

تأثیر کاربرد بقایای گندم (*Triticum aestivum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و سولفات روی بر عملکرد و ویژگی‌های شیمیایی دانه گندم

Effect of Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Residues and Zinc Sulfate Application on Yield and some Chemical Characteristics of Wheat Grain

ابوالفضل باغبانی آرانی^۱، سیدعلی محمد مدرس ثانوی^{۲*}، امیر کدخدایی^۳ و محمود محمدی^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۱۴

چکیده

به منظور ارزیابی اثر بقایای گندم (*Triticum aestivum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به همراه سولفات روی در مزارع گندم بر میزان عملکرد، غلظت روی، پروتئین و اسید فیتیک دانه گندم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در یکی از مزارع شهرستان دهاقان در استان اصفهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با شش تیمار (شاهد، سولفات روی، بقایای گندم، بقایای لوبیا، بقایای گندم + روی و بقایای لوبیا + روی) به اجرا در آمد. نتایج تجزیه واریانس بیانگر اختلاف معنی‌دار اثر تیمارهای مختلف آزمایشی بر عملکرد، غلظت روی، غلظت اسید فیتیک، نسبت مولی اسید فیتیک به روی و پروتئین دانه گندم بود. نتایج به دست آمده نشان داد که به ترتیب بالاترین میزان عملکرد (۳/۸ تن در هکتار)، پروتئین (۱۰/۳٪) و غلظت روی دانه (۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار بقایای لوبیا + روی و کم‌ترین میزان آن‌ها مربوط به تیمار شاهد (۲/۸ تن در هکتار)، (۷/۵۴٪) و (۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. کاربرد بقایای گیاهی در تمامی تیمارهای مورد بررسی مخصوصاً تیمار بقایای لوبیا + روی باعث کاهش ۳۶ درصدی نسبت مولی اسید فیتیک به روی نسبت به تیمار شاهد شد. در بین بقایای گیاهی، بقایای لوبیا دارای کم‌ترین میزان (۱۵/۴) نسبت کربن به نیتروژن بود. 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 برتر از سایر تیمارهای دیگر مورد بررسی بود.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی، پروتئین، روی، غلظت اسید فیتیک

۱. مربی گروه علوم زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲ و ۴. به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، اهواز، ایران
*: نویسنده مسئول
Email: modaresa@modares.ac.ir

مقدمه

در سال‌های گذشته کمبود روی در تغذیه انسان‌ها به‌عنوان یکی از عوامل اصلی اختلال در سلامت مردم شناخته شده‌است و در حال حاضر بیش از ۲۵ درصد مردم دنیا به کمبود این عنصر مبتلا می‌باشند (کاکماک^۱، ۲۰۰۸). عامل اصلی کمبود روی در انسان‌ها، رژیم‌های غذایی وابسته به غلات معرفی گردیده است. 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 تحریک‌کننده جذب مانند پروتئین در مواد غذایی به نظر می‌رسد عامل‌های مهم‌تری باشند (اسچولین^۲ و همکاران، ۲۰۰۸). اسید فیتیک یک کلات‌کننده قوی برای عناصر معدنی از جمله روی محسوب می‌گردد و از آنجایی که این ترکیب در روده انسان جذب نشده، عناصر معدنی کلات شده با آن نیز بدون این که 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 مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌طور کلی دانه خشکبار، حبوبات و دانه‌ی سبوس‌گیری نشده غلات دارای بیش‌ترین نسبت مولی فیتات به روی بوده که به‌طور معمول در دامنه ۱۸ تا ۲۲ قرار دارد (هوتز و بروون^۳، ۲۰۰۴). هم‌چنین در سال‌های اخیر، غنی‌سازی زیستی به‌عنوان یکی از راه‌های مبارزه با کمبود روی و دیگر مواد غذایی شناخته گردیده است (فروسسارد^۴ و همکاران، ۲۰۰۰). هدف از این روش افزایش انباشتگی و قابلیت دسترسی زیستی عنصر روی در قسمت‌های خوراکی گیاهان به‌ویژه در دانه غلات به‌وسیله روش‌های ژنتیکی و زراعی می‌باشد (فروسسارد و همکاران، ۲۰۰۰). در دهه‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای تولید ارقامی مناسب برای انباشتگی عنصر روی به‌وسیله‌ی روش‌های ژنتیکی صورت گرفته است (کاکماک، ۲۰۰۸؛ وایت و برودلی^۵، ۲۰۰۵). کلید اصلی برای موفقیت در روش‌های ژنتیکی و اصلاحی، وجود غلظت کافی روی در خاک برای استفاده گیاهان می‌باشد.

در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، غلظت کل عنصر روی در خاک‌های زیر کشت غلات بسیار زیاد بوده، درحالی‌که به دلیل ویژگی‌های خاک از جمله میزان اسیدی و بازی بودن خاک، زیاد بودن کربنات کلسیم و کم بودن ماده آلی خاک، غلظت روی قابل جذب برای گیاهان بسیار کم می‌باشد

(کاکماک، ۲۰۰۸). در نتیجه در این مناطق کاربرد روش‌های غنی‌سازی زراعی مانند تناوب، کوددهی، اختلاط بقایای گیاهی با خاک و استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی برای افزایش قابلیت جذب روی همراه با کشت ارقام گیاهی با کارایی بالا در جذب روی لازم به نظر می‌رسد (کاکماک، ۲۰۰۸؛ فروسسارد و همکاران، ۲۰۰۰؛ زهانو^۶ و همکاران، ۲۰۰۹).

