University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Investigating the Effect of Biological Fertilizers on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Guar Plant (*Cyamopsis Tetragonoloba* L.) in Iranshahr City

Tahereh Jahantigh[1]✉ | Abdulshakur Raissi[2] | Hosein Piri[3]

1. Corresponding author, Department of Plant Physiology, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran. E-mail: t.jahantigh@uoz.ac.ir
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Velayat University, Iranshahr, Iran. E-mail: a.raissi@velayat.ac.ir
3. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Velayat University, Iranshahr, Iran. E-mail: h.piri@velayat.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 20 January 2023
Received in revised form
2 April 2024
Accepted 28 April 2024
Published online 12 June 2024

Keywords:
Cluster Bean
Food sources
Morphology
Physiology
Yield

ABSTRACT

Objective: This research was carried out with the aim of investigating the effect of Biofertilizers on some characteristics of guar in the crop year of 2018-2019 in Iranshahr city.

Methods: The research was carried out in the form of a randomized complete block design with 8 treatments and 4 replications. The treatments included 1- Nitroxin (1 liter per hectare), 2- Mycorrhiza (200 kg per hectare), 3- Azotobacter (1 liter of fertilizer per 100 kg of seeds), 4- Rhizobium (1 liter of fertilizer per hectare), 5- Phosphate Barvar 2 (100 grams per hectare), 6- Phosphate Barvar 3 (100 grams per hectare), 7- Biosulfur (6 kg per hectare), and 8- control.

Results: The results demonstrated that the effect of fertilizer type on most of the investigated characteristics was significant at the probability level of 1%. The effect of the treatments on the percentage of mucilage was significant at the five percent probability level. The highest biological yield (14.66), number of lateral branches (11.78), harvest index (31.79), plant height (166.53 cm), number of seeds per plant (52.47), seed yield (kg 4438/13 ha), seed nitrogen percentage (5.475), seed protein percentage (32.71), ash percentage (0.173), mucilage percentage (25.860) and swelling factor (1.83 ml) were obtained under the influence of the Nitroxin biofertilizer. The highest number of seeds in pod (5.17) and 1000-seed weight (35.67 g) were obtained under the effect of the biosulfur biofertilizer.

Conclusion: Among the investigated treatments, the nitroxin biofertilizer and then the biosulfur exerted a relatively greater effect on most of the quantitative and qualitative characteristics of the guar plant.

Cite this article: Jahantigh, T., Raissi, A., & Piri, H. (2024). Investigating the Effect of Biological Fertilizers on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Guar Plant (*Cyamopsis Tetragonoloba* L.) in Iranshahr City. *Journal of Crops Improvement*, 26 (2), 471-485. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.353499.2787

© The Authors.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.353499.2787

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

بررسی تأثیر کودهای زیستی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در شهرستان ایرانشهر

طاهره جهانتیغ[1]✉ | عبدالشکور رئیسی[2] | حسین پیری[3]

۱. نویسنده مسئول، گروه فیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: taherehzjahantigh@gmail.com

۲. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران. رایانامه: a.raissi@ velayat.ac.ir

۳. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران. رایانامه: h.piri@velayat.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳

کلیدواژه‌ها:
عملکرد
فیزیولوژی
لوبیا خوشه‌ای
منابع‌تغذیه‌ای
مورفولوژی

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کودهای زیستی بر برخی ویژگی‌های گوار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در شهرستان ایرانشهر انجام شد.

روش پژوهش: پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۱- نیتروکسین (۱ لیتر در هکتار)، ۲- میکوریزا (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۳- ازتوباکتر (۱ لیتر کود در ۱۰۰ کیلوگرم بذر)، ۴- ریزوبیوم (۱ لیتر کود در هکتار)، ۵- فسفات بارور ۲ (۱۰۰ گرم در هکتار)، ۶- فسفات بارور ۳ (۱۰۰ گرم در هکتار)، ۷- بیوسولفور (۶ کیلوگرم در هکتار) و ۸- شاهد بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر نوع کود بر اکثر ویژگی‌های موردبررسی به‌جز بر درصد موسیلاژ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تأثیر تیمارها بر درصد موسیلاژ در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۴/۶۶ تن در هکتار)، تعداد شاخه جانبی (۱۱/۷۸)، شاخص برداشت (۳۱/۷۹)، ارتفاع بوته (۱۶۶/۵۳ سانتی‌متر)، تعداد نیام در بوته (۵۲/۴۷)، عملکرد دانه (۴۴۳۸/۳ کیلوگرم در هکتار)، درصد نیتروژن دانه (۵/۴۷۵)، درصد پروتئین دانه (۳۲/۷۱)، درصد خاکستر (۰/۱۷۳)، درصد موسیلاژ (۲۵/۸۶۰) و فاکتور تورم (۱/۸۳ میلی‌لیتر) تحت تأثیر کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. بیش‌ترین تعداد دانه در نیام (۵/۱۷) و وزن هزاردانه (۳۵/۶۷ گرم) تحت تأثیر کود زیستی بیوسولفور حاصل شد.

نتیجه‌گیری: در بین تیمارهای موردبررسی، کود زیستی نیتروکسین و سپس بیوسولفور تأثیر نسبتاً بیش‌تری بر اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه گوار داشتند.

استناد: جهانتیغ، طاهره؛ رئیسی، عبدالشکور و پیری، حسین (۱۴۰۳). بررسی تأثیرکودهای زیستی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در شهرستان ایرانشهر. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۲)، ۴۸۵-۴۷۱. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.353499.2787

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) یا لوبیا خوشه‌ای گیاهی یکساله از خانواده بقولات[1] است که کشت آن در هند و پاکستان قدمت دیرینه دارد. این گیاه تابستانه و نورپسند بوده و تحمل بالایی نسبت به خشکی دارد و آب و هوای گرم را ترجیح می‌دهد. ریشه گوار به‌واسطه داشتن باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن باعث تثبیت نیتروژن خاک می‌شود (غلام نبی[2]، ۲۰۱۳). از خصوصیات با ارزش گیاه گوار، وجود موسیلاژ در دانه آن است، موسیلاژها در الکل نامحلول ولی در آب محلول می‌باشند که پس از جذب آب متورم می‌شوند که بیانگر کیفیت موسیلاژ است (دری[3] و علمدار[4]، ۲۰۰۷). صمغ گوار ارزش درمانی فراوانی چون کاهنده قند خون، مهارکننده اشتها و اثرات ضدمیکروبی دارد (گرستا[5] و همکاران، ۲۰۱۳ و گرستا[6] و همکاران، ۲۰۱۴). موسیلاژ لایه محافظتی ظریفی روی غشای مخاطی معده تولید می‌کند و خاصیت ضدسوزش معده را داراست (امیدبیگی، ۱۳۷۴). استفاده مداوم از کودهای شیمیایی، به‌علت اسیدی‌کردن و کاهش خصوصیات مطلوب خاک، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد (آددریان[7] و همکاران، ۲۰۰۴). به‌عبارتی، با مصرف روزافزون کودهای شیمیایی مقدار ماده آلی خاک‌ها کاهش می‌یابد و خاک به کلوخ‌هایی غیرقابل نفود و غیرقابل برگشت تبدیل می‌شود. در چنین شرایطی استفاده از روش‌های مدیریتی متناسب با شرایط اقلیمی منطقه می‌تواند در جلوگیری از کاهش محصول مؤثر باشد (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴).

