اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم

پیمان کشاورز و محمد جعفر ملکوتی [1] *

چکیده

به منظور بررسی اثر شوری و روی بر رشد، ترکیب شیمیایی و تغییرات بافت آوندی در ساقه گندم (*Triticum aestivum* L.) تعداد 20 نمونه خاک از مناطق مختلف استان خراسان انتخاب گردید. سپس طی آزمایش گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اثر مصرف صفر و 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی بصورت سولفات روی ($ZnSO_4.7H_2O$) و دو سطح شوری صفر (آب مقطر) و 100 میلی‌مول بر لیتر (معادل $13 dS\ m^{-1}$) محلول تهیه شده از $NaCl + CaCl_2$ با نسبت اکی‌والان یکسان بر روی گندم مطالعه گردید. نتایج نشان داد که بطور میانگین وزن خشک اندام هوایی با افزایش مصرف روی به میزان 8/3 درصد زیاد گردید، در حالی که شوری موجب کاهش وزن خشک به میزان 61/5 درصد شد. مصرف روی در شرایط شور توانست، وزن خشک اندام هوایی را 4/5 برابر بیش از شرایط غیر شور افزایش دهد. شوری وزن خشک ریشه را نیز بطور معنی‌داری کاهش داد. در مقابل مصرف روی اگرچه وزن ریشه را به میزان 4/3 درصد افزایش داد ولی این تغییر معنی‌دار نبود. علاوه براین غلظت و جذب روی در اندام هوایی گندم بر اثر مصرف روی افزایش و با شوری کاهش یافت. شوری همچنین موجب گردید تا از غلظت پتاسیم و کلسیم به میزان 60 و 56/8 درصد در اندام هوایی کاسته گردد. غلظت سدیم با افزایش شوری 56 درصد زیاد گردید، ولی با مصرف روی در حدود 44 درصد کاهش یافت. روی همچنین با محدود نمودن جذب سدیم، نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ را در اندام هوایی افزایش داد. از طرفی شوری موجب تغییرات ساختمانی در ساقه و بافت آوندی گیاهان تحت تنش شد، بطوری که بر اثر شوری دستجات آوندی کمتر و از اندازه آن نیز کاسته شد، ولی مصرف روی تشکیل دستجات آوندی را در گیاهان تحت تنش شوری بهبود داد.

واژه های کلیدی: گندم، روی، شوری، دستجات آوندی

مقدمه

نیاز گیاهان به عناصر غذایی در محیط شور به اندازه طبیعی و حتی بیشتر است. در محیط شور به دلیل شرایط خاص شیمیایی و بالا بودن غلظت برخی عناصر نظیر سدیم (Na^+) و کلر(Cl^-)، قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از مهمترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یونهای سمی، فعالیت اندک عناصر غذایی ضروری، نسبت زیاد Na^+/Ca^{+2}، Na^+/K^+، Mg^{2+}/Ca^{2+} و Cl^-/NO_3^- در گیاه، ناهنجاریهای تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (Grattan and Grieve، 1992، Feigin، 1985) تحمل گیاهان در برابر تنش شوری بستگی به توانایی انطباق یا تحمل ریشه نسبت به زیادی نمک در محیط رشد خود دارد (ملکوتی و همکاران، 1382). از طرفی تحمل در برابر سطوح متوسط شوری بستگی به توانایی ریشه ها در عدم جذب یونهای مضر برای رشد گیاه دارد (عسگری، 1378). Parker و همکاران(1992) و همچنین Cakmak و Marschner (1988) گزارش نمودند که نفوذپذیری غشای سلولی ریشه تحت شرایط کمبود روی افزایش می‌یابد و این موضوع با نقش روی در غشاهای سلولی مرتبط است. روی برای انسجام غشا سلولی ریشه ضروری بوده و سبب می‌گردد تا از جذب زیاد فسفر توسط ریشه ها و یا انتقال آن از ریشه به اندام هوایی گیاه جلوگیری گردد (Welch و همکاران، 1982). از اینرو افزایش غلظت خارجی روی احتمالاً می‌تواند اثر منفی NaCl را با محدود نمودن جذب سدیم (Na^+) و کلر(Cl^-) و یا انتقال آن در گیاه را تخفیف

1- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان و استاد دانشگاه تربیت مدرس

*- وصول: 83/7/7 و تصویب: 83/2/25

دهد (Alpaslan و همکاران، 1999). Hassan و همکاران (1970) همبستگی مثبت بین شوری، روی و منگنز و همبستگی منفی با آهن و مس را در جو گزارش نمودند. صالح (1378) گزارش نمود که اضافه نمودن روی اثر سوء کلرید سدیم را در برنج و باقلا تعدیل می‌نماید. Khoshgoftarmensh و همکاران (2002) نیز نشان دادند که روی نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت گندم در شرایط شور دارد. بر این اساس تحقیق حاضر به منظور شناخت نقش روی در کاهش اثرات شوری با توجه به تغییرات شیمیایی و ساختمان آناتومیکی گندم انجام شده است.

