مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری

مریم رنجبرکبوترخانی[۱*]، مجید اسمعیلی‌زاده[۲]، حمیدرضا کریمی[۳]، محمدحسین شمشیری[۴]

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲ و ۴- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان

۳ - استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان

آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m_ranjbark2012@yahoo.com

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم در شرایط تنش شوری بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی پسته رقم بادامی ریز زرند آزمایشی بصورت فاکتوریل با سه فاکتور شامل ۲ سطح شوری (۰ و ۹۰ میلی‌مولار)، ۳ سطح سیلیکات پتاسیم (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ۳ سطح سولفات پتاسیم (۰، ۱ و ۲ درصد)، ۱۸ تیمار و سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج حاصل نشان داد که با اعمال تنش شوری میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی (ترکیبات فنلی و گلایسین‌بتائین) افزایش و مجموع پروتئین‌های محلول گیاه کاهش پیدا کرد. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم اثر افزایشی بر میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی و مجموع پروتئین‌های محلول داشت.

کلمات کلیدی: ترکیبات فنلی، سولفات پتاسیم، سیلیکات پتاسیم، گلایسین‌بتائین، مجموع پروتئین‌های محلول

مقدمه

گیاهان در تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری، گرما و غیره با ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی با این تنش‌ها مقابله می‌کنند. مواد تنظیم‌کننده اسمزی بیشتر شامل پرولین، قندها، گلایسین‌بتائین، برخی از یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها هستند. تنظیم اسمزی در گیاهان مکانیسم عمده اجتناب از تنش‌های آبی در محیط‌های شور بوده که به‌واسطه تجمع این متابولیت‌ها حاصل می‌شود (Morgan, 1984). امام و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد سیلیسیم باعث افزایش ترکیبات فنلی در گیاهان برنجی که با سیلیسیم تیمار شده بودند شد. ایشان گزارش کردند که تیمار سیلیسیم باعث افزایش میزان لیگنین، سلولاز و پکتین در مقایسه با گیاهان بدون کاربرد سیلیسیم شد. همچنین افزایش میزان پروتئین کل برگ در اثر اعمال سیلیسیم و پتاسیم در فندق (Zhang *et al*., 2013) تحت تنش شوری گزارش شده است. بنابراین با توجه به شور بودن اکثر مناطق پسته‌کاری این پژوهش به‌منظور مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم روی پسته‌ی رقم بادامی ریز در شرایط تنش شوری انجام شد.

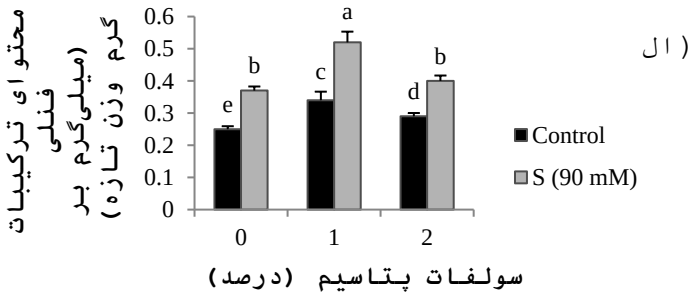
مواد و روش‌ها

این آزمایش بصورت گلخانه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. در این آزمایش از بذر پسته رقم بادامی ریز زرند استفاده گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌اجرا درآمد. فاکتورها شامل ۲ سطح شوری به‌فرم NaCl (۰ و ۹۰ میلی‌مولار)، ۳ سطح سیلیکات پتاسیم (K_2SiO_3 – ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ۳ سطح سولفات پتاسیم (K_2SO_4 – ۰، ۱ و ۲ درصد) با سه تکرار بودند. پس از گذشت حدود یک ماه و نیم از زمان جوانه‌زنی بذور تنش شوری اعمال شد. در این پژوهش محلول‌پاشی با سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم طی دو مرحله انجام شد. مرحله‌ی اول یک هفته قبل از شروع تنش شوری و مرحله‌ی دوم یک هفته بعد از شروع تنش شوری بود. پس از پایان آزمایش یعنی ۴۵ روز پس از محلول‌پاشی دوم نمونه‌گیری از تکرارها جهت اندازه‌گیری تنظیم‌کننده‌های اسمزی (شامل ترکیبات فنلی و گلایسین بتائین) و مجموع پروتئین‌های محلول انجام و سپس بوته‌ها برداشت شدند. اندازه‌گیری ترکیبات فنلی با استفاده از روش اسفندیارگلو و زکر[1] (۲۰۰۲)، گلایسین‌بتائین با روش گریر و گراتان[2] (۱۹۸۳) و مجموع پروتئین‌های محلول با روش برادفورد[3] (۱۹۷۶) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. تجزیه وتحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار کامپیوتری SAS و میانگین‌ها به وسیله آزمون LSD در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم و نتایج تفسیر شدند.

