Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۳ / پاییز ۱۳۹۸

# القای تحمل شوری در کلزا از طریق تلقیح با باکتری سودوموناس فلورسنس (*Pseudomonas flourescens* FY32)

علی بنده‌حق[۱*]، محمود تورچی[۱]، داود فرج زاده [۳]، زهرا دهقانیان[۴]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۱

۱- گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- گروه زیست شناسی- سلولی ملکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه: Email: Bandehhagh@tabrizu.ac.ir

**چکیده**

جهت مطالعه توان القایی باکتری اندوفیت *Pseudomonas flourescens* FY32 در بهبود رشد و افزایش مقاومت کلزا به تنش شوری آزمایشی بصورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده بر پایه طرح کاملا تصادفی در سیستم کشت هیدروپونیک با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاکتور اصلی، تنش شوری در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار نمک کلرید سدیم بود و فاکتور فرعی، تلقیح با باکتری و عدم تلقیح (کنترل منفی) و فاکتور فرعی فرعی رقم کلزا بود. نتایج حاصل نشان دادند که اثر سطوح مختلف تنش شوری و باکتری برای صفات وزن خشک بخش هوایی، ریشه، کل بوته و ارتفاع بوته معنی‌دار بود و بین دو رقم SW5001 و Comet برای صفات مذکور اختلاف معنی‌دار وجود داشت و بیشترین وزن مربوط به سطح شاهد و کمترین به تنش شدید تعلق داشت. همچنین بوته‌های تلقیح شده با باکتری بالاترین وزن خشک و ارتفاع را نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشتند. بیشترین وزن خشک بخش هوایی، ریشه و کل به SW5001 مربوط بود. سدیم برگ با افزایش شوری در همه تیمارها افزایش یافته ولی این افزایش هم در سطح تنش متوسط (۱۵۰ میلی‌مولار) و هم در سطح تنش شدید (۳۰۰ میلی‌مولار) در گیاهان تلقیح شده کاهش معنی‌داری را نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشت، که نشان دهنده تأثیر مثبت تلقیح کلزا با باکتری در کاهش اثر منفی تنش شوری می‌باشد. اثر متقابل شوری و دو رقم کلزا نیز برای این یون‌ها معنی‌دار بود. با این که افزایش شوری در افزایش میزان غلظت سدیم برگ دو رقم کلزا مؤثر بود، ولی رقم Comet در دو سطح تنش دارای بیشترین میزان جذب سدیم بود که حساسیت این رقم به تنش شوری را نسبت به رقم SW5001 نشان می‌دهد. اثر متقابل شوری و رقم نیز در صفت پتاسیم برگ معنی‌دار بود.در همه سطوح شوری رقم SW5001 دارای بیشترین غلظت پتاسیم برگ بود، که نشان دهنده توان بیشتر این رقم در جذب این یون و حفظ رشد این رقم نسبت به رقم Comet در سطوح مختلف شوری می‌باشد. تلقیح با باکتری سبب کاهش میزان جذب سدیم و افزایش میزان پتاسیم در هر دو رقم شد.

**واژه های کلیدی**: باکتری PGPR، شوری، غلظت یونی، کلزا، کود زیستی

www.SID.ir

Archive of SID



# Induction of Salt Tolerance in Canola by Inoculation with *Pseudomonas flourescens* FY32

**Ali Bandehagh [1], Mahmoud Toorchi [1], Davoud Farajzadeh [2], Zahra Dehganian[3]**

Received: January 3, 2019 Accepted: May 22, 2019

1-Assoc. Prof., and Prof., Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Cellular and Molecular Biology, Azarbaijn Shahid Madani University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3-MSc Student, Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author Email: Bandehhagh@tabrizu.ac.ir

**Abstract**

Ability of *Pseudomonas flourescens* FY32 in growth improving and resistance increasing against salinity stress in strain SW5001, was studied by split plot experiment based on completely randomized design with three replications under hydroponic conditions. The first factor was salinity stress as three levels (0, 150 and 300 mM NaCl), the second factor was bacteria inoculation as two levels (inoculation and non- inoculation), and the third factor was two canola cultivars (SW5001 and Comet). The results showed that, under salt stress conditions, inoculated plants have better growth characteristics than inoculated plants. There was a significant difference between the two varieties SW5001 and Comet Sodium leaf increased with raising salinity, but this increment in the medium stress level (150 mM) and in the severe stress level (300 mM) in inoculated plants decreased significantly compared to inoculated plants, which indicates the positive effect of canola inoculated with bacteria in reducing the negative effects of salinity stress. The interaction of salinity and two canola cultivars was significant for these ions. However, Comet showed two levels of stress with the highest sodium absorption, indicating the susceptibility of this variety to salinity stress versus SW5001.Although increasing salinity was effective in increasing the sodium concentration of canola leaves. The interaction of salinity and cultivar was also significant in the potassium trait. SW5001 had the highest concentration of potassium which indicates the higher ability of this amount to absorb this ion and maintain the growth of this figure relative to the Comet variety at different levels of salinity. Potassium in leaves under salinity stress. SW5001 was arranged tolerance to salinity that Comet. Inoculation with bacteria reduced the sodium content and increased potassium in both cultivars.

