Journal of Phytoallexins
Vol. 1, No. 1, Spring & Summer 2024 (Serial 1)

https://gyahpad.shahed.ac.ir/

Evaluation of the effect of nitrozist biofertilizer and chemical nitrogen fertilizer on the morphological characteristics and effective substances of *Kelussia odoratissima* Mozaff.

Khadijah Ahmadi [1] | **Heshmat Omidi** [2*] | **Elias Soltan** [3]

1. Ph.D. in Crop Physiology, Shahid University.
2. Department of Agronomy and Crop Breeding, College of Agriculture and Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran.
3. Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran.

** Corresponding Author Email: omidi@shahed.ac.ir*

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 29/11/2023
Accepted: 22/04/2024

Keywords:

Phenol,
Flavonoid,
Biological Fertilizer,
Keluss.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Keluss is a member of the umbelliferous family and a car plant with medicinal properties, which is on the verge of extinction in recent years due to improper exploitation and uprooting and bud picking before seeding. This species grows in cold and mountainous bioclimates and is used in traditional medicine for the treatment of various diseases such as cardiovascular diseases, treatment of gastric and respiratory ulcers, and intestinal inflammation. Excessive use of chemical fertilizers may reduce the quality of crops, endanger human health, and in the long term, reduce the population of beneficial soil microorganisms. Bio-fertilizers have the potential of reducing demand for chemical fertilizers and increasing the population and diversity of soil microorganisms. Bio-fertilizers can improve soil fertility and increase the crop production so they can be a good candidate for reducing chemical fertilizers application. Soil microorganisms and bio-fertilizers can also induce plant tolerance to environmental stresses. Although using bio-fertilizers has a long history in agriculture, interest in these fertilizers has recently increased due to the growing awareness of the harmful effects of chemical fertilizers on the environment and the strong trend

Cite this article: Ahmadi, Khadijah; Omidi, Heshmat; Soltani, Elias (2024). Evaluation of the effect of nitrozist biofertilizer and chemical nitrogen fertilizer on the morphological characteristics and effective substances of *Kelussia odoratissima Mozaff. Journal of Phytoallexines , 1(1).*

© The Author(s).

Publisher: Shahed University

Journal of Phytoallexins
Vol. 1, No. 1, Spring & Summer 2024 (Serial 1)
https://gyahpad.shahed.ac.ir/

toward sustainable agriculture. Considering the increasing importance of using medicinal plants as an alternative to chemical drugs in the treatment of diseases and also the presence of biologically active compounds in the celeriac plant including phthalides and flavonoids, in this research the biological function in the conditions Laboratory-greenhouse was conducted to determine the amount of effective substances of Keluss.

Materials and Methods: This research was conducted in a greenhouse in the research greenhouse of Shahid University Plant Research Center in 2022. At first, according to the seed dormancy of the medicinal plant Keluss, the most favorable seed dormancy treatments were selected to reduce the germination time and uniformity of greening in the shortest possible time. Next, to increase the biological function of the aerial parts of the medicinal plant Keluss, the desired treatments that normal seedlings have were transferred to the pot and nutritional treatments were applied. Keluss seeds were collected from the natural habitat of Fereydon Shahr (with an altitude of 2530 m), Isfahan province in 2021. For this purpose, an experiment was conducted to investigate the characteristics of the biological agent and the active ingredients of Keluss medicinal plant in the greenhouse of Shahid University Medicinal Plants Research Center in 2022. Greenhouse experiment included fertilizer treatments (no fertilizer application, chemical fertilizer with nitrogen source and nitrous biofertilizer) in three replicates in the form of pot culture with cocopeat + percolite + peat moss. After collecting the statistical data, data analysis was done with the help of SAS 9.1 software, and the average treatments were compared by the LSD test at the five percent level.

Results and Discussion: Due to the fact that for the first time the wild and completely native plant of Iran was cultivated in pots. Naturally, it reacted to the application of fertilizer treatments, in the conditions without the application of chemical+biological fertilizer treatment, the highest amount was observed for Keluss plant, which can be due to its morphological and growth reactions, and it showed a negative reaction to the treatment. Also, after that, the application of nitrogenous biofertilizer caused an increase in seedling growth characteristics, root indices and the content of callus soluble compounds. Therefore, it seems that the application of biological fertilizer improves the dry weight of the plant and subsequently increases the biological performance through increasing the absorption of nutrients, especially nitrogen. During the examination of the greenhouse test results, the growth indices, soluble compounds, secondary metabolites and antioxidant capacity were under the effect of fertilizer treatment. No application of fertilizer treatment (control level) had more dry weight than other levels of fertilizer treatment. Nitrozist biofertilizer increases physiological traits such as total phenol (2.55 mg/g fresh weight), flavonoid content in three wavelengths and carbohydrate content (4.4 mg/g FW) and antioxidant capacity (28.63%) became Keluss.

Conclusion: The application of nitrous biofertilizer and the combination of chemical fertilizer treatment of 80 kg per hectare combined with biofertilizer also had a positive effect on root characteristics, flavonoid content and antioxidant capacity of the leaves of the medicinal plant Keluss.

دوفصلنامه گیاه‌پاد
دوره ۱/ شماره ۱/ بهار و تابستان ۱۴۰۳ (پیاپی ۱)
https://gyahpad.shahed.ac.ir/

ارزیابی اثر کود زیستی نیتروزیست و کود شیمیایی بر صفات مورفولوژیک و مواد مؤثره گیاه دارویی کلوس (*Kelussia odoratissima* Mozaff.)

خدیجه احمدی [۱] | **حشمت امیدی** [۲*] | **الیاس سلطانی** [۳]

۱. دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد.
۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد.
۳. دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

** ایمیل نویسنده مسئول: omidi@shahed.ac.ir*

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۳

واژه‌های کلیدی:
فنل،
فلاونوئید،
کود زیستی،
کلوس.

