

بهبود برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام، تحت تأثیر باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شور و قلیا پسند بادامستان‌های خراسان رضوی

غلامحسین خلیلی‌طرقبه^۱، علی‌تهرانی‌فر^{۲*}، بهرام عابدی^۳ و مهرنوش اسکندری‌تربقان^۴

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۵)

چکیده

بادام در زمره درختان باغی حساس به شوری قرار می‌گیرد. تأثیر چهار نوع خاک شور با شوری‌های مختلف (۲، ۴، ۸ و ۱۶ dS m⁻¹) به همراه تلقیح دو جدایه باکتری و شاهد استریل شده از سه گروه باکتری شورپسند، قلیا پسند و شور و قلیا پسند جداسازی شده از ریزوسفر بادامستان‌های خراسان رضوی بر القاء مقاومت به شوری در پایه GN بادام تحت شرایط شوری و قلیائیت خاک، بررسی شد. بیشترین میانگین تولید تری ایندول استیک اسید، انحلال فسفات‌های معدنی و اگزوپلی‌ساکارید بترتیب برای جدایه‌های قلیا پسند، شور و قلیا پسند و شورپسند مشاهده گردید. شوری خاک به‌طور معنی‌داری ارتفاع گیاهان، مساحت برگ، وزن تر و خشک اندام‌هوایی و ریشه‌ها، قند محلول، نامحلول و کل را کاهش داد. بیشترین ارتفاع گیاه (۶۱/۲cm) در گروه شورپسندها و کمترین آن در گروه قلیا پسندها مشاهده شد. باکتری‌های شورپسند بیشترین افزایش را در وزن تر اندام هوایی موجب شدند، لیکن وزن تر ریشه‌ها در گروه باکتری‌های شور و قلیا پسند حداکثر بود. نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه‌ها به ترتیب برای سه گروه شورپسند، قلیا پسند و شور و قلیا پسندها ۰/۸۶، ۰/۸۷ و ۰/۷۴ بود که بیانگر تأثیر بیشتر باکتری‌های شور و قلیا پسند بر رشد ریشه‌ها نسبت به رشد اندام هوایی بود. تلقیح باکتری‌های شور و قلیا پسند موجب افزایش درصد رطوبت ریشه‌ها و اندام هوایی در خاک‌هایی با شوری بالا (بترتیب ۱۶ dS m⁻¹ و ۸) گردید. به‌طور کلی، به کارگیری باکتری‌های شور و قلیا پسند بر بهبود رشد ریشه‌ها، قلیا پسندها و شورپسندها بترتیب بر افزایش خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی بادام تأثیر بیشتری داشتند.

کلمات کلیدی: باکتری‌های بهبود دهنده رشد گیاه، پرولین، قند کل، کلروفیل، نسبت وزن اندام‌هوایی به ریشه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۴- محقق بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

* پست الکترونیک: tehranifar@um.ac.ir

مقدمه

شوری و قلیائیت آب و خاک به طور روزافزون تهدیدی جدی برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک همانند ایران محسوب می‌شود. تنش شوری و قلیائیت، به عنوان یکی از مهمترین عوامل کاهش تولیدات کشاورزی بیش از حدود ۱۰۰ سال است که موضوع بسیاری از تحقیقات جهانی بوده است (رنجبر و پیرسته‌نوشه، ۱۳۹۴). ایران کشوری است که دارای مناطق وسیع شور و کویری است و حدود ۱۲/۵ درصد (برابر ۲۰۴۸۰۰ کیلومترمربع) از زمین‌های کشور که دارای خاک‌های شور و قلیایی هستند، در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند (باقری‌راد و همکاران، ۱۳۸۶).

بادام یکی از قدیمی‌ترین و مهمترین خشک میوه‌های دنیا است که میزان تولید آن در حال افزایش است (کریمی، ۱۳۹۴). در ایران سال‌های سال است که در اکثر مناطق نیمه کوهستانی درختان بادام به صورت دیم کاشته شده‌اند (زرین‌کفش، ۱۳۷۱). درخت بادام تا هدایت الکتریکی $1/5 \text{ dS m}^{-1}$ کاهش در عملکرد آن مشاهده نمی‌گردد، در حالی که در $2/8 \text{ dS m}^{-1}$ به میزان ۲۵٪ و در $4/8$ به میزان ۵۰٪ و سرانجام در 7 dS m^{-1} تا میزان صددرصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (زرین‌کفش، ۱۳۷۱). در آبیاری نیز قادر است حداکثر تا ۱/۱ گرم کلر در لیتر مقاومت نماید و میزان کاهش عملکرد آن نسبت به شوری آب شبیه شوری خاک است (زرین‌کفش، ۱۳۷۱). بنابراین انتخاب پایه‌های متحمل در بادام، استراتژی بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری مخصوصاً در نواحی خشک و خاک‌های شور و قلیای کشور می‌باشد، لیکن این استراتژی با توجه به افزایش روزافزون گستره و میزان خاک‌های مبتلا به نمک و قلیا، به تنهایی کافی نیست (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶).

مطالعات اخیر نشان داده ریزجانداران خاک می‌توانند گیاهان را برای غلبه بر تنش شوری و قلیائیت مقاوم سازند. باکتری‌های شور و قلیا پسند موجود در محیط‌های بسیار شور و قلیایی به شرایط نمک و pH بالا سازگار شده و برای رشد مطلوب به مقدار مشخصی نمک همانند کلرید سدیم و کربنات سدیم نیاز دارند (ونکس‌وارلو و شنکر، ۲۰۰۹).

ریزجانداران شورپسند در هر سه دامنه آرکیاها، باکتری‌ها و یوکاریوت‌ها وجود دارند (زوانگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). شورپسندها بوسیله مقدار زیاد نمک در درون سلول، تعادل اسمزی ایجاد می‌کنند و غلظت نمک به خصوص کلرید پتاسیم در درون سلول آنها به ۵ مول می‌رسد. پروتئین‌های شورپسندها به نحوی سازگار شده‌اند که برای پایداری و فعالیت مناسب به این میزان نمک نیاز دارند (ونتوسا^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). باکتری‌های قلیا پسند در محدوده pH محیطی بین ۹ تا ۱۱، pH خود را حدود ۹/۵ حفظ می‌کنند. این باکتری‌ها با سیستم‌های انتقال پروتون در غشای سیتوپلاسمی (پمپ ATP و تعویض کننده سدیم با پروتون) به فعالیت خود ادامه می‌دهند (هوری‌کوشی^۴، ۲۰۰۶). قلیا پسندهای خشکی‌زی اغلب از نوع باسیلوس‌ها می‌باشند (هوری‌کوشی، ۱۹۷۱). گروهی دیگر از باکتری‌ها که قادر به رشد در شرایط قلیا و در حضور نمک هستند به عنوان شور و قلیا پسند شناخته می‌شوند. این باکتری‌ها دارای روش‌های سازگاری یا مقاومت برای بقا و رشد در شرایط شوری و pH زیاد بوده که شامل بهینه‌سازی فرایندهای اصلی سلول، تلفیق آنزیمی، نقل و انتقال عناصر ضروری به خارج و داخل سلول و عملکرد غشای سلولی می‌باشند (سینگ^۵ و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات نشان داده که پتانسیل کاربردی دیگر این ریزجانداران شور و قلیا پسند، خصوصیات افزایش دهنده‌گی رشد گیاه (PGPHA)^۶ است که منجر به مقابله با تنش‌های زنده و غیرزنده خواهند شد (سیدکی^۷ و همکاران، ۲۰۱۱؛ سروانکومار و سامیان^۸، ۲۰۰۷؛ استرنز^۹ و همکاران، ۲۰۰۵؛ اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). این ریزجانداران از محیط‌های شور و قلیایی مختلف، همانند محیط‌های دریایی با شوری اندک تا دریاچه‌های بسیار شور و منابع خاکی همانند ریزوسفر گیاهان مستقر در خاک‌های شور و قلیا قابل جداسازی و تکثیر می‌باشند (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). مطالعه ساهای^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که از بین ۳۲ گروه باکتری PGPR شور و قلیا پسند، شش جدایه دارای توانایی حل‌کنندگی فسفات بودند و جدایه SL32 بالاترین حل‌کنندگی فسفر با مقدار ۹۸۱/۳۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر فسفات را به خود اختصاص داد. آنها همچنین نشان دادند

6. Plant Growth Promoting Haloalkalitolerant (PGPHA)
7. Siddikee
8. Saravanakumar and Samiyappan
9. Stearns
10. Sahay

1. Venkateswarlu and Shanker
2. Zhuang
3. Ventosa
4. Horikoshi
5. Singh

به منظور جداسازی جدایه‌های شور، قلیا و شوروقلیا پسند بومی، نمونه‌برداری خاک به صورت ساده از چهار منطقه از ریزوسفر بادامستان‌های مختلف در استان خراسان رضوی (جدول ۱) از عمق ریزوسفر بادام (۳۰-۵۰ سانتی‌متر) انجام شد. سپس نمونه‌ها در ظروف استریل به همراه ثبت مشخصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری با GPS در مدت زمان کمتر از ۴۸ ساعت و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل و نگهداری شدند. جداسازی و خالص سازی تعداد ۵۴ جدایه از هر یک از گروه‌های شور، قلیا و شوروقلیا پسند از نمونه‌های خاک توسط محیط کشت اختصاصی آنها (جدول ۲) انجام شد. جهت جداسازی، سوسپانسیون ۱:۱ از خاک و آب (یک گرم خاک به یک میلی‌لیتر آب مقطر استریل) تهیه شد (هوری‌کوشی، ۲۰۰۶). ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون فوق بر روی محیط کشت اختصاصی جامد پخش گردید. محیط کشت‌ها در دمای مناسب (۳۵°C تا ۳۷°C) به مدت ۳ تا ۷ روز بسته به نوع ریزجانداران (شورپسند، قلیا پسند، شوروقلیا پسند) گرماگذاری شدند. به ترتیب ۲۶ جدایه شورپسند توسط محیط کشت ونتوسا و همکاران (۲۰۰۸)، ۱۸ جدایه قلیا پسند توسط محیط کشت هوری‌کوشی (I) (۲۰۰۶) و ۱۱ جدایه شور و قلیا پسند توسط محیط کشت اختصاصی (جونز^۴ و همکاران، ۱۹۹۲) جداسازی شدند. پس از جداسازی، برای اطمینان از خالص بودن آنها، چندین مرتبه بازکشت شدند.

جدایه‌های خالص‌سازی شده جهت نگهداری طولانی مدت به روش نیتروژن مایع (هوری‌کوشی، ۱۹۹۹) ذخیره‌سازی شدند. پس از جداسازی، جهت انتخاب برترین جدایه‌ها برخی خصوصیات افزایش‌دهندگی رشد آنها شامل تولید تری ایندول استیک اسید (گلیکمن و دساکس^۵، ۱۹۹۵)، تولید اگزوپلی ساکارید (ونتوسا و همکاران، ۲۰۰۴)، سنجش کمی توان حل فسفات‌های معدنی (TCP^۶) در شرایط آزمایشگاهی اندازه‌گیری و تعیین گردید.

سپس به منظور بررسی برخی خصوصیات رشدی پایه بادام GN تحت شرایط تنش شوری خاک، دو جدایه از بهترین جدایه‌های جداسازی شده از هر گروه (شورپسند، قلیا پسند و شوروقلیا پسند) که بیشترین قابلیت تولید بهبوددهنده‌های

که ۵۰٪ از جدایه‌های PGPR شور و قلیا پسند جدا شده از دریاچه سهمبار در هندوستان دارای توانایی تولید IAA بودند. مقایسه کمی تولید آمونیاک و تری ایندول استیک اسید در جدایه‌های باکتریایی شور، قلیا و شور و قلیا پسند از خاک‌های خراسان رضوی (اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۶) نشان داد جدایه‌های قلیا پسند بیشترین تولید آمونیاک (۰/۰۵۵٪) را در بین هر سه گروه باکتری نشان دادند که ۹/۵ برابر متوسط آن در جدایه‌های شوروقلیا پسند (۰/۰۵۸٪) و ۱۳ برابر متوسط آن در شورپسندها (۰/۰۰۴٪) بود. اکثر جدایه‌های شور، قلیا و شوروقلیا پسند به ترتیب با میانگین ۰/۰۰۰۳، ۰/۰۰۰۱ و ۰/۰۰۲۱ درصد تولیدکننده IAA بودند که مقدار تولیدی در گروه شور و قلیا حدود ۶ برابر شورپسندها و ۱۴/۵ برابر قلیا پسندها بود. جداسازی و شناسایی باکتری‌های مولد اگزوپلی ساکارید بومی خاک‌های شور (مشبکی اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۶) نشان داد تولید اگزوپلی ساکارید توسط سیتروباکتر فروندی سویه ATHM38 به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) همراه با افزایش نمک، افزایش یافت. بر اساس نتایج، این باکتری با توان رشد در محیط ۲۵٪ نمک و تولید ۱۶۸/۰ گرم بر لیتر اگزوپلی ساکارید در مدت ۲۴ ساعت به عنوان سویه برتر انتخاب شد. تغییر مقدار سدیم و بهبود شرایط فیزیکی ریزوسفر از راه تولید اگزوپلی ساکاریدها (آپا‌ه‌دیا^۱ و همکاران، ۲۰۱۱)، موجب تنظیم اسمزی گیاه می‌شود. احتمالاً جدایه‌های PGPR با تولید اگزوپلی ساکاریدها (پیوند کردن سدیم و کاهش دسترسی آن برای جذب گیاه) (اشرف و فولاد^۲، ۲۰۰۴) و ACC دامیناز (تغییر انتخاب‌پذیری سدیم و پتاسیم برای جذب گیاه) اثرات منفی تنش شوری را از طریق کاهش جذب سدیم و در نتیجه افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در گیاهان کاهش می‌دهند (نادیم^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). این مطالعه به بررسی تأثیر باکتری‌های شورپسند، قلیا پسند و شور و قلیا پسند جداسازی شده از ریزوسفر بادامستان‌های خراسان رضوی بر القاء مقاومت به شوری در پایه (GN) بادام تحت شرایط شوری و قلیائیت خاک پرداخته است.

مواد و روش‌ها

4. Jones
5. Glickmann and Dessaux
6. Tricalcium Phosphate

1. Upadhyay
2. Ashraf and Foolad
3. Nadeem

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ریزوسفر بادامستان‌های شور و قلیای نمونه برداری شده از استان خراسان رضوی

تعداد نمونه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	مختصات نمونه برداری				محل نمونه برداری	منطقه
		جهت	درجه	دقیقه	ثانیه		
۱	۱۰۴۶	N [■]	۳۶	۱۵	۱۰	۳۷	روستای سلیمانیه- جاده سبزوار
		E [▲]	۵۷	۴۶	۱۰	۳۴	قوچان
۱	۱۰۴۵	N	۳۶	۰۲	۳۸	۷۴	روستای کلاوش-بخش ششتمد
		E	۵۷	۴۶	۳۳	۲۴	سبزوار
۱	۱۱۸۵	N	۳۵	۵۹	۲۸	۸۵	روستای کیزور- بخش ششتمد
		E	۵۷	۴۵	۰۳	۴۹	
۱	۱۷۸۳	N	۳۵	۳۸	۰۱	۸۹	روستای چهلپو- بخش کوه سرخ-
		E	۵۸	۳۱	۱۲	۷۳	کاشمر

■ N جهت شمال، E[▲] جهت شرق

جدول ۲- محیط کشت‌های اختصاصی جدایه‌های باکتریایی شور (ونتوسا و همکاران، ۲۰۰۴)، قلیا (هوری کوشی، آ. ۲۰۰۶) و شور و قلیا پسند (جونز و همکاران، ۱۹۹۲)

مقدار (گرم بر لیتر)			ترکیبات
شور و قلیا پسند	قلیا پسند	شور پسند [■]	
-	۱۰	۱	گلوکز
-	۵	-	پلی پپتون
۱۰	۵	۱۰	عصاره مخمر
-	۱	-	دی پتاسیم هیدروژن فسفات
۱	۰/۲	۹/۶	سولفات منیزیم آبدار
۱۸/۵ [▲]	۱۰*	-	کربنات سدیم
۲۰۰	-	۸۱	کلرید سدیم
-	-	۷	کلرید منیزیم آبدار
-	-	۰/۳۶	کلرید کلسیم
۲	-	۲	کلرید پتاسیم
-	-	۰/۰۶	بی کربنات سدیم
-	-	۰/۰۲۶	برمید سدیم
-	-	۵	پروتئاز پپتون
۷/۵	-	-	کازمینو اسید
۳	-	-	تری سدیم سترات
۰/۰۰۰۳۶	-	-	کلرید منگنز آبدار
۰/۰۵	-	-	سولفات آهن آبدار
۲۰	۲۰	۱۵	آگار
۳۹/۹۰	۱۲/۲۱	۳۰/۸۵	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹) محیط کشت
۹/۱۸	۸/۸۹	۷/۲	pH محیط کشت

■ pH محیط کشت قبل از استریل سازی با KOH یک نرمال بر روی ۷/۲ تنظیم گردید.

▲ جداگانه از سایر مواد استریل گردیده و قبل از کشت جدایه‌ها به محیط کشت اضافه گردید.

نوع باکتری) و شاهد استریل شده (مایه تلقیح به همراه نوع باکتری‌های مصرفی در محیط کشت اختصاصی خود که استریل شده بودند) در سه تکرار روی پایه بادام GN اجرا شد. بمنظور تهیه بستر کشت پایه‌ها، با توجه به خصوصیات جدایه‌های باکتریایی دو خصوصیت عمده شامل (۱) مقدار هدایت الکتریکی (EC) و (۲) نسبت جذب سدیم (SAR) خاک مورد توجه قرار گرفت.

رشدی گیاه (تری‌ایندول استیک اسید و حلالیت فسفات‌های نامحلول و اگزوپولی ساکاریدها) را داشتند به همراه شاهد بر روی پایه بادام (GN) در شرایط گلخانه آزمایش شدند. آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه فاکتور (۱) سطوح مختلف شوری خاک شامل ۰.۲، ۰.۴، ۰.۸ و ۱.۶ دسی‌زیمنس بر متر، (۲) نوع باکتری (شور پسند، قلیا پسند و شور و قلیا پسند) و (۳) نوع جدایه (دو جدایه منتخب از هر

دسی‌زیمنس بر متر و SAR ۱۴/۹۹، ۳) ۵۵ واحد خاک مخلوط با ۳۲ واحد خاک شیر حصار برای تولید خاک شور با EC ۸ دسی‌زیمنس بر متر و SAR ۱۴/۲۱، ۴) ۲ واحد خاک مخلوط با ۴ واحد خاک شیر حصار برای تولید خاک شور با EC ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و SAR ۱۹/۷۲. تلقیح توسط محیط کشت تازه باکتریایی مایع هر جدایه در هر گروه باکتری به ریشه‌های نهال‌ها در هنگام انتقال از بستر اولیه نهال‌های GN کشت بافتی به خاک‌های ترکیبی صورت گرفت (آستارایی و فریدحسینی، ۱۳۹۱). تلقیح برای هر نهال با مقدار ۱۵ میلی‌لیتر از محیط کشت تازه باکتریایی مایع با جمعیتی در حدود 10^7 تا 10^8 سلول در هر میلی‌لیتر انجام شد (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۲). هر نهال تلقیح شده در یک گلدان با ابعاد $26 \times 17 \times 23$ سانتی‌متر و دارای ۸ کیلوگرم خاک ترکیبی کشت گردید. میزان آبیاری در تیمارهای فوق بر اساس نیاز آبی گیاه بادام (۲۴۳۰ لیتر به مدت چهار ماه در شرایط گلدانی) و بدون هیچ گونه آبشویی در گلدان‌ها در طول دوره کشت (مقدار آب در هر مرتبه

پس از بازدیدهای میدانی صورت گرفته در سطح استان، به دلیل فراهم نبودن خاک‌هایی با خصوصیات مد نظر به جهت میزان کل املاح (EC) و قلیائیت ناشی از سدیم (SAR)، اقدام به تهیه چهار نوع خاک با مقدار شوری‌های ۲، ۴، ۸ و 16 dS m^{-1} و SARهای متفاوت ۹/۶۹، ۱۴/۹۹، ۱۴/۲۱ و ۱۹/۷۲ (جدول ۴) از ترکیب سه خاک با خصوصیات مختلف (جدول ۳) و نسبت‌های متفاوت گردید. بر اساس آزمایشات انجام شده، سه خاک مورد نظر برای ساخت خاک‌های ترکیبی شامل (۱) ماسه رودخانه‌ای بند گلستان مشهد، (۲) خاک منطقه شیر حصار و (۳) خاک زراعی معمولی از منطقه سحاب مشهد بود. در ابتدا ماسه رودخانه‌ای با خاک زراعی معمولی منطقه سحاب به نسبت ۱:۱ مخلوط گردید و سپس از این خاک مخلوط، خاک‌های شور و قلیای ترکیبی با نسبت‌های زیر تهیه شدند. (۱) ۱۵ واحد خاک مخلوط با ۱ واحد خاک شیر حصار برای تولید خاک شور با EC ۲ دسی‌زیمنس بر متر و SAR ۹/۶۹، (۲) ۵۵ واحد خاک مخلوط با ۱۰ واحد خاک شیر حصار برای تولید خاک شور با EC ۴

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سه خاک مورد استفاده جهت بستر کشت پایه GN بادام

ردیف	پارامتر	واحد	ماسه رودخانه‌ای	منطقه شیر حصار	خاک زراعی سحاب
۱	شن	%	۹۹/۴	۷۰/۷	۷۰/۴
۲	سیلت	%	۰/۶	۱۶/۹	۲۴/۶
۳	رس	%	۰	۱۲/۴	۵
۴	بافت خاک	-	شن	لوم شنی	لوم شنی
۵	pH	-	۸/۵۵	۷/۹	۸/۱
۶	هدایت الکتریکی	dS/m	۰/۵۴۰	۶۰/۳۲	۱/۱۸
۷	درصد اشباع خاک	%	۳۱/۴۸	۴۴/۴۱	۳۴/۳۲
۸	وزن مخصوص ظاهری	g/cm^3	-	-	۱/۵۴
۹	نیترژن کل	%	۰/۰۱۹۱۵	۰/۰۲۳۳۵	۰/۰۰۳
۱۰	فسفر قابل دسترس	mg/L	۰/۱۶۴	۲/۶۵	۷/۸۶
۱۱	پتاسیم قابل دسترس	mg/L	۲/۷	۱۱/۲۵	۱۵/۵۳
۱۲	کربن آلی	%	۰/۲۲۲۵	۰/۲۷۰۹	۰/۳۴۸۳
۱۳	مواد آلی	%	۰/۳۸۳	۰/۴۷۱	۰/۶۰۶
۱۴	آهک	%	۱۰/۷۵	۴۹/۷۵	۱۳
۱۵	گچ	%	۵/۰۸۵	۵/۸۴۸	۰/۲۰۶۳
۱۶	سدیم	meq/l	۰	۵۲۶/۹۹	۰
۱۷	کلسیم + منیزیم	meq/l	۲۰/۸	۷۶	۴۰
۱۸	SAR	-	-	۸۵/۴۷	-
۱۹	TDS	mg/l	۳۴۵/۶	۳۸۶۱۰/۴۳	۷۵۵/۲
۲۰	فشار اسمزی	bar	-۰/۱۹۴۴	-۲۱/۷۲	-۰/۴۲۴۸
۲۱	کربنات	meq/l	۱/۶	۰/۸	۰/۴
۲۲	بی‌کربنات	meq/l	۰	۰	۰
۲۳	سولفات	meq/l	۶/۷۵	۷۵۴/۱۱	۱۴/۷۵
۲۴	کلر	meq/l	۱/۲	۳۸۶/۸	۵/۲
۲۵	ظرفیت تبادل کاتیونی	meq/100g	۰/۷۶۶	۷/۱۳۴	۳/۷۱
۲۶	طبقه بندی	-	C_2S_1	C_4S_4	C_4S_1

جدول ۴- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چهار خاک ترکیبی ساخته شده جهت بستر کشت پایه های GN بادام

ردیف	پارامتر	واحد	شوری ۲	شوری ۴	شوری ۸	شوری ۱۶
۱	شن	%	۷۲/۸	۶۴/۸	۵۸/۸	۶۲
۲	سیلت	%	۱۸	۲۲	۲۶	۲۱
۳	رس	%	۹/۲	۱۳/۲	۱۵/۲	۱۷
۴	بافت خاک	-	لوم شنی	لوم شنی	لوم شنی	لوم شنی
۵	pH	-	۷/۳۵	۷/۱۷	۶/۹۸	۶/۷۲
۶	هدایت الکتریکی	dS/m	۲/۱۸	۴/۱۲	۸/۰۰	۱۶/۴۲
۷	درصد اشباع خاک	%	۲۴/۳۱	۲۲/۲۱	۲۳/۷۰	۲۴/۳۷
۸	وزن مخصوص ظاهری	g/cm ³	-	-	-	-
۹	نیترژن کل	%	۰/۰۲۴۷	۰/۰۱۵۹	۰/۰۸۹۴۵	۰/۰۳۲۴
۱۰	فسفر قابل دسترس	mg/L	۰	۶/۷۲	۰	۰
۱۱	پتاسیم قابل دسترس	mg/L	۶/۹۷	۶/۹۷	۶/۹۷	۵/۴۷
۱۲	کربن آلی	%	۰/۲۸۷	۰/۱۸۵	۱/۰۳۸	۰/۳۷۵
۱۳	مواد آلی	%	۰/۴۹۴	۰/۳۱۸	۱/۷۸۹	۰/۶۴۸
۱۴	آهک	%	۹/۵	۱۳/۵	۱۹	۵۲/۲۵
۱۵	گچ	%	۰/۴۰۰۶	۰/۷۷۷۵	۱/۵۳۱	۳/۱۶۷
۱۶	سدیم	meq/l	۷۱	۱۲۴/۰	۱۳۹/۰	۲۰۰
۱۷	کلسیم + منیزیم	meq/l	۱۰۷/۳۷	۱۳۶/۹	۱۹۱/۳۶	۲۰۵/۷
۱۸	SAR	-	۹/۶۹	۱۴/۹۹	۱۴/۲۱	۱۹/۷۲
۱۹	TDS	mg/l	۱۳۹۵/۲	۲۶۳۶/۸	۵۱۲۰/۰	۱۰۵۰۸/۸
۲۰	فشار اسمزی	bar	-۰/۷۸۴۸	-۱/۴۸۳	-۲/۸۸	-۵/۹۱۱
۲۱	کربنات	meq/l	۰/۴	۰/۴	۰/۸	۰/۹
۲۲	بی کربنات	meq/l	۰/۴	۰	۰	۰
۲۳	سولفات	meq/l	۲۷/۲۵	۵۱/۵	۱۰۰/۰	۲۰۵/۲۵
۲۴	کلر	meq/l	۸/۰	۳۴/۰	۸۲/۴	۲۷۱
۲۵	ظرفیت تبادل کاتیونی	meq/100g	۵/۵۸۸	۷/۲۳۶	۱۱/۱۷۸	۹/۷۹۶
۲۶	طبقه بندی	-	C4-S2	C4-S3	C4-S4	C4-S4

ساعت و دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد وزن خشک آنها و درصد رطوبت نیز تعیین و محاسبه گردید. مقادیر پرولین (بی‌تس^۱ و همکاران، ۱۹۷۳)، قند محلول (دوبویس^۲ و همکاران، ۱۹۵۶) و نامحلول (اشلیگل^۳، ۱۹۸۶) و کل نیز در نمونه‌های خشک و آسیاب شده تعیین گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- بررسی توان تولید تری‌ایندول استیک اسید، حلالیت فسفات‌های نامحلول و اگزوبلی ساکاریدها در جدایه‌ها

