مطالعه اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم

امیر کدخدایی*[۱]، محمود کلباسی[۲]، محمود صلحی[۳]، حبیب‌اله نادیان[۴] و علی غلامی[۵]

۱) دانشجوی دکترای دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، گروه خاکشناسی، خوزستان، ایران.
۲) استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، گروه خاکشناسی، خوراسگان، ایران.
۳) عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴) دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، گروه خاکشناسی، خوزستان، ایران.
۵) استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، گروه خاکشناسی، خوزستان، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری است.

* **نویسنده مسئول:** Amir_kad2005@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۱۸**

چکیده

این پژوهش با هدف مطالعه اثر کاربرد بقایای گیاهی مختلف و سولفات‌روی در خاک بر قابلیت جذب روی و غلظت این عنصر در دانه گندم و هم‌چنین اثر بر غلظت اسیدفیتیک، نسبت مولی اسیدفیتیک و پروتئین دانه انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار (شاهد، سولفات‌روی، بقایای گیاهی یونجه، لوبیا و گندم و بقایای گیاهی یونجه، لوبیا و گندم همراه با سولفات‌روی) در سه تکرار در مزرعه‌ای در استان اصفهان، شهرستان دهاقان انجام شد. با توجه به مقدار کربن آلی و روی در خاک به تیمارهای مورد نظر کود سولفات‌روی به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و بقایای گیاهی به مقدار ۱۰ تن در هکتار اضافه شد. پس از آن مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بذر گندم رایج منطقه (رقم سپاهان) کشت شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کاربرد سولفات‌روی در خاک بر عملکرد دانه و غلظت روی دانه معنی‌دار بود. در تیمارهای که بقایای گیاهی به همراه سولفات‌روی به خاک اضافه شده بود، افزایش معنی‌داری در ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی وجود داشت. در بین بقایای گیاهی گندم، لوبیا و یونجه، بقایای یونجه باعث افزایش بیش‌تر غلظت روی و پروتئین دانه و کاهش بیش‌تر اسیدفیتیک و نسبت مولی اسیدفیتیک به روی در دانه گندم شد. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کاربرد عنصر روی همراه با بقایای گیاهی می‌تواند باعث افزایش بیش‌تر غلظت روی و پارامترهای کیفی دانه شود.

واژه‌های کلیدی: روی، گندم، بقایای گیاهی، اسیدفیتیک، پروتئین دانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

مقدمه

کمبود روی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مشکلات تغذیه‌ای انسان‌ها در سطح جهان، به‌ویژه در کشورهای که زندگی مردم به غلات به‌عنوان غذای اصلی وابسته است، شایع‌تر است (Alloway, 2008). برای رفع کمبود روی در گیاه، راهکار های متعددی از جمله تناوب زراعی، افزودن کودهای دامی به خاک، افزودن کودهای شیمیایی حاوی روی و کاربرد بقایای گیاهی در خاک ارائه گردیده است، که هر یک از این روش‌ها دارای مزایا و معایبی بوده و هر کدام در موارد خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این میان، غنی‌سازی زراعی (کاربرد بقایای گیاهی در خاک) روشی بهتر و دارای اثرات جانبی کم‌تری است، به علاوه برای کشاورزانی که دارای خاک‌های 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 (مجنون‌حسینی و مظاهری، ۱۳۹۰). 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 (Holmgren *et al.*, 1993). حیدری (۱۳۸۳) گزارش کرد که برگرداندن بقایای گیاهی ذرت به خاک در مقایسه با خارج نمودن آن‌ها از خاک سبب افزایش ۰/۷۲ درصدی کربن آلی خاک شد. حبیبی (۱۳۸۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای با مطالعه اثر پیش‌کشت بر پارامترهای کیفی دانه گندم گزارش نمودند که افزودن بقایای گیاهی سبب بیش‌تر شدن کربن آلی محلول خاک شده که باعث جذب بیش‌تر روی شاخسار و دانه گندم می‌شود. در این مطالعه بیش‌ترین جذب روی شاخسار و دانه گندم بعد از افزودن بقایای شبدر و گلرنگ به خاک به‌دست آمد. درستکار (۱۳۸۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای با مطالعه اثر بقایای گیاهی بر ویژگی‌های کیفی دانه گندم گزارش نمودند، بیش‌ترین اثر در افزایش غلظت روی دانه گندم مربوط به کاربرد بقایای سورگوم و آفتابگردان و کم‌ترین اثر مربوط به کاربرد بقایای لوبیا و شبدر بود. در خاک‌های آهکی، اسیدهای آلی تولید شده در حین تجزیه بقایای گیاهی ممکن است باعث افزایش قابلیت جذب روی از طریق خارج کردن روی از فازهای جامد خاک به درون محلول خاک گردد (Singh *et al.*,2005; Prasad and Sinha,1982). اضافه کردن مواد آلی و در نتیجه تجزیه آن‌ها در خاک ممکن است باعث تغییر پ.هاش شود و بنابراین می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر حلالیت فلزات اثر گذارد (Arnesen and Singh, 1999). گیاهان در رأس هر زنجیره غذایی قرار دارند، بنابراین جذب کافی عناصر از خاک و انتقال آن‌ها به قسمت‌های خوراکی، فواید زیادی برای دام و انسان فراهم می‌کند. اخیراً ارتباط نزدیکی بین کمبود روی در انسان و سطوح پایین روی در خاک و محصولات گیاهی شناسایی شده است (Cakmak, 2008). از مهم‌ترین عوامل کمبود روی در انسان، دریافت ناکافی این عنصر از رژیم‌های غذایی و قابلیت جذب کم این عنصر بر اثر عوامل بازدارنده است (Gibson, 1994). ترکیباتی که در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

