سرعت جذب، انتقال و توزیع یونهای سدیم و کلراید در اندامهای آفتابگردان در سه دوره رشد

رضا ابراهیمی، استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان
rj_ebrahimi@yahoo.comEmail:

چکیده

در خاک شور شدت جذب، انتقال و چگونگی توزیع سدیم و کلراید در ایجاد و درجه سمّیت این یونها موثر است. آفتابگردان با محلول هوگلند شوردر بسترهای با شوری8،6،4،2 و 12 آبیاری شد. در شوری بالا ریشه ها و در شوری کم برگهای پیر و ساقه، حداکثر تجمع را داشتند. شدت جذب، انتقال، تجمع و سمّیت کلراید، بیشتر از سدیم بود و آستانه سمّیت این یونها، نا برابرو در اندامها نیز متفاوت و برای ده روز اول رشد کمتر ولی شدت جذب و انتقال یونها، بیشتر بود. لذا حساس ترین دوره رشد به شوری خاک است.

کلمات کلیدی : **آفتابگردان، آستانه سمّیت، سدیم، شوری، کلراید**.

مقدمه

نیاز فیزیولوژیکی گیاهان به یونهای سدیم و کلراید بسیارکم است(سوبارو و همکاران، 2003 و فاجریا، 2009) اگرچه از اصلی ترین یون هایی هستند که در خاکهای شور حضور دارند (واهوم،2003). در این خاکها، شدت جذب، انتقال و چگونگی توزیع این یونها، بر رشد و نمو اندامها و مقاومت گیاهان به شوری، اثر فوق العاده دارد (تستر و داونپورت، 2003). دراثر جذب و تجمع بیش از حد این یونها در گیاهان، انجام بسیاری از فرایندهای بیوشیمیایی مختل می شود (داونپورت، 2007). گزارشهای موجود تایید می کند که میزان تحمل گیاه آفتابگردان به شوری خاک در مراحل جوانه زنی و زایشی بالاتر از رشد اولیه است (فلاجلا و همکاران، 2004 و آیزو و همکاران، 2008) ولی اطلاعات بسیار محدودی در مورد جذب، انتقال، توزیع و آستانه سمّیت یونهای سدیم و کلراید در اندام های گیاه آفتابگردان در دورهای اولیه رشد در دسترس است (دلگادو و سنچزرایا، 2007) ، لذا این موضوع در این تحقیق، بررسی شد.

مواد و روشها

از شن کوارتزی خالص(Silica Sand < 2mm) و فاقد هر نوع عنصر غذایی که توسط اسید کلریدریک نرمال، آب شهر و آب مقطر شسته شده بود، بعنوان بستر رشد شش بذر جوانه زده، در هر گلدان استفاده و با محلول غذایی هوگلند آبیاری شد (تایز و زایگر، 2006). بعد از باز شدن لپه ها،از شش گیاهک، سه گیاهک هم اندازه در هر گلدان حفظ و با محلول غذایی هوگلند شور شده با 10،20،40،80و ۱۶۰ میلی مولار کلرور سدیم آبیاری شدند(EC این بسترها به ترتیب در حدود 2،4،6،8 و12 dS/m حفظ شد). بعد از10 ،20و30 روز رشد، گیاهان برداشت وریشه، ساقه، برگ های پیر، برگ های جوان و جوانه ها از هم جدا و وزن تر و خشک آنها اندازه گیری شد. بمنظور شستن یونهای سطحی و ذرات شنی که احتمالاً به ریشه ها چسبیده بودند ریشه ها آبکشی شدند. سپس نمونه ها در دمای 80^{oc} تا رسیدن به وزن ثابت خشک و برای تبدیل به پودر ریز، ساییده و برای یکنواختی از الک0/5 میلی متری عبور داده شد و پودر نرم حاصله، برای تجزیه گیاه استفاده شد.

هضم بافتهای گیاهی برای تعیین مقدار یون سدیم: بر اساس دستورالعمل بنتون (2001)، در دستگاه هضم کجلدال، به 500 میلی گرم از هر نمونه، 15^{cc} اسید نیتریک و پرکلریک (به نسبت 4: 9) ابتدا برای یک ساعت در دمای 100^{oc} و بعد تا بی رنگ شدن نمونه در دمای 250^{oc} ، حرارت داده شد. نمونه هضم شده از فیلتر عبور و حجم نهایی عصاره با آب بدون یون

به 25^{cc} رسانده شد. دستگاه فلیم فتومتر با محلولهای استاندارد سدیم کالیبره شد. سپس مقدار سدیم در استانداردها و نمونه ها، قرائت و با توجه به منحنی استاندارد، ابتدا با واحد میلی گرم در لیتر، سپس بر حسب میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک با استفاده از فرمول روبرو محاسبه شد:

$$Na^{+}(mg/kg) = \frac{[Na^{+}(mg/L) - blank\ (mg/L)] \times 25}{0.5\ g}$$

عصاره گیری از نمونه ها برای تعیین مقدار یون کلراید: به 200میلی گرم نمونه گیاه، 50^{cc} محلول اسید استیک 2% اضافه و به مدت نیم ساعت، شیکر و سپس باکاغذ واتمن شماره 1، دو بار فیلتر و عصاره ای زلال و بدون رنگ تهیه و حجم نهایی آن با آب بدون یون به 50^{cc} رسانده شد.

تعیین مقدار یون کلراید در عصاره اندامها: 5 میلی لیتر از عصاره، با محلول 0/005 نرمال نیترات نقره بعنوان استاندارد، در حضور کرومات پتاسیم بعنوان شناساگر رنگ، تیتر شد (طبق دستورالعمل بنتون، 2001) و بر اساس مقدار نیترات نقره مصرفی، مقدار کلراید با فرمول زیر محاسبه شد.

$$Cl^{-}(mg/L) = \frac{AgNO_3(ml) \times 0.005\ N \times 1000^{cc} \times 35.5}{5^{cc}}$$

$$Cl^{-}(mg/kg) = \frac{[Cl^{-}(mg/L) - blank\ (mg/L)] \times 50^{cc}}{0.2\ g}$$

شدت جذب، انتقال و تجمع یونهای سدیم و کلراید: شدت جذب خالص یون توسط ریشه (Jnet) ، شدت انتقال یون خالص از ریشه به اندام های هوایی(Js) و شدت تجمع یون در ریشه ها(Ac) در وزن خشک ریشه به گرم(R) با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (ابراهیمی و بهاتلا، 2011 و ابراهیمی، 2010). برای هر سطح شوری و برداشت، سه تکرار لحاظ شد.

C = مقدار یون درکل گیاه در هر برداشت

$$Jnet\ (\mu mol/g/d) = [\frac{LnR_2 - LnR_1}{R_2 - R_1}] \times [\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}]$$

Cs = مقدار یون در اندامهای هوایی گیاه

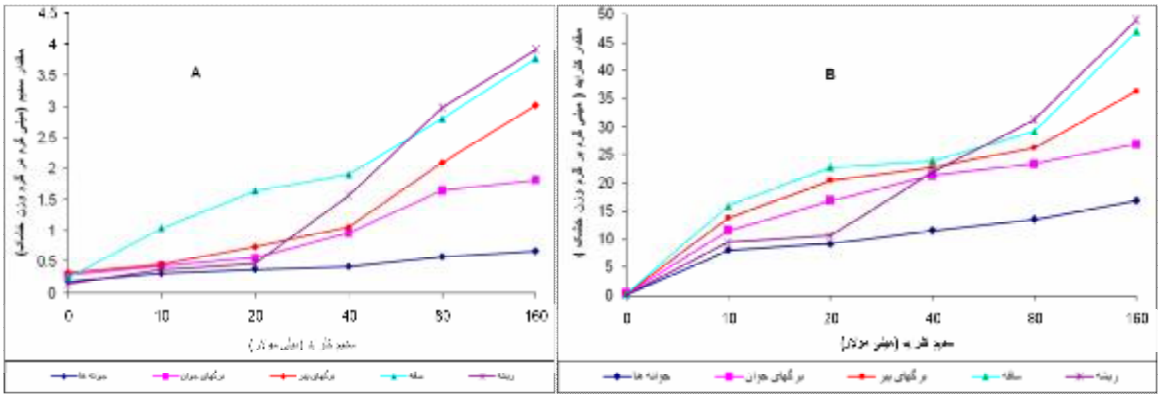
$$Js\ (\mu mol/g/d) = [\frac{LnR_2 - LnR_1}{R_2 - R_1}] \times [\frac{C_{s2} - C_{s1}}{t_2 - t_1}]$$

Cr = مقدار یون در ریشه گیاه در هر تیمار

$$Ac\ (\mu mol/g/d) = [\frac{LnR_2 - LnR_1}{R_2 - R_1}] \times [\frac{C_{r2} - C_{r1}}{t_2 - t_1}]$$

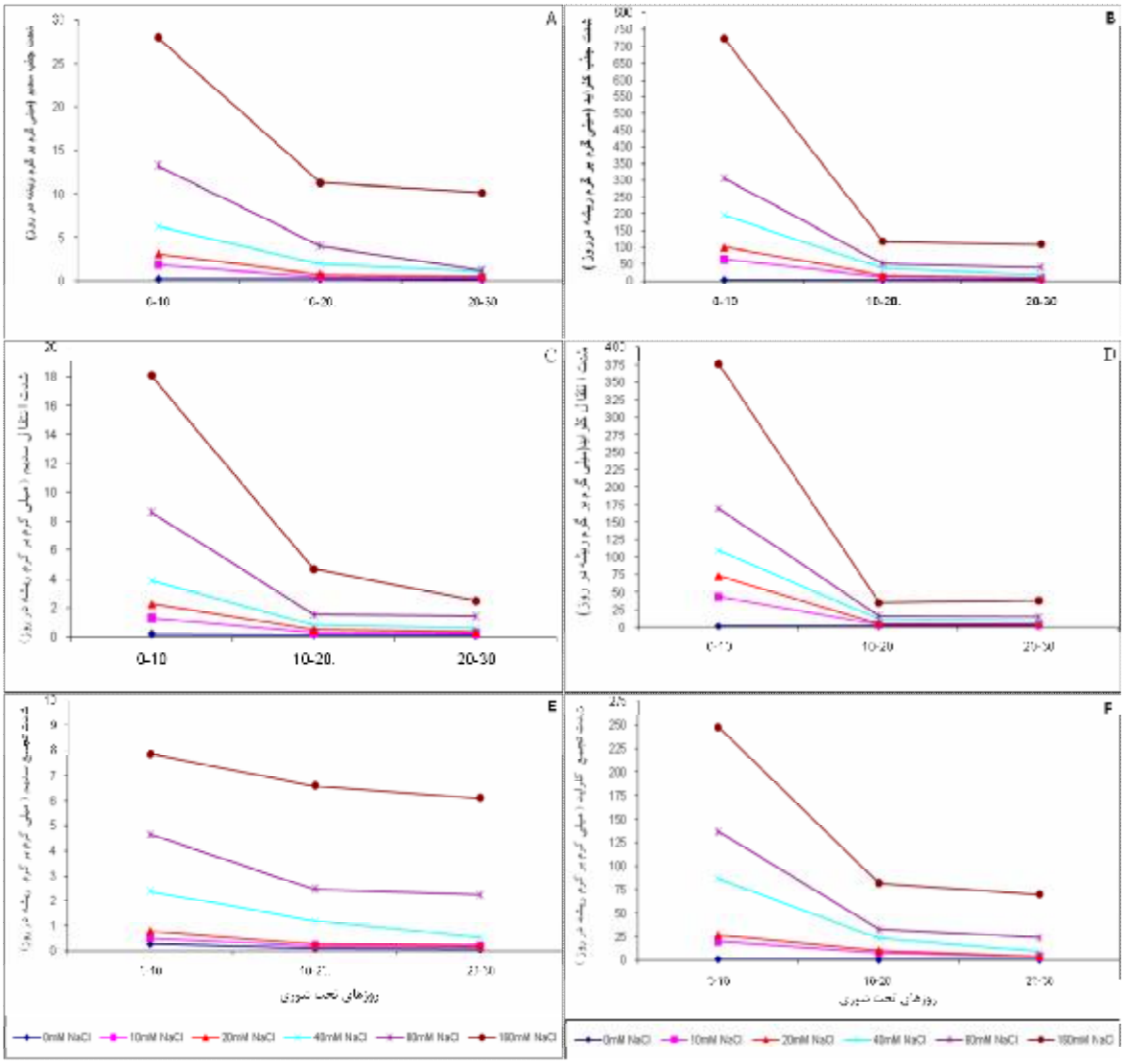
نتایج و بحث

توزیع یونهای سدیم و کلراید در اندام ها، 30 روزبعد از رشد در بسترشور: در گیاه کنترل، مقدار سدیم در برگها و ساقه تقریباً برابر(حدود 0/32mg/g) و کمی بیشتر از جوانه ها و ریشه بود(شکل1). مقدار کلراید نیز در برگها و ساقه (حدود 0/36mg/g) مشابه و بیشتر ازجوانه ها و ریشه بود. با افزودن NaCl و افزایش سطح شوری، مقدار سدیم و کلراید درتمام اندام ها، بطور نابرابر افزایش یافت . در گیاهانی که در بستر های با شوری 2، 4 و 6 رشد کرده بودند، سدیم در ساقه و برگهای پیر جمع شد و مقدار سدیم جوانه انتهایی در این تیمارها ناچیز و تقریباً برابر بود. در شوری های بالا سدیم بطور عمده در ریشه و ساقه تجمع یافت، بطوریکه در شوری 12، مقدار سدیم درساقه و ریشه بترتیب به 3/77 و 3/91 میلی گرم در گرم رسید. در شوری کم، کلراید، بطور عمده در برگهای پیر و قسمت پایینی ساقه و نیز، و در شوری زیاد در ریشه ها تجمع یافت. در شوری 12 مقدار کلراید دربرگهای پیر، ساقه و ریشه بترتیب به 36، 47و50 میلی گرم بر گرم رسید.



شکل 1- مقدار سدیم (A) و کلراید(B) در ریشه، ساقه و برگها در گیاه آفتابگردان بعد از30 روز رشد در بسترهای با شوری متفاوت

شدت جذب، انتقال و تجمع یونهای سدیم و کلراید در سه دوره رشد: با افزودن NaCl و افزایش سطح شوری در بستر رشد، شدت جذب، انتقال و تجمع یونهای سدیم و کلر افزایش قابل توجهی یافت (شکل 2). و این افزایش در تمام دورهـای رشـد و سطوح شوری، در مورد کلراید بیشتر از سدیم بود (شکل 2). شدت جذب، انتقال و تجمع یونهای سدیم و کلر توسط ریشه در ده روز دوم و سوم رشد، در تمام سطوح شوری، نسبت به ده روز اوّل، کاهش یافت. اگر چه با افزایش سن گیاه، شـدت انتقـال یونهای سدیم و کلر از ریشه به اندام های هوایی (Js)، کاهش یافت ولی با افزایش سطح شوری در هـر دوره، شـدت انتقـال یونهای سدیم و کلراید از ریشه به اندام هوایی، افزایش یافت. در ده روز اوّل رشد، در تمام سطوح شوری، مقدار سدیم و کلراید در اندام های هوایی بیشتر از ریشه ها بود. در دوره های بعدی رشد (ده روز دوم و سوم)، فقط در شوری های کم (10 و 20 میلی مولار)، مقدار سدیم و کلر در اندام های هوایی بیشتر از ریشه ها بود ولی در مابقی سطوح شوری (40، 80 و 160 میلی مولار) مقادیر این یون ها در اندام های هوایی کمتر از ریشه ها بود. در واقع در تمام دوره هـای رشـد در شـوری بـالا، شـدّت تجمع یونهای سدیم و کلراید در ریشه ها، از شدت انتقال این یونها از ریشه به اندام های هوایی، بیشتر بود.



شکل 2- شدت جذب (A و B)، انتقال (C و D) و تجمع (E و F) سدیم و کلراید در ریشه، ساقه و برگها درسه دوره رشد در آفتابگردان

تجمع سدیم به مقدار کم در جوانه ها در بسترهای شور، حاکی از آن است که، یا سدیم جذب شده را با استفاده از پمپهای بخصوص دفع (خارج) می کنند یا به دلیل نفوذ ناپذیر شدن غشاء سلولهای ریشه، مانع جذب و انتقال سدیم می شوند (ابراهیمی،2010) و این یکی از استراتژی های آفتابگردان برای تحمل شوری است (کوئینترو و همکاران،2007و 2008). اگر چه مقدار یون های سدیم و کلراید در اندام گیاهان رشد یافته در بستر غیرشور تقریباً برابر بود ولی در بستر شور با مقادیر مساوی از سدیم و کلراید، مقدار یون کلراید در اندام ها، به20 برابر مقدار سدیم و حداکثر به حدود 50 میلی گرم در گرم در حالیکه سدیم حداکثر به 4 میلی گرم رسید. احتمالا" سدیم، جذب کلراید توسط ریشه آفتابگردان را تشدید می کند. در بسترهای با شوری کم، علایم سمّیت مشاهده نشد اگرچه جذب کلراید در محدوده جذب لوکس بود. مقدار زیاد کلراید در برگهای پیر در گیاه آفتابگردان در بستر شور، خیلی بیشتر از نیازهای فیزیولوژیکی گیاهان است و احتمالاً عامل نکروزه شدن

نوک برگ ها است. انتقال یونهای کلراید در گیاهان عمدتاً با تبخیر و تعرق همسو است (واهوم، 2003) و این می تواند مقدار زیاد این یونها و سوختگی نوک برگهای پیر را در گیاه آفتابگردان در بستر شور توضیح دهد. در گیاه آفتابگردان، آستانه سمّیت سدیم پایین تر از آستانه سمّیت کلراید بدست آمد. با تجمع یونهای سدیم حداکثر تا 1/5 و یونهای کلراید حداکثر تا 23 میلی گرم در هر گرم ماده خشک در برگها، علائم مسمو مّیت مشاهده نشد. بر اساس نتایج، سوختگی نوک و حاشیه برگ ها در گیاه آفتابگردان تحت آبیاری با محلول 80 و160میلی مولار سدیم کلراید بیشتر از علائم مسمومّیت کلراید است تا سدیم. نتایج نشان داد که گیاه آفتابگردان، Cl^- را بسیار سریع و به مقدار زیاد جذب می کند و شدت این جذب به غلظت کلراید در بستر رشد و به سن گیاه، بستگی دارد. جذب کلراید از نوع جذب فعال و بر خلاف شیب الکترو شیمیایی انجام گرفت زیرا مقدار آن، در ریشه بیشتر از بستر رشد است. به نظر می رسد که غشای سلولهای ریشه آفتابگردان نسبت به کلراید نفوذپذیر است و وقتی غلظت Cl^- در بستر رشد زیاد باشد غشای سلولهای ریشه مانع دخول آن نمی شود بلکه آن را در واکوئل سلولهای ریشه، جمع می کند. نتایج حاصله با روش X-ray مؤید آن است (ابراهیمی، 2010). نتایج نشان داد که کلر جذب شده توسط ریشه آفتابگردان، بویژه در بسترهای با شوری بالا، تحرک خوبی در گیاه ندارد و معمولاً با گذشت سن گیاه در اندام های تحتانی گیاه جمع می شود به همین دلیل سمّیت آن در اندامهای تحتانی مشاهده می شود. .

Reference

Benton , J.2001.Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Raton, USA: CRC Press.

Delgado, I.C., and A.J. Sanchez-Raya. 2007. Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 38: 2013-2027.

Davenport, R.J. 2007. Ion uptake by plant roots. In: Plant Solute Transport, (eds. Yeo and Flowers): London, England: Blackwell Publishing. Ltd. pp. 193-209.

Ebrahimi, R.2010. Effect of sodium and chloride ions on growth and nutrition in sunflower. PhD thesis. University of Delhi. Delhi, India.

Ebrahimi,R. and S.C.Bhatla.2011. *Communication in Soil Science and Plant Analysis.*

Fageria, N.K. 2009. The use of nutrients in crop plants. Boca Raton, USA: CRC Press.

Flagella, Z., M.M. Giuliani, T, Rotunno., R.Di Caterina., and A.D.Caro .2004. Effect of saline water on oil and yield and quality of a high oleic sunflower hybrid. *European Journal of Agronomy* 21: 267-272.

Izzo, R., A. Incerti, and C. Bertolla .2008. Seawater irrigation: Effects on growth and nutrient uptake of sunflower plants. In Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance, eds. Abdelly, C., M. Ozturk, M. Ashraf, and C.Grignon, 61-69.Birkhauser Verlag, Switzerland.

Quintero, J. M., J. M. Fournier, M.Benlloch, and A.R.Navarro .2008. Na^+ accumulation in root symplast of sunflower plants exposed to moderate salinity is transpiration –dependent. *Journal of Plant Physiology* 165: 1248-1254.

Quintero, J.M., J.M. Fournier, and M. Benlloch. 2007. Na^+ accumulation in shoot is related to water transport in K^+-starved sunflower plants but not in plants with a normal K^+ status. *Journal of Plant Physiology* 164: 60-67.

Subbarao, G.V., O. Ito, W.L. Berry, and R.M.Wheeler . 2003. Sodium- A functional plant nutrient. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22(5): 391-416.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc.

Tester, M., and R. Davenport .2003. Na^+ tolerance and transport in higher plants. *Annals of Botany*91: 503-527.

Wahome, P.K. 2003. Mechanisms of salt (NaCl) stress tolerance in horticultural crops - a mini review. *Acta Horticulture* .609: 127-131.