بررسی تحمل به شوری گیاه توت روباه (*Poterium sanguisorba*) از طریق برخی خصوصیات فیزیولوژیکی

آناهیتا شریعت[۱]* و حسین حیدری شریف آباد[۲]

۱*- **نویسنده‌ی مسؤول:** کارشناس ارشد مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور (shariat@rifr-ac.ir)

۲- دانشیار مؤسسه‌ی تحقیقات ثبت،کنترل و گواهی بذر و نهال

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۱۵

چکیده

شوری یکی از فاکتورهای محیطی می‌باشد که منجر به کاهش و یا تاخیر در جوانه‌زنی دانه‌های گیاهان می‌شود. همچنین بر استقرار و رشد گیاهان هالوفیت و گلیکوفیت موثر می‌باشد. گیاه توت روباه از لحاظ دارویی، علوفه‌ای، زینتی از اهمیت فراوانی برخوردار است. این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه تحمل به شوری در گیاه مذکور در مرحله جوانه‌زنی و رویشی در آزمایشگاه فیزیولوژی مؤسسه ی تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. در این تحقیق اثر پنج تیمار نمک طعام (NaCl)، شامل غلظت های صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار در سه تکرار در یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در اتاقک رشد بر گونه ی *Poterium sanguisorba* بررسی شد. علت استفاده از غلظت‌های فوق عدم تحمل گیاه به مقادیر بالاتر نمک بود به طوری که در ابتدا طی یک آزمایش تیمارهای نمک از غلظت صفر تا ۲۰۰ میلی مولار استفاده گردید ولی به دلیل عدم تحمل گیاه به غلظت بیش تر از ۱۰۰ میلی مولار تیمارهای آزمایش تغییر داده شد و از دامنه ۰ تا ۱۰۰ میلی مولار استفاده گردید. با افزایش غلظت نمک بر میزان درصد جوانه‌زنی افزوده و از میزان شاخص بنیه ی بذر کاسته شد. همچنین افزایش تنش شوری با غلظت ۷۵ میلی مولار نمک در نهال های سه ماهه منجر به افزایش میزان پرولین و قندهای محلول گردید، ولی مقادیر بالاتر نمک باعث کاهش در دو شاخص ذکر شده گردید. میزان رنگیزه‌های گیاهی (کلروفیل کل، a، b و کاروتن) با شاخص‌های رشد و میزان درصد رطوبت نسبی برگ نیز با افزایش غلظت تیمارهای شوری کاهش یافتند. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از توت روباه جهت احیای مناطقی با شوری حدود ۷۵ میلی مولار نمک استفاده نمود ولی مقادیر بیش تر نمک باعث کاهش محصول می‌گردد.

کلید واژه‌ها: تنش شوری، توت روباه، کلروفیل، پرولین، قندهای محلول

مقدمه

توت روباه یک گیاه دگرگرده افشان، دیپلوئید و متعلق به خانواده *Rosaceae* می‌باشد. این گیاه به خوبی در خاک‌های فقیر مناطق سرد و خشک زندگی می‌کند (۲). در بسیاری از کشورها از جمله ترکیه به عنوان یکی از مهم ترین محصولات علوفه‌ای در اوایل بهار (۱۰٪ پروتئین در ماده خشک) برای دام محسوب می‌شود. کیفیت غذایی آن مشابه با یونجه و اسپرس می‌باشد و باعث نفخ در حیوانات نمی‌گردد (۲۶). برگ های این گیاه مزه‌ای شبیه به خیار می‌دهد که در سوپ ها، انواع سالاد و نوشیدنی‌های خنک از آن استفاده می‌شود. متابولیت‌های ثانویه این گیاه نیز می‌توانند به انواع پنیر، کره و سرکه به منظور طعم دهی اضافه شود (۲). اروپائی ها در طب سنتی از این گیاه برای التیام زخم‌های متورم، کاهش التهاب زخم‌ها و سوختگی‌های

موضعی استفاده می‌کنند. تحقیقات روس ها نشان می‌دهد که استفاده از برگ های این گیاه باعث تسریع جریان خون و افزایش ایمنی بدن می‌شود. بیش ترین استفاده این گیاه در درمان اسهال خونی و لوکوره می‌باشد. همه قسمت های این گیاه خاصیت قابض کنندگی داشته ولی ریشه‌ها حداکثر خاصیت قابض کنندگی را دارند (۷). از ریشه‌ها برای تولید رنگ سیاه در دباغی چرم ها نیز استفاده می‌شود (۹). کاشت این گیاه چند ساله بسیار آسان است. دانه‌ها در اواخر پاییز یا اوایل بهار کاشته می‌شوند. این گیاه روز بلند است و خاک قلیایی را ترجیح می‌دهد (۲۸).

تجمع نمک در زمین‌های تحت آبیاری خصوصاً در گیاهان غیر هالوفیت یکی از مهم ترین عوامل کاهش محصول می‌باشد. افزایش سدیم در خاک مانع رشد بسیاری از گیاهان گلیکوفیت و حساس به شوری می‌شود (۱۸). اولین پاسخ گیاهان به شوری تنظیم اسمزی و تجمع مواد محلول سازگار از جمله پرولین، گلیسین، بتاین و قندهای محلول می‌باشد (۱۸، ۲۳ و ۲۷). پرولین به عنوان یک منبع کربن و نیتروژن جهت بازیابی سریع رشد برخی ماکرومولکول ها و پایداری غشا در نظر گرفته شده است. هالوفیت‌ها مقدار قابل توجهی از پرولین را در سیتوسول ذخیره می‌کنند (۳۳).

از نظر مقاومت به شوری در این گیاه شریعت و حیدری شریف آباد[1] اثر تیمارهای مختلف نمک طعام (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار) را بر روی جوانه زنی بذرها مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که با افزایش شوری میزان جوانه زنی افزایش می‌یابد همچنین شوری باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (۲۹). در این تحقیق هدف تشخیص تحمل شوری جهت معرفی این گیاه برای احیای زمین های متاثر از شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه فیزیولوژی مؤسسه ی تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور (تهران) در سال ۱۳۸۸ انجام پذیرفت. ابتدا بذرهای گونه *Poterium sanguisorba* توسط الکل ۷۰٪ به مدت ۱۰ ثانیه ضدعفونی گردیدند و سپس با آب مقطر سه مرتبه شست و شو و به مدت ۲۰ دقیقه در محلول بنومیل ۱ در هزار ضدعفونی شدند (۱). در ضمن کلیه وسایل از جمله پتری دیش ها و کاغذ صافی ها در اتوکلاو استریل گردید. بعد از آماده نمودن پتری‌ها، در داخل هر یک ۳۰ عدد بذر قرار داده شد و تیمارهای شوری (تیمار صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار NaCl) در سه تکرار اعمال گردید. بدین منظور در ابتدا تیمارهای صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار نمک طعام (NaCl) در نظر گرفته شد ولی به دلیل حساسیت این گیاه در مقادیر بالاتر از ۱۰۰ میلی مولار نمک در مرحله ی آزمایش های گلدانی گیاهان در طول چند روز پژمرده شده و خشک گردیدند و لذا شاخص‌های مختلف مورد بررسی واقع نشد. البته در آزمایش های مرحله ی جوانه‌زنی در پتری دیش این حساسیت بسیار کم تر بود. به همین دلیل آزمایش برای بار دوم با غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ تکرار گردید. سپس پتری دیش ها با پارافیلم پوشانده شدند و در داخل اتاقک رشد با دمای روزانه ۲۳ درجه ی سانتی گراد (۱۲ ساعت) و شبانه ۱۸ درجه ی سانتی گراد (۱۲ ساعت) قرار داده شدند. یادداشت برداری ها با توجه به تاریخ اولین جوانه‌زنی از روز چهارم آغاز گردید و هر ۴ روز یک بار انجام و تا روز ۲۴ ادامه یافت. همچنین همراه با یادداشت برداری ها درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نیز اندازه گرفته شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه شدند. لازم به ذکر است که داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی با استفاده از روش Arc Sin نرمال گردیدند و بعد تجزیه ی

1-Shariat & Heidari Sharif Abad

واریانس شدند. شاخص بنیه ی بذر (VI[1]) نیز با استفاده از معادله ی ذیل محاسبه گردید:

$$VI = \frac{\text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{میانگین طول گیاهچه (mm)}}{۱۰۰}$$

شاخص بنیه ی بذر، تابعی از رشد طولی گیاهچه (طول ریشه و ساقه) و درصد جوانه‌زنی است؛ بنابراین هم تابعی از درصد جوانه‌زنی و سرعت تجمعی جوانه‌زنی بوده است که با استفاده از روش عیسوند و علیزاده محاسبه گردید (۱۶).

جهت بررسی تیمارهای شوری در مرحله رویشی ابتدا بذرها در گلدآن های حاوی سیلیس با اندازه‌های ۲-۱ میلی متر در داخل اتاقک رشد با دمای روزانه ۲۳ درجه ی سانتی گراد (۱۲ ساعت) و شبانه ۱۸ درجه ی سانتی گراد (۱۲ ساعت) کاشته شدند. گلدان ها نیز با استفاده از آب ژاول ۲۰٪ ضدعفونی شدند. بعد از شروع جوانه‌زنی جهت آبیاری گلدان ها از محلول غذایی هوگلند (۱۱) استفاده شد. بعد از گذشت سه ماه تیمارهای مختلف شوری شامل صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار نمک طعام (NaCl) در سه تکرار در قالب طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی اعمال گردید. بعد از گذشت ۲۰ روز از اعمال تیمارها گیاهان به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های وزن تر ریشه و ساقه، درصد رطوبت نسبی برگ، میزان کلروفیل a، b و کل، کاروتنوئید، قندها و پرولین برداشت شدند. برای اندازه‌گیری میزان کل قندهای محلول از روش آنترون استفاده شد (۱۵). محتوی پرولین نیز بر اساس وزن تر با استفاده از روش بیتز و همکاران اندازه‌گیری شد (۵). رنگدانه‌های گیاهی نیز با استفاده از حلال استن استخراج شدند (۱۹ و ۳۲). ابتدا ۰/۲۵ گرم برگ تازه با ۵ میلی گرم آب مقطر در یک هاون چینی ساییده و محلول حاصل با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. آن گاه ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول حاصل با ۴/۵ میلی استن ۸۰ درصد مخلوط و سانتریفوژ (۳۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه) گردید. آنگاه میزان جذب محلول رویی توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ۴۹۰، ۶۳۸، ۶۴۵، ۶۶۳ نانومتر اندازه گیری و با استفاده از فرمول های زیر مقادیر رنگیزه‌های گیاهی تعیین گردید.

