کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی
دوره۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰ (۹۵-۸۹) مقاله پژوهشی DOI: 10.22059/JBIOC.2023.358629.321

تاثیر *Pseudomonas fluorescens* strain EB298 (UTPf298) در کنترل *Fusarium pseudograminearum* عامل بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه و رنگدانه های کلروفیل گندم

نیلوفر محمدی فشارکی[۱]، کیوان بهبودی[۲*]، مجید طالبی[۳]

۱. دانشجوی دکتری بیماری شناسی کشاورزی، گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲. دانشیار، گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳. دانشیار، بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶ - تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۴/۲۰)

چکیده

گندم با سطح زیرکشت در حدود نیمی از اراضی زراعی ایران یکی از مهم ترین محصولات کشاورزی است. بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه گندم ***Fusarium pseudograminearum*** یکی از مخرب‌ترین عوامل قارچی در مناطق خشک ایران و جهان می باشد که میزان تولید این محصول را تحت تاثیر خود قرار می دهد. این بیماری با تخریب کلروفیل گیاه گندم باعث کاهش رشد گیاه و به مرور زمان باعث مرگ و خشک شدن کامل بوته گندم می شود. استفاده از سموم شیمیایی یکی از روش های کنترل خسارت ناشی از این بیماری است اما به دلیل خسارات زیست محیطی ناشی از این سموم، دانشمندان به دنبال روش جایگزین هستند. در این پژوهش با کمک جدایه باکتریایی ***Pseudomonas fluorescens* strain EB298 (UTPf298)** میزان بیماری‌زایی این قارچ در شرایط گلخانه به طور معنی در مقایسه با گیاه شاهد کاهش یافت. در شرایط آزمایشگاه نیز جدایه باکتری به میزان ۷۰ درصد از رشد قارچ جلوگیری کرد. همچنین این جدایه با کاهش خسارات ناشی از قارچ میزان کلروفیل **a**، **b** و کلروفیل کل را به ترتیب تا ۱، ۰,۵ و ۱/۵ میلی گرم/گرم افزایش داده است. جدایه ***Pseudomonas fluorescens* strain EB298 (UTPf298)** با تحریک رشد گیاه باعث افزایش وزن ریشه و ساقه به میزان ۰,۳۵ و ۰,۹ گرم و افزایش طول ریشه و ساقه به میزان ۱۵ و ۲۸ سانتی متر شد. از این رو در این پژوهش به دلیل کارایی جدایه ***Pseudomonas fluorescens* strain EB298 (UTPf298)** می توان به عنوان عاملی مناسب برای کنترل بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه گندم ***Fusarium pseudograminearum*** و افزایش عملکرد رنگدانه های گندم استفاده کرد.

واژه های کلیدی: سموم شیمیایی، عوامل قارچی، کشاورزی پایدار، کلروفیل، کنترل بیولوژیک.

The effect of *Pseudomonas fluorescens* strain EB298 (UTPf298) in the control of *Fusarium pseudograminearum*, the cause of crown and root rot disease and wheat chlorophyll pigments

Niloufar Mohammadi Fesharaki[1], Keivan Behboudi[2]*, Majid Talebi[3]

1. Ph.D. student, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Associate Professor, Department of Plant Protection, University of Tehran, Karaj, Iran,.*Corresponding Author.
3- Associate Professor, Department of Biotecnology,Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

(Received: Apr ,04, 2022- Accepted: Oct ,29, 2022)

Abstract

Wheat is one of the most important agricultural products with the cultivated area covering about half of Iran's arable land. Fusarium pseudograminearum crown and root rot disease of wheat is one of the most destructive fungal agents in dry regions of Iran and the world, which affects the production of this product. By destroying the chlorophyll of the wheat plant, this disease reduces the growth of the plant and over time causes the death and complete drying of the wheat plant. The use of chemical poisons is one of the ways to control the damage caused by this disease, but due to the environmental damage caused by these poisons, scientists are looking for an alternative method. In this study, with the help of Pseudomonas fluorescens strain EB298 (UTPf298), the pathogenicity of this fungus in greenhouse conditions was significantly reduced compared to the control plant. In laboratory conditions, the bacterial isolate prevented the growth of the fungus by 70%. Also, this isolate has increased the amount of chlorophyll a, b and total chlorophyll to 1, 0.5 and 1.5 mg/g, respectively, by reducing the damage caused by the fungus. By stimulating plant growth, Pseudomonas fluorescens strain EB298 (UTPf298) increased the weight of root and stem by 0.35 and 0.9 grams and increased the length of root and stem by 15 and 28 cm. Therefore, in this research, due to the efficiency of Pseudomonas fluorescens strain EB298 (UTPf298), it can be used as a suitable agent to control Fusarium pseudograminearum crown and root rot disease of wheat and increase the yield of wheat pigments.

Key words: *Chemical pesticides, fungal agents, Sustainable agriculture, chlorophyll, biological control* .

E-mail: behbodi@ut.ac.ir

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی در ایران و جهان می باشد. حدود نیمی از اراضی زراعی در ایران(معادل 7/48 درصد) تحت کشت گندم است که به طور فراگیر در همه استان‌ها با اقلیم‌های گوناگون کشت می گردد. به گزارش خبرگزاری کشاورزی ایران (IANA, 2022) رشد تولید گندم در ایران در 60 سال اخیر به طور متوسط 3 برابر شده، و تولید گندم در سال زراعی-99 1398برابر 14 میلیون تن برآورد شده است.

بیماری پوسیدگی فوزاریومی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم است و در مناطق خشک ایران بیشترین خسارت را دارد. پوسیدگی فوزاریومی به عنوان پوسیدگی تاج، پوسیدگی ساقه و پوسیدگی ریشه شناخته می شود. بذرهای آلوده به فوزاریوم ممکن است قبل یا بعد از جوانه‌زنی دچار مرگ شوند. علائم بیماری معمولا با قهوه ای شدن کلئوپتیل، غلاف‌های برگ‌های تحتانی و ساقه‌های مجاور و گره‌ها همراه است. این رنگ قهوه‌ای می تواند ظرف چند هفته پس از کاشت یا در کل توسعه گیاه آشکار شود. گیاهان آلوده ممکن است دارای خوشه های سفید و بدون دانه باشد (Smith *et al*., 2019).

در بررسی سه ساله (۱۳۸۸-۱۳۹۰) میزان خسارت بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از دو گونه قارچی *F. pseudograminearum* و *F. graminearum* در استان گلستان، خسارت بیماری در ارقام مختلف و در سال‌های مختلف ۱۹-۲/۷ درصد برآورد و گزارش شد (Dehghan *et al*., 2013). فوزاریوم بر رشد و نمو گیاهان اثر می گذارد و باعث کاهش رشد گیاه می شود. پژمردگی فوزاریوم از فعالیت فتوسنتزی در گیاهان جلوگیری می کند و باعث کاهش میزان کلروفیل در گیاهان در نتیجه عفونت قارچی می شود (PanelAbeer *et al*., 2021; Baghbani *et al*., 2019; Zhori *et al*., 2015). استفاده از سودوموناداها به‌عنوان گروهی از باکتری‌های افزایش دهنده رشد از اثرات مضر تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاه جلوگیری می‌کنند. این باکتری‌ها با تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه در برابر تنش‌های مختلف، باعث افزایش تحمل و سازگاری گیاه می-شوند (Marasco *et al*., 2012). این باکتری های محرک رشد تحت شرایط تنش زنده و غیر زنده، تاثیر مثبتی بر برخی پارامترهای گیاه از جمله سرعت جوانه زنی، افزایش سبزینگی، رشد و عملکرد گیاه دارند (Egamberdieva *et al*., 2009; Ravanbakhsh *et al*., 2018). در پژوهشی که توسط رستمی و همکاران (۲۰۲۰) انجام گرفت گزارش شده که جدایه‌های *Pseudomonas fluorescens* باعث افزایش رشد گیاهان و همچنین کنترل بیماری پوسیدگی ریشه فوزاریوم می شود. هدف از این پژوهش بررسی احتمال استفاده از جدایه *Pseudomonas fluorescens* (UTPf298) EB298 برای کنترل بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه گندم *Fusarium pseudograminearum* و همچنین بررسی عملکرد این باکتری بر افزایش کارایی رنگدانه ها در هنگام تنش بیماری و افزایش رشد گیاه گندم است.

