Archive of SID

نشریه دانش آب و خاک / جلد ۲۸ شماره ۳ صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۱۵ / سال ۱۳۹۷

تأثیر تنش شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی با سولفات روی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گل جعفری افریقایی (*Tagetes erecta* L.)

لمیا وجودی مهربانی[1]*، محمد باقر حسن پور اقدم[2]، رعنا ولیزاده کامران[3]

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

۱-استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان

۲-دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه مراغه

۳-استادیار گروه بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

مسئول مکاتبات:vojodilamia@gmail.com

چکیده

گل جعفری گیاه تزئینی و دارویی یک ساله است که به خانواده کاسنی تعلق داشته و به‌عنوان گیاه زینتی ودارویی به‌صورت گسترده در فضاهای سبز کاشته می‌شود. برای بررسی اثرهای تنش شوری (صفر، ۷/۵، ۱۵و ۲۲/۵دسی-زیمنس بر متر) و محلول‌پاشی با سولفات روی (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی سولفات روی بر صفات وزن خشک گل، برگ، ساقه، غلظت روی و نشت یونی در برگ معنادار (P≤٪۱) بود. بیشترین وزن خشک گل (۰/۴۶ گرم)، ساقه (۰/۵۴ گرم) و غلظت روی (۶۰/۰ میکرو گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و در تیمار شاهد (تنش شوری صفر) حاصل شد. تنش شوری مقدارنسبی آب برگ را تحت تأثیر قرار داد و بیشترین مقدارنسبی آب برگ درتیمار شاهد مشاهده شد. تنش شوری تأثیر مثبت بر غلظت یون سدیم، نشت یونی، غلظت پرولین و مالون دی‌آلدئید برگ داشت و بیشترین میزان صفات مذکور در سطح شوری ۲۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم ثبت گردید. تنش شوری موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای ۱۵ و۲۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم شد. در مجموع محلول‌پاشی روی کارکرد مثبتی در کاهش تاثیر شوری داشت.

واژه‌های کلیدی: پرولین ، تنش شوری، کاتالاز، گل جعفری، مالون دی آلدئید

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of NaCl Salinity and $ZnSO_4$ Foliar Application on Yield and Some Physiological Traits of *Tagetes erecta* L.

LVojodi Mehrabani[*1], MB Hassanpouraghdam[2], R Valizadeh Kamran[3]

Received: 15 September 2015 Accepted: 21 May 2016
[1]Assist. Prof.Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
[2]Assoc. Prof.Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture,University of Maragheh, Iran
[3]Assist. Prof.Dept. of Biotechnology, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
[*]Corresponding Author: vojodilamia@gmail.com

Abstract

Tagetes erecta is an annual plant from the Asteraceae; commonly cultivated as an ornamental and medicinal plant and has a widespread use in landscape designing. An experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design to evaluate the effects of salinity (0, 7.5, 15 and 22.5 dSm^{-1}) and zinc sulphate foliar application (0, 100 and 200 mgL^{-1}) on some physiological traits of *T. erecta*. The results revealed the interaction effects of salinity and Zn foliar application on flower, leaves and stem dry weight, as well as on Zn concentration and ion leakage were significant ($P\leq1\%$). The highest flower (0.46 g) and stem (0.54 g) dry weight, as well as the greatest amount for Zn concentration (60.0 µg g^{-1}DWt) belonged to 200 mgL^{-1} Zn foliar application. Salinity stress significantly influenced the leaves Relative Water Content (RWC) and the highest data for this trait was measured in control treatment. Salinity stress had a positive meaningful influence on Na^{+} concentration, ion leakage, proline content and also malondialdehyde content of the plants and the top-recorded quantity of these traits belonged to the highest salinity level i.e. 22.5 dSm^{-1} NaCl. Salinity stress increased the catalase enzyme activities in 15 and 22.5 dSm^{-1}salinity treatments. In total, Zn foliar application had partial positive effect on the amelioration of salinity effect on the plant.

Keywords: Catalase, Dry weight, Proline, *Tagetes erecta,* Zinc foliar application

مقدمه

رشد ونمو گیاه به‌شدت تحت تأثیر تنش شوری که از مهمترین فاکتورهای محدود کننده محیطی می-باشد قرار می‌گیرد. اثرات اسمزی ناشی از شوری از عوامل اولیه تاثیرگذار بر رشد گیاه بوده و تاثیر بعدی شوری در گیاهان مربوط به سمیت نمک در برگ می‌باشد که به مرور زمان اتفاق افتاده و منجر به تولید انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود (وسنی و همکاران ۲۰۱۲). در شرایط شوری، غلظت سدیم معمولاً بیش از غلظت سایر عنصرهای غذایی بوده و این امر موجب عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاه‌های تحت تنش و ناپایداری ساختمان خاک می‌شود (زبیحی و همکاران ۲۰۱۳). عناصر غذایی کم مصرف نقش مهمی در تغذیه گیاه ایفا می‌کنند. روی نقش اساسی در ساخت پروتئین‌ها، RNA،DNA و حفظ پایداری غشای سلول-های ریشه ایفا می‌کند (سعیدنژاد و کافی ۲۰۱۳). روی از عناصر اصلی فعال کننده آنزیم‌های گلوتامات دهیدروژناز و سوپراکسید دیسموتاز می‌باشد. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز از بین برنده عمده رادیکال‌های آزاد اکسیژن به کمک آنزیم کاتالاز یا آسکوربیک پراکسیداز می‌باشد (اثرهای سمی H_2O_2 با تبدیل شدن آن به H_2O و O_2خنثی می‌شود) (فتحی و همکاران ۲۰۱۵). در شرایط تنش شوری، در دسترس بودن روی در محیط رشد ریشه یا در محیط سلول می‌تواند اثرهای منفی کلرید سدیم را با جلوگیری از جذب و یا انتقال سدیم و کلر کاهش دهد (گرانپایه و همکاران ۲۰۱۳، توالالی و همکاران ۲۰۱۰). حل‌پذیری عنصرهای غذایی کم مصرف نظیر آهن، منگنز، مس، روی و