مقایسه میانگین تولید تری‌ایندول استیک اسید، حلالیت

آبیاری برابر ۷۵۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان و کل مقدار آب مصرفی هر گلدان در چهار ماه برای آبیاری با دور چهار روز برابر ۲۲/۵ لیتر بود) با استفاده از آب لوله‌کشی شهری صورت پذیرفت. همچنین بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در مرحله آزمایشگاهی مبنی بر تعیین خصوصیات افزایش‌دهندگی رشد گیاه برای بررسی اثرات جدایه‌ها در مجاورت نهال‌ها هیچ نوع کودی اعم از شیمیایی یا حیوانی در طول دوره رشد مصرف نگردید. چهار ماه پس از انتقال پایه‌های کشت بافتی بادام به خاک‌های شور و تلقیح باکتری‌ها، برخی خصوصیات رشدی نهال‌ها شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه (توسط کولیس با دقت ۰/۰۱)، سطح برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، تلفات برگ، شاخص کلروفیل (SPAD)، اندازه‌گیری و نهال‌ها از سطح خاک برداشت شدند. وزن تر اندام هوایی و ریشه‌ها به صورت جداگانه اندازه‌گیری و پس از قرارگیری در آون به مدت ۴۸

را نشان نداد (جدول ۵). بیشترین مقدار IAA تولیدی به ترتیب با ۱۸۱۵، ۱۵۵۴، ۱۳۵۵، ۱۲۰۲ و ۸۰۱/۷ ppm در جدایه‌های A16، A11، A12، A7 و A14 با اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ($P < 0.05$) مشاهده گردید (جدول ۵). مقدار تری ایندول استیک اسید در سایر جدایه‌های قلیا پسند کمتر از ۳۶۹/۲ ppm بود که مقدار تولید در مقایسه با جدایه‌های حداکثر اختلاف بسیاری داشت. جدایه‌های A10، A2، A6، A9 و A16 بترتیب با ۲۷۲/۲، ۲۵۵/۶، ۲۳۰/۶، ۱۹۸/۶ و ۱۵۵/۶ ppm بیشترین توانایی در انحلال فسفات‌های معدنی را در بین قلیا پسندها از خود نشان دادند (جدول ۵). قلیا پسندهای جداسازی شده از جهت تولید پلی‌ساکارید خارجی به استثنا سه جدایه A16 (۶۶۰/۸ ppm) و دو جدایه A8 و A17 با صفر پی‌پی‌ام تولید و اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ($P < 0.05$)، اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و در حد فاصل جدایه‌های حداکثر و حداقل (در یک گروه آماری (ab) قرار گرفتند (جدول ۵). باکتری قلیا پسند مقاوم به شوری پلانوکوکوس رایفی‌تونسنس^۵ تولید کننده IAA (۲۶۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، دارای خصوصیات انحلال فسفات‌های معدنی (۱۶/۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و فعالیت ACC دی‌آمیناز (استفاده از ACC به عنوان منبع نیتروژن در شوری ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و دارای پتانسیل بهبود در رشد گندم بود (راجپوت^۶ و همکاران، ۲۰۱۳). تلقیح این باکتری به گندم موجب افزایش رشد ۳۷ درصدی گیاه گندم تحت تنش شوری، ۶۳ درصد انحلال تری‌کلسیم فسفات و بیش از ۶۰٪ فعالیت ACC دی‌آمیناز در حضور ACC گردید (راجپوت و همکاران، ۲۰۱۳).

تمامی جدایه‌های شور و قلیا پسند تولید کننده تری‌ایندول-استیک اسید و اگزوپلی‌ساکارید بودند (جدول ۵) لیکن، برخی از آنها توانایی محلول‌سازی فسفات معدنی را نشان دادند. بیشترین مقدار IAA بترتیب در جدایه‌های HA1، HA3، HA2، HA5، HA9 و HA4 با ۴۱۳/۹، ۳۸۴/۸، ۳۸۱/۴، ۲۸۸/۹ و ۲۶۹/۸ ppm بدست آمد (جدول ۵). از میان یازده جدایه شور و قلیا پسند جداسازی شده تنها نه جدایه توانایی انحلال فسفات‌های معدنی را داشتند که حداکثر مقدار آن در جدایه‌های HA7 و HA4 بترتیب با ۱۸۰/۶ و ۱۴۴/۴

فسفات‌های نامحلول و اگزوپلی‌ساکارید در جدایه‌های باکتریایی شور پسند نشان داد که اکثر جدایه‌ها دارای توان حل‌کنندگی تری‌کلسیم فسفات (صفر تا ۱۰۴/۸ پی‌پی‌ام) بین دو جدایه حداقل (H14) و حداکثر (H2) بودند، لیکن تعداد اندکی از آنها (تنها ۱۰ جدایه شامل H5، H10، H12، H22، H19، H15، H17، H26، H18، H9 و H9) با حداکثر ۳۹۵ تا حداقل ۷/۱۹۰ ppm) تری‌ایندول استیک اسید تولید نمودند (جدول ۵). با آنالیز اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه معلوم شد که با افزایش تولید IAA میزان ACC نیز در گیاه افزایش می‌یابد. ACC تولید شده به وسیله ACC دی‌آمیناز یک آنزیم باکتریایی، هیدرولیز می‌شود که این هیدرولیز در حضور برخی از باکتری‌ها مانند برخی از سویه‌های باکتری سودومونادس فلورسنت انجام می‌شود. آنزیم ۱-آمینو سیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات د-آمیناز می‌تواند پیش‌ماده اتیلن، ACC را شکسته و بدین وسیله سطح اتیلن یا تنش را کاهش دهد (گلیک^۱ و همکاران، ۱۹۹۸). بررسی و جداسازی دو باکتری مقاوم به شوری باسیلوس لیچنوفورمیس^۲ و باسیلوس^۳ به ترتیب با مقاومت ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مول بر لیتر کلرید سدیم از منطقه ریزوسفر سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) از یک خاک شور در کشور الجزیره نشان داد هر دو باکتری تولید کننده مقدار زیادی تری‌ایندول استیک اسید (به ترتیب ۷۸ و ۱۰۱ میلی‌گرم بر لیتر) بودند. این باکتری‌ها علاوه بر تولید آنزیم‌های متعدد همانند اوره آز، توانایی تولید سیدروفور و انحلال فسفر معدنی و خاصیت ضدقارچی زیادی نیز از خود نشان دادند (نبتی^۴ و همکاران، ۲۰۱۳). تعداد باکتری‌های تولید کننده پلی‌ساکارید خارجی، بین دو خصیصه فوق بود (جدول ۵). محدوده تولید اگزوپلی‌ساکارید جدایه‌های شور پسند بین صفر تا ۵۰/۳۲ ppm بود (جدول ۵). چهار جدایه شور پسند H11، H13، H14 و H20 تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید نبودند. نتایج اشرف و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که تلقیح با باکتری‌های شور پسند تولید کننده پلی‌ساکاریدهای خارجی می‌تواند ابزار مفیدی در کاهش تنش شوری در گیاهان حساس باشد. در بین ۱۸ جدایه قلیا پسند، جدایه A17، PGPR نبود و توان تولید هیچ یک از خصوصیات بهبوددهنگی رشد گیاه

4. Nabti
5. *Planococcus rifietoensis*
6. Rajput

1. Glick
2. *Bacillus licheniformis*
3. *Bacillus* sp.

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت تری‌ایندول استیک اسید، (IAA) حلالیت فسفات‌های نامحلول (PSB) و اگزوپلی‌ساکارید (EPS) تولیدی در جدایه‌های باکتریایی شورپسند، قلیا پسند و شور و قلیا پسند

شور و قلیا پسندها			شماره جدایه	قلیا پسندها			شماره جدایه	شور پسندها			شماره جدایه
EPS (ppm)	PSB (ppm)	IAA (ppm)		EPS (ppm)	PSB (ppm)	IAA (ppm)		EPS (ppm)	PSB (ppm)	IAA (ppm)	
۹۰/۲۵ab	۰/۰۰۰۰h	۴۱۳/۹a	HA ₁	۱۰۱/۸ab	۱۴۰/۳f	۱۵۸/۶k	A ₁	۳/۶۴۰n	۹۸/۷۹b	۰/۰۰۰۰z	H ₁
۷۸/۴۶bc	۱۳/۸۹gh	۳۸۱/۴b	HA ₂	۱۳۵/۴ab	۲۵۵/۶b	۱۳۸/۲l	A ₂	۲۰/۴۵h	۱۰۴/۸a	۰/۰۰۰۰z	H ₂
۶۷/۹۷cd	۰/۰۰۰۰h	۳۸۴/۸b	HA ₃	۹۳/۷۳ab	۳۴/۷۳k	۲۳۵/۵i	A ₃	۵۰/۳۲a	۴۲/۱۲gh	۰/۰۰۰۰z	H ₃
۷۱/۷۱cd	۱۴۴/۴b	۲۴۸/۱e	HA ₄	۵۰/۷۰ab	۱۹/۴۵l	۱۲۸/۱l	A ₄	۲۰/۹۳g	۴۰/۹۱gh	۰/۰۰۰۰z	H ₄
۶۴/۵۴cd	۱۰۵/۶d	۲۸۸/۹c	HA ₅	۱۱۴/۷ab	۲۲۶/۴c	۱۱۱/۲m	A ₅	۷/۸۶۷l	۲۶/۰۶j	۱۲۵/۰c	H ₅
۶۰/۰۳d	۶۳/۸۹e	۲۲۱/۴f	HA ₆	۱۲۸/۸ab	۲۷۲/۲a	۹۶/۹۶m	A ₆	۳۱/۹۹e	۲۱/۲۱klmn	۰/۰۰۰۰z	H ₆
۱۰۲/۸a	۱۸۰/۶a	۲۲۰/۶fg	HA ₇	۴۸۸/۶ab	۲۵۱/۴b	۱۲۰۲d	A ₇	۴۴/۷۹c	۳/۰۳p	۰/۰۰۰۰z	H ₇
۹۴/۰۲ab	۱۲۲/۲c	۲۸۰/۶cd	HA ₈	۰/۰۰۰۰b	۰/۰۰۰۰m	۱۰۵/۱m	A ₈	۵/۸۳m	۴۵/۱۵fg	۰/۰۰۰۰z	H ₈
۱۰۲/۶a	۱۲۲/۲c	۲۶۹/۸d	HA ₉	۱۸۹/۷ab	۱۹۸/۶d	۳۶۹/۲f	A ₉	۳۴/۱۵d	۸۳/۰۳c	۷/۱۹۰i	H ₉
۲۳/۰۰e	۲۲/۲۲g	۱۹۷/۳h	HA ₁₀	۱۴۳/۲ab	۲۳۰/۶c	۱۸۷/۲j	A ₁₀	۲۲/۹۵f	۷۷/۸۸d	۱۳۳/۵b	H ₁₀
۹۲/۸۸ab	۳۸/۸۹f	۲۱۳/۱gh	HA ₁₁	۵۷۲/۸ab	۱۴۱/۷ef	۱۵۵۴b	A ₁₁	۰/۰۰۰۰r	۵۶/۶۷e	۱۴/۹۷h	H ₁₁
-	-	-	-	۴۶۹/۵ab	۵۱/۳۹j	۱۳۵۵c	A ₁₂	۰/۵۸۶۱qr	۲۵/۷۶jk	۳۹۵/۰a	H ₁₂
-	-	-	-	۱۱۲/۰ab	۴۴/۴۵jk	۲۸۲/۰h	A ₁₃	۰/۰۰۰۰r	۲۰/۹۱lmn	۰/۰۰۰۰z	H ₁₃
-	-	-	-	۳۱۱/۷ab	۱۰۹/۷g	۸۰۱/۷e	A ₁₄	۰/۰۰۰۰r	۰/۰۰۰۰p	۰/۰۰۰۰z	H ₁₄
-	-	-	-	۱۲۷/۴ab	۷۳/۶i	۲۹۰/۲h	A ₁₅	۴/۳۱۹n	۱۸/۷۹mno	۴۴/۲۵f	H ₁₅
-	-	-	-	۶۶۰/۸a	۱۵۵/۶e	۱۸۱۵a	A ₁₆	۱۱/۶۰j	۲۱/۲۱klmn	۰/۰۰۰۰z	H ₁₆
-	-	-	-	۰/۰۰۰۰b	۰/۰۰۰۰m	۰/۰۰۰۰n	A ₁₇	۲/۶۸۴o	۸۷/۵۸c	۲۵/۰۳g	H ₁₇
-	-	-	-	۱۴۹/۹ab	۹۰/۲۸h	۳۳۸/۱g	A ₁₈	۱/۵۸۶p	۴۵/۱۵fg	۱۳/۸۶h	H ₁₈
-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۹۲۵۵pq	۱۷/۸۸no	۶۸/۱۰e	H ₁₉
-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۰۰۰۰r	۳۵/۱۵i	۰/۰۰۰۰z	H ₂₀
-	-	-	-	-	-	-	-	۱۷/۸۶i	۴۹/۰۹f	۰/۰۰۰۰z	H ₂₁
-	-	-	-	-	-	-	-	۴۵/۸۱b	۲۴/۵۵jkl	۹۱/۵۰d	H ₂₂
-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰/۴۶k	۲۲/۷۳jklm	۰/۰۰۰۰z	H ₂₃
-	-	-	-	-	-	-	-	۳۴/۸۰d	۱۴/۵۵o	۰/۰۰۰۰z	H ₂₄
-	-	-	-	-	-	-	-	۲۰/۵۲h	۳۸/۱۸hi	۰/۰۰۰۰z	H ₂₅
-	-	-	-	-	-	-	-	۲۲/۱۵g	۲۳/۶۴jkl	۱۵/۲۳h	H ₂₆
۰/۰۰۰۰f	۰/۰۰۰۰h	۰/۰۰۰۰i	C	۰/۰۰۰۰b	۰/۰۰۰۰m	۰/۰۰۰۰n	C	۰/۰۰۰۰r	۰/۰۰۰۰p	۰/۰۰۰۰z	C
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	Pv	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	Pv	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	Pv