مواد و روشها

بر اساس نقشه های رنگی ارزیابی منابع و قابلیت اراضی موجود تعداد 40 نمونه خاک از فیزیوگرافی‌ها و زیر گروه‌های متفاوت (عمق 0 تا 30 سانتیمتری) در مناطق عمده گندمکاری استان خراسان انتخاب شدند. سپس 20 نمونه خاک طوری انتخاب شدند که اولاً از نظر میزان روی قابل جذب متفاوت بوده، ثانیاً از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی دارای تنوع کافی باشند و ثالثاً منطقه وسیعی را از نظر جغرافیایی در بر گیرند. حدود تغییرات و میانگین خصوصیات خاکها در جدول 1 آمده است. سپس طی یک آزمایش گلخانه‌ای فاکتوریل ($20\times2\times2$) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اثر مصرف صفر و 10 میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک بصورت سولفات روی ($ZnSO_4.7H_2O$) برروی خاکهای مورد نظر با دو سطح شوری صفر (آب مقطر) و 100 میلی مول بر لیتر (معادل $13 dS\ m^{-1}$) محلول تهیه شده از $NaCl + CaCl_2$ با نسبت اکی‌والان یکسان بر روی گندم مطالعه گردید. مقدار 4/5 کیلوگرم خاک به هر گلدان (25 سانتی متر طول و 20 سانتی متر قطر) اختصاص داده شد. نیتروژن به میزان 150 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بصورت اوره در طی سه مرحله به گلدانها اضافه شد. فسفر و پتاسیم به ترتیب به میزان 70 و 100 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بصورت سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به هر گلدان اضافه گردید. آهن نیز به میزان 10 میلی‌گرم در کیلوگرم بصورت سکسترین (FeEDDHA) به تمام گلدانها اضافه شد. 6 عدد بذر گندم رقم بک کراس روشن در عمق 3 سانتی‌متری همزمان با فصل کشت منطقه کاشته شد تا کنترل دمای محیط گلخانه آسان باشد. پس از سبز شدن و گذشت یک هفته تعداد بوته‌ها به چهار عدد در هر گلدان کاهش داده شد. در تیمار شوری، مقدار هر یک از نمک‌های مورد نیاز ($NaCl + CaCl_2$) برای تهیه سطح شوری مورد نظر در هر خاک از رابطه زیر بدست آمد (Vill-Castorena و همکاران، 2003)

$$A = \frac{(10\ EC_e)(EW)(PSV)}{2}$$

که در آن A مقدار هر یک از نمکها ($NaCl$ یا $CaCl_2$) بر حسب mg در کیلوگرم خاک، EC_e شوری نهایی خاک (در اینجا 13) بر حسب $dS\ m^{-1}$ ، ثابت 10 فاکتور تجربی استفاده شده برای تبدیل EC_e بر حسب $dS\ m^{-1}$ به کل نمک‌های محلول در عصاره اشباع خاک بر حسب $meq\ L^{-1}$ ، EW (equivalent weight) وزن اکی والان هر یک از نمک‌ها بر حسب $mg\ meq^{-1}$ و PSV (pot soil saturation volume) حجم اشباع خاک هر گلدان بر حسب $L\ kg^{-1}$. عدد 2 در مخرج کسر نیز معرف تعداد دو نمک برای تهیه EC_e مورد نظر می باشد. با توجه به میزان نمک محاسبه شده و FC هر خاک محلولی تهیه شد که طی سه تقسیط بعد از سبز شدن به گلدانها اضافه گردید تا شوری نهایی خاک (EC_e) به 13 دسی‌زیمنس بر متر برسد. در طول دوره رشد، آبیاری گلدانها بصورت وزنی و با آب مقطر صورت گرفت و سعی شد تا رطوبت گلدانها در حد ظرفیت مزرعه (FC) نگهداشته شود. 12 هفته پس از کاشت، از ساقه گندم قطعاتی بطول 2 سانتی‌متر به منظور تعیین وضعیت آناتومیکی گیاه تهیه و در محلول FAA (مخلوط فرمالین، الکل اتانول و اسید اسیتیک به نسبت 6/5، 100 و 2/5 درصد) فیکس شد، سپس در پارافین قرار داده شد و با استفاده از میکروتوم برشهای عرضی 5 میکرون از آن تهیه گردید. برشها به منظور حذف پارافین سه نوبت در زایلن شسته شد و سپس با سافرانین رنگ‌آمیزی گردید (Gadalla and Ramadan،1997). ضخامت پوست و مغز، تعداد دستجات آوندی و میانگین قطر آوندها با استفاده از میکرو متر چشمی و میکروسکوپ نوری تعیین گردید. پس از 12 هفته بر داشت اندام هوایی از یک سانتی‌متری بالای سطح خاک در مرحله ساقه‌دهی صورت گرفت، و وزن خشک گیاه، وزن ریشه، بهمراه غلظت و جذب عناصر Zn، K، Ca و Na اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