رژیم‌های غذایی می‌توانند قابلیت جذب روی را تغییر دهند می‌توان به اسیدفیتیک، پلی‌فنلها، اسیداگزالیک، کلسیم، اسید های آلی با وزن ملکولی کم، پروتئین‌ها و سایر عناصر کم‌مصرف اشاره نمود. از میان این عوامل، اسیدفیتیک، اسید اگزالیک، پلی‌فنل‌ها، کلسیم و سایر عناصر کم‌مصرف قابلیت جذب روی را کاهش می‌دهند یعنی به نوعی نقش بازدارنده در جذب روی دارند. ولی پروتئین‌ها و اسیدهای آلی با وزن ملکولی کم، نقش تقویت کننده در جذب روی دارند یا باعث افزایش جذب روی می‌گردند (Lonnerdal, 2000 ; House, 1999). مقدار اسیدفیتیک دانه، یکی از عوامل تعیین‌کننده قابلیت جذب عناصر کم مصرف مانند روی و آهن برای انسان است. به همین دلیل برای مصرف‌کنندگان غلات، علاوه بر غلظت عناصر کم مصرف مانند روی و آهن، مقدار اسیدفیتیک دانه نیز حائز اهمیت است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر عمده تحقیقات بیش‌تر بر اساس اضافه کردن مقادیر مختلف کودهای شیمیایی حاوی روی به خاک بوده و بیش‌تر آزمایش‌ها این تحقیقات بر اندازه‌گیری غلظت روی در خاک و گیاه متمرکز بوده است. ولی به کاربرد بقایای گیاهی مختلف در خاک و اثر این بقایا بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه توجه زیادی نشده است. در این پژوهش، اثر بقایای گیاهی مختلف بر غنی سازی عنصر روی و هم‌چنین غلظت اسیدفیتیک و پروتئین دانه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار (شاهد، سولفات‌روی، بقایای گیاهی یونجه، لوبیا و گندم و بقایای گیاهی یونجه، لوبیا و گندم همراه سولفات‌روی) در سه تکرار در مزرعه‌ای در استان اصفهان (شهرستان دهاقان)، که در ارتفاع ۲۰۵۹ متر از سطح دریا و با موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طولی و ۳۱ درجه و ۵۶ دقیقه عرضی انجام شد. برای انجام این آزمایش، قطعه زمینی به ابعاد ۱۰ متر عرض و ۲۷ متر طول انتخاب و به ۲۴ کرت با ابعاد ۳ × ۳/۵ متر تقسیم شد. سپس زمین مورد آزمایش به عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد و پس از انجام تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کودهای سوپرفسفات‌تریپل ۱۵۰ کیلوگرم و سولفات‌پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت و هم‌چنین اوره طی دو مرحله (پنجه‌زنی و به ساقه رفتن)، هر مرحله به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به همه تیمارها به‌طور یکسان اضافه شد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). سپس به تیمارهای مورد نظر کود سولفات‌روی به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و بقایای گیاهی گندم، لوبیا و یونجه به مقدار ۱۰ تن در هکتار بر اساس میانگین شاخص برداشت این گیاهان و گزارش‌ها سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان اضافه گردید (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). ملاک انتخاب بقایای گیاهی میزان متفاوت درصد پروتئین آن‌ها، کشت رایج آن‌ها در بیش‌تر استان‌ها به ویژه استان اصفهان و فراوانی و قابل دسترس بودن آن‌ها بود (جدول ۲). پس از آماده‌سازی تیمارها (اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک و مخلوط کردن آن‌ها تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک)، در هر تیمار مقدار ۲۵۰ گرم بذر گندم (۲۵۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

