مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر برخی شاخص‌های رویشی و فعالیت فتوسنتزی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری

مریم رنجبرکبوترخانی[1*]، مجید اسمعیلی‌زاده[2]، حمیدرضا کریمی[3]، محمدحسین شمشیری[4]

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

هدف از این تحقیق ارزیابی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر فعالیت فتوسنتزی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری می‌باشد. بدین منظور 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)، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش شاخص‌های رویشی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و کارتنوئید شد و محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش شاخص‌های رویشی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و کارتنوئید در زمان تنش شوری گردید.

کلمات کلیدی: سولفات پتاسیم، سیلیکات پتاسیم، کارتنوئید، کلروفیل، محلول‌پاشی

مقدمه

یکی از مهم‌ترین اثرات تنش شوری بر گیاهان، تاثیر نامطلوب آن بر شاخص‌های رویشی و فیزیولوژیکی می‌باشد. هنگامی که گیاه در شرایط شور رشد می‌کند، فعالیت فتوسنتری آن کاهش یافته و در نتیجه میزان رشد، سطح برگ و محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد (Viera-Santos, 2004). در پژوهشی بهبودیان و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند که کاهش پتانسیل آب برگ دانهال‌های پسته در نتیجه شوری باعث کاهش فتوسنتز می‌شود. ایشان همچنین بیان داشتند که پسته تا زمانی که پتانسیل آب برگ به ۵- مگاپاسگال می‌رسد قادر به ادامه فتوسنتز می‌باشد. سیلیسیم با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بافت‌های گیاهی را در مقابل سمیت نمک حفظ می‌کند و با افزایش مقدار کلروفیل، سطح برگ، فتوسنتز، رشد و عملکرد گیاه را در شرایط شور افزایش می‌دهد (Kaya *et al.*, 2006). پایوا[1] و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که پتاسیم می‌تواند بر سنتز کارتنوئیدها و لیکوپن در گیاه نقش داشته باشد. بنابراین این پژوهش به منظور مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر فعالیت فتوسنتزی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. در این آزمایش از پایهٔ پسته رقم بادامی ریز زرند استفاده گردید. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌اجرا در آمد. فاکتورها شامل ۲ سطح شوری به‌شکل 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، زمانیکه دانهال‌ها ۱۰ برگی شدند، تیمار شوری اعمال گردید. 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. بعد از گذشت ۴۵

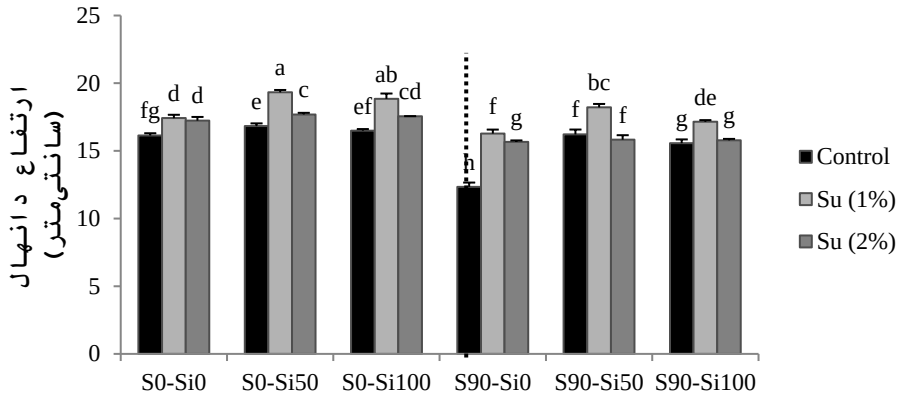
[1] Paiva

روز از محلول‌پاشی دوم گیاهان برای اندازه‌گیری پارامترهای رویشی و فتوسنتزی برداشت شدند. ارتفاع دانهال‌ها با استفاده از خط‌کش، تعداد برگ به صورت شمارشی و سطح برگ با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ (مدل CI202) اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل با استفاده از روش پورا[1] (۲۰۰۲) با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ و عصاره‌گیری با استون و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. همچنین محاسبه کارتنوئیدها براساس روش لیچن‌هالر و ولبورن[2] (۱۹۸۳) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر محاسبه گردید. نتایج و داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار کامپیوتری SAS تجزیه و تحلیل آماری شد 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

