



## هجدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)

۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

## واکنش صفات عملکردی ارقام گندم به روش‌های مصرف روی

ونوس علی‌دادی<sup>۱</sup>، احمد کوچک‌زاده<sup>۲\*</sup>، سیدعطاءالله سیادت<sup>۳</sup> و سیروس جعفری<sup>۲</sup>

۱، ۲ و ۳ به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

\* نویسنده مسؤل و دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

\*koochekzadeh@asnrkh.ac.ir

### چکیده

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف مصرف روی بر ارقام مختلف گندم آزمایشی گلدانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بصورت فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اول شیوه‌های مختلف مصرف کود روی در چهار حالت: (شاهد (عدم مصرف)، کلات روی EDTA خاک کاربرد به مقدار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، محلول‌پاشی کود روی با غلظت ۳ در هزار از منبع سولفات روی (در دو مرحله: پنجه زنی و ساقه رفتن)، و سولفات روی خاک کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم ارقام گندم (چمران و افلاک (نان) و بهرنک (دوروم)) بودند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار سولفات روی خاک کاربرد، با میانگین ۶۵۱ گرم در مترمربع در رقم افلاک و بهرنک بدست آمد. بیش‌ترین وزن هزاردانه نیز از تیمار کودی محلول‌پاشی سولفات روی به مقدار ۶۰/۳ گرم و در رقم بهرنک حاصل شد. در این تحقیق، رقم بهرنک نسبت به اعمال تیمارها در عملکرد دانه و وزن هزاردانه افزایش چشمگیری از خود نشان داد. از میان تیمارهای کودی اعمال شده، تیمار سولفات روی خاک کاربرد بهترین نتیجه را از خود نشان داد و در صفات تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه بیش‌ترین مقدار را دارا بود.

واژگان کلیدی: سولفات روی، گلدان، محلول‌پاشی برگی، مصرف خاک‌کاربرد

### مقدمه

گندم از مهمترین گیاهان خانواده غلات از نظر غذایی و اقتصادی می‌باشد. مصرف بهینه کود خصوصاً مصرف ریزمغذی‌ها سبب ارتقاء کیفی نان می‌گردد. سیلسپور (۱۳۸۶) بیان کرد که روی به عنوان یکی از عناصر و ترکیبات حیاتی و الزامی برای گندم شناخته شده و در چندین آنزیم از جمله کربنیک آنهیدراز، دهیدروژناز، پروتئیناز و پپتیداز وجود دارد. روی در ساخته شدن و تخریب پروتئین‌ها نیز دخیل است. روی در گندم باعث تسهیل جریان کربوهیدرات‌ها به دانه و در نهایت سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (ملکوتی و داودی، ۱۳۸۲). در مقایسه با سایر غلات، ارقام گندم حساسیت بیش‌تری به کمبود روی دارند (کالایچی و همکاران، ۱۹۹۹). کمبود روی یکی از شایع‌ترین کمبودهای عناصر کم مصرف در غلات می‌باشد. در خاک‌های ایران به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاک‌های زراعی، pH بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از نیاز کودهای فسفاته و نهایتاً عدم رواج کودهای حاوی عناصر کم مصرف، کمبود این عناصر از جمله روی عمومیت دارد. گزارش شده است که ۴۰ درصد از



## هجدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)

۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

اراضی تحت کشت گندم آبی کشور، دچار کمبود شدید روی می‌باشند (بلالی و همکاران، ۱۳۷۸). در سیستم‌های کشاورزی به منظور رفع کمبود روی، از منابع مختلفی چون سولفات روی و کلات‌های مصنوعی روی از قبیل Zn-EDTA استفاده می‌شود. محمد و همکاران (۱۹۹۰) گزارش دادند که کاربرد روی به شیوه‌های مختلف عملکرد گندم را نسبت به شاهد افزایش داد و بیش‌ترین عملکرد دانه با کاربرد روی به روش محلول‌پاشی بدست آمد. از سوی دیگر جذب عناصر کم مصرف تحت تأثیر نوع خاک، شرایط آب و هوایی، گونه و رقم گیاه قرار دارد. از این رو پتانسیل رشدی ارقام مختلف گندم با یکدیگر متفاوت است و توان جذب روی از خاک و واکنش آن‌ها به مصرف کود روی فرق می‌کند (همانترانجان و گارج، ۱۹۸۸). بنابراین انتخاب و استفاده از ارقام زراعی با قدرت بالای جذب و ذخیره سازی روی در سیستم‌های کشاورزی، می‌تواند روشی مناسب برای غلبه بر کمبود روی در گیاهان محسوب شود. از طرفی تحقیق بر روی نیازهای غذایی گندم نان در سطح گسترده ای انجام شده در حالی که گندم دوروم کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. پلگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم در کارآیی استفاده از روی وجود دارد. بنابراین با توجه به مطالب فوق این آزمایش طراحی و اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

آزمایش بصورت فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در گلدان انجام شد. فاکتور اول شیوه‌های مختلف مصرف کود روی در چهار حالت: (۱) شاهد (عدم مصرف)، (۲) کلات روی EDTA خاک کاربرد به مقدار ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک، (۳) محلول‌پاشی کود روی با غلظت ۳ در هزار از منبع سولفات روی (در دو مرحله: پنجه زنی و ساقه رفتن)، (۴) سولفات روی خاک کاربرد ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک و فاکتور دوم شامل ارقام: چمران و افلاک (نان) و بهرنگ (دوروم) هستند. شوری خاک ۳/۷ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته ۷/۲، نیتروژن کل ۰/۰۶ درصد، فسفر، پتاسیم و روی قابل جذب به ترتیب ۲۰، ۲۱۴ و ۰/۷۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و بافت خاک رسی سیلتی بود. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها و جداول مربوطه به ترتیب به وسیله برنامه Excel و WORD صورت گرفت.

### نتایج و بحث

با توجه به نتایج، اثر روش‌های مختلف مصرف کود روی و ارقام مختلف گندم بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال خطای یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بوده اما اثر متقابل این دو تیمار معنی‌دار نشد. تیمار خاک کاربرد سولفات روی با میانگین ۳۹/۹ دانه در سنبله بالاترین میانگین و تیمار شاهد با میانگین ۲۷/۵ کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را دارا بود. همچنین رقم چمران با میانگین ۳۷/۴ و رقم بهرنگ با میانگین ۳۱/۱ به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را داشتند. دسترسی به مواد غذایی و وجود مواد لازم جهت رشد در طول فصل رشد از اهمیت زیادی برخوردار است و این موضوع در مرحله تشکیل سنبله اهمیت دوچندانی دارد. در این پژوهش با اعمال تیمار کودی مناسب، گیاه در این مرحله حساس موفق‌تر عمل کرده و در نتیجه تعداد دانه بیشتری را تولید نمود؛ زیرا تأمین مواد غذایی کافی در این مرحله، که همزمان با مرحله نمویی و تشکیل سنبله‌ها و سپس گلچه‌ها در هر سنبله می‌باشد برای دستیابی به پتانسیل عملکرد اهمیت بسیاری دارد (برنان، ۱۹۹۱). همچنین محققان نشان دادند که



## هجدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)

۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

کاربرد عنصر روی در زراعت گندم، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (ایزدی خرامه و همکاران، ۱۳۹۱).

اثر برهمکنش روش‌های مختلف مصرف کود روی بر ارقام مختلف گندم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها محلول‌پاشی سولفات روی در گندم به‌رنگ بیش‌ترین وزن هزار دانه (۶۰/۳ گرم) را دارا بود. کم‌ترین مقدار به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) در رقم چمران (۳۴/۰ گرم) تعلق داشت (جدول ۱). وزن هزار دانه از جمله اجزای عملکردی است که سرعت تشکیل دانه و طول دوره پر شدن دانه تعیین‌کننده این صفت هستند و این عوامل خود تحت تأثیر عامل‌های دیگری چون ژنوتیپ، شرایط تغذیه‌ای و به‌طور کلی شرایط رشدی می‌باشند. وجود اثر متقابل معنی‌دار در میان ارقام و تیمارها نیز به همین دلیل بوده و نشان می‌دهد که ویژگی‌های ژنوتیپی مختلف ارقام و شرایط رشدی متفاوتی که به دلیل حضور تیمارهای کودی ایجاد شده است، هر دو از جمله عواملی هستند که در تشکیل وزن نهایی دانه مؤثر بوده‌اند. به‌رنگ از جمله گندم‌های دوروم بوده و دارای بذری بزرگ‌تر با وزن هزار دانه بیش‌تری است که در اینجا نیز در مقایسه میانگین میان ارقام بیش‌ترین وزن هزار دانه را کسب کرد.

اثر برهمکنش روش‌های مختلف مصرف کود روی بر ارقام مختلف گندم بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. عملکرد بیولوژیک شامل برگ، ساقه و سنبله می‌اشد که در زمان رسیدگی کامل، پس از برداشت نهایی بوته‌ها اندازه‌گیری وزنی شده و بر اساس گرم بر مترمربع محاسبه می‌شود. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها محلول‌پاشی سولفات روی و همچنین مصرف خاک‌کاربرد آن در گندم افلاک بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک را داشت؛ هرچند محلول‌پاشی سولفات روی عدد بزرگتری (۱۴۴۱/۸ گرم بر مترمربع) را نشان داد. کم‌ترین مقدار به تیمار شاهد در رقم به‌رنگ (۵۹۶/۰ گرم بر مترمربع) تعلق داشت (جدول ۱). معنی‌داری تیمارها به دلیل تأثیر تغذیه کودی بر اجزاء تشکیل‌دهنده عملکرد بیولوژیک است. وجود مواد مغذی در دسترس در محدوده ریشه باعث رشد مناسب‌تر بخش‌های هوایی گیاه شده و در نتیجه وزن اندام هوایی بیش‌تر شده و در نهایت عملکرد بیولوژیکی بیش‌تری حاصل می‌شود. درگاهی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش نمودند که محلول‌پاشی روی در مرحله ساقه دهی و گلدهی، عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد در گندم افزایش داد.

برهمکنش روش‌های مختلف مصرف کود روی بر ارقام مختلف گندم بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمارهای خاک‌کاربرد کلات روی و مصرف خاکی سولفات روی در ارقام افلاک و به‌رنگ با ۶۵۱ گرم بر مترمربع و پایین‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد در رقم به‌رنگ با ۳۴۶/۳ گرم بر مترمربع بود (جدول ۱). این اختلاف به معنی تأثیر پذیری متفاوت ارقام نسبت به تیمارهای کودی مختلف و تفاوت در جذب مواد غذایی از خاک یا محلول‌پاشی است. همچنین محمد و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش دادند که کاربرد روی به روش‌های مختلف، می‌تواند عملکرد گندم را نسبت به شاهد افزایش دهد و عکس‌العمل ارقام در

**هجدهمین کنگره علوم خاک ایران****(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)****۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان**18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

بکارگیری تیمارهای مختلف بسیار متفاوت است. کاکماک و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند همراه با افزایش اجزاء عملکرد در اثر مصرف کود روی، عملکرد دانه در واحد سطح افزایش یافت.

جدول ۱ مقایسه میانگین وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تحت اثر متقابل روش‌های مختلف کوددهی و ارقام گندم

روش‌های مختلف کوددهی	رقم	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر متر مربع)	عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)
شاهد (عدم مصرف کود)	چمران	f	۳۴/۰	f
شاهد (عدم مصرف کود)	افلاک	e	۳۷/۹	d
شاهد (عدم مصرف کود)	بهرنگ	c	۴۷/۵	g
خاک کاربرد کلات روی	چمران	d	۴۲/۸	bc
خاک کاربرد کلات روی	افلاک	d	۴۳/۹	a
خاک کاربرد کلات روی	بهرنگ	b	۵۸/۶	b
محلول پاشی سولفات روی	چمران	d	۴۲/۵	c
محلول پاشی سولفات روی	افلاک	c	۴۷/۷	a
محلول پاشی سولفات روی	بهرنگ	a	۶۰/۳	de
مصرف خاکی سولفات روی	چمران	e	۳۷/۹	c
مصرف خاکی سولفات روی	افلاک	e	۳۵/۵	ab
مصرف خاکی سولفات روی	بهرنگ	b	۵۵/۹	ef

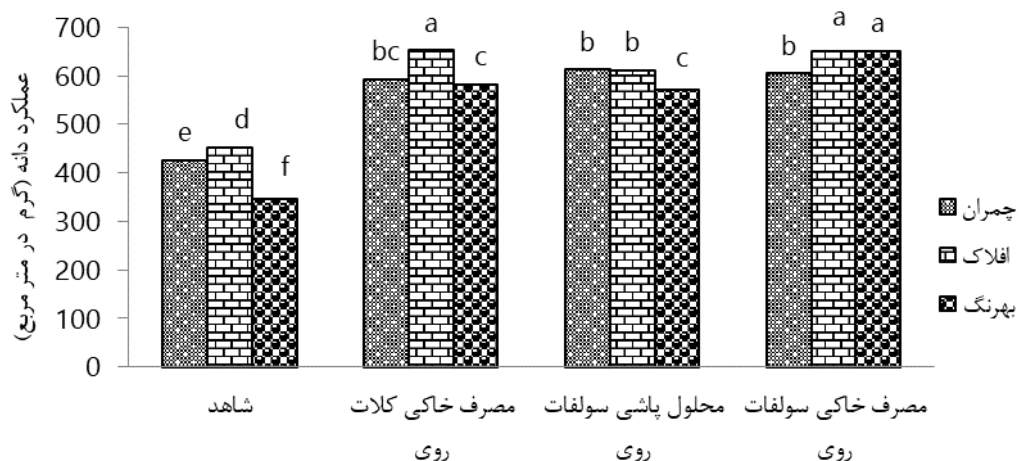
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند

## هجدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)

۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan



### نتیجه‌گیری

استفاده از کودهای حاوی عنصر روی سبب قدرت بالای جذب و ذخیره سازی این عنصر در گیاه شده و روش مناسبی در دسترسی به حداکثر عملکرد دانه در گیاه گندم می‌باشد. عکس‌العمل ارقام در خصوص صفات اندازه گیری شده تحت تیمارهای کودی مختلف بسیار متفاوت بود. از میان ارقام بررسی شده در این تحقیق، رقم بهرنگ نسبت به اعمال تیمارها در برخی صفات مانند عملکرد دانه و وزن هزاردانه افزایش چشمگیری از خود نشان داد. اگر چه رقم چمران از نظر تعداد دانه در سنبله بالاترین مقدار را داشت (۳۷/۴) اما به دلیل وزن هزار دانه کمتر، در نهایت از نظر عملکرد دانه نتوانست نتایج مطلوبی را نسبت به دو رقم دیگر تولید کند؛ علت این موضوع را می‌توان به عکس‌العمل این رقم به تیمارهای کودی و شرایط رشدی نسبت داد. از میان تیمارهای کودی اعمال شده، تیمار سولفات روی خاک کاربرد بهترین نتیجه را از خود نشان داد و در صفات تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه بیش‌ترین مقدار را دارا بود.

### فهرست منابع

۱. ایزدی خرامه، هاجر، بلوچی، حمید رضا و شبانی، سمیه. ۱۳۹۱. اثر مصرف خاکی آهن و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در تاریخ‌های مختلف کاشت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴ (۱۱): ۳۷-۴۶.
۲. بلالی، محمد رضا، ملکوتی، محمد جعفر، مشایخی، حمید حسین و خادمی، زهرا. ۱۳۷۸. اثر عناصر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آن‌ها در خاک‌های تحت کشت گندم آبی تهران. مجله علوم خاک و آب. ۱۲ (۶):



## هجدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)

۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

۳. درگاهی، محسن، صدرآبادی حقیقی، رضا و بخش کلارستاقی، کیومرث. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی کلات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸ (۲): ۱۳۷-۱۴۸.
۴. سیلسیپور، محسن. ۱۳۸۶. بررسی اثرات مصرف عناصر آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی و تعیین حد بحرانی آن‌ها در خاک‌های دشت ورامین. مجله پژوهش و سازندگی. ۲۰ (۳): ۱۳۳-۱۲۳.
۵. ملکوتی، محمد جعفر و داودی، محمد حسن. ۱۳۸۲. روی در کشاورزی عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان. انتشارات سنا. معاونت امور باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی. ۲۰۹ صفحه.
6. Cakmak, I, M. Kalayci, H. Ekiz, H. J. Braun, Y. Kilinc and Y. Yilmaz. 1999. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-science for stability project. Field Crops Research. 60: 175-188.
7. Kalayci M., Torun B., Eker S., Aydin M., Ozturk L, and I. Cakmak. 1999. Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivation grown in a zinc – deficient calcareous soil in field and greenhouse. Field Crops Research. 63: 87-98.
8. Mohammad, W., Iqbal, M.M. and Shah, S.M., 1990. Effect of mode of application of zinc and iron on yield of wheat (CV. Pak-81). Sarhad Journal of Agriculture. 6(6): 615-618.
9. Hemantaranjan, A. and Grag, O.K., 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *triticum aestivum* L. Journal of Plant Nutrition. 11(6-11): 1439-1450.
10. Brennan, R.F. 1991. Effectiveness of zinc sulfate and zinc chelate as foliar sprays in alleviating zinc deficiency of wheat grown on zinc-deficient soils in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 31 (6): 831-834.
11. Peleg, Z., Saranga, Y., Yazici, A., Fahima, T., Ozturk, L. and Cakmak, I. 2008. Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. Plant and Soil. 306 (1-2): 57-67.

### Reaction of yield characteristics of wheat cultivars to zinc application methods

Alidadi, V.<sup>1</sup>, Koochekzadeh, A.<sup>\*2</sup>, Siadat, S. A.<sup>3</sup> and Jafari, S.<sup>2</sup>

1,2 and 3, Msc. Student, Associate professor and professor of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

\*koochekzadeh@asnrkh.ac.ir

#### Abstract

In order to investigate the effect of different methods of zinc application on different cultivars of wheat, a pot experiment was conducted in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan in factorial and based on a randomized complete block design in four



## هجدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت احیاگر و چالش‌های خاک: شوری، آلودگی، گرد و غبار)

۱۰ تا ۱۲ بهمن ۱۴۰۲، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

18<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Regenerative Management and Soil Challenges: Salinity, Pollution and Dust)  
30 Jan. to 1 Feb., 2024, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

replications. The first factor is the different ways of using zinc fertilizer in four situations: (control (no use), soil application of zinc EDTA chelate in amount of 10 mg. kg<sup>-1</sup> of soil, foliar spraying of zinc sulfate with a concentration of 3 parts per thousand (in two stages: tillering and stem elongation), and soil application of zinc sulfate in amount of 100 mg. kg<sup>-1</sup> of soil) and the second factor was wheat cultivars (Chamran and Aflak (bread) and Behrang (Durum)). The results showed that the highest grain yield was obtained from soil application of zinc sulfate, with an average of 651 g.m<sup>-2</sup> in Aflak and Behrang cultivars. The highest weight of thousand seeds was also obtained from the foliar spraying of zinc sulfate in amount of 60.3 grams and in Behrang cultivar. In this research, Behrang cultivar showed a significant increase in grain yield and thousand seed weight. Among the applied fertilizer treatments, soil application of zinc sulfate treatment with showed the best result with the highest value in number of seeds in the spike and seed yield.

**Keywords:** foliar spraying, pot, soil application, zinc sulfate