گیاه دارویی گاوزبان<sup>۴</sup> سبب بهبود تعداد گل در این گیاه شد [۲۸]. همچنین، کاربرد ۳۰ تن کود دامی در هکتار عملکرد اسانس زینان<sup>۵</sup> را بهبود بخشید و محققان اظهار داشتند وجود مواد آلی در کود دامی در بهبود خواص فیزیکوشیمیایی و حاصلخیزی خاک، سبب این افزایش شده است [۱]. از آنجا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی، بهبود کمیت و کیفیت و سلامت ماده مؤثره است، به‌نظر می‌رسد تغذیه سالم این گیاهان از طریق کاربرد کودهای زیستی، دارای بیشترین تطابق با اهداف تولید گیاهان دارویی است که به بهبود عملکرد کمی و کیفی آنها منجر می‌شود [۲۱]. گشنیز از جمله سبزی‌های پرطرفدار است که به‌علت دوران کوتاه رشد و نمو می‌توان چند بار در سال از آن محصول برداشت کرد. از سوی دیگر، می‌توان از آن به‌عنوان محصولی صادراتی و باارزش یاد کرد. با توجه

گشنیز<sup>۱</sup> (با نام علمی *Coriandrum sativum* L.) از خانواده چتریان<sup>۲</sup>، گیاهی یکساله به‌ارتفاع ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و با طول دوره رشد ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز و گرمادوست است که در انواع خاک می‌روید [۲]. اسانس میوه گشنیز در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی و روغن میوه آن در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد [۳]. از این گیاه به‌عنوان هضم‌کننده غذا، ضد نفخ، اشتهاآور، برطرف‌کننده دردهای عضلانی و آرامش‌بخش نیز استفاده می‌شود [۱۵].

کشاورزی پایدار با رعایت اصول اکولوژیک، می‌تواند ضمن ایجاد توازن در محیط زیست، کارایی استفاده از منابع را افزایش دهد و زمینه بهره‌وری طولانی‌تری را برای انسان فراهم آورد. یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش چشمگیر مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی، شامل مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت مترکم یک یا چند نوع جاندار مفید خاک‌زی یا به‌صورت فراورده متابولیک این موجودات‌اند که به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اکوسیستم‌های زراعی به‌کار می‌روند. قارچ‌های میکوریزایی از انواع کود زیستی‌اند که با ریشه اغلب گیاهان زراعی همزیستی دارند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی نظیر فسفر، نیتروژن و برخی عناصر کم‌مصرف، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند [۲۹].

ریزجانداران حل‌کننده فسفات که بیشتر شامل باکتری‌ها هستند، با تولید اسیدهای آلی، موجب افزایش حلالیت

3. *Ocimum gratisstnum*  
4. *Borago officinalis*  
5. *Trachyspermum copticum*

1. Coriander  
2. Apiaceae

به ضرورت افزایش تولید گیاه گشنیز و بهبود کیفیت آن، در این پژوهش، تأثیر کودهای زیستی شامل قارچ میکوریزا، کود فسفات زیستی و کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز بررسی شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه‌ای واقع در خرم‌آباد وابسته به سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان با موقعیت جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض ۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی، با ارتفاع ۱۵۸۰ متر از سطح دریا و بیشینه دمای ۴۵ و کمینه دمای ۱۵- درجه سلسیوس اجرا شد.

پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه‌عاملی شامل قارچ میکوریزا (M) در دو سطح (عدم تلقیح =  $M_1$  و تلقیح =  $M_2$ )، عامل کود فسفات زیستی (P) در سه سطح ( $P_1 = 0$ ،  $P_2 = 35$  و  $P_3 = 70$  کیلوگرم در هکتار) و کود دامی (F) در سه سطح ( $F_1 = 0$ ،  $F_2 = 10$  و  $F_3 = 20$  تن در هکتار) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با هجده تیمار و سه تکرار انجام گرفت. همچنین یک کرت به‌عنوان شاهد کود شیمیایی (نیترژن، فسفر و پتاسیم به‌مقدار ۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) در هر تکرار قرار داده شد و مقایسه آن با تیمارهای کودهای زیستی و دامی نیز در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با نوزده تیمار و سه تکرار صورت گرفت. ابعاد کرت‌ها ۲ × ۲ متر، فاصله کرت‌ها ۱ متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. نوع

خاک مورد آزمایش از نوع لومی رسی بود که نتایج تجزیه آن در جدول ۱ آمده است. اعمال کودهای شیمیایی سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در زمان کاشت به‌صورت نواری و کود اوره در سه مرحله زمان کاشت، اوایل ساقه‌دهی و گلدهی بود. همچنین کود دامی پوسیده که از منبع گاوی بود در اسفند ۱۳۹۱ اعمال شد. مایه تلقیح میکوریزایی که به‌صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) بوده، حاوی گونه‌ای قارچ میکوریزا *Glomus mosseae* بود. هر بذر آغشته به مایه تلقیح میکوریزایی در حدود ۲۵۰-۲۰۰ اندام فعال قارچی دریافت می‌کرد. کود فسفات زیستی حاوی سنگ فسفات معدنی و یک گونه از باکتری‌های حل‌کننده فسفات *Pseudomonas striata* بود که در هر گرم از آن در حدود  $10^5$  باکتری فعال یادشده وجود داشت. کاشت گشنیز (توده محلی نه‌آوند که از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی اصفهان تهیه شد) در هشتم فروردین ۱۳۹۲ و پس از اینکه بخشی از بدور مورد نظر با مایه تلقیح میکوریزایی مخلوط شد، انجام و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. در مرحله ظهور چهارمین برگ، تراکم کاشت براساس ۲۵۰ هزار بوته در هکتار (۱۰ × ۴۰ سانتی‌متر) تنظیم شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در سه نوبت به‌روش مکانیکی و با دست صورت گرفت. عملیات آبیاری نیز پس از سبز شدن و استقرار هر شش روز یک‌بار انجام گرفت.

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی خاک و کود دامی

| پتاسیم  | فسفر | نیترژن | مواد آلی | هدایت الکتریکی | اسیدیته خاک | بافت خاک |
|---------|------|--------|----------|----------------|-------------|----------|
| (mg/kg) |      | (%)    | (%)      | (dS/m)         |             |          |
| ۵۰۰     | ۳/۸  | ۰/۱۶   | ۰/۸۷     | ۱/۱۵           | ۷/۴۵        | لومی رسی |
| ۱۱۰۰    | ۳۶۰۰ | ۰/۸۵   | ۱۱/۷     | ۱۸/۷           | ۸           | کود دامی |

سانتی متر) و عدم تلقیح (۹۷/۸ سانتی متر) تفاوت معناداری وجود دارد، به طوری که ارتفاع بوته در تلقیح با میکوریزا در حدود ۳۱/۶ درصد بیشتر شد (جدول ۴). در بررسی اثر گونه‌های مختلف قارچ آرباسکولار میکوریزا، بر رشد گیاه دارویی *Coleus forskohlii* گزارش شد که ارتفاع بوته گیاهان تحت تأثیر تیمار قارچ میکوریزا نسبت به شاهد افزایش یافت [۲۵]. قارچ میکوریزا از طریق افزایش سطح تماس ریشه‌ای با محیط اطراف آن موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه و منجر به افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود [۲۷]. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میان سطوح مختلف کود فسفات زیستی اختلاف معناداری وجود دارد، به نحوی که ارتفاع بوته در سطح سوم آن (۱۲۴/۴ سانتی متر) در حدود ۲۲/۷ درصد بیشتر از سطح اول (۱۰۱/۳ سانتی متر) و در حدود ۸/۲ درصد بیشتر از سطح دوم (۱۱۴/۹ سانتی متر) شد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین سطوح اول و سوم کود دامی تفاوت معناداری وجود دارد، به طوری که ارتفاع بوته در سطح سوم آن (۱۱۷/۷ سانتی متر) در حدود ۷/۴ درصد بیشتر از سطح اول (۱۰۹/۶ سانتی متر) شد (جدول ۴). در آزمایشی کاربرد کود دامی سبب بهبود شاخص‌های رشدی گیاه تاجزیری<sup>۱</sup> نسبت به کود شیمیایی شد [۹]. با این حال، در گزارشی کود دامی بر ارتفاع گیاه اسفرزه<sup>۲</sup> تأثیری نداشت [۷]. کودهای آلی با قابلیت‌هایی که در فراهم آوردن عناصر غذایی به خصوص نیتروژن دارند سبب افزایش رشد رویشی گیاه و بهبود ارتفاع بوته می‌شوند.

براساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع بوته داشتند (جدول ۳).

برای تعیین تأثیر تیمارهای مورد بررسی نظیر ارتفاع بوته (در مرحله گلدهی) و تعداد چتر در بوته (در مرحله برداشت)، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و از دو خط میانی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ارزیابی شد. برای تعیین وزن هزاردانه، پنج نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خشک کردن در هوای آزاد، وزن هزاردانه محاسبه شد. همچنین به‌منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک متر مربع، بوته‌ها به روش دستی برداشت و پس از خشک شدن در هوای آزاد در سایه، در گونی‌های دربسته کوبیده شده و دانه آنها جدا شد. بوته‌هایی از هر کرت نیز برای تعیین عملکرد زیستی در داخل آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس در دانه، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه شد که بعد از آسیاب کردن به مدت سه ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک، محاسبه شد. بعد از تعیین درصد اسانس، عملکرد آن نیز به کمک حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس به‌دست آمد [۱]. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۱.۳. ارتفاع بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته گشنیز توسط هر سه عامل تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح میکوریزا (۱۲۸/۸

1. *Solanum retroflexum* Dun
2. *Plantago ovata* Forssk

جدول ۲. تجزیه واریانس خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی گشنیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

| عملکرد<br>اسانس | درصد اسانس |              | عملکرد زیستی |             | عملکرد دانه         |                     | وزن<br>هزار دانه           | تعداد چتر در<br>بوته | ارتفاع<br>بوته | درجه آزادی<br>(df) | منابع تغییرات<br>(S.O.V) |
|-----------------|------------|--------------|--------------|-------------|---------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------------------|
|                 | دانه       | عملکرد اسانس | عملکرد زیستی | عملکرد دانه | میانگین مربعات (MS) | میانگین مربعات (MS) |                            |                      |                |                    |                          |
| ۱/۵۷            | ۰/۰۰۵۶     | ۱۴۲۷۸۵/۴۶    | ۴۲۸۰/۵۷      | ۵۲/۳۳       | ۰/۰۰۹               | ۲                   | تکرار                      |                      |                |                    |                          |
| ۱۵۹/۴۴**        | ۰/۲۷*      | ۸۷۵۲۳۶/۹۶**  | ۴۲۸۶۴۰/۶۳**  | ۱۲۶۶۶/۹**   | ۰/۸۴*               | ۱                   | تلفیح میکوریزا             |                      |                |                    |                          |
| ۱۸/۶۶**         | ۰/۰۲۴**    | ۱۰۰۶۶/۹۶**   | ۶۹۰۵۵۰/۹**   | ۲۱۴۲/۲۵**   | ۰/۳۴**              | ۲                   | کود فسفات زیستی            |                      |                |                    |                          |
| ۱/۵۵*           | ۰/۰۰۳**    | ۹۵۷۰/۲۳**    | ۳۳۶۱۸۸/۴**   | ۲۱۴۲/۲۵**   | ۰/۳۴**              | ۲                   | کود دامی                   |                      |                |                    |                          |
| ۱/۱۱*           | ۰/۰۰۳**    | ۱۳۲۸/۴**     | ۲۲۵۸۷/۲۵**   | ۱۶۹/۵۴**    | ۰/۹۷**              | ۴                   | میکوریزا x کود فسفات زیستی |                      |                |                    |                          |
| ۰/۰۹**          | ۰/۰۰۳**    | ۸۱۳۶/۵**     | ۹۹/۱۸**      | ۱۶۴/۳**     | ۰/۰۶**              | ۴                   | میکوریزا x کود دامی        |                      |                |                    |                          |
| ۰/۵۳**          | ۰/۰۰۳**    | ۱۶۹۳/۰۱**    | ۴۴۰۲۹/۹**    | ۲۶/۱۶**     | ۰/۰۳۷**             | ۴                   | کود فسفات زیستی x کود دامی |                      |                |                    |                          |
| ۰/۶۴**          | ۰/۰۰۱۹**   | ۴۳۳۵/۸**     | ۷۲۱۵/۱۵**    | ۰/۹۵**      | ۰/۰۰۶**             | ۴                   | اثر متقابل سه فاکتور       |                      |                |                    |                          |
| ۰/۲۸            | ۰/۰۰۲      | ۰/۵۳         | ۵۲۸/۱۶       | ۱۵/۱۲       | ۰/۰۱۴               | ۳۴                  | خطای آزمایش                |                      |                |                    |                          |
| ۱۳/۵            | ۱۵/۸       | ۷/۳          | ۵/۶          | ۶/۹         | ۵/۶                 | -                   | ضریب تغییرات (%)           |                      |                |                    |                          |

\*، \*\*، \*\*\* به ترتیب اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ و نبود اختلاف معنادار.

جدول ۳. تجزیه واریانس خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی گشنیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

| منابع تغییرات       |                     | درجه آزادی            |                   | میانگین مربعات        |                       |
|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| عملکرد              | درصد                | عملکرد                | وزن               | تعداد چتر در بوته     | ارتفاع بوته           |
| اسانس               | اسانس               | زیستی                 | هزاردانه          | بوته                  | بوته                  |
| ۱۵/۹۴               | ۰/۰۰۴               | ۱۳۵۸۴۲                | ۰/۵۶              | ۴۳/۳۵                 | ۱۶۲/۵۹                |
| ۲۶/۵۱ <sup>DE</sup> | ۰/۰۲۱ <sup>DE</sup> | ۶۸۲۴۴۸۹ <sup>**</sup> | ۳/۱ <sup>**</sup> | ۱۰۷۲/۱۸ <sup>**</sup> | ۱۱۶۵/۳۷ <sup>DE</sup> |
| ۲۲/۸                | ۰/۰۰۱               | ۵۳۹۸۷۴۸               | ۰/۰۹۲             | ۱۶/۴۱                 | ۴۵/۳۹                 |
| ۵/۲                 | ۱۵/۹۶               | ۷/۳۷                  | ۲/۸۲              | ۷/۳۳                  | ۶/۰۲                  |

\*\*\* و \*\* و \* به ترتیب اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ و نبود اختلاف معنادار.

جدول ۴. مقایسه میانگین خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی گشنیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

| تیمار                | درصد اسانس (%)     | عملکرد اسانس (kg/ha) | عملکرد زیستی (kg/ha) | عملکرد دانه (kg/ha) | وزن هزاردانه (g)   | ارتفاع بوته (cm)     | تعداد چتر در بوته  | عدم تلقیح M <sub>1</sub> | تلقیح میکروبیزا |
|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|
| عملکرد اسانس (kg/ha) |                    |                      |                      |                     |                    |                      |                    | M <sub>2</sub>           |                 |
| ۲/۲۳ <sup>b</sup>    | ۰/۲۱ <sup>b</sup>  | ۲۷۷۸/۸۹ <sup>b</sup> | ۱۰۱۵/۶۷ <sup>b</sup> | ۹/۸۹ <sup>b</sup>   | ۳۷/۱۶ <sup>b</sup> | ۹۷/۸۵ <sup>b</sup>   | ۶۹/۷۱ <sup>a</sup> | M <sub>1</sub> =         | تلقیح میکروبیزا |
| ۵/۶۶ <sup>a</sup>    | ۰/۳۵ <sup>a</sup>  | ۳۵۸۴/۰۷ <sup>a</sup> | ۱۵۷۹/۱۵ <sup>a</sup> | ۱۱/۶۶ <sup>a</sup>  | ۶۹/۷۱ <sup>a</sup> | ۱۲۸/۸۱ <sup>a</sup>  |                    | M <sub>2</sub> =         |                 |
| ۳ <sup>c</sup>       | ۰/۲۴ <sup>b</sup>  | ۲۹۲۸/۹ <sup>b</sup>  | ۱۱۲۵/۱۷ <sup>c</sup> | ۱۰/۲ <sup>c</sup>   | ۴۵/۴۷ <sup>c</sup> | ۱۰۱/۳۸ <sup>c</sup>  |                    | P <sub>1</sub> =         | کود فسفات زیستی |
| ۳/۸۱ <sup>b</sup>    | ۰/۲۸ <sup>ab</sup> | ۳۱۷۳/۹ <sup>ab</sup> | ۱۲۵۶/۴۳ <sup>b</sup> | ۱۰/۷ <sup>b</sup>   | ۵۶/۶۳ <sup>b</sup> | ۱۱۴/۹ <sup>b</sup>   |                    | P <sub>2</sub> =         |                 |
| ۴/۸۳ <sup>a</sup>    | ۰/۳۳ <sup>a</sup>  | ۳۴۲۱/۸ <sup>a</sup>  | ۱۵۱۰/۶۱ <sup>a</sup> | ۱۱/۳۳ <sup>a</sup>  | ۶۷/۲۸ <sup>a</sup> | ۱۲۴/۴ <sup>a</sup>   |                    | P <sub>3</sub> =         |                 |
| ۳/۶۵ <sup>b</sup>    | ۰/۲۷ <sup>a</sup>  | ۳۱۱۶/۳۹ <sup>b</sup> | ۱۲۵۵/۴۳ <sup>b</sup> | ۱۰/۶ <sup>b</sup>   | ۵۳/۳۷ <sup>b</sup> | ۱۰۹/۶۱ <sup>b</sup>  |                    | F <sub>1</sub> =         | کود دامی        |
| ۳/۹۵ <sup>b</sup>    | ۰/۲۸ <sup>a</sup>  | ۳۱۶۷/۸۸ <sup>a</sup> | ۱۲۹۵ <sup>ab</sup>   | ۱۰/۸ <sup>ab</sup>  | ۵۶/۸۲ <sup>b</sup> | ۱۱۲/۶۱ <sup>ab</sup> |                    | F <sub>2</sub> =         |                 |
| ۴/۳۳ <sup>a</sup>    | ۰/۲۹ <sup>a</sup>  | ۳۱۱۶/۳۹ <sup>a</sup> | ۱۳۴۱/۷۸ <sup>a</sup> | ۱۱ <sup>a</sup>     | ۵۹/۴ <sup>a</sup>  | ۱۱۷/۸۸ <sup>a</sup>  |                    | F <sub>3</sub> =         |                 |

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معناداری از نظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد ندارند. کود فسفات زیستی (P) برحسب کیلوگرم در هکتار و کود دامی (F) برحسب تن در هکتار است.

تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز

جدول ۵. مقایسه میانگین خصوصیات رشد، عملکرد کمی و کیفی گشنیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

| درصد اسانس          | عملکرد زیستی (kg/ha)  | عملکرد دانه (kg/ha)    | وزن هزاردانه (gt)    | تعداد چتر در بوته    | ارتفاع بوته (cm)      | تیمار  |
|---------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--|
| ۰/۲۱ <sup>de</sup>  | ۲۶۶/۱۷ <sup>c</sup>   | ۱۵۱/۶۱ <sup>hi</sup>   | ۹/۲۹ <sup>i</sup>    | ۳۱/۳۱                | ۸۲/۳۳ <sup>i</sup>    | M <sub>1</sub> P <sub>1</sub> F <sub>1</sub> |
| ۰/۱۹ <sup>c</sup>   | ۲۵۳/۰ <sup>c</sup>    | ۸۱۵/۶۷ <sup>i</sup>    | ۹/۳۱ <sup>ij</sup>   | ۲۹/۷ <sup>i</sup>    | ۸۲ <sup>i</sup>       | M <sub>1</sub> P <sub>1</sub> F <sub>2</sub> |
| ۰/۱۸ <sup>c</sup>   | ۲۷۴۳/۳ <sup>de</sup>  | ۸۲۰/۳۳ <sup>i</sup>    | ۹/۱۷ <sup>i</sup>    | ۳۰/۳۱                | ۸۸ <sup>g-i</sup>     | M <sub>1</sub> P <sub>1</sub> F <sub>3</sub> |
| ۰/۳۳ <sup>cd</sup>  | ۲۷۴۰ <sup>de</sup>    | ۸۱۰/۳۳ <sup>i</sup>    | ۹/۷۲ <sup>j</sup>    | ۴۰/۸۱ <sup>j</sup>   | ۹۳/۲۶ <sup>f-i</sup>  | M <sub>1</sub> P <sub>2</sub> F <sub>1</sub> |
| ۰/۱۹ <sup>c</sup>   | ۲۶۷۸/۳ <sup>c</sup>   | ۸۱۰ <sup>i</sup>       | ۹/۸۳ <sup>h-j</sup>  | ۴۰/۶۶ <sup>h-j</sup> | ۹۰/۳۳ <sup>f-i</sup>  | M <sub>1</sub> P <sub>2</sub> F <sub>2</sub> |
| ۰/۱۷ <sup>c</sup>   | ۲۵۷۵ <sup>c</sup>     | ۱۰۶۰ <sup>gh</sup>     | ۱۰/۱۷ <sup>g-h</sup> | ۳۱/۵۳ <sup>i</sup>   | ۸۰/۶۶ <sup>i</sup>    | M <sub>1</sub> P <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |
| ۰/۸ <sup>de</sup>   | ۲۵۰۵ <sup>c</sup>     | ۱۱۳۱/۶۷ <sup>f-g</sup> | ۸/۲۱ <sup>i</sup>    | ۴۶/۱۶ <sup>g-i</sup> | ۱۰۶/۶۶ <sup>d-g</sup> | M <sub>1</sub> P <sub>3</sub> F <sub>1</sub> |
| ۰/۲۱ <sup>de</sup>  | ۲۳۶۰/۳ <sup>c</sup>   | ۱۳۰۵ <sup>f</sup>      | ۱۰/۲۳ <sup>g-i</sup> | ۲۷/۲۸ <sup>i</sup>   | ۱۰۶/۳۳ <sup>d-g</sup> | M <sub>1</sub> P <sub>3</sub> F <sub>2</sub> |
| ۰/۱۳ <sup>c</sup>   | ۳۰۲۰ <sup>b-e</sup>   | ۱۳۰۰/۸۹ <sup>f</sup>   | ۱۰/۶۷ <sup>f-h</sup> | ۵۰/۶۳ <sup>f-h</sup> | ۱۱۹/۳۳ <sup>b-e</sup> | M <sub>1</sub> P <sub>3</sub> F <sub>3</sub> |
| ۰/۳۳ <sup>cd</sup>  | ۳۰۷۵ <sup>b-e</sup>   | ۱۳۰ <sup>d-f</sup>     | ۱۰/۸۹ <sup>g-g</sup> | ۵۳/۴۶ <sup>g</sup>   | ۹۴/۹۷ <sup>f-i</sup>  | M <sub>2</sub> P <sub>1</sub> F <sub>1</sub> |
| ۰/۳۸ <sup>a</sup>   | ۳۲۶۱/۸ <sup>a-c</sup> | ۱۷۰۰/۶۷ <sup>a-c</sup> | ۹/۰ <sup>j</sup>     | ۵۹/۰ <sup>g-f</sup>  | ۱۱۹/۳۳ <sup>b-e</sup> | M <sub>2</sub> P <sub>1</sub> F <sub>2</sub> |
| ۰/۳۳ <sup>cd</sup>  | ۲۶۱۶/۴ <sup>c</sup>   | ۱۴۸۹/۳۳ <sup>c-c</sup> | ۱۱/۲۱ <sup>c-f</sup> | ۴۳/۲۶ <sup>g-j</sup> | ۸۲/۶۶ <sup>i</sup>    | M <sub>2</sub> P <sub>1</sub> F <sub>3</sub> |
| ۰/۳۷ <sup>ab</sup>  | ۲۷۵۹/۳ <sup>cd</sup>  | ۱۵۱۵ <sup>b-e</sup>    | ۱۰/۴۷ <sup>g-i</sup> | ۴۳/۴۳ <sup>g-j</sup> | ۹۷/۹۹ <sup>f-i</sup>  | M <sub>2</sub> P <sub>2</sub> F <sub>1</sub> |
| ۰/۳۹ <sup>a</sup>   | ۳۶۰۸/۳ <sup>a-c</sup> | ۱۵۸۱/۶۷ <sup>a-d</sup> | ۱۰/۸۶ <sup>a-c</sup> | ۵۴/۱۶ <sup>g-f</sup> | ۱۳۱/۳۳ <sup>a-c</sup> | M <sub>2</sub> P <sub>2</sub> F <sub>2</sub> |
| ۰/۳۳ <sup>cd</sup>  | ۳۶۷۵ <sup>ab</sup>    | ۱۵۹۶ <sup>a-d</sup>    | ۱۰/۱۶ <sup>g-j</sup> | ۷۶/۱۳ <sup>b-d</sup> | ۱۳۲/۳۳ <sup>a-c</sup> | M <sub>2</sub> P <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |
| ۰/۲۹ <sup>c-c</sup> | ۳۸۵۰ <sup>a</sup>     | ۱۷۰۳ <sup>a-c</sup>    | ۱۰/۱۳ <sup>g-j</sup> | ۴۰/۸۶ <sup>h-j</sup> | ۱۳۵/۶۶ <sup>ab</sup>  | M <sub>2</sub> P <sub>3</sub> F <sub>1</sub> |
| ۰/۴ <sup>a</sup>    | ۳۸۷۵ <sup>a</sup>     | ۱۰۲۵ <sup>g</sup>      | ۱۲/۲۷ <sup>ab</sup>  | ۸۷/۱ <sup>ab</sup>   | ۱۳۸ <sup>ab</sup>     | M <sub>2</sub> P <sub>3</sub> F <sub>2</sub> |
| ۰/۴ <sup>a</sup>    | ۳۹۳۱/۸ <sup>a</sup>   | ۱۷۸۰/۶۷ <sup>a</sup>   | ۱۲/۵۵ <sup>a</sup>   | ۸۹/۴۳ <sup>a</sup>   | ۱۴۰/۶۶ <sup>a</sup>   | M <sub>2</sub> P <sub>3</sub> F <sub>3</sub> |
| ۰/۱۷ <sup>c</sup>   | ۲۵۹۸/۳ <sup>c</sup>   | ۹۸۶/۳۳ <sup>hi</sup>   | ۱۰/۸۵ <sup>g-g</sup> | ۳۲/۵۳ <sup>i</sup>   | ۸۴/۶۶ <sup>hi</sup>   | شاهد   |

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معناداری از نظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد ندارند. عدم تلقیح میکوریزا = M<sub>1</sub>، تلقیح میکوریزا = M<sub>2</sub>، کود فسفات زبستی = P<sub>1</sub>، کود فسفات زبستی = P<sub>2</sub> و P<sub>3</sub> = ۳۵، P<sub>1</sub> = ۰ و P<sub>2</sub> = ۷۰ و P<sub>3</sub> = ۳۵ کیلوگرم در هکتار) و کود دامی (F<sub>1</sub> = ۰، F<sub>2</sub> = ۱۰، F<sub>3</sub> = ۲۰ در هکتار)

بوته در سطح سوم (۵۹/۴ چتر) ۱۱/۵ درصد بیشتر از سطح اول (۵۳/۲۷ چتر) شد (جدول ۴).

بنابر نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای مختلف کودهای زیستی، دامی و شاهد تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد چتر در بوته داشت (جدول ۳). کمترین تعداد چتر در بوته (۲۷/۲۸ چتر) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی؛ و بیشترین تعداد چتر در بوته (۸۹/۴۳ چتر) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۱۹ درصد کمتر و ۱۷۴ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی (۳۲/۵۳ چتر) شد (جدول ۵). بهبود خصوصیات رشدی گیاه در اثر کاربرد کودهای زیستی نیز گزارش شده است [۳۳]. به نظر می‌رسد کودهای زیستی حاوی ریزجانداران با جایگزینی آنها با تنظیم‌کننده‌های رشد مصنوعی در بهبود ویژگی‌های رشدی گشنیز کارایی زیادی دارد.

### ۳.۳. وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزاردانه معنادار شد (جدول ۲). بین سطوح تلقیح میکوریزایی تفاوت معناداری وجود دارد، به نحوی که وزن هزاردانه در تلقیح با میکوریزا (۱۱/۶۶ گرم) در مقایسه با عدم تلقیح (۹/۸۹ گرم)، ۱۷/۹ درصد بیشتر بود (جدول ۴). محققان در آزمایشی بر روی گشنیز اظهار داشتند که افزایش فتوسنتز و متعاقب آن بهبود وزن خشک گیاه، تأثیر زیادی در افزایش وزن هزاردانه در گیاهان تلقیح‌شده دارد [۲۱]. تلقیح میکوریزایی موجب شد که در مرحله پر شدن دانه‌ها، شیره پرورده کافی به دانه‌ها منتقل شده و سبب بهبود وزن هزاردانه گشنیز شود. مقایسه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین ارتفاع بوته (۸۰/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۳۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی؛ و بیشترین ارتفاع بوته (۱۴۰/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۵ درصد کمتر و ۶۶ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی (۸۴/۶ سانتی‌متر) شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد تیمارهای کودهای زیستی و دامی مطلوب در مقایسه با شاهد شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای افزایش رشد فراهم می‌آورند. این موضوع در بسیاری از تحقیقات مرتبط با کشاورزی پایدار که مبتنی بر استفاده از منابع آلی و زیستی همراه با مصرف متعادل کودهای شیمیایی است، تأیید و تأکید شده است [۲۸، ۳۲].

### ۲.۳. تعداد چتر در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد چتر در بوته گشنیز معنادار شد (جدول ۲). تعداد چتر در بوته در تلقیح میکوریزا (۶۹/۷۷ چتر) در مقایسه با عدم تلقیح (۴۷/۱۶ چتر) در حدود ۴۷/۹ درصد بیشتر شد (جدول ۴). در تحقیقی تعداد چتر بیشتر در بوته گشنیز به بهبود تغذیه معدنی و به‌ویژه فسفر و افزایش عملکرد زیستی در تیمار تلقیح میکوریزایی نسبت داده شد [۲۱]. تعداد چتر در بوته در سطح سوم کود فسفات زیستی (۶۷/۲۸ چتر) در حدود ۴۷/۹ درصد بیشتر از سطح اول (۴۵/۴۷ چتر) شد (جدول ۴). مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات در گیاه دارویی گاوزبان سبب بهبود تعداد گل در این گیاه شد [۲۹]. بین سطوح کود دامی نیز اختلاف معناداری وجود دارد، به نحوی که تعداد چتر در



با شاهد شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای افزایش اجزای عملکرد فراهم می‌آورند.

### ۴.۳. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس، نشان داد که تأثیر تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی و اثر متقابل این دو عامل و همچنین کود دامی در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه معنادار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح با میکوریزا (۱۵۷۹/۱۵ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۱۰۱۵/۶۷ کیلوگرم در هکتار)، در حدود ۵۵/۴۷ درصد بیشتر شد (جدول ۴). یکی از مهم‌ترین آثار کاربرد قارچ‌های میکوریزا افزایش عملکرد گیاهان زراعی، به‌ویژه در خاک‌های با حاصلخیزی کم است. قارچ‌های میکوریزا از طریق نفوذ میلیسیوم قارچ در خاک، سبب افزایش سطح تماس ریشه‌ها و به‌دنبال آن، افزایش عملکرد دانه می‌شود [۱۱]. میان سطوح کود فسفات زیستی اختلاف معناداری وجود دارد، به‌نحوی که عملکرد دانه در سطح سوم آن (۱۵۱۰/۶۱ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۳۴/۲۲ درصد بیشتر از سطح اول (۱۱۲۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار) و در حدود ۲۰/۲۵ درصد بیشتر از سطح دوم (۱۲۵۶/۱۷ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجب افزایش چشمگیر عملکرد دانه در گیاه دارویی سیاه‌دانه می‌شود [۲۹]. تحریک رشد و افزایش عملکرد دانه را می‌توان به تولید اکسین و جیبرلین توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات نسبت داد [۲۶]. 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 شد. مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی نیز دارای اختلاف معناداری بود، به‌نحوی که عملکرد دانه در تیمارهای شامل سطح تلقیح میکوریزایی در سطوح

میانگین‌ها نشان داد وزن هزاردانه در سطح سوم کود فسفات زیستی (۱۱/۳۴ گرم) در حدود ۱۱/۱۷ درصد بیشتر از سطح اول (۱۰/۲ گرم) و در حدود ۵/۱۹ درصد بیشتر از سطح دوم (۱۰/۷۸ گرم) شد (جدول ۴). نتایج این تحقیق با مطالعات سایر محققان همسوست [۳۳، ۱۸]. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین سطح اول و سوم کود دامی تفاوت معناداری وجود دارد، به‌طوری که وزن هزاردانه در سطح سوم (۱۱ گرم) در حدود ۳/۱۸ درصد بیشتر از سطح اول (۱۰/۶۶ گرم) شد (جدول ۴). یافته‌های آزمایشی مشابه در مورد گیاه دارویی گشنیز، مبین همین مطلب است [۱۲]. با این حال، با بررسی اثر مصرف کود دامی در زیره سبز<sup>۱</sup> نشان داده شده است که وزن هزاردانه بین تیمارهای مختلف تفاوت معناداری نشان نداد [۶]. کود دامی نیز از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بر میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده گشنیز تأثیر مثبت گذاشت و موجب بهبود وزن هزاردانه گشنیز شد.

برپایه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزاردانه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین وزن هزاردانه (۸/۲۱ گرم) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و صفر تن در هکتار کود دامی؛ و بیشترین وزن هزاردانه (۱۲/۵۵ گرم) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که به‌ترتیب در حدود ۳۲ درصد کمتر و ۱۵ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی (۱۰/۸۵ گرم) شد (جدول ۵). افزایش وزن هزاردانه در اثر کاربرد کودهای زیستی مشاهده شده است [۳۳]. تیمارهای کودهای زیستی و دامی مطلوب در مقایسه

1. Cuminum cyminum

تحریک‌کنندگی بر همزیستی میکوریزی باشد و موجب افزایش عملکرد دانه شود. همچنین جذب بیشتر فسفر توسط گیاهان ذکر شده ممکن است به دلیل بهبود حلالیت این عنصر و انتقال آن توسط هیف‌های میکوریزا به آنها باشد [۳۱]. در بسیاری از تحقیقات در زمینه کشاورزی پایدار، رابطه‌ای افزایشی و تشدیدکننده بین این ریزجانداران و قارچ‌های میکوریزا تأیید شده است، به طوری که تلقیح همزمان آنها با گیاه، افزایش جذب فسفر و رشد بهتر گیاه را در پی داشته است [۳۰، ۳۳]. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح اول و سوم کود دامی تفاوت معناداری وجود دارد، به طوری که عملکرد دانه در سطح سوم (۱۳۴۱/۷۸ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۶/۸۷ درصد بیشتر از سطح اول (۱۲۵۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). کاربرد کود دامی موجب بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز تحت شرایط مزرعه‌ای شد [۱۲]. همچنین کاربرد کود دامی موجب افزایش ۷۸ درصد محصول رازیانه<sup>۳</sup> شد [۴]؛ از این رو مصرف مقادیر مناسب کود دامی با افزایش مواد آلی در خاک از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز و عملکرد دانه می‌شود.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین عملکرد دانه (۸۱۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۳۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی؛ و بیشترین عملکرد دانه (۱۷۸۰/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰

مختلف کود فسفات زیستی (۱۷۳۶/۲، ۱۵۶۴/۷، ۱۴۳۵/۳۳ کیلوگرم در هکتار)، برتری چشمگیری در مقایسه با تیمارهای شامل سطح عدم تلقیح در سطوح کود فسفات زیستی (۱۲۸۵، ۹۴۸/۱ و ۸۱۳/۶۳ کیلوگرم در هکتار) داشت که بیانگر کارایی سیستم همزیستی میکوریزی در انتقال عناصر غذایی به گیاه میزبان است (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تلقیح میکوریزا و کود فسفات زیستی بر عملکرد دانه

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معناداری از نظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

عدم تلقیح میکوریزا =  $M_1$ ، تلقیح میکوریزا =  $M_2$ ، کود فسفات زیستی (P) در سه سطح ( $P_1=0$ ،  $P_2=35$  و  $P_3=70$  کیلوگرم در هکتار)

در دو پژوهش در زمینه تلقیح با ریزجانداران حل‌کننده فسفات در گیاهان گندم<sup>۱</sup> و ماش سبز<sup>۲</sup>، مشخص شد که مصرف یک گونه باکتری و یک گونه قارچ در حضور سنگ فسفات سبب افزایش چشمگیر عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. در این پژوهش، افزایش عملکرد دانه به افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و بهبود فتوسنتز گیاهان مذکور نسبت داده شد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که ممکن است تولید هورمون‌های گیاهی که توسط این ریزجانداران صورت می‌گیرد، دارای تأثیر

*Phyllanthus amarus* در مقایسه با تیمار شاهد گزارش شد [۸]. تحریک رشد و افزایش عملکرد زیستی را می‌توان به تولید اکسین و جیبرلین توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات نسبت داد [۲۶]. با این‌حال، در آزمایشی بر روی گیاه مرزنجوش<sup>۲</sup> اعلام شد که تفاوت معناداری از لحاظ زیست‌توده میان تیمارهای تلقیح‌شده با باکتری‌های حل‌کننده فسفات با شاهد وجود نداشت [۱۶].

طبق نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد زیستی داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین عملکرد زیستی (۲۳۶۰/۳) کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیشترین عملکرد زیستی (۳۹۳۱/۷) کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۱۰ درصد کمتر و ۵۱ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی (۲۵۹۸/۳) کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۵). در تحقیقی مشاهده شد که اعمال کودهای زیستی بر روی گیاه شنبلیله<sup>۳</sup> موجب افزایش عملکرد زیستی گیاه می‌شود [۲۴].

### ۳.۶. درصد اسانس

طبق نتایج تجزیه واریانس، تأثیر دو عامل قارچ میکوریزایی و کود فسفات زیستی در سطح احتمال ۱ درصد، بر درصد اسانس دانه معنادار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح میکوریزا (۰/۳۵ درصد) و عدم تلقیح (۰/۲۱ درصد) تفاوت معناداری وجود دارد، به نحوی که درصد اسانس دانه در تلقیح با میکوریزا در حدود ۶۶/۶۶

کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۲۱ درصد کمتر و ۸۰ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی (۹۸۶/۳۳) کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۵). گیاهان کشت‌شده در سیستم کشاورزی ارگانیک به‌علت بهبود کیفیت خاک، اغلب ویتامین‌های B و C و ترکیبات فنولی، بتاکارتن و متابولیت‌های ثانویه بیشتری نسبت به گیاهان شیمیایی (گیاهانی که در یک سیستم متداول رشد می‌کنند) دارند و بنابراین عملکرد بیشتری نیز تولید خواهند کرد [۳۲].

### ۳.۵. عملکرد زیستی

تأثیر تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد زیستی گشنیز معنادار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد زیستی در تلقیح با میکوریزا (۳۵۸۴/۰۷) کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۲۷۷۸/۸۹) کیلوگرم در هکتار)، در حدود ۲۹ درصد بیشتر بود (جدول ۴). مخلوط قارچ‌های *G. fasciculatum* و *G. mosseae* میزان رشد و زیست‌توده را در گیاهان میزبان گشنیز و ریحان افزایش می‌دهد [۱۰]. تحقیقات درباره گیاه دارویی بشقابی<sup>۱</sup> نشان داد تلقیح ریشه این گیاه با میکوریزا سبب افزایش رشد گیاه شد [۱۹]. با این‌حال در پژوهشی دیگر، با وجود افزایش سرعت فتوسنتز در گیاه شبدر سفید میکوریزایی‌شده، زیست‌توده این گیاه افزایش معناداری در مقایسه با شاهد نداشت [۳۴]. در این آزمایش، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد زیستی در سطح سوم کود فسفات (۳۴۲۱/۷) کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۶ درصد بیشتر از سطح اول (۲۹۴۸/۹) کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). در تحقیقی بهبود معنادار عملکرد زیستی در اثر مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات در یک گیاه دارویی از خانواده فرفیون به‌نام

2. *Origanum vulgare*

3. *Trigonella foenum-graecum*

1. *Scutellaria integrifolia*

در آزمایشی گلخانه‌ای روی گیاه مرزنجوش مشخص شد که باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر مقدار اسانس این گیاه اثر چشمگیری دارد [۱۶]. به نظر می‌رسد که استفاده از کود فسفات زیستی، از طریق تأثیر مثبت بر فعالیت باکتری‌های حل‌کننده فسفات و سایر ریزجانداران مفید در خاک، امکان دسترسی مطلوب به عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را توسط گیاه دارویی گشنیز فراهم می‌آورد و متعاقب آن می‌تواند در بهبود درصد اسانس مؤثر باشد.

برپایه نتایج تجزیه واریانس، درصد اسانس دانه تحت تأثیر تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین درصد اسانس (۰/۱۳ درصد) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی؛ و بیشترین درصد اسانس دانه (۰/۴ درصد) مربوط به تیمارهای تلقیح با میکوریزا، مصرف ۳۵ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی و همچنین تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۳۰ درصد کمتر و ۱۳۵ درصد بیشتر از شاهد شیمیایی (۰/۱۷ درصد) شد (جدول ۵). دلیل بهبود کیفیت گیاهان دارویی در شرایط استفاده از کودهای زیستی را می‌توان به تأثیرات متقابل گیاه و ریزجانداران و انتقال سیگنال توسط ریزجانداران نسبت داد [۲۲]. همچنین برخی از ریزجانداران خاک‌زی سبب تحریک مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه می‌شوند [۱۳].

### ۷.۳. عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد اسانس دانه گشنیز معنادار شد (جدول ۲). بنابر نتایج مقایسه میانگین‌ها عملکرد اسانس

درصد بیشتر بود (جدول ۴). تحقیقات بر روی شوید<sup>۱</sup> و نوعی زیره<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزا به نام‌های *Glomus fasciculatum* و *Glomus macrocarpum* به‌طور شایان توجهی درصد اسانس این گیاهان را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید، به نحوی که شوید تا حدود ۹۰ درصد و زیره تا حدود ۷۲ درصد برتری درصد اسانس در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. در این پژوهش، جذب بیشتر فسفر معدنی توسط گیاهان میکوریزایی که عنصری ضروری در بیوسنتز اسانس است، به‌عنوان عامل مؤثر در افزایش درصد اسانس شناخته شد [۲۱]، اما در تحقیقی که درباره ریحان انجام گرفت، ملاحظه شد که افزایش درصد اسانس توسط قارچ میکوریزا، به‌علت افزایش تعداد کرک‌های ترشچی (محل اصلی ساخت اسانس) موجود در قاعده و مرکز هر برگ ریحان بود و تغذیه معدنی به‌ویژه فسفر تأثیری در آن نداشت؛ زیرا غلظت فسفر در بین گیاهان میکوریزایی و شاهد تفاوت معناداری نداشت [۱۳]. در تفسیر این نتیجه برخی محققان اظهار داشتند از آنجا که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی‌اند که واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدی) نظیر ایزوپنتیل پیروفسفات (IPP) و دی‌متیل آلیل پیروفسفات (DMAPP)، نیاز مبرم به (ATP) و (NADPH) دارند و با توجه به اینکه حضور عنصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری است [۲۳]، به نظر می‌رسد همزیستی میکوریزایی از طریق جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه گشنیز، موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد اسانس دانه در سطح سوم کود فسفات زیستی (۰/۳۲ درصد) در مقایسه با سطح اول (۰/۲۴ درصد) حدود ۳۳/۳۳ درصد بیشتر بود (جدول ۴).

1. *Anethum graveolens*

2. *Trachyspermum ammi* Sprague

#### ۴. نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که کمیت و کیفیت گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار می‌گیرد، از این رو تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بهترین شرایط را برای دستیابی به بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۱۷۸۰/۷ کیلوگرم در هکتار و درصد اسانس به مقدار ۴ درصد در گیاه دارویی گشنیز فراهم آورد.

#### منابع

۱. اکبری‌نیا، قلاوند، سفیدکن، رضایی م و شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۲) بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاهی دارویی زنیان. پژوهش و سازندگی. ۴۱: ۳۲-۴۱.
۲. امیدبیگی ر (۱۳۷۶) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد ۲، انتشارات طراحان نشر. ۳۴۹ ص.
۳. سفیدکن ف (۱۳۷۸) بررسی اسانس اندام‌های هوایی و میوه گشنیز. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۳: ۳۲-۳۸.
۴. شریفی عاشورآبادی، امین‌غ، میرزا م و رضوانی م (۱۳۸۱) تأثیر سیستم‌های تغذیه گیاه (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه. پژوهش و سازندگی. ۵۷: ۷۸-۹۰.
۵. فلاحی ج، کوچکی ع و رضوانی مقدم پ (۱۳۸۸) بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). پژوهش‌های زراعی ایران. ۷: ۱۳۵-۱۲۷.

در تلقیح میکوریزایی (۵/۶۶ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۲/۲۲ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۵۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در پژوهشی بر روی گیاه دارویی گشنیز، عملکرد اسانس در اثر کاربرد قارچ میکوریزا افزایش یافت [۲۱]. دو ویژگی عملکرد دانه و مقدار اسانس در دانه از اجزای عملکرد اسانس گشنیز محسوب می‌شوند. از این رو، به نظر می‌رسد با افزایش که در اثر تلقیح با میکوریزا در این دو جزء حاصل شد، عملکرد اسانس نیز افزایش یابد. مقایسه میانگین‌ها در بین سطوح کود فسفات زیستی نیز، اختلاف معناداری را نشان داد، به طوری که عملکرد اسانس در سطح سوم (۴/۸۳ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با سطح دوم (۳/۸۱ کیلوگرم در هکتار) و سطح اول (۳ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود ۱۲/۷ و ۶۱ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در تحقیقی بیشترین عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه آلمانی در تیمار باکتری حل‌کننده فسفات مشاهده شد [۵]. مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که عملکرد اسانس در سطح سوم کود دامی (۴/۲۳ کیلوگرم در هکتار) ۱۱۵/۸۹ درصد بیشتر از سطح اول (۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). در گزارشی کاربرد ۳۰ تن کود دامی در هکتار عملکرد اسانس گیاه زنیان را بهبود بخشید، محققان اظهار داشتند وجود مواد آلی در کود دامی در بهبود خواص فیزیکی شیمیایی و حاصلخیزی خاک، سبب این افزایش شده است [۱].

افزایش عملکرد اسانس در طی استفاده از کود دامی در گشنیز، ممکن است به دلیل تأثیر مثبت کود دامی در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آنها توسط گیاه باشد. با این حال، در آزمایش دیگری، کاربرد کودهای آلی تفاوت معناداری از نظر عملکرد اسانس با شاهد (استفاده از کودهای شیمیایی) نداشت [۲۰].

#### 1. *Matricaria chamomilla*

## به زراعی کشاورزی

- Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza*. 16(7): 485-94.
14. Demir S (2004) Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. *Turkish Journal of Biology*. 28: 85-90.
15. Diederichsen A (1996) Coriander (*Coriandrum sativum* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
16. Gewaily EM, El-Zamik FI, El-Hadidy TT, Abd El-Fattah HI and Salem SH (2006) Efficiency of biofertilizers, organic and inorganic amendment application of growth and essential oil of Marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous soils. *Zagazig Agricultural Research*. 33: 205-396.
17. Gyaneshwar P, Naresh Kumar G, Parekh LJ and Poole PS (2002) Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*. 245: 83-93.
18. Idris M (2003) Effect of integrated use of Mineral organic N and Azotobacter on the yield, yield components and N-nutrition of wheat (*Triticum aestivum*). *Biological Sciences*. 6: 539-543.
19. Joshee N, Mentreddy SR and Yadav K (2007) Mycorrhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants. *Industrial Crops and Products*. 25: 169-177.
20. Kalra A (2003) Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. *Organic Production of Medicinal*. FAO. 22: 586-592.
۶. قنبری ا، احمدیان و گلوی م (۱۳۸۴) بررسی اثر دفعات آبیاری و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز. پژوهش‌های زراعی ایران. ۳۰(۲): ۲۶۲-۲۵۵.
۷. لطفی ا، وهابی سدهی ع، قنبری ا و حیدری م (۱۳۸۷) بررسی تأثیر کم‌آبیاری و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی اسفرزه در منطقه سیستان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴(۴): ۵۱۸-۵۰۶.
8. Annamalai A, Lakshmi PTV, Lalithakumari D and Murugesan K (2004) Optimization of biofertilizers on growth, biomass and seed yield of *Phyllanthus amarus* (Bhumyamalaki) in sandy loam soil. *Medicinal and Aromatic Plants Sciences and Biotechnology*. 26(4): 33-40.
9. Azeez JO, Van Averbek W and Okorogbona AOM (2010) Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. *Bioresource Technology*. 101: 2499-2505.
10. Basu M and Srivastava NK (1998) Root endophytes in medicinal plants their population and effects. Abstract of the 7<sup>th</sup> International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland. 9-16 August.
11. Carling DE and Brown MF (1982) Anatomy and physiology of vesicular-arbuscular and nonmycorrhizal roots. *Phytopathology*. 72: 1108-1114.
12. Carrubba A, Torre laR Di Prima A, Saiano F and Alonzo G (2002) Statistical analyses on the essential oil of Italian coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits of different ages and origins. *Essential Oil Research*. 14(6): 389-396.
13. Copetta A, Lingue G and Berata G (2006)

21. Kapoor R, Giri B and Mukerji KG (2002) Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Science Food Agriculture. 82(4): 339-342.
22. Karthikeyan B, Abdul Jaleel C, Lakshmanan GMA and Deiveekasundaram M (2008) Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces Biointerfaces. 62: 143-145.
23. Loomis WD and Corteau R (1972) Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochem. 6: 147-185.
24. Nagananda GS, Das A, Bhattacharya S and Kalpana T (2010) In vitro studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of *Trigonella foenum-graecum* L. using a novel glass marble containing liquid medium. International Journal of Botany. 6: 394-403.
25. Sailo GL and Bagyaraj DJ (2005) Influence of different AM-fungi on the growth, nutrition and forskolin content of *Coleus forskohlii*. Mycological Research. 109: 795-798.
26. Sattar MA and Gaur AC (1987) Production of auxins and gibberellins by phosphate-dissolving microorganisms. Zentralbl Mikrobiol. 142: 393-395.
27. Schmidt K (1995) Mycorrhizae. IFOAM. Ecology and Farming. Pp. 22-23.
28. Shaalan MN (2005a) Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egyptian Journal Agricultural Research. 83(1): 271-284.
29. Shaalan MN (2005b) Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. plants. Egyptian Journal Agricultural Research. 83(2): 811-828.
30. Sharma AK (2002) Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. 407 p.
31. Singh S and Kapoor KK (1999) Inoculation with phosphate-solubilizing microorganisms and a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter, yield, nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. Biology of Fertility Soil. 28: 139-144.
32. Rembialkowska E (2004) The impact of organic agriculture on food quality. Agricultura Scientific. 21: 19-26.
33. Toro M, Azcon R and Barea JM (1997) Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability and nutrient cycling. Applied and Environmental Microbiology. 63(11): 4408-4412.
34. Wright DP, Scholes JD and Read DJ (1998) Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens* L. Plant, Cell and Environment. 21(2): 209-216.