**Keywords:** Bio-fertilizer, Canola, Ion Concentration, PGPR, Salinity

**مقدمه**

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. مهمترین گیاه روغنی تیره کلمیان بوده و بعد از سویا و نخل روغنی سومین منبع تولید روغن دنیا محسوب می شود. کلزا به دلیل دارا بودن صفات مطلوب زراعی مانند مقاومت به کم آبی، تحمل شوری، استفاده بهینه از

www.SID.ir

Archive of SID



رطوبت و عملکرد بیشتر روغن در واحد سطح نسبت به دیگر دانه های روغنی مورد کشت در کشور، برتری دارد (آلیاری و همکاران ۲۰۰۰).

شوری خاک مسئله‌ای جهانی است که تولید محصولات کشاورزی را با مشکل مواجه ساخته است (جوزف و همکاران ۲۰۱۰). شوری به عنوان یکی از مهمترین تنش‌های محیطی، میانگین عملکرد گیاهان زراعی را تا حدود ۵۰ درصد کاهش می‌دهد ( کاندیل و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به اینکه شوری آب و خاک از مهمترین عوامل محدودکننده تولید کلزا به شمار می‌روند، اصلاح و به کارگیری ارقام متحمل می‌تواند راهکاری مناسب جهت حفظ میزان تولید در مواجهه با تنش شوری باشد (اشرف و همکاران ۲۰۰۹). در آزمایشی که برروی چند گونه مختلف کلزا انجام گرفت مشاهده شد که کلزا تجمع کمتری از یون‌های سدیم را در سیستم ریشه‌ای و بخش هوایی دارد و گیاهی دفع کننده است. تحمل نسبی این گیاه سبب شده است تا این گیاه پس از اصلاح بیولوژیکی اراضی شور در آن کاشته شود (اشرف و مک نیلی ۱۹۹۰). تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای موجب کاهش صفات رشدی نظیر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک و ساقه‌چه و سطح برگ می‌شود ( زمانی و همکاران ۲۰۱۱). باکتری‌های آزادزی خاک که برای گیاهان مفید هستند، اغلب با عنوان باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR[۱]) تعریف می‌شوند و شامل تعدادی از باکتری‌های مختلف نظیر *Azotobacter*، *Azospirillum* و *Pseudomonas* هستند (گلیک و همکاران ۱۹۹۸). این باکتری‌ها می‌توانند روی رشد و نمو گیاه به دو طریق مستقیم و یا غیرمستقیم تاثیر داشته باشند. تحریک غیرمستقیم رشد گیاه موقعی رخ می‌دهد که باکتری ها، برخی از اثرات مضر یک موجود بیماری زا را توسط یک یا چند مکانیسم کاهش داده یا از عمل آن جلوگیری به عمل آورند. تحریک مستقیم رشد گیاه توسط این باکتری‌ها معمولا شامل تامین گیاه با یک ترکیب سنتز شده توسط باکتری یا تسهیل جذب عناصر غذایی از محیط می‌باشد (گلیک و همکاران ۱۹۹۹). تعدادی از باکتری‌های PGPR حاوی آنزیم آمینو سیکلو پروپان -۱- کربوکسیلیک اسید(ACC[۲]) دآمیناز هستند. این آنزیم می تواند ACC، پیش ماده اتیلن گیاه را تجزیه کرده و در نتیجه سطح اتیلن در گیاه در حال رشد یا گیاه دچار تنش را کاهش دهد (گلیک و همکاران ۱۹۹۸). این باکتری ها برای رشد گیاهان مفید هستند، چون در محیط‌های طبیعی، گیاهان غالبا در معرض تنش های تولید کننده اتیلن هستند. باید تاکید شود که PGPR حاوی ACC دآمیناز در رشد گیاهان حساس به اتیلن مانند کلزا، فلفل و گوجه فرنگی تاثیر به مراتب بیشتری نسبت به سایر گیاهان دارد (پوتچا و آلن ۱۹۹۷). احمد و همکاران (۲۰۰۸) بذور گندم را بطور جداگانه با شش سویه از باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR) که دارای فعالیت ACC دآمیناز بودند، تلقیح و رشد دادند. همه سویه ها افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه، کاه و کلش، وزن ریشه، طویل شدن ریشه، تعداد جوانه ها، جذب P ,K و N در کاه و کلش و دانه در مقایسه با شاهد نشان دادند. با توجه به نتایج حاصله، آنها پیشنهاد کردند که باکتری‌های PGPR حاوی فعالیت ACC دآمیناز می‌توانند بطور موثری برای تحریک رشد گیاه استفاده شوند.

