

## Investigating the effect of Biological and Organic Fertilizers on some Quantitative and Qualitative Characteristics of European borage (*Borago officinalis* L.)

Kiamars Azadinejad<sup>1</sup> , Amin Salehi<sup>2\*</sup> , Alireza Yadvi<sup>3</sup> , Hooshang Farajee<sup>2</sup> ,  
Parvin Rostampour<sup>4</sup> 

Received: 24 April 2023

Accepted: 28 December 2023

1- M.Sc Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

2- Assoc. Prof, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

3-Prof, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

4- Ph.D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

\*Corresponding Author Email: [aminsalehi@yu.ac.ir](mailto:aminsalehi@yu.ac.ir)

### Abstract

**Background and Objective:** Fertilizer management is a key factor in the successful cultivation of medicinal plants. The use of organic and bio-fertilizers in the production of these plants is of great importance, aiming to eliminate or significantly reduce the use of chemical inputs, enhance soil fertility, and improve plant growth and quality. Therefore, the study was conducted in order to investigate the effect of ecological inputs on some quantitative and qualitative characteristics of *Borago officinalis*.

**Materials and Methods:** The experiment was used in a completely randomized block design with three replications in 2018-2019 in Fahljan, Noorabad, and Fars province. The first factor includes compost at three levels (0, 5 and 10 ton.ha<sup>-1</sup>) and the second factor includes biological fertilizers at four levels (Control, Mycorrhizal, Bacillus and Mycorrhiza + Bacillus). The seeds of *Borago officinalis* were obtained from Pakan Bazr Company in Isfahan, while arbuscular mycorrhizal fungi and bacterial suspensions were sourced from the Soil and Water Research Institute in Karaj. Arbuscular mycorrhizal fungi were applied at a rate of 80 kg per hectare (each gram of the fungal sample contained approximately 120 viable spores) and at a rate of 20 grams per plant during sowing, placed in furrows specifically prepared for seed planting in a banding method. Additionally, the roots of the seedlings were inoculated with the corresponding bacterial suspension and then transplanted into the main plots. The composts used in the experiment were prepared from animal manure and rice straw and stubble.

**Results:** The results showed a significant increase in the chlorophyll index and mucilage of borage leaf with increasing compost levels from 0 to 10 tons per hectare, and among the biofertilizer levels, the highest amount of these characteristics was obtained from the combined treatment of mycorrhizae and bacteria biofertilizers. The highest amount of studied morphological and functional characteristics, especially the number of flowers per branch, the number of flowers per plant and flower yield was obtained when applying 10 ton.ha<sup>-1</sup> of compost and integrated application of the studied micro organisms, and the lowest amount was obtained from control, which had no compost and biological fertilizers were not used.

**Conclusion:** The application of compost and biological fertilizers studied (mycorrhizae and Bacillus) had a positive effect on quantitative and qualitative characteristics of borage. Although each of these nutritional sources in the production of borage led to the improvement of studied characteristics, nevertheless, the combined use of compost and biological fertilizers had a greater effect and efficiency in increasing these traits.

**Keywords:** Compost, European Borage, Growth-Promoting Bacteria, Mycorrhiza, Phytochemical Activity



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright© 2025 Email: [aminsalehi@yu.ac.ir](mailto:aminsalehi@yu.ac.ir) Amin Salehi

<http://doi.org/10.22034/SAPS.2023.56315.3030>



## بررسی تأثیر کودهای زیستی و آلی بر برخی صفات کمی و کیفی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.)

کیامرث آزادی نژاد<sup>۱</sup>، امین صالحی<sup>۲\*</sup> , علیرضا یدوی<sup>۳</sup>، هوشنگ فرجی<sup>۲</sup>، پروین رستم پور<sup>۴</sup>

|                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۴ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۷ |
|--------------------------|-------------------------|

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۴- دانشجوی دکتر، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

\*مسئول مکاتبه: Email: aminsalehi@yu.ac.ir

### چکیده

**مقدمه و اهداف:** مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان دارویی می باشد. کاربرد کودهای آلی و زیستی در تولید این گیاهان با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی و همچنین افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود رشد و کیفیت گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است، لذا پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر نهاده های اکولوژیک بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis*) انجام گردید.

**مواد و روش ها:** آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در روستای فهلان، شهرستان نورآباد، از توابع استان فارس اجرا گردید. عامل اول شامل کمپوست در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و عامل دوم شامل کودهای زیستی در چهار سطح (شاهد، قارچ میکوریزا *Funneliformis moseae* باکتری *Bacillus subtilis* و قارچ میکوریزا + باکتری) بود. بذره های گاوزبان اروپایی از شرکت پاکان بذرافشان، قارچ میکوریزا و سوسپانسیون باکتریایی از مؤسسه ی آب و خاک کرج تهیه شد. قارچ میکوریزا آربوسکولار به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار (هر گرم نمونه قارچ میکوریزا حاوی حدود ۱۲۰ اسپور زنده بود) و به میزان ۲۰ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت و داخل کپه های حفر شده برای کشت بذر به صورت نواری استفاده گردید و همچنین ریشه های نشاء آغشته به سوسپانسیون باکتری مربوطه شده و به کرت های اصلی انتقال داده شد. کمپوست های استفاده شده در آزمایش از کود دامی و کاه و کلش برنج تهیه گردید.

**یافته ها:** نتایج بیانگر افزایش معنی دار شاخص کلروفیل و درصد موسیلاژ برگ گاوزبان اروپایی با افزایش سطوح کمپوست از صفر به ۱۰ تن در هکتار بود و در بین سطوح کود زیستی بیشترین میزان این صفات از تیمار تلفیقی کودهای زیستی میکوریز و باکتری حاصل شد. بیشترین میزان صفات مورفولوژیکی و عملکردی مورد مطالعه، مخصوصاً تعداد گل در شاخه، تعداد گل در بوته و عملکرد گل در زمان کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار و کاربرد تلفیقی ریزموجودات مورد بررسی به دست آمد و کمترین عملکرد گل نیز از کرتی حاصل شد که هیچ گونه کود کمپوست و زیستی استفاده نشده بود.

**نتیجه گیری:** کاربرد کود آلی کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه (میکوریزا و باکتری) تأثیر مثبتی بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان اروپایی داشتند. اگرچه هریک از این منابع تغذیه ای در تولید گاوزبان اروپایی منجر به بهبود

صفات مورد بررسی گردید، اما با این وجود، کاربرد تلفیقی کمپوست و کودهای زیستی، تأثیر و کارایی بیشتری در افزایش این صفات داشت.

**واژه‌های کلیدی:** باکتری محرک رشد، کمپوست، گاو زبان اروپایی، میکوریزا، فعالیت فیتوشیمیایی

## مقدمه

افزایش تولید در واحد سطح از طریق کاهش هزینه‌های تولید و افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها، بدون آنکه به منابع آب و خاک و محیط زیست و کیفیت محصول آسیب وارد شود از اهداف اصلی یک نظام زراعی پایدار می‌باشند (منگیستو و همکاران ۲۰۱۷). بر همین اساس، جهت نیل به این اهداف، امروزه استفاده از انواع مختلف کودهای آلی و زیستی در نظام‌های تولید پایدار رواج پیدا کرده است. کاربرد انواع کودهای آلی از جمله کودهای دامی و کمپوست به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی مطلوب آن‌ها می‌تواند جایگزینی مناسب برای کاربرد کودهای شیمیایی باشد. کاربرد مواد آلی ایزاری مؤثر برای مدیریت باروری و اصلاح خاک می‌باشد. این مواد نه تنها مواد غذایی ضروری برای گیاه را به مزرعه عرضه می‌کنند، بلکه می‌توانند ظرفیت نگهداری مواد غذایی خاک، دسترسی به عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، فعالیت ریزجانداران خاک، ساختار خاک و رشد گیاه در خاک را بهبود بخشند (ملیس ۲۰۱۶).

اصطلاح کودهای زیستی منحصرأً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود، بلکه ریزجاندارانی مثل باکتری‌ها و قارچ‌های مفید و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها را نیز در بر می‌گیرد. کودهای زیستی به عنوان یکی از طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه‌ها به منظور زنده و فعال نگه داشتن سامانه حیاتی خاک مطرح هستند (رحیم زاده و همکاران ۲۰۱۱). یافته‌های بسیاری از پژوهش‌گران نشان‌دهنده این است که حضور ترکیبات زیستی در نظام‌های مختلف کشاورزی پایدار از طریق اثرات هم‌افزایی و تشدید کننده‌ای که میان آن‌ها بوجود می‌آید می‌تواند با ایجاد یک بستر مناسب و به دنبال آن دسترسی مطلوب گیاه به عناصر غذایی، موجب رشد و افزایش زیست توده گیاه گردد (شارما ۲۰۰۲). قارچ‌های میکوریزا با برقراری رابطه همزیستی با بسیاری از گیاهان زراعی، در افزایش جذب عناصر غذایی و نیز افزایش توان ریشه در جذب آب و در نتیجه بهبود

وضعیت تغذیه‌ای گیاه نقش مفیدی دارند. اهمیت میکوریزا در کشاورزی بر پایه‌ی نقش ویژه‌ی آن به عنوان حلقه‌ی ارتباطی بین خاک و گیاه استوار است (رضوانی و همکاران ۲۰۱۱). آزمایش قیصری زردک و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه رازیانه نشان داد که تلقیح گیاه با گونه‌های میکوریزا باعث افزایش ارتفاع، زیست توده، عملکرد دانه و روغن، سطوح بالای فسفر و قندهای محلول در برگ‌ها شد. حمزه‌ای و نجاری (۲۰۱۳) گزارش کردند که تلقیح بذور مارتیغال با قارچ گلوموس موسه‌آ (*Glomus mosseae*)، در مقایسه با تیمار ۶۵ کیلوگرم فسفر بر هکتار و عدم تلقیح، عملکرد دانه را ۵۸ درصد افزایش داد. بنا بر گزارش نقیبی و همکاران (۲۰۱۵)، تلقیح گیاه دارویی کاسنی پاکوتاه (*Cichorium pumilum*) (Jacq) با قارچ میکوریزا باعث افزایش عملکرد خشک زیست توده و شاخص سطح برگ در مقایسه با شاهد شد. در مطالعه دیگری مشاهده گردید که تلقیح گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*) با قارچ میکوریزا سبب افزایش معنی‌دار طول ساقه و وزن خشک اندام هوایی می‌گردد (آسترای و همکاران ۲۰۱۵). باکتری‌های محرک رشد از طریق مستقر شدن در اطراف ریشه گیاه نقش مهمی در تأمین نیاز گیاهان به عناصر غذایی دارند. بایروا و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه بر روی گیاه شنبلیله نشان دادند که تلقیح باکتری‌های ریزوبیوم و حل‌کننده فسفر منجر به افزایش نیتروژن و فسفر قابل دسترس شده و سنتز پروتئین، کربوهیدرات‌ها و نشاسته افزایش پیدا کرد و در نتیجه عملکرد گیاه شنبلیله افزایش یافت. کندل و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم با نصف مقدار مطلوب کود نیتروژن در گیاه ریحان ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن خشک برگ و ریشه‌ها را افزایش داد. ظهور و همکاران (۲۰۰۴) نیز اظهار کردند که تیمارهای زیستی درصد موسیلاژ اسفرزه را به طور معنی‌داری افزایش داد.