الف) وزن خشک اندام هوایی و ریشه

وزن خشک گیاه با افزایش مصرف روی بطور معنی‌داری ($P<0.05$) زیاد گردید (جدول2)، در حالی که شوری موجب کاهش وزن خشک اندام هوایی گندم به میزان 61/5 درصد شد (جدول3). مصرف 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی وزن خشک اندام هوایی را در شرایط غیر شور 4/1 درصد افزایش داد، در صورتی که در شرایط شور (100 میلی‌مول بر لیتر $NaCl + CaCl_2$) این افزایش در حدود 18/2 درصد بود (جدول4). از اینرو مصرف روی

توانست در حدود 4/5 برابر وزن خشک گندم را در شرایط شور بیش از غیر شور افزایش دهد. ایجاد مسمومیت توسط برخی یونهای سمی نظیر سدیم (Na^+) و کلر (Cl^-) همراه با عدم تعادل تغذیه‌ای می‌تواند مسئول کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه همراه با بالا رفتن شوری باشد (Cusido و همکاران، 1987;Gunes و همکاران 1996). از طرفی Page و همکاران (1996) و Qadir و همکاران (1997) گزارش نمودند که در خاکهای شور و سدیمی، حلالیت عناصر کم‌مصرف (Mn, Cu, Fe, Zn) فوق العاده کم بوده و کاهش حلالیت این عناصر، موجب کمبود آن در گیاهان می‌گردد. با این وجود در برخی خاکها بدیل بالا بودن میزان روی بومی خاک (برای مثال خاک شماره 2 $Zn=1.48\ mg\ kg^{-1}$) مصرف روی حتی موجب کاهش وزن خشک گردید (جدول 2).

جدول 1- حدود تغییرات و میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

Zn ($mgkg^{-1}$)	Clay (%)	S. P (%)	O.C (%)	T.N.V (%)	pH	EC_e ($dS\ m^{-1}$)	
0/43	15	26/6	0/24	13/17	7/9	0/55	کمترین
1/48	52	62/6	1/33	31/66	8/35	0/92	بیشترین
0/74	25/7	38/2	0/57	19/56	8/11	0/64	میانگین

جدول 2- اثر مصرف روی بر وزن خشک، غلظت و جذب روی در اندام هوایی گندم

جذب روی ($\mu g\ pot^{-1}$)		غلظت روی ($mgkg^{-1}$)		وزن خشک ($g\ pot^{-1}$)		شماره خاک
Zn10	Zn0	Zns10	Zn0	Zn10	Zn0	
430/41	340/13	60/66	40/63	6/78	6/78	1
250/05	203/32	61/11	42/08	3/43	3/91	2
280/73	163/17	56/51	30/50	4/35	4/37	3
430/73	174/58	56/35	27/75	6/38	5/26	4
421/30	218/34	65/75	37/76	6/06	4/96	5
367/79	230/98	59/11	41/13	5/18	4/46	6
303/73	205/84	49/38	33/61	5/31	4/91	7
402/69	158/23	60/73	29/63	5/55	4/40	8
486/28	213/65	59/45	29/25	7/02	6/25	9
315/97	186/72	51/55	32/85	5/08	4/51	10
372/57	231/29	53/30	32/36	6/21	6/03	11
415/08	166/09	51/7	26/06	6/64	5/61	12
368/92	200/93	52/0	32/63	5/86	5/35	13
331/78	197/90	50/93	29/35	5/84	5/64	14
322/82	171/00	52/90	29/91	5/70	5/28	15
321/14	182/93	53/80	31/71	5/26	4/80	16
342/14	204/70	53/18	30/03	5/26	5/43	17
231/18	114/68	48/85	26/56	4/36	3/61	18
336/33	200/87	55/10	31/31	5/71	5/63	19
432/20	164/37	61/5	23/61	6/61	6/08	20
358/19a	169/48b	55/69a	31/94b	5/ 63A	5/16b	میانگین

جدول 3- اثر شوری (100 میلی مول بر لیتر $NaCl + CaCl_2$) بر وزن خشک، غلظت و جذب روی در اندام هوایی گندم

جذب روی ($\mu g\ pot^{-1}$)		غلظت روی ($mgkg^{-1}$)		وزن خشک ($g\ pot^{-1}$)		شماره خاک
+ شوری	- شوری	+ شوری	- شوری	+ شوری	- شوری	
149/68	620/86	32/05	69/25	4/45	9/11	1
49/12	404/26	32/06	71/13	1/48	5/86	2
66/44	377/46	27/13	59/88	2/37	6/35	3
64/62	540/69	28/26	55/83	2/30	9/34	4
144/70	494/94	35/85	67/66	3/72	7/30	5
68/65	530/12	26/05	74/20	2/57	7/08	6
66/83	442/74	24/15	58/85	2/68	7/54	7
69/49	491/44	26/65	63/71	2/60	7/35	8
106/91	593/02	29/96	58/73	3/44	9/83	9
51/71	450/98	27/75	56/65	1/77	7/81	10
102/24	501/62	26/06	59/60	3/78	8/47	11
78/16	503/00	22/53	55/23	3/50	8/26	12
81/80	488/05	24/31	60/31	3/27	7/94	13
92/50	437/18	26/21	54/06	3/38	8/10	14
109/39	384/44	33/23	49/58	3/19	7/79	15
85/94	418/13	24/81	60/70	3/27	6/79	16
62/18	484/66	21/71	61/50	2/79	7/90	17
48/35	297/52	24/81	50/60	2/16	5/80	18

115/01	422/18	32/63	53/78	3/43	7/91	19
148/33	448/24	34/31	50/80	3/81	8/88	20
88/10b	466/58a	28/03b	59/60a	3/00b	7/80a	میانگین

Ravikovitch و Navrot (1974) نشان دادند که مصرف روی موجب افزایش رشد و نمو گوجه فرنگی در سطوح بالای شوری شد در حالی که در خاک غیر شور هیچ عکس‌العملی بدست نیامد. Alpaslan و همکاران (1999) نشان دادند که شوری موجب کاهش وزن خشک و تر در گوجه‌فرنگی می‌شود، ولی با افزایش مصرف روی از اثر شوری بطور معنی‌داری کاسته می‌گردد.

Gupta و Gupta (1984)نیز نشان دادند که در شرایط شور، مصرف روی عملکرد اندام هوایی سویا را بطور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

شوری وزن ریشه را نیز بطور معنی‌داری ($P<0.05$) کاهش داد، بطوری که موجب گردید از وزن ریشه به میزان 80 درصد کاسته گردد. در مقابل روی اگرچه وزن ریشه را به میزان 4/3 درصد افزایش داد ولی این تغییر معنی‌دار نبود. با این وجود اثر روی بر وزن خشک ریشه در شرایط شور (8/63 درصد افزایش) بیش از غیر شور (3/46 درصد افزایش) بود (جدول4). این موضوع اثر مثبت روی را بر رشد ریشه علاوه بر اندام هوایی نشان می‌دهد. علاوه بر این شوری نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه را از 9/41 به 19/59 افزایش داد ($P<0.05$)، ولی اثر روی بر این نسبت علی‌رغم افزایش آن از 14/21 به 14/8 معنی‌دار نبود. به نظر می رسد اثر محدود کنندگی شوری بر رشد ریشه سبب افزایش دو برابری این نسبت شده باشد، از طرفی چون اثر روی بر رشد اندام هوایی بیش از ریشه بوده، نسبت اندام هوایی به ریشه اندکی زیاد شده است. El-Fouly و همکاران (2001) اعلام نمودند که با افزایش شوری، نسبت اندام هوایی به ریشه افزایش یافته و وزن ریشه کاهش می یابد.

ب)غلظت و جذب عناصر غذایی در اندام هوایی

1- روی

مصرف روی موجب بالا رفتن غلظت روی و همچنین جذب آن در اندام هوایی گندم گردید (جدول 2). مصرف 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی غلظت روی را از 32 به 56 میلی‌گرم در کیلوگرم و جذب روی را از 169 به 358 میکروگرم در اندام هوایی گندم در هر گلدان اضافه نمود که این افزایش داد که به ترتیب معادل 43 و 53 درصد افزایش برای غلظت و جذب روی می‌باشد. در مقابل غلظت روی و جذب آن در اندام هوایی گیاهان تحت تنش شوری کاهش یافت (جدول 3). افزایش شوری (100 میلی مول بر لیتر $NaCl + CaCl_2$) بطور میانگین در حدود 53 درصد غلظت روی و 81 درصد جذب روی را اندام هوایی گندم کاهش داد. علاوه بر تغییراتی که ممکن است از نظر شیمیایی و حلالیت روی در شرایط شور در خاک اتفاق بیافتد، Yahya (1998) گزارش نمود که جذب عناصر غذایی در این شرایط به دلیل کاهش حجم ریشه و خاصیت ضدیتی بین عناصر غذایی و یونهای سمی کاهش می‌یابد. El-Fouly و همکاران (2001) نیز نشان دادند که کاهش جذب عناصر کم مصرف در شرایط شور ناشی از جذب بیشتر عناصری چون Na، Mg و Ca می‌باشد . بر همکنش اثر روی و شوری بر غلظت و جذب روی در اندام هوایی گندم نشان می‌دهد که با مصرف روی در شرایط غیر شور غلظت و جذب روی به ترتیب 38/8 و 41/7 درصد افزایش یافته است، در حالی که در شرایط شوری (100 میلی‌مول بر لیتر $NaCl + CaCl_2$) این روند به ترتیب معادل 50 و 61 درصد می باشد (جدول5). از اینرو مصرف روی توانسته است در شرایط شوری 11 میلی‌گرم در کیلوگرم غلظت روی را و 19/3 گرم در هر گلدان جذب روی را از شرایط غیر شور زیادتر نماید. Alpaslan و همکاران (1999) نیز مشابه همین نتایج را گزارش نمودند. صالح (1378) گزارش نمود که مصرف روی بطور قابل ملاحظه ای، غلظت روی را در باقلا و برنج افزایش و غلظت سدیم و کلر را کاهش می‌دهد. احمدی (1382) نیز نشان داد که در سطوح شوری متفاوت افزایش مصرف روی موجب افزایش غلظت روی در کاه و کلش گندم گردید، ولی روند افزایشی در سطوح شوری 4، 8 و 12 دسی زیمنس بر متر شدیدتر از شرایط غیر شور بود.

