پاسخ فیزیولوژیک و زراعی گندم به کاربرد روی در آبیاری با آب شور

راضیه فخرایی مطلق[۱]، احمد کوچک زاده[۲*]، عبدالمهدی بخشنده[۳]، مرتضی پوزش شیرازی[۴] و عادل پشت‌دار[۵]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی برازجان

۵- کارشناس آموزشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۳

پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۲۴

کلمات کلیدی:

آبیاری تکمیلی،

هدایت الکتریکی،

تنش،

رطوبت نسبی برگ،

گلدان

* عهده دار مکاتبات

E- mail: koochekzadeh@ramin.ac.ir

چکیده

شوری از جمله عوامل محدود کننده عملکرد محصولات در سرتاسر جهان به‌شمار می رود و این مسأله به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین مشکلات بخش کشاورزی مطرح است. کاربرد عناصر ریزمغذی یکی از راه‌های افزایش کمیت و کیفیت عملکرد گندم در شرایط تنش شوری می‌باشد. به‌منظور مطالعه تأثیر مصرف روی در بهبود غلظت روی در دانه و عملکرد گندم رقم چمران، آزمایشی در سال ۹۳-۱۳۹۲ در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی برازجان، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت؛ فاکتور اول: چهار سطح شوری ٤ (شاهد)، ۸، ۱۲ و ١٦دسی‌زیمنس بر متر که در سه مرحله نموی (پنجه‌زنی(GS23)، گل‌دهی(GS55) و خمیری(GS71)) بر گیاه اعمال شد و فاکتور دوم: سطوح کاربرد روی شامل ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. نتایج نشان داد که در هنگام وجود تنش شوری، کاربرد مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی نسبت به شاهد، تغییرات معنی‌دار مثبتی در ارتفاع، تعداد دانه در سنبله، میزان رطوبت نسبی برگ، کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کارتنویید، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و غلظت روی در دانه ایجاد نموده است. افزایش سطح روی کاربردی در هر یک از سطوح شوری موجب افزایش عملکرد گردید و بیشترین عملکرد دانه (۶۹۲/۰۳ گرم بر مترمربع) با کاربرد ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک و شوری آب آبیاری ٤ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد. با افزایش مصرف کود سولفات روی، غلظت روی دانه و برگ افزایش یافت. بر همین اساس کاربرد روی می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار فیزیولوژیکی مفید جهت افزایش تحمل در برابر تنش شوری تلقی گردد. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که مصرف روی در آبیاری متناوب با آب شور از صدمه شدید شوری بر گیاه جلوگیری کرده، باعث بهبود صفات کیفی و عملکرد گندم می‌گردد.

مقدمه

کمبود منابع آب شیرین، آینده کشاورزی را تهدید می‌کند و از سوی دیگر، شوری آب آبیاری مانع عمده‌ای برای تولید بسیاری از گیاهان زراعی تلقی می‌گردد. عموماً با افزایش شوری آب آبیاری، به شوری خاک نیز اضافه می‌گردد که به نوبه‌ی خود برخی مکانیسم‌های مهم گیاه مانند فتوسنتز، تنظیم فشار اسمزی و فعالیت آنزیم‌های رشد را کاهش می‌دهد (۱۷). طبق سناریوهای مختلف انجمن بین المللی تغییر اقلیم، کاهش در میزان بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق نیز از جمله مشکلات پیش رو در آینده کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک خواهد بود (۴۵). بجز نوار باریکی از سواحل دریای مازندران، تقریباً کل ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده و بیش از ۹۰ درصد اراضی قابل استفاده کشاورزی با خطر افزایش شوری و صدمات آن مواجه می‌باشند(۲۷)؛ بر همین اساس می‌توان تنش شوری برای گیاه را جزء مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده به حساب آورد.

عملکرد دانه در گندم به عنوان یکی از شاخص‌های مهم تحمل به تنش شوری مطرح می‌باشد (۱۹). کاهش آب قابل‌دسترس در شرایط شوری به همراه ایجاد اثر سمیت یونی برخی عناصر و عدم تعادل غذایی، موجب کاهش عملکرد گندم می‌گردد(۳۱). عملکرد به عنوان پیچیده‌ترین ویژگی گیاه تحت تأثیر تعداد زیادی از فرآیندهای فیزیولوژیک است و نمود قابل اندازه‌گیری این فرآیندها در صفات نموی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه تجلی می‌یابد (۴۶). در گندم تحت تأثیر تنش شوری، عمل لقاح مختل شده و تعداد سنبلچه‌ها و پنجه‌های بارور نقصان پیدا می‌کند و در نهایت تعداد دانه کاهش می‌یابد(۱۳).کارآیی فتوسنتز به واکنش‌های فتوشیمیایی، آنزیم‌های دخیل در تثبیت کربن، ساختار دستگاه فتوسنتزی و انتقال حد واسط‌های فتوسنتزی بین اجزای سلولی بستگی دارد. بنابراین، در تنش شوری یکی از عواملی که فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کاهش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی است. آزمایش‌های بسیار در گیاهان مختلف نشان دادند که با افزایش شوری، مقدار کلروفیل‌های a، b، کلروفیل کل و کارتنوییدها کاسته شد(۱۲ و ۲۸) به همین سبب شناخت و بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد یکی از عوامل مؤثر در مدیریت اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای آن می‌باشد.

یکی از راه‌کارهای مناسب کاهش اثرهای مضر شوری، تغذیه مناسب گیاهان توسط روی است که باعث بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش می‌گردد. تنش شوری، غلظت عناصر غذایی کم مصرف در گیاه را بسته به نوع گونه گیاهی، سطح و نوع شوری، تغییر می‌دهد (۲۵). عناصرکم مصرف از طریق کاهش اثر منفی یون‌های سمی می‌توانند مقاومت گیاهان را در برابر تنش افزایش دهند (۱۰). روی، عنصر کم مصرف مهمی است که وجود آن برای فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان ضروری است (۲۲) و یکی از عناصر مهم کاهش دهنده اثر شوری بر گیاهان به‌حساب می‌آید (۱). این عنصر به‌صورت بخشی از ساختمان آنزیم‌ها یا به‌صورت کوفاکتور تنظیم کننده آن‌ها عمل می‌کند و کمبود آن، فعالیت چندین آنزیم از جمله فسفاتاز، الکل دهیدروژناز، دیمیدین کیناز، کربوکسی پپتیداز و همچنین DNA و RNA را کاهش می‌دهد(۳۹). روی در افزایش سطح جذب، به‌واسطه طویل شدن ریشه گیاهان تحت تنش شوری و همچنین تسهیل انتقال آب و عناصر غذایی در این گیاهان به‌دلیل افزایش قطر و تعداد آوندها نقش بسزایی ایفا می‌نماید (۱۵).

کاربرد تلفیقی آب شور و غیر شور از طریق کاهش یا تعدیل تاثیر شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه یکی از مدیریت‌های موفق، در جهت افزایش عملکرد می‌باشد (۴۸). در این زمینه حمدی و همکاران (۲۱) نشان دادند که استفاده متناوب از آب شور و غیر شور به‌ترتیب در مراحل مختلف رشد گندم و پنبه بهتر از اختلاط آن‌هاست. نارش و همکاران (۳۴) نیز طی تحقیقاتی که روی گندم انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که استفاده متناوب از آب شور و غیر شور به‌طور یک در میان بهتر از

اختلاط آن‌ها در تمام مراحل رشد اثرگذار است و علاوه بر این‌که زمینه را برای اصلاح اراضی فراهم می‌آورد، باعث افزایش تراکم بوته و عملکرد محصول نیز می‌گردد.

با توجه به این‌که خاک بسیاری از نواحی جنوب کشور، آهکی است و دارای pH بالا و ماده آلی کم می‌باشد، در نتیجه کمبود نسبی روی در آنها مشهود است (جدول ۱). رشد گندم در خاک‌هایی با کمبود روی نه تنها منجر به محدودیت رشد و کاهش عملکرد دانه می‌گردد، بلکه غلظت روی دانه را نیز کاهش می‌دهد (۵)؛ به همین منظور با توجه به نتایج تحقیقات پیشین و کمبود آب مناسب کشاورزی، آزمایشی جهت کاهش اثر آبیاری با آب شور با کاربرد کود سولفات روی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم چمران به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر سطوح شوری آب آبیاری و روی بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم چمران (*Triticum aestivum* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی۹۳-۱۳۹۲ در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی برازجان انجام شد. شوری آب آبیاری شامل چهار سطح ۴ ، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و میزان مصرف روی شامل چهار سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی بود. ابعاد هر گلدان پلاستیکی به قطر ۲۴ و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر بود. در ته هر گلدان به ارتفاع ۳ سانتی‌متر ماسه (به‌عنوان زهکش) و سپس ۲۱ سانتی متر خاک مزرعه ریخته شد. جهت ایجاد زهکش مناسب و جلوگیری از تجمع نمک ۴ سوراخ به قطر ۱ سانتی‌متر ته هر گلدان تعبیه شد. پس از تهیه و آماده‌سازی هر گلدان کود سولفات روی ($ZnSO_4, 7H_2O$)، بر مبنای روی خالص محاسبه و به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. کشت در دو خط به طول ۲۰ سانتی‌متر با فواصل ۱۲ سانتی‌متر در هر گلدان انجام شد؛ سپس بر اساس توصیه‌های کودی لازم جهت گندم، کود اوره به مقدار ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت دو بار تقسیط (تقسیط اول قبل از کشت و تقسیط دوم در مرحله پنجه‌زنی) به گیاه داده شد. همچنین سوپر فسفات تریپل نیز به مقدار ۲۵۰، سولفات منگنز ۳۰ و سولفات مس ۱۵ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت جهت هر گلدان محاسبه و به خاک اضافه گردید.

جهت تامین آب مورد نیاز گلدان‌ها در تیمارهای مختلف، آب ۴ دسی زیمنس بر متر از آب چاه منطقه و ۸ ، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر با استفاده از نمک طعام و دستگاه EC سنج تهیه شدند که در ۳ مرحله رشد گندم شامل(پنجه‌زنی (GS23)، گل‌دهی(GS55) و خمیری(GS71)) بر گندم اعمال گردیدند. آبیاری گلدان‌ها بر اساس ۷۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه انجام گردید؛ پس از هر بار آبیاری با آب شور، در هنگام مصرف آب غیرشور ۲۰ درصد به عنوان برخه آبشویی در نظر گرفته شد. برخی خصوصیات خاک گلدان و آب مورد استفاده در جدول ۱ و ۲ آمده است. اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (۴۰)، pH در خمیر اشباع (۴۴)، توزیع اندازه ذرات با روش پیپت (۱۶)، سدیم محلول به روش فلیم‌فتومتری(۲۶)، کلسیم و منیزیم محلول به روش تیتراسیون با ورسین (۲۶) نیتروژن کل به روش کجلدال (۶)، فسفر قابل جذب به روش اسید آسکوربیک (۲۹)، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم (۲۳)، کربن آلی به روش والکی- بلاک (۳۶)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید (۳۷)، روی، آهن، مس و منگنز قابل جذب خاک به روش لیندسی و نورول (۳۰) و روی گیاه به روش خاکسترگیری خشک و جذب اتمی (۳۵) انجام شد.

جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل برگ و رطوبت نسبی از برگ پرچم در مرحله آبستنی نمونه برداری به‌عمل آمد؛ سپس مقدار کلروفیل کل، کلروفیل a و b و کارتنویید به روش آرنون (۴) و رطوبت نسبی به روش ریچی و همکاران (۴۱) محاسبه گردید.

جدول(۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده (۹۳-۱۳۹۲)
Table(1) Physical and chemical properties of used soil (2013-2014)

EC dS/m	pH	N (%)	$P_{ava.}$ (Mg/kg)	$K_{ava.}$ (Mg/kg)	OC (%)	$CaCO_3$ (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture
4.50	7.40	0.06	9.60	210	0.64	57	57	30	13	Sandy loam

ادامه جدول(۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده (۹۳-۱۳۹۲)
Continued from table (1) Physical and chemical properties of used soil (2013-2014)

Na (Meq/1)	Ca (Meq/1)	Mg (Meq/1)	Zn (Mg/kg)	Fe (Mg/kg)	Mn (Mg/kg)	Cu (Meq/1)	ESP (%)
21	16.50	15	0.76	12.80	7.10	0.76	7.40

جدول(۲) خصوصیات آب مورد استفاده
Table(2) Properties of used water

EC (dS/m)	pH	Na (Meq/l)	Ca (Meq/l)	Mg (Meq/l)	Cl (Meq/l)	SAR
4	7.30	8	21	23	8	1.70

دانه‌ها در رطوبت ۱۴ درصد برداشت و عملکرد دانه محاسبه گردید؛ سپس با توجه به مساحت هر گلدان به مترمربع تبدیل شد. وزن صد دانه نیز (پس از بوجاری در رطوبت ۱۴ درصد) با ترازوی دقیق به‌دست آمد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها به‌ترتیب از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و اکسل استفاده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

نتایج وبحث

محتوای رطوبت نسبی برگ

نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک نشان داد که شوری و کود سولفات روی به‌طور معنی‌داری رطوبت نسبی برگ را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳)؛ به‌طوری‌که با افزایش شوری از ۴ به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، رطوبت نسبی به ازای هر واحد افزایش شوری ۱/۷۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴). روی در سطح ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم با میانگین ۸۵/۰۲ درصد بالاترین مقدار را دارا بود (جدول ۴)؛ نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش تجمع یون‌ها به‌ویژه سدیم و کلر در خاک با کاهش جذب آب برای تنظیم اسمزی می‌تواند در کاهش میزان آب نسبی برگ مؤثر باشد (۳۲). احتمالاً نقش روی در کاهش اثر تنش شوری بر محتوای رطوبت نسبی برگ، به دلیل شرکت روی در بسیاری از فعالیت‌های آنزیمی است که در سنتز اکسین و پروتئین‌ها، حفاظت غشاهای زیستی، تولید کربوهیدرات‌ها و به‌طورکلی در افزایش طول ریشه و در نتیجه افزایش جذب آب و مواد غذایی نقش دارد و بالطبع باعث حفظ آماس سلولی و محتوای رطوبت نسبی برگ و جلوگیری از تخریب غشاء می‌گردد (۷ و ۱۵).

رنگ دانه‌های کلروفیل و کارتنویید

با توجه به اثر مستقیم تنش بر رنگیزه‌های فتوسنتری و نقش مثبت روی بر آن‌ها اثر تیمارهای شوری و کود سولفات روی بر کلروفیل a، b، کل و کارتنویید معنی‌داری شد (جدول ۳). شوری۴ دسی‌زیمنس بر متر، با میانگین ۲/۵۸ میلی‌گرم در گرم بیشترین میزان کلروفیل a را به خود اختصاص داد. بهترین سطح روی ، ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (میانگین ۲/۳۸) شناخته شد (جدول ۴).

جدول(۳) تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک گندم

Table(3) Analysis of variance of effect of treatments on some wheat physiological properties

		مجموع مربعات Sum of square				
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	محتوی رطوبت نسبی RWC	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کارتنویید Carotenoid
بلوک(R) Block	3	12.29 ns	0.003 ns	0.06 ns	0.15 ns	0.41 ns
شوری Salinity	3	4127.6**	4.83**	0.72**	13.26**	44.27**
روی Zinc	3	2057.36**	1.4**	0.42**	8.99**	10.57*
شوری× روی Salinity× Zinc	9	51.06 ns	0.22 ns	0.11 ns	0.57 ns	15.1 ns
اشتباه Error	45	363.15	0.69	0.3	1.69	40.59
ضریب تغییرات (درصد) C.V(%)		3.69	5.68	12.58	6.17	11.92

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و یک درصد و عدم معنی‌داری در آزمون LSD می‌باشد.

*, ** and ns: Significant at 5 and 1% probability levels and not- significant, respectively in LSD test.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل b در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر، با میانگین ۰/۷۹ میلی‌گرم در گرم به‌دست آمد. به ازای افزایش هر واحد شوری میزان کلروفیلb ، به مقدار ۰/۰۲۳۳ میلی‌گرم در گرم کاهش نشان داد و بیشترین کاهش را تنش شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بر جای گذاشت (جدول ۴). هم‌چنین سطح روی ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم با میانگین ۰/۷۶ میلی‌گرم در گرم سبب افزایش ۴۰/۷۴ درصدی کلروفیل b نسبت به شاهد شد. هر واحد روی میزان کلروفیلb را به میزان ۰/۰۰۷۴ میلی‌گرم در گرم افزایش داد (جدول ۴).

بالاترین مقدار کارتنویید، در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر با میانگین ۹/۳۰ میلی‌گرم در گرم به‌دست آمد که با شوری ۴ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی داری نشان نداد. با افزایش میزان شوری مقدار کارتنویید کاهش یافت به طوری که کمترین مقدار با میانگین ۶/۷۰ در تیمار شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد. به‌طور کلی با افزایش سطوح تیمار شوری به ازاءی هر واحد ۰/۱۹۱ میلی‌گرم در گرم کاهش کارتنویید مشاهده گردید. گزارش شده است که کاروتنوئیدها می‌توانند طول موج‌های کوتاه نور را دریافت کنند و کاهش میزان آن‌ها با افزایش سطوح شوری احتمالاً به علت تبدیل به اسید آبسیزیک است که عموماً در استرس‌های محیطی مقدار این هورمون درگیاه افزایش می‌یابد (۲). کود سولفات روی تأثیر معنی‌داری در کاهش تخریب کارتنویید در هنگام بروز تنش شوری نشان داد که بیشترین تأثیر را کاربرد روی، ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (۸/۴۳ میلی‌گرم در گرم) نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۴). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که افزایش تنش شوری، کلروفیل کل را کاهش داد و تیمار شاهد با میانگین ۳/۷۶ میلی‌گرم در گرم بالاترین میزان کلروفیل کل را دارا بود. ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک نیز با میانگین ۳/۷۱ میلی‌گرم کلروفیل در گرم برگ تازه، تأثیر گذارترین تیمار بر کلروفیل کل بود (جدول ۴). میزان کلروفیل کل از جمله صفات فیزیولوژیک مهم است که تحت تنش‌های محیطی، تغییر می‌یابد. اغلب در مواجهه با تنش شوری میزان تولید ماده‌ی خشک، میزان کلروفیل کل و مقدار آب نسبی در

جدول(٤) مقایسه میانگین تیمارها بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک گندم

Table(4) Mean comparative of treatments on some wheat physiological properties

کارتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Carotenoid ($mg.gr^{-1}$ fw)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Total Chlorophyll ($mg.gr^{-1}$ fw)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Chlorophyll b ($mg.gr^{-1}$ fw)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Chlorophyll a ($mg.gr^{-1}$ fw)	محتوی رطوبت نسبی (درصد) RWC (%)		تیمارهای آزمایش treatments
7.30 c	2.66 c	0.54 c	1.97 c	69.30 d	0	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Zinc ($mg.kg^{-1}$ soil)
7.89 bc	3.04 b	0.59 bc	2.10 bc	74.90 c	10	
8.20 ab	3.16 b	0.69 ab	2.20 ab	78.30 b	20	
8.43 a	3.71 a	0.76 a	2.38 a	85.02 a	30	
8.99 ab	3.76 a	0.79 a	2.58 a	87.60 a	4	سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity ($dS.m^{-1}$)
9.30 a	3.35 b	0.69 b	2.21 b	80.60 b	8	
7.86 b	2.90 c	0.59 c	2.08 c	73.10 b	12	
6.70 c	2.55 d	0.51 d	1.82 d	66.20 c	16	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

گندم کاهش می‌یابد (۴۷). تنش شوری منجر به افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید آبسیزیک و اتیلن می‌گردد که تحریک کننده‌ی آنزیم کلروفیلاز هستند و به این ترتیب کلروفیل‌ها تحت تأثیر این آنزیم تجزیه می‌شوند (۳۸). بنابراین کاهش میزان کلروفیل در سطوح بالای شوری را می‌توان به‌دلیل افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن که منجر به اختلال و اکسید شدن ترکیبات درون کلروپلاست و تجزیه کلروفیل می‌گردد، دانست که بر روی اجزای فتوسنتزی مانند آنزیم‌ها، کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها تأثیر می‌گذارد. البته تغییر در این عوامل به شدت تنش وارد شده، طول تنش و گونه گیاهی وابسته است (۴۳). کاربرد روی با فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (۳۹) مانند آنزیم سوپراکسید دسموتاز، می‌تواند موجب کاهش رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از تخریب کلروفیل گردد و در نتیجه باعث بهبود وضعیت فتوسنتز و حفظ ثبات عملکرد گیاه شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری توانست میزان کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار دهد؛ اما کاربرد روی مانع از تخریب و کاهش بیش از حد کلروفیل شد. از سوی دیگر چنین به‌نظر می‌رسد که با کاربرد آب غیرشور در ابتدای مرحله‌ی پرشدن دانه، گیاه دوباره توانست به بازسازی کلروفیل پرداخته و روند فتوسنتز خود را بهبود بخشد. آزمایش‌های الهنداوی و همکاران (۱۱) نیز بیان نمودند که حساسیت گندم به شوری در مرحله گلدهی و در مرحله پر شدن دانه نسبت به مراحل رویشی و اوایل مراحل زایشی کم‌تر است. در این آزمایش مشخص گردید که شوری میزان کلروفیل و کارتنوئید را کاهش داده است و بیشترین کاهش در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد (جدول ۴). هم‌چنین مشخص شد که افزایش غلظت کلروفیل با افزایش کاربرد روی هم‌سو بود که این نتیجه را می‌توان به نقش این عنصر در افزایش بیوسنتز این رنگدانه‌ها و هم‌چنین به تعویق انداختن تخریب و زوال آن‌ها نسبت داد.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی شوری وکود سولفات روی در سطح احتمال خطای یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آنها بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۵). بیشترین مقدار ارتفاع بوته در تیمار شوری شاهد، با میانگین ۸۶/۳۲ سانتی‌متر به دست آمد که ۲۸/۶ درصد بیشتر از مقدار به‌دست آمده در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۶). شوری باعث تنش اسمزی در گیاه و در نتیجه کمبود آب(جدول ۴) و کاهش فشار تورژسانس می‌شود که توسعه و طویل شدن سلول‌ها و در نتیجه ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۳). در تیمار کود سولفات روی نیز بیشترین ارتفاع در تیمار ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی با میانگین ۸۴/۱۳ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۶). اثر کاربرد روی در افزایش ارتفاع گیاه می‌تواند به‌طور عمده مربوط به اثر این عامل بر سنتز تریپتوفان به عنوان ماده متشکله ایندول استیک اسید یا همان هورمون افزایش رشد گیاه باشد (۳). از آنجا که ارتفاع گیاه تا اواخر مرحله زندگی گیاه ادامه دارد، نتایج این آزمایش در مورد ارتفاع بوته نشان می‌دهد که با افزایش تنش، ارتفاع بوته کاهش یافته، اما در مراحلی که تنش بر گیاه وارد نشده است گیاه توانسته است رشد مجدد خود را از سر بگیرد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر شوری و کود سولفات روی (در سطح احتمال خطای یک درصد) بر این صفت بود(جدول ۵). در تیمار شوری شاهد، تعداد دانه در بوته ۵۰ عدد به دست آمد. احتمالا تعداد گلچه که در مرحله قبل از گرده‌افشانی تعیین می‌شود، نقش مهم و تعیین کننده‌ای در تعیین دانه‌ی گندم دارد (۱۸). پژوهش‌ها نشان داده است که تنش‌های محیطی موجب کوتاه‌تر شدن طول دوره نمو سنبلچه‌ها می‌شود و بدین سبب باروری آن‌ها کاهش یافته و تشکیل دانه به‌خوبی انجام نمی‌شود (۱۴). گریو و همکاران (۲۰) نیز با آنالیز اجزای عملکرد سنبله‌ی گندم در شوری‌های مختلف دریافتند که با افزایش شوری تعداد سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله کاهش می‌یابد که منجر به کاهش تعداد دانه در بوته می‌شود. با استفاده از ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بیشترین تعداد دانه به مقدار ۵۳/۴۴ به‌دست آمد (جدول ۶).

جدول(۵) تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر برخی خصوصیات کمی گندم
Table(5) Analysis of variance of effect of treatments on some wheat quantitative properties

مجموع مربعات Sum of square			
تعداد دانه در سنبله Grain in spike	ارتفاع height	درجه آزادی df	منابع تغییر Source of variation
40.30^{ns}	4.08^{ns}	3	بلوک(R) Block
1328.05^{**}	3106.06^{**}	3	شوری Salinity
2565.80^{**}	1640.34^{**}	3	روی Zinc
161.27^{ns}	51.24^{ns}	9	شوری× روی Salinity× Zinc
588.95	247.66	45	اشتباه Error
8.08	3.03	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V(%)

*،** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و یک درصد و عدم معنی‌داری در آزمون LSD می‌باشد.
*,** and ns Significant at 5 and 1% probability levels and non- significant, respectively in LSD test.

جدول(٦) مقایسه میانگین تیمارها بر برخی صفات کمی گندم
Table(6) Mean comparative of treatments on some wheat quantitative properties

تعداد دانه در سنبله Grain in spike	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Height (cm)		تیمارهای آزمایش treatments
36.19^{c}	70.50^{c}	0	روی
42.88^{b}	75.47^{bc}	10	(میلی‌گرم در کیلوگرم
47.25^{b}	79.82^{b}	20	خاک)
53.44^{a}	84.13^{a}	30	Zinc ($mg.kg^{-1}$ soil)
50.00^{a}	86.32^{a}	4	سطوح شوری
47.01^{b}	80.19^{ab}	8	
43.06^{c}	76.29^{b}	12	(دسی زیمنس بر متر)
39.69^{d}	67.12^{c}	16	Salinity ($dS.m^{-1}$)

چنین به نظر می‌رسد که کاربرد عنصر روی در زراعت گندم، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته را به‌دلیل افزایش مقدار کلروفیل برگ (جدول ۴)، افزایش ظرفیت منبع از طریق افزایش ارتفاع بوته (جدول ۶) و احتمالا غلظت ایندول استیک اسید بطور معنی‌داری افزایش داده است (۲۴).

غلظت روی در برگ پرچم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تنش شوری و کود سولفات روی بر مقدار روی برگ پرچم در سطح احتمال خطای یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۷). به‌طوری‌که با افزایش هر واحد شوری، میزان روی برگ پرچم

۰/۸۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش نشان داد. بیشترین و کمترین غلظت روی به ترتیب مربوط به سطوح شوری ۴ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین‌های ۳۰/۶۱ و ۱۹/۹۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. روی نیز به ازای هر واحد افزایش سطح کودی با تیمارهای تعیین شده، غلظت روی در برگ پرچم را به میزان ۰/۴۴۲ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش داد که بیشترین میزان مربوط به تیمار ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۳۲/۰۷ بود (جدول ۸) که این مورد با نتایج باکویک و همکاران مطابقت دارد (۸).