مواد و روش ها

تهیه جدایه قارچ *Fusarium pseudograminearum* عامل پوسیدگی طوقه و ریشه گندم

جدایه قارچ بیمارگر از کلکسیون قارچ شناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه تهیه شد (یونسی و همکاران ۱۳۹۱). سپس این جدایه روی محیط کشت PDA به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس کشت داده شد و نگهداری کوتاه مدت آن در دمای چهار درجه سلسیوس به روش فرادکین و همکاران (۱۹۸۷) انجام شد.

تهیه باکتری *Pseudomonas fluorescens* EB298 (UTPf298)

جدایه باکتریایی از خاک‌های آلوده به بیماری پوسیدگی ریشه مزارع گندم استان خوزستان شهرستان اندیمشک جداسازی شد. پس از شناسایی این جدایه ، توالی این سویه در بانک ژن NCBI و با شماره دسترسیOP117153 ثبت شد.

بررسی کارایی جدایه های سودوموناد فلورسنت علیه *F. pseudograminearum* در شرایط آزمایشگاهی

برای ارزیابی اثرات آنتاگونیستی باکتری‌ها بر روی *F. pseudograminearum* از آزمون کشت متقابل (Asha *et al*., 2011) استفاده شد. همه آزمون‌ها روی محیط کشت PDA و در دمای ۲۶ درجه سلسیوس و در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. درصد بازدارندگی از رشد با رابطه مقابل محاسبه شد: "درصد بازدارندگی از رشد بیمارگر برابر است با اختلاف قطر پرگنه قارچ بیمارگر در هر تیمار با قطر پرگنه قارچ بیمارگر در تیمار شاهد تقسیم بر قطر پرگنه قارچ بیمارگر در تیمار شاهد که به صورت درصد بیان شد."

بررسی کارایی جدایه های سودوموناد فلورسنت علیه *F. pseudograminearum*

به منظور بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و نمو گیاه گندم وکنترل بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه گندم یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش بیماری زایی در دو سطح (فاقد بیماری و دارای قارچ *F. pseudograminearum*)، باکتری در دو سطح شاهد (بدون تلقیح) و تلقیح بذر با *Pseudomonas fluorescens* EB298 (UTPf298) است. پس از تلقیح عامل قارچ و باکتری، سپس بلافاصله کشت انجام شد. برای تهیه مایه تلقیح بذر گندم با باکتری، یک کلنی خالص از هر جدایه برداشته می شود و تحت شرایط استریل به ارلن مایرهای حاوی محیط LB اضافه می گردد. ارلنهای مایر تلقیح شده با باکتری روی شیکر با سرعت ۱۲۰rpm و دمای ۲۸ درجه سلسیوس قرار داده می شود. پس از۴۸ ساعت مایه تلقیح سویه ها با جمعیت تقریبی$۱۰^{۸}\times۵$آماده می‌شود. بذر گندم با استفاده از الکل ۹۶ درصد به مدت یک دقیقه و هیپوکلریت ۱/۵ درصد به مدت ۱۰ دقیقه استریل سطحی می‌شود. سپس به منظور حذف هیپوکلریت، بذرها با آب مقطر استریل ۳ بار شستشومی گردد. سپس بذرهای استریل سطحی شده به ارلنهای حاوی مایه تلقیح باکتریهای مورد مطالعه اضافه و به مدت ۴۵ دقیقه بر روی شیکر با دور ۱۲۰ و دمای ۲۸درجه قرار داده می‌شود (Egamberdieva *et al.*, 2015). برای تلقیح قارچ بیمارگر، بذور گندم دو بار به فاصله ۲۴ ساعت اتوکلاو شدند. پس از سرد شدن، چهار قطعه‌ی پنج میلی‌متری از حاشیه کشت شش روزه قارچ بیمارگر به هر ارلن تلقیح شده و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. بعد از یک ماه، بذور کلنیزه شده با کلونی بیمارگر در شرایط استریل کاملاً خشک شده و مایه تلقیح جدایه قارچ بیمارگر با خاک استریل مخلوط شد (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۷). پس از یک ماه ریشه ها کاملا از خاک در آمده و فاکتورهای رشدی شامل طول گیاه و ریشه، وزن گیاه و ریشه و شدت بیماریزایی بررسی شد. بررسی میزان بیماری زایی براساس روش (Shaw, 1999) باتوجه به میزان قهوه ای شدن (پوسیدگی) ریشه بر مقیاس نمره دهی ۵-۰ که در آن صفر (۰٪ آلودگی)، یک (۱۰-۱ درصد آلودگی)، دو (۲۵-۱۱ درصد آلودگی)، سه (۵۰-۲۶ درصد آلودگی)، چهار (۷۵-۵۱ درصد آلودگی) و پنج (۱۰۰-۷۶ درصد آلودگی) ارزیابی شد.

