جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

نشریه زراعت
(پژوهش و سازندگی)
شماره ۹۲، پاییز ۱۳۹۰

تأثیر ریزوباکتری های محرک رشد بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط شوری

• محمد یزدانی
دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نویسنده مسئول)
• همت اله پیردشتی
استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ‌دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ تاریخ‌پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۸
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۲۱۱۷۳۱
Email : yazdanmohammad@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد (PGPR) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم در شرایط شوری آزمایشی در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. رقم گندم شانگهای به صورت تلقیح شده و تلقیح نشده با باکتری‌های محرک رشد *Pseudononas putida*، *Azospirillum brasilens*، *Azotobacter coroocoocum* و *Bacillus lentus* به صورت جداگانه، تلفیقی دوگانه، سه‌گانه و مجموعه باکتری‌ها تحت تأثیر شوری در سه سطح ۰، ۳ و ۶ دسی زیمنس بر متر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثرات انواع باکتری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده و اثرات سطوح شوری به جز نسبت ریشه به ساقه بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به طور معنی‌داری در سطح یک درصد تفاوت داشتند. اثر متقابل کاربرد باکتری و شوری نیز به جزء صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه در بقیه صفات تفاوت معنی‌داری ایجاد نمود. تلقیح باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به تنهائی و مجموعه باکتری‌ها نسبت به شاهد درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر را به طور معنی‌داری افزایش دادند. مجموعه ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، مصرف تلفیقی آزوسپیریلوم و باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس و مجموعه کلیه باکتری‌ها سبب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه گیاهچه گردید. طول ساقه و ریشه تحت تاثیر شوری قرار گرفته و با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت. در هر دو سطح شوری کاهش طول ریشه در تیمارهای تلقیح باکتری آزوسپیریلوم و مصرف تلفیقی آن با ازتوباکتر و مصرف مجموعه باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد بدون تنش نداشته است. ایجاد تنش شوری با غلظت ۶ دسی زیمنس بر متر وزن خشک ساقه را به طور معنی‌داری کاهش داد اما این کاهش وزن خشک ساقه در مصرف دوگانه ازتوباکتر، آزوسپیریلوم در هر دو سطح شوری تفاوت معنی‌داری نداشته است.

کلمات کلیدی: رشد گیاهچه گندم (*Triticum aestivum* L.) ، باکتری محرک رشد، تنش شوری، جوانه‌زنی

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 92 pp: 24-30

Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGRP) on germination and seedling growth of wheat (*Triticum estivum* L.) under salt stress

By: Yazdani, M, (Corresponding Author; Tel: +989113211731) PhD Student Agronomy, Pirdashti, H, Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding ,Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

In order to investigate the effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGRP) on germination and seedling growth of wheat (*Triticum estivum* L.) under salt stress an experiment was conducted in the physiology laboratory of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. The experiment was a factorial on the basis of a completely randomized design with three replications. Shanghai cultivar was inoculated with growth promoting rhizobacteria (including *Azotobacter coroocoocum, Azospirillum brasilens, Pseudomonas putida, Bacillus lentus*) separately, or using different combinations, when subjected to salt stress (including 0,3 and 6 $dS.m^{-1}$). Results indicated that different rhizobacteria and different salt stresses had significant effects on all measured traits except for shoot to root ratio. Meanwhile, interaction effects of two treatments caused significant differences except for germination rate and percentage and seedling vigor index. Inoculation of Azotobacter sp. and Azosprillium sp. separately and in combination with the other rhizobactria strains increased germination rate of wheat, compared to the control treatment. Combination of Azotobacter sp. and Azospirillum sp., combination of Azospirillum, sp. Pseudomonas sp. and Bacillus sp. and all rhizobactria significantly improved seedling vigor index. The root and shoot length of wheat was affected by salt stress and decreased with increasing salt stress. However, root length in Azospirillum sp. and Azotobacter sp. together and all rhizobacteria combination were similar to the control treatment. Salt stress at 6 $dS.m^{-1}$ significantly decreased shoot dry weight. However, this was not the case for the 3 and 6 $ds.cm^{-1}$ treatments for double inoculation of Azospirillum sp. and Azotobacter sp.

