

Study of the Effect of some Fungal and Bacterial Probiotics for Biological Control of the Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on Six Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars under Greenhouse Conditions

A. A. Kazemi¹, N. Moeini Naghadeh^{1*}, A. Hosseini^{2*}, R. Sharifi¹

1- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

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

(*- Corresponding author's Email: moeeny@razi.ac.ir, a.hosseini@areeo.ac.ir,)

Received: 20-12-2025
Revised: 06-05-2026
Accepted: 26-05-2026
Available Online: 22-06-2026

How to cite this article:

Kazemi, A. A., Moeini Naghadeh, N., Hosseini, A., & Sharifi, R. (2026). Study of the effect of some fungal and bacterial probiotics for biological control of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on six bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under greenhouse conditions. *Iranian Plant Protection Research*, 40(2), 527-538. (In Persian).
<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.97029.1269>

Introduction

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is one of the most damaging pests of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). As Iran's climate changes to warmer and drier conditions in most parts of Iran, the prevalence of small sucking pests, including spider mites, has increased. While the main method of controlling *T. urticae* is the use of chemical acaricides, the rapid growth and high reproductive rate of spider mites leads to the rapid development of resistance to most chemical pesticides. Also, chemical acaricides used to control spider mites can be harmful to human health and the environment. However, tolerant varieties and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can reduce mite populations by enhancing growth and the production of secondary metabolites. The effects of six bean varieties, along with the impact of three probiotics: Biofarm, Bioguard, ProBio96 (water as a control), and the interactions of these factors, were evaluated in the biological suppression of spider mite populations.

Materials and Methods

Three probiotics (Bioguard at a 0.5% concentration containing (Propagule g⁻¹ 10⁶) *Trichoderma harzianum* and (CFU g⁻¹ 10⁷) *Bacillus velezensis* along with 5% humic acid; Biofarm at a 4% concentration containing (CFU ml⁻¹ 2×10⁷) of each of the three bacteria *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., and *Azospirillum* sp. in equal proportions; and ProBio96 at a 2% concentration containing (CFU g⁻¹ 10⁸) *Bacillus velezensis* from the Naturalist Biotechnology Company as PGPR and AMF, and (water as control), as well as two kidney bean varieties (local Khomein and Kousha), two white bean varieties (Shokufa and Dorsa), and two red bean varieties



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.97029.1269>

(Yaghoot and Ofogh), and the control treatment (local Khomein, Khoshderi kidney bean breeding bank) were tested. The experiments were conducted in a factorial split-plot design (variety as the main factor and probiotics as the sub-factor) within a completely randomized design with 24 treatments and three replications, totaling 360 pots. Inoculation was performed using Khoshderi bean leaves containing (15 female mites). Counting of the different mite stages continued for up to 6 weeks.

Results and Discussion

Analysis of variance of the data showed that bean varieties, three probiotic combinations, and sampling time, as well as the interaction effect of variety $\times$ probiotic combination, were significant at the 99% confidence level. Mean comparison showed that the varieties Ofogh, Yaghout, and Dorsa had fewer mite populations compared to the local varieties Khomain, Shokoufa, and Kousha. The Bioguard treatment on the Kousha and Ofogh varieties resulted in the lowest numbers of adult mites in Kousha (6.61 ± 0.91), nymphs in Ofogh (10.61 ± 1.65), and eggs in Ofogh (21 ± 3.64). Bioguard on the Yaghout variety had the lowest number of adult mites (6.72 ± 0.94) after Kousha. The Biofarm combination had the lowest adult mite population on the Ofogh cultivar (7.89 ± 1.32).

Conclusion

The effect of cultivar on pest population indicates the existence of differences in tolerance or induced resistance of different cultivars to *T. urticae* mites. The effect of the biological agent on the mite population suggests that probiotic substances can play an effective role in reducing mite density. The interactions of probiotics varied among different bean cultivars; for instance, some bean cultivars such as Ofogh, Yaqut, and Dorsa had fewer mites compared to other cultivars. The interaction of Biogard on cultivars like Ofogh, Yaqut, and Dorsa caused the greatest reduction in population, while ProBio 95 and the local Khomein cultivar had the least effect on population reduction. Therefore, some beneficial soil bacteria and fungi, while stimulating plant growth, prevent the growth and reproduction of two-spotted spider mites. The presence of *T. harzianum* fungus, *B. velezensis* bacteria and humic acid by strengthening beans, induces resistance and reduces spider mite feeding pressure. And Biofarm, which contains resistance-inducing Bacillus, reduces the susceptibility of beans to spider mite feeding by increasing the activity of defense enzymes. The results show that the use of Bioguard and Biofarm can be used as part of an integrated pest management program to reduce spider mite damage in beans. The use of probiotics along with variety selection is an effective approach in sustainable pest management. According to the results of this study, the Koosha variety inoculated with Bioguard probiotic is recommended for biological control of spider mite populations.

Keywords: Bean, Population growth, Probiotic, Spider mite, Variety

بررسی تأثیر برخی پروبیوتیک‌های قارچی و باکتریایی جهت مهار زیستی کنه‌تارتن دو لکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)، روی شش رقم لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط گلخانه‌ای

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۵

چکیده

کنه‌تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae یکی از خسارت‌زاترین آفات لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) است. با تغییر اقلیم ایران به گرم و خشک و بیابانی شدن اغلب نقاط کشور، طغیان آفات مکنده از جمله کنه‌ها بیشتر از قبل شده است. با توجه به اینکه استفاده از ترکیبات شیمیایی کنه‌کش‌روش اصلی مهار کنه‌تارتن است و از طرفی، این کنه نرخ رشد و توانایی زادآوری بالایی دارد، لذا بروز پدیده مقاومت کنه به سموم شیمیایی نیز به سرعت اتفاق می‌افتد. همچنین کنه‌کش‌های شیمیایی مورد استفاده در مهار کنه‌تارتن می‌تواند برای سلامت انسان و محیط زیست زیان‌آور باشند. براساس شواهد موجود، ارقام متحمل و باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) و ریزقارچ‌های محرک رشد گیاه (AMF) با افزایش رشد و تولید مواد ثانویه، جمعیت کنه‌ها را کاهش می‌دهند. در مطالعه حاضر، اثرات شش رقم لوبیا شامل دو رقم چیتی (محلی خمین و کوشا)، دو رقم سفید (شکوفه و درسا) و دو رقم قرمز (یاقوت و افق) و سه پروبیوتیک شامل بیوفارم، بیوگارد و پروبیو ۹۶ بر مهار زیستی جمعیت کنه‌تارتن ارزیابی شد. آزمایش‌ها با طرح آماری فاکتوریل اسپلیت در زمان با ۲۴ تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تراکم جمعیت مراحل تخم، پوره و بالغ کنه‌تارتن بررسی گردید. نتایج نشان داد که میانگین جمعیت کنه‌تارتن روی شش رقم مذکور تغذیه‌شده با سه پروبیوتیک یادشده، به‌طور معنی‌داری در مقایسه با میانگین جمعیت کنه‌تارتن شاهد متفاوت بود. بر همین اساس، مقایسه میانگین‌ها و بررسی جدول اثرات متقابل ارقام به‌عنوان عامل اصلی و ترکیبات پروبیوتیک به‌عنوان عامل فرعی و اثرات متقابل آن‌ها با احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بودند ($p \leq 0.01$). لذا میانگین شمارش کمترین جمعیت کنه بالغ پس از شش هفته در ارقام کوشا ($6/61 \pm 0/91$)، یاقوت ($6/72 \pm 0/94$) و افق ($6/78 \pm 1/17$) مشاهده شد که با ترکیب بیوگارد تیمار شده بودند. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، رقم کوشا با ترکیب بیوگارد برای مهار زیستی جمعیتی کنه بالغ توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، رشد جمعیت، رقم، کنه‌تارتن، لوبیا