کیلوگرم در هکتار) رقم سپاهان کشت شد. در طول دوره رشد گیاه، مراقبت‌های زراعی لازم نظیر آبیاری به‌صورت کرتی و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و شیمیایی (استفاده از علف‌کش توفوردی) 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 به‌صورت تصادفی چند نمونه از آن‌ها برای انجام آزمایش‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. غلظت روی در ریشه، شاخسار و دانه توسط دستگاه جذب اتمی پرکین المر مدل ۳۰۳۰ تعیین شد (Chapman and Pratt, 1961). برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه، غلظت نیتروژن توسط دستگاه کجلدال قرائت شد و با استفاده از ضریب ۶/۲۵ مقدار نیتروژن دانه گندم به مقدار پروتئین تبدیل گردید (Keeney and Nelson, 1982). برای اندازه‌گیری میزان اسیدفیتیک در دانه، برای اندازه‌گیری میزان جذب روی و نسبت مولی اسیدفیتیک به روی از روابط زیر استفاده شد (Makower, 1970):

رابطه ۱: میزان جذب روی (گرم در هکتار) برابر است با: غلظت روی در شاخسار (گرم بر کیلوگرم) × عملکرد شاخسار (کیلوگرم در هکتار) + غلظت روی در دانه (گرم بر کیلوگرم) × عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار).

رابطه ۲: نسبت مولی اسیدفیتیک به روی برابر است با: (غلظت اسیدفیتیک (میلی‌گرم) / ۶۶۰) / (غلظت اسید فیتیک (میلی‌گرم / ۶۵/۴).

محاسبه‌های آماری مورد نیاز از داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد (SAS Institute, 2003).

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک مورد آزمایش

پارامتر اندازه‌گیری شده	واحد	مقدار
پ- هاش	-	۷/۴
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۱/۱
کربن آلی	درصد	۰/۶۲
آهک	درصد	۳۵
بافت	-	Clayloam
فسفر قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۹
پتاسیم قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲۳۵
آهن قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۴/۸
روی قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۰/۳
مس قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۰/۸۵
منگنز قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۸/۵

جدول ۲: نتایج تجزیه بقایای گیاهی مورد آزمایش

تجزیه بقایای گیاهی	واحد	مقدار		
		کاه یونجه	کاه لوبیا	کاه گندم
پ- هاش	-	۵/۸	۵/۷	۵/۷
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۷/۵	۵	۴/۱
نیتروژن	درصد	۲/۷	۱/۷	۰/۶
پروتئین	درصد	۱۷	۱۰/۷	۳/۸
C/N	درصد	۱۳/۴	۱۵/۴	۲۲/۷
فسفر	درصد	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۰۷
پتاسیم	درصد	۱/۴۳	۱/۲	۱/۳۸
آهن	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۷۶۵	۲۷۰	۲۰۰
روی	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲۰	۱۰	۴
منگنز	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۴۰	۴۰	۲۷
مس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۸	۴۰	۱۳

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

نتایج و بحث

عملکرد کاه کلش و دانه گندم

نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ نشان داد که در تیمارهای که بقایای گیاهی به خاک اضافه شده بود، افزایش معنی‌دار عملکرد کاه و کلش و دانه نسبت به شاهد در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. کاربرد بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش معنی‌دار وزن کاه و کلش گندم شد. در بین بقایای گیاهی، کاریرد بقایای یونجه بیش‌ترین اثر و کاربرد بقایای گندم کم‌ترین اثر را بر وزن کاه و کلش گندم داشت. به‌طوری‌که کاریرد بقایای یونجه حدود دو برابر و کاربرد بقایای لوبیا حدود ۱/۵ برابر عملکرد کاه گندم را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که بقایای یونجه با اثر بیش تر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزودن مقدار بیش تر نیتروژن به خاک و C/N کم‌تر آن باعث افزایش بیش‌تر وزن شاخسار گندم شده است. بقایای گیاهی با افزایش ماده آلی خاک، بهبود رشد ریشه و افزایش قابلیت جذب عناصر کم نیاز و پر نیاز خاک سبب افزایش عملکرد در گیاهان می‌شوند (Alberta, 1995). هم‌چنین نتایج مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که اثر بقایای گیاهی بر عملکرد گیاه، بسته به شرایط محیطی و کیفیت بقایا متفاوت است (Khoshgoftarmanesh *et al.*, 2010). نتایج نشان داد که عملکرد دانه گندم با کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی در خاک، افزایش معنی‌داری یافت. به طوری‌که کاربرد بقایای یونجه و لوبیا باعث افزایش ۲۱ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد، ولی بقایای گندم اثر کم‌تری داشت و عملکرد دانه گندم را ۷ درصد افزایش داد. کاربرد سولفات‌روی در خاک، باعث افزایش ۱۱ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. هم‌چنین کاربرد بقایای گیاهی یونجه، لوبیا و گندم همراه با سولفات‌روی، عملکرد دانه گندم را به ترتیب به مقدار ۴۲، ۳۵، ۱۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). Chacmak و همکاران (۱۹۹۷) با مصرف ۲۳ کیلوگرم کود حاوی روی مشاهده کردند که عملکرد دانه گندم به‌طور معنی داری افزایش می‌یابد.