غلظت روی در دانه

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که بین تیمارهای مختلف شوری و هم‌چنین کود سولفات روی از لحاظ میزان روی دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) با افزایش سطح شوری، میزان روی در دانه کاهش یافت. بیشترین میزان محتوی روی دانه در تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر با میانگین ۶۰/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد و هر واحد شوری میزان روی دانه را، ۱/۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش داد (جدول ۸). افزایش سطوح کود سولفات روی افزایش میزان روی در دانه را به همراه داشت به‌طوری‌که بیشترین میزان روی در تیمار ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۶۳/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد (جدول ۸). در زمینه تأثیر مثبت روی گزارش شده است که با کاربرد این عنصر غلظت روی و پروتئین در دانه و اندام هوایی افزایش یافته و باعث بهبودکیفیت محصول می‌شود (۳). این امر نشان می‌دهد که روی مصرف شده در دوره‌ی رشد گندم می‌تواند از طریق انتقال مجدد باعث افزایش غلظت روی دانه شود و در نتیجه علاوه بر خنثی سازی اثر تنش شوری، ارزش تغذیه‌ای گندم‌های تولیدی را برای استفاده‌ی انسان ارتقاء بخشد.

عملکرد بیولوژیک

درتحقیق حاضر نتایج مرتبط با عملکرد بیولوژیک نشان دهنده معنی‌داری اثر متقابل شوری و کود سولفات روی بر این صفت در سطح احتمال خطای یک درصد بود (جدول ۷). واکنش عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف شوری نسبت به کود سولفات روی روند کاهشی تدریجی داشت، البته بین تمام سطوح شوری اختلاف معنی‌دار وجود داشت و مشاهده شد در هر سطح شوری با افزایش کود سولفات روی عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. به طوری‌که بالاترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۱۵۷۷/۵۰ گرم بر مترمربع مربوط به شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و ۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی بود که نسبت به تیمار شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و عدم کاربرد کود سولفات روی ۵۹/۹۳ درصد افزایش داشت (جدول ۹). رودریگز و همکاران (۴۲) کاهش بیوماس گیاهان در اثر تنش شوری را نتیجه کاهش وزن خشک ریشه، ساقه و برگ گیاه دانستند. عنصر روی نیز به دلیل بهبود سبزینگی گیاه و افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی (جدول ۴)، احتمالا باعث تقویت توان منبع تولید درگیاه و در نتیجه افزایش وزن ریشه و اندام هوایی گندم شده (۹) که اثر مضر شوری بر مهم‌ترین جزء گیاه یعنی عملکرد را کاهش داده است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و متقابل شوری و کود سولفات روی بر عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). بیشترین مقدار عملکرد دانه در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی با متوسط ۶۹۲/۰۳ گرم در

جدول(۷) تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر برخی صفات گندم

Table (7)- Analysis of variance of effect of treatments on some wheat properties

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of square			
		محتوی روی برگ پرچم Flag leaf Zn content	محتوی روی دانه Grain Zn content	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
بلوک(R) Block	3	8.36 ns	133.43 ns	347.64 ns	41.09 ns
شوری Salinity	3	987.44**	3350.56**	1816085.36**	407173.`75**
روی Zinc	3	1664.91**	5526.5**	91467.76**	26575.57**
شوری× روی Salinity× Zinc	9	75.09 ns	599.8 ns	8230.15 **	10218.07**
اشتباه Error	45	194.58	2183.85	10925.97	1365.27
ضریب تغییرات (درصد) C.V(%)		8.26	13.77	13.21	10.01

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و یک درصد و عدم معنی‌داری در آزمون LSD می‌باشد.

*, ** and ns: Significant at 5 and 1% probability levels and non- significant, respectively in LSD test.

جدول(۸) مقایسه میانگین تیمارها بر برخی صفات گندم

Table(8) Mean comparative of treatments on some wheat properties

تیمارهای آزمایش treatments		محتوی روی برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم) Flag leaf Zn content ($mg.kgr^{-1}$)	محتوی روی دانه (میلی‌گرم در کیلوگرم) Grain Zn content ($mg.kgr^{-1}$)
روی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Zinc ($mg.kg^{-1}$ soil)	0	18.80 d	38.17 d
	10	22.06 c	47.26 c
	20	27.70 b	53.18 b
	30	32.07 a	63.76 a
سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity ($dS.m^{-1}$)	4	30.61 a	60.29 a
	8	26.60 b	53.59 b
	12	23.49 c	47.83 c
	16	19.96 d	40.65 d

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$)

جدول (۹) مقایسه میانگین تعامل تیمارها بر عملکرد بیولوژیک گندم (گرم بر مترمربع)

Table(9) Mean comparative of interaction of treatments on wheat biological yield ($g.m^{-2}$)

Salinity ($dS.m^{-1}$) / Zinc ($mg.kg^{-1}$)	4	8	12	16
0	1481.94^{d}	1329.44^{h}	1183.49^{l}	986.39^{p}
10	1505.62^{c}	1344.28g	1219.62^{k}	1042.69^{o}
20	1521.85^{b}	1371.11^{f}	1243.85^{j}	1093.41^{n}
30	1577.50^{a}	1403.61^{e}	1278.89^{i}	1131.80^{m}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$)