www.SID.ir

Archive of SID

مولیبدن در خاک‌های شورپایین بوده و همچنین جذب روی به علت رقابت کاتیونی قوی‌تر سدیم در سطح ریشه کاهش می‌یابد (سعیدنژاد و کافی ۲۰۱۳) و گیاهان اغلب از نظر عناصر فوق دچار کمبود می‌باشند. بررسی انجام شده توسط سعادتی و معلمی (۲۰۱۳) در گیاه توت فرنگی نشان داد که تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و ریشه، شاخص‌های عملکرد، شاخص کلروفیل و مقدار نسبی آب برگ در شرایط شوری کاهش و با محلول‌پاشی روی، به طور معناداری افزایش یافت که نشان دهنده تأثیر مثبت محلول‌پاشی بر صفت-های مورد نظر بود. در تحقیق انجام شده توسط فتحی و همکاران (۲۰۱۵) مشخص شد که محلول‌پاشی اکسید روی به دو شکل معمول و نانو سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در ذرت‌های پرورش یافته تحت تنش شوری کلرید سدیم شد. محلول‌پاشی یاتغذیه برگی راهکاری مفیددررفع نیاز غذایی گیاهان به عناصر غذایی کم مصرف می‌باشد. گل جعفری گیاهی یک ساله از خانواده کاسنی دارای اثرات ضد باکتری و قارچ می‌باشد که امروزه به عنوان گیاه زینتی، دارویی و آرایشی به‌صورت گسترده کاشته می‌شود. با توجه به اهمیت این گیاه در فضای سبز وصنایع داروسازی و نیز گلدهی طولانی مدت این گیاه در طبیعت و سازگاری بالای آن با شرایط محیطی منطقه، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات تنش شوری و محلول-پاشی سولفات روی بر خصوصیات رشدی و برخی صفات فیزیولوژیک گل جعفری به‌عنوان گیاه دارویی مناسب برای فضای سبز شهری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام گرفت. نشای سه برگی گیاهان جعفری پرپر پاکوتاه نارنجی رنگ (*Tagetes erecta* L.) به گلدان‌های پلاستیکی (۳۰×۲۰Cm) حاوی پرلیت دانه متوسط منتقل شده و گیاهان در شرایط گلخانه‌ای با شدت نور ۴۵۰ میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه، تناوب نوری ۸/۱۶ (روشنایی/ تاریکی)، تناوب دمای ۲۰/۲۵ درجه سلسیوس (روزانه/ شبانه) و رطوبت نسبی ۶۵ درصد رشد یافتند. در طول دوره رشد گیاه از محلول یک دوم هوگلند برای تغذیه گیاهان استفاده شد. یک ماه بعد از کاشت گیاهان، تیمارهای شوری شامل سطوح صفر، ۷/۵، ۱۵ و ۲۲/۵دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم در محلول غذایی اعمال شد. به منظور اجتناب از ایجاد شوک در گیاهان اعمال تنش شوری با غلظت ۲/۵ دسی-زیمنس کلرید سدیم آغاز و به‌تدریج بر غلظت نمک افزوده شد. به‌منظور اجتناب از تجمع نمک هر هفته یکبارگلدان‌ها با آب مقطر شتشو شد. یک هفته بعد از اعمال تنش شوری اولین مرحله محلول‌پاشی نمونه‌ها با محلول سولفات روی($ZnSO_4 \times 7H_2O$) (با غلظت‌های صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) انجام و محلول‌پاشی دوم با فاصله زمانی دو هفته مجددا تکرار گردید سولفات روی مورد استفاده در پژوهش حاضر از شرکت Duchefa خریداری شد. نمونه‌برداری از گیاهان ۵۵ روز بعد از اعمال تنش انجام و نمونه‌ها در آون در دمای ۳۵ درجه سلسیوس خشک شدند.

اندازه گیری ویژگی‌های فیزیولوژیک

تعیین میزان پرولین

از روش فدینا و همکاران (۲۰۰۶) برای اندازه‌گیری غلظت پرولین نمونه‌ها استفاده شد. میزان جذب نمونه‌ها به کمک اسپکتروفتومتر (T80+) ساخت چین در ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. از تولوئن به‌عنوان شاهد برای قرائت نمونه‌ها استفاده شد.

تعیین غلظت سدیم، پتاسیم و روی

غلظت عناصر سدیم، پتاسیم (با استفاده از فلیم فتومتری) و روی (با استفاده از جذب اتمی) به روش جونز (۱۹۷۷) تعیین گردید.

اندازه‌گیری نشت یونی ومقدار نسبی آب برگ

از روش کاراکاس و همکاران (۱۹۹۷) برای اندازه گیری نشت یونی و مقدار آب نسبی برگ نمونه‌ها استفاده شد.

سنجش غلظت مالون دی‌آلدئید و کاتالاز

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت مالوندی‌آلدئید به‌روش والنتوویک و همکاران (۲۰۰۶) و کاتالاز نمونه‌ها با استفاده از روش چنس (۱۹۹۵) تعیین شد.

تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MSTAT و SPSS (نسخه ۹/۲) مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه میانگین‌های تیمارهای مختلف به‌کمک آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان دهنده وجود اثرات متقابل معنادار سطوح شوری و محلول‌پاشی سولفات روی بر صفات وزن خشک گل، برگ، ساقه، غلظت روی و نشت یونی بود (جدول ۱و ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی سولفات روی بر برخی صفت‌های فیزیولوژیک گل جعفری آفریقایی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	K	Zn	Na	کاتالاز	مالون دی آلدئید	پرولین	نشت یونی
تکرار	۲	۹/۰۳^{ns}	۱۴۶/۴^{ns}	۵/۰۶^{ns}	۵/۹۴^{ns}	۰/۰۲۷*	۱/۵۶^{ns}	۱۱/۸۲^{ns}
شوری	۳	۲۲/۹۱^{ns}	۱۷۶۲/۷**	۵/۰۴**	۱۴/۳۴*	۰/۰۳۲*	۲/۱۹^{ns}	۸۱/۱**
محلول‌پاشی	۲	۹/۴۸^{ns}	۳۲۷/۷**	۹۸۱/۶^{ns}	۷/۱۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۳/۶۶*	۵۰/۹**
محلول‌پاشی× شوری	۶	۱۰/۰۶^{ns}	۸۶/۳۴**	۲/۶^{ns}	۰/۹۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۴۷^{ns}	۵۱/۲**
اشتباه آزمایشی	۲۲	۱۰/۲۵^{ns}	۲۷/۹۰	۱/۵۸	۴/۰۷	۰/۰۰۸	۱/۵۴	۳/۴۳
CV		۱۸/۴۵	۱۸/۱۰	۳۳/۴۵	۱۶/۰۷	۱۴/۸۲	۱۷/۸۱	۳/۳۵

ns، *و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی با سولفات روی بر مقدارنسبی آب برگ و وزن خشک گیاه در گل جعفری آفریقایی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	RWC	وزن خشک گل	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
تکرار	۲	۱۸۷۴/۰**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱۱^{ns}
شوری	۳	۶۸۸۹/۳**	۰/۰۸۷**	۰/۳۷**	۰/۱۶**	۰/۱۳**
محلول‌پاشی	۲	۳۵,۹۷^{ns}	۰/۰۲۲**	۰/۰۳۲**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
محلول‌پاشی× شوری	۶	۸۹/۳۲^{ns}	۰/۰۱۱**	۰/۰۱۳**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۹**
اشتباه آزمایشی	۲۲	۴۹۶/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
CV		۷/۲۲	۱۱/۶۶	۱۷/۹۱	۱۲/۵۴	۸/۹

ns، *و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنادار، ومعنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

تأثیر تنش شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی سولفات روی بر وزن خشک گیاه

بیشترین وزن خشک گل (۰/۴۶ گرم) و ساقه (۰/۵۴ گرم) در تیمار محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و در شرایط بدون تنش شوری حاصل گردید (جدول ۳). محلول‌پاشی تأثیر مثبتی در وزن خشک برگ داشت و بیشترین وزن خشک برگ (۰/۵۳ و ۰/۵۴ گرم) در شرایط بدون تنش شوری و هر دو سطح محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج مشابهی توسط وجودی و همکاران (۲۰۱۷) در خصوص تاثیر مثبت محلول‌پاشی با نانو ذره روی بر عملکرد رزماری گزارش شد. تنش شوری در گیاه به‌صورت تغییر رنگ، سوختگی نوک برگ، از بین رفتن نسوج حاشیه‌ای و پیچش برگ مشاهده شد. در بررسی انجام شده توسط سعادتی و معلمی (۲۰۱۳) مشخص شد که تنش شوری موجب پیری زودرس برگ شد که نشان دهنده اثرات ثانویه تنش شوری بر گیاه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین کاهش وزن خشک گیاه در شرایط تنش شوری ممکن است به دلیل تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن باشد که افزایش در فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و مالون دی‌آلدئید دلیل بر این مدعا می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی انجام شده با نتایج تحقیقات سعادتی و معلمی (۲۰۱۳) در گیاه توت فرنگی و عابدی بابا عربی (۲۰۱۱) در گیاه گلرنگ مطابقت دارد. چنین به‌نظر می‌رسد که روی نقش اساسی در جلوگیری از جذب و انتقال سدیم و کلر به برگ دارد (آلپاسلان و همکاران ۱۹۹۹). نتایج حاصل از جدول ۳ نشان داد که بالاترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار شاهد (تنش شوری صفر، محلول‌پاشی صفر) مشاهده شد. فرهودی (۲۰۱۱) افزایش غلظت یون سدیم، تحت تأثیر تنش شوری را عامل اصلی کاهش وزن خشک کلزا گزارش نمود. روی نقش اساسی را در ساخت پروتئین، DNA و RNA ایفا می‌کند. هرچند نیاز گیاهان به روی اندک می‌باشد (۵–۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) اما اگر گیاه با کمبود آن مواجه شود تنش‌های فیزیولوژیکی ناشی از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی، رشد و عملکرد گیاه را کاهش خواهند داد (بایبوردی ۲۰۰۶). .تحت شرایط تنش گیاه با تولید پرولین و قندهای محلول به حفظ تورژسانس سلول کمک می‌کند. محلول‌پاشی با روی نقش مهمی در فرایندهای متابولیسمی و حفظ آماس سلول دارد و به گیاه کمک می‌کند تا مواد مورد نیاز خود را راحت‌تر از محیط جذب نموده و در نهایت موجب افزایش عملکرد در حد قابل قبول می‌شود (عابدی بابا عربی و همکاران ۲۰۱۱).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های برخی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک گل جعفری آفریقایی برای اثر سطوح شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی سولفات روی.

سطح شوری (dSm^{-1})	سطوح محلول‌پاشی (mgL^{-1})	غلظت Zn ($\mu g\ g^{-1}dwt$)	نشت یونی (%)	وزن خشک گل ($gpot^{-1}$)	وزن خشک برگ ($gpot^{-1}$)	وزن خشک ساقه ($gpot^{-1}$)	وزن خشک ریشه ($gpot^{-1}$)
۰	۰	۳۵/۸^{bc}	۳٤/۰۱^{h}	۰/۲۱^{cd}	۰/۰٤^{b}	۰/٤۱^{b}	۰/٤۰^{a}
۰	۱۰۰	٤٤/٦^{b}	۳۷/۷۷^{g}	۰/۲۷^{b}	۰/۵۳^{a}	۰/۳۸^{i}	۰/۳٤^{b}
۰	۲۰۰	٦۰/۰۷^{a}	۳۵/۳۱^{gh}	۰/٤٦^{a}	۰/۵٤^{a}	۰/۵٤^{a}	۰/۲۸^{c}
۷/۵	۰	۲٤/٤^{dc}	۵۸/٦۱^{d}	۰/۱۹^{de}	۰/۱۳^{cd}	۰/۱٦^{de}	۰/۱٤^{de}
۷/۵	۱۰۰	۳۲/۵۰^{cd}	۵۱/۹^{ef}	۰/۲٤^{bcd}	۰/۱۳^{cd}	۰/۲۲^{c}	۰/۱۳^{def}
۷/۵	۲۰۰	۳۸/۲۷^{bc}	۵۰/۱۲^{e}	۰/۲۵^{ic}	۰/۳٤^{b}	۰/۱۹^{cd}	۰/۱٦^{d}
۱۵	۰	۱۸/۸۳^{ef}	۷٦/۲^{b}	۰/۱۱^{f}	۰/۱٦^{c}	۰/۰٦^{f}	۰/۰٤^{gh}
۱۵	۱۰۰	۲۰/۸^{ef}	۵۳/۳^{wf}	۰/۱٤^{ef}	۰/۰۵^{de}	۰/۱۲^{e}	۰/۰٤^{gh}
۱۵	۲۰۰	۲۰/۳۷^{ef}	۵٤/۸۷^{e}	۰/۱۳^{ef}	۰/۰۵۷^{de}	۰/۱۵^{de}	۰/۱۱^{def}
۲۲/۵	۰	۱٤/۳۳^{f}	۹۱/۹۷^{a}	۰/۰۹^{f}	۰/۰۷^{de}	۰/۰۰۷^{f}	۰/۰۰۵^{h}
۲۲/۵	۱۰۰	۱۵/۰۷^{f}	٦٤/۸۷^{c}	۰/۱^{f}	۰/۰۰۷^{e}	۰/۰٦^{f}	۰/۰۷^{fg}
۲۲/۵	۲۰۰	۱۷/٤۳^{ef}	۵۵/۰۷^{e}	۰/۱۰^{f}	۸/۱۳^{cd}	۰/۱۵^{de}	۰/۰۹^{efg}
LSD %		۸/۹٤	۳/۱۳	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۵

حروف لاتین مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

نشت یونی

با افزایش تنش شوری بر میزان نشت یونی نمونه‌ها افزوده شده و بیشترین میزان نشت یونی (۹۱/۹ ٪) در سطح شوری ۲۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم بدون محلول‌پاشی حاصل گردید (جدول ۳). بررسی انجام شده توسط کایدنظامی و بلوچی (۲۰۱۳) در گیاه نخود نشان داد که تنش شوری موجب افزایش نشت یونی از گیاه شده اما در گیاهان محلول-پاشی شده با اسیدسالسیلیک به دلیل حفظ تمامیت غشای سلول میزان نشت یونی کاهش می‌یابد. رقابت

www.SID.ir

Archive of SID

بر سر جذب سدیم و پتاسیم موجب کاهش جذب پتاسیم در غلظت‌های بالای کلرید سدیم می‌شود که موجب نشت پتاسیم از سلول می‌شود، به‌خاطر روابط ترمودینامیکی مشابه که در جذب سدیم و پتاسیم وجود دارد، این دو یون از طریق پروتئین‌های غشائی مشابهی به درون سلول راه می‌یابند، لذا سدیم می‌تواند از طریق کانال‌های پتاسیمی به درون سلول راه یابد (کایا و همکاران۲۰۰۶) بررسی انجام شده توسط توالالی و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تیمار روی موجب کاهش نشت یونی و غلظت مالون‌دی‌آلدئید شد. افزایش غلظت مالون دی‌آلدئید نمونه‌ها تحت تنش شوری مشاهده شد که نشان دهنده این واقعیت بود که تنش شوری موجب آسیب غشای سلولی (چربی وپروتئین‌ها) و نقص در پایداری غشا شده که به دنبال آن نشت یونی از سلول افزایش می‌یابد. درکل می‌توان چنین عنوان نمود که محلول‌پاشی روی با حفظ ثبات غشای سلولی موجب کاهش نشت الکترولیت‌ها می‌شود.

جدول۴ – مقایسه میانگین‌های برخی صفات فیزیولوژیک گل جعفری در سطوح مختلف شوری کلرید سدیم.

سطوح شوری (dSm^{-1})	پرولین ($\mu g^{-1}fwt$)	Na ($\mu g\ g^{-1}dwt$)	RWC (%)	فعالیت کاتالاز (جذب به ازای هر میلی‌گرم پروتئین)	غلظت مالون دی آلدئید (جذب به ازای هر میلی‌گرم پروتئین)
۰	۱۷/۰۱^{d}	۵۷/۴۷^{c}	۸۳/۰^{a}	۱۰/۳^{b}	۰/۰۲^{b}
۷/۵	۲۹/۴۱^{c}	۳۳۷/۸^{b}	۷۰/۹^{b}	۱۰/۴^{b}	۰/۰۳^{b}
۱۵	۴۳/۱^{b}	۵۳۴/۵^{a}	۵۲/۳^{c}	۱۳/۷۵^{ab}	۰/۰۳۷^{b}
۲۲/۵	۶۴/۸^{a}	۵۷۶/۸^{a}	۴۹/۴^{c}	۱۴/۱^{a}	۰/۱۲^{a}
LSD %	۵/۲۶	۱۲۲/۹	۲۱/۱۸	۲/۴	۰/۱۲

حروف لاتین مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

مقدار نسبی آب برگ

تنش شوری موجب کاهش مقدار نسبی آب برگ شد. بیشترین میزان نسبی آب برگ (۸۳/۲ ٪) درتیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). نتایج حاصل از بررسی انجام شده با نتایج تحقیقات سعیدنژاد و کافی (۲۰۱۳) و سعادتی و معلمی (۲۰۱۳) و دهقان‌زاده و همکاران (۲۰۰۶) در این خصوص مطابقت دارد. با افزایش تنش شوری پتانسیل آبی محیط ریزوسفر کاهش یافته و در نتیجه جذب آب از گیاه با مشکل جدی مواجه می‌شود.برگ‌هایی که در شرایط کاهش پتانسیل آب خاک،آب نسبی بالاتری دارند مقاومت بیشتری در مقابل اتلاف آب از سلول خواهند داشت. توانایی حفظ آب نسبی بالاتر درهر پتانسیل آبی بیانگر استحکام دیواره سلولی و تحمل آن در برابر فروپاشی متاثر از اثرات تخریبی تنش می‌باشد. دهقان‌زاده و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که ارقامی از گندم که حاوی قند آزاد و درصد پتاسیم بیشتری بودند حاوی آب نسبی بالاتری بودند که موجب حفظ عملکرد گیاه تحت شرایط تنش می‌شود. روی با افزایش پایداری غشا وضعیت آبی گیاه را بهبود بخشیده و میزان آب نسبی برگ را افزایش می‌دهد (خان و همکاران ۱۹۹۴).

فعالیت آنزیم کاتالاز

تنش شوری موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای مورد بررسی شد (جدول ۴). افزایش در فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گشنیز بر اثر افزایش تنش شوری توسط ستایش‌مهر (۲۰۱۳)، در گیاه آفتابگردان توسط ترابی و همکاران (۲۰۱۶) و در گیاه ذرت توسط فتحی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است. در بررسی انجام شده توسط شکمیک (۱۹۸۸) در گیاه کتان مشخص شد که در گیاهانی که تحت تیمار روی قرار گرفتند فعالیت NADPH اکسیداز متصل به غشا (موجب تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن) که باعث فرایند اکسایش نوری می‌گردد کاهش یافت، اما فعالیت کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

کمبود روی ایجاد شده در شرایط تنش شوری در گیاهان یکی از عوامل اصلی تولید کننده رادیکال‌های آزاد در فضای سلولی می‌باشد که موجب از بین رفتن پایداری غشای سلولی می‌شود (وسنی و همکاران ۲۰۱۲). یکی از پاسخ‌های سازگارکننده گیاه در مقابله با تنش شوری افزایش زیست ساخت آنزیم‌های از بین-برنده رادیکال‌های آزاد اکسیژن مانند سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز می‌باشد. تحت تنش کلرید سدیم، کاتالاز با تبدیل پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن مولکولی و موجب کاهش اثرات تنش شوری در گیاه می‌شود (تیموری و همکاران۲۰۰۶) مطالعه حاضر نشان داد که که با افزایش تنش شوری از ۷/۵ به ۲۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بر فعالیت آنزیم کاتالاز نمونه‌ها افزوده شد که نشان دهنده تلاش گیاه برای کاهش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در حد غیر خطرناک برای سلول می‌باشد.

غلظت مالون‌دی آلدئید

باافزایش سطح تنش شوری بر غلظت مالون‌دی-آلدئید نمونه‌ها افزوده شده و بیشترین غلظت آن (۰/۱۲ جذب به ازای هر میلی‌گرم پروتئین) در سطح شوری ۲۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم مشاهده شد (جدول ۴). نتایج بررسی حاضر با نتایج تحقیقات مونس و جمیز (۲۰۰۳) و وجودی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. فرهودی (۲۰۱۱) افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ تحت تأثیر تنش شوری را در گیاهچه‌های کلزا راگزارش نمود. ایشان بیان نمودند که تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر تنش شوری و تولید مالون‌دی آلدهید برگ که ناشی از تخریب و تجزیه چربی‌های غشا سلولی است می‌تواند به‌عنوان یک معیارمناسب برای بررسی واکنش گیاه کلزا به تنش شوری بررسی شود. افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید در شرایط تنش شوری و بالا بودن مقادیر آن در ارقام حساس نشان-دهنده تولید مقادیر بالایی از گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد که موجب تخریب غشای سلول می‌شود تنش شوری موجب بسته شد روزنه‌ها و کاهش جذب دی-اکسید کربن می‌شود و بدین طریق موجب تحریک تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تخریب غشای سلول می‌شود (مونس و جمیز ۲۰۰۳). با افزایش تنش شوری همچنین برغلظت یون سدیم نمونه‌ها افزوده شد (جدول ۴) چنین به‌نظر می‌رسد که افزایش تجمع یون سدیم در گیاه موجب تخریب و پراکسیدی شدن غشای سلولی شده وموجب تجمع مالون‌دی‌آلدئید در گیاه می‌شود که به عنوان شاخصی برای میزان خسارت تنش‌های اکسیداتیو به کار می‌رود.