چکیده

کلوس از خانواده چتریان و گیاهی خودرو با خاصیت دارویی است که در سال‌های اخیر به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه و نامناسب، ریشه‌کنی و غنچه‌چینی پیش از بذر دهی، این گیاه رو به انقراض است. این گونه به‌صورت خودرو در زیست اقلیم‌های سرد و کوهستانی رشد می‌کند و در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، درمان زخم معده، تنفسی و التهاب روده کاربرد دارد. بدین منظور آزمایشی برای بررسی خصوصیات عملکرد زیستی و مواد مؤثره گیاه دارویی کلوس در گلخانه مرکز تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه شاهد در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. آزمایش گلخانه‌ای شامل تیمارهای کودی شامل (عدم اعمال کود، کود شیمیایی با منبع نیتروژن و کود زیستی نیتروزیست) در سه تکرار به صورت کشت گلدانی با بستر کشت کوکوپیت+پرکولیت+پیت ماس بود. طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، شاخص‌های رشدی مانند وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، ترکیبات محلول، متابولیت‌های ثانویه و میزان DPPH تحت اثر تیمار کود قرار گرفتند. کود زیستی نیتروزیست موجب افزایش صفات فیزیولوژیکی مانند فنل کل (۲/۵۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، محتوای فلاونوئید در سه طول موج و محتوای کربوهیدرات (۴/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و ظرفیت آنتی‌اکسیدان (۲۸/۶۳٪) کلوس شد. اعمال کود زیستی نیتروزیست و ترکیب تیمار کود شیمیایی ۸۰ کیلوگرم در هکتار به صورت توأم با کود زیستی نیز در صفات خصوصیات ریشه، محتوای فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدان برگ گیاه دارویی کلوس اثر مثبت افزایشی داشتند.

استناد: احمدی، خدیجه؛ امیدی، حشمت؛ سلطانی، الیاس (۱۴۰۳). ارزیابی اثر کود زیستی نیتروزیست و کود شیمیایی بر صفات مورفولوژیک و مواد مؤثره گیاه دارویی کلوس (*Kellusia odoratissima Mozaff.*). *دوفصلنامه گیاه‌پاد*، ۱ (۱)، ۸۷-۷۵.

ناشر: دانشگاه شاهد

حق‌مؤلف © نویسندگان.

مقدمه

در حال حاضر کاربرد گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌های مختلف به صورت علمی و سنتی روند رو به رشدی داشته است. در میان تیره‌های مختلف گیاهی، تیره چتریان حاوی گونه‌های ارزشمند اقتصادی است که از آن‌ها در شرایط مختلف غذایی، آرایشی، بهداشتی و داروسازی برای انسان و حیوان استفاده می‌شود (Ferrie et al., 2011). تیره چتریان حدود ۴۵۵–۳۰۰ جنس و ۳۷۵۰–۳۰۰۰ گونه در سراسر جهان دارد (Duran et al., 2010). در میان انواع گیاهان دارویی و معطر، گیاه کرفس کوهی (*Kelussia oderatassima* Moaff.) با نام محلی کلوس به‌عنوان گونه‌ای جدید از جنس *Kelussia* از تیره چتریان (Apiaceae)، یکی از گیاهان بومی ایران است و تاکنون وجود آن در سایر مناطق جهان گزارش نشده است (Mozaffarian, 2007).

تولید گیاهان دارویی و معطر از گذشته مورد توجه نظام‌های سنتی کشاورزی در ایران بوده است. تقاضای روز افزون برای استفاده از گیاهان دارویی موجب افزایش تمایل به تولید آنها شده است (Carrubba et al., 2002). افزایش تولید و رشد در گیاهان دارویی و معطر ممکن است تحت تأثیر شکل، نوع و مقدار کودها به صورت مثبت یا منفی باشد (Yadegari, 2015). استفاده صحیح و مناسب عناصر و مواد غذایی در طول مراحل رشد گیاهان دارویی، نه تنها نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد دارد، بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها نیز مؤثر است (Ghazi Manas et al., 2013). در سال‌های اخیر، به‌دلیل آسیب‌های زیست محیطی گسترده ناشی از کاربرد وسیع مواد شیمیایی در سیستم‌های زراعی، استفاده از کودهای زیستی برای افزایش تولید گیاهان دارویی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (Liebman, 2002). در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیکی و حداقل مضرات زیست محیطی را دارا باشند، امری ضروریست (Amiri et al., 2017). نظام کشاورزی پایدار به دنبال کاهش آسیب‌های کشاورزی صنعتی است. این نظام براساس کشت‌زارهایی با مساحت کوچک و سودمندی مناسب هستند که به میزان کم‌تری نیازمند نهاده‌های خارج از مزرعه می‌باشند (Vessey et al., 2016). از جمله مزایای عمده کود بیولوژیکی می‌توان به بهبود هوادهی خاک، افزایش نگهداری آب در خاک و هم‌چنین اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اشاره کرد (Radzi et al., 2017). کودهای بیولوژیک شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از شکل غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس دارند (Amiri et al., 2017). از کودهای زیستی مهم در کشاورزی می‌توان به کود زیستی نیتروکسین اشاره کرد، کودهای زیستی مانند نیتروکسین که حاوی مجموعه‌های از مؤثرترین سوش‌های باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر، آزوسپریلوم و حل کننده فسفات از جنس سودوموناس می‌باشند. ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را داشته که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و مؤثری دارند (Yazdi et al., 2018). در مطالعه‌ای بررسی اثرات انواع کودهای زیستی در بهبود رشد، زیست توده و متابولیت‌های ثانویه گونه‌ای از مریم گلی گزارش شد که موجب افزایش رشد ریشه و متابولیت‌های ثانویه گردید (Wu et al., 2021). افزایش عملکرد گیاهان تلقیح شده با کود زیستی به افزایش جذب آب، حفظ محتوای نسبی آب برگ، افزایش انتقال مواد، افزایش کلرفیل برگ، بالا رفتن سرعت فتوسنتز و نقش مهم و فعال‌تر واکنش نوری نسبت داده می‌شود (Gheidarlouei et al., 2020). با توجه به اهمیت روز افزون استفاده از گیاهان دارویی به‌عنوان جایگزین داروهای شیمیایی در درمان بیماری‌ها و هم‌چنین وجود ترکیبات فعال زیستی موجود در گیاه کرفس کوهی (کلوس) از جمله فتالیدها و فلاوونوئیدها، در این پژوهش عملکرد زیستی در شرایط آزمایشگاهی– گلخانه‌ای میزان مواد مؤثره کلوس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌ای در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات گیاهان داوریی دانشگاه شاهد در سال ۱۴۰۱ انجام شد. در

ابتدا باتوجه به خواب بذر گیاه دارویی کلوس، ابتدا مطلوب‌ترین تیمارهای شکست خفتگی بذر برای کاهش مدت زمان جوانه‌زنی و یکنواختی سبز شدن در کوتاه‌ترین مدت زمان ممکن انتخاب شد. در ادامه برای افزایش عملکرد زیستی اندام‌های هوایی گیاه دارویی کلوس تیمارهای مطلوب که گیاهچه‌های نرمال دارند به گلدان منتقل و تیمارهای تغذیه‌ای اعمال شد. بذور کلوس از رویشگاه طبیعی شهرستان فریدون شهر (با ارتفاع ۲۵۳۰ متر) استان اصفهان در سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری شد.

