پژوهش در علوم باغبانی
جلد۳، شماره۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳ (ص۸۸-۶۷)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی پژوهشی
Journal of Research in Horticultural Science
Vol. 3, No.1 spring and summer 2024 (67-88)
rhsj.2024.361994.1057/10.22092

تاثیر باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شورقلیاپسند بر غلظت عناصر غذایی برگ در بادام پایه GN15

مهرنوش اسکندری تربقان[1*]، غلامحسین خلیلی طرقبه[2] و عبدالحمید شرافتی[3]

۱- محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی/ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی/ مشهد/ ایران.

۲ - دانش آموخته کارشناسی ارشد/ گروه علوم باغبانی/ دانشگاه فردوسی مشهد/ ایران.

۳ - مربی پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی/ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی/ مشهد/ ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۸

چکیده

مطالعات نشان داده است که مکانیسم عمل باکتری‌های افراطی‌پسند محرک رشد گیاه در فراهمی و جذب عناصر تحت تنش‌های مختلف، متفاوت است. این پژوهش در دو بخش مجزا شامل ۱) جداسازی و خالص‌سازی ۵۵ جدایه شور، قلیا و شور و قلیاپسند از خاک‌های مختلف ریزوسفر بادام در استان خراسان رضوی و بررسی تولید ایندول‌تری‌استیک اسید، حلالیت کمی فسفات‌های معدنی و تولید اگزوپلی‌ساکاریدها در همه جدایه‌ها در شرایط آزمایشگاهی برای انتخاب شش جدایه برتر؛ و ۲) آزمایش جدایه‌های برتر منتخب، در مجاورت پایه بادام GN15 برای ارزیابی تأثیر آنها بر غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف، کم‌مصرف و یون‌های سمی کلر و سدیم برگ بادام اجرا شد. بیش‌ترین میانگین تولید ایندول‌تری‌استیک اسید، انحلال فسفات‌های معدنی و اگزوپلی‌ساکارید به ترتیب مربوط به جدایه‌های قلیاپسند (A7 و A11)، شور و قلیاپسند (HA7 و HA9) و شورپسند (H10 و H22) بود. باکتری‌های شورپسند کارایی بیش‌تری در افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم؛ و کاهش سدیم برگ نشان دادند. باکتری‌های قلیاپسند با بیش‌ترین جذب (4/36 %) در افزایش غلظت عناصر کم‌مصرف آهن و روی برگ موثر واقع شدند. باکتری‌های شورپسند نسبت به باکتری‌های قلیاپسند و شور و قلیاپسند راندمان بالاتری به ترتیب با ۳۴/۵، ۳۳/۳ و ۳۲/۲ % در جذب عناصر پرمصرف؛ و نیز عدم جذب یون‌های سمی کلر و سدیم (به ترتیب با ۷۲/۳، ۶۵/۳ و ۶۲/۴ %) برای پایه GN15 نشان دادند.

واژگان کلیدی: ایندول‌تری‌استیک اسید، اگزوپلی‌ساکارید، باکتری شورپسند، روی، نسبت پتاسیم به سدیم.

Isolation and Influence of Halophilic, Alkaliphilic, and Haloalkaliphilic Rhizospheric Bacteria on the Concentration of Leaf Nutrients in GN15 Almonds Rootstocks

Mehrnoush Eskandari Torbaghan[1*], Gholam Hossein Khalili Torghabe[2] and Abdolhamid Sherafati[3]

1-Researcher/ Soil and Water Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center/AREEO/Mashhad/ Iran.

2-M.Sc. of Horticultural Science/ Horticultural Department/ Ferdowsi University of Mashhad/Iran.

3- Instructor, Horticulture Crops Research Department/ Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center/ AREEO/ Mashhad/ Iran.

Rceived: April 2023 Accepted: September 2024

Abstract

Mechanism of plant growth-promoting extremophilic bacteria in the availability and uptake of nutrients under different stresses varies. Fifty-five halophilic, alkaliphilic, and haloalkaliphilic isolates were isolated and purified from different almond rhizosphere soils in Khorasan Razavi province. Production of indole-3-acetic acid (IAA), quantitative solubility of mineral phosphates (PSB), and production of exopolysaccharides (EPS) in all isolates were investigated in vitro to select superior producer isolates. Six selected isolates were tested near the rootstocks to determine their effect on the concentration and availability of some macro and micronutrients, sodium and chlorine ions in rootstocks with different salinity and alkalinity soils. The highest average production of indole-3-acetic acid, dissolution of mineral phosphates and exopolysaccharide was observed for alkaliphilic (A7, A11), haloalkaliphilic (HA7 and HA9) and halophilic (H10 and H22) bacteria isolates, respectively. Halophilic bacteria showed more efficiency in increasing nitrogen, phosphorus, and potassium of the plant and decreasing sodium plants. Alkaliphilic bacteria with the highest absorption (36.4%) effectively increased trace elements (iron and zinc) in plants. Halophilic bacteria compared to alkaliphilic and haloalkaliphilic bacteria have a higher efficiency with 34.5, 33.3 and 32.2%, respectively, in the absorption of macronutrients; and they also showed no absorption of toxic chlorine and sodium ions (72.3, 65.3 and 62.4%, respectively) for GN15 rootstocks.

Keywords: Exopolysaccharide, Indole-3-acetic acid, Halophilic Bacteria, Potassium to sodium ratio, Zinc .

*نویسنده مسئول: mehrnoosh.eskandary@gmail.com

۱- مقدمه

شوری و قلیائیت آب و خاک به طور روزافزون تهدیدی جدی برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران محسوب می‌شود (رنجبر و پیرسته‌انوشه، ۱۳۹۴). با توجه به تحمل کم بادام به شوری خاک (آستانه ۲/۸ دسی‌زیمنس‌برمتر) (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸)، انتخاب پایه‌های متحمل به شوری در بادام، همانند پایه گارنم (Garnem) که هیبریدی از گونه‌های هلو و بادام بوده؛ به دلیل مقاومت به شوری و خشکی یکی از پایه‌های توصیه-شده برای گیاه بادام می‌باشد (گنجی‌مقدم و زمان‌پور، ۱۴۰۰). استفاده از این پایه‌ها راهکار بسیار مناسبی به‌منظور کاهش عوارض ناشی از شوری مخصوصاً در نواحی خشک و خاک‌های شور کشور است. لیکن، این راهکار با توجه به افزایش روزافزون خاک‌های مبتلا به نمک، به تنهایی کافی نیست (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶).

بکارگیری ریزجانداران خاک می‌تواند گیاهان را درغلبه بر تنش شوری و قلیائیت مقاوم سازد (خاوازی و همکاران، ۱۳۹۲). باکتری‌های شور و قلیاپسند موجود در محیط‌های بسیار شور و قلیا، به شرایط نمک وpH بالا سازگار شده، و برای رشد مطلوب به مقدار مشخصی نمک همانند کلرید سدیم و کربنات سدیم، نیاز دارند (Venkateswarlu and Shanker, 2009). مطالعات نشان داده که پتانسیل کاربردی دیگر این ریزجانداران شور و قلیاپسند، افزایش رشد گیاه است، که به طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به مقابله گیاه با تنش‌های زیستی و غیرزیستی مانند خشکی، شوری، قلیائیت و غیره خواهند شد (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). این ریزجانداران از محیط‌های شور و قلیای مختلف، مانند محیط‌های دریایی با شوری اندک تا دریاچه‌های بسیار شور و منابع خاکی مانند ریزوسفر گیاهان مستقر در خاک‌های شور و قلیا به سهولت قابل جداسازی و تکثیر می‌باشند (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶).

اُرن و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که باکتری شورپسند هالوباکتریوم پراویلنس[1] بیش‌ترین میزان تجزیه ترکیبات آروماتیک نیتروژن‌دار و تبدیل آن به فرم قابل جذب گیاه را در شوری ۱۳ تا ۱۴ درصد انجام داد. استفاده از گونه‌های باکتری شورپسند، که توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفری را نیز داشته باشند سازگار با محیط زیست بوده و موجب بهبود مدیریت عناصر غذایی و عملکرد اکوسیستم در خاک‌های شور خواهد شد (Moradi et al., 2011). تلقیح سه باکتری محرک رشد باسیلیوس مگاتریوم[2]، فراتوریا آرانتیا[3] و آزوسپریلوم[4] بر رشد و جذب عناصر غذایی در هلو[5]، افزایش مثبت معنی‌داری در سطوح محتوای نیتروژن اندام هوایی (p=۰/۰۵) در پاسخ به تلقیح نشان داد (Gharbi Hajji and Sanaa, 2014). سطوح فسفر و کلسیم ریشه و تحرک منیزیم با تلقیح باکتری‌ها به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. نتایج، مناسب بودن کاربرد باکتری‌های محرک رشد در بهبود رشد و تغذیه درختچه‌های هلو در مرحله نهالستان را تأیید نمود. باکتری‌های قلیاپسند ویژگی‌های جالب توجهی همچون توانایی تغییر اسیدیته محیط اطراف خود برای رشد مناسب را دارند (Horikoshi, 2006). اتصال بین باکتری‌های قلیایی و نیچه‌های ایجاد شده در بین خاک‌دانه‌ها جایی که غلظت NH_3^+ به‌دلیل تجزیه باکتریایی مواد آلی زیاد است، مشاهده شده است (Maeda and Taga, 1980). در مجموع، بیش‌تر باکتری‌های قلیایی جداسازی شده خصوصاً گروه‌های مقاوم به قلیا، یون‌های کلسیم را از محیط‌های اطراف سلولی خود جمع و متمرکز نموده و می‌توانند در اختیار گیاه قرار دهند. تولید اسمولیت‌ها (املاح سازگار)، آنزیم‌های هیدرولیتیک، پلی‌ساکاریدهای

1-*Halobacterium prevalence*
2-*Bacillus megaterium*
3-*Frateuria aurantia*
4-*Azospiillum*
5-*Prunus persica*

خارجی در باکتری‌های شور و قلیاپسند به اثبات رسیده است (Singh *et al.*,2010). بنابراین، از آنجا که تأثیر تنظیم‌کننده‌های اسمزی با منشا باکتریایی مخصوص گونه خاصی نیست، سیستم‌های خارجی بیوسنتز آنها می‌تواند در گیاهان برای حفاظت از میزبان جدید مورد استفاده قرارگیرد (Rontein *et al.*,2002). در بین ویژگی‌های افزاینده رشد گیاه ایزوله‌های باکتری شور و قلیاپسند تولیدکننده آمونیوم با ۵۶% در مقایسه با تولیدکنندگان ACC دی‌آمیناز (۵۳%)، ایندول‌استیک‌اسید (۵۰%)، سیانید هیدروژن (۲۸%)، سیدروفور(۲۱%) و فسفر محلول (۳۴%) بیش‌ترین بودند. ایزوله‌ها ویژگی افزایندگی رشد گیاه و تولیدکننده آنزیمی از خود نشان دادند که می‌تواند برای بهبود رشد گیاهان در مناطق شور مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Sahay *et al.*,2012). نتایج سیدکی و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که برخی از باکتری‌های مقاوم به شوری جداشده از خاک‌های مزارع غیرحاصلخیز و ریزوسفری نزدیک ساحل دریای زرد، نزدیک شهر اینچئون[1] در کره جنوبی دارای پتانسیل واقعی افزایش رشد گیاه تحت شرایط شوری از طریق کاهش تولید اتیلن در نتیجه فعالیت ACC دی‌آمیناز بودند. محققان گزارش کردند که به کارگیری باکتری سودوموناس فلوروسنس[2] در شرایط شور، اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشد بادام زمینی و جذب عناصر غذایی آن داشت (Saravana-kumar and Samiyappan, 2007). مطالعه دیگری نشان داد به کارگیری باکتری‌های محرک رشد جدا شده از ریزوسفر بادام خصوصاً گونه‌های سودوموناس فلوروسنس تا ۱۰۲ درصد رشد ریشه‌های جانبی و بین ۶۵ تا ۱۷۹ درصد رشد قابل‌توجهی در نهال‌های سیب ایجاد نمود (Caesar and Burr, 1978).

