مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، ص ۲۰۸-۱۹۹

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 1, Spring 2009, p.199-208

بررسی تاثیرکاربرد سویه‌هایی از سودوموناسهای فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک

حمیدرضا ذبیحی[1*] - غلامرضا ثواقبی[2] - کاظم خاوازی[3] - علی گنجعلی[4]

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۷
تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۲

چکیده

باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه به طرق مستقیم وغیر مستقیم باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند.در این تحقیق توان چهار سویه ازسودوموناسهای فلورسنت بر شاخصهای رشد گندم در شرایط شور مورد بررسی قرار گرفت.برای این منظور آزمایشی گلخانه ای به صورت فاکتوریل وبر اساس طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت.تیمارها شامل فاکتور اول چهار سطح شوری خاک(۱،۴،۸و۱۲ دسی زیمنس بر متر) از مخلوط نمکهای (کلرید سدیم +کلریدکلسیم+کلریدمنیزم با نسبت اکی والانمساوی) و فاکتور دوم پنج سطح سویه باکتری(چهار مایه تلقیح شامل سودوموناس فلورسنس۱۵۳،سودوموناس فلورسنس۱۶۹، سودوموناس پوتیدا ۱۰۸، سودوموناس پوتیدا ۴ و شاهد(بدون تلقیح))بود.بذرهای گندم رقم مهدوی پس از تلقیح با سویه‌های مورد نظر در گلدانها کاشته شدند.در دوره رشد گیاه رطوبت گلدانها با اضافه کردن آب مقطر در محدوده ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداری شدند . قبل از برداشت، شاخص‌های رشد گیاه شامل ارتفاع گیاه، طول خوشه و تعداد پنجه وسپس وزن خشک اندام هوایی وعملکرد دانه تعیین شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش شوری عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه، ارتفاع گیاه و عملکرد بیولوژیک گیاه به طور معنی داری($P<۰/۰۵$) کاهش یافت. تلقیح گندم با سویه‌های مورد نظر در تمامی سطوح شوری باعث افزایش معنی دار($P<۰/۰۵$) شاخص‌های یاد شده گردید. در بین سویه‌های مورد برسی، سویه سودو موناس پوتیدا ۱۰۸بیشترینتاثیر رابر عملکرد و اجزائ عملکرد گندم در شرایط شور داشت. در مقایسه با سایر سویه‌های مورد استفاده تاثیر سویه سودو موناس پوتیدا ۱۰۸بر شاخصهای عملکرد دانه و وزن هزار دانه معنی دار بود در خصوص سایر شاخص‌های اندازه گیری شدهتفاوت معنی داری وجود نداشت. نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط شور می توان از کلیه سویه‌های باکتریهای مورد آزمایش بعنوان باکتریهای محرک رشد گیاه استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: باکتریهای ریزوسفری محرک رشدگیاه،تنش شوری،گندم، عملکرد

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک کشور برای تولید نان می‌باشد که یکی از منابع مهم غذایی محسوب میشود به طوری که حدود ۴۰ درصد انرژی مصرفی مردم ایران از طریق نان تامین میگردد.سطح زیر کشت گندم ۶/۲ میلیون هکتار ومیزان تولید گندم در کشور حدود ۱۲ میلیون تن در سال است (۷).شوری یکی از مهم ترین تنشهای غیرزیستی محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد که سطح نسبتاً وسیعی از اراضی زراعی را به خود اختصاص داده است. بر اساس آخرین مطالعات انجام شده سطح کل اراضی فاریاب ایران حدود ۷ میلیون هکتار است که در حدود نیمی از آن یعنی ۳/۵ میلیون هکتار ازاین اراضی به درجات مختلف شوری خاک یا آب و یا هردو مبتلا می‌باشد (۲). به طور کلی در شرایط شور قابلیت جذب عناصر غذایی در محلول خاک به دلیل غلظت زیاد یونهای کلرید و سدیم کاهش یافته و منجر به اختلال در امر تغذیه گیاهان می‌گردد(۱۷و ۱۸). توانایی میکروارگانیزمها در تولید و رها سازی متابولیتهای مختلف موثر بر رشد و سلامت گیاه بعنوان یکی از مهمترین عوامل در حاصلخیزی خاک در نظر گرفته می‌شود. این متابولیتها بطور جمعی مواد فعال زیستی نامیده می‌شوند (۲۱). لذا یکی از استراتژیهای مقابله با شوری که چندی است مورد توجه قرار

۱- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(* - نویسنده مسئول : Email: zabihi- hamidreza@yahoo.com)
۲- استادیار دانشکده علوم خاک وآب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک وآب
۴- استادیار پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