شرایط کشت گلخانه‌ای و اعمال تیمارها

این آزمایش به‌منظور ارزیابی اثر تیمار تغذیه کودی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی کلوس در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات گیاهان دارویی اجرا شد. آزمایش به‌صورت طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. باتوجه به اینکه کلوس گیاهی ناشناخته بود و در این زمینه پژوهشی نیز انجام نشده بود طبق بررسی مقالات مرتبط با گیاهان خانواده اپیاسه این سطوح تیمار کودی انتخاب شدند و همچنین نقش نیتروژن در افزایش اندام هوایی گیاهان کودهای شیمیایی و زیستی با منبع نیتروژن انتخاب شدند. سطوح تیمار تغذیه کودی شامل (شاهد، کود شیمیایی نیتروژن ۴۰ کیلوگرم در هکتار (محلول پاشی و آبیاری)، کود شیمیایی نیتروژن ۸۰ کیلوگرم در هکتار (محلول پاشی و آبیاری)، کود نیتروزیست (تلقیح ریشه)، کود نیتروژن (۴۰ کیلوگرم به صورت محلول‌پاشی و آبیاری) + نیتروزیست و کود نیتروژن (۸۰ کیلوگرم به صورت محلول‌پاشی و آبیاری) + نیتروزیست بود. کود شیمیایی نیتروژن مورد استفاده در آزمایش با منبع اوره ۴۶ درصد است. کود زیستی نیتروزیست از شرکت دانش بنیان رویان تیسان سبز تهیه شد. کود نیتروزیست را می‌توان به عنوان یک منبع بسیار غنی از کودهای حاوی ازت در نظر گرفت به شکلی که با یکبار استفاده از این کود کلیه ازت (نیتروژن) مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد تأمین و تثبیت می‌گردد که می‌تواند مکمل با کودهای شیمیایی ازته در کشاورزی صنعتی یا جایگزین آن‌ها در کشاورزی ارگانیک باشد. به جذب پتاس نیز کمک می‌کند. این کود شامل باکتری‌های انتروباکتر تثبیت کننده ازت است. جهت انجام آزمایش، گلدان‌هایی به ارتفاع ۵۰ و قطر ۳۵ سانتی‌متر با کوکوپیت + پرکولیت + پیت‌ماس با نسبت مساوی پر شد. در هر گلدان ۱۰ گیاهچه که با تیمار آبشویی به مدت ۷ روز و در دمای ۲ درجه سلسیوس قرار گرفته بودند در مرحله لپه‌ای قبل در گلدان‌ها کشت شد. برای افزایش جذب عناصر غذایی محلول‌پاشی شده از سطح برگ، از مویان (۰/۵ درصد) که با کاهش کشش سطحی آب، سطح تماس محلول با سطح برگ را افزایش داده و جذب را افزایش می‌دهد، استفاده گردید. محلول‌پاشی اولین ساعات صبح و محلول‌پاشی با ترکیبات مختلف تیمار تغذیه‌ای در ابتدای مرحله رشد رویشی کلوس انجام گرفت. آبیاری گلدان‌ها هر ۴ روز یکبار صورت گرفت. شرایط دما و نور برای کشت و رشد گیاه دارویی کلوس، در ابتدای رشد دما بین ۸ الی ۱۲ درجه سلسیوس و در اواخر رشد ۱۵ الی ۲۰ درجه‌ی سلسیوس با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود.

اندازه‌گیری شاخص‌های مرتبط با ریشه

در اندام زیرزمینی، تمامی ریشه‌ها به‌طور کامل و با رعایت حداقل آسیب‌دیدگی با استفاده از آب شسته شدند. بلافاصله وزن تر ریشه با دقت ۰/۰۰۱ گرم با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. حجم ریشه نیز از طریق اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آ با دقت ۰/۱ میلی‌متر محاسبه و سطح ریشه به روش اتکینسون (Hajabbasi, 2001)، قطر ریشه و چگالی ریشه با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Ganjali et al., 2003; Akhavan et al., 2012).

(۲-۴) طول ریشه = (وزن ریشه‌ها) × ۰/۸۹۰

(۲-۵) سطح ریشه = ۲ (حجم ریشه × π × طول ریشه) $^{0.5}$

(۲-۶) قطر ریشه = (۴ × وزن تر ریشه / (طول ریشه × π)) $^{0.5}$

(۲-۷) چگالی سطح ریشه = (طول ریشه × قطر ریشه × π)

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول، ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره الکلی با ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط گردید. سپس این محلول به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. برای تهیه عصاره الکلی ۰/۵ گرم پودر خشک گیاه را در ۵ میلی‌لیتر اتانل ۸۰ درصد به مدت ۴۸ ساعت خیسانده و پس از آن به مدت ده دقیقه با دور ۳۰۰۰، سانتریفیوژ می‌کنیم. میزان جذب محلول را با اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه شد. برای تهیه‌ی استانداردهای قند با استفاده از گلوکز خالص و بر اساس وزن مولکولی آن محلول مادر تهیه و از این محلول غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گلوکز خالص تهیه کرده و مراحل آزمایش در مورد آن‌ها انجام شد (Paquin and Lechasseur, 1979).

اندازه‌گیری محتوای فنل کل

مقدار فنل کل با معرف فولین–سیکالتو تعیین شد. برای سنجش مقدار فنل کل، حدود ۰/۱ گرم از برگ‌های تازه را در ۳ میلی‌لیتر متانول به مدت ۲ دقیقه ساییده و محلول به دست آمده سانتریفیوژ شد. به ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده و ۳۰۰ میکرولیتر فولین رقیق شده (۱:۱۰ رقیق شده با آب مقطر) و سپس ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم (۷ درصد) به آن اضافه شده و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه باقی مانده و جذب آن در ۷۶۵ nm با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. مقدار ترکیبات فنلی به کمک منحنی استاندارد اسید گالیک بدست آمد (McDonald et al., 2001).

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید

به منظورسنجش فلاونوئیدکل، ۰/۱ گرم نمونه منجمد شده با ۳ میلی‌لیتر محلول متانول اسیدی شامل متانول: اسیداستیک به نسبت ۱:۹۹ در هاون ساییده شد. به مدت ۱۵ دقیقه در ۶۰۰۰ دور سانتریفوژ شد. محلول رویی به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. میزان جذب نمونه‌ها پس از سرد شدن توسط اسپکتروفتومتر در ۳ طول موج ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر قرائت شد. برای محاسبه غلظت فلاونوئیدها، از ضریب خاموشی $33000\ cm^{-1}M^{-1}$ استفاده شد (Krizek et al, 1993).

