

Evaluation of Antixenosis, Antibiosis and Tolerance of Six Bean Varieties Inoculated with Three Probiotic Combinations on the Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

Ali Asghar kazemi¹, Naser Moeini Naghade¹, Asgar Hosseini Nia^{2*}, Ruhollah Sharifi¹

1-Department of plant protection, faculty of Agriculture, Razi university, Kermanshah, Iran

2- Department of Technology and Production Management, Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran.

asghar.hosseini.nia@gmail.com

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.97147.1272>

Introduction

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is one of the most harmful pests of beans, and chemical miticides are often used to control it. However, in addition to causing resistance in mites, these chemicals also lead to environmental pollution. One of the best methods for controlling the spider mite is to select tolerant cultivars and use probiotic substances that stimulate bean growth and induce resistance in the plant. Therefore, in this project, tolerant cultivars and plant growth-promoting microorganisms (PGPR and AMF) were used to biological control the spider mite on beans. With the warming and drying of Iran's climate, mite outbreaks have become more frequent, and the use of chemical miticides, due to the high reproduction rate of the spider mite, has led to the rapid development of pest resistance to chemicals.

Materials and Methods

In this study, the percentage of induced resistance of the plant to the mite *T. urticae* was investigated by assessing antixenosis, antibiosis, and plant tolerance. Therefore, six bean cultivars were used, including two cranberry bean cultivars (local Khomein and Kousha), two white bean cultivars (Shokoufa and Dorsa), two red bean cultivars (Yaghoot and Ofogh), and a susceptibility control (Sadri cranberry bean). The effects of probiotics—Biogard®(0.5%), Biofarm®(4%), and Probio96®(2%) on inducing resistance in the tested cultivars were evaluated by examining antibiosis, antixenosis, and tolerance, as well as the percentage of resistance and the plant growth index.

Results and Discussion

The results showed that Bioguard was the best combination for inducing resistance in plants against the *Tetranychus mite*, and the Kousha cultivar exhibited the highest resistance. Specifically, the Kousha cultivar treated with Bioguard had the highest resistance at 51.64%, followed by the Yaghoot cultivar with Bioguard at 48.28%, and then the Ofogh cultivar with Bioguard at 43.28%, in terms of induced resistance. The Kousha cultivar showed the highest tolerance, antixenosis, antibiosis, and the highest growth index when combined with the Bioguard probiotic. The highest antixenosis or least preference, with the lowest mite population on the plant, was observed in the Kousha cultivar combined with Bioguard, with an index of 0.022 and about 22 adult mites per plant. The lowest was in the Khomein location with an index of 0.965 and 965 adult mites per five-leaf plant after 120 hours. The highest tolerance was observed in the Bioguard combination on the Kousha, Ofogh, and Yaghoot cultivars, placing them in group (e). The highest antibiosis (the lowest female mite after forty days) was observed in the Kousha and Dorsa varieties inoculated with Bioguard, with the lowest numerical index (0.061) and were classified in group (g). The highest growth index with nearly equal number of mites in the Kousha, Ofogh, and Dorsa varieties were 43.87, 43.07, and 43.04, respectively, under Bioguard inoculation.

Conclusions

The use of biological agents as an alternative to chemical pesticides, particularly in sustainable agriculture, has gained increasing importance. In the present study, the comparison of the mean population of two-spotted mites showed that biological agents significantly reduced the abundance of this pest. Among the

treatments examined, Biogard had the greatest effect in reducing mite populations, while Biofarm also showed significant performance in sensitive varieties. The Probio 96 treatment was also effective, but its efficacy was limited in some varieties. Recent studies also support these findings. For example, different varieties of common beans contain anti-nutritional compounds such as phytic acid, lectins, and trypsin inhibitors, which can affect the biology of mites. Overall, the efficacy of probiotic compounds such as Biogard and Biofarm indicates that these compounds can be used as part of an integrated pest management program to reduce spider mite damage in beans. Plant probiotics are a series of biological agents that are found in large numbers in the rhizosphere and, in other words, live symbiotically with plants. In return for the nutrients they receive from the plant, they provide services to the plant, including promoting growth and inducing resistance such as antibiosis, antixenosis, and tolerance. This, in turn, enhances the plant's innate resistance and health, making it more effective against biotic and abiotic stress factors. The Kousha variety inoculated with 0.5% Biogard showed the highest antibiosis, while the Kousha Ofogh and Yaghoot varieties inoculated with 0.5% Biogard exhibited the greatest tolerance. Additionally, the highest antixenosis with the lowest mite attraction to the plants was observed in the Kousha variety with the 0.5% Biogard seed coating. Therefore, combining the best probiotic materials with the most resistant bean variety is the best method for controlling spider mites. According to the results of this project.

Keywords: Bean, Probiotic, resistance, spider mite, variety

بررسی آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل شش رقم لوبیا تلقیح شده با سه ترکیب پروبیوتیک روی کنه‌تارتین دولکه‌ای

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae)

علی اصغر کاظمی^۱، ناصر معینی نقده^۱، اصغر حسینی نیا^{۲*}، روح اله شریفی^۱

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه ایران.

۲- گروه فن آوری و مدیریت تولید، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران

asghar.hosseini.nia@gmail.com

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.97147.1272>

چکیده:

کنه‌تارتین دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یکی از زیان‌بارترین آفات لوبیا است و برای کنترل آن اغلب از کنه‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شود که علاوه بر بروز مقاومت در کنه، آلودگی محیط زیستی نیز به همراه دارد. یکی از بهترین روش‌ها برای کنترل کنه‌تارتین انتخاب ارقام متحمل و استفاده از مواد پروبیوتیک است که باعث تحریک رشد لوبیا و مقاومت القایی در گیاه می‌شوند. بنابراین در این پژوهش به منظور بررسی کنترل کنه-تارتین، تأثیرات متقابل سه نوع پروبیوتیک، بیوگارد[®] (نیم درصد)، بیوفارم[®] (چهار درصد)، و پروبیو[®] ۹۶ (دو درصد) و شاهد بر روی شش رقم لوبیا، شامل: دو رقم لوبیای چیتی (محلی خمین و کوشا)، دو رقم لوبیا سفید (شکوفه و درسا) و دو رقم لوبیا قرمز (یاقوت، افق) با بررسی آزمایش‌های آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز، تحمل و القای مقاومت در گیاه مورد تجربه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که بهترین ترکیب زیستی در القای مقاومت در گیاه لوبیا علیه کنه-تارتین دولکه‌ای، ترکیب بیوگارد است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد در بین ارقام لوبیا، رقم کوشا همراه با ترکیب بیوگارد با ۵۱/۶۴ درصد بیشترین میزان مقاومت را دارد. پس از آن، رقم یاقوت با ترکیب بیوگارد و ۴۸/۲۸ درصد مقاومت و در نهایت رقم افق با بیوگارد و ۴۳/۲۸ درصد مقاومت القا شده قرار گرفتند. همچنین در ترکیب بیوگارد و رقم کوشا نشان داده شد، بیشترین تحمل، آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز و بالاترین شاخص رشدی مرتبط با این ترکیب می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، رقم کوشا با ترکیب بیوگارد نیم درصد برای مهار زیستی کنه‌تارتین توصیه می‌گردد. بدیهی است که با تولید ارقام مقاوم‌تر و ترکیبات جدیدتر بتوان به راهکار بهتری دست یافت.

کلمات کلیدی: پروبیوتیک، کنه‌تارتین، لوبیا، رقم، مقاومت،

مقدمه:

استان مرکزی با سطح زیر کشت ۱۱۲۰۰ هکتار و عملکرد ۲۸۲۹ کیلوگرم در هکتار یکی از مناطق عمده کاشت لوبیا معمولی، *Phaseolus vulgaris* L ایران محسوب می‌شود (Ahmadi, 2018 et al.). کنه‌تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یکی از خسارت‌زاترین آفات کشاورزی است که علاوه بر کاهش عملکرد لوبیا باعث مرگ بوته لوبیا می‌گردد (Gorman, 2001; Premalatha et al, 2018 et al.). با توجه به تغییرات اقلیمی و گرم و خشک شدن اقلیم ایران طغیان کنه‌ها نیز بیشتر از قبل شده است (Nazerian, 2022 Hosseininia, and). اگرچه رشد سریع و نرخ بالای زادآوری کنه‌تارتن، موجب ظهور سریع مقاومت آنها به سموم شیمیایی گردیده است ولی استفاده از کنه‌کش‌های شیمیایی هنوز روش اصلی کنترل کنه‌تارتن دولکه‌ای می باشد، (Montazersaheb, 2021 et al.). پروبیوتیک‌های گیاهی یک سری عوامل بیولوژیک هستند که به تعداد زیاد در منطقه فرا ریشه گیاه یافت می‌شوند و به عبارتی با گیاهان همزیستی می‌کنند. این همزیست‌ها با دریافت مواد غذایی از گیاه، خدماتی را برای گیاه ارائه می دهند، به‌طوری که منجر به افزایش رشد گیاه و یا ایجاد مقاومت‌های القایی مانند آنتی بیوز، آنتی‌زنوز و تحمل خواهند شد (Sharifi, et al., 2008). همچنین خدمات ناشی از تغذیه حشرات و کنه‌ها و نیز استفاده بی‌رویه از ترکیبات سمی، ضرورت استفاده از ارقام مقاوم و مواد پروبیوتیک را برجسته می‌کند (Pretty, 2015 Bharucha, and). در نتیجه مواد پروبیوتیک (بیوگارد® ترکیبی از *Trichoderma Rifai* و *Bacillus velezensis* Chien، بیوفارم® ترکیبی از *Pseudomonas spp.*، *Azotobacter sp.* و *Azospirillum sp.* و پروبیو۹۶® شامل عامل زیستی *Bacillus velezensis*) با هدف مقاومت القایی در لوبیا برای مهار زیستی کنه‌تارتن دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی منابع:

میکروارگانیسیم‌های، از جمله قارچ‌ها و باکتری‌های مفید خاک برای افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات موثرند (Gruden et al, 2020). پروبیوتیک‌های حاوی قارچ‌ها و باکتری‌های مفید ترکیباتی تولید می‌کنند که در تحریک رشد گیاه و ایجاد مقاومت القایی موثر است؛ به عنوان مثال متیل سالیسیلات^۱، *Bacillus velezensis* و ایندول^۲ می‌توانند القاکننده مقاومت القایی علیه *T. urticae* در گیاه لوبیا باشند (Montazersaheb, et al., 2021, and 2023). واکنش‌های دفاعی که با تولید مواد پروبیوتیک توسط میکروب‌های مفید خاک ایجاد می شود، به طور کلی به عنوان مقاومت سیستمیک القایی^۳ (ISR) شناخته شده است. همچنین مقاومت القایی (ISR) با تاثیر عوامل زیستی بر افزایش بیان ژن‌های دفاعی گیاه در هنگام حمله آفات ایجاد می‌شود (Pieterse et al, 2014). اثر جوامع باکتریایی در بندپایان گیاه‌خوار مانند کنه‌ها تحت تأثیر گونه میزبان و عادات تغذیه‌ای آفت نیز قرار دارند (Yan, et al., 2021). بنابراین پروبیوتیک‌ها در ارقام مختلف لوبیا در تولید ترکیبات ثانویه در گیاه و ایجاد مقاومت القایی علیه کنه‌تارتن موثرند (Yan, et al., 2021). و لذا قارچ‌های میکوریزا^۴ AMF و باکتری‌های محرک رشد گیاه PGPR^۵ برای مهار زیستی آفات گیاهی استفاده می‌شوند (Singh et al., 2019). چون این عوامل در

¹ Methyl salicylate

² Indole (C8H8N)

³ Induced Systemic Resistance (ISR)

⁴ Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)

⁵ Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)

ریزوسفر با تشدید رشد گیاه از طریق شبکه‌ای از مسیر انتقال درون سلولی سیگنالینگ^۱، که در آن هورمون‌های گیاهی نقش عمده‌ای دارند، باعث القاء مقاومت سیستمیک (ISR) می‌شوند (Pieterse et al, 2014). استفاده از عوامل PGPR با بهبود رشد و نمو جبرانی گیاه بعد از خسارت آفات (Pirlak and Köse, 2009; Roussos et al, 2012) و افزایش غلظت پلی‌فنل‌ها، دلیل تحمل گیاه به خسارت ناشی از آفت کنه هستند (Todeschini et al, 2018). بررسی تاثیر باکتری‌ها در ایجاد مقاومت القایی در تحقیقات اخیر روی لوبیا حایز اهمیت ویژه‌ای بوده است. بررسی‌ها نشان داده است که ترکیبات فرار گیاهی ناشی از گیاه‌خواری (HIPVs) (متیل جاسمونات، متیل سالیسیلات، ایندول و ۳-پنتانول) با غلظت ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر حاصل از دو باکتری پروبیوتیک گیاهی ((PBB) *Bacillus pumilus* INR7 و *Bacillus velezensis* H3) بر پارامترهای جدول زندگی کنه *T. urticae* اثر منفی داشتند مثلاً اثر القایی مقاومت متیل سالیسیلات، باکتری پروبیوتیک *B. velezensis* و ترکیب ایندول روی لوبیا رقم چیتی *Phaseolus vulgaris* L. علیه کنه *T. urticae* با احتمال ۹۰ درصد معنی دار بوده است (Montazersaheb, et al., 2021; Montazersaheb, et al., 2023).

ترکیبات ثانویه در گیاه لوبیا، که در اثر عوامل پروبیوتیک مانند قارچ‌های تریکودرما *Trichoderma afroharzianum* Rifai، *T. harzianum*، *guizhouense*، *T. virens* تولید می‌شود، در محیط مایع (مخمر-پیتون-گلیکوز) روی کنه‌تارتن ماده *T. urticae* بررسی گردیده است. نتایج نشان داده است که هفت روز بعد از بکارگیری عوامل میکروبی *T. afroharzianum* و *T. virens* مرگ و میر ماده‌های بالغ *T. urticae* به ترتیب ۸۳٪ و ۴۸٪ بوده است. همچنین تعداد تخم‌های زنده و مراحل متحرک *T. urticae* برای *T. afroharzianum* (۱۱۰/۳ تخم، ۱۰۵/۸ مرحله متحرک) و کنه *T. virens* (۱۱۸/۵ تخم، ۱۱۵/۳ مرحله متحرک) به طور قابل توجهی کمتر از گروه شاهد (۵۱۸/۹ تخم، ۴۵۲/۵ مراحل متحرک) بعد از هفت روز بوده است (Evren et al., 2025). برخی پروبیوتیک‌های مانند *Pseudomonas* spp. اثر افزایش رشد و نمو در لوبیا و تولید مواد ثانویه نیز دارند (Manguntungi, et al., 2025). بنابراین از گونه‌های *Pseudomonas* spp. در مهارزیستی برخی آفات و بیماری‌ها بکار رفته است (Hu, et al., 2021). مثلاً تلقیح هشت سویه جنس *Pseudomonas* spp. با تغییر، تنوع و افزایش فراوانی نسبی ترکیب میکروبیوم ریزوسفر گوجه فرنگی تاثیر پروبیوتیکی معنی داری در گوجه‌فرنگی داشته است (Hu, et al., 2021). گونه‌های *P. fluorescens*، *P. putida* و *P. aeruginosa* و قارچ‌های محرک رشد ریشه AMF (ترکیبی از گونه‌های *G. mosseae*، *G. intraradices* و *G. fasciculatum*) باعث افزایش عملکرد شاخساره گیاه خار پنبه (*Onopordon acanthium* L.) شده است. در تیمارهای PGPR و AMF عملکرد شاخساره خار پنبه به ترتیب بیش از ۲/۱ و ۲/۷ برابر و تنفس میکروبی به ترتیب بیش از ۲/۱۷ و ۲/۰۱ برابر شاهد بوده است. میکروارگانیسم‌های مفیدی مانند *P. fluorescens* با القای مقاومت سیستمیک موجب افزایش تولید متابولیت‌های دفاعی گیاه و کاهش جذابیت گیاه برای کنه‌ها می‌شوند (Javed et al., 2020). تلقیح لوبیا با قارچ *Azospirillum* sp. و کاربرد کمپوست قارچ منجر به افزایش عملکرد دانه، پروتئین، فسفر و پتاسیم دانه لوبیا و افزایش عملکرد و کیفیت دانه لوبیا شده است (Ansari, et al., 2017). تلقیح ارقام لوبیا قرمز شامل (توده بیران‌شهر، رقم اختر و گلی) با قارچ‌های میکوریزا و باکتری ازتوباکتر *Azotobacter* sp. در دو سطح (مایه‌زنی و عدم مایه‌زنی) عملکرد دانه لوبیا را در توده بیران‌شهر، رقم اختر و گلی

¹ Signaling

به ترتیب ۵/۵۶، ۱/۱۹ و ۲/۴۳ درصد افزایش داده است و بیشترین عملکرد دانه (۲۹۸۱/۹۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مایه‌زنی ازتوباکتر^۱ تلقیح میکوریزا^۲ رقم لوبیا گلی با فرم بوته رونده و رشد نامحدود به‌دست آمده است (Khavari, and Shakeri, 2019). روش استفاده از مواد پروبیوتیک جهت ایجاد مقاومت القایی در افزایش تحمل ارقام لوبیا موثر است و با انتخاب عامل بیولوژیک مناسب و انتخاب ارقام متحمل در شرایط محیطی مطلوب این امر تحقق پیدا خواهد کرد (Zhao et al., 2023; Alpysbayeva et al., 2024).