۲. پیشینه پژوهش

کودهای زیستی می‌توانند به‌طور مستقیم از طریق کمک‌کردن به جذب منابع (نیتروژن، فسفر و مواد معدنی ضروری) و یا با بهینه‌نمودن سطح هورمون‌های گیاهی و یا به‌طور غیرمستقیم اثرات عوامل بیماری‌زای مختلف را محدود ساخته و به رشد گیاه کمک نمایند و از این طریق باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ شوند (شتا[8] و کاور[9]، ۲۰۱۷). قارچ مایکوریزا یکی از مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در ریشه است که نقش مؤثری در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی بر عهده دارد. همزیستی میکوریزا باعث بهبود جذب آب و مواد غذایی توسط گیاهان زراعی می‌شود. بررسی تأثیر میکوریزا بر پنبه نشان داد که مقدار کلروفیل کل پنبه در شرایط کاربرد مایکوریزا نسبت به عدم کاربرد آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (ابراهیم[10]، ۲۰۱۷). نتایج پژوهش آقایی و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد که کاربرد همزمان مایکوریزا و سودوموناس پوتیدا در گندم موجب افزایش وزن تک‌بذر، طول دوره پرشدن دانه، دوره مؤثر پرشدن دانه و عملکرد دانه در مقایسه با عدم کاربرد کودهای زیستی شد. ازتوباکتر از جمله کودهای زیستی است که دارای ریز موجودات مختلفی است. این باکتری‌ها علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه بیماری‌ها است و از این طریق سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاه می‌شود (امیریوسفی و همکاران، ۱۴۰۱).

ازتوباکتر در متعادل‌کردن جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف موردنیاز گیاه، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی‌بیوتیک

1. Fabaceae
2. GhulamNabi
3. Dorri
4. Alamdar
5. Gresta
6. Gresta
7. Adediran
8. Shweta
9. Kaur
10. Ebrahim

و سیدروفورها نقش داشته و موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی و در نتیجه افزایش محصول می‌گردد (خاوری، ۱۳۸۴). کودهای زیستی نیتروکسین که حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و سودوموناس است، اثرات مفید این باکتری‌ها را به‌صورتبه‌صورت همزمان دارد. نیتروکسین از طریق بهبود مواد آلی و فعالیت بیولوژیک خاک و عرضه عناصر غذایی، موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی می‌گردد (صباغ[1] و همکاران، ۲۰۱۷). پوریوسف و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که استفاده از کود نیتروکسین سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) در طی دو فصل گردید. کود زیستی بیوسولفور حاوی باکتری است که وظیفه اکسیدکردن گوگرد را بر عهده دارد (مومنی و همکاران، ۱۴۰۰). این کود زیستی باعث بهبود هدایت روزنه‌ای، افزایش طول و سطح ریشه و جذب آب از فواصل دورتر می‌گردد که در نهایت منجر به بهبود محتوی آب نسبی برگ‌ها (RWC)[2] می‌شود (امیر[3] و همکاران، ۲۰۱۳). کود زیستی ریزوبیوم در افزایش عملکرد گیاهان نقش مؤثری دارد. در پژوهشی بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در گیاه نخود تحت تأثیر کاربرد تیمار ریزوبیوم و در سطح محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و کم‌ترین میزان عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک ۱ میلی‌مولار بود (مومنی و همکاران، ۱۴۰۰). از کودهای زیستی بسیار مؤثر که اخیرا در ایران ساخته شده‌اند می‌توان فسفات بارور۲ و فسفات بارور۳ را نام برد. مصرف کودزیستی بارور۲ در ذرت باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیستی، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت شده است (توحیدی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳). نجات‌زاده[4] (۲۰۲۰) نیز گزارش کرد که در گیاه بادرشبو[5] کود زیستی فسفات بارور۲ در تولید اسانس و ویژگی‌های مورفولوژیکی نسبت به شاهد اثر معنی‌داری داشته است.

با توجه به این‌که گیاه گوار از گیاهان دارویی و صنعتی پرمصرف است و نیز جایگزینی کودهای شیمیایی توسط کودهای زیستی می‌تواند علاوه بر افزایش کیفیت، خطرات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را نیز کاهش دهد، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر منابع کود زیستی مختلف بر عملکرد گوار برای دست‌یافتن به بهترین نوع کود در منطقه ایرانشهر انجام شد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۳. ۱. محل اجرای طرح

این بررسی در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولایت ایرانشهر اجرا شد. منطقه ایرانشهر در ناحیه بلوچستان مرکزی بین طول‌های جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی با ارتفاع متوسط ۵۹۱ متر از سطح دریا در فاصله ۳۴۵ کیلومتری مرکز استان سیستان و بلوچستان واقع است. شرایط آب‌وهوایی منطقه گرم و خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

1. Sabbagh
2. Relative water content
3. Amir
4. Nejatzadeh
5. *Dracocephalum moldavica* L.

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک (عمق ۳۰-۰)

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (پی‌پی‌ام)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	بافت خاک
۱/۷۵	۸/۴	۰/۳۴	۰/۰۳	۵/۶	۱۸۰	شنی لومی

تیمارهای کودی زیستی شامل ۱- نیتروکسین (۱ لیتر در هکتار)، ۲- مایکوریزا (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۳- ازتوباکتر (۱ لیتر کود به‌ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر به‌صورتبه‌صورت بذرمال)، ۴- ریزوبیوم (۱ لیتر کود به‌ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر به‌صورتبه‌صورت بذرمال)، ۵- کود زیستی فسفات بارور۲ (۱۰۰ گرم در هکتار)، ۶- کود زیستی فسفات بارور۳ (۱۰۰ گرم در هکتار)، ۷- بیوسولفور (۶ کیلوگرم در هکتار) و ۸- شاهد بودند. کود زیستی بارور ۲ حاوی دو باکتری حل‌کننده فسفات شامل *Pseudomonas putida* (سویه p13) و *Bacillus lentus* (سویه p5) می‌باشد. کود زیستی بارور ۳ علاوه بر دو سویه نام‌برده حاوی سویه‌ای از باکتری *Pseudomonas aeruginosa* به نام MC1 است. میزان ۱۰۰ گرم از کودهای بارور ۲ و ۳ مطابق دستور شرکت سازنده با آب مخلوط شده و با بذور در درون شیارها تلقیح گردید. قارچ مایکوریز از طریق اختلاط با خاک منطقه گسترش ریشه مصرف شد. از قارچ مایکوریز *Glomus intraradicese* برای تلقیح استفاده شد. ازتوباکتر مورداستفاده از نوع *Azotobacter chrocoocom strain* 5 و باکتری ریزوبیوم از نوع *Rhizobium legominuzarum* بود. هر گرم از مایه تلقیح این باکتری‌ها حاوی 10^7 باکتری زنده و فعال است. از محلول صمغ عربی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد (سیدشریفی[1] و همکاران، ۲۰۲۰).