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدان

برای تعیین قدرت عصاره گیاهی در به دام انداختن رادیکال‌های آزاد DPPH (فعالیت‌آنتی اکسیدانی)، ۰/۱ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره به ۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ میلی‌مولار رادیکال آزاد DPPH در متانول ۸۰ درصد افزوده شد. جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. یک نمونه حاوی ۰/۱ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد و ۵ میلی‌لیتر محلول DPPH به‌عنوان کنترل استفاده شد (Kulisic et al., 2004).

درصد بازدارندگی = ((قرائت نمونه کنترل – قرائت عصاره گیاهی) / قرائت نمونه کنترل) ×۱۰۰

تجزیه آماری داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌های آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار SAS 9.1 انجام شد و میانگین تیمارها توسط آزمون LSD در سطح پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. در آزمایش اول دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس جوانه‌زنی صفر بود و برای تجزیه داده‌های آزمایش اول از سطوح تیماری دمای جوانه‌زنی حذف شدند. رسم نمودار با نرم افزار Excel و نگارش پایان‌نامه به کمک نرم افزار Word صورت گرفت.

نتایج

وزن خشک بوته

طبق نتایج تجزیه واریانس تیمار کود تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح تیماری کود نشان داد که، تیمار شاهد بدون اعمال کود شیمیایی و زیستی دارای بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی (۰/۰۵۹ گرم) و به دنبال آن اعمال کود زیستی نیتروزیست به صورت تلقیح ریشه موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی (۰/۰۵۸ گرم) شد. کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی (۰/۰۱۴ گرم) در تیمار ۴۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره به صورت محلول‌پاشی حاصل شد (شکل ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تیمار تغذیه بر صفات مورد ارزیابی کلوس

Table 1. Variance analysis of the effect of nutritional treatment on the evaluated traits of Kluss

S.O.V	Df	Average of Squares				
		Dry weight of aerial parts	Root dry weight	Root surface	root diameter	Root surface density
Nutritional treatment	9	0.0006**	0.00009**	9.71**	0.0009**	2.45**
Error	20	0.0000004	0.0000001	0.01	0.00002	0.006
Coefficient of variation (%)	-	1.95	4.78	2.61	3.23	3.23

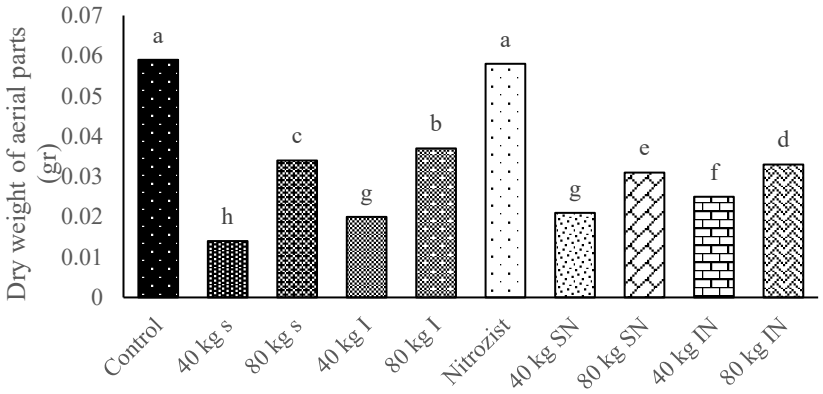
** Significant at the 1% probability level. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تیمار تغذیه بر صفات مورد ارزیابی کلوس

Table 1. Variance analysis of the effect of nutritional treatment on the evaluated traits of Kluss

S.O.V	Df	Average of Squares					
		Total phenol content	Flavonoid wavelength 270	Flavonoid wavelength 300	Flavonoid wavelength 330	Carbohydrate content	DPPH
Nutritional treatment	9	0.68**	1.12**	1.60**	1.20**	2.64**	86.51**
Error	20	0.012	0.005	0.005	0.004	0.21	5.56
Coefficient of variation (%)	-	9.03	3.27	3.46	2.97	19.02	11.76

** Significant at the 1% probability level. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

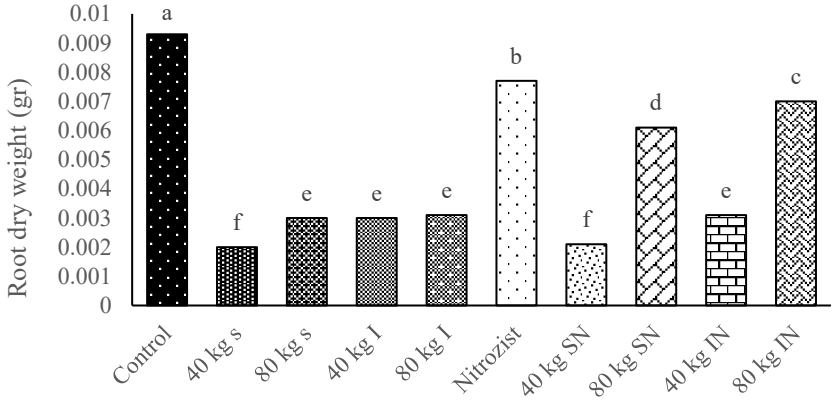


شکل ۱. اثر تیمار کود بر وزن خشک اندام هوایی (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 1. Effect of fertilizer treatment on the dry weight of aerial parts (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer + biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation + biofertilizer)

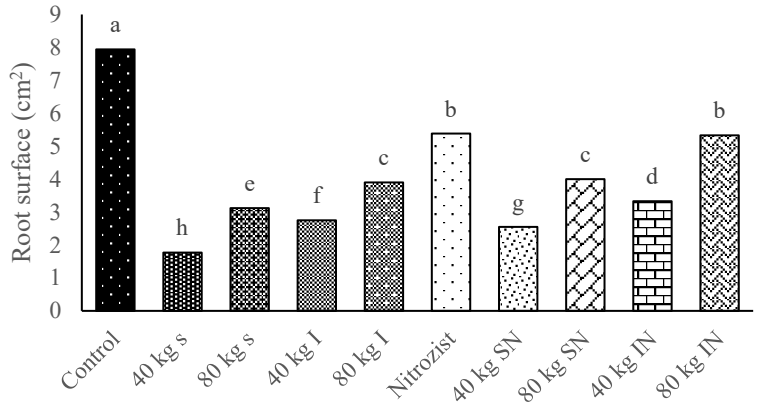
شاخص‌های ریشه

تیمار کود بر شاخص‌های ریشه مانند وزن خشک ریشه، سطح ریشه، قطر ریشه و چگالی سطح ریشه اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین در بین سطوح تیمارهای کودی، سطح شاهد (عدم استفاده از کود) دارای بیش‌ترین شاخص‌های وزن خشک ریشه (۰/۰۰۹۳ گرم)، سطح ریشه (۷/۹۴ سانتی‌متر)، قطر ریشه (۰/۱۴ سانتی‌متر) و چگالی سطح ریشه (۴/۳۸ متر مربع بر متر مکعب) شد. به دنبال سطح شاهد تیمار کود زیستی نیتروزیست و ۸۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره میزان شاخص‌های ریشه بهبود پیدا کردند. همچنین کمترین میزان شاخص‌های طول ریشه (۵ سانتی‌متر)، وزن تر ریشه (۰/۰۳۳ گرم)، وزن خشک ریشه (۰/۰۰۲ گرم)، سطح ریشه (۱/۷۷ سانتی‌متر)و چگالی سطح ریشه (۱/۴۵ متر مربع بر متر مکعب) در تیمار کودی ۴۰ کیلوگرم اوره و صفت قطر ریشه (۰/۰۸۳ سانتی‌متر) در تیمار کودی ۸۰ کیلوگرم اوره به صورت محلول‌پاشی مشاهده شد (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵).