Key words: Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedling growth, Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), Salt stress, Seed germination

مقدمه

شوری یکی از مهمترین عوامل محدودکننده بهره‌برداری اقتصادی از زمین‌های کشاورزی برای تولید گیاهان زراعی است (۲۴). بر اساس گزارشات موجود، حدود ۲۵ میلیون هکتار از خاک‌های ایران به حالت شور و کیفیت آب آبیاری بسیاری از اراضی لب شور و بعضاً شور می‌باشد (۱). در بیشتر گیاهان زراعی، مرحله جوانه‌زنی حساس ترین مرحله به تنش شوری تلقی می‌گردد (۳). شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب (۸) و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌هایی همچون سدیم و کلر جوانه‌زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹، ۱۰). از طرفی در سال‌های اخیر ضرورت مطالعه بیولوژی در ریزوسفر به منظور بهبود تغذیه و رشد گیاه و نیز کنترل عوامل تنش‌زا در محیط زیست ریشه، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۲، ۸، ۱۷ ، ۲۷). به همین لحاظ مدیریت جمعیت میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر، به سوی استفاده بهینه از ریزوباکتری های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] پیش می‌رود (۲۶). بررسی محققان نشان می‌دهد باکتری‌هائی مانند ازوتوباکتر و آزوسپیریلوم که دارای رابطه همیاری با گیاه میزبان می‌باشند (۲۵، ۲۷ ، ۲۹)، علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی (۲۸)، از تشدید تنش اسمزی که در اثر افزودن کودهای شیمیایی به زمین‌های شور اتفاق می‌افتد جلوگیری به عمل می‌آورند (۵).

یکی از دلایل کاهش یا عدم رشد گیاه در شرایط تنش‌های غیرزنده‌ای چون شوری، تجمع اتیلن در بافت‌ها است که مکانیسم اصلی به کار گرفته شده توسط باکتری‌های محرک رشد در تسهیل و ترفیع رشد گیاه، کاهش میزان اتیلن می‌باشد (۱۷). مطالعات Han و Lee (۱۱) نشان داد که شوری موجب کاهش رشد، فتوسنتز، عملکرد روزنه‌ها، میزان کلروفیل و جذب عناصر غذائی کاهو نسبت به شاهد شد اما تلقیح رایزوبیوم لگومینوزاروم، به عنوان PGPR، رشد، فتوسنتز و جذب عناصر غذائی آن را افزایش داد. Hamaoui و همکاران (۱۲) دریافتند که در شرایط شور آزوسپیریلوم تعداد گره‌های تثبیت کننده ازت، رشد ریشه و ساقه و عملکرد را در نخود نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد. در بررسی اثرات گونه‌ای از باسیلوس (۲۷) بر رشد گیاهچه پنبه تحت تنش شوری نیز مشخص شد که با افزایش تنش شوری ازت کل در ریشه و ساقه کاهش و پروتئین محلول در برگ‌ها افزایش یافته است اما حضور باسیلوس تجمع پروتئین محلول در برگ‌ها را در تنش شوری کاهش داد.

نتایج آزمایش Markus و همکاران (۱۶) روی گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری نشان داد که تلقیح باکتری محرک رشد *B.subtilis* سبب افزایش معنی‌دار تجمع عناصر غذائی در برگ شد. همچنین بررسی مایاک و همکاران (۱۷) نشان داد که تلقیح باکتری‌های محرک رشد از یک طرف به طور معنی‌داری وزن تر و خشک گیاهچه‌ها را در شرایط تنش نسبت به شاهد افزایش داد و از طرف دیگر سبب تولید متان توسط گیاهچه‌های تحت تنش شوری گردید. Saadallah و همکاران (۲۲) در بررسی تحمل به شوری لوبیا گزارش کردند که ارقام مقاوم از تشکیل گره بیشتری برخوردار بوده‌اند. نتایج

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مستاجران و همکاران (۶) نیز نشان داد که آزوسپیریلوم با تعدیل شوری در بالا بردن عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام گندم نقش مثبت و معنی‌داری ایفا کرد. در این تحقیق با توجه به وضعیت شوری خاک در بسیاری از مناطق کشور، اثر تلقیح بذور گندم با باکتری‌های محرک رشد بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم و شناسائی جزء حساستر و مقاومتر جوانه‌زنی تحت شرایط شوری متفاوت درشرایط آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مورد بررسی قرار گرفت. رقم گندم شانگهای به صورت تلقیح شده و تلقیح نشده با باکتری‌های محرک رشد *A.brasiliens*، *A.coroocoocum* *P.putida* و *B.lentus* که طبیعی و بومی خاک‌های کشور بوده و توسط بخش تحقیقات بیولوژی شرکت زیست فن‌آور سبز و شرکت فن‌آور زیستی‌مهر جدا و خالص‌سازی و مایه تلقیح آنها تهیه شد، به صورت جداگانه، تلفیقی دوگانه، سه‌گانه و مجموعه باکتری‌ها تحت تاثیر شوری در سه سطح ۰، ۳ و ۶ دسی‌زیمنس برمتر قرار گرفتند. از آب مقطر نیز به عنوان شاهد و برای بقیه تیمارها از کلرورسدیم (NaCl) تهیه شده در شرکت مرک آلمان، جهت ایجاد شوری استفاده گردید. جهت تهیه تیمار شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس برمتر به ترتیب ۱/۸ و ۳/۶ گرم نمک در یک لیتر آب مقطر حل گردید. بذرهای گندم بر اساس تیمارهای آزمایشی به محلول حاوی باکتری‌های محرک رشد با جمعیت تقریبی 10^8 باکتری در هر میلی‌لیتر، به مدت ۱۵ دقیقه منتقل گردید. محیط کشت در این آزمایش ظروف پتری دیش استریل شده به قطر ۹ سانتی‌متر بود که در کف آن یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک استریل شده قرار گرفت .در هر ظرف پتری تعداد بیست بذر قرار داده شد و تیمارهای مختلف شوری اعمال گردید. دمای اتاق جوانه‌زنی بیست درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد در نظر گرفته شد. پتری‌ها بطور روزانه مورد بازدید قرار گرفته و تعداد بذور جوانه‌زده تا ۷ روز در ساعتی معین یادداشت گردید. به هنگام شمارش بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آنها ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. پس از ۷ روز درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، نسبت طول ساقه چه بر طول ریشه‌چه، وزن خشک مجموع ساقه‌چه و ریشه‌چه با قرار دادن در آون بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد و توزین با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱گرم تعیین گردید. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از معادله زیر استفاده شد (۱۹).

