

بررسی اثر تنش شوری بر برخی صفات رویشی و روابط آبی دو گونه *Hedysarum coronarium* و *Hedysarum criniferum*

عالیه کشاورز¹، قاسمعلی دیانتی تیلکی^{2*}، بهرام امیری³، احسان ساداتی⁴

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع داری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

^{2*} دانشیار گروه مرتع داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

پست الکترونیک نویسنده مسئول:

dianatig@modares.ac.ir

³ استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد

⁴ استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

تاریخ پذیرش: 92/12/6

تاریخ دریافت: 92/6/10

چکیده:

تنش شوری یکی از مهم ترین مسئله مناطق خشک و نیمه خشک در دنیاست. براساس گزارش سازمان کشاورزی و غذا بیشتر از 40% اراضی تحت آبیاری ایران متأثر از شوری ثانویه هستند. آثار استرس شوری روی برخی صفات رویشی و روابط آبی دو گونه مرتعی خانواده لگومینوز، از اهداف عمده این تحقیق است. مطالعه در طرح کاملاً تصادفی با آزمون فاکتوریل در چهار تکرار شرایط گلخانه انجام شد. تیمارهای آزمون دو گونه *Hedysarum coronarium* و *Hedysarum criniferum* و پنج سطح شوری NaCl خالص با 0، 100، 200، 250 و 300 میلی مولار بود. نتایج آزمون نشان دادند که شوری بر صفات رویشی و روابط آبی گونه های *Hedysarum criniferum* و *Hedysarum coronarium* تأثیر داشت. افزایش شوری سبب افزایش معنی دار ($P < 0.05$) در کارایی مصرف آب گونه های مورد مطالعه شد. با افزایش میزان شوری، بعضی صفات رویشی مثل وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه، کاهش معنی داری ($P < 0.05$) داشتند.

واژه های کلیدی: روابط آبی، صفات رویشی، تنش شوری، NaCl، *Hedysarum criniferum*، *Hedysarum coronarium*.

مقدمه

(میرمحمدی و قره‌یاضی، 1381). کنترل محتوای آب در شرایط شور قسمتی از فرایند تحمل به‌شمار می‌آید؛ زیرا محتوای آب و املاح با کمک هم، میزان فشار آماس را مشخص می‌کنند و محتوای هر دو با درجه شوری دقیقاً مطابقت می‌کند (حیدری، 1380). همچنین موفقیت در خاک‌های شور، مستلزم انتخاب گیاهانی است که در این خاک‌ها محصول رضایت‌بخش تولید می‌کنند. گیاهان علوفه‌ای (گرامینه و لگومینوز) مقاومت بیشتری به شوری نشان می‌دهند؛ ولی بین آن‌ها از این نظر اختلاف فاحشی وجود دارد (جعفری، 1379) دومین خانواده مهم در مراتع کشور، خانواده بقولات است. گونه‌های متعددی از این خانواده، نقش مهمی در تغذیه دام بازی می‌کنند؛ بنابراین، تولید بذر و اصلاح مراتع طبیعی با آن، یکی از برنامه‌های آتی مرتع‌داری کشور است (سندگل، 1384).

جنس *Hedysarum* از خانواده بقولات با نام فارسی اسپرسی یا ماش معطر است (باتوت⁸، 1996). در حال حاضر، 70 تا 100 گونه جنس *Hedysarum* به‌خوبی در مناطق معتدل اروپایی، مدیترانه‌ای، شمال آفریقا، آسیای صغیر، سیبری و شمال آمریکا (از آریزونا تا کانادا) و همچنین مناطق قطبی توزیع شده است. گونه‌های جنس *Hedysarum* به‌خوبی به خاک‌های آهکی، سنگی و شن‌های ساحلی سازگارند. برخی گونه‌ها تا ارتفاع 2300 متر از سطح دریا هم حضور دارند (آلن و آلن⁹، 1981). در کشور ایران نیز حدود 18 گونه علوفه‌ای چند ساله از این جنس وجود دارد (باتوت، 1996).

H. coronarium گیاهی پایا از خانواده بقولات، شناخته شده با نام ایتالیایی سولا و بومی حوضه مدیترانه است. گونه‌ای خوشخوراک و با کیفیت غذایی بالا که دام به‌خوبی آن را می‌خورد. همچنین دارای تحمل به شوری و خشکی بالا بوده و به‌عنوان یک محصول کشاورزی مهم در شمال آفریقا کشت می‌شود (مور¹⁰ و همکاران، 2006). *H. criniferum* یک لگوم چند ساله و بومی ایران است. این گونه معمولاً در استان‌های همدان، اصفهان، اراک، کرمانشاه، لرستان و فارس انتشار دارد (قهرمان، فلور رنگی ایران).

لذا با توجه به شناختن دقیق رفتار گونه‌های مرتعی در برابر تنش شوری، ضروری است که مطالعات گسترده‌تری در این زمینه صورت گیرد تا با شناخت بهتری بتوان گونه‌های مقاوم به

در میان تنش‌های مختلف محیطی، شوری خاک، به‌دلیل آثار چشمگیر آن بر روی فیزیولوژی و عملکرد گیاه به یک مشکل مهم جهانی تبدیل شده است (گلباشی¹ و همکاران، 2010). در کشور ما نیز مسئله شوری حیاتی است؛ زیرا نه تنها بخش وسیعی از کشور دچار شوری است، بلکه دامنه خاک‌های شور در حال گسترش است (جعفری، 1369). بخشی بزرگ از خاک‌ها و حجمی چشمگیر از منابع آبی کشور پهناورمان، به درجات مختلف مبتلا به شوری است (ملکوتی و همایی، 1383). در آسیا بعد از شوروی سابق، چین، هندوستان و پاکستان، ایران دارای بیشترین سطح خاک شور است (حیدری، 1380). طبق داده‌های به‌دست‌آمده از نقشه ایران، سطح خاک‌های دارای شوری کم تا متوسط حدود 25/5 میلیون هکتار و سطح خاک‌های دارای شوری زیاد 8/5 میلیون هکتار برآورد شده است (فائو²، 2000). شوری از جمله عواملی است که به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند تولید محصول را به‌شدت کاهش دهد (شانون³، 1998).

خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی، اثر ویژه سمیت یونها و اختلال در جذب عناصر غذایی است (هانگ و ردمن⁴، 1995). هرچه غلظت نمک بیشتر باشد کاهش رشد محسوس‌تر است و سرعت توسعه برگ تحت تأثیر میزان سدیم و کلر قرار می‌گیرد و می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین مقاومت به شوری باشد (بوهنرت و جنسن⁵، 1996). شوری خاک باعث کاهش رشد ساقه گیاه و در غلظت‌های بالای نمک منجر به توقف آشکار رشد می‌شود (لویت⁶، 1980). علت این امر کاهش مقدار آب مصرفی گیاه بر اثر شوری و در نتیجه، کاهش پتانسیل آب محیط ریشه و کاهش توان گیاه در جذب آب است (چادنوری و چودری⁷، 1998). بقا و موفقیت گیاهان تحت شرایط شوری، مستلزم انتقال بهتر آب از طریق ریشه و سیستم آوندی مناسب با دارا بودن سازوکارهای ترشح و انتقال عناصر غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه و همچنین تحمل به پسابیدگی (خروج آب از سلول و کاهش آماس) است

1. Golbashy
2. FAO
3. Shannon
4. Huang and Redmann
5. Bohnert and Jensen
6. Levitt
7. Chaudnuri and Choudri

8. Baatout

9. Allen and Allen

10. Moore

شامل درصد محتوای نسبی آب برگ (RWC)، میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع (WSD) و کارایی مصرف آب (WUE) اندازه‌گیری شدند. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل ADC-AM100 برآورد شد. وزن خشک نمونه‌ها نیز پس از قرارگیری در آون و در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت تعیین شد (ولی² و همکاران، 1994). سطح ویژه برگ از طریق رابطه زیر تعیین شد (آریاس³، 2007):

$$SLA = \frac{LA}{LWD} \quad (1)$$

که در آن، LA- سطح برگ و LWD- وزن خشک برگ است. SLA بر حسب $cm^2 g^{-1}$ معرفی می‌شود. موجودی آب هر واحد سطح برگ از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (آهن، 2003):

$$LWCA = \frac{LWF - LWD}{LA} \quad (2)$$

که در آن، LA- سطح برگ، WF- وزن تر برگ و LWD- وزن خشک برگ است. LWCA بر حسب $g (HO_2) m^{-2}$ معرفی می‌شود.

نسبت وزن برگ از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (دونگ⁵ و همکاران، 2005):

$$LWR = \frac{LDW}{W} \quad (3)$$

که در آن، LDW- وزن خشک برگ و W- وزن خشک گیاه است. LWR بر حسب gg^{-1} معرفی می‌شود. وزن ویژه برگ با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید (هانت⁶، 1990):

$$SLW = \frac{LDW}{LA} \quad (4)$$

که در آن، LDW- وزن خشک برگ و LA- سطح برگ است. SLW بر حسب $cm^{-2} g$ معرفی می‌شود.

نسبت سطح برگ از طریق رابطه زیر در پایان مرحله تنش محاسبه می‌شود (چن⁷ و همکاران، 1999):

$$LAR = SLA \times LWR \quad (5)$$

که در آن، SLA- سطح ویژه برگ و LWR- نسبت وزن

شوری را در احیای پوشش گیاهی مناطق شور انتخاب کرد. در تحقیق حاضر، چگونگی تغییرات برخی شاخص‌های رویشی و روابط آبی در هنگام مواجهه با تنش شوری، به منظور شناخت میزان تحمل به شوری دو گونه *H. coronarium* و *H. criniferum* بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

بذرهای رسیده گونه *H. coronarium* از شهرستان سمیرم، ایستگاه دولت قرین در ارتفاعات بالای 2100 متری در اواخر تیرماه 1390 و گونه *H. criniferum* از شهرستان چادگان ایستگاه خرگوش در اواسط مرداد 1390 جمع‌آوری شد. این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس در طی زمستان و بهار (1390 تا 1391) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با 4 تکرار اجرا شد. عامل اول شامل 5 سطح شوری (0، 100، 200، 250 و 300 میلی‌مولار نمک NaCl) و عامل دوم شامل دو گونه *H. coronarium* و *H. criniferum* بود. دمای گلخانه در روز 30 ± 5 و در شب 15 ± 3 بود. قبل از انجام آزمایش بذور ضد عفونی شده و برای کاشت در گلدان‌ها آماده شدند. تعداد 20 گلدان برای هر گونه به ارتفاع 30 سانتی‌متر و قطر دهانه 25 سانتی‌متر انتخاب و تا نزدیک دهانه از ماسه استریل پر شدند. در هر گلدان، 50 عدد بذر در عمق 3 سانتی‌متری کاشته شد. گلدان‌ها از مرحله کاشت تا مرحله جوانه‌زنی با آب مقطر آبیاری شدند و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن (زمانی که پنجاه درصد سبز شدن اتفاق افتاد) آبیاری نهال‌ها به صورت یک روز در میان با محلول غذایی هوگلند (حیدری¹، 1994) انجام شد. پس از رشد بوته‌ها و استقرار نسبی آن‌ها (پس از 4 ماه رشد در محیط گلخانه) برای جلوگیری از شوک اسمزی، تیمارهای شوری به صورت تدریجی اعمال شدند؛ به طوری که پس از 7 روز، تیمار انتهایی اعمال شد. زمان تیماردهی به مدت یک ماه پس از رسیدن به غلظت نهایی شوری در نظر گرفته شد. در پایان مرحله تنش صفات رویشی شامل وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح ویژه برگ (SLA)، وزن ویژه برگ (SLW)، نسبت وزن برگ (LWR)، نسبت سطح برگ (LAR)، محتوای آب در واحد سطح برگ (LWCA) و روابط آبی

2. Veli
3. Arias
4. Ehn
5. Dong
6. Hunt
7. Chen

WF - وزن تر برگ‌ها، WD - وزن خشک برگ‌ها، WT - وزن آماس برگ‌ها.

تعیین میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع، از فرمول زیر استفاده می‌شود (مسعود سینکی، 1381):

$$WSD = 100 - RWC \quad (7)$$

در اینجا میزان کمبود آب نسبت به 100% رطوبت برگ در نظر گرفته می‌شود. تعیین کارایی مصرف آب از روش کلاوسن (2002) اندازه‌گیری شد.

$$WUF = \frac{DW}{UW} \quad (8)$$

DW - ماده خشک تولید شده، UW - میزان آب مصرف شده.

برای انجام تجزیه و تحلیل آماری، نرم‌افزار آماری SPSS17 و Excel مورد استفاده قرار گرفت. از آنالیز واریانس جهت بررسی داده‌ها در سطح احتمال 0/05 برای مقایسات میانگین استفاده شد.

نتایج

در مطالعه حاضر، چگونگی تأثیر شوری بر هر یک از صفات مورد مطالعه و رفتار گونه‌ها به شرح زیر است.

برگی است. LAR بر حسب $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ معرفی می‌شود. تعیین میزان درصد رطوبت نسبی برگ از روش (ودرلی، 1950) استفاده شد.

مقدار 0/5 گرم از نمونه‌های برگ‌ها ترجیحاً برگ‌های سوم از انتهای هر گیاه جدا شدند. بلافاصله برگ‌های جدا شده برای تعیین وزن تر با استفاده از ترازوی دقیق یک هزارم گرم توزین شدند. سپس نمونه‌های برگ‌ها در داخل لوله‌های آزمایش درب‌دار محتوی 100 میلی‌لیتر آب مقطر غوطه‌ور شدند و به مدت 6 ساعت در محیط به نسبت خنک و بدون نور نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت، برگ‌ها را از داخل لوله آزمایش درآورده و به سرعت با کاغذ خشک‌کن، آب برگ‌ها خشک شد و با ترازوی یک‌هزارم گرم، وزن تورگر آن‌ها تعیین شد. سپس نمونه‌های برگ‌ها به داخل آون الکتریکی با دمای 70 درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و بعد از 48 ساعت وزن خشک برگ‌ها تعیین گردید. به این ترتیب، مقدار رطوبت نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC = \frac{WF - WD}{WT - WD} \times 100 \quad (6)$$

جدول 1: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در دو گونه *H. coronarium* و *H. criniferum* تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

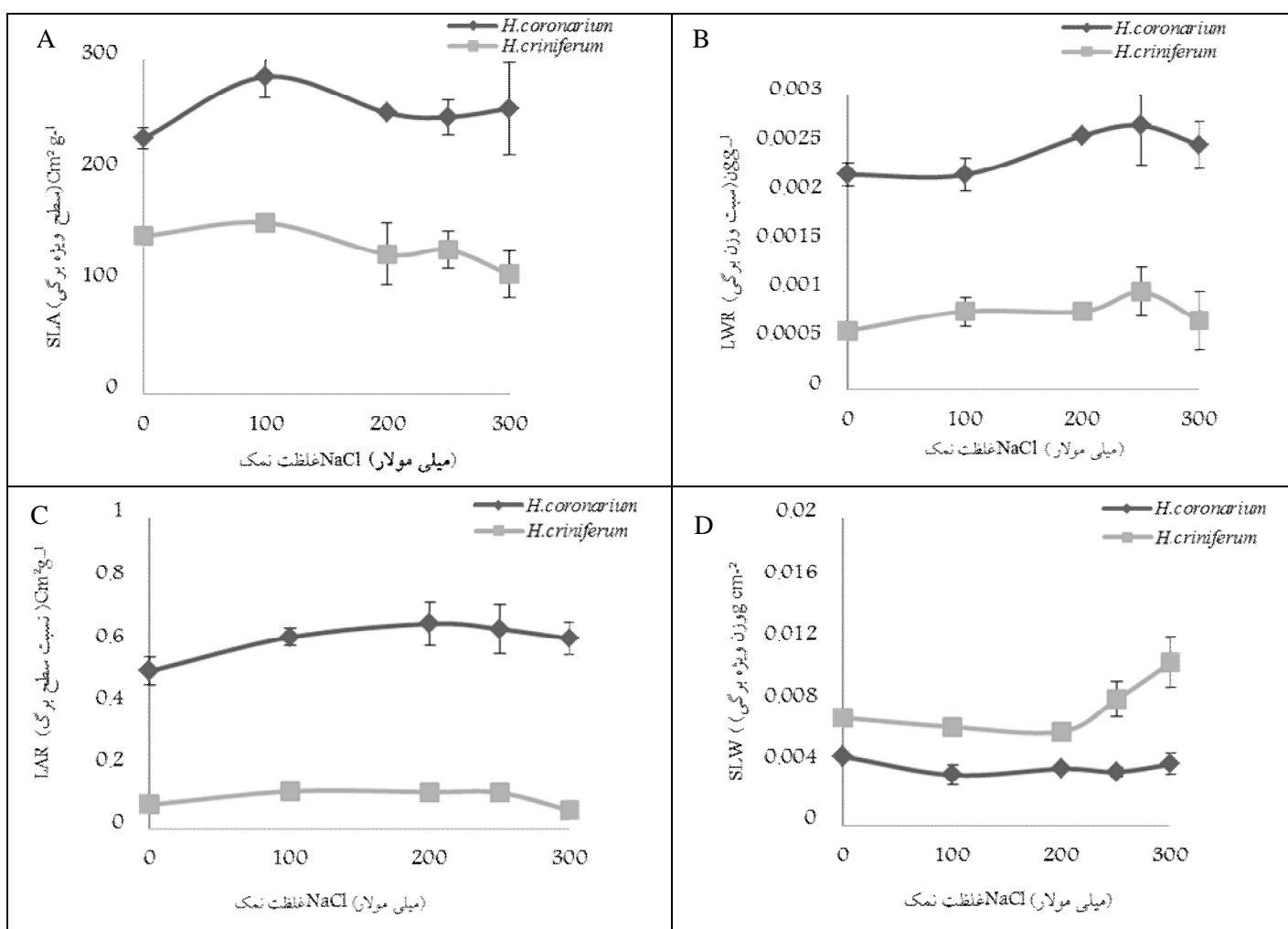
میانگین مربعات						
منبع تغییر	درجه آزادی	سطح ویژه برگ	نسبت وزن برگ	نسبت سطح برگ	وزن ویژه برگ	موجودی آب هر واحد سطح برگ
گونه	1	**150547/060	**2/699×10 ⁻⁵	**2/610	**0/000	ns 284/4×10 ⁻⁵
شوری	4	ns 1842/352	ns 2/214×10 ⁻⁷	ns 0/013	**7/977×10 ⁻⁶	**0/001
گونه×شوری	4	ns 1023/382	ns 4/360×10 ⁻⁸	ns 0/005	*6/041×10 ⁻⁶	**0/000
خطا	30	1546/846	1/738×10 ⁻⁷	0/007	2/068×10 ⁻⁶	5/773×10 ⁻⁵