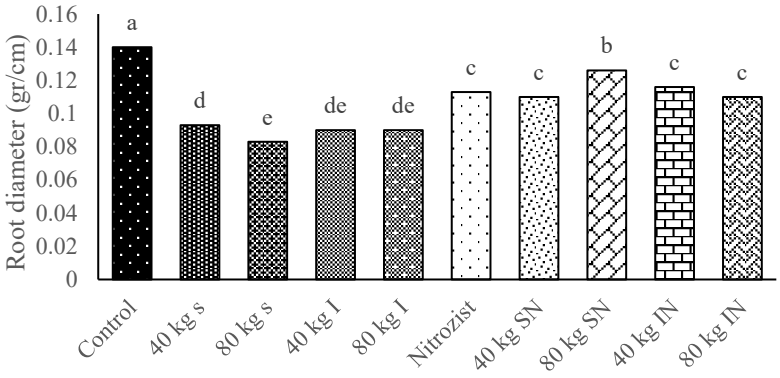
شکل ۲. اثر تیمار کود بر وزن خشک ریشه (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 2. Effect of fertilizer treatment on root dry weight (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer + biological fertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation + biological fertilizer)



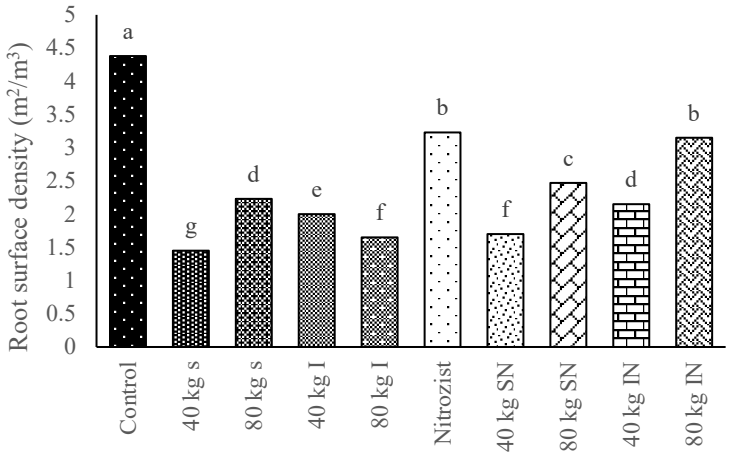
شکل ۳. اثر تیمار کود بر سطح ریشه (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 3. Effect of fertilizer treatment on the root surface (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer+biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation+biofertilizer)



شکل ٤. اثر تیمار کود بر قطر ریشه (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 4. Effect of fertilizer treatment on root diameter (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer + biological fertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation + biological fertilizer)

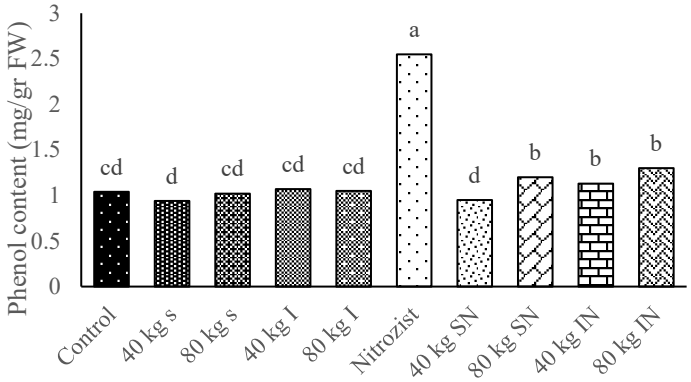


شکل ٥. اثر تیمار کود بر چگالی سطح ریشه (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 5. Effect of fertilizer treatment on root surface density (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer+biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation+biofertilizer)

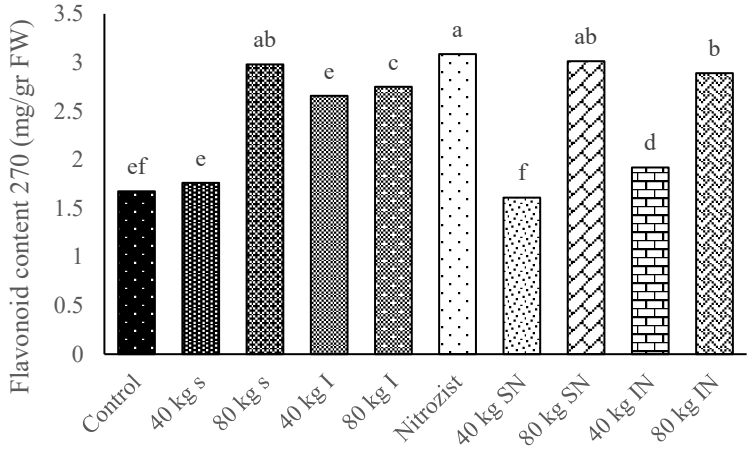
محتوای فنل و فلاونوئید

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار تیمار کود بر صفات محتوای فنل کل، محتوای فلاونوئید ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر بود (جدول ۳-۹). بیش‌ترین میزان فنل کل با میانگین ۲/۵۵ میلی‌گرم بر گرم در تیمار کود زیستی نیتروزیست مشاهده شد، همچنین تیمار کود ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت محلول‌پاشی دارای کمترین مقدار فنل کل با میانگین ۰/۹۴ میلی‌گرم بر گرم بود (نمودار ۳-۱۶۶). نتایج مقایسه میانگین اثر کود بر محتوای فلاونوئید در سه طول موج ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نشان داد که، بیش‌ترین میزان فلاونوئید ۲۷۰ (۳/۰۸۷ میلی‌گرم بر گرم)، ۳۰۰ (۳/۳ میلی‌گرم بر گرم) و ۳۳۰ (۳/۰۱ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار کود زیستی نیتروزیست مشاهده شد. کمترین میزان فلاونوئید در طول موج ۲۷۰ (۱/۷۶ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار کود ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت محلول‌پاشی و همچنین محتوای فلاونوئید در طول موج‌های ۳۰۰ (۱/۲۹ میلی‌گرم بر گرم) و ۳۳۰ (۱/۴۷ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار کود ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت آبیاری بود (شکل‌های ۶، ۷، ۸ و ۹).