Archive of SID
www.SID.ir

گرفته، تلقیح بذر گیاهان زراعی با انواع مختلفی از باکتریهاو قارچهای مفید خاکزی می‌باشد. باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه[1]گروهی از باکتریهـای ریزوسـفری مفیـد مـی‌باشـند کـه مـی‌تواننـد بـه طورمستقیم(تثبیت نیتروژن , تولید مـواد تنظـیم کننـده رشـد گیـاه , افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه, تولید ویتامینها و دیگر مواد محرک رشدگیاه)و یا غیر مـستقیم(تولیـد آنتـی بیوتیـک، تخلیه ریزوسفر از آهن، رقابت با گونه‌های مضر بـرای اشـغال ریـشه، تولید آنزیمهای لیز کننده دیواره سلولی قارچهـای بیمـاریزای گیـاهی ،ایجاد مقاومت سیستمیک در گیاه و افزایش مقاومت گیاه به تنـشهای غیر زنده) موجب افزایش رشد گیاه شوند(۱۳). این اصطلاح ابتدا برای باکتریهای ریزوسـفری متعلـق بـه گـروه سودوموناسـهای فلورسـنت (گونه‌های فلورسنس و پیوتیدا) وضع گردید و دلیل آن افزایش قابـل توجهی بود که در رشد گیاهان تلقیح شده بـا ایـن باکتریهـا مـشاهده می‌شد(۶). ریحانی تبار (۵) در بررسی گلخانه ای نشان داد کـه پاسـخ گنـدم بـه تلقـیح بـا سـویه‌هـای سـودوموناس فلورسـنس در بیـشتر شاخص‌های رشـد مثبـت بـود. رمـضانیان (۳) ضـمن بررسـی نقـش باکتریهای ریزوبیومی مولد آنزیم ACC دآمیناز در گیاه گندم نشان داد که گندم تلقیح شده با سویه‌های ریزوبیومیمولـد ACCد آمینـاز دارای طول ریشه ، طول ساقه ،وزن خشک ریشه و ساقه بیشتری نسبت بـه شاهد بودکه این افزایش در مورد طول ریشه معنی دار بـود. گلیـک و همکاران (۱۲) اعلام نمودند کـه شـواهدی دال بـر افـزایش فراهمـی عناصر غذایی گیاه در ریزوسفر در اثر فعالیـت باکتریهـای ریزوسـفری محرک رشد گیاه وجود دارند. فرایند عمل در این مورد شامل افـزایش انحلال عناصر غذایی و یا تولید مواد کلات کننده ماننـد سـیدروفورها میباشد.واگار وهمکاران(۲۸) ضمن بررسی اثر تلقیح باکتریهای حـاوی آنزیم ACCدآمینازبر رشد و عملکرد گنـدم دریافتنـد کـه باکتریهـای دارای اینآنزیم عملکرد دانه ، کاه، وزن ریشه، طول ریشه، تعداد پنجه و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کاه ودانه را نـسبت بـه شـاهد بـه طور معنی دار افزایش دادند. آنها تمامی این اثـرات را بـدلیل کـاهش سطح اتیلن در گیاه در اثر تلقیح با باکتری واجد ACCدآمیناز دانـستند و اعلام نمودنـد کـه فعالیـت آنـزیم در جـدایههای مختلـف متفـاوت می‌باشد.[1]

گلیک و همکاران (۱۲) توسعه اولیه گیاهچه کلزا در شرایط تـنش سرما و شوری در تیمارهای تلقیح شده بـا *P. Putida*و گونـه جهـش یافته آن و تیمار بدون تلقیح را مورد بررسی قرار دادند آنها دریافتندکه سویه اولیه و سویه جهش یافته باکتری باعث افـزایش رشـد کلزاشـد. گریچکـو و گلیـک (۱۵)،اثرچهارسـویه*E. Cloacae 4W4* ، *E. Colacae GAL2* و*P.utida ATCC 7399/PKKACC*، *P. putida ATCC 17399/PKK415* را بر کـاهش تـنش مانـدابی بـر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی مورد بررسی قـرار دادنـد. سـه سـویه اول حاوی آنزیم ACC دآمیناز بودند و تلقیح گوجه‌فرنگی با این سـویه‌هـا باعث ایجاد مقاومت در گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به شرایط ماندابی شد. شهرونا و همکاران (۲۷) ضمن مطالعه نقـش باکتریهـای مولـد آنـزیم ACC دآمیناز بر رشد گندم دریافتنـد کـه *P fluorescens ACC50*. مؤثرین جدایی در بین ۵ جدایه مورد مطالعه بود و بیـشترین عملکـرد، طول و وزن ریشه در گلدان را تولید نمود آنها اعلام نمودند که وجـود آنزیم ACC–دآمیناز پارامتر کارایی برای انتخاب باکتری محرک رشد گیاه می‌باشد. نادیم وهمکـاران (۲۵) در آزمایـشی گلـدانی اثـر سـویه باکتری حاوی آنزیم ACC–دآمیناز را در شوری‌های مختلف خاک (۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) بر عملکرد و اجـزاء عملکـرد کلـزا مـورد بررسی قرار دادند. آنها اعلام نمودند که در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر مترسویه‌هـای*P.Syringae* و *P. SP*رشـد و عملکـرد کلـزا را بهبـود بخشیده‌اند. همچنین نسبت +K+/Na ومیزان کلروفیـل نیـز افـزایش یافته بود.ساراوانا کومار و سمیاپون (۲۶) ضمن مطالعه اثر چهار سـویه از باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه اعلام نمودند که سـویه *P Fleorescens TDk1*. بیشترین اثر را بر عملکرد گیاه بادام زمینی در کاهش اثرات شوری داشت آنها علت این امـر را وجـود آنـزیم ACC دآمیناز در این سویه دانسته‌اند.

با توجه گستره وسیع خاکهای شور و اهمیـت تولیـد محـصول در این شرایط و با عنایتبه اینکه نقش سویه‌های سودوموناس فلورسـنس و پوتیدا در تحریک رشد و نمـو گیـاه در شـرایط شـور چنـدان مـورد بررسی قرار نگرفته است و همچنین بدلیل اهمیت گندم بعنـوان یـک محصول استراتژیک ضرورت انجام این تحقیق مشخص می‌گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر چهار سویه از باکتریهای ریزوسفری محـرک رشد گیاه بـر رشـد و عملکـرد گنـدم رقـم مهـدوی در شـرایط شـور ،آزمایشیدرشرایط گلخانه به صورت فاکتوریـل در قالـب طـرح کـاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد.عامل اول چهار سـطح شـوری خـاک شامل (۱، ۴، ۸ و۱۲ دسی‌زیمنس بـر متـر) و عامـل دوم شـامل پـنج سـطح سـویه‌هـای (سـود و مونـاس فلورسـنس۱۵۳،سـودوموناس فلورسنس۱۶۹، سودوموناس پوتیدا۱۰۸، سودوموناس پوتیـدا ۴ و یـک تیمار بدون تلقیح) بـود. باکتریهـای فـوق از بانـک میکروبـی بخـش تحقیقات بیولوژی خاک مؤسـسه تحقیقـات خـاک و آب تـأمین شـد. خاک مورد استفاده در این آزمایـشبا نـام علمـی Fine-Loamy over sandy – Skeletal mixed (Calcareous) mesic xeric torriortents از یک مزرعه زیر آیش از ایستگاه تحقیقات کـشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد، از عمق (۰–۳۰) سـانتی متـری برداشـت گردیـد. مقـدار کـافی از ایـن خـاک از الـک ۴ میلیمتـری عبـور داده