مواد و روش‌ها:

در این آزمایش دو رقم لوبیا چیتی (محلی خمین و کوشا)، دو رقم لوبیا سفید (شکوفای و درسا) و دو رقم لوبیا قرمز (یاقوت و افق) به همراه تیمار شاهد (چیتی صدری) در شرایط گلخانه در گلدان‌های یک کیلویی، با قطر ۱۷ سانتیمتر حاوی پیت‌ماس-سترون کاشته شدند و از سه عامل تلقیح زیستی: بیوگارد «با غلظت نیم درصد حاوی *Trichoderma harzianum* (۱۰^۶ Propagule/g) و *Bacillus* (۱۰^۷ CFU/g) و *velezensis* همراه با پنج درصد اسید هیومیک؛ بیوفارم «با غلظت چهار درصد حاوی (۲×۱۰^۷ CFU/ml) از هر سه باکتری *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp. با نسبت مساوی؛ و پروبیو ۹۶ «با غلظت دو درصد حاوی (CFU/g) *Bacillus velezensis* (۱۰^۸) از شرکت فناوری زیستی طبیعت‌گرا به عنوان PGPR و AMF برای تلقیح بذور شش رقم یاد شده به صورت بذر مال، طبق توصیه شرکت سازنده به نسبت توصیه شده (۲ لیتر یا ۲ کیلوگرم در ۱۰۰ کیلوگرم بذر) استفاده شد. با توجه به شش فاکتور اصلی (ارقام لوبیا)، سه فاکتور فرعی (عوامل زیستی)، تیمار شاهد (چیتی صدری) و سه تکرار، در مجموع ۲۸۸ گلدان در آزمایش ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری میزان مقاومت آنتی‌بیوز در ارقام مختلف لوبیا به کنتارتن دولک‌های، ابتدا گلدان‌هایی با قطر ۱۷ سانتیمتر با سه قسمت کوکویت و پرلیت و یک قسمت خاک معمولی پر شدند. سپس در هر گلدان سه گیاه از هر رقم کاشته شد. هر گلدان با قفس توری به ارتفاع ۵۰ سانتیمتر و قطر ۳۰ سانتیمتر از سطح فوقانی آن با توری پوشیده شده و محصور گردید. در زیر هر گلدان بشقاب پلاستیکی لبه‌داری که با آب پر شده بود به منظور جلوگیری از فرار کنه‌ها قرار داده شد. دمای نسبی گلخانه در این آزمایش 25 ± 5 درجه سلسیوس و طول دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در نظر گرفته شد. هر گیاه در مرحله‌ی ظهور دومین برگ، سه برگچه‌ای با ۱۰ عدد تخم کنه‌ی تارتن دولک‌های آلوده شد و ۴۰ روز پس از آلوده کردن گیاهان با تخم کنه، تعداد کنه‌های ماده موجود روی هر گیاه به عنوان معیاری برای تعیین آنتی‌بیوز شمارش شد (Kamlmanesh et al., 2010). در این آزمایش هر تیمار در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

در آزمایش محاسبه آنتی‌بیوز صفحہ شیشه‌ای دایره‌ای با قطر یک متر تهیه شد و گلدان‌های کاشته شده لوبیا از شش رقم مختلف به صورت دایره‌وار در اطراف صفحہ دایره‌ای با سه تکرار قرار داده شد. مرکز دایره توده‌ای از برگ‌های آلوده به کنه از رقم لوبیای چیتی صدری که حساس به کنه بود و محتوی حدود ۳۰۰۰۰ عدد کنه بالغ بود، قرار داده شد بطوری که کنه‌ها به سمت بوته‌ها با فاصله مساوی سرازیر شدند بعد از ۱۲۰ ساعت تا یک هفته بوته‌های آلوده شده ارقام مختلف درون کیسه پلاستیکی جدا و تعداد کنه تارتن متحرک موجود روی هر بوته بروس زده و درون پتری حاوی الکل ریخته و شمارش شد، تعداد میانگین مراحل متحرک کنه روی هر سه بوته بعد

از ۱۲۰ ساعت شمارش شد و میانگین جمعیت کنه که روی بوته از هر رقم جلب شدند به عنوان آنتی زنوز در نظر گرفته شد. طبق روش (Kamel Manesh et al., 2011) کمترین جمعیت کنه تارتن برای هر رقم به عنوان بهترین اثر آنتی زنوزی گیاه به کنه تارتن در نظر گرفته شد.

در اندازه گیری تحمل شش رقم مختلف لوبیا نسبت به کنه تارتن، گلدان های لوبیا به روش یاد شده تهیه شد بذور با سه ترکیب پروبیوتیک بذر مال گردید، بوته ها در مرحله ی ظهور اولین برگ، سه برگچه ای با ۱۰ عدد کنه ی ماده آلوده شدند. حدود یک هفته بعد زمانی که بوته ی شاهد (چیتی صدری) علائم مربوط به خسارت را بروز داد، از مقیاس یک تا شش برای بررسی میزان خسارت کنه ها در شش رقم تیمار استفاده شد. مقیاس به روش (Kamel Manesh et al., 2011) عبارت بودند از ۱: گیاه بدون آثار خسارت، ۲: کمتر از ۵ درصد خسارت در پشت برگ، ۳: بین ۵ تا ۲۵ درصد خسارت در پشت برگ، ۴: بین ۲۵ تا ۴۵ درصد خسارت در پشت برگ، ۵: بین ۴۵ تا ۶۵ درصد خسارت در پشت برگ و کلروزه شدن سطح بالایی برگ، ۶: بیش از ۶۵ درصد خسارت در پشت برگ و علائمی دیگر از قبیل کلروزه شدن، نکروزه شدن و گرد و غباری شدن بوته لوبیا بودند.

برای اندازه گیری شاخص وزنی رشدی: هر تیمار در گلدان هایی با سه ترکیب بیوگارد، بیوفارم و پربیو ۹۶ تلقیح شدند. سی روز پس از تلقیح، هر بوته با ۴۵ عدد کنه ماده بالغ آلوده شد. سه هفته پس از آلوده سازی گیاه، عملکرد بوته های لوبیا با ثبت وزن خشک اندام هوایی و زیرزمینی درمقایسه با شاهد به عنوان شاخص وزنی رشد گیاه ارزیابی شد.

شاخص مقاومت گیاه از روش وبستر و همکاران، (۱۹۹۱) محاسبه شد (Webster et al, 1991).

$$(PRI) = 1/XYZ$$

در این فرمول (PRI) شاخص مقاومت گیاه، X: شاخص آنتی زنوز (تعداد کنه بعد از ۱۲۰ روز)، Y: شاخص آنتی بیوز (تعداد کنه ماده ۴۰ روز پس از قرار دادن ده تخم هم سن)، و Z: شاخص تحمل (خسارت با مقیاس ۱-۶)، بودند.

تجزیه و تحلیل های آماری: پس از جمع آوری کلیه ی داده ها، توسط نرم افزار SAS V9.4 تجزیه واریانس شدند سپس میانگین ها با آزمون توکی در سطح یک و پنج درصد مقایسه و گروه بندی شدند.

نتایج:

نتایج نشان داد که بیوگارد بهترین ترکیب در القای مقاومت به گیاه علیه کنه تارتن بود و رقم کوشا بیشترین مقاومت را از خود نشان داد. نتایج این آزمایش نشان می دهد که بهترین ترکیب زیستی در القای مقاومت در گیاه لوبیا در برابر کنه تارتن دولکهای، ترکیب بیوگارد است. بررسی میانگین ها نشان داد در بین ارقام لوبیا، رقم کوشا همراه با ترکیب بیوگارد با ۵۱/۶۴ درصد مقاومت با بیشترین میزان مقاومت القایی در گروه اول قرار گرفت. و در گروه دوم، رقم یاقوت با ترکیب بیوگارد ۴۸/۲۸ درصد مقاومت و در گروه سوم رقم افق با بیوگارد ۴۳/۲۸ درصد مقاومت القایی را نشان دادند (جدول ۱).

بیشترین مقاومت آنتی‌زنوز با کمترین جمعیت کنه روی بوته در رقم کوشا و ترکیب بیوگارد با معیار ۰/۰۲۲ حدود ۲۲ عدد کنه بالغ در بوته و کمترین آن در لوبیا محلی خمین با معیار ۰/۹۶۵ و ۹۶۵ عدد کنه بالغ در بوته پنج برگی بعد از ۱۲۰ ساعت محاسبه شد (جدول ۱). در مطالعه مکانیسم آنتی‌زنوز مشخص شد، اثر رقم لوبیا و عوامل زیستی بر فراوانی کنه در سطح یک درصد معنی‌دار بودند اما برهم‌کنش آنها معنی‌دار نبود ($P \leq 0.01$). در مکانیسم آنتی‌زنوز کنه‌ها رقم و ترکیبات پروبیوتیک به صورت مستقل بر ترجیح جلب و استقرار کنه تأثیر گذاشتند. یعنی کنه‌ها بر اساس ویژگی‌های ژنتیکی و مورفولوژیکی رقم لوبیا تمایل متفاوتی به استقرار دارند، و تیمارهای زیستی نیز جمعیت آنها را کاهش می‌دهند، اما ترکیب رقم و تیمار اثر متقابل معنی‌داری ایجاد نکرده است (جدول ۱).

جدول ۱: میانگین‌های آنتی‌زنوز (X)، تحمل (Z)، آنتی‌بیوز (Y)، شاخص مقاومت (PRI)، درصد مقاومت (%PRI)، (تبدیل داده بین ۰-۱)، و شاخص وزنی رشدی (گرم)، بعلاوه و منهای اشتباه استاندارد ($\pm$ SE) برای شش رقم لوبیا تلقیح شده با سه ترکیب بیوگارد، بیوفارم و پروبیو۹۶ آلوده به کنه‌تارتن

Table 1: Means of non-preference = Antixenosis (X), Tolerance (Z), Antibiosis (Y), Resistance Index (PRI), Resistance Percentage (%PRI), (data transformed between 0-1), and Growth Index (g), plus and minus standard error (SE $\pm$) for six bean cultivars inoculated with three combinations of Bioguard, Biofarm, and Probio96 infested with spider mite.

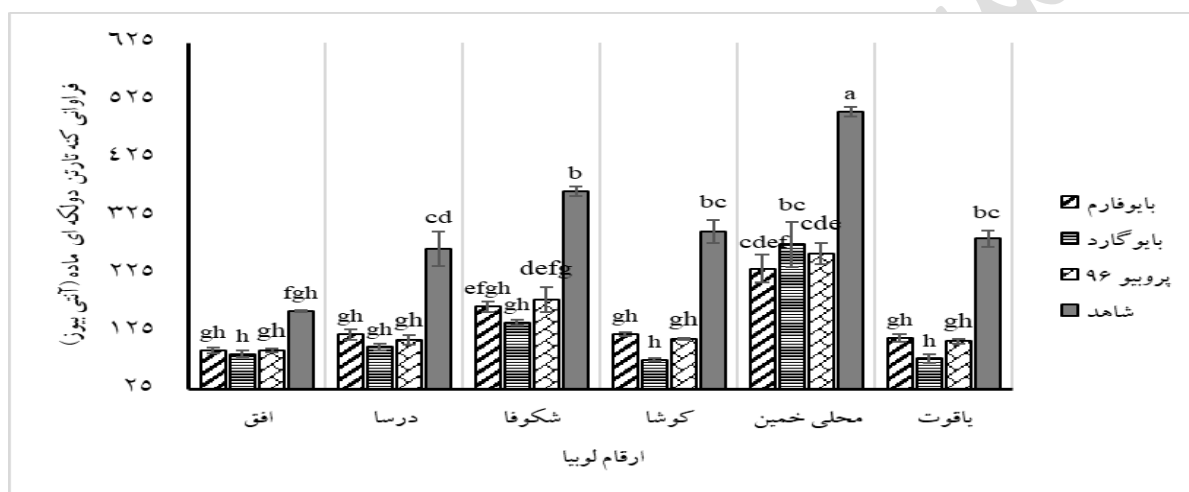
Variety	Antixenosis (X)	Antibiosis (Y)	Tolerance (Z)	Resistance index (PRI)*	Resistance percentage (Res %)	Growth index
Biogard						
Ofogh	0.044±0.012 ^h	0.091±0.052 ^{fg}	0.01±0.001 ^e	0.5697±1.475 ^a	43.28±11.13 ^a	43.07±0.37 ^a
Dorsa	0.07±0.012 ^{gh}	0.061±0.03 ^g	0.01±0.001 ^e	0.5313±1.016 ^a	40.38±7.67 ^a	43.04±0.39 ^a
Shokoufa	0.162±0.012 ^{gh}	0.152±0.03 ^{efg}	0.2±0.001 ^d	0.1283±0.0147 ^b	9.96±1.11 ^b	42.73±0.16 ^{ab}
Kousha	0.022±0.004 ^h	0.061±0.03 ^g	0.01±0.001 ^e	0.6804±0.118 ^a	51.64±8.9 ^a	43.87±0.04 ^a
Local Khomein	0.461±0.085 ^{bc}	0.091±0.001 ^{fg}	0.2±0.001 ^d	0.0798±0.127 ^b	6.31±0.96 ^b	41.93±0.16 ^{abc}
Yaghout	0.026±0.015 ^h	0.091±0.052 ^{fg}	0.01±0.001 ^e	0.636±0.183 ^a	48.28±13.81 ^a	41.6±0.29 ^{abcd}
Biofarm						
Ofogh	0.057±0.012 ^{gh}	0.424±0.03 ^{de}	0.2±0.001 ^d	0.1057±0.0088 ^b	8.26±0.66 ^b	41.86±0.22 ^{abcd}
Dorsa	0.118±0.02 ^{gh}	0.303±0.03 ^{defg}	0.2±0.001 ^d	0.1026±0.0133 ^b	8.02±1 ^b	40.33±0.73 ^{bcde}
Shokoufa	0.224±0.02 ^{efgh}	0.394±0.08 ^{de}	0.4±0.001 ^c	0.0401±0.0074 ^b	3.31±0.56 ^b	40.2±0.57 ^{cde}
Kousha	0.118±0.008 ^{gh}	0.364±0.052 ^{def}	0.2±0.001 ^d	0.0904±0.0103 ^b	7.1±0.78 ^b	41.49±0.12 ^{abcd}
Local Khomein	0.368±0.053 ^{cdef}	0.424±0.061 ^{de}	0.4±0.001 ^c	0.0256±0.0034 ^b	2.21±0.26 ^b	39.82±0.26 ^{cde}
Yaghout	0.105±0.015 ^{gh}	0.394±0.03 ^{de}	0.2±0.001 ^d	0.0893±0.0078 ^b	7.02±0.59 ^b	38.91±0.29 ^e
Probio96						
Ofogh	0.057±0.009 ^{gh}	0.424±0.03 ^{de}	0.2±0.001 ^d	0.1051±0.0051 ^b	8.21±0.39 ^b	41.87±0.17 ^{abcd}
Dorsa	0.096±0.019 ^{gh}	0.364±0.052 ^{def}	0.2±0.001 ^d	0.0993±0.104 ^b	7.77±0.78 ^b	40.13±0.49 ^{cde}
Shokoufa	0.25±0.047 ^{defg}	0.485±0.03 ^{cd}	0.33±0.07 ^c	0.0353±0.018 ^b	2.94±0.14 ^b	38.93±0.23 ^e
Kousha	0.101±0.004 ^{gh}	0.364±0.052 ^{def}	0.2±0.001 ^d	0.0972±0.0116 ^b	7.61±0.88 ^b	42.01±0.21 ^{abc}
Local Khomein	0.425±0.039 ^{cde}	0.515±0.03 ^{cd}	0.4±0.001 ^c	0.0186±0.0006 ^b	1.68±0.05 ^b	39.43±0.11 ^{de}
Yaghout	0.092±0.008 ^{gh}	0.394±0.03 ^{de}	0.2±0.001 ^d	0.0936±0.0027 ^b	7.34±0.21 ^b	38.2±0.33 ^e
Control						
Ofogh	0.206±0.004 ^{fgh}	0.727±0.052 ^{abc}	0.4±0.001 ^c	0.0241±0.0019 ^b	2.1±0.15 ^b	30.65±0.51 ^{fg}
Dorsa	0.443±0.066 ^{cd}	0.576±0.03 ^{bcd}	0.4±0.001 ^c	0.0165±0.0017 ^b	1.53±0.13 ^b	29.22±0.54 ^{gh}
Shokoufa	0.662±0.019 ^b	0.909±0.052 ^a	0.8±0.001 ^b	0.0023±0.0004 ^b	0.46±0.03 ^b	28.56±0.31 ^{gh}

Variety	Antixenosis (X)	Antibiosis (Y)	Tolerance (Z)	Resistance index (PRI)*	Resistance percentage (Res %)	Growth index
Kousha	0.509±0.043 ^{bc}	0.758±0.08 ^{abc}	0.4±0.001 ^c	0.0109±0.001 ^b	1.1±0.08 ^b	32.45±0.39 ^f
Local Khomein	0.965±0.018 ^a	0.818±0.052 ^{ab}	0.99±0.001 ^a	0.0003±0.0002 ^b	0.3±0.01 ^b	26.95±0.33 ^h
Yaghout	0.482±0.031 ^{bc}	0.909±0.052 ^a	0.33±0.07 ^c	0.0119±0.0036 ^b	1.17±0.27 ^b	29.4±0.75 ^g

میانگین‌های هر ستونی که دارای یک حرف لاتین مشترک هستند از نظر آماری معنی دار نیستند (Tukey $\alpha=0.05$). * PRI=1/XYZ، که در آن X: شاخص آنتی‌زئوز، Y: شاخص آنتی‌بیوز، و Z: شاخص تحمل، است. بانک کنه روی رقم حساس چیتی صدری و شاهد همان ارقام بدون استفاده از پروبیوتیک‌ها بودند.

The means of each column that share a common Latin letter are not statistically significant (Tukey $\alpha=0.05$). * PRI=1/XYZ, where X: antixenosis index, Y: antibiosis index, and Z: tolerance index. Bank of population of mite is Chiti Sadri, control: same treatments without probiotics.

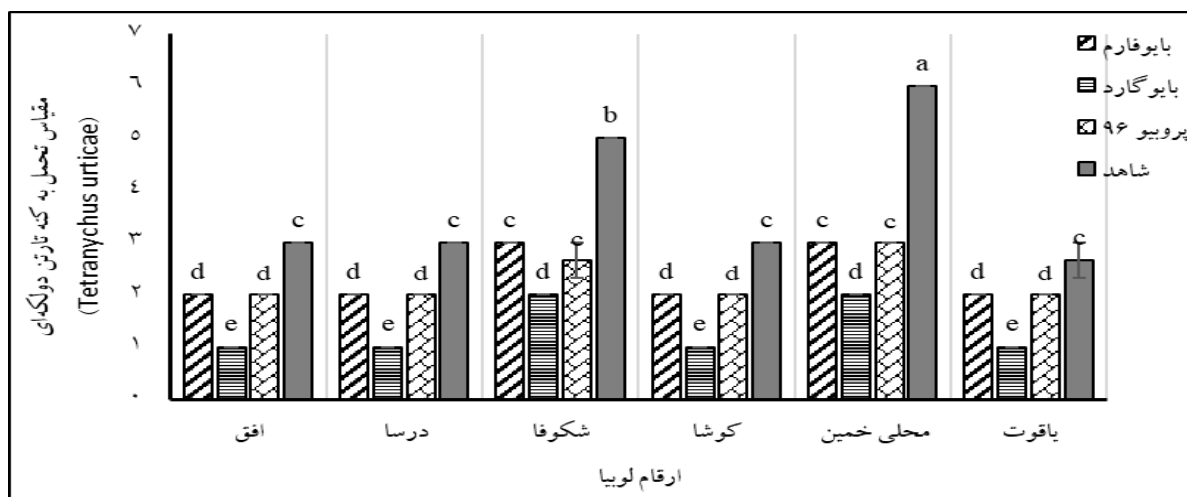
بیشترین آنتی‌بیوز (کمترین تعداد کنه روی برگ) در ارقام کوشا و درسا بذرمال شده با بیوگارد با غلظت دو درصد بود و با کمترین شاخص عددی (۰/۰۶۱) در گروه (g) قرار گرفت (جدول ۱ و نمودار ۱).



نمودار ۱: مقایسه میانگین جمعیت کنه‌تارتن دولک‌ای ماده (*T. urticae*) پس از ۴۰ روز روی شش رقم لوبیا بذرمال شده با سه ترکیب بیوگارد، بیوفارم و پروبیو ۹۶ و شاهد (همان ارقام بدون پروبیوتیک‌ها)، به عنوان شاخص آنتی‌بیوز (Tukey, $\alpha=0.05$)

Figure 1: Comparison of the average population of female two-spotted spider mites (*T. urticae*) after 40 days on six bean cultivars treated with three combinations of Biogard, Biofarm, and Probio 96, and control (same treatments without probiotics), as an antibiosis index (Tukey, $\alpha=0.05$)

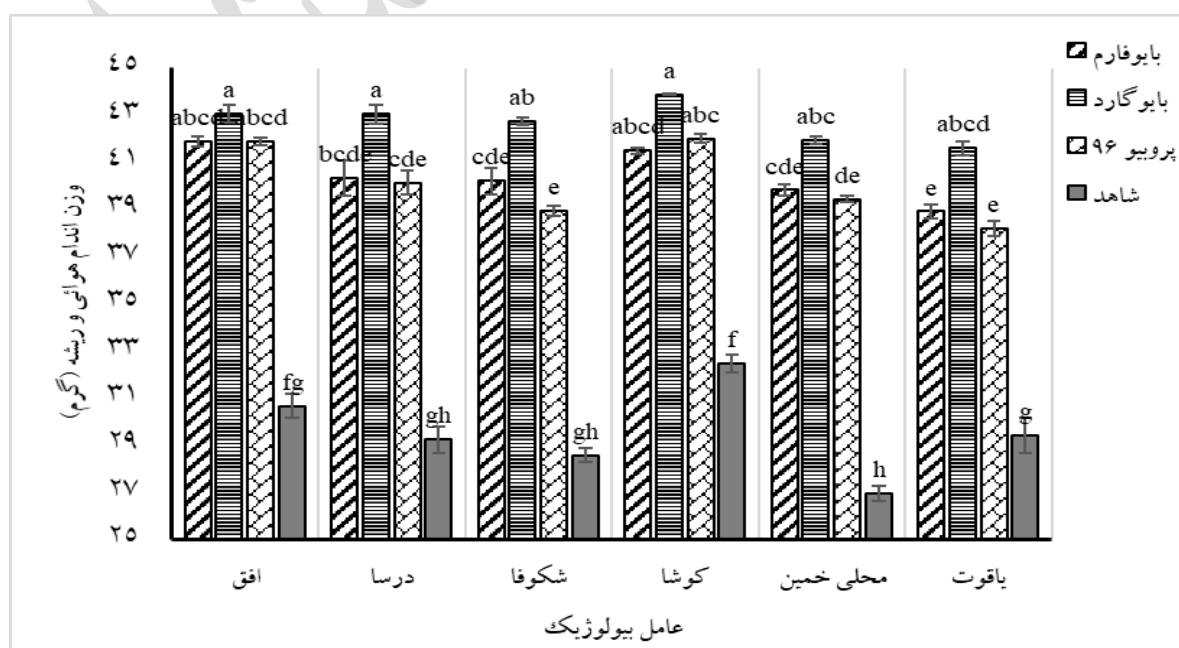
بیشترین میزان تحمل در ترکیب بیوگارد روی ارقام کوشا، افق و یاقوت و کمترین میزان تحمل در شاهد (ارقام بدون پروبیوتیک) روی رقم محلی خمین با ۰/۹۹ تاثیر کنه بر بوته با مقایس (۱-۶) مشاهده شد (جدول ۱، نمودار ۲). به نظر می‌رسد تفاوت بین ارقام از یک‌سو و تفاوت در واکنش آنها به تیمارهای تلقیحی از سوی دیگر، نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان تحمل ارقام لوبیا به کنه‌تارتن داشته باشند (جدول ۱، نمودار ۲).



نمودار ۲: مقایسه میانگین مقیاس (۱-۶) تحمل شش رقم مختلف لوبیا آلوده به کنه تارتن دولکهای ماده (*T. urticae*)، تلقیح بذری با سه بایوگارد، بایوفارم، پروبیو ۹۶ و شاهد، (Tukey, $\alpha=0.05$)

Figure 2: Comparison of the mean scale (1-6) tolerance of six different numbers of beans infested with female two-spotted spider mites (*T. urticae*), seed inoculation with three treatments Bio Guard, Bio Farm, Parbio 96, and control, (Tukey, $\alpha=0.05$)

نتایج شاخص وزنی رشد که در مقایسه با وزن اندام هوایی و ریشه تیمار (گرم) با شاهد را نشان می‌دهد (جدول ۱) نشان داد رقم لوبیا، تیمار تلقیحی و برهم‌کنش آنها بر رشد گیاه اثر معنی‌داری داشتند (Tukey, $P \leq 0.01$). این نتایج حاکی از آن است که عوامل بیولوژیکی نه تنها جمعیت کنه را کاهش می‌دهند بلکه به حفظ یا بهبود رشد گیاه نیز کمک می‌کنند. بالاترین شاخص رشدی با تعداد تقریباً مساوی کنه در ارقام کوشا، افق و درسا به ترتیب با شاخص رشدی ۴۳/۸۷، ۴۳/۰۷ و ۴۳/۰۴ گرم تحت تاثیر تلقیح با بیوگارد بودند (جدول ۱، نمودار ۳). برهم‌کنش معنی‌دار بیانگر این است که اثر هر تیمار بر رشد گیاه بسته به رقم متفاوت است، به گونه‌ای که ارقام کوشا، افق و درسا نسبت به تیمار تلقیحی بیوگارد واکنش رشدی بهتری نشان دادند (جدول ۱).