2) پتاسیم، کلسیم و سدیم

با افزایش شوری غلظت و جذب پتاسیم در اندام هوایی گندم بطور معنی‌اری کاهش یافت ($P<0.05$)، بطوری که شوری موجب شد تا از غلظت پتاسیم در اندام هوایی حدود 60 درصد و جذب آن 76 درصد کاسته گردد.همچنین در گیاهان تحت تنش شوری غلظت کلسیم بطور میانگین 8/ 56 درصد افزایش یافت ولی جذب آن 12/5 درصد کاهش یافت از آنجائی که کلسیم یکی از یون های شور کننده محلول نمکی بود، بدیهی است که با افزایش شوری غلظت آن در گیاه زیاد گردد ولی از طرف دیگر چون وزن خشک گیاه با شوری کاهش یافته، جذب کلسیم کم گردید. غلظت سدیم نیز در اندام هوایی با شوری از 0/259 درصد به 0/598 درصد افزایش یافت، ولی با مصرف روی بطور میانگین در حدود 44 درصد از

مقدارآن کاسته شد. در گیاهان بدون تنش شوری، غلظت سدیم با مصرف 10 میلی گرم روی در کیلوگرم تقریبا تغییری پیدا نکرد ولی در شرایط شوری (100 میلی مول بر لیتر $NaCl + CaCl_2$) به میزان 58 درصد کاهش یافت (جدول6). همین روند در مورد جذب سدیم نیز صادق بود. Verma و Neue (1984) گزارش نمودند که مصرف حداکثر 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی در خاک موجب کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم در ژنوتیپهای حساس به شوری در برنج می‌شود، در حالی که بر غلظت سدیم و پتاسیم ژنوتیپهای متحمل به شوری تأیری ندارد. Alpaslan و همکاران (1999) اثر مثبت مصرف روی بر وزن خشک و تر گوجه فرنگی در شرایط شور را از کاهش جذب سدیم و انتقال آن به اندام هوایی و یا حتی انتقال از برگهای پیر به برگهای جوان بواسطه بهبود انسجام غشاء ناشی از مصرف روی اعلام نمودند. صالح (1378) نیز نشان داد که مصرف روی، غلظت سدیم را در برنج و باقلا کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد روی با بهبود وضعیت غشاء و حفظ انتخاب پذیری آن مانع ورود سدیم به درون گیاه و در نتیجه کاهش غلظت سدیم در اندام هوایی گندم شده است.

ج) نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ در اندام هوایی

در حالی که شوری موجب کاهش نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی گردید، ولی نسبت K^+/Na^+ بطور میانگین با مصرف 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی به میزان 50 درصد افزایش یافت. در شرایط غیر شور مصرف روی تغییر چندانی در این نسبت ایجاد نکرد، ولی با شور شدن، روی توانست نسبت K^+/Na^+ را در حدود 62 درصد افزایش دهد (جدول 7). در مورد نسبت Ca^{2+}/Na^+ وضع کمی متفاوت بود، بطوریکه با مصرف روی نسبت Ca^{2+}/Na^+ از 1/24 به 1/87 افزایش یافت علاوه بر این با افزایش شوری نیز این نسبت اندکی (8/3 درصد) زیاد شد. با توجه به اینکه نمک بکار رفته برای شور نمودن خاکها حاوی کلسیم بود این نسبت با افزایش شوری کمی افزایش یافت، ولی روی توانست با محدود نمودن جذب سدیم، نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ را در اندام هوایی افزایش دهد. دفع نمک و رابطه آن با تحمل به شوری در گیاه بویژه نقش ترجیح و مقدار نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ از اصول مهم بوده، و بر این اساس تحمل گندم به شوری با مصرف روی افزایش یافته است. Francois و همکاران (1994) کاهش رشد در گندم را به کاهش نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ (افزایش جذب سدیم و کاهش جذب پتاسیم) ارتباط دادند. آنان اظهار داشتند که نقصان متابولیسم نیتروژن گیاه در شرایط شور می‌تواند به علت اختلال در تعادل نسبت K^+/Na^+ در بافت گیاهی باشد. Wilson و همکاران (2002) اشاره نمودندکه نسبت K^+/Na^+ با افزایش شوری در گندم کاهش می‌یابد و در نتیجه این نسبت ارتباط قوی با تحمل به شوری در گیاه دارد.