مقدمه

استان مرکزی با سطح زیرکشت ۱۱۲۰۰ هکتار و عملکرد ۲۸۲۹ کیلوگرم در هکتار یکی از مناطق عمده کاشت لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در ایران است (Ahmadi et al., 2018). کنه‌تارتن دولکه‌ای، (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae یکی از آفات مهم لوبیا است که علاوه‌بر کاهش

۱- گروه گیاه‌پزشکی، 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، ایران، محلات، ایران

*- نویسنده مسئول: Email: moeeny@razi.ac.ir
a.hosseininia@areeo.ac.ir

عادات تغذیه‌ای آن‌ها متفاوت عمل می‌کند (Yan et al., 2021). بنابراین پروبیوتیک‌ها می‌توانند بر ارقام مختلف لوبیا از لحاظ تولید ترکیبات ثانویه و ایجاد مقاومت القایی علیه کنه تارتن مؤثر باشند (Yan et al., 2021). پروبیوتیک‌ها همان قارچ‌های محرک رشد گیاه AMF^۴ و باکتری‌های محرک رشد گیاه PGPR^۵ هستند که برای مهار زیستی آفات گیاهی استفاده می‌شود (Singh et al., 2019). موجودات ریز اطراف ریشه با تقویت رشد گیاه، مقاومت القایی (ISR) را فعال می‌کنند. این فرآیند از طریق شبکه‌ای از مسیرهای انتقال پیام، درون سلولی انجام می‌شود که در آن هورمون‌های متأثر از نور نقش اصلی را ایفا می‌کنند (Pineda et al., 2010; Pieterse et al., 2014). ترکیبات باکتریایی محرک رشد گیاه، نمو گیاه را تحریک کرده و با افزایش تولید، جبران خسارت آفات می‌کنند (Martín et al., 2007; Pirlak & Köse, 2009; Roussos et al., 2012). افزایش تولید مواد ثانویه در گیاه، غلظت پلی‌فنل‌ها را بالا می‌برد و تحمل گیاه را افزایش می‌دهد (Todeschini et al., 2018). گیاه در اثر حمله گیاه‌خواران و حضور مواد پروبیوتیک در خاک تحریک شده و مواد ثانویه تولید می‌کند، این مواد فرارمانند (HIPVs) (متیل جاسمونات، متیل سالیسیلات، ایندول و ۳-پنتانول) با غلظت ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر حاصل از دو باکتری پروبیوتیک گیاهی (*Bacillus pumilus* INR7 و *Bacillus velezensis* H3) بر پارامترهای جدول زندگی کنه *T. urticae* اثر داشته و موجب اثر القایی مقاومت شده است (Montazersaheb et al., 2023). همچنین تلقیح باکتری پروبیوتیک *B. velezensis* باعث تولید ترکیب ایندولی در لوبیا رقم چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) شده و ایجاد مقاومت القایی علیه کنه *T. urticae* کرده است (Montazersaheb et al., 2021; Montazersaheb et al., 2023). هیف‌های قارچی حاوی ترکیبات ثانویه چهار گونه متفاوت تریکودرما *Trichoderma*، *T. guizhouense* Pers.، *T. afroharzianum* Pers.، *T. virens* Vario و *T. harzianum* Rifai (مخمر-پیتون-گلیکوز) روی کنه تارتن ماده *T. urticae* آزمایش شده و *T. afroharzianum* (۸۳ درصد) و *T. virens* (۸۴ درصد) بالاترین نرخ مرگ‌ومیر را روی ماده‌های بالغ *T. urticae* پس از هفت روز نشان داده‌است. در آزمایش‌های گلدانی، تعداد تخم‌های زنده و مراحل متحرک (بالغ و مراحل متحرک نابالغ «لارو و دو مرحله پورگی») *T. urticae* برای *T. afroharzianum* (۳/۱۱۰ تخم، ۸/۱۰۵ مرحله متحرک) و کنه *T. virens* (۱۱۸/۵ تخم، ۱۱۵/۳ مرحله متحرک) به‌طور قابل توجهی کمتر از گروه شاهد (۵۱۸/۹ تخم، ۴۵۲/۵ مراحل متحرک (بالغ و نابالغ)) بعد از هفت روز بوده است.

عملکرد باعث مرگ بوته نیز می‌گردد (Gorman et al., 2001; Premalatha et al., 2018). با تغییر اقلیم ایران به گرم و خشک و بیابانی شدن، در اغلب نقاط کشور، طغیان آفات از جمله کنه‌ها بیشتر از قبل شده است (Nazerian & Hosseini, 2022). با توجه به اینکه استفاده از ترکیبات شیمیایی کنه‌کش روش اصلی مهار کنه تارتن است و از طرفی، این کنه نرخ رشد و توانایی زادآوری بالایی دارد، لذا بروز پدیده مقاومت کنه به سموم شیمیایی نیز به‌سرعت اتفاق می‌افتد (Montazersaheb et al., 2021). در راستای مهار پایدار کنه‌های تارتن، بررسی تأثیر پروبیوتیک‌ها روی جمعیت آفات می‌تواند مصرف سموم شیمیایی را تا حدودی کاهش دهد و از صرف هزینه‌های سرسام‌آور توسط کشاورزان جلوگیری کند (Abolfathi et al., 2012). صدمات ناشی از تغذیه حشرات و کنه‌ها و آسیب‌های زیست‌محیطی زیادی که استفاده بی‌رویه از ترکیبات شیمیایی به دنبال دارد، ضرورت استفاده از ارقام مقاوم و پروبیوتیک‌ها در مهار زیستی آفات را هویدا می‌کند (Pretty & Bharucha, 2015). با این رویکرد، استفاده از مواد پروبیوتیک (بیوگارد ترکیبی از *Bacillus velezensis* و *Trichoderma harzianum* Rifai، *Pseudomonas*، *Azotobacter* sp. از بیوفارم ترکیبی از *Azospirillum* sp. spp. و پروبیو ۹۶ شامل عامل زیستی *Bacillus velezensis* احتمالاً سبب بروز مقاومت القایی در گیاه لوبیا علیه خسارت کنه تارتن خواهد شد.

پروبیوتیک‌های گیاهی موجودات زنده ذره‌بینی هستند که به تعداد زیاد در منطقه ریشه گیاه زندگی می‌کنند و با ریشه گیاهان رابطه همزیستی دارند (Sharifi et al., 2008). آن‌ها در مقابل مواد غذایی که از گیاه می‌گیرند ترکیباتی تولید می‌کنند که در رشد گیاه مؤثر است. همچنین این موجودات عناصر غذایی را برای گیاه قابل استفاده کرده و برخی از ترکیبات ساخته‌شده توسط آن‌ها باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر عوامل زنده و غیرزنده می‌شود (Sharifi et al., 2008). تولیدات آن‌ها در گیاه ایجاد مقاومت القایی نموده و با تحریک رشد گیاه، خسارت آفات را با رشد بیشتر به نوعی جبران می‌کنند (Gruden et al., 2020). به‌عنوان مثال، متیل سالیسیلات^۱، *Bacillus velezensis* و ایندول^۲ می‌توانند ایجادکننده مقاومت القایی علیه *T. urticae* در گیاه لوبیا باشند (Montazersaheb et al., 2021; 2023). موجودات ذره‌بینی خاک با ایجاد مقاومت القایی^۳ (ISR) سبب افزایش بیان ژن‌های دفاعی در هنگام حمله آفات به گیاه می‌شوند (Pieterse et al., 2014). اثر جوامع باکتریایی روی بندپایان گیاه‌خوار مانند کنه‌ها تحت تأثیر گونه‌های گیاه میزبان و

1- Methyl salicylate

2- Indole (C₈H₈N)

3- Induced Systemic Resistance (ISR)

4- Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)

5- Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)

در این تحقیق، از سه ترکیب پروبیوتیک (بیوگارد با غلظت نیم درصد حاوی 10^6 Propagule g^{-1}) *Trichoderma harzianum* و Rifai 10^7 CFU g^{-1}) *Bacillus velezensis* Chien همراه با پنج درصد اسیدهیومیک؛ بیوفارم با غلظت چهار درصد حاوی 10^7 CFU ml^{-1} *Pseudomonas* sp. *Azotobacter* sp. و از هر سه باکتری *Azospirillum* sp. با نسبت مساوی؛ و پروبیو ۹۶ با غلظت دو درصد حاوی 10^8 CFU g^{-1}) *Bacillus velezensis* از شرکت فناوری زیستی طبیعت‌گرا به‌عنوان باکتری‌های محرک رشد گیاه و قارچ‌های محرک رشد و به‌صورت بذرمال استفاده شد. از آب معمولی به‌عنوان شاهد برای ترکیبات پروبیوتیک استفاده گردید. همچنین رقم‌های مورد استفاده شامل دو رقم لوبیا چیتی (محلی خمین و کوشا)، دو رقم لوبیا سفید (شکوف و درسا) و دو رقم لوبیا قرمز (یاقوت و افق) به همراه شاهد (محلی خمین ولی برای پرورش اولیه از رقم حساس چیتی صدری استفاده شد) بودند. آزمایش‌ها در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات در شرایط گلخانه‌ای کنترل‌شده (دمای 25 ± 5 °C، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ روزهایی و ۸ ساعت تاریکی) به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات (رقم عامل اصلی و پروبیوتیک‌ها عامل فرعی) در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. سپس اثرات متقابل شش رقم یادشده با سه ترکیب پروبیوتیک بر تراکم جمعیت کنه‌تارتن دولکه‌ای ارزیابی گردید. در مجموع، آزمایش‌ها با ۲۴ تیمار و سه تکرار و در مجموع ۷۲ کرت اجرا شدند. برای تهیه نهال‌های لوبیا، ابتدا گلدان‌های پاجیرایی با قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر و حجم یک لیتر به‌نسبت ۱:۲:۳ به‌ترتیب با پرلیت، کوکوپیت و خاک ضدعفونی‌شده پر شدند. سپس در هر گلدان، سه گیاه از هر رقم کشت گردید. گلدان‌های با قفس فلزی به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و قطر ۳۰ سانتی‌متر از سطح فوقانی آن با توری پوشیده و شد، در زیر هر گلدان، بشقاب پلاستیکی لبه‌داری که از آب پر شده بود به‌منظور جلوگیری از فرار کنه‌ها قرار داده شد. حدود سه هفته پس از کاشت، زمانی که گیاهان سه برگچه‌ای بودند با کنه‌های تارتن که از قبل روی برگچه‌های لوبیا حساس صدری پرورش یافته بود به‌روشن احمد و همکاران (Ahmed et al., 2024) (۱۵ کنه ماده در هر برگچه)، آلوده‌سازی انجام پذیرفت. یک هفته پس از آلوده‌سازی با کنه‌های ماده، تعداد کنه بالغ، لارو و پوره (مراحل متحرک کنه) و تخم کنه با برداشتن برگچه‌های آلوده و بررسی آن‌ها زیر میکروسکوپ تشریح با بزرگ‌نمایی 10×40 شمارش شد. همچنین یک هفته بعد از آلوده‌سازی به کنه بالغ ثبت وقایع شروع شد و تا شش هفته ثبت وقایع ادامه داشت.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS V9.4 انجام پذیرفت و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون توکی در سطح یک و پنج درصد انجام شد.

(Evren et al., 2025). لذا می‌توان به این نکته اشاره کرد که متابولیت‌های ثانویه گیاه با تلقیح تریکودرما روی جمعیت *T. urticae* مؤثرند (Evren et al., 2025). برخی از گونه‌های *Pseudomonas* spp. به‌عنوان پروبیوتیک حتی در تولید میگو نیز استفاده شده است (Manguntungi et al., 2025)، ولی اثر آن روی گیاه با افزایش رشد و نمو گیاه و ایجاد ترکیبات ثانویه می‌باشد، چون باعث اثر مقاومت القایی در مهارزیستی برخی آفات مانند کنه‌ها و بیماری‌های خاکزاد می‌شود (Hu et al., 2021). در تحقیقی دیگر، ترکیبی از گونه‌های *P. putida* Janse، *P. fluorescens* Migula و *P. aeruginosa* Schroeter و قارچ‌های محرک رشد ریشه (ترکیبی از گونه‌های *G. intraradices*، *Glomus mosseae* Nicol & Gerd و *Amikor* *G. fasciculatum* Thaxter) روی گیاه خارزن بابا (*Onopordon acanthium* L.) بررسی گردید و نتایج نشان داد که عملکرد شاخساره گیاه به‌طور میانگین در تیمارهای باکتری‌ها محرک رشد گیاه و قارچ‌های محرک رشد به‌ترتیب بیش از $2/1$ و $2/7$ و تنفس میکروبی به‌ترتیب بیش از $2/17$ و $2/1$ برابر شاهد بوده است، لذا سبب افزایش بردباری گیاه خارزن بابا و کاهش تأثیر نامطلوب کادمیم بر رشد گیاه شد (Rasouli Sadeghiani et al., 2016). تلقیح گیاهان با قارچ آروسپرلیوم (*Azospirillum* sp.) و کاربرد کمپوست قارچ ضمن افزایش عملکرد دانه، پروتئین، فسفر و پتاسیم دانه لوبیا را افزایش داده است، بنابراین منجر به افزایش عملکرد و کیفیت دانه لوبیا شده است (Ansari & Asadi-Rahmani, 2017). تلقیح گونه‌های قارچ میکوریزا با باکتری ازتوباکتر (*Azotobacter* sp.) در دو سطح (مایه‌زنی و عدم مایه‌زنی) روی ارقام لوبیا قرمز (شامل توده بیران‌شهر، رقم اختر و گلی) عملکرد دانه لوبیا را در توده بیران‌شهر، رقم اختر و گلی به‌ترتیب $5/56$ ، $1/19$ و $2/43$ درصد افزایش داده است و بیشترین عملکرد دانه ($2981/90$ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مایه‌زنی ازتوباکتر $\times$ تلقیح میکوریزا $\times$ رقم گلی با فرم بوته رونده و رشد نامحدود به دست آمد (Khavari & Shakeri, 2019). روش استفاده توأم از مواد پروبیوتیک و رقم متحمل علاوه‌بر کاهش مصرف سموم شیمیایی، مزایایی همچون حفظ دشمنان طبیعی، کاهش خطر برای سلامت انسان و محیط زیست به همراه داشته است (Zhao et al., 2023; Alpysbayeva et al., 2024). برای افزایش کارایی مدیریت بیولوژیک، انتخاب عامل بیولوژیک مناسب، انتخاب رقم متحمل و تأمین شرایط محیطی مطلوب پی‌ریزی می‌شود (Ahmed et al., 2024; Zhao et al., 2023). لذا با توجه اهمیت موضوع پروژه، بررسی اثرات شش رقم متفاوت ضمن تغذیه با سه ترکیب پروبیوتیک بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

نتایج

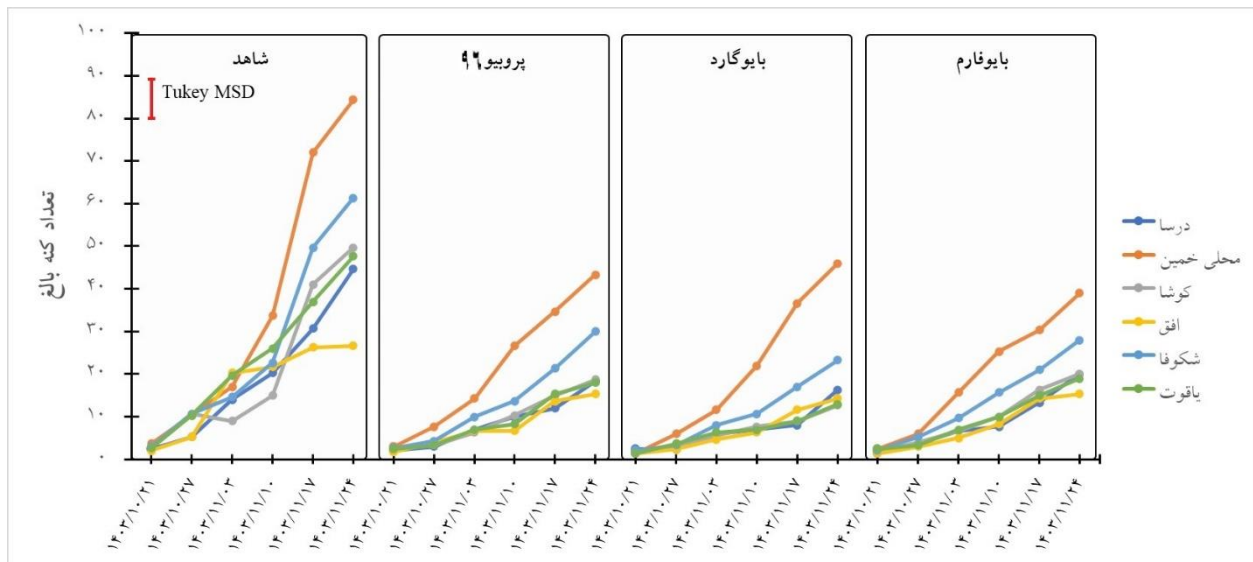
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تمامی اثرات عامل اصلی و فرعی و همچنین اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بودند ($\alpha=0.01, p \leq 0.01$). ارقام لوبیا، سه ترکیب پروبیوتیک

و زمان نمونه‌برداری و همچنین اثر متقابل رقم $\times$ ترکیب پروبیوتیک در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شدند. همچنین به علت مناسب بودن فصل و شرایط رشد کنه و تخم‌گذاری مجدد، تغییر در جمعیت با زمان نمونه‌برداری مطابقت داشته و معنی‌دار شده است (جدول ۱ و ۲) ($\alpha=0.01, p \leq 0.01$).

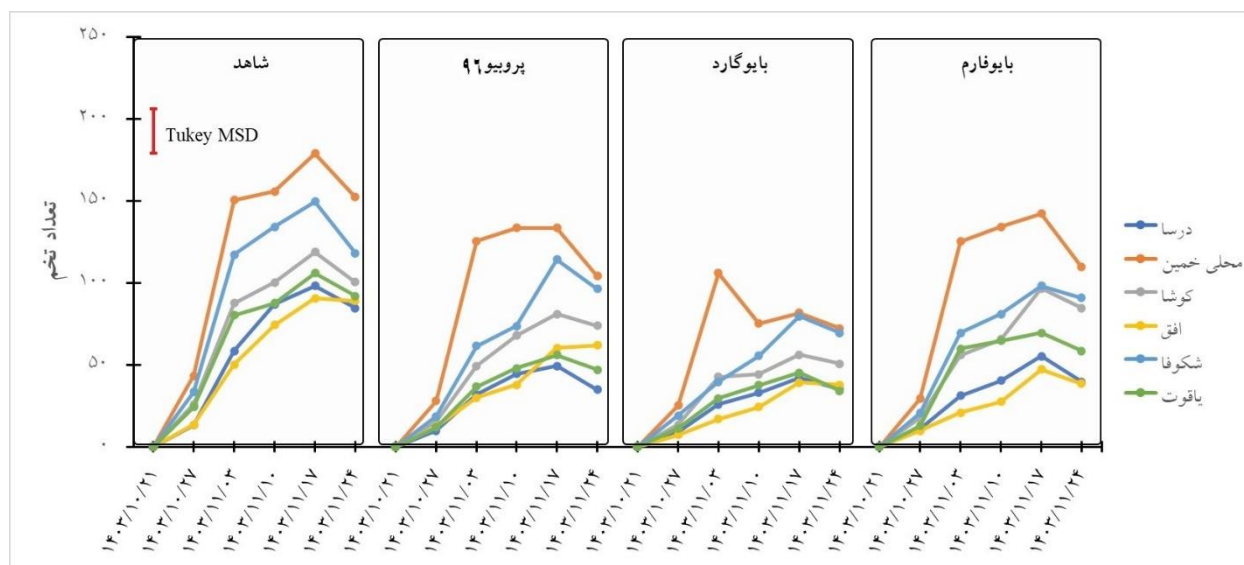
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر عوامل مختلف زیستی بر فراوانی مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای (*T. urticae*) روی شش رقم مختلف لوبیا
Table 1- Analysis of variance of the effects of different biological factors on the abundance of life stages of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) on six bean varieties

S.O.V	df	Adult mean squares	Egg mean squares	Larve and nymph mean squares
Variety	5	2195.62**	31480.27**	9708.24**
Biological agent	3	4849.39**	30750.69**	16076.84**
Variety $\times$ biological agent	15	36.35**	501.65**	166.82**
Error a	48	9.71	94.49	47.64
Sampling date	5	8530.00**	87586.58**	34321.19**
Date $\times$ variety	25	320.74**	2510.93**	1055.61**
Date $\times$ biological agent	15	610.75**	2411.21**	2450.23**
Date $\times$ variety $\times$ biological agent	75	33.10**	127.84**	120.55**
Date $\times$ replicate	10	11.81*	47.42 ns	23.88 ns
Error b	230	6.21	55.06	21.01
CV (%)	—	17.39	14.17	15.11

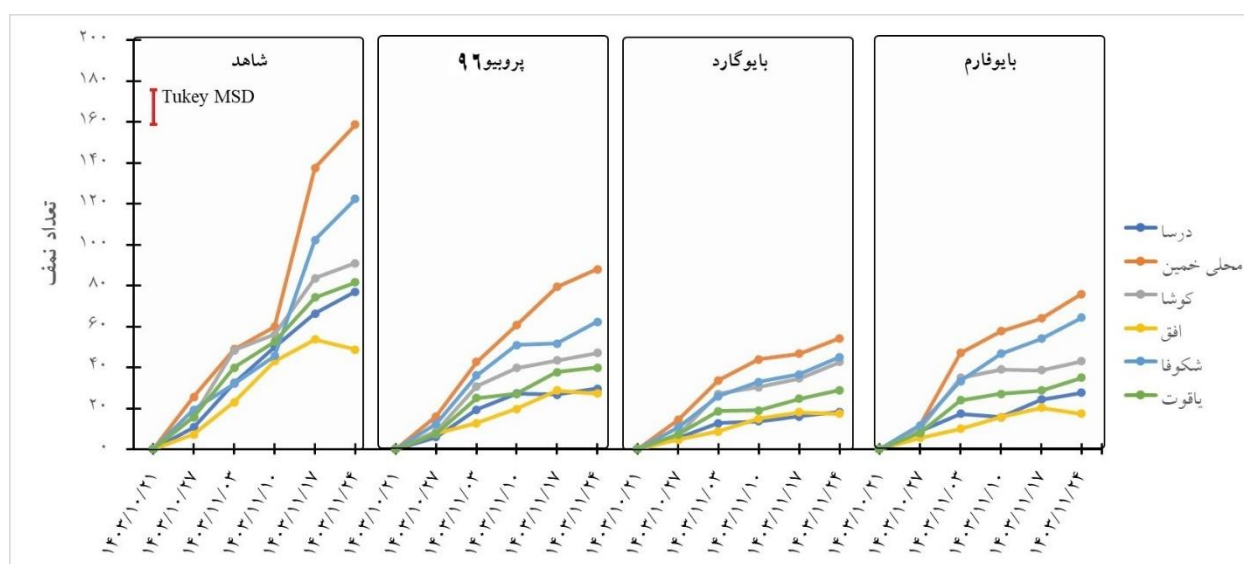
* and **: indicate significance at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns: not significant.
Experimental design: factorial split-plot in time ($\alpha = 0.01, p \leq 0.01$).



شکل ۱- تعداد کنه بالغ تارتن دولکه‌ای (*T. urticae*) روی ارقام مختلف لوبیا تحت اثر عوامل مختلف بیولوژیکی (MSD: Tukey, $\alpha=0.05$)
Figure 1- Number of adult two-spotted spider mites (*T. urticae*) on different bean cultivars under the effect of various biological factors (MSD: Tukey, $\alpha=0.05$)



شکل ۲- تعداد تخم کنه تارتن دولکه‌ای (*T. urticae*) روی ارقام مختلف لوبیا تحت اثر عوامل مختلف بیولوژیکی (MSD: Tukey, $\alpha = 0.05$)
Figure 2- Number of two-spotted spider mite (*T. urticae*) eggs on different bean cultivars under the influence of various biological factors (MSD: Tukey, $\alpha = 0.05$)



شکل ۳- تعداد پوره (لارو و پوره سن ۱ و پوره سن ۲) کنه تارتن دولکه‌ای (*T. urticae*) روی ارقام مختلف لوبیا تحت اثر عوامل مختلف بیولوژیکی (MSD: Tukey, $\alpha = 0.05$)

Figure 3- Number of two-spotted spider mite (*T. urticae*) nymphs (larvae, first nymphal instar and second nymphal instar) on different bean varieties under the influence of various biological factors (MSD: Tukey, $\alpha = 0.05$): Minimum Significant Difference

عامل زیستی تأثیرات قابل ملاحظه‌ای در استقرار جمعیت کنه در مقایسه با شاهد داشتند. تیمار بیوگارد و اثرات متقابل آن روی برخی ارقام مانند کوشا و افق، بیشترین کاهش جمعیت با کمترین تعداد کنه بالغ در ارتباط با رقم کوشا (0.91 ± 6.61)، پوره و تخم در ارتباط با رقم افق (به ترتیب 1.65 ± 10.61 و 3.64 ± 21) را ایجاد کردند، بیوگارد روی رقم یاقوت با کمترین تعداد کنه بالغ (0.94 ± 6.72) بعد

نتیجه مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی (Tukey, MSD, $\alpha = 0.05$) به منظور تشخیص اثرات سه عامل بیولوژیک بر تعداد کنه بالغ، تخم و مراحل متحرک نابالغ (لارو و پوره) روی ارقام مختلف لوبیا طی شش هفته نمونه‌برداری نشان داد که ارقام افق و یاقوت و درسا نسبت به ارقام محلی خمین، شکوفا و کوشا دارای جمعیت کمتری از مراحل مختلف زیستی کنه بودند. همچنین هر سه

از کوشا بود و عامل زیستی پروبیو ۹۶ و رقم محلی خمین (شاهد) کمترین اثر را در کاهش جمعیت کنه بالغ ($3/57 \pm 21/61$) داشتند (شکل‌های ۲، ۳ و ۴؛ جدول ۲).
نتایج میانگین جمعیت کنه‌های تارتن روی شش رقم لوبیا که در تأثیر تغذیه از سه ترکیب پروبیوتیک بودند، نشان‌دهنده تغییرات جمعیتی در هر سه مرحله رشدی کنه بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین جمعیت (خطای معیار) تخم، لارو، پوره و بالغ کنه تارتن *T. urticae* شش هفته بعد از تیمار شدن با سه ترکیب مختلف روی شش رقم لوبیا

Table 2- Average population plus and minus the standard error of egg, larva and Nymph, and adult stages of the spider mite *T. urticae* six weeks after treatment with three different compounds on six bean cultivars

Cultivar (treatment)	Yaghout	Shekoofa	Ofogh	Koosha	Mahalli-e Khomein	Dorsa
Adult						
Biofarm	9/44± 1/47 ^{hi*}	13/61± 2/2 ^{fg}	7/89± 1/32 ^{hi}	9/78± 1/6 ^{ghi}	19/28± 3/3 ^{de}	8/78± 1/54 ^{hi}
Bioguard	6/72± 0/94 ^{hi}	10/72± 1/83 ^{gh}	6/78± 1/17 ^{hi}	6/61± 0/91 ⁱ	20/61± 4/04 ^{cde}	7± 1/15 ^{hi}
Probio 96	9/06± 1/42 ^{hi}	13/67± 2/38 ^{fg}	8± 1/2 ^{hi}	9/33± 1/46 ^{hi}	21/61± 3/57 ^{cd}	8/72± 1/37 ^{hi}
Control	23/89± 3/72 ^{bc}	27± 5/17 ^b	17/06± 2/8 ^{ef}	21/39± 4/27 ^{cd}	36/83± 7/48 ^a	19/56± 3/63 ^{de}
Larval and Nymphal stages						
Biofarm	20/44± 3/03 ^{ijkl}	35± 5/56 ^{fgh}	11/5± 1/74 ^m	27/61± 4/17 ^{hij}	42/72± 6/73 ^{cdef}	15/61± 2/32 ^{lm}
Bioguard	16/44± 2/46 ^{klm}	25/22± 3/77 ^{ijk}	10/61± 1/65 ^m	23/61± 3/75 ^{ijkl}	32/17± 4/67 ^{ghi}	11/06± 1/59 ^m
Probio 96	22/89± 3/58 ^{ijkl}	35/56± 5/45 ^{efgh}	16± 2/54 ^{lm}	28/22± 4/4 ^{hij}	47/78± 7/77 ^{bcd}	18/17± 2/79 ^{klm}
Control	44/06± 7/15 ^{cde}	53/61± 10/72 ^b	29/28± 5/08 ^{hij}	49/17± 8/14 ^{bc}	71/83± 14/4 ^a	39/39± 6/79 ^{defg}
Egg stage						
Biofarm	44/33± 6/65 ^{fg}	60/11± 8/98 ^{cde}	24/11± 4/14 ^{hi}	53/44± 8/72 ^{def}	90/17± 13/78	29/61± 4/69 ^{hi}
Bioguard	26/39± 3/83 ^{hi}	43/94± 6/78 ^{fg}	21± 3/64 ⁱ	34/61± 5/01 ^{gh}	60/11± 9/65 ^{cde}	24/22± 3/68 ^{hi}
Probio 96	33/28± 5/06 ^{ghi}	60/78± 9/95 ^{cd}	33/78± 5/59 ^{gh}	47/94± 7/39 ^{ef}	87/56± 13 ^b	28/5± 4/36 ^{hi}
Control	65/06± 9/47 ^{cd}	92/22± 13/43 ^b	53± 8/62 ^{def}	72/28± 10/6 ^c	113/56± 16/36	57± 9/23 ^{de}

* In each column of any life stage of the mite (adult, nymph (L and N₁, N₂), and egg), the differences between means that share at least one common letter are not statistically significant (Tukey, $\alpha=0.05$)

بحث

مطابقت دارد. در نتایج این پژوهش نیز برخی ارقام برای آفت مطلوب نبوده و جمعیت آفت در آن‌ها پایین‌تر بوده است. از طرفی نیز تأثیر عامل زیستی بر جمعیت آفت بیانگر این واقعیت است که مواد پروبیوتیک می‌توانند نقش مؤثری در کاهش تراکم آفت داشته باشند، زیرا این ترکیبات در مقایسه با شاهد که در آن‌ها از مواد پروبیوتیک استفاده نشده‌اند، تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). با گذشت زمان و تغییر شرایط محیطی (دمای محیط، رطوبت و مواد غذایی گیاه)، شرایط برای رشد آفت نیز تغییر می‌کند. طبق مطالعات سعیدی و صالحی (Saeidi & Salehi, 2004)، کنه دولک‌های، آفتی با توانایی سازگاری بالاست، ولی تحت تأثیر شرایط محیطی و تغذیه روی گیاه میزبان تفاوت جمعیتی نشان می‌دهد. بنابراین، اثر متقابل رقم × عامل بیولوژیکی و نیز رقم × زمان نمونه‌برداری، حاکی از آن است که نه تنها خود رقم بلکه زمان و شرایط کاربرد عامل بیولوژیکی پروبیوتیک نیز نقش دارد (جدول ۱ و ۲). با توجه به نتایج موجود در این پژوهش می‌توان اظهار نمود که اثرات عوامل بیولوژیکی بر تعداد کنه بالغ، تخم و پوره روی ارقام مختلف لوبیا متفاوت بوده است؛ به‌طوری که بعضی از ارقام لوبیا مانند رقم افق و یاقوت و درسا نسبت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثرات ارقام و ترکیبات پروبیوتیک و نیز اثرات متقابل آن‌ها با احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بودند ($p \leq 0.01$). میانگین کمترین جمعیت کنه بالغ پس از شش هفته در ارقام کوشا ($6/61 \pm 0/91$)، یاقوت ($6/72 \pm 0/94$) و افق ($6/78 \pm 1/46$) که با ترکیب بیوگارد تغذیه شده بودند (جدول ۲)، مشاهده گردید. ارقام نام‌برده شده تأثیرات متفاوتی نسبت به تیمار با پروبیوتیک‌های مختلف از خود نشان داده‌اند (جدول ۲)، همچنین در تغذیه با ترکیب بیوفارم، کمترین جمعیت کنه بالغ روی رقم افق ($7/89 \pm 1/32$) مشاهده شد.

تأثیر رقم بر جمعیت آفت نشان‌دهنده وجود تفاوت‌هایی در تحمل یا مقاومت القایی نسبت به این کنه بود. شاید تأثیر ارقام متفاوت مربوط به تیپ رشدی بوته باشد، زیرا در مطالعه اشتری و همکاران (Ashtari et al., 2024)، تیپ رشدی بوته‌ها تأثیر قابل توجهی بر مقاومت ارقام به کنه تارتن داشته است. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات صدارتیان-جهرمی و همکاران (Sedaratian-Jahromi et al., 2009) در مورد تأثیر ۱۴ ژنوتیپ سویا به جمعیت کنه دو لکه‌ای

به سایر ارقام تعداد کمتری از مراحل مختلف زیستی کنه روی آن‌ها مستقر شده است (جدول ۲). همچنین هر سه عامل بیولوژیکی تأثیرات قابل ملاحظه‌ای در استقرار جمعیت کنه در مقایسه با شاهد داشتند (جدول ۱ و ۲). تیمار بیوگارد و اثرات متقابل آن روی برخی ارقام مانند افق و یاقوت و درسا، بیشترین کاهش جمعیت را ایجاد کردند و عامل بیولوژیکی پروبیوتیک ۹۶ و رقم محلی خمین کمترین اثر را در کاهش جمعیت داشتند (جدول ۲). وجود این تفاوت‌ها در پارامترهای رشد جمعیت کنه روی ارقام مختلف نشانگر این مطلب است که نوع میزبان می‌تواند پارامترهای زیستی از جمله جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد. ریزجانداران موجود در عامل بیولوژیکی بیوگارد، از طریق تولید هورمون‌های رشد گیاهی (Fathipour et al., 2020) و تسهیل جذب عناصر غذایی (Fathipour et al., 2020) سبب افزایش توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود رشد و عملکرد گیاهان شده و از طرف دیگر با تولید طیف وسیعی از آنتی‌بیوتیک‌ها، متابولیت‌ها و آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز و کیتین (Fathipour et al., 2020) سبب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش‌های زنده مثل آفات می‌شوند. اسیدهیومیک موجود در بیوگارد به‌عنوان تأمین‌کننده ماده آلی خاک و کلاته‌کننده عناصر غذایی به بهبود رشد، سلامت و عملکرد گیاهان، کمک بسزایی می‌کند (Fathipour et al., 2020).

لذا برخی از باکتری‌ها و قارچ‌های مفید در خاک، ضمن تحریک رشد گیاه، از رشد و تکثیر کنه دو لکه‌ای جلوگیری می‌کنند. این ریزجانداران می‌توانند بر مهار فعالیت‌های کنه‌ها از طریق رقابت برای منابع غذایی و یا تولید مواد ضد میکروبی مؤثر باشند (Fathipour et al., 2020). علت این نتایج، بهبود شرایط رشد و تقویت سیستم ایمنی است که مقاومت القایی بیشتری نسبت به صدمه کنه دو لکه‌ای به ارقام لوبیا نشان داده است (Sedaratian-Jahromi et al., 2009; 2015).

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز بر این نکته تأکید می‌کند که انتخاب رقم مناسب و همراه‌سازی آن با عامل بیولوژیک مؤثر، می‌تواند در کاهش جمعیت آفت مؤثر باشد. این مطلب با نتایج تحقیق اشتیری و همکاران (Ashtari et al., 2024; 2025) روی لوبیا رقم صدر با دو ژنوتیپ دیگر مطابقت دارد. در مجموع، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مدیریت مؤثر کنه دولکه‌ای در لوبیا نیازمند یک راهبرد تلفیقی است: انتخاب رقم مقاوم، اعمال عامل بیولوژیک مانند مواد پروبیوتیک مناسب و شرایط محیطی است. این راهبرد می‌تواند به کاهش تراکم کنه در کشت‌های لوبیا و در نتیجه ارتقای عملکرد و پایداری تولید لوبیا کمک کند. اثر پروبیوتیک‌های بیوگارد، بایوفام و حتی پروبیوتیک ۹۶ در توان شش رقم متفاوت لوبیا بر کاهش جمعیت کنه تارتن با مطالعات کازمپی و همکاران (Kazemi et al., 2019) مطابقت دارد. بیوگارد در این تحقیق اثر بیشتری در مقایسه با دیگر

پروبیوتیک‌ها در کاهش جمعیت کنه داشت (جدول ۱ و ۲) و دلیل آن می‌تواند وجود قارچ *T. harzianum*، باکتری *B. velezensis* و اسیدهیومیک باشد که با ایجاد مقاومت القایی و تقویت گیاه، فشار تغذیه‌ای کنه را کاهش می‌دهد. در مقابل، بیوفام که حاوی باکتری‌های محرک رشد و القاگر مقاومت مانند *Bacillus spp.* است، از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی و بهبود وضعیت فیزیولوژیک گیاه (Jalali et al., 2019) موجب کاهش حساسیت لوبیا به تغذیه کنه می‌شود. به‌طور کلی، کاربرد بیوگارد و بیوفام نشان می‌دهد که این ترکیبات می‌توانند به‌عنوان بخشی از برنامه مدیریت تلفیقی آفات در کاهش خسارت کنه‌تارتن در لوبیا مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از پروبیوتیک‌ها همراه با انتخاب رقم، یک رویکرد مؤثر در مدیریت پایدار آفات است (Elizarraraz-Costa et al., 2024; Martínez et al., 2024). تحقیقات کمینلی و همکاران (Cominelli et al., 2022) نشان دادند که وارپته‌های مختلف لوبیای معمولی دارای ترکیبات ضد تغذیه از قبیل اسید فیتیک، لکترین و مهارکننده تریپسین هستند که می‌تواند روی جمعیت آفات گیاهخوار تأثیر داشته باشند. این عوامل در لاین‌های مختلف لوبیا با هم متفاوت‌اند. متابولیت‌های ثانویه دیگری مانند آلفا آمیلازها و یا فلاونوئیدها به‌عنوان عامل مقاومت القایی در ارقام مختلف لوبیا یافت شده‌اند (Cominelli et al., 2022). محققان در بررسی مقاومت لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) نسبت به کنه تارتن به این نتیجه رسیده‌اند که مرگومیر آفات در ارقام مختلف به‌دلیل وجود عوامل ضد تغذیه‌ای مانند تارهای پشت برگ است (Alabi et al., 2004). در پژوهشی دیگر که به بررسی تحمل چند رقم و لاین‌های نسبت به کنه تارتن دو لکه‌ای پرداختند، مشخص شد که لاین‌های COS16 و 11816 متحمل‌تر از محلی خمین و لردگان است (Saeidi & Salehi, 2004; Saeidi & Mallik, 2017) که با نتایج تحقیق حاضر در خصوص جمعیت کنه بالغ در رقم محلی خمین بالاتر از پنج رقم (از جمله کوشا، افق، درسا و یاقوت) دیگر بود (جدول ۲)، مطابقت دارد. اهمیت تعامل رقم × عامل بیولوژیک در مطالعات اخیر نیز تأیید شده است؛ به‌طوری که پاسخ گیاه به عوامل پروبیوتیک بستگی به ویژگی‌های رقم میزبان دارد و بهره‌گیری از ترکیب مناسب رقم - عامل بیولوژیک می‌تواند اثربخشی مهار آفت کنه را افزایش دهد. طبق نتایج این تحقیق، رقم کوشا تلقیح‌شده با پروبیوتیک بیوگارد برای مهار زیستی جمعیت کنه تارتن توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتیجتاً میانگین شمارش کمترین جمعیت کنه بالغ پس از شش هفته در ارقام کوشا و یاقوت و سپس افق که با ترکیب بیوگارد تیمار شده بودند مشاهده شد. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، رقم کوشا

با ترکیب بیوگارد برای مهار زیستی جمعیتی کنه بالغ توصیه می‌گردد. گیاهان زینتی انجام گردید، لذا از کلیه افرادی که در این تحقیق ما را یاری نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

سیاسگزارى

این پژوهش در شرایط گلخانه کنترل‌شده در پژوهشکده گل و

References

- Abolfathi, N., Kochevli, 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.
- 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, 87. (In Persian).
- Ahmed, M. M., Ali, F. S., Afifi, A. A. M., & Gazoly, A. H. (2024). Host plant suitability for the biological performance of *Tetranychus urticae* Koch and its predator, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Phytoparasitica*, 1(2), 52, 87. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-024-01202-1>. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01202-1>
- Alabi, O. Y., Odebiyi, J. A., & Tamo, M. (2004). Effect of host plant resistance in some cowpea *Vigna unguiculata* L. cultivars on growth and developmental parameters of the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom). *Crop Protection*, 23, 83–88. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00171-6](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00171-6)
- 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://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. (in Persian). <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. (in Persian). <https://doi,10.22067/ijpr.2024.86974.1085>
- Cominelli, E., Sparvoli, F., Lisciani, S., Forti, C., Camilli, E., Ferrari, M., & Kunert, K. (2022). Antinutritional factors, nutritional improvement, and future food use of common beans: A perspective. *Frontiers in Plant Science*, 13, 992169. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.992169>
- Costa, S. G., Magalhães, S., Santos, I., Zélé, F., & Rodrigues, L. R. (2024). A sex-specific trade-off between pesticide resistance and tolerance to heat-induced sterility in *Tetranychus urticae*. *Evolutionary Applications*, 17(9), e70014. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2861202/v1>
- Elizarraraz-Martínez, I. J., Rojas-Raya, M. A., Feregrino-Perez, A. A., Partida-Martínez, L. P., & Heil, M. (2024). Immunity priming and bio stimulation by airborne nonanal increase yield of field-grown common bean plants. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1451864. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1451864>
- 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, 108299. <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.
- 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>
- 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), 2021.1396. <https://doi.org/10.1101/2021.06.21.449210>

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>

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. (in Persian). <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).

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>

Martin, L., Velázquez, E., Rivas, R., Mateos, P. F., Martínez-Molina, E., Rodríguez-Barrueco, C., & Peix, A. (2007). Effect of inoculation with a strain of *Pseudomonas fragi* in the growth and phosphorous content of strawberry plants. In First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Dordrecht: Springer Netherlands. p. 309-315. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5765-6_49

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). Gofteman Andisheh Moaser Publications, Qom, Iran. 265 p. (in Persian with English abstract).

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>

Pineda, A., Zheng, S. J., Van Loon, J. J., Pieterse, C. M., & Dicke, M. (2010). Helping plants to deal with insects: The role of beneficial soil-borne microbes. *Trends in Plant Science*, 15(9), 507-514. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.05.007>

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.

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>

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. <https://doi.org/10.22067/jsw.v30i2.40077> . (In Persian).

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 on 926. p. 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. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/jsw.v30i2.40077>

Saeidi, Z., & Salehi, F. (2004). Investigation of resistance of 7 selected lines from the local beech Chit Lordegan Mass. To mackerel. 16th Iranian Congress of Plant Protection, p. 271. (in Persian)

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., & Moharrampour, 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>

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. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/jpp.v22i22.1065>

Singh, A., Bhardwaj, R., & Singh, I. K. (2019). Biocontrol agents: Potential of biopesticides for integrated pest management. In *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment*. p. 413-433. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_19

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>

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>

Zhao, S., Zhao, Q., Dai, X., Lv, B., Wang, R., Yin, Z., Zhang, F., Liu, Y., Su, L., Chen, H., & Zheng, L. (2023). A review of the major biological approaches to control *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. *Pest Management Scienc*, 86, 361-386. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0503-0>