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

خاک شور جداسازی شده و شامل *آئروموناس هیدروفیلا* / *کاوایا*^۱ (سویه MAS-765)، *باسیلیوس اینسولیتوس*^۲ (سویه MAS17) و جنس *باسیلوس* (سویه‌های MAS617، MAS620 و MAS820) بودند. تلقیح، به طور قابل توجهی وزن خشک ریشه‌های گیاه (۱۴۹ تا ۵۲۷٪) و اندام هوایی (۸۵ تا ۲۸۱٪) و نسبت R/S (۱۷۶ تا ۷۹۰٪) را افزایش داد (اشرف و همکاران، ۲۰۰۴). تمامی سویه‌ها به جز MAS617 نسبت R/S را همانند تراکم جمعیتی باکتری‌های تولید کننده اگزوپلی‌ساکاریدها در رایزوپلن افزایش دادند و هر دو این پارامترها همبستگی معنی‌داری با مقدار ساکاریدهای نامحلول در آب در R/S داشتند. تلقیح، جذب سدیم را

مقدار آن با صفر پی‌پی‌ام تولید در دو جدایه HA1 و HA3 مشاهده گردید (جدول ۵). بیشترین تولید EPS بدون اختلاف معنی‌دار آماری در جدایه‌های HA7 (۱۰۲/۸ ppm) و HA9 (۱۰۲/۶ ppm) و کمترین مقدار آن در دو جدایه HA10 (۲۳/۰ ppm) و HA6 (۶۰/۰۳ ppm) و اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ($P < 0.05$) مشاهده شدند. یک آزمایش گلدانی برای روشن شدن اثرات پنج اگزوپلی‌ساکارید تلقیحی بوسیله سویه‌های باکتریایی بر وزن خشک و جذب پتاسیم، سدیم و کلسیم بوسیله گیاهچه‌های گندم کشت شده در یک خاک با شوری متوسط انجام شد (اشرف و همکاران، ۲۰۰۴). باکتری‌ها از خاک ریزوسفر گندم در یک

شوری بر خصوصیات ریخت‌شناسی در برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 بررسی و گزارش شد با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، تعداد برگ‌های سبز، تراکم برگ روی شاخه اصلی، سطح برگ و نسبت سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، کاهش یافتند (مومن‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). بیشترین مقدار قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی و شاخص کلروفیل در شوری سطح 4 dS m^{-1} بدست آمد که نشان دهنده اثر مثبت شوری در سطوح کم تا متوسط با وجود فراهمی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود که با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (پسارکلی^۴، ۱۹۹۵؛ معین‌راد، ۱۳۸۵؛ اسکندری‌تربقان، ۱۳۸۶). کمترین قطر ساقه در شوری 16 dS m^{-1} و برای شاخص کلروفیل و شاخه جانبی در شوری 8 dS m^{-1} بدست آمد (جدول ۶). کمترین قطر شاخه در مطالعه مومن‌پور و ایمانی (۱۳۹۸) در بررسی سطوح شوری آب آبیاری و شش ژنوتیپ بادام در تیمار 6 dS m^{-1} مشاهده گردید. کمترین تعداد برگ و بیشترین تلفات آن نیز در شوری 8 dS m^{-1} مشاهده شد (جدول ۶). به طور معمول در شرایط تنش آبی، گیاه با کاهش تعداد و کوچک کردن برگ، سطح فتوسنتز کننده خود را کاهش می‌دهد و به دنبال کاهش سطح برگ، ظرفیت فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد و این رویداد موجب تلفات بیشتر برگ و کاهش سطح فتوسنتز کننده می‌گردد (عالی‌نژادیان و بیدآبادی و همکاران، ۱۳۹۷). بیشترین مقدار پرولین در شوری 16 dS m^{-1} بدست آمد. با افزایش سطوح شوری بر میزان تجمع پرولین دریافت سبز افزوده می‌شود. افزایش تولید پرولین در اثر کاهش خروج الکترولیت‌ها موجب افزایش میزان نسبی آب برگ و جذب انتخابی K^+ و تحمل به تنش می‌شود (گروتر^۵ و همکاران، ۲۰۱۱). غلامی و راحمی (۱۳۸۸) در بررسی اثرات ۱۰ هفته اعمال تنش شوری (غلظت‌های صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۰، ۶۰ و ۷۰ میلی‌مولار نمک طعام) بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی پایه رویشی هیبرید هلو-بادام GF677 در شرایط گلخانه و اندازه گیری برخی پارامترهای فیزیولوژیکی شامل کلروفیل،

بوسيله ریشه‌ها محدود نمود که مربوط به اتصال‌های سدیم به R/S یا به اثرات بهبود دهندگی کلسیم تحت تأثیر شوری بود. کاهش جذب سدیم بوسیله ریشه‌ها در گیاهان تلقیحی نسبت به گیاهان شاهد احتمالاً به علت کاهش غیرفعال جریان سدیم به آوندچوبی (آپوپلاستی) به علت سهم بزرگتر ناحیه ریشه که با خاک در تیمارهای تلقیحی پوشیده شده بود، می‌باشد (اشرف و همکاران، ۲۰۰۴). میانگین تولید IAA ($587/11$ ، $284/53$ و $35/90$ ppm)، PSB ($127/55$ ، $73/99$ و $40/19$ ppm) و EPS ($213/93$ و $77/13$ و $15/98$ ppm) بترتیب در جدایه‌های قلیا پسند، شور و قلیا پسند و شور پسند حداکثر بود. که احتمالاً مناسب بودن EC و pH محیط کشت قلیا پسندها (جدول ۲) و سپس تناسب این دو پارامتر با یکدیگر در گروه شور و قلیا پسندها نسبت به گروه شور پسندها به افزایش میانگین خصوصیات بهبوددهندگی رشد آنها در محیط کشت کمک نمود.

۲- تأثیر سطوح مختلف شوری خاک بر برخی صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

با افزایش شوری خاک به طور معنی‌داری از ارتفاع گیاهان، مساحت برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه‌ها، قند محلول، نامحلول و کل کاسته شد (جدول ۶). لیکن بیشترین درصد رطوبت اندام هوایی ($67/17$) و ریشه ($68/16$) به ترتیب در تیمارهای ۸ و 12 dS m^{-1} و اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها مشاهده شد (جدول ۶). در بسیاری از تحقیقات (الاعذب^۱ و همکاران، ۱۹۹۸؛ نوتیساکیس^۲ و همکاران، ۱۹۹۷؛ راحمی^۳ و همکاران، ۲۰۰۸ و مومن‌پور و همکاران، ۱۳۹۴ الف و ب) گزارش شده است که شاخص‌های مورفولوژیکی بادام از جمله رشد طولی، قطر تنه، ضخامت برگ‌ها و حوزه گسترش ریشه‌ها، وزن تر و خشک گیاهان با افزایش شوری، کاهش می‌یابند که علت این کاهش رشد و عملکرد را معمولاً مربوط به سمیت یونی و تنش خشکی ناشی از افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک دانسته‌اند. با افزایش شوری، کارایی جذب آب در سلول‌های ریشه بالاتر رفته تا آماس سلولی خصوصاً در سلول‌های ریشه که مستقیماً در معرض تنش شوری خاک قرار دارند، حفظ گردد (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۱). در پژوهشی، اثر تنش

4. Pessaraki
5. Grover

1. El-Azab
2. Noitsakis
3. Rahemi

جدول ۶- تأثیر سطوح مختلف شوری خاک بر برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	تعداد شاخه-های جانبی (فرعی)	تلفات برگ (ریزش برگ)	مساحت برگ (cm ²)	مقدار کلروفیل	پرولین $\mu\text{mol g DW}^{-1}$	قند محلول (%)
S2	۸۸/۲۴a	۶/۵۱۴b	۶۵/۷۰a	۴/۱۸۵ab	۴/۲۲۲bc	۳۴/۳۹a	۳۵/۹۴b	۱۸/۱۶b	۳/۴۷۹a
S4	۶۹/۲۲b	۸/۲۶۵a	۵۹/۲۲c	۴/۵۹۳a	۴/۳۳۳b	۳۰/۵۸b	۳۸/۶۹a	۱۴/۸۶c	۳/۰۲۶b
S8	۵۴/۷۸c	۶/۲۵۵b	۱۶/۹۳d	۳/۷۷۸b	۲۹/۵۶a	۵/۹۰۶d	۱۷/۹۰d	۱۲/۰۶d	۰/۷۴۴۱c
S16	۲۹/۲۰d	۴/۷۴۶c	۶۱/۷۰b	۴/۰۷۴b	۳/۷۴۱c	۱۲/۱۰c	۳۳/۹۴c	۲۰/۲۵a	۰/۷۱۱۱c
P _{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
LSD	۱/۳۱۹	۰/۳۷۱۶	۰/۹۹۶۰	۰/۴۳۹۸	۰/۵۶۴۶	۲/۳۷۳	۰/۸۳۹۳	۱/۰۶۹	۰/۱۶۲۸

S2 = شوری dS m^{-2} ، S4 = شوری dS m^{-4} ، S8 = شوری dS m^{-8} ، S16 = شوری dS m^{-16}

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۶ (ادامه) - تأثیر سطوح مختلف شوری خاک بر برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	قند نا محلول (%)	قند کل (%)	وزن تراندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	رطوبت اندام هوایی (%)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	رطوبت ریشه (%)
S2	۵/۴۹۵a	۸/۹۶۳a	۳۶/۰۹a	۱۵/۸۵a	۵۶/۰۷b	۳۴/۸۴a	۱۹/۱۱a	۴۵/۱۴c
S4	۱/۱۹۵b	۴/۳۳۴b	۲۴/۶۹b	۱۰/۳۷b	۵۸/۰۰b	۳۰/۵۱b	۱۶/۸۹b	۴۴/۸۶c
S8	۰/۴۷۷۳c	۱/۲۲۳c	۱۰/۵۴c	۳/۵۲۳c	۶۷/۷۰a	۱۵/۴۰c	۶/۴۴۴c	۵۸/۶۸b
S16	۰/۴۳۸۱c	۱/۱۵۱c	۴/۶۸۴d	۱/۹۲۳d	۵۷/۹۱b	۱۱/۱۰d	۳/۵۴۰d	۶۸/۶۳a
P _{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
LSD	۰/۲۲۶۷	۰/۳۱۷۳	۰/۳۷۹۸	۰/۲۶۸۵	۲/۸۰۹	۰/۵۰۶۳	۰/۵۷۶۰	۲/۸۸۶

S2 = شوری dS m^{-2} ، S4 = شوری dS m^{-4} ، S8 = شوری dS m^{-8} ، S16 = شوری dS m^{-16}

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

کننده‌های رشد که توسط باکتری‌ها تولید و ترشح می‌شوند، اکسین‌ها و به‌ویژه IAA نقش بسیار مؤثری در افزایش طول سلول‌های گیاهی، تحریک تقسیم سلولی و تمایز در گیاه دارند (استپانوا^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). میانگین افزایش ارتفاع گندم در سویه‌های شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند جداسازی‌شده از خاک‌های شور و قلیای خراسان‌رضوی (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶) بترتیب برابر ۸/۲۴، ۱۳/۸ و ۱۶/۵ درصد نسبت به شاهد بود که عکس افزایش ارتفاع پایه‌های بادام تحت تأثیر نوع باکتری بود. یکی از علل احتمالی افزایش ارتفاع گیاه در نهال‌های بادام GN در گروه شورپسندها کم‌بودن مقدار IAA تولیدی در این گروه نسبت به شوروقلیاپسندها و قلیاپسندها بود (جدول ۵). حداقل تعداد برگ، مساحت آن و شاخص کلروفیل در گروه شوروقلیاپسندها بدست آمد (جدول ۷). برای سازگاری با افزایش فشار اسمزی خارجی، باکتری‌های افراطی‌پسند می‌توانند به تجمع یون‌ها (خصوصاً سدیم) که از علائم تجمع آن در گیاه ریزش برگ است (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۱) از محیط خارجی و یا تجمع یا ساخت تنظیم

پرولین، سدیم، پتاسیم، کلر و کربوهیدرات‌ها نتیجه‌گیری نمودند که با افزایش غلظت نمک میزان کلروفیل کاهش یافت. وزن خشک شاخساره و طول ساقه نیز با افزایش غلظت نمک کاهش یافت. در مقابل میزان قندهای محلول تا غلظت ۴۵ میلی‌مولار نمک کاهش داشت ولی پس از آن افزایش یافت. همچنین مشاهده گردید تا غلظت ۶۰ میلی‌مولار نمک طعام این پایه با تجمع مواد قابل حل توانایی بهتری در کاهش پتانسیل اسمزی و رویارویی با تنش اسمزی را دارا بودند. میزان پرولین، سدیم، پتاسیم و کلر افزایش یافت ولی رشد و تجمع اسمولیت‌ها در غلظت‌های بالاتر کلرید سدیم کاهش داشت که به خاطر سمیت یون‌ها و احتمالاً تحت تأثیر قرار دادن فتوسنتز، بود (غلامی و راحمی، ۱۳۸۸).