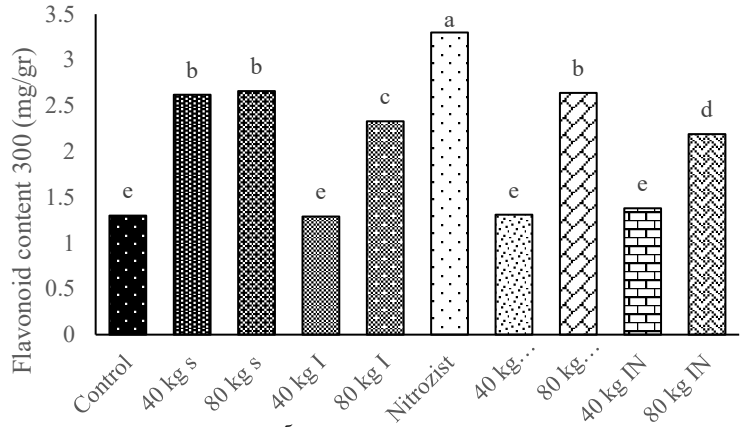
شکل ٦. اثر کود بر صفت محتوای فنل (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 6. Effect of fertilizer on the trait of phenol content (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer+biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation+biofertilizer)



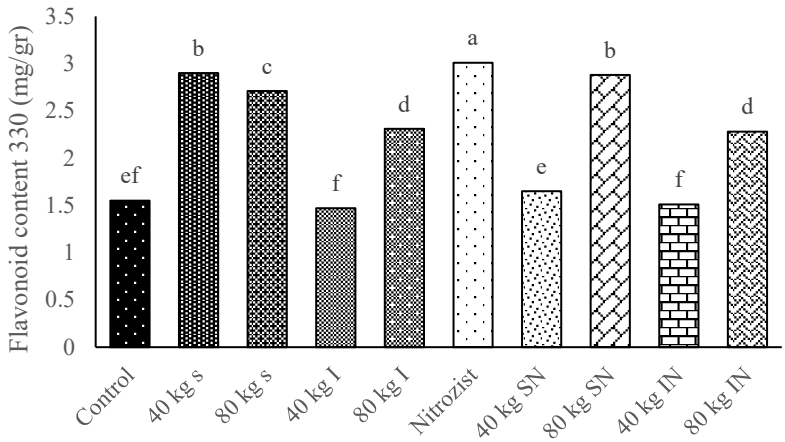
شکل ۷.اثر کود بر صفت محتوای فلاونوئید ۲۷۰ (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 7. Effect of fertilizer on the trait of flavonoid content 270 (s: sol-spraying, I: irrigation, SN: sol-spraying of chemical fertilizer+biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation+biofertilizer)



شکل ۸. اثر کود بر صفت محتوای فلاونوئید ۳۰۰ (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 8. Effect of fertilizer on the trait of flavonoid content 300 (s: sol-spraying, I: irrigation, SN: sol-spraying of chemical fertilizer+biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation+biofertilizer)

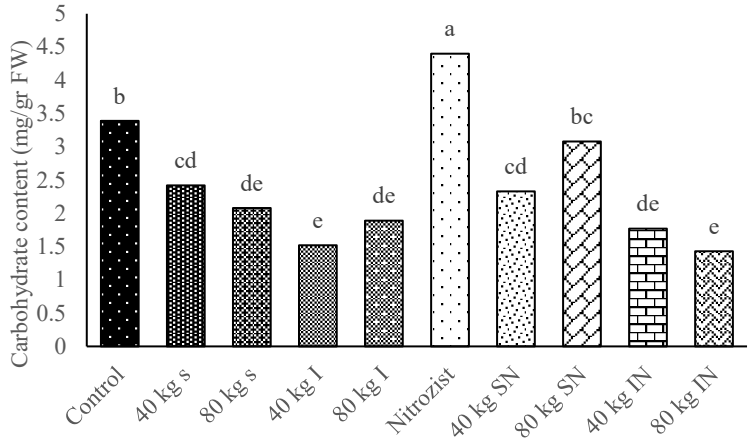


شکل ۹. اثر کود بر صفت محتوای فلاونوئید ۳۳۰ (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 9. Effect of fertilizer on the trait of flavonoid content 330 (s: sol-spraying, I: irrigation, SN: sol-spraying of chemical fertilizer+biofertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation+biofertilizer)