ارتفاع دانهال‌ها

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع دانهال‌ها در شرایط غیرتنش شوری بود و شوری آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع شد. کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم اثر مثبتی بر ارتفاع دانهال‌ها در سطح تنش و غیرتنش داشتند به‌طوریکه محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم در سطح تنش شوری باعث افزایش ارتفاع دانهال‌ها نسبت به تیمار بدون کاربرد آنها شد. بیشترین ارتفاع دانهال‌ها مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۱ درصد سولفات پتاسیم در شرایط تنش شوری و غیرتنش بود (شکل ۱).



شکل ۱: برهمکنش شوری آب آبیاری، سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر ارتفاع 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.

تعداد برگ

نتایج مربوط به تاثیر شوری بر تعداد برگ نشان داد که با اعمال تنش شوری تعداد برگ کاهش یافت (شکل ۲ الف). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تعداد برگ تحت تاثیر کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم قرار گرفت و کاربرد تیمارهای

[1] Porra
[2] Lichtenthaler and Welburn

(ا لـف

سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش تعداد برگ نسبت به شاهد (بدون کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم) شدند (شکل ۲ ب).

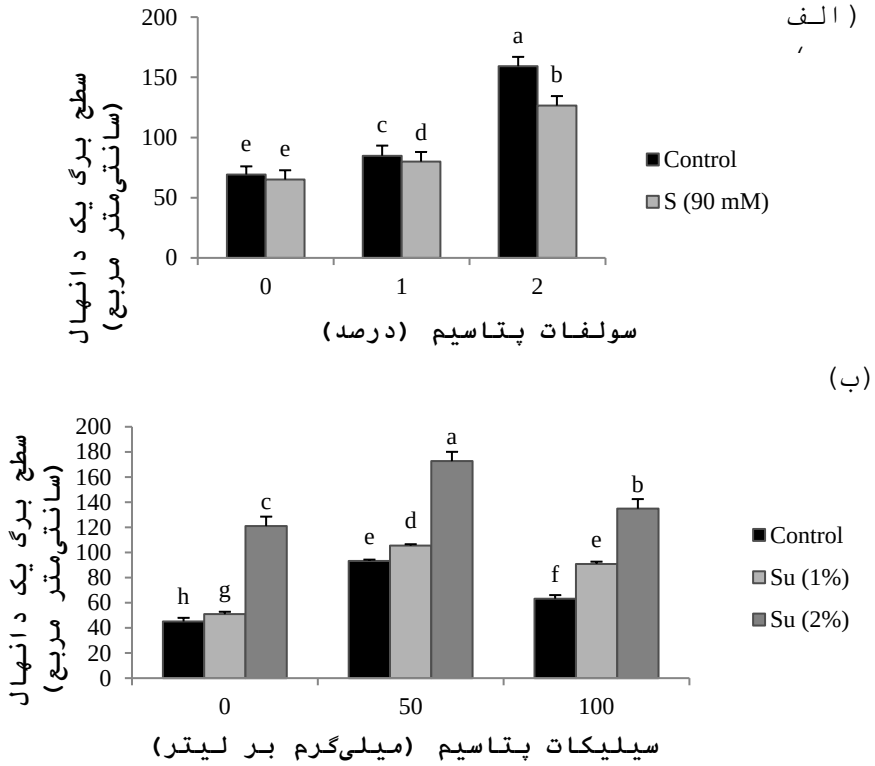
شکل ۲: اثر شوری آب آبیاری (الف) و برهمکنش سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر تعداد برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

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.

سطح برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمار سولفات پتاسیم در هر دو سطح شوری (شوری صفر و ۹۰ میلی‌مولار) باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ گردید و در هر دو سطح شوری تیمار ۲ درصد سولفات پتاسیم بهترین تیمار بود (شکل ۳ الف). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد توام سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم نیز اثر مثبت معنی‌داری بر سطح برگ داشت به‌طوریکه با افزایش سطوح سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم سطح برگ روند افزایشی را نشان داد و بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم بود (شکل ۳ ب).



شکل ۳: برهمکنش شوری آب آبیاری و سولفات پتاسیم (الف) و سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر سطح برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

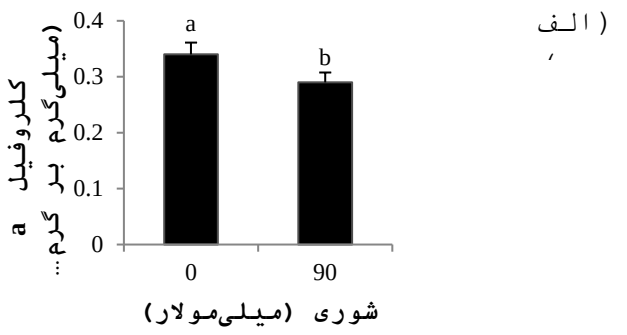
Control و S (90 mM): به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

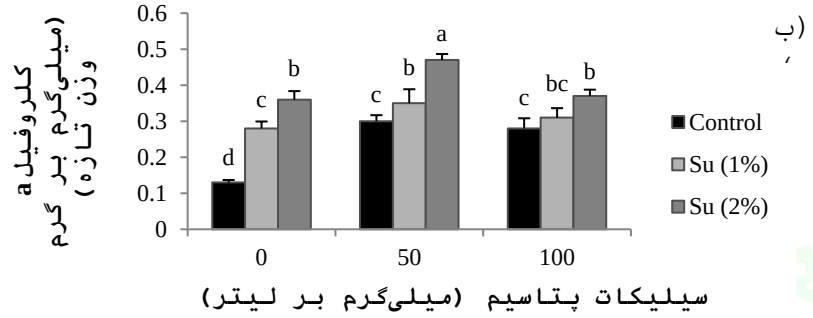
Control، Su (1%) و Su (2%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

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

محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل

نتایج حاکی از آن است که تیمار شوری باعث کاهش محتوای کلروفیل a نسبت به تیمار شاهد گردید (شکل ۴ الف). نتایج اثر متقابل سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر محتوای کلروفیل a نشان داد که کاربرد توام این دو تیمار باعث افزایش محتوای کلروفیل a نسبت به تیمار فاقد کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم شد و محتوای کلروفیل a بهترین وضعیت را در تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم داشت (شکل ۴ ب).



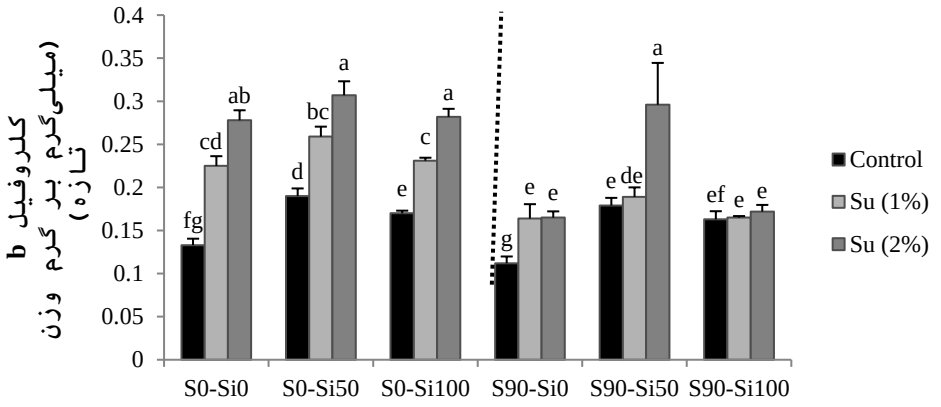


شکل ۴: اثر شوری آب آبیاری (الف) و برهمکنش سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر محتوای کلروفیل a برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

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.

همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار شوری اثر منفی بر محتوای کلروفیل b داشت اما کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث بهبود محتوای کلروفیل b در هر دو شرایط (تنش شوری و غیرتنش) شدند و بیشترین محتوای کلروفیل b در هر دو سطح شوری (شوری صفر و ۹۰ میلی‌مولار) مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم بود. اگرچه در شرایط غیرتنش شوری در سطح ۲ درصد سولفات پتاسیم بین سطوح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵).



شکل ۵: برهمکنش شوری آب آبیاری، سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر محتوای کلروفیل b برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

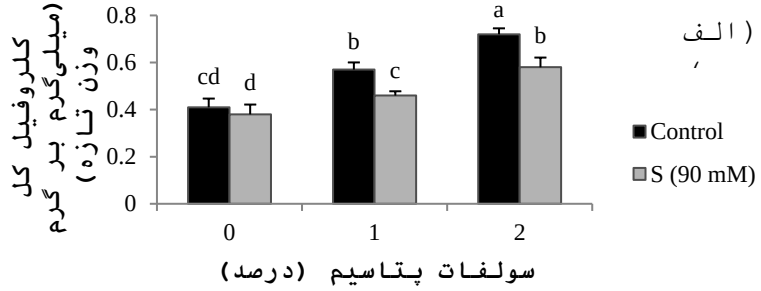
S0 و S90: به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

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

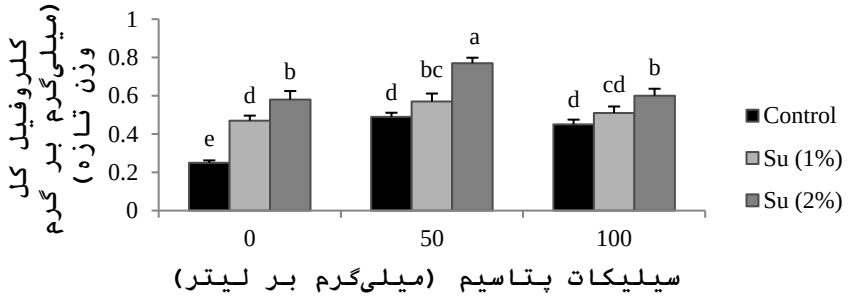
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

برهمکنش شوری و سولفات پتاسیم بر محتوای کلروفیل کل نشان داد که کاربرد تیمار ۲ درصد سولفات پتاسیم محتوای کلروفیل کل را نسبت به تیمار شوری (بدون کاربرد سولفات پتاسیم) و شاهد افزایش داد (شکل ۶ الف). نتایج برهمکنش سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم نشان داد که کاربرد همزمان تیمارهای سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش محتوای کلروفیل کل شدند به‌طوریکه تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم محتوای کلروفیل کل را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۶ ب).



(الف)

(ب)



شکل۶: برهمکنش شوری و سولفات پتاسیم (الف) و سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر محتوای کلروفیل کل برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

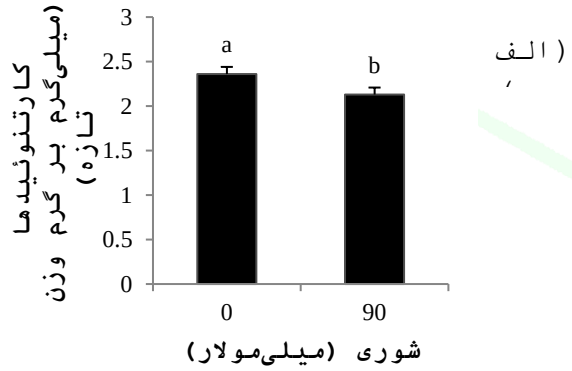
Control و S (90 mM): به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