۳- تأثیر نوع باکتری بر برخی صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

بیشترین ارتفاع گیاه (۶۱/۲cm) و قند محلول (۱/۲٪) در گروه شورپسندها و کمترین آنها در گروه قلیاپسندها با اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۷). در بین تنظیم

جدول ۷- تأثیر نوع باکتری بر برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	تعداد شاخه های جانبی (فرعی)	تلفات برگ (ریزش برگ)	مساحت برگ (cm ²)	مقدار کلروفیل	پرولین $\mu\text{mol g DW}^{-1}$	قند محلول (%)
H	۶۱/۳۲a	۶/۳۹۹a	۵۱/۷۲a	۴/۲۵۰a	۹/۲۵۰b	۲۰/۳۷ab	۳۲/۸۳a	۱۷/۰۷a	۲/۲۲۹a
A	۵۹/۴۰b	۶/۳۵۷a	۵۱/۶۷a	۴/۱۱۱a	۹/۳۸۹b	۲۲/۲۷a	۳۱/۶۳b	۱۵/۲۲b	۱/۷۳۸c
HA	۶۰/۳۶ab	۶/۵۷۹a	۴۹/۲۸b	۴/۱۱۱a	۱۲/۷۵a	۱۹/۶۹b	۳۰/۳۹c	۱۶/۷۱a	۲/۰۰۳b
P _{value}	۰/۰۰۵۵	۰/۳۴۹۱	۰/۰۰۰۰	-	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۷۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰
LSD	۱/۱۴۳	۰/۳۲۱۸	۰/۸۶۳۶	۰/۳۸۰۹	۰/۴۸۹۰	۲/۰۵۵	۰/۷۲۶۸	۰/۹۲۶۱	۰/۱۴۱۰

H=شورپسندها، A=قلیاسپندها، HA=شوروقلیاسپندها

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۷ (ادامه) - تأثیر نوع باکتری بر برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	قند نا محلول (%)	قند کل (%)	وزن تراندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	درصد رطوبت اندام هوایی	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	درصد رطوبت ریشه
H	۲/۸۴۳a	۵/۰۲۷a	۱۹/۸۳a	۸/۱۸۸a	۶۰/۰۹ab	۲۲/۸۴b	۱۱/۶۱a	۵۱/۶۸b
A	۲/۱۰۱b	۳/۹۲۹b	۱۹/۵۳a	۸/۳۳۴a	۵۷/۷۸b	۲۲/۴۴b	۱۱/۰۲b	۵۶/۶۵a
HA	۰/۷۵۷۵c	۲/۷۵۳c	۱۷/۶۴b	۷/۲۲۲b	۶۱/۸۹a	۲۳/۶۱a	۱۱/۸۶a	۵۴/۶۵a
P _{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۰۸
LSD	۰/۱۹۷۱	۰/۲۷۴۸	۰/۳۲۸۹	۰/۲۳۲۶	۲/۴۳۳	۰/۴۳۸۵	۰/۴۹۸۸	۲/۴۹۹

H=شورپسندها، A=قلیاسپندها، HA=شوروقلیاسپندها

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

کننده‌های اسمزی بپردازند (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). ماتیوانان^۱ و همکاران (۲۰۱۴) با مایه‌زنی ریزوبیوم، سودوموناس و باسیلوس به بادام زمینی نشان دادند مایه زنی باکتریایی سطح برگ را به عنوان سطح فتوسنتزی ۱/۳ برابر افزایش داد. قلیاسپندها با میزان تولید بالاتر خصوصیات PGPHA (جدول ۵) طول، عرض و سطح برگ بیشتری را در نهال‌های بادام GN موجب شدند (جدول ۶). باکتری‌های شور و قلیاسپند به دلیل بالاتر بودن تولید IAA نسبت به سایر خصوصیات افزایش‌دهندگی رشد در آنها (جدول ۵) موجب کاهش طول، عرض و در نتیجه سطح برگ در مقایسه با حتی شورپسندها - که دارای میانگین پایین‌تر تمامی خصوصیات افزایش‌دهندگی رشد بودند - شدند. تولید مواد تنظیم‌کننده رشد توسط باکتری‌ها با توانایی خصوصیات افزایش‌دهندگی رشد گیاه، می‌تواند یکی از موجه‌ترین سازگاری‌های پیشنهادی برای توضیح تأثیر این باکتری‌ها بر افزایش میزان کلروفیل باشد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۶). وجود باکتری سبب افزایش ۱۸ درصدی کلروفیل کل نسبت به شرایط بدون باکتری در ریحان شد (محمدی بابازیدی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج نشان داد گروه باکتری

های شورپسند بیشترین افزایش را در وزن تر اندام هوایی (۱۹/۸g)، قند نامحلول (۲/۸) و قند کل (۵/۰) موجب شدند، در حالیکه وزن تر ریشه‌ها در گروه باکتری‌های شوروقلیاسپند با ۲۳/۶ گرم حداکثر بود (جدول ۷). در مطالعه زهیر^۲ و همکاران (۲۰۰۰) مشخص شد که توانایی باکتری‌های ریزوسفری همانند سودوموناس پوتیدا و باسیلیوس سابتلیس و اتروباکتر کلوآک^۳ در تولید اکسین (IAA) بر حسب نوع باکتری و شرایط محیط کشت متفاوت است. در مطالعه حاضر نیز باکتری‌های شوروقلیاسپند در مقایسه با دو گروه دیگر ترکیبات ایندول اکسین زیادتری در مقایسه با سایر خصوصیات آنها تولید کردند (جدول ۵) و بنابراین افزایش بیشتری در رشد ریشه ایجاد نموده‌اند. همچنین نتایج نشان داد نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه‌ها به ترتیب برای سه گروه شورپسند، قلیاسپند و شوروقلیاسپند ۰/۸۷، ۰/۷۴ و ۰/۸۷ بود که بیانگر تأثیر بیشتر باکتری‌های شوروقلیاسپند بر رشد ریشه‌ها نسبت به رشد اندام هوایی بود. درصد رطوبت اندام هوایی نیز در گروه شوروقلیاسپندها حداکثر بود (جدول ۷). کودهای زیستی حاوی باکتری‌های آزوسپیریلیوم، سودوموناس و زتوباکتر از

3. *Enterobacter cloacae*1. Mathivanan
2. Zahir

جدول ۸- تأثیر سطوح مختلف شوری خاک و نوع باکتری بر برخی خصوصیات رشدی و صفات بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	تعداد شاخه های جانبی (فرعی)	تلغات برگ (ریزش برگ)	مساحت برگ (cm ²)	مقدار کلروفیل	پروکلین μmol g DW ⁻¹	قند محلول %
S2×H	88/78a	6/199bc	66/89b	3/889bc	3/333f	35/63a	35/90c	14/86d	2/688d
S2×A	87/78a	6/514bc	66/89b	4/556ab	4/111f	35/19a	35/31c	21/12b	3/053c
S2×HA	88/17a	6/829b	63/33d	4/111b	5/222e	32/34ab	36/62c	18/50c	4/694a
S4×H	70/28b	8/143a	64/22cd	4/444ab	3/889f	28/21c	40/75a	24/31a	4/208b
S4×A	66/06c	8/057a	57/00e	4/444ab	3/333f	32/79ab	36/52c	11/32e	3/152c
S4×HA	71/33b	8/596a	56/44e	4/889a	5/777e	30/73bc	38/80b	8/957f	1/719e
S8×H	53/11e	6/066c	26/22g	4/111b	19/44c	7/816f	22/65e	9/500ef	1/722e
S8×A	57/33d	6/473bc	17/33h	4/111b	29/89b	8/658ef	21/51e	8/223f	0/2978g
S8×HA	53/89e	6/227bc	7/222i	3/111d	39/33a	12/46g	9/537f	18/44c	0/2122g
S16×H	33/11f	5/188d	49/56f	4/556ab	10/33d	9/443ef	32/03d	19/59bc	0/2989g
S16×A	26/44g	4/384e	65/44bc	3/333cd	0/2222g	12/44de	33/19d	20/21bc	0/4478g
S16×HA	28/06g	4/666de	70/11a	4/333ab	0/6667g	14/43d	36/62c	20/94b	1/387f
P _{value}	0/0000	0/0583	0/0000	0/0012	0/0000	0/0027	0/0000	0/0000	0/0000
LSD	2/285	0/6436	1/725	0/7617	0/9779	4/111	1/454	1/852	0/2819

S2 = شوری ۲ dS m⁻²، S4 = شوری ۴ dS m⁻²، S8 = شوری ۸ dS m⁻²، S16 = شوری ۱۶ dS m⁻²، H = شوری پسته، A = قلیا پسته، HA = شور و قلیا پسته

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۸ (ادامه) - تأثیر سطوح مختلف شوری خاک و نوع باکتری بر برخی خصوصیات رشدی و صفات بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	قند نا محلول %	قند کل %	وزن تراندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	درصد رطوبت اندام هوایی	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	درصد رطوبت ریشه
S2×H	8/372a	11/06a	37/09a	16/23a	56/22b	33/00b	18/11b	45/09d
S2×A	6/939b	9/997b	37/17a	16/68a	55/11bc	33/34b	18/35b	44/93d
S2×HA	1/173d	5/833c	34/01b	14/65b	56/87b	38/18a	20/85a	45/41d
S4×H	1/706c	5/911c	26/35c	10/88c	58/66b	28/65e	15/49c	45/85d
S4×A	0/6147ef	4/108d	24/46d	10/46c	57/39b	31/89c	17/48b	45/91d
S4×HA	1/264d	2/982e	23/26e	9/776d	57/94b	30/98d	17/72b	42/83d
S8×H	0/9756de	2/698e	10/74g	3/534e	69/22a	17/94f	8/205d	54/53c
S8×A	0/2833fg	0/5967gh	11/88f	3/976e	67/28a	15/10g	5/782e	62/18b
S8×HA	0/1622g	0/3756h	9/002h	3/060f	66/62a	13/16h	5/345ef	59/34bc
S16×H	0/3189fg	0/6200gh	5/134i	2/101g	56/27b	11/77i	4/619f	61/26b
S16×A	0/5656f	1/014g	4/612jz	2/224g	51/33c	9/422j	2/478h	73/56a
S16×HA	0/4300fg	1/819f	4/306j	1/443h	66/12a	12/10i	3/523g	71/04a
P _{value}	0/0000	0/0000	0/0000	0/0003	0/0004	0/0000	0/0000	0/0026
LSD	0/3942	0/5496	0/6578	0/4651	4/865	0/8770	0/9976	4/998

S2 = شوری ۲ dS m⁻²، S4 = شوری ۴ dS m⁻²، S8 = شوری ۸ dS m⁻²، S16 = شوری ۱۶ dS m⁻²، H = شوری پسته، A = قلیا پسته، HA = شور و قلیا پسته

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

و مقدار نسبی آب در برگ در شرایط مزرعه‌ای در منطقه و بروجرد شد (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱).

۴- تأثیر سطوح مختلف شوری خاک و نوع باکتری بر برخی صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

طریق همیاری با ریشه گیاهان، موجب افزایش سطح جذب رطوبت شده و با شبکه گسترده ریشه‌ای از طریق جذب آب و املاح، موجب افزایش سطح برگ و مقدار نسبی آب در گیاه می‌شوند (سپرنت و سپرنت، ۱۹۹۰). تلقیح با افزایش‌دهنده‌های رشد ریزوبیوم و/تولباکتر موجب افزایش کارایی مصرف آب

1. Sprent and Sprent

تولیدی این گروه نسبت به شور و قلیا پسندها و قلیا پسندها باشد (جدول ۵). بیشترین قطر ساقه و تعداد شاخه جانبی بدون اختلاف معنی‌دار در نوع باکتری در سطح شوری ۴ dS m^{-1} بدست آمد (جدول ۸). برخی اوقات افزایش شوری تا یک سطحی در شرایط ویژه با توجه به نوع شوری و ترکیب یونی آن، نه تنها اثر منفی بر برخی شاخص‌های رشدی گیاه نداشته بلکه تا حدودی اثر تغذیه‌ای دارد (اسکندری تربقان، ۱۳۸۵؛ اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۸۶). حداقل تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی در شوری ۸ dS m^{-1} و گروه شور و قلیا پسندها بدست آمد (جدول ۸). گزارش شده که تنش شوری موجب افزایش تولید اتیلن در

شور و قلیا پسند در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که جدایه‌های شور و قلیا پسند از نظر میزان تولیدکنندگی خصوصیات افزاینده رشد، بر دو گروه دیگر برتری داشتند. همچنین تأثیر این جدایه‌های شور پسند، قلیا پسند و شور و قلیا پسند موجب افزایش عملکرد گیاه گندم، به ترتیب در حدود ۳۰/۳، ۴۳/۶ و ۴۴/۲ درصد نسبت به شاهد گردید (اسکندری تربقان، ۱۳۹۶). بررسی مقاومت به شوری گونه‌های بادام وحشی، شامل *Amygdalus scoparia*, *A. elaeagnifolia*, *A. haussknechtii* تحت تنش شوری ناشی از آبیاری با محلول کلرید سدیم با غلظت‌های مختلف شامل شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مول نشان داد که با افزایش غلظت نمک مقادیر فاکتورهای رویشی، رنگیزه‌های گیاهی و زیتوده گیاه کاهش و تجمع پرولین افزایش یافت. افزایش تنش شوری موجب کاهش جذب مس، روی، آهن، منگنز و پتاسیم و افزایش جذب منیزیم، سدیم، کلر، نیتروژن، فسفر و کلسیم گردید (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۳). حداکثر مقدار کلروفیل نیز در تیمار شوری ۴ dS m^{-1} و گروه شور پسندها مشاهده شد (جدول ۸). در شوری‌های کم و زیاد (سطوح ۲ و ۱۶ dS m^{-1}) شور و قلیا پسندها و در شوری‌های متوسط (۴ و ۸ dS m^{-1}) شور پسندها بر افزایش مقدار کلروفیل تأثیر بیشتری داشتند. نمک بر ترکیبات فتوسنتزی گیاه مانند آنزیم‌ها، کلروفیل و کاروتنوئید تأثیر می‌گذارد (سلطان‌ا و همکاران، ۱۹۹۹). ایزانلو و همکاران (۲۰۰۸) عنوان کردند که افزایش میزان کلروفیل و رشد ریشه‌ای می‌تواند به عنوان مکانیسمی

با افزایش شوری از ارتفاع گیاهان کاسته شد و قلیا پسندها نسبت به دو گروه دیگر افزایش کمتری در ارتفاع گیاه و سطوح شوری مختلف از خود نشان دادند (جدول ۸). آزمایشی بر روی گیاه ذرت نشان داد که تلقیح با برخی از سویه‌های باکتری *Sodomonas* منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع، وزن ریشه و زیست توده کل ذرت در مقایسه با شاهد شد. به نظر می‌رسد این سویه‌ها از طریق کاهش میزان بازدارندگی اتیلن در ریشه‌ها موجب افزایش رشد ریشه گیاه شده و در نتیجه با بهبود آن، عملکرد و رشد ساقه را نیز افزایش دادند (شاهرونا^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). به نظر می‌رسد یکی از علل احتمالی افزایش ارتفاع گیاه در نهال‌های بادام GN در گروه شور پسندها، کم بودن مقدار IAA گیاهان شده و در نتیجه ریزش برگ و گلبرگ، پیری اندام‌ها و مرگ زودرس گیاه را موجب می‌شود. کاهش تنش ناشی از سطح اتیلن می‌تواند موجب کاهش برخی از آثار تنش‌ها بر گیاهان گردد. در حقیقت، یکی از تلفات بالای فتوسنتزی گیاه در حدود ۴۰ درصد از طریق ترشحات ریشه است و بنابراین بدیهی است که ACC بیشتر که پیش‌ماده تولید اتیلن در شرایط تنش می‌باشد، می‌تواند از ریشه‌های گیاه خارج شود و سپس توسط آنزیم ACC دی‌آمیناز باکتریایی به آمونیوم و آلفا کتوتیترات هیدرولیز گردد. این بدان معنی است که ترشح بیشتر ACC از ریشه‌های گیاه موجب فاصله گرفتن از مسیر سنتز اتیلن در گیاه شده و مقدار ACC برای تبدیل به اتیلن توسط ACC اکسیداز کاهش می‌یابد (سیدکی و همکاران، ۲۰۱۱) که در نتیجه آن ریزش برگ کاهش می‌یابد. لیکن تولید بیشتر IAA در شور و قلیا پسندها (جدول ۵) و احتمالاً جذب آن از ریشه‌ها مطابق منابع موجود (سیدکی و همکاران، ۲۰۱۱، ساهای و همکاران، ۲۰۱۲) موجب افزایش سطح اتیلن گیاه و تلفات بیشتر برگ در گروه شور و قلیا پسندها گردید. بیشترین مساحت برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی با افزایش شوری کاهش داشت و این کاهش در باکتری‌های شور و قلیا پسند بیشتر بود در حالیکه این روند تحت تأثیر نوع باکتری به صورت معکوس در وزن تر و خشک ریشه مشابه با تأثیر نوع باکتری (جدول ۷) رخ داد (جدول ۸). بطوریکه حداکثر وزن تر و خشک ریشه در باکتری‌های شور و قلیا پسند مشاهده شد. بررسی خصوصیات سه گروه شور پسند، قلیا پسند و

۱۶٪ فسفر و ۳۱٪ پتاسیم در گیاه شدند، در حالیکه غلظت سدیم ۷۱٪ و کلسیم ۳۶٪ تحت شرایط شوری در گیاه کاهش یافت (جها و سابرامانیان، ۲۰۱۳). با افزایش شوری از وزن تر و خشک ریشه کاسته شد. بیشترین مقدار وزن تر ریشه با ۳۹/۹ و ۳۸/۶ گرم در تیمارهای S2×HA9 و S2×HA7 با اختلاف معنی‌دار بین دو جدایه HA7 و HA9 مشاهده شد (جدول ۹). بیشترین درصد رطوبت نسبی ریشه‌ها در بالاترین شوری مشاهده شد (جدول ۹). تیمارهای S16×A11، S16×HA9 بترتیب با ۷۱/۹ و ۷۱/۷ درصد بیشترین درصد رطوبت ریشه را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد باکتری‌های شوروقلیپسند موجب بیشترین افزایش در مقدار رطوبت اندام هوایی و ریشه‌ها شدند (جدول ۹). گارسیا و هراندز^۳ (۱۹۹۶) گزارش نمودند که شوری اثر منفی بر فعالیت بیولوژیکی با قدرت اسمزی زیاد (پتانسیل آب کم) دارد که می‌تواند به اثر سمی بر رشد میکروبی به جز بر باکتری‌های شورپسند نسبت داده شود. بیشترین مقدار پرولین و کلروفیل و قند محلول در تیمار S4×H10 مشاهده شد (جدول ۹). در مجموع بررسی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی نهال‌های بادام پایه GN نشان داد که جدایه‌های A7، H10، HA9 و HA7 بیشترین تأثیر بر افزایش رشد و صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بادام داشتند (جدول ۹). همچنین در جدایه‌های فوق‌الذکر نسبت وزن تر ریشه و شاخساره (R/S) بترتیب برابر ۰/۸۵، ۰/۸۳، ۱/۳۱ و ۰/۹۸ بود که نشان‌دهنده افزایش رشد ریشه در جدایه‌های شوروقلیپسند نسبت به گروه‌های دیگر و برتری این دسته از باکتری‌ها در بهبود روابط آبی گیاه بود.

نتیجه‌گیری کلی

به کارگیری جدایه‌های منتخب باکتری‌های بومی افراطی پسند در این بررسی با دارا بودن خصوصیات افزایش‌دهنده رشد گیاه توانایی کمک به افزایش مقاومت پایه بادام GN در شرایط تنش شوری و قلیائیت خاک را نشان دادند. بترتیب قلیپسندها، شوروقلیپسندها و شورپسندها از جنبه توان تولیدکنندگی و مقدار تولید خصوصیات افزایش‌دهنده رشد گیاه برتری داشتند. باکتری‌های شور و قلیپسند به دلیل بالاتر بودن تولید تری‌این‌دول‌استیک‌اسید نسبت به سایر خصوصیات بهبوددهنده رشد، موجب افزایش رشد

جهت مقاومت گیاه در برابر تنش‌های غیرزنده محسوب گردد.

۵- تأثیر سطوح مختلف شوری خاک و نوع باکتری و نوع جدایه بر برخی صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

بیشترین ارتفاع بترتیب در تیمارهای S2×A7، S2×H10 و S2×HA9 دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ($P < 0.05$) بدست آمد (جدول ۹). به نظر می‌رسد اضافه شدن باکتری‌های تسریع‌کننده رشد (PGPR) به صورت کود زیستی به اندازه ۱۰ درصد جمعیت میکروبی خاک، سبب افزایش فعالیت‌های ترشحی آنزیمی خاک شده که شرایط را برای جذب شدن عناصر غذایی بیشتر فراهم می‌آورد در نتیجه مواد آسمیلاته بیشتری در طی فرآیند فتوسنتز جهت ساخت دیواره‌های سلولی در طی تورژسانس سلولی در گیاهان فراهم و موجب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (حسن^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به بالاتر بودن میانگین تری‌این‌دول‌استیک اسید در جدایه‌های قلیپسند (ppm ۵۸۷/۱۱) نسبت به دو گروه دیگر باکتری (جدول ۵) افزایش ارتفاع در جدایه‌های قلیپسند توجیه‌پذیر می‌نماید. بیشترین قطر گیاه و تعداد شاخه جانبی در تیمار S4×HA7، با ۹/۱۸ و ۵/۶۶ mm مشاهده شد (جدول ۹). استفاده از باکتری‌های افراطی‌پسند که با شرایط شوری و قلیائیت خاک سازگاری یافته‌اند در شرایط شوری‌های بالا همانند 16 dS m^{-1} و 8 dS m^{-1} تأثیرگذار بوده و سبب افزایش تعداد برگ در شوری 16 dS m^{-1} گردید (جدول ۹). با افزایش شوری از وزن تر و خشک گیاهان کاسته شد (جدول ۹). بیشترین وزن تر و خشک گیاه بترتیب در تیمارهای S2×A7، S2×H10، S2×H22 و S2×A11 با اختلاف معنی‌دار با یکدیگر مشاهده شد. ایزوله‌های شور و قلیپسند PGPR جداسازی شده از خاک منطقه گجرات در هند شامل *باسیلیوس پوملیس* و *سودوموناس سودوآکالیچنس* (جها و سابرامانیان^۲، ۲۰۱۳) توانستند اثرات تنش شوری را در خاک‌های شالیزار در گیاهان تحت شوری برنج (*Orayza sativa*) بهبود بخشند. این باکتری‌ها موجب ۱۶٪ افزایش در جوانه زنی، ۸٪ قدرت زنده‌مانی بیشتر، ۲۷٪ افزایش وزن خشک، ۳۱٪ افزایش ارتفاع گیاه شدند و همچنین برنج‌های تلقیح شده با PGPR موجب افزایش ۲۶٪ غلظت نیتروژن،

جدول ۹- تأثیر سطوح مختلف شوری خاک، نوع باکتری و نوع جدایه بر برخی خصوصیات رشدی و صفات بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	تعداد شاخه های جانبی (فرعی)	تلفات برگ (برگ‌های ریزشی)	سطح برگ (cm ²)	شاخص کلروفیل	پرولین μmol g DW ⁻¹
S2× H0	87/67 bcd	6/527 fghijk	66/33 e	3/333 efg	4/333 jklm	34/60 abcde	35/84 ghij	15/74 ijk
S2× H10	91/33 b	6/327 ghijk	73/67 ab	4/667 abcd	3/667 lmno	34/02 abcde	34/72 hijkl	11/95 lm
S2× H22	87/33 cd	5/743 ijklm	60/67 gh	3/667 def	2/000 opq	28/29 a	37/12 defgh	16/90 ij
S2× A0	84/33 de	6/047 hijkl	67/33 de	5/000 abc	2/667 mnop	34/96 abcd	35/88 fghij	17/18 hij
S2× A7	95/67 a	6/630 fghij	61/67 gh	4/333 bcde	4/000 klmn	35/92 abc	35/19 hijk	18/90 efghi
S2× A11	83/33 e	6/187 efg	71/67 bc	4/333 bcde	5/667 ijk	34/67 abcde	34/88 hijkl	27/28 b
S2× HA0	87/67 bcd	6/277 ghijk	67/33 de	3/667 def	4/000 klmn	31/98 abcde	37/24 defgh	8/447 nopq
S2× HA7	85/67 de	7/370 defg	66/00 e	4/000 cdef	6/000 ij	28/46 defg	39/24 cd	20/41 defg
S2× HA9	91/17 bc	6/184 efghi	56/67 j	4/667 abcd	5/667 ijk	36/59 ab	33/37 jkl	26/66 b
S4× H0	68/50 g	7/627 cdef	73/33 ab	5/333 ab	3/667 lmno	24/17 fgh	41/08 bc	18/31 fghi
S4× H10	75/33 f	8/590 abc	57/67 ij	3/667 def	5/667 ijk	29/20 cdefg	41/84 ab	34/29 a
S4× H22	67/00 g	8/213 abcd	61/67 gh	4/333 bcde	2/333 nop	31/25 abcdef	39/32 cd	20/35 defgh
S4× A0	62/33 i	7/783 bcde	57/67 ij	3/667 def	2/667 mnop	35/58 abcd	41/17 bc	12/12 lm
S4× A7	73/00 f	8/783 ab	65/00 ef	5/000 abc	3/333 lmno	30/90 bcdef	39/31 cd	10/36 mnop
S4× A11	62/83 hi	7/603 cdef	48/33 l	4/667 abcd	4/000 klmn	31/88 abcde	29/09 m	11/48 lmn
S4× HA0	73/00 f	8/040 bcd	53/00 k	4/667 abcd	4/667 jkl	30/41 bcdef	36/86 defgh	7/370 opq
S4× HA7	47/33 f	9/180 a	56/00 j	5/667 a	5/667 ijk	34/07 abcde	41/16 bc	5/370 qr
S4× HA9	66/67 gh	8/567 abc	60/33 ghi	4/333 bcde	7/000 i	27/72 efg	38/39 def	14/13 jkl
S8× H0	51/67 kl	4/933 lmnop	18/00 p	3/667 def	22/00 f	0/5800 m	10/27 p	7/187 pq
S8× H10	50/67 l	6/186 efgh	36/33 m	5/000 abc	17/33 gh	4/641 lm	12/39 o	10/77 mn
S8× H22	57/00 j	6/403 ghijk	24/33 o	3/667 def	19/00 g	18/23 hij	42/74 a	10/54 mno
S8× A0	55/67 j	5/660 jklmn	12/00 q	4/000 cdef	29/33 d	21/30 m	14/26 o	11/44 lmn
S8× A7	61/33 i	6/186 efgh	35/00 m	4/000 cdef	16/00 h	22/26 ghi	40/92 bc	10/36 mnop
S8× A11	55/00 jk	6/900 efgh	51/00 s	4/333 bcde	44/33 a	0/8867 m	9/367 p	2/877 r
S8× HA0	55/00 jk	6/523 fghijk	8/333 r	3/667 def	42/67 a	12/89 m	15/12 o	21/33 cde
S8× HA7	56/00 j	6/677 efg hij	13/33 q	3/667 def	40/00 b	2/448 m	12/49 o	20/94 def
S8× HA9	50/67 l	5/470 klmno	0/000 t	2/000 h	34/33 c	0/0000 m	0/000 q	12/66 klm
S16× H0	25/33 pq	4/503 op	56/33 j	4/000 cdef	1/000 pqr	13/52 jk	36/67 efg	16/27 ij
S16× H10	34/67 n	4/943 lmnop	63/00 fg	5/333 ab	3/333 lmno	13/14 jk	39/18 cde	21/19 def
S16× H22	39/33 m	6/117 hijk	29/33 n	4/333 bcde	26/67 e	1/673 m	20/23 n	21/31 def
S16× A0	22/67 q	4/630 mnop	60/33 ghi	3/000 fgh	0/3333 qr	12/01 jk	32/49 l	20/53 def
S16× A7	29/83 o	4/217 p	66/00 e	2/333 gh	0/3333 qr	10/15 kl	33/09 kl	17/27 ghij
S16× A11	26/83 op	4/307 p	70/00 cd	4/667 abcd	0/000 r	15/16 ijk	33/98 ijkl	22/82 cd
S16× HA0	28/00 op	4/983 lmnop	76/00 a	5/333 ab	0/3333 qr	18/12 hij	35/62 ghij	15/99 ij
S16× HA7	29/17 op	4/467 op	74/33 ab	4/000 cdef	0/3333 qr	10/19 kl	38/04 defg	22/11 cde
S16× HA9	27/00 op	4/547 nop	60/00 hi	3/667 def	1/333 pqr	14/98 jk	36/19 fghi	24/71 bc
Pvalue	0/0000	0/0296	0/0000	0/0004	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000
LSD	3/958	1/115	2/988	1/319	1/083	7/120	2/518	3/208

S2 = شوری 2 dS m⁻¹, S4 = شوری 4 dS m⁻¹, S8 = شوری 8 dS m⁻¹, S16 = شوری 16 dS m⁻¹, H = شورپسندها، A = قلیا پسندها، HA = شور و قلیا پسندها

میانگین‌ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح 5٪ هستند.

کلروفیل و میزان کربوهیدرات را نشان دادند، در حالیکه باکتری‌های قلیا پسند تأثیر بیشتری بر صفات مورفولوژی همانند سطح برگ نشان دادند.

ریشه‌ها، نسبت ریشه به اندام هوایی و درصد رطوبت گیاه و در نهایت افزایش کارایی مصرف آب و مقدار نسبی آب در گیاه مواجه با تنش اسمزی شدند. باکتری‌های شورپسند (خصوصاً جدایه H10) بیشترین تأثیر بر افزایش پرولین،

جدول ۹ (ادامه) - تأثیر سطوح مختلف شوری خاک، نوع باکتری و نوع جدایه بر برخی خصوصیات رشدی و صفات بیوشیمیایی بادام (پایه GN)

تیما	قند محلول %	قند نا محلول %	قند کل %	وزن تراندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	درصد رطوبت اندام هوایی (%)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	درصد رطوبت ریشه (%)	تیما
S2×H0	۲/۸۳۳ cd	۱۰/۰۳ a	۱۲/۸۷ a	۳۶/۴۵ cd	۱۶/۰۲ bc	۵۶/۰۴ ghij	۳۱/۰۸ gh	۱۶/۴۸ ef	۴۶/۹۹ ghijk	۴۶/۹۹ ghijk
S2×H10	۲/۶۴۷ cde	۷/۴۶۰ c	۱۰/۱۰ b	۳۷/۶۸ ab	۱۶/۶۱ b	۵۵/۸۸ ghij	۳۲/۳۷ efg	۱۸/۵۸ bc	۴۲/۵۵ jk	۴۲/۵۵ jk
S2×H22	۲/۵۸۳ cde	۷/۶۲۳ c	۱۰/۲۱ b	۳۷/۱۶ bc	۱۶/۰۷ bc	۵۶/۷۵ ghij	۳۵/۵۶ bc	۱۹/۲۹ b	۴۵/۷۵ hijk	۴۵/۷۵ hijk
S2×A0	۲/۲۲۳ efg	۸/۲۹۳ b	۱۰/۶۲ b	۳۷/۱۹ bc	۱۶/۰۴ bc	۵۶/۸۱ fghij	۳۴/۳۲ cd	۱۷/۸۷ bcde	۴۷/۹۳ ghijk	۴۷/۹۳ ghijk
S2×A7	۲/۹۵۳ c	۵/۷۹۷ e	۸/۷۵۷ c	۳۸/۷۰ a	۱۷/۸۵ a	۵۳/۸۶ hij	۳۲/۲۶ efg	۱۸/۳۵ bcd	۴۳/۱۰ ijk	۴۳/۱۰ ijk
S2×A11	۳/۹۸۳ b	۶/۶۲۷ d	۱۰/۶۱ b	۳۵/۶۲ d	۱۶/۱۴ bc	۵۴/۶۶ hij	۳۳/۴۵ de	۱۸/۸۳ bc	۴۳/۷۵ ijk	۴۳/۷۵ ijk
S2×HA0	۴/۵۹۴ a	۰/۸۷۳۳ ghijklm	۵/۴۶۷ e	۳۵/۳۳ d	۱۵/۱۲ d	۵۷/۲۰ fghij	۳۸/۶۵ a	۲۱/۲۶ a	۴۵/۰۲ hijk	۴۵/۰۲ hijk
S2×HA7	۴/۶۶۷ a	۱/۱۷۷ ghi	۵/۷۴۰ de	۳۶/۳۸ cd	۱۵/۵۵ cd	۵۷/۲۱ fghij	۳۵/۹۶ b	۱۹/۴۳ b	۴۵/۹۷ hijk	۴۵/۹۷ hijk
S2×HA9	۴/۸۲۳ a	۱/۴۷۰ g	۶/۲۹۳ de	۳۰/۳۱ e	۱۳/۲۸ e	۵۶/۱۹ ghij	۳۹/۹۳ a	۲۱/۸۷ a	۴۵/۲۴ hijk	۴۵/۲۴ hijk
S4×H0	۳/۵۵۳ b	۲/۹۲۰ f	۶/۴۷۳ d	۲۶/۱۷ gh	۱۱/۳۸ f	۵۶/۵۴ ghij	۲۷/۳۰ i	۱۵/۰۱ fg	۴۵/۰۳ hijk	۴۵/۰۳ hijk
S4×H10	۴/۵۶۰ a	۱/۰۶۳ ghijk	۵/۶۱۷ de	۲۵/۲۵ h	۱۰/۳۸ gh	۵۸/۸۳ defgh	۳۲/۸۷ def	۱۷/۴۸ cde	۴۶/۸۰ ghijk	۴۶/۸۰ ghijk
S4×H22	۴/۵۱۰ a	۱/۳۳۳ ghij	۵/۶۴۳ de	۲۵/۶۴ f	۱۰/۸۹ fg	۶۰/۶۳ defgh	۲۵/۷۸ j	۱۳/۹۷ g	۴۵/۷۱ hijk	۴۵/۷۱ hijk
S4×A0	۴/۶۳۳ a	۰/۹۸۰۰ ghijkl	۵/۶۰۷ de	۲۶/۳۲ g	۱۱/۱۲ fg	۵۷/۸۷ efghi	۳۸/۶۸ a	۲۲/۴۴ a	۴۱/۹۹ k	۴۱/۹۹ k
S4×A7	۳/۰۰۷ c	۰/۳۷۰۷ lmno	۴/۳۷۷ f	۲۹/۳۶ e	۱۲/۹۰ e	۵۶/۰۶ ghij	۳۲/۳۱ efg	۱۷/۸۳ bcde	۴۴/۴۷ ijk	۴۴/۴۷ ijk
S4×A11	۱/۸۱۷ fgh	۰/۴۹۳۳ jklmno	۲/۳۴۰ ijk	۱۷/۶۱ k	۷/۳۵۷ j	۵۸/۲۵ efghi	۲۴/۶۸ j	۱۲/۰۵ h	۵۱/۲۶ fghi	۵۱/۲۶ fghi
S4×HA0	۲/۳۰۰ ef	۱/۰۹۰ ghij	۳/۳۹۳ gh	۲۳/۶۹ i	۹/۹۹۶ hi	۵۷/۷۹ efghi	۳۱/۰۷ gh	۱۸/۷۰ bc	۳۹/۸۰ k	۳۹/۸۰ k
S4×HA7	۱/۲۱۷ ij	۲/۴۰۷ f	۳/۶۱۷ fg	۲۳/۶۶ i	۹/۸۷۷ hi	۵۸/۲۲ efghi	۳۰/۵۰ h	۱۶/۷۳ def	۴۵/۱۸ hijk	۴۵/۱۸ hijk
S4×HA9	۱/۶۴۰ hi	۰/۲۹۶۷ mno	۱/۹۳۷ jkl	۲۲/۴۲ j	۹/۴۵۷ i	۵۷/۸۲ efghi	۳۱/۳۷ fgh	۱۷/۷۲ bcde	۴۳/۵۰ ijk	۴۳/۵۰ ijk
S8×H0	۱/۷۸۰ gh	۰/۸۶۳۳ ghijklm	۲/۶۴۳ hij	۶/۳۷۰ o	۱/۲۵۵ q	۸۰/۱۳ a	۱۴/۳۳ m	۵/۸۲۹ lmn	۵۹/۲۱ def	۵۹/۲۱ def
S8×H10	۱/۸۷۰ fgh	۰/۸۲۰۰ ghijklm	۲/۶۹۳ ghij	۱۲/۹۷ l	۴/۹۳۴ l	۶۱/۸۳ defgh	۱۸/۳۹ l	۸/۹۳۷ ij	۵۱/۱۰ fghij	۵۱/۱۰ fghij
S8×H22	۱/۵۱۷ hij	۱/۲۴۳ gh	۲/۷۵۷ ghij	۱۲/۸۹ l	۴/۴۱۳ l	۶۵/۷۰ bcde	۲۱/۰۹ k	۹/۸۵۰ i	۵۳/۲۸ fgh	۵۳/۲۸ fgh
S8×A0	۰/۴۸۰۰ lm	۰/۱۸۰۰ no	۰/۶۶۰۰ mn	۹/۵۶۷ n	۲/۵۷۷ mn	۷۳/۰۱ ab	۱۳/۹۹ mn	۵/۳۰۷ lmnop	۶۲/۱۵ cde	۶۲/۱۵ cde
S8×A7	۰/۲۲۰۰ lm	۰/۳۱۳۳ lmno	۰/۵۴۶۷ mn	۱۷/۱۵ k	۶/۲۴۰ k	۶۳/۶۲ cdefg	۱۹/۳۰ l	۷/۸۸۷ jk	۵۸/۹۳ def	۵۸/۹۳ def
S8×A11	۰/۱۹۳۳ lm	۰/۳۵۶۷ lmno	۰/۵۸۳۳ mn	۸/۹۳۳ n	۳/۱۱۱ m	۶۵/۲۱ bcdef	۱۲/۰۳ qrs	۴/۱۵۱ nopq	۶۵/۴۶ bcd	۶۵/۴۶ bcd
S8×HA0	۰/۳۰۶۷ lm	۰/۱۳۰۰ o	۰/۴۴۰۰ n	۹/۵۹۰ n	۲/۷۴۷ m	۷۱/۰۶ bc	۱۳/۶۷ mnop	۶/۰۹۴ lm	۵۵/۴۴ efg	۵۵/۴۴ efg
S8×HA7	۰/۲۷۰۰ lm	۰/۰۹۳۳ o	۰/۳۶۳۳ n	۱۰/۹۹ m	۴/۵۷۳ l	۵۸/۰۲ efghi	۱۳/۴۱ mnopq	۵/۵۷۰ lmno	۵۷/۹۲ def	۵۷/۹۲ def
S8×HA9	۰/۰۶۰۰۰ m	۰/۲۶۳۳ mno	۰/۳۲۳۳ n	۶/۴۲۷ o	۱/۸۶۱ nopq	۷۰/۷۷ bc	۱۲/۴۰ opqr	۴/۳۷۰ mnopq	۶۴/۶۴ bcd	۶۴/۶۴ bcd
S16×H0	۰/۲۹۰۰ lm	۰/۲۴۶۷ mno	۰/۵۴۰۰ mn	۳/۹۳۳ r	۲/۳۷۳ mno	۳۸/۴۵ k	۱۲/۷۲ nopqr	۶/۶۷۳ kl	۴۷/۶۱ ghijk	۴۷/۶۱ ghijk
S16×H10	۰/۲۱۶۷ lm	۰/۳۱۳۳ lmno	۰/۵۳۰۰ n	۵/۵۷۷ opq	۲/۳۳۷ mnop	۵۷/۶۹ efghi	۱۰/۷۲ st	۳/۶۰۴ pq	۶۶/۱۴ bcd	۶۶/۱۴ bcd
S16×H22	۰/۳۹۰۰ lm	۰/۳۹۶۷ klmno	۰/۷۹۰۰ mn	۵/۸۹۰ op	۱/۵۹۳ opq	۷۲/۶۷ ab	۱۱/۸۵ rs	۳/۵۷۹ pq	۷۰/۰۲ bc	۷۰/۰۲ bc
S16×A0	۰/۳۶۳۳ lm	۰/۵۸۳۳ hijklmno	۰/۹۵۰۰ mn	۴/۳۸۷ r	۱/۹۴۰ nopq	۵۵/۲۰ ghij	۹/۲۳۶ t	۱/۷۶۷ r	۸۰/۳۸ a	۸۰/۳۸ a
S16×A7	۰/۴۵۶۷ lm	۰/۵۰۳۳ ijklmno	۰/۹۶۰۰ mn	۴/۶۸۰ qr	۲/۳۱۳ mnop	۴۹/۹۵ ij	۹/۳۴۳ t	۲/۹۶۶ qr	۶۸/۵۱ bc	۶۸/۵۱ bc
S16×A11	۰/۵۲۳۳ lm	۰/۶۱۰۰ hijklmno	۱/۱۳۳ lmn	۴/۷۶۷ pqr	۲/۴۲۰ mn	۴۸/۸۴ j	۹/۶۸۷ t	۲/۷۰۳ qr	۷۱/۸۷ ab	۷۱/۸۷ ab
S16×HA0	۰/۶۵۰۰ kl	۰/۷۳۳۳ lmno	۱/۰۳۳ lmn	۴/۰۶۳ r	۱/۵۶۰ pq	۶۰/۹۱ defgh	۱۳/۸۵ mno	۳/۹۲۱ opq	۷۱/۶۱ b	۷۱/۶۱ b
S16×HA7	۱/۱۲۳ jk	۰/۳۶۶۷ lmno	۱/۴۸۷ klm	۴/۸۶۳ pqr	۱/۵۹۷ opq	۶۷/۰۲ bcd	۱۲/۲۲ pqrs	۳/۷۱۸ pq	۶۹/۸۳ bc	۶۹/۸۳ bc
S16×HA9	۲/۳۸۷ de	۰/۵۵۰۰ ijklmno	۲/۹۳۷ ghi	۳/۹۹۲ r	۱/۷۳۳ q	۷۰/۴۲bc	۱۰/۲۲ t	۲/۹۳۰ qr	۷۱/۶۷ b	۷۱/۶۷ b
P value	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
LSD	۰/۴۸۸۳	۰/۶۸۲۸	۰/۹۵۱۹	۱/۱۳۹	۰/۸۰۵۶	۸/۴۲۷	۱/۵۱۹	۱/۷۲۸	۸/۶۵۷	۸/۶۵۷

S2 = شوری $dS m^{-2}$ ، S4 = شوری $dS m^{-4}$ ، S8 = شوری $dS m^{-8}$ ، S16 = شوری $dS m^{-16}$ ، H = شوری پسندها، A = قلیا پسندها، HA = شوروقلیا پسندها

میانگین ها با حروف غیرمتشابه در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD)، دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

منابع

اسکندری تربقان، م. ۱۳۹۶. جداسازی و کارایی باکتری های شوروقلیا پسندها موثر در کاهش تنش شوری در گندم. رساله دکتری بیولوژی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد.

اسکندری تربقان، م.، آستارایی، ع.ر.، اسکندری تربقان، م. و صدوقی، س. ۱۳۸۶. تأثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات آب آبیاری و کود نیتروژن بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه جو. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر.

- اسکندری تربقان، م. ۱۳۸۵. تأثیر نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات آب آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات شیمیایی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جو. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- اسکندری تربقان، م.، لکزیان، ا.، آستارایی، ع.، فتوت، ا. و بشارتی، ح. ۱۳۹۶. مقایسه کمی تولید آمونیاک و تری ایندول استیک‌اسید در جدایه‌های باکتریایی شور، قلیا و شور و قلیاپسند خاک. زیست‌شناسی جانوری تجربی. ۱(۶): ۴۱-۵۸.
- آستارایی، ع.ر. و فریدحسینی، ع.ر. ۱۳۹۱. کودهای بیولوژیک. فن‌آوری، بازاریابی و کاربرد. انتشارات نشر مشهد. ۲۲۳ ص.
- باقری‌راد، ا.، دیانتی‌تیلکی، ق.، مصدافی، م. و امیرخانی، م. ۱۳۸۶. بررسی کیفیت علوفه سه گونه علف گندمی *littoralis A.* *Puccinellia distans* و *Aeluropus lagopoides* در منطقه شور و قلیایی اینچه برون (استان گلستان). پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۲۰(۳): ۱۵۷-۱۶۳.
- جهانبازی، ح.، حسینی نصر، م.، ثاقب‌طالبی، خ. و حجتی، م. ۱۳۹۳. مقایسه مقاومت چهار گونه بادام وحشی به تنش شوری در استان چهارمحال و بختیاری. نشریه محیط زیست طبیعی، ۶۷(۳): ۲۶۷-۲۷۸.
- خسروی، ه.، داشادی، م.، کوشکی، م.، احمدی، پ.، الهی، معزی، ق.ع. نادیان، ح. و حیدری، م. ۱۳۹۱. تأثیر تلقیح ریزوبیوم و /زتوباکتر بر رشد و عملکرد باقلا تحت شرایط کم آبیاری در بروجرد. اولین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه. ۹-۱۱ خرداد ۱۳۹۱، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج.
- خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ط. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۰۰ ص.
- رشیدی، ز.، زشکپور، پ. و خارستانی، ه. ۱۳۹۲. دستورالعمل تهیه کودهای زیستی. تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی (تاک). ۱۹۰ ص.
- رنجبر، غ.ج. و پیرسته‌نوشه، ه. ۱۳۹۴. نگاهی به تحقیقات شوری در ایران با تأکید بر بهبود تولید گیاهان زراعی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۲): ۱۶۵-۱۷۸.
- زرین کفش، م. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۷۵ ص.
- عالی‌نژادیان‌بیدآبادی، ا.، حسینی، م. و ملکی، ع. ۱۳۹۷. تأثیر مقدار و شوری آب بر شوری خاک و رشد و غلظت عناصر غذایی اسفناج در گلدان. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۹(۳): ۶۴۱-۶۵۱.
- غلامی، م. و راحمی، م. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش شوری کلریدسیدیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی پایه رویشی هیبرید هلو- بادام. مجله فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱(۱)، ۲۱-۳۱.
- کریمی، ح.ر. ۱۳۹۴. خشک میوه‌ها (پسته، بادام، گردو، فندق، پکان و شاه‌بلوط). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مشهد. ۱۵۲ ص.
- محمدی‌بابازیدی، ه.، حاتمی، ع.، براری، م.، زارع، م.ج. و فلک‌ناز، م. ۱۳۹۶. تأثیر باکتری *آزوسپیریوم* بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) در شرایط تنش شوری. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی - مولکولی، ۸(۲۹): ۵۷-۶۷.
- مشبکی‌اصفهانی، ف.، طهمورث‌پور، آ.، هودجی، م. و عطاآبادی، م. ۱۳۹۶. جداسازی و شناسایی باکتری‌های مولد اگزوپلی ساکارید بومی خاک‌های شور. فصلنامه زیست‌شناسی خاک، ۱۵(۱): ۳۷-۴۷.
- معین‌راد، ح. ۱۳۸۵. بررسی سازگاری نهال‌های بذری ارقام زراعی و وحشی پسته به مقادیر متفاوت شوری آب آبیاری با توجه به شاخص‌های رشد. بیابان، ۱۱(۱): ۷۵-۸۸.
- مومن‌پور، ع. و ایمانی، ع. ۱۳۹۸. اثر تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی تعدادی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۶(۲): ۲۹-۴۶.
- مومن‌پور، ع.، بخشی، د.، ایمانی، ع. و رضایی، ح. ۱۳۹۴. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677. فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۷(۲): ۱۳۷-۱۵۲.
- مومن‌پور، ع.، بخشی، د.، ایمانی، ع. و رضایی، ح. ۱۳۹۴. اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام شاهرود ۱۲، تونو و ژنوتیپ ۱۶-۱ پیوند شده روی پایه GF677. به‌زراعی کشاورزی، ۱۷(۱): ۱۹۷-۲۱۶.

- Asharf, M. and Foolad, M.R. 2006. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 206-216.
- Ashraf, M., Hasnain, S., Berge, O. and Mahmood, T. 2004. Inoculation wheat seedlings with exopolysaccharides-producing bacteria restricts sodium uptake and stimulates plant growth under salt stress. *Biology and Fertility of Soils*, 40: 157-162.
- Bates, L.S., Waldern, R.P. and Tear, ID. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Dubois, M.K.A., Gilles, J.K., Hamilton, P., Rebers, A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Journal of Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- El-Azab, E.M., El-Kobbia, A.M. and El-Khayat, H.M. 1998. Effects of three sodium salts on vegetative growth and mineral composition of stone fruit rootstock seedlings. *Alexandria journal of agricultural research*, 43: 219-229.
- Garcia, C. and Hernandez, T. 1996. Influence of salinity on the biological and biochemical activity of a calciorthid soil. *Plant and Soil*, 178: 225-263.
- Glick, B.R., Penrose, D.M. and Li, J. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. *Journal of Theoretical Biology*, 190: 63-68.
- Glickmann, E. and Dessaux, Y. 1995. A critical examination of the specificity of the salkowski reagent for indolic compound produced by phytopathogenic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 793-796.
- Grover, M., Ali, Sk.Z., Sandhya, V., Rasul, A. and Venkateswarlu, B. 2011. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stresses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27: 1231-1240.
- Hassan, W., David, J. and Bashir, F. 2014. ACC-deaminase and/or nitrogen-fixing rhizobacteria and growth response of tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium* Mill.). *Journal of Plant International*, 9: 869-882.
- Horikoshi, K. 1971. Production of alkaline enzymes by alkaliphilic microorganisms. I. Alkaline protease produced by *Bacillus* no. 221. *Agricultural and Biological Chemistry*, 36: 1403-1414.
- Horikoshi, K. 1999. Alkaliphiles: Some Applications of Their Products for Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 63(4): 735-750.
- Horikoshi, K. 2006. Alkaliphiles-genetic properties and applications of enzymes. Japan. Springer.
- Izanloo, A., Condon, A.G., Langridge, P., Tester, M. and Schnurbusch, T. 2008. Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two South Australian bread wheat cultivars. *Journal of Experimental Botany*, 59(12): 3327-3346.
- Jha, Y. and Subramanian, R.B. 2013. Characterization of root-associated bacteria from paddy and its growth-promotion efficacy. *Biotechnology Journal*, 4(3): 325-330.
- Jones, B., Brian, E., Gravin, J. and Stolberglaan, V. 1992. European patent application. 1992; Bulletin 93/18. Publication number: EP 0 540 127A1. Rank Xerox (UK) Business Services (3.10/3.6/3.3. 1).
- Mathivanan, S., Chidambaram, A.A., Sundramoorthy, P., Baskaran, L. and Kalaikandhan, R. 2014. Effect of combined inoculations of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(8):1010-1020.
- Nabti, E.H., Mokrane, N., Ghoul, M., Manyani, H., Dary, M. and Megias, M.G. 2013. Isolation and Characterization of Two Halophilic *Bacillus* (*B. licheniformis* and *Bacillus* sp.) with Antifungal Activity. *Journal of Ecology of Health and Environment*, 1(1): 13-17.
- Nadeem, S., Zahir, Z.A., Naveed, M. and Arshad, M. 2007. Preliminary investigations on inducing salt tolerance in Canola through ACC-deaminase activity. *Canadian Journal of Microbiology*, 53(10): 1141-1149.
- Noitsakis, B., Dimassi, K. and Therios, I. 1997. Effect of NaCl induced salinity on growth, chemical composition and water relation of two almond (*Prunus amygdalus* L.) cultivars and the hybrid GF677 (*Prunus amygdalus*- *Prunus persica*). *Acta Horticulturae*, 449: 641-648.
- Pessaraki, M. 1995. Handbook of Plant and Crop Physiology, 679-826.
- Rahemi, M., Nagafian, S.H. and Tavallaie, V. 2008. Growth and chemical composition of hybrid GF677 influenced by salinity levels of irrigation water. *Plant Science*, 7(3): 309-313.

- Rajput, L., Imran, A., Mubeen, F. and Hafeez, F.Y. 2013. Salt-tolerant PGPR strain *planococcus rifietoensis* promotes the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation in saline soil. *Pakistan Journal of Botany*, 45(6): 1955-1962.
- Sahay, H., Mahfooz, S., Singh, A.K., Singh, S., Kaushik, R., Saxena, A.K., and Arora, D.K. 2012. Exploration and characterization of agriculturally and industrially important haloalkaliphilic bacteria from environmental samples of hypersaline Sambhar Lake, India. *World Journal Microbiol Biotechnology*, 28: 3207–3217.
- Saravanakumar, D. and Samiyappan, R. 2007. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in ground nut (*Arachis hypogea*) plants. *Journal of Applied Microbiology*, 120(5): 1283-1292.
- Shaharoon, B., Arshad, M., Zahir Z.A. and Khalid, A. 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.
- Sheligi, H.Q. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. *Planta Journal*, 47: 51.
- Siddikee, M.A., Glick, B.R., Chauhan, P.S., Yim, W.J. and Sa, T. 2011. Enhancement of growth and salt tolerance of red pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.) by regulating stress ethylene synthesis with halotolerant bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase activity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(4): 427-434.
- Singh, S.P., Purohit, M.K., Raval, V.H., Pandey, S., Akbari, V.G. and Rawal, C.M. 2010. Capturing the potential of Haloalkaliphilic bacteria from the saline habitats through culture dependent and metagenomic approaches. *Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*. A. Mendez-Vilas (Ed.): pp. 81-87.
- Sprent, J. and Sprent, P. 1990. *Nitrogen Fixation Organisms* Chapman and Hall New York, 323 p.
- Stearns, J.C., Shah, S., Greenberg, B.M., Dixon D.G., and Glick, B.R. 2005. Tolerance of transgenic canola expressing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase to growth inhibition by nickel. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43: 701-708.
- Stepanova, A.N., Robertson-Hoyt, J., Yun, L.M., Benavente, D.Y., Xie, K., Dolezal, S., Jurgens, G. and Alonso, J.M., 2008. TAA1-mediated Auxin biosynthesis is essential for hormone crosstalk and plant development. *Cell Journal*, 133: 177-191.
- Sultana, N., Ikedo, T. and Itoh, R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*, 42: 211-220.
- Upadhyay, S., Singh, J. and Singh, D. 2011. Exopolysaccharide-producing plant growth promoting rhizobacteria under salinity condition. *Pedosphere*, 21(2): 214-222.
- Venkateswarlu, B. and Shanker, A.K. 2009. Climate change and agriculture, adaptation and mitigation strategies. *Indian Journal of Agronomy*, 54: 226–230.
- Ventosa, A., Mellado, E., Sanchez-Porro, C. and Marquez, M.C., 2008. Halophilic and halotolerant micro-organisms from soils. In *Microbiology of Extreme Soils*, 13: 87-115.
- Zahir, Z.A., Abbas, S.A., Khalid, M. and Arshad, M. 2000. Substrate dependent microbial derived plant hormones for improving growth of maize seedlings. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3: 289-291.
- Zhuang, X., Han, Z., Bai, Z., Zhuang, G. and Shim, H. 2010. Progress in decontamination by halophilic microorganisms in saline wastewater and soil. *Environmental Pollution*, 158: 1119–1126.