جدول ۳ : تجزیه واریانس کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر عملکرد و غلظت روی گندم

منابع تغییرات	میانگین مربعات				
	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	غلظت روی ریشه	غلظت روی ساقه	غلظت روی دانه
بلوک	۰/۰۰۱۲۵	۰/۰۰۵۰	۵۱/ ۵۰	۲۱/۵۴۰	۵۸/۵۷
تیمار	۱/۳۲۲**	۰/۴۸۸۰**	۸۱/۱۸*	۲۲/۶۶ ns	۷۸/۵۷۰*
خطای آزمایش	۰/۰۱۱	۰/۱۰۷۱	۵۹/۸۸۰	۱۰/۶۸۴	۲۵/۹۴۶

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

غلظت عنصر روی در گندم

کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر غلظت روی ریشه و دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، ولی بر غلظت روی ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۳). افزودن بقایای گیاهی به خاک، باعث افزایش غلظت روی ریشه، ساقه و دانه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

گندم شد. ولی این افزایش تنها در تیمارهای بقایای گیاهی به همراه سولفات‌روی معنی‌دار بود. کاربرد سولفات‌روی در خاک چه به‌صورت تنها و چه همراه بقایای گیاهی در خاک، باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی ریشه، ساقه و دانه گندم شد (شکل ۱). غلظت روی در دانه گندم در تیمارهای بقایای گیاهی مختلف، متفاوت بود و بیش‌ترین افزایش در تیمار بقایای گیاهی یونجه اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیقات نشان داده است که اسیدهای آلی از تجزیه بقایای گیاهی یونجه نقش کمپلکس کردن روی و جذب آن توسط ریشه گیاه و انتقال بیش‌تر آن از ریشه به دانه دارد(Singh *et al.*, 2005). کاربرد سولفات‌روی همراه با بقایای گیاهی باعث افزایش بیش‌تر غلظت روی دانه گندم نسبت به تیمار سولفات‌روی شد. به نظر می‌رسد روی کلات شده با بقایای گیاهی، نقش مؤثرتری در جذب روی توسط گیاه دارد. تحقیقات دیگر 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، به راحتی از ساقه به دانه انتقال داده می‌شوند (Narwal and Singh, 1998). حبیبی (۱۳۸۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای گزارش نمود که افزودن بقایای گیاهی به خاک، سبب افزایش کربن آلی محلول خاک شده و در نتیجه باعث جذب بیش‌تر عنصر روی به وسیله شاخسار و دانه گندم می‌شود. در این مطالعه بین بقایای گیاهی مختلف، بیش‌ترین جذب عنصر روی توسط شاخسار و دانه گندم بعد از افزودن بقایای شبدر و گلرنگ به خاک به‌دست آمد.

جدول ۴ : اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر عملکرد کاه و کلش و دانه گندم

تیمارها	عملکرد کاه و کلش (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
شاهد	۳/۸d	۲/۸f
سولفات‌روی	۳/۸۶d	۳/۱de
کاه گندم	۴/۲c	۳e
کاه لوبیا	۴/۸۷b	۳/۴c
کاه یونجه	۵ /۴a	۳/۴c
کاه گندم + سولفات‌روی	۴/۱۵c	۳/۲d
کاه لوبیا + سولفات‌روی	۴/۷b	۳/۸b
کاه یونجه + سولفات‌روی	۵/۶a	۴a

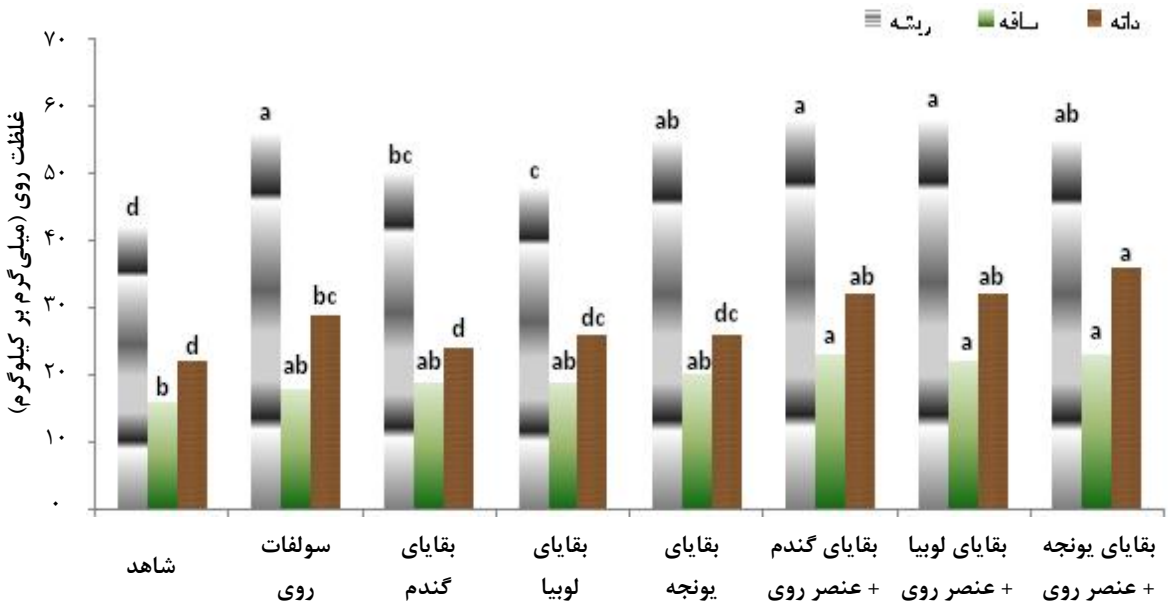
حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جذب عنصر روی در گندم

نتایج تجزیه واریانس جدول ۵ نشان داد کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر میزان جذب روی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. کاربرد بقایای گیاهی با سولفات‌روی، باعث افزایش بیش‌تر جذب روی نسبت به کاربرد بقایای گیاهی تنها شد. در بین بقایای گیاهی، بیش‌ترین افزایش جذب روی در تیمار بقایای یونجه به‌دست آمد (جدول ۶). می‌توان گفت که بقایای یونجه به دلیل تجزیه‌پذیری و کلاته‌کنندگی بیش‌تر روی، باعث جذب بیش‌تر روی در گندم شده است. علاوه بر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

آن، بقایای گیاهی به دلیل اثرات مثبتی که بر پراکنش ریشه، رشد گیاه و ... دارند، می‌تواند بر جذب روی توسط گیاه اثرگذار باشد (Alberta, 1995).



شکل ۱: اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر غلظت روی ریشه، ساقه و دانه گندم

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۵: تجزیه واریانس کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر ویژگی‌های گندم

منابع تغییرات	مقدار				
	جذب روی	غلظت روی اندام هوایی به ریشه	اسیدفیتیک دانه	نسبت مولی اسیدفیتیک به روی	پروتئین دانه
بلوک	۳۱/۵۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۲۵	۱۱/۰۴	۰/۳۸
تیمار	۶۵۹۰/۳۸**	۰/۰۰۲**	۴/۱	۴۰/۱۲ **	۴/۵۳ **
خطای آزمایش	۴۶/۸۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۹	۴/۰۰۱	۰/۲۴

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۶: اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر جذب عنصر روی در گندم

تیمارها	جذب عنصر روی (گرم در هکتار)	نسبت غلظت روی در اندام هوایی به ریشه
شاهد	۱۲۲f	۰/۴۳bc
سولفات‌روی	۱۶۰e	۰/۴۲c
کاه گندم	۱۵۱e	۰/۴۳bc
کاه لوبیا	۱۷۹d	۰/۴۷b
کاه یونجه	۱۹۶c	۰/۴۴bc
کاه گندم + عنصر روی	۱۹۹c	۰/۴۷b
کاه لوبیا + عنصر روی	۲۲۵b	۰/۴۷b
کاه یونجه + عنصر روی	۲۷۲a	۰/۵۲a

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.21.5.5]

غلظت روی در اندام هوایی به ریشه گندم

اثر بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر غلظت روی در اندام هوایی به ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی در خاک، باعث افزایش غلظت روی در اندام هوایی به ریشه شد، اما تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. در بین تیمارها، فقط تیمار بقایای یونجه به همراه سولفات‌روی باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی در اندام هوایی به ریشه شد (جدول ