تأثیر باکتری‌های مقاوم به تنش بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی دانهال‌های پسته

مژده خلیل پور*[۱]، وحید مظفری[۲]، احمد تاج‌آبادی‌پور[۲]، پیمان عباس‌زاده دهجی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

*نویسنده مسئول:m.khalilpour10641@gmail.com

چکیده

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR) می توانند اثرات مضر تنش شوری و خشکی گیاهان را کاهش دهند و رشد و تغذیه آن‌ها را از طریق مکانیسم‌های مختلف تسهیل کنند. به‌منظور بررسی نقش باکتری‌های محرک رشد گیاه بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی دانهال‌های پسته، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح باکتری (B0 (شاهد)، B1 (*Staphylococcus sciuri*)، B2 (*Zobellella denitrificans*) و B3 (*Arthrobacter endophyticus*))، سه سطح شوری (صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک) و سه دور آبیاری (دور آبیاری ۲ روز به‌عنوان شاهد، ۴ و ۶ روز در میان) بودند. نتایج نشان داد که تنش‌های شوری و خشکی، غلظت کلروفیل a و کلروفیل b را کاهش و غلظت پرولین، مالون‌دی‌آلدئید و کلسیم اندام هوایی را افزایش دادند. همچنین در بالاترین سطوح شوری و خشکی، تلقیح با باکتری‌های محرک رشد بومی مقاوم به تنش، موجب افزایش پارامترهای فیزیولوژیکی دانهال‌های پسته شد. لذا با توجه به نتایج این تحقیق، می‌توان از جدایه‌های برتر در جهت افزایش مقاومت نهال‌ها و درختان پسته به شرایط تنش شوری و بهبود رشد و عملکرد آن‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی : باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه، پسته، خشکی، شوری

مقدمه

پسته به‌عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی در بین تولیدات کشاورزی دارد و بخش عمده‌ای از صادرات غیرنفتی را تشکیل می‌دهد. سازگاری این محصول با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک، مقاومت به خشکی و کم‌آبی، سبب گردیده تا جایگاه ویژه‌ای در مناطقی که دارای شرایط نامناسب کشت برای سایر محصولات هستند پیدا نماید. شوری خاک و آب از طریق کاهش آب قابل استفاده در خاک، کاهش جذب و ایجاد اختلال در تعادل عناصر غذایی، افزایش سمیت برخی از یون‌ها و کاهش فعالیت برخی از عناصر غذایی ضروری، عملکرد بسیاری از گیاهان را محدود می‌کند (Azarmi *et al*., 2019). خشکی به‌عنوان مهم‌ترین تنش غیرزیستی، تولید محصولات کشاورزی و عملکرد پایدار را تهدید می‌کند، چراکه کم‌آبی تقریبا تمامی مراحل رشد و فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Trabelsi *et al*., 2019). در میان میکروارگانیسم‌های ریزوسفری، باکتری‌ها به‌دلیل سرعت رشد سریع و توانایی استفاده از منابع مختلف کربن و نیتروژن، جمعیت بیشتری در ریزوسفر دارند. باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR) در مکانیسم‌های مستقیم از طریق تثبیت نیتروژن و انحلال فسفات‌های نامحلول آلی و غیرآلی، ترشح هورمون‌هایی مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین و تامین آهن از طریق تولید سیدروفورها به‌طور مستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند. در شرایط تنش تقریبا در تمامی گیاهان، در اثر افزایش ACC (پیش‌ماده سنتز اتیلن) سنتز هورمون اتیلن به‌صورت ترشحات ریشه‌ای افزایش می‌یابد (تنش اتیلن) که منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در رشد و توسعه گیاه شده و اگر میزان آن تنظیم نشود می‌تواند منجر به مرگ گیاه شود. در این راستا برخی از باکتری‌های محرک رشد دارای توان تولید آنزیم ACC -دآمیناز یک نقش محوری در کاهش مقدار اتیلن افزایش یافته‌ی گیاه در شرایط تنش دارند. یکی از مکانیسم‌های اصلی این باکتری‌ها تجزیه ACC به ammonia و a-ketobutyrate توسط آنزیم ACC-دآمیناز می‌باشد (Gupta and Pandey *et al*., 2019). کارایی PGPRها تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی مانند اقلیم، شرایط آب و هوایی، خصوصیات خاک و برهمکنش با سایر میکروارگانیسم‌های بومی خاک است (Siddikee *et al*., 2011). همچنین، PGPRهای بومی مقاوم به تنش به‌دلیل سازگاری با محیط خود در مقایسه با