در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک بقایای گیاهی تولیدی در مزارع سوزانده شده و یا برای خوراک دام استفاده می‌شود. این بقایا منبع قابل توجهی از عناصر کم‌نیاز از جمله روی بوده و مخلوط نمودن آن‌ها با خاک می‌تواند به چرخه این عناصر در خاک کمک نماید (خوشگفتارمنش^۷ و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج محققان نشان داده است که هر تن کاه گندم می‌تواند از عناصر روی، آهن، منگنز، مس، بور و مولیبدن به ترتیب حاوی ۹۶، ۷۷۷، ۷۴۵، ۴۲، ۵۵ و ۴ گرم باشد (پراساد^۸، ۱۹۹۹). براساس یافته‌های محققان ۵۰ تا ۸۰ درصد روی، مس و منگنز جذب شده توسط کاه گندم در صورت بازگرداندن این بقایا به خاک، دوباره به سیستم زراعی برمی‌گردد (پراساد و سینها^۹، ۱۹۹۵). هم‌چنین در ارتباط با این موضوع نتایج محققان نشان داده است که زیرخاک نمودن بقایای گندم با گذشت زمان سبب افزایش محصول سورگومی گردیده است که در تناوب با گندم کاشته شده است، اما محصول سویا بعد از کاشته شدن گندم کاهش معنی‌داری نشان داده است. افزایش محصول سورگوم در این تناوب ناشی از افزایش عناصر غذایی خاک (پتاسیم، فسفر و روی)، افزایش مواد آلی خاک و بهبود فضای توسعه ریشه می‌باشد این در حالی بود که کاهش عملکرد سویا ناشی از ترشحات آللوپاتیک بقایای گندم بود (ام‌سی‌قاسی و جاکوب^{۱۰}، ۱۹۸۵). هم‌چنین گزارش گردیده است برگرداندن بقایای گیاهی ذرت به خاک در مقایسه با خارج نمودن آن‌ها از خاک مزرعه سبب افزایش ۷/۲ درصدی کربن آلی خاک شده است (حیدری^{۱۱}، ۲۰۰۳). برگرداندن بقایای ذرت در مقایسه با خارج کردن آن از خاک مزرعه سبب افزایش عملکرد گندم آبی گردیده است که در تناوب با ذرت قرار داشته است (حیدری، ۲۰۰۳). تحقیقات ۲۵ ساله کالوینو و ساندررا در مورد تأثیر خارج کردن بقایای گندم بر عناصر غذایی قابل‌دسترس خاک مخصوصاً روی و میزان عملکرد گیاهان زراعی در تناوب با گندم نیز همین نتایج را در برداشت (کالوینو و ساندررا^{۱۲}، ۲۰۰۳).

6. Zhao

7. Khoshgoftarmanesh

8. Prasad

9. Prasad and Sinha

10. Mc Ghie and Jacobs

11. Heydari

12. Calvino and Sandra

1. Cakmak

2. Schulin

3. Hotz and Brown

4. Frossard

5. White and Broudly

اتمی (پرکین المر آنالیزست ۲۰۰) قرائت گردید (لیندسی و نورویل^۴، ۱۹۷۸).

پ هاش و قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره ۱:۲ آب به خاک به وسیله دستگاه pH متر مدل ۶۲۰ و هدایت سنج مدل ۶۴۴ اندازه گیری شد (پک^۵ و همکاران، ۲۰۰۸).

برای تعیین نسبت C:N بقایا، کربن آلی به روش سوزاندن تر (لسون و سوممیرس^۶، ۱۹۸۲) و مقدار روی اضافه شده به خاک ($g\ ha^{-1}$) با استفاده از میزان وزنی بقایای اضافه شده به خاک ($kg\ ha^{-1}$) و میزان وزنی روی موجود در بقایا ($g\ kg^{-1}$) تعیین و استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه برخی از ویژگی های بقایای لوبیا و گندم قبل از مخلوط نمودن با خاک محل مورد آزمایش ارائه شده است (جدول ۲).

برای انجام این آزمایش، قطعه زمینی به ابعاد ۱۰ متر عرض و ۲۷ متر طول انتخاب و به ۱۸ کرت با ابعاد $3 \times 3/5$ متر (۶۰ ردیف کاشت با فاصله ردیف ۵ سانتی متر) تقسیم شد. سپس زمین مورد آزمایش به عمق ۳۰ سانتی متر شخم زده شد و پس از انجام تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کودهای سوپرفسفات تریپل ۱۵۰ کیلوگرم و سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت و هم چنین اوره طی دو مرحله (پنجه زنی و به ساقه رفتن)، هر مرحله به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به همه تیمارها به طور یکسان اضافه شد (میلانی^۷ و همکاران، ۱۹۹۸). سپس به تیمارهای مورد نظر کود سولفات روی به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و بقایای گیاهی گندم و لوبیا به مقدار ۱۰ تن در هکتار براساس میانگین شاخص برداشت این گیاهان (گندم و لوبیا) و گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان اضافه گردید (میلانی و همکاران، ۱۹۹۸).

ملاک انتخاب بقایای گیاهی میزان متفاوت درصد پروتئین آن ها، کشت رایج آن ها در بیشتر استان ها به ویژه استان اصفهان و فراوانی و قابل دسترس بودن آن ها بود (جدول ۲) پس از آماده سازی تیمارها (اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک و مخلوط کردن آن ها تا عمق ۳۰ سانتی متری خاک)، در هر تیمار مقدار (۲۵۰ گرم بذر گندم) رقم سپاهان با تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع (میلانی و همکاران، ۱۹۹۸) در اواسط آبان ۱۳۹۱ کشت و در اواسط مرداد ۱۳۹۲ برداشت نهایی صورت گرفت.

نتایج دیگر محققان نیز با بررسی کیفیت غذایی دانه گندم در دو سیستم کشاورزی آلی و غیرآلی در شمال کشور هند نشان داد که در سیستم های کشاورزی غیرآلی، دانه های بزرگ تر و سخت تری تولید شده و این در حالی بود که غلظت روی قابل اندازه گیری (با استفاده از اسیدکلریدریک) کمتر و غلظت فیتات و پلی فنول ها در مقایسه با سیستم کشاورزی آلی بیشتر بوده است (نیتیکا و کتارپول^۱، ۲۰۰۸). سینگ و همکاران نیز دریافته اند که بقایای برنج به دلیل تعدیل در خاصیت اسیدی و درصد سدیم قابل تبادل خاک می تواند قابلیت جذب روی توسط گیاه در خاک را به طور معنی داری افزایش دهد (سینگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). این در حالی می باشد که یافته های راج و گوپتا کاهش غلظت روی قابل جذب برای گیاه را در اثر افزودن بقایای برنج و گندم به خاک را نشان داده است (راج و گوپتا^۳، ۱۹۸۶).

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، پژوهش حاضر باهدف تأثیر بقایای گیاهی بر قابلیت جذب روی در خاک توسط گیاه، تأثیر بقایای گیاهی بر غلظت کل روی، غلظت پروتئین و اسید فیتیک دانه گندم انجام گردید.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با شش تیمار (عدم کاربرد بقایا و کود به عنوان شاهد، سولفات روی، بقایای گیاهی لوبیا و گندم و بقایای گیاهی لوبیا و گندم به همراه سولفات روی) در سه تکرار در مزرعه ای در استان اصفهان (شهرستان دهقان)، که در ارتفاع ۲۰۵۹ متر از سطح دریا و با موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی با اقلیم گرم و نیمه خشک انجام شد.

قبل از اجرای این پژوهش از خاک مزرعه به عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری نمونه گیری و پس از هوا خشک نمودن و عبور از الک دو میلی متری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه گیری گردید که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. برای اندازه گیری میزان روی قابل جذب گیاه از محلول DTPA با مولاریته ۰/۰۰۵ (pH= ۷/۲) با نسبت ۲:۱ (محلول به خاک) استفاده و میزان غلظت روی در عصاره به وسیله دستگاه جذب

4. Lindsay and Norvell
5. Peck
6. Nelson and Sommers
7. Milani

1. Nitika and Ketarpaul
2. Singh
3. Raj and Gupta

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

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

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m ⁻¹)	اسیدیته pH	مواد آلی Organic matter درصد Percentage	آهک Lime	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	بافت خاک Soil texture
1.1	7.4	1.1	35	0.151	9.1	235.2	4.8	0.3	8.5	لومی - رسی Loam - Clay

جدول ۲: برخی از ویژگی‌های بقایای گیاهی مورد استفاده

Table 2: Some characteristics of plant residues used

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m ⁻¹)	اسیدیته pH	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	مس Cu	پروتئین (گرم در کیلوگرم) Proteins (g kg ⁻¹)	کربن / نیتروژن C/N	بقایای گیاهی Plant residues
5.0	5.7	1.7	1.90	1.2	270	10	40	20	10.7	15.4	بقایای لوبیا Bean residual
4.1	5.7	0.6	0.70	1.38	200	4	27	6	3.8	22.7	بقایای گندم Wheat residual

رابطه ۱: میزان جذب روی (گرم در هکتار) = غلظت روی در شاخساره (گرم بر کیلوگرم) × عملکرد شاخساره (کیلوگرم در هکتار) + غلظت روی در دانه (گرم بر کیلوگرم) × عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار).

رابطه ۲: نسبت مولی اسیدفیتیک به روی = (غلظت اسید فیتیک (میلی‌گرم/گرم) / (۶۶۰/۴) / (غلظت اسید فیتیک (میلی‌گرم / ۶۵/۴).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ی ۹/۲ (SAS، ۲۰۰۲) انجام و مقایسات میانگین صفات با استفاده از روش آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر بقایای گیاهی بر اسیدیته، کربن آلی و هدایت الکتریکی خاک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی بر میزان اسیدیته و کربن آلی خاک از نظر آماری معنی دار نبود و این در حالی است که میزان هدایت الکتریکی خاک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان هدایت الکتریکی خاک در تیمار کاربرد بقایای گندم + سولفات روی دیده شد که از نظر آماری با تیمار بقایای گندم به تنهایی اختلاف معنی داری نداشت و کمترین مقدار آن نیز در تیمار کاربرد سولفات روی دیده شد.

در طول دوره رشد گیاه، مراقبت‌های زراعی لازم نظیر آبیاری به صورت کرتی و مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی (توسط کارگر) و شیمیایی (استفاده از علفکش توفوردی به میزان ۲ لیتر در هکتار در زمان پنجه‌زنی) انجام گردید. نمونه‌های گیاه گندم در زمان برداشت از سطح خاک کفبر شدند. سپس نمونه‌های هر تیمار به‌طور جداگانه جمع‌آوری و عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. پس از آن به صورت تصادفی چند نمونه از آن‌ها برای انجام آزمایش‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند.

برای اندازه‌گیری غلظت روی دانه گندم، دانه به‌وسیله ماکروویو به همراه مخلوط اسید نیتریک و آب‌اکسیژنه عصاره‌گیری شده و غلظت روی در عصاره به‌وسیله دستگاه جذب اتمی (پرکین المر آ- آنالیست ۲۰۰) اندازه‌گیری شد (یوسپا، ۱۹۹۵). و غلظت پروتئین به روش اندازه‌گیری نیتروژن کل به‌وسیله دستگاه کج‌لدال و اعمال ضریب ۶/۲۵ اندازه‌گیری شد (پیک و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین برای اندازه‌گیری میزان اسید فیتیک در دانه گندم، پس از به‌دست آوردن رسوب فیتات فریک و افزودن سود و تشکیل رسوب آجری Fe(OH)₃ مقدار آهن باند شده با اسید فیتیک توسط روش (ماکوور، ۱۹۷۰) انجام پذیرفت. برای اندازه‌گیری میزان جذب روی و نسبت مولی اسید فیتیک به روی از روابط زیر استفاده شد (ماکوور، ۱۹۷۰)

1. USEPA
2. Peck
3. Makower

آن‌ها به خاک منجر به افزایش شوری و کاهش پتانسیل اسمزی خاک‌ها می‌گردد (خیام‌باشی، ۱۳۷۶؛ قبال^۵ و همکاران، ۲۰۰۴).

