Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

نشریه مهندسی اکوسیستم‌های بیابان
سال دوم، شماره اول، بهار 1392، صفحه 25ـ36

اثر شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف گیاه توت‌روباه در مرحلهٔ جوانه‌زنی و رشد رویشی

هاجر نادعلی[1]/ علی تدین[2*]/ محمدرضا تدین[3]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
[2*] استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
Tadayyon.sku@gmail.com
[3] استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: 91/8/5 تاریخ پذیرش: 92/2/15

چکیده:

به منظور ارزیابی تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد رویشی اکوتیپ‌های مختلف گیاه مرتعی توت‌روباه، دو آزمایش مجزا در شرایط آزمایشگاه و شرایط گلخانه در بهار سال 1389 انجام شد. در آزمایش اول، 6 اکوتیپ (سمیرم، فریدون‌شهر، تهران، کرسنک، دماوند و فرخشهر) و 4 سطح تنش شوری (صفر، 4، 8 و 12 دسی زیمنس بر متر از کلرید سدیم) در 3 تکرار تحت شرایط آزمایشگاهی و در آزمایش دوم 4 اکوتیپ گیاه توت‌روباه (سمیرم، فریدون‌شهر، تهران و کرسنک) و 4 سطح تنش شوری (صفر، 4، 8 و 12 دسی زیمنس بر متر از کلرید سدیم) تحت شرایط گلخانه‌ای به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در 3 تکرار انجام شد. صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه در آزمایش اول و میزان پروتئین، پرولین، درصد کلر و سدیم اندام هوائی گیاه در آزمایش دوم اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که با افزایش تنش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه به صورت معنی‌داری کاهش یافت. بر اساس نتایج گلخانه‌ای، درصد پروتئین به طور معنی‌داری کاهش و درصد کلر، سدیم و غلظت پرولین به طور معنی‌داری افزایش داشتند. اکوتیپ تهران از نظر تحمل به شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: توت‌روباه، تنش شوری، پروتئین، پرولین.

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

مقدمه

توت‌روباه یک گیاه چندسالهٔ مرتعی است که بومی اروپا، غرب آسیا و شمال آفریقا می‌باشد (یودر و همکاران، 2003). این گیاه دارای ساقهٔ برافراشته است که ارتفاع آن در آب و هوای خشک 2 سانتی‌متر و در مناطق مرطوب تا 70 سانتی‌متر می‌رسد (استی‌جان و همکاران، 2006). توت‌روباه در شرایط خشک، سرما و یخبندان تحمل زیادی دارد (باچلند و همکاران، 1997) و مقاومت آن به خشکی ناشی از ویژگی ریشهٔ راست و ضخیم آن است که توانایی جذب و ذخیره‌سازی آب زیادی را فراهم می‌کند و گیاه را قادر می‌سازد با تغییر شرایط محیطی، میزان بهره‌برداری خود را از آب تغییر دهد (فریز و تایلور، 1994). گیاه توت‌روباه می‌تواند تا 20 سال در مراتع زنده بماند هرچند که دوران رشد مطلوب آن 7ـ12 سال است (اوگل دانیل، 2002). بذر این گیاه قادر است تا 25 سال جوانه‌زنی خود را در انبار حفظ کند. متوسط زنده ماندن جنین بذر تا 15سال 88% و بعد از 25 سال به 83% رسیده است (استیونز، 1994).

مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی در مراحل مختلف چرخهٔ زندگی متفاوت است و معمولاً در اغلب گیاهان، مرحلهٔ ابتدایی رشد به عنوان حساس‌ترین مرحلهٔ رشد تلقی می‌شود (رادوسویچ و همکاران، 1997 و اسلامی و همکاران، 2009). تحمل به شوری طی این مرحله برای استقرار گیاه مهم است، زیرا جوانه‌زنی ضعیف و رشد گیاهچه منجر به استقرار ضعیف و گاهی نابودی محصول می‌شود (سلطانی و همکاران، 2006 و الکبالاوی و الاراوی، 2005). در مناطق خشک و نیمه‌خشک که اغلب با تنش شوری مواجه‌اند، جوانه‌زنی بذر با مشکل روبه‌رو می‌شود (اشرف و همکاران، 2008). این تنش‌ها با محدود کردن جذب آب، کاهش تجزیه مواد ذخیره‌ای بذر و اختلال در سنتز پروتئین‌های ذخیره‌ای موجب کاهش جوانه‌زنی بذور می‌شوند (اشرف و فولاد، 2005؛ راماگوپال، 1990 و ویگت و همکاران، 2009).

شوری خاک یا آب، از جمله عوامل تنش‌زای محیطی هستند که علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌کنند (لویت، 1980). مراحل مختلف رشد گیاه، شامل جوانه‌زنی بذر، بلوغ و رسیدگی بذر و پیری، عکس‌العمل‌های مختلفی در پاسخ به شرایط تنش شوری از خود نشان می‌دهند (پوستینی و زهتاب سلمانی، 1376 و فرانکویس و همکاران، 1994). حساسیت مرحلهٔ جوانه‌زنی بذر در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح اهمیت زیادی دارد و تراکم کافی بوته در واحد سطح زمانی به دست می‌آید که بذرهای کاشته شده به طور کامل و با سرعت کافی جوانه زنند (باقری کاظم‌آباد و همکاران، 1367). از معیارهای مهم در انتخاب ارقام برای مقاومت به شوری، اندازه‌گیری سرعت رشد گیاه است (مانس و اسکاتمن، 1993). کاهش رشد و عملکرد گیاهان بستگی به غلظت نمک دارد. هر چه غلظت نمک در محیط بیشتر باشد، کاهش رشد گیاه محسوس‌تر است. سرعت توسعهٔ برگ در گیاهان، تحت تأثیر میزان سدیم و کلر قرار می‌گیرد و می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین مقاومت به شوری باشد (بوهنرت و جنسن، 1996). با توجه به مطالب ذکر شده، لزوم انتخاب گونه‌های مقاوم به شوری برای بهره‌برداری بیشتر و نیز جلوگیری از کاهش رشد و همچنین تولید بیشتر عملکرد، امری ضروری است. در این تحقیق، با توجه به اهمیت گیاهان مرتعی و نیز با توجه به وسعت اراضی شور و روند شور شدن مراتع به بررسی اثر شوری بر مراحل اولیهٔ رشد (مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه) گیاه توت‌روباه[1] پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرتعی توت‌روباه در مرحلهٔ جوانه‌زنی و رشد رویشی، دو آزمایش مجزا به ترتیب در شرایط آزمایشگاه دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی 32 درجه و20 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 50 درجه و 51 دقیقه شرقی و گلخانه، تحقیقاتی چهار تخته واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری با عرض جغرافیایی " 53، ' 17 و ° 32 شمالی و طول

1. Poterium sanguisorba

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

جغرافیایی " 56، '55 و° 50 شرقی بر روی این گیاه در تابستان سال 1389 انجام شد.

در آزمایش اول، 6 اکوتیپ[1] مختلف توت‌روباه (چادگان، فریدون‌شهر، تهران و کرسنک، البرز و فرخشهر) و 4 سطح مختلف شوری (صفر، 4، 8 و 12 دسی زیمنس[2] بر متر از کلرید سدیم[3]) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در پتری‌دیش در سه تکرار در آزمایشگاه انجام شد. هر پتری‌دیش به عنوان یک واحد آزمایشی منظور گردید. ابتدا بذرهای مورد نظر تمیز گردید و به ترتیب با هیپوکلریت سدیم (وایتکس 10%) و قارچ کش بنلیت 2 در هزار هر کدام 30 ثانیه ضد عفونی و بلافاصله با آب مقطر شسته شد. 25 عدد بذور توت‌روباه را روی کاغذ صافی در هر پتری‌دیش قرار داده شد و توسط محلول‌های مختلف تیمار نمک مرطوب گردید. پتری‌دیش‌ها در دمای 25 درجه سانتی‌گراد در داخل اطاقک رشد قرار داده شدند. تعداد بذرهای سبز شده به مدت سه هفته و هر دو روز یک مرتبه شمارش گردیدند و در پایان صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه اندازه‌گیری شد. میزان درصد (فرمول 1) و سرعت جوانه‌زنی (فرمول 2) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

فرمول (1) $$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{S}{T}\times 100$$

S، تعداد بذور جوانه‌زده، و T، تعداد کل بذور.

فرمول (2) $$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{N1}{D1}+\frac{N2}{D2}+\cdots+\frac{Ni}{Di}$$

N_i تعداد بذور جوانه‌زده در روز D_i است.

آزمایش دوم به صورت فاکتوریل[4]، در قالب طرح کاملاً تصادفی[5] انجام شد. فاکتور اول شامل 4 اکوتیپ گیاه توت‌روباه (سمیرم، فریدون‌شهر، تهران و کرسنک) و فاکتور دوم 4 سطح تنش شوری (صفر، 4، 8 و 12 دسی زیمنس بر متر از کلرید سدیم) بود. بذور در داخل گلدان کشت گردید (با قطر دهانه 25 و ارتفاع 20 سانتی‌متر) و هر گلدان به عنوان یک پلات آزمایشی محسوب شد. گلدان‌ها با ترکیبی از خاک مزرعه + خاک برگ + کود حیوانی + ماسه پر شد. برای دقت در آزمایش تمامی گلدان‌های پلاستکی پرشده از خاک به طور یکسان وزن گردید که وزن آن‌ها برابر با 5 کیلو و 500 گرم بود. نمونه ترکیب خاک استفاده شده در گلدان‌ها برای تجزیه مشخصات خاک به آزمایشگاه انتقال و مورد آزمایش قرار گرفت. خصوصیات شیمیایی خاک در جدول (1) و خصوصیات فیزیکی خاک در جدول (2) اشاره شده است.

گلدان‌ها تا مرحلهٔ استقرار گیاهک‌های توت‌روباه (مرحلهٔ 2 برگی) به طور مرتب با آب معمولی آبیاری شد. پس از این مرحله و تا پایان برداشت برای اعمال تنش شوری با آب محتوی سطوح مختلف نمک آبیاری گردید. برای کشت، گلدان‌ها به خوبی ضد عفونی گردید و برای ایجاد زهکش مناسب ته گلدان سوراخ گردید، سپس هر گلدان از خاک مورد نظر پر شد و در هر گلدان 10 عدد بذر در عمق 1 سانتی‌متری آن کاشته شد. تعداد گیاهک‌های سبز شده پس از مرتفع شدن عوامل نامساعد، به 5 بوته در هر پلات آزمایشی تقلیل یافت. آزمایش تا زمانی که تیمار شاهد در گلخانه رشد طبیعی داشتند، ادامه یافت. در پایان، میزان پروتئین ماده خشک گیاه اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ابتدا درصد نیتروژن خام موجود در ماده خشک گیاهان به روش کجلدال اندازه‌گیری شد، سپس برای محاسبهٔ درصد پروتئین مقدار نیتروژن خام حاصل، در عدد 6/25 ضرب گردید (بی نام، 2008)، میزان پرولین با استفاده از روش بت و همکاران (1973) و درصد کلر (با استفاده از روش رسوب‌سنجی) و درصد سدیم گیاه (به وسیلهٔ هضم و قرائت با دستگاه فلیم فوتومتر) اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS استفاده گردید. میانگین‌های معنی‌دار شده با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد مقایسه شد.

1. Ecotype
2. deciSiemens per meter (dS/m)
3. Sodium chloride
4. Factorial
5. Completely Randomized design

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

جدول (1): نتایج برخی خصوصیات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق											
		%			Meq.lit^{-1}		mg.kg-1				
(cm)	pH	EC (dS m^{-1})	Sp	TNV	OC	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn
0-60	7/81	0/942	47	27/3	0/91	6/7	293	60/3	1/6	2/3	8/6

جدول (2): نتایج برخی خصوصیات فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

عمق	درصد وزنی	درصد وزنی	وزن مخصوص ظاهری	%			بافت خاک
(cm)	FC	PWP	g.cm-3	Clay	Silt	Sand	
صفر تا 60	21/2	14/78	1/29	31	44	23	Loam

نتایج

الف) آزمایش شوری در شرایط آزمایشگاهی

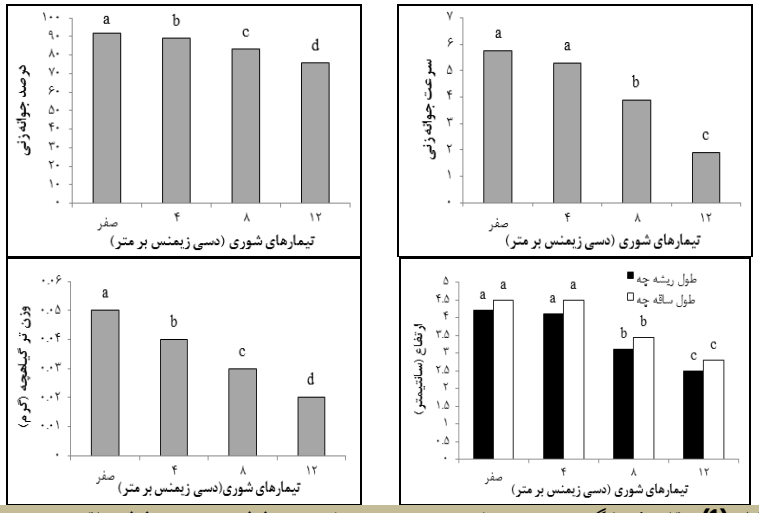
مطابق نتایج به دست آمده در جدول (3)، درصد جوانه‌زنی بذر گیاه توت‌روباه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف نمک کلرید سدیم قرار گرفت. درصد جوانه‌زنی بذر بین سطوح مختلف شوری در تیمارهای شاهد (عدم استفاده از نمک کلریدسدیم)، 4، 8 و 12 دسی زیمنس بر متر به طور معنی‌داری با هم متفاوت بود (شکل 1). با افزایش غلظت نمک کلریدسدیم درصد جوانه‌زنی بذر به طور محسوسی نقصان یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار غلظت 12 دسی زیمنس بر متر بود. درصد جوانه‌زنی بذرها در بین اکوتیپ‌های مختلف نیز تفاوت آماری معنی‌داری را در سطح 1% نشان دادند (جدول 3). همان‌طور که در شکل (2) دیده می‌شود، درصد جوانه‌زنی بذر در اکوتیپ تهران و فرخشهر نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برتری بسیار بالایی را نشان می‌دهد. بین اکوتیپ‌های تهران و فرخشهر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از نظر مقدار عددی، اکوتیپ دماوند و سمیرم، کمترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند.

جدول (3): نتایج تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه در اکوتیپ‌های گیاه توت‌روباه، تحت تیمارهای مختلف نمک کلریدسدیم

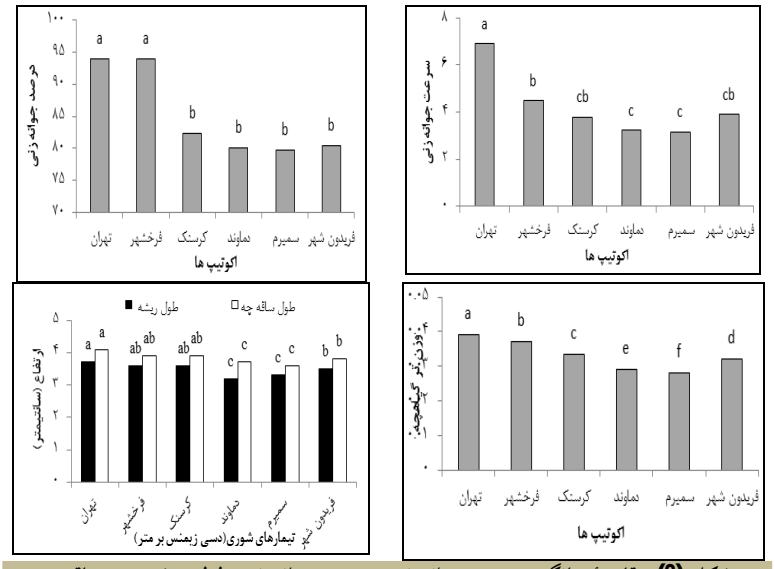
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه‌ها
غلظت نمک	3	822/15**	51/19**	12/02**	12/02**	0/0018**
اکوتیپ	5	615/87 **	24/32 **	0/39 **	0/39 **	0/0003**
نمک × اکوتیپ	15	15/221ns	0/63ns	0/28**	0/28**	0/00002ns
خطا	48	12/00	1/97	0/022	0/034	0/0
ضریب تغییرات		4/07	33/46	4/24	4/72	4/57

* و ** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد است. ns غیر معنی‌دار

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021



شکل (1): مقایسهٔ میانگین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه توت‌روباه تحت تیمارهای مختلف نمک کلریدسدیم در آزمایشگاه



شکل (2): مقایسهٔ میانگین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن گیاهچه در اکوتیپ‌های مختلف توت‌روباه در آزمایشگاه

تیمارهای مختلف شوری بـه طـور معنـی‌داری بـر میـزان سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه توت‌روباه تأثیرگـذار بـود (جـدول 3). بیشترین سرعت جوانه‌زنی بعد از تیمار شاهد، مربـوط بـه تیمار 4 دسی زیمنس بر متر شوری بود و بین تیمـار شـاهد و تیمار شوری 4 دسی زیمنس بر متر نیز تفاوت معنـی‌دار نبـود (شکل 1). سرعت جوانـه‌زنـی در تیمـار شـاهد 66/9 درصـد بیشتر از سرعت جوانه‌زنی در تیمار شوری 8 دسی زیمنس بـر متر بود. سرعت جوانه‌زنی در اکوتیپ‌های مختلف نیز به طـور معنی‌داری متفاوت بـود (جـدول 3). سـرعت جوانـه‌زنـی در اکوتیپ تهران به طور معنی‌داری بیشتر از سایر اکوتیپ‌ها بـود (شکل2). از طرف دیگر، اکوتیپ‌هـای فرخشـهر، کرسـنگ و فریدون‌شهر از نظر سرعت جوانه‌زنی با هم تفاوت معنـی‌داری را نشان ندادند.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد کـه تیمـار شوری بر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چهٔ گیـاه، تفـاوت بسـیار معنی‌داری دارد (جدول 3). بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چـه مربوط به تیمار شاهد (عدم استفاده از نمک) و کمتـرین آن در تیمـار شـوری 12 دسـی زیمـنس بـر متـر مشـاهده گردیـد. تیمارهای شاهد و 4 دسی زیمنس بر متـر تفـاوت معنـی‌دار از نظر طول ساقه‌چه نشان ندادند (شـکل 1). طـول ریشـه‌چـه و

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

ساقه‌چه در اکوتیپ‌های مختلف توت‌روباه تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول 3). بین اکوتیپ‌های مختلف، اکوتیپ تهران بیشترین و اکوتیپ‌های دماوند و سمیرم کمترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را تولید کردند (شکل 2). بین اکوتیپ‌های کرسنگ و فرخشهر از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

میانگین وزن تر گیاهچه در طی این آزمایش، نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف شوری ناشی از کلریدسدیم قرار گرفت (جدول 3). وزن تر گیاهچه در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیش از تیمارهای 4، 8 و 12 دسی زیمنس بر متر بود (شکل 1). با افزایش غلظت نمک وزن‌تر گیاهچه به طور محسوسی نقصان یافت. تیمار 12 دسی زیمنس بر متر کمترین وزن تر گیاهچه را به خود اختصاص داد (شکل 1). میزان وزن تر گیاهچه‌ها بین اکوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح 1 درصد نشان دادند (جدول3). اکوتیپ تهران به طور معنی‌داری وزن تر گیاهچه بیشتری در مقایسه با سایر اکوتیپ‌ها تولید کرد. وزن تر گیاهچه به ترتیب در اکوتیپ تهران، نسبت به اکوتیپ‌های فرخشهر، کرسنگ، دماوند، سمیرم و فریدونشهر، به میزان 5/1، 14/10، 25/64، 28/21 و 17/95 درصد بیشتر بود. اکوتیپ سمیرم کمترین وزن گیاهچه را به خود اختصاص داد (شکل 2).

اثر متقابل تیمارهای مختلف شوری و اکوتیپ‌ها بر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چهٔ توت‌روباه تفاوت معنی‌دار را در سطح 1% نشان داد (جدول 3). روند تغییرات اثر متقابل سطوح مختلف شوری و اکوتیپ‌های مختلف بر صفات ریشه‌چه و ساقه‌چه مشابه بود (جدول 4). طویل‌ترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ گیاه، متعلق به تیمارهای شوری صفر و 4 دسی زیمنس بر متر و کوتاه‌ترین آن در اکوتیپ دماوند در تیمار 12 دسی زیمنس بر متر بود (جدول 4). طول ریشه‌چه در تیمار اکوتیپ دماوند× غلظت صفر تقریباً سه برابر تیمار اکوتیپ دماوند× غلظت 12 دسی زیمنس بر متر بود (جدول 4). همچنین طول ساقه‌چه در تیمار اکوتیپ دماوند× غلظت صفر تقریباً دو برابر تیمار اکوتیپ دماوند× غلظت 12 دسی زیمنس بر متر بود (جدول 4).

جدول (4): مقایسهٔ میانگین اثر متقابل تیمارهای شوری و اکوتیپ‌ها بر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چهٔ گیاه توت‌روباه

سطوح کلریدسدیم (دسی زیمنس بر متر)	اکوتیپ	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)
صفر	تهران	4/07^{cd}	4/41^{cd}
	فرخشهر	4/17^{cd}	4/51^{cd}
	کرسنگ	4/0^{d}	4/34^{cde}
	دماوند	4/67^{a}	4/99^{a}
	سمیرم	4/13^{cd}	4/48^{cd}
	فریدون‌شهر	4/37^{bc}	4/71^{bc}
4	تهران	4/2^{cd}	4/54^{bcd}
	فرخشهر	3/64^{ef}	3/98^{ef}
	کرسنگ	3/9^{gf}	4/24^{def}
	دماوند	4/77^{a}	5/11^{a}
	سمیرم	4/13^{cd}	4/48^{cd}
	فریدون‌شهر	4/20^{cd}	4/54^{bcd}
8	تهران	3/37^{fgh}	3/71^{fg}
	فرخشهر	2/67^{klm}	3/01^{jk}
	کرسنگ	2/81^{jkl}	3/15^{ijk}
	دماوند	3/07^{hij}	3/42^{ghi}
	سمیرم	3/30^{ghi}	3/64^{fgh}
	فریدون‌شهر	3/47^{fg}	3/81^{f}
12	تهران	2/49^{lm}	2/84^{k}
	فرخشهر	2/43^{lm}	2/77^{k}
	کرسنگ	2/68^{klm}	3/02^{ijk}
	دماوند	1/93^{m}	2/28^{l}
	سمیرم	2/93^{ijk}	3/27^{hij}
	فریدون‌شهر	2/76^{jkl}	3/10^{ijk}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در تیمارهای مختلف شوری× اکوتیپ اختلاف آماری معنی‌داری در سطح 5 درصد ندارند (LSD).

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

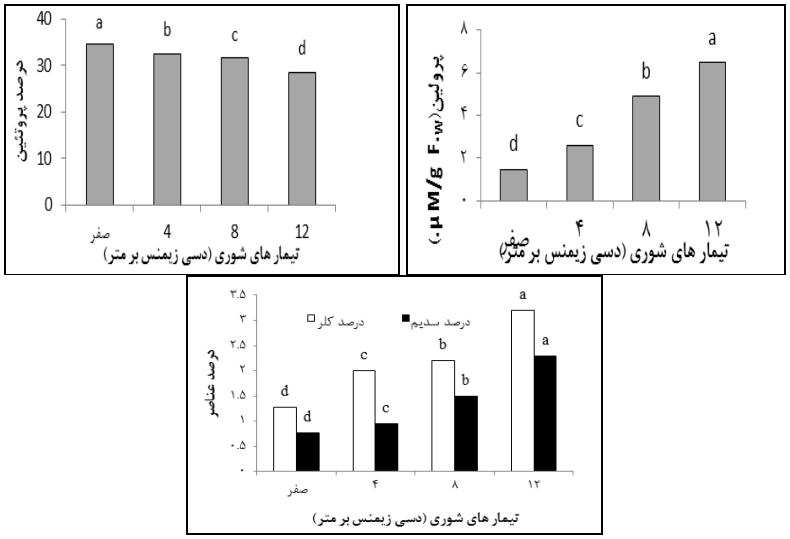
ب) آزمایش شوری در شرایط گلخانه‌ای

طبق نتایج به دست آمده از آزمایش گلخانه، درصد پروتئین گیاه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف شوری قرار گرفت (جدول 5). با افزایش تنش شوری، درصد پروتئین گیاه نقصان یافت (شکل 3). درصد پروتئین در تیمار شاهد، بالاترین و درصد پروتئین در تنش شوری 12 دسی زیمنس بر متر کمترین بود. بین اکوتیپ‌های مختلف گیاه توت‌روباه تفاوت معنی‌داری از لحاظ درصد پروتئین مشاهده نگردید (جدول 4).

جدول (5): نتایج تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) صفات درصد پروتئین، میزان پرولین، درصد کلر و درصد سدیم در اکوتیپ‌های گیاه توت‌روباه، تحت تیمارهای مختلف نمک کلریدسدیم در شرایط گلخانه

منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین	پرولین	کلر	سدیم
غلظت نمک	3	75/00**	240/20**	7/80**	5/66**
اکوتیپ	3	11/89 ns	1/40**	0/05**	0/03**
نمک × اکوتیپ	9	0/003 ns	0/13 ns	0/006 ns	0/003 ns
خطا	32	1/00	0/28	0/0077	0/0039
ضریب تغییرات		3/14	3/22	4/025	4/48

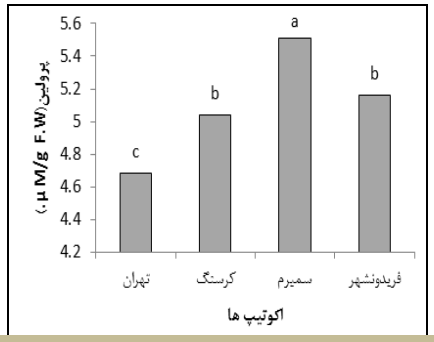
* و ** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشد. ns غیر معنی‌دار

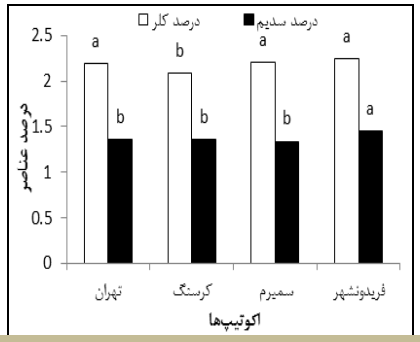


شکل (3): مقایسهٔ میانگین درصد پروتئین، میزان پرولین و درصد کلر و سدیم گیاه توت‌روباه تحت تیمارهای مختلف کلریدسدیم در گلخانه

مقدار پرولین اندازه‌گیری شده به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف شوری قرار گرفت (جدول 5). طبق نتایج موجود در شکل (3)، با افزایش میزان تنش شوری، مقدار پرولین در گیاه توت‌روباه افزایش یافت. بیشترین مقدار پرولین مربوط به تیمار شوری 12 دسی زیمنس بر متر بوده که مقدار آن بیش از 4 برابر تیمار شاهد بدون شوری بود. میزان پرولین تیمار 4 و 8 دسی زیمنس بر متر در محدودهٔ بین این حداقل و حداکثر قرار گرفت. بین اکوتیپ‌های مختلف گیاه توت‌روباه از نظر مقدار پرولین تفاوت بسیار معنی‌دار مشاهده گردید (جدول 5). بیشترین میزان پرولین مربوط به اکوتیپ سمیرم و کمترین آن در اکوتیپ تهران بود (شکل 4).

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021





شکل (4): مقایسهٔ میانگین میزان پرولین، درصد کلر و درصد سدیم در اکوتیپ‌های مختلف توت‌روباه در گلخانه

تغییرات درصد کلر و سدیم تحت تنش شوری روند مشابهی داشت (جدول 4). نتایج مقایسهٔ میانگین نشان می‌دهد که با افزایش تیمار شوری، درصد کلر و سدیم افزایش یافت (شکل 3). کمترین درصد کلر و سدیم گیاه در تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار 12 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد و میزان کلر در تیمار شاهد به مقدار 31/88 درصد نسبت به تیمار 12 دسی زیمنس بر متر نقصان یافت. میزان سدیم در تیمار 12 دسی زیمنس بر متر به ترتیب 66/53، 59/13 و 35/22 درصد بیش از تیمارهای شاهد، 4 و 8 دسی زیمنس بر متر بود. همان‌طور که جدول (4) نشان می‌دهد، در بین اکوتیپ‌های مختلف، درصد کلر و سدیم در سطح 1 درصد معنی‌دار گردید. بیشترین درصد کلر متعلق به اکوتیپ فریدون‌شهر، تهران و سمیرم و کمترین آن در اکوتیپ کرسنگ مشاهده گردید و بیشترین درصد سدیم استخراج شده از اکوتیپ فریدون‌شهر به دست آمد که نسبت به سایر اکوتیپ‌ها به طور معنی‌داری اختلاف نشان داد (شکل 4).

بحث

شوری یکی از عوامل مهمی است که تأثیر زیادی بر جوانه‌زنی بذور، استقرار آن‌ها، مقدار جذب آب و طول ریشهٔ گیاهان دارد. کاهش درصد جوانه‌زنی بذر در گیاهان علاوه بر اثر اسمزی شوری، ناشی از اختلال در جذب عناصر غذایی در اثر سمیت ویژهٔ یون بوده که توسط صفرنژاد (1996) و شالهوات (1993) نیز گزارش شده است. آنگار (1999) اظهار نمود که وقتی نمک وارد بافت‌های داخلی بذر می‌شود، پتانسیل آب درون بذر را می‌کاهد و جذب آب را افزایش می‌دهد. به هر حال، نمک وارد شده به داخل بذر می‌تواند آثار سمی بر روی بافت‌ها بگذارد و از قابلیت جوانه‌زنی بذر بکاهد. در واکنش به تنش شوری، جوانه‌زنی بذر یکی از بحرانی‌ترین و حساس‌ترین مراحل رشد و نمو گیاه به شمار می‌رود. جوانه‌زنی ضعیف در خاک‌های شور، باعث استقرار ضعیف و تولید کم محصول می‌شود (انفراد و همکاران، 1382).

ریشه به دلیل ارتباط مستقیم با شوری بیشتر از سایر اندام‌ها در معرض تنش شوری است و به عنوان یک فیلتر، عبور یون‌ها را کنترل می‌کند و نسبت مطلوب بین یون‌های سدیم و پتاسیم برای فعالیت‌های سلولی را فراهم می‌سازد (کافی و همکاران، 1378). در این آزمایش، طول ساقه با افزایش تنش شوری در گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. از معیارهای مهم در انتخاب ارقام برای مقاومت به شوری، اندازه‌گیری میزان رشد اندام‌های هوایی می‌باشد (مانس، 1993). کاهش رشد گیاهان در اثر شوری معمولاً به دلیل تأثیر شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن است که بر حسب رقم و شرایط محیطی متفاوت است. به نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد (بوهنرت و همکاران، 1996). در این مطالعه، کاهش وزن تر گیاهچه کاملاً مشهود است. محیط شور دارای مقادیر زیادی از یون‌هاست که باعث اختلال در متابولیسم عناصر غذایی دیگر می‌شوند. مثلاً رقابت Na^+ با K^+ و Cl^- با NO^{3-} سبب اختلال در جذب این عناصر غذایی می‌شود (گورهام، 1996). یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل شوری، حفظ آماس سلولی است و تنظیم اسمزی در اثر جذب نمک (یون‌های نمکی) و

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

ساختن مواد آلی انجام می‌شود. گیاهان برای ساختن مواد آلی (گلایسین، بتائین، پرولین، مانیتول و سوربیتول) انرژی زیادی صرف می‌کنند که با صرف انرژی زیاد جهت تنظیم اسمزی، رشد اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد (پنوئلز و همکاران، 1997).

با افزایش سطوح شوری در آزمایشگاه، کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در توت‌روباه کاهش معنی‌داری یافتند. به عبارتی، شوری با شاخص رشد رابطهٔ معکوس داشت. کامکار و همکاران (1378) نشان داد که در تمامی ارقام کلزای مورد مطالعه، کلیهٔ صفات از جمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، سرعت رشد ساقه‌چه و سرعت رشد ریشه‌چه تحت تأثیر معنی‌دار سطوح شوری قرار گرفتند و افزایش شوری باعث کاهش صفات مورد اندازه‌گیری گردید. در این رابطه، وحید و همکاران (1997) اظهار داشتند که تحمل گیاه نیشکر به تنش شوری در مراحل پس از جوانه‌زنی به توانایی آن‌ها برای تجمع و ذخیرهٔ مقادیر زیاد یون‌های Na و Cl در واکوئل (به طوری که متابولیسم سلولی تحت تأثیر سمیت Na و Cl قرار نگیرد) بستگی دارد. دری و صالحی (1389) با بررسی اثر سطوح مختلف شوری از صفر تا 20 دسی زیمنس بر متر در ارقام مختلف یونجه یک‌ساله گزارش کردند که درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه در سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری را نشان دادند.

نتایج فوق با یافته‌های آل ابراهیم و همکاران (1384) در بررسی تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris*) و نتایج مربوط به عکس‌العمل جوانه‌زنی بذور تحت شرایط شوری نمک طعام با یافته‌های تیموری و همکاران (1384)، بر روی آثار شوری بر جوانه‌زنی سه گونهٔ مرتعی، آذرنیوند و همکاران (1384) بر بذور سه گونهٔ *Haloxylom aphyllum*، *Seidlitzia rosmarinus* و *Hammada salicorica* و عبادی و همکاران (1388) بر گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita L.*) مطابقت داشت. تاج‌بخش (1378) تأثیر NaCl بر جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و وزن تر ارقام جو را بررسی و اعلام کرد که تنش شوری، باعث کاهش صفات مورد بررسی شد.

در اکوتیپ‌های مختلف، روند کاهش صفات بذر متفاوت بود. به طور کلی، نتایج حاصل از آزمایش بخش آزمایشگاهی اثر تنش شوری بر اکوتیپ‌های مختلف توت‌روباه نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر گیاه‌چه در اکوتیپ تهران در اثر افزایش غلظت NaCl در مقایسه با سایر اکوتیپ‌ها به میزان کمتری کاهش یافته است، لذا اکوتیپ مزبور تحمل شوری بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها دارد. علاوه بر این، در بین اکوتیپ‌ها اکوتیپ سمیرم و دماوند بیشترین حساسیت نسبت به شوری را دارا بودند.

نتایج متمایز بودن درصد پروتئین در تیمارهای مختلف شوری با تحقیقات رضایی و همکاران (1383) در بررسی پاسخ فیزیولوژیک گیاه پنبه به شوری‌های مختلف خاک و نیز یافته‌های جدی حسینی و همکاران (1386) در بررسی خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به شوری پنبه مطابقت دارد. متغیر بودن میزان پرولین تحت سطوح مختلف شوری با نتایج کامکار و همکاران (1387) در بررسی مکانیزم‌های مقاومت به شوری در گونهٔ مرتعی *Atriplex verrucifera* مبنی بر افزایش پرولین با افزایش شوری مطابقت دارد. معمولاً در گیاهانی که در معرض شرایط سخت تنش خشکی و شوری قرار گرفته‌اند، پرولین جمع می‌شود، و احتمالاً تنظیم اسمزی و حفظ فعالیت‌های آنزیمی گیاه تحت تنش می‌تواند نقش داشته باشد. پرولین در تنظیم اسمزی (اونسل و همکاران، 2000) یک واکنش تطابقی به تنش شوری است که مستلزم افزایش مواد محلول در سلول است که به حفظ تورژسانس سلول و نیز حفظ باز بودن روزنه، عمل فتوسنتز و ادامه فرآیندهای رشدی گیاه در طی دورهٔ تنش می‌گردد. سدیم موجب کاهش جذب پتاسیم و کاهش رشد و عملکرد در گیاهان می‌شود. با اینکه غلظت سدیم در برگ ممکن است برای حفظ تورژسانس گیاه مفید باشد، سدیم نمی‌تواند جانشین مناسبی برای پتاسیم محسوب شود، زیرا پتاسیم به طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی ضروری است (مارشنر، 1995).

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که اولاً تنش شوری کلرید سدیم تا میزان 12 میلی‌موس بر متر باعث تقلیل خصوصیات مربوط به مرحله جوانه‌زنی و مرحلهٔ رویشی در گیاه توت‌روباه شده؛ ثانیاً اکوتیپ‌های مختلف این گیاه عکس‌العمل متفاوتی به شوری نشان داده است. اگرچه رشد رویشی گیاه توت‌روباه در شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد، گیاه در این مرحله از رشد رویشی، از شادابی خوبی برخوردار است که می‌تواند نشان‌دهندهٔ سازگاری این گیاه به تنش شوری باشد.

■

منابع

1. آذرنیوند، حسین، زندی اصفهانی، احسان، شهریاری، احسان، 1384. «اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی سه گونهٔ *Haoxylonaphyllum*، *Seidlitziarosmarinus* و *Hammadasalicornica*». مجله بیابان، جلد 11، شماره 1، ص187ـ 196.
2. اسلامی، سید وحید، بهدانی، محمدعلی، علی، سمیرا، 1387. «اثر شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیهٔ گیاهچهٔ ارقام کلزا (*Brassica napus* L.)»، مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، سال اول، شماره 1، ص 39-46.
3. آل ابراهیم، محمدتقی، صباغ‌نیا، ناصر، عبادی، اصغر، محب‌الدینی، مهدی، 1384. «بررسی تنش خشکی و شوری برروی جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی آویشن (*Thyusvulgaris*)»، مجله پژوهش در کشاورزی، جلد اول شماره 1، ص13.
4. انفراد، اکبر، پوستینی، کاظم، مجنون حسینی، ناصر، طالعی، علیرضا، خواجه احمد عطاری، احمد علی، 1382. «واکنش‌های فیزیولوژیکی ارقام کلزا در مرحله رشد رویشی نسبت به تنش شوری»، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 7، ص103ـ110.
5. باقری کاظم‌آباد، عبدالرضا، سرمدنیا، غلامحسین، حاج رسولی‌ها، شاپور، 1367. «بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مختلف اسپرس نسبت به تنش شوری و خشکی در مرحلهٔ جوانه زدن»، مجله علوم و صنایع کشاورزی، 2(2): 41ـ55.
6. پوستینی، کاظم و زهتاب سلمانی، سعید، 1376. «اثر شوری بر روی تولید و انتقال مجدد ماده خشک در دو رقم گندم»، مجله علوم کشاورزی، 16: 11ـ29.
7. تاج‌بخش، مهدی، 1378. «تأثیر تنش شوری حاصل از کلرید سدیم بر روی غشاء سلولی و جنین در ارقام حساس و مقاوم جو»، مجله نهال و بذر. مؤسسه تحقیقات وزارت کشاورزی، جلد 15، شمارهٔ 3، ص251ـ 261.
8. تیموری، علی، مقدم، محمدرضا، حیدری شریف‌آباد، حسین، جعفری، محمد، آذرنیوند، حسین، 1384. «بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی سه گونهٔ مرتعی»، مجله منابع طبیعی ایران، جلد 58. شماره 3، ص701ـ710.
9. جدی حسینی، سید مهدی، گالشی، سراله، سلطانی، افشین، اکرم قادری، فرشید، 1386. «بررسی خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به شوری پنبه»، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 14، شماره 6، ص169ـ177.
10. دری، محمدعلی، صالحی، معصومه، 1389. «واکنش جوانه‌زنی و رشد دانه رست چهار رقم یونجه یک‌ساله در معرض تنش کلریدسدیم»، نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره 89، ص62ـ69.
11. رضایی، محمدعلی، خاوری‌نژاد، رمضان‌علی، فهیمی، حمید، 1383. «پاسخ فیزیولوژیک گیاه پنبه به شوری‌های مختلف خاک»، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 62، ص81ـ89.
12. عبادی، محمدتقی، عزیزی، مجید، فرزانه، اکرم، 1388. «اثر تنش شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی چهار رقم گیاه دارویی بابونه»، مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، جلد 2، شماره 1، ص93ـ98.
13. کامکار، بهنام، سلطانی، افشین، قادری، اکرم، 1387. علوم و تکنولوژی بذر، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 500 ص.
14. کافی، م. م.، لاهوتی، ا.، زند، ح. شریفی، ر.، گلدانی، م.، 1378. فیزیولوژی گیاه، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 456 ص.

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021

15. کامکار، بهنام، غفاری، حجت، انتصاری، محمد، 1387. «بررسی اثرات شوری و دما بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف کلزا»، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، 15(5): 27_38.

16. Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.C., Kwon,T.R., 2008. Some prospective strategiesfor improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy, 97: 45–110.

17. Ashraf, M., Foolad, M.R., 2005. Pre-sowing seedtreatment shotgun approach to improvegermination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223–271.

18. Bate, L.S., Waldern, R.P., Dteare, I., 1973. Rapid determination of ferrprolin for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

19. Bohnert, H.J. and Jensen, R.G., 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step. Australian Journal of Plant physiology, 59: 661-667.

20. Buckland, S.M., Grime, J.P., Hodgson, J.G., Thompson, K., 1997. A comparison of plant responses to the extreme drought of plant density and crop duration in grain maze yield under limited water supply. Agronomy Journal, 10: 54–59.

21. El-Keblawy, A., Al-Rawai, A., 2005. Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora*, Journal of Arid Environments, 61: 555-565.

22. Ferris, R. and Taylor, G. 1994. Elevated CO_2 water relations and biophysics of leaf extension in four chalk grassland herbs. New Phytologist, 127(2): 297-307.

23. Francois, L.E., Grieve, C.M., Maas, E.V., Lesch S.M., 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat, Agronomy Journal, 86: 100-107.

24. Gorham, J. 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes. In: Halophytes Ecologic Agriculture. (Eds: R. C. Allah, C. V. Nalcolm, and A. Aamdy). 30-53. Marcel Dekker. Inc.

25. Guidelines for laboratory analysis of soil and water samples. 2008. Consulting Engineers embryos, Deputy Strategic planning and supervision of the President, Publication No. 467. pp 253-255.

26. Levitte, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. 2nd edition. New York, Academic Press. USA Salisbury.

27. Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. 200-255.

28. Munns R. and Schachtman D.P., 1993. Plant responses to salinity significance in relation to time. Internationl Journal of Crop Science, 1: 741-745.

29. Ogle, D.G., 2002. Small burnet, Sanguisorba minor Scop. [Online]. In: Plant Fact Sheet. Washington DC: U. S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service (Producer). Available: http://plants.usda.gov/java/factSheet [2008 March 6].

30. Onsel, Y., Keles, Y., Ustum, A.S., 2000. Interactive effects of temperature and heavy stress on the growth and so biochemical compounds in wheat, Environmental Pollution, 107: 315-320.

31. Penuelas, J.R. Isla, I., Araus, J.L., 1997. Visible and near- infrared reflectance assessment of salinity effects on barley, Crop Science, 37: 198-202.

32. Radosevich, S., Holt, J., Ghersa, C., 1997. Weed Ecology Implications for Management. NewYork: Wiley.

33. Ramagopal, S., 1990. Inhibition of seed germination by salt and its subsequent effect on embryonic protein synthesis in barley. Journal of Plant Physiology 136: 621–625.

34. Safarnejad, A., Collin, H., Bruce, K.D., McNeillly, T., 1996. Characterization of alfalfa following in vitro selection for salt tolerance. Euphytica, 92: 55-61.

35. Shalhevet, J., 1993. Plant under salt and water stress. In: Plant Adaptation to Environmental Stress (Eds: L. Fowden, T. Mansfield, and J. Stoddard). 133-1554.

36. Soltani, A., Gholipoor, . M., Zeinali, E., 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55: 195-200.

37. St. John, L., Tilley, D.J., Ogle, D.G., 2006. Plants for solving resource problems: 'Delar' small burnet [Online]. Aberdeen ID: U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service Aberdeen Plant Materials Center (Producer). 2 p. Available: http://www. Plant-materials. nrcs.usda.gov /pubs/idpmcbr6973. pdf [2008 March 6].

38. Stevens, R., 1994. Interseeding and transplanting to enhance species composition. In: Monsen S.B.; Kitchen, S.G., 1992. compilers.

Proceedings-ecology and management of annual rangelands; 1992 May 18-22; Boise ID. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-313. Ogden UT: U.S. Department of Agriculture Forest Service Intermountain Research Station, 300-306.

39. Ungar, L.A., 1999. Effect of salinity on seed Germination growth and ion Accumulation of Atriplexpatula Annual of botany, 83: 604-607.
40. Voigt, E.L., Almeida, T.D., Chagas, R.M., Ponte, L.F.A., Viégas, R.A., Silveira, J.A.G., 2009. Source–sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (Anacardium occidentale) seedling establishment under NaCl salinity, Journal of Plant Physiology, 166: 80–89.
41. Wahid, A., Rasul, E.; Rao, A.U.R., 1997. Germination responses of sensitive and tolerance sugarcane lines to sodium chloride. Seed Science and Technology, 25: 467-470.
42. Yoder, C.F., Delwiche, M., Donoghue, J., 2003. The Phylogeny of Rosoideae (Rosaceae) Based on Sequences of the Internal Transcribed Spacer (ITS) of Nuclear Ribosomal DNA and the TRNL/F Region of Chloroplast DNA. International Journal of Plant Science. 164(2): 197–211.

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 5:21 +0430 on Monday June 21st 2021