PGPRهای جدا شده از خاک‌های مناطق دیگر می‌توانند توانایی بالاتری در تحمل تنش‌ها داشته باشند (Kumar *et al*., 2017). با توجه به اهمیت اقتصادی پسته در کشور لازم است تا تحقیقات گسترده، کاربردی و اقتصادی برای کاهش اثرات تنش و افزایش عملکرد پسته صورت گیرد. اغلب مناطق پسته‌کاری ایران در نواحی شور و خشک واقع شده اند، بنابراین معرفی باکتری‌های بومی محرک رشد سازگار با درختان پسته بسیار مهم است. هدف از این مطالعه بررسی باکتری‌های محرک رشد بومی مقاوم به تنش بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیک دانهال‌های پسته در شرایط توامان شوری و خشکی می‌باشد.

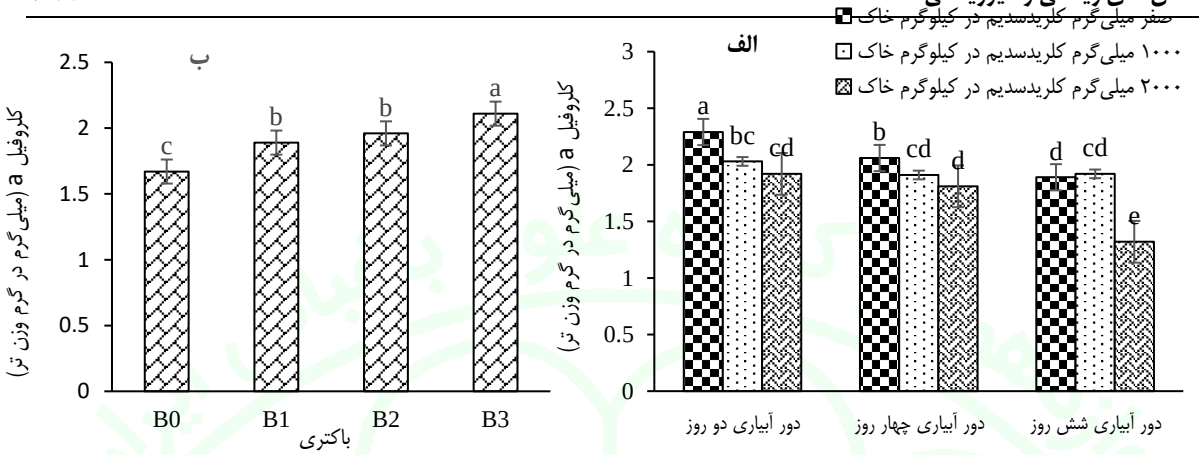
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر سه جدایه باکتری محرک رشد مقاوم به شوری و خشکی (*Staphylococcus sciuri* (B1)، *Zobellella denitrificans* (B2) و *Arthrobacter endophyticus* (B3)) بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی دانهال‌های پسته در شرایط شور و خشک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح باکتری (شاهد(B0)، B1، B2 و B3)، سه سطح شوری (صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک) و سه سطح خشکی (دور آبیاری ۲ روز به‌عنوان شاهد، ۴ و ۶ روز در میان) بودند. مقدار ۴ کیلوگرم خاک با شوری پایین داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته و عناصر غذایی مختلف براساس آزمون خاک و قبل از کشت به گلدان‌ها اضافه شد. ابتدا در هر گلدان ۸ عدد بذر جوانه‌دار شده پسته (رقم بادامی ریز زرند) در عمق سه سانتی‌متری قرار داده شد و هر بذر با ۱ میلی‌لیتر سوسپانسیون آماده شده باکتری با جمعیت 10^8 سلول در میلی‌لیتر تلقیح شد. ۴ هفته پس از کشت، تعداد دانهال‌ها در هر گلدان به ۵ عدد کاهش داده شده. ۸ هفته پس از کشت تیمار شوری در سه نوبت و همراه آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. یک هفته پس از اعمال تیمارهای شوری، تیمارهای مختلف خشکی در سه دور آبیاری مختلف از طریق وزن کردن گلدان‌ها و رساندن به حد ظرفیت زراعی با آب مقطر تا پایان آزمایش (هفته بیست و هشتم) صورت گرفت. در این پژوهش غلظت کلروفیل‌های a و b ، مالون‌دی‌آلدئید و پرولین پس از آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق با روش‌های آزمایشگاهی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های مربوطه قرائت شد. همچنین غلظت کسیم اندام هوایی به‌روش تیتراسیون انجام شد. تجزیه واریانس تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. همچنین داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار به‌صورت جداول و نمودارها با استفاده از برنامه‌های Excel و Word ارائه گردید.

نتایج و بحث

کلروفیل a

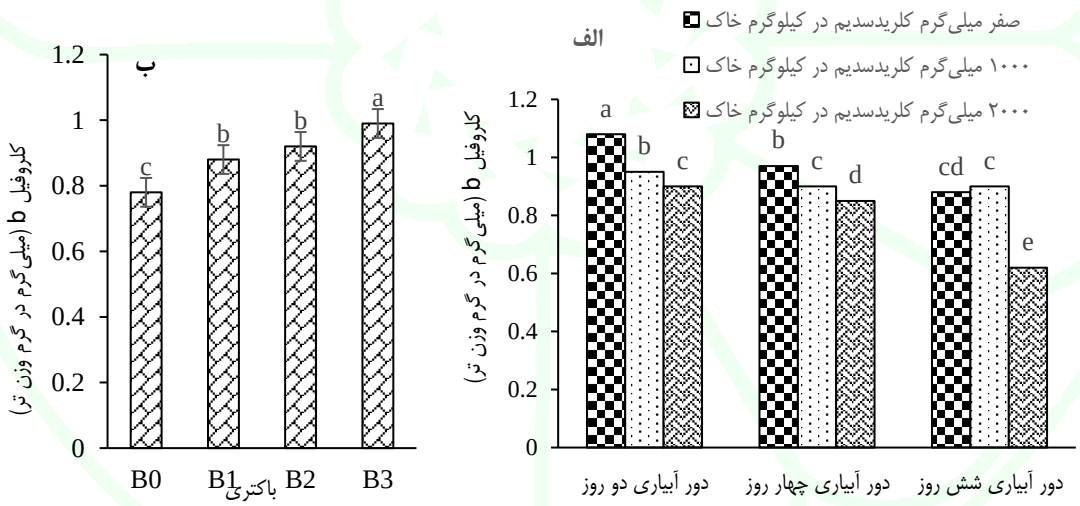
با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱- الف)، در سطح اول تنش شوری (مصرف ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک)، با افزایش تنش خشکی کاهش معنی‌داری در غلظت کلروفیل a مشاهده نشد. لیکن، در سطح دوم تنش شوری (اعمال ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک)، با افزایش دور آبیاری به ۶ روز، غلظت کلروفیل a نسبت به شاهد ۳۱ درصد کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد، با تلقیح دانهال‌های پسته با جدایه‌های B1 و B2 کلروفیل a به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بالاترین میزان کلروفیل a با میانگین ۲/۱۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر با کاربرد باکتری B3 به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۶ درصد افزایش داشت (شکل ۱- ب).



شکل ۱- برهم‌کنش شوری و خشکی (الف) و اثر ساده باکتری (ب) بر غلظت کلروفیل a دانهال‌های پسته (B0: عدم کاربرد باکتری، B1: *Staphylococcus sciuri*، B2: *Zobellella denitrificans* و B3: *Arthrobacter endophyticus*).

کلروفیل b

نتایج مربوط به اثر متقابل تیمارهای شوری و خشکی بر غلظت کلروفیل b نشان داد (شکل ۲- الف)، کاربرد توأمان بالاترین سطوح شوری و خشکی (۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم و دور آبیاری ۶ روز)، میزان این رنگیزه فتوسنتزی را ۴۲ درصد نسبت به شاهد (صفر میلی‌گرم کلریدسدیم و دور آبیاری ۲ روز) کاهش داد. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر ساده باکتری نشان داد که با کاربرد باکتری‌های B1، B2 و B3، غلظت کلروفیل b به‌ترتیب ۱۳، ۱۸ و ۲۷ درصد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۲- ب).

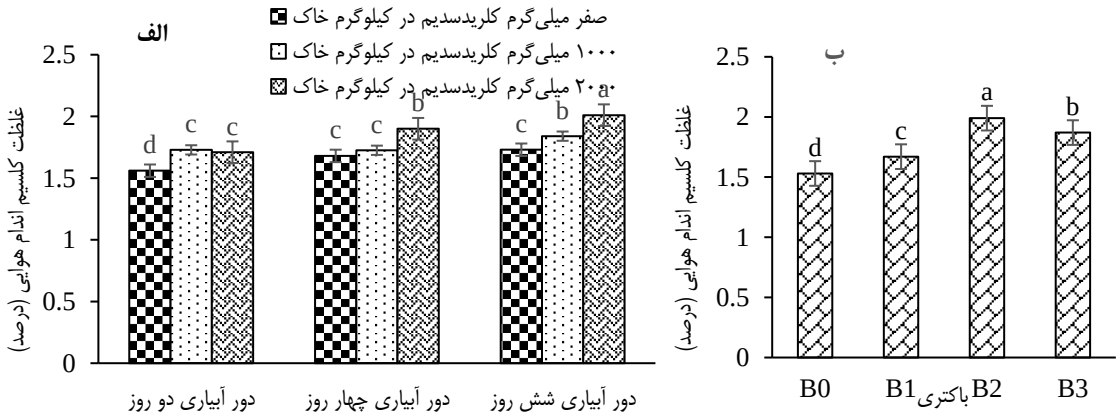


شکل ۲- برهم‌کنش شوری و خشکی (الف) و اثر ساده باکتری (ب) بر غلظت کلروفیل b دانهال‌های پسته (B0: عدم کاربرد باکتری، B1: *Staphylococcus sciuri*، B2: *Zobellella denitrificans* و B3: *Arthrobacter endophyticus*).

کلسیم اندام هوایی

با توجه به نتایج (شکل ۱- الف)، هریک از تیمارهای شوری و دور آبیاری، غلظت کلسیم اندام هوایی را نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین غلظت کلسیم اندام هوایی (۲/۰۱ درصد) با مصرف توأمان ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک و تیمار ۶ روز آبیاری به‌دست آمد که نسبت به شاهد (عدم مصرف شوری و خشکی) ۳۰ درصد افزایش داشت. همچنین نتایج نشان داد، تلقیح

دانهال‌های پسته با جدایه‌های B2 و B3، غلظت کلسیم اندام هوایی را به‌ترتیب ۳۰ و ۲۲ درصد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد.



شکل ۳- برهم‌کنش شوری و خشکی (الف) و اثر ساده باکتری (ب) بر غلظت کلسیم اندام هوایی دانهال‌های پسته (B0: عدم کاربرد باکتری، B1: *Staphylococcus sciuri*، B2: *Zobellella denitrificans* و B3: *Arthrobacter*)

پرولین

با توجه به نتایج (جدول ۱)، در شرایط عدم کاربرد باکتری، با افزایش شوری به ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، غلظت پرولین برگ دانهال‌های پسته ۸۱ درصد افزایش یافت. همچنین با افزایش دور آبیاری غلظت پرولین برگ افزایش یافت. بیشترین غلظت پرولین برگ، در شرایط عدم کاربرد باکتری، با کاربرد توأمان بالاترین سطوح شوری و خشکی (۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم و دور آبیاری ۶ روز) به‌دست آمد که نسبت به شاهد بیش از سه برابر افزایش داشت. همچنین همان‌طور که مشاهده می‌شود، در بالاترین سطوح شوری و خشکی، تلقیح دانهال‌های پسته با جدایه B1، B2 و B3، غلظت پرولین برگ را به‌ترتیب ۸۳، ۲۴ و ۱۰۵ درصد افزایش داد.