استفاده از بقایای آلی در کشاورزی یکی از مهم‌ترین راه‌های تأمین ماده آلی خاک و باز چرخ طبیعی این

ترکیبات می‌باشد. بازیافت این ضایعات با کمپوست کردن، یک راه حل مناسب برای رفع مشکلاتی مانند کاهش خاصیت قلیایی خاک، کمک به حفظ رطوبت خاک در افزایش توسعه ریشه و در نتیجه افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه دخالت موثری داشته است (بارتل و همکاران ۲۰۰۴). تهیه کمپوست به فرآیند تجزیه کنترل شده مواد آلی توسط ریزموجودات در حضور اکسیژن گفته می‌شود. این مواد آلی می‌تواند کود دامی، بقایای محصولات زراعی یا هر ماده آلی دیگری باشد (کوچکی و همکاران ۲۰۰۷). در پژوهشی اثر کودهای آلی بر چند گیاه دارویی انجام گردید و مشخص شد که اضافه کردن کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه در سرخارگل و افزایش وزن تر و خشک گیاه در بادرنجبویه گردید (دلیلت ۲۰۰۲). در تحقیقی بهزاد امیری و همکاران (۲۰۱۶) بر گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) مشخص نمودند با کاربرد کمپوست عملکرد گل خشک نسبت به شاهد به میزان ۱۴ درصد افزایش یافت. در یک بررسی بر روی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* Moench L.) نتایج نشان داد که کود ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه، ریشه، گل، عملکرد زیستی، تعداد گل در بوته و سبزیگی برگ داشت (رضوی نیا و همکاران ۲۰۱۵). در گیاه گلسرخ گزارش شد که اجزای عملکرد، عملکرد و اسانس این گیاه تحت شرایط کمبود آب در شرایط مصرف کودهای ورمی کمپوست و کود دامی به‌طور چشمگیری افزایش یافت (حمیدی و همکاران ۲۰۲۲). در پژوهش دیگری روی گیاه نعنا فلفلی، کاربرد کودهای آلی از طریق تأمین مواد غذایی مورد نیاز در طول دوره رشد گیاهان دارویی با بهبود فتوسنتز و محتوای کلروفیل گیاه، افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو و رشد و توسعه شاخص سطح برگ و بهبود ساختمان فیزیکی خاک و تعادل در بخش فیزیکی و شیمیایی خاک سبب بهبود عملکرد اسانس این گیاه شد (ال عامری، ۲۰۲۱). چودهاری و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای روی گیاه دارویی آلوئه‌ورا نشان داده‌اند که مصرف کود مرغی با تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک سبب بهبود وزن خشک اندام‌های هوایی و میزان اسانس شد.

مدیریت کودی می‌تواند تا حد زیادی تولید محصولات را تحت تأثیر قرار دهد (نورزاد و همکاران ۲۰۱۴). نتایج تحقیق محمودزاده و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که

کاربرد تلفیقی باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریزا سبب افزایش صفات رویشی (شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، مجموع طول شاخه‌های جانبی، عملکرد وزن تر و خشک گیاه و وزن خشک ریشه) و غلظت عناصر غذایی در گیاه دارویی نعنا فلفلی شد. علی پور (۲۰۲۲) در بررسی اثر کود زیستی و ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)، گزارش داد که بیشترین تعداد دانه در کاپیتول، درصد روغن، درصد سیلیمارین، درصد سیلیبین، عملکرد روغن و تعداد گل-آذین در تیمار تلفیقی ورمی‌کمپوست و کود زیستی فسفات بارور ۲ به‌دست آمد. رضایی چیاپه و همکاران (۲۰۱۵) طی تحقیقی مشخص نمودند صفات مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زنیان با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی قارچ میکوریزا، ازتوباکتر و فسفر بارور ۲ نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده شدند نتیجه بهتری داشت. همچنین کودهای حاوی باکتری *Acidithio bacillus* spp. میکوریزا به ترتیب افزایش ۲۱ و ۱۶ درصدی عملکرد دانه گل گاوزبان را در مقایسه با شاهد را به همراه داشتند (بهزاد امیری و همکاران ۲۰۱۷). زمانی و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی گیاه رازیانه، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۵۲۰/۳۸ گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۱۴۶/۶۸ گرم در متر مربع) در تیمار تلفیقی کود زیستی کامل (ازتو بارور ۱، فسفر بارور ۲ و پتآبارور ۲) + قارچ میکوریزا حاصل شد.

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی برای حصول عملکرد کمی و کیفی مطلوب برای گیاهان دارویی، ارزیابی انواع کودهای آلی و زیستی است. در این شرایط ضمن ممانعت از آلودگی محیط زیست، می‌توان کیفیت منابع آبی و کارایی نهاده‌های کشاورزی را افزایش و میزان فرسایش خاک را به حداقل رساند. بدین ترتیب این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان اروپایی طراحی و اجرا شد.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در اراضی مرکز جهاد کشاورزی روستای فهلان، شهرستان نورآباد ممسنی از توابع استان فارس به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با

و سپس، ردیف‌هایی به طول ۲ متر، عرض ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر از کود دامی به صورت لایه لایه توزین شد. برای جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید بر هر ردیف کود دامی، سطح ردیف‌ها بوسیله‌ی کاه و کلس به‌طور کامل پوشانده شد. طول دوره تبدیل کود دامی تازه به کمپوست‌های قابل استفاده ۸۵ روز بوده که در این مدت تأمین رطوبت مورد نیاز و شرایط هوازی، برای فعالیت ریزجاندارها در ردیف‌های کود دامی لحاظ گردید. در چند نوبت علاوه بر برهم زدن ردیف‌های کودی، دمای توده کود در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری به وسیله دماسنج جیوه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت تا از رسیدن دمای ردیف‌های کودی به مقدار مناسب (حدود ۵۵ تا ۶۰ درجه) برای از بین رفتن بذور علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها اطمینان حاصل شود (اقبال و همکاران ۲۰۰۰). پس از طی شدن فرآیند عمل‌آوری توده کودی، قبل از استفاده از کمپوست‌ها در واحدهای آزمایشی مربوطه، نمونه‌ای از ردیف‌های کمپوستی تهیه و به منظور تعیین میزان نیتروژن باقی مانده به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. برای اعمال کودهای آلی، میزان عناصر غذایی کمپوست مورد استفاده تعیین و سپس بر حسب نیاز غذایی گاو زبان اروپایی، در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله با بیل دستی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری وارد خاک و با آن مخلوط شد. آبیاری و سایر عملیات زراعی در دوره داشت منطبق بر نیازهای گیاه و عرف منطقه و به‌طور یکسان در تمام تیمارها انجام گرفت. صفات اندازه‌گیری شده در زمان گلدهی گاو زبان شامل شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل (با دستگاه کلروفیل‌متر دستی SPAD)، تعداد گل در شاخه، تعداد گل در بوته و عملکرد گل بود. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گاو زبان با انتخاب تصادفی ۱۰ بوته در هر کرت صفات ارتفاع، قطر ساقه (از زیر اولین گره) و تعداد شاخه جانبی اندازه‌گیری شد.

#### تعیین تراکم جمعیت اسپوری:

جهت تعیین جمعیت اسپور قارچی سه تکرار هر یک به وزن ۳۵ گرم از خاک همراه با قارچ تهیه شده از آزمایشگاه آب و خاک کرج اقدام به جداسازی اسپورهای قارچی با استفاده از روش شستشو توسط الک و

۳ تکرار اجرا شد. عامل اول شامل کمپوست تهیه شده از کود دامی و کاه و کلس برنج در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و عامل دوم شامل کودهای زیستی در چهار سطح (شاهد، قارچ میکوریزا گونه *Funneliformis mosae*، باکتری *Bacillus subtilis* و تلفیق قارچ میکوریزا + باکتری) بود. در ابتدا برای اجرای طرح، نمونه برداری خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری انجام و در آزمایشگاه آب و خاک و گیاه دشت ناز گلشن یاسوج برای تعیین میزان عناصر غذایی پرمصرف و کم-مصرف، مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. مساحت تقریبی زمین مورد نظر جهت انتقال نشاءها ۵۰۰ متر مربع (کرت‌ها و حاشیه‌ها) در نظر گرفته شد. مراحل آماده‌سازی زمین شامل عملیات خاکورزی از جمله شخم با عمق مناسب، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته بود. سپس کرت‌هایی (۳۶ کرت) با ابعاد ۳×۳ متر با فاصله ۱ متر از همدیگر ایجاد گردید. هر کرت شامل ۵ ردیف به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بوده و فاصله‌ی هر بوته روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. بذورهای گاو زبان اروپایی از شرکت پاکان بذر اصفهان، قارچ میکوریزا از کلینیک گیاهپزشکی اسدآباد همدان و سوسپانسیون باکتریایی از آزمایشگاه خاک و آب مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شد. قبل از تلقیح، تراکم جمعیت باکتری‌ها به روش شمارش کلونی تعیین گردید به‌طوری که در هر میلی‌لیتر مایه تلقیح  $10^8$  سلول باکتری وجود داشت. برای تهیه نشاء از گاو زبان، ابتدا بستر کشتی از پیت‌ماس، کوکوپیت و ماسه به نسبت ۱:۲:۱ در زمین زراعی تهیه و خزانه‌گیری انجام و سپس بذورهای گاو زبان با هیپوکلریت سدیم پنج درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی و در عمق یک سانتی‌متری کشت شد. در مرحله انتقال نشاء (۴-۶ برگی)، قارچ میکوریزا به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار (هر گرم نمونه قارچ میکوریزا حاوی حدود ۱۲۰ اسپور زنده بود) و به میزان ۲۰ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت و داخل کپه‌های حفر شده برای کشت بذر به صورت نواری استفاده گردید، و همچنین ریشه‌های نشاء آغشته به سوسپانسیون باکتری مربوطه شده و به کرت‌های اصلی انتقال داده شد.