نمودار ۳: مقایسه میانگین وزن اندام هوایی و ریشه (به گرم) شش رقم لوبیا آلوده به کنه تارتن دولکه‌ای ماده (*T. urticae*) تحت اثر عوامل مختلف پروبیوتیک و شاهد ($\alpha=0.05$) (Tukey)

Figure 3: Comparison of the average weight of aerial parts and roots (in grams) of six bean varieties infected with the female two-spotted spider mite (*T. urticae*) under the effects of different probiotic treatments and control (Tukey, $\alpha=0.05$)

بحث:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که فاکتور اصلی (شش رقم) و فاکتور فرعی (سه پروبیوتیک) و اثرات متقابل آنها با احتمال بیش از ۹۹ درصد معنی‌دار شدند (Tukey, $\alpha<0.01$). نتایج نشان داد که رقم لوبیا، نوع عامل بیولوژیکی تلقیح شده و زمان نمونه‌برداری همگی به‌طور مؤثری بر جمعیت کنه اثر گذاشته‌اند. اثر فاکتور رقم بر جمعیت آفت نشان‌دهنده وجود تفاوت‌هایی در تحمل یا مقاومت ارقام مختلف نسبت به این کنه است. مطالعات اخیر نیز این یافته‌ها را تأیید می‌کنند. به‌عنوان مثال، در پژوهش‌های شامی و همکاران (۲۰۲۵)، بیان شد که کاربرد عوامل بیولوژیکی مانند قارچ‌های *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok و *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill در کنترل جمعیت کنه روی ارقام مختلف لوبیا مؤثر بوده و موجب کاهش معنی‌دار تراکم جمعیت کنه شده است (El-Shamy et al., 2025). هرچند ارقام به تنهایی نیز عکس‌العمل متفاوتی به جمعیت کنه نشان می‌دهند (Yousefi and Dorri 2012) مثلاً واریته‌های مختلف لوبیای معمولی دارای ترکیبات ضد تغذیه از قبیل فیتیک اسید، لکترین و مهارکننده تریپسین هستند که می‌توانند روی رشد و نمو آفات گیاهخوار تاثیر داشته باشند (Fathipour et al., 2020).

تحمل:

استفاده از پروبیوتیک‌ها به‌طور قابل‌توجهی موجب کاهش شدت خسارت و افزایش تحمل گیاه لوبیا در برابر کنه‌تارتن دولکه‌ای شد. در میان تیمارها، بیوگارد (در ارقام کوشا، یاقوت و افق) بیشترین تاثیر را در تحمل ارقام نشان داد، در حالی‌که شاهد کمترین مقادیر تحمل را نشان داد که بیانگر حساسیت بیشتر آنها و فقدان مواد پروبیوتیک القاکننده مقاومت بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کاربرد عوامل بیولوژیک می‌تواند به‌عنوان رویکردی مؤثر در مدیریت پایدار کنترل کنه‌تارتن روی لوبیا مورد استفاده قرار گیرد. در میان ارقام لوبیا، رقم یاقوت (حتی در شاهد) از مقیاس تحمل بالاتری برخوردار بودند که نشان از تحمل بیشتر این رقم به کنه‌تارتن صرف‌نظر از عامل تلقیحی می‌باشد. در حالی که رقم محلی‌خمین کمترین میزان تحمل را نشان داد (جدول ۱). همچنین با توجه به معنی‌دار بودن برهم‌کنش رقم $\times$ عامل بیولوژیک، می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر هر عامل بیولوژیک به نوع رقم بستگی دارد و انتخاب ترکیب مناسب رقم و عامل بیولوژیک می‌تواند اثرات قابل‌توجهی در افزایش مقاومت گیاه و کاهش مصرف سموم شیمیایی داشته باشد. پژوهش (Sedaratian-Jahromi et al., 2009, 2015) نشان داد که تاثیر کودهای بیولوژیک بر کاهش خسارت کنه‌ها در سویا مؤثر بوده است به طوری که بوته‌هایی که با پروبیوتیک‌ها، تلقیح و یا تغذیه شده‌اند به دلیل بهبود شرایط رشد و تقویت سیستم ایمنی، مقاومت بیشتری در برابر حملات کنه دولکه‌ای از خود نشان دادند. استفاده از تیمارهای بیولوژیکی نه تنها موجب کنترل کنه می‌شود، بلکه می‌تواند به بهبود رشد گیاه نیز منجر گردد. این اثرات احتمالاً ناشی از کاهش میزان آسیب ناشی از کنه و القای مقاومت سیستمیک و تحرک رشد ریشه توسط عوامل بیولوژیکی است (Hervet and Morrison, 2021). همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی و بهبود وضعیت فیزیولوژیک گیاه با تلقیح پروبیوتیک‌ها موجب کاهش حساسیت لوبیا به تغذیه کنه می‌شود (Jalali et al., 2019) و باعث کاهش خسارت و ایجاد تحمل در ارقام مختلف لوبیا می‌شود.

آنتی‌بیوز:

نتایج نشان داد که ارقام لوبیا، عوامل بیولوژیکی و برهم‌کنش آنها بر فراوانی کنه‌های ماده در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (Tukey, $\alpha=0.01$). بیشترین آنتی‌بیوز (کمترین کنه ماده بعد از چهل روز) در ارقام کوشا و درسا تلقیح شده با بیوگارد با کمترین شاخص عددی (۰/۰۶۱) و در گروه (g) قرار داشتند (جدول ۱ و نمودار ۱). لذا تولید نتایج کمتری در عرض چهل روز داشته است و مکانیسم آنتی‌بیوز در

اینجا به صورت تولید ماده بالغ کمتر خود را نشان داده است. چون مکانیسم آنتی‌بیوز به صورت کاهش تعداد تخم گذاشته شده، کاهش اندازه‌ی کنه‌ی بالغ و کوتاه‌تر شدن سیکل زندگی آن بروز می‌کند (Flexner et al., 1995). در پژوهش مشابهی بررسی تراکم جمعیت کنه‌ی دولکه‌ای روی چهار رقم مختلف لوبیا تایید شده که نوع میزبان می‌تواند پارامترهای زیستی کنه‌ی تارتن را تحت تاثیر قرار دهد (Ahmadi et al., 2018). گیاهان با مکانیسم آنتی‌بیوز ممکن است باعث کاهش زنده‌مانی، اندازه، وزن، طول عمر و تولیدمثل کنه بالغ بشوند (Rahmani et al., 2021)، حتی به طور غیر مستقیم با طولانی‌تر کردن دوره‌ی رشد و نمو آفت باعث افزایش دوره‌ی قرارگیری آن در معرض دشمن طبیعی شوند. نتایج پژوهش‌های مشابه (Ashtari et al., 2024, 2025) نشان می‌دهد که لاین‌های لوبیا KS-21492 و KS-31287 با دارا بودن پتانسیل بالای تسهیل در تولیدمثل کنه دولکه‌ای، محیطی مساعد برای رشد این آفت فراهم می‌کنند که این موضوع به عنوان یک صفت منفی برای این لاین‌ها در نظر گرفته شده است. در مقابل، ارقامی که با کمترین میزان جمعیت کنه مواجه هستند، نشان‌دهنده وجود مکانیسم‌های مقاومت مطلوب از نوع آنتی‌بیوز می‌باشند. شاید دلیل آن مواد مترشحه از تریکوم‌های برخی از ارقام باشد که مانند سم طبیعی عمل می‌کند زیرا در ایجاد مقاومت آنتی‌بیوزی مواد ثانویه گیاهی می‌تواند دخیل باشند (Saeidi and Mallik, 2012).

آنتی‌زنوز

بر اساس نتایج این پژوهش رقم لوبیا به عنوان یک فاکتور مهم روی مکانیسم آنتی‌زنوز و عدم جلب شدن کنه‌ها تأثیر دارد. به طوری که رقم کوشا بیشترین آنتی‌زنوز را با ترکیب بیوگارد (۰/۲۲)، حداقل جلب کنه تارتن از خود نشان داده است. شاید به این دلیل باشد که کودهای بیولوژیک از طریق فعال‌سازی مکانیسم‌های دفاعی گیاه، بهبود وضعیت فیزیولوژیک و ایجاد شرایط نامناسب برای تغذیه و استقرار کنه‌ها، نقش مهمی در افزایش آنتی‌زنوز و کاهش جلب جمعیت کنه‌تارتن دو لکه‌ای دارند. کنه‌ها ممکن است بسته به ویژگی‌های مورفولوژیکی برگ (مانند ضخامت، کرک، یا ترکیبات شیمیایی برگ) تمایل متفاوتی به استقرار داشته باشند (Boter et al., 2024). مطالعات مشابه نشان داده‌اند که ارقام لوبیا مکانیسم‌های دفاعی متفاوتی در مقابل کنه دولکه‌ای دارند (Ashtari et al., 2025). این یافته‌ها تأکید می‌کنند که انتخاب رقم لوبیا مقاوم می‌تواند به کاهش جلب کنه کمک کند. در پژوهش‌های (Ashtari et al., 2024 and 2025) بیان نمودند که پایین بودن تعداد کنه نشان‌دهنده وجود خاصیت آنتی‌زنوزی مطلوب در برخی از لاین‌های لوبیا بوده است که باعث جلب تعداد کنه‌های کمتری گردیده است. تفاوت با شاهد احتمالاً به علت وجود مواد پروبیوتیک و تسریع رشد آنها در لوبیا می‌باشد علاوه بر این، فرآورده‌های بیولوژیکی تجاری مانند بیوگارد و بیوفارم با تولید ترکیبات بازدارنده و بهبود سلامت گیاه سبب کاهش استقرار و بقا جمعیت کنه می‌شوند (Shahgholi et al., 2021). یافته‌های این تحقیق با نتایج گزارش شده (Gruden, et al., 2020) همخوانی دارد. آنان بیان کردند که افزودن کود به خاک موجب افزایش تعداد تریکوم‌های کوتاه در سطح برگ می‌شود، به اعتقاد این پژوهشگران، افزایش تراکم تریکوم‌ها با ایجاد اختلال در حرکت آفات موجب کاهش ترجیح گیاه توسط آنها می‌شود.

شاخص وزنی رشد:

بررسی تأثیر ترکیبات پروبیوتیک بر شاخص‌های وزن خشک اندام هوایی و ریشه در شش رقم لوبیا نشان داد که رقم کوشا در تیمار بیوگارد، با تولید ۴۳/۸۷ گرم وزن خشک، بیشترین میزان رشد را نسبت به سایر ارقام داشت. علاوه بر این، ترکیب بیوگارد در ارقام افق و درس نیز با افزایش وزن خشک به ترتیب به میزان ۴۳/۰۷ و ۴۳/۰۴ گرم، بیشترین میزان بهبود در شاخص‌های رشدی را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد (جدول ۱، نمودار ۳). لذا می‌توان بیان نمود که تیمارهای بیوگارد و سپس بیوفارم بیشترین تأثیر مثبت بر وزن اندام هوایی و ریشه داشتند، در حالی که پروبیو ۹۶ نیز تأثیر معنی دار اما کمتر از دو تیمار دیگر داشته است (Tukey, $\alpha=0/05$)، (جدول ۱). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد عوامل بیولوژیک می‌تواند به عنوان رویکردی مؤثر در مدیریت پایدار آفات مورد استفاده قرار گیرد. تیمارهای بیوفارم و بیوگارد با بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و افزایش جذب عناصر غذایی، توسعه ریشه موجب تقویت رشد اندام هوایی در گیاه لوبیا شدند؛ چون باکتری‌های محرک رشد موجود در بیوفارم *Azotobacter* sp.، *Pseudomonas* sp. و

Azospirillum sp. با افزایش جذب نیتروژن و فسفر، وزن خشک اندام هوایی، تعداد برگ و طول ساقه را افزایش می‌دهند (Rahmani et al., 2021)، در حالی که بیوگارد حاوی *Trichoderma harzianum* و *Bacillus velezensis* و هیومیک اسید با تحریک تولید هورمون‌های رشد و آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد آلی، موجب افزایش طول ریشه، تعداد ریشه‌های جانبی و کارایی جذب مواد مغذی می‌شود (Khorasani et al., 2021). ترکیب این اثرات موجب بهبود شاخص‌های وزنی رشد رویشی، افزایش کارایی فتوسنتزی و تقویت سیستم ریشه‌ای در شرایط مزرعه شده است (Shahgholi and Fathipour, 2022). در پژوهش دیگری (Fathipour et al., 2020) کاربرد میکروارگانیسم‌ها در کنترل زیستی کنه‌ها بررسی شده و نتایج نشان داده است که برخی از باکتری‌ها و قارچ‌های مفید در خاک، ضمن تحریک رشد گیاه، از رشد و تکثیر کنه دولکه‌ای جلوگیری می‌کنند. این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند در کنترل فعالیت‌های کنه‌ها یا تولید مواد ضد رشدی نیز مؤثر باشند (Fathipour et al., 2020).

نتیجه‌گیری کلی:

استفاده از عوامل بیولوژیکی به‌عنوان جایگزینی برای سموم شیمیایی، به‌ویژه در کشاورزی پایدار، اهمیت فزاینده‌ای یافته است. در مطالعه حاضر، مقایسه میانگین جمعیت کنه دولکه‌ای نشان داد که عوامل بیولوژیک تلقیح به‌طور معنی‌داری موجب کاهش فراوانی این آفت شده است. در میان تیمارهای مورد بررسی، بیوگارد بیشترین تأثیر را در کاهش جمعیت کنه داشت، در حالی که بیوفارم نیز در ارقام حساس عملکرد قابل توجهی نشان داد. اثر تیمار پروبیو ۹۶ نیز معنی دار بود، اما اثربخشی آن در برخی ارقام محدودتر بود. به طور کلی، کارایی ترکیبات پروبیوتیک مانند بیوگارد و بیوفارم نشان می‌دهد که این ترکیبات می‌توانند به‌عنوان بخشی از برنامه مدیریت تلفیقی آفات در کاهش خسارت کنه‌تارتن در لوبیا مورد استفاده قرار گیرند.

References

- Abolfathi, N., Kocheily, F., & Mohiseni, A.A. (2012). An Investigation into Appropriate Sample Unit and Sample Universe to Estimate *Tetranychus urticae* Koch. Population in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Fields in North of Lorestan Province. *Plant protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 34(2): 33 - 45. <https://sid.ir/paper/165065/en>
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Abdshah, H., & Kazemian, A. (2018). Agricultural statistics, first volume of crops. *Ministry of Jihad Agriculture, Bureau of Statistics and Information Technology*, Page 87. (In Persian with English abstract). <https://doi.10.22092/aj.2021.128717.1447>
- Alba, J.M.; B.C.J., Schimmel, J.J., Glas, L.M.S., Ataide, M.L., Pappas, C.A, Villarroel, R.C., Schuurink, M.W., Sabelis, & Kant, M.R, (2015). Spider mites suppress tomato defenses downstream of jasmonate and salicylate independently of hormonal crosstalk. *New Phytology*, 205: 828–840. <https://doi.org/10.1111/nph.13075>
- Alpysbayeva, K., Sharipova, D., Nurmanov, B., Seitzhan, A., & Naimanova, B. (2024). Enhancing Biological Control Efficiency: Predatory Potential of *Phytoseiulus persimilis* Against *Tetranychus urticae* in Greenhouse Conditions. *Organic Farming*, 10(2): 133–141. https://www.acadlore.com/article/OF/2024_10_2/of100204, <https://doi.org/10.56578/of100204>
- Ansari, M. H. & Asadi Rahmani, H. (2017). The effect of *Azotobacter*, *Azospirillum* and compost along with chemical fertilizer on seed yield and nutrient uptake of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Applied Field Crops Research*, 30(3): 14-35. <https://doi.10.22092/aj.2018.116180.1213> .
- Ashtari, S., Asadi, B. & Dori, H. R. (2025) Resistance of Chitti bean genotypes of promising to two spotted spider mites *Tetranychus urticae* Koch in greenhouse conditions. *Journal Entomology Society Iran*, 45 (1): 63–74. <https://doi.10.61186/jesi.45.1.5>
- Ashtari, S., Asadi, B., & Dori, H. R. (2024). Evaluation of the Tolerance of Promising Genotype of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to Two Spotted Mite *Tetranychus urticae* Koch in Field Conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 15(2): 301–315. <https://doi.10.22067/ijpr.2024.86974.1085>
- Boter, M., & Diaz, I. (2024). Contrasting defiance mechanisms against spider mite infestation in cyanogenic and non-cyanogenic legumes. *Plant Science*, 345: 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2024.112118>
- El-Shamy, E. A., Abada, M. K., & Gad El-Kareem, H. A. (2025). Evaluation of the efficacy of some chemical and biological pesticides in controlling the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) on different common bean cultivars. *Asian Journal of Research in Zoology*, 8(2): 20-25. <https://doi.org/10.9734/ajriz/2025/v8i2190> .
- Evren, G., Korkom, Y., Saboori, A., & Cakmak, I. (2025). Exploring the potential of Trichoderma secondary metabolites against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 211: 108-299. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2025.108299>
- Fathipour, Y., Sedaratian-Jahromi, A., & Asgari, S. (2020). Role of beneficial microorganisms in controlling *Tetranychus urticae* in agricultural ecosystems. *International Journal of Pest Management*, 66(4): 356-363. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1751212>
- Flexner, J. L., Westgard, P. H., Hilton, R., & Croft, B. A. (1995). Experimental evaluation of resistance management for two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae) on southern Oregon pear: 1987–1993. *Journal of Economic Entomology*, 88(6): 1517-1524. <https://doi.org/10.1093/jee/88.6.1517>

Gorman, K., Hewitt, F., Denholm, I., & Devine, G. J. (2002). New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 58(2): 123-130. <https://doi.org/10.1002/ps.427>

Gruden, K., Lidoy, J., Petek, M., Podpečan, V., Flors, V., Papadopoulou, K. K., & Pozo, M. J. (2020). Ménage à trois: unraveling the mechanisms regulating plant–microbe–arthropod interactions. *Trends in Plant Science*, 25(12): 1215-1226. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.07.008>

Hervet, V. A., & Morrison III, W. R. (2021). Prospects for use of biological control of insect and mites for the food industry in North America. *Agronomy*, 11(10): 1969. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101969>

Hu, J., Yang, T., Friman, V. P., Kowalchuk, G. A., Hautier, Y., Li, M., & Jousset, A. (2021). Introduction of probiotic bacterial consortia promotes plant growth via impacts on the resident rhizosphere microbiome. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1960): 20211396. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.1396>

Jalali, P., Navabpour, S., Yamchi, A., Soltanloo, H., & Bagherikia, S. (2019). Differential responses of antioxidant system and expression profile of some genes of two rice genotypes in response to salinity stress. *Biologia*, 75: 785-793. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00393-x>

Javed, M., Kamran, M., Hussain, S., & Khan, A. (2020). Induced systemic resistance triggered by *Pseudomonas fluorescens* enhances plant tolerance against *Tetranychus urticae*. *Journal of Pest Science*, 93(4): 1235–1246. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01270-1>

Kamel Manesh, M. M., Hessami, Sh., Namayande, A., Ahmadi, B., & Dori, H. R. (2011). Mechanisms of resistance of different genotypes of white bean to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) under greenhouse conditions. *Journal of Novel Research in Plant Protection and Bioremediation*, 2(2): 111-125. (In Persian with English abstract).

Kazemi, A., Askarianzadeh, A., Saeedizadeh, A., & Ghadiri, A. (2019). Evaluation of bean cultivars resistance to two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) under field conditions. *Iranian Legume Research*, 11(2): 95–108. <https://doi.org/10.22067/ijpr.v11i2.76080>

Khavari, H., & Shakeri, Q. A. (2019). The role of arbuscular mycorrhiza and *Azotobacter chroococcum* on the growth and performance of different red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties, *Journal of Plant Ecophysiology Research*, 38(11): 118-131. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068>

Khorasani, N., Jafarzadeh, A., & Modarresi, M. (2021). Role of *Trichoderma harzianum* bioformulations on root growth and nutrient efficiency in legumes. *Applied Soil Ecology*, 165: 103981. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.103981>

Manguntungi, B., Rusmana, I., Mustopa, A. Z., & Meryandini, A. (2025). The Gene Analysis and Probiotic Potential Characterization of *Pseudomonas alcaligenes* SG03. *HAYATI Journal of Biosciences*, 32(4): 1039-1052. https://doi.org/10.4308/hjb.32.4.1039_1052

Montazersaheb, H., Zamani, A. A., Sharifi, R., & Darbemamieh, M. (2021). Effects of plant probiotic bacteria and herbivore-induced plant volatiles on life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on kidney bean's attached leaves. *International Journal of Acarology*, 47(6): 520-527., <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1957012>

Montazersaheb, H., Zamani, A. A., Sharifi, R. A., & Darbemamieh, M. (2023). How the plant probiotic bacteria and herbivore-induced plant volatiles (HIPVs) alter functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Phytoseiidae) on the two-spotted spider mite. *Acarologia* 63(3): 834-843. <https://doi.org/10.24349/a9ak-1wu2>

Nazerian E. & Hosseininia, A. (2022). Pest and Disease Management of Ornamental Plants (Integrated, Biological, Chemical Control). *Goftman Andisheh Moaser Publications, Qom, Iran*, 265 pp. (in Persian). IBBN: 978-622-5691-17-9

Pieterse, C. M., Zamioudis, C., Berendsen, R. L., Weller, D. M., Van Wees, S. C., & Bakker, P. A. (2014). Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annual review of phytopathology*, 52(1): 347-375. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.082712.102340>

Pirlak, L., & Köse, M. (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. *Journal of plant nutrition*, 32(7): 1173-1184. <https://doi.org/10.1080/01904160902943197>

Premalatha, K., Nelson, S. J., Vishnupriya, R., Balakrishnan, S., & Santhana Krishnan, V. P. (2018). Acaricidal activity of plant extracts on two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(1): 1622-1625. Corpus ID: 56330013

Pretty J, & Bharucha Z.P. (2015). Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects* 6, 152–182. <https://doi.org/10.3390/insects6010152> .

Rahmani, S., Khodayari, M., & Soltani, M. (2021). Physiological and morphological resistance factors of bean varieties to spider mite infestation. *Crop Protection*, 144: 105–128.

Rasouli Sadeghiani, M.H., Khodaverdilu, H., Barin, M., & Kazem Alilu, S. (2016). Effect of PGPR bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and some physiological characteristics of Babao thorn in cadmium-contaminated soil. *Ferdowsi University of Mashhad Journal of Water and Soil*, 30(2): 542-554. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jsw.v30i2.40077> .

Roussos, P. A., Triantafillidis, A., & Kepolas, E. (2010). Strawberry fruit production and quality under conventional, integrated and organic management. In *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium*, 926: 541-546. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.926.76>

Saeidi, Z. & Mallik, B. 2012. Entrapment of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Prostigmata: Tetranychidae), by type IV glandular trichomes of *Lycopersicon* species. *Journal of Entomological Society of Iran*, 31: 15-27.

Sedaratian-Jahromi, A., & Fathipour, Y. (2015). Effects of biological fertilizers on reducing *Tetranychus urticae* population. *Environmental Entomology*, 44(3): 547-552. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv089>

Sedaratian-Jahromi, A., Fathipour, Y., & Moharramipour, S. (2009). Evaluation of resistance in 14 soybean genotypes to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Pest Science*, 82(2): 163–170. <https://doi.org/10.1007/s10340-008-0235-8>

Shahgholi, H., & Fathipour, Y. (2022). Influence of biological fertilizers on vegetative growth and resistance indices of bean. *Plant Protection Research*, 62(4): 355–367.

Shahgholi, H., Sedaratian, A., & Fathipour, Y. (2021). Efficacy of biological products in the suppression of *Tetranychus urticae* on soybean cultivars. *Crop Protection*, 143: 105–112.

Sharifi, R., Ahmadzadeh, M., Sharifi Tehrani, A., & Fallahzadeh, V. (2008). The competition for iron is absorbed by fluorescent pseudomonads role in controlling *Rhizoctonia solani* damping factor beans. *Journal of Plant Protection*, 22:183-196. <https://doi.org/10.2478/v10045.010.00135>

Singh, A., Bhardwaj, R., & Singh, I. K. (2019). Biocontrol agents: potential of biopesticides for integrated pest management. In *Biofertilizers for sustainable agriculture and environment*, pp. 413-433. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_20

Todeschini, V., Aitlahmidi, N., Mazzucco, E., Marsano, F., Gosetti, F., Robotti, E., & Lingua, G. (2018). Impact of beneficial microorganisms on strawberry growth, fruit production, nutritional quality, and volatile. *Frontiers in plant science*, 9: 1611. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01611>

Webster, J.A., Baker, C.A., & Potter, D.R. (1991). Detection and Mechanisms of Russian Wheat aphid (Hem.: Aphididae) resistance barley. *Journal of Economical Entomology*, 84: 669-673. <https://doi.org/10.1093/jee/84.2.669>

Yan, J., Zhang, B., Li, G., & Xu, X. (2021). Bacterial communities in predatory mites are associated with species and diet types. *Biocontrol*, 66(6): 803-811. <https://doi.org/10.1007/s10526-021-10112-8>

Yousefi M, and Dorri H, 2012. Evaluation of the mechanisms of resistance of 36 genotype of chitti beans spider mites in greenhouse and field and green house conditions. *Final Project Report, Central Province Agricultural and Natural Resources Research Center*, 53pp.

Zhao, S., et al. (2023). A review of the major biological approaches to control *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. *Pest Management Science*, <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/>. <https://doi.org/10.1186/s43170-023-00196-w>