Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 2, Summer 2018 (579-587)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.217095.1092

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷ (ص ۵۸۷-۵۷۹)

تأثیر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی توده‌های بومی شلغم ایرانی (*Brassica rapa*)

محمد امیریان مجرد[۱]، محمدرضا حسندخت[۲*]، وحید عبدوسی[۳]، سید علی طباطبائی[٤] و کامبیز لاریجانی[۳]

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲. استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۳. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

٤. استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۵/۱۸)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر شوری بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) و فیزیولوژیک توده‌های شلغم ایرانی آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول شوری آب در چهار سطح (۰، ٦۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و عامل دوم ۱۵توده شلغم ایرانی بود. نتایج نشان داد، تنش شوری میزان وزن تر و خشک شاخساره (٦۳ و ۳۳ درصد)، وزن تر ریشهٔ غده‌ای (۸٦ درصد)، سبزینهٔ (کلروفیل) a و b (۵۲ و ۳۷/۵ درصد)، پتاسیم برگ و ریشه (۳۳/۲ و ۳۱/۲ درصد) را کاهش و میزان سدیم برگ و ریشهٔ غده‌ای را افزایش (۸٤ و ۹۰/۳ درصد) داد. نتایج اثر متقابل شوری و توده نشان داد، توده‌های مشهد، یزد و بیرجند بیشترین کاهش میزان پرولین (۷۱، ٦٤/۵ و ٦۱/٦ درصد) و توده‌های مهریز و کرمانشاه کمترین کاهش سبزینهٔ a (۲۲ و ۳۲/۳ درصد) در شوری ۱۸۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد را داشتند. سبزینهٔ a و b با وزن تر (**۰/۸ و **۰/۷۲) و خشک اندام‌های هوایی (*۰/۷۳ و *۰/٦۸) همبستگی مثبت داشت. پرولین نیز به ترتیب با سدیم و پتاسیم برگ همبستگی مثبت و منفی (*۰/٤۳ و *-۰/٤۲) داشت. پتاسیم و سدیم ریشه همبستگی منفی (**-۰/۸۸) و معنی‌داری با هم داشتند. نتایج همچنین نشان داد، توده‌های شلغم ایرانی به تنش شوری واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند و از یون‌های پتاسیم و سدیم می‌توان به‌عنوان شاخص انتخاب توده‌های متحمل به شوری در شلغم استفاده کرد.

واژ های کلیدی: پرولین، سطوح شوری، عملکرد، فیزیولوژی.

Effects of salt stress on some morphological and physiological traits of Iranian turnip accessions (*Brassica rapa* L.)

Mohammad Amirian Mojarad[1], Mohammad Reza Hassandokht[2*], Vahid Abdossi[3], Seyed Ali Tabatabaei[4] and Kambiz Larijani[3]

1. Ph.D. Candidate, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Assistance Professor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. Assistance Professor, Seed and Plant Improvment Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources and Education Center, AREEO, Yazd, Iran

(Received: Oct. 18, 2016 - Accepted: Aug. 9, 2017)

ABSTRACT

In order to investigate effects of salt stress on some morphological and physiological traits of Iranian turnips accessions, a greenhouse experimental was carried out as a factorial with a completely randomized design in three replications. The first factor was the salinityof water at four levels (0, 60, 120 and 180 mM NaCl) and the second factor was the accessions of Iranian turnip at 15 levels. Results showed that salt stress reduced the fresh and dry weights of shoot (63, 33) and root tuber (86%), chlorophylls a and b (52 and 37.5%), potassium ion of leaf and tuber root (33.2 and 31.2%) and increased the sodium content of leaf and root tuber (84 and 90.3 percent. Results of interaction of salinity and accession showed that Mashhad, Yazd and Birjand accessions had the greatest reduction in proline (71, 64.5 and 61.6%); while, accessions from Mehriz and Kermanshah had the smallest decrease in chlorophyll a (22 and 32.3%) at 180 mM salinity compared to control. Chlorophyll a and b levels were positively correlated with fresh weight (0.8**, 0.72**) and dry weight of shoots (0.43**, 0.68**). Proline had a positive and negative correlation with sodium and potassium of leaf (0.43*, -0.42*), respectively. Root potassium and sodium had negative significant correlation. Results showed accessions of Iranian turnip exhibit different responses to salt stress and potassium and sodium ions can be used as a selection index for accessions of salt-tolerant turnip.

Keywords: Physiology, proline, salinity levels, yield.

* Corresponding author E-mail: mrhassan@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

شلغم (*Brassica rapa* L.) گیاهی دو ساله از تیرهٔ Brassicaceae است که به‌صورت تازه و خشک شده در تغذیهٔ انسان استفاده می‌شود، بذر و ریشه و برگ آن نیز کاربرد دارویی داشته و گونه‌هایی از آن برای علوفه و خوراک دام استفاده می‌شوند (Zargari, 1997). این گیاه در دامنهٔ گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی نیمه گرمسیری، معتدل و سرد کشت می‌شود (Dixon, 2007). کاشت و پرورش شلغم بیشتر در مناطق حاشیهٔ مدیترانه، جنوب غربی و مرکز آسیا متداول است (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). توده‌های بومی در سالیان متمادی به‌خوبی به شرایط سخت محیطی سازگار شده و مجموعه‌ای از ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیک)، فیزیولوژیک و پدیدشناختی (فنولوژیک) را دارند که در نتیجهٔ آن سازوکارهایی دارند که موجب افزایش بازدهٔ استفاده از آب موجود در خاک در محیط‌های شور و خشک می‌شود (Ashraf, 1999). با توجه به اینکه ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک است، بنابراین شناخت سازوکارهای تحمل به شوری ضروری به نظر می‌رسد.

شوری آب‌وخاک از جمله عامل‌های تنش‌زای محیطی‌اند که افزون بر اختلال و کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای سوخت‌وسازی (متابولیکی) دچار مشکل می‌سازد شوری با کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک یا تنش آب، تأثیر ویژهٔ یونی و به هم خوردن تعادل عنصرهای غذایی به دلیل افزایش غلظت Na^+ باعث آسیب به گیاه می‌شود (Ashraf & McNeilly, 2004). در گزارشی توسط اشرف و علی نسبت بالای K^+/Na^+ و انتخاب پتاسیم در مقابل سدیم در تنش شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب برای تحمل به شوری در کلزا اعلام شد (Ashraf & Ali, 2008). تجمع پرولین در شرایط تنش شوری، بیش از دیگر اسیدهای آمینه صورت می‌گیرد که می‌تواند در تنظیم اسمزی و به‌احتمال حفظ فعالیت آنزیمی گیاه نقش داشته باشد (Gad, 2005). اشرف و مک‌نیلی تجمع اسمولیت‌هایی مانند پرولین و کربوهیدرات‌های محلول را یکی از راهکارهای افزایش تحمل به شوری در گیاهان تیرهٔ کلم‌ها عنوان کردند (Ashraf & McNeilly, 2004).

شلغم با وجود داشتن ارزش غذایی و دارویی بالا، کشت و کار آن در ایران متأسفانه به‌صورت محدود و محلی انجام می‌شود و ازآنجایی‌که تاکنون تحقیقی که ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی گیاه شلغم را در ارتباط با تأثیر تنش‌های محیطی روی آن‌ها به‌صورت همزمان بررسی کرده باشد صورت نگرفته، از این‌رو با توجه به اطلاعات محدود موجود درزمینهٔ واکنش فیزیولوژیکی توده‌های ایرانی شلغم نسبت به شوری و همچنین پایین بودن میزان تنوع شلغم‌های آزمایش‌شده، این تحقیق به‌منظور بررسی پاسخ فیزیولوژیک توده‌های شلغم ایرانی نسبت به تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ به‌صورت گلدانی در گلخانهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی یزد و آزمایشگاه باغبانی دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات اجرا شد. تیمارها شامل ۱۵ تودهٔ بومی شلغم (مشهد، سبزوار، خاش، سیرجان، مروست، دزفول، نهبندان، مهریز، یزد، اصفهان، قم، بیرجند، شیراز، کرمانشاه اردکان) و چهار سطح شوری (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) بودند. انتخاب سطوح مختلف شوری در این بررسی، بنا بر نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های انجام شده درزمینهٔ تأثیر سطوح مختلف شوری بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی در شلغم و تربچه صورت گرفت (Noreen *et al*., 2010; Saba & Munir *et al*., 2013; MobinaUlfat *et al*., 2007). سطوح شوری با استفاده از کلرید سدیم ۹۸ درصد (شرکت مرک آلمان) اعمال شد.

کشت بذرها در گلدان‌هایی حاوی ماسه و پرلیت، با قطر دهانهٔ ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۷ سانتی‌متر انجام شد. در هر گلدان ده عدد بذر که با هیپوکلرید سدیم ۲ درصد ضدعفونی شده بودند، در عمق ۱/۵ سانتی‌متر کشت شدند. پس از استقرار گیاهچه‌ها (دو هفته پس از کاشت) به دو بوته در هر گلدان کاهش داده شد. تیمارهای شوری از مرحلهٔ چهار برگی (سه هفته پس از

Archive of SID

www.SID.ir

کاشت) با آبیاری هر گلدان به‌صورت قطره‌ای همراه با محلول هوگلند (به‌صورت اندازه‌گیری تبخیر و تعرق افزون بر رشد وزن تر گیاه)، در دورهٔ آزمایش انجام شد (Noreen *et al*., 2010; Saba Munir *et al*., 2013; Marcelis *et al*., 1999; Ulfat *et al*., 2007). دورهٔ آزمایش به مدت ۷۵ روز ادامه یافت و در پایان دوره، در آغاز نمونه‌برداری برای ویژگی‌های فیزیولوژیک از جوان‌ترین برگ بالغ انجام شد. پس از آن بوته‌ها از گلدان بیرون آورده شده و اندازه‌گیری ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی برگ و ریشهٔ غده‌ای انجام شد. برای تعیین وزن خشک برگ و ریشه، برگ‌ها و ریشه‌های غده‌ای در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند.

برای سنجش میزان سبزینه (کلروفیل)های a و b و کارتنوئیدها از طریق سایش ۰/۵ گرم نمونهٔ برگی در استون ۸۰ درصد و خواندن جذب نوری به ترتیب در طول‌موج‌های ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر انجام گرفت (Arnon, 1949). برای تعیین محتوای نسبی آب برگ، از روش Schonfeld *et al*. (1988) بنابر رابطهٔ زیر استفاده شد.

$$RWC = \frac{W_f - W_d}{W_s - W_d} \times ۱۰۰$$

که در این رابطه: W_f= وزن تر نمونه، W_s= وزن اشباع نمونه، W_d= وزن خشک نمونه می‌باشند.

برای اندازه‌گیری پرولین برگ از روش Bates *et al*. (1973)، و برای سنجش پتاسیم و سدیم اندام‌های هوایی و ریشه از روش Wolf (1982) استفاده شد.

تجزیهٔ آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و به‌منظور مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