سنجش رنگدانه های گیاه

برای اندازه گیری رنگدانه ها پس از یک ماه از کاشت گیاه گندم مقدار ۰٫۵ گرم از بافت تازه برگ گیاه با یک میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد. مخلوط به دست آمده، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت۶۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شده و درنهایت عصاره استونی شفاف را جدا کرده و پس از نیم ساعت تاریکی اندازه گیری رنگدانه ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و در دو طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر انجام گرفت. برای تعیین مقدار کلروفیل‌های کل، a و b و کاروتنوئید از رابطه های زیر استفاده شد (Gunes *et al.*, 2007). آزمایش به صورت تصادفی با پنج تکرار انجام شد.

در روابط $Ch\ a = [19.3\times A663 - .86\ A645]$ و $Ch\ b = [19.3\times A645 - 3.6\times A663]$ V/100W

Carotenoides = 100(A470) - V/100W و 3.27(mg Ch a) - 104(mg Ch b)/227 ، موارد A470و A645 وA663 به ترتیب جذب نور در طول موج‌های ۴۷۰ و ۶۴۵ و ۶۶۳ است. V حجم عصاره صاف شده و W وزن تر نمونه برحسب گرم است.

آنالیز داده‌ها

در پایان، داد های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 16.0تجزیه و مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج

کارایی جدایه های سودوموناد فلورسنت علیه *F. pseudograminearum* در شرایط آزمایشگاهی

نتایج کشت متقابل روی محیط غذایی نشان داد باکتری *Pseudomonas fluorescens* EB298 (UTPf298) قادر به کاهش رشد قارچ *F. pseudograminearum* تا میزان ۷۰ در صد می‌باشد.

کارایی جدایه های سودوموناد فلورسنت علیه *F. pseudograminearum*در شرایط گلخانه

نتایج نشان داد که جدایه باکتریای باعث کاهش شدت بیماری زایی از درجه ۴ به ۲ بوده است. مطابق جدول ۱ این جدایه باعث تحریک رشد گیاه شده و در زمان تنش بیماری میزان رشد ساقه وریشه گندم را افزایش داده است.

جدول ۱) جدول مقایسه میانگین بذور گندم تیمار شده با جدایه *P. fluorescens* strain EB298 روی افزایش صفات رشدی گندم و کنترل بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه گندم با عامل*F. pseudograminearum*

Table 1.Comparison table of the mean of wheat seeds treated with *Pseudomonas fluorescens* EB298 (UTPf298)isolate on increasing the growth traits of wheat and controlling crown and root rot of wheat with *F. pseudograminearum*

نمونه	طول ریشه(cm)	طول ساقه(cm)	وزن خشک ریشه(g)	وزن خشک ساقه(g)	شدت بیماری زایی
گیاه بیمار+ *P. fluorescens* strain EB298	b۱۵	b۲۸	b۰/۳۵	b۰/۹	b۲
گیاه بیمار	c۶	c۱۵	c۰/۱	a۰/۴	a۴
گیاه سالم	a۲۰	a۳۵	a۰/۵۵	b۱/۵	c۱

اعداد میانگین پنج تکرار می باشند. p≤ 5% می باشد

. The numbers are the average of three replicates. p ≤ 5%

سنجش رنگدانه های گیاه

سنجش رنگدانه ها در جدول ۲ نمایش داده شده است. نتایج نشان داده جدایه باکتری در زمان بیماری زایی باعث افزایش کلروفیل شده در حالی که در هنگام عفونت گیاه به این بیماری میزان کارتنوئید افزایش یافته و در مورد گیاه تلقیح شده با باکتری میزان این رنگدانه کاهش معناداری داشته است.

