علوم و تحقیقات بذر ایران

سال دوم/ شماره اول/ ۱۳۹۴ (۲۵ - ۱۵)

تأثیر تنش شوری و خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه *Salsola crassa* در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

علی طویلی*[۱]، نسیبه قنبری[۲]، حبیب یزدان‌شناس[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۱

چکیده

کمبود رطوبت و شوری خاک از عوامل بازدارنده تولید علوفه در مراتع به شمار می‌روند، به‌طوری‌که یکی از موانع مهم زادآوری گیاهان مرتعی، تاثیر شوری و خشکی در هنگام جوانه‌زدن بذرها می‌باشد. بر این اساس در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی گیاه *Salsola crassa* مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. تیمار شوری با استفاده از سه نمک معمول و موجود در طبیعت شامل: کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، کلریدپتاسیم (KCl)، کلریدسدیم (NaCl)، و تیمار ترکیبی سه نمک در شش سطحِ ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ گرم در لیتر و تیمار آب مقطر به‌عنوان شاهد (در آزمایشگاه)، همچنین تیمار خشکی اعمال شده شامل آبیاری در دوره‌های زمانی با فواصل سه روزه در چهار تکرار (در گلخانه) بود. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، ارتفاع و وزن زیست‌توده گیاه بود. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری و خشکی بر کلیه صفات مورد بررسی تأثیر گذاشته است ($P<۰/۰۱$). نمک‌های اعمال شده باعث کاهش معنی‌داری در درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه شد. تنش خشکی اعمال شده باعث کاهش معنی‌داری در میزان وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاهچه شد ($P<۰/۰۵$) اما با افزایش سطح تنش، رشد ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P<۰/۰۱$) به طوری‌که دور آبیاری ۱۸ روز، دارای بیشترین طول ریشه و کمترین ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی بود. به طور کلی دور آبیاری ۱۵ و ۱۸روز مربوط به خشکی و تیمار $CaCl_2$ با غلظت ۳۰ گرم در لیتر مربوط به شوری، بیشترین تأثیر منفی را بر ویژگی‌های مورد بررسی داشتند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، دور آبیاری، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه

[۱] دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[۲و۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

* نویسنده مسئول: atavili@ut.ac.ir

مقدمه

از جمله تنش‌های غیر زنده‌ای که گیاهان در معرض آن قرار می‌گیرند عناصر سنگین، نمک در خاک و آب اکسیداتیو، اشعه ماورا بنفش و درجه حرارت‌های بالا و پایین است. هر سطحی از این عوامل که باعث تفاوت معنی‌دار در سازگاری گیاه گردد، تنش محسوب می‌شود (Amini and Ehsanpour, 2004). جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل زیستی و تعیین کننده در چرخه رشدی گونه‌های گیاهی است زیرا تضمین کننده استقرار مؤفق گیاه و عملکرد نهایی آن است (Zare *et al*., 2006). استقرار ضعیف گیاهان از علل معمول و اصلی کمی عملکرد به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Afzal, 2005; Harris *et al*., 2001). در مرحله جوانه‌زنی بذر، محیط خاک اغلب برای جوانه‌زنی و رشد سریع گیاهچه مناسب نیست. تنش‌های زنده و غیر زنده، از جمله کمبود یا برعکس فراوانی بیش از حد آب و شوری می‌تواند سرعت جوانه‌زنی و رشد را کاهش داده یا به‌طور کامل از جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه جلوگیری نماید (Ashraf and Foolad, 2005). بهبود سرعت جوانه‌زنی بذر می‌تواند باعث استقرار بهتر گیاهچه به‌ویژه در شرایط تنش شوری و خشکی شود (He *et al*., 2002). شوری یکی از عوامل مهم بوم‌شناختی است که پایداری مناطق خشک و نیمه-خشک به‌ویژه جایی که تبخیر و تعرق بیشتر از مقدار بارندگی است را تهدید می‌کند (Szabolcs, 1994). نه‌تنها مقاومت انواع گیاهان به تنش خشکی متفاوت می‌باشد بلکه در یک نمونه گیاه، در مراحل مختلف زندگی این مکانیزم و مقاومت می‌تواند متفاوت باشد. جوانه‌زنی بذرهای گیاهان نیز در شرایط ازدیاد املاح و تنش آبی بسیار متفاوت خواهد بود. در محیط‌های شور بذرها به‌طور معمول در معرض تنش گرمایی، شوری و خشکی به‌طور همراه با یکدیگر قرار می‌گیرند که سبب افزایش تلفات گیاهچه می-گردد.

استون و همکاران (Stone *et al*., 1979) گزارش کردند که گیاه یونجه در مراحل اولیه رشد و نمو فوق‌العاده به شوری حساس است و در مرحله جوانه‌زنی بذر، بین سطوح شوری و درجه حرارت اثر متقابل وجود دارد. گوما و همکاران (Guma *et al*., 2010) در بررسی اثر تنش دما و شوری بر جوانه‌زنی *Salsola vermiculata* L. اظهار داشتند که درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش در دما و سطح NaCl کاهش می‌یابد. درصد جوانه‌زنی بالاتر در دمای ۲۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد و NaCl ۲۰۰ میلی‌مول به دست آمد و درصد جوانه‌زنی با افزایش دما کاهش می-یابد. مصلح‌آرانی و همکاران (Mosleh Arani *et al*., 2011) در بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و بنیه بذر در سه گونه سالسولا (*Salsola arbuscula*, *Salsola yazdiana*, *Salsola abarghuensis*) به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت هر دو نمک NaCl و NaCl+ Na_2SO_4 درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها را در هر سه گونه کاهش داد. در مطالعه‌ای که قربانیان و جعفری (Ghorbanian and Jafari, 2008) بر روی رویشگاه گونه سالسولا انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که وجود این گیاه موجب افزایش قابل توجه عناصری چون نیتروژن، پتاسیم، بی‌کربنات و مواد آلی در خاک شده و رابطه گیاه با مقادیر آهک و سدیم بالا در خاک موجب محدودیت رشد این گیاه می‌شود و تمام این عوامل در محیطی نسبتاً خشک قرار داشته‌اند.

در حال حاضر استفاده از ارقام مقاوم به شوری یکی از مهم‌ترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد در زمین‌های شور و کم‌شور نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. انتخاب گیاهان مقاوم به شوری و خشکی در تمامی مراحل زندگی به‌ویژه مرحله جوانه‌زنی اهمیت دارد. علف شور یا سالسولا کراسا گیاهی است بوته-ای یک‌ساله، ساقه و برگ‌های آبدار و گوشتی، دارای انشعابات و شاخه‌های گسترده بر روی اراضی شور و به حالت کپه‌ای دیده می‌شود (Bakhsi and Mohammadi, 2012). این گیاه از جنوب اوکراین، مرکز ترکیه و شرق روسیه به غرب چین، شمال و جنوب شرقی افغانستان و شمال بلوچستان و پاکستان و از سوریه به آذربایجان و ایران پراکنش دارد (Pyankov and Mokronesov, 1991; Freitag and Duman, 2000). با توجه به مسایل کمبود آب و شوری خاک و اینکه گیاهان جنس سالسولا نقش مهمی در تأمین علوفه دام و در اصلاح و احیاء مراتع خشک و اراضی شور ایفا می‌کنند، تحقیق حاضر با هدف تعیین حد آستانه مقاومت به شوری و خشکی در گیاه *Salsola crassa* انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذرهای گیاه مورد نظر در سال ۱۳۹۱ از محوطه دانشگاه صنعتی اصفهان که در منطقه خشک با ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد، جمع‌آوری شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل تنش شوری با استفاده از نمک‌های $CaCl_2$، Nacl، KCl و ترکیب سه نمک با نسبت‌های مساوی در شش سطح ، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ گرم در لیتر و تیمار آب مقطر به‌عنوان شاهد و تنش خشکی با دوره‌های آبیاری سه روزه در شش سطح ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ روزه بود. برای انجام آزمایش تنش شوری، ابتدا ظرف‌های پتری مورد استفاده با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۵۰ درصد به مدت یک دقیقه استریل شده و چند بار با آب و بار دیگر با آب مقطر شسته شده و پس از قرار دادن کاغذ صافی در آن، تعداد ۱۰ عدد بذر سالم از گونه مورد نظر در آن قرار داده شد و مقدار ۸ میلی‌لیتر از محلول هر نمک روی کاغذ صافی ریخته و در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (ISTA,1996) و رطوبت ۹۰ درصد قرار داده شد. بذرهای جوانه‌زده به‌طور روزانه شمارش شد. منظور از بذرهای جوانه‌زده، بذرهایی است که جنین پس از آغاز رشد خود، پوشش خود را شکافته و نمایان شده باشد و ریشه‌چه به اندازه یک میلی‌متر از بذر خارج شده باشد. شمارش تا زمانی ادامه یافت که افزایشی در تعداد بذرهای جوانه‌زده مشاهده نشد و این حالت به مدت دو روز متوالی ثابت ماند. تعداد بذرهای جوانه‌زده تغییر نکرد. بنابراین مدت زمان آزمایش تنش شوری، ۶ روز طول کشید. در پایان صفاتی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی (Khosh-Khui, 2005) و سرعت جوانه‌زنی (Walker, 1990) به‌ترتیب از روابط زیر استفاده شد:

$$GP = \sum \frac{G}{N} \times 100$$

GP: درصد جوانه‌زنی، G: تعداد بذرهای جوانه‌زده و N: تعداد کل بذر.

$$VG = \sum(Fi \times ni)/N$$

N : کل بذرهای جوانه‌زده بر اساس بذر/ روز، Fi: روز شمارش، ni: تعداد بذر جوانه‌زده در همان روز و VG سرعت جوانه‌زنی.

به‌منظور انجام تنش خشکی ابتدا خاک مناسب برای کشت بذرها در گلخانه آماده شده و تعداد ۱۰ عدد از بذر مورد نظر در هر گلدان کشت شده و تا رسیدن به مقدار رشد کافی و آماده شدن برای اعمال تیمارها به‌طور منظم آبیاری شدند. به‌منظور تعیین میزان آب در هر آبیاری از ظرفیت زراعی خاک استفاده شد و در هر آبیاری مقدار مشخص آب استفاده گردید تا خطاهای مربوط به تغییرات میزان آبیاری مرتفع گردد. سپس تیمارهای آبیاری با دوره‌های سه روزه بر روی آنها اعمال شد به‌طوری‌که تیمار اول هر سه روز یک‌بار، تیمار دوم هر شش روز یک‌بار، ... و تیمار ششم هر هجده روز یک‌بار آبیاری شدند و پس از اعمال تیمارها اقدام به اندازه‌گیری ویژگی‌های ارتفاع گیاهچه، بیوماس هوایی گیاهچه و طول ریشه گیاهچه شد. در پایان به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. برای رسم نمودارها و جداول نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تنش شوری