وزن تر و خشک شاخساره و ریشهٔ غده‌ای

تأثیر توده و شوری بر وزن تر و خشک شاخساره در سطح ۱درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین اثر ساده نشان داد، توده‌های شیراز، اردکان و اصفهان بیشترین وزن تر شاخساره (۴۷/۰۴، ۳۹/۸ و ۳۴/۹ گرم) و توده‌های اردکان و اصفهان بیشترین درصد وزن خشک شاخساره (۱۷/۰۶ و ۱۵/۵۷ درصد) را داشتند و دیگر توده‌ها در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳). تیمار شاهد نسبت به دیگر سطوح شوری بیشترین وزن تر و درصد وزن خشک شاخساره (۴۲/۰۸ گرم و ۵/۷۹ درصد) را داشت و تفاوت آن با سطوح شوری معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد، تأثیر توده و شوری به ترتیب بر وزن تر و خشک ریشهٔ غده‌ای معنی‌دار نبودند، ولی تأثیر توده بر وزن خشک ریشهٔ غده‌ای در سطح ۵درصد و تأثیر شوری بر وزن تر ریشهٔ غده‌ای در سطح ۱درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین تأثیر توده نشان داد، تودهٔ قم بیشترین وزن تر ریشهٔ غده‌ای (۳۳/۱۴ گرم) داشت و با توده‌های اردکان، شیراز، اصفهان، خاش، سیرجان، یزد و سبزوار تفاوت معنی‌داری نداشت و تودهٔ کرمانشاه کمترین وزن تر و درصد وزن خشک ریشه (۱۳/۵۲ گرم و ۱۰/۱۵ درصد) را داشت، به‌طوری‌که کاهش وزن تر ریشه در تودهٔ کرمانشاه نسبت به قم ۵۹ درصد و کاهش وزن خشک آن نسبت به تودهٔ اردکان ۵۲ درصد بود (جدول ۳). با افزایش شوری وزن تر و خشک ریشه روند کاهشی پیدا کردند، به‌طوری‌که وزن تر در سطح ۱۸۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد ۶۵ درصد کاهش پیدا کرد. در مقایسه بین سطوح شوری، سطوح ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار کمترین میانگین وزن تر ریشه را به خود اختصاص دادند و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۲).

به نظر می‌رسد، تنش شوری از طریق محدودیت در جذب عنصرهای غذایی با کمبود آب قابل استفادهٔ گیاه و سمیت عنصرهای غذایی، باعث کاهش توان رشد یاخته‌ای شده و کاهش سطح برگ و نورساخت (فتوسنتز) را به همراه داشته است، این موارد باعث کاهش کربوهیدرات تولیدی و در نتیجه کاهش رشد اجزاء مختلف گیاه شده که در نهایت سبب کاهش زیست‌تودهٔ (بیوماس) گیاه شد (Farooq & Azam, 2006). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان سبزینهٔ a به ترتیب با وزن خشک شاخساره و ریشه (۰/۷۳** و ۰/۸۲**)، و کارتنوئیدها با وزن خشک شاخساره و ریشه (۰/۸۴** و ۰/۸۷ **) نشان‌دهندهٔ اثر مستقیم رنگدانه‌ها بر نورساخت و در نتیجه بر وزن

Archive of SID

www.SID.ir

خشک گیاه است (جدول ۸). کاهش سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Dehdari *et al*., 2001; Azari *et al*., 2012; Enferad*et al*., 2004).

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های مورد ارزیابی در شلغم‌های بومی ایران

Table 1. Analysis of variance for traits in indigenous Turnip

S.O.V	df	MS							
		Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Root fresh weight	Root dry weight	RWC	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Proline
Accessions	14	534.32**	18.05*	188.27^{ns}	29.08*	95.68^{ns}	0.08**	0.012**	0.48**
Salinity	3	4144.62**	176.22**	1050.0**	30.76^{ns}	928.92**	0.44**	0.023**	0.18**
Salinity × Accessions	42	167.64^{ns}	5.34^{ns}	58.31^{ns}	0.48^{ns}	26.6^{ns}	0.007**	0.006**	0.12**
Error	64	135.78	7.79	117.05	15.53	59.66	0.001	0.003	0.01

RWC: Relative water content

ns، * و **: نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد و ۱درصد.

ns, *, **: Non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.

ادامهٔ جدول ۱. نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های مورد ارزیابی در شلغم‌های بومی ایران

Continued table 1. Analysis of variance for traits in indigenous Turnip

S.O.V	df	MS					
		Na^+ Leaf	K+ Leaf	K^+/Na^+ Leaf	Na+ Root	K^+ Root	K^+/Na^+ Root
Accessions	14	0.89**	0.79**	3.08**	15.18**	3.62**	6.9**
Salinity	3	50.09**	4.94**	144.35**	300.63**	9.32**	306.1**
Salinity × Accessions	42	3.68**	0.44**	4.07**	7.73**	0.34**	5.95**
Error	64	0.076	0.036	0.082	0.29	0.11	0.15

ns، * و **: نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد و ۱درصد.

ns, *, **: Non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.

جدول ۲. تأثیر تنش شوری بر میانگین ویژگی‌های مورد ارزیابی در گیاه بومی شلغم

Table 2. Effects of salt stress on mean of evaluate characteristic of Turnip

Stress level (mMNaCl) \ Characteristic	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (%)	Tuber root fresh weight (g)	Tuber root dry weight (%)	RWC (%)
0	42.08^{a}	15.79^{a}	47.27^{a}	18.43^{a}	84.1^{a}
60	34.31^{b}	14.29^{b}	19.89^{b}	16.52^{b}	77.4^{b}
120	26.01^{c}	11.85^{c}	16.93^{c}	12.93^{c}	74.09^{b-c}
180	15.53^{d}	10.59^{c}	16.47^{c}	11.47^{c}	71.69^{c}

ستون‌های دارای حرف‌های مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference ($p \leq 0.05$).