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$ (رابطه ۱)

که در آن Rs سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذرهای جوانه‌زده در ساعت)S تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعداد ساعت تا شمارش n ام و n تعداد دفعات شمارش می‌باشد. شاخص بنیه گیاهچه[۲] نیز با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (۷).

(رابطه۲)

قابلیت جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه = شاخص بنیه گیاهچه

در نهایت داده‌های آزمایش با نرم افزار آماری SAS (۲۳) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین هر صفت به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارهای مربوطه از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

بررسی نتایج نشان می‌دهد که اثرات انواع باکتری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده و اثرات سطوح شوری به جز نسبت ریشه به ساقه بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به طور معنی‌داری در سطح یک درصد تفاوت دارند (جدول۱). تیمار باکتری ازتوباکتر و تیمار آزوسپیریلوم به تنهائی و مجموعه باکتری‌ها نسبت به سایر تیمارها و شاهد سرعت جوانه‌زنی بذر را به طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول۲). Turan و همکاران (۲۶) در بررسی باکتری‌های محرک رشد بر ذرت نشان دادند که این باکتری‌ها موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی بذر، رشد گیاهچه و سطح برگ گیاه شده‌اند. علت اصلی افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور در حضور این گونه از باکتری‌ها تولید هورمون‌های رشد بیان شده است (۲۵، ۲۹). با توجه به اینکه افزایش سرعت جوانه‌زنی پایه مناسبی برای موفقیت مراحل بعد از جوانه‌زدن به شمار می‌رود، می‌تواند شرایط مطلوب برای استقرار سریعتر گیاهچه، به ویژه در شرایط تنش که نقش موثری در موفقیت محصول زراعتی ایفا می‌کند فراهم سازد (۶). همچنین استفاده از مجموعه باکتری‌ها سبب درصد جوانه‌زنی بالاتری نسبت به شاهد و بقیه تیمارها شده است. با این حال تلقیح باکتری محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به تنهائی نیز سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر نسبت به شاهد گردید (جدول۲). این موضوع در تحقیقات دیگر نیز بیان شده است. برای مثال Barassi و همکاران (۸) گزارش نمودند که تلقیح بذور کاهو با آزوسپیریلوم در شرایط شور درصد جوانه‌زنی بذر، وزن خشک و ارتفاع گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین لوئز (۱۵) در بررسی اثرات باکتری‌های محرک رشد بر ذرت اعلام نمود که این باکتری‌ها علاوه بر افزایش جوانه‌زنی و کاهش بیماری فوزاریوم عملکرد ذرت را افزایش دادند. در تیمارهای باکتری، باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس سبب کمترین شاخص بنیه گیاهچه و ازتوباکتر، کاربرد توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، مصرف تلفیقی آزوسپیریلوم و باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس و مجموعه کلیه باکتری‌ها سبب بیشترین شاخص بنیه گیاهچه گردید. در مجموع در تلقیح بذور با کلیه باکتری‌ها این شاخص نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشته است (جدول۲). سرعت و درصد جوانه‌زنی نیز تحت تأثیر شوری قرار گرفته و با افزایش شوری به طور معنی‌داری این صفات کاهش یافته اند (جدول۲). علت کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی با افزایش شوری را می‌توان به حضور بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون‌ها نسبت داد که علاوه بر ایجاد مسمومیت، پتانسیل آب را نیز کاهش داده‌اند (۳). شاخص بنیه گیاهچه در شوری ۳ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشته اما با افزایش شوری از ۳ به ۶ دسی زیمنس بر متر شاخص بنیه گیاهچه کاهش معنی‌داری یافت.

نتایج اثر متقابل تلقیح انواع باکتری و سطوح مختلف شوری (جدول۱) نشان می‌دهد که اثر متقابل انواع باکتری و سطح شوری به طور معنی‌داری صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و نسبت ریشه به ساقه را تحت تأثیر قرار داده است. تلقیح باکتری‌های محرک رشد ازتو باکتر و مصرف توأم آن با آزوسپیریلوم و مصرف توأم این باکتری‌ها با باکتری سودوموناس و باسیلوس، در شرایط بدون تنش سبب

افزایش طول ریشــه‌چه گردیده است. به طوری که رشــد ریشه‌چه در تلقیح دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و مصرف تلفیقی همه باکتری‌ها نسبت به بقیه تیمارها از رشــد بیشتری برخوردار بوده است (شکل۱- الف). این نتیجه می‌توانــد بیانگر رابطــه تقویت‌کنندگی (سینرژیســتی)[۳] ترکیب باکتری‌های مذکور با یکدیگر در جهت افزایش رشــد ریشــه‌چه گندم باشد (۲۰). بررسی Capulnik و همکاران (۱۴) روی تغییرات مورفولوژی ریشــه گندم به سبب تلقیح آزوسپیریلوم نشان داد که این باکتری ضمن افزایش طول ریشه، سطح کل ریشــه گیاهچه را افزایش داد. همچنین بررســی محققان نشــان داد که باکتری‌های محرک رشــد علاوه بر توانایی تثبیت نیتروژن (۱۸) به تولید مواد گوناگون تحریک کننده رشد نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین ها و ویتامین ها کمک می کنند که این ترکیبات موجب افزایش تولید تارهای کشنده ریشه می شوند (۲۱). تنش شوری در دو سطح ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش رشــد ریشــه‌چه گردید (جدول ۲). محققان کاهش طول ریشه‌چه در محلول کلر و سدیم را به سمیت یونی و اثرات منفی آنها بر روی غشاء سلولی نســبت داده‌اند (۴ ، ۸). کاهش طول ریشــه‌چه در تیمارهــای تلقیح باکتری آزوســپیریلوم و مصرف تلفیقی آن بــا ازوتوباکتر و مصرف مجموعه باکتری‌ها در هر دو سطح شوری تفاوت معنی‌داری با شاهد بدون تنش نداشته است. با توجه این که بیشــترین تجمع نمک‌ها در لایه ســطحی خاک می‌باشند (۸) و بذور بعد از کاشت در خاک در محلی واقع می‌شوند که دارای غلظت بیشتری از املاح در خاک می‌باشــد در این شــرایط بذوری که به واسطه باکتری‌های محرک رشــد توانایی تولید ریشه طویل‌تر و گسترش ریشه‌ای بیشتری داشته باشند نسبت به بذور فاقد این قابلیت موفق‌تر خواهند بود (۱۱). در تیمارهای تلقیح باکتری‌های محرک رشــد ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و مصرف دوگانه این باکتری‌هــا و مصرف تلفیقی همه باکتری‌ها طول ســاقه را نســبت به شــاهد افزایش داد (شــکل۱- ج). نتایج بررسی‌های Han و همکاران (۱۱) در اثرات تلقیح باکتری‌های محرک رشــد در شرایط شور روی ســویا نشان داد که در گیاهان تلقیح شــده ضمن رشد بیشتر میزان آنتی اکسیدانت و تجمع پرولین نســبت به گیاهان شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافته است. طول ساقه‌چه تحت تاثیر شــوری قرار گرفته و با افزایش شــوری به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). این صفت در شــرایط تنش شــوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر تیمار دوگانه ازتوباکتر، آزوســپیریلوم و مصرف تلفیقی همه باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری نســبت به شاهد بدون تلقیح داشته و نسبت به شرایط بدون تنش و تلقیح باکتری تفاوتی نداشته است (شکل۱- ج). در شوری ۶ دسی‌زیمنس برمتر طول ساقه‌چه به شدت کاهش یافت اما این کاهش در تیمارهای باکتری مذکور کمتر بوده اســت (جدول ۲). همچنین وزن خشک ریشه‌چه به واسطه حضور باکتری‌های محرک رشــد ازتوباکتر، مصرف ســه‌گانه آزوســپیریلوم و سودوموناس و باسیلوس و مصرف تلفیقی باکتری‌ها به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد (شــکل۱- الف). وزن خشک ساقه‌چه در تیمار ازتوباکتر و ســودوموناس و باسیلوس در شرایط بدون تنش نسبت به شاهد بدون تلقیح تفاوت معنی‌داری داســته است (شــکل۱- د). ایجاد تنش شوری با غلظت ۶ دسی زیمنس برمتر وزن خشک ساقه را به طور معنی‌داری کاهش داد اما این کاهش در مصرف دوگانه ازتوباکتر، آزوسپیریلوم در هر دو سطح شوری تفاوت معنی‌داری نداشــته اســت. با توجه به نتایج این بررسی طویل شدن ریشه‌چه نسبت به طویل شدن ساقه‌چه بدون حضور باکتری‌های محرک رشد به تنش شوری حساس‌تر است. در صورتی که به علت تغییرات مورفولوژیکی به سبب تلقیح باکتری‌های محرک رشد از جمله افزایش طول ریشه و سطح کل ریشه (۱۴) از حساسیت کمتری برخوردار بوده است (شکل۱- و).