جدول ۲) جدول مقایسه میانگین بذور گندم تیمار شده با جدایه *P. fluorescens* strain EB298 و تاثیر آن بر روی کارایی رنگدانه های گندم

Table 2. comparison table of average wheat seeds treated with P. fluorescens strain EB298 and its effect on the efficiency of wheat pigments

نمونه	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)	کلروفیل کل (mg/g)	کارتنوئید (mg/g)
گیاه بیمار – ***P. fluorescens strain* EB298**	b۱	b۰/۵	b۱/۵	b۰/۲۷
گیاه بیمار	c۰/۵	c۰/۲	c۰/۷	a۰/۴۲
گیاه سالم	b۱/۵	a۰/۷	a۲/۲	c۰/۱

اعداد میانگین سه تکرار می باشند. p≤ 5% می باشد

. The numbers are the average of three replicates. p ≤ 5%

بحث

بیماری های ناشی از گونه های مختلف فوزاریوم باعث خسارات عمده به محصولات کشاورزی از نظر اقتصادی و کاهش کیفیت بسیاری از گونه های گیاهی مهم در سراسر جهان ، از جمله غلات می شود. پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه (FCR) ، ناشی از *Fusarium pseudograminearum*، یک بیماری غلات است که در بسیاری از مناطق زراعی خشک و نیمه خشک جهان رخ می دهد. در سالهای اخیر ، این بیماری شیوع بیشتری پیدا کرده است، که بخشی از آن ناشی از کاهش روش های حفظ رطوبت مانند حداقل خاک ورزی و ماندگاری کاه وکلش است (Kazan *et al*,. 2018). بررسی نتایج بیماری زایی این قارچ در این پژوهش نشان داده که قارچ *F. pseudograminearum* دارای توانایی خسارت تا ۷۵ درصد به گیاهچه گندم می باشد (جدول ۱).

محققان به دلیل خسارت زیست محیطی سموم شیمیایی و ناکارآمدی سموم به دنبال روشی جایگزین برای کنترل بیماری هستند. دستیابی به یک کشاورزی پایدار یکی از اهدف مهم محققین کشاورزی کشور است. یکی از ویژگی‌های کشاورزی پایدار این است که در عین حال که نیاز غذایی یک کشور را فراهم می‌کند، کمترین آسیب را به منابع طبیعی و محیط‌زیست و به‌خصوص سلامتی انسان وارد می-نماید. سلامت جامعه نیازمند مصرف غذای سالم است و رسیدن به این هدف جز با جایگزین‌کردن عوامل طبیعی کنترل کننده آفات و بیماری‌ها و تقویت کننده‌های رشد به‌جای سموم و کودهای شیمیایی حاصل نخواهد شد. در کنترل‌بیولوژیک از میکروارگانیسم‌های مفید برای کنترل بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شود. اما متاسفانه شناسایی و به-کارگیری این عوامل، بامشکلاتی همراه است. به‌طوری که تنها حدود ۱٪ از اراضی کشاورزی کل دنیا بوسیله-ی میکروارگانیسم‌های مفید، کنترل می‌شوند (Ongena and Jacques 2008). استفاده از سودوموناد‌ها به‌عنوان گروهی از باکتری‌های افزایش دهنده رشد از اثرات مضر تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاه جلوگیری می‌کنند. این باکتری‌ها با تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه در برابر تنش‌های مختلف، باعث افزایش تحمل و سازگاری گیاه می‌شوند(Marasco *et al.*, 2012). در این پژوهش جدایه باکتری توانسته بیماری زایی قارچ فوزاریوم را تا سطح ۲ حدود ۲۵ درصد خسارت به گیاهچه گندم در برابر شاهد که حدود ۷۵ درصد خسارت بود کاهش دهد و علاوه براین با افزایش رشد گیاه در شرایط بیماری زایی فوزرایوم باعث کاهش خسارات ناشی از این قارچ شود.

در پژوهشی که باغبانی و همکاران (۲۰۱۹) انجام داده اند بیان کردند قارچ پوسیدگی فوزاریومی ریشه در گوجه فرنگی باعث کاهش میزان کلروفیل شده و عفونت ناشی از این قارچ باعث تخریب کلروپلاست و کاهش عملکرد کلروفیل و کاهش سبزینگی گوجه فرنگی شده است. در پژوهشی دیگر بیان می کند قارچ فوزاریوم با تخریب کلروفیل باعث خشکی گوجه فرنگی شده است (PanelAbeer *et al.*, 2021). تمامی پژوهش با نتایج این گزارش همخوانی داشته، در این پژوهش فوزاریوم باعث کاهش کلروفیل a وb و در نهایت کلروفیل کل شده است. اما قارچ باعث افزایش کارتنوئید شده که این رنگدانه در هنگام پیری و مرگ گندم افزایش می یابد. در مطالعه شارما (۲۰۰۳) نقش تلقیح باکتری سودوموناس در گیاه لوبیا در شرایط تنش نشان دادند که در شرایط تلقیح این باکتری نسبت به شرایط تنش بدون تلقیح، غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل به ترتیب ۳۴، ۴۸و ۳۹ درصد افزایش یافت. همچنین با افزایش سنتز کلروفیل میزان کلروز در برگها نیز کاهش یافت. در این پژوهش میزان کلروفیل کل از ۰,۷ mg/g به ۱,۵ mg/g افزایش یافت. علاوه بر این میزان کارتنوئید از ۰,۴۲mg/g به ۰,۲۷ mg/g کاهش یافت. این رنگدانه باعث افزایش پیری و زردی در گیاه گندم می شود که با کاهش این رنگدانه توسط باکتری میزان خسارت کاهش یافت (جدول ۲).

تحقیقات نادیم و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که تلقیح ذرت با گونه S20 باعث افزایش میزان کلروفیل a و b شد. در ارزیابی آناقلی (۲۰۱۰) کاربرد باکتری

باعث افزایش مجموع کلروفیل a ود b در هنگـام تـنش بیماری شده است. بیشترین مجموع کلروفیل a و b در تیمارهای تلقیح شـده بـا بـاکتری و کمتـرین مجمـوع کلروفیل a و b در تیمارهای بدون تلقیح باکتری برآورد گردید. درپژوهشـی دیگـر اثـر میکـوریز آربسـکولار و باکتریهای محرک رشد بر جذب مواد غذایی و عملکرد گندم ، گزارش کرد که استفاده از مایه تلقـیح بـاکتری *P. fluorescens* میزان کلروفیل برگ گندم را افـزایش داد (Saravanakumar and Samiyappan, 2007; Saghafi *et al.*, 2013) نتایج این پژوهش هم بیان می کند تلقیح بـذر بـا جدایـه عـلاوه بـر کنتـرل بیمـاری پوسیدگی ریشه باعث افزایش میزان کلروفیل و کاهش کارتنوئید شده اسـت. همچنـین ایـن بـاکتری بـا اثـر گذاری بر رشد گیاه باعث تقویت گیاه و سبزینگی گیاه گندم شد.

منابع

سمیعی، ف.، جوان نیکخواه، م.، زمانی زاده، ح.ر. و رفیعی کوهرودی، ز. ۱۳۸۷. واکنش تعدادی از ارقام گندم به قارچ *Bipolaris sorokiniana* عامل پوسیدگی معمولی ریشه. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۲: ۲۱۱-۲۱۹.

Anagholi, A., Tabatabaii, S. and Fouman Ajirlou, A. (2010). Evaluation of Salt-tolarance of varieties of Sorgom using sensitivity and stress-tolerance indices. Agricultural Crop Production. 3(1): 89-102.

Baghbani, F., Lotfi, R,. Moharramnejad, S., Bandehagh, A., Roostaei, M,. Rastogi, A. and Kalaji, H. (2019). Impact of Fusarium verticillioides on chlorophyll fluorescence parameters of two maize lines. European Journal of Plant Pathology. 154: 337-346.

Dehghan, A., Gregorian, A. and Hashemi, M. (2013). Determine the damage caused by fungal root rot diseases of wheat in the province. Iranian Journal of Applied Plant Protection. 3(1): 273-279

Egamberdieva, D., Jabborova, D. and Hashem, A. 2015. *Pseudomonas* induces salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum*) and resistance to *Fusarium* root rot through the modulation of indole-3-acetic acid. Saudi Journal of Biological Sciences. 22: 773-779.

Fradkin, L. G., Yoshinaga, S. K., Berk, A. J. and Dasgupta, A. (1987). Mol. Cell. Biology, 7: 3880_3887.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E. and Cicek, N. (2007). Salcylic acid indiuced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal Plant Physiology, 164 (6): 728-36.

Iranian Agriculture News Agency -IANA. (2022). http://www.iana.ir.

Kazan, K. And Gardiner, D. M. (2018). *Fusarium* crown rot caused by *Fusarium pseudograminearum* in cereal crops: recent progress and future prospects. Molecular Plant Pathology, 19 (7); 1547–1562.

Marasco, R., Rolli, E., Ettoumi, B., Vigani, G., Mapelli, F., Borin, S. and Dafonchio, D. (2012). A drought tesistance_promoting microbiome is selected by root system. PloS ONE. 7 (10): e48479.

Nadeem, S., Zahir, Z. A., Naveed, M. and Arshad, M. (2007). Preliminary inverstigations on inducing salt tolerance in Canola through ACC-deaminase activity. Canadian Journal of Microbiology. 53(10):1141-1149.

Ongena, M. and Jacques, Ph. (2008). Bacillus lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol. Trends Microbiol. 16(3): 115-25.

PanelAbeer, H., Akhter, A,. Abdulaziz, A. A., Singh, G., Khalid. F. A. and Fathi, E. (2021). Mycorrhizal fungi induced activation of tomato defense system mitigates *Fusarium* wilt stress. Saudi-journal-of-biological-sciences. 28 (10): 5442-5450.

Ravanbakhsh, M., Sasidharan, R,. Voesenek, L. A. C. J,. Kowalchuk, G. A. and Jousset, A. (2018). Microbial modulation of plant ethylene signaling: Ecological and Evolutionary Consequences, Microbiome . 6:52.

Rostami, A., Sadravi, M., Rezaei, R. and Abdollahi, M. (2021). Biological control of *Fusarium* root rot of bean with two *Trichoderma* species and *Pseudomonas fluorescens*. Plant pathology science, 9(2): 234-240.

Saghaf, A. M., Aini, H., Zaman. H. and Hanif, M. (2013). Review of person re_identification techniques. The Institution of Enginnering and Technology, 6(8): 455_474.

Saravanakumar, D. and Samiyappan, R. (2007). ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) *plants.* Journal of Applied Microbiology, 120: 1283-1292.

Sharma, R. (2003). Barriers in using technology for education in developing countries. Singapore schools compututers and education, 41: 49_63.

Shaw, R. J. (1999). Soil salinity – electrical conductivity and chloride. In: Peverill KI, Sparrow LA, Reuter DJ (eds) Soil analysis: an interpretation manual. *CSIRO Publishing, Melbourne*. 129–146.

Smith, R. H., Hüberli, D., Sharma, D. L. and D'Antuono, M. F. (2019). Soil salinity exacerbates crown rot in wheat. *Australasian Plant Pathology*, doi.org/10.1007/s13313-019-00634-2.

Zhori, A., Meco, M., Brandl, H., and Bachofen, R. (2015). In situ chlorophyll fluorescence kinetics as a tool to quantify effects on photosynthesis in *Euphorbia cyparissias* by a parasitic infection of the rust fungus *Uromyces pisi*. BMC Research Notes, 8, 698.