محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

مقایسه کلروفیل و مقدار نسبی آب تحت شرایط تنش شوری و خشکی در ذرت

ابوذر بذرافشان[۱*]، مهدی شرفا[۲]، محمدحسین محمدی[۳]، علی اصغر ذوالفقاری[۴]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۲] استاد گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۳] دانشیار گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۴] استادیار گروه بیابان‌زدایی دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

چکیده

شوری و خشکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی هستند که خصوصیات مورفولوژیکی - فیزیولوژیکی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌منظور مقایسه میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب ذرت تحت تنش شوری و خشکی، پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار در فصل بهار و پاییز انجام شد. در این آزمایش جذب آب گیاه تحت سطوح شوری (صفر، ۱/۷، ۳/۳۶، ۶/۳۳ و ۸/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر) اندازه‌گیری شد و مقدار جذب آب تحت سطوح شوری مختلف به سطوح خشکی متناظر به‌وسیله آب مقطر اعمال شد. بر این اساس تیمارهای شوری و خشکی متناظر، مصرف آب برابر دریافت کردند. نتایج نشان داد هر دو تنش خشکی و شوری مقدار کلروفیل و محتوای نسبی برگ را به‌جز مقدار کلروفیل تحت تنش خشکی در فصل پاییز به‌طور معنی‌دار کاهش دادند. در حالی‌که، مقدار کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ بین تنش شوری و خشکی متناظر با جذب آب برابر اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

کلمات کلیدی: جذب آب، روابط آبی، تنش‌های غیرزیستی

مقدمه

مقدار کلروفیل یکی از فاکتورهای مهم تأثیرگذار بر ظرفیت فتوسنتز می‌باشد و شاخصی از توانایی فتوسنتزی بافت‌های گیاه می‌باشد (Arunyanark و همکاران ۲۰۰۸). فتوسنتز و رشد گیاه پروسه‌های اولیه‌ای هستند که به‌وسیله تنش خشکی (Chaves و همکاران ۲۰۰۸) و شوری (Munns و همکاران ۲۰۰۶) تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تنش خشکی و شوری به‌طور مستقیم و یا به‌طور غیرمستقیم با کاهش قابلیت دسترسی دی اکسید کربن که به‌وسیله محدودیت پخشیدگی به وجود می‌آید، فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Flexas و همکاران ۲۰۰۷). اندازه گیری کلروفیل به‌عنوان یک روش بسیار خوب جهت تشخیص تنش‌های محیطی در گیاهان شامل تنش خشکی و شوری شناخته شده است (Guo و همکاران ۲۰۱۶). Nxele و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که مقدار کلروفیل گیاه تحت تنش خشکی و شوری کاهش می‌یابد. Fusaro و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تنش شوری زیاد با محدودیت قابلیت دسترسی آب برای گیاه به‌دلیل کاهش پتانسیل اسمزی خاک سبب کاهش مقدار کلروفیل می‌گردد. همچنین، محتوای نسبی آب (RWC) برگ به‌عنوان بهترین معیار برای وضعیت آب گیاه در شرایط تنش شناخته شده است (Merah, 2001). افزایش مقدار املاح سلول‌های گیاه تحت تنش شوری سبب جذب آب بیشتر در برگ‌ها می‌گردد که منجر به RWC پایین می‌شود (Munns و همکاران ۲۰۰۶). RWC برگ گیاه تحت تنش خشکی (Hayatu و همکاران ۲۰۱۴) و تحت تنش شوری (Miranda-Apodaca و همکاران ۲۰۱۸) کاهش می‌یابد. Kalaji و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که خصوصیات مربوط به کلروفیل نمی‌توانند به‌عنوان یک شاخص متمایزکننده اثرات تنش خشکی و شوری استفاده شوند. همچنین، Silva و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ تحت تنش

* ایمیل نویسنده مسئول: bazrafshan_2014@ut.ac.ir

خشکی و تنش شوری وجود ندارد. این تحقیق به منظور بررسی تفاوت پاسخ فتوسنتز (میزان کلروفیل) و روابط آب (RWC) گیاه ذرت به تنش شوری و خشکی در شرایط تقاضای تبخیر و تعرق مختلف (فصل بهار و پاییز) انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تنش شوری و خشکی بر مقدار کلروفیل و محتوای نسبی آب ذرت، آزمایش گلخانه‌ای بر اساس طرح کاملاً تصادفی شامل پنج سطح تنش شوری و تنش خشکی به‌صورت مجزا با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران انجام شد. به‌منظور مقایسه تنش شوری و خشکی ابتدا مقادیر جذب آب گیاه در سطوح شوری (صفر، ۱/۷، ۳/۳۶، ۶/۳۳ و ۸/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر) در مکش ۱۰۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و مقدار تعرق گیاه برای هر سطح شوری از اختلاف مقدار آب آبیاری و آب زهکشی محاسبه شد. سطوح تنش شوری در طول دوره تیماردهی در هر دو فصل بهار و پاییز ثابت نگه داشته شد و سطوح تنش خشکی تابع مقدار آب تعرق شده تحت تنش شوری می‌باشند به طوری که مقادیر جذب آب گیاه در هر سطح تنش شوری به‌صورت متناظر به گیاهان تحت تنش خشکی اعمال شد. سپس مقادیر رطوبت خاک در هر دو فصل بهار و پاییز در مرحله برداشت اندازه گیری شدند. بر این اساس، به گیاهان تحت تنش شوری و خشکی متناظر مقادیر مصرف آب برابر اعمال شد. در پایان آزمایش مقدار کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ گیاهان در هر دو تنش شوری و خشکی اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری مقدار کلروفیل برگ در طول دوره رشد گیاه، از کلروفیل متر (مدل SPAD-502) استفاده شد. پنج اندازه‌گیری در هر گلدان در سومین برگ کاملاً توسعه‌یافته هر گیاه انجام شد و میانگین آن‌ها برای هر گلدان گزارش شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، هنگام برداشت اندام هوایی از هر گلدان سه قطعه برگ از برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته قسمت انتهایی ساقه تهیه و بلافاصله توسط یک ترازو که داخل محفظه توزین آن مرطوب نگه داشته شده بود، توزین شدند. سپس برگ‌ها در آب مقطر غوطه‌ور و در تاریکی در دمای ۲۲ درجه سلسیوس به مدت پنج ساعت نگه‌داری شدند تا به اندازه کافی آب جذب کنند و به حالت آماس درآیند. برگ‌های آماس شده با کاغذ صافی خشک و وزن آن‌ها تعیین شد. سپس، برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و نهایتاً جهت تعیین وزن خشک توزین شدند و از رابطه (۱) جهت تعیین محتوای نسبی آب برگ (RWC) استفاده شد (Silveria و همکاران ۲۰۰۹).

$$RWC = \frac{(FW - DW)}{(TW - DW)} \qquad (1)$$

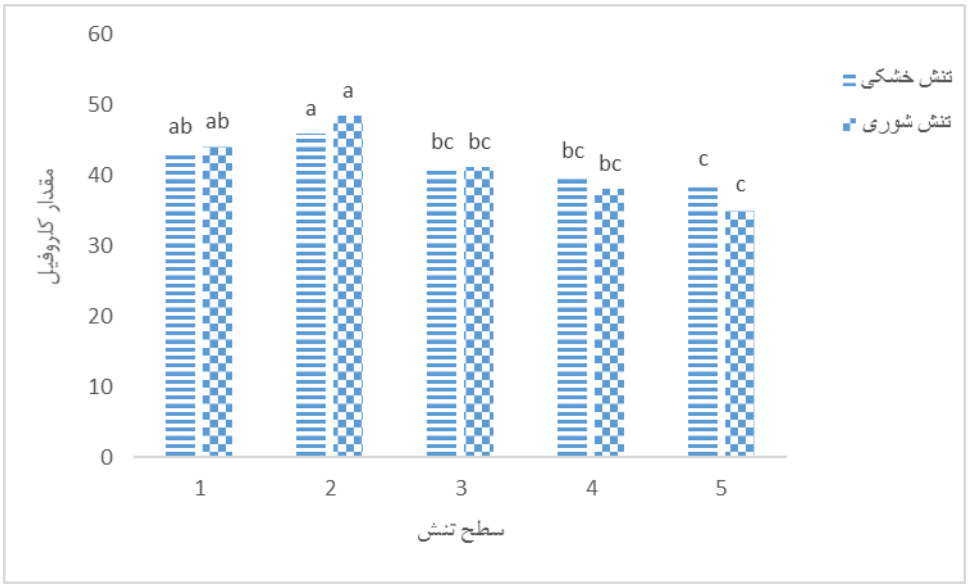
در این رابطه، FW، وزن تر گیاه; TW، وزن آماس گیاه و DW، وزن خشک گیاه می‌باشند.

به‌منظور بررسی معنی‌داری پارامترها بین سطوح مختلف تنش شوری و خشکی از آزمون یک طرفه ANOVA و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید. به‌منظور بررسی معنی‌داری پارامترها بین تنش شوری و خشکی از آزمون t مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام گردید.

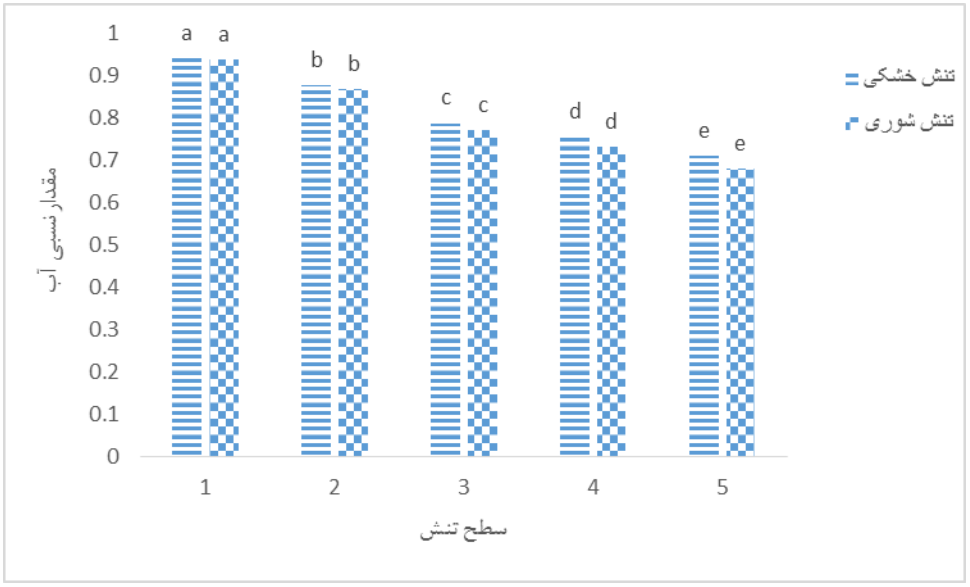
نتایج و بحث

مقادیر سطوح تنش خشکی (رطوبت حجمی خاک) متناظر با سطوح شوری صفر، ۱/۷، ۳/۳۶، ۶/۳۳ و ۸/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر در فصل بهار ۰/۲۱۷، ۰/۲۱۶، ۰/۱۸۸، ۰/۱۶۶ و ۰/۱۵۹ و در فصل پاییز ۰/۲۲۷، ۰/۲۱، ۰/۱۹۹، ۰/۱۷۶ و ۰/۱۶۹ سانتی‌مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب به دست آمد. اختلاف مقادیر رطوبت در دو فصل بهار و پاییز تابع حساسیت متفاوت گیاه به تنش شوری در فصل بهار و پاییز می‌باشد به‌طوری که حساسیت گیاه به تنش شوری در فصل پاییز نسبت به فصل بهار کاهش یافت. شکل‌های (۱، ۲، ۳ و ۴) مقادیر کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ را در شرایط تنش خشکی و شوری در فصل بهار و پاییز نشان می‌دهند. در فصل بهار، مقدار کلروفیل در هر دو تنش خشکی و شوری بین سطح اول (شاهد) و سطح دوم اختلاف معنی‌دار نداشت اما بین سطح دوم با سطح سوم، چهارم و پنجم معنی‌دار شد. درصورتی‌که محتوای نسبی آب برگ بین تمام سطوح خشکی و شوری اختلاف معنی‌دار داشت. در فصل پاییز، مقدار کلروفیل بین سطوح تنش خشکی معنی‌دار نشد اما سطوح شوری چهارم و پنجم با سطوح اول

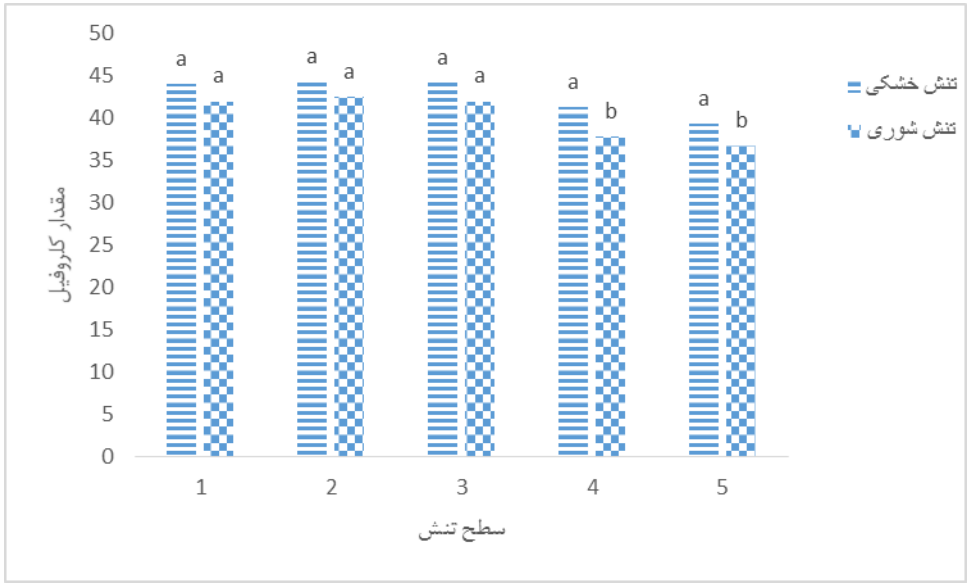
(شاهد)، دوم و سوم اختلاف معنی‌دار نشان داد. محتوای نسبی آب برگ در بالاترین سطح تنش خشکی با سطوح اول، دوم و سوم تنش خشکی و در بالاترین سطح تنش شوری با سطوح اول و دوم تنش شوری اختلاف معنی‌دار داشت. کاهش تغییرات میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ در فصل پاییز نسبت به فصل بهار به‌دلیل کاهش تقاضای تبخیر اتمسفر می‌باشد. کاهش مقدار کلروفیل تحت تنش شوری با مطالعه Fusaro و همکاران (۲۰۱۴) و تحت تنش خشکی با مطالعه Nxele و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. همچنین، کاهش محتوای نسبی آب برگ تحت تنش شوری با مطالعه Miranda-Apodacaو همکاران (۲۰۱۸) و تحت تنش خشکی با مطالعه Hayatu و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. مقایسه مقادیر کلروفیل بین سطوح مختلف تنش شوری و خشکی نشان داد که با مصرف آب برابر در سطوح متناظر تنش شوری و خشکی اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف تنش وجود نداشت (جدول ۱). این نتایج با مطالعه Kalaji و همکاران (۲۰۱۸) و Silva و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد که نشان دادند بین مقادیر کلروفیل تحت تنش خشکی و شوری تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. همچنین، محتوای نسبی آب برگ بین سطوح تنش شوری و خشکی متناظر اختلاف معنی‌دار نشان نداد که با مطالعه Silva و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.



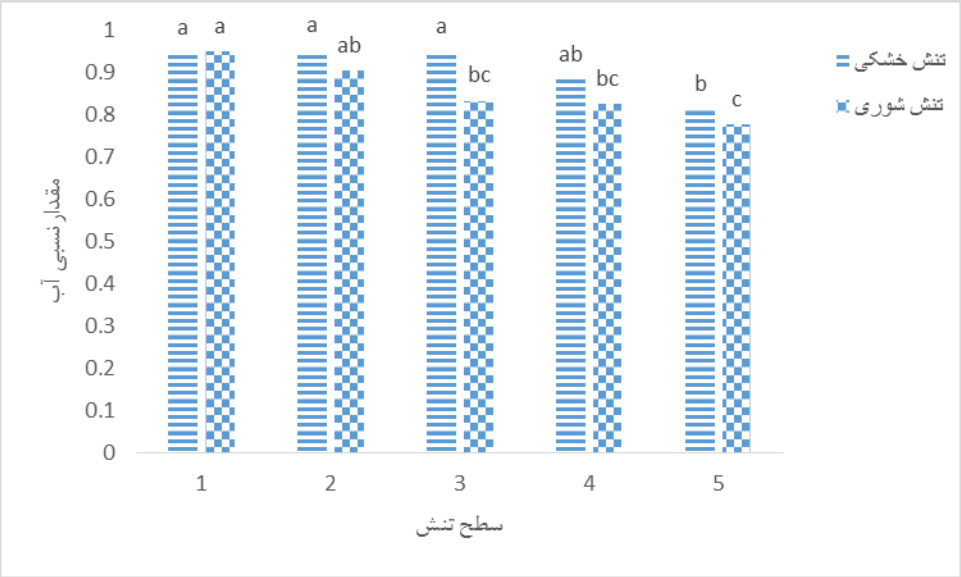
شکل ۱- مقدار کلروفیل در سطوح مختلف تنش خشکی و شوری در فصل بهار



شکل ۲- محتوای نسبی آب برگ در سطوح مختلف تنش خشکی و شوری در فصل بهار



شکل ۳- مقدار کلروفیل در سطوح مختلف تنش خشکی و شوری در فصل پاییز



شکل ۴- محتوای نسبی آب برگ در سطوح مختلف تنش خشکی و شوری در فصل پاییز

جدول ۱- مقایسه کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ بین تنش شوری و خشکی متناظر در فصل بهار و پاییز

	ویژگی	
	کلروفیل	محتوای نسبی آب
فصل بهار	۰/۱۷ ns	۰/۲۷ ns
فصل پاییز	۱/۵۴ ns	۱/۲۵ ns

ns: غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، اعداد داخل جدول مقادیر t بر اساس آزمون t مستقل را نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که در شرایط تنش شوری و خشکی با مصرف آب برابر در هر دو فصل بهار و پاییز بین سطوح تنش شوری و خشکی متناظر، مقادیر کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. مقدار کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ به‌جز مقدار کلروفیل تحت تنش خشکی در فصل پاییز در سطوح تنش شوری و خشکی مجزا کاهش یافت. تغییرات میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ در فصل پاییز به‌دلیل کاهش تقاضای تبخیر و تعرق کمتر از فصل بهار بود. در شرایط تقاضای تبخیر و تعرق پایین حساسیت گیاهان به تنش شوری کاهش یافت و مقادیر آب بیشتری را در شرایط تنش شوری جذب نمودند. بر اساس این نتایج، نوع تنش شوری یا تنش خشکی بر مقدار کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ تأثیر نداشت.

منابع

Arunyanark, A., Jogloy, S., Akkasaeng, C., Vorasoot, N., Kesmala, T., Nageswara Rao, R. C., ... and Patanothai, A. 2008. Chlorophyll stability is an indicator of drought tolerance in peanut. Journal of Agronomy and Crop Science, 194, 113-125.