جدول ۳. تأثیر توده بر میانگین ویژگی‌های مورد ارزیابی در شلغم‌های بومی ایران

Table 3. Effects of genotypes on measured characteristic of Turnip

Accessions	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (%)	Tuber root fresh weight (g)	Tuber root dry weight (%)	RWC (%)	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)
Mashhad	20.04^{d}	10.68^{c}	16.21^{b-c}	14.65^{b-c}	69.04^{c}	0.45^{b}	0.12^{d-e}
Sabzevar	28.9^{b-d}	11.61^{c}	21.97^{a-c}	18.49^{a-b}	78.29^{a-b}	0.37^{c}	0.12^{d-e}
Khash	25.22^{c-d}	12.8^{b-c}	27.01^{a-b}	18.43^{a-b}	76.32^{a-c}	0.45^{b}	0.21^{a}
Sirjan	28.72^{b-d}	13.33^{b-c}	23.53^{a-c}	17.26^{a-c}	76.56^{a-c}	0.38^{c}	0.16^{b-c}
Marvast	27.71^{b-d}	13.22^{b-c}	22.67^{a-c}	15.99^{b-c}	73.48^{b-c}	0.55^{a}	0.15^{c}
Dezful	30.27^{b-d}	11.8^{c}	18.12^{b-c}	16.22^{b-c}	77.54^{a-c}	0.36^{c}	0.09^{f-g}
Nehbandan	19.17^{d}	12.16^{c}	18.9^{b-c}	16.68^{a-c}	72.71^{b-c}	0.3d^{e}	0.1^{e-f}
Mehriz	20.04^{d}	13.11^{b-c}	19.84^{b-c}	17.44^{a-c}	75.11^{a-c}	0.5^{a}	0.1^{e-f}
Yazd	18.4^{d}	12.93^{b-c}	19.58^{b-c}	17.79^{a-c}	73.73^{b-c}	0.28^{e}	0.13^{d}
Esfahan	34.87^{a-c}	15.57^{a-b}	25.55^{a-c}	13.91^{b-c}	78.77^{a-b}	0.29^{e}	0.11^{e-f}
Ghom	29.79^{b-d}	13.01^{b-c}	33.14^{a}	17.83^{a-c}	77.66^{a-c}	0.37^{c}	0.17^{b}
Birjand	30.28^{b-d}	13.42^{b-c}	14.68^{b-c}	16.51^{a-c}	79.22^{a-b}	0.26^{e}	0.1^{f-g}
Shiraz	47.04^{a}	13.53^{b-c}	21.95^{a-c}	14.35^{b-c}	80.1^{a-b}	0.22^{e}	0.08^{g}
Kermanshah	29.44^{b-d}	13.56^{b-c}	13.52^{c}	10.15^{d}	77.8^{a-c}	0.29^{e}	0.1^{e-f}
Ardakan	39.8^{a-b}	17.06^{a}	22.12^{a-c}	21.1^{a}	78.94^{a-b}	0.58^{a}	0.2^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference ($p \leq 0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

محتوای نسبی آب برگ

بنابر نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) تأثیر شوری بر محتوای نسبی آب برگ در سطح ۱درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل توده و شوری معنی‌دار نشد. مقایسهٔ میانگین سطوح شوری نشان داد، تیمار شاهد و ۱۸۰ میلی‌مولار به‌ترتیب بیشترین (۸۴٪) و کمترین (۷۱٪/۷) میزان محتوای نسبی آب برگ را داشتند (جدول ۲). کاهش محتوای نسبی آب برگ در این بررسی ممکن است به علت از دست دادن آب ناشی از وجود نمک باشد. محتوای نسبی آب برگ با میزان پتاسیم و سدیم ریشه (به ترتیب **۰/۸۵ و **۰/۷۱-) همبستگی معنی‌دار نشان داد (جدول ۸)، که می‌توان نتیجه گرفت افت جریان آب به دلیل تنش شوری ممکن است موجب کاهش هدایت هیدرولیکی ریشه و جریان آب از ریشه به ساقه شده و نبود تنش شوری سبب توسعهٔ بیشتر آوند چوب شده که انتقال هرچه بیشتر و آسان‌تر آب از ریشه به اندام‌های هوایی را به دنبال داشته و در نتیجه سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌شود. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ با عملکرد رشد (وزن شاخساره **۰/۸۹، وزن تر ریشه **۰/۸) نشان داد (جدول ۸)، که تولید بالای زیست‌توده در تودهٔ اردکان به دلیل نگهداری به‌نسبت زیاد آب باشد و برعکس کمترین میزان عملکرد در تودهٔ مشهد به دلیل نگهداری کمترین میزان آب است (جدول ۳). Noreen *et al.* (2010)، نیز با بررسی رقم‌های شلغم اعلام کردند، تنش شوری سبب کاهش رشد رویشی و کارایی مصرف آب می‌شود.

رنگدانه‌های گیاهی

نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول۱) نشان داد، توده و شوری و اثر متقابل توده و شوری در سطح ۱ درصد بر ویژگی‌های سبزینهٔ a و b تأثیر معنی‌دار داشت. در بررسی اثر متقابل توده و شوری (جدول ۴) میزان کاهش سبزینهٔ a در توده‌های شلغم مهریز، خاش، مروست، اصفهان، دزفول، شیراز، یزد و سبزوار در سطح ۱۸۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد به ترتیب ۲۲، ۴۲، ۴۳/۵، ۴۵، ۴۸، ۵۱/۴، ۵۱ درصد بودند. بنابراین توده‌های مهریز، خاش و مروست نسبت به دیگر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده‌ها در برابر شوری از نظر این صفت بودند که این توده‌ها جزء توده‌های پربازده نیز به‌شمار می‌آمدند. با توجه به نقش سبزینهٔ a در نورساخت و در نتیجه تولید مادهٔ خشک، این صفت می‌تواند در ایجاد این تفاوت اثرگذار بوده باشد. در ضمن توده‌های اردکان، نهبندان، مشهد، قم، بیرجند و سیرجان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با افزایش سطح شوری روند کاهشی از نظر سبزینه a مشاهده شد، به‌طوری‌که در سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار این صفت ۵۲ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). بررسی اثر متقابل توده و شوری بر میزان سبزینهٔ b (جدول ۵) نیز نشان داد، میزان آن به ترتیب در توده‌های شلغم بیرجند، یزد، نهبندان، سبزوار، شیراز، دزفول، اصفهان، کرمانشاه، مشهد، مهریز و سیرجان در سطح ۱۸۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. دلیل این کاهش را می‌توان با افزایش فعالیت آنزیم تخریب‌کنندهٔ سبزینه بنام سبزینه- آز مرتبط دانست (Santos, 2004). وجود همبستگی‌های معنی‌دار بین سبزینهٔ a و b با وزن تر اندام‌های هوایی (به ترتیب **۰/۸ و **۰/۷۲) و وزن خشک ریشهٔ غده‌ای (به ترتیب **۰/۸۲ و **۰/۷۶) بیانگر نقش رنگدانه‌های سبزینه در انجام نورساخت و تولید مادهٔ خشک و افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه است، همچنین بین سبزینهٔa با b و کارتنوئیدها (به ترتیب **۰/۸۷ و **۰/۹۱)، همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۸). کارتنوئیدها و سبزینهٔ b به‌عنوان رنگدانه‌های کمکی و حفاظتی از سبزینهٔa عمل کرده و در جذب و انتقال انرژی نورانی دریافتی به سبزینهٔ a نقش مؤثری دارند (Ghorbani Ghogdi & Ladan Moghadam, 2005). Saba Munir*et al.* (2013) نیز با بررسی تأثیر شوری بر تربچه بیان داشتند که وزن تر و خشک ساقه، میزان نورساخت و همچنین محتوای سبزینهٔ a و b در اثر افزایش سطوح شوری کاهش می‌یابد و نتیجه گرفتند که از شاخص‌های نورساخت خالص و محتوای سبزینهٔ برگ می‌توان به‌عنوان شاخص انتخاب برای تحمل به شوری در تربچه استفاده کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