باکتری بیوسولفور با CFU=108 که به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار به‌همراه ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بنتونیت‌دار۹۰ درصد به روش شیاری در زیر و کنار بذر به کار گرفته شد. کود نیتروکسین که حاوی غلظت‌های مختلف از باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و باکتری‌های محرک رشد است براساس توصیه شرکت سازنده هنگام کشت به‌صورتبه‌صورت بذرمال مصرف گردید. کاشت بذور در اواسط مردادماه به‌صورتبه‌صورت کرتی انجام گرفت. بذر موردنیاز (بذر گوار توده محلی ایرانشهر) از کشاورزان منطقه تهیه و کشت گردید. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود. پس از تسطیح اقدام به ایجاد جوی و پشته با فواصل ۵۰ سانتی‌متری و جوی آب اصلی گردید. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۲/۵ در ۴ متر دارای ۵ پشته به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که شامل جوی آبیاری نیز بود. برای به‌دست‌آوردن تعداد بوته موردنیاز در واحد سطح بذرها به‌صورتبه‌صورت دستی با فاصله ۲۰ سانتی‌مترمربع (هما[2] و شلندرا[3]، ۲۰۱۴) در یک طرف پشته‌ها در بالای داغ‌آب کشت شدند. عمق کاشت نیز بین ۳ تا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (اختر[4] و همکاران، ۲۰۱۲).

سریعاً پس از اتمام کاشت بذر، آبیاری به‌صورتبه‌صورت کرتی انجام گردید. جهت جوانه‌زنی و استقرار بهتر بذور آبیاری با فاصله چهار روزه و پس از آن تا آخر دوره رشدی گیاه، مزرعه هر هشت روز یک‌بار براساس نوع خاک و عرف منطقه آبیاری گردید. در ابتدا میزان بذر کشت‌شده بیش‌تر از تراکم مطلوب در نظرگرفته شد، اما پس از استقرار گیاه در دو مرحله (دو و شش‌برگی) اقدام به عملیات تنک‌سازی تا رسیدن به تراکم مطلوب شد. در طول فصل رشد عملیات وجین علف‌های هرز در ۳ مرحله به‌صورت دستی صورت گرفت.

1. Seyed Sharifi
2. Hema
3. Shalendra
4. Akhtar

۳. ۲. اندازه‌گیری ویژگی‌ها

در انتهای فصل رشد، تعداد پنج بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و دانه‌های هر نیام جدا گشته و توزین شد. میانگین وزن دانه‌های پنج بوته محاسبه و پس از تبدیل به واحد سطح، عملکرد دانه در واحد سطح (هکتار) ارزیابی شد. وزن هزاردانه با استفاده از ترازوی دیجیتال LIBROR مدل EB-330H ساخت شرکت Shimadzu از کشور ژاپن با دقت (۰/۰۰۱) اندازه‌گیری شد. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت به‌صورتبه‌صورت درصد تعیین شد. برای تعیین مقدار موسیلاژ بذر گوار از روش کالیاسوندارم استفاده شد (کالیاسوندارام[1] و همکاران، ۱۹۹۶). برای تعیین فاکتور تورم مقدار یک گرم بذر خشک را در استوانه مدرج ۲۵ میلی‌لیتری ریخته، سپس به آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. پس از ۲۴ ساعت افزایش حجم بذرهای متورم که همان فاکتور تورم است اندازه‌گیری شد (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۷۷). برای اندازه‌گیری خاکستر مقدار ۵ گرم از نمونه پودرشده در داخل یک بوته چینی که از قبل توزین و خشک شده بود، ریخته شد. سپس بوته چینی در داخل کوره در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت هشت ساعت قرار گرفتند. بعد از خنک‌شدن در ظرف دسیکاتور با ترازوی دقیق توزین شده و طبق فرمول زیر درصد خاکستر محاسبه گردید.

رابطه ۱) وزن نمونه اولیه / وزن خاکستر = درصد خاکستر یا مواد معدنی×۱۰۰

برای اندازه‌گیری نیتروژن و پروتئین از روش مایکروکلدال عمل گردید. بدین منظور از نمونه پودرشده دانه سه نمونه ۰/۵ گرمی در لوله‌های هضم قرار گرفت. پس از هضم با اسیدسولفوریک غلیظ و عمل تیتراسیون توسط دستگاه Tecator Kjeltec Auto 1030 Analyzer ساخت کشور سوئد، درصد نیتروژن موجود در دانه مشخص شد که براساس آن درصد پروتئین نمونه برداشتی با ضریب ثابت ۶/۲۵ (ضریب تبدیل نیتروژن پروتئین) تعیین گردید. سپس مقدار پروتئین هر نمونه براساس ماده خشک به‌صورتبه‌صورت درصد در ۱ گرم نمونه با استفاده از رابطه (۱) مشخص گردید (آکاستاکالیگز[2] و آدامز[3]، ۱۹۹۱).

$$\text{درصد پروتئین دانه} = \frac{\text{عدد درصد پروتئین قرائت شده توسط دستگاه}}{\text{وزن نمونه خشک}} \times ۱۰۰$$ رابطه ۱)

۳. ۳. تجزیه و تحلیل آماری

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9.4) انجام گرفت و میانگین‌ها با استفاده از همین نرم‌افزار به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن[4] در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. ارتفاع بوته

کاربرد کودهای زیستی موردمطالعه بر ارتفاع بوته گوار در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که کود نیتروکسین (۱۶۶/۵۳ سانتی‌متر) و شاهد (۱۱۴/۲۵ سانتی‌متر) به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند. کود فسفاته بارور۲، فسفاته بارور۳ و بیوسولفور از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. هم‌چنین کود نیتروکسین نسبت به شاهد به میزان ۶۸/۶۰ درصد برتری نشان داد.

1. Kalnyasundaram
2. Acosta-Callegos
3. Adams
4. Duncan's multiple range test

جدول ۲. تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گوار تحت تأثیر کودهای زیستی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	تعداد شاخه جانبی	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه	میزان نیتروژن	درصد پروتئین	میزان خاکستر	میزان موسیلاژ	فاکتور تورم
بلوک	۳	۱/۴۰۰۵^{ns}	۰/۱۷۷۱^{ns}	۴/۰۰۸^{ns}	۱۰۹/۵۱^{ns}	۱۶/۱۵۶^{ns}	۰/۳۵۶^{ns}	۷۴۶/ ۴۲۹۳۴^{ns}	۰/۱۱۳۷*	۴/۱۷۹۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۶۵^{ns}	۱/۳۲۹۵^{ns}	۰/ ۰۰۳۵^{ns}
تیمار	۷	۷/۸۲۶**	۱۴/۰۸۱**	۱۷/۳۲۸**	۱۰۱۳/۹۹**	۱۳۶/۶۵**	۱/۴۶۶۹**	۸۴۲۵۹۵/۸۱۶**	۱/۲۳۴۵**	۵۴/۱۸۸۷**	۰/۰۰۰۲۶۳**	۵/ ۲۸۳^{ns}	۰/۰۸۱۴۲**
خطا	۲۱	۱/۰۸۵	۰/۳۰۹	۳/۰۱۹	۶۸/۳۴۲	۱۳/۲۲۵	۰/۱۷۲۳	۳۴۲۴۲/۵۹۷	۰/۵۲۳۹۴۰	۳/۳۵۹	۰/۰۰۰۰۸۰۵	۴/۶۹۱۰۲	۰/۰۰۹۰
CV (درصد)	–	۷/۹۶	۶/۰۵	۶/۳۵	۵/۹۵	۸/۴۱	۹/۸۱	۵/۰۱۵	۱۵/۳۰	۶/۴۲	۵/۵۶	۸/۸۹	۶/۰۵