به‌منظور تهیه کمپوست‌های مناسب برای اجرای آزمایش، ابتدا کود دامی تازه (کودی که از جمع‌آوری آن در دامداری پروراندی بیش از ۲۰ روز نگذشته بود) تهیه

سانتریفوژ در محلول سوکروز ۵۵٪ گردید (جنکینز ۱۹۶۴).

#### روش کلنی شماری:

در روش کلنی شماری مقدار مشخصی از سوسپانسیون باکتری در یک محیط جامد کشت شد. غالباً هر باکتری بعد از رشد، یک کلنی تشکیل می‌دهد؛ بنابراین با شمارش کلنی‌ها، در واقع تعداد باکتری در سوسپانسیون بدست آمد.

#### روش اندازه‌گیری شاخص کلروفیل:

کلروفیل برگ توسط دستگاه SPAD (Konica minolta) در مرحله گلدهی گیاه اندازه‌گیری شد، به این صورت که در هر کرت ۱۰ برگ جوان و در انتهای ساقه از گیاه انتخاب و میانگین آن‌ها به عنوان درصد کلروفیل یادداشت شد.

#### روش اندازه‌گیری موسیلاژ:

به‌منظور تعیین درصد موسیلاژ، ۵ گرم از ماده خشک گیاهی آسیاب شده را در بشر ریخته و ۱۰۰ میلی-لیتر آب مقطر به آن افزوده و ۲۴ ساعت در یخچال

نگهداری شد. ۵۰ میلی‌لیتر از این مایع صاف شده را برداشته و ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ به آن اضافه کرده و دوباره ۲۴ ساعت نگهداری شد تا موسیلاژ موجود به-صورت رسوب درآمد. پس از این مدت بر روی کاغذ صافی که قبلاً وزن شده بود صاف گردید و پس از خشک شدن در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، کاغذ صافی را وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی تر و خشک وزن موسیلاژ مشخص گردید. به‌منظور تعیین درصد موسیلاژ، کاغذ صافی حاوی موسیلاژ را داخل بشری قرار داده و توسط ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر آن را شسته تا موسیلاژ موجود در آن از کاغذ صافی جدا شود و موسیلاژ به‌صورت رسوب باقی بماند. پس از خشک کردن کاغذ صافی آن را به دقت وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی با وزن اولیه درصد موسیلاژ محاسبه شد (صمصام شریعت ۲۰۰۷).

آنالیز و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel و مقایسه‌ی میانگین اثرات اصلی به روش LSD در سطح ۵ درصد و در صورت معنی‌دار بودن برهم‌کنش، برش‌دهی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از رویه L.S.Means انجام می‌گردد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

| بافت خاک | کربن آلی (%) | واکنش خاک (اسیدیته) | هدایت الکتریکی (dS/m) | آهک (%) | نیترژن (%) | فسفر | پتاسیم | آهن (mg/kg) | منگنز | روی | مس  |
|----------|--------------|---------------------|-----------------------|---------|------------|------|--------|-------------|-------|-----|-----|
| لومی     | ۰/۸۵         | ۷/۷                 | ۲/۰                   | ۶۰      | ۰/۰۸       | ۹    | ۲۲۲    | ۲/۵         | ۲۹    | ۱/۱ | ۰/۸ |

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی کود آلی مصرفی

| کربن آلی (%) | مواد آلی (%) | نیترژن (%) | فسفر (%) | پتاسیم (%) | آهن (mg/kg) | منگنز | روی  | مس |
|--------------|--------------|------------|----------|------------|-------------|-------|------|----|
| ۲۸/۸         | ۴۵           | ۱/۲۵       | ۰/۶۲     | ۲/۸۷       | ۳۶۰۰        | ۲۸۹   | ۶۵/۳ | ۱۹ |

#### نتایج

#### اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد استفاده بر شاخص کلروفیل برگ گاوزبان اروپایی

اطلاعات حاصل از جدول تجزیه واریانس صفات کیفی گاوزبان اروپایی تحت تأثیر سطوح مختلف کود زیستی و آلی (جدول ۳)، بیانگر معنی‌دار بودن اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه و عدم معنی-داری برهمکنش این دو عامل بر کلروفیل برگ گاوزبان

اروپایی بود. بر اساس اطلاعات حاصل از جدول مقایسه میانگین اثر کمپوست و کودهای زیستی بر شاخص کلروفیل برگ گاوزبان اروپایی (جدول ۴)، با افزایش سطوح کمپوست، شاخص کلروفیل برگ افزایش یافت به-طوری که بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۳۸/۷۸ درصد) در زمان کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار در خاک حاصل شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای ۵ تن کمپوست در هکتار و شاهد نشان داد و تیمار عدم

(عزتی کنده و همکاران ۲۰۱۸). تلقیح قارچ میکوریزا و باکتری می‌تواند سبب جذب عناصر غذایی نظیر نیتروژن، آهن و منیزیم گردد. بنابراین با توجه به نقش کلیدی عناصری مانند نیتروژن، آهن و منیزیم در ساختمان کلروفیل، احتمالاً تأمین این عناصر دلیل اصلی افزایش کلروفیل برگ در این پژوهش باشد. محققان اظهار داشتند که با افزایش فعالیت کربوکسیلازی رویسکو و غلظت نیتروژن برگ، کلروفیل برگ افزایش می‌یابد (حسین زاده و امینی دهقی ۲۰۱۵).

#### اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد استفاده بر درصد موسیلاژ گاو زبان اروپایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر عامل‌های مورد بررسی بر درصد موسیلاژ برگ معنی‌دار ولی بر همکنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه بر موسیلاژ برگ گاو زبان اروپایی بیانگر این بود که با افزایش سطوح کمپوست، درصد موسیلاژ افزایش یافت (جدول ۴). در بین سطوح کودهای زیستی، بیشترین درصد موسیلاژ نیز از تیمار کاربرد تلفیقی کودهای زیستی حاصل شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد و پس از آن کاربرد کود میکوریزا، بیشترین درصد موسیلاژ را به خود اختصاص داد که با تیمار کاربرد کود زیستی باکتریایی در یک سطح آماری قرار نگرفت و کمترین درصد این صفت نیز در زمان عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) به دست آمد، که این می‌تواند دلیل تأثیر کودهای آلی بر روی جذب عناصر غذایی و همچنین نقش این عناصر در افزایش فتوسنتز، سنتز و تجمع بیشتر هیدرات کربن کل و در نتیجه افزایش درصد موسیلاژ باشد. اثرات مفید کود آلی دامی در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن سبب افزایش عملکرد گیاه و در نهایت عملکرد موسیلاژ گردیده است (یاداو و همکاران ۲۰۰۲). در همین رابطه در مطالعه دیگری گزارش گردید که تیمارهای کود آلی و تلفیق کودهای آلی و شیمیایی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی درصد موسیلاژ را در گیاه اسفرزه به طور معنی‌داری افزایش دادند (پور یوسف و همکاران ۲۰۱۴).

کاربرد کمپوست (شاهد)، کمترین مقدار کلروفیل (۲۵/۹۸ درصد) را به خود اختصاص داد. در بین سطوح تغذیه‌ای بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۳۷/۳۸ درصد) از تیمار تلفیقی کودهای زیستی حاصل شد که سبب افزایش ۲۵/۸۲، ۱۹/۲۳ و ۷/۵۳ درصدی به ترتیب نسبت به شاهد، قارچ میکوریزا و کود زیستی باکتری شد. در بین سطوح کود زیستی، هیچ کدام از تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند.

یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی در گیاهان، غلظت کلروفیل می‌باشد. به واسطه شرکت نیتروژن در ساختار کلروفیل، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل وجود دارد و احتمالاً کودهای به کار رفته در این تحقیق به شکل‌های مختلف با افزایش نیتروژن در دسترس گیاه، باعث افزایش کلروفیل شده‌اند. همچنین کودهای آلی (نظیر کمپوست) غنی از عناصر مغذی میکرو نظیر آهن و روی می‌باشد، این عناصر پیش ماده سنتز S- amino levulinic acid می‌باشند و این ماده نیز پیش ماده سنتز کلروفیل است. بنابراین، به نظر می‌رسد که با مصرف کمپوست، سنتز شاخص کلروفیل در گیاه افزایش می‌یابد (صالحی و همکاران ۲۰۱۶). در همین راستا آریان‌فر و سیروس‌مهر (۲۰۱۷) مشاهده نمودند با کاربرد کود آلی کمپوست شاخص کلروفیل برگ در سیاهدانه به طور معنی‌داری افزایش یافت.