پرولین

میزان پرولین برگ تحت تأثیر شوری، توده و اثر متقابل شوری و توده قرار گرفت و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). توده‌های مشهد، خاش، سبزوار و کرمانشاه (۰/۶۶، ۰/۶۶، ۰/۷۵، ۰/۶۲ میکرومول بر گرم) کمترین و توده‌های اردکان و شیراز (۱/۳۲، ۱/۳ میکرومول بر گرم) بیشترین میزان پرولین برگ را داشتند (داده‌ها ارائه نشده‌اند). جدول اثر متقابل نشان داد، میزان پرولین در توده‌های با عملکرد بالا (اردکان، قم، اصفهان، مروست و شیراز) در نتیجهٔ تنش شوری افزایش و در توده‌های با عملکرد پایین (مشهد، یزد، بیرجند، نهبندان و دزفول) کاهش می‌یابد (جدول ۶). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل توده و شوری بر این صفت و تنوع ناشی از آن می‌توان نتیجه گرفت که تجمع پرولین در گیاه تحت تأثیر هر دو عامل است و در نتیجه میزان پرولین می‌تواند به‌عنوان معیاری برای تحمل شوری مطرح باشد، از سویی پرولین موجب ثابت نگه‌داشتن درشت (ماکرو) مولکول‌ها و محافظت از غشای لیپوپروتئینی در برابر غلظت‌های بالای یون‌های کانی می‌شود که در این آزمایش نیز همبستگی مثبت و منفی پرولین به ترتیب با سدیم و پتاسیم برگ (۰/۴۳** و ۰/۴۲-**) گواه این مسئله است (جدول ۸)، ولی Rameeh *et al.* (2004) با بررسی تأثیر تنش شوری بر کلزا و همچنین Azari *et al.* (2012)، با بررسی تأثیر تنش شوری بر دو گونهٔ کلزا و شلغم روغنی بیان داشتند که میزان پرولین پهنک‌برگ تحت تأثیر شوری قرار نمی‌گیرد و نتیجه گرفتند که تجمع پرولین در گیاه در نتیجهٔ تنش شوری، یک واکنش به‌شمار آمده و در این ارتباط رقم تأثیر به‌مراتب بیشتری نسبت به محیط بر آن دارد، در نتیجه میزان پرولین نمی‌تواند به‌عنوان معیاری برای تحمل به تنش شوری مورد توجه قرار گیرد. اشرف و مک‌نیلی تجمع آسمولیت‌هایی مانند پرولین و کربوهیدرات‌های محلول را یکی از راه‌کارهای افزایش تحمل شوری در گیاهان تیره *Brassicaceae* عنوان کردند (Ashraf & McNeilly, 2004). Noreen *et al.* (2010) نیز افزایش پرولین، زیست‌توده و محتوای نسبی آب برگ در نتیجهٔ شوری و همچنین نسبت مستقیم آن‌ها با میزان پرولین را در رقم‌های متحمل شلغم، گزارش و بیان داشتند، محتوای نسبی آب برگ و پرولین شاخص خوبی برای تحمل شوری در شلغم هستند.

جدول ۴. اثر متقابل توده و شوری بر سبزینهٔ a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در برگ شلغم

Table 4. Interaction effect of salt stress and genotype on chlorophyll a (mg/g f.w) content of Turnip

Accessions	Stress level (mM)			
	0	60	120	180
Mashhad	0.77^{a}	0.67^{b-c}	0.38^{i-m}	0.33^{k-q}
Sabzevar	$0.53d^{g}$	0.39^{h-m}	0.32^{l-r}	0.26^{n-u}
Khash	0.57^{c-f}	0.48^{f-i}	0.44^{g-k}	0.33^{k-q}
Sirjan	0.63^{b-c}	0.36^{j-n}	0.32^{l-r}	0.23^{q-u}
Marvast	0.69^{a-b}	0.69^{b-c}	0.45^{g-i}	$0/39^{h-m}$
Dezful	0.47^{f-i}	0.46^{g-i}	0.26^{n-u}	0.25^{q-u}
Nehbandan	0.49^{f-h}	0.28^{m-t}	0.24^{p-u}	0.22^{r-v}
Mehriz	0.59^{b-e}	0.5^{e-g}	0.47^{g-i}	0.46^{g-i}
Yazd	0.43^{g-l}	0.3^{m-s}	0.21^{s-v}	0.21^{s-v}
Esfahan	0.38^{i-m}	0.35^{j-o}	0.25^{q-u}	0.21^{s-v}
Ghom	0.61^{b-d}	0.43^{g-l}	0.24^{p-u}	0.21^{s-v}
Birjand	0.36^{j-n}	0.24^{p-u}	0.33^{k-q}	0.12^{v}
Shiraz	0.35^{j-o}	0.21^{s-v}	0.18^{t-v}	0.17^{u-v}
Kermanshah	0.34^{k-p}	0.3^{m-s}	0.29^{m-s}	0.23^{q-u}
Ardakan	0.63^{b-c}	0.51^{e-g}	0.38^{i-m}	0.28^{m-t}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference ($p \leq 0.05$).