**مواد و روش‌ها**

این پژوهش به صورت یک ساله و در گلخانه تحقیقاتی گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سیستم هیدروپونیک انجام گرفت. ارقام مورد استفاده در این پژوهش SW5001 و Comet بود. این دو رقم کلزا در دو وضعیت تلقیح شده وتلقیح نشده با باکتری *P. fluorescens* FY32 و در دو

[۱] Plant growth promoting rhizobacteria

[۲] Amino cyclo propane -۱- carboxylic acid

www.SID.ir

Archive of SID



سطح شوری ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار نمک کلریدسدیم به همراه شاهد (بدون تلقیح) مورد بررسی قرارگرفت. آزمایش در قالب طرح کرت‌های دو بار خرد شده با طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تنش شوری، باکتری و ارقام کلزا به ترتیب فاکتورهای اصلی، فرعی و فرعی فرعی بودند. قبل از کشت برای ضد عفونی بذور از روش پنروز و همکاران (۲۰۰۳) استفاده شد. محلول غذایی مورد استفاده هوگلند بود، که با کمی تغییرات برای گیاه کلزا مورد استفاده قرار گرفت (بنده‌حق و همکاران ۲۰۰۸). باکتری مورد استفاده در این پژوهش یکی از سویه‌های باکتری سودوموناس فلورسنس بود. برای کشت این باکتری یک کلنی منفرد از باکتری سودوموناس فلورسنس سویه FY32 در ۲۰ میلی‌لیتر محیط کشت[۳]LB مایع برای رشد باکتری به صورت شبانه کشت داده شد (فرج زاده و همکاران۲۰۱۰). محیط کشت مایعLB از ترکیب پنج گرم عصاره مخمر، ۱۰ گرم پپتون، ۱۰ گرم کلرید سدیم و یک لیتر $dH_2O$ (آب دیونیزه با pH=۷) تهیه شد. برای قرائت OD باکتری رشد یافته از روش اسپکتروفتومتری و تعیین جمعیت باکتری‌ها از داده‌های جدول مک فارلند (۱۹۰۷) استفاده گردید (جدول ۱). برای تهیه جدول استاندارد مک فارلند ۱۰ عدد لوله آزمایش (۱۵×۱۵۰mm) انتخاب واز یک تا ۱۰ شماره گذاری گردید، سپس طبق جدول مک فارلند به مقدارهای تعیین شده از کلروباریم یک درصد و اسید سولفوریک یک درصد به لوله‌های آزمایش انتقال داده شد به طوری که حجم محلول در هر کدام از لوله‌های آزمایش به ۱۰ میلی‌لیتر رسید. برای ذخیره و نگهداری باکتری‌ها در ۲۰- درجه سانتی‌گراد از محیط دارای گلسیرول ۱۵ درصد و پپتون ۰/۵درصد و برای نگهداری باکتری‌ها در ۷۰- درجه سانتی‌گراد از محیط دارای گلسیرول ۳۰ درصد و پپتون۱ درصد استفاده شد. باکتری‌ها از روی محیط کشت جامد جمع‌آوری و درمحلول‌های فوق سوسپانسیون شده و در ۲۰- و یا ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. یک هفته بعد از کشت بذور، گیاهچه‌ها آماده نشاء در سیستم هیدروپونیک شدند. پس از نشا و استقرار گیاهان، تلقیح انجام گرفت. یک هفته بعد از تلقیح باکتری به سیستم کشت هیدروپونیک، نمونه‌گیری‌هایی به صورت تصادفی از ریشه گیاهچه‌ها صورت گرفت و بعد از کشت قطعات ریشه و ضد عفونی بصورت سطحی، تلقیح این باکتری در ریشه گیاهان نشاء شده تأیید شد. تنش شوری ۲۰ روز پس از انتقال نشاها به سیستم کشت هیدرپونیک و پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها و تلقیح با باکتری به مدت یک ماه اعمال شد و در بوته‌های تحت تنش و شاهد خصوصیات رشدی و یونی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری صفات رشدی از روش معمول آنها استفاده شد و اندازه‌گیری غلظت یون سدیم و پتاسیم در برگ‌ها با روش هضم خشک و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر صورت گرفت (اشرف و مک نیلی، ۱۹۹۰). تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