همبستگی بین صفات مورد ارزیابی

بررسی نتایج ضرائب همبستگی (جدول۳) نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بیشــترین همبســتگی (r =۰/۸۰**) را بــا درصــد جوانه زنی و همبســتگی (r =۰/۵۱**) مثبت و معنی‌داری با شــاخص بنیه گیاهچه داشته است. بدین معنی که با تغییرات ســرعت جوانه‌زنی (افزایش به واسطه حضور باکتری‌های محرک رشــد و کاهش به علت اثرات شــوری) شاخص بنیه گیاهچه که نشان دهنده قدرت رشــد گیاهچه می‌باشــد تحــت تاثیر قرار گرفته اســت. درصد جوانه‌زنی نیز همبســتگی نســبتاً بالائی (r =۰/۶۴**) با شاخص بنیه گیاهچه داشته است.

همچنین همبســتگی مثبت و معنــی‌دار بین ســرعت جوانه‌زنی و طول ریشــه‌چه و ســاقه‌چه وجود دارد که نشــان‌دهنده ارتباط مســتقیم ســرعت جوانه‌زنی با کارائی گیاهچه برای اســتقرار و ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه در مزرعه می‌باشد (۱۹) که باکتری‌های محرک رشد در مناطق شور می‌تواند تاثیر مثبت داشته باشند (۱۳،۹).

جدول ۱- میانگین مربعات اثرات باکتری‌های محرک رشد و شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم رقم شانگهای

منبع تغییرات	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک			نسبت ریشه به ساقه	شاخص بنیه گیاهچه
						ریشه‌چه	ساقه‌چه	گیاهچه		
انواع باکتری (A)	۷	۲۶/۶**	۹۳/۰**	۱۱/۰**	۱۰/۵**	۱۶۵۲**	۱۷۵/۲**	۲۴۶۶**	۰/۱۱**	۲۴/۶**
سطوح شوری (B)	۲	۵۲/۵**	۳۹۱/۱**	۱۶/۵**	۱۴/۹**	۱۰۸۱**	۳۲۰/۶**	۲۵۴۶**	۰/۰۵ ns	۵۳/۲**
A*B	۱۴	۱/۸ ns	۱۴/۸ ns	۱/۰*	۰/۷**	۳۱۸/۳*	۵۳/۲**	۳۴۵*	۰/۰۴*	۲/۹ ns
خطای کل	۴۸	۲/۰	۹/۹	۰/۴	۰/۲	۱۴۶/۲	۱۸/۲	۱۵۸/۷	۰/۰۱	۱/۶
ضریب تغییرات	-	۵/۸	۳/۶	۹/۷	۸/۹	۹/۸	۱۵/۲	۹/۰	۱۰/۹	۹/۶

*، ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی دار

جدول ۲ - میانگین تاثیر باکتری‌های محرک رشد و شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم رقم شانگهای

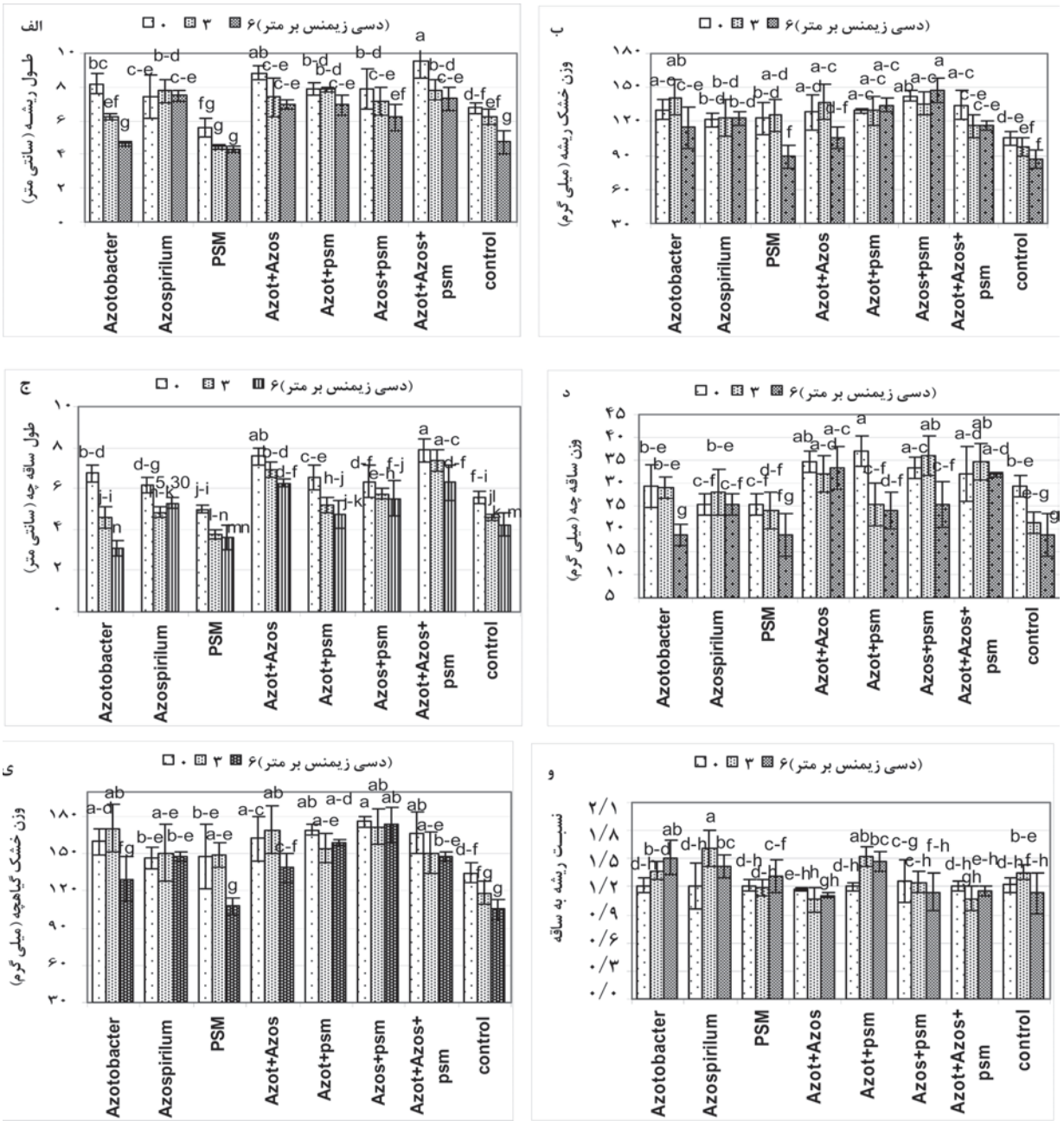
تیمارها	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک (میلی‌گرم) ریشه‌چه	وزن خشک (میلی‌گرم) ساقه‌چه	وزن خشک (میلی‌گرم) گیاهچه	نسبت ریشه به ساقه	شاخص بنیه گیاهچه
باکتـــری									
Azotobacter	۲۷/۴۳ a	۸۹/۶ b	۶/۳ c	۴/۸ c	۱۲۸/۸ b	۲۴/۴ c	۱۵۳/۳ b	۱/۳ ab	۱۳/۷ ab
Azospirillum	۲۶/۴۵ a	۸۸/۴ bc	۷/۵ ab	۵/۴ b	۱۲۲/۲ bc	۲۶/۲ bc	۱۴۸/۴ b	۱/۴ a	۱۳/۱ b
PSM	۲۳/۳۴ b	۸۴/۴ d	۴/۹ d	۳/۹ d	۱۱۲/۴ c	۲۲/۶ c	۱۳۵/۱ c	۱/۲ bc	۱۱/۴ c
Azot + Azos	۲۳/۱۳ b	۸۷/۰ bcd	۷/۷ ab	۶/۹ a	۱۲۳/۵ bc	۳۳/۳ a	۱۵۶/۸ b	۱/۱ c	۱۳/۸ ab
Azot + psm	۲۴/۳۱ b	۸۵/۵ cd	۷/۵ ab	۵/۵ b	۱۳۱/۱ ab	۲۹/۷ ab	۱۶۰/۸ ab	۱/۴ a	۱۳/۷ ab
Azos + psm	۲۴/۱۲ b	۸۶/۶ bcd	۷/۰ b	۵/۸ b	۱۴۲/۲ a	۳۱/۵ a	۱۷۳/۷ a	۱/۲ c	۱۵/۰ a
Azot +Azos+ psm	۲۶/۶۵ a	۹۴/۰ a	۸/۲ a	۷/۱ a	۱۲۲/۲ bc	۳۲/۸ a	۱۵۵/۱ b	۱/۱ c	۱۵/۶ a
Control	۲۳/۳۷ b	۸۴/۳ d	۵/۹ c	۴/۸ c	۹۶/۴ d	۲۳/۱ c	۱۱۹/۵ d	۱/۲ bc	۱۰/۱ d
سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر)									
۰	۲۶/۱۴ a	۹۰/۷ a	۷/۷ a	۶/۴ a	۱۲۶/۸ a	۳۱/۱۶ a	۱۵۸/۰ a	۱/۲ b	۱۴/۳ a
۳	۲۵/۱۷ b	۸۸/۸ b	۶/۸ b	۵/۳ b	۱۲۵/۶ a	۲۸/۸ a	۱۵۴/۵ a	۱/۳ a	۱۳/۷ a
۶	۲۳/۲۴ c	۸۳/۰ c	۶/۱ c	۴/۸ c	۱۱۴/۶ b	۲۴/۰ b	۱۳۸/۶ b	۱/۲ ab	۱۱/۵ b

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار

جدول۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی گیاهچه گندم رقم شانگهای (n =۷۲)

	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک (میلی‌گرم) ریشه‌چه	وزن خشک (میلی‌گرم) ساقه‌چه	وزن خشک (میلی‌گرم) گیاهچه	نسبت ریشه به ساقه	شاخص بنیه گیاهچه
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱	۱								
۲	۰/۸۰**	۱							
۳	۰/۴۳**	۰/۵۷**	۱						
۴	۰/۲۹*	۰/۵۷**	۰/۸۰**	۱					
۵	۰/۲۹*	۰/۲۷*	۰/۳۴**	۰/۳۰ **	۱				
۶	ns ۰/۱۸	۰/۴۰**	۰/۵۲**	۰/۶۵ **	۰/۳۹**	۱			
۷	۰/۳۰*	۰/۳۵**	۰/۴۵ **	۰/۴۵ **	۰/۹۵**	۰/۶۴**	۱		
۸	ns ۰/۱۵	ns ۰/۱۰-	ns ۰/۰۷	** ۰/۵۰-	ns ۰/۰۲-	ns ۰/۳۴-	ns ۰/۱۲-	۱	
۹	** ۰/۵۱	** ۰/۶۴	** ۰/۵۶	** ۰/۵۸	** ۰/۸۸	** ۰/۶۴	** ۰/۹۴	ns ۰/۱۵-	۱

*، **، به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی دار



شکل۱- اثر متقابل انواع باکتری و سطوح مختلف شوری بر صفات مورد بررسی گیاهچه گندم رقم شانگهای. الف- طول ریشه‌چه ب- وزن خشک ریشه‌چه، ج- طول ساقه‌چه، د- وزن خشک ساقه‌چه، و- نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، ی- وزن خشک گیاهچه. میله‌های عمودی نشان دهنده انحراف معیار میانگین‌ها

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات مدیر محترم مزرعه تحقیقاتی پژوهشی مجتمع آموزش عالی علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جناب آقای مهندس عباسیان، کارشناسان شرکت زیست فن‌آور سبز و شرکت فن‌آور زیستی‌مهر جناب آقای مهندس امینی و جناب آقای دکتر دانیالی به جهت تهیه و ارسال باکتری‌های محرک رشد تشکر و قدردانی می‌گردد.

پاورقی ها

1- Plant Growth Promoting Rhizohactovia

2- Seeding Vigour Index (SVI)

3- Synergist

منابع مورد استفاده

۱- امداد، محمد رضا و فرداد. حسین (۱۳۷۹) اثر تنش شوری (NaCL) و رطوبتی بر عملکرد ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۱. جلد ۳۱. ص ۶۴۱-۶۵۴

۲- ریحانی‌تبار، عادل و راستین، صالح علیخانی، ناهید،حسینعلی و محمدی. مجتبی (۱۳۸۰) بررسی اثرات باکتری‌های محرک رشد سودوموناس و فلورسنس بر شاخص‌های رشد گندم. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت. ص۵۰۹-۵۱۱

۳- زینلی، ابراهیم، سلطانی، افشین و گالشی. اسدالله (۱۳۸۱) واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر به تنش شوری در کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳. شماره ۱. ص ۱۳۷ – ۱۴۵.

۴- فرخی، آرزو و گالشی. اسدالله (۱۳۸۴) بررسی تأثیر شوری، اندازه بذر و اثرات متقابل آنها بر تندش، کارایی تبدیل ذخایر بذر و رشد گیاهچه سویا (*Glycine max*). مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۵، ص۱۲۳۳-۱۲۳۹

۵- کوچکی، ع، جامی الاحمدی، م، کامکار، ب و مهدوی دامغانی. عبدالمجید (۱۳۸۰) اصول بوم شناسی کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۷۲ صفحه.

۶- مستأجران، اکبر و عموآقائی، ریحانه و امتیازی. گیتی (۱۳۸۵) اثر آزوسپیریلوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان. ص ۵۱ – ۶۴.

7- Abdul-Baki, A. A., and Anderson. J. D.(1973) Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science*, 13: 630-633.

8- Assadian, N.W., and Miyamato, S.(1983) Salt effect on alfalfa seedling emergence *Agronomy*. 79: 710-714.

9- Barassi, C. A., Ayrault. G. Creus, C. M.Sueldo R. J.and Sobrero. M. T. (2006) Seed inoculation with Azospirillum mitigates NaCl effects on lettuce. *Scientia Horticulturae.* 109: 8-14.

10- Catalan, I., Balzarini. Talesnik. E. Sereno R. and Karkin. U. (1994) *Effect of salinity on germination and seedling growth of Prosopis flexuosa*. Forest Ecology and Management. 63: 347-357.

11- Han, H.S., and Lee. K.D. (2005) Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. *Agriculture and Biological Sciences.* 1: 210-215.

12- Hamaoui, B., Jihad, A Abbadib, M. Burdmana, S, Rashid. A. Sariga S. and Okon. Y. (2001) Effects of inoculation with Azospirillum brasilense on chickpeas (*Cicer arietinum*) and faba beans (*Vicia faba*) under different growth conditions. *Agronomy*. 21: 553-560.

13- Jacoud, C., D. Job, Wadoux, P. and Bally. R. (1999) Initiation of root growth stimulation by *Azospirillum lipoferum* CRT1 during maize seed germination. *Microbiology*. 45: 339-342.

14- Kapulnik, Y., Okon, Y. and Henis. Y. (2007) Changes in root morphology of wheat caused by Azospirillum inoculation. *Microbiology*. 31: 881-887.

15- Luz, W. C. (2003) Biological and chemical treatment combinations for corn seeds. *Fitopatologia Brasileira*. 28: 37-40.

16- Markus, W., Junge H. and Schnitzler. W. H. (2004) Bacillus subtilis as growth promoter in hydroponically grown tomatoes under Saline conditions. *Vegetable Science*. Pp: 363-370.

17- Mayak, S., Bernard T. T, and Glick. R. (2004) Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 42: 565-572.

18- Nikolay, S., Strigul A. and Kravchenko. V. (2006) *Mathematical modeling of PGPR inoculation in to the rhizosphere*. Environmental Modeling and Software. 21: 1158- 1171.

19- Orchard, T. (1977) Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Science and Technology*. 5: 61-69.

20- Pan, B., Bai, Y. M. Leibovitch, S. and Smith. D. L. (1999) Plant growth promoting rhizobacteria and kinetin as ways to promote corn growth and yield in a short growing season area. *Agronomy Journal.* 11: 179-186.

21- Cakmaci, R., Akmakc, I. A. Figen, B. Adil, A. Fikrettin, S. and Ahin. B.C. (2005) Growth promotion of plants by plant growth promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Biochemistry*. 38: 1482-1487.

22- Saadallah K., Drevon, J. Hajji M. and Abdelly. C. (2001) Genotypic variability for tolerance to salinity of N2 fixing common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomie*. 21: 675-682.

23- SAS Institute. Inc. (1997) *SAS/STAT Users Quide*, version 6.12. SAS Institute. Inc. Cary, NC.

24- Siciliano, S.D., Theoret, C. M. Freitas,J. R. Hucl, P. J. and Germida. J. J. (1998) Differences in the microbial communities associated with the roots of different cultivars of canola and wheat. *Microbiology*. 44: 844-851.

25- Sturz, A. V and Christie. B. R. (2003) The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research*. 72: 107-123.

26- Turan, M., Ataoglu N. and Sahin. F. (2006) Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. *Sustainable Agriculture.* 28: 99-108.

27- Vessey, J. K. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*. 255: 271- 586.

28- Zaied, K. A., Abd, H. Afify, A. H. Aida H. and Nassef. M. A. (2003) Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 6: 344-358.

29- Zaidi, A., and Mohammad. S. (2006) Co-inoculation effects of phosphate solubilizing micro- organisms and *Glomus fasciculatum* on green gram-bradyrhizobium symbiosis. *Agricultural Science.* 30: 223 -230.