د) بافت آوندی ساقه

شوری موجب تغییر ساختمانی در ساقه گندم شد (شکل 1). تعداد دستجات آوندی و همچنین قطر آوندها در گیاهان تحت تنش شوری بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. در حالیکه روی اثر منفی شوری را کم نمود. در شوری 100 میلی‌مول بر لیتر تعداد دستجات آوندی در فقدان روی 43% و قطر آوندها 46% کاهش یافت. در مقابل با مصرف 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی، تعداد دستجات آوندی گندم و همچنین قطر آن نسبت به تیمارهای بدون مصرف روی افزایش یافت (جدول 8). علاوه بر این با افزایش شوری سلولهای پارانشیمی پوست ریزتر و لایه اپیدرم ضخیم تر گردید. ضخامت نسبی پوست با افزایش غلظت $NaCl+CaCl_2$ کاهش ولی ضخامت نسبی مغز افزایش یافت. در عین حال مصرف روی ضخامت نسبی پوست را افزایش داد، ولی تأثیر چندانی بر ضخامت مغز نداشت. Gadalla و Ramadan (1997) نشان دادند که شوری بافت آوندی را کاهش داده، در حالیکه سلولهای پارانشیمی مغز را زیاد می‌نماید، آنان همچنین یادآور شدند که تشکیل بافت آوندی در حضور روی در گیاهان تحت تنش شوری افزایش می‌یابد. اثر شوری بر روی بافت و نمو اندامها ممکن است اثر مستقیم نمک روی سرعت تقسیم سلولی و در نتیجه سرعت کمتر نمو (توسعه) یا یک کاهش در طول مدت توسعه باشد (ملکوتی و همکاران، 1382).

جدول 4- اثر روی و شوری(100 میلی مول بر لیتر $NaCl + CaCl_2$) بر وزن خشک اندام هوایی، ریشه و نسبت اندام هوایی به ریشه گندم

Zn ($mgkg^{-1}$)	شوری (mM)	($g\ pot^{-1}$) وزن اندام هوایی	وزن ریشه	نسبت اندام هوایی به ریشه
0	0	7/63 b	0/921 a	9/14 b
	100	2/7 d	0/180 b	19/27 a
10	0	7/96 a	0/954 a	9/69 b
	100	3/30 c	0/197 b	19/92 a

جدول 5 - اثر روی و شوری ($NaC + CaCl_2$) بر غلظت و جذب روی در اندام هوایی

Zn ($mg\ kg^{-1}$)	شوری (mM)	غلظت ($mgkg^{-1}$)	جذب ($\mu g\ pot^{-1}$)
0	0	45/22 b	343/49 b
	100	18/65 D	49/48 d
10	0	73/98 A	589/66 a
	100	37/40 C	126/73 c

جدول 6 - اثر روی و شوری($NaCl + CaCl_2$) بر غلظت و جذب K، Ca و Na در اندام هوایی گندم

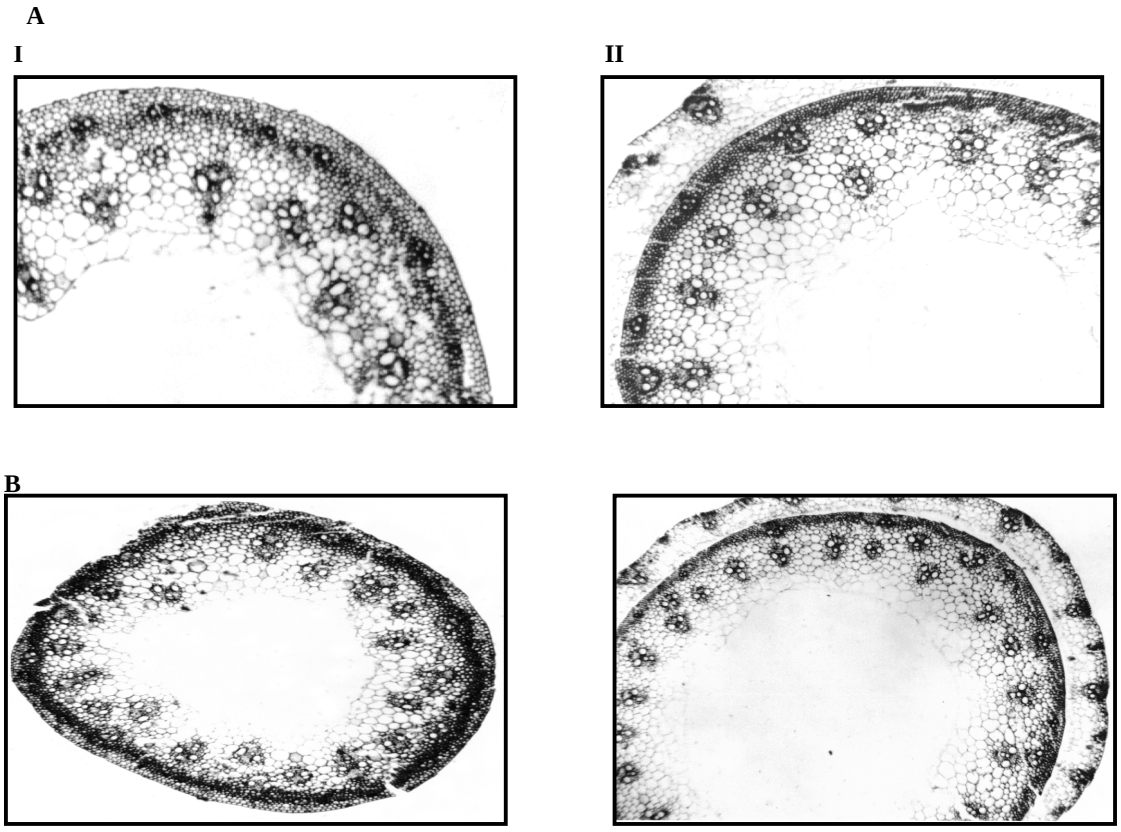
Zn ($mgkg^{-1}$)	شوری (mM)	غلظت (%)			جذب ($\mu g\ pot^{-1}$)		
		K	Ca	Na	K	Ca	Na
0	0	2/65 a	0/401 c	0/252 C	200/92 a	30/61 b	18/33 b
	100	1/55 c	0/935 b	0/847 a	42/65 c	24/84 c	19/76 a
10	0	2/58 b	0/424 c	0/264 c	204/62 a	33/47 a	20/45 a
	100	1/57 c	0/975 a	0/349 b	52/72 b	31/24 b	10/78 c

جدول 7 - اثر روی و شوری ($NaCl + CaCl_2$) بر نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ در اندام هوایی

Zn ($mgkg^{-1}$)	شوری (mM)	K^+/Na^+	Ca^{2+}/Na^+
0	0	10/41A	1/43b
	100	1/7C	1/09c
10	0	9/61a	1/42b
	100	4/5 B	2/75a

جدول 8 - ضخامت نسبی پوست و مغز (درصدی از ضخامت مقطع)، تعداد دستجات آوندی و میانگین قطر آوندها در ساقه گندم تحت تأثیر سطوح مختلف شوری($NaCl + CaCl_2$) و روی

Zn ($mgkg^{-1}$)	شوری (mM)	دستجات آوندی	قطر آوندها (µm)	ضخامت پوست (%)	ضخامت مغز (%)
0	0	44	61/53±3/2	53	45
	100	25	32/80±2/1	41	56
10	0	41	60/50±4/1	48	49
	100	35	41/02±3/3	42	55



شکل 1 – مقطع عرضی ساقه و بافت آوندی گندم در سطوح مختلف شوری صفر(A) و 100 (B) میلی مول در لیتر، در فقدان روی(I) و حضور10میلی گرم در کیلو گرم روی (II)

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که روی اثر مثبتی بر رشد گندم، تحت تنش شوری دارد. روی می تواند با جلوگیری از جذب سدیم و افزایش نسبت K^+/Na^+ تحمل گندم را به شوری افزایش دهد، علاوه بر این روی با تغییرات آناتومیکی گیاه و افزایش تعداد دستجات آوندی و اندازه آنها تخت تنش شوری نقش مهمی در انتقال و جذب عناصر غذایی دارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از شرکت صنایع ریـز بینـی مشـهد، خانم مهندس میلانی و آقای مهندس مهـدوی از همکـاران آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب خراسان، همچنـین آقای مهندس پاسبان کـه در انجـام ایـن تحقیـق همکـاری صمیمانه داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع:

1. احمدی، م. 1382 . تأثیر شوری آب آبیاری و مصرف روی بر خصوصیات خاک، عملکرد و اجزا عملکرد و ترکیب شیمیایی گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
2. صالح، ج. 1378. تأثیر سطوح شوری و سطوح و منبع روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج و باقلا. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
3. عسکری، ح. 1378. بررسی ویژگیهای آگرونومیک و ترکیب شیمیایی ذرت (Zea mays L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*)، سورگوم (*Sorghum Bicolor L. Moench*) و کنجد (*Sesamum indicum L.*) در مقادیر مختلف سدیم کلراید و ازت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
4. ملکوتی، م. ج.، پ. کشاورز، س. سعادت و ب. خلد برین. 1382. تغذیه گیاهان در شرایط شور. معاونت امور باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی.233 ص.
5. Alpaslan, M., Inal, A. Gunes, A. Cikili, Y. and Ozcan, H. 1999. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato (*Lycopersicum esculentum* L.Mill. c.v. lale) grown under salinity.Tr. J. Botany.23: 1-6
6. Cakmak, I. T. and Marschner, H. 1988. Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants. J. Plant Physiol. 132: 356-361.
7. Cusido, R.M., Palanzon, J. Altabella, T. and Morales, C. 1987. Effect of salinity on soluble protein, free amino acids and nicotine contents in *Nicotiana rustica* L. Plant Soil. 102: 55-60
8. El-Fouly, M. M., Zeinab, M. M. and Zeinab, A. S. 2001. Micronutrient spray as a tool to increase tolerance of faba bean and wheat plants to salinity. XIV International Plant Nutrition Colloquium. P. 422- 423. Hanover, Germany.
9. Feigin, A. 1985. Fertilization management of crops irrigated with saline water. Plant Soil, 89:285-299
10. Francois, L. E., Grieve, C. M. Mass, E. V. and Lesch, S. M. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agron. J., 86:100-107
11. Gadallah, M. A. and Ramadan, T. 1997. Effects of zinc and salinity on growth and anatomical structure of *Carthamus tinctorius L*. Biologia Plantarum, 39: 411-418.
12. Grattan, S. R. and Grieve, C. M. 1992. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environment. Agric. Ecosyst. Environ., 38:275-300.
13. Gunes, A., Inal, A. and Alpaslan, M. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. J. Plant Nutr. 19:389-396.
14. Gupta, V. K. and Gupta, S. P. 1984. Effect of zinc sources and levels on the growth and Zn nutrition of soybean in the presence of chloride and sulphate salinity. Plant Soil, 81:299-304.
15. Hassan, N. A. K., Drew, J. V. Knudson, D., and Olsen, R. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn : I. Barley. Agron. J. 62: 43-45.
16. Khoshgoftarmanesh, A. H., Jaaferi, B. and Shriatmadari, H. 2002. Effect of salinity on Cd and Zn availability.17th World Congress of Soil Science,Thailand.
17. Page, A. L., Chang, A. C. and Adriano, D. C. 1996. Deficiencies and toxicities of trace elements. In: Agricultural salinity assessment and management. No. 71 ed. Tanji, K. K. pp. 138-160. American Society of Civil Engineers, New York.

18. Parker, D. R., Aguilera, J. J. and Thompson, D. N. 1992. Zinc-phosphorus interactions in two cultivars of tomato*(Lycopersicon esculentum L.,)* grown in chelator-buffered nutrient solutions. Plant Soil, 143: 163-177.
19. Qadir, M., Qureshi, R. H., and Ahmed, N. 1997. Nutrient availability in a calcareous saline-sodic soil during vegetative bioremediation. Arid Soil Res., 11: 343-352.
20. Ravikovitch, S. and Navrot, J. 1974. The effect of managanese and zinc on saline soil. Soil Sci., 121: 25-31.
21. Verma, T. S. and Neue, H. U. 1984. Effect of soil salinity level and zinc application on growth, yield and nutrient composition of rice. Plant Soil, 82: 3-14.
22. Villa-Castorena, M., Ulery, A. L., Caalan-Valencia, E. A. and Remmenga, M.D. 2003. Salinity and nitrogen rate effects on the growth and yield of chile pepper plants. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 1781-1789.
23. Welch, R. M., Webb, M. J. and Lonegaran, J. F. 1982. Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity. In: Proc. 9th International Plant Nutrition.Coll. Ed.A Scaife A. pp. 710-715
24. Wilson, C., Read, J. J. and Abokassem, E. 2002. Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of quinoa and a wheat variety. J. Plant Nutr. 25: 2689-2704
25. Yahya. H. 1998. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. J. Plant Nutr., 21: 1439-1451.

The Effects of Zinc and Salinity on Growth, Chemical Composition and Vascular Tissues of Wheat[1]

P. Keshavarz, M.J. Malakouti[2]

Abstract

To investigate the salinity and zinc (Zn) effect on growth, chemical composition and vascular tissues in wheat (*Triticum aestivum*) stem, twenty calcareous soil samples were collected from different regions of Khorasan Province, Iran. A factorial pot experiment was carried out as a randomized complete block design with three replications. Treatments were two levels of salinity (0 and 100 mM prepared with the same equivalents of NaCl and $CaCl_2$) and two levels of Zn(0 and 10 mg kg^{-1}). The results showed that shoot dry matter increased with Zn application (8.3%), but decreased with salinity (61.5%). Application of 10 mg kg^{-1} Zn, increased shoot dry matter by 4.5 fold in saline condition as compared with to non-saline conditions. Salinity decreased root dry matter significantly. Zn application increased root dry matter (4.3%), but it was not statistically significant. Shoot/root ratio was enhanced with increasing salinity and Zn level. Zn application increased Zn concentration and uptake in shoot, but salinity reduced them. Na^+ concentration increased in plants under salinity stress (56%), while it was lowered with application of Zn (44%). K^+/Na^+ and Ca^{2+}/Na^+ ratios in shoots increased with Zn application . Salinity induced structural changes in stem. Fewer xylem vessels with smaller size were observed in stressed plants. Zn improved growth and enhanced vascular tissues in comparison with stressed plants grown at the same salinity. level

Keywords: Wheat; Zinc; Salinity; Vascular tissues**.**

1- This article was extracted from a Ph.D. thesis, Tarbiat Modarres University.

2- Researcher, Khorasan Agricultural and Nat. Resources Research Center; and Professor, Tarbiat Modarres University, respectively.