بیست و هفتمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران
27th National Iranian Food Science and Technology Congress
۱۴ و ۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۹ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مصرف روی و اثر آن بر کیفیت گندم در خاک با فسفر بالا

ونوس علیدادی[۱]، احمد کوچک زاده*[۲]، عطاالله سیادت[۳]، سیروس جعفری[۲]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی

[۲] دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی

[۳] استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی

* نویسنده مسئول: **koochekzadeh@asnrukh.ac.ir**

چکیده

به منظور بررسی تأثیر منبع و روشهای مختلف مصرف کود روی بر عملکرد و کیفیت گندم (نان و ماکارونی) در شرایط خاکی با فسفر قابل جذب بالا، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بصورت گلدانی در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش، شامل چهار شیوه کوددهی شاهد، مصرف خاکی سولفات روی، محلول‌پاشی سولفات روی (دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن) و خاک کاربرد کلات روی و سه رقم گندم شامل چمران، افلاک و بهرنگ بود. صفات مورد اندازه گیری شامل عملکرد دانه، فسفر قابل جذب دانه، روی قابل جذب دانه، میزان اسید فیتیک دانه و پروتئین دانه بود. نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای کودی اعمال شده اثر معنی‌داری بر تمامی صفات مذکور داشت. بیشترین عملکرد دانه از تیمار مصرف خاکی کلات روی، با میانگین ۵۴۸/۰۶ گرم در مترمربع بدست آمد. تیمارهای کود، افزایش غلظت روی در دانه و افزایش پروتئین دانه را سبب شدند. از طرفی رابطه منفی میان روی و فسفر، سبب کاهش میزان فسفر و اسید فیتیک دانه شد، به طوری که بیشترین مقدار روی دانه مربوط به تیمار کاربرد مصرف خاکی کلات روی با میانگین ۷۱/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم دانه بدست آمد. کمترین میزان فسفر دانه و اسید فیتیک دانه نیز از تیمار سولفات روی خاک کاربرد، بترتیب با میانگین ۲/۸۶ و ۹/۵۲ گرم در کیلوگرم مشاهده گردید. تیمار ارقام بکار رفته نیز، تأثیر معنی‌داری بر صفات ذکر شده داشت. اثر متقابل کود و رقم نیز بر صفات پروتئین دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد، معنی‌داری شد. ملاحظه شد که رقم بهرنگ در مقایسه با ارقام نان، در صفت مقدار روی دانه، کمترین مقدار را با میانگین ۵۵/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم دارا بود.

واژه‌های کلیدی: مصرف خاکی، محلول پاشی، اسید فیتیک

مقدمه

گندم مهمترین گیاه خانواده غلات از نظر غذایی و اقتصادی بوده بطوریکه سطح زیرکشت و تولید سالیانه گندم در جهان بیش از سایر غلات می‌باشد. در ایران حدود ۷۰ – ۶۰ درصد از اراضی زیر کشت محصولات عمده زراعی به گندم تعلق دارد (سیادت و همکاران، ۱۳۹۲). نان حاصل از گندم، حدود ۴۵ درصد انرژی دریافتی و ۷۰ درصد پروتئین مصرفی در جامعه ما را تأمین می‌کند (سدری و ملکوتی، ۱۳۷۷). بنا به گزارش فائو ، بین ۴۰ تا ۶۰ درصد افزایش تولیدات کشاورزی در جهان، طی چهار دهه گذشته مرهون مصرف کودهای شیمیایی است. نتایج تحقیقات نشان داده است که با مصرف بهینه کود علاوه بر افزایش عملکرد، افزایش کیفیت و غنی‌سازی محصولات کشاورزی تحقق می‌یابد. مصرف بهینه کود خصوصاً مصرف ریزمغذی ها سبب ارتقاء کیفی نان می‌گردد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳). روی در بسیاری از فعل و انفعالات شیمیایی بدن و در تعداد زیادی از آنزیم‌ها، مثل الکل دهیدروژناز، کربنیک آنهیدراز و کربوکسی پپتیداز شرکت دارد. روی برای سنتز DNA و RNA و بنابراین پروتئین‌ها ضروری است (پراساد و همکاران، ۲۰۰۰). روی در گندم باعث تسهیل جریان کربوهیدرات‌ها به دانه و در نهایت سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (ملکوتی و داوودی، ۱۳۸۱). گیاهان علایم ناشی از کمبود را به

شکل‌های مختلف از قبیل کاهش رشد، عملکرد و غلظت این عنصر در اندام های مختلف از جمله دانه نمایان می‌سازد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس گزارش ولچ و همکاران (۱۹۹۱)، حدود ۴۰ درصد مردم جهان از کمبود عناصر ریزمغذی رنج می‌برند و دلیل اصلی کمبود آن در انسان، مصرف بالای غلات حاوی روی کم در جیره غذایی است. این امر، منجر به سوءتغذیه انسان می‌گردد. در خاک‌های ایران به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاک های زراعی، pH بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از نیاز کودهای فسفاته و نهایتاً عدم رواج کودهای حاوی روی و دیگر عناصر، کمبود عناصر غذایی کم مصرف عمومیت دارد. قلیایی بودن خاک‌ها در شرایط خشک و نیمه خشک ایران که دارای بارندگی کم است، موجب کاهش شدید در حلالیت عناصر کم مصرف به ویژه روی می‌گردد و در نتیجه غلظت این عنصر در گیاهان کاهش می‌یابد (ملکوتی و آقا لطف الهی، ۱۳۷۸). قابلیت کم جذب فسفر در خاک، کشاورزان را بر آن می‌دارد که برای پایدار ماندن عملکرد، همه ساله کودهای فسفاته زیادی مصرف کنند. مصرف غیر متعادل این کود باعث کاهش حلالیت روی به دلیل اثر متقابل منفی بین فسفر و روی می‌شود (ملکوتی و لطف الهی، ۱۳۷۸). گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر منفی کاربرد زیاد فسفر بر جذب بسیاری از عناصر کم مصرف وجود دارد. از رایج‌ترین این موارد می‌توان به ناسازگاری فسفر و روی در گیاه اشاره نمود (مارشنر، ۱۹۹۸). با مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاتی و عدم مصرف کودهای محتوی روی، غلظت اسید فیتیک که فرم ذخیره فسفر در دانه است، در گندم‌های تولیدی افزایش می‌یابد. طبق مستندات موجود، برای آن که عناصر موجود در نان، بوسیلهٔ سیستم گوارشی بدن انسان قابل جذب باشد، باید مقدار شاخص اسید فیتیک به روی (PA/Zn)، کمتر از ۲۵ باشد (بایبوردی، ۱۳۸۵). در حالی که این نسبت در گندم‌های تولیدی ایران، بیش از این است. بنابراین برای حل این مشکل، مطلوب‌تر آن است که به نحوی عالمانه غلظت اسید فیتیک را در گندم‌های تولیدی کاهش و در مقابل غلظت روی را افزایش داد. این امر تنها از طریق غنی‌سازی گندم و مصرف متعادل کودهای فسفاته در مزرعه و اعمال کودهای حاوی روی و در نهایت کاهش شاخص PA/Zn امکان پذیر است. محمد و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش دادند که کاربرد روی به شیوه‌های مختلف عملکرد گندم را نسبت به شاهد افزایش داد و بیشترین عملکرد دانه و غلظت روی در 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.

روی‌کارآیی ارقام گندم، به معنی قابلیت ژنوتیپ‌های مختلف گندم برای رشد بهتر و تولید عملکرد بالاتر در شرایط کمبود روی، در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد. بنظر می‌رسد بین ژنوتیپهای گندم از نظر کارایی روی تفاوتهای ژنتیکی وجود دارد. محمد و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که کاربرد روی به طرق مختلف، غلظت این عنصر در دانه را افزایش داده و باعث غنی‌سازی گندم می‌شود. بویس و اسلام (۲۰۱۱) نیز گزارش نمودند، که رشد گندم در خاک‌های با کمبود روی نه تنها منجر به محدودیت رشد و کاهش عملکرد دانه می‌گردد، بلکه غلظت روی دانه را نیز کم کرده و از طریق محلول‌پاشی روی، حداکثر عملکرد دانه و غلظت روی در دانه گندم ایجاد می‌شود. نتایج تحقیقات ۱۵ ساله در مزارع گندم ۱۰ استان کشور نشان داد که در نمونه‌های گندم تولیدی در مزارع با کوددهی عرف رایج زارعین، با مصرف بهینه کود غلظت اسید فیتیک کاهش و غلظت روی افزایش و شاخص PA/Zn تا حد ۲۶ کاهش یافت (ملکوتی، ۱۳۹۰). فاجریا و همکاران (۲۰۰۸) طی آزمایشی نتیجه گرفتند که روش محلول‌پاشی، در بهبود کیفی گندم مخصوصاً غنی سازی دانه گندم نقش مؤثرتری ایفاء نمود که قدم موثری در ارتقاء سلامتی جامعه و تولید بذر قوی محسوب می‌شود. چرا که با تولید بذرهای مادری قوی، سبز شدن مزارع گندم سریع‌تر و مقاومت در برابر تنش‌ها بیشتر خواهد شد. با توجه به اهمیت گندم در تغذیه انسان، لازم است همراه با افزایش عملکرد کمی، در بالا بردن کیفیت گندم و ارتقاء سطح سلامت جامعه هم اقداماتی انجام شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر منابع و روش‌های مختلف مصرف روی بر رشد و عملکرد کمی و کیفی در ارقام گندم، آزمایشی بصورت گلدانی در سال زراعی ۹۳–۱۳۹۲ در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در شهر ملاثانی انجام شد. خاک گلدان دارای هدایت الکتریکی ۳/۷ دسی زیمنس بر متر، اسیدیته ۷/۲، فسفر قابل جذب ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم، روی قابل جذب ۰/۷۶ میلی گرم بر کیلوگرم و بافت سیلتی کلی بود.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام گردید. فاکتور اول شیوه های مختلف مصرف کود روی و شامل 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. در پایان آزمایش، مقدار عملکرد، پروتئین، فسفر، روی و اسید فیتیک در دانه اندازه‌گیری گردید. جهت محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری، از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین به روش آزمون LSD و اشکال نیز توسط نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

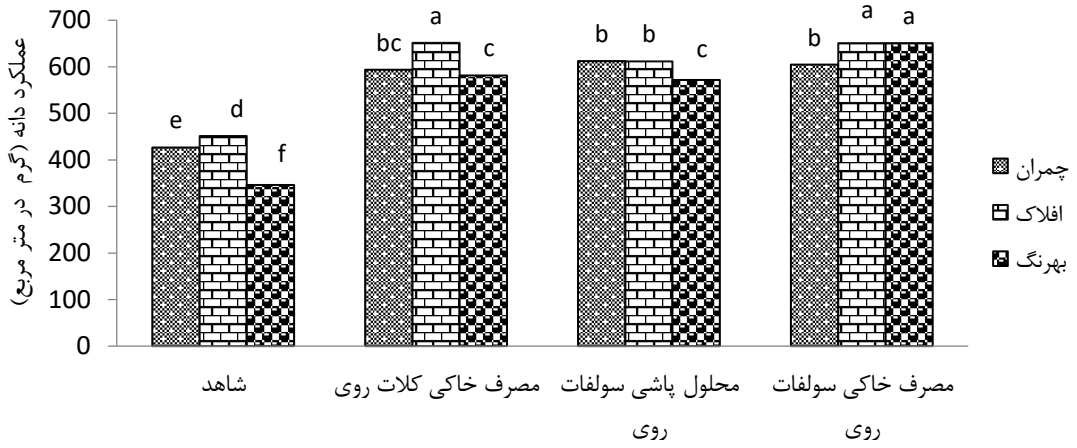
با توجه به اهمیت موضوع، پس از اتمام آزمایش، صفات مورد نظر اندازه‌گیری و پس از تجزیه و تحلیل آماری به شرح زیر آورده شد.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج به بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تیمارهای کود، رقم و نیز اثر متقابل آنها در سطح احتمال خطای یک درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. بررسی تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار کلات روی و رقم بهرنگ با میانگین ۶۵۱/۸ و کمترین عملکرد دانه از تیمار شاهد رقم بهرنگ با میانگین ۳۴۶/۲۵ گرم در مترمربع، حاصل شد (شکل 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. این موضوع توسط محققان دیگر نیز تأیید شده است، تحقیقی که توسط رسولی صدقیانی و همکاران (۱۳۸۵) انجام گرفت و نشان داده شد که بین ارقام مختلف گندم از نظر "روی‌کارآیی" اختلاف معنی‌داری وجود داشته و ارقام گندم نان در مقایسه با گندم دوروم، روی‌کارآیی بیشتری داشتند. محمد و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش دادند که کاربرد روی به روش‌های مختلف، می‌تواند عملکرد گندم را نسبت به شاهد افزایش دهد و عکس العمل ارقام در 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 می‌یابد. اعمال تیمارهای کودی مناسب باعث می‌شود گیاه در مراحل حساس رشدی موفق‌تر عمل کند و در نتیجه تعداد دانه بیشتری را تولید نماید. زیرا تأمین مواد غذایی کافی در این مرحله، که همزمان با مرحله‌ی نموی و تشکیل سنبلچه‌ها و سپس گلچه‌ها در هر سنبله می‌باشد، برای دستیابی به پتانسیل عملکرد اهمیت بسیاری دارد (برنان، ۲۰۰۷).

اندازه‌گیری مقدار فسفر دانه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر اصلی کود و رقم، در سطح احتمال خطای یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۱). با توجه به جدول ۲، مشخص می‌شود که بکارگیری تیمارهای کودی در تمامی ارقام باعث تعدیل مقدار فسفر شده است، هر چند که این کاهش میزان فسفر در میان ارقام و تیمارهای مختلف متفاوت است. بیشترین مقدار فسفر دانه مربوط به تیمار کودی شاهد با میانگین ۴/۳۹ و کمترین مقدار فسفر دانه مربوط به تیمار کودی سولفات روی خاک کاربرد با میانگین ۲/۸۶ گرم در کیلوگرم بود. در رابطه با اثر متقابل منفی، می‌توان چنین گفت که با افزایش درجه حلالیت یک عنصر غذایی نظیر فسفر (P)، از قابل استفاده بودن عنصر غذایی دیگر نظیر روی (Zn) کاسته می‌شود و از طرف دیگر با افزایش مقدار روی، میزان فسفر خاک و بالطبع جذب گیاه تعدیل می‌گردد (بابیوردی و همکاران، ۱۳۷۹). با توجه به جدول ۲، مقایسه میانگین ها برای این صفت نشان داد که رقم چمران با میانگین ۳/۶۵ گرم در کیلوگرم بیشترین و رقم بهرنگ با میانگین ۳/۲۸ گرم در کیلوگرم کمترین مقدار فسفر دانه را داشتند. تفاوت میان ارقام از لحاظ کارایی استفاده از مواد غذایی، بیان کننده یک مکانیسم مستقل و کنترل ژنتیکی کارایی مصرف مواد ریزمغذی، در این گیاهان است (گراهام و همکاران، ۱۹۹۲).



شکل ۱- اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد دانه

جدول۱- تجزیه واریانس منابع مختلف کود روی بر برخی صفات ارقام گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	فسفر دانه	روی دانه	اسید فیتیک دانه	پروتئین دانه
بلوک	۳	۱۱۲/۴۶^{ns}	۰/۱۹۹ ^{ns}	۴/۷۰^{ns}	۱۳/۰۰*	۳/۵۲**
روی	۳	۳۹۱۵۰۵/۰**	۱۵/۰۸**	۱۱۵۸۷/۲**	۲۳۵/۵۳ **	۶۰/۷۵**
رقم	۲	۲۳۵۵۰/۶۰**	۱/۳۱**	۲۰۰/۸۳**	۱۴/۰۹**	۱۳۱/۸۰**
روی × رقم	۶	۲۲۱۰۶/۰ **	۰/۵۹^{ns}	۳۸/۹۲^{ns}	۱۱/۸۸^{ns}	۸/۶۵**
خطا	۳۳	۸۱۵۵/۹۰	۰/۹۰	۱۰۵/۰۸	۴۳/۳۹	۶/۳۳
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۷۹	۴/۷	۸/۰۸	۹/۳۰	۱۱/۲۰

ns ، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

جدول۲- مقایسه میانگین منابع مختلف کود روی بر برخی صفات ارقام گندم

تیمار	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	فسفر دانه (گرم بر کیلوگرم)	روی دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	اسید فیتیک دانه (گرم بر کیلوگرم)	پروتئین دانه (درصد)
منابع کود روی					
شاهد	۴۳۸/۱۰ b	۴/۳۹ a	۳۱/۵۳ d	۱۵/۶۶ a	۱۱/۵۵ c
کلات خاک‌کاربرد	۵۴۸/۰۶ a	۳/۵۳ b	۷۱/۰۳ a	۱۲/۵۵ b	۱۳/۱۵ b
سولفات روی محلول پاشی	۴۶۵/۶۷ b	۳/۲۶ c	۶۶/۶۰ b	۱۱/۵۹ c	۱۴/۷۲ a
سولفات روی خاک‌کاربرد	۵۲۱/۲۸ a	۲/۸۶ d	۶۲/۵۸ c	۹/۵۲ d	۱۳/۳۵ b
ارقام گندم					
چمران	۴۶۹/۳۱ b	۳/۶۵ a	۵۸/۴۵ a	۱۲/۳۶ ab	۱۱/۲۸ b
افلاک	۴۸۷/۱۸ b	۳/۵۹ a	۵۹/۸۶ a	۱۲/۹۸ a	۱۲/۹۷ b
بهرنگ	۵۲۳/۳۶ a	۳/۲۸ b	۵۵/۱۰ b	۱۱/۶۵ b	۱۵/۳۲ a

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

اندازه‌گیری مقدار روی دانه

جدول تجزیه واریانس صفات نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در اثر اصلی کود و رقم در سطح احتمال خطای یک درصد است (جدول ۱). با توجه به جدول ۲، دیده می‌شود که تیمار کلات روی با میانگین ۷۱/۰۳ و تیمار شاهد با میانگین ۳۱/۵۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار روی در دانه را دارا بودند. میان تیمار شاهد و سایر تیمارهای کودی، تفاوت قابل توجهی وجود داشت، بطوری که تیمار کلات روی نسبت به تیمار شاهد مقدار روی دانه را بیش از ۲/۲ برابر افزایش داده است. کفایت روی در خاک و یا مصرف کود روی در شرایط کمبود روی در خاک، موجب افزایش جذب روی می‌گردد (رنگل و گراهام، ۱۹۹۵ الف)، در نتیجه مقدار روی در اندام‌های گیاهی از جمله بذر، افزایش می‌یابد (ییلماز و همکاران، ۱۹۹۷). مینگ و یین (۱۹۹۲) نیز نشان دادند که با کاربرد روی، غلظت روی در دانه از افزایش چشمگیری یافت. اگراوال و همکاران (۱۹۹۲) نیز ضمن تعیین نیاز گندم به عناصر کم‌مصرف نشان دادند که مصرف این عناصر موجب افزایش غلظت همان عنصر در برگ و دانه گندم می‌شود. همچنین مارشنر (۱۹۹۳) معتقد است، مصرف روی علاوه بر افزایش عملکرد، با بالا بردن غلظت روی در دانه می‌تواند در رفع کمبود روی در انسان مؤثر واقع شود. در بررسی ارقام، نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد که رقم افلاک با میانگین ۵۹/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و رقم بهرنگ با میانگین ۵۵/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان روی در دانه را دار بودند. میان رقم افلاک و چمران، از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

تعیین میزان اسید فیتیک در دانه

اسید فیتیک شکل اصلی ذخیره فسفر در دانه غلات و بقولات می‌باشد و یکی از ترکیبات ضد مغذی در بیشتر غلات و حبوبات است و در واقع هر چه مقدار آن کمتر باشد، بهتر خواهد بود چرا که یکی از اهداف تحقیق حاضر نیز یافتن تیماری است که بتواند مقدار این ماده را در دانه به حداقل مقدار ممکن کاهش دهد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر اصلی کود و رقم (در سطح احتمال خطای یک درصد) بر این صفت است اما اثر متقابل آن‌ها تأثیری بر این صفت نداشت (جدول۱). با بررسی مقایسه میانگین تیمارها مشاهده می‌شود که تیمار شاهد با میانگین ۱۵/۶۶و تیمار سولفات روی با میانگین

۹/۵۲ گرم بر کیلوگرم، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار اسیدفیتیک دانه را دارا بودند (جدول ۲). میان عدم کاربرد کود (شاهد) و سه تیمار کودی اعمال شده اختلاف آماری معنی‌داری دیده شد. علت این امر، کاهش میزان جذب فسفر با بکارگیری کودهای استفاده شده است. کاهش فسفر باعث کاهش تجمع اسید فیتیک در دانه می‌شود زیرا که رابطه مستقیمی بین میزان فسفر قابل جذب و غلظت اسید فیتیک در دانه وجود دارد. چنان که طبق گزارش بایبوردی و همکاران (۱۳۸۰)، با مصرف مناسب کودهای شیمیایی به ویژه کودهای فسفاته و کودهای حاوی روی در مزارع گندم، مشاهده گردید شاخص نسبت مولی اسیدفیتیک به روی به کمتر از ۲۵ کاهش یافت. محققین در بررسی تأثیر مصرف بهینه کود بر نسبت مولی اسید فیتیک به روی در گندم اعلام کردند، که مصرف بهینه کود سبب کاهش غلظت فسفر و اسید فیتیک می شود (اردال و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج بررسی میانگین ارقام نشان می‌دهد، از میان ارقام، رقم افلاک (۱۲/۹۸ گرم بر کیلوگرم) و رقم بهرنگ (۱۱/۶۵ گرم بر کیلوگرم) بترتیب، بیشترین و کمترین مقدار اسیدفیتیک دانه را داشتند (جدول ۲).

میزان پروتئین دانه

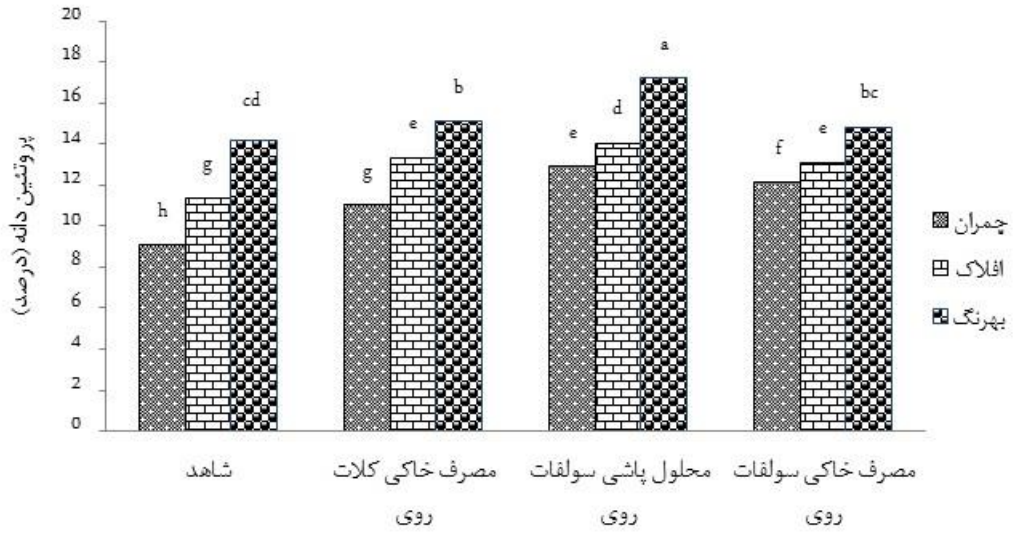
نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بیانگر معنی‌داری اثر تیمار، رقم و همچنین اثر متقابل رقم در تیمار در سطح احتمال خطای یک درصد، بر درصد پروتئین دانه است. در بررسی اثر متقابل رقم در تیمار (شکل ۲) مشخص می‌شود که رقم بهرنگ با اعمال تیمار محلول‌پاشی بالاترین مقدار (۱۷/۲۱درصد) پروتئین دانه را به خود اختصاص داد و رقم چمران مربوط به تیمار شاهد، کمترین (۹/۰۶ درصد) پروتئین دانه را دارا بود. در رقم بهرنگ با اعمال تیمار محلول‌پاشی افزایش قابل توجهی حدود ۱۷/۵ ٪ بدست آمد، این امر نشان دهنده اهمیت انتخاب در نوع تیمار کودی است. موضوع انتخاب مناسب تیمار کودی و اثر متفاوت آن در ارقام گندم، در مطالعات سایر و همکاران (۲۰۰۰) نیز بیان شده است. وجود این اختلاف معنی‌دار میان بکارگیری کودهای حاوی روی و عدم استفاده از آنها (تیمار شاهد) بیان کننده نقش مؤثر روی در بالا بردن میزان پروتئین دانه است. گیاه گندم در شرایط کمبود روی دچار کاهش پروتئین می‌گردد (براون و همکاران، ۱۹۹۳) و از آن جایی که روی در سنتز پروتئین نقش دارد (لوپز رومانا و همکاران،۲۰۰۳)، مصرف روی می‌تواند به افزایش پروتئین دانه منجر شود. سیادت و همکاران (۱۳۷۸) نیز چنین گزارش کردند که مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف، سبب افزایش پروتئین دانه گندم گردید. رقم بهرنگ نیز از جمله ارقام دوروم بوده و بطور معمول دارای درصد پروتئین بالاتری نسبت به ارقام گندم نان است، در این آزمایش نیز این ویژگی ژنتیکی، باعث افزایش درصد پروتئین رقم بهرنگ شده است.

همبستگی بین صفات مورد بررسی

طبق نتایج بدست آمده، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مقدار روی دانه با عملکرد دانه ($r=۰/۹۰۸^{**}$) و درصد پروتئین دانه ($r=۰/۴۹۵^{**}$) وجود دارد (نتایج نشان داده نشد). این امر بیان کننده نقش مؤثر روی در بالا بردن درصد پروتئین دانه است. مصرف روی از طریق بالا بردن غلظت روی در دانه می‌تواند در افزایش عملکرد مؤثر باشد. در نتیجه 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. نتایج همبستگی منفی و بالای میان فسفر دانه با مقدار روی دانه ($r=-۰/۷۴۴^{**}$)، نشان داد که افزایش در محتوای فسفر دانه، کاهش میزان روی دانه را موجب می‌گردد. با افزایش درجه حلالیت یک عنصر غذایی مانند فسفر، از قابل استفاده بودن عنصر غذایی دیگر نظیر روی (Zn) کاسته می‌شود و از طرف دیگر با افزایش مقدار روی، میزان فسفر خاک تعدیل می‌گردد. فسفر زیاد سبب ایجاد علایم کمبود روی می‌شود. در نتیجه، ماده خشک و میزان جذب و غلظت روی در گیاه کاهش یافته و باعث اختلال در انتقال روی از ریشه به اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (بایبوردی و همکاران، ۱۳۷۹). همبستگی منفی میان فسفر دانه و پروتئین دانه ($r=-۰/۳۱۱^{*}$) نشان داد که مقادیر بیش از حد فسفر باعث افزایش هیدروکربن‌ها (نشاسته) و کاهش میزان پروتئین در دانه می‌گردد. همچنین نتایج نشان داد که افزایش در مقدار فسفر دانه، کاهش عملکرد دانه را بدنبال خواهد داشت ($r=-۰/۷۹۲^{**}$)؛ علت آن اثر متقابل منفی جذب فسفر بر جذب روی و نقش روی در فرآیند فتوسنتز (فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز) می‌باشد. طبق نتایج بدست آمده، همبستگی مثبت و بالای مقدار فسفر دانه با اسید فیتیک دانه ($r=۱^{**}$) وجود دارد (نتایج نشان داده نشد). بایبوردی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند که کاهش فسفر باعث کاهش تجمع اسید فیتیک در دانه می‌شود زیرا که رابطه مستقیمی بین میزان

فسفر قابل جذب و غلظت اسید فیتیک وجود دارد. با توجه به نتایج، روی دانه با اسید فیتیک دانه ($r= -۰/۷۴۴^{**}$) همبستگی منفی بالایی نشان داد که نشان از رابطه آنتاگونیسم موجود بین عناصر روی و فسفر (اسید فیتیک) است.

جمع بندی نتایج نشان داد که کاربرد منابع مختلف کود روی، ضمن افزایش عملکرد و پروتئین دانه گندم نان و ماکارونی، باعث کاهش معنی دار فسفر و اسید فیتیک در دانه شده که این امر افزایش سلامتی انسان را در پی خواهد داشت.



شکل ۲- اثر متقابل کود و رقم بر درصد پروتئین دانه

منابع و مأخذ

بایبوردی، م. ۱۳۸۵. مدیریت پایدار خاک در کشاورزی و محیط زیست. همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج، ایران.

بایبوردی، ا.، ملکوتی، م. ج. و اسلام زاده، م. ۱۳۸۰. نقش کود دهی متعادل در افزایش محصول و کیفیت گندم و نیز کاهش نسبت اسید فیتیک به روی. مجله آب و خاک. ۱۲: ۱۶ – ۱۰.

بایبوردی، م.، ملکوتی، م. ج.، امیرمکری، ه. و نفیسی، م. ۱۳۷۹. تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی. ۲۸۲ صفحه.

رسولی صدقیانی، م. ح.، ملکوتی، م. ج. و خاوازی، ک. ۱۳۸۵. غربال کردن ارقام مختلف گندم نان و دوروم از نظر کارآیی روی. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پردیس ابوریحان. دانشگاه تهران.

سدری، م. ح. و ملکوتی، م. ج.، ۱۳۷۷. تعیین حد بحرانی عناصر ریز مغذی در مزارع گندم کردستان. مجله علمی پژوهشی خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۴ (۱۲): ۵۶-۶۷

سیادت، س.ع.، مدحج، ع. و اصفهانی، م. ۱۳۹۲. غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۵۲ صفحه.

سیادت، س. ع.، هاشمی دزفولی، س. ا.، رادمهر، م. و لطفعلی آدینه، غ. ع. ۱۳۷۸. تاثیر عناصر کم مصرف بر عملکرد و روند جذب ازت، فسفر و پتاسیم توسط گندم. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه مشهد.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م.ح.، نصیری محلاتی، م. و صدرآبادی، ر. ۱۳۸۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۹۰. راهکار افزایش کیفیت نان های مصرفی در کشور. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره ۸. شماره ۳۱. ۱۱-۲۱.

ملکوتی، م. ج.، بایبوردی، ا. و طباطبائی، س. ج. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گامی مؤثر در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه. نشر علوم کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. ۳۳۸ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و داودی، م. ح. ۱۳۸۱. روی در کشاورزی (عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان). انتشارات سنا. معاونت امور باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی. ۲۰۹ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و آقا لطف الهی، م. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامت جامعه نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات. وزارت کشاورزی. ۱۲۰ صفحه.

Agrawal, S., C. P. C. Sharma and B. K. Sinha. 1992. Soil and plant relationship with reference to trace elements in user soils (alkaline) of India. Indian J. Soc. Soil. Sci. 12: 343-354.

Bouis H. and Islam Y. 2011. Biofortification: Leveraging agriculture to reduce hidden hunger. 19th conference of Leveraging Agriculture for Improving Nutrition and Health. 10-12 Feb. India.

Brennan, R.F. 2007. 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: 831–834.

Brown, P.H., Cakmak, I. and Zhang, Q., 1993. Form and function of zinc plants. Pp 93-106. In: Robson, A. D. (ed.). Zinc in Soils and Plants. Kluwer Academic publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Cakmak, I, Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H. J., Kilinc, Y. and Yilmaz, A. 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.

Erdal, I., Yilmaz, A., Taban, S., Eker, S., Torun, B. and Cakmak, I. (2002). Phytic acid and phosphorus concentrations in seeds of wheat cultivars grown with and without zinc fertilization. Journal of Plant Nutrition. 25: 113-127.

Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Li, Y.C. (2008) The Role of Nutrient Efficient Plants in Improving Crop Yields in the Twenty First Century. Journal of Plant Nutrition, 31, 1121-1157.

Graham, R.D., Ascher, J.S. and Hynes, S.C. (1992) Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. Plant Soil 146: 241-250.

Lopez de Romana, D., Lonnerdal, B. and Brown, K.H. 2003. Absorption of zinc from wheat products fortified with iron and either zinc sulfate or zinc oxide. American Journal of Clinical Nutrition. 78 (2): 279- 283

Marschner, H. 1998. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. Field Crops Research. 56: 203-207

Marschner, H. 1993. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic. Press public.

Ming, C. and Yin, C.R., 1992. Effect of manganese and zinc fertilizer on nutrient balance and deficiency diagnosis of winter wheat crops in pot experiment. International symposium on the Role of Sulfur, Magnesium and Micronutrients in Balanced Plant Nutrition. (Edited by Portch, S.). pp. 369-379. Washington, USA, Sulfur Institute.

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.

Prasad M, Varsheny, R. K., Roy, J. K., Balyan, H. S. and Gupta, P. K. (2000) The use of microsatellites for detecting DNA polymorphism, genotype identification and genetic divesity in wheat. Theoretical Applied Genetics. 100 (3): 584-592

Rengel, Z. and Graham, R. D. 1995a. Importance of seed Zn content for wheat grown on Zn defiant soil grain yield. Plant and Soil, 176: 317-324.

Sayre, K. D., Cruz, J., Sanchez, S. and M. Cano. 2000. Irrigated wheat production system: Too much tillage, too much nitrogen, not enough water. CIMMYT.

Welch, R. M., Allaway, W. H., House, W. A. and Kubota, J. 1991. Geographic distribution of trace element problems. PP.31-58, In: Mortvedt, J. J. (ed.) Micronutrients in agriculture (2nd ed.). Soil Science Society America journal. Madison, USA.

Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlik, S., Bagci, S. A., and Cakmak, I., 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentrations in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. J. Plant Nutrition. 20: 461-471.

Consumption of zinc and its effect on wheat quality in soils with high phosphorus

Venus Alidadi[1], Ahmad Koochekzadeh*[2], Ataollah Siadat[3], Siroos Jafari[2]

[1] M.Sc. Graduate of Agronomy, Department of production and plant genetic, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

[2] Associate professor, Department of production and plant genetic, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

[3] Professor, Department of production and plant genetic, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

***Corresponding author: koochekzadeh@asnrukh.ac.ir**

Abstract

In order to investigate the effect of different sources and methods of Zinc on yield and quality of Wheat (Bread and Pasta) in soils under high available phosphorus, as potted an experiment was conducted at the Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan in 2013. The experiment was carried out in Factorial arrangement based on randomized complete block design with four replications. Treatments consisted of four methods of fertilization of Control, soil application of zinc sulphate, foliar application of zinc sulphate (in two stages of tillering and stem elongation) and soil application of chelated zinc and three wheat varieties including Chamran,

Aflak and Behrang, were considered. Measured traits were including grain yield, phosphorous content of the grain, zinc content of the grain, phytic acid content of the grain, Protein of the grain. Results showed that fertilizer treatments applied were significant effect on all traits. The most grain yield was obtained from soil application of chelated zinc with an average 548.06 g m^{-2}. Fertilizer Treatments, lead to increasing the concentration of the zinc and protein in the grain. The negative relationship between zinc and phosphorus was reducing the amount of phosphorus and phytic acid in the grain. So that, the most of the zinc grain related to the soil application of chelated zinc with an average of 71.03 mg kg^{-1} of seed. The Least amount of grain phosphorous and phytic acid was observed from soil application of zinc sulphate with an average of 2.86 and 9.52 g kg^{-1}, respectively. The cultivars treatment used, also had a significant effect on the traits. The interaction between the fertilizer and cultivar also, had a significant effect on the grain protein and grain yield ($P<0.01$). It was observed that, the comparison between C.V. Behrang with the bread wheat varieties, in the characteristic of the zinc amount of the grain, had the least amount with an average of 55.10 mg kg^{-1}.

Key words: Soil application, Foliar application, Phytic Acid