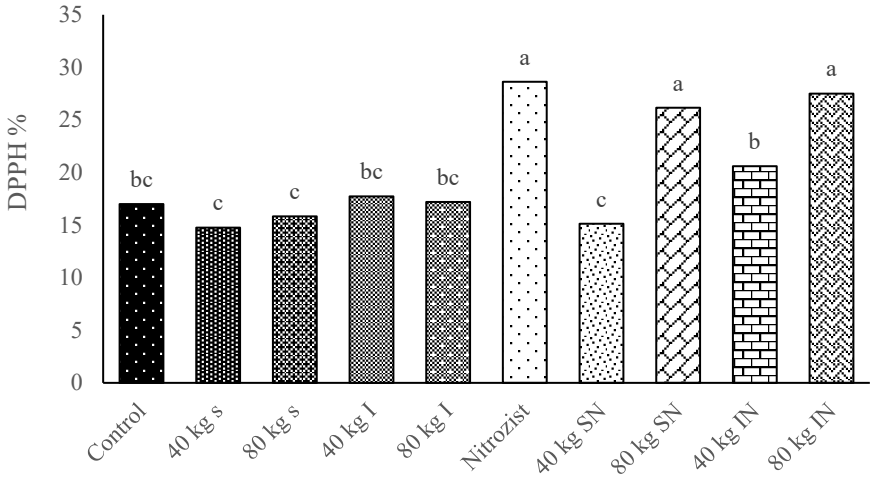
محتوای کربوهیدرات و ظرفیت آنتی‌اکسیدان

محتوای کربوهیدرات و ظرفیت آنتی‌اکسیدان تحت اثر تیمار کود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳-۹). طبق نتایج مقایسه میانگین اثر کود بر محتوای کربوهیدرات، تیمار کود زیستی نیتروزیست موجب افزایش محتوای کربوهیدرات شد. بیشترین و کمترین میزان محتوای کربوهیدرات به ترتیب مربوط به کود زیستی نیتروزیست با میانگین ۴/۴ میلی‌گرم برگرم و کاربرد ۴۰ کیلوگرم نیتروژن به صورت آبیاری با میانگین ۱/۵۲ میلی‌گرم بر گرم بود. سطح شاهد و کاربرد کود شیمیایی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتاربه صورت محلول‌پاشی توأم با کود زیستی نیز می‌تواند افزایش کربوهیدرات را در پی داشت (نمودار ۳-۱۷۰). ظرفیت آنتی‌اکسیدان تحت تیمار کود زیستی نیتروزیست افزایش (۲۸/۶۳ ٪) و در اثر کاربرد کود شیمیایی ۴۰ کیلوگرم بر هکتار به صورت محلول‌پاشی کاهش (۱۴/۷۶ ٪) یافت. همچنین در کاربرد کود شیمیایی ۸۰ کیلوگرم در هکتار ظرفیت آنتی‌اکسیدان ۲۷/۵ و ۲۶/۱۶ ٪ بدست آمد (شکل ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰. اثر کود بر محتوای کربوهیدرات (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 10. Effect of fertilizer on carbohydrate content (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer + biological fertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation + biological fertilizer)



شکل ۱۱. اثر کود بر ظرفیت DPPH (s: محلول‌پاشی، I: آبیاری، SN: محلول‌پاشی کود شیمیایی+زیستی، IN: آبیاری کود شیمیایی+ زیستی)

Fig. 11. Effect of fertilizer on DPPH content (s: foliar spraying, I: irrigation, SN: foliar spraying of chemical fertilizer + biological fertilizer, IN: chemical fertilizer irrigation + biological fertilizer)

بحث

باتوجه به اینکه اولین بار گیاه وحشی و کاملاً بومی کشور ایران در شرایط گلدانی کشت شده بود، طبیعتاً نسبت به اعمال تیمارهای کودی واکنش نشان داد، در شرایط بدون عدم اعمال تیمار کود شیمیایی+زیستی گیاه کلوس بیش‌ترین میزان مشاهده شد که می‌توان به دلیل واکنش‌های مورفولوژیک و رشدی آن باشد و نسبت به تیمار تغذیه واکنش منفی نشان داد. هم‌چنین به دنبال آن اعمال کود زیستی نیتروزیست موجب افزایش در خصوصیات رشدی گیاهچه، شاخص‌های ریشه و محتوای ترکیبات محلول کلوس شد. از این رو به‌نظر می‌رسد کاربرد کود بیولوژیک از طریق افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن (Mahfouz Kalyanasundaram et al., 2008; Sharaf Eldin, 2007) سبب بهبود وزن خشک گیاه و متعاقب آن افزایش عملکرد زیستی گردد. نتیجه پژوهش درزی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی شوید و ولدبیگی و فراهانی (۲۰۱۱) بر روی سیاهدانه نیز، با تحقیق حاضر مطابقت دارد. کومار و همکاران (۲۰۰۹) نیز به نتایج مشابهی بر روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) دست یافتند. سعید نژاد و رضوانی مقدم (۲۰۱۱) در پژوهشی بر روی زیره سبز اظهار داشتند که تلقیح با باکتری های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) با افزایش رشد ریشه ها باعث افزایش فراهمی آب و مواد غذایی شده و رشد رویشی و زایشی گیاه را افزایش داده و باعث تولید بیشتر ماده خشک در واحد سطح و در نتیجه تولید عملکرد دانه بالاتر شد.

صفات فیزیولوژیک و مواد مؤثره گیاه دارویی کلوس تحت اثر کود زیستی قرار گرفتند، هرچه شرایط تغذیه‌ای و محیطی برای رشد گیاه مناسب‌تر باشد، توان گیاه در تولید میزان مواد فتوسنتزی بیش‌تر می‌شود. میزان کلروفیل به ویژگی‌های ژنتیکی و ذاتی هر گیاه نیز بستگی دارد (Demir, 2004). هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد کودهای زیستی و آلی باعث افزایش میزان کلروفیل کل در گیاه شده است (Torabi-Giglou et al., 2020) که با پژوهش حاضر هم خوانی دارد. کود زیستی نیتروزیست موجب افزایش در میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی شد که با نتایج صالحی و همکاران (Salehi et al., 2023) طی بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی علف لیمو به کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی تحت تنش شوری در اقلیم‌های فارس و تهران مطابقت داشت. هم‌چنین آنها گزارش دادند که در بین تیمارهای کودی، از نظر عملکرد گیاه تفاوتی وجود نداشت و همگی منجر به افزایش عملکرد در مقایسه با تیمار شاهد شدند. استفاده از کود زیستی نیتروکسین تحت شرایط بدون تنش در منطقه فارس منجر به ایجاد بیشترین محتوای کلروفیل کل و a شد که در مقایسه با شاهد به‌ترتیب افزایش

۳/۵۱ و ۰/۴۷ درصدی داشتند. به‌طور کلی، استفاده از کودهای NPK، نیتروکسین و مایکوریزا موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی علف لیمو (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) گردید.

کاهش تولید تا حدی ناشی از کاهش سطح مزرعه و تامین ناکافی عناصر غذایی ضروری است. تامین عناصر ضروری با استفاده از کود مدیریت می‌شود. کمبود عناصر غذایی ضروری به عامل اصلی کاهش عملکرد تبدیل شده است (Kumar and Babel, 2011). استفاده از مواد آلی خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشد، در حالی که مواد معدنی خواص شیمیایی خاک را بهبود می‌بخشد، مانند تأمین مواد مغذی ضروری ماکرو و میکرو برای رفع نیازهای گیاه است. در دسترس بودن مواد مغذی توسط کودهای آلی و معدنی برای تقویت رشد و تولید گیاه مورد نیاز است (Prasetyo et al., 2013). پورهادی (Pourhadi, 2011) گزارش نمود که کودهای زیستی نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد اندام‌های هوایی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی داشت. در تحقیقاتی که رضوانی مقدم و سعیدنژاد (۲۰۱۱) بر روی گیاه دارویی زیره سبز انجام دادند نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای زیستی بطور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع بوته شد. بررسی‌های یزدی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که تأثیر ترکیب تیماری کودشیمایی و کودبیولوژیک نیتروکسین در خاک بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی گیاه مرزه اثر معنی‌داری داشت و موجب افزایش اندام هوایی گیاه دارویی مرزه شد. در یک آزمایش میدانی در مزرعه تحقیقاتی، گودارا و همکاران (۲۰۱۲) افزایش قابل توجهی را در پارامترهای رشد و عملکرد شنبلیله (*Trigonela-foenium-graecum*) از طریق کاربرد کودهای شیمیایی در مقایسه با کودهای آلی مانند ورمی کمپوست و کودهای مرغی مشاهده کردند. کودهای بیولوژیک به تنهایی یا در ترکیب با یگدیگر بر رشد و عملکرد کرفس وحشی (*Apium graveolens* L.) گزارش شده است که موجب افزایش رشد و عملکرد زیستی گیاه در مقایسه با تیمارهای تلقیح نشده را به همراه داشت (Migahed et al., 2004).

نتیجه‌گیری

طی بررسی نتایج آزمایش گلخانه شاخص‌های رشدی، ترکیبات محلول، متابولیت‌های ثانویه و میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدان تحت اثر تیمار کود قرار گرفتند. عدم اعمال تیمار کودی (سطح شاهد) دارای وزن خشک بیشتری نسبت به دیگر سطوح تیمار کودی بود. کود زیستی نیتروزیست موجب افزایش صفات فیزیولوژیکی مانند فنل کل (۲/۵۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، محتوای فلاونوئید در سه طول موج و محتوای کربوهیدرات (۴/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و ظرفیت آنتی‌اکسیدان (۲۸/۶۳٪) کلوس شد. اعمال کود زیستی نیتروزیست و ترکیب تیمار کود شیمیایی ۸۰ کیلوگرم در هکتار به صورت توأم با کود زیستی نیز در صفات خصوصیات ریشه، محتوای فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدان برگ گیاه دارویی کلوس اثر مثبت افزایشی داشتند.

References

Akhavan, S., Shabanpour, M., and M. Esfahani. 2012. Soil Compaction and Texture Effects on the Growth of Roots and Shoots of Wheat. Water and Soil. 26(3): 725-735.

Amiri, M., Rezvani, M., Moghaddam, P., and M. Jahan. 2017. Effects of organic acids, mycorrhiza and rhizobacteria on yield and some phytochemical characteristics in low-input cropping system. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production. 27(1): 45-61.

Carrubba, A., La Torre, R., and A. Matranga. 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid Mediterranean environment. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulturae. 576: 237-242.

Demir, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turk Journal of Biology. 28: 85-90.

Duran, A., Dogan, B., Duman, H., Martin, E., Meryem, O., and M. Ozturk. 2010. Taxonomic studies on the genus Rhabdosciadium (Apiaceae) with particular reference to Turkish species and their relationships with some closely related genera. Journal of Biology. 65: 451-458.

Ferrie, A. M. R., Bethune T. D., Arganosa G. C., and D. Waterer, 2011. Field evaluation of doubled haploid plants in the Apiaceae: dill (*Anethum graveolens* L.) caraway (*Carum carvi* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Plant Cell. 104: 407–413.

Ganjali, A., Kafi, M., Bagheri, A. R. and F. Shahriari Ahmadi. 2003. Allometric relationship for root and shoot characteristics of chickpea seedlings (*Cicer arietinum*). Journal Agricultural Science Technology. 18: 67-80.

Ghazi Manas, M., Banj Shafiee, S., Hajseyd Hadi, M., and M. Darzi. 2013. Effects of vermicompost and nitrogen on qualitative and quantitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 29(2): 269-280.

Gheidarlouei, S., Khademian, R., and S. Mafakheri. 2020. Response of *Anethum graveolens* L. to mycorrhiza symbiosis at different salinity levels. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 36(2): 329 347.

Hajabbasi, M. A. 2001. Tillage effects on soil compactness and wheat root morphology. Journal Agricultural Science Technology. 3: 67-77.

Krizek, D. T., Kramer, G. F., Upadhyaya, A., and R. M. Mirecki. 1993. UV-B response of cucumber seedlings grown under metal halide and high pressure sodium/deluxe lamps. Physiology Plantarum. 88: 350-358.

Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., and M. Milos. 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil.Food Chemistry.85:633-40. lipids. Recent Research Developments in oil Chemistry. 2(1): 1-14.

Liebman, A. 2002. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming system. Journal Weed Research. 40(1): 27-47.

McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M., and K. Robards. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry. 73:73-84.

Migahed, H. A., Ahmed, A. E., and B. F. Abd El-Ghany. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of Apium graveolense under Calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences. 12: 511-525.

Mozaffarian, V. 2007. Umbelliferae: Flora of Iran fundamentals of analytical chemistry. Grupo Editorial Norma. Tehran. Iran. 1072p.

Paquin, R., and P. Lechasseur. 1979. Observations sur une method dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Canadian Journal of Botany. 57:1851-1854.

Pourhadi, M. 2011. Effects of biofertilizers on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Medicinal Herbs, "J. Med Herb" (Formerly known as Journal of Herbal Drugs or Journal Herb Drug). 2(2): 137-148.

Prasetyo, W., Santoso, M., and T.Wardiyanti. 2013. Journal Plant Production. 1 79–86.

Radzi, M. N., Mahadzir, N., and F. N. Rashid. 2017. Effect of different rate of vermicompost on growth performance and yield of rice (*Oryza sativa*). International Journal of Engineering Sciences and Management Research. 4(3): 47-49.

Saeidnejad, A., and P. Rezvani Moghaddam. 2011. Investigation the Effect of Compost, Vermicompost, Cow and Sheep Manures on Yield, Yield Components and Essence Percentage of Cumin (*Cuminum cyminum*). Journal Of Horticultural Science. 24(2): 269-280.

Salehi, M., Nakhaei, F., Mosavi, S. G., and R. Bradaran. 2023. Evaluation of morpho-physiological responses of Cymbopogon citratus (DC.) Stapf to the application of chemical and biological fertilizers under salinity stress in Fars and Tehran climates. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 11(1): 79-99.

Torabi-Giglou, M., Noroozi, H., Maleki Lajayer, H., and B. Dehdar. 2020. Effects of Organic and Biological Fertilizers on Growth and Nutrient Content of Spinach (*Spinacea oleracea* L.). Journal of Vegetables Sciences. 3(6): 109-121.

Vessey, H., Liaghati, H. and A. Alipour. 2016. Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). Ecological Indicators. 60: 644-654.

Wu, Y. H., Wang, H., Liu, M., Li, B., Chen, X., Ma, Y. T., and Z. Y. Yan. 2021. Effects of native arbuscular mycorrhizae isolated on root biomass and secondary metabolites of *Salvia miltiorrhiza* Bge. Frontiers in Plant Science. 12: 1-13.

Yadegari, M. 2015. Foliar application of micronutrients on essential oils of borago, thyme and marigold. Journal Soil Science Plant Nutrition. 15(4): 949-964.

Yazdi, O., Shima Alaei, S., and H. Hassan Rahmani. 2018. The effect of nitrogen biological and chemical fertilizers on savory in north of Khuzestan. Journal of Plant Ecophysiology. 10(33): 23-33.