Archive of SID

مجله تحقیقات آب و خاک ایران
دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۸۷ (۱۰۳-۹۳)

بررسی اثر سویه‌های ریزوبیوم دارای آنزیم ACC دآمیناز بر رشد گندم در شرایط تنش شوری

هوشنگ خسروی*[۱]، حسینعلی علیخانی[۲] و باقر یخچالی[۳]
۱، دانشجوی دکتری، استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳، دانشیار پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری
(تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۱۸- تاریخ تصویب: ۸۷/۸/۱۵)

چکیده

بعضی از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از جمله ریزوبیوم‌ها حاوی آنزیمی به نام ۱-آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات (ACC) دآمیناز هستند که می‌تواند ۱-آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات که پیش‌ماده مستقیم تولید اتیلن در گیاهان است را به آمونیاک و آلفاکتوبوتیرات تجزیه نماید، و از این طریق موجب کاهش اتیلن ناشی از تنش شود. با توجه به اهمیت استراتژیک گندم و نقش برجسته آن در تغذیه مردم و با توجه به وجود تنش شوری در سطح گسترده ای از منابع خاک و آب ایران ارائه راهکارهای لازم برای افزایش عملکرد گندم در این شرایط امری لازم و ضروری است. در این پژوهش گلخانه‌ای اثر تلقیح دو سویه برتر *Sinorhizobium meliloti* KYA40 و KYA71 از نظر توان تولید آنزیم ACC دآمیناز و *S. meliloti* KYA95 بدون توان تولیدآنزیم یادشده (شاهد منفی) در شوری‌های ۷ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذبی سدیم یا $SAR = ۱۰ (mmol/l)^{۱/۲}$ در قالب آزمایش فاکتوریل و طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی بر رشد و جذب عناصر در گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که تلقیح با سویه KYA40 موجب افزایش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) ارتفاع بوته، محور طولی ریشه، جذب عناصر آهن، منگنز و مس شده است. این سویه ارتفاع بوته را در شوری ۷ دسی زیمنس بر متر حدود ۱۳ درصد و محور طولی ریشه را ۳٤ درصد افزایش داد. همچنین تلقیح با سویه یادشده در شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی به میزان ۹ درصد نسبت به حالت بدون تلقیح گردید. سویه KYA40 در شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب موجب افزایش ٤۷، ٤۵ و ۳۷ درصدی در جذب آهن، مس و منگنز شد. تلقیح، تاثیر معنی‌داری بر طول و وزن خوشه، اندازه سطح برگ، طول و سطح برگ پرچم، جذب روی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: ACCدآمیناز، ریزوبیوم، تنش شوری، گندم، جذب

مقدمه

گندم یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در جهان و ایران است. حدود هفت میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی ایران زیر کشت این محصول قرار دارد (۶). تنش شوری خاک و آب بسیاری از مراحل رشدی گیاهان از جمله گندم را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش رشد و عملکرد گندم می‌شود. بر اساس نقشه خاک‌های ایران (۱:۱۰۰۰۰۰۰) سطح کل خاک‌های شور ایران حدود ۳۴

*نویسنده مسئول: هوشنگ خسروی تلفن: ۰۲۱-۸۸۰۲۱۰۸۹ E-mail:khosravi_1971@yahoo.com
www.SID.ir

Archive of SID

میلیون هکتار برآورد شده است (۵). شوری خاک‌های ایران عمدتاً به علت اقلیم خشک، مواد مادری غنی از نمک، زهکشی ضعیف و شوری آب‌های زیرزمینی و آبیاری است (۴). یکی از مهمترین دلایلی که شرایط تنش‌زا از جمله شوری موجب کاهش محصول می‌شود، اتیلنی است که در اثر تنش در گیاه تولید می‌شود. اتیلن یکی از هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاهی است که در مراحل رسیدگی میوه، فتوسنتز، تنفس، تعرق، جنین‌زایی، ریشه‌زایی، تکامل اندام‌های جنسی، جوانه‌زنی بذور و بسیاری خصوصیات دیگر گیاه نقش دارد (۱۰). مشخص شده که اتیلن دارای اثرات بازدارندگی در رشد گیاهان نیز می‌باشد. اتیلن از طویل شدن ریشه و ساقه و گلدهی در گیاهان ممانعت به عمل می‌آورد و در واقع فرآیند پیر شدن در گیاه را تسریع می‌نماید (۱۰). گزارش شده که مقدار اتیلن در حدود ۰/۰۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم موجب کاهش ۲۵ درصدی عملکرد گندم شده است (۱۶). اخیراً کشف شده که بعضی از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه یا اصطلاحاً PGPR[1] از جمله ریزوبیوم‌ها، دارای آنزیمی به نام ۱-آمینوسیکلوپروپان -۱-کربوکسیلات (ACC) دآمیناز هستند که می‌تواند ۱-آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات که پیش‌ماده مستقیم اتیلن در گیاهان است را به آمونیوم و آلفاکتوبوتیرات تبدیل نماید، و از این طریق موجب کاهش اتیلن ناشی از تنش شود. در این فرآیند آمونیوم به عنوان منبع نیتروژن توسط باکتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱). با توجه به اهمیت استراتژیک گندم و نقش برجسته آن در تغذیه مردم و با توجه به محدودیت شوری در منابع خاک و آب ایران ارائه راهکارهای لازم برای افزایش عملکرد گندم امری لازم و ضروری است. در این راستا اقدامات زیادی صورت گرفته است از جمله می‌توان به تغذیه متعادل، مبارزه با عوامل بیماریزا، آفات گیاهی و علف‌های هرز و اجرای برنامه‌های بهزراعی و بهنژادی اشاره نمود.

یکی دیگر از راهکارهایی که در این زمینه مد نظر است استفاده از پتانسیل بالقوه میکروارگانیسم‌های خاک و کاربرد کودهای زیستی دارای باکتری‌های افزاینده رشد گیاه است. لذا سویه یا سویه‌هایی از باکتری‌های PGPR دارای مزیت‌های مختلف می‌توانند اثرات بهتری در رشد گیاه داشته باشند. به عنوان نمونه کاهش اثرات اتیلن تنشی بر رشد گیاه می‌تواند از طریق استفاده از باکتری‌های دارای توان تولید آنزیم ACC دآمیناز حاصل شود.

تحقیقات نشان داده که تلقیح *Pseudomonas putida* UW4 حاوی آنزیم ACCدآمیناز در حضور نمک به میزان ۱۵۰ میلی‌مول بر لیتر به طور معنی‌داری رشد کلزا را بهبود بخشیده است (۸).

سراواناکومار و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که *Pseudomonas fluorescens* دارای آنزیم ACC دآمیناز در شرایط شور اثرات مثبتی بر روی شاخص‌های عملکردی بادام زمینی داشته است (۲۲).

سرجیوا و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی کلزای تراریخت با ACC دآمیناز در شرایط تنش شوری و اندازه‌گیری وزن خشک و تر گیاه، غلظت پروتئین و مقدار کلروفیل برگ‌ها گزارش دادند که کلزای تراریخت تحمل بیشتری نسبت به کلزای ترانسفورم نشده در شرایط شور داشته است (۲۳).

جی و هوانگ (۲۰۰۸)، با تلقیح *Pseudomonas* sp. S1 دارای توان تولید آنزیم ACCدآمیناز به بذر چاودار مشاهده کردند که تحمل گیاه به تنش شوری به طور قابل توجهی افزایش یافت. ایشان گزارش دادند که در یک دوره رشد ۵۰ روزه، وزن خشک ریشه و اندام هوایی چاودار تحت شرایط تنش شوری به طور معنی‌داری نسبت به شاهد بدون تلقیح افزایش یافت (۱۴).

اخگر و همکاران (۱۳۸۷) ضمن جداسازی و شناسایی باکتری‌های *Pseudomonas* بومی گزارش دادند که تلقیح کلزا با سویه‌های دارای توان تولید آنزیم ACCدآمیناز موجب کاهش اثرات تنشی حاصل از شرایط شور در این گیاه شده است (۱).

در این پژوهش اثر تلقیح دو سویه از باکتری‌های بومی *Sinorhizobium meliloti* دارای آنزیم ACCآمیناز در شرایط تنش شوری در شرایط گلخانه‌ای بر روی شاخص‌های رشد و جذب عناصر در گندم مورد بررسی قرار گرفت. این سویه‌ها در تحقیق دیگری از کلکسیون میکروبی آزمایشگاه بیولوژی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران غربال شده بودند. لازم به ذکر است که

1. Plant Growth Promoting Rhizobacteria

www.SID.ir

Archive of SID

سویه‌های انتخاب شده از نظر سایر خصوصیات محرک رشد گیاه از جمله توان حل‌کنندگی فسفات‌های آلی و معدنی نامحلول، توان تولید HCN، توان تولید سیدروفور و توان تولید اکسین نیز در شرایط یکسانی قرار داشتند (۱۵).

یکی از مهمترین اهداف پژوهش جاری ارائه مایه‌تلقیح مناسب از باکتری‌های تولیدکننده آنزیم ACC دآمیناز در جهت مقابله با تنش شوری با استفاده از فن‌آوری‌های نوین است. از دیگر اهداف این پژوهش توسعه کودهای بیولوژیک که گامی در جهت کشاورزی پایداراست می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلخانه‌ای کشت گندم در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل شامل فاکتور تلقیح در سطوح صفر (بدون تلقیح به عنوان شاهد)، تلقیح سویه *Sinorhizobium meliloti* KYA40 (دارای توان نسبی بالا در تولید آنزیم ACC دآمیناز)، تلقیح سویه *S. meliloti* KYA71 (دارای توان نسبی متوسط در تولید آنزیم ACCدآمیناز) و *S. meliloti* KYA95 (بدون توان تولید آنزیم ACCدآمیناز به عنوان شاهد منفی) و فاکتور شوری شامل سطوح صفر (بدون اعمال تنش شوری)، شوری ۷ و شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر در چهار تکرار اجرا شد. نمونه خاک از ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج انتخاب و پس از عبور از الک ۵ میلیمتری به اتاق رشد منتقل شد. به میزان ۴/۵ کیلوگرم از خاک بر اساس وزن خشک آون در گلدان‌های با قطر دهانه ۱۹ و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر ریخته شد. قبل از اجرای آزمایش برخی خواص خاک اندازه‌گیری شدند. نیتروژن کل به روش کجلدال[1]، پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیوم یک نرمال و فسفر قابل جذب با روش اولسن اندازه‌گیری شدند. عناصر روی، آهن، مس و منگنز قابل‌جذب با استفاده از روش عصاره‌گیری خاک با DTPA و قرائت عناصر یادشده در عصاره گرفته شده با استفاده از دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی انجام شد (۲). بُر قابل جذب به روش آب داغ، کربن آلی با روش والکی بلاک، pHخاک در گل اشباع و عصاره اشباع، و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) درعصاره اشباع خاک انجام شد (۲). درصد شن، سیلت و رس خاک با روش هیدرومتر بایکاس و بافت خاک از طریق مثلث بافت خاک محاسبه شد. درصد رطوبت وزنی خاک در حالت‌های اشباع (SP)، هوا خشک و خشک آون با روش وزنی و در اتوو انجام شد. درصد رطوبت در ظرفیت مزرعه (FC) با استفاده از صفحه تحت فشار[2] و نقطه پژمردگی‌دائم (PWP) با استفاده از غشاء تحت فشار[3] انجام شد (۲). بر اساس آزمون خاک کمبود عناصر از طریق تهیه محلولی از عناصر رفع شد. این محلول شامل عناصر مختلف از منابع K_2SO_4، KH_2PO_4، $ZnSO_4.7H_2O$، H_3BO_3، $CuSO_4.5H_2O$، $MnSO_4.H_2O$ و $FeSO_4.7H_2O$ بود. در رابطه با نیتروژن فقط ۱۵ درصد کود اوره سه روز بعد از کاشت به خاک اضافه شد و مابقی کود در طول دوره رشد به شکل سرک و با تغذیه برگی با غلظت ۵ درهزار استفاده شد. دلایل این مسئله این بود که با توجه به اینکه در این آزمایش باکتری‌های دارای آنزیم ACCدآمیناز از ACC به عنوان منبع نیتروژن استفاده می‌کنند لذا مصرف زیاد نیتروژن منطقی به نظر نمی‌رسید. قبل ازکاشت گندم و قبل از اضافه نمودن عناصر ، تیمارهای شوری اعمال شدند. برای تیمار شوری با EC=۷ محلولی شامل کلرور سدیم، کلرور کلسیم و کلرور منیزیم با $dS.m^{-1}$ ، EC=۷ و SAR=۱۰ $(mmol/L)^{1/2}$ و pH=۸ تهیه شد. برای تیمار شوری ۱۰ نیز محلول فوق با مشخصات $dS.m^{-1}$ ، EC=۱۰ و SAR=۱۰ $(mmol/l)^{1/2}$ و pH=۸ تهیه شد. خاک گلدان‌های مربوط به تیمارهای شوری با محلول مورد نظر به مدت دو هفته آبشویی و با اندازه گیری EC عصاره اشباع، شوری مورد نظرتنظیم گردید. سه عدد گلدان بدون کاشت جهت نمونه‌برداری خاک و کنترل EC در طول دوره رشد در نظر گرفته شدند. توان رشد باکتری‌های انتخاب شده بر روی پلیت حاوی محیط کشت YMA[4] با شوری‌های ۱۰ تا ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر بررسی شد (۷). دانه‌های گندم رقم تجن (۱۹) توسط هیپوکلریت سدیم ۲ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند. بذور ضدعفونی

1. Kjeldahl

2. Pressure plate
3. Pressure membrane
4. Yeast Mannitol Agar

www.SID.ir

Archive of SID

شده در محیط آب-آگار یک درصد استریل در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد جوانه‌دار شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد دانه جوانه دار کشت شد. باکتری‌های ریزوبیوم در محیط YMB به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۸ درجه سانتیگراد در داخل انکوباتور قرار داده شدند. جمعیت تقریبی مایه تلقیح‌ها ۳×۱۰^{۸} سلول باکتری در هر میلی‌لیتر مایه تلقیح بود. بر روی هر دانه یک میلی‌لیتر از مایه تلقیح مورد نظر افزوده شد. در طول دوره رشد رطوبت خاک گلدان‌ها در محدوده ۵۰ درصد آب قابل استفاده گیاه نگهداری شد. دمای اتاق رشد در طول دوره رشد بین ۳۲-۲۵ درجه سانتیگراد تنظیم شد. نور اتاق رشد توسط لامپ‌های هالوژن ۴۰۰ وات در حد متوسط ۱۲۰۰۰ لوکس بین ۱۲ تا ۱۶ ساعت در طول دوره رشد تامین گردید. پس از ۷۵ روز اندام هوایی و ریشه برداشت شد. شاخص‌های مختلف شامل وزن خشک اندام-هوایی، وزن خشک خوشه، و وزن خشک ریشه از طریق توزین با استفاده از ترازوی دیجیتالی، ارتفاع بوته، محور طولی ریشه، طول خوشه و طول برگ‌پرچم با استفاده از خط‌کش میلیمتری، سطح برگ‌ها، و سطح برگ‌پرچم با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح[1] مدل ΔT Area meter mk2 اندازه‌گیری شدند. درصد نیتروژن کل اندام هوایی با روش تیتراسیون بعد از تقطیر و با استفاده از دستگاه کجل‌تک مدل Kjeltec 1030 Autoanalyser Tecator انجام شد. عمل هضم اندام هوایی به روش سوزاندن خشک[2] و ترکیب با اسید کلریدریک دو نرمال و با عبور از کاغذ صافی انجام و عصاره لازم برای اندازه گیری عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، مس و روی تهیه گردید. درصد فسفر کل گیاه به روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات-وانادات) و اندازه‌گیری با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل GENESIS 10VIS، درصد پتاسیم کل گیاه با روش نورسنج شعله‌ای[3] و دستگاه مدل CORNING 410 اندازه‌گیری شد. درصد روی کل گیاه در طول موج ۲۱۳/۹ نانومتر، درصد آهن کل گیاه در طول موج ۲۸۴/۶ نانومتر، درصد منگنز کل گیاه در طول موج ۲۷۹/۵ نانومتر، درصد مس کل گیاه در طول موج ۳۲۴/۸ نانومتر و با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل PERKIN-ELMER 1100B اندازه‌گیری شد (۹). برای محاسبه مقدار جذب عناصر[4] از حاصل ضرب وزن خشک اندام هوایی در غلظت عنصر مربوطه استفاده شد.

قبل از تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار 11.exe Minitab و روش Kolmogorov-Smirnov آزمون نرمالیتی بر روی واریانس خطای داده‌ها انجام شد. داده‌ها با نرم افزار MSTAT-C تجزیه آماری و میانگین‌ها با روش آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلخانه‌ای در جداول یک و دو آورده شده است.

نتایج بررسی رشد باکتری‌های مورد استفاده در این پژوهش در محیط کشت با شوری‌های مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. همانطوری که جدول نشان می‌دهد هر سه سویه در EC=۳۰ و سویه KYA40 در EC=۴۰ دسی-زیمنس بر متر نیز رشد نمود.

جدول۱- برخی مشخصات فیزیکی خاک مورد استفاده در گلخانه

بافت	شن	سیلت	رس	نقطه پژمردگی دائم (PWP)	رطوبت ظرفیت مزرعه(FC)	رطوبت اشباع (SP)
	٪			درصد		
لوم	۴۲	۳۴	۲۴	۸	۱۷/۵	۳۴

1. Area Meter
2. Dry ashing
3. Flame photometer
4. Uptake

جدول۲- برخی مشخصات شیمیایی خاک مورد استفاده در گلخانه

N	P_{ava}	K_{ava}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	pH_e	pH_s	OC	EC_e
٪	قابل جذب (میلیگرم در کیلوگرم خاک)							(عصاره اشباع)	(گل اشباع)	(٪)	($dS.m^{-1}$)
۰/۰۵	۵/۶۶	۱۰۱	۱/۳۸	۲/۰۴	۰/۷۲	۰/۵۴	۰/۳۳	۷/۶	۷/۷۲	۰/۳۵	۰/۴۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقاومت به شوری سویه‌های مورد استفاده

سویه ریزوبیوم	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) ۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
KYA40	+++	+++	++	++	-
KYA71	+++	++	++	-	-
KYA95	+++	++	++	-	-

+++ رشد ۱۰۰-۷۵ درصد نسبت به شاهد (براساس قطر کلنی)
++ رشد ۷۵-۲۵ درصد نست به شاهد (براساس قطر کلنی)
+ رشد کمتر از ۲۵ درصد نسبت به شاهد (بر اساس قطر کلنی)
- فاقد توان رشد

مقدار Pvalue واریانس خطای همه داده‌ها بیشتر از ۰/۰۵ بود و داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند (نمودارهای آزمون نرمالیتی نشان داده نشده است).

اثرات اصلی فاکتورها بر شاخص‌های رشد گندم

اثرات اصلی فاکتور تلقیح بر برخی شاخص‌های رشد مورد اندازه‌گیری و جذب عناصر در جداول ۵ و ۹ و اثرات اصلی فاکتور شوری بر برخی شاخص‌های رشد نیز در جداول ۶ و ۱۰ نشان داده شده است.

اثر تیمارهای مختلف برارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر تلقیح بر شاخص ارتفاع بوته درسطح پنج درصد معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۷) نشان دادکه بیشترین میانگین مربوط به تیمار تلقیح با باکتری سویه KYA40 بوده است (R40+S0). همچنین این سویه در شوری ۷ دسی زیمنس بر متر (R40+S7) ارتفاع بوته را حدود ۱۳ درصد نسبت به تیمار شوری ۷ و بدون تلقیح (R0+S7) افزایش داد.

تجزیه واریانس (جدول۴) نشان داد که تلقیح تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام‌هوایی نداشته است. با اینحال جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۷) نشان داد که در اثر تلقیح سویه KYA40 در شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر (R40+S10) وزن خشک اندام هوایی ۹ درصد نسبت به شرایط شوری ۱۰ و بدون تلقیح (R0+S10) افزایش یافت.

اثر تیمارهای مختلف بر محورطولی و وزن ریشه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر تلقیح بر محور طولی ریشه در سطح یک درصد و وزن ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۷) نشان داد که تیمار تلقیح با باکتری سویه KYA40 (R40+S0) دارای بیشترین میانگین نسبت به شاهد بدون تلقیح بود. این سویه در شوری ۷ دسی زیمنس بر متر (R40+S7) با افزایش معادل ۳۴ درصد در محور طولی ریشه اختلاف معنی‌داری با تیمار شوری بدون تلقیح (R0+S7) نشان داد. در مورد وزن ریشه نیز بیشترین میانگین مربوط به تیمار تلقیح با سویه KYA40 بود که با همه تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (R40+S0). این افزایش معادل ۵۰ درصد افزایش در وزن ریشه نسبت به شاهد بود.

اثر تیمارهای مختلف بر اندازه سطح برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که تلقیح تاثیر معنی‌داری بر اندازه سطح برگ‌ها در سطح پنج درصد نداشته است.

اثر تیمارهای مختلف بر طول و وزن خوشه

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴) نشان داد که بین تیمارهای تلقیحی در مورد اثر بر طول و وزن خوشه‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود ندارد، با اینحال تیمار تلقیح با باکتری سویه KYA40 دارای بیشترین میانگین نسبت به سایر تیمارها بود (جدول ۷).

اثر تیمارهای مختلف بر طول و سطح برگ پرچم

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای تلقیحی در مورد اثر بر طول و سطح برگ پرچم اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود ندارد (جدول ۴).

اثر تیمارهای مختلف بر جذب عناصر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۸) نشان داد که تلقیح اثر معنی‌داری بر جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر نداشته است. اما مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۱۱) نشان داد که تلقیح با سویه KYA40 در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (R40+S10) در مورد جذب نیتروژن و پتاسیم دارای میانگین بیشتری نسبت به تیمارR0+S10 می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی صفات اندازه‌گیری شده در گندم

منبع تغییرات (SOV)	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	وزن خشک اندام هوایی	اندازه سطح برگ	طول خوشه	وزن خوشه	محور طولی ریشه	وزن ریشه	طول برگ پرچم	سطح برگ پرچم
تکرار(بلوک)	۳	۹/۹۸^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۵۲/۹۷^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۳/۳۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۳/۰۴۱^{ns}	۳/۵۹^{ns}
فاکتور شوری	۲	۱۴۲/۵۲**	۰/۷۷**	۸۰۶۲/۲۷**	۲۰/۰۲**	۰/۰۲۰**	۲۴۱/۲۷**	۰/۱۵۸**	۱۶۴/۴۳**	۲۸۵/۹۹**
فاکتور تلقیح	۳	۱۴/۴۷*	۰/۰۱^{ns}	۵۹/۸۰^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۵۴/۲۸**	۰/۰۰۶*	۰/۳۴^{ns}	۲/۲۹^{ns}
اثر متقابل شوری و تلقیح	۶	۴/۵۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۷۷/۰۵^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۱۴/۲۲^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۱/۸۳^{ns}	۳/۱۶^{ns}
خطا	۳۳	۴/۳۷	۰/۰۱	۷۹/۴۵	۰/۲۷	۰/۰۰۲	۸/۱۵	۰/۰۰۲	۱/۶۲	۲/۰۰
ضریب تغییرات (٪)		۶/۶۴	۱۴/۴۳	۲۳/۵۵	۹/۰۷	۲۴/۲۰	۱۳/۳۳	۲۷/۵۵	۱۵/۹۲	۲۵/۱۶

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

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی فاکتور تلقیح بر برخی شاخص‌های رشد گندم در سطح پنج درصد*

سطوح اصلی تلقیح	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک اندام هوایی (g/plant)	اندازه سطح برگ (cm^2/plant)	طول خوشه (cm)	وزن خوشه (g/plant)	محورطولی ریشه (cm)	وزن ریشه (g/plant)	طول برگ پرچم (cm/plant)	سطح برگ پرچم (cm^2/plant)
Control	۳۰/۳۳b	۰/۵۲ab	۲۹/۳۳a	۵/۵۴a	۰/۱۸a	۲۰/۸۳b	۰/۱۳b	۸/۳۴a	۵/۳۵a
R40	۳۲/۷۵a	۰/۶۰a	۳۴/۰۸a	۵/۷۸a	۰/۲۱a	۲۴/۳۳a	۰/۱۸a	۷/۹۳a	۵/۰۶a
R71	۳۲/۰۰ab	۰/۵۷ab	۳۴/۰۰a	۵/۷۳a	۰/۱۹a	۱۹/۲۵b	۰/۱۵ab	۸/۱۶a	۶/۰۸a
R95	۳۰/۸۳b	۰/۵۵ab	۳۲/۰۰a	۵/۶۴a	۰/۲۱a	۲۱/۲۵b	۰/۱۶ab	۸/۱۱a	۵/۳۲a

* در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات اصلی فاکتور شوری بر برخی شاخص‌های رشد گندم در سطح پنج درصد*

سطوح اصلی شوری	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک اندام هوایی(g/plant)	اندازه سطح برگ (cm^2/plant)	طول خوشه (cm)	وزن خوشه (g/plant)	محورطولی ریشه (cm)	وزن ریشه (g/plant)	طول برگ پرچم (cm/plant)	سطح برگ پرچم (cm^2/plant)
S0	۳۴/۶۳A	۰/۸۱a	۵۸/۱۳a	۶/۹۴a	۰/۲۳A	۲۵/۴۴a	۰/۲۷a	۱۱/۸۳a	۱۰/۳۲a
S7	۳۱/۱۳b	۰/۴۹b	۲۱/۸۸b	۵/۲۷b	۰/۲۰b	۲۱/۱۳b	۰/۱۲b	۶/۵۵b	۳/۳۳b
S10	۲۸/۶۹c	۰/۳۹c	۱۷/۰۶b	۴/۸۱c	۰/۱۶c	۱۷/۶۹c	۰/۰۹b	۶/۰۳b	۲/۷۱b

* در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح و شوری بر برخی شاخص‌های رشد گندم در سطح پنج درصد*

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک اندام هوایی (g/plant)	اندازه سطح برگ(cm^2/plant)	طول خوشه (cm)	وزن خوشه (g/plant)	محور طولی ریشه(cm)	وزن ریشه (g/plant)	طول برگ پرچم (cm/plant)	سطح برگ پرچم (cm^2/plant)
Control**	۳۵/۰۰a	۰/۸۴a	۵۵/۰۰a	۷/۰۰a	۰/۲۲۵abc	۲۵/۷۵ab	۰/۲۲b	۱۲/۷۵a	۱۰/۹۳a
R40+S0	۳۵/۵۰a	۰/۸۴a	۵۸/۰۰a	۷/۰۵a	۰/۲۵۰a	۲۶/۲۵a	۰/۳۴a	۱۰/۷۰b	۸/۶۸b
R71+S0	۳۵/۲۵a	۰/۸۱a	۶۴/۷۵a	۶/۹۸a	۰/۲۳۰ab	۲۵/۲۵ab	۰/۲۷b	۱۲/۲۰ab	۱۱/۷۵a
R95+S0	۳۲/۷۵ab	۰/۷۶a	۵۴/۷۵a	۶/۷۳a	۰/۲۳۳ab	۲۴/۵۰abc	۰/۲۶b	۱۱/۶۵ab	۹/۹۳ab
R0+ S7	۲۸/۷۵cd	۰/۴۲bc	۲۰/۰۰b	۴/۹۸bc	۰/۱۷۸abcd	۱۹/۰۰d	۰/۰۹c	۶/۲۰c	۲/۷۵c
R40+S7	۳۳/۰۰ab	۰/۵۱b	۲۰/۵۰b	۵/۱۸bc	۰/۲۱۰abcd	۲۵/۵۰ab	۰/۱۳c	۶/۶۳c	۳/۲۸c
R71+S7	۳۱/۵۰bc	۰/۵۱b	۲۴/۵۰b	۵/۶۳b	۰/۱۷۵bcd	۱۹/۲۵d	۰/۱۱c	۶/۸۰c	۳/۹۸c
R95+S7	۳۱/۲۵bc	۰/۵۱b	۲۲/۵۰b	۵/۳۰bc	۰/۲۲۳abcd	۲۰/۷۵cd	۰/۱۳c	۶/۵۸c	۳/۳۰c
R0+S10	۲۷/۲۵d	۰/۳۲c	۱۳/۰۰b	۴/۶۵c	۰/۱۵۰d	۱۷/۷۵d	۰/۰۹c	۶/۰۸c	۲/۳۸c
R40+S10	۲۹/۷۵bcd	۰/۴۶b	۲۳/۷۵b	۵/۱۰bc	۰/۱۷۸abcd	۲۱/۲۵bcd	۰/۰۹c	۶/۴۸c	۳/۲۳c
R71+S10	۲۹/۲۵cd	۰/۴۰bc	۱۲/۷۵b	۴/۶۰c	۰/۱۵۳cd	۱۳/۲۵e	۰/۰۶c	۵/۴۸c	۲/۵۰c
R95+S10	۲۸/۵۰cd	۰/۴۰bc	۱۸/۷۵b	۴/۹۰bc	۰/۱۷۳bcd	۱۸/۵۰d	۰/۱۰c	۶/۱۰c	۲/۷۳c

**: Control: شاهد بدون تلقیح و بدون اعمال تنش شوری، R40+S0: تلقیح با سویه KYA40 در خاک معمولی، R71+S0: تلقیح با سویه KYA71 در خاک معمولی، R95+S0: تلقیح با سویه KYA95 در خاک معمولی، R0+ S7 شوری در سطح ۷ دسی‌زیمنس بر متر و بدون تلقیح، ، R40+S7 : تلقیح با سویه KYA40 در شوری ۷، R71+S7: تلقیح با سویه KYA71 در شوری ۷، R95+S7: تلقیح با سویه KYA95 در شوری ۷ ، R0+S10 :: شوری در سطح ۱۰ دسی-زیمنس بر متر و بدون تلقیح، R40+S10: تلقیح با سویه KYA40 در شوری ۱۰، R71+S10: تلقیح با سویه KAY71 در شوری ۱۰، R95+S10: تلقیح با سویه KYA95 در شوری ۱۰.

*: در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸– نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر جذب برخی عناصر در گندم

منبع تغییرات (SOV)	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		جذب نیتروژن	جذب فسفر	جذب پتاسیم	جذب آهن	جذب منگنز	جذب مس	جذب روی
تکرار(بلوک)	۳	۱/۳۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۴۷^{ns}	۶۷/۲۵*	۶۱/۳۳^{ns}	۰/۸۸^{ns}	۱۷/۷۷^{ns}
فاکتور شوری	۲	۱۰۶/۵۱**	۷/۱۰**	۶۲۴/۹۳**	۳۶۳۰/۷۱**	۲۶۹/۱۵**	۱۰/۸۰**	۶۲/۵۱**
فاکتور تلقیح	۳	۱/۲۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۳/۳۹^{ns}	۱۰۷/۰۱**	۴۱۸/۰۴**	۹/۲۸**	۱۳/۳۸^{ns}
اثر متقابل شوری و تلقیح	۶	۳/۸۲^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۲/۶۵^{ns}	۴۳/۳۲^{ns}	۲۷۷/۸۴**	۱/۱۸^{ns}	۱۵/۹۹^{ns}
خطا	۳۳	۲/۸۲	۰/۰۹	۳/۲۳	۲۰/۹۰	۵۰/۴۴	۱/۲۴	۱۰/۴۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۵۶	۲۰/۹۸	۱۶/۷۷	۱۴/۱۹	۱۸/۳۶	۲۲/۷۰	۲۰/۳۱

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

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۸) نشان داد که اثر تلقیح بر جذب آهن در سطح یک درصد معنی‌داری بوده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۱۱) نشان داد که سویه KYA40 دارای بیشترین میانگین و اختلاف معنی‌داری با شاهد بدون تلقیح داشت. این سویه در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (R40+S10) دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شوری ۱۰ و بدون تلقیح (R0+S10) داشت این افزایش معادل ۴۷ درصد افزایش در جذب آهن بود. تلقیح با سویه KYA40 (R40+S0) اثر معنی‌داری بر جذب منگنز در سطح یک درصد نشان داد (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که این سویه دارای بیشترین میانگین نسبت به سایر تیمارها است. این سویه در شوری ۱۰(R40+S10) اختلاف معنی داری را با تیمار شوری بدون تلقیح (R40+S10) ایجاد نمود و ۳۷ درصد در جذب منگنز افزایش نشان داد. همچنین تلقیح اثر معنی‌داری بر جذب مس در سطح یک درصد نشان داد. مقایسه میانگین اثرات متقابل در مورد جذب مس نشان داد که سویه KYA40 دارای بیشترین میانگین و دارای اختلاف معنی‌داری با همه تیمارها بود (R40+S0). این تیمار موجب ۳۴ درصد افزایش در جذب مس نسبت به شاهد شد. تلقیح با این سویه در شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر (R40+S7) موجب ۱۹ درصد و در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (R40+S10) موجب ۴۵ درصد افزایش در جذب مس شد (جدول ۱۱).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تلقیح اثر معنی‌داری بر جذب روی نداشته است (جدول ۸).

بحث

در این پژوهش ابتدا سویه‌های مورد استفاده در محیط کشت با شوری‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج نشان داد که شوری ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر که در خاک گلخانه اعمال شد مانع رشد طبیعی آنها نمی‌شود. در گزارشی ۱۱ باکتری *Rhizobium* SPP که از خاک‌های شور و غیر شور جمع‌آوری شده بودند در شوری‌های ۱/۲، ۶/۷، ۱۳/۱ و ۴۳ دسی‌زیمنس بر متر در محیط کشت بررسی شدند بطوریکه توان تحمل متفاوتی در جدایه‌های مختلف بدست آمد، از جمله اینکه دو جدایه در شوری ۴۳ دسی‌زیمنس بر متر نیز رشد نمودند (۲۵).

در پژوهشی بر روی جدایه‌های بومی *Sinorhizobium meliloti* در شوری‌های مختلف ۰، ۱۱، ۲۲، ۳۳، و ۴۴ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد به گونه‌ای که اکثر جدایه‌ها در گروه مقاوم (تحمل شوری بالاتر از۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) و تعدادی نیز در گروه کاملاً مقاوم (تحمل شوری بالاتر از ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) طبقه‌بندی شدند (۳).

تجزیه واریانس (جداول ۴ و ۸) نشان داد که اثر عامل شوری در مورد همه شاخص‌های رشد در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. همانطوری که نتایج نشان داد تلقیح با سویه برتر *Sinorhizobium meliloti* KYA40 از نظر آماری تأثیر مثبت و معنی‌داری بر برخی از شاخص‌های رشد گندم داشت. اثر تلقیح با سویه KYA40 در شرایط تنش شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر بر ارتفاع بوته و در شرایط تنش شوری ۱۰ دسی‌زیمنس‌برمتر بر وزن خشک اندام هوایی از نظر آماری معنی‌دار بوده است. در این رابطه تحقیقات توسط محققین نشان داده که تلقیح توسط

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات اصلی فاکتور تلقیح بر جذب برخی عناصر در گندم در سطح پنج درصد*

سطوح اصلی تلقیح	جذب یتروژن	جذب فسفر	جذب پتاسیم	جذب آهن	جذب منگنز	جذب مس	جذب روی
	Mg/plant			µg/plant			
Control	۹/۱۱a	۱/۵۲a	۱۰/۱۴a	۲۸/۸۵c	۳۵/۱۷b	۴/۶۵b	۱۵/۲۴a
R40	۹/۴۵a	۱/۵۵a	۱۱/۳۶a	۳۵/۹۳a	۴۷/۴۳a	۶/۱۳a	۱۷/۴۵a
R71	۸/۶۶a	۱/۳۳a	۱۰/۸۹a	۳۲/۹۳ab	۳۶/۹۸b	۴/۷۸b	۱۵/۸۱a
R95	۸/۹۹a	۱/۳۹a	۱۰/۴۴a	۳۱/۱۷bc	۳۵/۱۳b	۴/۰۵b	۱۵/۱۹a

* در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثرات اصلی فاکتور شوری بر جذب برخی عناصر در گندم در سطح پنج درصد*

سطوح اصلی شوری	جذب نیتروژن	جذب فسفر	جذب پتاسیم	جذب آهن	جذب منگنز	جذب مس	جذب روی
	mg/plant			µg/plant			
S0	۱۱/۹۹a	۲/۲۰a	۱۷/۸۶a	۴۹/۵۶a	۴۲/۹۴a	۵/۷۹a	۱۷/۶۰a
S7	۸/۰۳b	۱/۲۱b	۷/۹۹b	۲۴/۶۹b	۳۸/۳۳ab	۴/۷۶b	۱۶/۴۳a
S10	۷/۱۴b	۰/۹۳c	۶/۲۸c	۲۲/۴۰b	۳۴/۷۶b	۴/۱۶b	۱۳/۷۴b

* در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح و شوری بر جذب برخی عناصر در سطح پنج درصد*

تیمار	جذب نیتروژن	جذب فسفر	جذب پتاسیم	جذب آهن	جذب منگنز	جذب مس	جذب روی
	mg/plant			µg/plant			
Control**	۱۳/۶۵a	۲/۵۳a	۱۸/۵۵a	۴۸/۷۵bc	۳۶/۹۵bc	۵/۶۵b	۱۷/۷۷a
R40+S0	۱۱/۸۸ab	۲/۳۸ab	۱۸/۱۷a	۵۵/۶۷a	۵۰/۰۸a	۷/۶۰a	۱۸/۰۵a
R71+S0	۱۰/۶۵bc	۱/۹۰c	۱۷/۸۵a	۵۰/۴۵ab	۴۷/۴۲ab	۵/۵۰bc	۱۹/۹۲a
R95+S0	۱۱/۷۷ab	۲/۰۰bc	۱۶/۸۵a	۴۳/۳۸c	۳۷/۳۰bc	۴/۴۰bcd	۱۴/۶۵ab
R0+ S7	۷/۴۵d	۱/۲۳d	۶/۸۸bc	۱۹/۹۵de	۳۶/۵۸bc	۴/۷۳bcd	۱۶/۰۸ab
R40+S7	۸/۵۸cd	۱/۱۸d	۸/۴۸b	۲۵/۸۳d	۴۸/۵۸ ab	۵/۶۳b	۱۸/۰۵a
R71+S7	۸/۰۳d	۱/۲۰d	۸/۶۵b	۲۵/۵۸d	۲۳/۶۵d	۵/۰۰bcd	۱۵/۸۲ab
R95+S7	۸/۰۵d	۱/۲۵d	۷/۹۸b	۲۷/۴۲d	۴۴/۲۵ab	۳/۷۰cd	۱۵/۷۵ab
R0+S10	۶/۲۳d	۰/۸۰d	۵/۰۰c	۱۷/۸۵e	۳۱/۷۱cd	۳/۵۸d	۱۱/۸۸b
R40+S10	۷/۹۰d	۱/۱۰d	۷/۴۳bc	۲۶/۳۰d	۴۳/۶۵ab	۵/۱۸bcd	۱۶/۲۵ab
R71+S10	۷/۳۰d	۰/۹۰d	۶/۱۸bc	۲۲/۷۵de	۳۹/۸۵abc	۳/۸۵bcd	۱۱/۶۸b
R95+S10	۷/۱۵d	۰/۹۳d	۶/۵۰bc	۲۲/۷۰de	۲۳/۸۳d	۴/۰۵bcd	۱۵/۱۷ab

**: Control: شاهد بدون تلقیح و بدون اعمال تنش شوری، R40+S0: تلقیح با سویه KYA40 در خاک معمولی، R71+S0: تلقیح با سویه KYA71 در خاک معمولی، R95+S0: تلقیح با سویه KYA95 در خاک معمولی، R0+ S7 شوری در سطح ۷ دسی‌زیمنس بر متر و بدون تلقیح، ، R40+S7 : تلقیح با سویه KYA40 در شوری ۷، R71+S7: تلقیح با سویه KYA71 در شوری ۷، R95+S7: تلقیح با سویه KYA95 در شوری ۷ ، R0+S10 :: شوری در سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و بدون تلقیح، R40+S10: تلقیح با سویه KYA40 در شوری ۱۰، R71+S10: تلقیح با سویه KAY71 در شوری ۱۰، R95+S10: تلقیح با سویه KYA95 در شوری ۱۰.

*: در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند

www.SID.ir

Archive of SID

Pseudomonas fluorescens دارای آنزیم ACC دآمیناز در شرایط شور اثرات مثبتی بر روی شاخص‌های عملکردی بادام زمینی داشته است (۲۲).

بررسی‌ها نشان داده که کلزای تراریخته با ACCدآمیناز، تحمل بیشتری نسبت به کلزای معمولی درشرایط شور دارد (۲۳).

نتایج جدول ۴ نشان داد که تلقیح با سویه KYA40 نیز بر روی وزن ریشه در مقایسه با شاهد بدون تلقیح اثر قابل توجهی داشته است. همچنین بیشترین میانگین در مورد طول خوشه، وزن خوشه، جذب مس، جذب منگنز و جذب آهن نیز مربوط به اثر تلقیح با سویه یادشده بود. گزارش شده که در اثر تلقیح باکتری *Pseudomonas* spp. به ذرت، ارتفاع گیاه، وزن ریشه و وزن کل توده گیاهی به طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۴). در پژوهشی سه گونه باسیلوس دارای توان تولید آنزیم ACC دآمیناز در شرایط استریل به کلزا تلقیح و در نتیجه محور طولی ریشه، ارتفاع اندام هوایی و وزن خشک و تر گیاه افزایش یافت (۱۲).

به علت شرایط آهکی، کمبود درصد مواد آلی و pH بالای خاک‌ها و همچنین وجود یون‌های کربنات و بیکربنات در آب آبیاری، کمبود عناصر ریزمغذی در اغلب مزارع و باغات ایران عمومیت دارد، در نتیجه متوسط عملکرد محصولات کشاورزی عموماً کم بوده و خسارات زیادی از این کمبودها متوجه ایران شده است. به عنوان نمونه گزارش شده که یکی از علل ظهور و گسترش بیماری‌هایی مانند کم خونی، عصبانیت، بیماری‌های گوارشی، کوتاهی قد و بسیاری مشکلات دیگر، پایین بودن عناصر معدنی بویژه عناصر میکرو در مواد غذایی است (۱۷). دراین پژوهش در شرایط تنش شوری، تلقیح موجب افزایش قابل توجه در جذب عناصر میکروی آهن،منگنز و مس گردید. با توجه به توضیحات داده شده در مورد معضل جذب این عناصر توسط گیاهان در شرایط ایران، اهمیت موضوع کاملاً روشن است

آنزیم ACCدآمیناز علاوه بر شرایط تنش شوری در دیگر شرایط تنشی نیز اثرات مثبت خود را نشان داده که با توجه به عامل یا عوامل تنش زای خاص هر منطقه می‌توان از مزایای باکتری‌های دارای این آنزیم استفاده نمود. به عنوان نمونه گوجه فرنگی تراریخته با ژن مولد آنزیم ACC دآمیناز نسبت به پژمردگی حاصل از ورتیسیلیوم مقاوم شده است (۲۱). همچنین تلقیح دانه کلزا با باکتری سودوموناس دارای آنزیم ACC دآمیناز، رشد آن را در برابر آلودگی مس و ترکیبات پلی‌آروماتیک به طور معنی‌داری افزایش داده است (۲۰). در تحقیق دیگری دانه‌های گوجه فرنگی تلقیح شده با باکتری‌های PGPR حاوی آنزیم ACCدآمیناز که تحت تنش غرقاب قرار گرفته بودند به طور معنی‌داری تنش غرقاب را تحمل نمودند (۱۳) . تلقیح گوجه فرنگی و فلفل با باکتری *Achromobacter piechaudii* ARV8 تحت شرایط تنش خشکی، وزن خشک و تر هر دو گیاه را به طور قابل ملاحظه ای نسبت به شاهد افزایش داد (۱۸).

در جمع بندی این موضوعات می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با توجه به اینکه تنش‌شوری خاک‌ها و سایر عوامل تنش‌زا در ایران موجب کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردد، لذا ارائه هر گونه پیشنهاد علمی قابل اجرا برای مقابله با این عوامل تنش‌زا امری ضروری می‌باشد. بنابراین استفاده از مایه تلقیح باکتری‌های ریزوبیومی دارای توان تولید آنزیم ACCدآمیناز که آنزیمی برای مقابله با تنش شناخته شده دارای اهمیت فراوان است. استفاده از کودهای زیستی مبتنی بر سویه‌های بومی و سازگار با شرایط اقلیمی و خاکی ایران، باعث کاهش استفاده از کودهای شیمیایی نیز می‌شود که نتیجه آن کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف این کودها خواهد بود.

بنابراین ادامه پژوهش بر روی این موضوع بویژه بر روی سایر ارقام گندم و دیگر محصولات مهم کشاورزی و همچنین در دیگر شرایط تنشی و گسترش دامنه این پژوهش به مزارع تحقیقاتی و در نهایت به مزارع کشاورزان توصیه می‌گردد. امید است با تکمیل پژوهش‌ها در این زمینه گام مثبتی در افزایش کمیت و سلامت محصولات کشاورزی و اصطلاحاً در راستای کشاورزی پایدار برداشته شود.

REFERENCES

1. Akhghar, A. 2008. Isolation, identification, and evaluation of rhizobacteria containing ACC deaminase and their effects on decreasing of salinity stress and growth of canola. A thesis presented for degree of Ph-D. Faculty of Water and Soil Engineering, *University College* of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. 158 p.

www.SID.ir

Archive of SID

2. Ali Ehyaii M. & A.A. Behbahanizadeh. 1993. Methods description of chemical analysis of soil. Technical manual No. 893, Extension, education and research organization. Soil and water research institute, Tehran,Iran. 129 p.
3. Alikhani, H.A. 1994. Characteristics evaluation of symbiotic *Rhizobium meliloti* strains native to soils of Iran and their diversity on different salinity levels. A thesis presented for degree of M.Sc. Faculty of Water and Soil Engineering, *University College* of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. 158 p.
4. Anonymous, 2000. Global network on Integrated Soil Management for sustainable Use of Salt-affected Soils. FAO. http//www.fao.org/ag /agII/spash/topic2. htm#Iran.
5. Anonymous. 2002. Soil resources and use potentiality map of Iran (1:1000 000), Soil and Water Research Institute (SWRI), Tehran, Iran.
6. Anonymous. 2006. Agronomic and horticultural crops,Statistic letter, Ministry of Jihad-e-Agriculture, technical report No. 89.09.
7. Beck, D. P., L. A. Materon, & F. Afandi. 1993. Practical Rhizobium- Legum technology Manual. Technical Manual No. 19, ICARDA. Aleppo, Syria. 389 p.
8. Cheng, Z., E. Park, & B.R. Glick. 2007. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase from *Pseudomonase putida* UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. Canadian Journal of Microbiology, 53: 912-918.
9. Emamy, A. 1996. Methods of plant analysis (vol 1). Technical manual No. 982, Extension, education and research organization. Soil and water research institute, Tehran,Iran. 128 p.
10. Fahimi, H. 1997. Plant growth regulators. Publishing of university of Tehran. Tehran, Iran. 172 p.
11. Glick, B.R., D.M. Penrose, & J. Li. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. Journal of Theoretical Biology, 190: 63–68.
12. Gosh, S., J.N., Penterman; R.D., Little, R. Chavez, & B.R. Glick. 2003. Three newly isolated plant growth-promoting bacilli facilitate the seedling growth of canola (*Brassica campestris*). Plant Physiology and Biotechnology, 41: 277-281.
13. Grichko, V.P. & Glick, B.R. 2001. Ethylene and flooding stress in plants. Plant Physiology and Biochemistry, 39: 1-9.
14. Ji, Y.X., & X.D. Huang. 2008. Amelioration of salt stress on annual Ryegrass by ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. The 2nd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, : 16-18 May 2008. Shanghai. p: 4104-4107.
15. Khosravi H., H.A. Alikhani, & B. Yakhchali. 2009. Potential evaluation of some native rhizobia as plant growth promoting bacteria and their role on decreasing of stress ethylene. Iranian Journal of Biology, (In press).
16. Klassen, S. & B. Bugbi. 2000. Differential sensitivity of crops to ethylene and interactions with elevated CO2. Life Support and Biosphere Science, 7: 23-83.
17. Malakouti M. J. & M.M. Tehrani. 1999. Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. 299p.
18. Mayak, S., T. Tirosh, & B.R. Glick, 2004. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomato and pepper. Plant Science, 166: 525-530.
19. Poustiny, K. 2002. Evaluation of 30 cultivar of wheat and their responses to salinity stress. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 33 (1): 57-64.
20. Reed, M.L.E, & B.R. Glick. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria to facilitate phytoremediation of copper and polycyclic aromatic hydrocarbons by canola (*Brassica napus*). Canadian Journal of Microbiology, 51: 1061-1069.
21. Robison, M.M., S. Shah, B. Tamot,, K.P.Pauls, B.A. Moffatt, & B.R. Glick. 2001. Reduced symptoms of Verticillium wilt in transgenic tomato expressing a bacterial ACC deaminase. Molecular Plant Pathology, 2: 135-145.
22. Saravanakumar, D. & R. Samiyappan. 2007. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) plants. Journal of Applied Microbiology,102: 1283-1292.

www.SID.ir

Archive of SID

23. Sergeeva, E., S. Shah, & B.R. Glick. 2006. Growth of transgenic canola (*Brassica napus* cv. Wester) expressing a bacterial 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase gene on high concentration of salt. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 22: 277-282.
24. Shaharoona, B., M. Arshad, Z.A. Zahir, & A. Khalid. 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 38: 2971-2975.
25. Singleton, P.W., S.A.El. Swaify, & B. Bohlool. 1982. Effect of salinity on Rhizobium Growth and Survival. Applied and Environmental Microbiology, 44(4): 884-890.

www.SID.ir