Total Chl gr/L = (۰/۰۰۸۰۲)(OD۶۶۳) + (۰/۰۲۰۲)(OD۶۴۵)

Chl a gr/L = (۰/۰۱۲۷)(OD۶۶۳) – (۰/۰۰۲۶۹)(OD۶۴۵)

Chl b gr/L = (۰/۰۲۲۹)(OD۶۴۵) – (۰/۰۰۴۴۸)(OD۶۳۸)

Caroten = (۰/۱۱۴)(OD۶۶۳) – (۰/۶۳۸)(OD۶۴۵) – (OD۴۹۰)

OD :Optical Density

Chl: Chlorophyll

درصد رطوبت نسبی برگ (RWC[2]) نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$RWC = \frac{WF-WD}{WT-WD} \times ۱۰۰$$

WF: وزن تر برگ ها،

WD: وزن خشک برگ ها،WT وزن آماس برگ ها و تعیین میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع نیز اندازه‌گیری شد:

$$WSD^{۳} = 100 - RWC$$

صفاتی از قبیل ریزش، خشکیدگی، پژمردگی و زردی برگ ها بعد از گذشت ۲۰ روز از اعمال تیمارهای مختلف شوری اندازه‌گیری شدند. نحوه ی نمره دهی صفات با استفاده از روش مشاهده‌ای و بر اساس درصد انجام گرفت. به طور مثال جهت اندازه گیری صفت ریزش، بعد از اتمام تیمارهای شوری به صورت مشاهده‌ای درصد برگ های ریخته شده در پای گلدان برآورد گردید. همچنین جهت برآورد برگ های

1- Vigour Index

2-Relative Water Content

3-Water Saturation Defficient

پژمرده و زرد درصد برگ هایی که پژمرده یا زرد شده بودند برآورد گردید. تعدادی از برگ ها نیز بر روی بوته به صورت خشکیده باقیمانده که درصد آن ها نیز برآورد گردید. جهت اندازه گیری وزن خشک ریشه و ساقه اندام هوایی و ریشه‌ها از یک دیگر جدا گردیده و در داخل پاکت‌هایی که از قبل وزن شده بودند قرار داده شده و بعد از توزین وزن تر به مدت ۴۸ ساعت در درون آون با دمای ۷۰ درجه ی سانتی گراد قرار داده شده و بعد از آن میزان وزن خشک آن ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژی و مورفولوژی در مرحله ی جوانه‌زنی و در مرحله ی رویشی با نرم‌افزار SPSS 9 آنالیز شدند.

نتایج

اثر شوری بر شاخص جوانه زنی

نتایج حاصل از مقایسه ی میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود بین تیمارهای شوری در درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه ی بذر اختلاف کاملا معنی‌دار وجود دارد. به طوری که از نظر درصد جوانه‌زنی تیمارهای شوری به دو گروه دسته بندی شدند. کم ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد بود و سایر تیمارها (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) نیز در یک گروه قرار گرفتند که در میان آن ها بیش ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی مولار نمک طعام بود ولی از نظر آمار تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کلرید سدیم نداشت. از نظر شاخص بنیه ی بذر نیز تیمارها به سه گروه دسته بندی شدند. به طوری که با افزایش غلظت نمک از میزان این شاخص به ترتیب از تیمار شاهد تا تیمار ۱۰۰ میلی مولار کاسته گردید. با توجه به این که شاخص بنیه ی بذر از میانگین مجموع طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه ضربدر درصد جوانه‌زنی تقسیم بر ۱۰۰ حاصل می‌شود می‌توان گونه‌هایی را که از نظر این شاخص بالاتر هستند را به عنوان گیاهان متحمل‌تر نسبت به شوری معرفی نمود. اثر تیمارهای مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی در شکل ۱ نشان داده شده است. با افزایش مقدار نمک درصد جوانه‌زنی افزایش، در حالی که طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و شاخص بنیه ی بذر کاهش یافت.

اثر تنش شوری بر رنگیزه‌های گیاهی

نتایج حاصل از جدول مقایسه ی میانگین میزان رنگیزه‌های گیاهی (جدول ۱) نشان داد که از نظر کلروفیل کل، a ، b و کاروتن بین تیمارهای مختلف شوری اختلاف کاملاً معنی‌داری وجود دارد. از نظر میزان کلروفیل کل تیمارها به چهار گروه دسته بندی شدند. تیمار شاهد بیش ترین میزان کلروفیل را به خود اختصاص داد و تیمار ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار کم ترین مقدار را نشان داد. از نظر میزان کلروفیل a نیز تیمارها به سه گروه و از نظر کلروفیل b تیمارها به دو گروه دسته بندی گردیدند. مقدار کاروتن با افزایش نمک روند مشخصی را نشان نداد به طوری‌که تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ تیمارهای حد واسط بودند. به طور کلی مقدار رنگیزه‌های گیاهی با افزایش مقدار نمک کاسته شد (جدول ۱). شکل شماره ۱ نیز موید کاهش میزان رنگیزه‌های گیاهی در اثر افزایش نمک می‌باشد. البته در مورد کاروتن این اثر روند مشخص را نشان نداد.

اثر تنش بر میزان پرولین و قندهای محلول

تنش شوری غلظت پرولین و قند برگ ها را به ترتیب از تیمار شاهد تا تیمار ۷۵ میلی مولار افزایش داد. ولی در تیمار ۱۰۰ میلی مولار میزان قند و پرولین کاهش یافت. آزمون دانکن، تیمارها را از نظر مقدار پرولین به دو گروه دسته بندی نمود؛ به طوری که تیمار ۷۵ میلی مولار در یک دسته و سایر تیمارها در دسته ی دیگر قرار گرفتند. از نظر مقدار قند نیز تیمار ۷۵ میلی مولار

جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین صفات مختلف توت روباه به روش دانکن