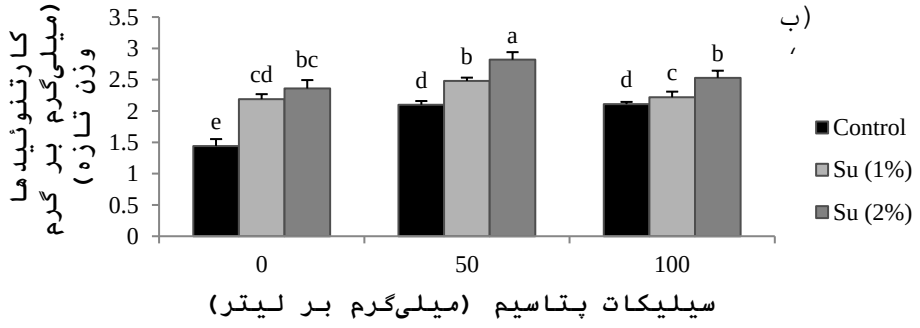
Control، Su (1%) و Su (2%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

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

کارتنوئیدها

اثر تیمار شوری آب آبیاری بر محتوای کارتنوئیدها نشان داد که با اعمال تنش شوری محتوای کارتنوئیدها کاهش پیدا کرد (شکل ۷ الف). همچنین نتایج حاصل از برهمکنش سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم نشان داد که کاربرد همزمان آنها باعث افزایش محتوای کارتنوئیدها نسبت به تیمار بدون کاربرد سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم شد و بیشترین محتوای کارتنوئیدها متعلق به تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم بود (شکل ۷ ب).





شکل ۷: اثر شوری آب آبیاری (الف) و برهمکنش سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر محتوای کارتنوئیدهای برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.
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.

در شرایط تنش شوری کاهش ویژگی‌های رشدی ممکن است به‌دلیل اثرهای منفی پتانسیل اسمزی بالا ناشی از شوری محلول غذایی باشد که در این شرایط سلول‌های ریشه نمی‌توانند آب مورد نیاز گیاه را جذب کنند. بنابراین جذب آب و عناصر غذایی کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش رشد می‌گردد. افزایش شوری خاک باعث می‌شود که سلول‌های برگ به‌طور موقت آب خود را از دست بدهند. در شرایط شوری با گذشت زمان سرعت تقسیم و طویل شدن سلول‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه این تغییرات منجر به کوچک‌تر شدن اندازه نهایی برگ‌ها خواهد شد. همچنین کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر شوری می‌تواند در اثر تغییر در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به ریشه‌ها، کاهش رشد بخش هوایی به‌ویژه برگ‌ها، بسته شدن جزئی یا کلی روزنه‌ها، اثر مستقیم نمک بر فتوسنتز و یا تاثیر بر توازن یونی در گیاهان باشد (Gorai *et al.*, 2010). به‌طور کلی می‌توان گفت وقتی تنش شوری ایجاد می‌شود، کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت ناشی از یون سدیم گیاه را با مشکل مواجه می‌سازد، سیلیسیم درون ریشه گیاه قرار گرفته (Epstein, 1999) و مانع جذب و انتقال سدیم به اندام هوایی می‌شود که این عمل در نتیجه کاهش تعرق گیاه (Yeo *et al.*, 1999) و یا کمپلکس با یون سدیم (Zgu *et al.*, 2004) می‌باشد و نهایتاً سبب بهبود رشد می‌شود (بندانی و عبدل زاده، ۱۳۸۶). تاثیر سیلیسیم بر عملکرد گیاه ممکن است به‌دلیل رسوب آن در پهنای برگ، ضخامت، سفتی، ایستادگی، استحکام برگها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ باشد، که از این طریق توانایی گیاه برای استفاده موثر از نور را بالا می‌برد و باعث افزایش عملکرد گیاه می‌گردد با افزایش میزان پتاسیم، میزان تثبیت دی‌اکسیدکربن به‌دلیل کارکرد مطلوب روزنه‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان فتوسنتز افزایش یافته و بدین ترتیب تولید کربوهیدرات در برگها افزایش می‌یابد و این امر باعث افزایش ویژگی‌های رشدی می‌شود (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۴). مظفری و امیدی (۲۰۱۱) با کاربرد پتاسیم بر پسته رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری اعلام نمودند که افزایش سطوح شوری باعث کاهش ارتفاع و قطر طوقه دانهال‌های پسته گردید اما کاربرد ۱ میلی‌مولار پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع و قطر طوقه گیاه در شرایط شوری شد. کاهش سطح برگ در اثر شوری، یا در نتیجه کاهش تعداد برگ در اثر کاهش مقدار فتوسنتز و یا کاهش اندازه برگ در اثر کاهش فشار تورژسانس است (Rawson *et al.*, 1988). در این پژوهش فتوسنتز گیاه با حضور سیلیسیم افزایش می‌یابد که منجر به افزایش تعداد برگ و افزایش سطح برگ گیاه می‌گردد (Kaya *et al.*, 2006). همچنین آندریولو[1] و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزایش شوری در محلول غذایی باعث کاهش سطح برگ در کاهو شد و تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سیلیسیم باعث افزایش معنی‌داری در سطح برگ نسبت به تیمار بدون سیلیسیم گردید. پتاسیم یک عنصر مهم در تنظیم پتانسیل اسمزی و جذب آب است و در شرایط تنش شوری باعث تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها و افزایش فشار تورژسانس می‌شود و در نهایت باعث بهبود فتوسنتز شده که این امر باعث افزایش سطح برگ می‌شود (Elumalai *et al.*, 2002). در پژوهشی دیگر مظفری (۱۳۸۴) بیان نمود که تنش شوری باعث کاهش سطح برگ پسته شد اما با کاربرد پتاسیم میانگین سطح برگ پسته به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر با نتایج مظفری و امیدی (۲۰۱۱)، کایا و همکاران (۲۰۰۶)، آندریولو و همکاران (۲۰۰۵) و مظفری (۱۳۸۴) مطابقت دارد. فتوسنتز یکی از مهم‌ترین مسیرهای بیوشیمیایی است که توسط آن گیاه مواد غذایی خود را می‌سازد و رشد می‌کند. محتوای کلروفیل در گیاه به‌طور مستقیم با سلامت گیاه در ارتباط می‌باشد (Zarco-Tejada *et al.*, 2000). کارتنوئیدها گروه بزرگی از مولکول‌های ایزوپرنوئیدی هستند که توسط تمامی اندام‌های فتوسنتزی و بسیاری از اندام‌های غیرفتوسنتزی ساخته می‌شوند. (Abdul- Jaleel *et al.*, 2009). کاهش در محتوای کلروفیل تحت تنش شوری می‌تواند به دلایل مختلف باشد که می‌توان به زوال غشا کلروپلاست و تیلاکوئید، کاهش آنزیم‌های خاصی که مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی هستند، افزایش میزان فعالیت آنزیم

