Iranian Journal of Cotton Researches
ISSN: 2345-5306

Investigation of the effect of the biocontrol fungicide Pars Bacillus (*Bacillus velezensis*) on the management of important diseases, yield and yield components of cotton

Mohammad Razinataj[1*], Ghorban Ghorbani NasrAbad[1], Mohammad Javad Avesta[2], Kasra Esfahani[3], Jamshid Amini[4]

[1] Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
[2] Department of Research and development, Royan Tisan Sabz, Tehran, Iran
[3] Department of Plant Bioproducts, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
[4] Reperestative of Royan Tisan Sabz, Gorgan, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 14/5/2025
Accepted: 15/7/2025

Keywords:
Cotton seed
Verticillium wilt
damping-off diseases
Pars Bacil and *Bacillus velezensis*

ABSTRACT

Background and objectives: Optimal seed germination and proper field plant density are critical for achieving high cotton yields. Low air temperatures during sowing often slow germination and establishment, exposing seeds and seedlings to fungal and insect attacks, which reduce stand density and yield. Seedling diseases are among the major factors limiting emergence and establishment. Fungicide and insecticide treatments are widely used to control such problems, while biological control agents offer an alternative. Antagonistic bacteria, in particular, are considered promising due to their advantages such as ease of application, rapid growth, and strong rhizosphere colonization. This study was conducted to evaluate the effects of fungicide and biocontrol treatments on cotton seedling establishment, disease incidence, and yield.

Materials and methods: The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications at the Karkandeh and Hashemabad Cotton Research Stations in Golestan province. Treatments included seed dressing with the biological product Pars Bacil (produced by Royan Tisan Sabz Company) at 10, 15, and 20 cc per 1000 g of seed, irrigation applications at 2.5, 5, and 7.5 L ha^{-1}, chemical seed treatment with Carboxin-Thiram at 5‰ seed weight, and untreated control (positive and negative controls). Traits evaluated included percentage of seedling disease, *Verticillium wilt* index, first and second harvest yield, total yield, weight of 30 bolls, number of bolls per plant, and plant height. Data were analyzed using combined analysis of variance across locations.

Resultrs: Significant differences among treatments were observed across both research stations. The untreated control showed the lowest seedling establishment, with a greening percentage of 55.69%. Treatments with Carboxin-Thiram, Pars Bacil seed dressing, and irrigation application of Pars Bacil were grouped in higher statistical classes, with the highest greening percentages recorded for Carboxin-Thiram (77.68%), Pars Bacil seed dressing (72.89%), and irrigation at 7.5 L ha^{-1} (73.52%). Carboxin-Thiram treatment, seed dressing with

20‰ of the biological compound, and irrigation applications of 2.5 and 5 L ha^{-1} resulted in the highest yields of 3804.8, 3097.54, 3515.1, and 3161.8 g per plot, respectively.

Conclusion: The results indicate that *Pars Bacil*, whether used as a seed treatment or through irrigation, significantly enhanced seedling establishment and yield under field conditions. Therefore, the application of this biological compound is recommended as an effective strategy to improve stand establishment and productivity in cotton cultivation.

Cite this article: Razinataj, M., Ghorbani NasrAbad, Gh., Avesta, M.J., Esfahani, K., Amini, J. (2024). Investigation of the effect of the biocontrol fungicide Pars Bacillus (*Bacillus velezensis*) on the management of important diseases, yield and yield components of cotton. *Iranian Journal Cotton Researches*, 12 (2), 99-112.

© The Author(s).
DOI: 10.22092/ijcr.2025.369488.1238
Publisher: Cotton Research Institute of Iran

مجله پژوهش‌های پنبه ایران

شاپا: ۲۳۴۵-۵۳۰۶

بررسی اثر قارچ‌کش زیستی پارس باسیل (*Bacillus velezensis*) در مدیریت بیماری‌های مهم، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

محمد رضی‌نتاج[1*]، قربان قربانی نصرآباد [1]، محمد جواد اوستا[2]، کسری اصفهانی[3]، جمشید امینی[4]

[1] اعضای هیات‌علمی و استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

[2] واحد تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان رویان تیسان سبز

[3] گروه زیست فرآورده های گیاهی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران

[4] نماینده شرکت دانش بنیان رویان تیسان سبز در گرگان

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۵

واژه‌های کلیدی:
بذر پنبه
پژمردگی ورتیسیلیومی
مرگ گیاهچه
پارس باسیل
Bacillus velezensis

چکیده

سابقه و هدف: سبز شدن مطلوب بذر و تراکم مناسب گیاه در مزرعه بسیار مهم است. با توجه به دمای پایین هوا در زمان کشت پنبه و سرعت پایین جوانه زنی و استقرار بوته مواجهه بذر و گیاهچه با قارچها و حشرات موجب کاهش درصد سبز و تراکم بوته و در نهایت کاهش عملکرد بوته می شود. مرگ گیاهچه از عوامل کاهش درصد ظهور گیاهچه و استقرار بوته بر اثر بیماریهای قارچی بذرزاد و خاک‌زاد و آفات اول فصل نیز منجر به کاهش درصد استقرار بوته می‌شوند، لذا استفاده از سموم مختلف قارچ‌کش و حشره‌کش برای کنترل بیماریها و آفات مختلف می‌تواند نقش مهمی را در جلوگیری از کاهش درصد سبز بذور و تاثیر منفی در تراکم داشته باشد. باکتری‌های آنتاگونیست به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک ایده‌ال با مزیت‌هایی نظیر حمل آسان، سرعت رشد بالا و کلنیزه کننده مناسب ریزوسفر شناخته می‌شوند.

مواد و روش‌ها: آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقات پنبه کارکنده و هاشم آباد استان گلستان، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با تیمارهای بذرمال به نسبت‌های ۱۰ ، ۱۵ و ۲۰ در هزار قارچ‌کش پارس باسیل تولید شرکت رویان تیسان سبز و مصرف مقادیر ۲/۵، ۵ و ۷/۵ لیتر در هکتار آب آبیاری و تیمار با کاربوکسین-تیرام به میزان ۵ در هزار وزن بذر و بدون تیمار سم (به عنوان شاهدهای مثبت و منفی)، در چهار تکرار اجرا شد. صفات مختلف نظیر درصد سبز گیاهچه، درصد شاخص پژمردگی ورتیسیلیومی، عملکرد های چین اول، چین دوم، عملکرد کل، وزن سی غوزه، تعداد غوزه و ارتفاع بوته اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل آماری شدند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس مرکب بین دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده، نشان داد که تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته و تیمار شاهد (بذر بدون تیمار) با ۵۵/۶۹ درصد کمترین میزان درصد سبز را داشت و سایر تیمارهای مصرف بذرمال کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال قارچ‌کش زیستی پارس باسیل و مصرف این ترکیب در آب آبیاری در گروه های آماری بالاتر قرار گرفتند ولی مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال این قارچ‌کش زیستی و مصرف ۷/۵ لیتر در آب آبیاری آن به ترتیب با ۷۷/۶۸، ۷۲/۸۹ و ۷۳/۵۲ درصد بالاترین درصد سبز را در بین تیمارها داشتند. مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال ۲۰ در هزار قارچ‌کش زیستی و

مصـــرف آن با مقادیر ۲/۵ و ۵ لیتر در آب آبیاری به‌ترتیب با ۳۸۰۴/۸، ۳۰۹۷/۵۴، ۳۵۱۵/۱ و ۳۱۶۱/۸ گرم در کرت بیشترین مقدار عملکرد را دارا بودند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج آماری مصـرف قارچ‌کش زیسـتی پارس باسـیل تولیدی شـرکت رویان تیان سـبز، در کلیه غلظت‌های پیشـنهادی موجب افزایش درصـد سـبز بذور در شـرایط مزرعه شده و لذا مصرف این ترکیب زیستی می‌تواند مفید باشد.

استناد: رضی‌نتاج، محمد؛ قربانی نصرآباد، قربان؛ اوستا، محمدجواد؛ اصفهانی، کسری؛ امینی، جمشید. (۱۴۰۳). بررسی اثر قارچ‌کش زیستی پارس باسیل (*Bacillus velezensis*) در مدیریت بیماری‌های مهم، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه. *مجله پژوهش‌های پنبه ایران*، ۱۲ (۲)، ۱۱۲-۹۹.

DOI: 10.22092/ijcr.2025.369488.1238

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور © نویسندگان.

مقدمه

پنبه یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در میان گیاهان لیفی و روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است .این گیاه در طول دوره رشد و نمو خود مورد حمله عوامل بیمارگر و حشرات مختلف قرار می‌گیرد. حساس‌ترین مرحله رشدی پنبه مرحله گیاهچه‌ای است. به منظور کنترل عوامل خسارت‌زا و نابودکننده گیاه پنبه در مرحله گیاهچه روش¬های متعددی پیشنهاد شده است که حفاظت بذور توسط قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها یکی از اقتصادی‌ترین روش‌ها بوده است.

از معضلات مهم زراعت پنبه در اوایل فصل، بروز آفات و بیماری‌های اول فصل می‌باشد. سبز شدن مطلوب بذر و تراکم مناسب گیاه در مزرعه بسیار مهم است. با توجه به دمای پایین هوا در زمان کشت پنبه و سرعت پایین جوانه زنی و استقرار بوته (کاسالس و همکاران، ۲۰۰۴) مواجهه بذر و گیاهچه با قارچها و حشرات موجب کاهش درصد سبز و تراکم بوته و در نهایت کاهش عملکرد بوته می‌شود. مرگ گیاهچه از عوامل کاهش درصد ظهور گیاهچه و استقرار بوته بر اثر بیماری‌های قارچی بذرزاد و خاک‌زاد و آفات اول فصل نیز منجر به کاهش درصد استقرار بوته می‌شوند (چگینی، ۲۰۰۳). لذا استفاده از سموم مختلف قارچ‌کش و حشره‌کش برای کنترل بیماری‌ها و آفات مختلف می‌تولند نقش مهمی را در جلوگیری از کاهش درصد سبز بذور و تاثیر منفی در تراکم داشته باشد. پوشش‌دهی بذر، امکان ایجاد یک لایه از سم قارچ‌کش را در اطراف بذر فراهم می‌کند. برخی از قارچ‌کش‌ها از طریق سیستم آوندی به بخش‌های هوایی گیاه نفوذ و آن را در برابر بیماریها حفظ می‌کنند. پوشش‌دهی بذر موجب کاهش هزینه سمپاشی اوایل فصل رشد و کاهش خطر آلودگی زیست محیطی و مسمومیت انسان می‌شود (پدرینی و همکاران، ۲۰۱۷).

به کارگیری روش‌هایی برای افزایش جوانه‌زنی و بهبود استقرار بذر و گیاهچه به خصوص در شرایط تنش بسیار مهم است و استفاده از میکروارگانیسم‌ها، سموم شیمیایی، مواد تنظیم کننده رشد، کودها، مواد جاذب رطوبت، پوشش‌های حساس به حرارت و عناصر غذایی به همراه مواد چسباننده به سطح خارجی بذر اضافه می‌شوند (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲).

بیماری مرگ گیاهچه یکی از بیماری‌های مهم پنبه در مناطق مختلف کشور می‌باشد که همه ساله خسارت زیادی به مزارع پنبه کاری وارد می‌نماید. این بیماری دارای گسترش جهانی است که بوسیله مجموعه‌ای از عوامل بیماری‌زا، خصوصاً عوامل قارچی بوجود می‌آید .از بین عوامل بیماری‌زا قارچهای *Rhizoctonia solani*، *Fusarium* spp. و *Pythium* spp. با اهمیت‌ترین قارچهای عامل مرگ گیاهچه به شمار می‌آیند. خسارت این بیماریها نه تنها بطور مستقیم مربوط به از بین رفتن گیاهچه‌ها می‌شود، بلکه همچنین واکاری گیاهچه‌های از بین رفته سبب ناهماهنگی و غیر یکنواختی بوته‌ها در مزرعه می‌شود (هیلوکس، ۱۹۹۲). در ایران نیز توسط منصوری و حمدالله‌زاده (۱۳۷۳) و سلیمانی و همکاران (۱۳۷۲) قارچهای *Aspergillus niger*، *Alternaria alternata*، *Fusarium acuminatum*، *Fusarium solani*، *Pythium ultimum*، *Rhizopus arrhizus*، *Rhizoctonia solani* و *Sclerotium rolfsii* به عنوان عوامل پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه و قارچهای زیادی از بذور پنبه جداسازی شدند.

باکتری‌ها سعی می‌کنند شرایط را به نفع خود تغییر دهند برای مثال غلظت مواد غذایی با ایجاد لایه پلی‌ساکارید خارج سلولی در اطراف خود، افزایش می‌یابد. تولید پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی در محافظت باکتری‌ها در برابر تنش‌های محیطی نظیر خشکی، رادیکال‌های اکسیژن نقش مهمی دارد. از سوی دیگر این مواد بستر غذایی مهمی برای باکتری‌ها بوده و غلظت مواد را افزایش می‌دهند. باکتری‌ها با استفاده از سیستم ترشحی نوع سوم خود قادر به استقرار و کلنیزاسیون بهتر محیط و تغییر آن با استفاده از مجموعه ژن‌های *hrp* هستند. باکتری‌هایی مانند *Rhizobium* و *Azospirillum* قادر نبودند در فیلوسفر کلنیزه شوند ولی *Azotobacter* با خاصیت

توانایی تثبیت ازت در سطح برگ‌ها گزارش شد (هیرانو و آپر، ۲۰۰۰).

ریزوسفر منطقه‌ای است که از نظر شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی تحت تاثیر ریشه بوده و به دلیل غنی بودن از مواد غذایی، میکروارگانیسم‌های مختلف موجود در خاک را جلب و ضمن استفاده از این مواد به طور متقابل ترکیب بیوشیمیایی این ناحیه را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. ریزوسفر ناحیه‌ای از ریشه بوده که میکروارگانیسم‌های خاک تمایل زیادی به آن دارند و از ترشحات ریشه به عنوان منابع کربن و انرژی استفاده و بر سر غذا و مکان با هم رقابت می‌کنند. حجم این منطقه بر اساس نوع خاک، گونه و سن گیاه و سایر عوامل متغیر است (لینچ و همکاران، ۲۰۰۴). حضور و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر بسیار بیشتر از اطراف بوده و برهمکنش‌هایی بین ریشه و میکروارگانیسم پدید می‌آید (کلوپر و همکاران، ۲۰۰۴). اندازه ریزوسفر از کمتر از یک میلی‌متر تا چند سانتی‌متر متغیر است (لینچ و همکاران، ۲۰۰۴). ریزوسفر تحت تاثیر عواملی نظیر باران، آبیاری، خشکی، طول روز، غلظت املاح، اسیدیته، فشار اسمزی، ساختمان خاک، رشد و توسعه ریشه، فرسایش خاک و روابط موجودات قرار دارد (هینسینگر و همکاران، ۲۰۰۵). در عمل ریزوسفر، خاک متصل به ریشه است که به‌صورت استوانه فرضی با شعاع مشخص در اطراف ریشه در نظر گرفته می‌شود (مایر و همکاران، ۲۰۰۹). حدود ۶۰ درصد از کربن آلی گیاه وارد ریشه و توسط میکروارگانیسم‌های خاک مصرف می‌شود (لوتنبرگ و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین باکتری‌های ریزوسفر سبب افزایش میزان ترشحات ریشه می‌شوند (داکورا و فیلیپس، ۲۰۰۲) که شامل اسیدهای آلی نظیر سیترات، استات، پیرووات، قندها مانند گلوکز، فروکتوز، مالتوز گالاکتوز و مواد فرعی نظیر تیامین، بیوتین و آمینو اسیدها هستند (هس و دفاگو، ۲۰۰۵). در بین باکتری‌های ریزوسفر، کارایی *Bacillus* و *Pseudomonas* در جهت افزایش رشد گوجه‌فرنگی و کاهش پژمردگی فوزاریومی در شرایط گلخانه و مزرعه امیدوارکننده بود (ساراواناکومار و همکاران، ۲۰۰۹ و ژائو و همکاران، ۲۰۱۴).

عواملی که به قسمت‌های داخل ریشه نفوذ کرده و در بافت کورتکس کلنیزه می‌شوند و حتی با ضدعفونی سطحی از بین نمی‌روند، و به طور کل عواملی که وارد بافت گیاه می‌شوند به عنوان اندوفیت نامیده می‌شوند. این گروه با روش‌های مختلف موجب افزایش رشد گیاه می‌شوند و از آنجا که بافت‌های کلنیزه شده آنها با عوامل بیماری‌زا مشترک هستند، لذا گیاهان را از حمله بیمارگرها محافظت می‌کنند. باکتری‌های اندوفیت عامل افزایش رشد گیاه، بهبود عملکرد محصول و به عنوان عامل بیوکنترل می‌توانند محسوب شوند (رایان و همکاران، ۲۰۰۸). گونه‌های باسیلوس به عنوان اندوفیت در گیاهان مختلف گزارش شدند. باکتری *Bacillus endophyticus* از بافت داخلی الیاف پنبه (روا و همکاران، ۲۰۰۲)، باکتری‌های *Erwinia* sp.، *Bacillus* sp.، *B. pumilus*، *B. brevis*، *Clavibacter* sp. و *Xanthomonas* sp. از سطح سترون ریشه، ساقه، غنچه و غوزه دو رقم پنبه به صورت اندوفیت جداسازی شدند (میساقی و دلندلینگر، ۱۹۹۰). باکتری *Enterobacter asburiae* به صورت اندوفیت و همچنین از ریزوسفر پنبه جداسازی شد که به طور سیستمیک در گیاه گسترش یافت (هالمن و همکاران، ۱۹۹۸).

گونه‌های متعدد باکتریایی به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک و آنتاگونیسم عوامل بیماری‌زای گیاهی گزارش شدند. این باکتری‌ها در رابطه متقابل گیاه و عوامل بیماری‌زا به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در روی کنترل بیماری موثر هستند. تاثیر این باکتری‌ها در پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه سویا (لیفیدز و همکاران، ۱۹۸۷)، پوسیدگی بذر و بوته‌میری پیتیومی (هاول و استیپانوویچ، ۱۹۸۰)، پوسیدگی سیاه ریشه توتون (کیل و همکاران، ۱۹۹۰) و پژمردگی فوزاریومی (شر و بیکر، ۱۹۸۲) بررسی شده است.

باکتری *Bacillus velezensis* یک باکتری هوازی، گرم مثبت و تشکیل دهنده اندوسپور است که باعث رشد گیاه می‌شود. سویه‌های متعددی از این گونه

گزارش شـــدند که از رشـــد جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها و نماتدها جلوگیری می‌کنند. تجزیه و تحلیل ژنومی نشـــان داده اســـت که *B. velezensis* دارای ژن‌های مربوط به بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه است که نقش مهمی در ســـرکوب عامل بیماری و ارتقای رشـــد گیاه دارنـــد. بـــه طـــور خـــاص، *B. velezensis* ظرفیت ژنتیکی بالایی برای ســـنتز لیپوپپتیدهای حلقوی (به عنوان مثال، ســـورفاکتین، باسیلومایسین-D، فنژیسین، و باسیلی باکتین) و پلی کتیدها (مانند ماکرولاکتین، باسیلین و دیفیسیدین) از خود نشـــان می‌دهد. متابولیت های ثانویه تولید شـــده توســـط *B. velezensis* همچنین می‌توانند باعث ایجاد مقاومت سیستمیک القایی در گیاهان شوند، فرآیندی کـه طی آن گیـاهـان از خود در برابر حملات مکرر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا دفاع می‌کنند (فضل ربی و همکاران، ۲۰۱۹).

براســـاس آزمون‌های بیوشـــیمیایی و مولکولی گونه‌های *Bacillus licheniformis* و *B. subtilis* به عنوان عوامـل بیوکنترل *Xanthomonas vesicatoria* شناسایی شدند (لیچوا و همکاران، ۲۰۱۳). باکتری‌های محرک رشـــد گیاه مانند *Acinetobacter*، *Agrobacterium*، *Arthrobacter*، *Azospirillum*، *Bacillus*، *Bradyrhizobium*، *Frankia*، *Pseudomonas*، *Rhizobium*، *Serratia* و *Thiobacillus* به عنوان باکتری‌ها کلنیزه کننده ریشه اثرات مفیدی در رشـــد و توســـعه گیاه دارند. علاوه بر اســـتفاده از آنها در جهت تحریک رشـــد گیاه، از این بـاکتری‌هـا برای کنترل بیمـارگران گیـاهی، افزایش کـارآیی کودهـا و تجزیـه ترکیبـات مخرب در محیط زیسـت (پالایش ریشـه‌ای) اسـتفاده می‌شـود (کلوپر و همکاران، ۲۰۰۳).

القای مقاومت سیســتمیک القایی در چغندرقند همراه بـا افزایش فعـالیـت پروکســـیـداز و افزایش تولید یک ایزوزایم کیتناز و دو ایزوزایم بتا-۱ و ۳ گلوکوناز بود که به وســـیله ســـویه *B. mycoides* Bac J. (بارگابوس و همکاران، ۲۰۰۲) و ســـویه‌های *B. pumilus* 203-7 و *B. pumilus* 203-6 انجام شـــد (بارگابوس و همکاران، ۲۰۰۴). در توتون آلوده به کپک آبی، تیمار با ســـویه *B. pumilus* SE34 منجر به افزایش مقدار سالیسیلیک اسـید در مقایسـه با تلقیح گیاه با دو باکتری گرم منفی بود (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

دو گونـه بـاکتری *Mucilaginibacter gossypii* و *M. gossypiicola* به عنوان باکتری‌های محرک رشد از ریزوســـفر پنبـه گزارش شـــدند (مادیان و همکاران، ۲۰۱۰). گونـه‌هـای *B. endophyticus* و *Bacillus* sp. نیز از پنبه جداســـازی و گزارش شـــدند (راجندران و همکـاران، ۲۰۰۷، روا و همکاران، ۲۰۰۲، راجـندران و سامیاپان، ۲۰۰۸).

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایســـتگاه‌های تحقیقات پنبه کارکنده و هاشـم آباد اسـتان گلسـتان، در قالب طرح بلوک های کامل تصـادفی با تیمارهای بذر مال ۱۰ ، ۱۵ و ۲۰ در هزار و مصـــرف مقدار ۲/۵، ۵ و ۷/۵ لیتر در هکتار آب آبیاری پارس باسیل تولید شرکت رویان تیسان سبز، تیمار با کاربوکسین-تیرام به میزان ۵ در هزار وزن بذر و بدون تیمار سم (به عنوان شاهدهای مثبت و منفی)، در چهار تکرار اجرا شد. قبل از تیمار بذر رقم گلستان با تیمارهای مورد اشاره در بالا، در آزمایشگاه با استفاده از اسـید سـولفوریک کرک‌زدایی شد. هر تیمار آزمایش در ۶خط ۸ متری و بـه فواصـــل بوتـه ۲۰ × ۸۰ سـانتی‌مترکشـت و یادداشـت برداری¬ها به صـورت هفتگی و بعـد از حـذف نیم متر از ابتـدا و انتهـای ردیف¬ها در کرت های آزمایشی، بر روی ۴ خط میانی انجام شـد. عملیات زراعی کاشـت و داشـت محصـول براســـاس نظر کارشـــناســـی انجام و در پایان عملکرد محصول نیز اندازه‌گیری و داده‌ها با اسـتفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه، میانگین بدست آمده با اسـتفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سـطح ۵ درصـد با هم مقایســـه و بهترین تیمار از لحاظ صـــفات اندازه‌گیری شـده مشـخص شـدند. جهت محاسـبه درصـد سـبز از فرمول زیر استفاده شد (مهدی و همکاران، ۲۰۲۰):

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده} \times 100}{\text{تعداد کل بذور کاشته شده}}$$

در ایستگاه تحقیقات پنبه کارکنده جهت اندازه گیری شاخص بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی، حدود چهار ماه بعد از کاشت شاخص بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه در چهار خط وسط هر کرت با استفاده از فرمول: شدت بیماری × درصد بیماری=شاخص بیماری معین شد. برای این منظور درصد بوته های بیمار هر کرت معین و برای بدست آوردن شدت بیماری به هر بوته درجات احتمالی زیر اختصاص یافت (چن و همکاران، ۲۰۰۸ و گارث، ۱۹۹۸). سپس شاخص بیماری (disease = DI index) هر مزرعه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$DI = \frac{(A\times 0)+(B\times 1)+(C\times 2)+(D\times 3)+(E\times 4)}{M}\times\frac{100}{4}$$

بوته کاملاً سالم = ۰

تا ۳۳ ٪ برگ‌ها دارای علائم بیماری= ۱

۳۴ تا ۶۶ درصد برگ‌ها دارای علائم بیماری= ۲

۶۷ تا ۱۰۰ درصد برگ‌ها دارای علائم بیماری= ۳

بوته کاملاً لخت و بدون برگ و غوزه = ۴

A: تعداد بوته با درجه صفر ، B: تعداد بوته با درجه یک، C: تعداد بوته با درجه دو، D: تعداد بوته با درجه سه، E: تعداد بوته با درجه چهار و M: تعداد کل بوته (A+B+C+D+E). صفات مورد اندازه گیری بانرم افزار SAS تجریه و ارزیابی و میانگینها توسط آزمون دانکن ارزیابی شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مختلف در ایستگاه تحقیقات کارکنده نشان داد که درصد سبز گیاهچه و عملکرد نهایی در سطح پنج درصد و وزن سی غوزه و تعداد غوزه در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). با مقایسه میانگین ها، از نظر درصد سبز گیاهچه تیمارهای ضدعفونی بذر با سم کاربوکسین تیرام و مصرف ۲۰ در هزار بذر مال با ترکیب قارچ‌کش پارس باسیل تولید شرکت رویان تیان سبز و مصرف سه مقدار ۲/۵، ۷/۵ و ۵ لیتر این قارچ‌کش در آب آبیاری به ترتیب با ۸۴/۱۶، ۷۳/۳۳، ۷۳/۹۵، ۷۲/۲۱ و ۶۹/۹۹ درصد بالاترین مقدار سبز گیاهچه را در شرایط مزرعه ای داشتند (جدول ۴). در مقایسه درصد شاخص بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی از نظر آماری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی تیمارهای ضدعفونی بذر با کاربوکسین-تیرام، مصرف ۲۰ در هزار بذرمال و مصرف ۵ لیتر قارچ‌کش پارس باسیل در آب آبیاری به ترتیب با ۱۴/۱، ۱۳/۳ و ۱۲/۲۱ درصد کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۴). همچنین تیمارها ضدعفونی بذر با کاربوکسین-تیرام، مصرف ۲۰ در هزار بذر مال قارچکش زیستی پارس باسیل ، مصرف ۲/۵ و ۵ لیتر این قارچ‌کش در آب آبیاری به ترتیب با ۳۴۴۷/۷۵، ۳۲۵۱/۷۵، ۳۴۰۱/۲۵ و ۳۵۴۱/۷۵ گرم در هر کرت آزمایشی بیشترین مقدار عملکرد را داشتند (جدول ۴).

تجزیه واریانس صفات مختلف در ایستگاه تحقیقات هاشم آباد نشان داد که صفات عملکرد نهایی در سطح و وزن سی غوزه در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده و سایر صفات اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۲). عملکرد تیمارهای مصرف بذرمال کاربوکسین-تیرام، مصرف ۱۵ و ۲۰ در هزار بذرمال قارچ‌کش پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز و مصرف مقدار ۲/۵ لیتر آن در آب آبیاری به ترتیب با ۴۱۶۲، ۳۲۱۴، ۲۹۴۳/۳۳ و ۳۶۲۹ گرم در کرت بیشترین میزان عملکرد را داشتند (جدول ۵).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه کارکنده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات منابع تغییرات							
		درصد سبز گیاهچه	شاخص بیماری ورتیسیلیومی	عملکرد چین اول	عملکرد چین دوم	عملکرد کل	وزن سی غوزه	تعداد غوزه	ارتفاع بوته
تکرار	۳	۲۷۲/۳ ns	۵۷/۴۷ ns	۲۴۰۳۵۴/۴ ns	۲۱۸۲۹۳/۶ ns	۵۴۱۷۹۷/۸ ns	۴۰۵/۲۵ ns	۰/۵۸ ns	۲۵/۳۶ ns
تیمار	۷	۱۹۴/۷ *	۳۹/۸ ns	۱۰۳۴۳۳/۶ ns	۱۰۷۳۳۶/۹ ns	۲۸۳۱۴۵/۶ *	۴۳۷/۳ **	۳/۰۶ **	۴۸/۷۶ ns
خطا	۲۱	۱۲۲/۷۲	۲۳	۱۵۸۴۵۹/۲	۸۷۱۹۳/۱	۱۵۷۲۹۴/۳	۱۴۷/۳	۰/۸۰۲	۴۵/۶
درصدضریب تغییرات		۱۵/۶۶	۲۹/۷۶	۲۳/۱	۲۰/۲	۱۲/۴۶	۷/۲۲	۹/۵۹	۸/۳۹
کل	۳۱								

*: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد **: معنی دار در سطح احتمال یک درصد، ns: معنی‌دار نیست

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه هاشم‌آباد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات منابع تغییرات			
		درصد سبز گیاهچه	عملکرد کل	وزن سی غوزه	ارتفاع بوته
تکرار	۳	۳۷۱/۹۸ ns	۷۸۴۶۶۳/۷۸ ns	۱۳/۱۲ ns	۲۶/۷۲ ns
تیمار	۷	۴۸۲/۲۲ ns	۱۲۲۶۹۹۷ *	۳۳۷/۵۷ ns	۱۵۳/۲۵ ns
خطا	۲۱	۳۸/۱۹	۷۰۹۶۵۰/۵	۱۴۱/۸۳	۲۸۰/۷۸
درصد ضریب تغییرات		۸/۴۳	۲۷/۲۶	۷/۶۲	۱۶/۹
کل	۳۱				

*: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد **: معنی دار در سطح احتمال یک درصد، ns: معنی‌دار نیست

جدول ۳ - تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات منابع تغییرات			
		درصد سبز گیاهچه	عملکرد کل	وزن سی غوزه	ارتفاع بوته
مکان	۱	۱۰۱/۴۵ ns	۱۳۸۱۳۵/۸ ns	۲۱۹۳/۰۴ ns	۵۵۶۷/۵۸ **
خطای مکان	۶	۳۲۲/۱۸ **	۶۶۳۳۳۰/۴ ns	۲۰۹/۱۸ ns	۲۶/۰۴ ns
تیمار	۷	۴۱۱/۳۹ *	۱۰۲۷۲۹۰ *	۲۷۳/۶۸ ns	۱۳۷/۹ ns
تیمار*مکان	۷	۲۶۵/۲ **	۴۸۲۸۵۲/۶ ns	۵۰۱/۲۱	۶۴/۱۱ ns
خطای کل	۴۲	۸۰/۴۶	۴۳۳۴۷۲/۴	۱۴۴/۵۷	۱۶۳/۱۹
درصد ضریب تغییرات		۱۲/۴۶	۲۰/۹۹	۷/۴۱	۱۴/۲۲
کل	۶۳				

*: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد ns: عدم اختلاف معنی‌دار

تجزیه واریانس مرکب بین دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده، تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته (جدول ۳) و تیمار شاهد (بذر بدون تیمار) با ۵۵/۶۹ درصد کمترین میزان درصد سبز را داشت و سایر تیمارهای مصرف بذرمال کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال قارچ‌کش زیستی پارس باسیل و مصرف این ترکیب در آب آبیاری در گروه های آماری بالاتر قرار گرفتند ولی مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال این قارچ‌کش زیستی و مصرف مقدار ۷/۵ لیتر آن در آب آبیاری به ترتیب با ۷۷/۶۸، ۷۲/۸۹ و ۷۳/۵۲ درصد بالاترین درصد سبز را در بین تیمارها داشتند. لازم به ذکر است با توجه به نتایج آماری مصرف قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در کلیه غلظت‌های پیشنهادی موجب افزایش درصد سبز بذور در شرایط مزرعه شدند. از نظرشاخص عملکرد نهایی مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال ۲۰ در هزار قارچ‌کش زیستی و مصرف آن با مقادیر ۲/۵ و ۵ لیتر در آب آبیاری به ترتیب با ۳۸۰۴/۸، ۳۰۹۷/۵۴، ۳۵۱۵/۱ و ۳۱۶۱/۸ گرم در کرت بیشترین مقدار عملکرد را دارا بودند (جدول ۶).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مختلف حا صل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه کارکنده

ردیف	صفات / تیمار	درصد سبز گیاهچه	شاخص بیماری ورتیسیلیومی (درصد)	عملکرد چین اول (g/plot)	عملکرد چین دوم (g/plot)	عملکرد کل (g/plot)	وزن سی غوزه (g)	تعداد غوزه	ارتفاع بوته (cm)
۱	شاهد	۶۲/۲۹ b	۱۸/۰۲ a	۱۵۱۹/۲۵ a	۱۳۹۷ a	۲۹۱۶/۲۵ ab	۱۶۲/۷۳ b	۹/۹۵ abc	۸۳/۴۵ a
۲	کاربوکسین-تیرام	۸۴/۱۶ a	۱۴/۱ a	۱۶۶۶/۲۵ a	۱۷۸۱/۵ a	۳۴۴۷/۷۵ ab	۱۶۳/۱۵ b	۸/۴۵ d	۸۲/۳۷ a
۳	۱۰ در هزار بذرمال	۶۴/۵۸ b	۲۱/۸۳ a	۱۷۰۰/۷۵ a	۱۳۶۶/۵ a	۳۰۶۷/۲۵ ab	۱۷۲/۲۵ ab	۸/۸۵ bcd	۸۰/۰۲ a
۴	۱۵ در هزار بذرمال	۶۵/۲۱ b	۱۵/۶۶ a	۱۵۳۰/۲۵ a	۱۲۹۰/۲۵ a	۲۸۲۰/۵ b	۱۶۶/۱ b	۹/۰۵ bcd	۷۵/۸۷ a
۵	۲۰ در هزار بذرمال	۷۳/۳۳ ab	۱۳/۳ a	۱۸۳۵/۵ a	۱۴۱۶/۲۵ a	۳۲۵۱/۷۵ ab	۱۷۳/۹۸ ab	۱۰/۰۵۱ ab	۸۱/۱ a
۶	مصرف ۲/۵ لیتر در آب آبیاری	۷۳/۹۵ ab	۱۵/۳۳ a	۱۹۳۹/۷۵ a	۱۴۶۱/۵ a	۳۴۰۱/۲۵ ab	۱۵۶/۲۵ b	۸/۵۵ cd	۷۶/۵ a
۷	مصرف ۵ لیتر در آب آبیاری	۶۹/۹۹ ab	۱۲/۲۱ a	۱۹۱۱/۷۵ a	۱۶۳۰ a	۳۵۴۱/۷۵ a	۱۸۹/۲۳ a	۱۰/۹۲ a	۸۶/۰۲ a
۸	مصرف۷/۵ لیتر در آب آبیاری	۷۲/۲۱ ab	۱۸/۴۳ a	۱۶۶۴/۷۵ a	۱۳۴۹/۷۵ a	۳۰۱۴/۵ ab	۱۵۹/۷۵ b	۸/۸۵ bcd	۷۸/۳۵ a

اعداد در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک می باشند، از نظر آماری در یک گروه قرار می گیرند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه هاشم آباد

ردیف	صفات / تیمار	درصد سبز گیاهچه	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد کل (g/plot)	وزن سی غوزه (g)
۱	شاهد	۴۹/۰۹ a	۹۸ a	۲۶۷۲/۶۷ b	۱۶۵/۹۳ ab
۲	کاربوکسین-تیرام	۷۱/۲۱ a	۱۰۶/۳۳ a	۴۱۶۲ a	۱۵۴abc
۳	۱۰ در هزار بذرمال	۸۱/۲۱ a	۱۰۲/۴ a	۲۷۷۴ b	۱۵۸/۲۷ abc
۴	۱۵ در هزار بذرمال	۷۳/۶۳ a	۹۴/۶ a	۳۲۱۴ ab	۱۴۲۶/۶ c
۵	۲۰ در هزار بذرمال	۵۶/۹۷ a	۱۰۸/۵۳ a	۲۹۴۳/۳۳ ab	۱۵۰/۳۳ bc
۶	مصرف ۲/۵ لیتر در آب آبیاری	۵۶/۳۶ a	۹۴/۶۶ a	۳۶۲۹ ab	۱۷۱/۸ a
۷	مصرف ۵ لیتر در آب آبیاری	۵۱/۸۲ a	۹۸/۸۶ a	۲۷۸۲ b	۱۵۵/۵ abc
۸	مصرف۷/۵ لیتر در آب آبیاری	۷۴/۸۴ a	۹۰/۵۳ a	۲۵۴۰/۶۷ b	۱۵۱/۳۳ bc

اعداد در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک می باشند، از نظر آماری در یک گروه قرار می گیرند.

جدول ۶- مقایسه میانگین مرکب صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده

ردیف	صفات / تیمار	درصد سبز گیاهچه	وزن سی غوزه (g)	عملکرد کل(g/plot)	ارتفاع بوته (cm)
۱	ایستگاه هاشم آباد	۶۴/۳۹ a	۱۵۶/۲۲ b	۳۰۸۹/۷ a	۸۰/۴۶ b
۲	ایستگاه کارکنده	۷۰/۷۱ a	۱۶۷/۹۳ a	۳۱۸۲/۶ a	۹۹/۱۱ a
۳	شاهد	۵۵/۶۹ b	۱۶۴/۳۳ ab	۲۷۹۴/۴ b	۹۰/۷۲ a
۴	کاربوکسین-تیرام	۷۷/۶۸ a	۱۵۸/۵۸ b	۳۸۰۴/۸ a	۹۴/۳۵ a
۵	۱۰ در هزار بذرمال	۷۲/۸۹ ab	۱۶۵/۲۶ ab	۲۹۲۰/۶ b	۹۱/۲۱ a
۶	۱۵ در هزار بذرمال	۶۹/۴۲ ab	۱۵۴/۳۵ b	۳۰۱۷/۲ b	۸۵/۲۳ a
۷	۲۰ در هزار بذرمال	۶۵/۱۵ ab	۱۶۲/۱۵ ab	۳۰۹۷/۵۴ ab	۹۴/۸۱ a
۸	مصرف ۲/۵ لیتر در آب آبیاری	۶۵/۱۶ ab	۱۶۴/۰۳ ab	۳۵۱۵/۱ ab	۸۵/۵۸ a
۹	مصرف ۵ لیتر در آب آبیاری	۶۰/۹ ab	۱۷۲/۳۶ a	۳۱۶۱/۸ ab	۹۱/۹۴ a
۱۰	مصرف ۷/۵ لیتر در آب آبیاری	۷۳/۵۲ ab	۱۵۵/۵۴ b	۲۷۷۷/۵ b	۸۴/۴۴ a

اعداد در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک می باشند، از نظر آماری در یک گروه قرار می گیرند.

سویه‌هایی از *Bacillus amyloliqufaciens*، *B. subtilis*، *B. pasteurii*، *B. cereus*، *B. pumilus*، *B. mycoides* و *B. sphaericus* کاهش معنی‌داری در وقوع و یا شدت بیماری‌های متعدد در گیاهان مختلف نشان دادند. القای مقاومت سیستمیک القایی توسط این سویه‌ها در گلخانه و یا مزارع آزمایشی روی گوجه‌فرنگی، فلفل دلمه، طالبی، هندوانه، چغندرقند، توتون، آرابیدوپسیس، خیار، کاج و دو محصول گرمسیری انجام شد (کلوپر و همکاران، ۲۰۰۳). استفاده از سویه‌های *B. pumillus* در جهت کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی گوجه فرنگی و رشد گیاه میزان طول ریشه و جوانه به ترتیب ۶۰ و ۸۴ درصد افزایش یافت و وقوع بیماری نیزحدود ۷۳ درصد کاهش داشت. تولید سیدروفور مشاهده شد ولی تولید ترکیبات حلال فسفات و تولید سیانید هیدروژن منفی بود (حیدرزاده و بقایی، ۲۰۱۶).

علیرغم تضادهای موجود در مزرعه، کنترل بیولوژیک به عنوان راهکار جایگزین کاهش بیماری‌های ریشه محسوب می‌شود (شارما و جوری، ۲۰۰۳). تاثیر فرمولاسیون اسپور با دوام طولانی دو سویه *B. amyloliqufaciens* FZB24 و *B. amyloliqufaciens* FZB42 به‌صورت تجاری تولید و در شرایط مزرعه و به صورت عملی در مزراع سیب‌زمینی آزمایش شد. کارآیی تحریک رشد گیاه در چند مزرعه آزمایشی در نواحی مختلف شمال شرق و شمال غرب آلمان و همچنین هلند به صورت گرانول‌های قابل تعلیق درآب و فرمولاسیون مایع حاوی اسپورهای باسیل بررسی و در چهل و هشت مزرعه منجر به افزایش عملکرد ۸/۳ درصد گردید. و تکرار آزمایشات نیز اثبات نمود که سویه FZB تقریبا میزان حاصلخیزی را ۷/۵-۱۰ درصد افزایش داد. بهترین نتایج با استفاده توام باسیلوس و قارچ‌کش‌هایی مانند Risolex و یا Monceren حاصل شد. در چنین مواردی افزایش عملکرد حداکثر ۴۰ درصد بود. البته کاهش معنی‌دار کودهای شیمیایی نیز مشاهده شد. علاوه بر این فعالیت بیوکنترل به‌طور مستقیم در مقابل شانکر ساقه و جرب سیاه سیب زمینی ناشی از *R. solani* و جرب معمولی سیب زمینی ناشی از *Streptomyces scabies* ثبت شد. در بررسی ژنتیکی سویه FZB42 مشخص شد که ۸/۵ درصد از ژنوم مسئول سنتز پلی‌کتیدها و لیپوپپتیدهای ضدباکتریایی و ضدقارچی است که فعالیت بیوکنترل بالای آن ناشی از ظرفیت ژنتیکی قابل توجه آن برای سنتز غیرریبوزومی متابولیت‌های زیستی فعال است (چن و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آماری مصـرف قارچ‌کش زیسـتی پارس باسیل تولیدی شرکت رویان تیان سبز، در کلیه غلظت‌های پیشـنهادی موجب افزایش درصد سبز بذور در شرایط مزرعه شده و لذا مصرف این ترکیب زیستی به صـورت بذر مال و یا همراه با آب آبیاری می‌تواند در افزایش درصد سبز مزرعه و کاهش میزان بیماری‌های مرگ گیاهچه و پوسیدگی بذر مفید باشد.

منابع

۱. سلیمانی، م .ج، حجـــارود، ق. ع. و زاد، ج. ۱۳۷۲. بررسی بیماری‌زایی برخی گونه‌های بذرزاد *Fusarium* روی گیاهچه پنبه. مجله بیماری‌های گیاهی۲۹: ۱۳۹-۱۳۲.

۲. منصوری، ب. و حمداله زاده، ا. ۱۳۷۳. قارچ‌های عامل پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه پنبه در مناطق گرگان و گنبد، مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، ۶۲: ۸۳-۸۹.

3. Bargabus, R. L., Zidack, N. K., Sherwood, J. W. and Jacobsen, B. J. 2004. Screening for the identification of potential biological control agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. Biol. Control, 30:342–350.
4. Casals, M. L., Ladonne, F. and Nardi, L. 2004. Evolution of seed quality during the fruit develoment on sugar beet mother plant. Abstracts 27th ISTA Congress Seed Symposium; Budapest, Hungary. May 17th – 19th, 2004.
5. Chegini, M. A. 2003. Factors effective factors on establishment of sugar beet seedling. 27th Annal Seminar of Sugr Industry; Mashhad, Iran, (In Persian).
6. Chen, B., Shao-Kun, L., Wang, K. R., Wang, G., Wang, F. U., Xiao, C. H. and Wang, N. 2008. Spectrum characteristics of cotton canopy infected with verticillium wilt and applications.Agricultral Sciences in China 7:561–569.
7. Chen, X. H., Koumoutsi, A., Scholz, R., Eisenreich, A., Schneider, K. and Schneider, I. 2007. Comparative analysis of the complete genome sequence of the plant growth promoting *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. Nat. Biotechnol. 25:1007-1014.
8. Dakora, D. F. and Phillips, D. A. 2002. Root Exudates as Mediators of Mineral Acquisition in Low-Nutrient Environments. Plant and Soil, 245: 35-47.
9. Farooq, M., Wahid, A. and Kadambot Siddique, H. M. 2012. Micronutrient application through seed treatments a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12 (1):125-142.
10. Fazle Rabbee, M., Ali, M. S., Choi, J., Hwang, B. S., Jeong, S. C and Baek, K. H. 2019. *Bacillus velezensis:* A Valuable Member of Bioactive Molecules within Plant Microbiomes. Molecules, 24:1046. doi: 10.3390/molecules24061046.
11. Gareth, G. 1998. Epidemiology of Plant Diseases. UK. 460 p.
12. Hass, D. and Defago, G. 2005. Biological control of soilborn pathogens by florescent pseudomonads. Nature Rev. Microbiol. 3:307-319.
13. Hillocks, R. J. 1992. Cotton Diseases. C.A.B. International Wallingford.UF. 415 pp.
14. Hirano, S.S. and Upper, C.D. 2000. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on Pseudomonas syringae-a pathogen, ice nucleus, and epiphyte. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 64:624-53.
15. Hinsinger, P., Gobran, G. R., Gregory, P. J., & Wenzel, W. W. 2005. Rhizosphere geometry and heterogeneity arising from root-mediated physical and chemical processes. New Phytol. 168:293-303.
16. Howell, C. R, Stipanovic, R. D. 1980. Suppression of *Pythium ultimum*-induced damping-off of cotton seedlings by *Pseudomonas fluorescens* and its antibiotic, pyoluteorin. Phytopathology 70: 712–715.
17. Heidarzadeh, N. and Baghaee-Ravari, S. 2016. Application of Bacillus pumilus as a potential biocontrol agent of Fusarium wilt of tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 48:1-9.

18. Keel, C., Wirthner, P., Oberhänsli, T., Voisard, C., Burger, U., Haas, D., and Défago, G. 1990. Pseudomonads as antagonists of plant pathogens in the rhizosphere: Role of the antibiotic 2,4-diacetylphloroglucinol in the suppression of black root rot of tobacco. Symbiosis 9:327-341.
19. Kloepper, J. W., Reddy, M. S., Kenney, D. S., Vavrina, C., Kokalis-Burelle, N., and Martinez-Ochoa, N. 2003. Theory and applications of rhizobacteria for transplant production and yield enhancement. Acta Hortic. 631:219-229.
20. Licheva, T., Badalova, M., Savov, V., Evstatieva, Y and Nikolava, D. 2013. Study of the antibacterial activity of bacterial strains from genus Bacillus against the phytopathogenic *Xanthomonas vesicatoria.* Bulga. J. Agric. Sci. 19:77–79.
21. Lifshitz, R, Kloepper, J. W. and Kozlowski, Y. M. 1987. Growth promotion of canola (repeseed) seedlings by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotics conditions. Can. J. Microbiol. 3:390-395.
22. Lugtenberg, B. J. J., Dekkers, L. C., and Bloemberg, G. V. 2001. Molecular determinants of rhizosphere colonization by *Pseudomonas*. Annu. Rev. Phytopathol. 39: 461–490.
23. Lynch, J. M., Benedetti, A., Insam, H., Nuti, P. M., Smalla, K. Torsvik, V. and Nannipieri, P. 2004. Microbial diversity in soil: ecological theories, the contribution of molecular techniques and the impact of transgenic plants and transgenic microorganisms. Biol. Fertil. Soils, 40:363-385.
24. Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Senthilkumar, M., Lee, J. S. and Lee, K. C. 2012. *Methylobacterium gossipiicola* sp. nov., a pink pigmented, facultatively methylotrophic bacterium isolated from the cotton phyllosphere. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 62: 162–167.
25. Madhi, Q. H., Daghir, G. M. and Jumaah, A. M. 2020. Investigation of the causes of root-rot and damping-off diseases of okra and testing the effectiveness of *Pseudomonas fluorescens* in disease control. Plant Archives 20:1361-1366.
26. Maier, R. M., Pepper, I. L. and Gerba, C.P. 2009. Environmental microbiology. Elsevier/Academic Press, 2nd ed. 598 pp.
27. Misaghi, I. J. and Donndelinger, C.R. 1990. Endophytic bacteria in symptom-free cotton plants. Phytopathology 80:808-811.
28. Pdrini, S., Merritt, D. J., Stevens, J. and Dixon, K. 2017. Seed coating: Science or marketing spin? Trends in Plant Science. 22: 106-116.
29. Rajendran, L. and Samiyappan, R. 2008. Endophytic *Bacillus* species confer increased resistance in cotton against damping off disease caused by *Rhizoctoniasolani*. Plant Pathol. J. 7:1–12.
30. Rajendran, L., Samiyappan, R., Raguchander, T. and Saravanakumar, D. 2007. Endophytic bacteria mediate plant resistance against cotton bollworm. J. Plant Interact. 2:1–10.
31. Reva, O. N., Smirnov, V. V., Pettersson, B. and Priest, F. G. 2002. *Bacillus endophyticus* sp. nov., isolated from the inner tissues of cotton plants (*Gossypium* sp.). Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 52:101–107.
32. Ryan, R. P., Germaine, K., Franks, A., Ryan, D. J. and Dowling, D. N. 2008. Bacterial endophytes: recent developments and applications. FEMS Microbiol. Lett. 278:1–9.
33. Saravanakumar, D., Lavanya, N., Muthumeena, K., Raguchander, T. and Samiyappan, R. 2009. Fluorescent pseudomonad mixtures mediate disease resistance in rice plants against sheath rot (*Sarocladium oryzae*) disease. Bio. Control, 54:273–286.
34. Scher, F. M. and Baker, R. 1982. Effect of *Pseudomonas putida* and a synthetic iron chelator on induction of soil suppressiveness to Fusarium wilt pathogens. Phytopathology, 72:1567-1573.
35. Sundara, B., Natarajan, V. and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yield. Field Crops Research, 77: 43-49.
36. Zhang, S., Moyne, A. L., Reddy, M. S. and Kloepper, J. W. 2002. The role of salicylic acid in induced systemic resistance elicited by plant growth-promoting rhizobacteria against blue mold of tobacco. Biol. Control. 25:288–296.

37.Zhao, Y., Selvaraj, J. N., Xing, F., Zhou, L., Wang, Y., Song, H., Tan, X., Sun, L., Sangare, L., Folly, Y. M., Liu, Y., 2014. Antagonistic action of *Bacillus subtilis* strain SG6 on *Fusarium graminearum*. PLoS One 9, e92486.