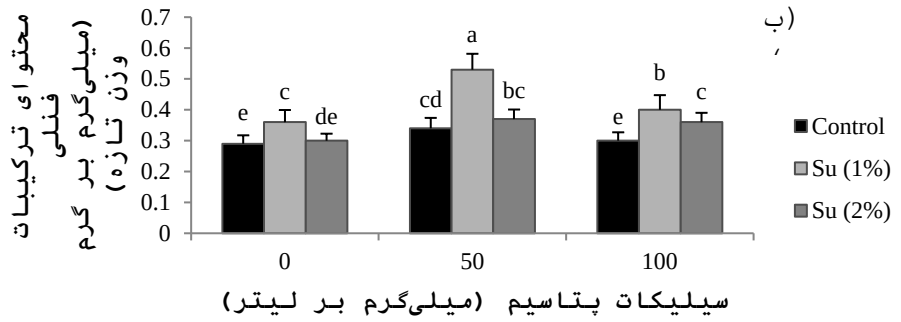
نتایج و بحث

ترکیبات فنلی

نتایج مربوط به مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش شوری باعث افزایش محتوای ترکیبات فنلی برگ شد. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد سولفات پتاسیم در شرایط تنش شوری و غیرتنش باعث افزایش محتوای ترکیبات فنلی برگ گردید و بیشترین محتوای ترکیبات فنلی برگ مربوط به تیمار ۱ درصد سولفات پتاسیم در شرایط تنش شوری بود (شکل ۱ الف). نتایج اثر متقابل سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر محتوای ترکیبات فنلی برگ نشان داد که با افزایش سطوح کاربردی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم محتوای ترکیبات فنلی برگ افزایش پیدا کرد و تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۱ درصد سولفات پتاسیم بیشترین اثر را بر محتوای ترکیبات فنلی برگ داشت (شکل ۱ ب).



[1] Isfendiyaroglu and Zeker
[2] Grire and Grattan
[3] Bradford



شکل ۱: برهمکنش شوری آب آبیاری و سولفات پتاسیم (الف) و سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر محتوای ترکیبات فنلی برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

Control و S (90 mM): به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی مولار

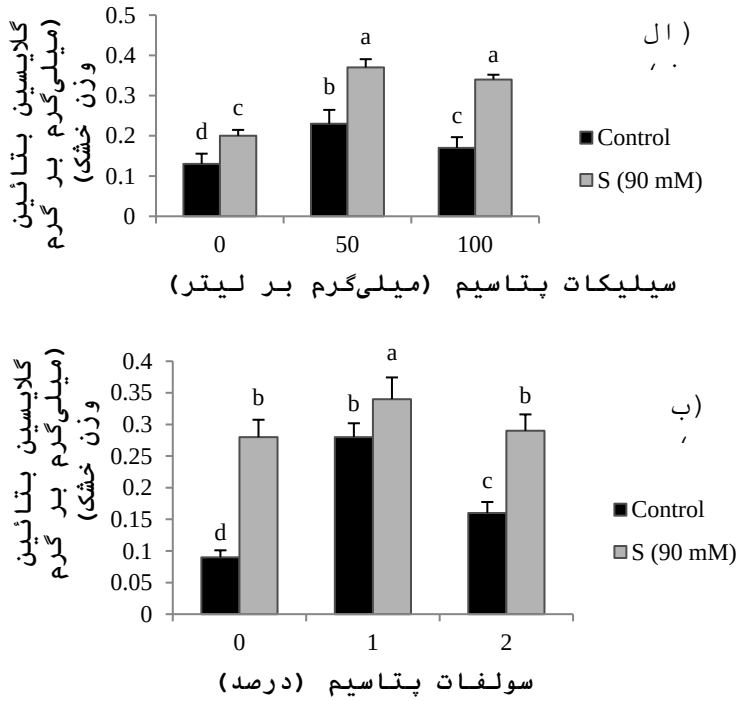
Control، Su (1%) و Su (2%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

