



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 Razi Nataj^{1*}, Ghorban Ghorbani NasrAbad¹, Mohammad Javad Avesta², Kasra Esfahani³, Jamshid Amini⁴

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

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.

Article history:

Received: 14/5/2025

Accepted: 15/7/2025

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.

Keywords:

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

Results: 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: Nataj, M.R., 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



بررسی اثر قارچ‌کش زیستی پارس باسیل (*Bacillus velezensis*) در مدیریت

بیماری‌های مهم، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

محمدرضی نتاج^{۱*}، قربان قربانی نصرآباد^۱، محمد جواد اوستا^۲، کسری اصفهانی^۳، جمشید امینی^۴

^۱ اعضای هیات علمی و استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۲ واحد تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان رویان تیسان سبز

^۳ گروه زیست فرآورده های گیاهی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران

^۴ نماینده شرکت دانش بنیان رویان تیسان سبز در گرگان

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	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 می شوند، لذا استفاده از سموم مختلف قارچ کش و حشره کش برای کنترل بیماریها و آفات مختلف می تواند نقش مهمی را در جلوگیری از کاهش درصد سبز بذر و تاثیر منفی در تراکم داشته باشد. باکتری های آنتاگونیست به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک ایده آل با مزیت هایی نظیر حمل آسان، سرعت رشد بالا و کلنیزه کننده مناسب ریزوسفر شناخته می شوند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۵	مواد و روش ها: آزمایش در ایستگاه های تحقیقات پنبه کارکنده و هاشم آباد استان گلستان، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با تیمارهای بذر مال به نسبت های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ در هزار قارچ کش 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 شاهد های 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 اندازه گیری و تجزیه و تحلیل آماری شدند.
واژه های کلیدی: بذر پنبه پژمردگی ورتیسیلیومی مرگ گیاهچه پارس باسیل <i>Bacillus velezensis</i>	یافته ها: تجزیه واریانس مرکب بین دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده، نشان داد که تیمارها اختلاف معنی دار داشته و تیمار شاهد (بذر بدون تیمار) با ۵۵/۶۹ درصد کمترین میزان درصد سبز را داشت و سایر تیمارهای مصرف بذر مال کاربوکسین-تیرام، مصرف بذر مال قارچ کش زیستی پارس باسیل و مصرف این ترکیب در آب آبیاری در گروه های آماری بالاتر قرار گرفتند ولی مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذر مال این قارچ کش 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 بذر مال ۲۰ در هزار قارچ کش 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.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج آماری مصرف قارچ کش زیستی پارس باسیل تولیدی شرکت رویان تیان سبز، در کلیه غلظت‌های پیشنهادی موجب افزایش درصد سبز بذور در شرایط مزرعه شده و لذا مصرف این ترکیب زیستی می‌تواند مفید باشد.

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

DOI: 10.22092/ijcr.2025.369488.1238



© نویسندگان.

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور

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 روش‌های 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 بذور 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 بذور 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 می‌تواند نقش مهمی را در جلوگیری از کاهش درصد سبز بذور و تاثیر منفی در تراکم داشته باشد. پوشش‌دهی بذور، امکان ایجاد یک لایه از سم قارچ‌کش را در اطراف بذور فراهم می‌کند. برخی از قارچ‌کش‌ها از طریق سیستم آوندی به بخش‌های هوایی گیاه نفوذ و آن را در برابر بیماری‌ها حفظ می‌کنند. پوشش‌دهی بذور 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 بذور و گیاهچه به خصوص در شرایط تنش بسیار مهم است و استفاده از میکروارگانیسم‌ها، سموم شیمیایی، مواد تنظیم‌کننده رشد، کودها، مواد