مترمربع به‌دست آمد، که با سطوح دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱۰). نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری، مقدار عملکرد کاهش چشمگیری پیدا نمود به‌طوری‌که پایین‌ترین مقدار عملکرد مربوط به شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و بدون مصرف روی با میانگین ۴۵۹/۳۹ گرم در مترمربع بود که نسبت به تیمار سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی، ۳۳/۶۲ درصد افت عملکرد را نشان داد (جدول ۱۰). هم‌چنین بررسی نتایج نشان داد که در سطوح مختلف شوری، با افزایش کود سولفات روی شدت اثر منفی شوری بر عملکرد کاسته شد؛ به‌طوری‌که در تمام غلظت‌های شوری مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی، بالاترین میزان عملکرد را ایجاد نمود که احتمالاً می‌توان آن‌را به اثر مثبت روی بر خنثی‌سازی اثرات منفی تنش شوری بر رشد گیاه نسبت داد. روی از طریق افزایش مقدار تنظیم کننده‌های رشد، کمک به متابولیسم مواد و تأثیر بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس، در افزایش تعداد و وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه نقش بسزایی دارد. تأثیر مثبت کاربرد عناصر آهن و روی بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله در آزمایش همانتارانجان و گرای (۲۴) نیز گزارش شده است. این محققان اضافه کردند که علت افزایش عملکرد و اجزای آن در اثر کاربرد آهن و روی، تأثیر این دو عنصر بر مقدار کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک اسید می‌باشد. با کاربرد کود سولفات روی به دلیل وجود ارتباط مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه، افزایش این دو صفت موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. احتمالا افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش زی‌توده گیاه به عنوان یکی از اجزاء مهم تعیین‌کننده‌ی توان منبع در گیاه همراه بود که این تزاید توان منبع، افزایش تعداد و مقدار دانه را به عنوان مهم‌ترین مخزن گیاه به همراه داشت.

براساس نتایج این تحقیق چنین به نظر می‌رسد شوری با کاهش مقدارکلروفیل (جدول ۴) و کاهش توان منبع تولیدی گیاه، نتیجتا زمینه را برای کاهش رشد رویشی و عملکرد بیولوژیک (جدول ۹) فراهم می‌سازد واین آسیب وارده به منبع تولیدی گیاه افت اجزاء عملکرد و عملکرد دانه را به همراه داشت (جدول ۱۰). اما کاربرد روی باعث خنثی‌سازی اثر منفی تنش بر دستگاه فتوسنتزی گیاه شده و افت عملکرد را کاهش داد.

جدول(۱۰) مقایسه میانگین تعامل تیمارها بر عملکرد دانه گندم (گرم بر متر مربع)
Table(10) Mean comparative of interaction of treatments on wheat grain yield ($g.m^{-2}$)

16	12	8	4	Salinity ($dS.m^{-1}$) / Zinc ($mg.kg^{-1}$)
459.39^{p}	521.39^{l}	624.69^{h}	679.89^{d}	**0**
471.22^{o}	524.74^{k}	633.00^{g}	684.20^{c}	**10**
486.61^{n}	592.50^{j}	666.44^{f}	688.58^{b}	**20**
506.94^{m}	607.61^{i}	675.08^{e}	692.03^{a}	**30**

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$)

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که همه‌ی صفات مورد بررسی تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفتند اما از آنجا که آبیاری با آب شور تنها در سه مرحله رشد گندم انجام شد در نتیجه فرصت تجدید رشد دوباره برای گیاه فراهم و موجبات غلبه بر اثرات شدید و منفی شوری خصوصاً بر عملکرد را فراهم ساخت.

امروزه انسان به دلیل کاهش منابع آب شیرین، شور شدن منابع آب و خاک و هم‌چنین کاهش بارندگی، ناگزیر به استفاده از آب شور می‌باشد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، از آب‌های شور زهکش‌ها به شرط استفاده از سطح مناسب کود سولفات روی جهت کاهش اثرات منفی شوری، می‌توان به عنوان جایگزین آب غیر شور بهره جست و از آنها در مدیریت آبیاری به عنوان منبع آب استفاده نمود.

سپاس‌گزاری

نویسندگان صمیمانه از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان برازجان که زمینه را برای اجرای این پژوهش فراهم ساختند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Ahmadi, M., Astaraei, A., Keshavarz, P. and Nasiri Mahalati, M. 2006. Effect of irrigation water salinity and zinc application on soil properties, yield and chemical compositions of wheat. Desert, 11 (1): 129-141. (in Persian with English abstract).

2. Allen, D. J., Nogues, S. and Baker, R. N. 1998. Ozone depletion and increased UV-B radiation: is there a real threat to photosynthesis. Journal of experimental Botany, 328: 1775-1788.

3. Alloway, B.J. 2006. Role of zinc on plant nutrition and soil fertility. Translate by baybordi, A. parivar publication, Tabriz. 179 p. (in Persian).

4. Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy journal, 23:112-121.

5. Bouis, H. and Islam, Y. 2011. Bio fortification: Leveraging agriculture to reduce hidden hunger. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 35: 456-589.

6. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen- Total. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA, pp. 1085-1121.

7. Brown, P. H., Cakmak, I. and Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc implant. Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherland. 23: 93-106.

8. Bukvic, G., Antunovic, M., Popovic, S. and Rastija, M. 2003. Effect of P and Zn fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). Plant Soil Environment, 49:505-510.

9. Cakmak, I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: an excellent investment for humanity and crop production in India. Journal of Trace Elements Medical Biological, 10: 10-16.

10. El-Fouly, M. M., Mobarak, Z. M. and Salama, Z. A. 2011. Micronutrients (Fe, Mn, Zn) foliar spray for increasing salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) African Journal of Plant Science, 5: 314-322.

11. El-Hendawy, S. E., Hu, Y., Yakout, G. M., Awad, A. M., Hafiz, S. E. and Schmidhalter, U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy, 22: 243-253.

12. Francisco G., Jhon L., Jifon S., Micaela C., James P.S. 2002. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in realation to Na and Cl accumulation in 'sunburst' mandarin grafted on different root stocks. Plant Science, 35:314-320.

13. Francois, L E., Grieve, MC., Mass, VE., Scott, ML. 1994. Time of salt stress affects grown and yield components of irrigated wheat. Agronomy journal, 86:100-107.

14. Frank, A B., Bauer, A., Black, A L. 1987. Effects of air temperature and water stress on apex development in spring wheat. Crop Science, 27:113-116.

15. Gadallah, M. A. and Ramadan, T. 1997. Effects of zinc and salinity on growth and anatomical structure of *Carthamus tinctorius* L. Biology Plantarum, 39: 411–418, 1997.

16. Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size Analysis. In: Klute, A., (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 1- Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society

American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 9, 2nd edition, Madison, WI, USA, pp. 383-411.

17. Ghoulam, C., Foursy, A. and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, Inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany, 47:39-50.

18. Gonzalez, F. G., Slafer, G. A., Miraleles, D. J. 2003. Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly vernalized wheats. Field Crops Research, 81:17-27.

19. Goudarzi, M. and Pakniyat, D. H. 2008. Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. Journal of Agriculture Society Science, 4: 35-38.

20. Grieve, C. M., Lesch, S. M., Francois, L. E., Mass, E. V. 1992. Analysis of main spike yield components in salt stressed wheat. Crop Science, 32: 697-703.

21. Hamdy, A., Abdel, S. and Abu- Zeid, M. 1993. Saline water management for optimum crop production. Agriculture Water Management, 24: 189-203.

22. Hasegawa, R. H., Fonseca, H., Fancelli, A. L., da Silva, V. N., Schammass, E. A., Reis, T. A., and Correˆa, B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Control, 19: 36-43.

23. Helmke, P. A. and Sparks, D. L. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA, pp. 551-574.

24. Hemantaranjan, A. and Gray, O. K. 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum.* L. Journal of Plant Nutrition, 11: 1439-1452.

25. Hu, Y. and Schmidhalter. U. 2001. Effect of salinity and macronutrient levels on micronutrient in wheat. Journal of Plant Nutrition, 24: 273-281.

26. Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs NJ.

27. Kafi, M., Borzouei, A., Salehi. M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati. J. 2009. Handbook of Plant and Crop Physiology. Jahad daneshgahi of Mashhad. Mashhad. 226 p. (in Persian).

28. Khan. M.S.A., Hamid M., Karim A. M. A. 1997. Effect of sodium chloride on germination and seeding characters of different types of (*Medicago sativa* L.). Crop Science, 176: 163-169.

29. Kuo, S., 1996. Phosphorus. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA, pp. 869-919.

30. Lindsey, W.I. and Norvell, W.A. 1978. Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Science Society America Journal, 42:421-428.

31. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment, 25: 659-671.

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

33. Nabizade Marvdasht, M. R., Kafi, M., Rashed Mohassel, M. H. 2003. Effects of salinity on growth, yield, elemental concentration and essential oil percent of cumin (*cuminum cyminum*). Field Crop Research, 1 (1): 53-60. (in Persian with English abstract).

34. Naresh, R. K., Minhas, P. S., Goyal, A. K., Chauhan, C. P. S. and Gupta, R. K. 1993. Conjunctive use of saline and non-saline waters. II- Field Comparisons of cyclic uses and mixing for wheat. Agriculture Water Management, 23: 139-148.

35. Nathan, M.V. and Sun, Y. 2006. Methods for plant analysis. University of Missouri, Columbia. pp. 8-9.

36. Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA, pp. 961-1010.

37. Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: Page, A.L. (Eds.), Methods of soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. 181-199.

38. Orabi, S. A., Salman, S. R. and Shalaby, M. A. F. 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. World Journal of Agriculture Science, 6: 252-259.

39. Prasad, A. S. 1984. Discovery and importance of zinc in human nutrition. Federation Proceedings, 43:2829–2834.

40. Rhoades, J. D., 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA, pp. 417-435.

41. Richie, S. W., Nguyen, H. T. and Holiday, A. S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30: 105-111.

42. Rodríguez, P., Torrecillas, A., Morales, M. A., Ortuño, M. F. and Sánchez-Blanco, M. J. 2005. Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of Asteriscus maritimus plants. Environmental and Experimental Botany, 53 (2): 113–123.

43. Sudhir, P. and Murthy, S. D. S. 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica, 42: 481-486.

44. Thomas, G. W., 1996. Soil pH and Soil Acidity. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA, pp. 475-490.

45. Villegas, D., Casadesus, J., Atienza, S. G., Martos, V., Maalouf, F., Karam, F., Aranjuelo, I. and Nogues, S. 2010. Tritordeum, wheat and triticale yield components under multi local mediterranean drought conditions. Field Crops Research, 116: 68–74.

46. Wallance, D. H., Ozbum, J. L. and Manger. H. M. 1972. Physiological genetics of crop yield. Advance in Agronomy, 24: 97-127.

47. Zaki, R. N. and Radwan, T. E. 2011. Improving wheat grain yield and its quality under salinity conditions at a newly reclaimed soil by using different organic sources as soil or foliar applications. Journal of Applied Science Research, 7: 42-55.

48. Zaree, M. A. 2006. Study of distribution model of salinity in soil under three irrigation regime at plot irrigation. M.Sc thesis of irrigation and drainage. Shahrekord University. 110 p. (in Persian with English abstract).