هدف از این مطالعه ارزیابی برخی ویژگی‌های محرک رشد گیاه (تولید ایندول‌تری‌استیک اسید، حلالیت کمی فسفات‌های معدنی و تولید اگزوپلی‌ساکاریدها) در باکتری‌های بومی شورپسند، قلیاپسند و شور و قلیاپسند جداسازی شده از ریزوسفر بادامستان‌های استان خراسان رضوی و توانایی آنها درافزایش مقاومت به شوری پایه بادام GN15 از طریق میزان جذب عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم) و کم‌مصرف (آهن و روی) و نیز ممانعت از جذب عناصر سمی سدیم و کلر، در خاک‌هایی با شوری و قلیائیت متفاوت، می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

به‌منظور جداسازی جدایه‌های شور، قلیا و شور و قلیاپسند بومی، نمونه‌برداری خاک به صورت ساده از چهار منطقه از ریزوسفر بادامستان‌های مختلف در استان خراسان رضوی (جدول۱) از عمق ریزوسفر بادام (۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) که قابلیت هدایت الکتریکی همگی بالاتر از 4 dS/m و SAR در محدوده ۸ تا ۱۵ بود، انجام شد. سپس، ضمن ثبت مشخصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری با GPS، نمونه‌ها در ظروف استریل قرار گرفته و در مدت زمان کمتر از ۴۸ ساعت و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل و نگهداری شدند. جداسازی و خالص‌سازی تعداد ۵۵ جدایه از هر یک از گروه‌های شور، قلیا و شور و قلیاپسند از نمونه‌های خاک توسط محیط کشت اختصاصی (جدول۲) آنها انجام شد. جهت جداسازی، سوسپانسیون ۱:۱ از خاک و آب (یک گرم خاک به یک میلی‌لیتر آب مقطر استریل) تهیه شد (Horikoshi, 2006). ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون فوق بر روی محیط کشت اختصاصی جامد پخش گردید. محیط کشت‌ها در دمای مناسب (°C ۳۵ تا ۳۷) به مدت ۳ تا ۷ روز، بسته به نوع ریزجانداران (شورپسند، قلیاپسند، شور و قلیاپسند)

1- Incheon
2- *Pseudomonas fluorescens*

جدول۱- مشخصات جغرافیایی ریزوسفر بادامستان های شور و قلیای نمونه برداری شده از استان خراسان رضوی

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

■N جهت شمال، △E جهت شرق

جدول۲- محیط کشت‌های اختصاصی جدایه‌های باکتریایی شور (Ventosa et al.,1998)، قلیا (Horikoshi, 2006) و شور و قلیاپسند (Jones et al.,1992).

ترکیبات	مقدار (گرم بر لیتر)		
	شورپسند■	قلیاپسند	شور و قلیاپسند
گلوکز	۱	۱۰	–
پلی پپتون	–	۵	–
عصاره مخمر	۱۰	۵	۱۰
دی پتاسیم هیدروژن فسفات	–	۱	–
سولفات منیزیم آبدار	۹/۶	۰/۲	۱
کربنات سدیم	–	۱۰*	۱۸/۵▲
کلرید سدیم	۸۱	–	۲۰۰
کلرید منیزیم آبدار	۷	–	–
کلرید کلسیم	۰/۳۶	–	–
کلرید پتاسیم	۲	–	۲
بی‌کربنات سدیم	۰/۰۶	–	–
برمیدسدیم	۰/۰۲۶	–	–
پروتئاز پپتون	۵	–	–
کازمینو اسید	–	–	۷/۵
تری سدیم سیترات	–	–	۳
کلرید منگنز آبدار	–	–	۰/۰۰۳۶
سولفات آهن آبدار	–	–	۰/۰۵
آگار	۱۵	۲۰	۲۰
محیط کشت (dS/m) هدایت الکتریکی	۳۰/۸۵	۱۲/۲۱	۳۹/۹۰
محیط کشت pH	۷/۲	۸/۸۹	۹/۱۸

■ pH محیط کشت قبل از استریل سازی با KOHیک نرمال بر روی ۷/۲ تنظیم گردید.
▲ جداگانه از سایر مواد استریل گردیده و قبل از کشت جدایه‌ها به محیط کشت اضافه گردید.

گرماگذاری شدند. به‌ترتیب ۲۶ جدایه شورپسند توسط محیط کشت ونتوسا و همکاران (۱۹۹۸)، ۱۸ جدایه قلیاپسند توسط محیط کشت هوری‌کوشی (I) (۲۰۰۶) و ۱۱ جدایه شور و قلیاپسند توسط محیط کشت اختصاصی (Jones et al.,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 (Hor-ikoshi, 1999) ذخیره‌سازی شدند. پس از جداسازی، جهت انتخاب برترین جدایه‌ها برخی ویژگی‌های افزایش‌دهندگی رشد آنها شامل تولید ایندول‌تری‌استیک اسید (Glickmann and Des-saux,1995)، تولید اگزوپلی‌ساکاریدها (Ventosa *et al.*,2004)، سنجش کمی توان حل فسفات‌های معدنی نامحلول، مشخصاً تری‌کلسیم‌فسفات در شرایط آزمایشگاهی و به روش اسپربر (۱۹۵۸) اندازه‌گیری و تعیین گردید. نتایج داده‌های آزمایشگاهی مربوط به مقادیر ایندول‌تری –استیک اسید (IAA)، حلالیت فسفات‌های نامحلول (PSB) و اگزوپلی ساکارید خارجی (EPS) تولیدی جدایه‌ها برای هر گروه، به صورت جداگانه و بصورت طرح کامل تصادفی در سه تکرار با نرم‌افزارMSTAT-C تجزیه آماری و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شدند.

در مرحله بعد، دو جدایه از بهترین جدایه‌های انتخاب شده از هر گروه (شور، قلیا و شور و قلیاپسند) که بیش–ترین قابلیت تولید بهبوددهنده‌های رشدی گیاه (ایندول‌تری‌استیک اسید و توان انحلال فسفات‌های نامحلول و تولید و ترشح اگزوپلی‌ساکاریدها) را داشتند، انتخاب شده و به همراه شاهد استریل بر روی پایه بادام GN15 در شرایط گلدانی و محیط آزاد آزمایش شدند. آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه فاکتور ۱) سطوح مختلف شوری خاک شامل۲، ۴، ۸ و ۱۶ dS/m، و SAR به ترتیب ۹/۶۹، ۱۴/۹۹، ۱۴/۲۱ و ۱۹/۷۲ ؛۲) نوع باکتری (شور، قلیا و شور و قلیاپسند) و ۳) نوع جدایه (دوجدایه منتخب از هر گروه باکتری و شاهد استریل‌شده هرگروه (منظور از شاهد استریل‌شده در حقیقت زادمایه به همراه باکتری‌های مصرفی از هر گروه در محیط کشت اختصاصی خودشان بود، که قبل از مصرف استریل شدند)، در سه تکرار روی پایه بادام GN15 اجرا شد. به‌منظور تهیه بستر کشت پایه‌ها، با توجه به ویژگی‌های جدایه‌های باکتریایی دو ویژگی عمده شامل قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) خاک مورد توجه قرار گرفت. پس از بازدیدهای میدانی در سطح استان، به‌دلیل فراهم نبودن خاک‌هایی با خصوصیات مد نظر به‌جهت میزان کل املاح (EC) و قلیائیت ناشی از سدیم (SAR)، چهار نوع خاک با مقدار شوری‌های مشخص ۲، ۴، ۸ و ۱۶ dS/m و SAR های متفاوت ۹/۶۹، ۱۴/۹۹، ۱۴/۲۱ و ۱۹/۷۲ از ترکیب سه خاک با خصوصیات مختلف و نسبت‌های متفاوت تهیه گردید.

تلقیح توسط محیط کشت تازه باکتریایی مایع هر جدایه در هر گروه باکتری به ریشه‌های نهال‌ها در هنگام انتقال از بستر اولیه نهال‌های GN15 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 ۱۰۷ تا ۱۰۸ سلول در هر میلی‌لیتر انجام شد (رشیدی و همکاران،۱۳۹۲). هر نهال تلقیح شده در یک گلدان با ابعاد ۲۶×۱۷×۲۳ سانتی‌متر با ظرفیت ۸ کیلوگرم خاک کشت گردید. میزان آبیاری در تیمارهای فوق بر اساس نیاز آبی گیاه بادام (۲۴۳۰ لیتر به مدت چهار ماه در شرایط گلدانی) و بدون هیچ‌گونه آبشویی در گلدان‌ها در طول دوره کشت (مقدار آب

در هر مرتبه 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) با استفاده از آب لوله‌کشی شهری صورت پذیرفت (مقدار هدایت الکتریکی آب لوله‌کشی شهری ۰/۵ dS/m بود که برای همه تیمارها یکنواخت بود). همچنین بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در مرحله آزمایشگاهی مبنی بر تعیین ویژگی‌های افزایش‌دهندگی رشد گیاه برای بررسی اثرات جدایه‌ها در مجاورت نهال‌ها و جلوگیری از تداخل اثرات آنها، هیچ نوع کودی اعم از شیمیایی یا حیوانی در طول دوره رشد مصرف نگردید. پس از گذشت چهار ماه از تلقیح باکتری‌ها، تمامی نهال‌ها از گلدان‌ها برداشت، و ضمن اندازه‌گیری برخی خصوصیات رشدی آنها، وزن تر و خشک در اندام‌هوایی و ریشه‌ها تعیین گردیدند. وزن تر اندام‌هوایی شامل برگ‌ها و ساقه‌ها و نیز وزن تر ریشه‌ها به صورت جداگانه اندازه‌گیری و پس از قرارگیری در آون به مدت ۴۸ ساعت و دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد وزن خشک آنها و درصد رطوبت نیز تعیین و محاسبه گردید (امامی، ۱۳۷۵). سپس اندازه‌گیری برخی عناصرغذایی برگ به روش هضم تر توسط اسید پرکلریک و آب اکسیژنه شامل نیتروژن به روش کجلدال (امامی، ۱۳۷۵)، فسفر به روش مولیبدات آمونیوم و رنگ سنجی به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (Richards,1954)، پتاسیم به روش استات آمونیوم و اندازه‌گیری با دستگاه فلیم‌فتومتر در عصاره‌های گیاهی (منطقی،۱۳۴۷)، منیزیم (امامی، ۱۳۷۵) و سدیم با دستگاه فلیم‌فتومتر(Rayan *et al.*,2001) و کلر به روش تیتراسیون با نیترات نقره ۰/۰۲ نرمال در عصاره‌های گیاه (Rayan et al., 2001)، و نیز عناصر کم‌مصرف آهن و روی با دستگاه جذب اتمی (Rayan *et al.*,2001) اندازه‌گیری گردید.

آنالیز نتایج داده‌های مربوط به عناصر در خاک در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ویژگی‌های PGPR جدایه‌ها در شرایط آزمایشگاهی

بیش‌ترین میانگین تولید ایندول‌تری‌استیک اسید، انحلال فسفات‌های معدنی و اگزوپلی‌ساکاریدها به ترتیب برای جدایه‌های قلیا، شور و قلیا و شورپسند مشاهده گردید (جدول۳). بر اساس نتایج آزمایشگاهی جدایه‌های برتر تولید کننده ایندول‌تری‌استیک اسید، انحلال فسفات‌های معدنی و اگزوپلی‌ساکاریدها در گروه شورپسندها H10 به ترتیب با ۱۳۳/۵، ۷۷/۸۸ و ۲۲/۹۵ mg/l و H22 با ۹۱/۵، ۲۴/۵۵ و ۴/۸۱ mg/l ، در قلیاپسندها A7 به ترتیب با ۱۲۰۲، ۲۵۱/۴ و ۴۸۸/۶ mg/l و A11 با ۱۵۵۴، ۱۴۱/۷ و ۵۷۲/۸ mg/l، و نهایتاً در گروه شور و قلیاپسندها HA7 با ۲۲۰/۰۶، ۱۸۰/۶ و ۱۰۲/۸ mg/l و HA9 به ترتیب با ۲۶۹/۸ ، ۱۲۲/۲ و ۱۰۲/۶ mg/l مشخص شدند.

۳-۲- بررسی غلظت برخی عناصر در برگ بادام (پایه GN15)

نیتروژن- بیشترین غلظت نیتروژن برگ در سطوح شوری ۱۶،۴،۲ و ۸ dS/m بدست آمد که به ترتیب برابر با ۵/۹۶، ۵/۶۷، ۵/۵۴ و ۳/۷۵ درصد مشاهده گردید ($P<0/05$) (جدول۴). بیش‌ترین غلظت نیتروژن برگ با اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در گروه باکتری‌های شورپسند، قلیاپسند و شور و قلیاپسند بدست آمد و به ترتیب برابر با ۶/۳۴، ۵/۲۱ و ۵/۰۸ درصد بود (جدول ۵) بین بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت نیتروژن تحت تاثیر اثرات متقابل شوری، نوع

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت تری‌ایندول‌استیک‌اسید، حلالیت فسفات‌های‌نامحلول و اگزوپلی‌ساکارید تولیدی در جدایه‌های باکتریایی شور، قلیا و شور و قلیاپسند.

نام سویه	تری ایندول استیک اسید (mg/l)	حلالیت فسفات های نامحلول (mg/l)	اگزوپلی ساکارید (mg/l)	نام سویه	تری ایندول استیک اسید (mg/l)	حلالیت فسفات های نامحلول (mg/l)	اگزوپلی ساکارید (mg/l)	نام سویه	تری ایندول استیک اسید (mg/l)	حلالیت فسفات های نامحلول (mg/l)	اگزوپلی ساکارید (mg/l)
	شورپسندها			قلیاپسندها				شوروقلیاپسندها			
Pv	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	Pv	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	–	Pv	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
H_1	۰/۰۰۰۰j	۹۸/۷۹b	۳/۶۴۰n	A_1	۱۵۸/۶k	۱۴۰/۳f	ab ۱۰۱/۸	HA_1	۴۱۳/۹a	۰/۰۰۰۰h	۹۰/۲۵ab
H_2	۰/۰۰۰۰j	۱۰۴/۸a	۲۰/۴۵h	A_2	۱۳۸/۲l	۲۵۵/۶b	۱۳۵/۴ab	HA_2	۳۸۱/۴b	۱۳/۸۹gh	۷۸/۴۶bc
H_3	۰/۰۰۰۰j	۴۲/۱۲gh	۵۰/۳۲a	A_3	۲۳۵/۵i	۳۴/۷۳k	۹۳/۷۳ab	HA_3	۳۸۴/۸b	۰/۰۰۰۰h	۶۷/۹۷cd
H_4	۰/۰۰۰۰j	۴۰/۹۱gh	۲۰/۹۳g	A_4	۱۲۸/۱l	۱۹/۴۵l	۵۰/۷۰ab	HA_4	۲۴۸/۱e	۱۴۴/۴b	۷۱/۷۱cd
H_5	۱۲۵/۰c	۲۶/۰۶j	۷/۸۶۷l	A_5	۲m ۱۱۱/	۲۲۶/۴c	۱۱۴/۷ab	HA_5	۲۸۸/۹c	۱۰۵/۶d	۶۴/۵۴cd
H_6	۰/۰۰۰۰j	۲۱/۲۱klmn	۳۱/۹۹e	A_6	۹۶/۹۶m	۲۷۲/۲a	۱۲۸/۸ab	HA_6	۲۳۱/۴f	۶۳/۸۹e	۶۰/۰۳d
H_7	۰/۰۰۰۰j	۳/۰۳۰p	۴۴/۷۹c	A_7	۱۲۰۲d	۲۵۱/۴b	۴۸۸/۶ab	HA_7	۲۲۰/۶fg	۱۸۰/۶a	۱۰۲/۸a
H_8	۰/۰۰۰۰j	۴۵/۱۵fg	۵/۱۸۳m	A_8	۱۰۵/۱m	۰/۰۰۰۰m	۰/۰۰۰۰b	HA_8	۲۸۰/۶cd	۱۲۲/۲c	۹۴/۰۲ab
H_9	۷/۱۹۰i	۸۳/۰۳c	۳۴/۱۵d	A_9	۳۶۹/۲f	۱۹۸/۶d	۱۸۹/۷ab	HA_9	۲۶۹/۸d	۱۲۲/۲c	۱۰۲/۶a
H_{10}	۱۳۳/۵b	۷۷/۸۸d	۲۲/۹۵f	A_{10}	۱۸۷/۲j	۲۳۰/۶c	۱۴۳/۳ab	HA_{10}	۱۹۷/۳h	۲۲/۲۲g	۲۳/۰۰e
H_{11}	۱۴/۹۷h	۵۶/۶۷e	۰/۰۰۰۰r	A_{11}	۱۵۵۴b	۱۴۱/۷ef	۵۷۲/۸ab	HA_{11}	۲۱۳/۱gh	۳۸/۸۹f	۹۲/۸۸ab
H_{12}	۳۹۵/۰a	۲۵/۷۶jk	۰/۵۸۶۱qr	A_{12}	۱۳۵۵c	۵۱/۳۹j	۴۶۹/۵ab				
H_{13}	۰/۰۰۰۰j	۲۰/۹۱lmn	۰/۰۰۰۰r	A_{13}	۲۸۲/۰h	۴۴/۴۵jk	۱۱۲/۰ab				
H_{14}	۰/۰۰۰۰j	۰/۰۰۰۰p	۰/۰۰۰۰r	A_{14}	۸۰۱/۷e	۱۰۹/۷g	۳۱۱/۷ab				
H_{15}	۴۴/۲۵f	۱۸/۷۹mno	۴/۳۱۹n	A_{15}	۲۹۰/۲h	۷۳/۶۱i	۱۲۷/۴ab				
H_{16}	۰/۰۰۰۰j	۲۱/۲۱klmn	۱۱/۶۰j	A_{16}	۱۸۱۵a	۱۵۵/۶e	۶۶۰/۸a				
H_{17}	۲۵/۰۳g	۸۷/۵۸c	۲/۶۸۴0	A_{17}	۰/۰۰۰۰n	۰/۰۰۰۰m	۰/۰۰۰۰b				
H_{18}	۱۳/۸۶h	۴۵/۱۵fg	۱/۵۸۶p	A_{18}	۳۳۸/۱g	۹۰/۲۸h	۱۴۹/۹ab				
H_{19}	۶۸/۱۰e	۱۷/۸۸no	۰/۹۲۵۵pq								
H_{20}	۰/۰۰۰۰j	۳۵/۱۵i	۰/۰۰۰۰r								
H_{21}	۰/۰۰۰۰j	۴۹/۰۹f	۱۷/۸۶i								
H_{22}	۹۱/۵۰d	۲۴/۵۵jkl	۴۵/۸۱b								
H_{23}	۰/۰۰۰۰j	۲۲/۷۳jklm	۱۰/۴۶k								
H_{24}	۰/۰۰۰۰j	۱۴/۵۵o	۳۴/۸۰d								
H_{25}	۰/۰۰۰۰j	۳۸/۱۸hi	۲۰/۵۲h								
H_{26}	۱۵/۲۳h	۲۳/۶۴jkl	۲۲/۱۵g								
C	۰/۰۰۰۰j	۰/۰۰۰۰p	۰/۰۰۰۰r	C	۰/۰۰۰۰n	۰/۰۰۰۰m	۰/۰۰۰۰b	C	۰/۰۰۰۰i	۰/۰۰۰۰h	۰/۰۰۰۰f
میانگین*	۱۵/۹۸	٤۰/۱۹	۳۵/۹۰		۲۱۳/۹۳	۱۲۷/۵۵	۵۷۸/۱۱		۷۷/۱۳	۷۳/۹۹	۲۸٤/۵۳

میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

باکتری و نوع جدایه ۴/۶۴ درصد اختلاف وجود داشت (جدول۶). حداکثر غلظت نیتروژن برگی به ترتیب برابر با ۶/۴۹ و ۶/۲۹ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار در تیمارهای S8× H22 و S4× H10 مشاهده شد. در حالی که کم‌ترین غلظت نیتروژن به‌ترتیب در تیمارهای S8× HA9، S8× A11 و S8× H0 بدست آمد (جدول ۶) این کاهش نیتروژن می‌تواند ناشی از اثر مستقیم رقابت بین آنیون‌های کلر و نیترات در سطح غشای سلول‌های ریشه، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه باشد (Tabatabaei, 2007). به‌نظر می رسد که با افزایش شوری خاک و بهبود شرایط برای رشد و فعالیت باکتری‌های افراطی پسند، فعالیت

جدول٤- تاثیر سطوح مختلف شوری خاک بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ بادام (پایه GN15).

تیمار	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (٪)	سدیم (mg/kg)	کلر (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
P_{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
S2	۵/۶۷۰ b	۰/۸۱۱۶ c	۶۴/۲۶ a	۰/۳۱۷۰ c	۱/۲۲۴ d	۱۷۳/۷۰ d	۲۰/۲۵ d	۰/۹۸۱۴ c
S4	۵/۹۶۲ a	۲/۰۳۶ a	۵۹/۴۸ b	۰/۲۹۰۰ d	۲/۷۷۵ c	۲۵۰/۵۹ c	۲۵/۲۷ c	۱/۴۱۹ a
S8	۳/۷۵۴ d	۲/۰۰۸ a	۴۰/۳۸ d	۰/۴۹۳۸ a	۴/۹۰۵ b	۳۴۲/۶۳ b	۴۲/۴۷ b	۱/۰۳۴ c
S16	۵/۴۵۸ c	۱/۷۱۲ b	۴۴/۷۶ c	۰/۳۳۶۶ b	۸/۸۳۶ a	۶۸۸/۱۷ a	۶۴/۹۲ a	۱/۲۴۶ b

S2 = شوری ۲dS/m، S4= شوری ۴dS/m، S8 = شوری ۸dS/m، S16 = شوری ۱۶ dS/m،
میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ٪ ۵ معنی‌دار می‌باشند.

جدول۵- تاثیر نوع باکتری بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ بادام (پایه GN15).

تیمار	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (٪)	سدیم (mg/kg)	کلر (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
P_{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۷۸۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۳۷
H	۵/۳۴۰ a	۱/۶۷۲ a	۵۴/۰۰ a	۰/۳۴۷۵ c	۳/۵۳۵ c	۳۰۲/۸۵ c	۳۲/۶۹ b	۱/۱۰۲ a
A	۵/۲۱۳ b	۱/۶۴۰ ab	۵۲/۲۷ b	۰/۳۵۹۲ b	۴/۴۳۴ b	۳۷۹/۴۹ b	۴۱/۸۳ a	۱/۲۱۵ b
HA	۵/۰۸۱ c	۱/۶۱۳ b	۵۰/۴۰ c	۰/۳۷۱۳ a	۵/۳۳۶ a	۴۰۹/۶۷ a	۴۰/۱۷ a	۱/۱۹۳ ab

H= شورپسندها، A= قلیاپسندها، HA= شور و قلیاپسندها
میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ٪۵ معنی‌دار می‌باشند.

آنها افزایش یافته و موجب افزایش فراهمی نیتروژن در سطح شوری ۱۶ dS/m نسبت به سطح ۸ dS/m گردیده است. شورپسندها با تولید اسمولیت‌هایی مانند گلایسین بتائین، رشد گیاه و تثبیت نیتروژن را در شرایط تنش شوری تحریک می‌کنند (1988 ,lartman) سقفی و همکاران (۱۳۹۲) این امر را به مکانیسم عمل متفاوت باکتری‌ها در تحریک جذب عناصر مربوط دانستند. همچنین بین جذب نیتروژن و غلظت سدیم موجود در خاک یک اثر متقابل منفی وجود دارد (Mulder, 1954) بررسی محققان نشان می‌دهد که باکتری‌های شورپسند و مقاوم به شوری که دارای رابطه همیاری با گیاه میزبان می‌باشند علاوه بر تثبیت نیتروژن ملکولی از تشدید تنش اسمزی که بر اثر افزودن کودهای شیمیایی بر زمین‌های شور اتفاق می‌افتد جلوگیری به عمل می‌آورند (Zaied *et al.*,2003)

فسفر- بیش‌ترین غلظت فسفر برگ بدون اختلاف معنی‌دار آماری در گروه شورپسندها و شوری خاک ۸ و ۴ dS/m با ۲/۱۱ و ۲/۰۶ درصد مشاهده گردید (جدول۴). تاثیر شوری بر غلظت فسفر برگ بادام معنی‌دار بود و با افزایش شوری، غلظت فسفر برگ بادام کاهش یافت (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸). غلظت فسفر در برگ‌های پایه جی‌اف- ۶۷۷ از ابتدا (۰/۱۸۲ ٪) در گیاهان شاهد، با افزایش غلظت شوری کاهش معنی‌دار (۰/۱۵۱ ٪) نشان داد (مومن‌پور و همکاران، ۱۳۹۴a). به‌طورکلی افزایش جذب فسفر در برگ گیاه تحت تنش شوری موجب افزایش پایداری گیاه در برابر این تنش می‌گردد (Uygur and Yetisir, 2006). فسفر برگ در دو گروه شورپسندها و شور و قلیاپسندها با ۱/۶۷ و ۱/۶۱ درصد، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری داشت (جدول۵)؛ اما قلیاپسندها (۱/۶۴ درصد) حدواسط بین دو گروه دیگر بوده و اختلاف آماری معنی‌داری با هریک از دو گروه دیگر نشان نداد. روند غلظت فسفر برگ توسط انواع باکتری‌ها

جدول ٦-تاثیر سطوح مختلف شوری خاک ، نوع باکتری و نوع جدایه بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ بادام (پایه GN15).

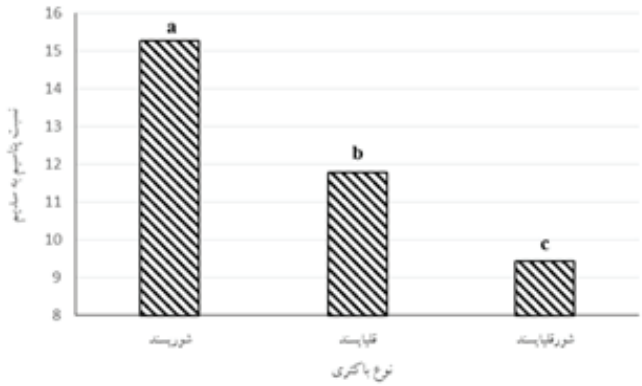
تیمار	نیتروژن کل (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (٪)	سدیم (mg/kg)	کلر (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
P_{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
S2× H0	۵/۶۶۰ghij	۰/۸۸۳۳ mn	۶۴/۳۹ bc	۰/۳۱۹۷ hijkl	۰/۵۸۵۹ st	۱۶۰/۴۶ rs	۳۲/۴۸ ijkl	۰/۹۷۹۷ ijklm
S2× H10	۵/۵۴۱ hijkl	۰/۷۲۶۷ no	۶۶/۳۵ ab	۰/۳۲۸۹ fghij	۰/۳۴۳۳ t	۱۲۲/۷۳ t	۱۸/۰۵ opq	۰/۸۴۹۷ lmn
S2× H22	۵/۷۹۶ defgh	۰/۵۹۶۷ o	۶۷/۳۸ a	۰/۳۰۵۴ jklmn	۱/۱۸۱ qrs	۱۴۷/۷۲ st	۱۷/۷۸ pqr	۱/۰۰۸ hijklm
S2× A0	۵/۶۶۴fghij	۱/۰۱۰ m	۶۵/۵۳ ab	۰/۳۱۷۶ hijkl	۰/۶۸۴۳ rst	۱۵۱/۰۵ st	۱۸/۳۵ opq	۱/۰۴۱ hijklm
S2× A7	۵/۵۹۰ hijk	۰/۹۰۳۳ mn	۶۶/۲۵ ab	۰/۳۲۴۳ ghij	۰/۶۱۳۳ st	۱۴۱/۶۰ st	۲۰/۳۸ nop	۰/۸۸۴۳ klmn
S2× A11	۵/۵۵۷ hijkl	۰/۸۲۰۰ n	۶۲/۰۳ cde	۰/۳۲۷۴ fghij	۱/۴۵۰ q	۱۷۴/۶۲ rs	۲۷/۲۳ lm	۰/۸۵۱۰ lmn
S2×HA0	۵/۸۰۸ defgh	۰//۸۴۶۷ mn	۶۲/۴۴ cd	۰/۳۰۴۳ jklmn	۱/۷۴۳ pq	۲۴۰/۷۲ op	۱۲/۹۲ qrs	۰/۹۹۱۳ ijklm
S2×HA7	۶/۰۲۱ cd	۰/۷۷۰۹ no	۶۴/۵۰ bc	۰/۲۸۴۶ nop	۱/۴۵۷ q	۱۶۹/۹۲ rs	۱۶/۶۶ pqr	۰/۹۳۲۰ jklm
S2×HA9	۵/۳۹۷ jkl	۰/۷۴۶۷ no	۵۹/۴۶ ef	۰/۳۴۲۲ fgh	۲/۹۵۷ no	۲۵۰/۱۷ nop	۱۸/۴۱ opq	۱/۲۹۵ defghi
S4× H0	۶/۲۱۶ bc	۲/۲۷۰ bc	۶۱/۵۱ def	۰/۲۶۶۶ pq	۱/۵۵۷ q	۲۲۴/۱۸ pq	۲۸/۵۸ klm	۱/۵۹۷ bcd
S4× H10	۶/۲۹۷ ab	۲/۲۰۷ bc	۶۲/۵۴ cd	۰/۲۵۹۱ qr	۲/۳۵۳ op	۱۹۳/۵۳ qr	۲۶/۱۰ mn	۱/۲۳۲ efghij
S4× H22	۶/۰۳۰ cd	۱/۷۳۱ ijk	۶۴/۸۱ abc	۰/۲۸۳۸ nopq	۲/۷۸۷ o	۲۸۳/۲ lmn	۴۱/۳۹ g	۱/۶۴۵ bc
S4× A0	۶/۲۲۵ bc	۱/۸۸۳ fghi	۶۴/۱۹ bcd	۰/۲۶۵۸ pq	۲/۳۵۰ op	۲۶۹/۰۴ mno	۱۰/۵۰ s	۱/۴۰۳ bcdefg
S4× A7	۶/۰۲۸ cd	۲/۱۷۷ bcd	۶۲/۳۶ cd	۰/۲۸۴۰ nopq	۱/۳۸۰ qr	۱۸۸/۷۸ qr	۱۲/۶۷ qrs	۱/۳۰۰ cdefghi
S4× A11	۴/۹۴۳ m	۱/۹۸۳ ef	۵۰/۵۱ h	۰/۳۸۴۱ e	۳/۸۲۰ lm	۲۵۴/۸۸ mnop	۲۵/۳۴ mn	۱/۴۷۷ bcdef
S4×HA0	۵/۷۶۸ defgh	۲/۱۲۷ cde	۵۵/۸۶ g	۰/۳۰۸۰ jklmn	۲/۹۰۷ no	۳۱۱/۵۲ jkl	۲۳/۷۶ mno	۱/۷۰۲ b
S4×HA7	۶/۲۲۴ bc	۱/۹۸۱ ef	۵۸/۷۴ f	۰/۲۶۵۹ pq	۳/۵۷۰ mn	۲۵۹/۵۸ mnop	۲۴/۵۶ mn	۱/۱۳۵ fghijkl
S4×HA9	۵/۹۳۰ def	۱/۹۶۰ efgh	۵۴/۸۳ g	۰/۲۹۳۰ lmno	۴/۲۵۰ klm	۲۶۴/۳۳ mno	۳۴/۵۵ hij	۱/۲۸۱ defghi
S8× H0	۲/۹۴۴ p	۲/۵۲۶ a	۳۳/۱۳ m	۰/۵۶۸۶ b	۴/۳۷۳ jkl	۳۲۵/۶۸ j	۱۲/۱۴ rs	۰/۵۷۳۳ n
S8× H10	۳/۳۳۳ o	۱/۸۵۰ fghij	۴۴/۹۵ jk	۰/۵۳۲۷ c	۴/۷۰۰ ijk	۳۷۲/۷۶ i	۳۷/۳۱ ghi	۰/۹۲۳۴ jklm
S8× H22	۶/۴۹۹ a	۱/۹۶۷ efg	۴۵/۳۷ jk	۰/۲۴۰۵ r	۳/۷۰۱ lm	۲۶۹/۰۴ mno	۳۳/۶۹ hijk	۰/۹۸۲۰ ijklm
S8× A0	۳/۳۶۷ o	۱/۶۵۰ kl	۳۸/۵۸ l	۰/۵۲۹۵ c	۵/۰۶۳ ij	۴۰۱/۰۸ i	۲۹/۴۹jklm	۱/۰۱۰ hijklm

