نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۴- شماره ۴- پیاپند ۱۳۳ زمستان ۱۴۰۰

تاثیر شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی کلات و نانو اکسید روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو

Effects of saline water and foliar application of chelate and nano zinc oxide on yield and yield component in barley cultivars

مهرداد محلوجی[۱]

۱. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران ، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱ - شناسهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2022.354837.1551

چکیده

محلوجی، م.، . تاثیر شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی کلات و نانو اکسید روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۴ - شماره ۴- پیاپند ۱۳۳ زمستان ۱۴۰۰ صفحه: ۷۳-۵۷

به منظور بررسی تاثیر شوری آب، محلول پاشی کلات و نانو اکسید روی و اثر متقابل آن ها بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با توزیع بلوک های خرد شده با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات شوری و زهکشی رودشت اصفهان در سال های زراعی۹۳-۱۳۹۱ انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل کیفیت آب آبیاری در سه سطح (۲، ۱۰ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر)، محلول پاشی کود روی (نانو اکسید روی، کلات روی، مخلوط کلات روی و نانو اکسید روی و عدم محلول پاشی روی) و سه رقم مختلف جو (موروکو، نصرت و خاتم) بودند. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاهش یافت. محلول پاشی کلات روی، تعداد سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را افزایش داد. اثر متقابل سه گانه (شوری*محلول پاشی*رقم) بر همه صفات در دو سال آزمایش (بجز تعداد دانه در سنبله در سال اول) معنی دار و برش دهی انجام شد. با افزایش سطح شوری تا ۱۰ دسی زیمنس برمتر، مخلوط نانو اکسید روی و کلات روی (در سال اول) و کلات روی (در سال دوم) تاثیر مثبت بر عملکرد دانه ارقام جو داشت. در شوری ۱۸ دسی زیمنس برمتر، عدم محلول پاشی در سال اول و محلول پاشی کلات روی در سال دوم مناسب ترین تیمار از نظر عملکرد دانه بود. با توجه به اینکه سال دوم پژوهش به شرایط نرمال (از نظر آمار سالیانه درازمدت هواشناسی) نزدیک تر بوده و واقعی تر به نظر می رسد، کاربرد کلات روی، بهترین توصیه برای داشتن عملکرد مناسب دانه است.

واژه های کلیدی: برش دهی، تحمل شوری، ریزمغذی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: mmahlooji2000@yahoo.com

مقدمه

شوری محدود کننده تولید در جهان (Poustini *et al.,* 2020) بوده و ۱۹/۵ درصد از اراضی فاریاب (Sonia *et al.,* 2019) را تحت تاثیر قرار داده است. تخمین زده می شود بین ۱۸ تا ۲۷ میلیون هکتار از اراضی کشور با مشکل شوری مواجه می باشد که چیزی در حدود ۱۵- ۱۰ درصد کل اراضی کشور را تشکیل می دهد (Mahlooji *et al.,* 2018)؛ از این رو شوری منابع آب و خاک از مهم ترین مشکلات کشاورزی در ایران است. در شرایط شوری، میزان عناصر غذایی در دسترس محلول خاک به واسطه غلظت زیاد بعضی عناصر (یون های کلر و سدیم و بعضا کلسیم) کاهش یافته و منجر به اختلال در تغذیه و بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی گیاه می گردد. تغذیه صحیح ضمن کمک به حفظ تعادل عناصر غذایی، زمینه رشد مناسب و افزایش عملکرد گیاه را در این شرایط فراهم می نماید (Ahmadi *et al.,* 2006). در شرایطی که اسیدیته خاک بالا بوده و جذب مواد غذایی از طریق ریشه با اختلال همراه باشد استفاده از روش محلول پاشی و جذب برگی عناصر غذایی در تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه بسیار حایز اهمیت است. امروزه علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف، استفاده از عناصر ریزمغذی به عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است (Mosavi *et al.,* 2007).

روی یک ریزمغذی ضروری برای سنتز کلروفیل بوده و در گرده افشانی، باروری و جوانه زنی گیاهان نیز نقش مهمی به عهده دارد. کمبود روی به عنوان یک مشکل اساسی به خصوص در گیاهان رشد کرده در خاک های شور با مقادیر بالای pH شناخته می شود. اگر یک عنصر ریز مغذی قرار است در در خاک های شور اضافه شود؛ عنصر روی بهترین انتخاب است (Ghasemi-Fasaei & Ronghi, 2008; Firoozi *et al.,* 2018). بررسی های اخیر نشان داده اند که کاربرد سولفات روی و نانواکسید روی می تواند به دلیل بهبود رنگدانه های فتوسنتزی و مولفه های فلورسانس کلروفیل، در تعدیل یا کاهش بخشی از اثر تنش شوری، توانایی گیاهان را نسبت به تنش شوری متأثر نماید (Narimani & Seyed Sharifi, 2020). ریزمغذی روی در شرایط تنش شوری، باعث افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی، تجمع پرولین و قندهای محلول و محتوای کلروفیل شده و نقش اساسی در بهبود رشدی گیاه دارد (Kheirizadeh Arough *et al.,* 2016).

جو به دلیل مقاوم بودن به خشکی، برخورداری از علوفه مرغوب، ساده تر بودن کاشت، داشت و برداشت، خوش خوراکی، کنترل فرسایش و علف های هرز، توقعات کمتر به مواد غذایی خاک، دارا بودن مواد قندی و نشاسته ای زیاد در مقایسه با زراعت های دیگر از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (Seyed Sharifi & Hokmalipour, 2010). نتایج یک پژوهش نشان داد با افزایش شوری، عملکرد دانه جو کاهش ولی با تغذیه برگی نانو اکسید روی، عملکرد افزایش داشت (Seyed Sharifi *et al.,* 2017). در پژوهش دیگری، محققان دریافتند افزایش روی در شرایط شوری کم تا متوسط (۴

تا ۸ دسی زیمنس بر متر) می تواند از طریق بهبود وضعیت عناصر غذایی در گندم و کاهش اثرات شوری، موجب رشد بیشتر و تا حدودی (۵۶ تا ۷۱ میلی گرم در هر بوته) افزایش عملکرد دانه گردد (Ahmadi *et al*., 2006). نتایج مصرف خاکی و محلول پاشی روی بر گندم در شرایط شوری نشان داد که بیشترین عملکرد دانه گندم مربوط به کاربرد توأم سولفات روی و نانواکسید روی در عدم اعمال شوری (۱/۰۱۶ گرم در بوته) و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد روی (۰/۷۵۵ گرم در بوته) در شرایط شوری ۹۰ میلی مولار خاک (معادل ۸/۳ دسی زیمنس بر متر) بود (Narimani & Seyed Sharifi, 2020).

از مهمترین چالش های بخش کشاورزی، کاهش منابع آب، آلودگی های زیست محیطی و به خصوص آلودگی های ناشی از مصرف بی رویه سموم و کودهای شیمیایی است. راهکار عملی برای مشکل کاهش منابع آب، استفاده از منابع آب شور نامتعارف (آب خاکستری) است. این منابع آبی شور سبب کاهش جذب، ایجاد اختلال در رشد و کمبود عناصر غذایی در گیاه از جمله عنصر روی می شود. راهکار حل معزل آلودگی ناشی از مصرف خاکی بی رویه کود، محلول¬پاشی یا تغذیه برگی در بر طرف کردن نیاز غذایی گیاهان است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر شوری آب، محلول¬پاشی کلات و نانو اکسید روی و اثر متقابل آن¬ها بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو در شرایط شوری آب آبیاری انجام گردید.

مواد و روش ها

آزمایش در منطقه رودشت واقع در ۶۰ کیلومتری شرق اصفهان در محل ایستگاه تحقیقات شوری اجرا گردید. خصوصیات خاک و آب محل اجرای آزمایش در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با توزیع بلوک های خرد شده با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات شوری رودشت اصفهان در دو سال زراعی۹۳-۱۳۹۱ انجام شد. کاشت توسط ردیف کار مخصوص کاشت غلات در کرت هایی شامل شش ردیف چهار متری با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و با تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع در آبان ماه انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل شوری آب آبیاری در سه سطح به عنوان عامل عمودی (دو دسی زیمنس بر متر به عنوان شاهد، ۱۰ دسی زیمنس بر متر (شوری متوسط) و ۱۸ دسی زیمنس بر متر (شوری زیاد) بود. محلول¬پاشی کود روی در چهار سطح به صورت افقی (نانواکسید روی (۱۰۰ گرم در هکتار)، کلات روی (یک کیلوگرم در هکتار)، مخلوط کلات روی و نانواکسید روی (۰/۵ کیلوگرم در هکتار کلات روی و ۵۰ گرم در هکتار نانواکسید روی) و عدم محلول پاشی به عنوان شاهد) و سه رقم جو (نیمه حساس موروکو، نیمه متحمل نصرت و متحمل خاتم به شوری) در داخل کرت های اصلی خرد شدند. از مرحله چهار برگی با فاصله ۷ روز و در سه نوبت محلول پاشی انجام گردید. بر اساس توصیه آزمایشگاهی، کود سرک ازته به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت مصرف (پنجه زنی، ساقه دهی و شکم خوش به میزان ۵۰ کیلوگرم درهکتار)، کود فسفره ۱۵۰ و پتاسه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت

مصرف گردید. مبارزه با علف های هرز پهن برگ با علف کش توفوردی انجام شد. آبیاری به¬صورت کرتی (۷ نوبت) پس از تلفیق آب چاه و زهکش و رسیدن به هدایت الکتریکی مورد نظر انجام شد. هدایت الکتریکی آب درهرنوبت آبیاری به‌وسیله دستگاه شوری سنج پورتال اندازه‌گیری می‌گردید. به منظور تعیین اجزای عملکرد، تعداد ۱۰ بوته در زمان رسیدگی از بوته‌های خط چهارم کشت و به طور تصادفی انتخاب و با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت در جدول تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد دانه از خطوط دوم و سوم کاشت و از سه متر طولی وسط کرت (۱/۲ مترمربع) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون Lsmeans در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمون بارتلت برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد انجام و به دلیل یکنواخت نبودن خطاهای آزمایشی، تجزیه مرکب انجام نشد. به دلیل معنی‌دار بودن اثر بر همکنش (متقابل)، برش دهی انجام شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون Lsmeans در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

اجزای عملکرد دانه

اثر سطوح مختلف شوری آب بر تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در هر دو سال آزمایش معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش (۰ تا ۳۰ سانتیمتر)

Table 1. Soil chemical characteristics at the experimental site (0-30 cm)

EC	pH	ازت کل	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	کلسیم+منیزیم	سدیم
		Total nitrogen	Organic carbon	Available P	Available K	Available Cu	Available Zn	Available Mn	Available Fe	Ca + Mg	Na
dS/m		%		mg kg^{-1}						meq L^{-1}	
13	7.7	0.05	0.47	11.8	340	2.38	0.72	6.48	5.54	60	79.1

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آبهای مورد استفاده برای آبیاری

Table 2. Chemical characteristics of water used for irrigation

سطوح شوری Salinity levels (dS m^{-1})	خصوصیات Characteristics							
	EC	pH	سولفات	بیکربنات	کلرید	سدیم	کلسیم+منزیم
			SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Na^+	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$
	dS m^{-1}		meq L^{-1}				
2	1.4	7.7	0.8	2.0	1.4	1.5	2.6
10	9.7	8.1	26.9	5.7	60	47.8	44
18	17.8	7.6	54.9	6.4	111	99.3	72

که با افزایش شوری از ۲ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر تعداد سنبله به میزان ۱۲ و ۱۷ درصد (شکل۱)، تعداد دانه در سنبله به میزان ۱۱ و ۱۵ درصد (شکل۲) و وزن هزار دانه به میزان ۸ و ۱۱ درصد (شکل ۳) به ترتیب در سال اول و دوم کاهش داشتند. با افزایش شوری از ۲ به ۱۸ دسی زیمنس بر متر تعداد سنبله به میزان ۲۵ و ۲۳ درصد، تعداد دانه در سنبله به میزان ۲۲ و ۲۵ درصد و وزن هزار دانه به میزان ۲۹ و ۳۱

به ترتیب در سال اول و دوم کاهش داشت. با افزایش شوری از ۱۰ به ۱۸ دسی زیمنس بر متر تعداد سنبله به میزان ۱۵ و ۸ درصد، تعداد دانه در سنبله به میزان ۱۳ و ۱۲ درصد و وزن هزار دانه به میزان ۲۳ و ۲۲ به ترتیب در سال اول و دوم کاهش داشت (شکل های ۱ تا ۳). افزایش شوری بر مولفه های فتوسنتزی تاثیر گذاشته، مقاومت روزنه ای را افزایش، اسیمیلات های سلولی و باروری دانه گرده را کاهش، تشکیل دانه با مشکل مواجه شده که منجر به کاهش کلیه اجزای عملکرد دانه (تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) می شود. علت کاهش اجزای عملکرد مرگ پیش از بلوغ گلچه های انتهایی (Sangtarash, 2010)، عقیم شدن دانه گرده (Ji *et al.,* 2010)، سقط دانه (Fabian *et al.,* 2011)، افزایش مقاومت روزنه ای (Mahlooji *et al.,* 2015)، کاهش اسیمیلات های سلولی (Esmaeilzadeh *et al.,* 2018) توسط محققین گزارش شده است. اعمال تنش شوری (نسبت به شرایط بدون تنش شوری) در ۲۶ رقم جو منجر به کاهش ۱۲/۷۸ گرمی در وزن هزار دانه (میانگین وزن هزار دانه از ۴۳/۵۵ به ۳۰/۷۷ گرم) گردید (Jamshidi, 2014).

نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد دانه نشان داد که اثر محلول پاشی فقط بر تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله در سال دوم معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که در سال دوم، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح را کلات روی (۳۱۸/۴) و با ۱۷ درصد افزایش نسبت به شاهد بدون روی به خود اختصاص داد و سپس نانواکسید روی و مخلوط (کلات روی و نانواکسید روی) در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند و در نهایت کمترین تعداد سنبله در واحد سطح (۲۶۴/۵ عدد) را شاهد

بدون مصرف کود روی به خود اختصاص داد (شکل۱). در سال دوم، مصرف کود نانواکسید روی، تعداد دانه در سنبله را کاهش داده است (شکل ۲). تعداد دانه در سنبله در تیمار کلات روی، مخلوط نانو وکلات و شاهد در یک سطح آماری قرار داشتند و کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۲/۶) به محلول پاشی نانو اکسید روی تعلق داشت. علت افزایش تعداد دانه در سنبله در اثر محلول پاشی، بهبود شرایط فتوسنتزی، افزایش سرعت فتوسنتز و در تهایت افزایش تجمع کربوهیدرات بود. محققین بیوسنتز رنگدانه های فتوسنتزی و بهبود محتوای کلروفیل (Narimani & Seyed Sharifi, 2020)، افزایش سرعت فتوسنتز و بهبود شرایط فتوسنتزی (Mahlooji & Abasi, 2021)، کاهش میزان دی اکسیدکربن زیر روزنه ای (Mahlooji *et al.,* 2015)، افزایش مقدار کربوهیدرات (Seyed Sharifi *et al.,* 2017) و آنزیم (Cakmak, 2000) در اثر محلول پاشی را موثر در افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه گزارش نمودند. یافته های پژوهشی نشان داد استفاده از عنصر روی موجب افزایش تعداد سنبله در متر مربع گندم (Khan *et al.,* 2010; Ghorbani *et al.,* 2009; Zeidan *et al.,* 2010)، تعداد دانه در سنبله جو (Seyed Sharifi *et al.,* 2017) شده ولی تاثیری بر وزن هزار دانه (Hosseinabadi *et al.,* 2007) گندم نداشت.

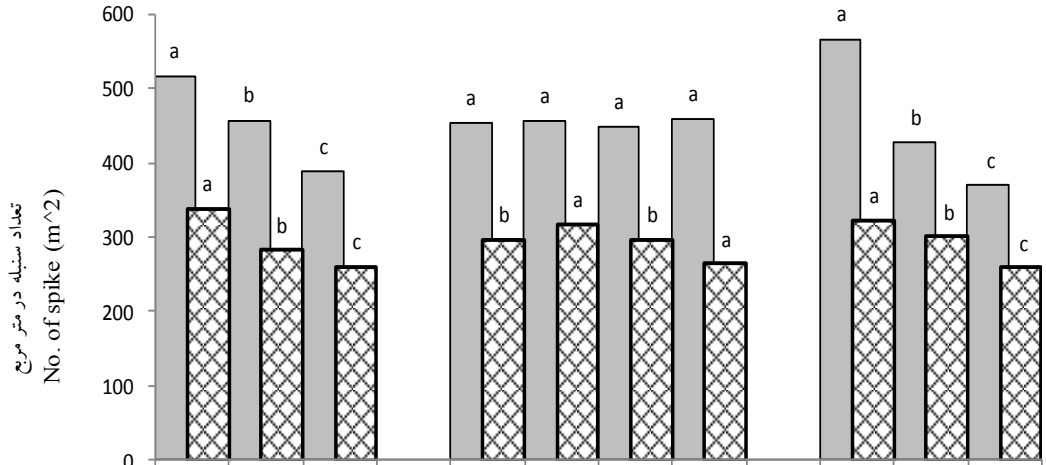
جدول ۳- نتایج میانگین مربعات عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه ارقام جو در دو سال زراعی۹۳-۱۳۹۱

Table 3. The mean squares for grain yield and yield components of barley genotypes during the 2012-14 cropping seasons

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	تعداد سنبله No. of spike		تعداد دانه در سنبله No. of seed per spike		وزن هزار دانه 1000- kernel weight		عملکرد دانه Grain yield	
		سال Year							
		۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14
تکرار Replication	2	359.5	575.7	9.5	3.2	1.9	0.2	19352.5	324524.4
شوری آب Saline water (W)	2	149341.4**	57083.6**	450.9**	453.6**	1152.1**	973.6**	144339672.3**	271359.2**
خطا Error	4	2151.9	603.4	6.3	7.8	3.8	3.2	304367.3	40994.8
محلول پاشی Foliar application (F)	3	636.5 ^{ns}	13359.1**	15.2 ^{ns}	32.6*	16.1 ^{ns}	12.5^{ns}	288133.1 ^{ns}	15561228.6**
خطا Error	6	1768.6	818.9	5.2	4.2	7.7	7.7	337523.0	115767.3
شوری * محلول پاشی W * F	6	2183.3*	999.3^{ns}	12.8 ^{ns}	17.9*	14.3 ^{ns}	15.8*	1088479.6*	1281391.8**
خطا Error	12	716.8	1041.8	9.6	5.5	6.4	4.3	338237.6	69745.3
رقم Cultivar (C)	2	371153.5**	37999.8**	3400.9**`	3451.6**	55.2**	123.8**	3777871.8**	17649002.1**
رقم * شوری C * W	4	4577.1**	1878.8**	46.9**	23.9*	20.4**	9.9^{ns}	737837.1**	1321837.2**
رقم* محلول پاشی C * F	6	17053.3**	9232.8**	26.5*	12.3^{ns}	8.8*	12.5*	194044.4^{ns}	65044.4**
رقم* محلول پاشی*شوری C * W * F	12	3296.2**	1161.5*	14.6 ^{ns}	20.7**	10.9**	11.6**	352409.4*	310012.0**
خطا Error	48	1020.4	465.5	10.2	7.2	2.9	3.9	138566.0	57208.9

ns * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و یک درصد.

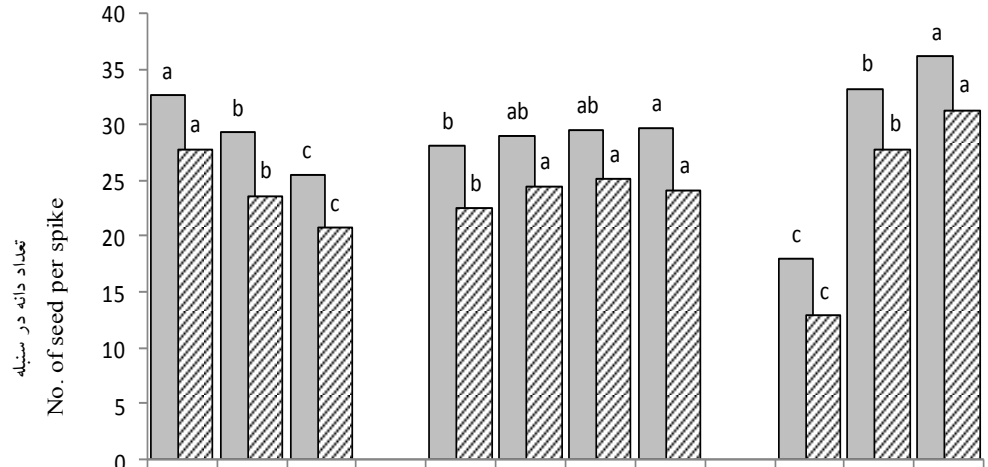
ns, * and **: non- significant and significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively



	2 ds/m	10 ds/m	18 ds/m		Nano-ZnO	EDTA-Zn	Nano+EDTA	H2O		Morocco	Nosrat	Khatam
Year 1	517.9	457.8	389.2		454.6	457.0	448.4	459.7		567.5	427.0	370.3
Year 2	338.6	282.9	261.4		297.0	318.3	297.3	264.5		323.1	300.6	259.1

شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد سنبله در مترمربع در تیمارهای مختلف شوری آب (۲، ۱۰ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر)، کود مصرفی (نانواکسیدروی،کلات روی، نانو مخلوط نانو و کلات، شاهد آب) و ارقام (موروکو، نصرت و خاتم) جو..

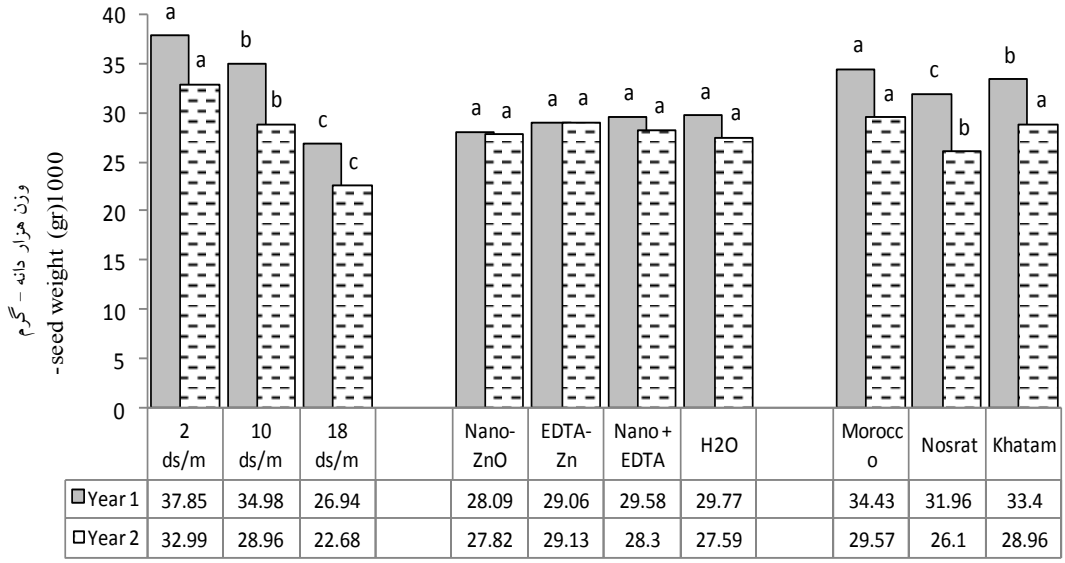
Figure 1. Mean comparison for number of spike per square under different treatments of saline water (2, 10 and 18 ds/m), foliar application (nano-ZnO, EDTA-Zn, nano+EdTA and H2O as check) and barley cultivars (Morocco, Nosrat and Khatam.



	2 ds/m	10 ds/m	18 ds/m		Nano-ZnO	EDTA-Zn	Nano+EDTA	H2O		Morocco	Nosrat	Khatam
Year 1	32.58	29.3	25.5		28.09	29.06	29.58	29.77		18.02	33.27	36.08
Year 2	27.85	23.72	20.78		22.59	24.55	25.16	24.17		12.99	27.93	31.42

شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله در تیمارهای مختلف شوری آب (۲، ۱۰ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر)، کود مصرفی (نانواکسیدروی،کلات روی، نانو مخلوط نانو و کلات، شاهد آب) و ارقام (موروکو، نصرت و خاتم) جو.

Figure 2. Mean comparison for number of seed per spike under different treatments of saline water (2, 10 and 18 ds/m), foliar application (nano-ZnO, EDTA-Zn, nano+EdTA and H2O as check) and barley cultivars (Morocco, Nosrat and Khatam).



شکل ۳- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف شوری آب (۲، ۱۰ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر)، کود مصرفی (نانواکسیدروی،کلات روی، نانو مخلوط نانو و کلات، شاهد آب) و ارقام (موروکو، نصرت و خاتم) جو.

Figure 3. Mean comparison for 1000-seed weight under different treatments of saline water (2, 10 and 18 ds/m), foliar application (nano-ZnO, EDTA-Zn, nano+EdTA and H2O as check) and barley cultivars (Morocco, Nosrat and Khatam).

بین رقم ها از لحاظ تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار تفاوت معنی دار در هر دو سال آزمایش وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین تعداد سنبله در متر مربع (شکل ۱) و وزن هزار دانه (شکل ۳) به ژنوتیپ موروکو تعلق و تعداد دانه در سنبله مربوط به ژنوتیپ خاتم (شکل ۳) بود.

بررسی اثر متقابل سه گانه (جدول۴) نشان داد در سطح حداقل شوری آب (۲ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح مربوط به رقم موروکو (۷۱۸) با مصرف مخلوط نانو و کلات روی و در سال دوم، مربوط به رقم نصرت (۴۲۸) با محلول پاشی کلات روی بود. در سطح متوسط شوری آب آبیاری (۱۰ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح مربوط به رقم موروکو (۶۷۷) با مصرف توام نانو و کلات روی و در سال دوم مربوط به رقم موروکو (۳۴۵) با محلول پاشی کلات روی بود. در سطح حداکثر شوری آب آبیاری (۱۸ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح مربوط به رقم موروکو (۵۱۷) با مصرف محلول کلات روی و در سال دوم، مربوط به رقم موروکو (۳۱۲) با محلول پاشی مخلوط نانو و کلات روی می باشد. بیشترین تعداد دانه در سنبله در سطح حداقل شوری آب (۲ دسی زیمنس بر متر) در سال اول و دوم، مربوط به رقم خاتم با مصرف کلات روی و در سطح متوسط شوری آب آبیاری (۱۰ دسی زیمنس بر متر) نیز مربوط به رقم خاتم با مصرف توام نانو و کلات روی بود. رقم خاتم در سطح حداکثر شوری آب آبیاری (۱۸ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول و دوم، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح

جدول ۴- برهمکنش شوری آب، محلولپاشی و رقمهای جو برعملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۱

Table 4. Interaction of water salinity, foliar application and barley cultivars on grain yield and yield components during the 2012-2014 cropping seasons

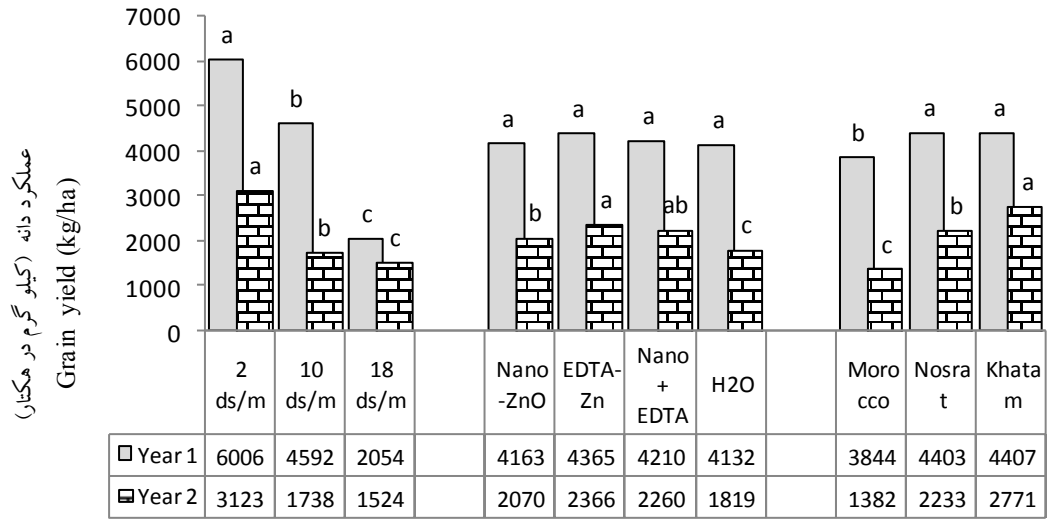
شوری آب Saline water (ds/m)	محلول پاشی Foliar application	رقم Cultivar	تعداد سنبله در مترمربع No. of spike (m^{-2})		تعداد دانه در سنبله No. of seed per spike		وزن هزار دانه(گرم) 1000- kernel weight (gr)		عملکرد دانه (کیلوگرمدرهکتار) Grain yield (kg/ha)	
			year سال							
			۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14	۹۲-۱۳۹۱ 2012-13	۹۳-۱۳۹۲ 2013-14
2	نانواکسیدروی Nano-ZnO	موروکو Morroco	578[a]	348[a]	21.6[b]	15.6[c]	39.5[a]	34.5[a]	5262[b]	2125[b]
		نصرت Nosrat	527[a]	362[a]	34.4[a]	29.4[b]	36.9[ab]	31.9[ab]	6900[a]	3450[a]
		خاتم Khatam	410[b]	303[b]	37.0[a]	31.0[a]	34.7[b]	29.7[b]	5360[b]	1804[c]
	کلات روی EDTA-Zn	موروکو Morroco	625[a]	358[b]	19.2[c]	13.6[c]	44.7[a]	39.7[a]	6219[a]	1804[c]
		نصرت Nosrat	514[b]	428[a]	35.7[b]	34.4[a]	36.4[c]	31.4[c]	6500[a]	4204[b]
		خاتم Khatam	424[c]	311[c]	44.4[a]	40.1[a]	39.2[b]	35.9[b]	6617[a]	4917[a]
	مخلوط Mixture	موروکو Morroco	718[a]	378[a]	18.5[c]	15.8[c]	37.4[a]	32.4[a]	5079[c]	2467[c]
		نصرت Nosrat	464[b]	375[a]	37.2[b]	32.2[b]	37.4[a]	32.4[a]	6729[a]	4100[b]
		خاتم Khatam	376[c]	306[a]	44.0[a]	39.7[a]	39.1[a]	34.1[a]	5959[b]	4500[a]
	شاهد آب (check=H_2O)	موروکو Morroco	639[a]	323[b]	20.4[b]	16.1[b]	38.2[a]	33.2[a]	5533[a]	1379[c]
		نصرت	490[b]	236[a]	40.1[a]	34.1[a]	32.6[b]	27.6[b]	5850[a]	1900[b]

		Nosrat نصرت	450[b]	334[a]	38.3[a]	32.3[a]	38.2[a]	33.2[a]	6075[a]	3679[a]
		خاتم Khatam								
		موروکو Morroco	515[a]	329[a]	18.4[b]	12.4[c]	35.9[a]	30.9[a]	4080[b]	1158[c]
	نانواکسیدروی Nano-ZnO	نصرت Nosrat	467[a]	290[b]	32.7[a]	24.8[b]	32.8[b]	27.8[ab]	4498[b]	1917[b]
		خاتم Khatam	378[a]	291[b]	37.3[a]	29.4[a]	34.5[ab]	27.5[b]	5221[a]	2317[a]
		موروکو Morroco	591[a]	345[a]	18.7[b]	11.9[b]	34.9[b]	29.9[a]	4294[b]	1125[c]
	کلات روی EDTA-Zn	نصرت Nosrat	452[b]	336[a]	34.5[a]	31.1[a]	33.4[b]	26.4[b]	5011[a]	2037[b]
		خاتم Khatam	353[c]	258[b]	35.9[a]	29.9[a]	38.4[a]	32.4[a]	4751[ab]	2479[a]
10		موروکو Morroco	677[a]	331[a]	15.6[b]	12.5[b]	35.2[b]	31.9[a]	4453[b]	1104[b]
	مخلوط Mixture	نصرت Nosrat	386[b]	294[b]	33.9[a]	29.3[a]	36.6[ab]	24.9[b]	5081[a]	1642[a]
		خاتم Khatam	327[c]	192[c]	38.7[a]	32.7[a]	38.1[a]	32.3[a]	5282[a]	2017[a]
		موروکو Morroco	530[a]	285[a]	17.5[b]	12.5[c]	33.6[ab]	28.6[a]	3868[b]	1154[c]
	شاهد آب (check=H_2O)	نصرت Nosrat	405[b]	329[b]	31.9[a]	24.5[b]	31.6[b]	24.9[b]	3986[ab]	1558[b]
		خاتم Khatam	411[b]	256[a]	36.6[a]	32.6[a]	34.8[a]	29.8[a]	4581[a]	2346[a]
		موروکو Morroco	504[a]	290[a]	16.8[b]	10.8[b]	30.1[a]	25.1[a]	1768[a]	1087[c]
18	نانواکسیدروی Nano-ZnO	نصرت Nosrat	382[b]	274[a]	29.2[a]	23.7[a]	25.4[b]	20.4[b]	2061[a]	1595[b]

	خاتم Khatam	331[b]	229[b]	25.5[a]	26.1[a]	26.2[b]	22,5[ab]	2317[a]	2025[a]
	موروکو Morroco	517[a]	302[a]	17.6[b]	11.6[b]	25.6[a]	20.6[b]	1667[a]	1050[c]
کلات روی EDTA-Zn	نصرت Nosrat	327[b]	280[ab]	28.1[a]	22.1[a]	26.4[a]	21.4[ab]	2087[a]	1567[b]
	خاتم Khatam	309[b]	246[b]	27.4[a]	22.7[a]	26.9[a]	24.6[a]	2141[a]	2106[a]
	موروکو Morroco	477[a]	312[a]	14.8[b]	11.4[c]	28.9[a]	23.9[a]	1680[a]	1092[b]
مخلوط Mixture	نصرت Nosrat	327[b]	291[a]	29.9[a]	23.9[b]	26.1[ab]	21.1[a]	1673[a]	1521[a]
	خاتم Khatam	289[b]	196[b]	33.5[a]	28.9[a]	25.5[b]	21.5[a]	1961[a]	1896[a]
	موروکو Morroco	439[a]	276[a]	17.2[b]	11.7[c]	29.1[a]	24.1[a]	2221[a]	1037[b]
شاهد آب (check=H_2O)	نصرت Nosrat	388[ab]	213[b]	31.6[a]	25.6[b]	27.9[ab]	22.9[a]	2455[a]	1300[b]
	خاتم Khatam	386[b]	228[b]	34.4[a]	30.7[a]	25.1[b]	24.0[a]	2623[a]	2012[a]

وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت آماری معنیدار می باشد .

At least one common letter indicates no statistical difference.



(نانواکسیدروی،کلات روی، نانو مخلوط نانو و کلات، شاهد آب) و ارقام (موروکو، نصرت و خاتم) جو.

Figure 4. Mean comparison for grain yield under different treatments of saline water (2, 10 and 18 ds/m), foliar application (nano-ZnO, EDTA-Zn, nano+EdTA and H2O) and barley cultivars (Morocco, Nosrat and Khatam).

را بدون مصرف کود روی داشت. در سال اول و دوم آزمایش، مصرف کلات روی بیشترین وزن هزار دانه را در سطح حداقل شوری آب در رقم موروکو و در سطح متوسط شوری آب در رقم خاتم داشت. در سطح حداکثر شوری آب، بیشترین وزن هزار دانه مربوط به رقم موروکو با مصرف نانو اکسید روی بودتاثیر ریز مغذی روی بر وزن هزار دانه گندم به دلیل فراهم بودن عناصر در مراحل اولیه رشد و افزایش تجمع اسیمیلات ها در دانه و در نهایت وزن هزار دانه بیشتر گزارش گردید (Ghorbani *et al.,* 2009). افزایش وزن هزار دانه گندم نان و گندم دوروم دراثر مصرف ریز مغذی نیز گزارش شد (Soylu *et al.,* 2005).

عملکرد دانه

سطوح مختلف شوری آب تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه در هر دو سال داشتد (جدول ۳). با افزایش شوری از ۲ به ۱۰ دسی زیمنس برمتر، عملکرد دانه به میزان ۲۴ و ۴۵ درصد به ترتیب در سال اول و دوم کاهش داشت؛ با افزایش شوری از ۲ به ۱۸ دسی زیمنس بر متر، عملکرد دانه به میزان ۳۴ و ۵۱ درصد به ترتیب در سال اول و دوم کاهش داشت و با افزایش شوری از ۱۰ به ۱۸ دسی زیمنس بر متر، عملکرد دانه به میزان ۵۵ و ۱۲ درصد به ترتیب در سال اول و دوم کاهش داشت (شکل ۴). مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۶۰۰۶/۳ و ۳۱۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم) در حداقل شوری آب آبیاری بدست آمد. تنش شوری باعث کاهش در فتوسنتز شده که می تواند به خاطر هدایت روزنه ای پایین تر، کاهش در جذب کربن و متابولیسم آن، کاهش توانایی فتوشیمیایی یا ترکیبی از همه این فاکتورها باشد که مورد تاکید محققین (Mahlooji *et al.,* 2015) است.

اثرات محلول پاشی بر عملکرد دانه فقط در سال دوم معنی دار بود. در سال دوم، بیشترین

عملکرد دانه را کلات روی (۲۳۶۵/۵ کیلوگرم در هکتار) داشته (۲۴درصد افزایش نسبت به شاهد بدون روی) و سپس مخلوط نانو اکسید و کلات روی (۲۲۵۹/۷ کیلوگرم در هکتار) داشتند (۲۰ درصد افزایش نسبت به شاهد). کمترین عملکرد نیز به میزان ۱۸۱۸/۵ کیلوگرم در هکتار به شاهد آب (بدون مصرف کود روی) تعلق داشت. به دلیل نقش مهم عنصر روی در رشد محصول (شامل فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و دیگر فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی) منجر به حصول عملکرد های بالاتری می شود.

بین رقم‌ها از لحاظ عملکرد دانه تفاوت آماری معنی داری در هر دو سال وجود داشتند (جدول ۳). عملکرد دانه بیشتر در سال اول، مربوط به رقم خاتم (۴۴۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار و ۱۴/۶ درصد بیش از موروکو) و نصرت (۴۴۰۲/۷ کیلوگرم ۱۴/۵ درصد بیش از موروکو) بوده و در سال دوم، رقم خاتم(۲۷۷۰/۶ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰/۵ درصد بیش از موروکو) و نصرت (۲۲۳۲/۶ کیلوگرم در هکتار ۶۱/۵ درصد بیش از موروکو) تعلق داشت (شکل ۴). عکس العمل متفاوت ارقام گندم (Khoshgoftar *et al.,* 2006) و جو (Seyed Sharifi *et al.*, 2017; Mahlooji *et al.,* 2015) در خاک های شور با مصرف روی گزارش شد.

مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری سه عاملی (جدول ۴) نشان داد که در سطح حداقل شوری آب (۲ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم نصرت (۶۹۰۰ کیلوگرم درهکتار) با مصرف نانو اکسید روی و در سال دوم، رقم خاتم (۴۹۱۷/۷ کیلوگرم درهکتار) با محلول پاشی کلات روی بود. در سطح متوسط شوری آب (۱۰ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم خاتم (۵۲۸۱/۸) با مصرف مخلوط نانواکسید روی و کلات روی و در سال دوم، با محلول پاشی کلات روی بود. در سطح حداکثر شوری آب (۱۸ دسی زیمنس بر متر)، در سال اول بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم خاتم (۲۶۲۲/۷) بدون مصرف روی و در سال دوم، با محلول پاشی کلات روی (۲۱۰۵/۸) بود. به نظر می رسد که تفاوت شرایط اقلیمی در طی دو سال آزمایش، تاثیر متفاوتی بر نوع کود مصرفی و ارقام جو داشته و اثرات متقابل را معنی دار نمود. بهبود عملکرد گندم با کاربرد سولفات روی (Narimani & Seyed Sharifi, 2020; Khoshgoftar *et al.,* 2006; Ahmadi *et al.,* 2006) و محلول پاشی نانواکسید روی (Seyed Sharifi *et al.,* 2017)، عملکرد جو با محلول پاشی کلات روی (Mahlooji *et al.,* 2015) گزارش شده است.

نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که شوری آب آبیاری و افزایش آن باعث اختلال در فرآیندهای فتوسنتزی، کاهش اجزای عملکرد و عملکرد دانه جو می شود. استفاده از ارقام مقاوم و تاثیر عناصر کم مصرف روی در افزایش عملکرد دانه موثر است. به دلیل معنی دار شدن آزمون بارتلت نتایج دو سال آزمایش جداگانه بررسی شدند. اثرات متقابل معنی دار عوامل آزمایشی (شوری، محلول پاشی عنصرروی و ارقام جو) نشان از لزوم برش دهی بود. نتایج برش دهی نشان داد

که عملکرد دانه حداکثر در سال اول؛ در شوری آب (۲، ۱۰ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر) به ترتیب از ارقام جو نصرت (باکود مصرفی نانواکسید روی)، خاتم (کود مخلوط نانو و کلات) و خاتم (بدون کود مصرفی) بدست آمد. در سال دوم؛ در شوری آب (۲، ۱۰ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر) رقم جو خاتم با مصرف کلات روی حداکثر عملکرد دانه را داشت. مقایسه آمار هواشناسی در طی دو سال اجرای آزمایش و مقایسه آن با آمار دراز مدت نشان داد که سال دوم، سال نرمال و واقعی است؛ بدین منظور، رقم جو خاتم و محلول پاشی کلات روی توصیه می گردد. لازم به ذکر است رقم خاتم با محلول پاشی کلات روی در مقایسه با شاهد (مصرف آب)، در شوری ۲ دسی زیمنس بر متر از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، در شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر از طریق افزایش وزن هزار دانه و در شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر از طریق افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، موجب تولید دانه بیشتر شد.

References

Ahmadi, M., Astaraee, A., Keshavarz, P., and Nasiri Mahalati, M. 2006. Effect of irrigation water salinity and zinc application on yield and chemical compositions of wheat. *Desert*, 11(1): 129-141. (In Persian with English Summary).

Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Physiology*, 146: 185-205.

Esmaeilzadeh, V., Zahedi, H., Sharghi, Y., Modarres Sanavy, S.A.M., and Alaviasl, S.A. 2018. Interaction effect of zeolite and salt stress in reproductive stage of four canola varieties. *Environmental Stresses in Crop Science*, 11(2): 393-400. (In Persian with English Summary).

Fabian, A., Jager, K., Rakszegi, M., Barnabas, B. 2011. Embryo and endosperm development in wheat (*Triticum aestivum* L.) kernels subjected to drought stress. *Plant Cell Reports*, 30: 551–563.

Fathi, A.R. 2012. Effects of foliar Application of nano-sized iron and zinc oxides on the response of wheat and corn cultivars to salinity. Department of Agronomy and Plant Breeding Isfahan University of Technology, Isfahan. (In Persian with English Summary).

Firoozi, Y., Feizi, H., Mehraban, A., and Alipanah, M. 2018. Effects of foliar application time of nano-micronutrients on quantity and qualitative traits in rainfed durum wheat genotypes in Moghan. *Journal of Field Crops Research*, 16(1): 97-112.

Ghasemi -Fasaei, R., and Ronghi, A. 2008. Interaction of iron with copper, zinc and manganese in a calcareous soil. *Jourmnal of Plant Nutrition*, 31: 839-848.

Ghorbani, S., Khiabani, B.N., Amini, I., Ardakani, M.R., Pirdashti, H., and Moakhar, S.R. 2009. Effect of iron and zinc on yield and components of mutant line, wheat. *Asian Journal of Biological Sciences,* 2: 74-80.

Hosseinabadi, A.A., Galavi, M., and Heidari, M. 2007. Effects of micronutrients (Fe, Zn and Mn) on quality and quantities yield of hamoon cultivar wheat in sistan area. *New findings in agriculture*, 1(2): 103-110. (In Persian with English Summary).

Jamshidi, A.A. 2014. Comparison of quantitative traits of barley cultivars with unconventional and conventional water consumption in East Isfahan, M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Azad University of Khorasgan. (In Persian with English Summary).

Ji, X., Shiran, B., Wan, J., Lewis, D.C., Jenkins, C.L.D., Condon, A.G., Richards R.A., and

Dolferus, R. 2010. Importance of pre-anthesis anther sink strength for maintenance of grain number during reproductive stage water stress in wheat. *Plant, Cell & Environment*, 33: 926–942.

Khan, M.B., Farooq, M., Hussain, M., and Shabir, G. 2010. Foliar application of micronutrients improves the wheat yield and net economic return. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 6: 953-956.

Kheirizadeh Arough, Y., Seyed Sharifi, R., Sedghi, M., and Barmaki, M. 2016. Effect of zinc and bio fertilizers on antioxidant enzymes activity, chlorophyll content, soluble sugars and proline in Triticale under salinity condition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1): 116-124.

Khoshgoftar, A.H., Shariatmadari, H., Karimian, N., and Khajehpour, M. R. 2006. Responses of wheat genotypes to zinc fertilization under saline soil conditions. *Journal of Plant Nutrition,* 29: 1–14.

Mahlooji, M., Seyed Sharifi, R., Sedghi, M., Sabzalian, M.R., and Kamali, M. R. 2015. Effect of water salinity and nano and chelated zinc foliar application on photosynthesis parameters of barley genotypes, *Journal of Crop Production*, 7(4): 41-60. (In Persian with English Summary).

Mahlooji, M., Seyed Sharifi, R., Razmjoo, J., Sabzalian, M.R., and Sedghi, M. 2018. Effect of salt stress on photosynthesis and physiological parameters of three contrasting barley genotypes. *Photosynthetica,* 56 (2): 549-556.

Mahlooji, M., and Abasi, Z. 2021. Investigation of photosynthesic components affected by salinity and foliar applicaton of zinc fertilizer in barley genotypes. In: 7th Iranian Plant Physiology Conference, Gorgan, Iran, 1-2 September 2021, p. 503-507.

Mosavi, S.R., Galavi, M., and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6: 1256-1260.

Narimani, H., and Seyed Sharifi, R. 2020. Effects of foliar and soil application of zinc on photosynthetic pigments, chlorophyll fluorescence and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under soil salinity. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 10(2): 89-105. (In Persian).

Poustini, K., Esmaeili, A.R., Abbasi, A.R., and Sadeghpour, A. 2020. Ion concentration and energy

response of two wheat cultivars to salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 43(10): 1-11.

Sangtarash, M.H. 2010. Responses of different wheat genotypes to drought stress applied at different growth stages. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13: 114–119 (In Persian).

SeyedSharifi, R., and Hokmalipour, S. 2010. Forage Crop. University of Mohaghegh Ardabili and Amidi Press. 585p. Tabriz, Iran. (In Persian).

Seyed Sharifi, R., Kamari, H., and Nagafi, G.H. 2017. Effects of nano zinc oxide and soil salinity on contribution of stem reserves in grain yield, leaf appearance rate and some growth indices of barley (*Hordeum vulgaris* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(1): 119-137. (In Persian).

Sonia, R., Manoj, K.S., Neeraj, K., and Neelam, N. 2019. Impact of salinity and zinc application on growth, physiological and yield traits in wheat. *Current Science*, 116(8): 1324-1330.

Soylu, S., Sade, B., Topal, A., Akgun, N., and Gezgin. 2005. Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in low boron calcareous soil. *Turkish Journal of Agriculture*, 29: 275-286.

Zeidan, M.S., Manal, F., and Hamouda, H.A. 2010. Effect of foliar fertilization of Fe, Mn and Zn on wheat yield and quality in low sandy soils fertility. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6: 696-699.

Effects of saline water and foliar application of chelate and nano zinc oxide on yield and yield component in barley cultivars

Mehrdad Mahlooji[1]

1. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran . (Corresponding author)

Received: August 2020 Accepted: December 2021- DOI: 10.22092/aj.2022.354837.1551

Extended Abstract

Mahlooji, M., Effects of saline water and foliar application of chelate and nano zinc oxide on yield and yield component in barley cultivars
Applied Research in Field Crops Vol 34, No. 4, 2022 10-12: 57-73 (in Persian)

Introduction:

Salinity limits crop production in the world and affects 19.5% of water farmlands. It is estimated that between 18 and 27 million hectares (10 to 15%) of Iran's land experience salinity problems (Mahlooji *et al.*, 2018); therefore, salinity of water and soil resources is one of the most important challenges to the agricultural production in Iran. Salinity is one of the major abiotic environmental stresses, which affects almost every aspect of plant life and significantly reduces crop yield and quality. Thus it is a serious threat to agricultural productivity, especially in arid and semi-arid regions. The response of plants to salinity depends on several factors such as growth and developmental stage, severity, duration of stress, and cultivar genetics (Seyed Sharifi *et al.,* 2017). Nutrient availability is decreased in saline conditions because of high concentration of sodium, chloride and sometimes calcium ions in the soil solution and plant nutrient balance is changed. These saline water sources reduce nutrient absorption or cause nutritional deficiency of some essential elements such as zinc in the plants, leading to impaired growth. Recent studies have shown

Email address of the corresponding author: mmahlooji2000@yahoo.com

that the use of zinc sulfate and zinc nanoxide is effective due to the improvement of photosynthetic pigments and the enhancement of plant's ability to tolerate salinity stress. Zinc micronutrients under salinity stress conditions increase the activity of antioxidant enzymes, proline accumulation and soluble sugars and chlorophyll content, and consequently play an essential role in improving plant growth. Thus, under these conditions, proper and adequate management of nutrition plays an important role in maintaining nutrient balance and crop improvement (Ahmadi *et al.,* 2006). In this regard, the aim of this research was to study the effects of zinc foliar application and saline water on growth indices and grain yield in barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars.

Materials & Methods:

The experiment was conducted in a strip split block design with three replications at Esfahan (Rodasht) drainage and salinity research station in 2012-14. Three water irrigation quality treatments including W_1=check, 1-2 dS/m (low salinity), W_2=10 dS/m (a common salinity in the region), W_3=18 dS/m (high salinity) were evaluated as vertical factor. The horizontal factors were foliar spraying including (nano zinc-oxide, chelated zinc, mixture of nano and chelated and water spraying as a check). Three different barley cultivars including (Moroco=moderate semi salt sensitive, Nosrat=moderate salt tolerant and Khatam= salt tolerant) were split within the vertical factors. Data were analyzed using SAS software and the means were compared by Lsmeans test at 5% probability level.

Results & Discussion:

The results showed that with increasing salinity of irrigation water, yield and grain yield components decreased. Foliar application of zincchelate increased the number of spikes, 1000-kernel weight and grain yield. Khatam cultivar was the most salt tolerant, Nosrat cultivar was semi-tolerant to salinity and Morocco cultivar was more sensitive to salinity. Triple interaction (salinity * foliar application * cultivar) was significant on the all traits in the two years of the experiment (except for the number of seeds per spike in the first year). That being the case, effects slicing was performed. With increasing salinity to moderate level (10 dS/m), the advantage of using a mixture of zinc oxide nanoparticles and zinc chelate (in the first year) and

zinc chelate (in the second year) became apparent in which they had a positive effect on grain yield of barley cultivars. Under excessive salinity (18 dS / m), no foliar application (in the first year) and the foliar application of zinc chelate (in the second year) were found to be the most appropriate treatments.

Conclusion:

It seems that the second year of research was closer to normal conditions (in terms of long-term annual meteorological data) and could be considered more representative of the real condition in the region where the foliar application of zinc fertilizer and the use of salt tolerant cultivar (Khatam) are recommended.

Keywords: Micronutrients, Salinity tolerance, Slicing

References:

Ahmadi, M., Astaraee, A., Keshavarz, P., and Nasiri Mahalati, M. 2006. Effect of irrigation water salinity and zinc application on yield and chemical compositions of wheat. *Desert*, 11(1): 129-141. (In Persian with English Summary).

Mahlooji, M., Seyed Sharifi, R., Razmjoo, J., Sabzalian, M.R., and Sedghi, M. 2018. Effect of salt stress on photosynthesis and physiological parameters of three contrasting barley genotypes. *Photosynthetica,* 56 (2): 549-556.

Seyed Sharifi, R., Kamari, H., and Nagafi, G.H. 2017. Effects of nano zinc oxide and soil salinity on contribution of stem reserves in grain yield, leaf appearance rate and some growth indices of barley (*Hordeum vulgaris* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(1): 119-137. (In Persian).