جاذب رطوبت، پوشش‌های حساس به حرارت و عناصر غذایی به همراه مواد چسباننده به سطح خارجی بذور 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 *Pythium* و *Fusarium spp.*، *Rhizoctonia solani* 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 solani*، *Fusarium acuminatum*، *Rhizopus arrhizus*، *Pythium ultimum* و *Rhizoctonia solani* و *Sclerotium rolfsii* به عنوان عوامل پوسیدگی بذور 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 حفاظت 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 (کلور 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 رولپط موجودات قرار دارد (هینسینگر و همکاران، ۲۰۰۵). در عمل ریزوسفر، خاک متصل به ریشه است که به صورت 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 سترات، 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 (ساراولناکومار 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 ضد عفونی 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*، *B. brevis*، *B. pumilus*، *Bacillus* sp.، *Clavibacter* sp. و *Xanthomonas* sp. از سطح سترون ریشه، ساقه، غنچه و غوزه دو رقم پنبه به صورت اندوفیت جداسازی شدند (میساقی و دلدلینگر، 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 به طور 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

۲۰۰۴). در توتون آلوده به کپک آبی، تیمار با سویه *B. pumilus* SE34 منجر به افزایش مقدار سالیسیلیک اسید در مقایسه با تلقیح گیاه با دو باکتری گرم منفی بود (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

دو گونه باکتری *Mucilaginibacter gossypii* و *M. gossypicola* به عنوان باکتری‌های محرک رشد از ریزوسفر پنبه گزارش شدند (مادیان و همکاران، ۲۰۱۰). گونه‌های *B. endophyticus* و *Bacillus* sp. نیز از پنبه جداسازی و گزارش شدند (راجندران و همکاران، ۲۰۰۷، روا و همکاران، ۲۰۰۲، راجندران و سامیپان، ۲۰۰۸).

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقات پنبه کارکنده و هاشم آباد استان گلستان، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای بذر مال ۱۰، ۱۵ و ۲۰ در هزار و مصرف 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 اسید سولفوریک کرک‌زدایی شد. هر تیمار آزمایش در ۶ خط ۸ متری و به فواصل بوته 20×80 سانتی‌مترکشت و یادداشت برداری‌ها به صورت هفتگی و بعد از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها در کرت‌های آزمایشی، بر روی ۴ خط میانی انجام شد. عملیات زراعی کاشت و داشت محصول براساس نظر کارشناسی انجام و در پایان عملکرد محصول نیز اندازه‌گیری و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه، میانگین بدست آمده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد با هم مقایسه و بهترین تیمار از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده مشخص شدند. جهت محاسبه درصد سبز از فرمول زیر استفاده شد (مهدی و همکاران، ۲۰۲۰):

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

گزارش شدند که از رشد جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها و نماتدها جلوگیری می‌کنند. تجزیه و تحلیل ژنومی نشان داده است که *B. velezensis* دارای ژن‌های مربوط به بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه است که نقش مهمی در سرکوب عامل بیماری و ارتقای رشد گیاه دارند. به طور خاص، *B. velezensis* ظرفیت ژنتیکی بالایی برای سنتز لیپوپپتیدهای حلقوی (به عنوان مثال، سورفاکتین، باسیلومایسین-D، فنزيسين، و باسیلی باکترین) و پلی کتیدها (مانند ماکرولاکتین، باسیلین و دیفیسیدین) از خود نشان می‌دهد. متابولیت‌های ثانویه تولید شده توسط *B. velezensis* همچنین می‌توانند باعث ایجاد مقاومت سیستمیک القایی در گیاهان شوند، فرآیندی که طی آن گیاهان از خود در برابر حملات مکرر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا دفاع می‌کنند (فضل ربی و همکاران، ۲۰۱۹).

براساس آزمون‌های بیوشیمیایی و مولکولی گونه‌های *Bacillus licheniformis* و *B. subtilis* به عنوان عوامل بیوکنترل *Xanthomonas vesicatoria* شناسایی شدند (لیچوا و همکاران، ۲۰۱۳). باکتری‌های محرک رشد گیاه مانند مانند *Acinetobacter*، *Azospirillum*، *Arthrobacter*، *Agrobacterium*، *Bacillus*، *Bradyrhizobium*، *Frankia*، *Pseudomonas*، *Rhizobium*، *Serratia* و *Thiobacillus* به عنوان باکتری‌ها کلنیزه کننده ریشه اثرات مفیدی در رشد و توسعه گیاه دارند. علاوه بر استفاده از آنها در جهت تحریک رشد گیاه، از این باکتری‌ها برای کنترل بیمارگران گیاهی، افزایش کارایی کودها و تجزیه ترکیبات مخرب در محیط زیست (پالایش ریشه‌ای) استفاده می‌شود (کلوپر و همکاران، ۲۰۰۳).