گلایسین‌بتائین

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش شوری باعث افزایش محتوای گلایسین‌بتائین برگ دانهال‌های پسته شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم محتوای گلایسین‌بتائین برگ را نیز افزایش دادند و بیشترین محتوای گلایسین‌بتائین برگ مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۱ درصد سولفات پتاسیم بود (شکل ۲ الف و ب).

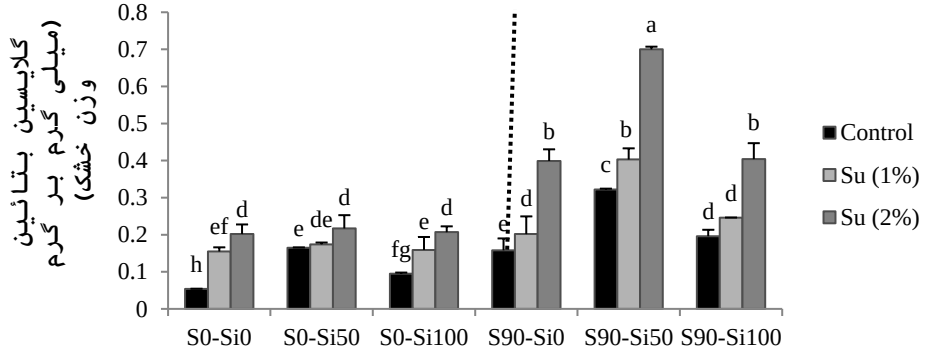
نتایج حاصل از اثر متقابل تیمار شوری، سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر محتوای گلایسین‌بتائین ریشه مشخص نمود که بیشترین محتوای گلایسین‌بتائین در شرایط تنش شوری بود و کاربرد همزمان تیمار سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش محتوای گلایسین‌بتائین ریشه گردید و بیشترین محتوای گلایسین‌بتائین ریشه مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار بود (شکل ۳).



شکل ۲: برهمکنش شوری آب آبیاری و سیلیکات پتاسیم (الف) و شوری آب آبیاری و سولفات پتاسیم (ب) بر میزان گلایسین‌بتائین اندام هوایی دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

Control و S (90 mM): به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی مولار

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ۳: برهمکنش شوری آب آبیاری، سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر میزان گلایسین‌بتائین ریشه دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

S0 و S90: به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

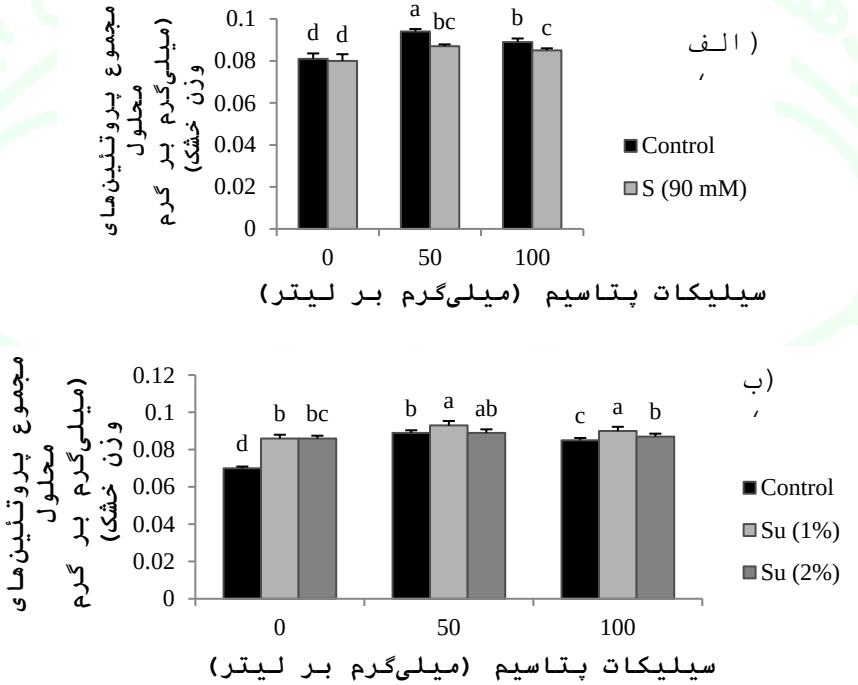
Control، Su (1%) و Su (2%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

Si0، Si50 و Si100: به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

مجموع پروتئین‌های محلول

نتایج این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی تیمار سیلیکات پتاسیم در شرایط تنش شوری و غیرتنش باعث افزایش میزان مجموع پروتئین‌های محلول برگ شد و بیشترین میزان مجموع پروتئین‌های محلول برگ مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم بود (شکل ۴ الف). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد همزمان سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش میزان مجموع پروتئین‌های محلول برگ نسبت به تیمار فاقد کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم گردید و تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۱ درصد سولفات پتاسیم بیشترین میزان مجموع پروتئین‌های محلول برگ را دارا بود (شکل ۴ ب).



شکل ۴: برهمکنش شوری آب آبیاری و سیلیکات پتاسیم (الف) و سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر میزان مجموع پروتئین-های محلول برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

Control و S (90 mM): به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

Control، Su (1%) و Su (2%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

یکی از مکانیسم‌های دفاع غیرآنزیمی برای مقابله با تنش اکسیداتیو القاء شده توسط تنش در گیاهان، تجمع ترکیبات فنلی است. ترکیبات فنلی به‌عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد عمل کرده و سبب مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های اکسیداتیو می‌شوند (Schaller and Kieber, 2002). اینااگا و اکاساکا[1] (۱۹۹۵) نیز گزارش کردند که سنتز لیگنین (ترکیبی از ترکیبات فنلی) در گیاهان بدون سیلیسیم کاهش می‌یابد. اثر سیلیسیم بر افزایش جذب ترکیبات فنلی احتمالاً به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز (Phenylalanine ammonialyase) می‌باشد. آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز شروع کننده‌ی مسیر سنتزی ترکیبات فنلی است و احتمالاً سیلیسیم با افزایش فعالیت این آنزیم باعث افزایش میزان ترکیبات فنلی می‌شود (Cai *et al.*, 2008). اثر مثبت کاربرد پتاسیم بر جذب بیشتر ترکیبات فنلی احتمالاً به دلیل نقش پتاسیم در آنزیم‌های سنتز این ترکیبات است زیرا پتاسیم در

[1] Inanaga and Okasaka

ساخت تعداد بیشماری از آنزیم‌ها نقش دارد و احتمالاً کاربرد پتاسیم باعث افزایش میزان آنزیم‌های سنتز ترکیبات فنلی شده و از این طریق میزان ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد (Marschner, 1995). نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر با نتایج ایناناگا و اکاساکا (۱۹۹۵) و امام و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد.