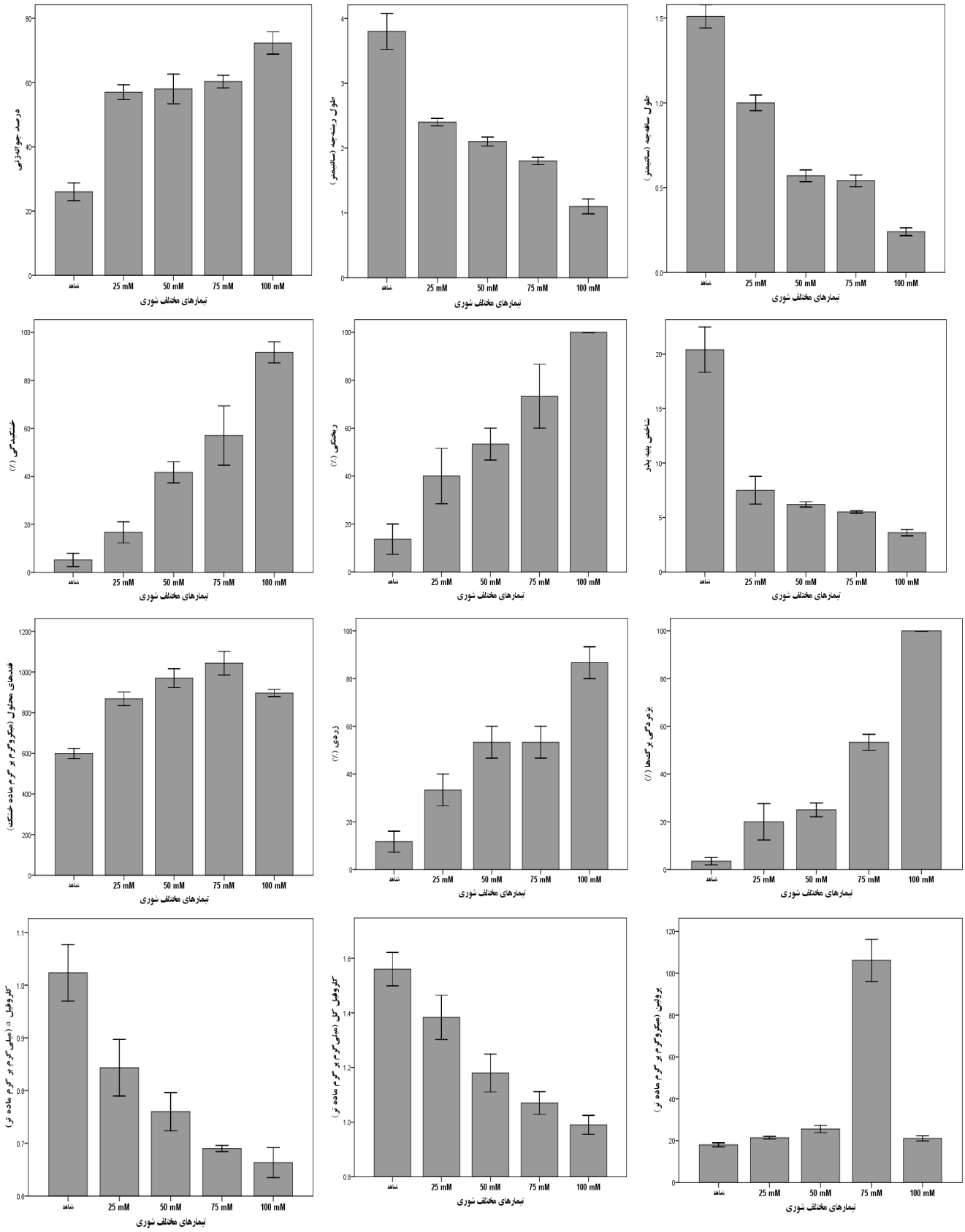
صفات منابع تغییر	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	جوانه زنی (درصد)	شاخص بنیه‌ی بذر (درصد)	ریزش برگ	خشکیدگی برگ ها (٪)	پژمردگی برگ ها (٪)	زردی برگ (٪)
شاهد	۲±۰/۴ a	۰/۴±۰/۱۵ a	۱/۵۱±۰/۰۶a	۳/۸±۰/۲۴a	۲۶±۲/۴ b	۲۰/۴±۱/۸ a	۱۳/۶±۶/۳d	۵/۱±۲/۷ c	۳/۵±۱/۵ d	۱۱/۶±۴/۴ c
۲۵mM	۲±۰/۳۷ a	۰/۴۵±۰/۰۳ a	۱±۰/۰۴b	۲/۴±۰/۰۵b	۵۷±۲ a	۷/۵±۱/۱b	۴۰±۱۱/۵cd	۱۶/۶±۴/۴ c	۲۰±۷/۶ c	۳۳/۳±۶/۶ b
۵۰mM	۲/۳۲±۰/۸ a	۰/۲۸±۰/۰۸ a	۰/۵۷±۰/۰۳c	۲/۱±۰/۰۶bc	۵۸±۸/۸ a	۶/۲±۰/۲۱b	۵۳/۳±۶/۶bc	۴۱/۶±۳/۴ b	۲۵±۲/۸ c	۵۳/۳±۶/۶ b
۷۵ mM	۲/۳۸±۰/۲۷ a	۰/۳۶±۰/۰۲ a	۰/۵۴±۰/۰۳c	۱/۸±۰/۰۵c	۶۰/۳±۱/۷ a	۵/۵±۰/۱ab	۷۳±۱۳ab	۵۷±۱۲/۳ b	۵۳±۳/۳ b	۵۳/۳±۶/۶ b
۱۰۰ mM	۱/۴±۰/۱۵ a	۰/۲۶±۰/۰۵ a	۰/۲۴±۰/۰۲d	۱/۱±۰/۱d	۷۲/۳±۳ a	۳/۶±۰/۲۵c	۱۰۰a	۹۱/۶±۴/۴ a	۱۰۰ a	۸۶/۶±۶/۶ a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ نمی‌باشند.

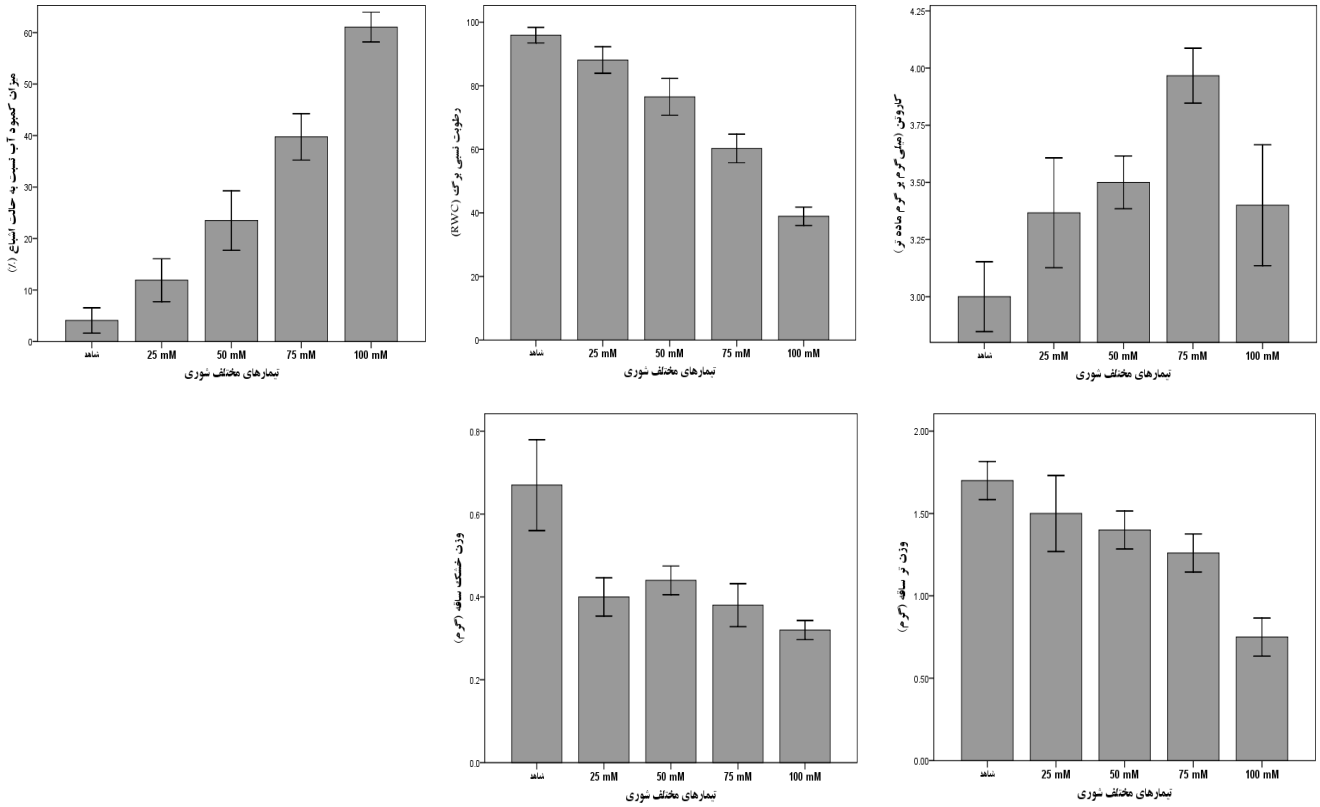
ادامه ی جدول ۱- جدول مقایسه ی میانگین صفات مختلف توت روباه به روش دانکن

صفات منابع تغییر	قند (میکروگرم بر گرم ماده خشک)	پرولین (میکروگرم بر گرم ماده تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم ماده تر)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم ماده تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم ماده تر)	کاروتن (میلی گرم بر گرم ماده تر)	RWC	WSD	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
شاهد	۵۹۹±۲۹d	۱۸±۱/۴ b	۱/۵±۰/۲a	۱/۰۲±۰/۰۵a	۰/۳۸±۰/۰۴ a	۳±۰/۱۵b	۹۵/۹±۱/۳b	۴/۱±۱/۳e	۱/۷±۰/۱ a	۰/۶۷±۱/۹ a
۲۵mM	۸۶۸±۳۲/۲c	۲۱/۳±۱/۵ b	۱/۴±۰/۲ b	۰/۸۴±۰/۶ b	۰/۲۶±۰/۰۱ b	۳/۳±۰/۲۴ab	۸۸/۱±۳/۲b	۱۱/۹±۳/۲d	۱/۵±۰/۲ ab	۰/۴±۰/۰۸ b
۵۰mM	۹۷۰±۲۷b	۲۵/۵±۲/۷ b	۱/۱۸±۰/۱ c	۰/۷±۰/۰۴bc	۰/۲۸±۰/۰۳ b	۳/۵±۰/۲۱ab	۷۶/۵±۲/۹c	۲۳/۴±۲/۹c	۱/۴±۰/۱ ab	۰/۴۴±۰/۰۶ b
۷۵ mM	۱۰۴۳±۳۵a	۱۰۶/۱±۱۰ a	۱/۰۷±۰/۱ d	۰/۶۹±۰/۰۴ c	۰/۲۲±۰/۰۲ b	۳/۹±۰/۲b	۶۰/۳±۲/۲d	۳۹/۷±۲/۲b	۱/۲۶±۰/۱ b	۰/۳۸±۰/۰۹ b
۱۰۰ mM	۸۹۷±۲۵c	۲۱±۱/۶ b	۰/۹۹±۰/۰۶ d	۰/۶۶±۰/۰۳ c	۰/۲۱±۰/۰۲ b	۳/۴±۰/۲۸ab	۳۹±۲/۴ e	۶۱±۲/۴a	۰/۷۵±۰/۱ c	۰/۳۲±۰/۰۴ b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ نمی‌باشند.



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف شوری بر صفات مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک



ادامه‌ی شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف شوری بر صفات مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک

با بیش ترین مقدار در یک گروه، تیمار ۲۵ و ۱۰۰ در گروه دیگر ، تیمار ۵۰ نیز در یک گروه و تیمار شاهد نیز با کم ترین مقدار در یک گروه قرار گرفت. شکل شماره ی ۱ نیز بیانگر افزایش میزان قندهای محلول و پرولین تا میزان شوری ۷۵ میلی‌مولار و سپس کاهش می‌باشد.

اثر تنش شوری بر صفات RWC، WSD، وزن تر و خشک ساقه و ریشه:

جدول مقایسه ی میانگین (جدول ۱)، تیمارهای مختلف را از نظر شاخص‌های RWC و WSD به پنج گروه تقسیم بندی نمود. به طوری‌که هر یک از تیمارها در یک دسته مجزا قرار گرفتند. از نظر وزن تر ساقه تیمارها به سه گروه و از نظر وزن خشک ساقه به دو گروه دسته بندی شدند.به طور کل به کار بردن تیمار شوری باعث کاهش وزن ساقه گردید ولی اثری بر روی وزن ریشه نشان نداد. به طوری‌که بین تیمارهای مختلف شوری از نظر وزن خشک و وزن تر هیچ گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در شکل ۱ نیز کاهش میزان وزن تر و خشک ساقه نشان داده شده است ولی با توجه به عدم معنی‌داری وزن تر و خشک ریشه شکل آن ها تهیه نگردید.

اثر تنش شوری بر صفات ریزش، خشکیدگی، پژمردگی و زردی برگ ها

صفات ظاهری ذکر شده که همگی به نوعی تابع یک دیگر می‌باشند و در حقیقت هر چهار صفت مکمل یک دیگر هستند در تیمارهای مختلف شوری مورد بررسی قرار گرفتند. آزمون مقایسه ی میانگین دانکن تیمارهای مختلف شوری را از نظر صفت ریزش به چهار گروه، از نظر خشکیدگی، پژمردگی و زردی نیز به سه گروه دسته بندی نمود. در تمامی صفات ظاهری بررسی شده با افزایش غلظت نمک بر میزان ریزش، خشکیدگی، پژمردگی و زردی برگ ها افزوده گردید (جدول ۱).

شکل ۱ نیز بیانگر افزایش میزان شاخص‌های ریزش، خشکیدگی، پژمردگی و زردی برگ ها در اثر افزایش غلظت نمک می‌باشد.

بحث

چپمن[1] معتقد است که کاهش شوری خاک برای جوانه زدن مطلوب به عنوان پیش نیاز تلقی می‌شود. هر چند برخی از شور زی‌های گوشتی در شوری بیش از ۴ درصد جوانه می‌زنند (۸). گونه‌هایی نیز هستند که در شوری بیش از ۱۰ درصد قادر به جوانه‌زنی هستند، اما با این حال با کاهش شوری سطح خاک، جوانه‌زنی آن ها بهتر صورت می‌گیرد. شوری ممکن است مانع فعالیت بعضی از آنزیم هایی که نقش اساسی در جوانه زنی بذرها دارند شود. این امر به دلیل کاهش میزان کپی‌برداری از ژن‌هایی شود که منجربه کاهش شدید محتوای پروتئینی و آنزیمی می‌گردد. همچنین سنتز اسید نوکلئیک نیز تحت تاثیر نمک کاهش می‌یابد (۳).

فعالیت آنزیم بتا آمیلاز همزمان با ظهور جوانه‌زنی شروع می‌گردد و از آنزیم‌های ضروری در جوانه‌زنی بذر می‌باشد. آنزیم آلفا آمیلاز نیز بر میزان رشد گیاهچه‌ها موثر می‌باشد. این دو آنزیم با افزایش مقدار نمک کاهش می‌یابند (۲۴). در نتیجه درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه ی بذر و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد (۸). تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش غلظت نمک بر میزان جوانه‌زنی افزوده شده است. می‌توان این طور نتیجه‌گیری کرد که عامل نمک باعث تحریک جوانه‌زنی از طریق ایجاد ترک بر روی پوسته ی بذر شده است. آنگر[2] نشان داد که شوری به دو روش بر جوانه‌زنی بذر تاثیر می‌گذارد: یا موجب بازدارندگی کامل فرآیند جوانه‌زنی در شوری های بالاتر از حد تحمل گیاه می‌شود و یا باعث تاخیر در فرآیند جوانه‌زنی می‌شود. در هر صورت پاسخ جوانه‌زنی بذرها به شوری بسیار متنوع و وابسته به گونه است (۳۱). تنش شوری به عنوان عامل محیطی موثر بر سرعت جوانه‌زنی، علاوه بر مسمومیتی که می‌تواند در گیاه ایجاد کند باعث منفی‌تر شدن فشار اسمزی نیز می‌شود. بنابراین جذب آب توسط بذر را با اشکال جدی روبرو می‌کند. فرآیند فیزیکی جذب آب منجربه فعال سازی روند متابولیکی از جمله شکسته شدن خواب بذر می‌شود. مکانیسم عمل به این صورت می‌باشد که بلافاصله بعد از جذب مقداری آب فعالیت آنزیم بتا آمیلاز آغاز گشته و منجربه جوانه‌زنی بذرها می‌گردد (۲۸).

نتایج این تحقیق نشان داد که کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتن در کلیه ی سطوح تنش‌های اعمال شده کاهش معنی‌داری را نسبت به شاهد داشتند. یکی دیگر از عوامل کاهش کلروفیل‌ها، رقابت آنزیم گلوتامیل کیناز (آنزیم کاتالیز کننده ی پرولین) به هنگام تنش آب با آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) می‌باشد که باعث می‌شود تا پیش ساز گلوتامات بیش تر به مصرف پرولین برسد و بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه شود (۱۰).

یازیسی و همکاران[3] بر رابطه ی مثبت بین تجمع پرولین و تحمل گیاه در مقابل شرایط استرس تأکید دارند (۳۳). هانگ‌بو و همکاران[4] اظهار داشتند که در اکثریت گیاهان، تنش شوری منجربه تغییر در بیان ژن ها و در نتیجه افزایش سنتز مواد نگاهدارنده و تنظیم کننده ی فشار اسمزی می‌شود (۱۴). تجمع پرولین و قندهای محلول در برگ ها دارای بیش ترین اهمیت در سازگاری به شرایط استرس هستند (۱۷ و ۳۰). افزایش پرولین نشان دهنده نقش این اسید آمینه در تنظیم اسمزی می‌باشد. تنظیم اسمزی در گیاهان مکانیسم عمده اجتناب از تنش های آبی در محیط های خشک و شور

1- Chapman
2- Ungar
3- Yazici *et al.*
4- Hong Bo *et al.*

است و به طور کلی به کاهش پتانسیل اسمزی در اثر تجمع مواد محلول در شرایط تنش های خشکی و شوری اطلاق می گردد و شدت انجام آن به سرعت و میزان توسعه ی تنش، نوع، سن اندام، تنوع ژنتیکی درون و بین گونه‌ای بستگی دارد (۴). علاوه بر تنظیم اسمزی، پرولین به عنوان یک محافظ در برابر تنش عمل می کند، بدین ترتیب که به طور مستقیم با ماکرومولکول ها اثر متقابل داشته و از این طریق به حفظ شکل پروتئین ها و ساختار طبیعی غشاهای زیستی تحت شرایط تنش کمک می کند (۲۱).

بر اساس تحقیقات انجام شده، مشخص شده است که در اثر شوری غلظت قندهای محلول در گیاه افزایش می‌یابد (۲۲ و ۲۵). قندهای الکلی (مانند گلیسرول، اینوزیتول و پینیتول) و قندهای ساده (اساسا فروکتوز، گلوکز) و قندهای مرکب (مانند ترهالوز، رافینوز فروکتان ها) به عنوان تنظیم کننده‌های سازگار تولید می‌شوند (۶). تنظیم اسمزی می‌تواند به وسیله تبدیل پلی ساکاریدها (نشاسته ، فروکتان ها) به یک دیگر و الیگوساکاریدها (ساکارز، گلوکز) به یک دیگر کنترل شود؛ زیرا پتانسیل اسمزی بستگی به تعداد مولکول های ماده دارد (۱۲). عمل فیزیولوژیک این قندها ممانعت از اتصال بین غشاهای مجاور هم در طول دوره ی تنش با نگه داری لیپیدها و پایداری پروتئین‌ها از طریق ایجاد پیوندهای هیدروژنی با دنباله‌های خطی پروتئین‌ها، کنترل بیان ژن و تنظیم اسمزی می‌باشد (۱۳).

کیسر[1] اثرات احتمالی افزایش تنش شوری را به سه گروه تقسیم‌بندی می کند: ۱- در صورتی که مقدار RWC بین ۷۰ تا ۱۰۰ درصد باشد: کاهش فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه به سرعت قابل برگشت است. ۲- در صورتی که مقدار RWC بین ۳۵ تا ۷۰ درصد باشد: در شدت نور بالا، ظرفیت فتوسنتزی کاهش می‌یابد و فقط در صورت آبگیری مجدد، به کندی بهبود می‌یابد. علت اصلی می‌تواند ممانعت نوری باشد، از آن جایی که کربوکسیلاسیون، چرخه ی کالوین همگی کاهش می‌یابند، انتقال الکترون ظاهرا عامل محدودکننده‌تری است. ۳- در صورتی که مقدار RWC کم تر از ۳۵ درصد باشد: کاهش غیر قابل برگشت در ظرفیت به علت صدمه غشایی در کلروپلاست منجر به مرگ می‌شود (۲۰). در گیاه توت روباه در تیمار ۱۰۰ میلی مولار نمک طعام مقدار RWC به ۳۹ درصد کاهش یافته است که بیانگر کاهش ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد و فقط در صورت آبگیری مجدد ممکن است به کندی بهبود یابد. در مورد صفت WSD نتیجه کاملاً عکس RWC می‌باشد؛ به طوری که مقدار WSD برای تیمار شاهد حداقل می‌باشد.

از جمله دلایل بررسی میزان آستانه ی تحمل شوری گیاه توت روباه معرفی این گیاه برای احیای زمین های متأثر از شوری بود. نتایج این پژوهش با توجه به صفات مختلف بررسی شده در مرحله ی جوانه‌زنی نشان داد که شوری می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر باعث افزایش جوانه‌زنی گردد. در مرحله رشد رویشی نیز این گیاه توان تحمل شوری را تا غلظت ۷۵ میلی مولار نمک طعام دارد؛ به طوری که در این مقدار شوری مکانیسم‌های مقاومت از جمله افزایش قندهای محلول و پرولین فعال شده و گیاه را در مقابل تنش حفظ می‌نماید در حالی که با افزایش شوری بیش تر گیاه قادر به تحمل نمی‌باشد و خشک می‌شود. در حقیقت می‌توان این گیاه را در مناطقی که شوری آب و یا خاک از این میزان بیش تر نمی‌باشد معرفی نمود.

1- Kaiser

منابع

۱. عصاره، م.ح. و شریعت، ا. ۱۳۸۴. مقاومت به شوری سه گونه اکالیپتوس در مرحله ی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه. مجله تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، ۱۳ (۴): ۳۸۵-۳۹۹.

2. Babaoglu, M., Yorgancilar, M., 2000. TDZ-specific plant regeneration in salad burnet. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 440: 31–34.

3. Babaoglu, M. Yorgancilar, M., Santonoceto, C., Anastasi, U., Preiti, G., and Muscolo, A. 2008. Variations in Four Genotypes of Lentil under NaCl-Salinity Stress. American Journal of Agricultural and Biological Science, 3(1): 410-416.

4. Bajji, M., Lutts, S., and Kinet, J.M. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid condtions. Plant Science, 160:669-681

5. Bates, I.S., Waldern, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. Plant and Soil, 39:205-207.

6. Bohnert, H.J., and Jensen, R.G. 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. Trends in Biotechnilogy. Elsevier Sciece, 14:89-97.

7. Bremness, L. 1990. Herbs, Reader's Digest Association, Inc. Dutton/Plume, New York. 290 p.

8. Chapman, V.J. 1974. Salt marshes and salt deserts of the world. Stechert Macmillan, Pensauken, New Jersey. 494 p.

9. Clevely, A., and Richmond, K. 1999. Growing and using herbs. Anness Publishing Limited. Horms House, London. 256 p.

10. Handa, S., Handa, A.K., Hasegawa, P.M., and Bressan, R.A. 1986. Prolin accumulation and the adaptation of cultured plant cell to water stress. Plant Physiology. 80:938-945.

11. Heidari Sharif Abad, H., 1994. Variation in the sensivity of nodulation and nitrogen fixation to nitrate in annual *Medicago* species. A thesis for the degree of doctor of philosophy. Waite Agricultural Research Institute. Glen Osmond, South Australia. 179 p.

12. Hendry, G.A.F., and Wallace, R.K. 1993. The origin, distribution and evolutionary, significance of fructans. P. 119-139. In: Suzuki, M. and Chatterton, N.J.(ed.). Science and Technology of fructans. CRC Press. London.

13. Ho, S., Chao, Y., Tong, W., and Yu, S. 2001. Sugar coordinately and differentially regulates growth and stress-related gene expression via a complex signal transduction network and multiple control mechanisms. Plant Physiology, 46:281-285.

14. Hong-Bo, S., Xiao-Yan, C., Li-Ye, C., Zi-Ning, Z., Gang, W., Yong-Bing, Y., Chang-Xing, Z, Zan-Min, H. 2006. Investigation on the relationship of proline with wheat anti-drought under soil water deficits, Colloids Surf. B: Biointerfaces 53: 113–119.

15. Irigoyen, J.J., Einerich, D.W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (Medicago sativa) plants. Physiologia Plantarum, 84:1.58-60.

16. Isvand, H.R., and Alizadeh, M.A. 2003. Evaluation in some seed quality characters (germination and vigor index) of Moldavin balm (*Dracocephalum moldavica* L.) using accelerated against test. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11:2. 249-256.

17. Jaleel, C.A., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sankar, B., and Panneerselvam, R. 2007. Calcium chloride effects on salinity-induced oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation in *Catharanthus roseus*, C. R. Biologies, 330(9): 674–683.

18. Jaleel, C.A., Gopi, R. Sankar, B. Manivannan, P. Kishorekumar, A. Sridharan, R., and Panneerselvam, R. 2007. Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress, South African Journal of Botany, 73: 190–195.

19. Jason, A. 1978. Chlorophyll and cartenoid: Handbook of physiological method. Cambridge University Press, Cambridge, New York, pp. 59-65.

20. Kaiser, W.M. 1987. Effect of water deficit on photosynthetic capacity. Physiologia Plantarum, 71:142-144.

21. Kuzntsov, V.V. and Shevyakva, N. I. 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism, and regulation. Russian Journal Plant Physiology, 46:274-287.

22. Lo´pez, M., Tejera, N.A. and Lluch, C. 2009. Valid amycin Aim proves there sponse of *Medicago truncatula* plants to salt stress by inducing trehalose accumulation in the root nodules. Journal of Plant Physiology, 166:1218-1222.

23. Manivannan, P., Jaleel C.A., Sankar B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Laksh manan, G.M.A., and Panneerselvam, R. 2007. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in Helianthus annuus L. as induced by drought stress, Colloids Surf. B: Biointerfaces, 59(2):141–149.

24. Nandi, S., Das, G., and Sen-Mandi, S. 1995. β-Amylase activity as an index for germination potential in rice. Anmual Botany, 75: 463-467.

25. Paul, M. 2007. Trehalose 6-phosphate. Curr. Opin. Plant Biol, 10:303–309.

26. Rodriguez, M.J., and Bermejo, P.1986. Constituents of *Sanguisorba minor* subsp. magnolii. Fitoterapia, 57(6): 446–447.

27. Sankar, B., Jaleel, C.A. Manivannan, P. Kishorekumar, A., and Somasundaram, R., 2007. Panneerselvam, Drought induced biochemical modifications and proline metabolism in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench., Acta Botany Croat, 66: 43–56.

28. Shaheed, Z. 2006. Biochemical Responses of Dimorphic Seeds of Arthrocnemum indicum Willd. during Germination, Inhibition, and Alleviation under Saline and Non-Saline Conditions. Turkish Journal of Biology, 30:185-193.

29. Shariat, A., and Heidari Sharif Abad, A. 2004, Salinity resistance of salad burnet (*Poterium sanguisorba*) at germination and seedling stage, Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11(1): 17-26.

30. Tan, Y., Zongsuo, L., Hongbo, S., and Feng, D. 2006. Effect of water deficits on the activity of antioxidative enzymes and osmoregulation among three different genotypes of *Radix astragali* at seeding stage, Colloids Surf. B. Bioint. 49: 60–65.

31. Ungar, I.A. 1996. Effect of salinity on seed germinatin, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (chenopodiaceae). American Journal of Botany, 83: 604-607.

32. Wintermans, J.F.G.M., and Motes, A.D. 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophyll a and b and their pheophitin in ethanol. Biochemica et Biophysica Acta, 109:440-452.

33. Yazici, I., T¨urkan I., Sekmen H.A., and Demiral, T. 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. Environmental and Experimental Botany, 61: 49–57.