القای مقاومت سیستمیک القایی در چغندر قند همراه با افزایش فعالیت پروکسیداز و افزایش تولید یک ایزوزایم کیتناز و دو ایزوزایم بتا-۱ و ۳ گلوکوناز بود که به وسیله سویه *B. mycoides* Bac J. (بارگابوس و همکاران، ۲۰۰۲) و سویه‌های 203-7 *B. pumilus* و 203-6 *B. pumilus* انجام شد (بارگابوس و همکاران،

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 $\times$ 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 (DI = disease 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 تجزیه 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 معنی دار 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 قارچ کش پارس باسیل تولید شرکت رویان تیان سبز و مصرف سه مقدار ۲/۵، ۷/۵ و ۵ لیتر این قارچ کش 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 معنی داری مشاهده نشد ولی تیمارهای ضدعفونی بذر با کاربوکسین-تیرام، مصرف ۲۰ در هزار بذر مال و مصرف ۵ لیتر قارچ کش 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 قارچ کش زیستی پارس باسیل ، مصرف ۲/۵ و ۵ لیتر این قارچ کش 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 معنی دار بوده و سایر صفات اختلاف معنی دار نداشتند (جدول ۲). عملکرد تیمارهای مصرف بذر مال کاربوکسین-تیرام، مصرف ۱۵ و ۲۰ در هزار بذر مال قارچ کش 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 قارچ کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه کارکنده

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

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

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه هاشم آباد

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

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

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

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

*: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد **: معنی دار در سطح احتمال یک درصد ns: عدم اختلاف معنی دار

بالاترین درصد سبز را در بین تیمارها داشتند. لازم به ذکر است با توجه به نتایج آماری مصرف قارچ کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز در کلیه غلظت‌های پیشنهادی موجب افزایش درصد سبز بذور در شرایط مزرعه شدند. از نظر شاخص عملکرد نهایی مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال ۲۰ در هزار قارچ کش 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).

تجزیه واریانس مرکب بین دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده، تیمارها اختلاف معنی دار 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 قارچ کش زیستی پارس باسیل و مصرف این ترکیب در آب آبیاری در گروه های آماری بالاتر قرار گرفتند ولی مصرف کاربوکسین-تیرام، مصرف بذرمال این قارچ کش زیستی و مصرف مقدار ۷/۵ لیتر آن در آب آبیاری به ترتیب با ۷۷/۶۸، ۷۲/۸۹ و ۷۳/۵۲ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مختلف حاصل از تیمار قارچ‌کش زیستی پارس باسپیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه کارکنده

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

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 باسپیل شرکت رویان تیان سبز در ایستگاه هاشم آباد

وزن سی غوزه (g)	عملکرد کل (g/plot)	ارتفاع بوته (cm)	درصد سبز گیاهچه	صفات	تیمار	ردیف
۱۶۵/۹۳ ^{ab}	۲۶۷۲/۶۷ ^b	۹۸ ^a	۴۹/۰۹ ^a	شاهد		۱
۱۵۴ ^{abc}	۴۱۶۲ ^a	۱۰۶/۳۳ ^a	۷۱/۲۱ ^a	کاربوکسین-تیرام		۲
۱۵۸/۳۷ ^{abc}	۲۷۷۴ ^b	۱۰۲/۴ ^a	۸۱/۲۱ ^a	۱۰ در هزار بذرمال		۳
۱۴۲۶/۶ ^c	۳۲۱۴ ^{ab}	۹۴/۶ ^a	۷۳/۶۳ ^a	۱۵ در هزار بذرمال		۴
۱۵۰/۳۳ ^{bc}	۲۹۴۳/۳۳ ^{ab}	۱۰۸/۵۳ ^a	۵۶/۹۷ ^a	۲۰ در هزار بذرمال		۵
۱۷۱/۸ ^a	۳۶۲۹ ^{ab}	۹۴/۶۶ ^a	۵۶/۳۶ ^a	مصرف ۲/۵ لیتر در آب آبیاری		۶
۱۵۵/۵ ^{abc}	۲۷۸۲ ^b	۹۸/۸۶ ^a	۵۱/۸۲ ^a	مصرف ۵ لیتر در آب آبیاری		۷
۱۵۱/۳۳ ^{bc}	۲۵۴۰/۶۷ ^b	۹۰/۵۳ ^a	۷۴/۸۴ ^a	مصرف ۷/۵ لیتر در آب آبیاری		۸