[۳] Luria-Bertani

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول-۱ - تعیین OD باکتری‌های رشد یافته (روش مک فارلند ۱۹۰۷)**

| $H_2SO_4$ (میلی لیتر) | $BaCl_2$ (میلی‌لیتر) | OD (۶۰۰ نانومتر) | Population ($۱۰^{۷}$cfu.ml$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| ۹/۹ | ۰/۱۰ | ۰/۱۳۱ | ۳ |
| ۹/۸ | ۰/۲ | ۰/۳۶۵ | ۶ |
| ۹/۷ | ۰/۳ | ۰/۵۲۶ | ۹ |
| ۹/۶ | ۰/٤ | ۰/۶۹٤ | ۱۲ |
| ۹/۵ | ۰/۵ | ۰/۸۰۷ | ۱۵ |
| ۹/٤ | ۰/۶ | ۰/۹۳۳ | ۱۸ |
| ۹/۳ | ۰/۷ | ۱/۰۸۸ | ۲۱ |
| ۹/۲ | ۰/۸ | ۱/۲۰۸ | ۲٤ |
| ۹/۱ | ۰/۹ | ۱/۳۱٤ | ۲۷ |
| ۹/۰ | ۱/۰ | ۱/۳۷۱ | ۳۰ |

**نتایج و بحث**

اثر سطوح مختلف تنش شوری و باکتری برای تمام صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و بین دو رقم برای صفات مذکور اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بر اساس مقایسه میانگین (جدول ۳) بین سطوح مختلف تنش برای صفات وزن خشک بخش هوایی، ریشه و کل بیشترین وزن مربوط به سطح شاهد و کمترین به تنش شدید تعلق داشت. همچنین بوته های تلقیح شده با باکتری بالاترین وزن خشک را نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشتند. بیشترین وزن خشک بخش هوایی، ریشه و کل بیوماس تولیدی مربوط به SW5001 بود (جدول ۲). در سطوح تنش میزان کاهش این صفات در بوته های تلقیح شده با باکتری کمتر از سطح تلقیح نشده بود. در وضعیت عدم تلقیح با باکتری در سطوح شوری ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم بیشترین وزن خشک بخش هوایی، ریشه و کل بوته به رقم SW5001 تعلق داشت. در حالت عدم تلقیح با باکتری رقم Comet کمترین وزن خشک را به خود اختصاص داد. کاهش رشد و وزن خشک در شرایط شوری می‌تواند بر اثر تغییر در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به ریشه‌ها، بسته شدن جزئی یا کلی روزنه‌ها و نیز عدم توازن یونی در گیاهان باشد (اشرف و مک نیلی ۱۹۹۰). از دلایل دیگر این کاهش می‌توان به اثرات منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک اشاره کرد که جذب آب وعناصرغذایی را کاهش داده و درنهایت باعث کاهش رشد ریشه و بخش هوایی می‌شود (احمدی و همکاران ۲۰۰٤). وان و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر باکتری سودوموناس بر رشد ذرت مشاهده کردند که تلقیح گیاه با این باکتری باعث افزایش وزن خشک نسبت به تیمار شاهد می‌شود. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تلقیح گیاه با باکتری سودوموناس فلورسنس سویه FY32 (حاوی ژن ACC–دآمیناز) که مولد برخی آنزیم‌ها در گیاهان است، باعث کاهش اثر شوری می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات رشدی و محتوای یونی دو رقم کلزا تلقیح شده با باکتری *P. flourescens* FY32 در شرایط تنش شوری**

| | | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن خشک بخش هوایی | وزن خشک ریشه | وزن خشک کل | ارتفاع | یون سدیم برگ | یون پتاسیم برگ |
| شوری | ۲ | ۱/۲۵۹$^{**}$ | ۳/۰۰۸$^{**}$ | ۰/۰۷۷$^{**}$ | ۲۸۱۱/۱۱۱$^{**}$ | ۳۰۹/۵۶۹$^{**}$ ۸ | ۲۱۹۹/۴۵۸$^{**}$ |
| خطای اصلی | ۶ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۰۳ | ۵۹/۰۰۹ | ۳۳/۶۹۹ | ۱۹/۶۳۸ |
| باکتری | ۱ | ۰/۲۲۲$^{**}$ | ۰/۷۰۱$^{**}$ | ۰/۰۳۱$^{**}$ | ۲۹۰/۳۴۷$^{**}$ | ۲۰۱/۱۶۶$^{**}$ | ۵۰۱/۵۵۶$^{**}$ |
| شوری * باکتری | ۲ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۴ | ۴/۹۹۸ | ۲۸/۰۰۹$^{**}$ | ۱۴/۰۱۱$^{**}$ |
| خطای فرعی | ۶ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۰۲ | ۳/۸۹۵ | ۰/۶۸۱ | ۲/۱۱۱۰ |
| رقم | ۱ | ۰/۱۶۹$^{**}$ | ۰/۳۴۵$^{**}$ | ۰/۰۱۰$^{**}$ | ۳۹۹۸/۹۷۶$^{**}$ | ۲۹۱/۰۰۵$^{**}$ ۱ | ۸۶۶/۷۸۷$^{**}$ |
| شوری رقم | ۲ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۰۴ | ۱۱۹/۰۸۵ | ۷۹۱/۸۹۳$^{**}$ | ۴۰۱/۷۷۷$^{**}$ |
| باکتری * رقم | ۱ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۰۳ | ۲۲/۲۲۲ | ۱۱/۰۰۲ | ۲/۱۱۱ |
| شوری باکتری رقم | ۲ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۰۵ | ۷/۵۸۹ | ۶/۷۸۲ | ۳/۰۰۸ |
| خطای فرعی فرعی | ۱۲ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۰۳ | ۱۳/۰۰۹ | ۲/۵۶۹ | ۲/۷۸۹ |
| ضریب تغییرات (%) | – | ۲۵/۱۵ | ۲۱/۴۸ | ۲۰/۱۱ | ۱۰/۴۳ | ۶/۸۷ | ۷/۱۱ |

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد میباشد.

**جدول ۳- میانگین صفات رشدی در دو رقم کلزا تلقیح شده با باکتری *P. flourescens* FY32 درشرایط تنش شوری**

| تیمارها | وزن خشک بخش‌هوایی ($g.plant^{-1}$) | وزن خشک ریشه ($g.plant^{-1}$) | وزن خشک کل ($g.plant^{-1}$) | ارتفاع (cm) |
|---|---|---|---|---|
| سطوح تنش (mM NaCl) | | | | |
| ۰(شاهد) | ۰/۸۸۸a | ۰/۲۰۱a | ۱/۲۲۳a | ۹۸/۸a |
| ۱۵۰ | ۰/۶۹۰b (-۷۷) | ۰/۱۶۸b (-۸۳) | ۰/۸۹۶b (-۷۳) | ۶۶/۴b (-۶۷) |
| ۳۰۰ | ۰/۴۹۸c (-۵۶) | ۰/۱۱۱c (-۵۵) | ۰/۶۵۴c (-۵۳) | ۵۱/۵c (-۵۲) |
| باکتری | | | | |
| بدون تلقیح | ۰/۶۰۴b | ۰/۱۰۲b | ۰/۷۰۰b | ۶۹/۵b |
| تلقیح شده | ۰/۷۰۳a (+۱۱۶) | ۰/۱۳۶a (+۱۳۴) | ۰/۸۸۹a (+۱۲۶) | ۷۸/۴a (+۱۱۳) |
| ارقام کلزا | | | | |
| Comet | ۰/۶۸۲b | ۰/۱۳۳b | ۰/۸۰۱b | ۶۲/۹b |
| SW5001 | ۰/۸۰۱a | ۰/۱۶۲a | ۰/۹۸۷a | ۸۹/۳a |

*اعداد داخل پرانتز درصد نسبی صفات رشدی (ارزش صفت در شرایط تنش نسبت به شاهد) می‌باشد. علامت منفی بیانگر کاهش نسبت به شاهد می باشد.

*میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن در سطح ۱ درصد).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف تنش شوری، باکتری و رقم قرار داشته است. براساس مقایسه میانگین تیمارها شوری باعث کاهش ارتفاع بوته شد. گیاهان تلقیح شده با