جدول ۵. اثر متقابل توده و شوری بر سبزینهٔ b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در برگ شلغم

Table 5. Interaction effect of salt stress and genotypes on chlorophyll B (mg/g f.w) content of Turnip

Accessions	Stress level (mM)			
	0	60	120	180
Mashhad	0.06^{n-o}	0.15^{e-i}	0.1^{j-n}	0.18^{e-f}
Sabzevar	0.14^{f-j}	0.11^{i-m}	0.1^{j-n}	0.14^{f-j}
Khash	0.32^{a-b}	0.26^{d}	0.19^{e}	0.09^{k-o}
Sirjan	0.29^{b-d}	0.09^{k-o}	0.16^{e-h}	0.1^{j-n}
Marvast	0.13^{g-k}	0.16^{e-h}	0.13^{g-k}	0.18^{e-f}
Dezful	0.11^{j-m}	0.14^{f-j}	0.06^{n-o}	0.07^{m-o}
Nehbandan	0.14^{f-j}	0.06^{n-o}	0.11^{i-m}	0.11^{i-m}
Mahriz	0.07^{m-o}	0.12^{h-l}	0.11^{i-m}	0.13^{g-k}
Yazd	0.14^{f-j}	0.14^{f-j}	0.13^{g-k}	0.11^{m-q}
Esfahan	0.15^{e-i}	0.08^{l-o}	0.12^{h-l}	0.09^{k-o}
Ghom	0.35^{a}	0.13^{g-k}	0.12^{h-l}	0.09^{k-o}
Birjand	0.1^{j-n}	0.14^{f-j}	0.08^{l-o}	0.08^{l-o}
Shiraz	0.08^{l-o}	0.13^{g-k}	0.05^{o}	0.06^{n-o}
Kermanshah	0.17^{e-g}	0.07^{m-o}	0.09^{k-o}	0.1^{j-n}
Ardakan	0.28^{c-d}	0.13^{g-k}	0.31^{b-c}	0.07^{m-o}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference ($p \leq 0.05$).

سدیم و پتاسیم شاخساره و ریشهٔ غده‌ای

در هر دو اندام شاخساره و ریشه، تأثیر شوری، توده و اثر متقابل آن‌ها بر میزان یون‌های سدیم و پتاسیم و

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت پتاسیم به سدیم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش شوری باعث افزایش میزان سدیم و کاهش پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم شد (جدول۲). کم بازده‌ترین توده‌ها (مشهد، سبزوار، دزفول، نهبندان)، بیشترین (سبزوار) و کمترین (دزفول) میزان پتاسیم را داشتند، همین روند در ارتباط با تأثیر توده بر میزان یون سدیم نیز قابل مشاهده بود (داده‌ها ارائه نشده‌اند). به نظر می‌رسد که به‌رغم تأثیر محیط و میزان شوری خاک بر میزان این یون‌ها در بافت‌های گیاهی، میزان نهایی آن‌ها توسط گیاه تعیین می‌شود. همچنین تودهٔ اردکان بالاترین میزان پتاسیم و پایین‌ترین میزان سدیم را داشت و در مقابل آن تودهٔ کرمانشاه با کمترین میزان پتاسیم و بیشترین سدیم قرار داشت، به‌طوری‌که تودهٔ اردکان با تجمع بیشتر پتاسیم در اندام‌های هوایی و کاهش سدیم، توانست با تنش دوام بیشتری داشته باشد. به نظر می‌رسد، تحمل بالای تودهٔ اردکان به شوری به دلیل هدایت یون سدیم به درون واکوئل و ساخت (سنتز) محلول‌های سازگار و تجمع آن‌ها درون سیتوپلاسم باشد تا پتانسیل اسمزی واکوئل را تنظیم کند. بنا بر نتایج اثر متقابل توده و شوری واکنش توده‌ها در شوری‌های مختلف در ارتباط با تجمع K^+ و Na^+ بسیار متفاوت بود و روند یکسان خاصی بین آن‌ها دیده نشد (جدول ۷)، به‌عنوان‌مثال می‌توان اشاره کرد، در شرایط شوری زیاد، در توده‌های مروست و دزفول برخلاف دیگر توده‌ها میزان K^+ برگ افزایش ۴۰ درصدی بین دو سطح ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار داشتند و یا در تودهٔ قم شدت تغییرات K^+ بسیار زیاد بود (جدول ۷)، اما افزایش Na^+ آن روند یکسانی نداشت و تحمل زیادی در مقابل افزایش Na^+ نشان داد و درمجموع می‌توان گفت کاهش یون پتاسیم از شدت افزایش یون سدیم کمتر بود و تمایل گیاه برای پیشگیری تغییرات غلظت K^+ را نشان می‌دهد (داده‌ها ارائه نشده‌اند). بین K^+ و Na^+ ریشه همبستگی منفی و معنی‌داری (**۰/۸۸-) (جدول ۸) وجود داشت که خود نیز بر رقابت بین یون سدیم و پتاسیم در جذبشان توسط ریشه در شرایط شوری دلالت دارد.

مقایسهٔ تجمع یون سدیم در ریشه و اندام‌های هوایی (داده‌ها ارائه نشده‌اند) نشان داد، توده‌های شلغم یون سدیم را اغلب در ریشه‌ها تجمع می‌دهند، بنابراین به نظر می‌رسد که تجمع یون سدیم در ریشه سازوکار تحمل برای جلوگیری از انتقال آن به اندام‌های هوایی است. Dolatabadi *et al.* (2012) نیز نتایج یکسانی اعلام کردند، اما Tunchturk *et al.* (2011) با آزمایش روی کلزا اعلام داشتند که کاهش رشد در نژادگان (ژنوتیپ)های کلزا به دلیل تجمع یون‌های سدیم در اندام‌های هوائی است. به‌طورکلی بنابر نتایج یون‌های سدیم و پتاسیم می‌توان بیان داشت که تأثیر ویژهٔ یونی می‌توانند برای شناسایی توده‌های متحمل و حساس شلغم استفاده شوند.

