اثر محلول‌پاشی نانوکود پتاسیم بر میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم در نعناع فلفلی تحت تنش شوری

سمانه فیاضی[۱]*، محمدعلی بهمنیار[۲]، وحید اکبرپور[۳]
[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، موسسه آموزش عالی سنا، ساری
[۲] استاد گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۳] استادیار گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*نویسنده مسئول: samafayyazi@gmail.com

چکیده

مهار رشد گیاهانی که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرند به دلیل اثر اسمزی تنش بر محتوای آب موردنیاز گیاه، کاهش نرخ آسیمیلاسیون خالص، اثرات ویژه یونی و یا عدم تعادل یونی که در نتیجه تداخل در جذب یون‌های ضروری به وجود می‌آید و یا ترکیب هر یک از این موارد اتفاق می‌افتد. یک روش برای کاهش اثرات شوری استفاده از محلول‌پاشی غذایی و یا افزودن این مواد به خاک است تا به‌این‌ترتیب با کاهش اثرات زیان‌بار سدیم و کلر، مقاومت گیاه نسبت به شوری افزایش یابد. به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نانوکود پتاسیم بر میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم در نعناع فلفلی تخت تنش شوری، آزمایشی گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت پذیرفت. محلول‌پاشی نانوکود پتاسیم در ۴ غلظت (۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر آب)، زمانی آغاز شد که گیاهان حدوداً شش برگ داشتند. گیاهان با چهار سطح از شوری (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار NaCl) به مدت سه ماه آبیاری شدند. نتایج نشان داد که شوری به شکل معنی‌داری منجر به افزایش میزان سدیم (حداکثر ۷/۶۷ درصد) در گیاه شد، درحالی‌که محتوای پتاسیم (۱/۴۶ درصد) و کلسیم (۱/۱۱ درصد) را کاهش داد. اثر متقابل شوری و نانوکود پتاسیم به شکل معنی‌داری منجر به کاهش محتوای سدیم (۰/۳۹ و ۰/۴۴ درصد)در سطوح بالای نانو کود (به ترتیب ۲ و ۳ گرم در لیتر)شد، اگرچه در سطوح بالای شوری (۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار)، اثربخشی مفیدی برای گیاهان به همراه نداشت. همچنین، تقابل شوری و نانوکود پتاسیم اثر معنی‌داری بر میزان کلسیم نشان نداد.

کلمات کلیدی: **اثر اختصاصی یون، تبادل کاتیونی، اثر اسمزی، تغذیه معدنی، تعادل یونی**

مقدمه

در شرایط اقلیمی کنونی، ازجمله مهم‌ترین تنش‌هایی که گیاهان با آن روبرو هستند، شوری است. شوری خاک و یا آب، یکی از جدی‌ترین مشکلات محیطی در بخش کشاورزی است. محققان، تنش شوری را تجمع یون‌هایی نظیر سدیم و کلر در محیط ریزوسفر بیان نموده‌اند به‌نحوی‌که رشد و نمو طبیعی گیاه را مختل سازد. پاسخ گیاهان به تنش شوری پیچیده است و بستگی به عوامل گوناگونی نظیر نوع و غلظت املاح، مرحله رشد گیاه، پتانسیل ژنتیکی گیاه و عوامل محیطی دارد. تنش شوری به روش‌های گوناگونی سبب کاهش رشد گیاهان می‌شود؛ هرچند، سهم هرکدام از این عوامل به‌درستی مشخص نیست. کاهش پایداری غشای سلولی، فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، آماس سلول‌ها و در نتیجه کاهش توسعه برگ‌ها، اختلال در جذب یون‌ها و به‌ویژه تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ و درنهایت کاهش رشد رویشی و عملکرد اقتصادی از اثرات تنش شوری بر گیاهان زراعی می‌باشد (Munns, 2002).

به دلیل ساز و کار جذب رقابتی، با افزایش جذب سدیم از ریشه‌ها، غلظت پتاسیم در بافت گیاهی کاهش می‌یابد که منجر به کاهش رشد و محصول می‌شود (Abbasi *et al*. 2014). در خاک‌های شور، جذب و تجمع عناصر غذایی در گیاه، اغلب بر اثر ایجاد فرآیندهای رقابتی بین عناصر غذایی و گونه‌های مختلف نمک کاهش می‌یابد. همچنین، گیاهان به‌صورت انتخابی جذب پتاسیم به سدیم را ترجیح می‌دهند؛ ولی در صورت چیرگی غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود پتاسیم در گیاه قطعی

است. همچنین، فراوانی کلر، جذب و تجمع نیترات را در گیاه به‌شدت کاهش می‌دهد. کمبود کلسیم به هنگام فراوانی غلظت سدیم (نسبت سدیم به پتاسیم بالا) ازجمله پدیده‌هایی است که توسط پژوهشگران مختلف گزارش‌شده است. در بررسی اثر تنش شوری بر گیاهان، اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم و نسبت بین آن‌ها می‌تواند به‌عنوان شاخصی از تحمل به شوری مورد استفاده قرار گیرد (Irigon *et al.*, 1992). یک روش برای کاهش اثرات شوری، به‌کارگیری محلول‌پاشی غذایی یا افزایش مواد غذایی در خاک است تا به‌این‌ترتیب، تحمل گیاه به شوری به‌واسطه کاستن از صدمات Na^+ و Cl^- افزایش یابد (Song, 2009). پتاسیم نقشی اساسی در فتوسنتز و سازگاری گیاهان نسبت به تنش آبی به‌واسطه تنظیم اسمزی دارد؛ در نتیجه، اثر مثبت این عنصر در شرایط تنش شوری مشخص می‌گردد. استفاده از این عنصر به‌عنوان ماده غذایی افزایشی در گیاهان باعث جلوگیری از تنش‌های القایی به‌واسطه Na^+ می‌شود (Zhao and Harris, 2001).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نانوکود پتاسیم بر میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در نعناع فلفلی تحت تنش شوری، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در بهار و تابستان ۱۳۹۵ صورت پذیرفت. تیمارها شامل سطوح شوری ۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و سطوح نانوکود پتاسیم ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر آب بودند. برای اندازه‌گیری عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم، عصاره نمونه‌ها توسط هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسیدکلریدریک تهیه گردید. به این منظور، ابتدا اندام هوایی گیاه برداشت شده و سپس نمونه‌ها درون پاکت کاغذی قرار داده شد و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. نمونه‌های خشک شده با استفاده از دستگاه آسیاب پودر شدند و بدین ترتیب نمونه‌ها جهت انجام مراحل بعدی کار آماده شدند. ۰/۵ گرم نمونه آسیاب شده به‌وسیله ترازوی ۳ رقمی توزین و به بوته‌های چینی منتقل گردید. نمونه‌ها در کوره الکتریکی قرار داده شدند و درجه حرارت به‌تدریج طی ۲ ساعت به ۵۵۰ درجه رسید و نمونه‌های گیاهی به مدت ۴ الی ۱۲ ساعت در این حرارت سوزانده و به خاکستر تبدیل شدند. خاکستر حاصل در ۲/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دو نرمال حل و به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بعد از صاف کردن با کاغذ صافی، عصاره حاصل جمع‌آوری شد. از عصاره حاصل غلظت پتاسیم و سدیم توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای (مدل ژنوای PFP7) و قرائت غلظت عنصر کلسیم توسط دستگاه جذب اتمی (مدل AA-640- شیماتزو) انجام شد.

نتایج و بحث

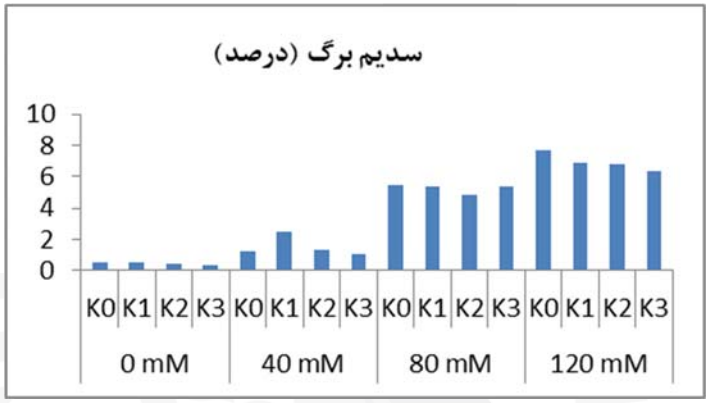
	میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	سدیم (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)
K	۳	۰/۸۴۷۱*	۰/۱۴۴*	۰/۶۸**
S	۳	۱۱۰/۶۳**	۰/۸۴۴**	۲/۶۴**
K*S	۹	۰/۵۲ *	۰/۰۷۸*	۰/۱۲ns
خطا	۳۲	۰/۱۹	۰/۰۳۴	۰/۰۷
ضریب تغییرات		۱۲/۵۱	۱۰/۲۷	۱۳/۷۴

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌داری
K، S به ترتیب نانوکود پتاسیم و تنش شوری

اثر سطوح مختلف شوری و نانوکود پتاسیم بر میزان سدیم در برگ نعناع فلفلی

بر اساس نتایج بدست آمده، اثر ساده شوری و نانو کود پتاسیم بر میزان سدیم در برگ‌های نعناع فلفلی به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل این دو تیمار بر این عنصر در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بر اساس اطلاعات حاصل از جدول مقایسه میانگین صفات، بیشترین مقدار برای سدیم (۷/۶۷) در غلظت صفر کودی و ۱۲۰ میلی‌مولار شوری بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تمامی تیمارهای صورت گرفته در سطح ۵ درصد داشت. در سطوح پایین شوری میزان

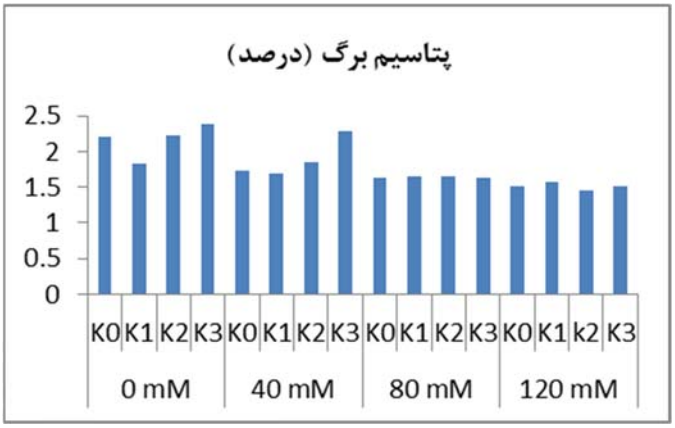
کمتری از سدیم ثبت شد و افزایش سطوح کودی باعث تعدیل اثر شوری گردید. کمترین مقدار برای سدیم (۰/۳۹) در غلظت ۳ گرم در لیتر نانوکود و سطح صفر میلی‌مولار شوری بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت‌های کودی در سطح صفر شوری و غلظت‌های ۳ گرم در لیتر کودی در سطح ۴۰ میلی‌مولار شوری نداشت. در یک محیط شور که غلظت سدیم زیاد است، گیاهان، مقادیر زیادی از یون سدیم را به‌جای یون‌های پتاسیم و کلسیم جذب می‌کنند که این امر به کمبود عناصر پتاسیم و کلسیم در گیاه منجر می‌شود و درنهایت کاهش رشد را به دنبال دارد. فراوانی یون سدیم در محلول خاک‌های شور، منجر به کاهش مقدار پتاسیم درون گیاه شده و در نتیجه، مقدار محصول کاهش می‌یابد (Rawson *et al.*, 1988)



شکل ۱- نمودار اثر متقابل شوری و نانوکود پتاسیم بر درصد سدیم برگ نعناع فلفلی

اثر سطوح مختلف شوری و نانوکود پتاسیم بر میزان پتاسیم در برگ نعناع فلفلی

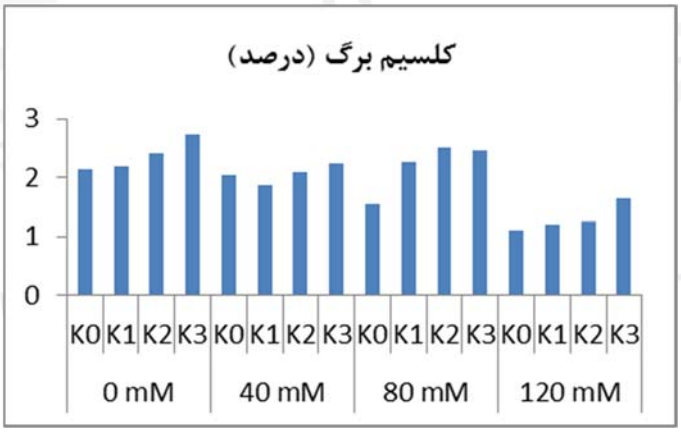
بر اساس نتایج بدست آمده، اثر ساده نانوکود پتاسیم و همچنین اثر متقابل شوری و نانو کود پتاسیم بر میزان پتاسیم در برگ‌های نعناع فلفلی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر ساده شوری بر این عنصر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بر اساس اطلاعات حاصل از جدول مقایسه میانگین صفات، بیشترین مقدار برای پتاسیم (۲/۳۸) در غلظت ۳ گرم در لیتر کودی و صفر میلی‌مولار شوری بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با شاهد، غلظت ۲ گرم در لیتر نانوکود در سطح صفر شوری و همچنین غلظت ۳ گرم در لیتر نانوکود در سطح۴۰ میلی‌مولار شوری نداشت. کمترین مقدار برای پتاسیم در بالاترین سطوح شوری بدست آمد. بر این اساس، کمترین میزان از این عنصر (۱/۴۶) در غلظت ۲ گرم در لیتر نانوکود و ۱۲۰ میلی‌مولار شوری حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای صورت گرفته در این سطح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار و همچنین تیمارهای صفر و ۱ گرم در لیتر نانوکود در سطح شوری ۴۰ میلی‌مولار نداشت. رقابت بین پتاسیم و سدیم بر سر استفاده از ناقل‌های موجود در ریشه هنگام جذب، مهم‌ترین عامل کاهش نسبت پتاسیم به سدیم در سطوح بالای شوری است برخی محققین افزایش میزان پتاسیم را با افزایش سطوح شوری در آزمایش‌های خود گزارش کردند. اثر افزایش غلظت NaCl در محلول غذایی را بر جذب برخی آنیون‌ها و کاتیون‌ها در دو گیاه ذرت و چغندرقند بررسی، و مشاهده کرد که با افزایش غلظت NaCl از صفر به ۱۰۰ میلی‌مولار، غلظت پتاسیم در چغندرقند کاهش و در ذرت افزایش یافت.(Rameeh *et al.* 2004) بیان داشتند که در خاک‌هایی که شوری غالباً ناشی از کلرید سدیم می‌باشد، می‌توان از نسبت غلظت سدیم به پتاسیم بخش هوایی به‌عنوان شاخصی از تحمل گیاه در برابر شوری استفاده کرد. در شرایط یکسان، هرچه این نسبت کمتر باشد تحمل گیاه در برابر شوری بیشتر است. علی‌رغم قدرت جذب بیشتر پتاسیم نسبت به سدیم توسط گیاهان، نسبت سدیم به پتاسیم در اندام‌های مختلف گیاه، به نسبت سدیم به پتاسیم در عصاره اشباع خاک، درصد سدیم قابل تبادل خاک و گونه گیاه بستگی دارد.



شکل ۲- نمودار اثر متقابل شوری و نانوکود پتاسیم بر درصد پتاسیم برگ نعناع فلفلی

اثر سطوح مختلف شوری و نانوکود پتاسیم بر میزان کلسیم در برگ نعناع فلفلی

بر اساس نتایج بدست آمده، اثر ساده شوری و نانو کود پتاسیم بر میزان کلسیم در برگ‌های نعناع فلفلی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد اما اثر متقابل این دو تیمار بر این عنصر در هیچ‌یک از سطوح معنی‌دار نشد. بر اساس اطلاعات حاصل از جدول مقایسه میانگین صفات، و در بررسی اثر ساده شوری بر میزان کلسیم برگ، بیشترین مقدار برای کلسیم (۲/۲۶) در سطح صفر میلی‌مولار شوری بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطح ۸۰ میلی‌مولار شوری نداشت. کمترین مقدار برای کلسیم (۱/۳) در بالاترین سطوح شوری یعنی غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار بدست آمد. بررسی اثر ساده نانوکود پتاسیم بر میزان کلسیم، بیشترین مقدار (۲/۲۶) در غلظت ۳ گرم در لیتر نانوکود مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با غلظت ۲ گرم در لیتر کودی نداشت. کمترین میزان از این عنصر (۱/۷۱) در غلظت صفر کودی حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با سطح ۱ گرم در لیتر نانوکود نشان نداد. سدیم از حرکت شعاعی کلسیم از محلول بیرونی به آوند چوبی ریشه با اشغال نمودن مکان‌های تبادل کاتیونی در آپوپلاست جلوگیری می‌کند. کمبود کلسیم به هنگام فراوانی غلظت سدیم (نسبت بالای سدیم به کلسیم) ازجمله پدیده‌هایی است که توسط پژوهشگران مختلف گزارش‌شده است. افزایش سطوح شوری توسط کلریدسدیم، جذب کلسیم و منیزیم توسط اسفناج را کاهش و جذب سدیم را افزایش داد، ولی جذب پتاسیم تغییر معنی‌داری نشان نداد (Prasad *et al.*, 2007). در یک بررسی روی کنگر فرنگی، کاهش پتاسیم و کلسیم در همه بافت‌ها به‌خصوص در برگ‌های میانی و پایینی مشاهده شد. در بافت ریشه نیز افزایش پیوسته مقدار سدیم مشاهده شد (Graifenberg *et al.*, 1995).



شکل ۳- نمودار اثر متقابل شوری و نانوکود پتاسیم بر درصد کلسیم برگ نعناع فلفلی

منابع

Abbasi, G. H.; Akhtar, J.; Haq, M. A.; Ali, S.; Chen, Z. H.; Malik, W. 1973. Exogenous potassium differentially mitigates salt stress in tolerant and sensitive maize hybrids. Pakistan Journal of Botany, 2014, 46, 135-46.

Bates, L. S.; Waldren, R. P.; Teare, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil., 39, 205-207.

Graifenberg, **A., L. Giustiniani, O. Temperini and D. P. Lipucci**. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissue in Globe Artichoke (Cynara scolymus L.) under salin-sodic condition. Sci. Hort.63: 1-10.

Irigon, J. J.; emerich, D. W.; Sanches, M. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plants. Physiol. Plant. 1992, 84, 55-60.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environ. 25: 239-250.

Prasad, A., R. K. Lal, A. Chattopadhyay, V. K. Yadav and A. Yadav. 2007. Response of basil species to soil sodicity stress. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 38: 2705-2715.

Rawson, H. M., R. A. Richards and R. Munns. 1988. An examination of selection criteria for salt tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Aust. J. Agric. Res. 39: 759-772.

Rameeh, V., A. Rezaei and G. Saeidi. 2004. Study for salinity tolerance in rapeseed. Commun. Soil Sci. Plant Anal.35: 2849-2866.

Song, J.; Chen, M.; Feng, G.; Jia, Y.; Wang, B.;.Zhang, F. Effect of salinity on growth, ion accumulation and the roles of ions in osmotic adjustment of two populations of *Suaeda salsa*. J. Plant Soil. 2009, 314, 133-141.

Zhao, J.; Harris, K. Genetic analysis of plant salt tolerance using *Arabidopsis thaliana*. Plant Physiol. 2001, 124, 941-948.

The Effect of Potassium Nano Fertilizer Application on Sodium, Potassium and Calssium Amounts in *Mentha piperita* under Salt Stress

Samaneh Fayyazi[*1], Mohammad Ali Bahmanyar[2] ,Vahid Akbarpour[3]
[1] *Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran
[2] Department of Soil Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[3] Department of Horticulture Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
**Corresponding author: samafayyazi@gmail.com*

Abstract

Salinity is one of the most important factors affecting plant growth and the production of secondary metabolites. The inhibition of growth in long-term exposure to salt stress may result from osmotic effects on water availability, reduction in net assimilation, specific ion effects, or ion imbalance due to interference with uptake of essential ions or a combination of any of those adverse factors. One approach to minimize effects of salinity is use of nutrient foliar application or nutrient enrichment into soil or soilless culture to increase salinity tolerance in plants by alleviating Na+ and Cl– injury to plants. In order to study the of potassium nano fertilizer on sodium, potassium and calcium amount in peppermint under salinity stress, a pot experiment was carried out using *completely randomized* design and three replications. Foliar application of potassium nano fertilizer with four concentrations (0, 1, 2, 3 g/l) began when the plants had about six leaves. The plants were irrigated with four level of salinity solution (0, 40, 80 and 120 mM NaCl) for 3 months. The results showed that salinity stress significantly increased sodium amount (Max, 7.67%) while decreased potassium (1.46%) and calcium (1.11%) content in the peppermint leaves. The Interaction between foliar application of potassium nano fertilizer and salinity stress significantly decreased sodium amount (0.39% and 0.44%) at high level of nano fertilizer (2 and 3 gr/L). although in the highest level of salinity (80 Mm and 120 Mm), this effect was not helpful for plants. This interaction also significantly increased potassium amount, though, in the high levels of salinity, led to decrease of this element. The interaction of salinity and nanofertilizer has no significant effect on calcium amount.

***Keywords*: specific ion effect, Cation exchange, mineral nutrition, ion balance, osmotic effect**