Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 1, Spring 2018 (47-56)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.205411.998

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص ۵۶-۴۷)

تأثیر تنش شوری بر برخی بوم‌جورهای گیاه دارویی دم شیر (*Leonurus cardiaca* L.)

احمد زمانی[۱]، مجید شکرپور[۲*] و وحیده ناظری[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۶)

چکیده

با توجه به روند افزایشی توسعهٔ اراضی شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب و اهمیت گیاه دارویی دم‌شیر، معرفی بوم‌جور (اکوتیپ) مقاوم به شوری، اهمیت زیادی دارد. این آزمایش برای بررسی تحمل شوری گیاه دم شیر به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح شوری ۰ (شاهد)، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر چهار بوم‌جور طالقان، خوانسار، سراب و کرمان برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه، طول ساقه، سطح برگ، طول ریشه، سبزینه (کلروفیل) و کاروتنوئیدها، پرولین، فنل کل و عنصرها اعمال شد. نتایج نشان داد، تفاوت معنی‌داری بین بوم‌جورها، سطوح مختلف شوری و اثر متقابل آن‌ها از لحاظ بیشتر صفات وجود دارد. وزن خشک اندام‌های هوایی و سطح برگ با افزایش شوری کاهش یافت. بوم‌جور کرمان در مقایسه با دیگر بوم‌جورها بیشترین میزان وزن خشک ریشه در همهٔ تیمارها و وزن خشک اندام‌های هوایی (۳۳/٤۳g) را داشت. در همهٔ بوم‌جورها با افزایش شوری، میزان سدیم روند افزایشی و میزان پتاسیم و کلسیم روند کاهشی نشان دادند. بوم‌جورهای طالقان و کرمان بیشترین میزان پتاسیم اندام‌های هوایی در همهٔ تیمارها را داشتند. بیشترین میزان کلسیم اندام‌های هوایی (۷/۷۵ mg/g^{-1} dw) در بوم‌جور کرمان بود. به‌طورکلی بوم‌جور کرمان برترین بوم‌جور شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: شوری، صفات ریخت‌شناختی، عنصرها، *Leonurus cardiaca*.

Salt stress effect on some ecotypes of motherwort (*Leonurus cardiaca* L.)

Ahmad Zamani[1], Majid Shokrpour[2*] and Vahideh Nazeri[3]
1, 2, 3. Former M.Sc. Student, Associate Professor and Professor, University College of Agriculture & Natural sciences, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: May 7, 2016 - Accepted: Aug. 27, 2016)

ABSTRACT

Due to decreasing of suitable land for agriculture and increasing of the saline lands and also the importance of *Leonurus Cardiaca*, Identification of tolerant medicinal plants to salinity is most important. The experiment was run as factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. Four salinity levels were applied by irrigation with solutions containing NaCl that made EC of 0 (control), 4, 8 and 12 ds/m treated on four ecotypes of Taleghan, Khansar, Sarab and Kerman to measure dry weight of shoot and root, shoot length, leaf area, root length, chlorophyll, carotenoids, prolin, total phenol and elements. Results showed that effect of population and their salinity and interaction effects were significant in most of the measured attributes. Dry weight of shoot and leaf area decreased with increasing salinity level. Kerman ecotype had the highest amount of root dry weight than other ecotypes in all treatments, and had a highest amount of shoot dry weight (33.43 g) as well. Amount of sodium increased with increasing salinity levels, while the amount of potassium, and Calcium decreased. In all treatments, Taleghan and Kerman ecotypes had the highest amount of potassium in shoot. The highest level of shoot calcium (7.75 mg/g^{-1} dw) was in Kerman ecotype. Kerman ecotype was superior in most of traits.

Keywords: Elements, *Leonurus cardiaca*, morphological and physiological traits, salinity.

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

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گیاه دارویی دم شیر (*Leonurus cardiaca* L.) از تیرهٔ Lamiaceae (نعناییان) گیاهی علفی و چندساله و تنها گونهٔ موجود از جنس *Leonurus* در ایران است (Mozafarian, 1995). استفاده از این گیاه به زمان‌های بسیار گذشته و دور نسبت داده شده است. فلاونوئیدهایی مانند کوئرستین،کوئرسترین، هیپرروسید، روتین و کامفرول از مهم‌ترین ترکیب‌های این گیاه هستند که برای درمان و پیشگیری بیماری‌های قلبی و عروقی استفاده می‌شود (Trumbeckaite, 2006). مهم‌ترین مواد مؤثره آن را ترکیب‌های ایریدوئیدی ازجمله لئونورید تشکیل می‌دهد. آلکالوئیدهای لئونورین و استاچیدرین، تانن، مواد تلخ و همچنین اسانس (به میزان ۰/۰۳ تا ۰/۲ درصد) از دیگر ترکیب‌های موجود در پیکرهٔ رویشی دم شیر است. مواد و ترکیب‌های شیمیایی متفاوتی در بوم‌جور (اکوتیپ)های دم شیر مشاهده شده است که برخی از آن‌ها بدون تانن یا اسانس هستند، درحالی‌که مواد و ترکیب‌های شیمیایی دیگر ممکن است مقادیر زیادی تانن و اسانس داشته باشند. مواد مؤثرهٔ این گیاه آرام‌بخش، خواب‌آور و مدر بوده و سبب کاهش فشارخون و درمان بیماری‌های قلبی می‌شود. در بعضی از کشورهای غربی داروهای مختلفی از این گیاه ساخته و به شکل قطره، قرص، کپسول و یا شربت استفاده می‌شود (Omidbaigi, 2013). تنش شوری یکی از مهم‌ترین عامل‌های محدودکنندهٔ رشد برای بیشتر گیاهان است. شوری یکی از تنش‌های مهم محیطی به شمار می‌آید که تأثیر نامطلوب بر کمیت و کیفیت گیاهان دارد (Khoshkholgh & Askari, 1999). اصلاح رقم‌های مقاوم به شوری، یکی از مهم‌ترین روش‌های بهره‌برداری از خاک و آب‌شور به‌منظور افزایش عملکرد به‌شمار می‌آید (Mirmohammady Meibody & Ghareyazie, 2002). انتخاب نژادگان (ژنوتیپ)های متحمل به تنش به دو روش مستقیم (اندازه‌گیری عملکرد) و غیرمستقیم (اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی یا مورفولوژیک و فیزیولوژیک) انجام می‌شود (Dadashi *et al*., 2007). بنابراین شناخت سازوکارهای تحمل به شوری ضروری به نظر می‌رسد. اثرگذاری‌های منفی شوری بر رشد گیاه، به علت پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک (تنش اسمزی)، اثرگذاری‌های ویژهٔ یونی (تنش شوری)، نبود تعادل عنصرهای غذایی یا مجموعهٔ این عامل‌ها ایجاد می‌شود (Khan *et al*., 2009). هنگامی‌که گیاه در شرایط شور رشد می‌کند، فعالیت نورساختی (فتوسنتزی) آن کاهش یافته و در نتیجه از لحاظ رشد، سطح برگ و محتوای سبزینه (کلروفیل) کاهش و فلورسانس سبزینه افزایش می‌یابد (Viera Santos, 2004). پایین بودن غلظت سدیم سیتوزولی و بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم (K^+/Na^+) از مهم‌ترین جنبه‌های تحمل شوری شناخته می‌شود (Summart *et al*., 2010). در آزمایشی گلخانه‌ای تأثیر تنش شوری روی رشد و از لحاظ انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان (*Carum capticum*) بررسی شد. نتایج نشان داد، افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه و ساقه، کلسیم و پتاسیم و افزایش از لحاظ سدیم در اندام‌های هوایی و ریشه شد. نمونه (اکسشن)های بانک ژنی طبیعی مختلف (بشرویه، کاشمر و طبس) گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) با سطوح مختلف شوری (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های طول ساقه و ریشه و وزن‌تر و خشک و از لحاظ تجمع پرولین ساقه و ریشه نسبت به هم و شاهد نشان دادند (Shiri *et al*., 2008). در گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa*) با افزایش سطوح شوری طول ریشه و ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه، نسبت اندام‌های هوایی به ریشه و زیست‌توده (بیوماس) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Safarnejad, 2006). تأثیر شوری بر اجزای عملکرد و روغن بذر دو رقم ماریتیغال (*Silybum marianum*) نشان داده است، در مقایسه با گیاهان شاهد، هر دو رقم تا شوری ۹ دسی‌زیمنس به‌خوبی رشد کردند، اما صفات رشدی مانند شمار طبق (کاپیتول) در هر گیاه، قطر طبق ساقهٔ اصلی و عملکرد بذر و اجزای عملکرد در شوری‌های بالاتر از ۹ دسی‌زیمنس کاهش یافت (Qavami *et al*., 2010). تأثیر شوری بر رشد، از لحاظ سبزینه و متابولیت‌های

Archive of SID

www.SID.ir

ثانویهٔ پریوش (*Catharanthus roseus*) آلکالوئیدهای این گیاه در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار افزایش نشان داد. در سطح شوری پایین کاهش ناچیزی در از لحاظ سبزینه مشاهده شد. در سطوح بالاتر این کاهش معنی‌دار بود (Abdoljalil *et al*., 2007). با توجه به اهمیت دارویی گیاه دم شیر و گسترش روزافزون اراضی شور و خشک، هدف اصلی این تحقیق به‌منظور بررسی تحمل به شوری در برخی از بوم‌جورهای این گیاه برای معرفی بوم‌جور متحمل‌تر به شوری اجرا شد. در این بررسی از صفات ریخت‌شناختی، فیزیولوژیک و فراسنجه (پارامتر)های تحمل به شوری برای ارزیابی بوم‌جورها استفاده شد. افزون بر این هدف، در این تحقیق می‌توان تأثیر تنش شوری را بر زیست‌توده و مواد مؤثرهٔ این گیاه بررسی کرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور بررسی پاسخ به شوری در چهار بوم‌جور گردآوری‌شده از نقاط مختلف ایران (طالقان، سراب، خوانسار و کرمان) از گیاه دارویی دم شیر در گلخانهٔ تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران در شهر کرج اجرا شد (جدول ۱). آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح شوری چهار سطح ۰ (شاهد)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس و بوم‌جورهای دم شیر به‌عنوان عامل‌های آزمایش در نظر گرفته شد. پس از جوانه‌زنی بذرها و رشد اولیه، نشاها به گلدان (ماسه و خاک‌برگ به نسبت یکسان) در محیط آزاد انتقال داده شدند. اعمال تیمار شوری در مرحلهٔ ۱۲ برگی با نمک NaCl خالص انجام گرفت. چهار هفته پس از اعمال تنش، اندام‌های هوایی و ریشه‌ها برای اندازه‌گیری صفات وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه، طول اندام‌های هوایی و ریشه، سطح برگ، سبزینه و کاروتنوئیدها، پرولین، فنل کل، فعالیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) و عنصرهای سدیم، پتاسیم و کلسیم به‌طور کامل برداشت شد. در آغاز طول اندام‌های هوایی و ریشه و سطح برگ اندازه‌گیری شد. قسمتی از اندام‌های هوایی برای اندازه‌گیری پرولین، سبزینه و کاروتنوئیدها در دمای ۱۸۰- درجهٔ سلسیوس فریز شد. آنگاه اندام‌های هوایی و ریشه‌ها در هوای آزاد خشک شدند. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه (Leaf Area Meter–ΔT–ENGLAND) استفاده شد. پرولین از روش Bates *et al.* (1973) اندازه‌گیری شد. در این روش عصارهٔ ۰/۲ گرم برگ تر با ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالسیلیک در دور ۴۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. محلول رویی جداشده و به همهٔ لوله‌ها ۲ میلی‌لیتر معرف اسید نین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص افزوده شد. سپس به هر لوله ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد. با استفاده از طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) جذب نوری همهٔ نمونه‌ها در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر در مقابل شاهد یعنی تولوئن خالص خوانده شد. غلظت پرولین با استفاده از منحنی استاندارد پرولین بر پایهٔ وزن‌تر محاسبه و درنهایت به‌صورت میکرو مول بر گرم وزن‌تر ارزیابی شد. سبزینه و کارتنوئیدها با روش آرنون (Arnon, 1967) اندازه‌گیری شد. در این روش به ۰/۵ گرم مادهٔ تر گیاهی ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد اضافه شد. و پس از آن به‌طور جداگانه در طول‌موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای سبزینهٔ a، ۶۴۵ نانومتر برای سبزینهٔ b و ۴۷۰ برای کاروتنوئیدها توسط طیف‌سنج نوری خوانده شد. برای اندازه‌گیری فنل کل به ۱۰۰ میکرو لیتر از عصارهٔ گیاه، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۲٪)، ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالچو (۵۰٪) اضافه شد. پس از گذشت نیم ساعت جذب آن‌ها در طول‌موج ۷۲۰ نانومتر نسبت به شاهد ثبت شد. اسید گالیک به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی استاندارد به‌کار رفت. محتوای فنل کل عصاره‌ها بر پایهٔ میلی‌گرم (معادل اسید گالیک) بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد (Meda *et al*., 2005). برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم ۱۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلایسال ۱ نرمال روی از نمونه‌های خشک‌شدهٔ ۱ گرمی درون فالکون ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه نگهداری شد. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها به مدت دو ساعت درون بن ماری با دمای ۷۰ تا ۹۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شد. آنگاه نمونه‌ها را صاف کرده و درون فالکون ۱۵ میلی‌لیتری ریخته شد. سپس غلظت عصاره را با دستگاه خوانده و منحنی واسنجی (کالیبراسیون) رسم شد. عدد به‌دست‌آمده از منحنی با استفاده از رابطه

Archive of SID

www.SID.ir

برحسب میلی‌گرم بر گرم به دست می‌آید (Hamada & Elenany, 1994). کلسیم به روش کمپلکسومتری در بافت‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد.

تجزیهٔ آماری

عادی (نرمال) بودن و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها بر پایهٔ طرح آزمایشی مربوطه با نرم‌افزار SAS 9.1 و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد. برای مقایسهٔ میانگین صفات از آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد استفاده شده است. به‌منظور بررسی اثر متقابل بوم‌جور و شوری، برش دهی تجزیهٔ واریانس برای اثر متقابل با دستور Slice در برنامهٔ SAS صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات ریخت‌شناختی

تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده نشان داد، در بین بوم‌جورهای مختلف و سطوح مختلف شوری از لحاظ وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه، طول ساقه، طول ریشه و سطح برگ اختلاف معنی‌داری در سطح ۱درصد وجود داشت. اثر متقابل بوم‌جور و شوری از لحاظ صفات وزن خشک اندام‌های هوایی و طول ریشه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

به‌طورکلی مقایسهٔ میانگین سطوح شوری نشان داد، با افزایش شوری، صفات میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و طول ریشه کاهش می‌یابند. بوم‌جورهای کرمان و سراب به ترتیب بیشترین و کمترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی را داشتند. انتقال یون‌های سمی به اندام‌های هوایی و اختلال در انتقال مواد غذایی لازم باعث کمبود تولید مادهٔ خشک جدید و کاهش رشد می‌شود. کاهش وزن خشک به دلیل کاهش رنگیزه‌های نورساختی مانند سبزینهٔ a و b، جذب خالص دی‌اکسید کربن و هدایت روزنه‌ای و بسته شدن روزنه‌ها در نتیجهٔ شوری است. به‌طورکلی کاهش وزن خشک در نتیجهٔ تنش شوری به دلیل کاهش جذب آب و بازدارندگی محصولات نورساختی و ساخت (سنتز) کربوهیدرات‌ها است (Dehqani & Mostageran, 2009). طول ریشه در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری نداشت. درحالی‌که تیمار شاهد بیشترین طول ریشه را داشت. طول ریشه بین بوم‌جورهای طالقان، خوانسار و سراب تفاوت معنی‌داری نداشت. درصورتی‌که بوم‌جور کرمان کمترین طول ریشه و اختلاف معنی‌دار با دیگر بوم‌جورها داشت (جدول ۳). با بررسی اثر شوری بر گونه‌های مختلف گزارش‌شده رشد ریشه‌ها بیشتر از اندام‌های هوایی تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد.

جدول ۱. اطلاعات مربوط به رویشگاه‌های مورد بررسی جمعیت‌های دم شیر

Table 1. Accessions of Leonurus cardiaca, used in this study, their species, origin and Collection areas

Population no.	Province	Location	Altitude(m)	Longitude	Latitude
1	Alborz	Taleghan	1850	E 50°45’34.51”	N 36°10’27.80”
2	Isfahan	Khansar	2210	E 50°17’57.65”	N 33°15’50.63”
3	Eastern Azerbaijan	Sarab	1687	E 47°31’40.24”	N 37°55’59.28”
4	Kerman	Madun	2600	E 56°50’31.49”	N 29°18’36.71”

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس صفات ریخت‌شناختی اندازه‌گیری‌شده در بوم‌جورهای مختلف دم شیر

Table 2. Analyze of Variance of morphological traits in different ecotypes of *Leonurus cardiaca*

S.O.V	df	Mean of squares				
		Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Leaf area (cm^2)
Block	2	13.87^{*}	4.21^{ns}	106.53^{*}	1.94^{ns}	245798.65^{ns}
Ecotype	3	1885.09^{**}	2086.88^{**}	618.40^{**}	160.35^{**}	24480703.63^{**}
Salinity	3	25.19^{**}	1007.55^{**}	161.10^{**}	46.63^{**}	2428810.61^{**}
Ecotype × Salinity	9	3.35^{ns}	284.74^{**}	70.41^{**}	11.68^{ns}	1346445.30^{*}
Error	30	3.02	14.63	22.32	9.09	497553.9
C.V.		11.83	21.59	10.03	13.15	12.40

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد

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

Archive of SID

www.SID.ir

جلوگیری از رشد ریشه ممکن است به دلیل قابلیت شبکهٔ ریشه‌ای در کنترل یون‌های ورودی به اندام‌های هوایی در شرایط شوری باشد (Hagibagheri, 1989). در نژادگان‌های مختلف رازیانه با افزایش شوری نسبت اندام‌های هوایی به ریشه کاهش یافت. این کاهش نشان می‌دهد، اندام‌های هوایی نسبت به ریشه در برابر افزایش غلظت NaCl حساس‌تر است (Jamil & Rha, 2004).

در برش‌دهی اثر متقابل بوم‌جور در شوری از لحاظ صفات وزن خشک ریشه، طول ساقه و سطح برگ، تأثیر سطوح شوری در بوم‌جور طالقان به‌جز سطح برگ در دیگر صفات معنی‌دار بود. در بوم‌جور سراب همهٔ صفات ریخت‌شناختی تحت تأثیر تیمارهای شوری قرار گرفتند. در بوم‌جور خوانسار طول ساقه و سطح برگ تحت تأثیر شوری قرار نگرفتند. در بوم‌جور کرمان طول ساقه تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار نگرفت (جدول۴).

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر بوم‌جور و شوری برای صفات ریخت‌شناختی در گیاه دم شیر

Table 3. Mean Comparison of interaction effect of ecotype and salinity for morphological traits in *Leonurus cardiaca*

Treatment	Shoot dry weight (g)	Root length (cm)
Ecotype		
Taleghan	8.92^{b}	24.98^{a}
Khansar	9.16^{b}	24.91^{a}
Sarab	7.20^{c}	24.33^{a}
Kerman	33.43^{a}	17.45^{b}
Salinity		
Control	15.86^{a}	25.54^{a}
4	15.79^{a}	22.27^{b}
8	14.26^{b}	23.04^{ab}
12	12.81^{c}	20.83^{b}
Error	3.02	9.09

بر پایهٔ مقایسهٔ میانگین اثر متقابل در تیمار شاهد از لحاظ میزان وزن خشک ریشه، بیشترین و کمترین میزان وزن خشک ریشه به ترتیب در بوم‌جورهای کرمان (۶۲/۷۵g) و طالقان (۱۲/۰۵g) بود. بین بوم‌جورهای طالقان و سراب تفاوت معنی‌داری نبود. در شوری ۴ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان وزن خشک ریشه، بین بوم‌جورهای طالقان، خوانسار و سراب اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. بوم‌جور کرمان بیشترین میزان وزن خشک ریشه و اختلاف معنی‌دار از دیگر بوم‌جورها بود. در شوری ۸ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان وزن خشک ریشه، بین بوم‌جورهای طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نبود. در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان وزن خشک ریشه بین بوم‌جور طالقان و خوانسار و بین بوم‌جور سراب و کرمان اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. به‌طورکلی در تیمارهای مختلف شوری، بوم‌جور کرمان بیشترین میزان وزن خشک ریشه را داشت. در تیمار شاهد و سطوح شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بوم‌جور سراب کمترین میزان وزن خشک ریشه را داشت (جدول ۵). ریشه‌ها به‌طور مستقیم با خاک و شوری در ارتباط هستند و با جذب آب از خاک آن را در اختیار اندام‌های های هوایی قرار می‌دهند. همچنین بالا بودن نسبت اندام‌های هوایی به ریشه و سرعت رشد نسبی بالا از عامل‌هایی است که در کاهش تجمع نمک در برگ دخالت دارد. به همین دلیل ریشه نقش کلیدی در واکنش گیاه به تنش شوری ایفا می‌کند (Jamil & Rha, 2004). از لحاظ طول ساقه در تیمار شاهد، بین بوم‌جورهای خوانسار و سراب و بین بوم‌جورهای طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در تیمار۴ دسی‌زیمنس از لحاظ طول ساقه بوم‌جورهای سراب با بوم‌جورهای طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نداشت. بیشترین و کمترین طول ساقه در بوم‌جور طالقان (۵۹ /۸۹cm) و کرمان (۳۶cm) بود.

جدول ۴. برش‌دهی اثر متقابل بوم‌جور در شوری در بوم‌جورهای مختلف دم شیر

Table 4. Slice of interaction effect of ecotype and salinity in different ecotype of *Leonurus Cardiaca*

S.O.V	df	Mean of squares		
		Root dry weight (g)	Shoot length (cm)	Leaf area (cm^2)
Taleghan	3	124.52**	177.03**	318519^{ns}
Khansar	3	131.68**	22.26^{ns}	440578^{ns}
Sarab	3	48.06*	229.02**	2144976*
Kerman	3	1557.51**	44.02^{ns}	3564073**

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% levels, respectively. ns،* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

در تیمار۸ دسی‌زیمنس از لحاظ طول ساقه بوم‌جور خوانسار با بوم‌جور طالقان و کرمان و بوم‌جور کرمان با بوم‌جورهای سراب و خوانسار اختلاف معنی‌دار نداشت. در تیمار۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ طول ساقه بین بوم‌جورهای طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نبود. به‌طورکلی بوم‌جور طالقان بیشترین طول ساقه را داشت. از تیمار شاهد تا سطح ۴ دسی‌زیمنس در همهٔ بوم‌جورها به‌جز سراب طول ساقه روند کاهشی نشان داد. و از سطح ۴ تا ۸ دسی‌زیمنس در همهٔ بوم‌جورها به‌جز خوانسار طول ساقه کاهش یافت (جدول ۵). تنش شوری با کاهش افزونش یاخته‌ای و کاهش مدت تجمع مادهٔ خشک موجب کوتاه شدن میانگره‌ها می‌شود و ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد (Mohamadi *et al*., 2008). محیط شور میزان زیادی از یون‌های زیانبار دارد که یا خود زیانبار هستند یا باعث اختلال در سوخت‌وساز (متابولیسم) دیگر عنصرهای غذایی می‌شوند. به‌طور مثال رقابت سدیم با پتاسیم و کلر با نیترات باعث اختلال در جذب عنصرهای غذایی می‌شود. در نتیجه گیاه با صرف انرژی بیشتر برای تولید مواد آلی، انرژی لازم برای مقابله با تنش شوری را از دست داده و کارایی ریشه با کاهش مواجه شده و رشد اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد (Maibodi & Qareyazi, 2002). در تیمار شاهد از لحاظ از لحاظ سطح برگ بین بوم‌جورهای طالقان و خوانسار و بین بوم‌جورهای کرمان و سراب اختلاف معنی‌دار نبود. در شوری ۴ دسی‌زیمنس از لحاظ سطح برگ بین بوم‌جورهای طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نداشت. در شوری ۸ دسی‌زیمنس از لحاظ سطح برگ بوم‌جورهای خوانسار و طالقان اختلاف معنی‌دار نداشت. در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ سطح برگ بین بوم‌جور طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نداشت. به‌طورکلی در همهٔ تیمارها بوم‌جور سراب و طالقان به ترتیب بیشترین و کمترین از لحاظ سطح برگ داشتند. از لحاظ سطح برگ از تیمار شاهد تا سطح ۴ دسی‌زیمنس در همهٔ جمعیت‌ها به‌جز خوانسار روندی افزایشی داشته است. از سطح ۴ تا ۸ دسی‌زیمنس در همهٔ جمعیت‌ها به‌جز خوانسار روندی کاهشی داشته است (جدول ۵). شوری انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی یاخته‌ها را افزایش می‌دهد اما برای رشد گیاه و توسعهٔ برگ‌ها، انرژی کمتری باقی می‌ماند. کاهش سطح برگ گیاه می‌تواند به دلیل تولید برگ‌های کوچک‌تر باشد. این موضوع نشان می‌دهد، یاخته‌های برگ در شرایط شوری به بیشترین میزان رشد خود نمی‌رسند. تأثیر شوری بر سطح برگ شدیدتر از شمار برگ است. چون تأثیر بازدارندهٔ شوری بر انبساط یاخته‌ای بیش از تقسیم یاخته‌ای است (Noorani azad & Hagibagheri, 2008).

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل صفات ریخت‌شناختی بوم‌جور در شوری در بوم‌جورهای مختلف دم شیر

Table 5. Mean comparison of interaction effect of ecotype and salinity of morphological traits in different ecotype on Leonurus Cardiaca

Salinity	Ecotype	Root dry weight (g)	Shoot length (cm)	Leaf area (cm^2)
Control	Taleghan	12.05^{c}	62.33^{a}	4346.2^{c}
	Khansar	19.06^{b}	53.88^{ab}	5499.6^{bc}
	Sarab	12.55^{c}	49.33^{b}	7729.7^{a}
	Kerman	62.75^{a}	38.00^{c}	6994.4^{ab}
4 ds/m	Taleghan	20.75^{b}	59.89^{a}	5090.0^{b}
	Khansar	17.23^{b}	49.55^{b}	3909.0^{b}
	Sarab	10.73^{bc}	52.83^{ab}	8047.6^{a}
	Kerman	49.22^{a}	36.00^{c}	7297.5^{a}
8 ds/m	Taleghan	8.86^{b}	53.33^{a}	4529.0^{c}
	Khansar	8.17^{b}	50.00^{ab}	4525.8^{c}
	Sarab	3.35^{b}	42.50^{c}	7264.3^{a}
	Kerman	25.05^{a}	44.16^{bc}	5383.4^{b}
12 ds/m	Taleghan	5.82^{b}	45.16^{ab}	4502.7^{c}
	Khansar	5.61^{b}	47.33^{a}	4746.3^{bc}
	Sarab	9.75^{a}	33.00^{b}	6400.5^{a}
	Kerman	12.45^{a}	36.16^{ab}	5082.6^{b}

Archive of SID

www.SID.ir

صفات فیزیولوژیک

بوم‌جورهای مورد بررسی به‌جز فنل کل از لحاظ دیگر صفات فیزیولوژیک اختلاف معنی‌داری داشتند. تفاوت معنی‌داری بین سطوح شوری از لحاظ صفات پرولین، سبزینهٔ کل، کاروتنوئیدها، سدیم اندام‌های هوایی و پتاسیم و کلسیم اندام‌های هوایی مشاهده شد. اثر متقابل بوم‌جور و شوری در همهٔ صفات به‌جز صفات فنل کل، فعالیت پاداکسندگی و کلسیم اندام‌های هوایی معنی‌دار بود (جدول ۶). در تیمار شاهد از لحاظ میزان پرولین بین بوم‌جورهای سراب، خوانسار و کرمان تفاوت معنی‌دار نبود. بوم‌جور کرمان بیشترین پرولین (۷۹/۰۲µmol/g^{-1} fw) و اختلاف معنی‌دار از دیگر بوم‌جورها داشت. در تیمار ۴ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان پرولین بین بوم‌جورهای طالقان، خوانسار و کرمان اختلاف معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین میزان پرولین در بوم‌جور سراب (۱۴۲/۲۴µmol/g^{-1}fw) و طالقان (۵۵/۵۷µmol/g^{-1} fw) بود. در تیمار ۸ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان پرولین بین بوم‌جورهای طالقان، خوانسار و کرمان اختلاف معنی‌دار نبود. بوم‌جور سراب بیشترین پرولین (۱۳۷µmol/g^{-1} fw) و اختلاف معنی‌دار از دیگر بوم‌جورها داشت. در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان پرولین بین بوم‌جورهای طالقان، کرمان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نبود. بوم‌جور سراب بیشترین پرولین (۹۹/۰۲µmol/g^{-1} fw) و اختلاف معنی‌دار از دیگر بوم‌جورها داشت. (جدول ۷). گیاهان اسمولیت‌های آلی مانند پرولین، بتائین را انباشته می‌کنند تا تنش اسمزی را تحمل کنند. این محلول‌ها با سازگاری اسمزی، سم‌زدایی اکسیژن فعال گیاهان را حمایت می‌کنند (Chinosamy *et al.*, 2006). تجمع پرولین در شرایط شوری بیش از دیگر اسیدهای آمینه صورت می‌گیرد که می‌تواند در تنظیم اسمزی و به‌احتمال حفظ فعالیت آنزیمی گیاه نقش داشته باشد (Ashraf, 2004). در گیاه درمنه (*Artemisia annua* L.) سطوح ۰ تا ۱۶۰ میلی‌مولار NaCl باعث تجمع پرولین، آسکوربات، گلوتاتیون و افزایش فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پروکسید، گلوتاتیون ردوکتاز و کاتالاز شد (*Qurshi et al.*, 2013). در بررسی شوری بر گیاه بابونهٔ آلمانی (*Matricaria chamomile*) گزارش کردند با افزایش شوری میزان پرولین به‌طور معنی‌دار به از لحاظ ۷۹/۵ درصد افزایش یافت. با افزایش شوری میزان پرولین در ساقهٔ بابونهٔ شیرازی افزایش یافته و بیشترین میزان پرولین در شوری ۵/۹ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین آن در شاهد مشاهده شد (Tori *et al.*, 2013). از لحاظ سبزینهٔ کل در تیمار شاهد بین بوم‌جورهای طالقان، سراب و خوانسار اختلاف معنی‌دار نبود. در تیمار ۴ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان سبزینهٔ کل، بین بوم‌جورهای کرمان و طالقان و بین بوم‌جورهای سراب و خوانسار اختلاف معنی‌دار نبود. در تیمار ۸ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان سبزینهٔ کل بین بوم‌جورهای کرمان و طالقان اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. بوم‌جورهای کرمان و خوانسار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سبزینهٔ کل را دارند. در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان سبزینهٔ کل بین بوم‌جورهای سراب و خوانسار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. بیشترین و کمترین میزان سبزینهٔ کل به ترتیب متعلق به بوم‌جورهای طالقان و سراب بود (جدول ۷). میزان سبزینهٔ کل با افزایش سطح شوری سبب تخریب ساختار سبزینه و ناپایداری کمپلکس رنگیزهٔ پروتئین می‌شود و میزان سبزینه کاهش می‌یابد. با افزایش شوری گلوتامات که ترکیب پیش ساز سبزینه و پرولین است کمتر در مسیر ساخت سبزینه شرکت می‌کند. به‌طورکلی میزان سبزینه، کارتنوئیدها و آنتوسیانین در نتیجهٔ شوری کاهش می‌یابد (Marandi, 2009). در بررسی شوری بر گیاه بابونهٔ آلمانی (*Matricaria chamomile*) گزارش شد، با افزایش شوری محتوای سبزینهٔ a، ۹/۲۹ درصد و به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش شوری محتوای سبزینهٔ b، کاروتنوئیدها و آنتوسیانین به ترتیب ۷/۳۹، ۷/۲۲ و ۱/۱۱ درصد کاهش معنی‌داری را نشان داد (Lotfollahi *et al.*, 2013). در تیمار شاهد و شوری ۴ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان کاروتنوئیدها بین بوم‌جورهای مختلف اختلاف معنی‌دار نبود. در تیمار ۸ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان کاروتنوئیدها بین بوم‌جورهای سراب و کرمان اختلاف معنی‌دار نبود. در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان کاروتنوئیدها بین بوم‌جور کرمان، طالقان و خوانسار اختلاف معنی‌دار نبود. بوم‌جور کرمان درمجموع شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بیشترین میزان کاروتنوئیدها را داشت

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول ۷). در بررسی شوری بر دو رقم گیاه کلزا گزارش کردند، افزایش کاروتنوئیدها در رقم هیولا ۳۰۸ می‌تواند علت مقاومت این رقم به شوری باشد (Chaparzadeh & Zarandi, 2010).

عنصرهای Na^+ Ca^{2+} K^+

در تیمار شاهد و شوری ۴ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان سدیم اندام‌های هوایی، بین بوم‌جورهای مختلف تفاوت معنی‌داری نبود. در شوری ۸ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان سدیم اندام‌های هوایی بین بوم‌جورهای کرمان و طالقان اختلاف معنی‌دار نبود. در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس از لحاظ میزان سدیم اندام‌های هوایی بین بوم‌جورهای سراب و خوانسار اختلاف معنی‌داری نبود (جدول ۷). افزایش میزان سدیم در یاخته در حد سمی سبب ایجاد اختلال سوخت‌وسازی در یاخته‌های گیاهی می‌شود. سدیم افزون بر ایجاد مشکل در روند جذب آب و اختلال سوخت‌وسازی، تعادل یونی عنصرهای مورد نیاز گیاه را نیز بر هم می‌زند (Agraval *et al*., 2004). رقم‌هایی که سدیم بیشتری را در اندام‌های هوایی تجمع داده بودند، کاهش بیشتری در رشد و عملکرد داشته‌اند. محققان مختلف در نتایج بررسی‌های خود، کاهش عنصرهای غذایی در نتیجهٔ افزایش شوری خاک و وجود رابطهٔ ناهمسازی (آنتاگونیستی) بین یون‌های سدیم و پتاسیم را گزارش کرده‌اند (Tiwari *et al*., 1997). تأثیر بوم‌جور و همچنین شوری از نظر کلسیم اندام‌های هوایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. از لحاظ سطوح شوری بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین (۸/۵۶ mg/g^{-1} dw) و کمترین (۴/۳۸ mg/g^{-1} dw) کلسیم اندام‌های هوایی به ترتیب در تیمار شاهد و شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بود. از لحاظ بوم‌جور بین بوم‌جورهای مختلف اختلاف معنی‌دار بود. بیشترین (۷/۷۵ mg/g^{-1} dw) و کمترین (۴/۸۵ mg/g^{-1} dw) کلسیم اندام‌های هوایی را به ترتیب بوم‌جورهای کرمان و طالقان داشتند. گیاهان از کلسیم برای رهایی از تنش شوری بهره می‌گیرند. در هنگام شوری سطح کلسیم یاخته زیاد می‌شود که این حالت تأثیر تنش شوری را روی رشد گیاه کاهش می‌دهد. کلسیم در چنین شرایطی به‌عنوان یک پیک ثانویه باعث می‌شود که پروتئین‌های ناقل سدیم، انتقال سدیم و ورودش به واکوئل را سبب شود (Sharp & Linobel, 2002). در تحقیقی روی سه تودهٔ گیاه شنبلیله، پنج سطح شوری (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار) اعمال شد. با افزایش شوری درصورتی‌که از لحاظ یون‌های کلسیم و پتاسیم و نسبت‌های کلسیم به سدیم و پتاسیم به سدیم در اندام‌های هوایی کاهش نشان دادند (Archangi, 2011). از لحاظ میزان پتاسیم اندام‌های هوایی در تیمار شاهد بین بوم‌جورهای طالقان و کرمان، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بین بوم‌جورهای مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بوم‌جور طالقان و سراب به ترتیب بیشترین (۱/۵۷ mg/g^{-1} dw) و کمترین (۰/۱۱ mg/g^{-1} dw) میزان پتاسیم اندام‌های هوایی را داشتند. در شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بین بوم‌جورهای خوانسار و سراب اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۷). پتاسیم در فعال‌سازی آنزیم‌های کنترل تعرق گیاه از طریق روزنه‌ها، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی و قابل جذب کردن دیگر املاح نقش مهمی ایفا می‌کند (Flowers *et al*., 1997).

جدول ۶. تجزیهٔ واریانس صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری‌شده در بوم‌جورهای مختلف دم شیر

Table 6. Analyze of Variance of physiological traits in different ecotypes of *Leonurus cardiaca*

S.O.V	df	Prolin ($\mu mol/g^{-1}$ fw)	Total chlorophyl (mg/g^{-1}fw)	Carotenoids (mg/g^{-1}fw)	Total phenol (mg/g^{1} dw)	Na(shoot) (mg/g^{-1} dw)	K(shoot) (mg/g^{-1} dw)	Ca(shoot) (mg/g^{-1} dw)
Block	2	85.23^{ns}	5.97^{ns}	0.18^{ns}	17.81^{ns}	0.026^{ns}	0.02^{ns}	0.6^{ns}
Ecotype	3	11113.79^{**}	582.5^{**}	0.40^{**}	38.41^{ns}	0.43^{**}	3.53^{**}	18.4^{**}
Salinity	3	1688.06^{**}	819.04^{**}	0.44^{**}	55.67^{ns}	1.07^{**}	0.58^{**}	38.55^{**}
Ecotype × Salinity	9	1096.75^{**}	48.07^{**}	0.29^{**}	63.87^{ns}	0.31^{**}	0.23^{**}	0.9^{ns}
Error	30	124.74	12.67	0.087	38.24	0.016	0.027	0.43
C.V		16.54	11.66	22.46	28.03	30.15	19.68	10.11

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

ns, *, **: are non-significant and significant at 5 and 1% levels, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷. مقایسهٔ میانگین صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری‌شده در بوم‌جورهای مختلف دم شیر

Table 7. Mean comparison of interaction effect of physiological traits in study of different ecotypes of Leonurus Cardiaca

Salinity	Ecotype	Proline ($\mu mol/g^{-1}$ fw)	Total Chlorophyll (mg/g^{-1}fw)	Cartenoids (mg/g^{-1}fw)	Na (Shoot) (mg/g^{-1} dw)	K (Shoot) (mg/g^{-1} dw)
Control	Taleghan	35.01^{b}	41.11^{ab}	1.74^{a}	0.17^{a}	1.75^{a}
	Khansar	53.3^{ab}	34.91^{b}	1.31^{a}	0.18^{a}	0.9^{b}
	Sarab	72.93^{a}	32.31^{b}	1.37^{a}	0.11^{a}	0.38^{c}
	Kerman	79.02^{a}	49.93^{a}	1.84^{a}	0.15^{a}	1.62^{a}
4 ds/m	Taleghan	57.55^{b}	39.28^{a}	1.6^{a}	0.13^{a}	1.57^{a}
	Khansar	65.9^{b}	30.28^{b}	1.33^{a}	0.28^{a}	0.66^{c}
	Sarab	142.24^{a}	29.78^{b}	1.2^{a}	0.35^{a}	0.11^{d}
	Kerman	66.74^{b}	38.67^{a}	1.32^{a}	0.29^{a}	0.82^{b}
8 ds/m	Taleghan	53.1^{b}	32.05^{a}	1.14^{b}	0.49^{ab}	1.6^{a}
	Khansar	50.08^{b}	13.73^{c}	0.53^{c}	0.1^{c}	0.12^{c}
	Sarab	137^{a}	27.12^{b}	1.7^{a}	0.41^{b}	0.3^{c}
	Kerman	40.38^{b}	36.27^{a}	1.42^{ab}	0.7^{a}	0.91^{b}
12 ds/m	Taleghan	42.64^{b}	29.05^{a}	1.43^{a}	1.53^{a}	1.11^{a}
	Khansar	48.03^{b}	15.05^{c}	1.17^{ab}	0.28^{c}	0.09^{d}
	Sarab	99.02^{a}	13.42^{c}	0.73^{b}	0.34^{c}	0.63^{c}
	Kerman	37.21^{b}	25.23^{b}	1.2^{ab}	1.2^{b}	0.84^{b}

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد، در بیشتر صفات ریخت‌شناختی بین تیمار شاهد و شوری ۴ دسی‌زیمنس تفاوت معنی‌داری نبود. مقایسهٔ میانگین بوم‌جورها از لحاظ صفات مورد بررسی نشان داد، بوم‌جور کرمان از لحاظ میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه نسبت به دیگر بوم‌جورها برتری داشت. در مجموع می‌توان گفت وزن خشک اندام‌های هوایی با افزایش شوری روند کاهشی داشته است. از تیمار شاهد تا شوری ۴ دسی‌زیمنس، میزان وزن خشک ریشه در همهٔ بوم‌جورها به‌جز طالقان، کاهش نشان داد. بوم‌جور سراب در بعضی از صفات ریخت‌شناختی مانند میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه کمترین میزان را داشت. میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه از معیارهای مهم در تعیین تحمل به شوری گیاهان است. بوم‌جوری که میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشهٔ بیشتری داشته باشد مقاوم‌تر است. در همهٔ بوم‌جورها به‌جز بوم‌جور کرمان، از تیمار شاهد تا شوری ۴ دسی‌زیمنس، میزان پرولین روندی افزایشی داشته است. درحالی‌که در همهٔ بوم‌جورها، از شوری ۴ دسی‌زیمنس به بالا میزان پرولین روند کاهشی پیدا می‌کند. افزایش میزان پرولین، در بوم‌جور سراب بیشتر از دیگر بوم‌جورها بود. بر پایهٔ نظر Poustini *et al.* (2007)، تنظیم اسمزی به‌تنهایی نمی‌تواند ملاک مناسبی برای تحمل به شوری باشد. آنان در نتایج بررسی‌های خود نتیجه گرفتند، پرولین نمی‌تواند نقش حفاظتی در مقابل تنش شوری داشته باشد و نقش یون‌های سدیم و پتاسیم در تنظیم اسمزی را به‌مراتب مؤثرتر از پرولین دانستند. بیشترین میزان سبزینهٔ کل در تیمار شاهد و شوری ۸ دسی‌زیمنس و بیشترین میزان کاروتنوئیدها در تیمار شاهد در بوم‌جور کرمان بود. گونه‌ای که کاروتنوئیدهای بیشتری داشته باشد، متحمل‌تر به تنش شوری است. میزان سبزینهٔ کل روندی کاهشی با افزایش سطح شوری داشته است. با افزایش شوری از لحاظ میزان سدیم، روند افزایشی و از لحاظ میزان پتاسیم و کلسیم، روند کاهشی نشان داد. بوم‌جورهای خوانسار و سراب میزان کمتری سدیم را با افزایش شوری در خود تجمع داده بودند. بوم‌جورهای طالقان و کرمان بیشترین میزان پتاسیم اندام‌های هوایی در همهٔ تیمارها داشتند. گونه‌ای که پتاسیم بیشتری داشته باشد، متحمل‌تر به شوری است. بیشترین میزان کلسیم اندام‌های هوایی در بوم‌جور کرمان بود. گونه‌ای که کلسیم بیشتری در رویارویی با شوری تولید کند، تحمل بیشتری به شوری نشان می‌دهد. بنابراین ضرورت دارد، با توجه به چندساله بودن این گیاه، بررسی پاسخ به شوری در گیاهان سال دوم و سوم نیز صورت گیرد، ضمن اینکه بوم‌جورهای بیشتری برای ارزیابی مقاومت به شوری بررسی شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. AbdulJaleel, C., Sankar, B., Sridharan, R. & Panneerselvam, R. (2007). Soil salinity alters growth, chlorophyll content, and secondary metabolite accumulation in *Catharanthus roseus*. *Turkish Journal of boilogy*, 32(2), 79-83.
2. Agarwal, V. & Pandey, V. (2004). Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 48(4), 555-560.
3. Archangi, A., Khodambashi, M. & Mohamad khani, M. (2011). The effects of salinity on orphological traits and content of sodium, potassium and calcium Fenugreek (*Trigonella foenum-gracum*) under hydroponic conditions. *Science and Technology of Greenhouse Cultures*, A.3 (10), 33-41. (in Farsi)
4. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23,112-121
5. Azari, A., Sanavi, S., Askari, H., Qanati, F., Naji, A. & Alizadeh, B. (2012). Effect of salinity stress on morphological and physiological traits of two species of rape (*Brassica napus*). *Journal of New Agricultural Science*, 14(2), 121-135. (in Farsi)
6. Bates, L. S., Waldern, R. P. & Tear, I. D. (1973). Rapid determination of free prolin for water stress studies. *Plant Soil*, 39(1), 205-207.
7. Chaparzadeh, N. & Zarandi, L. (2010). The effect of salinity on growth and pigment content of two cultivars of *Brassica napus*. *Plant Biology*, 3(9), 13-26. (in Farsi)
8. Chinnusamy, V., Zhu, J. & Zhu, J. K. (2006). Salt stress signaling and mechanisms of plant salt tolerance. In *Genetic engineering* (pp. 141-177). Springer, Boston, MA.
9. Dehghani, A. & Mostajeran, A. (2009). The effect of salinity on growth and activities of antioxidant enzymes in plant defense (*Zingibir officinale* Roscoe). *Plant Medicines*, 1(1), 1-10. (in Farsi)
10. Flowers, T. J., Hajibagheri, M .A. & Clipson, N. J. W. (1986). Halophytes. *Quarterly Review of Biology*, 1, 313-337.
11. Hajibagheri, M. A. (1989). Salinity resistance in *Zea mays*: fluxes of potassium, sodium and chloride, cytoplasmic concentrations and microsomal membrane lipids. *Plant, Cell and Environment*, 12(7), 753-757.
12. Hamada, A. M. & EL-Enany, A. E. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, 36(1), 75-81
13. Jamil, M. & Eui-Shik, R. (2004). The Effect of Salinity (NaCI) on the Germination and Seedling of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) and Cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Plant Resources*, 7(3), 226-232.
14. Khoshkholghsima, N.A. & Askari, H. (2000). Different mechanisms of salt tolerance. *School of Agriculture*. Ferdowsi University of Mashhad. (in Farsi)
15. Lotfollahi, L., Torabi, H. & Omidi, H. (2013). The Effect of Salinity on Proline, photosynthetic pigments and relative humidity in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in hydroponic culture. *Journal of Plants Productions*, 22(1), 89-103. (in Farsi)
16. Marandi, J. (2009). *Environmental stress physiology and resistance mechanisms in Horticultural plants*, Vol 1. University of Urmia. 635 p. (in Farsi)
17. Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. (2005) Determination of the total phenolic, flavonoid and prolin contents in Burkina Fasan honey, as well as their scavenging activity. *Food Chemistry*, 91(3), 571-577.
18. Mozaffarian, V. (1996). *Dictionary of Plant Names*. Contemporary vocabulary Press. (in Farsi)
19. Norani Azad, H. & Hajibagheri, M. (2008). Effect of salinity on some physiological characteristics on dill plant (*Anethum graveolens* L). *Journal of New Agricultural Science*, 4(12), 93-100. (in Farsi)
20. Omidbeigi, R. (2010). *Production and processing of medicinal plants*. Publication of Astan Quds Razavi. (in Farsi)
21. Qavami, N., Naghdi, H. & Ramin, A. (2010). Impact of salinity on yield and seed oil in Milk thistle (*Silybum marianum*). *Journal of Plants Medicines*, 2(2), 89-93. (in Farsi)
22. Qureshi, M., Zainul Abdin, M., Ahmad, J. & Iqbal, M. (2013). Effect of long-term salinity on cellular antioxidants, compatible solute and fatty acid profile of Sweet Annie (*Artemisia annua* L.). *Phytochemistry*, 95, 215-223.
23. Safarnejad, A., Alisadr, S. & Hamidi, H. (2006). Effect of salinity stress on morphological traits in *Nigella sativa*. G*enetics and Breeding Researches in Pasture and Forest Plants of Iran*, 15(1), 75-84. (in Farsi)
24. Sharp, R. E. & Lebnoble, M. E. (2002). ABA, etylene and the control of shoot and root growth under water stress. *Journal of Experimental Botany*, 53, 33-37.
25. Shiri, A., Safarnejad, A. & Hamidi, H. (2008). Study of Morphological and biochemical in *Ferula assa-foetida* to salinity stress. *Journal of Genetic and Breeding Research in Pasture and Forest Plant*, 17(1), 38-49. (in Farsi)
26. Trumbeckaite, S. (2006). The effect of flavonoids on rat heart mitochondrial function. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 60(5), 245-248.

Archive of SID

www.SID.ir