جدول ۶. اثر متقابل توده و شوری بر پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر) در برگ شلغم

Table 6. Interaction effects of salt stress and genotypes on Proline (mg/g f.w) content of Turnip

Accessions	Stress level (mM)			
	0	60	120	180
Mashhad	0.82^{j-p}	$0.88l^{o}$	0.72^{l-q}	0.24^{t}
Sabzevar	0.62^{p-r}	0.67^{n-q}	0.82^{j-p}	0.91^{h-n}
Khash	0.77^{k-q}	0.65^{o-r}	0.72^{l-q}	0.53^{q-s}
Sirjan	0.72^{l-q}	0.77^{k-q}	0.68^{n-r}	0.96^{h-l}
Marvast	0.56^{q-r}	0.69^{m-q}	0.78^{k-p}	1.15^{f-h}
Dezful	1^{g-k}	0.86^{l-p}	0.91^{h-n}	0.79^{k-p}
Nehbandan	0.88^{i-o}	0.84^{i-p}	0.86^{i-p}	0.67^{n-r}
Mahriz	0.77^{k-q}	0.73^{l-q}	0.86^{i-p}	0.82^{j-p}
Yazd	0.93^{h-m}	0.86^{i-p}	0.67^{n-r}	0.33^{s-t}
Esfahan	0.48^{r-s}	1.2^{e-g}	1.44^{b-d}	1.23^{d-g}
Ghom	0.91^{h-n}	1.06^{g-j}	0.73^{l-q}	1.15^{f-h}
Birjand	0.86^{i-p}	1.06^{g-j}	0.86^{i-p}	0.33^{s-t}
Shiraz	0.83^{i-p}	1.41^{b-e}	1.51^{a-c}	1.44^{b-d}
Kermanshah	0.94^{h-m}	1.08^{g-i}	1.35^{c-f}	0.96^{h-l}
Ardakan	0.77^{k-q}	1.15^{f-h}	1.64^{a-b}	1.73^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference ($p \leq 0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷. اثر متقابل توده و شوری بر پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در برگ شلغم

Table 7. Interaction effects of salt stress and genotypes on Potassium (mg/g f.w) content of Turnip

Accessions	Stress level (mM)			
	0	60	120	180
Mashhad	1.68^{g-q}	1.9^{c-m}	1.23^{q-w}	1.58^{i-r}
Sabzevar	3.67^{a}	1.59^{i-r}	1.64^{h-q}	1.54^{j-r}
Khash	1.87^{c-m}	1.52^{k-s}	1.04^{t-w}	0.91^{v-w}
Sirjan	3.47^{a}	1.59^{i-r}	1.73^{f-p}	1.64^{h-q}
Marvast	1.85^{c-n}	1.91^{c-m}	1.46^{m-t}	2^{c-j}
Dezful	1.79^{e-p}	0.94^{v-w}	1.06^{s-w}	1.48^{m-t}
Nehbandan	2.8^{b}	2.02^{c-i}	1.73^{f-p}	1.25^{q-w}
Mehriz	1.83^{d-n}	2.27^{c-d}	1.69^{g-q}	1.8^{d-o}
Yazd	1.95^{c-l}	1.33^{p-w}	1.35^{o-w}	0.89^{w}
Esfahan	3.57^{a}	$1.51l^{s}$	1.4^{n-u}	1.32^{p-w}
Ghom	3.77^{a}	1.74^{f-p}	1.59^{i-r}	1.61^{i-q}
Birjand	2.12^{c-g}	2.02^{c-i}	2.09^{c-h}	2.31^{c}
Shiraz	1.88^{c-m}	0.99^{u-w}	1.26^{q-w}	1.57^{i-r}
Kermanshah	1.56^{i-r}	1.36^{o-v}	2.17^{c-f}	1.83^{d-n}
Ardakan	2.26^{c-e}	2.22^{c-e}	1.99^{c-k}	2.02^{c-i}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference ($p \leq 0.05$).

جدول ۸. جدول همبستگی ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی در شلغم‌های بومی ایران

Table 8. Correlation of morphological and physiological traits of Iranian turnip

Traits	Shoot fresh weigh	Shoot dry weight	Root fresh weight	Root dry weight	RWC	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoid	Proline	Na^+ Leaf	K^+Leaf	Na^+/K^+Leaf	Na^+ Tuber Root	K^+Root	Na^+/K^+ Root
Shoot fresh weigh	1														
Shoot dry weight	0.87^{**}	1													
Root fresh weight	0.9^{**}	0.85^{**}	1												
Root dry weight	0.87^{**}	0.75^{*}	0.87^{**}	1											
RWC	0.89^{**}	0.68^{**}	0.8^{**}	0.84^{**}	1										
Chlorophyll a	0.8^{**}	0.73^{*}	0.81^{**}	0.82^{**}	0.72^{**}	1									
Chlorophyll b	0.72^{**}	0.68^{*}	0.78^{**}	0.76^{**}	0.53^{*}	0.87^{**}	1								
Carotenoid	0.78^{**}	0.84^{**}	0.82^{**}	0.87^{**}	0.68^{**}	0.91^{**}	0.82^{**}	1							
Proline	-0.14^{ns}	-0.19^{ns}	0.38^{ns}	-0.24^{ns}	-0.22^{ns}	-0.27^{ns}	$-.022^{ns}$	-0.25^{ns}	1						
Na^+ Leaf	-0.78^{**}	-0.77^{**}	-0.78^{**}	-0.84^{**}	-0.77^{**}	-0.83^{**}	-0.74^{**}	$-0/8^{**}$	0.43^{*}	1					
K^+Leaf	0.89^{**}	0.68^{*}	0.92^{**}	0.86^{**}	0.8^{**}	0.58^{*}	0.75^{**}	0.72^{**}	-0.42^{*}	-0.57^{*}	1				
Na^+/K^+Leaf	0.78^{**}	0.72^{**}	0.91^{**}	0.72^{**}	073^{**}	0.75^{**}	0.64^{**}	0.67^{**}	-0.52^{**}	-0.83^{**}	0.91^{**}	1			
Na+ Tuber Root	-0.89^{**}	-0.85^{**}	-0.9^{**}	-0.93^{**}	-0.71^{*}	-0.85^{**}	-0.74^{**}	-0.84^{**}	0.25^{ns}	0.9^{**}	-0.93^{**}	-0.81^{**}	1		
K^+ Tuber Root	0.88^{**}	0.62^{*}	0.81^{**}	0.91^{**}	0.85^{**}	0.56^{*}	0.68^{**}	0.81^{**}	-0.23^{ns}	-0.75^{**}	0.81^{**}	0.67^{**}	-0.88^{**}	1	
Na^+/K^+ Tuber Root	0.83^{**}	0.75^{**}	0.94^{**}	0.81^{**}	0.77^{**}	0.78^{**}	0.75^{**}	0.72^{**}	-0.52^{*}	-0.85^{**}	0.96^{**}	0.94^{**}	-0.86^{**}	0.77^{**}	1

نتیجه‌گیری کلی

شوری یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است، از این‌رو یافتن گیاهان مقاوم به شوری (گونه‌هایی که توانایی بیشتری در محدود کردن تجمع نمک‌ها در اندام‌های هوایی داشته باشند) می‌تواند راهکاری مناسب برای افزایش بهره‌وری از آب‌ها و زمین‌های شور باشد. با افزایش غلظت نمک به دلیل سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش‌ازحد یون‌ها، به‌ویژه سدیم در اندام‌های گیاهی، مقادیر همهٔ ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری به جزء سدیم شاخساره و ریشه، کاهش یافتند. همچنین در مقایسه بین توده‌ها می‌توان گفت که تودهٔ اردکان در مورد همهٔ ویژگی‌های مورد بررسی (به جزء وزن خشک ریشه که همهٔ توده‌ها در یک گروه قرار گرفتند) از همهٔ توده‌ها بهتر بود، بنابراین می‌توان گفت تودهٔ اردکان بهترین توده از نظر تحمل شوری در بین همهٔ توده‌ها است و قابلیت معرفی برای اراضی شور را دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in Beta vulgaris. *Plant Physiology*, 24, 1-150.
2. Ashraf, M. (1999). Interactive effect of salt (NaCl) and nitrogen form on growth, water relations and photosynthetic capacity of sunflower (*Helianthus annum* L.). *Annals of Applied Biology*, 135(2), 509-513.
3. Ashraf, M. & Ali, Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 63(1), 266-273.
4. Ashraf, M. & McNeilly, T. (2004). Salinity tolerance in Brassica oilseeds. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(2), 157-174.
5. Azari, A., Modares, S. A., Ghanati, F., Naji, A. & Alizadeh, B. (2012). Efeect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (Brassica napus and B. rapa). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(2), 121-135. (in Farsi)
6. Bates, L., Waldren, R. & Teare, I. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205-207.
7. Dehdari, A. & Farhadi, L. (2011). Effect of salt stress on agronomical characteristics and physiological of turnip (*Brassica rapa* L.). *Seventh Horticultural Sciences Congress*, Iran Isfahan, 301. (in Farsi)
8. Dixon, G. R. (2007). *Vegetable Brassicas and related crucifers* (No.14). CABI Publishing, Oxfordshire, UK.
9. Dolatabadi, N., Toorch, M., Shakiba, M.R., Kazemnia, H. & Komatsu, S. (2012). The response and protein pattern of spring rapeseed genotypes to sodium chloride stress. *African Journal of Agricultural Research* 7(5), 755-763.
10. Enferad, A., Poustini, K., Majnoon Hosseini, N. & Khajeh-Ahmad-Attari, A. A. (2004). Physiological responses of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties to salinity. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 7(4), 103-113. (in Farsi with English abstract)
11. Farooq, S. & Azam, F. (2006). The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. *Journal of Plant Physiology*, 163(6), 629-637.
12. Francois, L. (1984). Salinity effects on germination growth, and yield of turnips. *HortScience*, (19), 82-84.
13. Gad, N. (2005). Interactive effect of salinity and cobalt on tomato plants II-Some physiological parameters as affected by cobalt and salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(3), 270-276.
14. Ghorbani Ghogdi, H. & Ladan Moghadam, A. (2005). Introduction on Oxidative Stresses and Plant Responses. Devavin Publication, 128 pp.
15. Noreen, Z., Ashraf, M. & Akram, N. (2010). Salt-induced regulation of some key antioxidant enzymes and physiobiochemical phenomena in five diverse cultivars of turnip (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(4), 273-285.
16. Rameeh, V., Rezai, A. & Saeidi, G. (2004). Study of salinity tolerance in rapeseed. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 35(19-20), 2849-2866.
17. Rubatzky, V. E. & Yamaguchi, M. (1997). *World vegetables: principles, production and nutritive value*. Chapman Hall (ITP), New York. (pp. 371-417).
18. Saba Munir., Siddiqi, E. H., Bhatti, K. H., Navaz, K. & Rashid, R. (2013). Assessment of inter-cultivar variation for salinity tolerance in winter radish (*Raphanussativus* L.) using photosynthetic attributes as effective selection criteria. *World Applied Sciences Journal*, 21(3), 384-388.
19. Santos, C. V. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *ScientiaHorticulturae*, 103(1), 93-99.
20. Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F. & Marhinweg, D. W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance indication. *Crop Science*, 28, 526-531.
21. Shirazi, M., Khan, M. A., Mujtaba, S., Islam, E., Mumtaz, S., Shereen, A. & Ashraf, M. Y. (2009). Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 41(2), 633-638.
22. Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B. & Çiftçi, V. (2011). Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress. *African Journal of Biotechnology*, 10(19), 3726-3730.
23. Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., Taban, N. & Taban, S. (2009). Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. *African Journal of Agricultural Research*, 4(9), 893-897.
24. Ulfat, M., Athar, H., Ashraf, M. & Jamil, A. (2007). Appraisal of physiologycal and biochemical selection criteria for evalution of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 39(5), 1593-1608, 2007.
25. Wolf, B. (1982). A comprehensive system of leaf analyses and its use for diagnosing crop nutrient status. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 13(12), 1035-1059.
26. Zargari, A. (1997). *Medicinal plants*. (6th ed.). Vol. 1. Tehran University Publication. 103p. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir