علوم و تحقیقات بذر ایران
سال ششم/ شماره دوم/ ۱۳۹۸ (۲۵۵ - ۲۴۵)

DOI: 10.22124/jms.2019.3603

تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی، کربوهیدرات محلول و پرولین گیاه *Atriplex halimus*

آزاده دیلم[۱]، حامد روحانی[۲*]،حسین صبوری[۳]، ابراهیم غلامعلی پورعلمداری[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

چکیده

تنش‌های خشکی و شوری یکی از مهم‌ترین عامل محدود کننده در رشد گیاهان می‌باشد. بر این اساس به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی، کربوهیدرات محلول و پرولین *Atriplex halimus* در مواجه با تنش‌های خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کامل تصادفی درسه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش‌های تنش خشکی و شوری در ۵ سطح شامل ۰، ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار بود که به ترتیب با استفاده از مانیتول و کلرید سدیم تحت دو آزمایش جداگانه اعمال شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر تنش‌های خشکی و شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، وزن‌خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، غلظت کربوهیدرات محلول و پرولین *A halimus* در سطح یک درصد تاثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین نشان داد که کلیه صفات جوانه‌زنی با افزایش خشکی و شوری کاهش یافت. البته حداکثر طول ریشه‌چه در تیمار ۴- بار خشکی و شوری مشاهده شد. در تمامی تیمارهای شوری گیاه قادر به جوانه‌زنی بود. اما در اعمال تنش خشکی تا غلظت ۱۲- بار مانیتول جوانه‌زنی مشاهده شد. همچنین محتوی پرولین و کربوهیدرات محلول با افزایش تنش شوری و خشکی به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. به طور کلی، شاخص‌های جوانه‌زنی و مورفولوژیکی گونه مورد مطالعه شرایط شوری را بهتر از خشکی تحمل کرد. همچنین در مرحله جوانه‌زنی نسبت به گیاهچه به تنش حساس بوده و وقوع تنش در این شرایط می‌تواند سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شود.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، کلرید سدیم، مانیتول، هیدروپونیک

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، گروه مرتع‌داری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲- استادیار، گروه آبخیزداری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۳- دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۴- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
*نویسنده مسئول: rouhani.hamed@yahoo.com

مقدمه

بیش از نیمی از مساحت کشور ما جز مناطق نیمه-خشک جهان به‌حساب می‌آید که میزان بارندگی در این مناطق حدود ۲۵۰ میلی‌متر یا کم‌تر از آن است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تنش‌های خشکی و شوری دو عامل محدودکننده استقرار و تولید در گیاهان هستند (Siroosmehr *et al*., 2014). تنش شوری، جوانه‌زنی بذر را از طریق تأثیرات اسمزی، سمیت یونی یا ترکیبی از هر دو تحت تأثیر قرار می‌دهد. در گیاهان، تنش شوری منجر به کاهش فشار تورژسانس سلول و کاهش سرعت طویل‌شدن ریشه و برگ می‌شود که احتمالا بر اثر کاهش جذب آب است. علاوه بر این، غلظت‌های زیاد درون سلولی دو یون Cl- و Na+ می‌تواند از انبساط و تقسیم سلول‌ها جلوگیری نموده، به‌طوری‌که جوانه‌زنی متوقف و حتی منجر به مرگ بذر شوند (Derakhshan and Gherekhloo, 2014). بنابراین درک بهتر از عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر گیاهان می‌تواند توسعه روش‌های مدیریت زراعی را از طریق ممانعت از جوانه‌زنی و یا ترغیب جوانه‌زنی در زمانی که گیاهچه‌ها به آسانی قابل کنترل هستند، تسهیل سازد (Alahifard and Derakhshan, 2016). علاوه بر صفات مورفولوژیک که در سازگاری گیاه به شرایط تنش مورد توجه قرار می‌گیرند، صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نیز اهمیت حیاتی در بقاء و سازگاری گیاهان به تنش‌های محیطی دارند. تنظیم اسمزی روش سازگارکننده‌ای است که موجب تحمل تنش در گیاهان می‌شود و در نهایت سبب انباشتگی مواد اسمزی در پاسخ به کاهش پتانسیل آب در محیط می‌گردد. بسیاری از گیاهان در مواجه با غلظت‌های بیش‌تر سدیم کلراید محیط با انباشتن اسمولایت‌های آلی مانند پرولین، قند محلول، گلیسین و بتائین تنش اسمزی را تحمل می‌کنند (Chimenti *et al*., 2002). در این زمینه، خائف و همکاران (Khaef *et al*., 2013) تاثیر شوری بر جوانه‌زنی بذر استبرق (*Calotropi procera*) را ارزیابی کردند. که بر اساس نتایج آن با افزایش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه کاهش یافت. درصد جوانه‌زنی بذر استبرق در سطح شاهد بدون نمک ۹۹ درصد و در سطح شوری ۰/۰۱- مگا پاسکال ۸۰ درصد و در سطح شوری ۰/۰۵- مگا پاسکال ۵۵ درصد بود و با افزایش نمک به‌تدریج در سطح شوری ۰/۱- و ۰/۱۵- مگاپاسکال به صفر رسید. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش نباتی و همکاران (Nabati *et al.,* 2014) در بررسی اثر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌ها در کوشیا (*Kochia scoparia*) نشان داد که میزان کاهش وزن خشک و حجم ریشه، شاخص پایداری غشاء در اعمال سطوح مختلف تنش شوری از مرحله کاشت بیش‌تر از مرحله گیاهچه‌ای بود. پرولین با افزایش شدت تنش شوری در تمام آزمایش‌ها افزایش پیدا کردند. لطفی و همکاران (Lotfi *et al*., 2014) اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، پرولین، قندهای محلول و عملکرد گونه *Artemisia dracunculus* را با ۴ تیمار شامل: ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد تنش ظرفیت زراعی بررسی کردند، نتایج نشان داد که تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد اندام هوایی، پرولین و قندهای محلول اثر معنی‌دار داشت و بیش‌ترین میزان پرولین و قندهای محلول و گستردگی سطحی ریشه در تیمار ۴۰ درصد تنش ظرفیت زراعی مشاهده شد. باقری و همکاران (Bagheri *et al*., 2015) در بررسی اثرات آب شور و آب مغناطیس‌شده بر جوانه‌زنی آتریپلکس (*Atriplex lentiformis*) اظهار داشتند که تاثیر تنش شوری بر خصوصیات سرعت جوانه-زنی و وزن گیاهچه و بنیه بذر اثر معنی‌داری داشت. با افزایش نمک به‌تدریج در سطح شوری صفر تا ۴۰۰ میلی-مولار کلرید سدیم جوانه‌زنی به صفر رسید. همچنین بنجامین و همکاران (Benjamin *et al.,* 2017) در مطالعه جوانه‌زنی و بقا در سه گونه *Atriplex* نشان دادند که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و حداکثر درصد جوانه‌زنی در *A. lentiformis* (۵۷/۷ درصد) و پس از آن *A. stockii* (۵۳/۳ درصد) و *A. amnicola* (۴۵/۵ درصد) مشاهده شد.