www.SID.ir

Archive of SID



باکتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده از ارتفاع بیشتری در سطوح مختلف تنش برخوردار بودند (جدول ۲). با افزایش تنش شوری از سطح شاهد به سطح ۳۰۰ میلی مولار، از میزان ارتفاع کاسته شد، ولی این کاهش در بوته‌های تلقیح شده با باکتری در هر دو رقم کمتر از بوته-های تلقیح نشده بود. ارتفاع بوته در رقم SW5001 نسبت به Comet بیشتر بود (جدول ۳). گاما و همکاران (۲۰۰۷) ارتفاع بوته را از صفات و معیارهای رایج برای تعیین میزان تحمل شوری و یکی از مهم‌ترین شاخص-های رشد گیاه معرفی کردند. شوری رشد گیاهان را بسیار آهسته کرده و بنابراین گیاه پا کوتاه نگه داشته می‌شود (برن‌استین ۱۹۷۵). تلقیح گیاهان با باکتری‌های محرک رشد باعث کاهش سطوح هورمون گیاهی اتیلن می‌شودکه در طی مراحلی منجر به تغییرات رشد و نمو گیاهان و افزایش ارتفاع در گیاهان تلقیح شده می‌شود (گلیک ۲۰۰۵). نتایج تحقیق بیاری و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که تلقیح گیاه ذرت با باکتری‌های PGPR باعث افزایش ارتفاع در سطوح مختلف تنش می‌شود. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تلقیح باکتری و نوع رقم در کاهش اثر تنش در این تحقیق مؤثر بوده است.

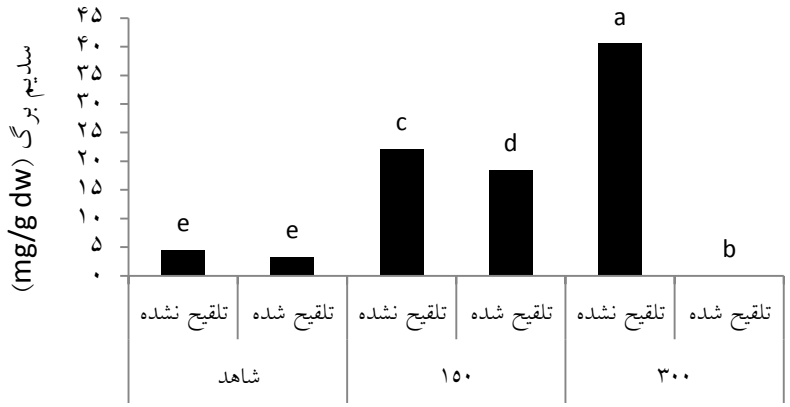
**غلظت یون سدیم برگ**

بر اساس تجزیه واریانس (جدول ۲) شوری، باکتری و اثر متقابل تنش شوری و باکتری برای یون‌های سدیم و پتاسیم برگ کلزا معنی‌دار بود. با توجه به مقایسه میانگین (شکل۱) سدیم برگ با افزایش شوری در همه تیمارها افزایش یافته ولی این افزایش هم در سطح تنش متوسط (۱۵۰ میلی‌مولار) و هم در سطح تنش شدید (۳۰۰ میلی‌مولار) در گیاهان تلقیح شده کاهش معنی‌داری را نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشت، که نشان دهنده تأثیر مثبت تلقیح باکتری با کلزا در کاهش اثر منفی تنش شوری می‌باشد. اثر متقابل شوری و رقم کلزا نیز برای این یون‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). با این که افزایش شوری در افزایش میزان غلظت سدیم برگ دو رقم کلزا مؤثر بود، ولی رقم Comet هم در سطح تنش متوسط و هم در سطح تنش شدید دارای بیشترین میزان جذب سدیم بود (شکل۲). این موضوع ممانعت از رشد بیشتری را در نتیجه بهم خوردن تعادل یونی و نیز سمیت آن در رقم Comet القا کرده و باعث کاهش تحمل نسبی این رقم نسبت به رقم SW5001 نشان می‌شود. کاهش میزان ورود یون‌های سمی (سدیم و کلراید) به جریان تعرق از طریق سلول‌های ریشه یکی از راه‌کارهای حفظ رشد و عملکرد گیاهان تحت تنش شوری می‌باشد (چینوسومی و همکاران ۲۰۰۵). در گیاهان متحمل به شوری این یون‌ها در واکوئل‌ها انباشته شده و توازن اسمزی واکوئل، سیتوسول و آپوپلاست با جمع شدن یون پتاسیم و برخی از اسمولیت‌های سازگار نظیر پرولین در سیتوسول انجام می‌شود (مونزو تستر ۲۰۰۸). تحقیق روی گیاه کلزا نشان داد که تنش شوری باعث افزایش معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد درمیزان سدیم و کلراید گیاه کلزا شد (آلیاری و همکاران ۲۰۰۰). در آزمایشی تلقیح گیاه سویا با باکتری PGPR باعث کاهش میزان جذب یون‌های سدیم و کلراید در شرایط تنش شوری شد (هان و لی ۲۰۰۵). مطالعه نقش باکتری *Pseudomonas putida RS-198* بررشد وجذب عناصر غذایی در پنبه در شرایط تنش شوری نشان داد که با کاربرد مایه تلقیح باکتری میزان جذب سدیم کاهش نشان داده است (لیکسیا و همکاران ۲۰۱۰).

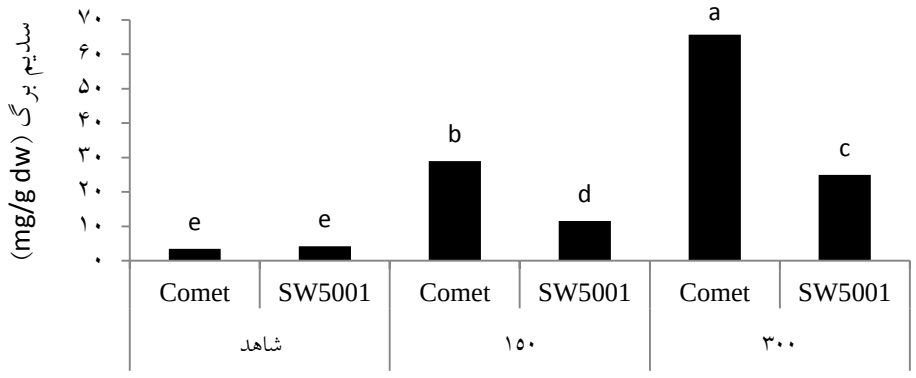
www.SID.ir

Archive of SID

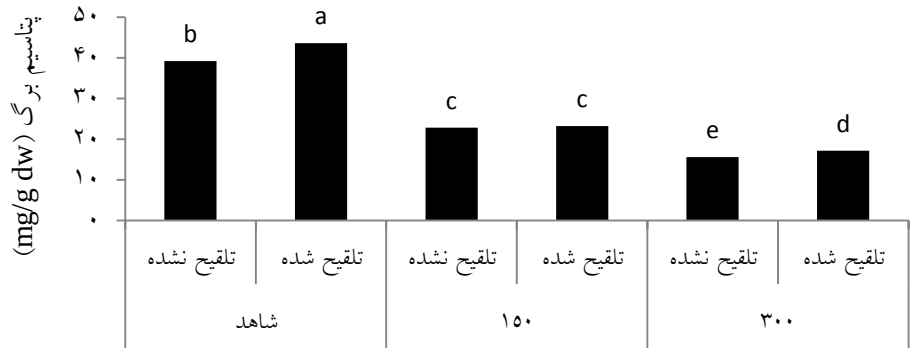





**شکل ۱- میانگین سدیم برگ کلزا در سطوح مختلف تنش شوری و تلقیح با باکتری *P. fluorescens*FY32**




**شکل ۲- میانگین سدیم برگ کلزا در سطوح مختلف تنش شوری در دو رقم کلزا**

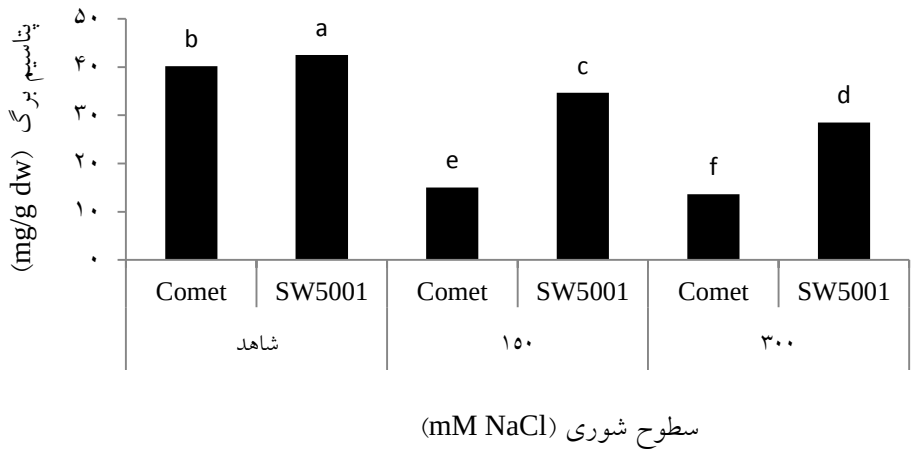



**شکل۳- میانگین پتاسیم برگ کلزا در سطوح مختلف تنش شوری و تلقیح با باکتری**

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل۴ – میانگین پتاسیم برگ در سطوح مختلف تنش شوری در دو رقم کلزا**