بستامی و مجدیان (۲۰۱۶) در پژوهشی روی گیاه گشنیز گزارش کردند که مقدار کلروفیل برگ در تیمارهای تلقیح با قارچ میکوریزا نسبت به تیمار عدم تلقیح، ۱۰۰ درصد بیشتر بود. این محققان علت این افزایش را، جذب بیشتر منیزیم در گیاهان تلقیح شده دانستند، که افزایش سنتز کلروفیل را به دنبال دارد. در پژوهشی دیگر، یادگاری و همکاران (۲۰۱۷) روی گیاه دارویی ماریتیغال گزارش کردند که بیشترین شاخص کلروفیل a, b و کلروفیل کل در تیمار کودی قارچ میکوریزا و کمترین میزان این صفت در تیمار شاهد بدست آمد. در پژوهشی بر پیاز خوراکی بیشترین مقدار کلروفیل a, b و کل مربوط به تیمار تلفیقی باکتری‌های سودوموناس و آزوسپیریلوم با قارچ میکوریز و کمترین مقدار کلروفیل a, b و کل مربوط به تیمار شاهد بود

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی صفات کیفی گاو زبان اروپایی تحت تأثیر سطوح مختلف کود زیستی و آلی

| منابع تغییر      | درجه آزادی | شاخص کلروفیل        | درصد موسیلاژ         |
|------------------|------------|---------------------|----------------------|
| تکرار            | ۲          | ۹۴/۶۹۴**            | ۰/۲۵۸۰**             |
| کمپوست           | ۲          | ۴۹۵/۶۷۰**           | ۹/۶۷۲۶**             |
| کود زیستی        | ۳          | ۱۶۵/۲۶۴**           | ۱/۸۷۰۳**             |
| کمپوست×کود زیستی | ۶          | ۱/۷۹۳ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۳۵ <sup>ns</sup> |
| خطا              | ۲۲         | ۱/۰۸۸               | ۰/۰۰۳۷               |
| ضریب تغییرات(%)  | -          | ۳/۱۹                | ۲/۲۸                 |

ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کمپوست و کودهای زیستی بر شاخص کلروفیل و درصد موسیلاژ برگ گاو زبان اروپایی

| تیمارها         | شاخص کلروفیل       | موسیلاژ %         |
|-----------------|--------------------|-------------------|
| کمپوست          |                    |                   |
| ۰               | ۲۵/۹۸ <sup>c</sup> | ۱/۶۴ <sup>c</sup> |
| ۵               | ۳۳/۴۲ <sup>b</sup> | ۲/۷۸ <sup>b</sup> |
| ۱۰              | ۳۸/۷۸ <sup>a</sup> | ۳/۴۲ <sup>a</sup> |
| کود زیستی       |                    |                   |
| شاهد            | ۲۷/۵۲ <sup>d</sup> | ۲/۱۰ <sup>d</sup> |
| میکوریزا        | ۳۱/۲۵ <sup>b</sup> | ۲/۸۸ <sup>b</sup> |
| باکتری          | ۳۴/۷۶ <sup>c</sup> | ۲/۵۱ <sup>c</sup> |
| میکوریزا*باکتری | ۳۷/۳۸ <sup>a</sup> | ۳/۰۴ <sup>a</sup> |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح (۵٪) اختلاف معنی داری ندارد.

### اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد استفاده بر صفات کمی گاو زبان اروپایی ارتفاع و تعداد شاخه جانبی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش حاکی از معنی دار بودن اثر کود آلی کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه و برهمکنش این عامل‌ها، بر صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی در هر بوته بود (جدول ۵). بر اساس اطلاعات حاصل از جدول مقایسه میانگین برهمکنش اثر کاربرد کمپوست و کودهای زیستی باکتریایی و قارچی بر صفات کمی گاو زبان اروپایی (جدول ۶)، بیشترین میزان ارتفاع بوته (۵۷/۶۴ سانتی-متر) و تعداد شاخه جانبی در هر بوته (۱۲/۳۳) از تیمار کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی قارچی و باکتریایی و کمترین میزان این صفت به ترتیب به میزان ۲۷/۹۵ سانتی-متر و ۲/۳۰ نیز از تیمار عدم کاربرد کمپوست و کودهای زیستی حاصل

شد. در دو سطح ۵ و ۱۰ تن کمپوست در هکتار هیچ کدام از تیمارها در یک گروه آماری قرار نگرفته و اختلاف معنی داری را با هم نشان دادند. در این دو سطح کمپوستی بیشترین ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی در هر بوته بعد از تیمار تلفیقی ریزموجودات مورد استفاده، مربوط به تیمار کاربرد جداگانه کود میکوریزا بود که اختلاف معنی داری را با تیمار کود زیستی باکتریایی نشان داد و در سطح عدم کاربرد کمپوست، تیمار کاربرد قارچ میکوریزا و تلفیق قارچ و باکتری در یک گروه آماری و تیمار میکوریزا و باکتری نیز در یک گروه آماری قرار گرفتند ولی اختلافشان با عدم کاربرد کود زیستی معنی-دار شد. کمپوست دارای ظرفیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی مناسب می‌باشد و از نیتروژن کافی برخوردار است این موضوع می‌تواند باعث افزایش سطح برگ‌ها و میزان کلروفیل گیاه شود. افزایش میزان سطح برگ باعث افزایش میزان جذب نور و افزایش میزان تولید

دارویی ریحان انجام دادند، مشاهده نمودند که کود آلی سبب تولید بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته شد و بیان کردند که در شرایط یکسان محیطی، فراهم آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و در نتیجه افزایش تعداد شاخه فرعی گیاه شود. با توجه به ثابت بودن دیگر شرایط احتمالاً به دلیل کمبود مواد غذایی تعداد شاخه در تیمار شاهد کاهش یافته است که خود نشان‌دهنده این حقیقت است که استفاده از کودهای آلی با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز، باعث افزایش تعداد شاخه در بوته گیاه گاو زبان شده است.

خواهد شد که باعث افزایش شاخ و برگ و همچنین اندام‌های هوایی گیاه می‌شود که در نتیجه آن ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (میرعرب و همکاران ۲۰۱۶). در همین راستا، متقیان و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی ریحان نشان دادند که مصرف ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، موجب افزایش بارز ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار کود شیمیایی و شاهد گردید. یافته‌های سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم (۲۰۱۰) بر روی زیره سبز نیز حاکی از آن است که مصرف ۱۵ تن کمپوست سبب بهبود ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تهامی زرنندی (۲۰۱۰) در بررسی که با استفاده از کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر روی گیاه

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی صفات کمی گیاه دارویی گاو زبان اروپایی تحت تاثیر سطوح مختلف کود زیستی و آلی

| منابع تغییر      | درجه آزادی | ارتفاع    | تعداد شاخه در بوته | تعداد گل در شاخه | تعداد گل در بوته | قطر ساقه | شاخص سطح برگ | وزن هزار دانه | عملکرد گل | عملکرد زیستی |
|------------------|------------|-----------|--------------------|------------------|------------------|----------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| تکرار            | ۲          | ۱۰۰/۵۸**  | ۳/۸۶۱**            | ۲۰/۲۵۰**         | ۵۴۷۲/۴۴**        | ۰/۲۰۱۷** | ۰/۵۰۴۴**     | ۴۵/۷۶۹۵**     | ۴۳/۰۲۸**  | ۶۰/۷۸۲*      |
| کمپوست           | ۲          | ۱۳۶۷/۳۹** | ۱۳۵/۱۱**           | ۳۸۶/۳۳۳**        | ۱۷۴۸۹۰/۷۸        | ۱۰/۴۶۳** | ۶/۹۳۶۹**     | ۲۷۰/۵۶۴۶**    | ۱۸۷۳/۴۲۰* | ۱۴۳۳۹/۳۲۰**  |
| کود زیستی        | ۳          | ۱۷۳/۲۰**  | ۲۰/۰۷۴**           | ۶۰/۳۹۶**         | ۳۴۵۵۲/۷۱**       | ۲/۶۳۹۷** | ۲/۷۵۲۶**     | ۱۷۰/۳۶۳۵**    | ۷۴۳/۴۶۹** | ۱۵۱۸/۱۸**    |
| کمپوست×کود زیستی | ۶          | ۴/۹۶*     | ۰/۵۱۸۶**           | ۳/۷۰۴**          | ۲۹۱۳/۱۵**        | ۰/۰۸۱۱** | ۰/۱۳۸۷*      | ۵/۰۰۱۶**      | ۱۸/۱۷۱**  | ۵۷۷/۸۰**     |
| خطا              | ۲۲         | ۱/۷۹۰     | ۰/۳۱۵۷             | ۱/۱۸۹۴           | ۷۱/۸۳۴           | ۰/۰۰۰۷   | ۰/۰۵۱۰       | ۰/۷۱۸۰        | ۰/۸۷۶۳    | ۶۹/۸۳۱       |
| ضریب تغییرات (%) | -          | ۳/۰۷      | ۷/۷۸               | ۶/۲۰             | ۲/۱۰             | ۳/۱۸     | ۱۰/۰۴        | ۴/۱۲          | ۲/۱۸      | ۵/۵۰         |

ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

مطالعه و بر همکنش این دو عامل بر قطر ساقه معنی‌دار گردید. با توجه به جدول مقایسه میانگین برهمکنش اثرات عامل‌های مورد بررسی بر صفات کمی گاو زبان اروپایی (جدول ۶)، بیشترین قطر ساقه گاو زبان اروپایی (۴/۱۲ سانتی‌متر)، از تیمار کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به دست آمد و کمترین میزان این صفات نیز (۱/۱۰ سانتی‌متر) در کرت‌هایی که هیچ گونه کمپوست و کود زیستی استفاده نشده بود (شاهد) حاصل شد. قطر ساقه گاو زبان اروپایی در هر سه سطح کمپوستی اختلاف معنی‌داری را بین سطوح کود زیستی نشان داد که بعد از تیمار تلفیقی کودهای زیستی بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار میکوریزا و سپس تیمار باکتریایی بود.

به نظر می‌رسد وجود ریزوم‌های ناشی از کاربرد کودهای زیستی در محیط ریشه (رایزوسفر) تأثیر مثبتی

به نظر می‌رسد که مصرف تلفیقی ۱۰ تن کمپوست و کود زیستی (مخلوط میکوریزا و باکتری)، از طریق عرضه به موقع و بهبود جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و به دنبال آن افزایش کلروفیل برگ (جدول ۴) و شاخص سطح برگ (جدول ۶) باعث بهبود رشد رویشی و ارتفاع گیاه افزایش یافته است. نتایج تحقیق محمودزاده و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که کاربرد باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه سبب افزایش صفات رویشی (شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، تعداد شاخه‌های جانبی و مجموع طول شاخه‌های جانبی) در گیاه دارویی نعناع فلفلی شد.

#### قطر ساقه

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس عامل‌های مورد بررسی بر برخی صفات کمی گیاه دارویی گاو زبان اروپایی (جدول ۵)، اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد

مشخص گردید کمپوست موجب بهبود ساختمان خاک، حفظ و نگهداری مطلوب آب می‌شود. از این طریق می‌تواند موجب افزایش پارامترهای رویشی از جمله افزایش میزان قطر ساقه گردد.

### شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر عامل‌های مورد بررسی و برهمکنش آن‌ها بر شاخص سطح برگ معنی‌دار شد. با توجه به جدول مقایسه میانگین برهمکنش اثرات عامل‌های مورد بررسی (جدول ۶)، بیشترین شاخص سطح برگ گاوزبان اروپایی به میزان ۳/۶۷، از تیمار کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به‌دست آمد و کمترین میزان این صفات (۰/۹۵) نیز در کرت‌هایی که هیچ گونه کمپوست و کود زیستی استفاده نشده بود (شاهد) حاصل شد. در سطح صفر و ۱۰ تن کمپوست در هکتار، تیمارهای کاربرد جداگانه میکوریزا و باکتری، تفاوت معنی‌داری را در افزایش شاخص سطح برگ گاوزبان اروپایی نشان ندادند. ولی در سطح کاربرد ۵ تن در هکتار، اختلاف این دو تیمار معنی‌دار شد و تیمار تلفیقی کودهای زیستی تنها در سطح کاربرد ۵ تن در هکتار کمپوست اختلاف معنی‌داری را با تیمار میکوریزایی نشان نداد ولی در دو سطح دیگر اختلاف این تیمار با سایر سطوح تغذیه‌ای معنی‌دار شد. از آنجا که شاخص سطح برگ بیانگر میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی توسط پوشش گیاهی بوده و سطح زیر منحنی LAI بیانگر دوام، ماندگاری سطح برگ و نهایتاً نشان‌دهنده مدت زمان فتوسنتز برای گیاه می‌باشد (سرمدینا و کوچکی ۱۹۹۰)، احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که افزایش سطح برگ گاوزبان در تیمارهای تلفیقی کود آلی و زیستی در مقایسه با شاهد به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی باشد که در طول دوره رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. افزایش سطح برگ با مصرف کودهای آلی علاوه بر افزایش تولید برگ می‌تواند به‌دلیل افزایش دوام سطح برگ و تأخیر در پیری و زرد شدن برگ‌ها نیز باشد. در یک بررسی که توسط آرانون و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گیاه توت فرنگی (*Fragaria ananasa*) و با استفاده

بر رشد گیاه داشته و منجر به افزایش قطر ساقه گردیده است. این امر ممکن است تولید و ترشح ترکیب‌های تحریک‌کننده و یا برخی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد که توسط ریزموجودات در خاک تولید شده و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مرتبط باشد. این موجودات با سنتز موادی از جمله اکسین می‌توانند رشد و تکثیر سلولی را افزایش داده و به تبع آن، قطر ساقه را نیز افزایش دهند (رحیمی و همکاران ۲۰۱۳). در آزمایش اسماعیل‌پور و همکاران (۲۰۱۳) روی گیاه مرزه اثر قارچ مایکوریزا بر صفت قطر ساقه معنی‌دار بود. در این تحقیق مشاهده شد، بیش‌ترین قطر ساقه در تلقیح گیاه مرزه با قارچ ورسی فورمیس به دست آمد و کم‌ترین مقدار برای این صفات در تیمار شاهد (بدون قارچ میکوریزا) حاصل شد. نتایج تحقیقات شکرانی و همکاران (۲۰۱۲) در مورد تأثیر کود زیستی بر رشد و عملکرد گیاه همیشه بهار، نشان دادند که کود زیستی روی قطر ساقه تأثیر معنی‌داری داشت. در تحقیقی دیگر نیز استفاده از کود زیستی نیتروکسین در گیاه دارویی مریم گلی باعث افزایش قطر ساقه گردید (مهمانی و همکاران ۲۰۱۵). اطرشی و همکاران (۲۰۱۵) کاربرد قارچ میکوریزا آربوسکولار و باکتری سودوموناس فلورسنس را روی استویا (*Stevia rebaudiana* Bert.) مورد ارزیابی قرار داده و بیان نمودند که میزان شاخص‌های رشد از جمله قطر ساقه با مصرف کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. گوش و همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند با مصرف کودهای آلی و دامی به‌صورت کمپوست، میزان فشردگی خاک کاهش و میزان تخلخل آن افزایش می‌یابد که موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش تهویه و ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. بدین ترتیب میزان آب قابل استفاده گیاه در خاک نیز افزایش می‌یابد. مجموعه عوامل مذکور باعث می‌شود تا رشد و گسترش ریشه و جذب عناصر غذایی افزایش یافته و رشد عمومی گیاه بهبود یابد و در نهایت قطر ساقه افزایش یابد. همسو با نتایج این پژوهش، عبدو و همکاران (۲۰۲۰) بیان نمودند با کاربرد کمپوست قطر ساقه در گیاه گلابول نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در پژوهش شریفیان و همکاران (۲۰۱۴) در گیاه همیشه بهار

افزایش دادند. آن‌ها این برتری را، به افزایش جمعیت میکروبی خاک و تولید مواد محرک رشد، نظیر هورمون‌های گیاهی توسط آن‌ها که ناشی از فعالیت کرم‌های خاکی در ورمی‌کمپوست بود، نسبت دادند.

از مقادیر ۰ و ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در دو مکان مختلف و تحت شرایط مزرعه‌ای صورت گرفت، مشخص گردید که کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست، به طور معنی‌داری سطح برگ را درمقایسه با گیاهان شاهد

جدول ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کمپوست و کود زیستی برای صفات کمی گاو زبان اروپایی

| عملکرد زیستی<br>g/m <sup>2</sup> | عملکرد گل<br>g/m <sup>2</sup> | وزن هزار دانه<br>gr | شاخص سطح برگ       | قطرساقه<br>cm     | تعداد گل در بوته    | تعداد گل در شاخه    | تعداد شاخه در بوته | ارتفاع<br>cm        | تیمارها             |              |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|
|                                  |                               |                     |                    |                   |                     |                     |                    |                     | کود                 | کمپوست زیستی |
| ۷۹/۶۷ <sup>d</sup>               | ۳۱/۷۷ <sup>d</sup>            | ۱۱/۹۸ <sup>c</sup>  | ۰/۹۵ <sup>c</sup>  | ۱/۱۰ <sup>d</sup> | ۲۴۶/۰۰ <sup>c</sup> | ۷/۶۷ <sup>c</sup>   | ۲/۳۰ <sup>c</sup>  | ۳۷/۹۵ <sup>c</sup>  | شاهد                |              |
| ۱۰۵/۳۵ <sup>c</sup>              | ۳۳/۲۹ <sup>b</sup>            | ۱۵/۶۹ <sup>b</sup>  | ۱/۴۵ <sup>b</sup>  | ۱/۷۱ <sup>b</sup> | ۳۰۳/۳۳ <sup>b</sup> | ۱۱/۳۳ <sup>b</sup>  | ۴/۳۳ <sup>a</sup>  | ۳۲/۵۷ <sup>ab</sup> | میکوریزا            |              |
| ۱۲۲/۷۱ <sup>b</sup>              | ۲۷/۷۳ <sup>c</sup>            | ۱۴/۷۰ <sup>b</sup>  | ۱/۳۱ <sup>bc</sup> | ۱/۴۲ <sup>c</sup> | ۳۰۲/۲۲ <sup>b</sup> | ۱۲/۳۳ <sup>b</sup>  | ۳/۳۳ <sup>b</sup>  | ۳۱/۹۳ <sup>b</sup>  | باکتری              |              |
| ۱۴۳/۴۹ <sup>a</sup>              | ۳۶/۷۰ <sup>a</sup>            | ۲۰/۱۰ <sup>a</sup>  | ۱/۹۷ <sup>a</sup>  | ۲/۱۵ <sup>a</sup> | ۳۳۱/۳۳ <sup>a</sup> | ۱۴/۳۳ <sup>a</sup>  | ۴/۶۷ <sup>a</sup>  | ۳۵/۴۷ <sup>a</sup>  | میکوریزا*<br>باکتری |              |
| ۱۶۴/۹۰۰ <sup>b</sup>             | ۳۲/۷۷ <sup>d</sup>            | ۱۵/۳۷ <sup>d</sup>  | ۱/۶۳ <sup>c</sup>  | ۲/۰۴ <sup>d</sup> | ۳۴۶/۶۷ <sup>d</sup> | ۱۶/۶۷ <sup>c</sup>  | ۵/۶۷ <sup>d</sup>  | ۳۹/۵۳ <sup>d</sup>  | شاهد                |              |
| ۱۶۶/۹۸ <sup>b</sup>              | ۴۹/۶۳ <sup>b</sup>            | ۲۳/۱۷ <sup>b</sup>  | ۲/۸۰ <sup>a</sup>  | ۲/۶۸ <sup>b</sup> | ۴۴۶/۶۷ <sup>b</sup> | ۱۹/۰۰ <sup>b</sup>  | ۸/۳۳ <sup>b</sup>  | ۴۸/۲۲ <sup>b</sup>  | میکوریزا            |              |
| ۱۵۷/۶۴ <sup>c</sup>              | ۳۹/۴۰ <sup>c</sup>            | ۱۹/۹۸ <sup>c</sup>  | ۲/۲۵ <sup>b</sup>  | ۲/۳۶ <sup>c</sup> | ۳۹۰/۰۰ <sup>c</sup> | ۱۷/۶۷ <sup>bc</sup> | ۷/۰۰ <sup>c</sup>  | ۴۴/۵۴ <sup>c</sup>  | باکتری              |              |
| ۱۷۱/۸۰ <sup>a</sup>              | ۵۵/۴۰ <sup>a</sup>            | ۲۵/۷۳ <sup>a</sup>  | ۳/۰۰ <sup>a</sup>  | ۳/۲۴ <sup>a</sup> | ۵۲۳/۳۳ <sup>a</sup> | ۲۱/۶۷ <sup>a</sup>  | ۹/۶۷ <sup>a</sup>  | ۵۱/۸۱ <sup>a</sup>  | میکوریزا*<br>باکتری |              |
| ۱۶۵/۰۳ <sup>b</sup>              | ۴۰/۸۰ <sup>d</sup>            | ۱۸/۱۰ <sup>d</sup>  | ۲/۰۵ <sup>c</sup>  | ۲/۵۵ <sup>d</sup> | ۴۲۳/۳۳ <sup>d</sup> | ۱۹/۳۳ <sup>c</sup>  | ۸/۳۳ <sup>d</sup>  | ۴۶/۴۰ <sup>d</sup>  | شاهد                |              |
| ۱۸۴/۷۳ <sup>a</sup>              | ۵۹/۸۷ <sup>b</sup>            | ۲۷/۸۰ <sup>b</sup>  | ۲/۸۷ <sup>b</sup>  | ۳/۸۴ <sup>b</sup> | ۵۸۰/۰۰ <sup>b</sup> | ۲۴/۰۰ <sup>b</sup>  | ۱۱/۰۰ <sup>b</sup> | ۵۵/۴۳ <sup>b</sup>  | میکوریزا            |              |
| ۱۷۲/۶۵ <sup>b</sup>              | ۵۲/۷۷ <sup>c</sup>            | ۲۳/۹۵ <sup>c</sup>  | ۳/۰۷ <sup>b</sup>  | ۳/۳۴ <sup>c</sup> | ۵۴۳/۳۳ <sup>c</sup> | ۲۰/۶۷ <sup>c</sup>  | ۹/۶۷ <sup>c</sup>  | ۵۲/۲۳ <sup>c</sup>  | باکتری              |              |
| ۱۸۹/۶۱ <sup>a</sup>              | ۶۵/۶۰ <sup>a</sup>            | ۳۰/۴۷ <sup>a</sup>  | ۳/۶۷ <sup>a</sup>  | ۴/۱۲ <sup>a</sup> | ۶۰۲/۰۰ <sup>a</sup> | ۲۶/۳۳ <sup>a</sup>  | ۱۲/۳۳ <sup>a</sup> | ۵۷/۶۴ <sup>a</sup>  | میکوریزا*<br>باکتری |              |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح (۵٪) اختلاف معنی‌داری ندارد.