1 - Plant Growth Promoting Rihzobacteria

Archive of SID

www.SID.ir

شدوسپس با استفاده از محلولی حاوی نمک‌های $NaCl + CaCl_2 + MgCl_2$با نسبت اکی والان مساوی به سطح شوری مورد نظر در هر تیمار رسانیده شد. سپس خاکها به گلدانهای ۲۵ کیلوگرمی با ابعاد۵۰ سانتیمتر قطر و ارتفاع ۷۵ سانتی متر منتقل شدند. بذرها با سویه‌های باکتریهای مورد نظر تلقیح گردید.برای تهیه مایه تلقیح از پرلیت به عنوان حامل استفاده شده بود. تراکم جمعیت باکتری در مایه تلقیحهای ۴ ،۱۰۸، ۱۵۳ و ۱۶۹ نیز به ترتیب^{9}۱۰ * ۱/۲ ، ^{9}۱۰ * ۱/۰۱ ، ^{9}۱۰ * ۱/۳ و ^{9}۱۰ * ۱/۲۵سلول به ازائ هر گرم مایه تلقیح بود برای تلقیحبذرهای رقم مهدوی ابتدا ۱۵ گرم بذر گندم داخل کیسه پلاستیکی ریخته شد. سپس یک قطره از محلول صمغ عربی ۴۰ درصد به آن اضافهو به طور کامل بهم زده شد .آنگاه مقدار یک گرم از هر یک از مایه تلقیحها به بذرهای چسبناک اضافهو محتویات به خوبی تکان داده شد به طوری که پوشش یکنواختی از مایه تلقیح روی بذرها را پوشاند. سپس بذرها را روی فویل آلومینیوم ریخته وبا دست در هر گلدان ۱۶ بذر کشت گردید . پس از جوانه‌زنی بذرها و سبز یکنواخت تعداد بذرها به ۱۲ بذر در هر گلدان کاهش یافت.نیتروژن پتاسیم وفسفر و عناصر کم مصرفبا توجه به آنالیز خاک (جدول ۱) وبر اساس توصیه کودی برای گندم به صورت محلول در آب آبیاری به گلدانها اضافه شدند. دمای روز و شب به ترتیب حدود ۳۰و۲۰ درجه سانتیگراد، طول دوره روشنایی بین ۱۴-۱۲ ساعت و مفدار نور بین۱۴-۱۲ هزار لوکس از طریق لامپهای بخار سدیم و هلیم تنظیم شد.آبیاری بوسیله آب مقطر(بدون ایجاد زه آب) انجام و رطوبت گلدانها در حد ظرفیت زراعی نگهداری شد(۹).در مرحله ی رسیدگی فیزیولوژیک برداشت انجام گرفت. قبل از برداشت تعداد پنجه ،تعداد خوشه‌ها و ارتفاع بوته‌ها در هر گلدان اندازه‌گیری شدند. سپس قسمت هوایی هر گیاه از نزدیک سطح خاک قطع گردید.به منظور تعیین وزن خشک گیاه وعملکرد دانه بخش هوایی گیاهان موجود در هرگلدان برداشت وسپس در آون با دمای۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند.بعد از این مرحله، وزن خشک دانه‌ها، وزن کل گیاه و وزن خوشه‌ها اندازه گیری شدند. برای هر گلدان صفاتی مانند وزن خشک اندام هوایی(عملکرد بیولوژیک)، تعداد پنجه، تعداد خوشه ، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه با استفاده از برنامه کامپیوتری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. سپس گروه بندی میانگینها به روش آزمون دانکن در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم افزار Excell انجام شد.

(جدول ۱)- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده قبل از کشت

pH	EC (dSm^{-1})	TNV	OC	Sand (%)	Silt	Clay	N	P	K	Mn mg kg^{-1}	Fe	Zn	Cu
۷/۹	۰/۹	۱۷	۰/۲۸	۳۲	۵۱	۱۷	۰/۰۲۵	۷/۲	۱۴۸	۹/۸۴	۲/۴۸	۰/۳۲	۰/۸۲

ویژه‌گی‌های سویه‌های مورد بررسی در جدول (شماره۲) آورده شده است.سه سویه از چهار سویه مورد بررسی دارای توان تولید آنزیم ACC دآمیناز بودند وفعالیت این آنزیم از ۲/۳۰۵ تا ۵/۰۳۰ میکرومول آلفا کتوبوتیرات در میلیگرم پروتئین در ساعت متغییر بود بیشترین اثر بر حل کنندگی فسفر مربوط به سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ بود، کلیه سویه‌های مورد آزمایش دارای توان تولید سیدروفور و IAA بودند جدول(۲).

(جدول۲)- فعالیت آنزیم[1] ACCdeaminase ، میزان تولیدمواد شبه اکسین ،توان انحلال سازی منابع نامحلول فسفر ، توان تولید سیدروفورو IAA سویهای مورد مطالعه

صفت مورد نظر	سویه p.f 153p.f.169p.p 108 p.p 4			
فعالیت آنزیم[1] ACCdeaminase	۲/۳۰۵	۵/۰۳۰	۳/۵۰۸	-
موادشبه اکسین(mg/l)	۹/۶	۸/۹	۵/۸	-
فسفر حل شده(mg/l)	۳۸/۷۵	۵۷/۳۲	۵۳/۵۰	-
توان تولید سیدروفور	+	+	+	+
توان تولید IAA	+	+	+	+

۱-میکرومول آلفا کتوبوتیرات در میلی گرم پروتئین در ساعت

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای شوری ،تیمارهای تلقیح با سویه‌های مورد نظر و اثر متقابل آنها بر عملکرد بیولوزیک ، ارتفاع گیاه و عملکرد دانه گندممعنی دار بود(جدول ۳) . با افزایش شوری عملکرد و اجزای عملکرد کاهش پیدا نمود.کاهش عملکرد گندم به دلیل افزایش شوری توسط محققین زیادی گزارش گردیده است(۲۲و۲۳) آنها علت این کاهش را در نتیجه کاهش جذب آب و عناصر غذایی بدلیل و برهم خوردن تعادل عناصرغذایی عنوان

Archive of SID

www.SID.ir

نموده اند. عده دیگری از محققین افزایش تولید اتیلن در شرایط تنش شوری را از دیگر علل کاهش عملکرد گیاه عنوان نموده اند . مایاک و همکاران (۲۴) نشان دادند که در شرایط تنش شوری تولید اتیلن نسبت به شرایط معمول افزایش یافت. افزایش تولید اتیلن در پاسخ به شوری در گیاهان دیگر مانند خیار و گوجه فرنگی و کلزارا نیز گزارش نمودند. گلیک و همکاران (۱۳) اعلام نمودند که هورمون اتیلن بعنوان بازدارنده رشد ریشه عمل نموده باعث کاهش رشد گیاه می‌شود. در این تحقیق تلقیح گندم با سویه‌های سود و موناس فلورسنتدر شرایط تنش شوری باعث افزایش تحمل گیاه نسبت به شوری شده و عملکرد و اجزای عملکرد در اثر تلقیح با این سویه‌ها افزایش یافت. این موضوع نشان دهنده اثر مثبت سویه‌ها در کاهش اتیلن تنشی در گیاه می‌باشد

(جدول۳)- میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در گندم تیمارشده با باکتریهای محرک رشد گیاه در شرایط شور

منابع تغییر	درجه آزادی	طول سنبله	وزن هزار دانه گرم	تعداد دانه در خوشه	عملکرد بیولوژی گرم در گلدان	ارتفاع گیاه سانتی متر	عملکرد دانه گرم
باکتری	۴	۴/۱۹۲ **	۱۵۲/۱۵۳ **	۳۶۱/۵۵۷ **	۲۰۲۷/۰۶۸ **	۲۰۸/۷۲۳ **	۳۵۳/۶۹۶**
شوری	۳	۱۴/۸۷۲ **	۲۱۷/۹۷۳ *	/۸۴۲ ** ۱۰۷۱	۳۴۷۹/۴۳۴ **	۱۳۰۱/۵۵۱ **	۲۹۴/۸۳۱**
شوری*باکتری	۱۲	۱/۱۶۴ *	۱۱/۷۷۴ *	۱۰/۸۷۴ ns	۱۷۰/۶۰۶ **	۲۵/۰۴۶ **	۱۲/۰۹۹*
خطا	۴۰						
CV%		۸/۲۲	۴/۴۱	۶/۶۳	۸/۱۹	۵/۵۵	۶/۹۴

ns,*,** به ترتیب معنی دار در سطح ۱درصد و۵درصد و غیر معنی دار

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درسطوح کم شوری بین سویه‌ها اختلاف معنی داری وجود نداشتاما با افزایش سطح شوری به ۸ دسی زیمنس بر متر اثر سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ نسبت به دیگر سویه‌ها در سطح ۵ درصد معنی دار بود واین سویه بیشترین عملکرد دانه را ایجاد نمودو در گروه اول و بقیه سویه‌ها در گروه بعدی قرار گرفتند(جدول ۴).گیاهان تک لپه مانند گندم به اتیلن تنشی حساسیت کمتری نسبت به گیاهان دو لپه دارند ویکی از علل عدم کاهش فاکتورهای رشد در شرایط شوری کم می‌تواند به این موضوع مربوط باشد.

جدول تجزیه واریانسنشان داد که هماثر شوری و هم اثر سویه‌های مورد بررسی برعملکرد بیولوژیک گندم معنی دار (P<۰/۰۵) می‌باشد (جدول ۳). تلقیح گندم با سویه‌های باکتریایی روند مشخصی بر عملکرد بیولوژیک نداشت و تنها در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر اثر سویه‌های مورد بررسی در مقایسه با شاهد بدون تلقیح معنی دار بود اما بین سویه‌ها این نظر اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول۴).

نتایج نشان داد که تلقیح با باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه باعث تخفیف اثر نامطلوب شوری بر وزن هزار دانه شده و مانع از کاهش وزن هزار دانه در سطوح بالای شوری گردیده است. سویه‌های باکتری در تمامی سطوح شوری اثر مثبت معنی دار (P<۰/۰۵) بروزن هزار دانه داشتند. در بین سویه‌های مورد بررسی سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ بیشترین وزن هزار دانه را در تمامی سطوح شوری ایجاد نمود اما به جز در سطح اول شوریدر دیگر سطوح شوری بین سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ و دیگر سویه‌ها اختلاف معنی داریوجود نداشت(شکل ۱). با توجه به اینکه مراحل تشکیل دانه و انتقال مجدد مواد به مخزن وابستگی کاملی به میزان آبو تعرق گیاه دارد و در صورت کمبود آب دانه‌های چروکیده با وزن کم تولید می‌شود افزایش وزن هزار دانه در اثر تلقیح گندم با سویه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که این سویه‌ها در اقتصاد آب در گیاه نقش مثبتی داشته‌اند. کاهش اتیلن تنشی در گیاه می‌تواند باعث افزایش رشد ریشه و افزایش جذب آب توسط گیاه شود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح گندم با سویه‌های مورد بررسیباعث افزایش معنی دار تعداد دانه در خوشه (P<۰/۰۵) شد. این افزایش درتیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متربیش از ۱۰۰ درصدبود (شکل۲).سودو موناس پوتیدا ماد بیشترین تعداد دانه را در تمامی سطوح شوریایجاد نمودااگر چه بین سویه‌های مورد بررسی از نظر آماریاختلاف معنی داری وجود نداشت .

بیشترین تاثیر تیمارهای تلقیح گند م بر افزایش تعداد دانه در خوشه بوده است ،به طوری که در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر در تیمار تلقیح با سودو موناس پوتیدا ۱۰۸ ،تعداد دانه ۱۳۷/۵٪ نسبت به شاهد افزایش داشته است ، این افزایش در مورد وزن هزار دانه حدود ۷۸/۸٪ نسبت به شاهد بوده است. یافته‌های این تحقیق با یافته‌های محققین دیگر همخوانی دارد. افزایش عملکرد غلات با تلقیح بذری و خاکی سویه‌های فلورسنت سودوموناس در شرایط مختلف توسط محققین زیادی گزارش شده است (۱۰ و ۱۱).

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول ٤)- اثرمتقابلشوری وسویه‌های باکتری بر وزن هزار دانه (گرم) ،عملکرد دانه در گلدان(گرم)، عملکرد بیولوژیک (گرم)و عملکرد کاه(گرم) *

شوری	باکتری	تعداد پنجه در گیاه	عملکرد دانه(گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم)	عملکرد کاه(گرم)
۱	بدون تلقیح	۱/۸۸۷bcd	۲۷/۴۲de	۸۳/۹۶def	۵۶/۵۴cdefg
۱	سودوموناس فلورسنس۱۶۹	۱/۸۸۷bcd	۳۱/۷۵bc	۹۸/۷۵abc	۶۷/۰۰abc
۱	سودوموناس فلورسنس۱۵۳	۱/۷۷۳cd	۳۲/۰۴bc	۱۰۳/۷ab	۷۱/۶۷ab
۱	سودوموناس پوتیدا۴	۲/۲۲۰abcd	۳۴/۱۵ab	۱۰۹/۸a	۷۵/۶۷a
۱	سودوموناس پوتیدا۱۰۸	۲/۴۴۰ab	۳۵/۷۱a	۱۰۰/۷abc	۶۵/۰۰bcd
۴	بدون تلقیح	۱/۸۸۷bcd	۲۲/۸۷gh	۷۳/۲۳fg	۵۰/۵۸fg
۴	سودوموناس فلورسنس۱۶۹	۲/۱۱۰abcd	۳۲/۲۵abc	۹۵/۹۲bcd	۶۳/۶۷bcde
۴	سودوموناس فلورسنس۱۵۳	۱/۲۲۰ef	۲۵/۸۶efg	۷۸/۱۷efg	۵۲/۳۰fg
۴	سودوموناس پوتیدا۴	۲/۱۱۰abcd	۳۴/۷۹ab	۱۰۱/۱abc	۶۶/۳۳abcd
۴	سودوموناس پوتیدا۱۰۸	۲/۱۱۰abcd	۳۴/۰۵ab	۸۸/۹۰cde	۵۳/۸۷efg
۸	بدون تلقیح	۱/۱۱۰f	۱۸/۵۴i	۵۶/۱۴h	۳۷/۹۳hi
۸	سودوموناس فلورسنس۱۶۹	۲/۳۳۰abc	۲۷/۶۴de	۸۰/۲۵efg	۵۲/۶۰fg
۸	سودوموناس فلورسنس۱۵۳	۱/۶۶۳de	۲۱/۷۸h	۷۰/۹۰g	۴۹/۱۲fg
۸	سودوموناس پوتیدا۴	۲/۴۴۰ab	۳۱/۸۲bc	۹۰/۰۷cde	۵۸/۵۹cdef
۸	سودوموناس پوتیدا۱۰۸	۲/۶۶۰a	۳۲/۹۴abc	۸۵/۶۴de	۵۲/۷۱fg
۱۲	بدون تلقیح	۱/۰۰f	۱۲/۲۳j	۳۲/۶۷i	۲۰/۵۷j
۱۲	سودوموناس فلورسنس۱۶۹	۱/۱۱۰f	۲۳/۷۴fgh	۷۳/۳۶fg	۴۹/۶۲fg
۱۲	سودوموناس فلورسنس۱۵۳	۱/۱۱۰f	۱۷/۸۴i	۵۳/۶۰h	۳۵/۴۳i
۱۲	سودوموناس پوتیدا۴	۱/۸۸۷bcd	۲۶/۷۳def	۷۲/۸۷fg	۵۱/۴۶gh
۱۲	سودوموناس پوتیدا۱۰۸	۲/۴۴۰ab	۳۰/۰۳cd	۸۶/۰۳de	۵۶/۰۰defg

* در هر ستون میانگینهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند در آزمون دانکن در سطح ۵درصد تفاوت معنی دار ندارند.

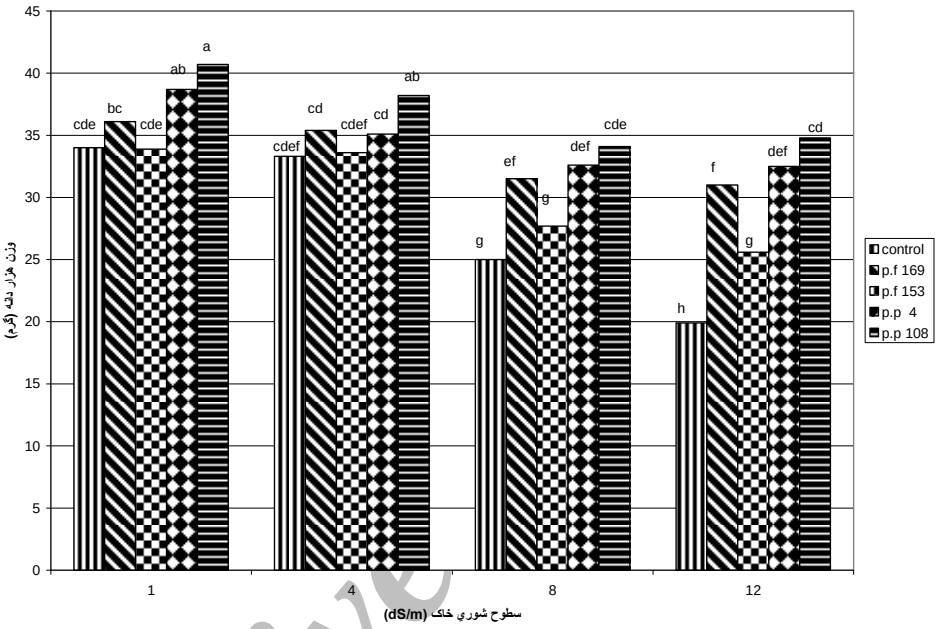
ارتفاع بوته یکی از شاخصهای رشدی مورد بررسی بود همانطور که از جدول آنالیز واریانس مشخص می‌باشد اثر شوری و تلقیح با سویه‌های مورد بررسی بر ارتفاع گندم معنی دار بوده است(شکل ۳) . تلقیح گندم با سویه‌های مورد استفاده باعث تعدیل اثر شوری گردیده و ارتفاع بوته را به طور معنی داری (P<۰/۰۵) تحت تاثیر قرار داده است .بین تیمارهای سویه‌های مختلف از این نظر اختلاف معنی داری وجود نداشت اگر چه سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰ بیشترین ارتفاع گیاه را ایجاد نمود .

اثر سویه‌های مورد استفاده دراین پژوهش بر روی تعداد پنجه در گیاه در شوریهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی دار بود (P<۰/۰۵). تلقیح سویه‌ها در شوری کم اثر معنی داری بر تعداد پنجه نداشت اما با افزایش شوری این اثر معنی دار شد(جدول۴).اسدی و فلاح (۱) در مرور پژوهشهای انجام شده بر روی باکتریهای محرک رشد گیاه(PGPR) اثرات معنی دار تلقیح با سودوموناسهای فلورسنت را بر ارتفاع و وزن خشک بخش هوایی گندم ارائه کرده اند. باسیلیو و همکاران (۸) اعلام نمودند که استفاده از *gfp- tagged Azospirillum lipoferum* می‌تواند اثرات منفی شوری در گندم را کاهش دهد. نتایج آنها نشان داد که وزن خشک ریشه و برگ و ارتفاع گیاه در گندم تلقیح شده افزایش یافت ، آنها یکی از دلایل افزایش عملکرد این گیاهان را به افزایش جذب آب در گیاه نسبت دادند. مایاک و همکاران (۲۴) نیز طی مطالعه بر روی گوجه فرنگی در شرایط شور به این نتیجه رسیدند که سویه‌های باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه اثرات نامطلوب شوری را کاهش داده و وزن تر وخشک گیاه را نسبت به شاهد افزایش داده اند .آنها این اثر سویه‌ها را به توانایی آنها در تولیدACC – دآمیناز و در نتیجه کاهش تولید اتیلن نسبت دادند. توانایی سویه‌های مورد استفاده در این تحقیق در افزایش شاخصهای رشد یکسان نبودبیشترین تاثیر بر شاخصهای رشد و عملکرد گندم در اثر تلقیح با سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ بدست آمد. گلیک و همکاران (۱۳) ضمن بیان مدل کاهش غلظت اتیلن در گیاه تحت تنش اعلام نمودند که یکی از دلایل تفاوت تاثیر باکتریها در کاهش سطح اتیلن و درنتیجه عملکرد گیاه به رقابت بین آنزیمهای ACC دآمیناز و ACC اکسیداز برای جذب ACC بستگی دارد .مکانیزمهای دیگری بجز تولید آنزیم ACC دآمیناز نیز در افزایش رشد گیاه موثر می‌باشندکه از جمله توانایی سویه در تولید سیدروفور و تامین آهن مورد نیاز گیاه و حلال سازی منابع نامحلول فسفر و قابل استفاده شدن فسفر برای جذب گیاه را می‌توان نام برد. مایاک و

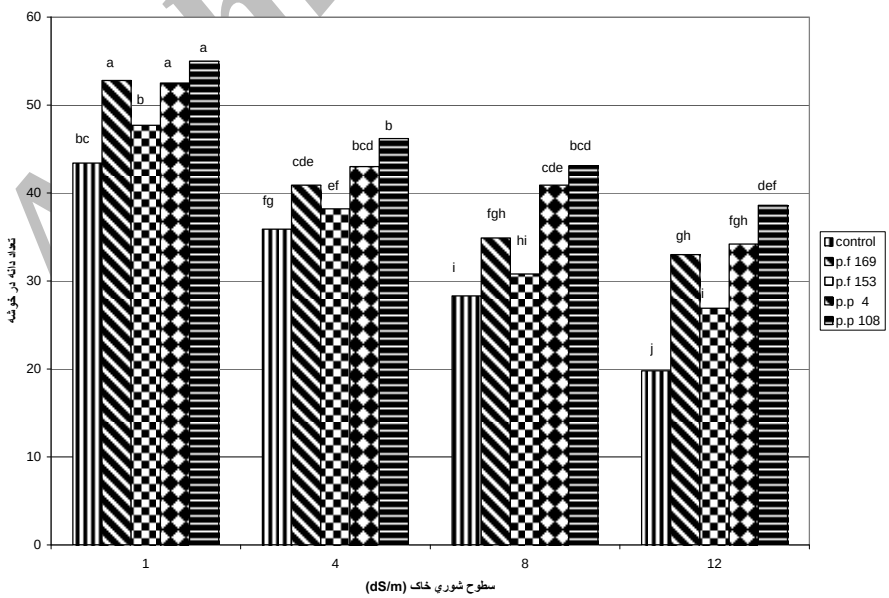
Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (۲۴) مشاهده نمودند که گیاهان تلقیح شده با باکتریهای محرک رشد گیاه در شرایط شور فسفر بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده جذب نمودند آنها جذب فسفر بیشتر و افزایش تحمل گیاه نسبت به شوری را مثبت دانستند. رسولی صدقیانی و همکاران (۴) ضمن مطالعه تراکم و جمعیت سود و موناسهای فلورسنس در ریزوسفر گندم اعلام نمودند که غالب سود و موناسهای ریز و سفر گندم از گونه پوتیدا بودند و علتاین غالبیت را توان رقابتی بالا و کلونیزاسیون موثر این گونه در ریزوسفر گندم در مقایسه با سایر گونه‌ها دانسته‌اند. گلیک و همکاران (۱۳) اعلام نمودند که دوره بحرانی عمل آنزیم ACC دآمیناز مراحل اولیه رشد گیاه می‌باشد و چنانچه باکتری بتواند در این مرحله استقرار مناسبی در روی بذر پیدا نماید اثرات مثبت آن افزایش خواهد یافت لذا یکی از فاکتورهای موثر در افزایش کارایی سویه سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ در ایجاد افزایش مقاومت به شوری را می‌تواند بهکلونیزاسیون موثر این سویه در مراحل اولیه رشد گیاه گندم نسبت داد .



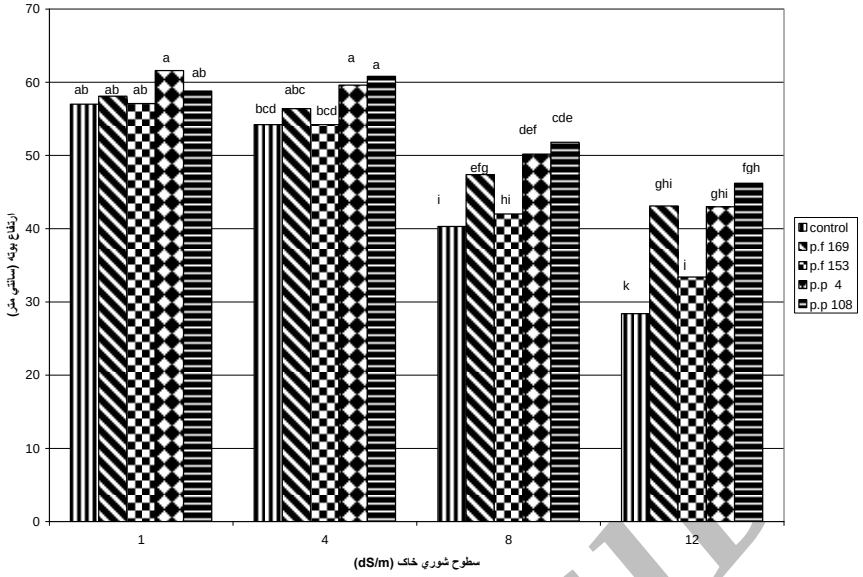
(شکل ۱)- اثر سویه‌های مورد بررسی بر وزن هزار دانه گندم در شوریهای مختلف خاک



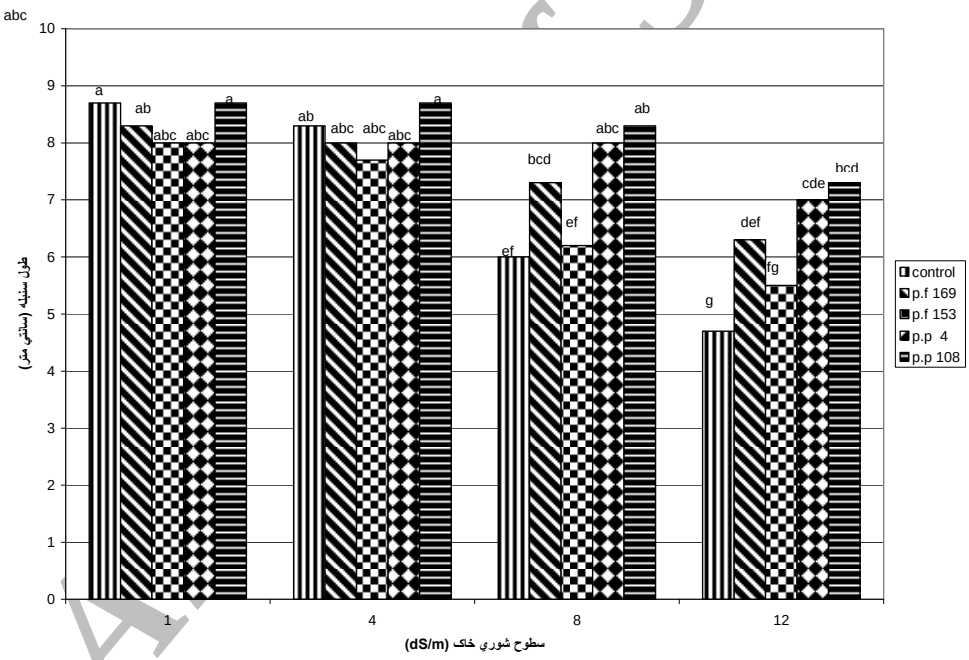
(شکل ۲)- اثر سویه‌های مورد بررسی بر وزن تعداد دانهدر خوشه گندم در شوریهای مختلف خاک

Archive

www.SID.ir



(شکل ۳)- اثر سویه‌های مورد بررسی بر ارتفاع بوته گندم در شوریهای مختلف خاک



(شکل ٤)- اثر سویه‌های مورد بررسی بر طول سنبله گندم در شوریهای مختلف خاک

با توجه به گستردگی اراضی دچار مشکلات شوری و مدیریت مصرف کودهای شیمیایی در شرایط شور استفاده از باکتری های ریزوسفری محرک رشد گیاه می‌تواند راهکار مناسبی در افزایش عملکرد گندم در شرایط شور محسوب شود البته این امر مستلزم انجام مطالعات بیشتر می‌باشد.

منابع

۱- اسدی رحمانی، ه. و فلاح. ع. ر. ۱۳۷۹.ضرورت تولید و ترویج کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه،مجله خاک وآب ،ویژه نامه بیولوژی

www.SID.ir

خاک،۱۲ (۷): ۱۰۵-۹۷.

۲- بنایی، م. ح. ،مومنی. ع. بایبوردی، م. وملکوتی. م. ج.۱۳۸۳.خاکهای ایران –تحولات نوین در شناسایی ,مدیریت بهره برداری.انتشارات سنا. تهران. ایران.

۳- رمضانیان، ع.۱۳۸۴.نقش باکتریهای ریزوبیومی مولد آنزیم ACC دی آمیناز در تعدیل اثرات سوء اتیلن استرسی در گیاه گندم. پایان نامه کارشناسی ارشدخاکشناسی دانشگاه تهران. دانشکده مهندسی آب و خاک

۴- رسولی صدقیانی، م. ح. رحیمیان، ح. خاوازی، ک. ملکوتی. ، م.ج. و اسدی رحمانی، ه.۱۳۸۴. بررسی تراکم جمعیت و شناسایی سودوموناسهای فلورسنت در ریزوسفر گندم مناطق مختلف ایران.مجله خاک و آب،جلد۱۹ ،شماره۲ ،صفحات ۲۲۴-۲۳۴

۵- ریحانی تبار،ع.۱۳۷۹. بررسی جمعیت پسودوموناسهای فلورسنت در ریزوسفر گندم کشت شده در خاکهای زراعی استان تهران و تعیین پتانسیل آنها برای افزایش رشد گیاهان.پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه تهران

۶- صالح راستین، ن.۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک.مجله خاک و آب ،ویژه نامه کودهای بیولوژیک،جلد ۱۲،شماره ۳ص۱-۳۶ موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۷- ملکوتی ،م. ج. ۱۳۷۹. تغذیه متعادل گندم ,راهی به سوی خود کفایی در کشور و تامین سلامت جامعه.مجموعه مقالات.نشر آموزش کشاورزی. کرج.ایران

8- Bacilio, M., Rodriguez, H. Moreno, M. Hernandez J-Pablo. and Bashan. Y. 2004. Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a *gfp-tagged Azospirillum lipoferum*.Biol. Fertil. Soils. 40: 188-193.

9- Castorena, M. V. Ulery, ,A.L. Valencia E. C.and Remmenga .D. 2003.Salinity and nitrogen rate effects on the growth and yield of chile pepper plants.Soil Sci. Soc.Am.J.67:1781-1789.

10- Defreitas ,J .R., and Germida. J. J. 1992. Gtowth promotion of winter wheat by fluorescent Pseudomonads under field condition.Soil Biol.Biochem.24:1137-1146.

11- Germida, J. J., and Walley. F. L. 1996. Plant growth promoting rhizobacteria affect rooting patternand arbuscular mycorrhizal fungi colonization of field grown spring wheat.Biology and Fertility of Soils.23:113-120.

12- Glick, B. R, L. Changping, S. Ghosh and E. B. Du Mbroff. 1997. Early development of canola seed lines in the presence of the plant growth promoting rhizobacterium pseudomonas putida GR 12-2. Soil .Biology and Biochemistry. 24(8) 1233-1239.

13- Glick,B.R.,D.M.Karaturovic and P.C.Newell.1995.A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads.Can.J.Microbiol.41:533-536.

14- Gravel, V,H. Antoun and J. Russell. 2007. Growth Stimulation and Fruit yield improvement of green house tomato Plants by inoculation with Pseudomonas Putida or Trichoderma atroviride: Possible role of indole acetic acid (IAA). Soil Biology and Biochemistry. 39. 8:1968-1977

15- Grichko,V. P and B. R. Glick. 2001. Amelioration of flooding stress by ACC deaminase-Containing plant growth-Promoting bacteria. Plant physiology and Biochemistry. 39(1):11-17.

16- Hofte,M.,K.Y.Seong,E.Jurkevitch,and W.Verstraete.1991.Pyoverdin production by the plant growth beneficial Pseudomonas strain 7SNK2;ecological significance in soil.Plant and Soil.130:249-257.

17- Hu,Y and U.Shmidhalter.2001.Effects of salinity and macronutrient levels in wheat .J.Plant.Nutr.24:2.273-281.

18- Kafkafi, U. N. Valoras and J. Letey. 1982. Chloride interaction with nitrate and P nutrition in tomato. J. Plant. Nut. 5: 1369-1385

19- Kloepper,J.W.,M.N.Schroth and T.D.Miller.1980.Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on tomato plant development and yield.Phytopathol.70:1078-1082.

20- Lifshitz,R.,J.W.Kleopper,M.Kozlowski,C.Simonson,J.Carlson,

21- E.M.Tippingand I.Zaleska.1987.Growth promotion of canola(rapseed) seedlings by a strain of *pseudomonas putida* under gnotobiotic conditions .Can.J. Microbiol.33:390-395.

22- Ma,W.,T.C.Charles and B.R.Glick.2004. Expression of an exogenous 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase gen in *Synorhizobium melilotii*ncreases its ability to nodulate alfalfa.App.Envi.Micr

23- Maas, E.V., and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance—Current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE. 103:115–134.

24- Maas, E.V. 1993. Plant growth response to salt stress. p. 279–291. In H. Lieth and A. Al Masoom (ed.) Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. Dorchrecht, The Netherlands.

25- Mayak,S.,T.Tirosh and B.Glick.2004.Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress.Plant Physiology and Biochemistry .42: 565-572

26- Nadeem,S.,Z.A. Zahir,M.Naveed and M.Arshad,2007.Preliminary inverstigations on inducing salt tolerance in maize through ACC-deaminase activity.canadian journal of microbiology.53(10)1141-1149.

27- Saravana Kumar. D,and R. Samiyapoan, 2007.

28- Acc deaminas from Pseudomonas fluorescens mediated saline resistance in groundnut (Arachis Phy pogea) Plants

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Applied Microbiology. 102 (ds). 1283-1292.
29- Shaharoona,B, G. M. Jamro, Z. A. Zahir, M. Arshad and K. S. Memon, 2007. Effectiveness of various Pseudomonas Sp and Burkholderia improving growth and yield of wheat (Triticum aestivam L.).Journal of Microbiology and Biotechnology. 17 (8): 1300-1307.
30- Wagar,A.,B.Shahroona,Z. A. Zahir andM.Arshad.2004.Inoculation with Acc deaminase containing rhizobacteria for improvming growth and yield of wheat.Pak.J.Agri.41: 119-124.
31- Woitke ,M., Junge H. and Shnitzler. W.H. 2004. *Bacillus subtilis* as growth promoter in hydroponically grown tomatoes under saline conditions.Acta Hort.659.ISHS.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 1, Spring 2009, p.199-208

مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، ص ۲۰۸-۱۹۹

Effect of Application of Pseudomonas fluorescents on Yield and Yield Components of Wheat Under Different Soil Salinity Levels

H.R.Zabihi[1*] - G.R.Savagebi[2] - K. Khavazi[3] - A, Ganjali[4]

Abstract

Plant- growth promoting rhizobacteria enhance plant growth and yield directly and or indirectly. A factorial experiment was conducted in greenhouse to determine the efficacy of four strains of Fluorescent Pseudomonas on wheat yield and yield component under saline conditions. the experiment was carried out with the following treatments (non –inoculation control and inoculation with P.fluorescens strain153 P.fluorescens strain169 P.putida strain108 and P.putida strain 4) and four salinity levels (1,4,8 and 12 dS/m) in a completelyrandomized design .A combinationof (NaCl+ $CaCl_2$ +$MgCl_2$ with equal equivalent) dissolved in distilled water and added to soils to meet the desiredsalinity treatments .wheat seeds were inoculated whit strains before planting. During growing period, the pots were irrigated with distilled water to maintain soil moisture around 0.8 FC .before harvest, growth indices including : plantheight, number of tillers and heads and after harvest,dry weight of shoots and grain yield were determined .Results showedthat with increasing salinity level ,grain yield,1000 weight ,number of grain per spick , plant height and biologic yield decreased significantly ($P<0.05$).Inoculation with strains increased all mentioned indexes significantly($P<0.05$) at all salinity levels. Among the strains ,P.putida strain 108 exert greatest effect on yield and yield component of wheat .In compare to other strains ,the effect of P.putida strain 108 ongrain yield and 1000 weightwas significantbut on other indices was not significant .Results of this research revealed that all investigated strains can be used as plant growth- promoting bacteria.

Keywords: Wheat ,Salinity, Plant growth promoting - rhizobacteria

Archive of SID

[1] - khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center
2- University of Tehran
3- Soil & Water Research Institute
4- Herbaceous Sciences Research Center

www.SID.ir