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای شوری اعمال شده از لحاظ سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. همچنین بین سطوح مختلف شوری در هر تیمار نیز از نظر سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱). بررسی اثر شوری بر ویژگی‌های مورد مطالعه گونه *S.crassa* نشان داد که با افزایش سطح شوری کلیه صفات مورد بررسی کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین کاهش در صفات مورد بررسی مربوط به تیمار $CaCl_2$ بود، به‌طوری که در رابطه با جوانه‌زنی با افزایش شوری، این صفت از ۹۷/۵ درصد در تیمار شاهد به ۱۵ درصد در غلظت ۳۰ گرم در لیتر $CaCl_2$ کاهش یافت و غلظت‌های ۲۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر در این نمک اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و هر دو در یک گروه (c) قرار گرفتند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر *S.crassa* تحت شرایط تنش شوری

Table 1. Analysis of variance for *S.crassa* seed germination characteristics under salinity stress conditions

منابع تغییر S.O.V		درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean of squares	Sig	F
درصد جوانه‌زنی	بین گروهی	24	52076	2169/83	0/0002**	9/818**
Seed germination	درون گروهی	75	16575	221		
سرعت جوانه‌زنی	بین گروهی	24	133/04	5/543	0/0001**	10/202**
Germination rate	درون گروهی	75	40/75	0/543		
طول ریشه‌چه	بین گروهی	24	679/94	28/331	0/0001**	24/564**
Length of radicle	درون گروهی	75	86/5	1/153		
طول ساقه‌چه	بین گروهی	24	533/19	22/216	0/0002**	15/437**
Length of plumule	درون گروهی	75	107/938	1/439		

** significant at 1 percent probability **وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

شوری با ایجاد سه عامل اصلی شامل کاهش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی، جوانه‌زنی گیاه را کاهش می‌دهد. غلظت نمک و یون‌های تشکیل دهنده محلول، عوامل اصلی در کاهش درصد جوانه‌زنی هستند. تحقیقات انجام گرفته این مسأله را تأیید می‌کند که ترکیبات حاوی عنصر کلر بیشترین تأثیر را در کاهش جوانه‌زنی دارند (Garciarrabio *et al*., 2003؛ Gill *et al*., 2003؛ Sharma *et al*., 2004). در غلظت‌های متوسط یا کم، کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدود کننده جوانه‌زنی است اما در غلظت‌های بالا سمیت یونی و به دنبال آن با افزایش جذب یون‌ها بخصوص کلرور سدیم، عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل مهم ایجاد اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی محسوب می‌شود (Maghtuli and Chaichi, 2000). کاهش درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر بالا رفتن سطوح شوری را می‌توان به افزایش یون‌ها در اطراف بذر و ایجاد تنش آبی تحت تأثیر به هم خوردن تعادل اسمزی (Safarnejad and Rajabiand Postini, 2005؛ Hamidi, 2006؛ Shalhevet, 1993؛ Meeking *et al*., 1997) و کاهش جذب آب نسبت داد.

مطالعه مدت جوانه‌زنی نشان داد که با افزایش سطح شوری، سرعت جوانه‌زنی گونه مورد مطالعه کاسته شده و بیشترین کاهش در سرعت جوانه‌زنی در تیمار $CaCl_2$ مشاهده شد و از ۴/۵ (بذر در روز) در تیمار شاهد به ۰/۵ (بذر در روز) در ۳۰ گرم در لیتر $CaCl_2$ رسید و تیمارهای NaCl, KCl و ترکیب سه نمک از نظر کاهش سرعت جوانه‌زنی در یک سطح قرار داشته و اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند اما بین سطوح مختلف شوری در این تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. علت کاهش سرعت جوانه‌زنی با افزایش شوری را می‌توان حضور بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون‌ها (Karimi *et al*., 2005) و کاهش پتانسیل آبی گیاه دانست. در نتیجه کاهش پتانسیل آبی، گیاه قادر به جذب آب نبوده و با کمبود آب مواجه می‌شود (Singh *et al*., 1988; Farkhah *et al*., 2004). از طرفی افزایش غلظت یون‌ها موجب ایجاد سمیت یونی شده و درصد و سرعت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (Fenando et al.Rajabi and Pustini, 2005; 2005). بذرها برای انجام فعالیت‌های حیاتی و شروع جوانه‌زنی احتیاج به آب کافی دارند. چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های داخل بذر نیز به کندی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد، به عبارتی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Sharif *et al*., 1998). بنابراین با منفی شدن پتانسیل اسمزی محلول در شرایط شور، جذب آب دچار مشکل شده و سرعت جوانه‌زنی بذرها نسبت به شاهد کاهش یافته است.

نتایج حاصل از بررسی اثر شوری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گونه مورد مطالعه نشان‌دهنده کاهش این صفات با افزایش سطح شوری بود. اختلاف بین تیمارها در صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و بیشترین کاهش مربوط به تیمار $CaCl_2$ بود به‌طوری‌که مقدار این صفت از ۱۰ میلی‌متر در تیمار شاهد به ۱/۲۵ میلی‌متر در غلظت ۳۰ گرم در لیتر $CaCl_2$ رسید. اختلاف

بین سطوح ۲۰، ۲۵ و ۳۰ گرم در لیتر در این تیمار معنی-دار نبود و هر سه سطح در یک گروه (d) از لحاظ اثرگذاری قرار گرفتند. از نظر صفت طول ساقه‌چه نیز اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و بیشترین کاهش در تیمار $CaCl_2$ مشاهده شد به – طوری‌که بیشترین طول ساقه‌چه در تیمار شاهد با ۹ میلی‌متر و کمترین طول ساقه‌چه در غلظت ۳۰ گرم در لیتر تیمار $CaCl_2$ با ۰/۸۷ میلی‌متر مشاهده شد. یون کلر تأثیر منفی بر رشد طولی گیاهچه دارد (Hordegrec *et al*., 1990). حساسیت رشد گیاهچه به یون‌های مضر ما را به این باور می‌رساند که این یون‌ها بر نفوذپذیری غشا تأثیر منفی می‌گذارند و گیاهانی که گیاهچه قوی‌تری دارند تحت شوری از پوشش گیاهی بهتری برخوردار هستند (Yapsania *et al*., 1995؛ Allen *et al*., 1994؛ Zidanand Elera, 1995). تنش شوری با کاهش جذب آب و با ایجاد اختلال در ترشح آنزیم‌هایی از جمله آمیلاز و لیپاز مانع از تجزیه مواد اندوخته بذر شده و در نتیجه انرژی لازم جهت خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه و رشد آنها فراهم نمی‌شود (Niu *et al*., 1995) بنابراین با افزایش سطح شوری، میزان رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافته است.

همچنین با افزایش سطح شوری در هر تیمار، درصد جوانه‌زنی بذر گونه مورد مطالعه کاهش پیدا کرد به‌طوری-که در غلظت ۳۰ گرم در لیتر در همه تیمارها به کمترین حد خود رسید. از بین تیمارهای استفاده شده، تیمار $CaCl_2$ درصد جوانه‌زنی را بیش از سایر تیمارها کاهش داد به‌طوری‌که از مقدار ۱۸ درصد در تیمار شاهد به کمتر از ۱ درصد در غلظت ۳۰ گرم در لیتر $CaCl_2$ رسید. روند تغییرات وضعیت جوانه‌زنی بذرهای گونه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

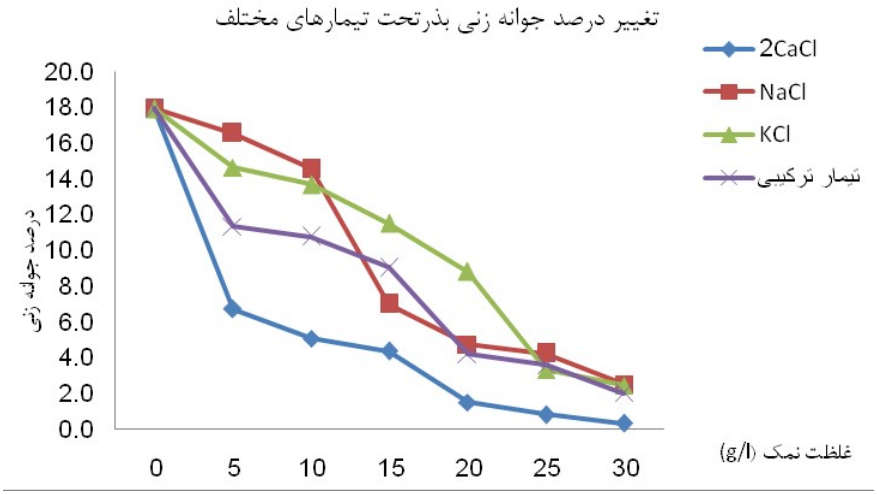
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شوری بر ویژگی‌های مورد مطالعه گونه *S.crassa*

Table 2. The mean comparison of salinity stress effect on studied characteristics of *S.crassa*

تیمار Treatment	سطوح شوری (g/L) Salinity levels	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (n/d) Germination rate	طول ریشه‌چه (cm) Length of radicle	طول ساقه‌چه (cm) Length of Plumule
$CaCl_2$	0	97/5 ^{a}	4/5 ^{a}	10 ^{a}	9 ^{a}
	5	75 ^{a}	2/75 ^{b}	4/5 ^{b}	4/5 ^{b}
	10	70 ^{ab}	3 ^{b}	3/75 ^{bc}	3/75 ^{b}
	15	67/5 ^{bc}	3 ^{b}	3 ^{c}	3/5 ^{bc}
	20	40$^{b\ c}$	1/5 ^{c}	1/75 ^{d}	2 ^{cd}
	25	30 ^{c}	1/25 ^{c}	1/25 ^{d}	1/5 ^{d}
	30	15 ^{c}	0/5 ^{c}	1/25 ^{d}	0/87 ^{d}
KCl	0	97/5 ^{a}	4/5 ^{a}	10 ^{a}	9 ^{a}
	5	92/5 ^{a}	4/5 ^{a}	10 ^{a}	8/75 ^{a}
	10	85 ^{ab}	4/25 ^{a}	9/25 ^{ab}	8 ^{a}
	15	72/5 ^{bc}	3/25 ^{ab}	7/5 ^{b}	7/5 ^{a}
	20	57/5 ^{c}	2/25 ^{bc}	5/25 ^{bc}	6/5 ^{a}
	25	37/5 ^{c}	1/5 ^{c}	4 ^{cd}	3/75 ^{b}
	30	35 ^{c}	1/5 ^{c}	2/75 ^{d}	2 ^{b}
NaCl	0	97/5 ^{a}	4/5 ^{a}	10 ^{a}	9 ^{a}
	5	92/5 ^{a}	4/5 ^{a}	9/75 ^{a}	8/25 ^{a}
	10	87/5 ^{a}	4 ^{a}	9 ^{ab}	8 ^{a}
	15	55^{b}	2 ^{b}	7 ^{ab}	5/2 ^{ab}
	20	50 ^{b}	2/25 ^{b}	۵/۷ ^{bc}	4/ 5 ^{ab}
	25	47/5 ^{b}	2 ^{b}	۵/۲ ^{c}	4/25 ^{ab}
	30	35 ^{b}	1/5 ^{b}	4/25 ^{c}	3 ^{b}
تیمار ترکیبی Combined treatment	0	97/5 ^{a}	4/5 ^{a}	10 ^{a}	9 ^{a}
	5	80 ^{a}	3/75 ^{ab}	7/5 ^{b}	7 ^{ab}
	10	77/5 ^{a}	3/75 ^{ab}	7/5 ^{b}	6/5 ^{ab}
	15	67/5 ^{ab}	2/5 ^{bc}	7 ^{bc}	6/25 ^{ab}
	20	42/5 ^{bc}	2 ^{c}	6 ^{bc}	4 ^{b}
	25	40 ^{bc}	1/75 ^{c}	5/25 ^{cd}	3/74 ^{b}
	30	32/5 ^{c}	1/5 ^{c}	3/75 ^{d}	2/75 ^{b}

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار درسطح احتمال خطای ۵ درصد ندارند.

Means of each column with same letters, based on Duncan test have not significant difference at 5 percent probability level.



شکل ۱- روند تغییر درصد جوانه زنی بذر *S.crassa* تحت تیمارهای مختلف شوری

Figure 1. The trend of seed germination percentage changing of *S.crassa* under different levels of salinity stress

تنش خشکی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین دوره‌های آبیاری اعمال شده از نظر ارتفاع گیاه، تولید زیست توده بخش هوایی و طول ریشه گیاه تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). نتایج بررسی اثر دوره‌های آبیاری نشان دهنده کاهش عوامل ارتفاع گیاه و بیوماس بخش هوایی گیاه و افزایش طول ریشه گیاه با افزایش طول دوره آبیاری بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر *S.crassa* تحت شرایط تنش خشکی

Table 3. Analysis of variance for seed germination characteristics of *S.crassa* under drought stress conditions

عامل Factor	منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean of squares	Sig	F
ارتفاع گیاهچه	تیمار Treatment	5	40/58	8/11	0/012*	4/07*
Seedlet height	خطا Error	18	35/88	1/99		
زیست‌توده گیاهچه	تیمار Treatment	5	0/193	0/039	0/025*	3/39*
Seedlet biomass	خطا Error	18	0/205	0/011		
طول ریشه	تیمار Treatment	5	13/18	2/62	0/001**	14/59**
Length of Root	خطا Error	18	3/23	0/18		

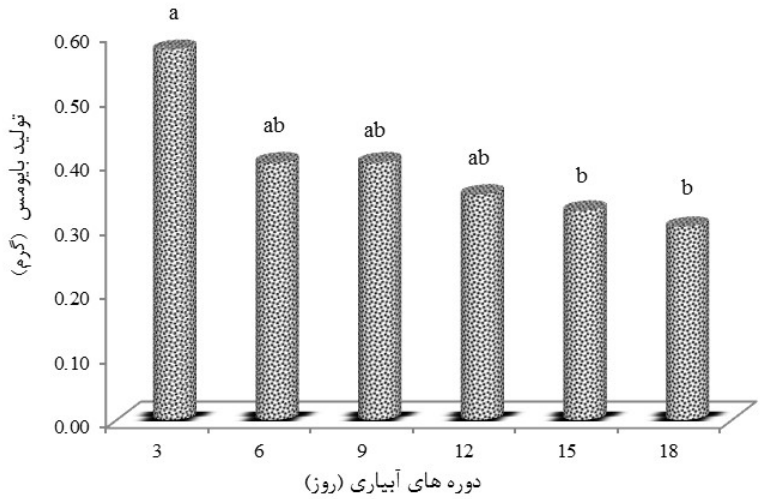
* and ** respectively significant at 5 and 1 percent probability

* و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

اختلاف تولید در بین تیمارهای مختلف اعمال شده در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. وزن زیست‌توده هوایی در دوره آبیاری سه روزه بیشترین میزان بود و در مقایسه انجام شده در یک گروه قرار گرفت. دوره‌های آبیاری ۶، ۹ و ۱۲ روزه از لحاظ تولید تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند و هر سه در یک گروه (b) قرار گرفتند و دوره‌های ۱۵ و ۱۸ روزه نیز با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند و کمترین میزان زیست‌توده هوایی را شامل شدند (شکل ۲). ارتفاع گیاه نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و در مقایسه میانگین‌ها در تیمار آبیاری سه روزه گیاه، بیشترین ارتفاع

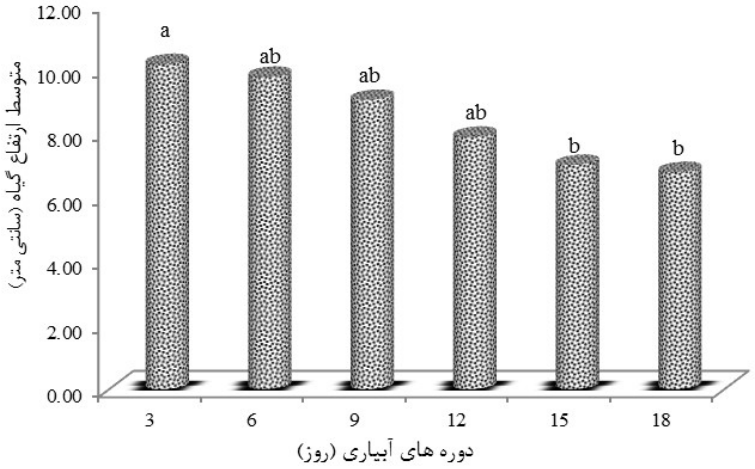
را داشته و در یک گروه قرار گرفت (a). تیمارهای ۱۵ و ۱۸ روزه از لحاظ تأثیر بر این صفت تفاوت معنی‌داری را با هم نشان ندادند (شکل ۳). شاید مهم‌ترین اثر مستقیمی که تنش خشکی بر گیاهان وارد می‌کند، تأثیر بر رشد و تولید گیاهان باشد که به صورت عینی قابل مشاهده و مقایسه می‌باشد. جذب کمتر آب، موجب کاهش عمل فتوسنتز شده و در ادامه آن تولید به سرعت کاهش خواهد یافت. توانایی گیاهان در تنش خشکی، متفاوت و درجات خشکی به نسبت‌هایی نامعین تولید را دستخوش تغییر قرار می‌دهند. نتایج این پژوهش با مطالعات کایسی و همکاران (Kayssi *et al*., 2011) که بر روی اثر تنش خشکی بر روی تولید زیست‌توده گیاهان انجام دادند، مشابه است و گیاهان از یک آستانه و تحمل بی‌آبی به بعد، به شدت تولیدات خود را کاهش می‌دهند. بدون شک ارتفاع گیاهان مرتبط با تولید آنها خواهد بود و به عبارتی افزایش ارتفاع گیاهان، افزایش تولید و زیست‌توده را به همراه دارد. به هر حال عینی‌ترین صفت گیاهان که در اثر تنش خشکی تحت تأثیر قرار می‌گیرد، ارتفاع گیاهان می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان به این نتیجه رسید که به کار بردن هر گونه تیمار تنش آبی بر روی این گیاه تأثیری هرچند ناچیز بر روی ارتفاع گیاه خواهد داشت. کاهش رشد گیاهچه می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم تجزیه کندتر مواد آندوسپرم لپه‌ها با انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد (Weisz *et al*., 1985).

تغییرات رشد ریشه بر خلاف تولید و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه نشان داد که تیمار ۱۸ روزه بیشترین اثر را بر رشد ریشه داشته به‌طوری‌که ریشه در این تیمار بیشترین رشد و در تیمار ۳ روزه کمترین رشد را داشته است (شکل ۴). هنگامی‌که گیاه با تنش بالایی در خصوص آب مواجه می‌شود قسمت اعظمی از توان خود را صرف گسترش و افزایش تولید ریشه می‌کند تا آب مورد نیاز خود را جذب نماید و بدین ترتیب تولید بالای سطح خاک سطوح بالای تنش کمتر از بقیه موارد بوده است. این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیق مونس و همکاران (Munns *et al*., 1996) و مشاهده اثر تنش خشکی بر روی رشد ریشه مشابه است. همول و همکاران (Hummel *et al*., 2010) اثر تنش خشکی بر گیاه را در قسمت ساقه گیاه نسبت به ریشه بیشتر بیان نموده‌اند در صورتی که این آزمایش نتایجی عکس را نمایان ساخت و مشاهده شد که تنش خشکی تأثیر بیشتری بر رشد ریشه گیاه داشته است.



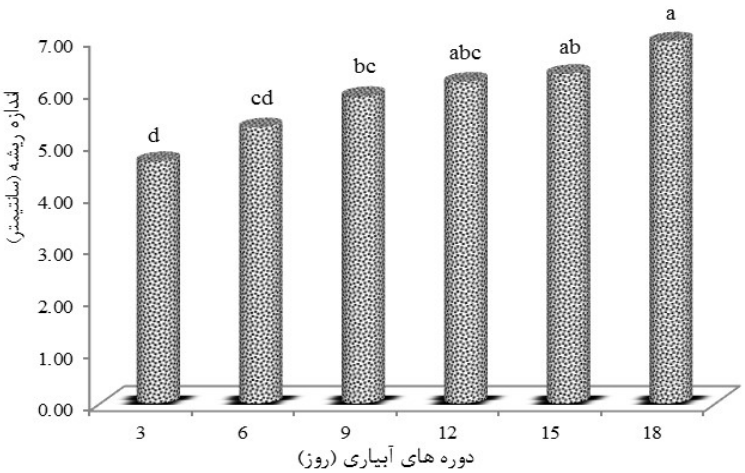
شکل ۲- مقایسه میانگین تولید گیاهچه *S.crassa* در سطوح مختلف خشکی

Figure 2. The mean comparison of seedlet biomass in *S.crassa* at different levels of drought stress



شکل ۳- مقایسه میانگین ارتفاع گیاهچه *S.crassa* در سطوح مختلف خشکی

Figure 3. The mean comparison of seedlet height in *S.crassa* at different levels of drought stress



شکل ۴- مقایسه میانگین طول ریشه گیاهچه *S.crassa* در سطوح مختلف خشکی

Figure 4. The mean comparison of seedlet root length in *S.crassa* at different levels of drought stress

قابل توجه است که تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاهی قابل استناد می‌باشد و برای آگاهی از چگونگی عکس‌العمل گیاه به تنش شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی در عرصه‌های طبیعی لازم است که همانند این آزمایش در شرایط طبیعی و در مناطق مختلف انجام شود تا با نتایج به‌دست آمده بتوان مقاومت گونه را در این مرحله معرفی نمود. در پایان قابل تأمل است که با انجام چنین تحقیقاتی می‌توان گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور معرفی کرده و از آنها برای ایجاد پوشش گیاهی مرتعی مقاوم به شوری و خشکی در مناطق مختلف استفاده نمود. همچنین از جمله نتایج حاصل از این گونه تحقیقات برای بخش‌های اجرایی مختلف می‌توان به افزایش آگاهی محققین و کمک به آنها در زمینه شناخت بهتر از درجه مقاومت به شوری و خشکی گونه‌های شورپسند، استفاده از گونه‌های شورپسند با محدوده مقاومت به شوری متفاوت در مناطق مختلف کشور، کمک به افزایش پوشش گیاهی پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک و در نهایت کمک به افزایش ذخیره علوفه‌ای مورد نیاز دام‌ها و همچنین کمک به حفاظت آب و خاک نام برد. همچنین از آنجایی‌که بیشتر مراتع نیاز به اصلاح و احیا دارند، ضروری است که تحقیقات پایه‌ای در رابطه با گیاهانی که به این مناطق سازگارند، صورت گیرد و گونه‌های مقاوم معرفی شوند.

منابع

Allen, G.J., Wynjones, R.G. and Leigh, R.A. 1995. Sodium transport measured in plasma membrane vesicles isolated from wheat genotypes with differing K/Na discrimination traits. Plant Cell and Environmental, 18: 105-115. **(Journal)**

Amini, F. and Ehsanpour, A.A. 2004. Selection of salt tolerant cell lines from cell suspension cultures of alfalfa (Medicago sativa). Iranian International Journal of Scences, 5(2):145-150. (In Persian) **(Journal)**

Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2005. Pre sowing seed treatment – Ashotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223- 265. **(Journal)**

Farkhah, A., Heidari Sharif Abad, H., Ghorbanali, H.M. and Shaker Bazarno, H. 2004. Salinity effect on germination of Aeluropus lagopoides, Alhagi persarum and Salsola dendroides. Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetics Research, 11(1): 1-3. **(Journal)**

Fenando, E.P., Boero, C., Gallar, M. and Gonzales, J. 2000. Effect of Nacl on germination, growth, and soluble suger content in *Chenopodium quinona* seeds. Botany Bulletin Academics, 41: 27-34. **(Journal)**

Garciarrabio, A., Legaria, J.P. and Covarrubias, A.A. 2003. Abscisic acid inhibits germination of mature Arabidopsis seeds by limiting the availability of energy and nutrients**.** Planta, 2: 182-187. **(Journal)**

Ghorbanian, D. and Jafari, M. 2008. Interrelations between soil and plant in Salsola rigida. Journal of Rangeland and Desert Researches, 14: 1-7. .(In Persian) **(Journal)**

Gill, P.K., Sharma, A.D., Singh, P. and Bnullar, S.S. 2003. Changes in germination, growth and soluble sugar contents of sorghum bicolor Moench seeds under various abiotic stresses. Plant Growth Regulation, 40: 157-162. **(Journal)**

Guma, I.R., Padro n-Mederos, M.A., Santos-Guerra, A. and J.A. Reyes-Betancort, 2010. Effect of temperature and salinity on germination of Salsola vermiculata L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. Journal of Arid Environments, 74: 708–711. **(Journal)**

Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P., 2001. On farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Systems, 69: 151-164. **(Journal)**

He, Y.L., Liu, Y.L., Chen, Q. and Bian, A.H., 2002. Thermotorerance related to antioxidation induced by salicylic acid and heat hardening in tall fescue seedlings. Journal of Plant Physiology, Molecular and Biology, 28(2): 89-95. **(Journal)**

Hordegrec, S.P. and Emmerich, W.E. 1990. Partitioning water potential and specific salt effects on seed germination of four grasses. Annuals of Botany, 66: 587-595. **(Journal)**

Hummel, I. 2010. Arabidopsis plants acclimate to water deficit at low cost through changes of carbon usage: An integrated perspective using growth, metabolite, enzyme, and gene expression analysis**.** Plant Physiology, 154: 357–372. **(Journal)**

Karimi, Gh., Heidari Sharif Abad, H. and Assareh, M.H. 2005. Effects of salinity on seed germination, seedling establishment and prolin content in Ayriplex verrucifera. Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetics Research, 12(4): 419-432. (In Persian) **(Journal)**

Kayssi, A., Shihab, R., and Mustafa, S. 2011. Impact of soil water stress on Nigellone oil content of black cumin seeds grown in calcareous-gypsifereous soils. Agricultural Water Management, 100: 46– 57. **(Journal)**

Khosh-Khui, M. 2005. Plant propagation: Principle and practices (translated in Persian). Shiraz univ. Press, 983pp. (In Persian) **(Book)**

Maghtuli, M. and Chaichi, M.R. 2000. Investigation on salinity and salt kind effect on seed germination and initial growth of Sorghum. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, 4:33-40. .(In Persian) **(Journal)**

Meeking. J.F., Egan, T.P., Irwin. A. and Ungar A. 1997. The Effect of different Salts of Sodium and Potassium. Nutrition, 20(123): 1723 - 1730. **(Journal)**

Mosleh Arani, A., Bakhshi Khanieki, Gh., Nemati, N. and Soltani, M. 2011. Salinity effect on seed germination and vigority of Salsola arbuscula, Salsola yazdiana, Salsola abarghuensis. Journal of

Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetics Research, 18(2): 267-279. (In Persian) **(Journal)**

Munns, R., Cramer, G. and Ball, M. 1996. Interactions between Rising C02, Soil Salinity, and Plant Growth. 29. **(Book)**

Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M. and Pardo, J.M. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environment. Plant Physiology, 109: 735- 742. **(Journal)**

Rajabi, R. and Postini, K. 2005. Effect of Nacl on thirty caltivars of bread whaet seed germination. Agricultural Science, 27(1): 29-45. **(Journal)**

Safarnejad, A. and Hamidi, H. 2006. Effects of salinity on seed germination and seedling growth of some medicinal plants. National conference of sustainable development of medicinal plants. (In Persian) **(Conference)**

Shalhevet, J. 1993. Plant under salt and water stress. In: plant adaptation to environmental stress, 133-154. Chaoman and Hall. **(Part of Book)**

Sharif, M.A., El-Beshbeshy, T.R. and Richter, C. 1998. Response of some Egyptain varieties of wheat to salt stress throught potassium application. Seed Abstracts, 21 (10): 470. **(Journal)**

Sharma, A.D., Thakur, M., Rana, M. and Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in sorghum bicolor L. Moench seeds. African Journal of Biotechnology, 3: 308-312. **(Journal)**

Singh, K.N.D., Sharma, K. and Chillar, R.K. 1988. Growth, yield and chemical composition of different oil seed ceop as influenced by sodicity. Journal of Agricultural Sciences, 3:459-463. **(Journal)**

Stone, J.E., Marx, D.B. and Dobrenz, A.K. 1979. Interacteion of sodium chloride temperature on germination of two alfalfa cultivars. Agronomy Journal, 71: 425-427. **(Journal)**

Szabolcs, I. 1994. Soils and salinisation. *In*: Handbook of Plant and Crop Stress (Ed.): M. Pessarakali. pp. 311. Marcel Dekker, New York. **(Book)**

Walker, M.K. and Sesing, J. 1990. Temperature effect on embryonic acid level in during development of wheat grain dormancy. Journal of Plant Regulation, 9: 51-56. **(Journal)**

Weisz, P.R., Denison R.F. and Sinclair, T.R. 1985. Response to drought stress of nitrogen fixation (acetylen reduction) rates by field grown soybean. Plant Physiology, 78: 525-530. **(Journal)**

Yapsania, T., Moustakas, M. and Domiandou, K. 1994. Protein Phasporylation dephosphorylution in alfalfa seeds germinating under salt stress. Journal of plant physiology, 143: 234-240. **(Journal)**

Zare, M., Mehrabi Oladi, A.A. and Sharaf zadeh, Sh. 2006. Investigation of GA3 and Kinetin Effects on Seed Germination and Seedling Growth of Wheat under Salinity Stress. Journal of Agricultural Sciences, 12(4): 855-865.(In Persian) **(Journal)**

Zidan, M.A. and Elera, M.A. 1995. Effect of salinity on germination, seedling growth and some metabolic changes in four plant species (umbeliferea). Indian Journal of Plant Science, 38: 57-61. **(Journal)**

The effect of drought and salinity stress on seed germination characteristic and seedling growth of *salsola crassa* under laboratory and greenhouse conditions

Ali Tavili*[1], Nasibeh Ghanbari[2], Habib Yazdanshenas[2]

Received: October 3, 2014 Accepted: January 11, 2015

Abstract

Moisture deficiency and soil salinity are two inhibiting factors that affect the forage production in rangelands, so that moisture and salinity are the main barriers for plants reproduction at the seed germination time. Therefore, in this study, the effect of different level of salinity and moisture on the germination characteristic in *Salsola crassa* was conducted. Factorial experiment in a randomized complete block design with four replicates was performed. Three common salts which are found in rangelands including: Calcium Chloride ($CaCl_2$), Potassium Chloride (KCl), Sodium Chloride (NaCl) and a combination of three salt treatments at six levels containing: 5, 10,15,20,25 and 30 g/l were used under laboratory conditions. Also distilled water was used as control. Drought stress effects were studied at the greenhouse condition in which treatments was included irrigation periods with an interval of three days in four replications. Investigated characteristics were including: percentage and speed of germination, root and shoot length, height and aerial biomass. The results showed that all seedling characteristics changed under increasing salinity and drought stress levels ($P<0/01$). Salinity levels showed significant effects on germination percentage and velocity, seedling root and shoot length. Drought stress, significantly affected plant height and aerial biomass ($P<0/05$), but increasing in stress level, resulted in increasing of root length ($P<0/01$).The irrigation period of 18 days interval showed the lowest plant height and production, and the highest root length. Overall, drought stress's 15 and 18 days interval treats and also, salinity stress's $CaCl_2$ with 30 g/l concentration had the most negative effect on investigated characteristics.

Keywords: Germination rate, Irrigation period, Seedling height, Seedling length

1: Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
2,3: MSc. Of Rangeland Management, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
*Corresponding author: atavili@ut.ac.ir