#### تعداد گل در هر شاخه و تعداد گل در هر بوته

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس عامل‌های مورد بررسی بر برخی صفات کمی گیاه دارویی گاو زبان اروپایی (جدول ۵)، اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه و برهمکنش این دو عامل بر تعداد گل در هر شاخه و تعداد گل در هر بوته گاو زبان معنی‌دار گردید. بر اساس اطلاعات حاصل از جدول ۶، بیشترین تعداد گل در هر شاخه و بیشترین تعداد گل در بوته از تیمار کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار و تلفیق کودهای زیستی به دست آمد و کمترین میزان نیز از تیمار عدم کاربرد کمپوست و کود زیستی حاصل شد. در این سطح کود کمپوستی (۱۰ تن در هکتار) بعد از تیمار تلفیقی کودهای زیستی، تیمار میکوریزا بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد گل در هر شاخه نشان داد و تیمارهای کاربرد کود زیستی باکتریایی و شاهد اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند و از نظر تعداد گل در بوته هیچ کدام از

تیمارهای کود زیستی در این سطح کمپوستی در یک گروه آماری قرار نگرفته و اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند. در سطح ۵ تن کمپوست در هکتار دو تیمار کاربرد جداگانه کود زیستی باکتریایی و میکوریزا در بالا بردن تعداد گل در هر شاخه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ولی اختلافشان با تیمار تلفیقی این دو کود زیستی معنی‌دار بود و تیمار باکتری و شاهد نیز اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در مورد تعداد گل در بوته در این سطح کودی نیز مثل سطح ۱۰ تن کمپوست در هکتار نیز هیچ کدام از تیمارهای کودزیستی در یک گروه آماری قرار نگرفتند. در سطح عدم کاربرد کمپوست، دو تیمار کاربرد جداگانه کودهای زیستی اختلاف معنی‌داری را در افزایش تعداد گل در هر شاخه و تعداد گل در بوته با هم نشان ندادند ولی اختلافشان با سایر سطوح کود زیستی معنی‌دار شد.

وجود ریزجانداران ناشی از کودهای زیستی از جمله میکوریزا در محیط ریشه سبب افزایش فراهمی عناصر غذایی مثل نیتروژن و فسفر شده که در نتیجه باعث تأثیر بر اندام زایشی می‌گردد (رضایی‌چیان و همکاران ۲۰۱۵). محققین گزارش کرده‌اند که قارچ میکوریزا و باکتری حل کننده فسفر به دلیل تولید هورمون‌های تحریک کننده رشد از قبیل اکسین و سیتوکینین و بهبود توسعه سامانه ریشه‌ای، دسترسی به منابع موجود به ویژه فسفر افزایش داده که در نتیجه به دلیل بهبود رشد، افزایش اجزای عملکرد گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) را به دنبال داشته است (زمانی و همکاران ۲۰۱۹). افزایش مصرف کودهای آلی، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی، عرضه مداوم و پایدار عناصر غذایی ماکرو و میکرو و ذخیره رطوبت خاک می‌شود لذا مواد ذخیره‌ای بیشتری به گیاه منتقل می‌شود و در نهایت تعداد گل در هر شاخه نیز افزایش می‌یابد (بهزاد امیری و همکاران ۲۰۱۷). برای تشکیل گل نیاز به رشد رویشی مناسب و تولید اندام‌های تشکیل دهنده آن مانند شاخه‌های جانبی در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی می‌باشد. تأثیر کود آلی کمپوست بر هر یک از اجزای تشکیل دهنده گل می‌تواند منجر به تغییر در تعداد گل تولیدی شود. کودهای آلی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده‌ی خشک گیاهی می‌شوند که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی گیاه می‌انجامد (موتا و مگیور ۲۰۱۳).

### وزن هزار دانه

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه بر برخی صفات کمی گاو زبان اروپایی (جدول ۵)، اثر عامل‌های مورد بررسی و برهمکنش این عامل‌ها بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید. کاربرد کمپوست و کودهای زیستی باکتریایی و میکوریزایی نسبت به عدم کاربردشان بر وزن هزار دانه گاو زبان مؤثر گزارش شد (جدول ۶)، به طوری که بیشترین میزان وزن هزار دانه (۳۰/۴۷ گرم)، از تیمار کاربرد ۱۰ تن کود زیستی در هکتار و کاربرد

تلفیقی کودهای زیستی باکتریایی و میکوریزایی و کمترین میزان نیز از تیمار عدم کاربرد کمپوست و کودهای زیستی حاصل شد. با مصرف کود آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست؛ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بهبود یافته و موجب رشد بهتر گیاه شده و مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شده و به سمت دانه‌ها منتقل می‌شود. همچنین با توجه به فراهمی بیشتر رطوبت خاک، طول دوره پر شدن دانه افزایش یافته و در نتیجه وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۹). قارچ میکوریزا و باکتری محرک رشد می‌تواند با تشدید فعالیت فتوسنتزی و افزایش عناصر غذایی درون گیاه، تأثیر مثبتی بر وزن هزار دانه داشته باشد. در پژوهش شهبازی و همکاران (۲۰۱۹) کاربرد میکوریزا سبب افزایش ۲/۰۶ درصدی وزن هزاردانه در گیاه گاو زبان شد. طبق گزارش سجادی‌نیک و همکاران (۲۰۱۱)، تلقیح بذر با باکتری محرک رشد (ازتوباکتر و آروسپیریلیوم) افزایش معنی‌دار ۷ درصدی در وزن هزاردانه‌ی کنجد ایجاد کرده است. کود آلی می‌تواند از طریق افزایش سطح برگ، بهبود میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده گیاهی، وزن هزاردانه را افزایش دهد. همچنین به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی موجب گردیده که در مرحله پرشدن دانه‌ها، شیره پرورده کافی به دانه‌ها منتقل شده و سبب بهبود وزن هزاردانه گردد. کمپوست می‌تواند از طریق افزایش سطح برگ (جدول ۶) بهبود میزان فتوسنتز و تولید زیست توده گیاهی، وزن هزار دانه را افزایش دهد. همسو با یافته‌های این پژوهش، کاپور و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر رشد و نمو گیاه دارویی رازیانه، نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با قارچ *Glomus macrocarpum*، به طور معنی‌داری تعداد چتر و وزن دانه را بهبود بخشید.

### عملکرد گل

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش حاکی از معنی‌دار بودن اثر کود آلی کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه و بر همکنش این عامل‌ها، بر عملکرد گل گاو زبان اروپایی بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین

### عملکرد زیستی

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس اثر کمپوست و کودهای زیستی مورد مطالعه بر برخی صفات گاو زبان اروپایی (جدول ۵)، اثر عامل‌های مورد بررسی و برهمکنش این عامل‌ها بر عملکرد زیستی گاو زبان اروپایی معنی‌دار گردید. طبق نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین برهمکنش عامل‌های مورد مطالعه (جدول ۶)، بیشترین میزان عملکرد زیستی در هر سه سطح کود آلی کمپوست از تیمار تلفیقی میکوریزا و باکتری حاصل گردید و کمترین میزان نیز از تیمار شاهد حاصل گردید. با توجه به اینکه شاخه، برگ و اندام‌های هوایی در گیاه تحت تأثیر فعالیت جذب ریشه، میزان انتقال آب و مواد غذایی از ریشه قرار دارد می‌توان چنین استدلال کرد که تیمار میزان مناسب از کود آلی در طول دوره رویشی به علت گستردگی بیشتر ریشه، جذب و انتقال مواد محلول و عناصر زیاد شده و باعث افزایش زیست توده اندام‌های هوایی گردیده است (امینی دهقی ۲۰۱۱). به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی با بهبود شرایط فیزیکی و ساختمانی خاک، حفظ و نگهداری رطوبت و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، بهبود فعالیت میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه و نیز آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه گاو زبان ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه باعث افزایش سطح برگ، افزایش ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، عملکرد گل و در نهایت افزایش عملکرد زیستی گردید. قارچ میکوریزا نیز مواد مغذی ماکرو از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم و مواد مغذی میکرو مانند آهن، مس، روی و منگنز را برای گیاه تأمین می‌کند و موجب افزایش زیست توده گیاه می‌شود (اسری و همکاران ۲۰۰۸). شهبازی و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده نمودند بیشترین عملکرد زیستی گاو زبان از تیمار کاربرد تلفیقی ۶ تن کود آلی کمپوست در هکتار و قارچ میکوریزا حاصل گردید.

### نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای آلی و زیستی مورد تحقیق، به عنوان یک

کود زیستی در هر سطح کمپوست نشان داد که در هر سه سطح از مصرف کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ تن کمپوست در هکتار) کاربرد تلفیقی باکتری + میکوریزا، بالاترین میزان عملکرد گل را داشت. در تیمار عدم کاربرد کمپوست، کاربرد ۵ تن کمپوست در هکتار و کاربرد ۱۰ تن کمپوست در هکتار بیشترین عملکرد گل به ترتیب با میانگین ۳۶/۷۰، ۵۵/۴۰ و ۶۵/۶۰ گرم بر متر مربع در شرایط کاربرد تلفیقی باکتری + میکوریزا بود که با عملکرد گل در سایر سطوح کود زیستی تفاوت معنی‌داری را نشان داد. این در حالی است که کمترین عملکرد گل به ترتیب با میانگین ۲۱/۷۶، ۳۲/۷۶ و ۴۰/۷۹ گرم بر متر مربع مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود زیستی) بود (جدول ۶). تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز توسط ریشه‌های قارچ میکوریزا باعث شده که فسفات غیرمحلول و تثبیت شده در خاک به فرم محلول درآید و برای ریشه قابل جذب گردد، در نتیجه سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و در نهایت بهبود صفات رشدی نظیر عملکرد گل می‌گردد. همچنین افزایش در عملکرد گل در گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزا و باکتری باسیلوس می‌تواند در نتیجه افزایش تعداد گل (جدول ۶) حاصل گردد. افزایش در میزان شاخص‌های رویشی و زایشی در گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزا توسط محققان دیگر گزارش شده است (سونگ ۲۰۰۵). استفاده از کود آلی کمپوست بهبود ساختمان خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری آن را به همراه دارد، ضمن اینکه سبب افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش میزان هوموس و ظرفیت بافری خاک و افزایش برخی آنزیم‌ها و در نتیجه سبب تشدید جمعیت و فعالیت میکروبی خاک می‌گردد (دعایی و همکاران، ۲۰۱۸)، در نتیجه احتمالاً مجموعه‌ای از عوامل مذکور در شرایط استفاده از این کودها منجر به افزایش عملکرد گل در گاو زبان می‌گردد. در تحقیقی بهزاد امیری و همکاران (۲۰۱۷) بر گاو زبان ایرانی مشخص نمودند با کاربرد کمپوست عملکرد گل خشک نسبت به شاهد به میزان ۱۴ درصد افزایش یافت.

درجهت دستیابی به تولید سالم و پایدار این گیاه دارویی ارزشمند باشد.

#### سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از دانشگاه یاسوج به خاطر حمایت مالی و از سرکار خانم مهندس یاسمین کرمی مسئول آزمایشگاه ژنتیک دانشکده کشاورزی به خاطر آماده‌سازی تجهیزات جهت اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

منبع تغذیه‌ای مناسب برای گیاه دارویی گاوزبان در افزایش عملکرد این گیاه مؤثر بود؛ به‌طوری‌که در اکثر صفات مورد مطالعه، به خصوص تعداد گل در شاخه، تعداد گل در بوته و عملکرد گل، کودهای آلی به صورت جداگانه یا تلفیقی با میکوریزا و باکتری نسبت به شاهد (عدم مصرف کود) برتری داشت. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت که استفاده از کودهای آلی و میکوریزا به جای کودهای شیمیایی می‌تواند با بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان، گامی سودمند

#### منابع مورد استفاده

- Abdou MAH, Attia F, Aly MK and Sayed IH. 2004. Response of gladiolus plants to some bio and chemical fertilization treatments. Vegetative growth and flowering; Proc. The Fifth Arabian Horticulture Conference, Ismailia, Egypt, 24- 28 March, 1:50-62.
- Al-Amri SM. 2021. Response of growth, essential oil composition, endogenous hormones and microbial activity of *Mentha piperita* to some organic and biofertilizers agents. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(9): 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.094>.
- Alipour A. 2023. Effects of biofertilizer and vermicompost on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 39(1): 82-94. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2022.358595.3165>.
- Amini Dehghi M. 2011. Effects of biological fertilizers and phosphorus on yield and yield components of fennel medicinal plant. Research project report. Shahed University Medicinal Plants Research Center. (In Persian with English Abstract).
- Arancon N, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD. 2004. Influence of vermicompost on field strawberries: Part 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93:145-153. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.014>.
- Aryafar S and Sirousmehr A. 2017. Effect of municipal solid waste compost on yield and quantity and quality characteristics of black cumin under water stress conditions. Journal of Crops Improvement, 19(1): 31-42. <https://doi.org/10.22059/jci.2015.55141>. (In Persian with English Abstract).
- Asadi Gh, Momek A, Noorzade Nameghi M and Khoramdel S. 2012. The effect of different fertilizer treatment on qualitative characteristics of Psyllium Herb (*Plantago ovata* Forsk.). In: National congress of soil, Sustainable agriculture, 17 March, Malayer University, Iran, pp. 120-125. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.48440>.
- Asery GK, Jain N, Panwar J, Rao AV and Meghwal PR. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, and metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian. Tha desert, Scientia Horticulturae, 117(2): 130-135. DOI: 10.1016/j.scienta.2008.03.014.
- Ashraf Soltani A, Ziyatbar SR, Ismailpour B, Abbaszadeh Dehaji P and Khavazi K. 2015. The effect of biofertilizer and organic fertilizer application on some nutrients concentration and growth characteristics of tomato. Journal of Applied Soil Research, 2(2):105-118. DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.4.155. (In Persian with English Abstract).
- Atrashi m, Vafadar Esfahan f and Amooaghaie R. 2015. The effect of mycorrhiza fungus and promoting growth rhizobacteria on growth rate, flowering time and the accumulation pattern of stevioside in Stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bert.). Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 31(2): 220-234. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2015.101462>. (In Persian with English Abstract).
- Azatykandeh H, Bolandnazar S, Sarikhani MR. 2018. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhiza on growth, yield and quality of Onion (*Allium cepa* L.) Horand Landrace. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 28(4):41-58. DOI: 10.22034/IUVS.2021.531030.1162

- Bar-Tal A, Yermiyahu U, Beraud J, Keinan M, Rosenberg R, Zohar D, Rosen V and Fine P. 2004. Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. *Journal of Environmental Quality*, 33:1855-1865. <https://doi.org/10.2134/jeq2004.1855>.
- Bastami, A and Majidian, M. 2016. Effects of Mycorrhiza, Phosphatic Biofertilizer on Photosynthetic Pigments and Yield in Coriander (*Coriandrum Sativum* L.), *Plant Production*, 38(4):49-60. <https://doi.org/10.22055/ppd.2016.11841>. (In Persian with English Abstract).
- Behzad Amir M, Rezvani Moghaddam P, Jahan M. 2016. Comparison of organic and chemical inputs on different densities of *Achium amoenum* Fisch and Mey. in Mashhad Conditions. *Journal of Horticultural Science*, 30(3): 555-573. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v30i3.49638>. (In Persian with English Abstract).
- Behzad Amiri M, Rezvani Moghaddam P, Jahan M. 2017. Effects of organic acids, mycorrhiza and rhizobacteria on yield and some phytochemical characteristics in low-input cropping system, *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 27(2):45-61. (In Persian with English Abstract).
- Csizinszky AA. 2002. Reduced input production of herbs under sub-tropical conditions in Florida. Chowdhury T, Chowdhury MAH, Qingyue W, Enyoh CE, Wang W and Khan MSI. 2021. Nutrient uptake and pharmaceutical compounds of Aloe vera as influenced by integration of inorganic fertilizer and poultry manure in soil. *Heliyon*, 7(7): 07464. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07464.
- Delate K. 2000. Heenahmahyah student from herb trial (Annual Reports). Leopold center for sustainable agriculture, Iowa State University, Ames, IA.
- Doaei F, Rezvani Moghddam P, Ghorbani R and Balandari A. 2018. The effect of organic and biological fertilizers application on biomass yield and poly-phenols contents of Dwarf Chicory leaves (*Cichorium pumilum* Jacq.). *Journal of Agroecology*, 9(4): 910-921. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.25107>. (In Persian with English Abstract).
- Eghball B and Lesoing GW. 2000. Viability of weed seeds following manure windrow composition. *Compost Science Utilization*, 8: 46- 53. DOI:10.1080/1065657X.2000.10701749. (In Persian with English Abstract).
- El Gendy SA, Hosni AM, Omer EA and Reham MS. 2001. Variation in herbage yield, essential oil yield and oil composition on Sweet Basil (*Ocimum basilicum*) grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. *Arab Universities Journal of Agricultural Science*, 9: 915-933. DOI:10.21273/HORTSCI.43.3.737
- Emami A. 1996. Plant decomposition Methods. *Technical Journal of Water and Soil Research Institute*, 1: 28-58. (In Persian with English Abstract).
- Gheisari Zardak S, Movahhedi Dehnavi M, Slehi A and Gholamhosini M. 2016. Responses of field grown fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) to different mycorrhiza species under varying intensities of drought stress. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 5:16-25. DOI:10.1016/j.rhisph.2018.02.001. (In Persian with English Abstract).
- Ghosh PK, Ramesh P, Bandyopadhyay KK, Tripathi AK, Hati KM and Misra AK. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. *Bioresource Technology*, 95: 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.02.011>. .
- Hamed B, Ghasemi Pirbalouti A and Rajabzadeh F. 2022. Manures, vermicompost, and chemical fertilizer impacts on the yield and volatile compounds of the damask rose (*Rosa damascena* Mill.) flower petals. *Industrial Crops and Products*, 187(1): 115470. DOI:10.22034/SAPS.2023.57532.3077. (In Persian with English Abstract).
- Hamzei j and Najari S. 2013. Evaluation of the possibility of reducing nitrogen fertilizer application using nitroxin biofertilizer in the production of *Pimpinella anisum* L. Medicinal Plant, *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(4): 57-70. DOI: 10.22055/agen.2024.48100.1746. (In Persian with English Abstract).
- Hosseinzadeh Namin P and Amini Dehaghi M. 2015. Effect of integrated usage of biological and chemical phosphate fertilizers on growth, yield, yield components and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Plant Research (Journal of Biology)*, 27(4): 592-606. DOI:10.22067/JAG.V9I1.35321 (In Persian with English Abstract).

- Javanmard A, Sadeghian M A, Amani Machiani M, Abbasi A, Fotoohi K. The Effect of separate and integrated application of vermicompost, biologic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Crop Production and Processing 2019, 9(1):1-14. DOI: 10.29252/jcpp.9.1.1. (In Persian with English Abstract).
- Jenkins WR. 1964. A rapid centrifug L-technique for separating nematodes from soil. Journal of Plant Disease Reporter, 48: 692. DOI: 10.4236/ojss.2013.37037.
- Kandeel AM, Naglaa SAT and Sadek A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. Annals of Agricultural Sciences, 47: 351- 371.
- Kapoor R, Giri A. and Mukerji, KG. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality of *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311. DOI:10.1016/j.biortech.2003.10.028.
- Khoram-Del S, Koochaki A, Nassiri Mahalati M and Ghorbani R. 2007. Application effects of biofertilizers on the growth indices of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crop Research, 2(6): 285-294. <https://doi.org/10.22067/GSC.V6I2.2435>. (In Persian with English Abstract).
- Khorramdel S, Khoshnoodyazdi A, Khoramdel S and Gholizadgan Ehsanabad A. 2013. Evaluations the effects of mycorrhizal symbiosis on the quantitative and qualitative yield of medicinal plant Cumin (*Cuminum cyminum* L.). In: the first regional congress on medicinal plants north of Iran. 8 May, Research Center for Agriculture and Natural Resources of Golestan, Gorgan, Iran. (In Persian with English Abstract).
- Koochaki A, Gholami A, Mahdavi Damghani AA and Tabriz L. (translated Jy.valas). 2007. Biological agriculture principle (organic). Mashhad Ferdowsi University publications, 2 nd edition, 386 p. (In Persian with English Abstract).
- Mahmoudzadeh M, Rassouli Sedghiani MH and Asgari Lagayer M. 2015. The Effect of rhizobacteria growth stimulator and arbuscular mycorrhizal fungi on morphological characteristics and high contaminated elements of peppermint *Mentha piperita* L. in Greenhouse Conditions. Science and Technology of Ggreenhouse Crops, 24(6): 155-167. DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.4.13.8. (In Persian with English Abstract).
- Mehmani H, Ismailpour B, Khavazi K and Ghanbari A. 2015. Effect of biofertilizers on growth criteria, quantitative and qualitative and qualitative yield of Summer Savory (*Satureja Hortensis* L.). Scientific Journal of Agroecology, 6(5): 879-87. DOI:10.22067/JAG.V9I2.37186. (In Persian with English Abstract).
- Melese W. 2016. Effect of farmyard yield manure application rate on yield and yield components of lettuce (*Lactuca sativa*) at Jimma Southwestern Ethiopia. International Journal of Research - Granthaalayah, 4(8): 75-83. DOI: 10.5281/zenodo.61158.
- Mengistu T, Gebrekidan H, Kibret KW, Oldetsadik K, Shimelis B and Yadav H. 2017. The integrated use of excretabased vermicompost and inorganic NP fertilizer on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit yield, quality and soil fertility. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 6: 63–77. DOI:10.1007/s40093-017-0153-y.
- Mir Arab T, Piri E, Tavassoli A and Babaeiyan M. 2016. The Effect Organic Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characters of Basil (*Ocimum basilicum*) in Sistan Region. Journal of Crop Ecophysiology, 10(2): 327-338. (In Persian with English Abstract).
- Motta SR and Maggiore T. 2013. Evaluation of nitrogen management in maize cultivation grown on soil amended with sewage sludge and urea. European Journal of Agronomy, 45: 59-67. DOI: 10.1016/j.eja.2012.10.007.
- Mottaghian A, Pirdashti H, Bahmanyar MA and Mottaghian B. 2013. Response of growth characteristics and nutrients uptake of basil (*Ocimum basiilicum* L.) to concomitant use of municipal waste compost and three species of Trichoderma, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 358-372. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2861>. (In Persian with English Abstract).
- Muscolo A, Bovalo F, Gionfriddo F and Nardi F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin- like effects on daucus carota cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1303-1311. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(99\)00049-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(99)00049-8).
- Naghdi badi H, Zainali Mobarakeh Z, Omidi H and Rezazade Sh. 2010. Morphological, agronomic and phytochemical changes of Borage (*Borago officinalis* L.) affected biological and chemical fertilizers.

- Journal of Medicinal Plants, 11(2): 145-156. DOR:20.1001.1.2717204.2012.11.42.34.2 . (In Persian with English Abstract).
- Naghibi R, Rezvani Moghadam P, Balandari A and Ghorbani Z. 2015. The effects of Organic Fertilizers and Mycorrhizae Inoculation (*Glomus mosseae* and *G. intraradices*) on quantitative and qualitative yield of Dwarf Chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) in different cuttings. Journal of Horticultural Science. 29(2):302-313. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.36706>. (In Persian with English Abstract).
- Norzad S, Ahmadian A, Moghadam M and Daneshfar A. 2014. Effect of drought stress on yield, yield components and essential oil in coriander treated with organic and inorganic fertilizers. Journal of Crop Improvement, 16(2):289-302. <https://doi.org/10.22059/jci.2014.53044>. (In Persian with English Abstract).
- Pouryousef M, Mazaheri D, Yousefi AR, Rahimi A and Tavakoli A. 2014. Evaluation of grain qualitative traits of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) under limited irrigation regimes and different fertilizing treatments. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(3):414-424. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2014.7675> (In Persian with English Abstract).
- Rahimi A, Mehrafarin A, Naghdi Badi H and Khalighi-Sigaroodi F. 2013. Effects of bio-stimulators and biofertilizers on morphological traits of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Annals of Biological Research, 4(5): 146-151. <https://doi.org/10.22055/ppd.2018.22330.1479>. (In Persian with English Abstract).
- Rahimzadeh S, Sohrabi Y, Heydari G and Pirzad A. 2011. Effect of biofertilizer application on some morphological characteristics and yield of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Technology), 25(3): 335-343. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1390i0.11378>. (In Persian with English Abstract).
- Rahmatzadeh S and Kazemitabar SK. 2013. Biochemical and antioxidant changes in regenerated periwinkle plantlets due to mycorrhizal colonization during acclimatization. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(14):1535-1540. (In Persian with English Abstract).
- Ratti N, Kumar S, Verma HN and Gautam SP. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to cymbopogon martini var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiological Research, 156:145-149. <https://doi.org/10.1078/0944-5013-00095>.
- Razavi Nia SM, Aghaalkhani M and Naghdi Badi HA. 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of *Echinaceae pursuerea* Moench. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(2): 357-373. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2015.101486> (In Persian with English Abstract).
- Rezaei-chivane E, Jalilian J, Ebrahimian E and Seved M. 2015. Effect of biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of ajowan at different irrigation levels. Journal of Crop Improvement, 17(3): 775-788. <https://doi.org/10.22059/jci.2015.54385>. (In Persian with English Abstract).
- Rezvani M, Afshang B, Qolizadeh, A and Zaafarian F. 2011. Evaluation of mycorrhizal fungi and phosphate rock effectiveness on growth and uptake of phosphorus Soybean (*Glycine max* (L.) Merr). Journal of Soil Management and Sustainable Production, 1(2):97-118. DOI: 10.1007/s11099-014-0067-0. (In Persian with English Abstract).
- Sahin F, Cakmakci R and Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil, 265: 123–129. DOI:10.1007/s11104-005-0334-8.
- Sajjadi Nik R, Yadavi H, Baluchi H and Faraji H. 2011. Comparison of the effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on quantitative and qualitative yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Agricultural Science and Sustainable Production, 21(2): 87-101. DOI:10.22034/SAPS.2021.41869.2550 (In Persian with English Abstract).
- Salehi A, Tasdighi H and Gholamhoseini M. 2016. Evaluation of proline, chlorophyll, soluble sugar content and uptake of nutrients in the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic fertilizer treatments. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6(10): 886–891. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.08.009>.
- Samsam shariat H. 2007. Extraction and production of active substances of medicinal plants and their identification and evaluation methods. Mani Isfahan publication, 258 p. (In Persian with English Abstract).
- Sarmadnia GhH and Koochaki A. 1990. Crop Physiology. Mashhad Jahad Daneshgahi publication (translate), 400 p. (In Persian with English Abstract).

- Sengar SS, Wade LJ, Baghel SS, Singh RK and Singh G. 2000. Effect of nutrient management on rice in rain fed low land of southeast Madhya Pradesh. Indian Journal of Agronomy, 45(2): 315-322. Ray ID: 937aa0f04db71182
- Shahbazi Z, Salehi A, Movahedi Dehnavi, M and Farajee H. 2019. The effect of organic fertilizer and mycorrhizal fungus on morphological characteristics, shoot biomass and mucilage of Borage (*Borago officinalis*). Iranian Journal of Horticultural Science, 50(3):561-570. 10.22059/IJHS.2018.228799.1211. (In Persian with English Abstract).
- Sharifian Z, Maghsoudi Mood AA and Mohamadi N. 2014. Effect of different ratios of municipal solid waste compost on growth parameters and yield of Marigold (*Calendula officinalis* Moench.) and Daisy (*Bellis Perennis* L.). International Journal Advanced Biological and Biomedical Research, 2(1): 43-50. (In Persian with English Abstract).
- Shokrani F, Pirzad A, Zardoshti MR and Darvishzadeh R. 2012. Effect of biological nitrogen on the yield of dried flower and essential oil of *Calendula officinalis* L. under end season water deficit condition. International Research Journal of Applied and Basic Science, 3(1): 24-34. (In Persian with English Abstract).
- Smaelpour B, Jalilvand P and Hadian j. 2013. The effect of drought stress and mycorrhizal fungi on some morphophysiological traits and yield of Savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agroecology, 25(2): 169-177. DOI:10.22067/JAG.V5I2.24496.
- Song H. 2005. Effects of VAM on host plant in condition of drought stress and its mechanisms. Electronic Journal of Biology, 1(3): 44-48. ID: 937a9b38c9ddd368.
- Tahami Zarandi SMK, Rezvani Moghadam, p and Jahan M. 2010. Comparison organic and chemical fertilizers impact on the yield and percentage of essential oil of herb Basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology, 2(1): 70- 82. DOI:10.22067/JAG.V5I4.32990. (In Persian with English Abstract).
- Yadav RD, Keshwa GL and Yadva SS. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 668-67.
- Yadegari H, Khammari I, Salari M, Fakheri BA, Rahimi M and Bidarnamani F. 2017. Effects of different fertilizers and their combination on some quantitative and qualitative characteristics of Milk Thistle (*Silybum marianum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6):1010-1025. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2017.109319>. (In Persian with English Abstract).
- Zahoor A, Ghafor A and Muhammad A. 2004. *Plantago ovata* a crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance. Agriculture and Livestock, 5: 1101-15. DOI: 10.3923/ajps.2007.1229.1234.
- Zamani F, Amirnia R, Rezaei-chiyaneh E, Rahimi A. 2017. Evaluation of yield and yield components of Fennel (*Foeniculum vulgare* L.) with the combined application of nitrogen, phosphorus and potassium supplier bacteria with mycorrhizal fungi in low-input cropping system. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(4):231-217. (In Persian with English Abstract).
- Zamani F, Amirnia R, Rezaei-Chiyaneh E, Rahimi A. 2019. The effect of bacterial bio-fertilizers and mycorrhizal fungi on seed yield and chemical composition of essential oil from three Fennel Landrace. Journal of Agricultural Crops Production, 20(4): 831848. <https://doi.org/10.22059/jci.2018.259818.2045>. (In Persian with English Abstract).