مالون‌دی‌آلدئید

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تیمارهای شوری یا خشکی به‌تنهایی، غلظت مالون‌دی‌آلدئید برگ به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین غلظت مالون‌دی‌آلدئید برگ (۰/۷۸۲ میکرومول در گرم وزن تر) در بالاترین سطح تیمارهای شوری و خشکی به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۶۳ درصد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، لیکن در همین شرایط کاربرد جدایه‌های B1 و B3، میزان این پارامتر را به‌ترتیب ۴۴ و ۷۲ درصد نسبت به شاهد کاهش داد

جدول ۱- مقایسه میانگین برهم‌کنش باکتری‌های محرک رشد، شوری و خشکی بر غلظت پرولین و مالون‌دی‌آلدئید برگ دانهال‌های پسته

جدایه	کلرید سدیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	دور آبیاری (روز)			دور آبیاری (روز)		
		۲	۴	۶	۲	۴	۶
		پرولین (میکرومول در گرم وزن تر)			مالون‌دی‌آلدئید (میکرومول در گرم وزن تر)		
	۰	۱۰/۲۰t	۱۸/۱۶pq	۱۹/۷۶p	۰/۴۸۰no	۰/۶۰۸ghi	۰/۶۴۸ef
B0	۱۰۰۰	۱۶/۷۳qr	۲۰/۰۰op	۲۰/۵۰nop	۰/۶۱۳gh	۰/۶۵۱e	۰/۶۷۷cd
	۲۰۰۰	۱۸/۴۶pq	۲۲/۸۳mno	۳۳/۷۶ghi	۰/۶۵۲de	۰/۶۹۶bc	۰/۷۸۲a
	۰	۱۳/۸۰rs	۲۲/۸۳mno	۲۵/۳۰lm	۰/۳۷۹st	۰/۵۴۰m	۰/۵۶۲klm
B1	۱۰۰۰	۲۴/۹۳lm	۳۳/۵۶ghi	۳۶/۱۰fg	۰/۵۰۳n	۰/۴۹۵n	۰/۴۸۷n
	۲۰۰۰	۳۰/۴۶jk	۴۰/۰۰de	۶۱/۸۰b	۰/۴۹۶n	۰/۴۹۴n	۰/۴۳۸pq
	۰	۱۳/۶۰s	۲۰/۵۰nop	۲۳/۴۳mn	۰/۳۹۴rs	۰/۵۸۶ijk	۰/۶۱۰ghi
B2	۱۰۰۰	۲۴/۴۰m	۲۳/۶۰m	۲۴/۸۰lm	۰/۵۵۲lm	۰/۵۹۲hij	۰/۶۲۳fg
	۲۰۰۰	۳۱/۰۰ij	۲۷/۶۰kl	۴۱/۸۶d	۰/۵۷۴jkl	۰/۶۶۱de	۰/۷۲۱b
	۰	۱۷/۹۶pq	۳۴/۱۳gh	۳۸/۴۰ef	۰/۱۹۶v	۰/۳۲۸u	۰/۳۶۳t
B3	۱۰۰۰	۳۰/۹۳ij	۳۹/۴۰de	۴۱/۰۰de	۰/۳۶۱t	۰/۴۱۶qr	۰/۳۵۹t
	۲۰۰۰	۳۳/۰۳hij	۴۵/۲۳c	۶۹/۵۳a	۰/۴۵۶op	۰/۳۸۲st	۰/۲۱۹v