## نتیجه گیری کلی

گیاهان تلقیح شده با باکتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده از رشد بشتری در سطوح مختلف تنش شوری برخوردار بودند. محتوای سدیم برگ با افزایش شوری در همه تیمارها افزایش یافت، ولی این افزایش هم در سطح تنش متوسط و هم در سطح تنش شدید در گیاهان تلقیح شده کاهش معنی‌داری را نسبت به گیاهان تلقیح نشان داد. این امر بیانگر تأثیر مثبت تلقیح باکتری با کلزا در کاهش اثر منفی تنش شوری می‌باشد. در رابطه با محتوای یون پتاسیم نیز تلقیح با باکتری اثر مثبت داشته و باعث افزایش میزان این یون در بوته‌های تحت تنش شد. به نظر می رسد استفاده از باکتری‌های محرک رشد در کلزاهای کشت شده در اراضی دچار تنش شوری (مانند سودوموناس‌ها) یک راه کار عملی می باشد.

## منابع مورد استفاده


Alyari H, Shekari F and Shekari F, 2000. Oil Seed Crops (Agronomy and Physiology). Amidi Press, Tabriz. 182 P. (In Persian).

Ahmad F, Ahmad I and Khan M. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbiological Research, 163(2): 173-181.

Ahmadi A and Ceiocemardeh A. 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrate, chlorophyll and Proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iran. Journal of Agriculture Science, 35: 753-763. (In Persian).

Ashraf M and Akram NA. 2009. Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: an analytical comparison. Biotechnology advances, 27(6): 744-752.

Ashraf M and McNeilly T. 1990. Responses of four *Brassica* species to sodium chloride. Environmental Experimental Botany, 30: 475-487.

Biari A, Golami A and HA. Rahmani. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal Biological Science, 8(6): 1015-1020.


www.SID.ir

Archive of SID



Farajzadeh D, Aliasgharzad N, Bashir NS and Yakhchali B. 2010. Cloning and characterization of a plasmid encoded ACC deaminase from an indigenous *Pseudomonas fluorescens* FY32. Current Microbiology, 61(1): 37-43.

Gama P, Inanaga S, Tanaka K and Nakazawa R. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. African Journal of biotechnology, 6(2).

Gill SS, and Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48(12): 909-930.

Glick BR. 2005. Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase. FEMS Microbiology Letters, 251(1): 1-7.

Glick BR, Patten CL, Holguin G and Penrose DM. 1999. Mechanisms used by plant growth-promoting bacteria. London: Imperial College Press.

Glick BR, Penrose DM and Li J. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. Journal of Theoretical Biology, 190(1): 63-68.

Han H and Lee K. 2005. Physiological responses of soybean-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* with PGPR in saline soil conditions. Research Journal Agriculture Biological Science. 1(3): 216-221.

Joseph B and Jini D. 2010. Proteomic analysis of salinity stress-responsive proteins in plants. Asian Journal of Plant Sciences, 9(6): 307.

Kandil A, Sharief A, Abido W and Abido M. 2012. Response of some canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity stress and its effect on germination and seedling properties. Journal of Crop Science. 3(3): 95.

Lixia Y, Zhansheng W, Yuanyuan Z, Imdad K and Chun L. 2010. Growth promoting and protectionagainst salt stress by *Pseudomonas putida* Rs-198 on cotton.European Journal soil biology, 46: 49-54.

McFarland J. 1907. Nephelometer: an instrument for estimating the number ofbacteria in suspensions used for calculating the opsonic index and for vaccines. Journal of American Medical Association, 14: 1176-1178.

Munns R and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.

Penrose DM and Glick BR. 2003. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. Physiologia Plantarum, 118(1): 10-15.

Putcha V and Allen S. 1997. A technique for screening bacterial inoculants in the field. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Present Status and Future Prospects, 221-222.

Rivelli AR, James RA, Munns R and Condon AT. 2002. Effect of salinity on water relations and growth of wheat genotypes with contrasting sodium uptake. Functional Plant Biology, 29(9): 1065-1074.

Van VT, Berge O, Ke SN, Balandreau J and Heulin T. 2000. Repeated beneficial effects of rice inoculation with a strain of Burkholderia vietnamiensison early and late yield components in low fertility sulphate acid soils of Vietnam. Plant and Soil, 218(1-2): 273-284.

Zamani S, Nezami MT, Bybordi A, Behdad M and Khorshidi MB. 2011. Effect of Different NaCl Salinity on Antioxidant Enzyme Activity and Relative Water in Winter Canola (*Brassica napus* L.). Journal of Research of Agricultural Science, 7(1): 49-57.

www.SID.ir