** در سطح یک درصد معنی دار، * در سطح پنج درصد معنی دار، ns غیر معنی دار

ادامه جدول 1: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در دو گونه *H. coronarium* و *H. criniferum* تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

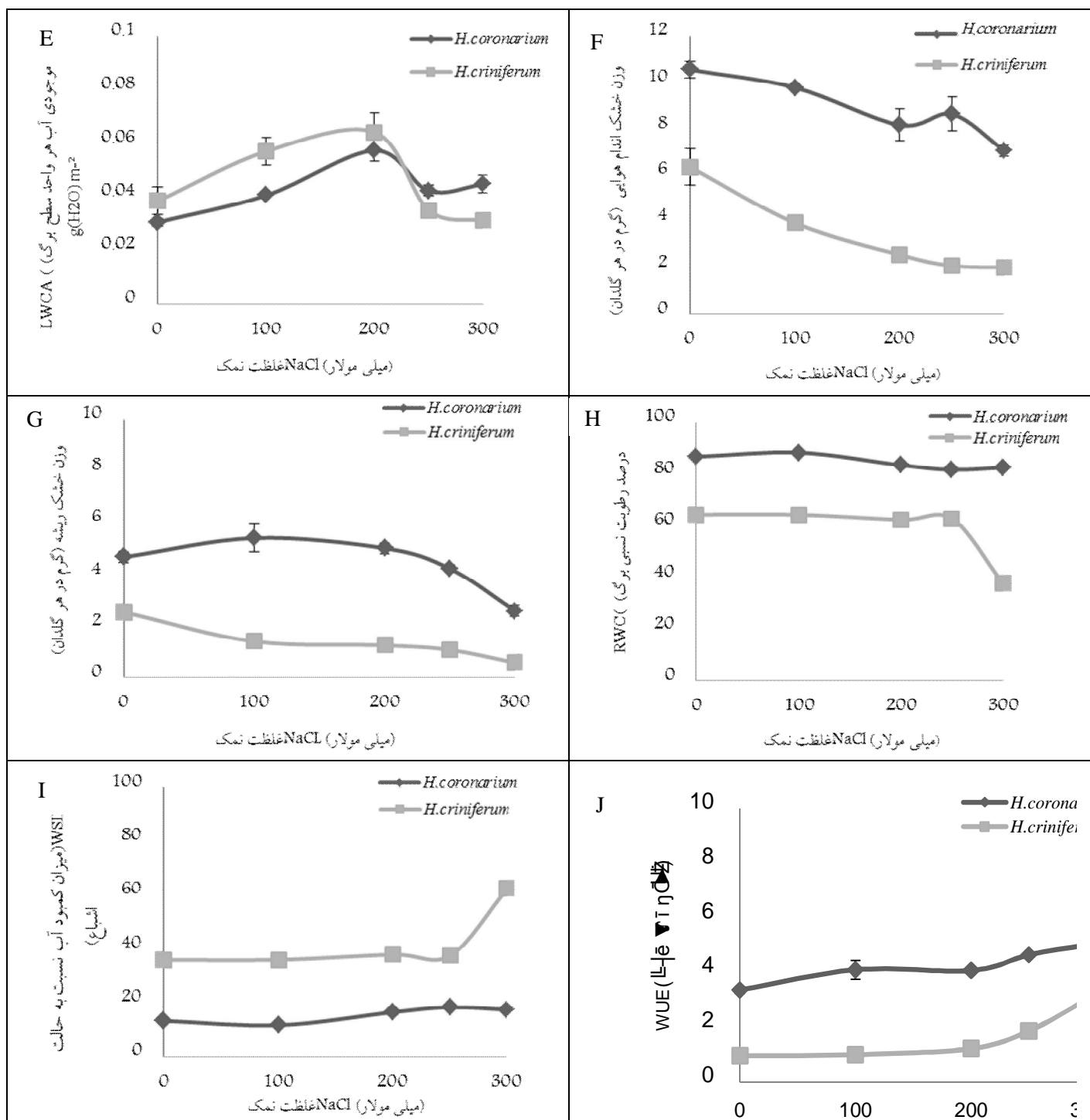
میانگین مربعات						
منبع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	محتوای رطوبت نسبی برگ	کمبود آب نسبت به حالت اشباع	کارایی مصرف آب
گونه	1	**296/644	**90/767	**6998/141	**6998/141	**69/274
شوری	4	**19/142	**5/268	**344/344	**344/344	**4/219
گونه*شوری	4	^{ns} 1/530	**1/667	**223/657	**223/657	*0/376
خطا	30	0/766	0/204	4/822	4/822	0/132

** در سطح یک درصد معنی‌دار، * در سطح پنج درصد معنی‌دار، ^{ns} غیر معنی‌دار



شکل 1: میانگین اثرات شوری بر سطح ویژه برگ (A)، نسبت وزن برگ (B)، نسبت سطح برگ (C)، وزن ویژه برگ (D)، موجودی آب هر

واحد سطح برگ (E) و وزن خشک اندام هوایی (F). خطوط عمودی نشانگر اشتباه معیار (SE) هستند.



ادامه شکل 1: میانگین اثرات شوری بر وزن خشک ریشه (G) درصد رطوبت نسبی برگ (H)، میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع (I)، کارایی مصرف آب (J)، خطوط عمودی نشانگر اشتباه معیار (SE) هستند.

احتمال 1% وجود دارد. همچنین میان تیمارهای مختلف شوری در صفات مختلف به جز سطح ویژه برگ، نسبت وزن برگ و نسبت سطح برگ اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1%

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که از نظر همه صفات تحت بررسی به جز موجودی آب هر واحد سطح برگ میان 2 گونه تحت بررسی، اختلاف معنی داری در سطح

بحث و نتیجه گیری

غلظت‌های بالای NaCl در محیط رشد گیاهان باعث ایجاد آثار اولیه و ثانویه‌ای شده که بر رشد و توسعه گیاهان، اثر منفی می‌گذارند. آثار اولیه شامل سمیت یونی و استرس اسمزی هستند. سمیت یونی به دلیل غلظت‌های بالای Na^+ و Cl^- در سیتوپلاسم سلول‌ها فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی را مختل می‌کند و استرس اسمزی با کاهش پتانسیل آب، باعث کاهش تورگر و ازدست‌رفتن آب بافت سلولی می‌شود. آثار ثانویه استرس NaCl شامل جلوگیری از جذب K^+ ، اختلال غشاء و تولید گونه‌های اکسیژن فعال در سلول‌ها می‌باشد (روت و شاو¹، 2001؛ غلام² و همکاران، 2002؛ اگاروال و پاندی³، 2004؛ آپادیای و پاندا⁴، 2005). سطح ویژه برگ، یک شاخص ضخامت برگ است که اغلب تحت تأثیر شوری کاهش می‌یابد (جیوفریدا⁵ و همکاران، 2001). مقدار پارامتر سطح ویژه برگ، به‌طور مستقیم، به سطح برگ مربوط است و تغییرات آن به تغییرات سطح برگ بستگی دارد (علیزاده⁶ و همکاران، 2011). وجود نداشتن اختلاف معنی‌دار در میزان سطح ویژه برگ تحت شرایط شوری در مطالعه حاضر، می‌تواند به دلیل معنی‌دار نبودن تأثیر شوری بر گسترش برگ‌ها باشد. همچنین گونه *Hedysarum coronarium* دارای سطح ویژه برگ بیشتری نسبت به گونه *Hedysarum criniferum* است. این اختلاف به دلیل سطح بیشتر برگ در گونه *Hedysarum coronarium* است. نسبت وزن برگی دو گونه مورد مطالعه، از نظر آماری، تحت تأثیر شوری قرار نگرفتند. در واقع، تغییرات نسبت وزن برگی به تغییرات توزیع ماده خشک به اندام‌های گیاهی، نسبت به برگ در طول دوره رشد مربوط می‌شود (دمورال⁷ و همکاران، 2005). بی‌تأثیر بودن تنش شوری بر نسبت وزن برگی نشان می‌دهد که در طول زمان ارزیابی در

مشاهده شد. اثر متقابل گونه‌خ‌شوری در وزن ویژه برگ و کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5% و در صفات موجودی آب هر واحد سطح برگ، وزن خشک ریشه، محتوای رطوبت نسبی برگ، کمبود آب نسبت به حالت اشباع در سطح احتمال 1% داشتند. به عبارت دیگر، روند تأثیر سطوح مختلف شوری در گونه‌های تحت بررسی متفاوت است. در تغییرات مربوط به سطح ویژه برگ، تقریباً روند ثابتی بین گونه‌ها و سطوح مختلف شوری وجود داشت. با توجه به شکل 1، بیشترین میزان سطح ویژه برگی در هر دو گونه، در شوری 100 میلی‌مولار و با افزایش شوری میزان سطح ویژه برگی کاهش نشان می‌دهد. از نظر نسبت وزن برگ و نسبت سطح برگ نیز، تقریباً روند ثابتی بین گونه‌ها و سطوح مختلف شوری مشاهده شد. در گونه *H. criniferum* وزن ویژه برگی با افزایش شوری تفاوت درخور توجهی بین تیمارها نشان نداد و روند تقریباً ثابتی داشت، در حالیکه در گونه *H. coronarium* در شوری‌های 250 و 300 میلی‌مولار وزن ویژه برگی افزایش چشمگیری نشان داد. در هر دو گونه تا شوری 200 میلی‌مولار موجودی آب هر واحد سطح برگ افزایش یافت؛ به طوری که در هر دو گونه، بیشترین میزان موجودی آب هر واحد سطح برگ در شوری 200 میلی‌مولار و در شوری‌های بالاتر، روند کاهش نشان داد. وزن خشک اندام هوایی و ریشه در هر دو گونه، با افزایش تنش شوری کاهش یافت؛ به طوری که بیشترین میزان هر دو صفت، مورد بررسی در تیمار شاهد و کم‌ترین میزان تیمار 300 میلی‌مولار بود. در گونه *H. coronarium* محتوای نسبی آب روند تقریباً ثابتی داشت. در مقابل، محتوای نسبی آب برگ در گونه *H. criniferum* تا تیمار 250 میلی‌مولار، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت؛ اما در تیمار 300 میلی‌مولار کاهش قابل توجهی نسبت به تیمارهای پایین‌تر نشان داد. میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع در گونه *H. coronarium* تقریباً ثابت؛ در حالی که در گونه *H. criniferum* تا شوری 250 میلی‌مولار تقریباً ثابت و در شوری 300 میلی‌مولار افزایش یافت. کارایی مصرف آب نیز در هر دو گونه با افزایش شوری، افزایش نشان داد.

-
1. Rout and Shaw
 2. Ghoulam
 3. Agarwal and Pandey
 4. Upadhyay and Panda
 5. Giuffrida
 6. Alizadeh
 7. Demural

می شود (فلاورز⁷ و همکاران، 1986؛ گلاگلو و همکاران، 1991؛ جننگز⁹، 1976؛ نایدو و راگونانا¹⁰، 1990؛ روزما و ون دیگلن¹¹، 1991؛ شورت و کولمر¹²، 1999). با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی افزایش و در نتیجه، مقدار انرژی که باید صرف جذب آب شود، نیز افزایش می یابد؛ بنابراین، بخشی از انرژی که گیاه برای رشد و نمو خود به آن نیاز دارد، صرف به دست آوردن آب می شود و به این ترتیب، رشد عمومی آن کاهش می یابد (ملکوتی و همایی، 1383). کاهش محتوای نسبی آب در گونه *Hedysarum coronarium* چندان درخور توجه نبود و در تمام تیمارها محتوای نسبی آب بیشتر از 80 درصد بود. در مقابل، در گونه *Hedysarum criniferum* تا تیمار 250 میلی مولار تفاوت معنی داری از نظر آماری، بین تیمارها مشاهده نشد و میزان محتوای نسبی آب در این تیمارها بیشتر از 60 درصد بود؛ در حالی که تیمار 300 میلی مولار در این گونه، کاهش تقریباً 50 درصدی با تیمارهای پایین تر نشان داد. کاهش محتوای نسبی آب تحت تنش نمک در برخی گونه های غیر هالوفیت، توسط برخی محققان گزارش شده است (بلیتز و گالانجر¹³، 1990؛ گرنوی و مونز¹⁴، 1980؛ لاکردا¹⁵ و همکاران، 2003). تنظیم اسمزی از علایم پاسخ به تنش اسمزی است و در شرایط کمبود آب ناشی از هر گونه تنش، پتانسیل اسمزی کاهش می یابد و در نتیجه، محتوای نسبی آب در برگ ها کمتر می شود. این پدیده پاسخ غیرفعال در مقابل تنش است (بسرا و بسرا، 1381).

وضعیت آب برگ ارتباط تنگاتنگی با چندین متغیر فیزیولوژیکی برگ مانند آماس، رشد، هدایت روزنه ای، تعرق، فتوسنتز و تنفس برگ دارد (کرامر و بویر¹⁶، 1995). محتوای نسبی آب وضعیت روزنه ها و تعرق برگ را بهتر منعکس

طی تنش توزیع ماده خشک به اندام های گیاهی، نسبت به برگ چندان متغیر نبوده است. نسبت سطح برگ، مقدار مساحت برگ به ازای واحد وزن گیاه است و یک عملکرد از نسبت وزن برگ و سطح ویژه برگ می باشد (لامبرس¹ و همکاران، 1998) و اخیراً به عنوان مهم ترین فاکتور تعیین کننده رشد طبقه بندی شده است (برسینسکی²، 2008). در مطالعه حاضر، نسبت سطح برگ دو گونه مورد مطالعه، تحت تأثیر شوری قرار نگرفت. این نشان می دهد که شوری بر گسترش برگ و در نتیجه سطح فتوسنتز کننده (کورتیس و لاوچلی³، 1986) تأثیر نداشته است. این ممکن است مربوط به سازگاری این گیاهان به تنش شوری طی دوره تنش در تیمارهای مورد مطالعه باشد (تلیسینیک⁴ و همکاران، 1997). در گونه *Hedysarum criniferum* با افزایش شوری تفاوت چشمگیری در وزن ویژه برگی بین تیمارها مشاهده نشد؛ در حالی که در گونه *Hedysarum coronarium* در شوری 300 میلی مولار وزن ویژه برگی افزایش شایان توجهی یافت. نتایج ما در خصوص گونه *Hedysarum coronarium* گزارش های قبلی در مورد تجمع یون در برگ ها برای تحمل به شوری، به منظور تنظیم اسمزی را تأیید می کند. برخی از گونه های گیاهی با استفاده از یون های Na^+ ، Cl^- ، Ca^{2+} ، K^+ و املاح سازگار دیگر، باعث کاهش افزایش فشار اسمزی و به دنبال آن، کاهش پتانسیل آبی می شود که منجر به افزایش وزن ویژه برگ می شود (کرامر⁵ و همکاران، 1987؛ گانگنول⁶ و همکاران، 2007). در هر دو گونه با افزایش شوری، موجودی آب هر واحد سطح برگ تا تیمار 200 میلی مولار افزایش یافت؛ به طوری که بالاترین موجودی آب هر واحد سطح برگ در هر دو گونه، در تیمار 200 میلی مولار نمک مشاهده شد. افزایش شادابی باعث افزایش حجم هر واحد مساحت سطح می شود که منجر به کاهش غلظت های یون درون سلولی و بهبود کارایی مصرف آب

7. Flowers

8. Glagoleva

9. Jennings

10. Naidoo and Rughunanan

11. Rozema and Van Diggelen

12. Short and Colmer

13. Blits and Gallangher

14. Greenway and Munns

15. Lacerda

16. Kramer and Boyer

1. Lambers

2. Bresinsky

3. Curtis and Lauchli

4. Tleisnik

5. Cramer

6. Gagneul

به حالت اشباع، این صفت کاملاً عکس محتوای نسبی آب است؛ به طوری که این صفت برای گونه *H. coronarium* کمترین مقدار است. می توان این طور تبیین کرد که این گونه به مقدار آب کمتری برای اشباع نیاز دارد. کارایی مصرف آب در گونه *Hedysarum coronarium* نسبت به گونه *Hedysarum criniferum* بیشتر بود. این نشان می دهد که گونه *Hedysarum coronarium* توانایی بیشتری در جذب آب دارد (بلوم⁴، 1988). تفاوت بین کارایی مصرف آب در گونه ها می تواند مربوط به متفاوت بودن فتوسنتز و هدایت روزنه های دو گونه باشد (مورگان و لساین⁵، 1991). بر این اساس، گونه *Hedysarum coronarium* می تواند به عنوان یک ذخیره کننده آب تعریف شود؛ گیاهی که از طریق کاهش تعرق از پسابدگی آب جلوگیری می کند. از طرف دیگر، گونه *Hedysarum criniferum* به عنوان مصرف کننده آب تعریف می شود (لویت⁶، 1980).

در کل، با توجه به صفات مختلف بررسی شده در این آزمایش، می توان این طور نتیجه گیری کرد که در میان دو گونه مورد مطالعه، گونه *Hedysarum coronarium* نسبت به تنش شوری متحمل تر است.

می کند (حیدری شریف آباد، 1380). محتوای آب و پتانسیل آبی به طور گسترده ای برای تعیین مقدار کمبود آب در بافت برگ استفاده می شود. مقدار آب برگ، یک شاخص مفید تعادل آب گیاه است؛ زیرا بیانگر مقدار نسبی آب موجود در بافت های گیاهی است. از طرف دیگر، پتانسیل آبی وضعیت کارایی آب درون سلول های برگ را اندازه گیری می کند (سلاطین و تیلور¹، 1960). وجود نداشتن تغییرات درخورد توجه در محتوای نسبی آب گونه *H. coronarium* در طول دوره آزمایش نشان می دهد که تجمع یون ها یک نیروی محرکه اسمزی برای جذب آب در کوتاه مدت فراهم می کند؛ بنابراین، پسابدگی نمی تواند مهم ترین فاکتور تعیین کننده تفاوت های موجود بین گیاهان شاهد و تحت تنش باشد (سوارز²، 2011). اگر محتوای نسبی آب بین 70 تا 100 درصد باشد، این پدیده ناشی از کاهش ساده پتانسیل تورژسانس و بسته شدن روزنه ها بوده و قابل برگشت است؛ اما اگر محتوای نسبی آب بین 35 الی 70 درصد باشد، به دلیل ممانعت نوری است و با آبیگری دوباره ترمیم می شود. محتوای نسبی آب کمتر از 35 درصد، به غشاء کلروپلاست آسیب می رسد و برگشت ناپذیر است (کایسر³، 1987). با این توضیح، گونه *H. coronarium* در مواجهه با تیمارهای شوری در گروه اول و گونه *H. criniferum* در گروه دوم قرار می گیرد. در مورد صفت میزان کمبود آب نسبت

منابع

4. حیدری شریف آباد، حسین. 1380. گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، تهران. 199 ص.
5. سندگل، عباسعلی. 1384. تولید و نگهداری بذر گیاهان مرتعی. انتشارات مؤسسه آموزش عالی کاربردی جهاد دانشگاهی، تهران. 206 ص.
6. قهرمان، احمد. 1354 تاکنون. فلور رنگی ایران، Papilionaceae. جلد 26.

1. بسرا، آمارجیت، بسرا، رانجیت. 1381. ترجمه کافی، محمد، مهدوی دامغانی، عبدالمجید. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. 467 ص.
2. جعفری، محمد. 1369. شوری و اثرات آن در خاک و گیاه. واحد انتشارات بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی. 33 ص.
3. جعفری، محمد. 1379. خاک های شور در منابع طبیعی شناخت و اصلاح آن ها. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، 195 ص.

4. Blum
5. Morgan and LeCain
6. Levitt

1. Slatyer and Taylor
2. Suarez
3. Kaiser

17. Bohnert H.J., Jensen, R.G., 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*. 14: 89-97.
18. Bresinsky, A., Korner, C., Kadereit, J.W., Neuhaus, G., Sonnewald, U., 2008. *Lehrbuch der Botanik*. Spektrum Verlag, Heidelberg.
19. Chaudhuri K., Choudhuri, M.A., 1998. Effects of short term NaCl stress on water relation and gas exchange in two jute species. *Biologia Plantarum*. 40: 338-373.
20. Chen, K., Hu, G., Keutgen, N., J.J. Janssens, M., Lenz, F., 1999. Effects of NaCl salinity and CO₂ enrichment on pepino (*Solanum muricatum* Ait.) I. Growth and yield. *Scientia Horticulturae*. 81 : 25-41.
21. Claussen, W., 2002. Growth, water use efficiency, and proline content of hydroponically grown tomato plants as affected by nitrogen source and nutrient concentration. *Plant and soil*. 257: 199-209.
22. Cramer, G.R., Lynch, J., Lauchli, A., Epstein, E., 1987. Influx of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ into roots of salt stressed cotton seedlings. *Plant Physiology*. 83: 510- 516.
23. Curti, P.S., Lauchli, A., 1986. The role of area development and photosynthetic capacity in determining growth of kenaf under moderate salt stress. *Australian Journal of Plant Physiology*. 18: 553-565.
24. Demural, M.A., Aydin, M., Yorulmaz, A., 2005. Effect of on growth chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Turkish Journal of Biology*. 29: 117-123.
25. Dong, J., Wu, F., Zhang, G., 2005. Effect of cadmium on growth and photosynthesis of tomato seedlings. *Journal of Zhejiang University – Science B*. 6(10): 974-980.
26. Ehn, C., 2003. Cadmium review. *Nordic Council of Ministers*. 1(4): 2-22.
27. FAO, 2000. *Global Network on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt-affected Soils. Country Specific Salinity Issues—Iran*. Rome, Italy: FAO.
28. Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A., Clipson, N.S.W., 1986. Halophytes. *Quarterly Review of Biology*. 61: 313–337.
7. مسعود سینکی، جعفر. 1381. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی و شوری در سورگوم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. 192 ص.
8. میرمحمدی میدی، سید علی‌محمد، قره‌یاضی، بهزاد. 1381. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. 288 ص.
9. ملکوتی، محمد جعفر، همایی، مهدی. 1383. حاصل‌خیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک «مشکلات و راه حل‌ها». ویراست دوم، دفتر نشر آثار علمی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. 518 ص.
10. Agarwal, S., Pandey, V., 2004. Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Plant Biology*. 48: 555–560.
11. Allen, O.N., Allen, E.K., 1981. *The Leguminosae A Source Book of Characteristics, Uses and Nodulations*. Univ. Wisconsin Press, Madison, WI, pp. 324–325.
12. Alizadeh, A., Alizade, V., Nassery, L., Eivazi, A., 2011. Effect of drought stress on apple dwarf Rootstocks. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. Available online at www.tjeas.com ©2011 TJEAS Journal-2011-1-3/86-94 ISSN 0000-0000 ©2011 TJEAS.
13. Arias, D., 2007. Calibration of LAI -2000 to Estimate Leaf Area Index and Assessment of its Relationship with stand productivity in six Native and Introduced tree Species in costarica . *Forest Ecology and management*. 247:85-193 .
14. Baatout, H., 1996. Comparison of phenotypic variation in self – fertilizing and outcrossing subspecies of *Hedysarum spinosissimum* a Mediterranean herb, plant, *Genet. Resource Newsletter*. 105: 23-28.
15. Blits K.C., Gallagher, J.L., 1990. Salinity tolerance of *Kosteletzkya virginica*. I. Shoot growth, ion and water relations. *Plant Cell Environ*. 12: 409–418.
16. Blum, A., 1988. Drought resistance. In: Blum, A., ed, *Plant Breeding for Stress Environments*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, pp, 43-62. ISBN 0-8493-6388-8.

29. Gagneul, D., Ainouche, A., Duhazé, C., Lugin R., Larher, F.R., Bouchereau, A., 2007. A reassessment of the function of the so-called compatible solutes in the halophytic plumbaginaceae *Limonium latifolium*. *Plant Physiology*. 144: 1598-611.
30. Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*. 47: 39-50.
31. Giuffrida, F., Leonardi, C., Noto G., (2001). Response of soilless grown strawberry to different salinity levels in the nutrient solution. *Acta Horticulture*. 559: 675-680.
32. Glagoleva, T.A., Voznesenskaya, E.V., Kol'ichevskii, K.G., Kocharyan, N.I., Pakhomova, M.V., Chulanovskaya, M.V., Gamalei Yu, V., 1991. Structural-functional characteristics of halophytes of the Ararat Valley. *Sov. Plant Physiology*. 37: 822-829.
33. Golbashy, M., Khavari Khorasani, S., Ebrahimi, M., Choukan, R., 2010. Study of response of corn hybrids to limited irrigation. 11th Iranian Crop Science Congress Tehran, 24-26 July 2010. University of Shahid Beheshti (In Persian), pp. 218.
34. Greenway, H., Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiology*. 31: 149-190.
35. Heidari, S.A.H., 1994. Variation in the sensitivity of nodulation and nitrogen fixation to nitrate in annual *Medicago* species, Ph.D. Thesis, Adelaide University Australia. pp. 179.
36. Hung, I., Redman, R.E., 1995. Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *Journal of Plant Nutrition*. 18: 1371-1389.
37. Hunt, R. H., 1990. *Plant growth analysis*. Unwin-Hyman, London.
38. Jennings, D.H., 1976. The effects of sodium chloride on higher plants. *Biological Reviews*. 51: 453-458.
39. Kaiser, W.M., 1987. Effect of water deficit on photosynthetic capacity. *Physiologia Plantarum*. 71: 142-144.
40. Kramer, P.J., Boyer, J.S., 1995. *Water relations of plants and soils*. San Diego, Academic Press, pp 495.
41. Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., Prisco, J.T., 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*. 49: 107-120.
42. Lambers, H., Chaplin III, F.S., Pons, T.I., 1998. *Plant physiological ecology*. Springer, New York.
43. Levitte, J., 1980. Responses of plants to environmental stress. Academic Press. New York. 8: 567-573.
44. Moore, G., Sanford, P., Wiley, T., 2006. *Perennial pastures for Western Australia*, Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690, Perth.
45. Morgan, J.M., Lecain, D.R., 1991. Leaf gas exchange and related leaf traits among 15 winter wheat genotypes. *Crop Science*. 31: 443-448.
46. Naidoo, G., Rughunanan, R., 1990. Salt tolerance in the succulent, coastal halophyte, *Sarcocornia natalensis*. *Journal of Experimental Botany*. 41: 497-502.
47. Rozema J., Van Diggelen, J., 1991. A comparative study of growth and photosynthesis of four halophytes in response to salinity. *Acta Oecologica*. 12: 673-681.
48. Rout, N.P., Shaw, B.P., 2001. Salt tolerance in aquatic macrophytes: ionic relation and interaction. *Plant Biology*. 44: 95-99.
49. Shannon, MC., 1998. Adaptation of plants to salinity. *Advances in Agronomy*. 60: 75-120.
50. Short, D.C., Colmer, T.D., 1999. Salt tolerance in the halophyte *Halosarcia pergranulata* subsp. *pergranulata*. *Annals of Botany*. 83: 207-213.
51. Slatyer, R.O., Taylor, S.A., 1960. Terminology in plant-soil-water relations. *Nature*. 187: 922-924.
52. Suarez, N., 2011. Effects of short- and long-term salinity on leaf water relations, gas exchange, and growth in *Ipomoea pes-caprae*. *Flora*. 206: 267-275.
53. Taleisnik, E., Peyrano, G., Arias, C., 1997. Response of *Chloris gayana* cultivars to salinity.

1. Germination and early vegetative growth. *Tropical Grasslands*. 31: 232-240.
54. Upadhyay, R.K., Panda, S.K., 2005. Salt tolerance of two aquatic macrophytes *Pistia stratiotes* and *Salvinia molesta*. *Plant Biology*. 49: 157-159.
55. Veli, S., Kyrtok, Y., Dzenli, S., Kel, S.T., Kylyn, M., 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of three bread wheats (*T. aestivum* L.). *Tarla Bitkileri Kongresi, Agronomi Bildirileri, Bornova-Uzmir, Cilt. 1: 57-61.*
56. Weatherley, P.E., 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. The field measurement of water deficits in leaves. *New phytologist*. 49: 81-87.