اصلاح اکوسیستم‌های مرتعی خشک و نیمه‌خشک از طریق استفاده از گونه‌های گیاهی غیربومی و سازگار به منطقه، نیاز به مطالعه و تحقیق بسیاری دارد. این گونه‌ها باید با شرایط نامساعد محیطی و اقلیمی سازگاری داشته و به‌میزان کافی علوفه تولید کند و ارزش غذایی قابل ملاحظه‌ای برخوردار باشد (Farahani *et al*., 2007). جنس آتریپلکس یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده اسفناجیان است. *A. halimus* گیاهی پایا، بوته‌ای، گل‌ها

تک‌جنس، دانه دارای پوست سخت و جنین نعل‌اسبی است. به‌دلیل داشتن خوشخوراکی، ارزش غذایی فراوان و سازش با محیط‌های مختلف و تولید علوفه دارای اهمیت خاص در مناطق خشک می‌باشد (Stutz, 1978). یکی از موانع عمده توسعه این گیاه در خارج از رویشگاه طبیعی، محدودیت میزان جوانه‌زنی می‌باشد. همچنین شوری ممکن است جنین بذر را خراش دهد و به رشد گیاهچه آسیب برساند (Khan and Ungar, 1997). با توجه به این که تنش‌های خشکی و شوری یکی از مهم‌ترین عامل محدودکننده در رشد گیاهان می‌باشد، مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی، کربوهیدرات محلول و پرولین گیاه *A. halimus* تحت تأثیر تنش‌های خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تنش خشکی و شوری بر مولفه‌های جوانه‌زنی و کربوهیدرات محلول و پرولین گیاه *A. halimus* دو آزمایش جداگانه در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

زیست‌سنجی مرحله جوانه‌زنی

در مرحله جوانه‌زنی، بذرهای گیاه مرتعی *A. halimus* از اداره منابع طبیعی شهرستان گنبد تهیه شد. جهت اطمینان از جوانه‌زنی بذرها و داشتن قوه نامیه، طبق روش استاندارد بذرها، قبل از کاشت مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارهای آزمایش‌های تنش خشکی و شوری در ۵ سطح شامل: ۰، ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار بود که به‌ترتیب با استفاده از مانیتول و کلرید سدیم تحت دو آزمایش جداگانه اعمال شد (جدول ۲). به هر پتری‌دیش به ابعاد (۱۰× ۱/۵ سانتی‌متر) حاوی ۱۰۰ عدد بذر، ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه‌شده اضافه شد. جهت جلوگیری از تبخیر آب پتری‌دیش‌ها با پارافیلم بسته شدند. نمونه‌ها در شرایط کنترل شده اطاقک رشد با دمای تناوبی ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس و تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند (Karimi *et al*., 2006). شمارش جوانه‌زنی تا ۲۰ روز ادامه داشت. محاسبه درصد جوانه‌زنی، بذور جوانه‌زدهٔ با ریشه بلندتر از دو میلی‌متر شمارش شد (Chauhan and Johnson, 2008). تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز ثبت شد. سپس درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، وزن‌خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه بر اساس روش‌های استاندارد رایج مورد اندازه‌گیری و محاسبه شد.

رابطه (۱) $GP=ni/di$

GP: درصد جوانه‌زنی، ni: تعداد بذر جوانه‌زده در روز iام و di: تعداد کل بذرها می‌باشد (Khandakar and Bradbeer, 1983).

رابطه (۲) $$S=\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{n}{t}\right]$$

S: سرعت جوانه‌زنی، n: تعداد بذرهای جوانه زده در زمان t و t: تعداد روزها از زمان شروع آزمون می‌باشد (Khandakar and Bradbeer, 1983).