ادامه جدول ٦

تیمار	نیتروژن کل (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (٪)	سدیم (mg/kg)	کلر (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
S8× A7	۶/۱۹۹ bc	۲/۰۰۷ def	۴۵/۰۶ jk	۰/۲۶۸۲ opq	۴/۰۶۳ klm	۲۸۷/۹۰ klm	۳۹/۰۵ gh	۱/۳۸۹ bcdefg
S8× A11	۲/۸۴۸ p	۲/۲۰۰ bc	۴۳/۱۰ k	۰/۵۷۷۴ b	۵/۰۱۳ ij	۴۳۸/۹۶ h	۴۲/۸۰ g	۰/۷۹۹۰ lmn
S8×HA0	۳/۴۵۹ o	۱/۸۷۷ fghi	۳۳/۹۵ m	۰/۵۲۱۰ c	۳/۹۴۷ lm	۲۵۴/۸۸mnop	۵۵/۶۸ f	۲/۰۶۸ a
S8×HA7	۳/۲۸۶ o	۱/۶۶۰ kl	۴۶/۶۱ ij	۰/۵۳۷۰ c	۶/۲۷۷ g	۴۰۱/۰۸ i	۶۸/۴۳ d	۰/۸۱۵۰ lmn
S8×HA9	۱/۸۵۳ q	۲/۳۳۷ b	۳۲/۷۱ m	۰/۶۶۹۲ a	۷/۰۰۷ f	۳۲۳/۳۰ jk	۶۳/۶۴ de	۰/۷۴۱۷ mn
S16× H0	۵/۷۴۷ efgh	۱/۸۴۰ fghij	۴۸/۷۶ hi	۰/۳۰۹۹ jklm	۹/۶۰۰ c	۶۳۲/۵۹ e	۶۱/۵۷ e	۱/۳۸۹ bcdefg
S16× H10	۶/۰۱۴ cde	۱/۶۷۸ jkl	۴۸/۸۷ hi	۰/۲۸۵۳ mnop	۵/۲۸۷ hi	۴۸۶/۰۴ g	۵۳/۶۳ f	۱/۲۲۶ fghijk
S16× H22	۴/۰۰۲ n	۱/۷۸۷ hijk	۳۹/۹۱ l	۰/۴۷۰۹ d	۵/۹۵۷ gh	۴۰۶/۰۳ hi	۲۹/۵۱ jklm	۰/۸۲۱۰ lmn
S16× A0	۵/۳۰۴ l	۱/۷۷۳ ijk	۴۵/۱۶ jk	۰/۳۵۰۸ f	۹/۰۷۰ cd	۷۵۵/۰۸ c	۸۴/۴۰ b	۱/۵۷۶ bcde
S16× A7	۵/۳۶۸ kl	۱/۷۷۷ ijk	۴۴/۵۴ jk	۰/۳۴۴۹ fg	۸/۱۲۰ e	۵۹۰/۱۱ f	۱۱۵/۵ a	۱/۱۲۱ ghijkl
S16× A11	۵/۴۶۲ ijkl	۱/۵۰۰ l	۳۹/۹۱ l	۰/۳۳۶۲ fghi	۱۱/۵۸ b	۸۸۷/۴۷ b	۷۶/۱۹ c	۱/۷۲۹ ab
S16×HA0	۵/۶۳۶ ghij	۱/۵۰۰ l	۴۶/۹۷ ij	۰/۳۲۰۱ ghijk	۱۲/۶۷ a	۹۶۶/۴۲ a	۱۸/۳۴ opq	۰/۹۹۰۷ ijklm
S16×HA7	۵/۸۹۴ defg	۱/۷۵۰ijk	۴۴/۹۸ jk	۰/۲۹۶۴ klmn	۸/۸۴۳ d	۷۷۴/۱۹ c	۱۲۱/۴ a	۱/۳۳۹ cdefgh
S16×HA9	۵/۶۹۷ fghi	۱/۸۰۰ ghijk	۴۳/۷۲ k	۰/۳۱۵۴ ijkl	۸/۴۰۳ de	۶۸۴/۲۸ d	۲۳/۷۷ mno	۱/۰۲۰ hijklm

با کاهش pH محیط آنها (جدول۲)، افزایشی بود. اثر باکتری‌های محرک رشد بر صفات رویشی و عناصر غذایی نونهال‌های فندق نشان داد (رستمی‌کیا و همکاران،۱۳۹۶) بیش‌ترین غلظت فسفر برگ (۲/۰۹ mg/kg) با تلقیح باکتری مجزای سودوموناس پوتیدا از بین سه باکتری سودوموناس پوتیدا، باسیلیوس سابتلیس و انتروباکترکلوآسه بدست آمد (Sulia-sih and Widawaiti, 2005). همچنین باکتری‌های حل‌کننده فسفات (سودوموناس و باسیلوس) سبب افزایش غلظت آهن در تیمارهای تلقیح با باکتری شدند (Yang *et al*., 2009). این باکتری‌ها، جذب عناصر معدنی به‌ویژه عناصرکم‌مصرف را از طریق تحریک پمپ پروتونی ATPase افزایش می‌دهند (Yang *et al*., 2009). بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت فسفر برگ (جدول۶) به ترتیب دو به دو در تیمارهای S8×H0 و S8×HA9 و اختلاف معنی‌دار ۵۲ /۲ و ۳۳ /۲ درصد و کم‌ترین غلظت در تیمارهای S2×HA7 و S2×HA9 و بدون اختلاف معنی‌دار آماری (۷۷/۰و۷۴/۰درصد) مشاهده گردیدند. میزان فراهم‌سازی فسفات توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات از منابع معدنی و آلی فسفات به ترتیب در محدوده ۲۵ تا ۴۲ $\mu g\ ml^{-1}$ و ۸ تا ۱۸ $\mu g\ ml^{-1}$ متغیر بوده است (Tao et al., ۲۰۰۸). در حالی‌که نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت فسفر برگ در حدود هشت برابر مقدار بهینه فسفر در برگ بادام (۱/۰ – ۰/ ۳ ٪) (ملکوتی و غیبی،۱۳۷۶) و ۵/ ۳۹ برابر متوسط برای شرایط شور نسبت به باکتری‌های محرک رشد غیربومی بود.

پتاسیم- بیش‌ترین غلظت پتاسیم برگ با اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) به ترتیب در شوری‌های ۲ ، ۴ ، ۱۶ و ۸ dS/m و برابر با ۶۴/۲۶ ، ۵۹/۴۸ ، ۴۴/۷۶ و ۴۰/۳۸ mg/kg بود (جدول۴). بیش‌ترین غلظت پتاسیم تحت تاثیر نوع باکتری با ۵۴/۰۰ ، ۵۲/۲۷ و ۵۰/۴۰ mg/kg در شورپسندها، قلیاپسندها و شور و قلیاپسندها مشاهده شد (P<۰/۰۵)؛ (جدول۵). نسبت پتاسیم به سدیم در برگ تحت تاثیر نوع باکتری‌ها با ۱۵/۲۷، ۱۱/۷۸ و ۹/۴۴ به‌ترتیب برای شورپسندها، قلیاپسندها و شور و قلیاپسندها مشاهد گردید (شکل۱). پتاسیم برگ بیش‌تر تحت تاثیر سطح شوری تا نوع باکتری قرارگرفت (جدول۷). حداکثر غلظت آن به ترتیب در تیمارهای،S2×A ، S4×H S2×H و S2×HA با ۶۶/۰۴، ۶۴/۶۰ ، ۶۲/۹۵ و ۱۳/ ۶۲ mg/kg بدست آمد و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود. جذب پتاسیم در تیمارهای باکتریایی می‌تواند به این دلیل باشد که احتمالا باکتری‌های محرک رشد گیاه (باکتری‌های مولد ACC دی‌آمیناز) از طریق تغییر در انتخاب پذیری سدیم و پتاسیم برای جذب توسط گیاه و در نتیجه با محدود کردن جذب سدیم، جذب پتاسیم را افزایش می‌دهند (Hamdia *et al.,* 2004). کاهش پتاسیم گیاه با افزایش شوری خاک می‌تواند به‌دلیل رقابت سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشاء پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به‌دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (Ferreira-Silva *et al.,* 2008). غلظت پتاسیم برگ نسبت به حد مطلوب در بادام (>۱/۴۰ درصد) (ملکوتی و غیبی،۱۳۷۶) کم بود. بین حداکثر و حداقل غلظت پتاسیم تحت تاثیر اثرات شوری، نوع باکتری و جدایه (جدول۶) ۳۴/۶۷ mg/kg اختلاف مشاهده گردید. کم‌ترین و بیش‌ترین غلظت پتاسیم گیاه به ترتیب در S8×HA9 و S2×H22 با ۳۲/۷۱ و ۶۷/۳۸ mg/kg مشاهده شد. واگار و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند که فعالیت PGPR در سویه‌های مختلف متفاوت بود و باکتری‌های با توان بالای تولیدACC دی‌آمیناز، از کارایی بالاتری در جذب عناصری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم برخوردار هستند و جذب بالای پتاسیم در چنین وضعیتی از تجمع سدیم درگیاه ممانعت می‌کند.



شکل۱-تاثیر نوع باکتری بر نسبت پتاسیم به سدیم برگ بادام پایه GN15.

جدول۷- تاثیر سطوح مختلف شوری خاک و نوع باکتری بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ بادام (پایه GN15).

تیمار	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (٪)	سدیم (mg/kg)	کلر (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
P_{value}	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳
S2×H	۵/۶۶۶ c	۰/۷۳۵۶ e	۶۶/۰۴ a	۰/۳۱۷۴d	۰/۷۰۳۶ i	۱۴۳/۶۵ h	۲۲/۷۷ h	۰/۹۴۵۹ de
S2×A	۵/۶۰۴ c	۰/۹۱۱۱ d	۶۴/۶۰ b	۰/۳۲۳۱ d	۰/۹۱۵۹ i	۱۵۵/۷۶ h	۲۱/۹۹ h	۰/۹۲۵۴ de
S2×HA	۵/۷۴۲ c	۰/۷۸۸۱ e	۶۲/۱۳ c	۰/۳۱۰۴ d	۲/۰۵۲ h	۲۲۰/۲۵ g	۱۶/۰۰ i	۱/۰۷۳ cd
S4×H	۶/۱۸۱ a	۲/۰۶۹ a	۶۲/۹۵ c	۰/۲۶۹۹ f	۲/۲۳۲ gh	۲۳۳/۶۴ g	۳۲/۰۲ f	۱/۴۹۲ a
S4×A	۵/۷۳۲ c	۲/۰۱۴ ab	۵۹/۰۲ d	۰/۳۱۱۳ d	۲/۵۱۷ g	۲۳۷/۵۶ g	۱۶/۱۷ i	۱/۳۹۳ ab
S4×HA	۵/۹۷۴ b	۲/۰۲۳ ab	۵۶/۴۸ e	۰/۲۸۹۰ e	۳/۵۷۶ f	۲۷۸/۴۹ f	۲۷/۶۲ g	۱/۳۷۳ ab
S8×H	۴/۲۵۹ e	۲/۱۱۴ a	۴۱/۱۵ h	۰/۴۴۷۳ b	۴/۲۵۸ e	۳۲۲/۵۲ e	۲۷/۷۲ g	۰/۸۲۶۶ e
S8×A	۴/۱۳۸ e	۱/۹۵۲ b	۴۲/۲۵ gh	۰/۴۵۸۴ b	۴/۷۱۳ d	۳۷۵/۹۴ d	۳۷/۱۱ e	۱/۰۶۶ cd
S8×HA	۲/۸۶۶ f	۱/۹۵۸ b	۳۷/۷۶ i	۰/۵۷۵۷ a	۵/۷۴۳ c	۳۲۶/۴۵ e	۶۲/۵۸ b	۱/۲۰۸ bc
S16×H	۵/۲۵۵ d	۱/۷۶۸ c	۴۵/۸۵ f	۰/۳۵۵۳ c	۶/۹۴۸ b	۵۰۸/۳۴ c	۴۸/۲۴ d	۱/۱۴۵ ac
S16×A	۵/۳۷۸ d	۱/۶۸۳ c	۴۳/۲۰ g	۰/۳۴۴۰ c	۹/۵۹۰ a	۷۴۴/۱۰ b	۹۲/۰۴ a	۱/۴۷۵ a
S16×HA	۵/۷۴۲ c	۱/۶۸۳ c	۴۵/۲۲ f	۰/۳۱۰۳ d	۹/۹۷۱ a	۸۰۸/۱۸ a	۵۴/۴۹ c	۱/۱۱۶ cd

S2 = شوری ۲dS/m، S4= شوری ۴dS/m، S8 = شوری۸dS/m، S16 = شوری۱۶ dS/m،
H= شورپسندها، A= قلیاپسندها، HA= شور و قلیاپسند

منیزیم- بیش‌ترین غلظت منیزیم برگ به ترتیب در سطوح ۸، ۱۶، ۲ و ۴ dS/m مشاهده گردید (P<۰/۰۵) (جدول ۴). حفظ غلظت سیتوپلاسمی مناسب یون‌هایی همچون پتاسیم و منیزیم برای فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها، نکته کلیدی در حیات گیاهان است (Ashraf and O›Leary,1994). ذرات خاک عمدتاً میل بیش‌تری برای ترکیب با کلسیم نسبت به منیزیم داشته و بنابراین در خاک‌هایی که یون‌های غالب آنها سدیم و کلسیم باشد، نسبت به خاک‌هایی که یون‌های غالب آنها سدیم و منیزیم است جذب سدیم کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر جذب سدیم در صورت وجود منیزیم، بیش‌تر از جذب آن در صورت وجود کلسیم است (Astaraei and Chau-han, 1992). بنابراین با وجود اثر متقابل مثبت بین منیزیم و نیتروژن (Mulder, 1954) در جذب توسط گیاه، غلظت منیزیم برگ در تیمارها عکس غلظت نیتروژن بود. محاسبه نسبت N/Mg در تیمارها نیز نشان داد که علت اصلی افزایش جذب منیزیم با شوری،

افزایش جذب سدیم و نه کاهش در میزان جذب نیتروژن بود. بیش‌ترین غلظت منیزیم برگ تحت تاثیر نوع باکتری با ۰/۳۷، ۰/۳۵ و ۰/۳۴ درصد در شور و قلیاپسندها، قلیاپسندها و شورپسندها دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر مشاهده شد (جدول۵) که با توجه به کاهش pH محیط کشت (جدول۲) به ترتیب در شورپسندها، قلیاپسندها و شور و قلیاپسندها (اسکندری‌تربقان و همکاران، ۱۳۹۶) دور از انتظار نبود. خسروی و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایش گلدانی اثر تلقیح ریشه نهال سیب با چند سویه ازتوباکتر بومی بر جذب عناصر و برخی شاخص‌های رشد نشان دادند که تلقیح باکتریایی، جذب پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و بور توسط برگ‌ها و همچنین جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز و روی توسط ریشه‌ها را افزایش داد. تیمارهایS8×HA، S8×A و S8×H بالاترین منیزیم برگ را به‌ترتیب با ۰/۵۷، ۰/۴۵ و ۰/۴۴ درصد نشان دادند (جدول۷). کم‌ترین غلظت منیزیم برگ نیز در تیمار S4×H و S4×HA با ۰/۲۶ و ۰/۲۸ درصد و اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بین حداکثر و حداقل غلظت منیزیم ۰/۳۱ درصد اختلاف وجود داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت منیزیم برگ به ترتیب در S8×HA9 و S4×H10 با ۰/۶۶۲ و ۰/۲۵ درصد مشاهده شد (جدول۶). با کاربرد باکتری‌های محرک رشد مثل سودوموناس میزان عناصری چون آهن و منیزیم برگ افزایش پیدا می‌کند که یکی از دلایل این افزایش را زیاد شدن ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک (CEC) در تیمارهای تلقیح شده با باکتری نسبت به تیمارهای شاهد بیان کرده‌اند (Esitken *et al.*,2010). افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک در طول دوره کشت با کاربرد باکتری در خاک را می توان به افزایش معدنی‌شدن ترکیبات آلی و تولید اسیدهای آلی توسط گیاهان و باکتری‌ها در ریزوسفر نسبت داد (Esitken *et al.*,2010).

آهن- با افزایش شوری غلظت آهن در برگ افزایش معنی‌دار نشان داد ($P<۰/۰۵$). شوری‌های ۱۶ ، ۸ ، ۴ و ۲ dS/m با ۶۲/۹۲ ، ۴۲/۴۷ ، ۲۵/۲۷ و ۲۰/۲۵ mg/kg آهن مشاهده شدند (جدول۴). باکتری‌های شورپسند نسبت به دو گروه دیگر با اختلاف معنی‌دار کم‌ترین غلظت آهن برگ (۳۱/۶۹ mg/kg) را داشتند (جدول۵). مقایسه آهن برگ تحت تاثیر شوری و نوع باکتری دارای اختلاف زیادی در تیمارها بود (جدول۷). با افزایش شوری، غلظت آهن برگ افزایش یافت؛ لیکن نوع باکتری تاثیر مشخصی بر غلظت آهن برگ نشان نداد. طبق نتایج (سقفی و همکاران،۱۳۹۲) تیمارهای باکتری اثرات متفاوتی بسته به نوع سویه باکتری در جذب عناصر غذایی مختلف نشان دادند، بیش‌ترین تاثیر بر آهن و مس در باکتری متحمل به شوری، مولد ACC دی‌آمیناز، تولید کننده IAA و PSB نسبت به سایر باکتری‌های مورد استفاده، مشاهده شد که این امر را به مکانیسم عمل متفاوت باکتری‌ها در تحریک جذب عناصر مربوط دانستند. در شرایط شوری و قلیائیت زیاد، زه‌کشی و تهویه خاک ضعیف شده و موجب ایجاد شرایط احیا می‌شود و در نتیجه جذب آهن از خاک افزایش می‌یابد. حداکثر غلظت آهن برگ به ترتیب با ۱۲۱/۴، ۴۰/۵، ۸۴/۱۱۵، ۷۶/۱۹ و ۶۸/۴۳ mg/kg در تیمارهای S16×HA7، S16×A7، S16×A0، S16×A11 وS8×HA7 مشاهده شد و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود (جدول ۵). تحقیقات نشان داده است که سیدروفور مترشحه از باکتری‌ها با Fe^{+3} و Zn^{+2} کمپلکس می‌شود، اما ثابت پایداری (log K) آنها با Fe^{+3} (۲۴/۲) بیش‌تر از Zn^{+2} (۳/۷) است (Shenker *et al.*,1999). مایه‌زنی کلزا با باکتری متحمل به شوری، مولد ACC دی‌آمیناز، IAA و PSB به ترتیب سبب افزایش ۸۳ و ۲۵ درصدی در غلظت آهن و مس نسبت به شاهد در سطح شوری

۶ dS/m گردید (Saravanakumar and Samiyap-pan, 2007).

روی- روند مشاهده شده در غلظت روی با غلظت آهن، کلر و سدیم در برگ متفاوت بود (جدول۴). بیش‌ترین مقدار به ترتیب در شوری‌های ۴، ۱۶، ۸ و ۲ dS/m با ۱/۴۱ ، ۱/۲۴ ، ۱/۰۳ و ۰/۹۸۱ mg/kg دارای اختلاف معنی‌دار در شوری‌های مختلف مشاهده شد، و تنها غلظت روی در دو شوری ۸ و ۲ dS/m اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. شور و قلیاپسندها (۱/۱۹۳ mg/kg) حدواسط دو گروه قلیاپسندها با ۱/۲۱۵ mg/kg و شورپسندها با ۱/۱۰۲ mg/kg قرار گرفتند (جدول ۵). حداکثر غلظت روی برگ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در S4×H و S16×A با ۱/۴۹۲ و ۱/۴۷۵ mg/kg و حداقل غلظت آن با ۰/۸۲۶۶ mg/kg و اختلاف معنی‌دار با تیمارهای حداکثر، در تیمار S8×H مشاهده شد (جدول۷). تولید سیدروفور در باکتری‌های محرک رشد جنس سودوموناس، آزوسپیریلوم و ازتوباکتر اثبات شده است که افزایش جذب عناصرکم‌مصرف به خصوص آهن، منگنز و روی توسط گیاه می‌تواند با تولید سیدروفورهای گیاهی مرتبط باشد (ارزانش و همکاران، ۱۳۹۱). فرضیه تبادل لیگاندی ممکن است درباره روی نیز علاوه بر آهن صادق باشد و بتواند بر نقش غیرمستقیم سیدروفورها در جذب روی دلالت نماید (Yehuda *et al*.,1996). در مطالعه‌ی نقش سیدروفور سودوموناس‌های فلورسنت در جذب روی توسط گندم با استفاده از ایزوتوپ ^{65}Zn اثر اصلی باکتری (نوع سیدروفور) در مقدار جذب روی نشان‌دار معنی‌دار بود که ممکن است ناشی از وجود اختلاف در ساختار شیمیایی سیدروفورها (زینکوفورها) باشد (رسولی صدقیانی و همکاران، ۱۳۸۴). بیش‌ترین غلظت آهن ۲/۶۵ mg/kg و روی ۰/۰۵۱ mg/kg به‌ترتیب در تلقیح باکتری‌های باسیلیوس سابتلیس و سودوموناس پوتیدا در بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد بر صفات رویشی و عناصر تغذیه‌ای نونهال‌های فندق مشاهده گردید (رستمی‌کیا و همکاران،۱۳۹۶). غلظت‌های روی برگ تحت تاثیر اثرات شوری، نوع باکتری و جدایه (جدول۵) اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند، لیکن، بیش‌ترین غلظت در دو تیمار S8×HA0 و S16×A11 با ۲/۰۶۸ و ۱/۷۲۹ mg/kg و کم‌ترین نیز در تیمار S8×H0 با ۰/۵۷۳۳ mg/kg مشاهده شدند و اختلاف معنی‌داری با همدیگر داشتند. علت کاهش جذب عناصر کم‌مصرف از جمله مس، آهن و روی در شرایط شور می‌تواند ناشی از جذب بیش‌تر عناصری مانند سدیم، منیزیم و کلسیم باشد (El-Fouly *et al.,* 2001).

سدیم- نتایج نشان داد که با افزایش شوری، غلظت سدیم گیاه افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) داشت و به ترتیب شوری‌های ۱۶، ۸، ۴ و ۲ dS/m با ۸/۸۳، ۴/۹۰، ۲/۷۷ و ۱/۲۱ mg/kg سدیم مشاهده شدند (جدول۴). در پژوهشی، غلظت عناصر غذایی در چهار ژنوتیپ بادام تحت تنش شوری گزارش شد. بیش‌ترین غلظت کلر و سدیم، نسبت Na/K، Na/Ca، Na/Mg، Na/P و کم‌ترین غلظت کلسیم، منیزیم، فسفر و مس در برگ و کم‌ترین غلظت آهن در ریشه، در شوری ۴/۸ g/l مشاهده شد. بادام رقم شکوفه، توانست در شوری ۷/۳ dS/m، از طریق افزایش پتاسیم، مس، آهن و روی، به مقدار بیشتری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده بادام، با اثرات مخرب سدیم مقابله کند (مومن پور و همکاران، ۱۳۹۴ a). تأثیر تنش شوری بر جذب عناصر در اندام هوایی چهار گونه بادام وحشی نشان داد که 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). بیش‌ترین غلظت سدیم

تحت تاثیر نوع باکتری با ۵/۳۳ ، ۴/۴۳ و ۳/۵۳ mg/ kg در شور و قلیاپسندها، قلیاپسندها و شورپسندها با اختلاف معنی‌دار با یکدیگر (P<۰/۰۵) بدست آمد (جدول۵). بین بیش‌ترین (S16×HA) و کم‌ترین (S2×H) غلظت سدیم برگ ۹/۲۶ mg/kg اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۷). باکتری‌های شور و قلیاپسند موجب انتقال سدیم از ریشه به اندام هوایی شده‌اند؛ زیرا علاوه بر مقدار سدیم (جدول۵)، هم توسعه ریشه‌ها و هم روابط آبی در این گروه نسبت به دو گروه دیگر حداکثر بود که نتایج آن قبلاً منتشر شده است (خلیلی‌طرقبه و همکاران، ۱۴۰۰). احتمالاً جدایه‌های PGPR با تولید EPS و ACC دی‌آمیناز، اثرات منفی تنش شوری را از طریق کاهش جذب سدیم و در نتیجه افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در گیاهان کاهش دادند (Nadeem *et al*.,2007). درحالی که مقدار EPS شورپسندها کمتر از دو گروه دیگر بود (جدول۳)، این گروه در ممانعت از جذب سدیم توسط گیاه بهتر عمل نمودند. کاهش غلظت سدیم برگ در تیمارهای باکتری شورپسند نیز می‌تواند به ممانعت از انتقال سدیم از ریشه‌ها به اندام هوایی افزون بر تولید EPS، نسبت داده شود (Shaharoona *et al*.,2007). حداکثر غلظت سدیم برگ به ترتیب با ۱۲/۶۷، ۱۱/۵۸، ۹/۶۰ و ۸۶/۸۴ mg/kg بدست آمد و اختلاف معنی‌دار در تیمارهای S16×HA0، S16× A11، S16×H0 و S16×HA7 مشاهده شد؛ درحالی‌که کم‌ترین غلظت سدیم برگ به ترتیب در تیمارهای S2×H10 و S2×H0 با ۰/۳۴۳ و ۰/۵۸۵ mg/kg بدست آمد (جدول۶). باشان و هولگوین (۱۹۸۹) گزارش کردند که باکتری‌های متصل به ریشه‌ها در شرایط شوری، غلظت سدیم را در اندام هوایی گیاه محدود کرده و با نگهداشتن سطح پایین اتیلن تنشی از طریق فعالیت ACC دی‌آمیناز، رشد گیاه را تسریع می‌کنند. در آزمایشی، تلقیح گیاه سویا با یکی از گونه‌های باکتری PGPR موجب کاهش میزان جذب یون‌های سدیم و کلر در شرایط تنش شوری شد (Han and Lee, 2005).

کلر- نتایج نشان داد که با افزایش شوری، غلظت کلر در برگ، همانند سدیم برگ افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) داشت و به ترتیب شوری‌های ۱۶، ۸ ، ۴ و ۲ dS/m با ۶۸۸/۷۰ ، ۳۴۲/۶۳ ، ۲۵۰/۵۹ و ۱۷۳/۷۰ mg/kg مشاهده شدند (جدول۴). بیش‌ترین غلظت کلر تحت تاثیر نوع باکتری با ۴۰۹/۶۷، ۳۷۹/۴۹ و ۳۰۲/۸۵ mg/kg در شور و قلیاپسندها، قلیاپسندها و شورپسندها با اختلاف معنی‌دار با یکدیگر (P<۰/۰۵) بدست آمد (جدول۵). غلظت کلر برگ با افزایش شوری و تحت تاثیر نوع باکتری در شور و قلیاپسندها مانند غلظت سدیم برگ، بیش از دو گروه قلیاپسندها و شورپسندها بود (جدول۷). بین بیش‌ترین (S16×HA) و کم‌ترین (S2×H) تیمار غلظت کلر گیاه ۶۶۴/۴۵ mg/kg اختلاف معنی‌دار وجود داشت. محققان یکی از مکانیسم‌های احتمالی باکتری‌های محرک رشد گیاه برای افزایش جذب عناصر غذایی را محدود کردن جذب کلر و سدیم (Yildirim *et al*., 2008) ذکر کرده‌اند. گزارش‌ها حاکی از این است که در شرایط شور یون‌های کلر از جذب نیتروژن و فسفر جلوگیری می‌کنند (حیدری و همکاران، ۱۳۸۶). افزایش شوری در خاک، قابلیت دسترسی گیاه به فسفر را کاهش می‌دهد. علت کاهش میزان جذب فسفر تحت شرایط شوری، فرآیند مشابه جذب آن با عنصر کلر بیان گردیده که به نفع کلر تغییر می‌یابد، زیرا فسفر و کلر هر دو آنیون هستند و فرآیند جذب آنها یکسان است (Jindal *et al*, 1993). اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در بادام رقم‌های «شاهرود ۱۲»، «تونو» و ژنوتیپ "۱۶-۱" پیوند شده روی پایه GF677 بررسی و گزارش شد که بیش‌ترین غلظت کلر (۴/۹۴ درصد) و سدیم (۲/۱۲ درصد)،

نسبت سدیم به پتاسیم (۲/۰۳) در برگ‌ها در تیمار شوری ۹/۸ dS/m مشاهده شد (مومن پور و همکاران، ۱۳۹۴ b). احتمالاً سویه‌های PGPR با محدود کردن جذب کلر توسط ریشه و انتقال آن به بخش‌های هوایی گیاه، جذب نیترات توسط گیاه را افزایش می‌دهند (Karlidag *et al.*, 2011). حداکثر غلظت کلر در برگ به ترتیب با ۹۶۶/۴۲، ۸۸۷/۴۷، ۷۷۴/۱۹ ، ۷۵۵/۰۸ و ۶۸۴/۲۸ mg/kg و اختلاف معنی‌دار در تیمارهای S16×HA0، S16×A11، S16×HA7، S16×A0 ، و S16×HA9 مشاهده شد درحالی‌که کم‌ترین غلظت‌های کلر برگ به ترتیب در تیمارهای S2×H10 و S2×H22 با ۱۲۸/۸۵ و ۱۴۷/۶۱ mg/kg بدست آمد (جدول۶).

٤- نتیجه‌گیری کلی

این بررسی مشخص نمود که غلظت عناصر در گیاه با مقادیر کمی ویژگی‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه در آزمایشگاه، چندان مطابق نبود. با افزایش شوری خاک، غلظت نیتروژن و پتاسیم گیاه کاهش؛ و مقدار منیزیم، آهن، سدیم و کلر برگ افزایش داشت. شوری ۸ dS/m و SAR < ۱۵ تحت تأثیر باکتری‌های اکستریموفیل مورد بررسی به عنوان نقطه عطفی برای پایه‌های بادام GN15 عمل کرد. به طوری‌که با افزایش شوری به بیش از ۸ dS/m و نسبت جذبی سدیم به بیش از ۱۵، استفاده از جدایه‌های مختلف، غلظت و فراهمی عناصر در گیاه را بهبود بخشید.

روند افزایش غلظت روی برگ تحت تاثیر باکتری‌ها مشابه تولید مقادیر کمی افزاینده‌های رشد؛ به ترتیب در قلیاپسند، شور و قلیاپسند و شورپسندها بود. درحالی‌که افزایش غلظت منیزیم، فسفر و پتاسیم برگ تحت تاثیر تغییر pH محیط باکتری‌ها و به ترتیب در شورپسندها، قلیاپسندها و شور و قلیاپسندها مشاهده شد. بطورکلی غلظت نیتروژن، فسفر، منیزیم و روی برگ به ترتیب ۲، ۸، ۱/۴ و ۱/۸ برابر حدود بهینه همین عناصر در برگ بادام بود که احتمالاً نشان‌دهنده توان بالای باکتری‌های اکستریموفیل بومی در فراهمی این عناصر در شرایط تنش شوری و سدیم بالای خاک بود.

جدایه‌های شورپسند H10 و H22 کارایی و توان بیش‌تری در فراهمی عناصر غذایی پرمصرف برای گیاه و ممانعت از جذب یون‌های کلر و سدیم با وجود دارا بودن مقادیر کم‌تری از ویژگی‌های PGPR در آزمایشگاه و در مقایسه با دو گروه دیگر باکتری‌ها بودند که احتمالا بیانگر مکانیسم‌های متفاوت آنها در فراهمی و جذب عناصر ضروری یا ممانعت از جذب برخی از یون‌ها بهمراه فعل و انفعالات پیچیده خاک، گیاه و باکتری‌ها در خاک‌های شور و سدیمی است.

٥- پیشنهادهای پژوهشی

در انتها علاوه بر شناخت دقیق‌تر (شناسایی افتراقی و فیلوژنتیک سویه‌های بومی شور و قلیاپسند مورد بررسی)، اجرای آزمایش در شرایط طبیعی مزرعه و باغ پیشنهاد می‌گردد تا توان حقیقی این دسته از باکتری‌ها در شرایط واقعی آشکار گردد. بعلاوه جهت تعیین حداکثر توان این باکتری‌ها در تعدیل تنش شوری و قلیائیت خاک و افزایش فراهمی عناصرغذایی، تکرار پژوهش با مقادیر بالاتری از قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و SAR خاک پیشنهاد می‌گردد.

تضاد و تعارض منافع- نویسندگان هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با اثر منتشرشده است رد می‌نمایند.

منابع

ارزانش، م.ح.، بنی عقیل ، ن.، قربانلی ،م. و م. شهبازی (۱۳۹۱). تاثیر باکتری های محرک رشد گیاه بر پارامترهای رشدی و غلظت عناصر کم مصرف در دو رقم کلزا تحت تنش شوری. مدیریت خاک و تولید پایدار. ۲(۲)، ۱۵۳-۱۶۳.

اسکندری تربقان، م. (۱۳۹۶). جداسازی و کارایی باکتری‌های شوروقلیاپسند موثر در کاهش تنش شوری در گندم. رساله دکتری بیولوژی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد.

اسکندری تربقان، م.، لکزیان، ا.، آستارایی ، ع.، فتوت، ا. و ح. بشارتی. (۱۳۹۶). مقایسه کمی تولید آمونیاک و تری‌ایندول استیک اسید در جدایه‌های باکتریایی شور، قلیا و شور و قلیاپسند خاک. زیست‌شناسی جانوری تجربی. ۶(۱)، ۴۱-۵۸.

امامی ع. (۱۳۷۵). روش تجزیه گیاه. انتشارات موسسه تحقیقات تجزیه خاک وآب. نشریه۹۸۲.

اورعی، م.، طباطبایی، س.ج.، فلاحی، ا. و ع. ایمانی.(۱۳۸۸). اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام(*Prunus dulcis* Miller.). نشریه: علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۲)،۱۳۱-۱۴۰.

آستارایی،ع. ر. و ع. ر. فرید حسینی. (۱۳۹۱). کودهای بیولوژیک. فن آوری، بازاریابی و کاربرد. انتشارات نشر مشهد. ۲۲۳ صفحه.

جهانبازی گوجانی، ح.، حسینی نصر ،س. م.، ثاقب طالبی، خ. و س. م. حجتی(۱۳۹۳). تأثیر تنش شوری بر فاکتورهای رویشی، پرولین، رنگیزه¬های گیاهی و جذب عناصر در اندام هوایی چهار گونه بادام وحشی. مجله پژوهش¬های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۷(۵)، ۷۷۷-۷۸۷.

حیدری، م.، نادیان، ح.، بخشنده،ع.، عالمی سعید،خ.، و ق. فتحی(۱۳۸۶). بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم کننده‌های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم آب و خاک . ۱۱ (۴۰)،۲۱۱-۱۹۳.

خاوازی، ک.، اصغرزاده، ا.، اسدی رحمانی، ه.، رجالی، ف.، فلاح نصرت آباد، ع.، بشارتی کلایه، ح.، خسروی، ه. و م. افشاری. (۱۳۹۲). برنامه راهبردی مدیریت بهره برداری پایدار منابع خاک. شناسایی، مدیریت و استفاده از پتانسیل بیولوژیک خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. ۱۲۵ صفحه.

خلیلی طرقبه، غ.ح.، تهرانی فر، ع.، عابدی، ب. و م. اسکندری تربقان. (۱۴۰۰). بهبود برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام با استفاده از باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شور و قلیاپسند در بادامستان‌های خراسان رضوی. پژوهش¬های میوه کاری. ۶(۲)،۶۲-۸۰.

رستمی کیا،ی.، طبری کوچکسرایی،م.، اصغرزاده ،ا. و ا. رحمانی. (۱۳۹۶). اثر باکتری‌های محرک رشد بر صفات رویشی و عناصر تغذیه‌ای نونهال‌های فندق (*Corylus avellana*) در نهالستان فندقلوی اردبیل. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۵(۱)((۶۷))،۱۱۶-۱۲۶.

رسولی صدقیانی، م.ح.، خاوازی، ک. و م. ج. ملکوتی. (۱۳۸۴). باکتری¬های تولید کننده سیدروفور و امکان تامین آهن و روی موردنیاز گیاهان. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب.

رشیدی، ز.، زشکپور، پ. و ه. خارستانی.(۱۳۹۲). دستورالعمل تهیه کودهای زیستی. تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی (تاک). ۱۹۰ صفحه.

رنجبر، غ.ح. و ه. پیرسته انوشه. (۱۳۹۴). نگاهی به تحقیقات شوری در ایران با تاکید بر بهبود تولید گیاهان زراعی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۲)،۱۷۸-۱۶۵.

سقفی، د.، علیخانی، ح. و ب. متشرع زاد. (۱۳۹۲). اثر باکتری های ریزوبیومی محرک رشد گیاه بر بهبود شرایط تغذیه ای کلزا (*Brassica napus* L.) تحت تنش شوری. دانش آب و خاک. ۲۳(۴)، ۱۵۹-۱۷۵.

گنجی مقدم ا. و م. زمان¬پور. (۱۴۰۰). راهنمای پایه‌های درختان میوه هسته‌دار (هلو، زردآلو، گیلاس و آلو). نشرآموزش و ترویج کشاورزی. ۱۷۴ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و م. غیبی. (۱۳۷۶). تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی. ۶۰ صفحه.

منطقی، ن. (۱۳۴۷). شرح کامل روش‌های تجزیه بر روی نمونه¬های خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۱۶۸. صفحه ۹۸- ۱۱۶.

مومن پور، ع.، بخشی. د.، ایمانی،ع. و ح. رضایی. (۱۳۹۴a). اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در رقم های بادام 'شاهرود ۱۲'، 'تونو' و ژنوتیپ '۱۶-۱' پیوندشده روی پایه GF۶۷۷. نشریه: به زراعی کشاورزی (مجله کشاورزی پردیس ابوریحان). ۱۷(۱)،۱۹۷-۲۱۶.

مومن پور، ع.، بخشی. د.، ایمانی،ع. و ح. رضایی.(۱۳۹۴b). اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی از ژنوتیپ های انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF۶۷۷. فن آوری تولیدات گیاهی (پژوهش کشاورزی). ۱۵(۲)،۱۳۷-۱۵۲.

Ashraf, M., & O›Leary, J. (1994). Does Pattern of Ion Accumulation Vary in Alfalfa at Different Growth Stages? *Journal of Plant Nutrition*. (17), 1443-61

Astaraei, A.R., & Chauhan, RPS. (1992). Effect of Ca: Mg Ratio on Soil Sodicity at Different Levels of Sodium Adsorption Ratio and Electrolyte Concentration. *Australian Journal of Soil Research*. (30), 751-60.

Bashan, Y., & Holguin, G. (1989). *Azospirillum* Plant Relationships-Environmental and Physiological Advances. *Canadian Journal of Microbiology*. (43), 103-121.

Caesar, A.J., & Burr, T.J. (1978). Growth Promoting of Apple Seedlings and Rootstocks by Specific Strains of Bacteria. *Ecology and Epidemiology*. 77(11), 1583-1588.

El-Fouly, M., Mobarak, Z.M., & Salama, Z.A. (2001). Micronutrient Spray as a Tool to Increase Tolerance of Faba Bean and Wheat Plants to Salinity. Proc. of XIV Intl. Plant Nutrition Colloquium, 28 July- 4 Aug., 2001, Hanover, Germany, pp. 422-423.

Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Donmez, M.F., Turan, M., & Gunes, A. (2010). Effects of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) on Yield, Growth and Nutrient Contents of Organically Grown Strawberry. *Scientia Horticulturae*. (124), 62-66.

Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L., & Viegas, R. (2008). Changes in Physiological Indicators Associated with Salt Tolerance in Two Contrasting Cashew Rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 20(1), 51-59.

Gharbi Hajji, H., & Sanaa, M. (2014). Enhancment of Nutrient Uptake in Peach Rootstock with *Arebescular Mycorrizal* Fungi and Plant Growth Promoting Rhizo-bacteria Inoculation in Nursery. Fifth International Scientific Agricultural Symposium. *Agrosym*. 2014. 10.7251/AGSY1404318G.

Glickmann, E., & Dessaux, Y. (1995). A Critical Examination of the Specificity of the Salkowski Re-

agent for Indolic Compound Produced by Phytopathogenic Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. (61), 793–796.

Hamdia, M.A., Shaddad, M.A.K., & Doaa, M.M. (2004). Mechanisms of Salt Tolerance and Interactive Effects of *Azospirillum brasilense* Inoculation on Maize Cultivars Grown under Salt Stress Conditions. *Plant Growth Regulators*. (44), 165– 174.

Han, H.S., & Lee, K.D. (2005). Physiological Responses of Soybean- Inoculation of Bradyrhizobium japonicum with PGPR in Saline Soil Conditions. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*. (1), 216-221.

Hartman, A. (1988). Ecophysiological Aspects of Ggrowth and Nitrogen Fixation in *Azospirillum* spp. *Plant and Soil*. (110), 225-238.

Horikoshi, K. (1999). Alkaliphiles: Some Applications of Their Products for Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews.* (63), 735-750.

Horikoshi, K. (2006). Alkaliphiles-Genetic Properties and Applications of Enzymes. Japan. Springer.

Jindal, V., Atmal, A., Seckhon, B.S. & Sing, R. (1993). Effect of *Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae* on Metabolism of Moong Plant under NaCl Salinity. *Plant Physiology and Biochemistry*. (31), 475-481.

Jones, B., Brian, E., Gravin, J., & 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).

Karlidag, H., Esitken, A., Yildirim, E., Figen Donmez, M., & Turan, M. (2011). Permeability and Ionic Composition of Strawberry under Saline Conditions. *Journal of Plant Nutrition*. (34), 34-45.

Khosravi, H., Samar, S.M., FaIIahi, E., Davoodi, H., & Shahabian, M. (2009). InocuIation of˙Golden Delicious`Apple Trees on M9 Rootstock with *Azotobacter* Improves Nutrient Uptake and Growth Indices. *Journal of Plant Nutrition*. (32),946-953.

Maeda, M., & Taga, N. (1980). Alkalotolerant and Alkalophilic Bacteria in Seawater. *Marine Ecology Progress Serries*. (2),105-108.

Moradi, A., Tahmourespour, A., Hoodaji, M., & Khorsandi, F. (2011). Effect of salinity on free living - diazotroph and total bacterial populations of two saline soils. *African Journal of Microbiology Research.* 5(2):144-148.

Mulder, D. (1954). Les Elements Mineurs en Culture Fruitiere. GN15 Conveo Nazionale Fruitticoltura, 118–98. French Montana de Saint Vincent.

Nadeem, S.M., Zahir, Z.A., Naveed, M., & Arshad, M. (2007). Preliminary Investigations on Inducing Salt Tolerance in Maize through Inoculation with Rhizobacteria Containing ACC deaminase

Activity. *Canadian Journal of Microbiology*. (53), 1141-1149.

Oren et al.1991. in Ventosa A., & Nieto, J.J. (1995). Biotechnological Application and Potentialities of Halophilic Microorganisms. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. (11), 85-94.

Rayan, J.R., Estefan, G., & Rashid, A. (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. (2nd edition). ICARDA. Syria.

Richards, L.A. (1954). DiaGN15isis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook No. 60. Washington.

Rontein, D., Basset, G., & Hanson, A.D. (2002). Metabolic Engineering of Osmoprotectant Accumulation in Plants. *Metabolic Engineering*. (4), 49–56.

Sahay, H., Mahfooz, S., Singh, A.K., Singh, S., Kaushik, R., Saxena, A.K., & 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., & Samiyappan, R. (2007). ACC deaminase from Pseudomonas fluorescens Mediated Saline Resistance in Groundnut (*Arachishypogea*) Plants. *Journal of Applied Microbiology*. (102), 1283-1292.

Shaharoona, B., Jamro, G.M., Zahir, Z.A., Arshad, M. & Memon, K.S. (2007). Effectiveness of Various Pseudomonas spp. and *Burkhaldaria caryophylli* Containing ACC-deaminase for Improving Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Microbiology and Biotechnology*. (17), 1300–1307.

Shenker, M., Hader, Y., & Chen, Y. (1999). "Kinetics of Iron Complexing and Exchange in solutions by Rhizoferrin a Fungal Siderophore,". *Soil Science Society of America Journal* (63), 1681-1687.

Siddikee, M.A., Chauhan, P.S., Anandham, R., Gwang-Hyun, H., & Tongmin, S.A. (2010). Isolation, Characterization, and Use for Plant Growth Promotion under Salt Stress, of ACC Deaminase-Producing Halotolerant Bacteria Derived from Coastal Soil. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 20(11), 1577–1584.

Singh, S.P., Purohit, M.K., Raval, V.H., Pandey, S., Akbari, V.G. & Rawal, C.M. (2010). Capturing the potential of Haloalkaliphilic bacteria from the saline habitats through culture dependent and metagenomic approaches. Curent Reasearch, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. A. Mendez-Vilas (Ed.). pp:81-87.

Sperber, J. I. (1958). The incidence of apatite – solubilizing organisms in the rhizosphere and soil. *Australian Journal of Agricultural Research*. 9, 778.

Suliasih, S., & Widawaiti, R.I. (2005). Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing and Nitrogen Fixing Bacteria from Soil in Wamena Biological Garden, Jayawijaya, and Papua. Bio-

diversitas. 6(5), 137-153.

Tabatabaei, S.J. (2007). Salinity Stress and Olive: An overview. Plant Stress Global Science Books 1(1), 105-112.

Tao, G., Tian, S., Cai, M., & Xie, G. (2008). Phosphate Solubilizing and Mineralizing Abilities of Bacteria Isolated from Soils. *Pedosphere*. (18), 515-523.

Uygur, V., & Yetisir, H. (2006). Phosphorous Uptake of Gourds Species and Watermelon under Different Salt Stress. *Journal of Agronomy*. 5(3),466-470.

Venkateswarlu, B., & Shanker, A.K. (2009). Climate Change and Agriculture, Adaptation and Mitigation Strategies. *Indian Journal of Agronomy*. (54), 226–230.

Ventosa, A., Mellado, E., Sanchez, C., & Marquez, M. (2004). Halophilic and Halotolerant Micro Organism from Soils. *Microbiology of Extreme Soils*. (13), 87-15.

Ventosa, A., Nieto, J.J., & Oren, A. (1998). Biology of Moderately Halophilic Aerobic Bacteria. Microbiology and Molecular Biology Reviews 504-544.

Wagar, A., Shahroona, B., Zahir, A., & Arshad, M. (2004). Inoculation with ACC-deaminase Containing Rhizobacteria for Improvming Growth and Yield of Wheat. *Pakistan Journal of Agriculture.* (41), 119-124.

Yang J, Kloepper JW, & Ryu CM, (2009). Rhizosphere Bacteria Help Plants Tolerate Abiotic Stress. *Trends in Plant Science*. (14), 1-4.

Yehuda, Z., Shenker, M., Romheld, V., Marschner, H., Hadar, Y., & Chen, Y. (1996). The Role of Ligand Exchange in the Uptake of Iron from Microbial Siderophores by Gramineous Plants. *Plant Physiology*. (112), 1273-1280.

Yildirim, B., Yasar, F., Terzioglu, O., Tamkoc, A., & TurkOzu, D. (2008). Effect of Salinity Stress on Nutrient Ccomposition of Field Pea Genotypes (*Pisum sativum*. sp. Arvense L.). *Journal of Animal and Veterinary Advances*. (7), 944-948.

Zaied, K.A., Abd, H., Afify, A.H., Aida, H., & Nassef, M. A. (2003). Yield and Nitrogen Assimilation of Winter Wheat Inoculated with New Recombinant Inoculants of Rhizobacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* (6), 344-358.