تنش‌های شوری و خشکی از معضلات جهانی کشاورزی هستند که بر روی رشد، روابط آبی و تغذیه‌ای، جذب عناصر غذایی، فتوسنتز و تعرق گیاهان تاثیرات قابل توجهی می‌گذارند. در پژوهشی گزارش شد، در شرایط تنش خشکی، تلقیح بذری گیاهان ذرت با باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد که دارای توان تولید اگزوپلی‌ساکارید بودند، باعث افزایش محتوای رطوبت خاک، بیوماس گیاه، طول اندام‌هوایی و ریشه، سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، پروتئین، قند و پرولین و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت گردید (Naseem and Bano, 2014). خشکی موجب بروز دامنه وسیعی از تغییرات بیوشیمیاشی و فیزیولوژیکی می‌شود که شروع آن با کاهش پتانسیل اسمزی در سلول همراه است. بسیاری از گیاهان با تجمع ترکیبات آلی نظیر اسیدآمینه پرولین به تنش کم‌آبی پاسخ می‌دهند. گیاهان با تجمع پرولین در سلول‌ها، موجب کاهش پتانسیل اسمزی می‌شوند که این کاهش و به‌دنبال آن حفظ خاصیت جذب آب سلول و حفظ پتانسیل فشاری سبب ادامه مراحل فیزیولوژیکی نظیر باز شدن روزنه‌ها، فتوسنتز، رشد و توسعه سلولی می‌شود. به‌علاوه پرولین در حفاظت از ساختار سلولی در برابر خسارت اکسایشی گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد موثر است. نتایج پژوهشی بر روی پسته نشان داد، با افزایش تنش شوری غلظت پرولین برگ افزایش و غلظت کلروفیل‌های a و b کاهش یافت، لیکن استفاده از باکتری‌های محرک رشد غلظت این پارامترها را افزایش داد (Azarmi *et al*., 2016). در گیاه گندم استفاده از باکتری مقاوم به شوری *Arthrobacter* sp. با توان حل‌کنندگی فسفات در شرایط شور توانست وزن خشک، پرولین، قندهای محلول و درصد عناصر فسفر و پتاسیم را در گیاه افزایش و درصد سدیم را کاهش دهد (Upadhyay *et al*., 2011). نتایج پژوهشی نشان داد که در شرایط تنش شوری کاربرد باکتری *Arthrobacter pascens* با توان حل‌کنندگی فسفات، پارامترهای رویشی و فیزیولوژیکی را در گیاه ذرت افزایش داد (Ullah and Bano, 2015). در پژوهشی گزارش شد، باکتری ریزوسفری مقاوم به شوری *Staphylococcuss ciuri* که در غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ مولار NaCl قادر به تولید آنزیم ACC–دآمیناز بود، در یک آزمایش گلخانه‌ای سبب افزایش تحمل گیاه ذرت به شرایط تنش شوری گردید و استفاده از آن به‌عنوان کود زیستی در آزمایشات مزرعه‌ای برای افزایش رشد و بهره‌وری محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت تنش شوری توصیه شد (Akram *et al*., 2016). در تحقیقی بر روی باکتری‌های اندوفیت نشان داده شد که جدایه‌های *Staphylococcus warneri* و *Arthrobacter nitroguaiacolicus* دارای توان تولید آنزیم ACC–دآمیناز بودند و کاربرد آن‌ها به‌عنوان مایه‌تلقیح زیستی برای افزایش رشد لگوم‌های مختلف توصیه شد (Palaniappan *et al*., 2010).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق، اثرات سوء تنش‌های شوری و خشکی بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند مشخص شد. همچنین با توجه به نتایج، در شرایط تنش‌های شوری و خشکی، تلقیح دانهال‌های پسته با باکتری‌های محرک رشد مقاوم به تنش، از طرق بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی در افزایش مقاومت به تنش مورد تایید قرار گرفت.

منابع

Akram, M. S., Shahid, M., Tariq, M., Azeem, M., Javed, M.T., Saleem, S. and Riaz, S., 2016. Deciphering Staphylococcus sciuri SAT-17 mediated anti-oxidative defense mechanisms and growth modulations in salt stressed maize (*Zea mays* L.). Frontiers in microbiology, 7:867.

Azarmi Atajan, F., Mozafari, V., Abbaszadeh-Dahaji, A. and Hamidpour, M. 2019. Fractionation and Speciation of Manganese in Rhizosphere Soils of Pseudomonas sp. Rhizobacteria Inoculated Pistachio (*Pistacia vera* L.) Seedlings under Salinity Stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50(7): 894-908.

Azarmi, F., Mozafari, V., Abbaszadeh Dahaji, P., Hamidpour, M., 2016. Biochemical, physiological and antioxidant enzymatic activity responses of pistachio seedlings treated with plant growth promoting rhizobacteria and Zn to salinity stress. Acta Physiologiae Plantarum, 38: 21.

Gupta, S. and Pandey, S. 2019. ACC deaminase producing bacteria with multifarious plant growth promoting traits alleviates salinity stress in french bean (*phaseolus vulgaris*) plants. Frontiers in Microbiology, 10, 1506.

Kumar, K., Amaresan, N. and Madhuri, K. 2017. Alleviation of the adverse effect of salinity stress by inoculation of growth promoting Rhizobacteria isolated from hot humid tropical climate. Ecological Engineering, 102: 361-366.

Naseem, H. and Bano, A. 2014. Role of plant growth-promoting rhizobacteria and their exopolysaccharide in drought tolerance of maize. Journal of Plant Interactions, 9:689–701.

Palaniappan, P., Chauhan, P. S., Saravanan, V. S., Anandham, R. and Sa, T. 2010. Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic bacterial isolates from root nodule of *Lespedeza* sp. Biology and Fertility of Soils, 46: 807–816.

Siddikee, M.D.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, 49:427-434.

Trabelsi, L., Gargouri, K., Hassena, A. B., Mbadra, C., Ghrab, M., Ncube, B., Staden, J. V. and Gargouri, R. 2019. Impact of drought and salinity on olive water status and physiological performance in an arid climate. Agricultural Water Management 213: 749–759.

Ullah, S. and Bano, A. 2015. Isolation of plant-growth-promoting rhizobacteria from rhizospheric soil of halophytes and their impact on maize (*Zea mays* L.) under induced soil salinity. Canadian Journal of Microbiology, 61:307–313.

The effect of stress-tolerant PGPR on some physiological parameters of pistachio seedlings

Mojdeh Khalilpour[1]*, Vahid Mozafari[2], Tajabadi Pour[2], Payman Abbaszadeh-Dahaji[3]
[1] Ph.D. student, Department of Soil Sciences, College of Agricultural science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
[2] Associate Prof., Department of Soil Sciences, College of Agricultural science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
[3] Assistant Prof., Department of Soil Sciences, College of Agricultural science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
**Corresponding author: m.khalilpour10641@gmail.com*

Abstract

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) can mitigate the deleterious effects of salinity and drought stresses in plants and facilitate their growth and nutrition through various mechanisms. In order to investigate the role of plant growth promoting bacteria on some physiological characteristics of pistachio seeds, a factorial greenhouse experiment was conducted as a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of four levels of bacteria (B0 (control), B1 (*Staphylococcus sciuri*), B2 (*Zobellella denitrificans*) and B3 (*Arthrobacter endophyticus*)), three salinity levels (0, 1000 and 2000 mg NaCl kg-1 soil), and three irrigation intervals (C: irrigated every two days; D1: four days and D2: six days). The results showed that salinity and drought stress decreased chlorophyll a and chlorophyll b concentrations and increased proline, malondialdehyde and calcium concentrations in shoots. Also, at the highest salinity and drought levels, inoculation with stress-tolerant native PGPR increased the physiological parameters of pistachio seedlings. Therefore, according to the results of this study, it is possible to use the superior isolates to increase pistachio seedlings and trees to salt stress and improving plants growth and yield.

***Keywords*:** drought, pistachio, plant growth promoting rhizobacteria, salinity