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گوار تحت تأثیر کودهای زیستی

تیمارها	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	تعداد شاخه جانبی	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	نیتروژن بذر (درصد)	میزان پروتئین (درصد)	میزان خاکستر (درصد)	میزان موسیلاژ (درصد)	فاکتور تورم (میلی‌لیتر)
شاهد	۱۱/۱۷c	۶/۷۱e	۲۴/۶۳c۶۳	۱۱۴/۲۵e	۳۳/۸۲۰e	۳/۶۲c	۳۱/۳c	۳۱۷۵/۸d	۳/۹۰۵c	۲۲/۶۲c	۰/۱۴۹b	۲۲/۱۶۳b	۱/۲۸e
ازتوباکتر	۱۴/۰۸a	۷/۶۱d	۲۷/۴۴ cb	۱۵۲/۸۴b	۴۳/۱۰dc	۳/۶۳c	۳۴/۲۳ab	۳۲۷۷/۱d	۵/۴۰۵a	۳۲/۶۰a	۰/۱۶۲b	۲۵/۳۰۳a	۱/۵۸b
ریزوبیوم	۱۴/۳۶a	۸/۸۶c	۲۶/۴۴cb	۱۳۹/۴۱cd	۴۲/۳۸dc	۴/۹۴a	۳۴/۰۱ab	۳۲۰۱/۰d	۴/۵۰۷ab	۲۸/۴۹b	۰/۱۵۱b	۲۳/۸۶۸ab	۱/۶۶b
میکوریزا	۱۳/۷۵a	۱۰/۴۹b	۲۷/۲۴cb	۱۴۸/۴۷cb	۴۱/۹۳dc	۳/۶۷c	۳۳/۷۹b	۳۶۶۰/۸c	۴/۹۸۲ab	۳۲/۱۶a	۰/۱۶۱a	۲۵/۷۱۰a	۱/۷۸ab
نیتروکسین	۱۴/۶۶ a	۱۱/۷۸a	۳۱/۷۹a	۱۶۶/۵۳a	۵۲/۴۷a	۴/۶۳ba	۳۳/۴۹b	۴۴۳۸/۳a	۵/۴۷۵a	۳۲/۷۱a	۰/۱۷۳a	۲۵/۸۶۰a	۱/۸۳a
فسفات بارور ۲	۱۱/۳۵c	۱۱/۵۹a	۲۸/۰۸b	۱۳۰/۲۲d	۴۵/۳۲bc	۴/۰۰bc	۳۴/۹۵ab	۳۸۵۹/۱c	۴/۴۰۰ab	۲۶/۳۹b	۰/۱۵۹ab	۲۳/۲۹b	۱/۴۰fe
فسفات بارور ۳	۱۱/۸۸bc	۸/۲۲dc	۲۵/۴۶cb	۱۳۱/۳۳d	۳۸/۰۱de	۴/۱۳bc	۳۴/۱۷ab	۳۷۵۸/۷c	۴/۳۹۵Ab	۲۵/۸۵b	۰/۱۶۴ab	۲۳/۷۱ab	۱/۴۴de
بیوسولفور	۱۳/۳۰ba	۸/۲۸dc	۲۷/۶۰b	۱۳۹/۲۸cd	۴۸/۷۳ba	۵/۱۷a	۳۵/۶۷a	۴۱۴۴/۲b	۵/۱۲۰a	۲۷/۳۲b	۰/۱۶۸a	۲۴/۷۹۱a	۱/۵۷c

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد.

۴. ۲. تعداد شاخه جانبی

تأثیرکودهای زیستی موردمطالعه در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه جانبی در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی در بوته با کاربرد کود نیتروکسین (۱۱/۷۸) حاصل شد که البته با کود فسفات زیستی بارور۲ تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). تیمار نیتروکسین نسبت به شاهد ۴۳/۰۴ درصد برتری نشان داد.

۴. ۳. تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام

کودهای زیستی موردمطالعه تأثیر معنی‌داری (P<۰/۰۱) بر تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام داشت (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد نیام در بوته با میانگین (۵۲/۴۷) عدد به تیمار کود نیتروکسین و کم‌ترین آن با میانگین ۳۳/۸۲ عدد به

شاهد اختصاص داشت که از این نظر تیمار نیتروکسین به میزان ۳۵/۵۵ درصد نسبت به شاهد برتری نشان داد. بیش‌ترین تعداد دانه در نیام با میانگین (۵/۱۷) عدد به تیمار کود بیوسولفور و کم‌ترین آن با میانگین ۳/۶۲ عدد به شاهد اختصاص داشت. کودهای زیستی فسفاته بارور۲ و بارور۳ در یک گروه مشترک قرار داشتند (جدول ۳).

۴. ۴. عملکرد بیولوژیک

کودهای زیستی موردمطالعه تأثیر معنی‌داری (P<۰/۰۱) بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۱۴/۳۶ عدد به تیمار کود نیتروکسین و کم‌ترین آن با میانگین ۱۱/۱۷ عدد به شاهد اختصاص داشت (جدول ۳) که نسبت به شاهد ۲۲/۲۲ درصد برتری نشان داد.

۴. ۵. شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از تأثیر معنی‌دار (P<۰/۰۱) کاربرد کودهای زیستی موردمطالعه بر شاخص برداشت می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت (۳۱/۷۹ درصد) به تیمار کودی نیتروکسین تعلق داشت که به میزان ۲۲/۵۳ درصد نسبت به شاهد برتری نشان داد.

۴. ۶. وزن هزاردانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از تأثیر معنی‌دار (P<۰/۰۱) کاربرد کودهای زیستی موردمطالعه بر وزن هزاردانه می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین وزن هزاردانه به تیمار کودی بیوسولفور (۵/۱۷ گرم) تعلق دارد. کود نیتروکسین از نظر تأثیر بر وزن هزاردانه با کودهای ازتوباکتر، ریزوبیوم، فسفات بارور۲ و فسفات بارور۳ نسبتاً در یک گروه قرار گرفتند.

۴. ۷. عملکرد دانه

تأثیر کودهای زیستی مختلف بر عملکرد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کودهای مختلف باعث افزایش عملکرد نسبت به شاهد گردید، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد بوته مربوط به تیمار نیتروکسین (۴۴۳۸/۳ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین آن تحت تأثیر تیمار شاهد (۳۱۷۵/۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل گردید که با تیمار ازتوباکتر و ریزوبیوم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). به‌نظر می‌سد صفت تعداد دانه در غلاف بیش‌تر از وزن دانه بر عملکرد مؤثر بوده است. تیمار نیتروکسین نسبت به شاهد ۲۸/۴۵ درصد برتری نشان داد.

۴. ۸. درصد نیتروژن و درصد پروتئین

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که کودهای زیستی مختلف تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد نیتروژن و درصد پروتئین دانه دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین درصد نیتروژن (۵/۴۷۵) و پروتئین (۳۲/۷۱) موجود در دانه، مربوط به تیمار کود نیتروکسین و کم‌ترین آن به تیمار شاهد اختصاص داشت. کودهای فسفات بارور۲ (۴/۴۰۰ درصد) و باور۳ (۴/۳۹۵ درصد) در یک گروه مشترک قرار گرفتند.