غلظت پرولین

نتایج نشان دهنده تأثیر سطوح شوری بر غلظت پرولین نمونه‌ها بود و بیشترین غلظت پرولین (۶۸/۴ میکرو مول بر گرم وزن تر) در تیمار ۲۲/۵ دسی-زیمنس بر متر کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۴). افزایش در غلظت پرولین در گیاهان پرورش یافته تحت تنش شوری توسط کامکار و رحیمی (۲۰۱۰) و عابد بابا عربی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است. تخریب پروتئین‌ها از دلایل اصلی تجمع پرولین می‌باشد. تخریب پروتئین و انباشت برخی آمینو اسیدهای آزاد در حفظ و تنظیم فشار اسمزی سلول وکاهش سنتز پروتئین در شرایط تنش خشکی توسط موران و همکاران (۱۹۹۴) گزارش شده است. پرولین از مهمترین آنتی اکسیدان‌های تولید شده برعلیه رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول‌های گیاهی می‌باشد (توالالی و همکاران ۲۰۱۰). تحقیقات نشان‌دهنده افزایش در غلظت پرولین درگیاهان پرورش یافته تحت تنش شوری می-باشد(نجفی و همکاران ۲۰۱۰، فتحی و همکاران ۲۰۱۵). در شرایط تنش، پرولین به سرعت تغییرات محیط آبی سلول را تنظیم کرده و از طریق تنظیم اسمزی از اتلاف آب جلوگیری می‌کند. انباشت پرولین واکنش سریعی نسبت به تغییرات وضعیت آبی (مقدار نسبی آب برگ) و پتانسیل آب نسبی برگ نشان می‌دهد و با کاهش رشد در بخش هوایی گیاه همراه می‌باشد. همچنین پرولین درتنظیم اسمزی سلول، پایداری غشای سلول و از بین-بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن نقش دارد. به نظر می-رسد تجمع پرولین، قند محلول و گلایسین بتائین نقش

www.SID.ir

Archive of SID

مهمی در تنظیم اسمزی میان سیتوزل با واکوئل و آپوپلاست دارد که این اثر را از طریق کاهش تنش ایجاد شده ناشی از اسیدی‌شدن سلول به دلیل کمک به فعال-سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان انجام می‌دهد (میرنف و کومر ۱۹۸۹). بررسی‌های انجام شده توسط کندپال وهمکاران(۱۹۸۱) نشان داد که تجمع پرولین به دلیل افزایش در فعالیت آنزیم‌های اورنیتن آمینوترنسفراز و پرولین-۵-کربوکسیلات‌رداکتاز (آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز پرولین) و کاهش در فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز پرولین ودی هیدروژناز پرولین تحت شرایط تنش شوری اتفاق می‌افتد.

غلظت سدیم

تنش شوری تأثیر مثبت بر غلظت یون سدیم نمونه‌ها داشت و با افزایش سطح تنش از ۷/۵ به ۲۲/۵ دسی‌زیمنس بر مترغلظت یون سدیم از ۵۷/۴ به ۵۷۶/۸ میکرو گرم به گرم وزن خشک نمونه‌ها افزایش یافت (جدول ۴). در بررسی انجام شده توسط جلیلی و همکاران (۲۰۱۱) مشخص شد که تنش شوری موجب برهم خوردن تعادل تغذیه‌ای در گیاه کلزا شد. گرانپایه و همکاران (۲۰۱۳) و نجفی و سرهنگ‌زاده (۲۰۱۴) گزارش کردند که با افزایش تنش شوری بر غلظت یون سدیم در گیاه‌های شاهی و ذرت افزوده شد. نتایج تحقیقات انجام شده توسط مونس (۲۰۰۶) حاکی ازآن است که افزایش ورود سدیم به گیاه در شرایط تنش شوری موجب جایگزینی یون سدیم با پتاسیم سیتوپلاسم گشته و اثر سمیت یونی ایجاد می‌گردد. اثر ویژه تنش شوری روی متابولیسم گیاه به ویژه پیری برگ مربوط به تجمع یون‌های سمی مثل سدیم، کلر و یا تخلیه پتاسیم و کلسیم می‌باشد (مونس ۲۰۰۶). نتایج مشابهی توسط وجودی و همکاران (۲۰۱۷) در گیاه رزماری در خصوص افزایش تجمع سدیم در اثر تنش شوری گزارش شده است. کاربرد روی موجب کاهش انتقال سدیم درگیاهان رشد کرده در شرایط شور می-شود که نقش مهمی در رشد گیاه دارد (وسنی وهمکاران ۲۰۱۲).

غلظت پتاسیم

نتایج نشان دهنده عدم تأثیر تنش شوری و محلول-پاشیسولفات روی بر غلظت یون پتاسیم نمونه‌ها بود (جدول ۱). این امر ممکن است به دلیل کارایی جذب نسبتا مشابه تیمارها در اثر محلول‌پاشی با سولفات روی باشد همانطور که در مطالعات متعدد بیان شده که استفاده از تعدادی از ترکیبات آلی و معدنی از جمله حامل‌های روی ممکن است در برخی موارد اثرات تنش شوری را بهبود بخشیده و حتی گیاهان را متحمل به شرایط تنش شوری نمایند. یکی از نمودهای این بهبود کارایی بالای جذب عناصر پرنیاز در گیاه مثل پتاسیم خواهد بود. نتایج حاصل از بررسی حاضر با نتایج تحقیقات مظلومی و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه توت‌فرنگی و کامکار و رحیمی (۲۰۱۰) در بارهنگ مطابقت داشت.

غلظت روی

نتایج نشان دهنده افزایش غلظت روی (۶۰ میکرو گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار شاهد تنش شوری محلول‌پاشی شده با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی بود (جدول ۳). نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات سعیدنژاد و کافی (۲۰۱۳)، ترابیان و همکاران (۲۰۱۶) و عابد بابا عربی و همکاران (۲۰۱۱) در این خصوص مطابقت دارد. وجودی و همکاران (۲۰۱۷) عنوان نمودند که بیشترین غلظت روی نمونه‌ها در شرایط بدون تنش شوری و محلول‌پاشی شده با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره اکسید روی و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اکسید روی حاصل شد. با افزایش سطح تنش شوری رقابت بین پتاسیم و سدیم بر سر جذب مشاهده می‌شود که نهایتا موجب افزایش جذب یون سدیم نسبت به پتاسیم در گونه‌های حساس به تنش شوری می‌شود. محلول‌پاشی با سولفات روی به عنوان یک فاکتور کمکی موجب افزایش جذب پتاسیم و بهبود وضعیت تغذیه‌ای در گیاه می‌شود که نهایتا موجب رشد و عملکرد بهتر در گیاهان تحت تنش شوری از طریق کاهش پراکسیداسیون چربی به دلیل محافظت از غشاهای فسفولیپیدی در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود (سعیدنژاد و کافی ۲۰۱۳).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی بر برخی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک گل جعفری بررسی شد. بررسی عکس العمل میان ریزمغذی‌ها و اثر آنتی اکسیدانی آن‌ها در رشد بهتر گیاه مهم می‌باشد. یکی از تاثیرگذارترین ریزمغذها برای گیاهان رشد کرده در خاک‌های آهکی، شور و سدیمی با pH بالا عنصر روی می‌باشد. استفاده از تیمارهایی که به‌کمک آنها بتوان گیاهان را در خاک‌های شور پرورش داد امروزه مورد توجه محققین زیادی می‌باشد. روی از عناصر مهم در کاهش تنش شوری بوده و کاربرد روی موجب کاهش اثرات سمی سدیم و کلر در گیاه می‌شود. غشاهای سلولی که با گونه‌های فعال اکسیژن مانند رادیکال‌های سوپراکسید، رادیکال-های هیدروکسیل، اکسیژن منفرد و پراکسید هیدروژن مواجه می‌شوند مسیرهای عام متابولیکی (فتوسنتز، تنفس نوری، اکسیداسیون اسیدهای چرب و پیری) داخل سلول را تحت تاثیر قرار می‌دهند. رادیکال‌های آزاد قادر به واکنش با بسیاری از ترکیبات سلولی بوده و مهمترین بخش از سلول که اثرات تنش شوری در آن مشاهده می‌شود غشای سلول است. در گیاهان سیستم‌های آنتی اکسیدانی متعددی (شامل سیستم‌های آنزیمی و غیرآنزیمی) موجب کنترل رادیکال‌های آزاد می‌شود. افزایش در غلظت پرولین برگ تحت شرایط تنش شوری یکی از تدابیر اتخاذ شده توسط سلول برای کاهش اثرات تنش شوری می‌باشد. چنین به‌نظر می‌رسد که کاربرد سولفات روی موجب کاهش اثرات زیان‌بار تنش شوری (افزایش غلظت سدیم، کاهش غلظت پتاسیم، کاهش وزن خشک گیاه) در گیاه شده و این نقش را از طریق فرایندهای فیزیولوژیکی و فعال کردن سیستم آنتی اکسیدانی انجام می‌دهد.

منابع مورد استفاده

Abedi Baba Arabi S, Movahhedi Dehnavi M, Yadavi AR and Adhami E, 2011. Effects of Zn and K foliar application on physiological traits and yield of spring safflower under drought stress. Electronic Journal of Crop Production 4(1): 75-95.

Alpaslan M, Inal A, Gunes A, Cikili Y and Oscan H, 1999. Effects of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato, late grown under salinity. Turkish Journal of Botany 23:50-60.

Baybordi A, 2006. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Parivar Press. 179-185.

Cakmak I, Marschner H, 1988. Zinc-dependent changes in ESR signals, NADPH oxidase and plasma membrane permeability in cotton roots. Physiologia Plantarum 73: 132-186.

Chance CM. 1995. Assay of catalase and peroxidases. Methods of Enzymology. 11: 764-775.

Dehganzadeh H, Khajehpour MR, Heidari Sharaf Abad H and Soleimani AS, 2008. Effects of limited irrigation on the accumulation of proline, free soluble sugars and potassium in bread wheat cultivars. Pp. 430-431. 10th Iran congress of Agronomy and Plant Breeding Science.28-30 Agust, Tehran, Iran.

Farhoudi R, 2011. Evolution effect of salt stress on growth, antioxidant enzymes activity and malondealdehaid concentration of canola Verities. Iranian Journal of Field crops Research 9(1):123-130.