ترکیبات با وزن مولکولی کم مانند گلایسین‌بتائین در شرایط تنش شوری به میزان زیادی تجمع پیدا می‌یابند. این ترکیبات محلول سازگار، ترجیحاً در سیتوپلاسم انباشته می‌شوند تا اثر اسمزی نامساعد که به وسیله‌ی غلظت‌های زیاد یون‌های غیر آلی، مانند کلر و سدیم که با سوخت و ساز سیتوپلاسمی ناسازگارند، ایجاد می‌شوند را خنثی نمایند. گلایسین‌بتائین آنزیم‌ها را از غیرفعال شدن به‌وسیله‌ی غلظت‌های زیاد سدیم و کلر و غشا را در برابر ناپایداری به‌وسیله این یون‌ها محافظت می‌کند (Marschner, 1995). گزارش شده است که کاربرد سیلیسیم باعث افزایش محتوای آب نسبی برگ و جذب نیتروژن گیاه می‌شود و نیتروژن برای فرایند فتوسنتز و سوخت و ساز گیاه ضروری می‌باشد و همچنین این نیتروژن جذب شده باعث تامین کربن مورد نیاز برای ساخت اسیدهای آمینه مانند پرولین و گلایسین‌بتائین شده و از این طریق سیلیسیم باعث افزایش میزان گلایسین‌بتائین می‌شود (Bredemeier and Mundstock, 2000). پیریرا[1] و همکاران (۲۰۱۳) طی پژوهش خود در مورد اثرات مثبت سیلیسیم بر ویژگی‌های رشدی ارقام فلفل بیان نمودند که کاربرد ۰/۲۵ میکرومولار سیلیسیم باعث افزایش میزان اسمولیت‌های گیاهی از جمله گلایسین‌بتائین در گیاهانی که با سیلیسیم تیمار شده بودند در مقایسه با گیاهان فاقد سیلیسیم شد. در خصوص تاثیر پتاسیم بر سنتز ماکرومولکول‌ها پیشنهاد گردیده که در اوایل دوره رویشی، فعالیت برون‌دهی H^+ و جذب K^+ در غشای سلولی، ممکن است مسئول راه‌اندازی فعالیت سنتز ماکرومولکول‌ها باشد (Cocucci *et al*., 1986). افزایش میزان گلایسین‌بتائین در حضور پتاسیم احتمالاً به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی پتاسیم است که باعث از بین رفتن رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش شوری می‌شود و از این طریق باعث افزایش میزان گلایسین‌بتائین می‌گردد (Cuin and Shabala, 2007). ژانگ[2] و همکارن (۲۰۱۳) گزارش کردند که در شرایط تنش شوری میزان گلایسین‌بتائین در فندق افزایش پیدا کرد و کاربرد پتاسیم نیز باعث افزایش بیشتر میزان گلایسین‌بتائین شد. نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج پیریرا و همکاران (۲۰۱۳) و ژانگ و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد.

پروتئین برگ تحت تنش شوری در نتیجه واکنش با رادیکال‌های آزاد، تغییر اسیدآمینه، افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین، تخریب مکانیسم رونویسی و ترجمه mRNA و نیز تجمع اسیدهای آمینه آزاد از جمله پرولین کاهش می‌یابد (Ranjan *et al*., 2001). افزایش در میزان پروتئین برگ در تیمار سیلیسیم در مقایسه با تیمار شوری بدون سیلیسیم بدلیل سنتز پروتئین‌های جدید، افزایش سطح پروتئین‌های مرتبط با سازگاری و تطابق گیاه به شرایط شوری می‌باشد که می‌توان به آنزیم‌های ضداکسنده (SOD, CAT, APX, POD) اشاره کرد که در تیمار سیلیسیم به میزان زیادی افزایش پیدا می‌کنند (Tale-Ahmad and Haddad, 2011). به خوبی ثابت شده که پتاسیم برای ساختن پروتئین در گیاهان عالی لازم است، احتمال دارد که پتاسیم در چندین مرحله از فرایند ترجمه، مثل چسباندن RNA ناقل به ریبوزوم‌ها دخالت داشته باشد. در گونه‌های سه کربنی بخش عمده پروتئین کلروپلاست، آنزیم ریبولوزبیس‌فسفات‌کربوکسیلاز است، به این ترتیب هنگامی که کمبود پتاسیم وجود دارد در ساخت این آنزیم اختلال ایجاد می‌شود و لذا نسبت به افزودن پتاسیم به سرعت پاسخ می‌دهد (Marschner, 1995). همچنین پتاسیم به‌وسیله افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گونه‌های اکسیژن فعال را خنثی می‌نماید و بنابراین از تجزیه پروتئین‌ها توسط رادیکال‌های اکسیژن جلوگیری می‌کند (Hu and Schmidhalter, 2005). مرشدی و فرح‌بخش (۲۰۱۰) اظهار نمودند که کاربرد پتاسیم بر گندم که در شرایط شوری آب کشت شده است باعث افزایش میزان پروتئین دانه گردید. افزایش میزان پروتئین کل برگ در اثر اعمال سیلیسیم و پتاسیم در گندم (مرشدی و فرح‌بخش، ۲۰۱۰) و فندق (Zhang *et al*., 2013) تحت تنش شوری گزارش شده است که نتایج فوق با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

منابع

[1] Pereira
[2] Zhang

Bradford, M. M. A. 1976. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.

Bredemeier, C. and Mundstock, C. M. 2000. Regulation of nitrogen absorption and assimilation in plants. Journal Master List, 30: 365-372.

Cai, K., Gao, D., Luo, S., Zeng, R., Yang, J. and Zhu, X. 2008. Physiological and cytological mechanisms of silicon-induced resistance in rice against blast disease. Physiologia Plantarum, 134: 324-333.

Cocucci, S. M., Ranieri, A. and Zocchi, G. 1986. Potassium dependent increase in RNA and protein synthesis in the early phase of incubation of the thermo dormant phaceliatan acetifolia seeds. Plant Physiology, 80: 891-894.

Cuin, T. A. and Shabala, S. 2007. Compatible solutes reduce ROS-induced potassium efflux in *Arabidopsis* roots. Plant Cell Environment, 30: 875-885.

Emam, M. M., Khattab, H. E., Helal, N. M. and Deraz, A. E. 2014. Effect of selenium and silicon on yield quality of rice plant grown under drought stress. Australian Journal of Crop Science, 8: 596-605.

Greive C.M. and Grattan S.R. 1983. Rapid assay for determination of water-soluble quaternary amino compounds. Plant Soil, 70: 303-307.

Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168: 541-549.

Inanaga, S. and Okasaka, A. 1995. Calcium and silicon binding compounds in cell walls of rice shoots. Soil Sciences Plant Nutrition, 41: 103-110.

Isfendiyaroglu, M. and Zeker, E. 2002. The relation between phenolic compound and seed dormancy in *Pistacia* spp. In AKB. E. (ed.). 11 Grema Serr Pistachios and Almond. Chieres Optins Mediterraneenes, 56: 232-277.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. Limited London. Second edition, 674.

Morgan, J. M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Annals Review of Plant Physiology, 35: 299-319.

Morshedi, A. and Farahbakhsh, H. 2010. Effects of potassium and zinc on grain protein contents and yield of two wheat genotypes under soil and water salinity and alkalinity stresses. Plant Ecophysiology, 2: 67-72.

Pereira, T. S., Lobato, A. K. S., Tan, D. K. Y., Costa, D. V., Uchoa, E. B., Ferreira, R. N., Pereira, E. S., Avila, F. W., Marques, D. J. and Guedes, E. M. S. 2013. Positive interference of silicon on water relations, nitrogen metabolism, and osmotic adjustment in two pepper (*Capsicum annuum*) cultivars under water deficit. Australian Journal of Crop Science, 7: 1064-1071.

Ranjan, R., Bohra, S. P. and Jeet, A. M. 2001. Book of plant senescence. Jodhpur Agrobios New York, 10: 18-42.

Schaller, G. and Kieber, J. 2002. Ethylene. American Society Plant Biologists, 2: 1-17.

Tale-Ahmad, S. and Haddad, R. 2011. Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. Journal of Genetics and Plant Breeding, 47: 17-27.

Zhang, C., Moutinho-Pereira, J. M., Correia, C., Coutinho, J., Goncalves, A., Guedes, A. and Gomes-Laranjo, J. 2013. Foliar application of Sili-K® increases chestnut (*Castanea spp*.) growth and photosynthesis, simultaneously increasing susceptibility to water deficit. Plant and Soil, 365: 211-225.

Study the effects of silicon and potassium on some physiological parameters of pistachio seedlings cv.Badami E- Riz under salinity stress

M. Ranjbar[1*], M. Esmaeilizadeh[2], H.R. Karimi[3], M.H. Shamshiri[4]
[1] Ph.D. Student, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Plant products, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources
[2,4] Associate Professor, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan
[3] Professor of Horticulture, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan
Corresponding author: m_ranjbark2012@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate the effect foliar application of potassium silicate and potassium sulfate under salinity conditions on some physiological parameters of pistachio seedlings cv. Badami -E-Riz, an experiment was done as factorial with three factors, including: salinity (0, 90 mM), potassium silicate (0, 50 and 100 mgL^{-1}) and potassium sulfate (0, 1 and 2%), 18 treatments and 3 replication in compeletely randomize disigne. The results showed that salinity stress increased osmotic regulators (phenolic compounds and glycine betaine) and reduced total soluble proteins in seedlings. Also the results showed that application of potassium silicate and potassium sulfate increased osmotic regulators content and total soluble proteins.

Keywords: Glycine betaine, Phenolic compounds, Potassium silicate, Potassium sulfate, Total soluble proteins