۴. ۹. درصد موسیلاژ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کودهای زیستی مختلف تأثیر معنی‌داری بر موسیلاژ نداشت (جدول ۳). بیش‌ترین درصد موسیلاژ (۲۵/۸۶) تحت تأثیر نیتروکسین حاصل شد که البته با تیمارهای ازتوباکتر، میکوریزا و بیوسولفور در یک گره مشترک قرار گرفتند. کم‌ترین میزان موسیلاژ (۲۲/۱۶) مربوط به تیمار شاهد بود.

۴. ۱۰. فاکتور تورم

تأثیر کودهای زیستی مختلف بر فاکتور تورم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین فاکتور تورم مربوط به کود نیتروکسین (۱/۸۳ میلی‌لیتر) بود. کودهای زیستی ازتوباکتر، مایکوریزا و ریزوبیوم در یک گروه آماری قرار گرفتند. کود نیتروکسین نسبت به شاهد ۳۰/۰۶ درصد برتری نشان داد.

۴. ۱۱. میزان خاکستر دانه

تأثیر کودهای زیستی مختلف بر میزان خاکستر دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین میزان خاکستر دانه (۰/۱۶۸) مربوط به کود نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۰/۱۴۹) مربوط به تیمار شاهد بود بود.

۵. بحث

کودهای زیستی از طریق کمک‌کردن به جذب منابع و با بهینه‌نمودن سطح هورمون‌های گیاهی به رشد گیاه کمک می‌نمایند (شتا[1] و کور[2]، ۲۰۱۷). در پژوهش حاضر کود زیستی نیتروکسین بیش‌ترین تأثیر را بر اکثر صفات موردبررسی داشت. بیش‌ترین ارتفاع بوته تحت تأثیر این کود حاصل شد. استفاده ازکود بیولوژیک حاوی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر (نیتروکسین) بر روی گیاه دارویی مریم‌گلی[3] سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گردید (پوریوسف و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به این‌که هورمون‌هایی نظیر جیبرلین و اکسین در رشد طولی سلول‌ها به‌ویژه میانگره‌های ساقه و اکسین و سایتوکنین‌ها در تقسیم سلولی نقش دارند (جوان قلیلو و همکاران، ۱۳۹۹)، ممکن است کود زیستی نیتروکسین با تولید بیش‌تر هورمون‌های مؤثر در رشد طولی سبب افزایش بیش‌تر ارتفاع بوته گوار شده است. به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد شاخه جانبی در بوته تحت تأثیر کودهای زیستی می‌تواند در نتیجهٔ بهبود جذب عناصر غذایی و به‌دنبال آن افزایش فتوسنتز در این تیمار باشد (پوریوسف و همکاران، ۱۳۹۳).

باکتری‌های موجود در کود زیستی از طریق متعادل‌کردن جذب عناصر اصلی موردنیاز گیاه و ترشح مواد محرک رشد موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی می‌شوند (هان[4] و لی[5]، ۲۰۰۶). کود زیستی فسفات بارور۲ نسبت به کود زیستی فسفات بارور۳ برتری داشت که با نتایج پوریوسف و همکاران (۱۳۸۹) تطابق دارد. در این پژوهش بیش‌ترین تعداد دانه در نیام تحت تأثیر تیمار بیوسولفور حاصل شد. در پژوهش سیدشریفی[6] (۲۰۱۶) تعداد دانه در نیام تحت تأثیر کود زیستی ریزوبیوم قرار نگرفت. آن‌ها معتقدند این صفت بیش‌تر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و کم‌تر تحت تأثیرعوامل محیطی قرار

1. Shweta
2. Kaur
3. *Salvia officinalis* L.
4. Han
5. Lee
6. Seyed Sharifi

می‌گیرد. البیرق[1] و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که تعداد نیام در بوته ماشک در تلقیح بذر با باکتری افزایش می‌یابد. سیدشریفی[2] و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی در گیاه سویا گزارش کردند که تعداد نیام در بوته‌های تلقیح‌شده سویا به‌طور معنی‌داری بالاتر از بوته‌های تلقیح نشده بود. در پژوهش سیدشریفی و سیدشریفی (۱۳۹۹) در گیاه عدس بیش‌ترین تعداد نیام در بوته در اثر مصرف همزمان میکروارگانیسم ها حاصل شد. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود نیتروکسین حاصل شد. کودهای زیستی از طریق افزایش تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش اسیدیته، عناصر مختلف غذایی را به‌صورتبه‌صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند و از طریق افزایش فتوسنتز (جوان قلیلو و همکاران، ۱۳۹۹) و نیز فراهم‌سازی جذب بیش‌تر فسفر در افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه مؤثر خواهند شد.

شاخص برداشت نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می‌باشد. بنابراین در توضیح علت افزایش شاخص برداشت در پژوهش حاضر می‌توان اظهار کرد که کودهای زیستی به‌دلیل افزایش قدرت انتقال مواد پرورده به دانه، افزایش تعداد خوشه در مترمربع و افزایش عملکرد نقش مهمی در افزایش شاخص برداشت گوار دارند. شاخص برداشت یکی از معیارهای مهم فیزیولوژیک در محصولات به‌شمار می‌آید. این مؤلفه کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف به‌ویژه اندام اقتصادی را نشان می‌دهد (کوچکی[3] و سرمدنیا[4]، ۲۰۰۰). امیریوسفی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی اثر کودهای شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و زیستی (بیوفسفر، نیتروکسین و تلفیق نیتروکسین و بیوفسفر) را بر گیاه کینوا تحت شرایط تنش خشکی موردبررسی قرار دادند. تیمار کاربرد همزمان کودهای زیستی بیوفسفر و نیتروکسین و پس از آن تیمار تلقیح بذور تنها با نیتروکسین بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش شاخص برداشت کینوا داشت. کود زیستی بیوسولفور بیش‌ترین نقش را در افزایش وزن هزاردانه داشت. افزایش وزن هزاردانه با افزایش طول دوره پرشدن دانه قابل توجیه است و کود زیستی بیوسولفور از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده و طول مدت بیش‌تر پرشدن دانه می‌تواند باعث افزایش این صفت گردد. تنش گوگرد در طی مرحله پرشدن دانه اثر منفی بر وزن تک‌دانه‌ها دارد (وانی[5] و همکاران، ۲۰۰۱). کاربرد کود گوگرد از طریق افزایش فعالیت یون کلسیم اثر منفی سدیم تبادلی بر خاکدانه‌سازی، نفوذپذیری و تهویه خاک را کاهش داده و منجر به افزایش وزن هزاردانه می‌شود (نجار[6] و همکاران، ۲۰۱۱). کودهای زیستی از طریق همزیستی با ریشه گیاهان می‌تواند موجب توسعه سیستم ریشه‌ای، افزایش محتوای کلروفیل برگ‌ها و سرعت و طول دوره پرشدن دانه شود (خیری‌زاده آروق، ۱۳۹۵؛ سونو[7] و همکاران، ۱۹۹۴).

در پژوهش حاضر کود نیتروکسین میزان عملکرد را نسبت به شاهد ۲۸/۴۵ درصد افزایش داد. هم‌چنین اصغری (۱۴۰۱) در گیاه کلزا تأثیر لجن فاضلاب شهری، ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (نیتروکسین) را موردبررسی قرار داد. تیمار ازتوباکتر و لجن فاضلاب شهری بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد که نسبت به تیمار شاهد ۱۹ درصد افزایش عملکرد داشت و تیمار ترکیبی آزوسپریلیوم ولجن فاضلاب نیز در برابر شاهد ۱۲ درصد افزایش نشان داد. کود زیستی نیتروکسین از طریق بهبود مواد آلی و فعالیت بیولوژیک خاک و عرضه عناصر غذایی، موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی می‌گردد (صباغ[8] و همکاران، ۲۰۱۷). کود زیستی نیتروکسین میزان نیتروژن دانه را ۲۸/۶۸ درصد نسبت به شاهد افزایش

1. Albayrak
2. Seyed Sharifi
3. Kochaki
4. Sarmadnia
5. Wani
6. Najar
7. Tsuno
8. Sabbagh

داده و از این طریق باعث افزایش پروتئین نیز شد. ورما[1] و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که تلقیح بذرهای نخود با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم (باکتری‌های موجود در کود نیتروکسین) به‌دلیل افزایش میزان کل نیتروژن در بافت‌های نخود منجر به افزایش محتوای پروتئین برگ و ساقه گیاه شد.

درمورد تأثیر استفاده از کودهای زیستی بر افزایش عناصر موجود در گیاه عنوان شده است که باکتری‌های موجود در کودهای زیستی از طریق تثبیت نیتروژن هوا و متعادل‌کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی موردنیاز گیاه، باعث سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه می‌شوند. بنابراین با مصرف باکتری‌های محرک رشد، جذب و ذخیره مواد غذایی در بخش‌های مختلف گیاه افزایش می‌یابد (استامنکویک[2] و همکاران، ۲۰۱۸). هم‌چنین مغول[3] و همکاران (۲۰۱۴) اظهار داشتند تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشدی به‌دلیل افزایش جذب آمونیم و نیترات موجب افزایش محتوای پروتئین در گیاه می‌شود. افزایش موسیلاژ دانه گوار در تیمار کودهای زیستی نشان‌دهنده این است که می‌توان با کاربرد این کودها مقدار موسیلاژ دانه این گیاه را افزایش داد. با توجه به افزایش سبزینگی گیاهان در اثر مصرف کودهای زیستی و افزایش دسترسی به عناصر غذایی، مقدار تولید متابولیت‌های ثانویه در این گیاهان بالارفته و ماده مؤثره تولیدی بیش‌تر می‌شود (خلیل[4]، ۲۰۰۶). رئیسی و همکاران (۱۴۰۱) و سینگ[5] و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی تأثیر کودهای زیستی بر روی گیاه اسفرزه اظهار داشتند که کاربرد این کودها می‌تواند در افزایش عملکرد موسیلاژ مؤثر باشند. تورم بذر از خصوصیات بذرهای حاوی موسیلاژ می‌باشد که در اثر جذب آب موسیلاژ موجود در بذر متورم می‌شود (یاداو[6] و همکاران، ۲۰۰۳).

طباطبایی و جهانتیغی (۱۳۹۸) گزارش کردند اثرات کودهای زیستی نیتروکسین، فسفات بارور۲ و پتابارور بر فاکتور تورم دانه اسفرزه معنی‌دار شد. رئیسی و همکاران (۱۴۰۱) عنوان کردند که اثر کودهای زیستی فسفاته بارور۲ و بارور۳ بر افزایش فاکتور تورم بذر اسفرزه نسبت به کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل بیش‌تر است. یاداو[7] و همکاران (۲۰۰۳) علت افزایش تورم بذر تحت این تیمارهای کودی را مربوط به اثر مفید آن‌ها در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و توزیع بهتر مواد در مخازن عنوان کردند. بیش‌ترین میزان خاکستر دانه نیز تحت تأثیر کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین با تأثیر بر جذب بیش‌تر عناصر فسفر و پتاسیم می‌توانند بر افزایش میزان خاکستر دانه مؤثر باشند. بالابودن درصد خاکستر در تیمارهای کودی می‌تواند به‌علت افزایش غلظت عناصر در اثر کاربرد این تیمارها بوده باشد (آددیران[8] و همکاران، ۲۰۰۴). دهمرده و همکاران (۱۳۹۹) نیز به بررسی تأثیر کودهای زیستی بر گیاه بادام زمینی پرداختند. نتایج نشان داد تیمار ترکیبی فسفات بارور۲+ نیتروکسین باعث افزایش ۲۷ و ۲۴ درصدی دانه و درصد خاکستر نسبت به تیمار شاهد گردید.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر کودهای زیستی موردمطالعه تمام ویژگی‌های موردبررسی گیاه گوار را تحت تأثیر قرار داد. تیمار نیتروکسین و پس از آن بیوسولفور صفات مورد اندازه‌گیری را به میزان قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به شاهد افزایش دادند. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک، تعداد شاخه جانبی، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه، درصد

1. Verma
2. Stamenkovic
3. Maougal
4. Khalil
5. Singh
6. Yadav
7. Yadav
8. Adediran

نیتروژن دانه، درصد پروتئین دانه، درصد خاکستر، درصد موسیلاژ و فاکتور تورم تحت تأثیر کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. بیش‌ترین تعداد دانه در نیام و وزن هزاردانه تحت تأثیر کود زیستی بیوسولفور حاصل شد. کودهای زیستی فسفات بارور۲ و بارور۳ در اکثر صفات تأثیرات نسبتاً مشابهی داشتند. به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، این نتیجه حاصل می‌شود که شهرستان ایرانشهر پتانسیل بالایی برای کاشت تجاری گوار دارد. نظر به این‌که که از میان تیمارهای موردبررسی، کود نیتروکسین که حاوی غلظت‌های مختلف از باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و باکتری‌های محرک رشد است بر اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه گوار به نسبت تأثیر بیش‌تری دارد. بنابراین، استفاده از کود زیستی نیتروکسین و بیوسولفور جهت حصول عملکرد مناسبی از پارامترهای قابل مطالعه گیاه گوار، همزمان با سایر کودهای آلی و شیمیایی سودمند بوده و تکرار این طرح در تاریخ‌های کاشت مختلف و در مکان‌های جغرافیایی متعدد توصیه می‌شود.

۷. تشکر و قدردانی

از حمایت امور مالی دانشگاه ولایت و همکاری سرکار خانم دکتر فاطمه نصرتی در مراحل اجرای طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

اصغری طاهری، مهدی (۱۴۰۱). اثر محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه و همزیستی با گونه‌های قارچ میکوریزا بر ویژگی‌های گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۲)، ۶۱۵-۶۲۹.

امیدبیگی، رضا (۱۳۷۴). *رهیافت‌های تولید و فرآورده‌های گیاهان دارویی*. تهران: انتشارات فکر روز.

امیریوسفی، مهدی؛ تدین، محمودرضا و ابراهیمی، رحیم (۱۳۹۹). بررسی واکنشهای بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانی کینوا تحت تنش کم‌آبیاری و تیمارهای کودی در خاک شور. *به‌زراعی کشاورزی*، ۴ (۲۲)، ۶۲۹-۶۴۴.

امیریوسفی، مهدی؛ تدین، محمودرضا و حسینی فرد، مرجان سادات (۱۴۰۱). تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر برخی صفات جوانه‌زنی بذر دو رقم کینوا تحت تنش شوری. *مهندسی اکوسیستم بیابان*، ۸ (۲۴)، ۷۹-۹۴. doi: 10.22052/deej.2018.7.24.49

آقایی، فاطمه؛ سید شریفی، رئوف و نریمانی، حامد (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد، محتوای کلروفیل و مؤلفه‌های پرشدن دانه گندم در شرایط شوری خاک، کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی. *به زراعی کشاورزی*، ۲۲ (۲)، ۲۶۹-۲۸۲.

پوریوسف، مجید؛ مظاهری، داریوش؛ یوسفی، علیرضا؛ رحیمی؛ اصغر و توکلی، افشین (۱۳۹۳). ارزیابی صفات کیفی دانه اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) تحت رژیم‌های کم آبیاری و تیمارهای مختلف کودی. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۰ (۳)، ۴۱۴-۴۲۴.

توحیدی‌نیا، محمدعلی؛ مظاهری؛ داریوش، سید محمدباقر حسینی و مدنی، حمید (۱۳۹۳). اثر مصرف توأم کود زیستی بارور۲ و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays*) رقم سینگل‌کراس ۷۰۴. *نشریه علوم زراعی ایران*، ۱۵ (۴)، ۲۹۵-۳۰۷.

جوان قلیلو، مینا؛ یارنیا، مهرداد؛ حسنزاده قورت تپه، عبداله؛ فرحوش، فرهاد و دانشیان، امیرمحمد (۱۳۹۹). عکس‌العمل گیاه سنبل‌الطیب به کاربرد کودهای زیستی تحت تنش خشکی. *نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۳۰ (۴)، ۵۹-۷۲.

خاوری، کاظم؛ ملکوتی، محمدجعفر و اسدی‌رحمانی هادی (۱۳۸۴). *ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور* (مجموعه مقالات). تهران: *نشر سنا*.

خیری‌زاده آروق، یونس (۱۳۹۵). اثرات محلول‌پاشی نانو اکسید روی، قارچ میکوریز آربوسکولار و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن زنده آزاد بر عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیکی تریتیکاله در شرایط شوری و محدودیت آب. *پایان‌نامه دکتری*، به راهنمایی رئوف سید شریفی. اردبیل: دانشگاه محقق اردبیلی.

دهمرده، مهدی؛ بامری، ماندانا؛ کشتگر، بهروز و خمری، عیسی (۱۳۹۹). کاربرد انفرادی و ترکیبی کودهای زیستی بر صفات کمی و کیفی بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*). *تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک*، ۲ (۱)، ۲۳-۳۲.

رئیسی، عبدالشکور؛ نصرتی، فاطمه و پیری، حسین (۱۴۰۱). تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk). *به زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۲)، ۶۰۱-۶۱۴.

سماوات، سعید و ملکوتی، جعفر (۱۳۸۴). *ضرورت تولید و استفاده از اسیدهای آلی (هومیک و فلوویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی*. تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

سیدشریفی، رئوف و سیدشریفی، رضا (۱۳۹۹). اثر نیتروژن استارتر، متانول و کودهای زیستی بر عملکرد، گره‌زایی و طول دوره پرشدن عدس دیم. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۲ (۳). ۴۴۵-۴۶۰.

طباطبایی، فاطمه و جهانتیغی، شیرین (۱۳۹۸، اسفند). بررسی تأثیر منابع مختلف کود آلی و کود زیستی بر صفات مرفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرز (*Plantago ovate*) در منطقه جیرفت. *دومین کنفرانس بین‌المللی گیاهان دارویی، کشاورزی ارگانیک، مواد طبیعی و دارویی*. مشهد، ایران.

مومنی، فردین؛ ابدالی مشهدی، علیرضا؛ سیادت؛ سید عطاله؛ پاکدامن سردرود، بابک و قبادی، مختار (۱۴۰۰). اثر اسیدسالیسیلیک و کودهای زیستی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد ارقام نخود دیم (*Cicer arietinum* L.). *پژوهش‌های حبوبات ایران*، ۱۲ (۲)، ۱۳۶-۱۵۰.

References

Acosta-Gallegos, J. A., & Adams, M. W. (1991) Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. *Journal of Agricultural Sciences*, *117*, 213-219.

Adediran, J. A., Taiwo, L. B. Akande, M. O. Sobulo, R. A., & Idowu O. J. (2004). Application of organic and inorganic fertilizer for fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences*, *27*, 1163-1181.

Aghaei, F., Sharifi, R. S., & Narimani, H. (2019). Evaluation of Yield, Chlorophyll Content, and Grain Filling Components of Wheatunder Salinity Soil Conditions and Application of Uniconazole and Biofertilizers. *Journal to agricultural crops*, *22*(2), 269-282. (In Persian).

Akhtar, L. H., Bukhari, S., Salah-ud-Din, S., & Minhas R. (2012). Response of new guar strains to various row spacings. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, *49*(4), 469-471.

Albayrak, S., Sevimay, C. S., & Tongel, O. (2006). Effect of inoculation with rhizobium on seed yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, *30*, 31-37.

Amir, M., Aslam, A., Khan, M. Y., Jamshaid, M. U., Ahmad, M., Asghar, H. N., & Zahir, Z. A. (2013). Co-inoculation with Rhizobium and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for inducing salinity tolerance in mung bean under field conditions of semiarid climate. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, *1*(1), 17-22.

Amiryousefi, M., Tadayon, M. R., & Ebrahimi, R. (2020). Investigating the Biochemical Reactions and Antioxidant Enzymes Activity of Quinoa under Water Deficit Stress and Fertilization Treatments in Saline Soil. *Journal of Crops Improvement*, *22*(4), 629-644. (In Persian).

Amiryousefi, M., Tadayon, M. R., & Hoseinifard, M. S. (2022). Effect of Nitrogen and Phosphorus Bio Fertilizers on Some Seed Germination Traits of Two Cultivars of Quinoa under Salinity Stress. *Desert Ecosystem Engineering*, *8*(24), 79-94. doi: 10.22052/deej.2018.7.24.49. (In Persian).

Asghari, M. T. (2021). The Effect of Foliar Application of Amino Acids and Symbiosis withMycorrhiza Species on the Characteristics of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Crops Improvement*, *24*(2), 615-629. (In Persian).

Dahmardeh, M., Bameri ,M., Keshtegar, B., & Khammari, I. (2020). Individual and combined application of bio fertilizers on quantitative andqualitative characteristics of peanut (*Arachis hypogaea*). *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, *2*(1), 23-32. (In Persian).

Dorri, M. A., & Alamdar, M. (2007). Effect of seedrate and planting date on seed mucilage amount of *Palntago ovata* in dry farming condition. Pajouhesh& Sazandegi. *Natural Resources Journal*, *75*, 81-85.

Ebrahim, M. (2017). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on chemical constituents in cotton/alfalfa mixed culture. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo), 63*(2), 67-73.

Javan Gholiloo, M. Yarnia,M., Hassanzadeh Ghorttapeh, A., Farahvash, F. & Daneshian,A. (2020). The Reaction of Valerian to the Application of Bio-Fertilizers under Drought Stress. Scientific *Research Journal of Sustainable Agriculture and Production*, *30*(4), 59-72.

Ghulam Nabi, A. (2013). *Cluster Bean (Guar) in Pakistan*. Punjab: Agronomy Center Pivot Irrigation System Valley Irrigation Pakistan (private) Limited.

Gresta, F., De Luca, A., Strano, A., Falcone, G., Santonoceto, C., Anastasi, U. & Gulisano, G. (2014). Economic and environmental sustainability analysis of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) farming process in a Mediterranean area: two case studies. *Italian Journal of Agronomy*, *9*(1), 20-24.

Gresta, F., Sortino, O., Santonoceto, C., Issi, L., Formantici, C., & Galante, Y. (2013). Effects of sowing times on seed yield, protein and galactomannans content of four varieties of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in a Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*, *41*, 46-52.

Han, H. S., & Lee K. D. (2006). Effect of inoculation with phosphate and potassium co-insolubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil and Environment*, *52*, 130-136.

Hema, Y., & Shalendra, A. (2014). *An analysis of performance of guar crop in india, guar cultivation practices*. New Delhi: CCS National Institute of Agricultural Marketing and Jaipur for United States Department of Agriculture (USDA).

Kalnyasundaram, N. K., Patel, P. B., & Dalal, K. C. (1982). Nitrogen need of Plantago ovata Forsk. in relation to the available nitrogen in soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *52*(4), 240-242.

Khalil, M. K. (2006). How far would *Plantago afra* L. Respond to bio and organic manures amendments. *Research Journal of Agriculture and biological Sciences*, *2*(1), 12-21.

Khavari, S. (2010). The necessity of industrial production of biological fertilizers in the country. Tehran: *Sina Publication*. (In Persian).

Kheirizadeh Arough, Y. (2016). *Effects of nano zinc oxide foliar application, arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on yield and some physiological traits of Triticale under salinity and water limitation condition*. Ph.D. thesis. Ardail: University of Mohaghegh Ardabili. (In Persian).

Kochaki, A., & Sarmadnia, G. (2000). *Crops Physiology*. Mashhad: Mashhad University Press. (In Persian).

Maougal, R. T., Brauman, A., Plassard, C., Abadie, J., Djekoun, A., & Drevon, J. J. (2014). Response of *Dahilia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, floweringand photosynthetic pigments. *American-Eurasian Journal of Agricultural &Environmental Sciences, 10*, 769-775.

Momeni, F., Mashhadi, A., Siadat, A., Ataolah, S., Pakdaman Sardrood, B., & Ghobadi, M. (2021). Effect of salicylic acid spraying and application of biofertilizers on the physiological characteristics and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions. *Iranian Journal of Pulses Research, 12*(2), 136-150. (In Persian).

Najar, G. R., Singh, S. R., Akthar, F., & Hakeem, S. A. (2011). Influence of sulphur levels on yield, uptake and quality of soyabean (Glycine max) under temperateconditions of Kashmir valley. *Indian Journal of Agriculture Sciences*, *81*(4), 340343.

Nejatzadeh, F. (2020). Effect of biofertilizer and magnesium sulfate on the components of essential oil of *Dracocephalum moldavica*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *27*, 101671.

Omidbaigi, R. (1995). *Production Approaches and Treatment of Medicinal Plants.* Tehran: Fekre Rooz Publication. (In Persian).

Pouryousef, M., Mazaheri, D., Yousefi, A. R., Rahimi, A., & Tavakoli, A. (2010). Evaluation of grain qualitative traits of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) underlimited irrigation regimes and different fertilizing treatments. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *30*(3), 414-424. (In Persian).

Raissi, A., Nosrati, F., & Piri, H. (2021). The Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Some Quantitative andQualitative Characteristics of Isabgol (*Plantago ovata* Forssk.) as aMedicinal Plant. *Journal of agricultural crops*, *24*(2),601-614. (In Persian).

Sabbagh, S. K., Poorabdollah, A., Sirousmehr, A., & Gholamalizadeh-Ahangar, A. (2017). Bio-fertilizers and systemic acquired resistance in *Fusarium* infected wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *19*, 453-464.

Samavat, S., & Malakouti, M. J. (2005).*The need to use organic acids (humic and fulvic) to increase the quantity and quality of agricultural products*. Tehran: Agricultural research, education and promotion organization. (In Persian).

Seyed Sharifi, R. (2016). Application of biofertilizers and zinc increases yield, nodulation and unsaturated fatty acids of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Zemdirbyste-Agriculture*, *3*(103), 73-78.

Seyed sharifi, R., & Seyed Sharifi, R. (2020). Effects of Starter Nitrogen, Methanol and Bio fertilizers Application on Yield, Nodulation and Grain Filling Period of Rainfed Lentil. *journal of crop improvement, 22*(3), 445-460. (In Persian).

Seyed Sharifi, R., Abtahi, S. M., & Ghaseminegad, P. (2016). Integrated fertilization systems effects on yield, nodulation state and fatty acids composition of soybean. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *86*(6), 51-60.

Shweta, S., & Kaur, M. (2017). Plant hormones synthesized by microorganisms and their role in biofertilizer- A review article. *International Journal of Advanced Research*, *5*(12), 1753-1763.

Singh, D., Chand, S., Anvar, M., & Patra, D. (2003). Effect of nitrogen and phosphorus fertilization to growth of *Plantago ovata*. *Indian Journal of Agronomy*, *40*(3), 529-531.

Stamenkovic, C., Beskoski, V., Karabegovic, I., Lazic, M., & Nikolic, N. (2018). Microbial fertilizers: A comprehensive review of current findings and future perspectives. *SpanishJournal of Agricultural Research*, *16*(1), 210-228.

Tabatabai, F., & Jahantighi, Sh. (2019, March). Investigating the effect of different sources of organic fertilizer and biological fertilizer on morphological traits and quantitative and qualitative plant performancePlantago ovate (*Plantago ovate*) medicine in Jiroft region. In *2nd international conference on medicinal plants, organic farming, natural and medicinal farming materials*. Mashhad, Iran. (In Persian).

Tohidinia, M. A., Mazaheri, D., Hosseini, S. M. B., & Madani, H. (2013). Effect of biofertilizerBarvar-2 and chemical phosphorus fertilizer application on kernel yield and yield components of maize (*Zea mays* cv. SC704). *Iranian Journal of Crop Sciences*, *15*(4), 295-307. (In Persian).

Verma, J., Yadav, J., & Tiwari, K. (2010). Application of Rhizobium sp. BHURC01 and plant growth promoting Rhizobacteria on nodulation, plant biomass and yield of chick pea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal ofAgricultural Research*, *5*(3), 148-156.

Wani, M. A., Gha, F. A. A., Malik, M. A., & Rather, Z. A. (2001). Response of sunflower to sulphur application under Kashmir conditions. *Applied Biological Research*, *3*, 19-22.

Yadav, R. D., Keshwa, G. L., & Yadav, S. S. (2003). 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*, 668-671.