نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۵۶۶-۵۵۵

نقش بقایای گندم و لوبیا به همراه سولفات روی بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی گندم

ابوالفضل باغبانی آرانی[۱*]، امیر کدخدایی[۲] و سیدعلی محمد مدرس ثانوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

به منظور اثرات کاربرد بقایای گندم (*Triticum aestivum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به همراه سولفات روی در مزارع گندم بر میزان عملکرد، غلظت روی و آهن، پروتئین و نسبت مولی اسید فیتیک به روی، اسید فیتیک دانه گندم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در اصفهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با شش تیمار (شاهد، سولفات روی، بقایای گندم، بقایای لوبیا، گندم + روی و بقایای لوبیا + روی) به اجرا در آمد. نتایج تجزیه واریانس بیانگر اختلاف معنی‌دار عملکرد ماده خشک و دانه، غلظت روی و آهن دانه، غلظت اسید فیتیک دانه، نسبت مولی اسید فیتیک به روی و پروتئین دانه گندم از نظر تیمارهای مختلف بود. نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که بالاترین میزان عملکرد، پروتئین و غلظت روی دانه مربوط به تیمار بقایای لوبیا + روی و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بودند. کاربرد بقایای گیاهی در تمامی تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش باعث کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی (شاخص قابلیت جذب روی برای مصرف کننده) و مخصوصاً تیمار بقایای لوبیا + روی نسبت به تیمار شاهد گردید. بقایای لوبیا نسبت کربن به نیتروژن کمتری از گندم داشت. همچنین، کاربرد بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک و دانه گندم در سطح احتمال یک درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد، به‌گونه‌ای که بقایای لوبیا باعث افزایش ۲۰ درصدی در عملکرد دانه گردید. در مجموع، نتایج نشان داد که در شرایط آزمایش حاضر، تیمار بقایای لوبیا + روی با بالاترین میزان عملکرد، غلظت روی و پروتئین دانه و کمترین میزان نسبت مولی اسید فیتیک به روی از سایر تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش برتر بود.

واژگان کلیدی: بقایای گندم و لوبیا، روی، آهن، اسید فیتیک.

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) abolfazlbaghbani@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول زراعی به‌شمار رفته به‌نحوی‌که براساس آمار فائو (FAO, 2013) سطح زیر کشت گندم در جهان ۱/۶۲۸/۵۵۰ کیلومتر مربع و سهم ایران ۶/۵ میلیون هکتار با میزان تولید جهانی ۷۰۵ میلیون تن و ایران ۱۴ میلیون تن گندم در سال زراعی ۹۳-۹۲ می‌باشد که ایران دوازدهمین تولید کننده عمده گندم در جهان می‌باشد و با توجه به اینکه غذای اصلی مردم ایران و جهان را نیز تشکیل می‌دهد، پس افزایش کمّی و کیفی عملکرد آن در واحد سطح از مهم‌ترین اولویت‌های تحقیقاتی ایران به‌شمار می‌رود (Maralian *et al*., 2009). کمبود روی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مشکلات تغذیه‌ای انسان‌ها در سطح جهان، به‌ویژه در کشورهایی که زندگی مردم به غلات به‌عنوان غذای اصلی وابسته است، شایع‌تر است (Alloway, 2008). عامل اصلی کمبود روی در انسان‌ها، رژیم‌های غذایی وابسته به غلات معرفی گردیده‌است. در این رژیم‌های غذایی، غلظت کل روی، شاخص مناسبی برای ارزیابی قابلیت جذب این عنصر برای انسان نبوده و در نظر گرفتن غلظت مواد بازدارنده جذب مانند اسید فیتیک و تحریک کننده جذب مانند پروتئین در مواد غذایی به نظر می‌رسد عامل‌های مهم‌تری باشند (Schulin *et al*., 2008). برای رفع کمبود روی در گیاه، راهکارهای متعددی از جمله تناوب زراعی، افزودن کودهای دامی به خاک، افزودن کودهای شیمیایی حاوی روی و کاربرد بقایای گیاهی در خاک ارایه گردیده است، که هر یک از این روش‌ها دارای مزایا و معایبی بوده و در موارد خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این میان، غنی‌سازی زراعی با استفاده از بقایای گیاهی در خاک، روشی بهتر و دارای اثرات جانبی کمتری است، به‌علاوه برای کشاورزانی که دارای خاک‌هایی با غلظت کم روی هستند، قابل پذیرش است. زیرا نه تنها باعث بهبود وضعیت تغذیه‌ای روی در گیاهان می‌شود، بلکه باعث افزایش عملکرد و کاهش تلفات جوانه‌زنی بذر نیز می‌شود (Kadkhodaie *et al*., 2014). حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد از روی، مس و منگنز جذب شده توسط گندم و برنج می‌تواند در نتیجه ترکیب بقایا با خاک، دوباره به خاک برگردانده شوند. بنابراین، برگرداندن بقایای گیاهی می‌تواند به بهبود قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف در خاک کمک کند (Khoshgoftarmanesh *et al*., 2010).

در ایران نیز در بین عناصر کم‌مصرف، کمبود آهن و روی بیشترین خسارت را می‌تواند به محصولات کشاورزی وارد نماید به‌طوری‌که ۵۶ و ۴۰ درصد از اراضی ایران به‌ترتیب کمتر از ۰/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی و ۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن قابل استفاده دارند (Shahbazi and Besharati, 2013). همچنین در گزارشی دیگر نشان داده شده‌است که بیشتر خاک‌های آهکی که قسمت اعظم خاک‌های ایران را تشکیل می‌دهند، دارای کمبود شدید مواد آلی و کمبود روی و آهن به‌ویژه در مناطق تحت کشت غلات می‌باشند. به‌نحوی‌که در اراضی تحت کشت گندم در ایران، ۳۷ درصد دچار کمبود شدید آهن، ۴۰ درصد دچار کمبود شدید روی می‌باشند (Dorostcar *et al*., 2013). در ایران تحقیقات وسیعی درباره علل کمبود روی در خاک‌های آهکی زیر کشت محصولات زراعی و باغی انجام شده است که از دلایل عمده کمبود روی در خاک‌های ایران می‌توان قلیایی بودن خاک، آهکی بودن خاک، استفاده بیش از حد از کودهای فسفاتی، غلظت زیاد بی‌کربنات در آب‌های آبیاری و عدم استفاده از کودهای حاوی روی در خاک اشاره نمود (Kadkhodaie *et al*., 2014; Dorostcar *et al*., 2013). با وجود آن‌که آهن فراوان‌ترین عنصر

Archive of SID

www.SID.ir

کم‌مصرف در پوسته‌ی زمین است اما بیشترین محدودیت را برای تولید محصولات کشاورزی در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک سبب شده است. بیش از ۳ میلیون نفر از جمعیت جهان از کمبود روی و آهن رنج می‌برند. اسید فیتیک یک کلات کننده قوی برای عناصر معدنی از جمله روی محسوب می‌شود. از آن جایی‌که این ترکیب در روده انسان جذب نمی‌شود، عناصر معدنی کلات شده با آن نیز بدون اینکه جذب شوند از روده عبور کرده و دفع می‌شوند. نسبت مولی اسید فیتیک به روی در رژیم‌های غذایی به‌عنوان شاخصی برای تعیین سهم روی قابل جذب مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌طور کلی دانه خشک‌بار، حبوبات و دانه سبوس‌گیری نشده غلات دارای بیشترین نسبت مولی فیتات به روی بوده که به طور معمول در دامنه ۲۲ تا ۸۸ قرار دارد (Hotz and Brown., 2004). به نقل از چاکماک (Cakmack., 2008) خاک‌های ایران در کمربند کمبود روی در جهان واقع شده است، بنابراین، استفاده از کودهای حاوی روی با توجه به آزمون خاک ضروری می‌باشد.

مارالیان و همکاران (Maralian *et al*., 2009) با بررسی اثر آهن، منگنز، روی و مس بر عملکرد و کیفیت دانه گندم در اراضی آهکی منطقه درودزن شیراز گزارش کردند که با مصرف عناصر کم‌مصرف، عملکرد دانه، کاه، وزن هزاردانه و میزان پروتئین دانه افزایش یافت. المجید و همکاران (El-Magid *et al*., 2000) با بررسی اثرات برگ‌پاشی کم‌مصرف‌ها بر عملکرد و کیفیت گندم در خاک‌های رسی مصر نتیجه گرفتند که برگ‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز ارتفاع بوته را افزایش داد ولی مس اثر کمتری بر این صفت داشت. مصرف آهن، مس، روی و منگنز عملکرد دانه را افزایش داد. وگلر و همکاران (Weggler *et al*., 2003) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی همراه با کودهای کم‌مصرف در خاک‌هایی که مقدار روی آنها کم بوده‌است، باعث افزایش غلظت روی و مس دانه گندم گردید. موسوی نیک و همکاران (Moussavi-Nic *et al*., 1997) گزارش کردند که با مصرف کودهای کم‌مصرف مخصوصاً سولفات روی و سولفات منگنز، علاوه بر افزایش تولید و غنی‌سازی دانه گندم، بذرهای گندم به دلیل ذخیره‌سازی روی از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند. با توجه به اهمیت گندم و عنصر روی و آهن به‌عنوان عناصر ضروری که کمبود آن در ایران گسترش دارد، باید مطالعات دقیق‌تر و کامل‌تری صورت گیرد تا بتوان به نحوی کمبود این عناصر در گندم رفع شود و از آن‌جایی که اطلاعات محدودی در زمینه تأثیر بقایای گیاهی بر قابلیت جذب روی در خاک و غلظت کل و قابل جذب آن در دانه گندم وجود دارد، این پژوهش به منظور بررسی تاثیر بقایای گیاهی و سولفات روی بر غلظت روی، آهن، اسید فیتیک و پروتئین در دانه گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقات شهرستان دهاقان واقع در ۹۵ کیلومتری جنوب‌غربی استان اصفهان وابسته به مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اصفهان انجام شد. این منطقه در مختصات ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۱ درجه و ۵۶ دقیقه عرض جغرافیایی با ارتفاع ۲۱۵۰ متر از سطح دریا قرار گرفته‌است. ابتدا زمین مورد آزمایش شخم و مواد غذایی (عناصر پرمصرف و کم‌مصرف) شامل سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات آهن (۵۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کشت گندم و با در نظر گرفتن نتایج آزمون خاک و به کمک توصیه کودی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان به همه

Archive of SID

www.SID.ir

تیمارها به‌طور یکسان اضافه گردید. همچنین، سولفات روی به مقدار ۶ گرم در متر مربع (۶۰ کیلوگرم در هکتار) و بقایای گیاهی به مقدار ۱ کیلوگرم در متر مربع (۱۰ تن در هکتار) بر اساس میانگین شاخص برداشت این گیاهان و گزارش‌های سازمان جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان به تیمارهای مورد نظر اضافه گردید (Kadkhodaie *et al*., 2014). در این پژوهش از بقایای شاخساره دو گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم سپاهان و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) رقم امید بخش لوبیای چیتی (مهم‌ترین گیاهان کشت شده در استان اصفهان در تناوب با گندم) استفاده گردیدند. بقایای گیاهی مورد نظر در انتهای فصل جمع آوری شدند که خصوصیات آنها در جدول ۲ ارایه شده‌است. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار با ۶ تیمار شامل: بقایای گیاهی گندم (خاک مزرعه + اضافه کردن کاه گندم "بقایای گیاهی گندم هوا خشک و در اندازه‌های ۰/۳ تا ۱ سانتی‌متر" به مقدار ۱ کیلوگرم در متر مربع)؛ بقایای گیاهی لوبیا (خاک مزرعه + اضافه کردن کاه لوبیا "بقایای گیاهی لوبیا هوا خشک و در اندازه‌های ۰/۳ تا ۱ سانتی‌متر" به مقدار ۱ کیلوگرم در متر مربع)؛ سولفات روی (خاک مزرعه + اضافه کردن کود شیمیایی سولفات روی به مقدار ۶ گرم در متر مربع)؛ بقایای گیاهی گندم + عنصر روی (خاک مزرعه + اضافه کردن کاه گندم به مقدار ۱ کیلوگرم در متر مربع + اضافه کردن سولفات روی به مقدار ۶ گرم در متر مربع)؛ بقایای گیاهی لوبیا + عنصر روی (خاک مزرعه + اضافه کردن کاه لوبیا به مقدار ۱ کیلوگرم در متر مربع + اضافه کردن سولفات روی به مقدار ۶ گرم در متر مربع)؛ و شاهد (خاک مزرعه بدون افزودن کود حاوی عنصر روی و بقایای گیاهی) در تناوب با گیاه گندم در خاکی آهکی با کمبود روی (۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) به اجرا در آمد. حدود دو هفته پس از آماده‌سازی تیمارها (شامل افزودن و مخلوط کردن آنها تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک)، در هر کرت آزمایشی تعداد ۴۰۰ گرم بذر گندم گواهی شده رقم سپاهان که از تلاقی رقم گندم آزادی با چند لاین خارجی می‌باشد، با توجه به مقدار توصیه شده آن در هکتار در کرت‌هایی به ابعاد ۳ × ۳/۵ متر کشت شد. در طول دوره رشد گندم، مراقبت‌های زراعی لازم نظیر آبیاری (به صورت کرتی) و کنترل علف‌های هرز به صورت مکانیکی (کج بیل) انجام گردید. طی ۱۰ ماه دوره رشد گندم کامل و در هنگام برداشت نمونه‌برداری‌ها برای انجام سایر مراحل آزمایش صورت گرفت. قبل از اجرای این پژوهش از خاک مزرعه به عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌گیری و پس از هوا خشک نمودن و عبور از الک دو میلی‌متری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری گردید. بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری تعیین شد (Gee and Bauder, 1986). قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره ۱:۲ (آب به خاک) به‌وسیله‌ی EC متر و میزان pH محلول خاک توسط pHمتر Metrohm مدل Lab ۸۲۷ اندازه‌گیری شد (Verma and Bhagat, 1992). همچنین، میزان ماده آلی در خاک به روش سوزاندن تر (Nelson and Sommers, 1982) و میزان آهک خاک با روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک و تیتراسیون برگشتی با هیدروکسید سدیم (Black *et al*., 1965) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری میزان روی قابل جذب گیاه از محلول DTPA با مولاریته ۰/۰۰۵(pH= ۷/۳) با نسبت ۱:۲ (محلول به خاک) استفاده و میزان غلظت روی در عصاره به‌وسیله دستگاه جذب اتمی (پرکین المر آ-آنالیست ۲۰۰) قرائت گردید (Lindsay and Norvell, 1978). نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و

Archive of SID

www.SID.ir

شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک

نتایج مقاسیه میانگین داده‌ها نشان داد که افزودن بقایای گیاهی به خاک باعث افزایش معنی‌دار وزن اندام هوایی شاخساره گیاه گندم شد. اختلاط بقایای لوبیا با خاک و بقایای لوبیا + سولفات روی بیشترین تأثیر را روی وزن شاخساره گندم داشت و آن را تا حدود یک تن در هکتار نسبت به شاهد افزایش داد، به نظر می‌رسد که افزودن مقدار بیشتر نیتروژن به خاک توسط بقایای لوبیا و C/N کمتر بقایای لوبیا باعث افزایش وزن شاخساره گندم شده است (جدول ۴). تان (Tan, 1998) افزایش عملکرد گندم بر اثر مصرف روی، آهن و منگنز را در مقایسه با عدم مصرف آن به‌ترتیب ۸۶۰، ۷۸۰ و ۵۴۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده است. وگلر- بیتون و همکاران (Weggler-Beaton *et al*., 2003) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی همراه با کودهای کم‌مصرف در خاک‌هایی که مقدار روی آنها کم بوده است، باعث افزایش غلظت روی و مس در دانه گندم گردید.

غلظت روی دانه

تأثیر کاربرد بقایای گیاهی بر غلظت روی دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کاربرد بقایای گیاهی به همراه سولفات روی و تیمار سولفات روی به تنهایی در خاک باعث افزایش غلظت روی دانه در مقایسه با شاهد (بدون بقایا) شد (جدول ۴). این تأثیر در تیمار بقایای گندم در مقایسه با بقایای لوبیا متفاوت بود. به‌طوری‌که بقایای لوبیا غلظت روی دانه گندم را بیش از بقایای گندم افزایش داد. می‌توان بیان کرد که به دلیل سرعت بالای تجزیه پذیری بقایای لوبیا و اسیدهای آلی (اسید کربنیک) حاصل از تجزیه و در نتیجه کاهش بیشتر pH، نقش کمپلکس کردن روی و جذب آن توسط ریشه گیاه و انتقال بیشتر آن از ریشه به دانه دارد. همچنین، تیمار سولفات روی نسبت به شاهد در غلظت روی دانه افزایش معنی‌داری داشت. حبیبی (Habibi, 2010) در یک آزمایش گلخانه‌ای گزارش نمود که افزودن بقایای گیاهی سبب بیشتر شدن کربن آلی محلول خاک شده که باعث جذب بیشتر عنصر روی به‌وسیله شاخساره و دانه گندم می‌شود. همچنین، بانزال و همکاران (به نقل از Dorostcar *et al*., 2013) همبستگی معنی‌داری بین مقدار روی خاک با مقدار روی در دانه گزارش نمودند. با این وجود، در همه تیمارهای مورد مطالعه غلظت روی دانه کمتر از ۴۰-۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که حد بحرانی برای کیفیت دانه (از دید سلامت تغذیه‌ای انسان) می‌باشد (Cakmack., 2008). ویسوما و همکاران (Wissuma *et al*., 2007) نشان دادند که مهم‌ترین عامل در تعیین غلظت روی دانه، غلظت اولیه این عنصر در خاک می‌باشد. ییلماز و همکاران (Yilmaz *et al*., 1997) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم مشاهده کردند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم هم افزایش می‌یابد و سبب غنی شدن دانه می‌شود. همچنین، سدری و ملکوتی (Sadri and Malakouti., 2010) مشاهده کردند در مناطقی که روی قابل جذب خاک، کمتر از ۱/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود، با مصرف این کود به طور میانگین ۴۴۵ کیلوگرم افزایش عملکرد به‌دست آمد.

غلظت آهن دانه

جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر غلظت آهن دانه گندم وجود دارد. در

Archive of SID

www.SID.ir

بین بقایای گیاهی، بقایای لوبیا و بقایای گندم + سولفات روی نقش مؤثرتری داشتند و باعث افزایش بیشتر غلظت آهن دانه گندم شدند (جدول ۴). اثر بقایای گیاهی مختلف بر غلظت سایر عناصر و قابلیت جذب آنها در خاک به دلیل تفاوت در ترکیب شیمیایی این بقایا توسط سایر پژوهشگران گزارش شده‌است (Khoshgoftarmanesh *et al*., 2010; Dorostcar *et al*., 2013).

غلظت اسید فیتیک دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد بقایای گیاهی بر میزان غلظت اسید فیتیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۴) که بیشترین مقدار اسید فیتیک دانه به‌ترتیب مربوط به تیمار کاربرد بقایای گندم و تیمار کاربرد بقایای گندم + سولفات روی به‌ترتیب برابر با ۰/۷۰ و ۰/۶۹ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک دانه بود. همچنین، کمترین مقدار آن مربوط به تیمار کاربرد بقایای لوبیا + عنصر روی برابر با ۰/۵۸ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک دانه بوده‌است. افزایش فعالیت تنفس میکروبی و آلی شدن فسفر خاک سبب کاهش فسفر قابل جذب در تیمار بقایای لوبیا شده است و میزان فسفر قابل جذب همبستگی مثبتی با میزان اسید فیتیک دانه دارد به‌طوری‌که بالغ بر ۷۰٪ فسفر گیاه به صورت اسید فیتیک در دانه گندم و حبوبات تجمع می‌یابد. (Dorostcar *et al*., 2013).

غلظت زیاد اسید فیتیک در آرد تهیه شده از دانه‌های گندم‌هایی که در ایران کشت و تولید شده‌اند، توسط محققان گزارش گردیده‌است (Sadri and Malakouti, 2010). در بین بقایای گیاهی مورد مطالعه کاربرد بقایای لوبیا بیشترین تأثیر را در کاهش میزان غلظت اسید فیتیک دانه گندم در این مطالعه داشت، که نتایج این بخش از آزمایش با نتایج برخی از محققان مطابقت دارد (Dorostcar *et al*., 2013).

نسبت مولی اسید فیتیک به روی

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر تأثیر کاربرد بقایای گیاهی بر میزان نسبت مولی اسید فیتیک به روی در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که اختلاط بقایای گیاهی با خاک سبب کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی در دانه گندم شده است (جدول ۴) به‌نحوی‌که بیشترین مقدار این نسبت مربوط به تیمار شاهد (بدون اضافه کردن بقایای گیاهی یا سولفات روی) با میزان ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم دانه خشک و کمترین آن مربوط به تیمار کاربرد بقایای لوبیا + روی با میزان ۱۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم دانه خشک بود. نتایج این بخش از آزمایش با نتایج برخی از محققان مطابقت کامل داشت (Dorostcar *et al*., 2013). نسبت مولی اسید فیتیک به روی به‌عنوان شاخصی برای قابلیت جذب روی در غذاهای مورد استفاده توسط انسان قرار می‌گیرد (Khoshgoftarmanesh *et al*., 2010).

مواد غذایی مورد استفاده مردم در جهان توسط سازمان بهداشت جهانی بر اساس این شاخص در سه گروه به لحاظ قابلیت جذب روی برای مصرف کننده تقسیم بندی می‌شوند که شامل قابلیت جذب روی زیاد (نسبت کم‌تر از ۵)، قابلیت جذب روی متوسط (نسبت بین ۵ تا ۱۵) و قابلیت جذب روی بسیار کم (نسبت بیشتر از ۱۵) می‌باشد. کاربرد بقایای گیاهی در میزان پروتئین دانه گندم در سطح احتمال یک درصد دارای تأثیر معنی‌دار بود (جدول ۳). کاربرد بقایای گیاهی در همه تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش پروتئین دانه شد، به‌گونه‌ای‌که بیشترین افزایش پروتئین مربوط به تیمار کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

بقایای لوبیا + سولفات روی در خاک با میزان ۱۰/۳درصد بود. در همین راستا، نتایج تحقیقات نشان داده است که تناوب گندم با سایر گیاهان به‌ویژه بقولات باعث افزایش پروتئین دانه گندم می‌شود (Sadri and Malakouti, 2010). همچنین، در تیماری که سولفات روی (۷/۹۲ درصد) به تنهایی به خاک اضافه شده بود، میزان پروتئین دانه نسبت به تیمار شاهد (۷/۵۴ درصد) به میزان پنج درصد افزایش یافت ولی این افزایش به اندازه کاربرد بقایای گیاهی گندم (۸/۲۰ درصد) و لوبیا (۸/۵۱ درصد) در خاک نبود. با این وجود پروتئین‌ها در رژیم‌های غذایی به‌عنوان عاملی برای تقویت جذب روی محسوب می‌شوند، از این طریق که افزایش مقدار پروتئین باعث افزایش درصد جذب روی در مواد غذایی می‌گردد و احتمالاً اسیدهای آمینه آزاد شده در هنگام تجزیه پروتئین‌ها از طریق باقی نگه‌داشتن روی در بخش محلول، میزان جذب روی را افزایش می‌دهند (Peck *et al*., 2008). برخی از محققان گزارش نموده‌اند مصرف روی علاوه بر افزایش عملکرد با بالا بردن میزان پروتئین و غلظت روی در دانه می‌توانند در رفع کمبود روی و پروتئین در انسان بسیار مؤثر واقع شود (Sadri and Malakouti, 2010; Dorostcar *et al*., 2013).

غلظت پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین، نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار بقایای لوبیا + سولفات روی بیشترین مقدار پروتئین دانه را تامین نمود در همین راستا نتایج تحقیقات نشان داده است که تناوب گندم با سایر گیاهان به‌ویژه بقولات باعث افزایش پروتئین دانه گندم می‌شود (Sadri and Malakouti, 2010). این افزایش پروتئین دانه احتمالاً به دلیل افزایش میزان نیتروژن خاک به خاطر توانایی تثبیت نیتروژن در تیمار بقایای لوبیا نسبت به سایر تیمارها می‌باشد (Dorostcar *et al*., 2013). با این وجود پروتئین‌ها در رژیم غذایی به عنوان عاملی برای تقویت جذب روی محسوب می‌شوند. افزایش مقدار پروتئین باعث افزایش درصد جذب روی مواد غذایی می‌گردد. احتمالاً اسیدهای آمینه آزاد شده هنگام تجزیه پروتئین‌ها از طریق باقی نگه‌داشتن روی در محلول، میزان جذب روی را افزایش می‌دهند (Peck *et al*., 2008). سدری و ملکوتی (Sadri and Malakouti, 2010) معتقد است مصرف روی علاوه بر افزایش عملکرد، با بالا بردن پروتئین و غلظت روی دانه می‌تواند در رفع کمبود روی در انسان مؤثر واقع شود.

عملکرد دانه

کاربرد بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمارهایی که بقایای گیاهی به خاک اضافه شده بود، اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد وجود دارد. همچنین، در بین بقایا، بقایای لوبیا باعث افزایش عملکرد ۲۰ درصدی نسبت به شاهد شد ولی بیشترین عملکرد دانه گندم (۳/۸ تن در هکتار) موقعی حاصل شد که بقایای لوبیا + عنصر روی به خاک اضافه شد و باعث افزایش عملکرد ۳۵ درصدی نسبت به شاهد (۲/۸ تن در هکتار) گردید. این می‌تواند به دلیل نیتروژن بیشتر در بقایای لوبیا و همچنین اضافه شدن روی به خاک باشد. درستکار و همکاران (Dorostcar *et al*., 2013) نشان دادند که اختلاط بقایای گیاهی با خاک سبب افزایش عملکرد دانه گندم به مقدار ۲۰ تا ۱۰۰درصد در رقم بک‌کراس روشن و ۱۰ تا ۸۸ درصد در رقم کویر در مقایسه با تیمار شاهد شد. بقایای گیاهی با افزایش ماده آلی خاک، بهبود رشد ریشه و افزایش قابلیت جذب عناصر ریزمغذی و پرمصرف خاک سبب

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش عملکرد در گیاهان می‌شوند. نتایج مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که اثر بقایای گیاهی بر عملکرد گیاه بسته به شرایط محیطی و کیفیت بقایا متفاوت می‌باشد (Lupwayi *et al*., 2007). همچنین، گزارش شده است که بقایای شبدر نسبت به سورگوم و گلرنگ به علت آزادسازی بیشتر نیتروژن و رشد بهتر ریشه سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارها می‌گردد (Pahlavan Rad *et al*., 2009). نتایج مطالعات چاکماک (Cakmack., 2008) با مصرف ۲۳ کیلوگرم کود حاوی روی نشان داد که عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین، سدری و ملکوتی (Sadri and Malakouti, 2010) مشاهده کردند که در اثر مصرف روی و آهن، عملکرد دانه گندم و اجزای آن (وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه) به طور معنی‌داری افزایش یافت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که اگر چه کاربرد سولفات روی در خاک می‌تواند باعث افزایش بیشتر غلظت عنصر روی در گیاه نسبت به بقایای گیاهی شود. ولی بقایای گیاهی با اثر بیشتر بر کاهش اسید فیتیک دانه، کاهش نسبت مولی آن و افزایش پروتئین دانه می‌تواند قابلیت جذب روی دانه گندم را بیشتر کند. بقایای با C/N کمتر مانند بقایای لوبیا می‌تواند نقش مؤثرتری بر رشد و عملکرد و همچنین غلظت عناصر غذایی در گیاه گندم داشته باشد. همچنین بقایای با سرعت تجزیه‌پذیری بالاتر مانند لوبیا می‌تواند در مدت زمان کمتری تأثیر خود را نشان دهد و برای گیاهانی با دوره رشد کمتر باید از بقایای با سرعت تجزیه‌پذیری بالا استفاده نمود.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (۳۰-۰ سانتی متری)

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0-30cm)

بافت خاک Soil Texture	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	آهک Lime	مواد آلی Organic Matter	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.\ m^{-1}$)
	($mg.kg^{-1}$)					(٪)				
لومی- رسی Loam-clay	8.5	0.3	4.8	235.2	9.1	1.51	35	1.1	7.4	1.1

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های بقایای گیاهی مورد استفاده

Table 2- Some characteristics of plant residues used

بقایای گیاهی Plant residues	کربن/ نیتروژن C:N	پروتئین Proteins $g.kg^{-1}$	مس Cu	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($ds.\ m^{-1}$)
			($mg.kg^{-1}$)				(٪)				
بقایای لوبیا Bean residual	15.4	10.7	20	40	10	270	1.2	1.90	1.7	5.7	5.0
بقایای گندم Wheat residual	22.7	3.8	6	27	4	200	1.38	0.70	0.6	5.7	4.1

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات غلظت روی، پروتئین و اسید فیتیک دانه گندم به‌همراه میزان عملکرد در تیمارهای بقایای گندم و لوبیا به همراه کاربرد سولفات روی در تناوب با گندم

Table 3- Analysis of variance effect of wheat and bean residual and zinc sulfate application on zinc concentration, protein, phytic acid and grain yield of wheat

S.O.V.	منابع تغییر	df	پروتئین دانه Grain protein	نسبت مولی اسید فیتیک به روی Phytic acid to zinc molar ratio	اسید فیتیک دانه Grain phytic acid	غلظت روی دانه Grain zinc concentration	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Dry matter yield	غلظت آهن دانه Grain iron concentration
Rep.	تکرار	2	0.38 ns	11.04 ns	0.002 ns	58.57 ns	0.005 ns	0.0012 ns	2.37 ns
Treatment	تیمار	5	4.53**	40.12**	0.032*	78.57*	0.488**	1.32**	105.8 **
Error	خطا	10	0.24	4.00	0.019	25.94	0.011	0.010	19.51
C.V (%)	ضریب تغییرات (٪)		5.49	9.62	20.13	16.24	2.48	6.13	5.20

ns: غیرمعنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

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

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های غلظت روی، پروتئین و اسید فیتیک دانه گندم به همراه میزان عملکرد در برهم‌کنش تیمارهای بقایای گندم و لوبیا به همراه کاربرد سولفات روی در گندم

Table 4- Mean comparison effect of wheat and bean residual and zinc sulfate application on zinc concentration, protein, phytic acid and grain yield of wheat

تیمار treatment	پروتئین دانه Grain protein (%)	نسبت مولی اسید فیتیک به روی Phytic acid to zinc molar ratio ($mg.100grain^{-1}$)	اسید فیتیک دانه Grain phytic acid ($g.100grain^{-1}$)	غلظت روی دانه Grain zinc concentration ($mg.kg^{-1}$)	عملکرد دانه Grain yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی Dry matter yield ($t.ha^{-1}$)	غلظت آهن دانه Grain iron concentration ($mg.kg^{-1}$)
شاهد Control	7.54 c	25.0 a	0.68 a	26 d	2.80 f	3.86 c	0.76 de
سولفات روی Zinc sulfate	7.92 c	19.0 bc	0.62 ab	33 ab	3.10 d	3.8 c	0.72 e
بقایای گندم Wheat residual	8.20 bc	24.6 a	0.70 a	28 c	3.00 e	4.20 b	0.83 cd
بقایای لوبیا Bean residual	8.51 bc	20.2 b	0.60 ab	30 b	3.40 b	4.87a	0.95a
بقایای گندم + سولفات روی Wheat residual + Zinc sulfate	9.91 b	19.0 bc	0.69 a	35 a	3.20 c	4.15 b	0.95 a
بقایای لوبیا + سولفات روی Bean residual + Zinc sulfate	10.3 a	16.0 c	0.58 b	36 a	3.80 a	4.70 a	0.88 bc

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارد.

*Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition. IZA and IFA, Brussels, Belgium and Paris. 135 pp.
- Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E., Ensminger, and F.E., Clark. 1965. Methods of soil analysis: Part 2. Agronomy Monogr 9, ASA, Madison, WI.
- Brundtland, G.H. 2002. The world health report. Reducing risks, promoting healthy lives. Geneva: World Health Organization.
- Cakmack, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. *Plant and Soil*. 302: 1-17.
- Dorostcar, V., M. Afyoni, and A.H. Khoshgoftarmanesh. 2013. Effect of some plant debris before planting on concentrations of total and absorbable zinc and phytic acid of wheat grain. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural content Resources*. 17: 81-93. (In Persian).
- El-Magid, A.A.A., R.E. Knany, and H.G.A. El-Fotoh. 2000. Effect of foliar application of some micronutrients on wheat yield and quality. *Annals of Agricultural Science Cairo*. (1): 301-313.
- FAO. 2013. Published online at: Http//faostate.fao.org/sit /339/default. Aspx.
- Gee, G.W., and J.W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. PP. 383-409. Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed., Madison, WI, Agron. ASA, SSSA. 10.
- Habibi, H. 2010. Effect of cultivation on some soil chemical properties and growth, yield and zinc concentration in wheat grain. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, University of Technology, Isfahan, Iran. 232 pp. (In Persian).
- Hotz, C., and K.H. Brown. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutrient Bulltain*. 25: 94–204.
- Kadkhodaie, A., M. Kalbasi, M. Solhi, H. Nadian, and A. Gholami. 2014. Effect of applying plant residues and zinc sulfate on chemical forms of zinc in rhizosphere and bulk soil and its relationship to wheat grain. *Journal of Applied Science and Agriculture***.** 9(3): 942-947. (In Persian).
- Khoshgoftarmanesh, A.H., R. Schulin, R.L. Chaney, B. Daneshbakhsh, and M. Afyuni. 2010. Micro nutrient efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. *A Review Agronomy for Sustainable Development*. 30: 83-107. (In Persian).
- Lindsay, W.L., and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *American Journal of Soil Science Society*. 43: 421-428.
- Lupwayi, N.Z., G.W. Clayton, J.T. O'Donovan, K.N. Harker, T.K. Turkington, and K. Soon. 2007. Phosphorus release during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. *Soil and Tillage Research*. 95: 231-239.

Archive of SID

www.SID.ir

- Maralian, H., R. Didar Taleshmikail, K. Shahbazi, and M.Torabi Giglou. 2009. Study of the effects of foliar application of Fe and Zn on wheat quality and quantity properties. *Agricultural Research: Water, Soil and Plants in Agriculture*. 8(4): 47-59. (In Persian).
- Moussavi-Nic, M., Z. Rangel, G.J.H. Hollamby, and J.A. Aschar. 1997. Seed manganese content is more important than Mn fertilization for wheat growth under Mn deficient condition. *Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment*. 78: 267-268.
- Nelson, D.W., and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Methods of soil analysis. Part 2. Madison, W.I., Agron. ASA, SSSA.
- Pahlavan Rad, M.R, G. Keykha, and M.R. Naroui Rad. 2009. Effects of application of Zn, Fe and Mn on yield, yield component, nutrient concentration and uptake in wheat grain. *Pajouhesh & Sazandegi*. 79: 142-150. (In Persian).
- Peck, A.W., G.K. McDonald, and R.D. Graham. 2008. Zinc nutrition influences the protein composition of flour in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*. 47: 266-274.
- Sadri, M.H., and M.J. Malakouti. 2010. Consumption iron, zinc and copper in improving the quantity and quality of wheat. Publish Agricultural Education. pp: 169-189. (In Persian).
- Schulin, R., A. Khoshgoftarmensh, M. Afyuni, B. Nowack, and E. Frossard. 2008. Effect of soil management on Zn uptake and its bioavailability in plants. In: Banuelos, G.S. and Z. Lin. (Eds.), Development and Uses of Biofortified Agricultural Productes. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Shahbazi, K., and H. Besharati. 2013. Overview of the fertile agricultural soils in Iran. *Journal of Land Management*. 1(1): 1-15. (In Persian).
- Tan, K.H. 1998. Principles of soil chemistry .3rd ed. M. Sekke, N.Y. Usepa, 1995. Method 3051: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. Available online at http://www.epa.gov/SW-846/pdfs/3051.pdf (verified 22 July 2004). USEPA, Washington, DC.
- Verma, T.S., and R.M. Bhagat.1992. Impact of rice straw management practices on yield, nitrogen uptake and soil properties in a wheat-rice rotation in northern India. *Fertilizer Research*. 33: 97-106.
- Weggler-Beaton, R.D. Graham, and M.J. Melaugin. 2003. The influence of low rates of arid-dried on yield and phosphorus and zinc nutrition of wheat (*Triticum durum*) and barley (*Hordeum Vulgar*). *Australian Journal of Soil Research*. 41: 293-308.
- Wissuma, M., A.M. Ismail, and R.D. Graham. 2007. Rice grain zinc concentrations as affected by genotype, native soil-zinc availability, and zinc fertilization. *Plant and Soil*. 306: 37-48.
- Yilmaz, A., H.B. Torun, I. Gultekin, S. Karanlik, S.A. Bagei, and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient Calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*. 20: 461-471.

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of Wheat and Bean Residues along with Zinc Sulfate Application on some Qualitative and Quantitative Characteristices of Wheat

Abolfazl Baghbani[1]*, Amir Kadkhodaie[2], and Seyed Ali Mohammad Modarres-Sanavy[3]

Received: December 2015, Revised: 03 April 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

In this study the effects of wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) residues, along with application zinc sulfate, on zinc, protein, phytic acid concentrations of wheat grain and grain yield were evaluated to do this an experiment based on randomized complete block design with 3 replications and six treatments (control, zinc sulfate, wheat residue, bean residue, wheat residue + zinc sulfate and bean residue + zinc sulfate) was conducted in Isfahan during growing season of 2012-2013. Results of ANOVA showed that there were highly significant differences between wheat and bean residues along with application zinc sulfate, protein, phytic acid in wheat grain, phytic acid to zinc molar ratio and yield. The results also showed that the highest grain yield, protein content and grain zinc concentrations were related to bean residues + application sulfate zinc treatment and the lowest yield to control. The use of crop residue on the soil caused a significant increase in grain yield and shoot, as compared with that of the control ($p<0.01$). The results also revealed that bean residue caused a 20% increase in grain yield. Application of plant residues, specially bean residues + applivation of zinc sulfate decreased the phytic acid to zinc molar ratio in all treatment in respect to control. Amongst the plant residues, bean residues, as compared with residues had the lowest effect of carbon to nitrogen ratio. The highest wheat grain yield related to the treatment of bean residues + sulfate zinc application. Based on the results of this research it can be concluded that application of bean residues + application sulfate zinc may produce highest grain yield and protein content while the lowest phytic acid to zinc ratio and grain yield from other treatments.

Key words: Phytic acid, Wheat and bean residues, Zinc and iron.

1- Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2- Ph.D. Student, Department of Soil Science, Ahvaz Baranch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
3- Professor, Department of Agronomy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
* *Corresponding Author: abolfazlbaghbani@yahoo.com*

Archive of SID

www.SID.ir