رابطه (۳) $VI=(RL+SL)\times \mathrm{RG}$

VI: شاخص بنیه بذر، RL: طول ریشه‌چه، SL: طول ساقه‌چه و RG: درصد جوانه‌زنی می‌باشد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

جهت اندازه‌گیری طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، در روز آخر جوانه‌زنی بذور، به‌وسیله خط‌کش میلی‌متری طول و توسط ترازوی دیجیتال با دقت یک ده هزارم وزن خشک آن‌ها، ثبت شد.

ارزیابی مولفه‌های مرحله گیاهچه‌ای

در مرحله رشد گیاهچه، ابتدا بذور در محلول ۵ درصد هیپوکلریت سدیم تجاری به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی و سپس ۳ مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد و در داخل پتری‌دیش حاوی کاغذ صافی قرار داده شد. پس از جوانه‌زنی و تولید ریشه‌چه، بذور جوانه‌زده به محیط بدون تنش هیدروپنیک حاوی ۵ لیتر محلول غذایی یوشیدا منتقل شدند (جدول۱). پس از انتقال گیاهچه‌ها به محیط هیدروپنیک، در مرحله چهار برگی گونه‌ها (Eshghizadeh *et al*., 2014) سطح‌های مختلفی از مانیتول و کلرید سدیم (۰، ۴-، ۸-، ۱۲-، ۱۶- بار) به‌ترتیب تحت دو آزمایش جداگانه برای هر یک از تنش‌های خشکی و شوری به محلول غذایی اضافه شد (جدول ۲). pH محلول غذایی بین ۶ تا ۶/۵ ثابت نگاه داشته شد و بعد از گذشت تقریباً ۲۱ روز از زمان واردکردن تنش‌ها به محلول (Karimi *et al*., 2006)، نمونه‌برداری جهت مطالعه میزان پرولین و کربوهیدرات محلول در سطوح مختلف تنش شوری و خشکی بر اساس روش فیتوشیمیایی استاندارد انجام شد.

اندازه‌گیری محتوی کربوهیدرات محلول: محتوی کربوهیدرات محلول اندام هوایی گیاهان مورد بررسی با

جدول۱- اجزای محلول یوشیدا

Table 1. Yoshida solution components

عنصر Element	غلظت(گرم در لیتر) Concentration (grams per liter)	عنصر Element	غلظت(گرم در لیتر) Concentration (grams per liter)
N	91.4	Fe	7.7
P	40.25	Mn	1.5
K	71.4	B	0.934
Ca	117.35	Zn	0.035
Mg	324	Cu	0.031
		Mo	0.074

جدول۲- غلظت‌های تنش شوری (کلرید سدیم) و خشکی (مانیتول) در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه

Table 2. Salinity (sodium chloride) and drought (mannitol) concentrations in germination and seedling stage

شوری Salinity (bar)	غلظت(گرم در لیتر) Concentration (grams per liter)	خشکی drought (bar)	غلظت(گرم در لیتر) Concentration (grams per liter)
0	0	0	0
-4	4.713	-4	29.355
-8	9.426	-8	58.710
-12	14.139	-12	88.065
-16	18.852	-16	117.420

روش دوبویس و همکاران (Dubois *et al*.,1956) اندازه‌گیری شد. بدین منظور، ۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه گیاهی با ۵ میلی‌لیتر کلرید هیدروژن ۲/۵ نرمال مخلوط نموده و سپس مخلوط حاصل برای مدت ۳ ساعت در حمام آب جوش نگه‌داری شد، سپس با کربنات سدیم خنثی گردیده و با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. مجداً ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه حاصل را برداشته و با آب مقطر به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۴ میلی‌لیتر معرف آنترون اضافه شد و در حمام آب جوش به‌مدت ۷ دقیقه نگه داری شد. سپس در دمای حرارت اتاق سرد گردید. در نهایت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در نقطه جذب ۶۳۰ نانومتر خوانده شد. کووِت دیگری که فقط حاوی ۴ میلی‌لیتر آنترون به‌عنوان شاهد استفاده شد. سپس میزان کربوهیدرات محلول در نمونه مورد بررسی با استفاده از نمودار استاندارد، برآورد شد.

اندازه‌گیری محتوی پرولین

پرولین اندام هوایی گیاهان مورد بررسی با استفاده از روش باتس و همکاران(Bates *et al.*, 1973) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۵ گرم از بافت اندام هوایی تر را توزین و در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد همگن شد، نمونه‌ها با سرعت کم ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. ۲ میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص به ۲ میلی‌لیتر روشناور اضافه شد، نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت در بن‌ماری قرار داده و تولوئن اضافه شد، محلول بالایی را جداسازی و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در نقطه جذب ۵۲۰ نانومتر در مقابل شاهد دستگاه خوانده شد. سپس میزان پرولین در نمونه با استفاده از نمودار استاندارد، برآورد شد.

داده‌ها در محیط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پس از انجام تجزیه واریانس، میانگین داده‌های تبدیل‌شده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

تاثیر تنش خشکی و شوری بر صفات جوانه‌زنی

نتایج آنالیز تیمارهای مختلف تنش خشکی و شوری بر برخی از مولفه‌های جوانه‌زنی نشان داد که اثر تنش‌های خشکی و شوری مختلف بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر،

وزن‌خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه *A. halimus* در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که با افزایش سطح خشکی و شوری، درصد جوانه‌زنی *A. halimus* به‌طور نزولی کاهش یافت و در تیمار ۱۶- بار خشکی جوانه‌زنی مشاهده نشد به‌طوری‌که با افزایش سطوح تنش خشکی از پتانسیل اسمزی صفر به ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار، درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب ۴۶/۹۶، ۷۴/۳۵، ۹۳/۰۴ و ۱۰۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. اما میزان این کاهش در تنش شوری به‌ترتیب ۲۰/۲۶، ۳۹/۶۵، ۶۵/۶۳ و ۷۱/۳۷ درصد بود. با افزایش سطح خشکی سرعت جوانه‌زنی دارای روند کاهشی بود. بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد بود و در سطوح بالاتر خشکی به‌شدت کاهش یافت. به‌طوری‌که از پتانسیل اسمزی صفر به ۱۲- و ۱۶- بار خشکی، سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب ۹۳/۲۱ و ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین در تنش شوری، بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۱۶- بار بود که نسبت به شاهد ۷۶/۹۷ درصد کاهش یافت. این روند کاهشی را می‌توان نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی محیط و در نتیجه کاهش سرعت و مقدار جذب آب، سمیت یون‌های سدیم و کلر و اختلال در جذب عناصر غذایی دانست (Dadkhah, 2010).

بذرها برای آغاز فعالیت خود و شروع جوانه‌زنی نیاز به آب کافی دارند. اگر بذر نتواند به اندازه کافی آب جذب کند یا جذب آب به‌کندی صورت گیرد، فعالیت‌های درونی بذر نیز کند پیش رفته و مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه نیز افزایش و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Shahverdi *et al.,* 2016). تحقیقات انجام شده توسط کریمی و همکاران (Karimi *et al*., 2006) که بر روی گیاه مرتعی *Atriplex verrucifera* انجام شد، بیان داشتند که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به‌صورت خطی کاهش یافت. همچنین جوادی و همکاران (Javadi *et al*., 2014) در بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه چهار گونه گیاه دارویی (*Echinacea purpurea*، *Cannabis sativa*، *Trigonella foenum graecum* و *Cynara scolymus*) نتایج مشابهی را بیان نمودند.

طول ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین، با افزایش تنش خشکی، از پتانسیل اسمزی صفر به ۱۲- بار، طول ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد به‌ترتیب ۸۹/۵۱ و۸۷/۰۳ درصد کاهش یافت. در تنش شوری، بیش‌ترین طول ساقه‌چه در تیمار شاهد مشاهده شد که با سطح ۴- بار اختلاف معنی‌داری نداشت و کاهش معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف تنش خشکی و شوری بر مولفه‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی *A. halimus*

Table 3. Analysis of variance of different concentrations of drought stress and salinity on morphological and biochemical parameters *A. halimu*

		میانگین مربعات (MS)								
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	طول ساقه‌چه Shoot length	طول ریشه‌چه Radicle length	بنیه بذر Seed vigor	وزن‌خشک ساقه‌چه Shoot dry weigh	وزن‌خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	پرولین Proline	کربوهیدرات محلول Soluble sugar
خشکی Drought	4	2921.26**	1860.77**	250.54**	160.99**	395.91**	0.13**	0.02**	40.886**	8.208**
خطا Error	10	4.86	13.32	0.16	1.11	0.15	0.003	0.006	0.001	0.001
ضریب تغییرات CV(%)		7.74	16.88	5.02	12.11	4.76	26.53	24.89	0.419	0.462
شوری Salinity	4	1064.16**	1094.44**	54.73**	20.61**	255.91**	0.051**	0.04**	29.594**	5.903**
خطا Error	10	12.46	13.54	0.57	0.21	1.12	0.001	0.001	0.003	0.001
ضریب تغییرات CV(%)		7.40	11.78	4.13	4.35	7.10	11.52	6.58	0.699	0.438

** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

**Significant at 1% probability level

طول ساقه‌چه بعد از این سطح شوری اتفاق افتاد. زیرا شدت تنش به‌حدی نبود که رشد گیاهچه را محدود کند و صفت طول ساقه‌چه تا حدودی می‌تواند شوری را تحمل کند. با افزایش شوری وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت. اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شاهد با ۴- بار، ۸- بار با ۱۲- بار و ۱۲- بار با ۱۶- بار مشاهده نشد. این موضوع نمایانگر این است که تنش می‌تواند از طویل‌شدن ساقه‌چه به‌دلیل کندکردن جذب آب جلوگیری کند (Jamil *et al.*, 2006). کاهش وزن در سطح بالای خشکی احتمالا به‌علت کاهش انتقال مواد غذایی و انتقال آن از لپه‌ها به محور جنین می‌باشد. این نتایج با یافته‌های باقری و همکاران (Bagheryi *et al.*, 2011) در بررسی اثر تنش خشکی بر رفتار جوانه‌زنی و ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهچه *Artemisia sieberi Besse*r و داودنیا و همکاران (Davodnia *et al.*, 2017) در ارزیابی اثر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی چهار گونه از جنس *papaver* مطابقت دارد.

طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه

مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که حداکثر طول ریشه‌چه در تیمار ۴- بار خشکی و شوری مشاهده شد. به‌طوری‌که از پتانسیل اسمزی صفر به ۴- بار، طول ریشه‌چه به ترتیب ۵۴/۱۴ و ۲۲/۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد و غلظت‌های بیش‌تر از این سطح دارای اثر معنی‌دار بازدارنده نسبت به شاهد داشتند و بیش‌ترین اثر بازدارندگی مربوط به غلظت ۱۶- بار بود.

در تنش خشکی، حداکثر وزن خشک ریشه‌چه در تیمار ۴- بار خشکی مشاهده شد که البته با سطح صفر (شاهد) اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه مربوط به سطح ۱۶- بار خشکی بود. همچنین در تنش شوری، حداکثر وزن خشک ریشه‌چه در تیمار ۴- بار شوری مشاهده شد که ۸۳/۳۳ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد و پس از آن با افزایش سطح شوری، وزن خشک ریشه‌چه نسبت به شاهد کاهش یافت. البته در تیمارهای ۱۲- و ۱۶- بار شوری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این نشان می‌دهد که گیاه در تیمار ۴- بار برای دستیابی به آب و مواد غذایی بر طول ریشه خود می‌افزاید (Teimuri and Jafari, 2010). مطالعات نشان می‌دهند که میزان طول ریشه و گسترش آن بستگی زیادی به شرایط زیستگاه دارد. به‌طوری‌که ریشه برخی از گیاهان می‌تواند تا اعماق زیاد خاک نفوذ کرده و به‌علت داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق قادرند آب را از اعماق زیرین خاک جذب کنند (Teimuri and Jafari, 2010).

این نتایج با یافته‌های زیره‌دار و همکاران (Ziredar *et al.*, 2010) در بررسی تاثیر تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی *Thymus vulgaris* و گرگینی و همکاران (Gregini *et al.*, 2014) در بررسی اثر سطوح مختلف تنش‌های شوری و خشکی بر شاخص‌های مورفولوژیکی *Melissa officinalis*. مطابقت دارد.

بنیه بذر

مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که با افزایش غلظت خشکی و شوری، بنیه بذر نسبت به شاهد کاهش نشان داد. به‌طوری‌که با افزایش سطوح تنش خشکی از پتانسیل اسمزی صفر به ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار، بنیه بذر به‌ترتیب ۵۶/۰۰، ۹۰/۸۴، ۹۸/۷۳ و ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اما میزان این کاهش در تنش شوری به‌ترتیب ۱۴/۴۷، ۳۳/۰۵، ۷۳/۵۸ و ۸۳/۷۴ درصد بود. این شاخص تابعی از درصد جوانه‌زنی و طول گیاه‌چه می‌باشد. این نتیجه با گزارش اعلام شده از ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al.,* 2011) در بررسی آثار تنش‌های شوری و خشکی بر روی جوانه‌زنی دو گیاه مرتعی *Agropyron desertrum* و*Agropyron elongatum* و بهمنی و همکاران (Behmani *et al.,* 2016) در بررسی اثر پرایمینگ غلظت‌های مختلف نمک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر گیاهان دارویی *Capparis cartilaginea* همخوانی دارد.

تاثیر تنش خشکی و شوری بر مؤلفه‌های بیوشیمیایی

بر طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) کربوهیدرات محلول و پرولین در سطح ۰/۰۱ تحت تأثیر تیمارهای غلظت‌های مختلف خشکی و شوری قرار گرفت.

کربوهیدرات محلول: نتایج حاصل از مقایسه میانگین کربوهیدرات محلول در تنش خشکی و شوری (شکل ۱) نشان داد با افزایش تنش خشکی و شوری کربوهیدرات محلول افزایش یافت. به‌طوری‌که با افزایش سطوح تنش خشکی از پتانسیل اسمزی صفر به ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار، کربوهیدرات محلول به‌ترتیب

۲۳/۱۱، ۳۳/۹۶، ۴۴/۳۳ و ۷۰/۴۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. اما میزان این افزایش در تنش شوری به‌ترتیب ۱۴/۳۹، ۲۸/۶۱، ۴۴/۳۳ و ۵۵/۰۳ درصد بود. در طی تنش درازمدت، انتقال مواد به‌علت کاهش آب قابل دسترس، منجر به تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها می‌شود. تحقیقات متعددی در زمینه نقش محتوی کربوهیدرات‌های محلول و افزایش آن‌ها تحت شرایط تنش‌های گوناگون انجام شده که از جمله می‌توان به پژوهش انجام شده بر روی گیاهان *Triticum aestivum* (Marathan *et al*., 2007)، *Panicum antidotale* و *Portulaca oleracea* (Eshghizadeh et al., 2014) (Sartip and Sirousmhr., 2017) اشاره کرد. در مجموع افزایش محتوی کربوهیدرات‌های محلول در طی تنش را می‌توان به‌دلیل تخریب کربوهیدرات‌های نامحلول، متوقف‌شدن رشد و سنتز قندهای محلول از مسیرهای غیرفتوسنتزی که منجر به افزایش کربوهیدرات‌های محلول می‌شود توجیه کرد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف تنش خشکی و شوری بر مولفه‌های جوانه‌زنی *A. halimus*

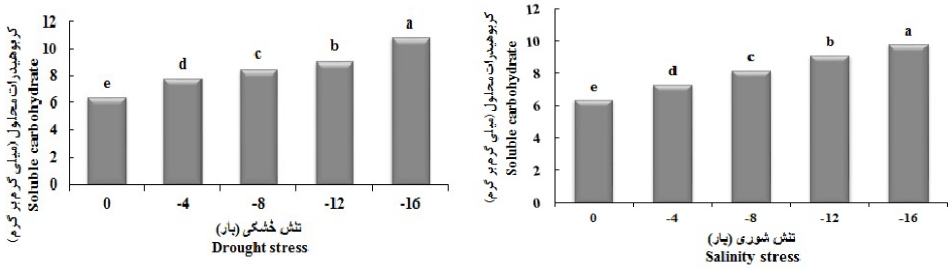
Table 4. Comparison of the effect of different concentrations of drought stress and salinity on germination components *A. halimus*

	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination rate (No. seed/day)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Shoot dry weight (mg)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicl length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Shoot length (mm)	شاخص بنیه بذر (میلی‌متر) Seed vigor (mm)
خشکی drought (bar)							
0	76.66 a	62.08 a	0.19 a	0.54 a	12.30 b	22.90 a	26.98 a
-4	40.66 b	26.96 b	0.20 a	0.29 b	18.96 a	10.26 b	11.87 b
-8	19.66 c	14.81 c	0.07 b	0.18 c	8.10 c	4.60 c	2.47 c
-12	5.33 d	4.26 d	0.02 c	0.07 d	4.20 d	2.40 d	0.34 d
-16	0.00 e	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 e	0.00 e	0.00 d
شوری Salinity (bar)							
0	75.66 a	62.27 a	0.18 b	0.45 a	11.56 b	21.86 a	25.29 a
-4	60.33 b	33.96 b	0.33 a	0.41 a	14.13 a	21.76 a	21.63 b
-8	45.66 b	28.28 b	0.09 c	0.23 b	11.36 b	19.60 b	16.93 c
-12	26.00 c	17.18 c	0.06 d	0.19 bc	9.36 c	16.33 c	6.68 d
-16	21.66 c	14.34 c	0.05 d	0.16 c	7.13 d	11.76 d	4.11 e

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند (LSD).

The mean of different letters in each column is statistically significant at 5% probability level (LSD)

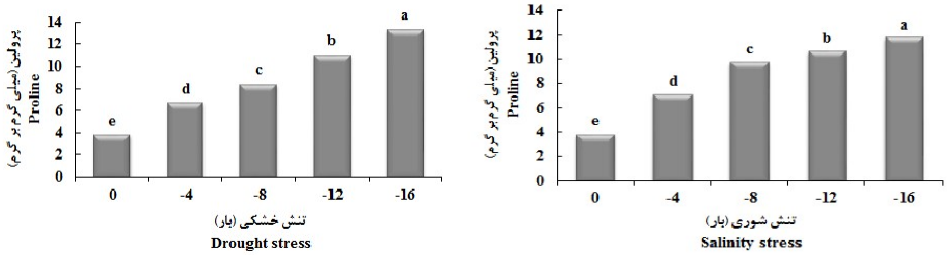
پرولین: نتایج حاصل از مقایسه میانگین پرولین در تنش خشکی و شوری (شکل ۱) نشان داد که با افزایش تنش خشکی و شوری محتوی پرولین افزایش یافت و حداکثر پرولین در تیمار ۱۶- بار مشاهده شد. به‌طوری‌که از پتانسیل اسمزی صفر به ۱۶- بار، به‌ترتیب ۱۷/۳۲ و ۹/۲۹ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. سرتیپ سیروس مهر (Sartip and Sirousmhr, 2017) افزایش میزان پرولین تحت تنش خشکی را به‌دلیل نقش مشخص پرولین در تنظیم فشار اسمزی و جلوگیری از اکسیداسیون درون سلولی ذکر کردند. گزارشات متعددی مبنی بر وجود هم‌بستگی مثبت بین تجمع پرولین و سازش به تنش اسمزی در گیاهان ذکر شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به گیاهان *Thymus vulgaris* (Babaee *et al.,* 2010)، *Phaseolus vulgaris* (Borojerdnia *et al*., 2016) و *Lepidium sativum* (Amini fard and Byat, 2017) اشاره نمود. گزارش‌هایی نیز مبنی بر ارتباط بین پرولین و کربوهیدرات‌ها مطرح شده است در این پژوهش نیز یک روند فزاینده در محتوی کربوهیدرات‌های محلول و همسو با آن در محتوی پرولین مشاهده شد. در مجموع می‌توان چنین گفت که تنش خشکی و شوری موجب تولید محلول‌های سازگار (پرولین و قندهای محلول) در گیاه گردید. این مسئله احتمالا به نقش گلیسین بتائین، پرولین



شکل ۱- تاثیر تنش خشکی و شوری بر کربوهیدرات محلول *A. halimus* در مرحله گیاهچه

Figure 1. Effect of drought and salinity stress on *A. halimus* solution carbohydrates in seedling stage

و تعدیل اسمزی در هنگام مواجه گیاه با تنش محیطی که با تجمع قندهای محلول از طریق پلی‌ساکاریدها و الیگوساکاریدها صورت می‌گیرد. زیرا با افزایش شوری، جذب یون‌های Cl- و Na+ وجود دارد و این یون‌ها در واکوئل کده‌بندی می‌شوند، در این شرایط واکوئل پتانسیل آبی پایینی دارد و آب را از سیتوپلاسم جذب می‌کند (Claussen, 2002).



شکل ۲- تاثیر تنش خشکی و شوری بر پرولین *A. halimus* در مرحله گیاهچه

Figure 2. Effect of drought and salinity stress on *A. halimus* proline in seedling stage

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در تیمارهای شوری، گیاه *A. halimus* قادر به جوانه‌زنی بود اما در اعمال تنش خشکی فقط تا غلظت ۱۲- بار مانیتول جوانه‌زنی مشاهده شد و شاخص‌های جوانه‌زنی و مورفولوژیکی گونه مورد مطالعه شرایط شوری را بهتر از خشکی تحمل کردند. همچنین در مرحله جوانه‌زنی نسبت به گیاهچه به تنش حساس بوده و وقوع تنش در این شرایط می‌تواند سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شود. بنابراین می‌توان گفت در این تحقیق گیاه *A. halimus*، تغییرات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در جهت بال بردن مقاومت به تنش، از خود نشان داده که بر حسب تنش مورد نظر می‌تواند متفاوت باشد و برای رشد بهینه خود نیاز به غلظت‌های پایینی از شوری و خشکی دارد. از این رو از آن نیز می‌توان برای احیای مرتع و تثبیت خاک‌های روان و چشم‌انداز سبزکردن صحرای ایران با توجه به میزان شوری و خشکی منطقه مورد نظر استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان، مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس جهت همکاری ابراز می‌دارند.

منابع

Abdul-Baki, A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean. Journal of Crop Science, 13: 630-633. **(Journal)**

Alahifard, A. and Derakhshan, D. 2016. Compaction of the effects of drought stress and salinity stress on germination of Satan leaves (*Corchorus olitorius* L.) and (*Cleome viscose* L). Iranian Journal of Seed Science and Research, 3(3): 95-105. (In Persian)**(Journal)**

Amini fard, M.H. and Bayat, H. 2017. Effect of drought stress and salinity on seed germination and seedling growth (*Lepidium sativum* L.). Seed Research, 7(2): 64-79. (In Persian)**(Journal)**

Babaee, K., Amini Dehchi, M., Modarres Sanavi, A.M. and Jabari, R. 2010. Effect of drought stress on morphological traits, proline content and thymol content in thyme (*Thymus vulgaris L.*). Journal of Medicinal Plants and Herbs Research, 26(2): 251-239. (In Persian)**(Journal)**

Bagheri, A., Jafari, M., Bagherifard, A., Jafari, A. and Bagherifard, G. 2015. Investigating the effects of saline water and magnetized water on *atriplex lentiformis* germination. Desertification Ecosystem Engineering, 4(8): 45-56. (In Persian)**(Journal)**

Bagheri, M., Yeganeh, H., Jabarzare, A. and Yari, R. 2011. Effect of drought stress on germination behavior and morphological characteristics of *Artemisia sieberi* Besser. Watershed Research (Research and Construction), 24(3): 65-71. (In Persian)**(Journal)**

Bates, L.S., Walderen, R.D. and Taere, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207. **(Journal)**

Behmani, M., Drakhshan, R., Sadeghipoor, A. and Kartoolinjad, D. 2016. Investigation of the effect of different concentrations of salinity on seed germination and seedlings of *Capparis cartilaginea.* Scientific Journal of Rangeland, 10(2): 190-180. (In Persian)**(Journal)**

Benjamin, S., Varun, M. and Paul, M. 2017. Comparative germination and survival studies on three Atriplex species-A halophytic plant. Geobios, 44(1&2): 52-64. **(Journal)**

Borojerdnia, M., Bihamta, M., Alemi, K. and Abdosi. 2016. Effect of drought stress on proline content, soluble carbohydrates, electrolyte leakage and content of *Phaseolus vulgaris* L. Journal of Crop Physiology, 8(29): 23-35. (In Persian)**(Journal)**

Chauhan, B. and Johnson, S. 2008. Seed germination and seedling emergence of giantsensitive plant (*Mimosa invisa*). Weed Science, 56: 244-248. **(Journal)**

Chimenti, C.A., Pearson, J. and Hall, A.J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crops Research, 75: 235–246. **(Journal)**

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. **(Journal)**

Dadkhah, A. 2010. Effect of salinity on germination and seedling growth of four medicinal plants. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3(26): 369-358. (In Persian)**(Journal)**

Davodnia, B., Ahmadi, J. and Fabriky, S. 2017. Effect of drought stress and salinity on morphological and biochemical characteristics of four papaver species. Journal of Medicinal Plants Ecochemical, 18(2): 24-39. (In Persian)**(Journal)**

Derakhshan, A., Akbari, H. and Gherekhloo, J. 2014. Hydrotime modeling of *Phalaris minor*, *Amaranthus retroflexus* and *A. blitoides* seed germination. Iranian Journal of Seed Science and Research, 1: 83-97. (In Persian)**(Journal)**

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of green-type Annual Blugrass ecotype. Crop Science, 41: 1862-1870. **(Journal)**

Ebrahimi, E., Eslami, S.V., Alahmadi, M.J. and Mahmoodi, S. 2011. Studying the effect of different environmental factors on germination of (*Ceratocarpus arenarius* L. Bluk) seed. Iranian Journal of Weed Science, 7: 45-57. (In Persian)**(Journal)**

Eshghizadeh, H., Kafi, M. and Khoshgoftar, A.H. 2004. Effect of salinity on leaf water status, proline concentration, total soluble sugars and antioxidant activity of antidiagent millet. Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultures, 18: 25-11. (In Persian)**(Journal)**

Farahani, A., Fallahi, Kh. and Mirzakhani, K. 2007. Determine the most suitable planting time of *Atriplex canescense* for planting seedlings at Beijin Station in Tehran. Iranian Journal of Range and Desert Research, (14) 1: 8-18. (In Persian)**(Journal)**

Gregini Shabankara, H., Fakheri, B. and Mohammad Poor, R. 2014. Effect of different levels of salinity and drought stress on morphological indices of *Melissa officinalis*. Iranian Journal of Crop Sciences, 4(46): 686-673. (In Persian)**(Journal)**

Jamil, M., Lee, D., Jung, K.Y., Ashraf, M, Lee, S.C. and Rha, E.S. 2006. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. Journal of Central European Agriculture, 7: 273-282. **(Journal)**

Javadi, H., Stegholeslami, M.C. and Mousavi, S.G.H. 2004. Effect of salinity on germination and primary seedling growth of four medicinal plants. Iranian Journal of Agricultural Research, 43: 64-53. (In Persian)**(Journal)**

Khaef, N., Anjavi, F. and Badihi, R. 2013. Effect of salinity on seed germination (*Calotropi procera L.*). Journal of Environmental Tensions in Crop Sciences, 1: 95-91. **(Journal)**

Khan, M.A. and Ungar, A. 1997. Alleviation of seed dormancy in the desert forb *Zygophyllum simplex L* from Pakistan. Annals of Botany, 80: 395-400. **(Journal)**

Khandakar, A.L. and Bradbeer, J.W. 1983. Jute seed quality. Bangladesh Agriculture. Reserch. Council, Dhaka. **(Handbook**)

Lotfi, M., Abbas Zadeh, B. and Mirza, M. 2014. Effect of drought stress on morphological traits, proline, soluble sugars and tarragon yield (*Artemisia dracunculus*). Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 63: 19-30. **(Journal)**

Marathan, A., Ghaffari, S.M. and Niktam, V. 2007. Effects of salinity stress on growth rate, protein and antioxidant enzymes in three species of hawk with different ploidy levels. Journal of Biological Sciences, 33: 1-8. (In Persian)**(Journal)**

Nabati, C., Kafi, M., Rezvani Moghadam, P., Masoumi, A. and Zare Mejjerdi, M. 2014. Effect of salinity stress in different growth stages on some physiological characteristics and antioxidant activity in *Kochia Scoparia*. Iranian Journal of Agricultural Research, 43: 26-17. (In Persian)**(Journal)**

Sartip, H. and Sirousmhr, A. 2017. The effect of titanium nanoparticles and different levels of irrigation on photosynthetic pigments, proline, soluble carbohydrates and growth parameters of pearl. Journal of Plant Ecophysiology, 9(28): 80-95. (In Persian)**(Journal)**

Shahverdi, M., Omidi, H. and Mousavi, S.E. 2016. Effect of chitosan on germination and biochemical traits of motighan seedlings under salinity stress. Iranian Journal of Seed Research, 3 (2): 105-120. (In Persian)**(Journal)**

Siroosmehr, A., Bardel, J. and Mohamadi, S. 2014. Changes in germination properties, photosynthetic pigments and activity of safflower antioxidant enzymes. Effect of drought stress and salinity. Journal of Crop Ecophysiology, 4(32): 517-534. (In Persian)**(Journal)**

Stutz, H.C. 1978. Explosive evolution of perennial *Atriplex* in Western North America, Great Basin Naturalist. Intermountain Biogeography, 2: 161-168. **(Journal)**

Teimuri, A. and Ja'fari, M. 2010. Effect of salinity stress on some morphological and anatomical characteristics of *Salsola rigida, Salsola richteri, Salsola dendroides*. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 1: 34-21. (In Persian)**(Journal)**

Ziredar, M., Shahin, M. and Touhidi, M. 2010. Effect of salinity and drought stress on thyme germination. Journal of Plant Protection Physiology, 1(4): 61-70. (In Persian)**(Journal)**

Effect of drought stress and salinity on germination, soluble carbohydrates and proline of *Atriplex halimus*

Azadeh Deilam [1], Hamed Rouhani *[2], Hossein Sabouri [3], Ebrahim Gholam Ali Pooralmadari [4]

Received: December 13, 2017 Accepted: March 12, 2018

Abstract

Drought stress and salinity are one of the most important limiting factor in plant growth. Accordingly, in order to investigate the characteristics of germination, soluble carbohydrates and proline *Atriplex halimus* in the face of drought stress and salinity in germination and seedling stage, two separate experiments were carried out in a randomized complete block design with three replications. Drought stress and salinity tests were carried out at 5 levels including 0, 4, 8, 12 and 16 bar, which were subjected to two separate experiments using mannitol and sodium chloride, respectively. The results of this study showed that the effect of drought stress and salinity on germination percentage and germination rate, root and shoot length, seed vigor index, shoot and root dry weight, soluble carbohydrate and proline *A. halimus* had a significant effect on the level of one percent. Comparison of mean showed that all germination traits decreased with increasing dryness and salinity. Maximum radicle length was observed in 4 times dry and salinity treatments. In all saline treatments, the plant was capable of germination. However, germination mannitol was observed at drought stress levels up to 12 bar. The content of proline and soluble carbohydrates also increased significantly with increasing salinity and drought stress. Generally, the germination and morphological indices of the studied species tolerated salinity conditions better than drought. Also, in the germination stage, it is sensitive to stress in the seedling and the occurrence of stress in these conditions can reduce the percentage and rate of germination.

Keywords: Hydroponics; Mannitol; Seed vigor; Sodium Chloride

How to cite this article

Deilam, A., Rouhani, H., Sabouri, H. and Gholam Ali Pooralmadari, E. 2019. Effect of drought stress and salinity on germination, soluble carbohydrates and proline of *Atriplex halimus*. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(2): 245-255. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2019.3603

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc Graduated of Rangeland Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Gonbad Kavoos, Gonbad Kavoos, Iran
2. Assistant Professor, Watershed Department, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Gonbad Kavoos, Gonbad Kavoos, Iran
3. Associate Professor, Plant Production Department, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Gonbad Kavoos, Gonbad Kavoos, Iran
4. Assistant Professor, Plant Production Department, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Gonbad Kavoos, Gonbad Kavoos, Iran

*Corresponding Auhtor: rouhani.hamed@yahoo.com