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 قارچ کش زیستی پارس باسیل شرکت رویان تیان سبز دو ایستگاه تحقیقات هاشم آباد و کارکنده

ردیف	تیمار	صفات	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.

سیب زمینی آزمایش شد. کارآیی تحریک رشد گیاه در چند مزرعه آزمایشی در نواحی مختلف شمال شرق و شمال غرب آلمان و همچنین هلند به صورت گرانول های قابل تعلیق در آب 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 تقریباً میزان حاصلخیزی را ۷/۵-۱۰ درصد افزایش داد. بهترین نتایج با استفاده توام باسیلوس و قارچ کش هایی مانند Risolex و یا Monceren حاصل شد. در چنین مواردی افزایش عملکرد حداکثر ۴۰ درصد بود. البته کاهش معنی دار کودهای شیمیایی نیز مشاهده شد. علاوه بر این فعالیت بیوکنترل به طور 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 پلی کتیدها و لیپوپپتیدهای ضدباکتریایی و ضدقارچی است که فعالیت بیوکنترل بالای آن ناشی از ظرفیت ژنتیکی قابل توجه آن برای سنتز غیرریبوزومی متابولیت های زیستی فعال است (چن و همکاران، ۲۰۰۷).

سویه هایی از *Bacillus amyloliquefaciens*، *B. subtilis*، *B. pasteurii*، *B. cereus*، *B. pumilus*، *B. mycoides* و *B. sphaericus* کاهش معنی داری در وقوع و یا شدت بیماری های متعدد در گیاهان مختلف نشان دادند. القای مقاومت سیستمیک القایی توسط این سویه ها در گلخانه و یا مزارع آزمایشی روی گوجه فرنگی، فلفل دلمه، طالبی، هندونه، چغندر قند، توتون، آرابیدوپسیس، خیار، کاج و دو محصول گرمسیری انجام شد (کلور و همکاران، ۲۰۰۳). استفاده از سویه های *B. pumilus* 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 نیز حدود 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 بیماری های ریشه محسوب می شود (شارما و جوری، ۲۰۰۳). تاثیر فرمولاسیون اسپور با دوام طولانی دو سویه FZB24 *B. amyloliquefaciens* و FZB42 *B. amyloliquefaciens* به صورت تجاری تولید و در شرایط مزرعه و به صورت عملی در مزارع

نتیجه‌گیری

در شرایط مزرعه شده و لذا مصرف این ترکیب زیستی به صورت 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.

با توجه به نتایج آماری مصرف قارچ‌کش زیستی پارس باسیل تولیدی شرکت رویان تیان سبز، در کلیه غلظت‌های پیشنهادی موجب افزایش درصد سبز بذور

منابع

۱. سلیمانی، م. ج.، حجارود، ق. ع. و زاد، ج. ۱۳۷۲. بررسی بیماری‌زایی برخی گونه‌های بذرزاد *Fusarium* روی گیاهچه پنبه. مجله بیماری‌های گیاهی ۲۹: 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 development 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. *Agricultural Sciences in China* 7:561-569.
7. Chen, X. H., Koumoutsis, 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. Fazole 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 Hort.* 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 Kozłowski, Y. M. 1987. Growth promotion of canola (repeaseed) 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 gossypicola* 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 *Rhizoctonia solani*. *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.