Fathi AR, Zahedi M and Torabian Sh, 2015. Effects of foliar application of ordinary and nano-particles of zinc oxide on the antioxidant enzyme activity and proline content of two *Zea Mays* L. cultivars under salt stress. Iranian Journal of Field Crop Science 46(2): 257-266.

Fedina I, Georgieva K, Velitchkova M and Grigorova I, 2006. Effect of pre-treatment of barley seedlings with different salts on the level of UV-B induced and UV-B absorbing compounds. Environmental and Experimental Botany 56: 225-230.

Geranpayeh A, Azizpour K, Vojodi Mehrabani L and Valizadeh Kamran R, 2013. Effects of salinity stress on some physiological characteristics of *Lepidium sativum* L. Pp. 1-6. 2th International Conference on Applied Research in Agriculture Science.4-6 March, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

Jalili F, Khavazi K and Asadi Rahmani H, 2011. Effects of fluorescent pseudomonads with ACC deaminase activity on growth characteristics of canola under salinity condition. Water and Soil Science 21(2): 170-191.

Kamkar M and Rahimi A, 2010. Salinity effect on water relation, osmo-regulators and yield of three plantago species. Electronic Journal of Crop Production 5(2): 145-158

Kandpal RP, Vaidyanathan CS, Udaykumar M, Krishnasastry KS and Appaji-Rao N, 1981. Alternation in the activities of the enzyme of proline metabolism in ragi (*Eleusine coracane*) leaves during water stress. Journal of Bioscience 3: 361-369.

Kayednezami R and Balouchi HR, 2013. Physiological responses of Lentil (*Lentil culinaris* Medik) to salinity stress and foliar application salicylic acid. Iranian Journal of Pulses Research 5(2): 83-98.

Khan M, Silberbush M and Lip SH, 1994. Physiological study on salinity and nitrogen interaction in alfalfa. II photosystem and transpiration. Journal of Plant Nutrition 17:669-64.

Kaya MD, Okcu G, Atak M, Cıkılı Y and Kolsarıcı O, 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy 24: 291-295.

Karakas OAC, stushoff M, Suefferheld A and Rieger M, 1997. Salinity and drought tolerance of mannitol-accumulating transgenic tobacco. Plant, Cell and Environment 20:609-104.

Mazloomi F, Ronaghi A and Karimian N, 2011. Influence of salinity and supplementary calcium on vegetative growth, fruit yield and concentration of some nutrients in hydroponically-grown strawberry. Journal of Science and Technology of Greenhouse culture 2(6): 51-62.

Moran J, Becana M, Ormaetxe I, Frechilla SL and Tejo DA, 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. Plant 194: 346-352.

Munns R, James RA and Alauchli I, 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany 57:1025-1043.

Munns R and RA James, 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil 253: 201-218.

Najafi N and Sarhangzadeh E, 2014. Effects of soil salinization and waterlogging on the concentration of some macronutrients and sodium in cron shoot 24(3): Water and Soil Science 259-275.

Najafi F, Khanvari-Nejad RA and Siah Ali M, 2010. The effect of salt stress on certain physiological parameters in Summer Savory (*Satureja hortensis*) plant. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 6:13-21.

Saadati S and Moallemi N, 2010. Study the effect of zinc foliar application on growth and yield of strawberry plant under saline conditions. Iranian Journal of Horticultural Science 42(3): 255-267.

Saeidnejad AH and Kafi M, 2013. Alleviative effects of Zinc on physiological properties and antioxidants activity of maize plants under salinity stress. International journal of Agriculture and Crop Sciences 5(5):529-537.

Setayeshmehr Z and EsmaeilZadeh B. 2013. Effect of salt stress on some physiological and biochemical characteristics in *Coriandrum sativum* L. Journal of Plant Production 20(3):111-128.

Smirnoff N and Cumbers Q, 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. Phytochemistry 28: 1057–1060.

Tavallali V, Rahemi M, Eshghi S., Kholdebarin B and Ramezanian A, 2010. Zinc alleviates salt stress and increases antioxidant enzyme activity in the leaves of pistachio (*Pistacia vera* L. 'Badami') seedlings**.** Turkish Journal of Agriculture and Forestry 34: 349-359.

Teimouri M, Khazaie H, Nezami A and Nassiri M, 2006. Effect of different salinity levels on antioxidant enzyme quantity in leaf and physiological characteristics Sesame (*Sesamum indicum* L.). Agricultural Research 7(4): 109-119.

Torabian S, Zahedi M and Khoshgoftarmanesh A, 2016. Effects of foliar spray of Zinc Oxide on some antioxidant enzymes activity of sunflower under salt stress. Journal of Agricultural Science and Technology 18: 1013-1025.

www.SID.ir

Archive of SID

Valentovic P, Luxova M, Kolarovi L and Gasparikora O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membranes stability and water relation in two maize. Plant Soil Environment 52 (4):186-191.

Vojodi Mehrabani L, Hassanpouraghdam MB and Shamsi Khotab. 2017. The effects of foliar application of zinc oxide and zinc oxide nanoparticles on some physiological and morphological characteristics of rosemary under NaCl salt stress. MSc. Thesis, Azarbaijan Shahid Madani University, Iran.

Weisany W, Sohrabi Y, Heidari G, Siosemardeh A and Ghassemi K, 2012. Changes in antioxidant enzymes activity and plant performance by salinity stress and zinc application in soybean (*Glycine max* L.). Plant Omic Journal 5(2):60-67.

Zabihi F, Neyshabouri MR and Dalalian MR. 2013. Effects of polyacrylamide, pumice and municipal compost on some physical and chemical characteristics of saline-sodic caly soil. Water and Soil Science 23(3): 79-92.

www.SID.ir