غلظت روی دانه

تأثیر کاربرد بقایای گیاهی به همراه سولفات روی و سولفات روی به‌تنهایی بر میزان غلظت روی دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد بقایای گیاهی با سولفات روی، باعث افزایش بیشتر جذب روی نسبت به کاربرد بقایای گیاهی تنها شد و در مقایسه با شاهد (بدون بقایا) افزایش معنی‌داری داشته است. به‌طوری‌که بیش‌ترین افزایش غلظت روی دانه گندم در تیمار کاربرد بقایای لوبیا + سولفات روی (۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) دیده شد. همچنین این تأثیر در تیمار بقایای مختلف (بقایای گندم در مقایسه با بقایای لوبیا) متفاوت بود. به‌طوری‌که تیمار بقایای لوبیا غلظت روی دانه گندم را بیش از تیمار بقایای گندم افزایش داد.

تحقیقات نشان داده است، غلظت فلزات مس و روی در دانه گندم با به کار بردن مواد آلی در خاک، صرف‌نظر از نوع ماده آلی، افزایش یافت. این افزایش می‌تواند دلالت بر این داشته باشد که وقتی فلزات توسط ریشه جذب شدند، به‌راحتی از ساقه به دانه انتقال داده می‌شوند (ناروال و ساین^۶، ۱۹۹۸). حبیبی^۷، (۲۰۱۰). در یک آزمایش گلخانه‌ای گزارش نمود که افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش کربن آلی در بخش محلول خاک گردیده و این موضوع باعث افزایش جذب عنصر روی به‌وسیله ریشه برای شاخساره و دانه گندم می‌شود. علاوه‌بر آن، بقایای گیاهی به‌دلیل اثرات مثبتی که بر پراکنش ریشه، رشد گیاه و ... دارند، می‌تواند بر جذب روی توسط گیاه اثرگذار باشد (آلبرتا^۸، ۱۹۹۵).

هم‌چنین تیمار سولفات روی نسبت به شاهد در غلظت روی دانه افزایش معنی‌داری داشت. محققان همبستگی معنی‌داری بین مقدار عنصر روی در خاک با مقدار روی در دانه گندم گزارش نمودند (بانسال^۹ و همکاران، ۱۹۹۰). باین‌وجود در همه تیمارهای موردبررسی در این آزمایش میزان غلظت روی در دانه کمتر از ۳۵-۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است که این میزان غلظت روی به‌عنوان حد بحرانی برای کیفیت دانه بود (کاکماک، ۲۰۰۸). احتمالاً عدم رسیدن به حد مطلوب غلظت روی در دانه گندم به دلیل کم بودن اولیه غلظت روی در خاک

نش و بالی‌گی^۱ (۱۹۷۴) بیان نمودند که زیر خاک نمودن بقایای گیاهی به مرور زمان در طی چندین سال باعث کاهش pH خاک‌های قلیایی و افزایش pH خاک‌های اسیدی می‌گردد، که دلیل این پدیده را افزایش فعالیت‌های بیولوژیک و ترشحات قارچ‌ها و باکتری‌ها عنوان نمودند. در تحقیقی دیگر اله‌دادی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که در ابتدا کمپوست بر pH خاک تأثیری نگذاشته و میزان pH در تمامی تیمارهای کودی تقریباً یکسان بوده لیکن به مرور زمان و با گذشت فصل زراعی اختلاف افزایش یافته و مجدداً در انتهای فصل کاهش یافت و مجدداً به حالت تعادل اولیه برمی‌گردد. وانچز^۲ و همکاران (۲۰۰۱) دلیل افزایش اولیه pH و قلیایی شدن خاک به نسبت مقدار مواد آلی اضافه شده و به آزاد شدن یون نیترات از ماده آلی نسبت دادند. هم‌چنین خاصیت بافیری خاک در ادامه منجر به کاهش مجدد pH و بازگشت خاک به حالت تعادل می‌گردد. در ارتباط با این موضوع پژوهشگران گزارش نموده‌اند علی‌رغم افزایش مواد آلی خاک در اثر کاربرد بقایای گیاهی، در اقلیم‌های گرم و خشک نمی‌توان انتظار افزایش سریع مواد آلی خاک (کربن آلی) را داشت (رضایی و/سدی^۳، ۲۰۰۱).

با اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک هدایت الکتریکی خاک افزایش یافت که این موضوع می‌تواند به‌دلیل تجزیه بقایای گیاهی و آزادسازی عناصر غذایی در خاک باشد و از بین بقایا، بقایای گندم بالاترین هدایت الکتریکی خاک را ایجاد کردند که دلیل آن را می‌توان به نسبت C/N بالاتر و کاهش سرعت تجزیه میکروبی بقایای گندم در طول زمان و افزایش آلی شدن نیتروژن ذکر نمود (دنو^۴ و همکاران، ۲۰۰۴).

اله‌دادی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که افزودن مواد آلی مثل کمپوست به خاک موجب افزایش EC خاک در مقایسه با بدون کاربرد مواد آلی شده اما میزان این افزایش در بین تیمارهایی که مواد آلی دریافت کردند تفاوتی چندانی ندارد. به نظر می‌رسد علت بالا رفتن میزان EC در اثر کاربرد کودهای آلی به‌دلیل میزان املاح موجود در آن باشد (وانچز و همکاران، ۲۰۰۱). در تحقیقی دیگر یوسف‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که برگرداندن آزو کمپوست به خاک باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک به‌دلیل افزایش میزان سدیم و پتاسیم آزاد شده از آن می‌باشد. در بسیاری از تحقیقات مشخص شده است که کودهای آلی حاوی مقادیر زیادی املاح هستند و اضافه کردن

5. Eghbal
6. Narwal and Singh
7. Habibi
8. Alberta
9. Bansal

1. Nesh and Baligay
2. Wanchez.monedaro
3. Rezaei and Asadi
4. De Neve

بقایای سورگوم، آفتابگردان و گلرنگ در هر دو رقم مورد مطالعه گندم باعث افزایش غلظت اسید فیتیک دانه نسبت به شاهد (بدون بقایا) شد اما این افزایش تنها در تیمارهای کاربرد بقایای سورگوم و آفتابگردان و در رقم بک کراس روشن معنی دار بود که علت آن را بیشتر بودن میزان فسفر موجود در بقایای لوبیا نسبت به سایر تیمارها گزارش نمودند. به علاوه همبستگی مثبت و معنی داری بین غلظت فسفر و اسید فیتیک دانه گزارش کردند. در این تحقیق نیز میزان فسفر موجود در بقایای گیاهی لوبیا بیش از ۱۰ برابر فسفر موجود در بقایای گندم بود (جدول ۲).

نسبت مولی اسید فیتیک به روی

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی داری 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) به نحوی که بیشترین مقدار این نسبت مربوط به تیمار شاهد (بدون اضافه کردن بقایای گیاهی یا سولفات روی) با میزان ۲۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم دانه خشک و کمترین آن مربوط به تیمار کاربرد بقایای لوبیا + روی با میزان ۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم دانه خشک بود. نتایج این بخش از آزمایش با نتایج برخی از محققان مطابقت کامل داشت (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲؛ خوشگفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۰).

به دلیل pH قلیایی خاک باشد که در ارتباط با همین موضوع محققان گزارش نموده اند که مهم ترین عامل تعیین کننده غلظت روی در دانه، غلظت اولیه این عنصر در خاک می باشد (ویسسوما^۱ و همکاران، ۲۰۰۷).

ییلماز^۲ و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روش های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم مشاهده کردند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم هم افزایش می یابد و سبب غنی شدن دانه می شود. هم چنین سدری و ملکوتی (۱۳۷۹) مشاهده کردند در مناطقی که روی قابل جذب خاک، کمتر از ۱/۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود، مصرف سولفات روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت، به طوری که با مصرف این کود به طور میانگین ۴۴۵ کیلوگرم افزایش عملکرد به دست آمد.

غلظت اسید فیتیک دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی بر میزان غلظت اسید فیتیک معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۴). می توان بیان کرد که علت معنی دار نبودن اثر بقایای گیاهی بر غلظت اسید فیتیک دانه گندم این است که این صفت به مقدار قابل توجهی تابع ژنوتیپ گیاه است تا تحت تأثیر عوامل دیگر (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲).

مقدار اسید فیتیک دانه، یکی از عوامل تعیین کننده قابلیت جذب عناصر کم مصرف مانند روی و آهن برای انسان است به همین دلیل برای مصرف کنندگان غلات، علاوه بر غلظت عناصر کم مصرف مانند روی و آهن، مقدار اسید فیتیک دانه نیز حائز اهمیت است. غلظت زیاد اسید فیتیک در آرد تهیه شده از دانه های گندم هایی که در ایران کشت و تولید شده اند، توسط محققان گزارش گردیده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

در بین بقایای گیاهی مورد مطالعه کاربرد بقایای لوبیا + سولفات روی بیشترین تأثیر را در کاهش میزان غلظت اسید فیتیک دانه گندم در این مطالعه داشت، که نتایج این بخش از آزمایش با نتایج درستکار و همکاران (۱۳۹۲) که گزارش کردند در بین پنج نوع بقایای گیاهی (لوبیای چیتی، شیدر، سورگوم، آفتابگردان و گلرنگ) بقایای لوبیا بیشترین تأثیر را در کاهش غلظت اسید فیتیک دانه در هر دو رقم گندم مورد مطالعه (بک کراس روشن و کویر) داشت مطابقت کامل دارد (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲). هم چنین آن ها گزارش کردند که اختلاط

1. Wissuma
2. Yilmaz

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر کاربرد بقایای گندم و لوبیا و سولفات روی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های شیمیایی دانه گندم

Table 3: Analysis of variance of the effect of wheat and bean residues and zinc sulfate application on yield and some chemical characteristics of grain wheat

عملکرد دانه Grain yield	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	هدایت الکتریکی EC	کربن آلی خاک O.C.	اسیدیته pH	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V.
0.005 ^{ns}	0.38 ^{ns}	11.04 ^{ns}	0.002 ^{ns}	58.57 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.005 ^{ns}	2	تکرار Repeat
0.488 ^{**}	4.53 ^{**}	40.12 ^{**}	0.032 ^{ns}	78.57 [*]	0.023 ^{**}	0.016 ^{ns}	0.003 ^{ns}	5	تیمار Treatment
0.010	0.24	4.00	0.019	25.94	0.002	0.010	0.010	10	خطا Error
3.11	5.49	9.62	20.13	16.24	9.89	6.13	1.31	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

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

ns: : Not significant, * and **: Significant at the probability levels of probability of 5% and 1%, respectively

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر کاربرد بقایای گندم و لوبیا و سولفات روی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های شیمیایی دانه گندم

Table 4: Mean comparison of the effect of wheat and bean residues and zinc sulfate application on yield and some chemical characteristics of grain wheat

عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (ton ha ⁻¹)	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	نسبت مولی اسید فیتیک به روی (میلی گرم در صد گرم دانه خشک) Phytic acid to zinc molar ratio (mg 100 grain ⁻¹ dry weight)	اسید فیتیک دانه (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک دانه) Grain phytic acid (gr 100 gr grain ⁻¹ dry weight)	غلظت روی دانه (میلی گرم در کیلوگرم) Grain zinc concentration (mg kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m ⁻¹)	کربن آلی خاک (درصد) O.C (%)	اسیدیته pH	تیمار Treatment
2.80f	7.54c	25.0a	0.68a	26d	0.83c	1.19b	7.33a	شاهد Control
3.10d	7.92c	19.0bc	0.62ab	33ab	0.81c	1.18b	7.36a	سولفات روی Zinc sulfate
3.00e	8.20bc	24.6a	0.70a	28c	0.99a	1.72a	7.26a	بقایای گندم Wheat residual
3.40b	8.51bc	20.2b	0.60ab	30b	0.92b	1.64ab	7.22a	بقایای لوبیا Bean residual
3.20c	9.91b	19.0bc	0.69a	35a	1.00a	1.64ab	7.36a	بقایای گندم + سولفات روی Wheat residual + Zinc sulfate
3.80a	10.3a	16.0c	0.58b	36a	0.92b	1.64ab	7.35a	بقایای لوبیا + سولفات روی Bean residual + Zinc sulfate

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون LSD 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 LSD test

در مطابقت کامل با نتایج تحقیقاتمان، درستکار و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که اختلاط بقایای گیاهی با خاک سبب کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی در دانه هر دو رقم گندم (بک کراس روشن و کویر) مورد مطالعه شد. آن‌ها بیان نمودند که بقایای گیاهی با افزایش حلالیت روی خاک و افزایش قابلیت جذب آن، باعث کاهش این نسبت می‌شوند. و همچنین آن‌ها گزارش کردند که در بین بقایای گیاهی مورد استفاده (لوبیای چیتی، شبدر، سورگوم، آفتابگردان و گلرنگ) بقایای لوبیا دارای کم‌ترین نسبت مولی اسید فیتیک به روی بود.

نسبت مولی اسید فیتیک به روی به‌عنوان شاخصی برای قابلیت جذب روی در غذاهای مورد استفاده قرار می‌گیرد (خوشگفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۰). مواد غذایی مورد استفاده مردم در جهان توسط سازمان بهداشت جهانی براساس این شاخص در سه گروه به لحاظ قابلیت جذب روی برای مصرف‌کننده تقسیم‌بندی 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 (سازمان جهانی سلامت^۱، ۲۰۰۲). با این وجود در همه تیمارهای مورد مطالعه نسبت مولی اسید فیتیک به روی دانه بیشتر از ۱۵ بوده که نشان‌دهنده قابلیت کم جذب روی برای مصرف‌کننده می‌باشد. که این نتایج نیز با نتایج برخی از محققان مطابقت کامل داشت (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲؛ خوشگفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۰).

پروتئین دانه گندم

کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی بر میزان پروتئین دانه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). کاربرد بقایای گیاهی به همراه سولفات روی در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش پروتئین دانه شد، به‌گونه‌ای که بیش‌ترین افزایش پروتئین مربوط به تیمار کاربرد بقایای لوبیا + سولفات روی در خاک با میزان ۱۰/۳ درصد بود. در همین راستا نتایج تحقیقات لپزبلیدو نیز نشان داد که تناوب گندم با سایر گیاهان به‌ویژه بقولات به‌دلیل تجزیه پذیری بیشتر و سریع‌تر و افزایش نیتروژن در خاک، می‌تواند باعث افزایش پروتئین دانه گندم شود (مارسچنیر^۲، ۱۹۹۵؛ درستکار و همکاران، ۱۳۹۲). این افزایش پروتئین دانه احتمالاً به‌دلیل افزایش میزان نیتروژن خاک به‌خاطر توانایی تثبیت نیتروژن در تیمار بقایای لوبیا نسبت به سایر تیمارها می‌باشد (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲).

برخی از محققان گزارش نموده‌اند مصرف روی علاوه‌بر افزایش عملکرد با بالا بردن میزان پروتئین و غلظت روی در دانه می‌تواند در رفع کمبود روی و پروتئین در انسان بسیار مؤثر واقع شود (مارسچنیر، ۱۹۹۵). در این راستا ملکوتی و مجیدی (۱۳۷۷) گزارش کردند که استفاده از سولفات روی باعث افزایش درصد نیتروژن دانه گندم خواهد شد و به‌طور معنی‌داری پروتئین دانه را افزایش خواهد داد.

هم‌چنین درستکار و همکاران (۱۳۹۲) بیان نمودند که غلظت بیشتر روی جذب‌شده در دانه گندم رقم بک‌کراس روشن سبب افزایش پروتئین دانه در مقایسه با رقم کویر شده است. غلظت بیشتر پروتئین دانه در اثر افزایش غلظت روی توسط پک^۲ و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش شده است. هم‌چنین علاوه‌بر غلظت بیشتر روی در دانه رقم بک‌کراس روشن، قابلیت جذب آن نیز به‌دلیل کمتر بودن نسبت مولی اسید فیتیک به روی و بیشتر بودن درصد پروتئین دانه، نسبت به رقم کویر بیشتر بوده است.