Chaves, M.M., Flexas, J. and Pinheiro, C. 2008. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell.Annals of Botany, 125,1-10.

Flexas, J., Diaz-Espejo, A., Galmés, J., Kaldenhoff, R., Medrano, H. and Ribas-Carbo, M. 2007. Rapid variations of mesophyll conductance in response to changes in CO2 concentration around leaves. Plant Cell and Environment, 30, 1284-1298.

Fusaro, L., Mereu, S., Brunetti, C., Di Ferdinando, M., Ferrini, F., Manes, F., Salvatori, E., Marzuoli, R., Gerosa, G. and Tattini, M. 2014. Photosynthetic performance and biochemical adjustments in two co-occuring Mediterranean evergreens Quercus ilex and Arbutus unedo, differing in salt-exclusion ability. Funct. Plant Biol. 41, 391–400.

Guo, Y.Y., Yu, H.Y., Kong, D.S., Yan, F. and Zhang, Y.J. 2016. Effects of drought stress on growth and chlorophyll fluorescence of Lycium ruthenicum Murr seedlings. Photosynthetica, 54, 524–531.

Hayatu, M., Muhammad, S. Y. and Abdu, H. U. 2014. Effect of water stress on the leaf relative water content and yield of some cowpea (Vigna Unguiculata (L) Walp.) genotype. International Journal of Scientific & Technology Research 3 (7).

Kalaji, H. M., Račková, L., Paganová, V., Swoczyna, T., Rusinowski, S. and Sitko, K. 2018. Can chlorophyll-a fluorescence parameters be used as bio-indicators to distinguish between drought and salinity stress in Tilia cordata Mill?. Environmental and Experimental Botany, 152, 149-157.

Merah, O. 2001. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. J. Agric. Sci.Cambridge, 137, 139-145.

Miranda-Apodaca, J., Yoldi-Achalandabaso, A., Aguirresarobe, A., del Canto, A. and Pérez-López, U. (2018). Similarities and differences between the responses to osmotic and ionic stress in quinoa from a water use perspective. Agricultural water management, 203, 344-352.

Munns, R., James, R.A. and Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57, 1025-1043.

Nxele, X., Klein, A. and Ndimba, B.K., 2017. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. South African Journal of Botany 108 (2017) 261–266.

Silva, E. D., Ribeiro, R. V., Ferreira-Silva, S. L., Viégas, R. A. and Silveira, J. A. G. (2010). Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of Jatropha curcas plants. Journal of Arid Environments, 74(10), 1130-1137.

Silveira, J.A.G., Araújo, S.A.M., Lima, J.P.M.S. and Viégas, R.A. 2009. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in Atriplex nummularia. Environmental and Experimental Botany, 66, 1-8.

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Comparison of chlorophyll and relative water content under salinity and drought stress in maize

Bazrafshan[*1], A., Shorafa[2], M., Mohammadi, M.H.[3] Zolfaghari, A.A[4]

[1.] Ph.D student, Department of Soil Science, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Iran

[2.] Prof., Department of Soil Science, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Iran

[3.] Associate prof., Department of Soil Science, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Iran

[4.] Assistant prof., Faculty of Desert Science, University of Semnan, Iran

Abstract

Salinity and drought are the main abiotic stresses that affect morphology and physiology of plant. to compare chlorophyll and relative water content for maize under salinity and drought stress, the present study were conducted in completed randomized design with four replicates in spring and autumn seasons. In salinity experiment, plant water uptake were measured under (0, 1.7, 3.36, 6.33 and 8.35 dS/m) salinity levels and amount of plant water uptake under different salinity levels were applied to corresponding drought levels by tap water. Accordingly, the salinity and corresponding drought treatments were achieved same water use. The results indicated that the leaf chlorophyll and relative water content except chlorophyll content under drought stress in autumn season significantly reduced under both salinity and drought stress. While, the leaf chlorophyll and relative water content had not significant difference between salinity and corresponding drought levels with same water use.

Keywords: water uptake, water relations, abiotic stresses

[*] Corresponding author, Email: bazrafshan_2014@ut.ac.ir