اثر تنش شوری بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی دو رقم هیبرید و ایرانی اسفناج

مینا بیارش*[۱]، محمود رقامی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری، [۲] استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: minabayarash@gmail.com

چکیده

شوری آب‌وخاک باروری بسیاری از محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد به‌ویژه سبزی‌ها که تحمل کمتری به تنش شوری دارند. در این آزمایش اثر تنش شوری بر میزان شاخص‌های فیزیولوژیکی دو رقم اسفناج برگ‌پهن ورامین و هیبرید ناریتا موردبررسی قرار گرفت. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورها شامل تنش شوری در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و رقم در دو سطح (برگ‌پهن ورامین و هیبرید ناریتا) بود. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش محتوای آب نسبی برگ و افزایش پرولین و نشت الکترولیت در هر دو رقم اسفناج شد و هر دو رقم تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفتند اما میزان تأثیر تنش شوری بر رقم هیبرید بیشتر بود. به نظر می‌رسد رقم برگ‌پهن ورامین ازنظر شاخص‌های فیزیولوژیکی برای کشت در شرایط تنش شوری نسبت به رقم هیبرید مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی" :برگ‌پهن ورامین" ، پرولین، نشت الکترولیت.

مقدمه

اسفناج بانام علمی *Spinacia oleracea* L. متعلق به خانواده *Chenopodiaceae* (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۶) و ازجمله سبزی‌های برگی مهم فصل سرد است. شوری آب‌وخاک یکی از تنش‌های غیرزنده مهم است که رشد و بهره‌وری محصول را کاهش می‌دهد. تخمین زده‌شده است که تا سال ۲۰۵۰ حدود ۵۰ در صد از زمین‌های زراعی جهان تحت تأثیر شوری قرار خواهند گرفت. شوری خاک باروری بسیاری از محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد به‌خصوص محصولات سبزی که تحمل کمتری به شوری خاک‌دارند. بااین‌حال افزایش در تولید و مصرف سبزی‌ها اولویت جهانی دارد. تنش شوری به دلیل کاهش باروری و افزایش میوه‌ها، ریشه و غده نامناسب و برگ‌هایی که ارزش تجاری ندارند، باعث کاهش عملکرد قابل‌عرضه به بازار می‌شود (Manuel *et al*., 2017). تنش شوری باعث کاهش محتوای آب نسبی برگ می‌شود که این کاهش به‌تدریج و با افزایش غلظت نمک رخ می‌دهد. کاهش محتوای آب نسبی برگ نشان‌دهنده ازدست‌دادن فشار تورگر است که درنتیجه دسترسی محدود گیاه به آب برای فرایندهای توسعه سلول است (Liu *et al*., 2013). اگر محتوای آب نسبی بالا باشد به معنای توانایی برگ به حفظ مقادیر بیش‌تری آب در شرایط تنش است که قابلیت تنظیم اسمزی و یا توانایی ریشه در جذب آب به وجودمی آید. مطالعات متعدد نشان می‌دهد که غشای پلاسمایی ممکن است محل آسیب‌دیدگی در اثر تنش شوری باشد و درنتیجه هدایت الکتریکی و نفوذپذیری غشاء به‌طور قابل‌توجهی پس از قرارگرفتن در معرض نمک تغییر می‌کند (Parvaiz and Satyawati, 2008). یک راه‌حل برای اجتناب از تنش در سطح سلولی، فرایند تنظیم اسمزی است. در حقیقت سطح بالایی از آسیب در اثر تنش شوری را می‌توان از طریق انباشت عوامل تنظیم اسمزی مانند قندهای محلول، گلیسین بتائین و پرولین کنترل کرد. گلیسین بتائین و پرولین دو عامل اصلی تنظیم اسمزی هستند که در پاسخ به تنش در گیاه انباشته می‌شوند (Liu *et al*., 2013). قندها علاوه بر تعدیل اسموتیکی در حفظ پروتئین‌ها، حفظ سیالیت غشاء و زدودن رادیکال‌های آزاد اکسیژن نقش دارند. تولیدات گیاهی در پاسخ به تنش‌های زیست‌محیطی مانند شوری، خشکی و دمای شدید کاهش می‌یابد؛ بنابراین مطالعه فیزیولوژی تغذیه گیاه در شرایط شوری و برای افزایش تولید و تحمل شوری در مناطق شور مهم است؛ بنابراین، پژوهش حاضر باهدف بررسی برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی دو رقم اسفناج، تحت تنش شوری و مشخص کردن رقم متحمل‌تر بر اساس این شاخص‌ها در خاک‌های شور طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

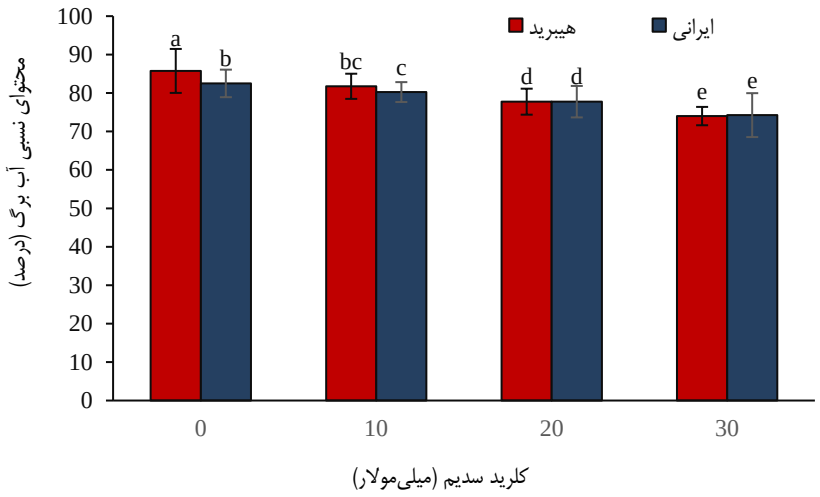
بذرهای دو رقم اسفناج ایرانی و هیبرید، در بهمن‌ماه ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولیعصر رفسنجان کشت شد. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار که فاکتورها شامل تنش شوری (در چهار سطح ۰،۱۰،۲۰،۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و رقم (هیبرید ناریتا و برگ‌پهن ورامین) بود. ابتدا بذرهای دو رقم اسفناج در گلدان‌های پلاستیکی در بستری با نسبت ۳:۱ خاک و کود حیوانی در داخل شاسی در مزرعه کشت شدند. آبیاری قبل از روییدن هرروز و بعد از سبز شدن یک روز در میان انجام شد. پس از گذشت یک ماه و در مرحله چهار برگی اعمال تیمارها شروع شد. تیمار شوری هر دو روز یک‌بار اعمال شد. پس از گذشت سه ماه و پس از ظاهر شدن اثرات اولیه تیمار بر روی گیاه برداشت صورت گرفت. در این پژوهش شاخص‌هایی که اندازه‌گیری شد شامل محتوای آب نسبی برگ، نشت الکترولیت، قندهای محلول و پرولین بود. برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ ابتدا از هر گلدان شش دیسک پهنک‌برگ تازه تهیه و وزن شد و داخل پتری دیش حاوی آب مقطر قرار گرفت. پس از گذشت شش ساعت آن‌ها را وزن کرده و پس‌ازآن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و دوباره وزن آن‌ها اندازه‌گیری و محتوای آب نسبی برگ با استفاده از فرمول زیر به دست آمد: RWC=(wf-wd/wt-wd) ×100

به‌منظور اندازه‌گیری نشت الکترولیت، از برگ گیاهان هر گلدان ۴ دیسک تهیه و در دمای اتاق درون شیشه‌هایی حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر نگهداری گردید. در مرحله بعد باگذشت ۲۴ ساعت میزان هدایت الکتریکی آب مقطر محتوی نمونه اندازه‌گیری و به‌عنوان نشت اولیه ثبت گردید. بعد از قرارگیری شیشه‌های محتوی نمونه در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه میزان هدایت الکترولیتی آن‌ها به‌عنوان نشت ثانویه اندازه‌گیری و ثبت گردید. در پایان میزان نشت الکترولیت با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Sairam and Srivastava, 2002): نشت الکترولیت = [(نشت ثانویه/نشت اولیه)] ×۱۰۰

برای استخراج پرولین ۰/۵ گرم برگ توسعه‌یافته را با استفاده از ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و محلول حاصل را در لوله فالکن ریخته و عمل استخراج دو بار و هر بار با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول به‌دست‌آمده ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. پس از جداسازی فاز مایع از جامد، قسمت مایع برای استخراج پرولین مورداستفاده قرار گرفت. میزان پرولین برحسب میکرو مول برگرم وزن‌تر نمونه برگ محاسبه شد (Bates *et al*., 1973). آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین صفات به کمک آزمون LSD و ترسیم نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل انجام شد.

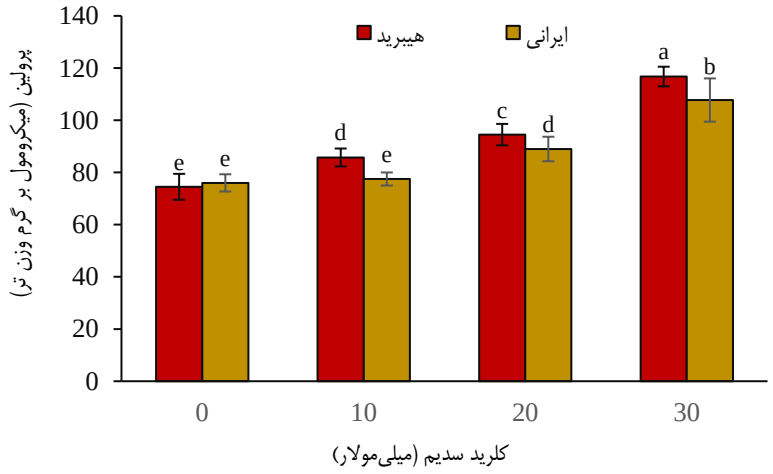
نتایج و بحث

محتوای آب نسبی برگ: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و برهم‌کنش رقم و شوری بر مقدار محتوای آب نسبی برگ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که محتوای آب نسبی برگ با افزایش شدت تنش در هر دو رقم اسفناج کاهش یافت به‌طوری‌که مقدار آن در رقم ایرانی اسفناج در شرایط ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در مقایسه با گیاهان شاهد به ترتیب حدود ۲/۷۳، ۵/۷۶ و ۱۰ درصد و در رقم اسفناج هیبرید به ترتیب حدود ۴/۶۶، ۹/۳۳ و ۱۳/۷ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش یافت (شکل ۱).



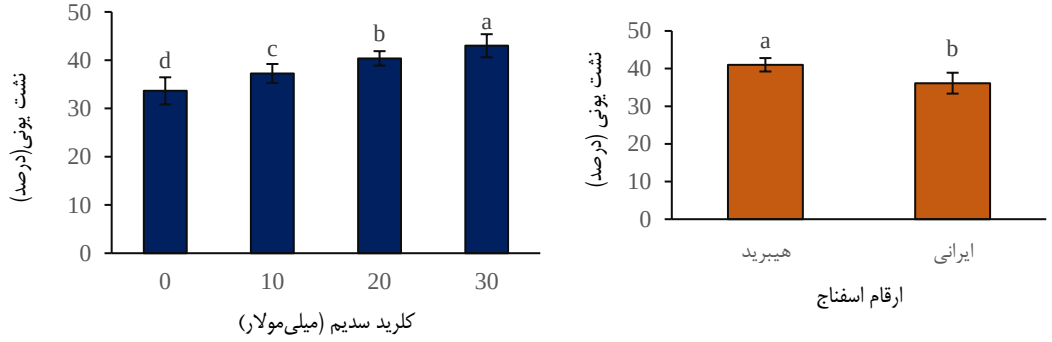
شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر محتوای آب نسبی برگ ارقام اسفناج در شرایط مزرعه

پرولین: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، شوری و برهم‌کنش این دو بر مقدار پرولین برگ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد محتوای پرولین برگ با افزایش شدت تنش در بافت برگ افزایش یافت هرچند تغییرات مقدار پرولین در اسفناج هیبرید در مقایسه با رقم ایرانی در پاسخ به شرایط تنش بیشتر بود. به‌طوری‌که مقدار پرولین در رقم هیبرید در شرایط ۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم حدود ۵۶/۷ درصد و در رقم ایرانی ۴۱/۸ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش یافت (شکل ۲.)



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر مقدار پرولین برگ ارقام اسفناج در شرایط مزرعه

نشت یونی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده رقم و شوری در سطح احتمال پنج درصد بر نشت یونی معنی‌دار شد درحالی‌که برهم‌کنش بین رقم و شوری بر مقدار آن اثر معنی‌داری نداشت. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، مقدار نشت یونی رقم هیبرید در مقایسه با رقم ایرانی بیشتر بود. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش غلظت کلرید سدیم نشت یونی افزایش یافت به‌طوری‌که با کاربرد تیمار ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مقدار نشت یونی به ترتیب ۴، ۹/۷ و ۱۴/۱ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش یافت (شکل ۳).



الف ب

شکل ۳- میزان نشت یونی برگ (الف) و تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر میزان نشت یونی (ب) ارقام اسفناج در مزرعه

قندهای محلول: نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که قندهای محلول برگ تحت تأثیر رقم، شوری و برهم‌کنش بین آن‌ها قرار نگرفت. در شرایط تنش، گیاهان برای تداوم رشد باید پتانسیل آب درونی را پایین‌تر از خاک نگه‌داشته و جذب آب و آماس خود را حفظ کنند. کاهش در محتوای آب نسبی برگ، آسیب به آماس را نشان می‌دهد که درنهایت منجر به محدود شدن قابلیت استفاده آب برای فرایندهای توسعه سلولی می‌شود (Ahmad and Sharma, 2010). درواقع محتوای آبی برگ‌ها به‌عنوان فاکتوری برای تعیین سطح آب گیاه شناخته‌شده است که می‌تواند فعالیت‌های متابولیکی درون بافت گیاه را نشان دهد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش شوری در هر دو رقم اسفناج کاهش یافت. کاهش در محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش را می‌توان به کاهش رشد ریشه و کاهش جذب آب نسبت داد. از طرف دیگر در شرایط تنش شوری و قلیائی‌ات به دلیل کاهش پتانسیل آب اطراف ریشه اختلاف‌پتانسیل آب بین بافت ریشه و محیط اطراف ریشه کمتر شده و درنتیجه آب کمتر از طریق اختلاف شیب پتانسیل آب حرکت می‌کند و درنتیجه محتوای آب نسبی برگ کاهش می‌یابد. کاهش در محتوای نسبی آب برگ نشانگر کاهش فشار تورژسانس است که سبب کاهش آب موردنیاز برای فرایندهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی از قبیل طویل شدن سلولی، باز شدن روزنه‌ها و فرایندهای وابسته به فتوسنتز است (Farkhondeh *et al.*, 2012). به‌طورکلی کاهش محتوای آب نسبی برگ و کارایی استفاده آب در زمان تنش شوری می‌تواند ناشی از کاهش رشد ریشه، بسته شدن روزنه‌های هوایی، کاهش جذب و انتقال آب توسط ریشه و همچنین افزایش تجمع یون‌ها به‌ویژه یون‌های سدیم و کلر باشد (Sheng and Ying-Ning, 2009). کاهش محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش شوری در دیگر گیاهان مانند خربزه (Kaya *et al.*, 2007) و نخودفرنگی (Ahmad and John, 2005) نیز گزارش‌شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. گیاهان برای مقابله با شرایط تنش سازوکارهای متفاوتی را بکار می‌برند تا اثرات تنش بر بافت‌های گیاه کاهش یابد. در شرایط تنش گیاه از طریق تجمع ترکیبات اسمزی یا تنظیم‌کننده‌های اسمزی نظیر پرولین و قندهای محلول، پتانسیل اسمزی برگ یا بافت گیاه را کاهش می‌دهد و با کاهش پتانسیل اسمزی اختلاف شیب پتانسیل آب بین محیط ریشه و بافت ریشه بیشتر شده و این اختلاف پتانسیل سبب جریان آب از سمت ریشه به سمت بافت گیاه می‌گردد (Peng *et al.*, 2007; Yang *et al.*, 2008). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقدار پرولین برگ اسفناج در شرایط تنش شوری در هر دو رقم افزایش یافت ولی تغییراتی در مقدار کربوهیدرات‌های محلول در ارقام اسفناج مشاهده نشد. افزایش در مقدار پرولین در شرایط تنش شوری را می‌توان به کاهش محتوای آب نسبی برگ نسبت داد. تجمع پرولین یک پاسخ فیزیولوژیکی به شرایط تنش بوده و از دو جنبه قابل‌بررسی است: نخست این‌که در شرایط تنش شوری یون سدیم در مقادیر بالا در سیتوزول جمع شده، ایجاد سمیت می‌کند و باید به واکوئل‌ها منتقل شود؛ بنابراین مواد آلی با وزن مولکولی کم که با عنوان محلول‌های سازگار نامیده می‌شوند، برای حفظ تعادل پتانسیل آب، درون سیتوپلاسم تجمع می‌یابند. پرولین یکی از مهم‌ترین محلول‌های سازگار بوده و در تعدیل پتانسیل اسمزی بسیار مؤثر است. به‌علاوه پرولین نقش آسیمولاتی به‌عنوان مخزن کربن و نیتروژن دارد و نیز حفاظت گیاه را در برابر صدمات رادیکال‌های آزاد انجام می‌دهد. (Farkhondeh *et al.*,2012)افزایش میزان پرولین در شرایط تنش شوری در سایر گیاهان مانند برنج (Kumar *et al.*, 2007) نیز گزارش‌شده است که

با نتایج پژوهش حاضر مشابه است. نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش شوری کاهش یافت و مقدار آن در رقم ایرانی در مقایسه با رقم هیبرید تغییرات کمتری نشان داد. مقدار پرولین برگ ارقام هیبرید و ایرانی نیز در شرایط تنش شوری در هر دو رقم به ترتیب حدود ۴۱ و ۶۴ درصد افزایش یافت و مقدار پرولین برگ رقم هیبرید در مقایسه با رقم ایرانی بیشتر بود. نشت یونی نیز در رقم هیبرید در مقایسه با رقم ایرانی بیشتر بود و با افزایش شدت تنش، نشت یونی حدود ۱۴ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد که رقم ایرانی به دلیل تغییرات کمتر محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش شوری از نشت یونی کمتری برخوردار بود و براین‌اساس رقم برگ‌پهن ورامین در شرایط تنش شوری از تحمل بیشتری به شرایط تنش برخوردار است و برای کشت در شرایط شور مناسب‌تر است.

منابع

اسدی، ح.ع و حسندخت، م.ر. ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی اسفناج ایرانی. مجله علوم و فنون کشاورزی ایران، ۳۸ (۲): ۲۵۶-۲۵۷.

Ahmad, P. and Jhon, R. 2005. Effect of salt stress on growth and biochemicalparmeters of Pisum sativa L. Arshoves of Agronomy and siol Science, 51: 665-672

Ahmad, P. and Sharma, S. 2010. Physio-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (Morus alba L.) under NaHCO3 stress. Industrial Crops and Products, 4: 1735-1743.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and soil, 39(1):205-207.

Farkhondeh, R., Nabizadeh, E. and Jalilnezhad, N. 2012. Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relations in two sugar beet cultivars. International Journal of AgriScience, 2(5): 385-392.

Kaya, C., Tuna, A. L., Ashraf, M. and Altunlu, H. 2007. Improved salt tolerance of melon (Cucumis melo L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Journal of Environmental and Experimental Botany, 60(3): 397-403

Kumar, R., Venuprasad, R. and Atlin, G. N. 2007. Genetic analysis of rainfed lowland rice drought tolerance under naturally-occurring stress in eastern India: heritability and QTL effects. Field Crops Research, 103(1): 42-52

Liu, L., Ueda, A. and Saneoka, H. 2013. Physiological responses of white Swiss chard (Beta vulgaris L. subsp. cicla) to saline and alkaline stresses. Australian Journal of Crop Science, 7(7): 1046-1052

Manuel, R., Machado, A. and Serralheiro, R. P. 2017. Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization. Journal of Horticulturae,30: 1-13.

Parvaiz, A. and Satyawati, S. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. Plant Soil Environmental, 54(3): 89-99.

Peng, Y., Lin, W., Cai, W. and Arora, R. 2007. Overexpression of a Panax ginseng tonoplast aquaporin alters salt tolerance, drought tolerance and cold acclimation ability in transgenic Arabidopsis plants. Planta, 226(3): 729-740.

Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. 2002. Changes in antioxidant activity in subcellular fraction of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Journal of Plant Science, 162: 897-904

Sheng, W. U. and Ying-Ning, Z. O. U. 2009. The effect of dual application of arbuscular mycorrhizal fungi and polyamines upon growth and nutrient uptake on trifoliate orange (Poncirus trifoliata) seedlings. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(2): 95-98.

Yang, C. W., Jianaer, A., Li, C. Y., Shi, D. C. and Wang, D. L. 2008. Comparison of the effects of salt- stress and alkali- stress on photosynthesis and energy strong of an alkali resistant halophyte chloris virgate. Photosynthetica, 46(2): 273-278.

The effect of salinity stress on some physiological parameters of hybrid and Iranian spinach cultivars

Mina Bayarash[1]*, Mahmoud Raghami [2]
[1*] Ph.D student, [2]Assistant professor, Department of horticulture Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
[*]*Corresponding Author: minabayarash@gmail.com*

Abstract

The salinity of soil and water reduces the fertility of many agricultural products, especially vegetables less tolerant of salinity stress. In this experiment, the effect of salinity stress was investigated on the physiological parameters of two spinach cultivars (‘Bargpahn-e-varamin’ and ‘Narita’ F_1 hybrid). This experiment was performed as factorial in a completely randomized design with four replications. Factors included salinity stress at four levels (0, 10, 20, 30 mM sodium chloride) and cultivar at two levels. The results showed that salinity stress decreased the relative water content of leaves and increased proline and electrolyte leakage in both spinach cultivars. Both cultivars were affected by salinity stress, but the effects of salinity stress were greater on hybrid cultivars. It seems that the ‘Bargpahn-e-varamin’ cultivar is more suitable for cultivation under salinity conditions than the hybrid cultivar in terms of physiological parameters.

***Keywords*: ‘**Bargpahn-e-varamin’, Proline, Relative water content, Sodium chloride.