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 آمینواسیدهای آزادشده در هنگام تجزیه پروتئین‌ها از طریق باقی نمانده‌ها روی در بخش محلول، میزان جذب روی را افزایش می‌دهند (پک و همکاران، ۲۰۰۸).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر تأثیر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی بر میزان عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد نشان داد (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 (جدول ۴). 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 علاوه‌بر اثر اضافه شدن روی به خاک، به‌دلیل تجزیه‌پذیری بیشتر و سریع‌تر، نیتروژن بیشتر، کلات‌کنندگی قوی‌تر و نسبت C/N پایین‌تر بقایای لوبیا توانسته اثر بیشتری بر غلظت روی دانه گیاه داشته باشد (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲). آن‌ها هم‌چنین نشان دادند که اختلاط بقایای گیاهی با

1. World Health Organization

2. Marschner

3. Peck

دانه گندم (افزایش غلظت روی و پروتئین و کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی) در مقایسه با شاهد (بدون بقایا) گردید. اما اثر بقایای گیاهی مختلف در این زمینه متفاوت بود، به گونه‌ای که بیشترین غلظت روی و عملکرد دانه بین دو تیمار بقایای گیاهی (گندم و لوبیا) در تیمار بقایای لوبیا دیده شد و همچنین کمترین نسبت مولی اسید فیتیک به روی نیز در تیمار لوبیا به دست آمد. با این وجود این نسبت در همه تیمارهای مورد مطالعه بیشتر از ۱۵ بوده که نشان‌دهنده قابلیت کم جذب روی برای مصرف‌کننده در این تیمارها می‌باشد.

همچنین با توجه به افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک (Ec) در اثر کاربرد بقایای گیاهی نسبت به شرایط بدون بقایای گیاهی، این امر نشان می‌دهد که افزایش بیش از اندازه آن‌ها به خاک به علت افزایش Ec خاک می‌تواند به گیاهان حساس به شوری آسیب وارد کند. از این رو لازم است در میزان کاربرد کودها، تغییرپذیری‌های Ec ناشی از مصرف آن‌ها مورد توجه قرار گیرد.

سپاس‌گزاری

باتوجه به این‌که هزینه‌های این طرح از محل طرح‌های پژوهشی مصوب دانشگاه پیام نور تأمین شده است بدین وسیله از دفتر پژوهشی دانشگاه پیام نور کمال تشکر را دارم.

خاک سبب افزایش عملکرد دانه گندم به مقدار ۲۰ تا ۱۰۰ درصد 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 کم‌نیاز و پرنیاز خاک سبب افزایش عملکرد در گیاهان می‌شوند (آلبرتا، ۱۹۹۵). همچنین نتایج مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که اثر بقایای گیاهی بر عملکرد گیاه، بسته به شرایط محیطی و کیفیت بقایا متفاوت است (خوشگفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۰). 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 (درستکار و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج مطالعات کاکماک با مصرف ۲۳ کیلوگرم کود حاوی روی نشان داد که عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (کاکماک، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی اکثر نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که اختلاط بقایای گیاهی به همراه سولفات روی دارای اثرات مثبت و مفیدی بر عملکرد کمی (افزایش عملکرد دانه) و کیفی

منابع

- الهدادی، ا.، معماری، ع.، اکبری، غ. ع. و لطفی‌فر، ا. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر خصوصیات و غلظت عناصر غذایی خاک و رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای. فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱۱ (۱): ۸۳-۹۷.
- خیام‌باشی، ب. ۱۳۷۶. اثر استفاده از لجن فاضلاب به‌عنوان کود در آلاش و انباشت عناصر سنگین در خاک و گیاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- سدروی، م. ج. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر مصرف آهن، روی و مس در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی. نشر آموزش کشاورزی. ۱۶۹-۱۸۹.
- درستکار، و.، افیونی، م. و خوشگفتارمنش، ا. م. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد بقایای برخی گیاهان پیش کاشت بر غلظت کل و قابل‌جذب روی و غلظت اسید فیتیک در دانه گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۷ (۶۴): ۹۳-۸۱.
- ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۷۵۵ صفحه.
- ملکوتی، م. ج. و مجیدی، ع. ۱۳۷۷. بررسی اثرات مقادیر و منابع روی بر عملکرد و توازن تغذیه‌ای گندم پاییزه، مجله علوم خاک و آب، ۱۷ (۲): ۱۲۲-۱۲۹.

- Alberta, E. 1995. Stubble Burning. Columbia Basin Agricultural Research, Annual Report, pp. 105-109.
- Bansal, R. L., Taklear, P. N., Bhandari A. L. and Rana, D. S. 1990. Critical levels of DTPA extractable Zn for wheat in alkaline soils of semiarid region of Punjab, India. Fertilizer Research, 21 (3): 163-166.
- Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E. and Clark, F. E. 1965. Methods of soil analysis: Part 2. Agron Monogram 9. ASA, Madison, WI.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic bio fortification. Plant and Soil, 302 (1-2): 1-17.

- Calvino, P. A. and Sandra's, V. O. 2003. Quantification of environmental management effect on the yield of late sown soybean. *Field Crop Research*, 83: 67-77.
- De Neve, S., Gaona Sa'ez, S., Chaves Daguilar, B., Sleutel, S. and Hofman, G. 2004. Manipulating N mineralization from high N crop residues using on- and off-farm organic materials. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 127-134.
- Eghbal, B., Giinting, D. and Gilley, J. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96: 442-447.
- Frossard, E., Bucher, M., Machler, F., Mozafar, A. and Hurrell, R. 2000. Potential for increasing content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. *Journal Science Food and Agriculture*, 80: 861-879.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 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. MSc thesis, Faculty of Agriculture, University of Technology, Isfahan, Iran.
- Heydari, A. 2003. Soil fertility improvement by stubbles management and soil tillage in grain corn wheat rotation system. *Proceedings of 8th Soil Science Congress of Iran*.
- Hotz, C. and Brown, K. H. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutrien Bulltien*. 25: 94-204.
- Khoshgofarmanesh, A. H., Schulin, R., Chaney, R. L., Daneshbakhsh, B. and Afyuni, M. 2010. Micro nutrient efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 83-107.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society American Journal*, 43: 421-428.
- Makower, R. U. 1970. Extraction and determination of phytic acid in beans. *Cereal Chemistry*, 47: 288-294.
- Mameesh, M. S. and Tomar, M. 1993. Phytate content of some popular Kuwaiti foods. *Cereal Chemistry*, 70: 502-503.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press London. pp. 313-323.
- Mc Ghie, W. J. and Jacobs, B. 1985. The impact of contribution of bacterial and fungal microbial biomass. *Canadian Journal of Microbiology*, 21: 314-322.
- Milani, P. M., Malakouti, M. J., Khademi, Z., Balali, M. R. and Mashayekhi, M. 1998. A Fertilizer Recommendation Model for the Wheat Field of Iran. *Soil and Water Research Institute, Tehran*, 7 (3): 112-123.
- Narwal, R. P. and Singh, B. R. 1998. Effect of organic materials on partitioning, extractability and plant uptake of metals in an alum shale soil. *Water Air Soil Pollution*, 103: 405-421.
- Nash, V. E. and Baligay, V. C. 1974. The growth of soybean roots in relation to soil micro morphology. *Plant and Soil*, 41: 81-89.
- Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: *Methods of soil analysis*. Part 2. Madison, WI, Agron. ASA, SSSA.
- Nitika, D. and Ketarpaul, N. 2008. Physico - chemical characteristics, Nutrient composition and consumer acceptability of wheat varieties grown under organic and inorganic farming condition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59: 224-245.
- Peck, A. W., McDonald, G. K. and Graham, R. D. 2008. Zinc nutrition influences the protein composition of flour in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Cereal Science*, 47: 266-274.
- Prasad, B. 1999. Conjoint use of fertilizers with organics, crop residues and green manuring for their efficient use in sustainable crop production. *Fertilizer Research*, 44: 67-73.
- Prasad, B. and Sinha, S. K. 1995. Nutrient recycling through crop residues management for sustainable rice and wheat production in calcareous soil. *Fertilizer Research*, 40: 11-15.
- Raj, H. and Gupta, V. K. 1986. Influence of organic manures and zinc on wheat yield and Zn concentration in wheat. *Agriculture Wastes*, 16: 255-263.
- Rezaei, M. and Asadi, A. 2001. Soil tillage and stubble management effects on soil aggregates stability. *Proceedings of 8th Soil Sciences Congress of Iran*.
- SAS Institute Inc. 2002. *The SAS System for Windows, Release 9.0*. Statistical Analysis 810 Systems Institute, Cary. NC. USA.
- Schulin, R., Khoshgofarmanesh, A., Afyuni, M., Nowack, B. and Frossard, E. 2008. Effect of soil management on Zn uptake and its bioavailability in plants. In: Banuelos, G. S. and Lin, Z., (Eds.), *Development and Uses of Bio fortified Agricultural Products*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Singh, G., Natesan, S. K. A., Singh, B. K. and Usha, K. 2005. Improving Zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, 88: 36-44.
- 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 Bhagat, R. M. 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.
- Wanchez-monedaro, M. A., Roig, A., Paredes, C. and Bernal, M. P. 2001. Nitrogen transformation during organic Waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of composting mixtures. *Bioresource Technology*, 78: 301-308.
- White, P. J. and Broudy, M. R. 2005. Bio fortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*, 10: 586-593.

- Wissuma, M., Ismail, A. M. and Graham, R. D. 2007. Rice grain zinc concentrations as affected by genotype, native soil-zinc availability, and zinc fertilization. *Plant and Soil*, 306: 37-48.
- World Health Organization. 2002. The world health report. Reducing risks, promoting healthy life's. Geneva: World Health Organization.
- Yousefzadeh, S., Modarres-Sanavy, S. A. M. and Baghbani Arani, A. 2016. Effect of biofertilizers, azocompost and nitrogen on the soil properties and yield of essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. *Journal Agroecology*, 5 (2): 37-50.
- Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Guttekin, I., Karanlik, S., Bagci, S. A. and Cakmak, I. 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 Nutrient*, 20: 461-471.
- Zhao, F. J. and McGrath, S. P. 2009. Bio fortification and phyto remediation. *Current Opinion in Plant Biological*, 12: 373-380.

Effect of Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Residues and Zinc Sulfate Application on Yield and some Chemical Characteristics of Wheat Grain

Baghbani Arani¹, A., Modares Sanavi^{2*}, S. A. M., Kadkhodai³, A. and Mohammadi⁴, M.

Abstract

In order to evaluate the effects of wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) residues with the application of zinc sulfate farms on zinc, protein, phytic acid concentration in wheat grain and grain yield of wheat, an experiment was conducted in the growing season of 2012-2013 in Dehaghan city farms in Isfahan through a complete randomized block design in three replications with six treatments (control, zinc sulfate, wheat residue, bean residue, wheat residue + zinc sulfate and bean residue + zinc sulfate). Results of ANOVA showed there were significant difference in the effect of experimental treatments on yield, zinc and phytic acid concentration, phytic acid to zinc molar ratio and protein content of wheat grain. The results showed that the highest yield (3.8 ton ha⁻¹), protein (10.3%) and grain zinc concentration (36mg.kg⁻¹) was related to bean residues + zinc sulfate treatment and the lowest yield was belonged to control treatment (2.8ton.ha⁻¹), (7.54%) and (26mg.kg⁻¹), respectively. The plant residues application, particularly bean residues + zinc sulfate reduced the molar ratio of phytic acid to zinc compared to the control (36%). Amongst the plant residues, bean residues had the lowest value of carbon to nitrogen ratio (15.4). Finally, in the current research conditions, bean residues + zinc sulfate treatment was higher compared to the other treatments having considerable in this experiment with the highest zinc, protein, phytic acid in wheat grain, phytic acid to zinc molar ratio and yield.

Keywords: Phytic acid concentration, Plant residues, Protein, Zinc

1. Instructor, Department of Agronomy Science, Faculty of Agriculture, Payam Noor University, Tehran, Iran
2 and 4. Professor and PhD Student, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3. PhD Student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran
*: Corresponding author Email: modaresa@modares.ac.ir