[1] Andriolo

کلروفیلاز که تحت شرایط تنش بیان این آنزیم القا می‌شود، ممانعت از بیوسنتز کلروفیل جدید به‌دلیل سنتز بیشتر میزان پرولین، به‌دلیل اینکه گلوتامات که پیش ماده مشترک ساخت کلروفیل و پرولین است کمتر در مسیر سنتز کلروفیل وارد می‌شود، کمبود یون‌های منیزیم و پتاسیم به‌عنوان عناصر اصلی در سنتز کلروفیل، کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و حمله رادیکال‌های آزاد اکسیژن، ناشی از تنش اکسیدکننده و پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل اشاره کرد (Oraei *et al*., 2009; Mane *et al*., 2011). سیلیسیم باعث افزایش فعالیت آنزیم ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز، یون‌های منیزیم و پتاسیم (اورعی و همکاران، ۲۰۰۹) و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شامل سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز می‌شود که این آنزیم‌ها مانع از تنش اکسیداتیو در شرایط تنش شوری شده و در نتیجه میزان کلروفیل و کارتنوئیدها در شرایط تنش شوری افزایش پیدا می‌کند (Tale-Ahmad and Haddad, 2011). گزارش‌ها نشان دادند که با مصرف سیلیسیم، پراکسیدهیدروژن تولید شده در نتیجه شوری کاهش یافته و باعث افزایش کلروفیل و کارتنوئیدهای برگ و فتوسنتز در گیاهان گوجه‌فرنگی رشد یافته در شرایط تنش شوری گردید (Al-Aghabary *et al*., 2004). کومار و کومار[1] (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش مصرف سولفات پتاسیم افزایش در محتوای نسبی کلروفیل دیده شد، همچنین این محققین اعلام داشتند بالا رفتن فعالیت‌های فتوسنتزی ناشی از افزایش محتوای نسبی کلروفیل در برگ‌ها می‌تواند به‌واسطه‌ی نقش پتاسیم در سنتز پیش ماده رنگدانه‌های کلروفیل باشد و افزایش محتوای نسبی کلروفیل در برگ‌ها انتقال انرژی تابشی را به انرژی شیمیایی اولیه در شکل NADPH و ATP داخل کلروپلاست‌ها بهبود می‌بخشد. همچنین پتاسیم از راه فعال‌سازی آنزیم‌های مسیر بیوسنتز کلروفیل و همچنین افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها در حفاظت از تخریب کلروفیل نقش موثری دارد. پال و گوش[2] (۲۰۱۰) ضمن مطالعه دو منبع پتاسیم (کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم) بر گل جعفری گزارش کردند که کاربرد هر دو منبع باعث افزایش میزان کلروفیل و کارتنوئیدها گردید. ایشان بیان داشتند که افزایش کلروفیل و کارتنوئیدها با کاربرد پتاسیم ممکن است ناشی از افزایش جذب نیترات باشد که در سنتز آن‌ها نقش دارد. بایبوردی (۲۰۱۳) با بررسی اثر کاربرد سیلیسیم و پتاسیم در شرایط تنش شوری بر گیاه گندم بیان کرد که با اعمال تنش شوری میزان کلروفیل کاهش پیدا کرد و کاربرد ۴ میلی‌مول بر لیتر سیلیسیم و ۲ میلی‌مول پتاسیم در شرایط تنش شوری باعث افزایش میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ گردید. نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر با نتایج کومار و کومار (۲۰۰۸)، پال و گوش (۲۰۱۰)، طالع احمد و حداد (۲۰۱۱) و بایبوردی (۲۰۱۳) همخوانی دارد.

[1] Kumar and Kumar
[2] Pal and Ghosh

منابع

بندانی، م. و عبدل‌زاده، ا. ۱۳۸۶. اثر تغذیه سیلیسیم در تحمل به شوری گیاه پوکسینلیا دیستنس (*Puccinellia distans*). مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۴ (شماره ۳)، ۱۱۹-۱۱۱.

خلدبرین، ب. و اسلام زاده، ط. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۲۹ ص.

مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Jasim Al-Juburi, H., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigment composition. Agriculture and Biology, 11: 100-105.

Al-Aghabary, K., Zhu, Z. and Shi, Q. H. 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. Journal of Plant Nutrition, 27: 2101-2115.

Andriolo, J. L., Luz, G. L., Witter, M. H., Godoi, R. S., Barros, G. T. and Bortolotto, O. C. 2005. Growth and yield of lettuce plants under salinity. Horticultura Brasileira, 4: 931-934.

Behboudian, M. H., Walker, R. R. and Torokfalvy, E. 1986. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. Scientia Horticultural, 29: 251-261.

Bybordi, A. 2013. Interactive effects of silicon and potassium nitrate in improving salt tolerance of wheat. Journal of Integrative Agriculture Advanced Online Publication, 13: 2095-3119.

Elumalai, R. P., Nagpal, P. and Reed, J. W. 2002. A mutation in the Arabidopsis KT2/KUP2 potassium transporter gene affacts shoot cell expansion. Plant Cell and Environment, 14: 119-131.

Epstein, E. 1999. Silicon. Annuals Review. Plant Physiology, 50: 641-664.

Gorai, M., Ennajeh, M., Khemira, H. and Neffati, M. 2010. Combined effect of NaCl-salinity and hypoxia on growth, photosynthesis, water relations and solute accumulation in Phragmites australis plants. Flora Morphology Distribution Functional Ecology of Plants, 205: 462-470.

Kaya, C., Tuna, L. and Higgs, D. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water stress condition. Journal of Plant Nutrition, 29: 1469-1480.

Kumar, A. R. and Kumar, M. 2008. Studies on the efficacy of sulphate of potash on physiological, yield and quality parameters of Banana cv. Robusta (Cavendish- AAA). Eurasia Journal Biology Science, 2: 102-109.

Lichtenthaler, H. K. and Wellburn, A. R. 1983. Determinations of total carotenoids andchlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591- 592.

Mane, A. V., Deshpande, T. V., Wagh, V. B., Karadge, B. A. and Samant. J. S. 2011. A critical review on physiological changes associated with reference to salinity. International Journal of Enviromental Scinces, 4: 1192-1216.

Mozafari, V. and Omidi, L. 2011. Effects of Potassium and Salinity Application on Morphological and Physiological Parameters of Pistachio Seedling in Perlit. Journal of Water and Soil, 26: 637-647.

Oraei, M., Tabatabaei, S. J., Fallahi, E. and Imani, A. 2009. The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentration of almond (*Prunus dulcis* Mill.). Journal of Horticultural Sciences, 157: 131-140.

Paiva, E. A. S., Sampaioa, R. A. and Martinez, H. E. P. 1998. Composition and quality of tomato fruit cultivated in nutrient solutions containing different calcium concentrations. Journal of Plant Nutrition, 21: 2653-2661.

Pal, P. and Ghosh, P. 2010. Effect of different sources and levels of potassium on growth, flowering and yield of African marigold (*Tajetes erecta* L. CV. Siracole). Journal of Natural Products and Resources, 1: 371-375.

Porra, R. J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneouse quations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynthesis Research, 73: 149-156.
Rawson, H. M., Iong, M. J. and Munns, R. 1988. Growth and development in NaCl treated plants. Journal of Plant Physiology, 15: 519-527.
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.
Viera-Santos, C. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scientia Horticulturae, 103: 93-99.
Yeo, A. R., Flowers, S. A., Rao, G., Welfare, K., Senanayake, N. and Flowers, T. J. 1999. Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions and this is a counted for by a reduction in the transpirational bypass flow. Plant Cell Environment, 22: 559-565.
Zarco-Tejada, P. J., Miller, J. R., Mohammad, G. H., Noland, T. L. and Sampson, P. H. 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. Remote Sensing of Environmental, 74: 596-608.

Study of foliar application effects of silicon and potassium on some vegetative indicators and photosynthetic activity 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 aime of this research was to evaluate the effect foliar application of silisium and potassium on some elements nutrition of pistachio seedlings cv. Badami -E- Riz. In order 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%), in compeletely randomize disigne with 3 replications. The results showed that salinity stress decreased vegetative indicators, photosynthetic pigments and cartonoid. Foliar applications of potassium silicate and potassium sulfate increased vegetative indicators, photosynthetic pigments and cartonoid in salinity stress.

Keywords: Cartonoid, Chlorophyll, Foliar application, Potassium silicate, Potassium sulfate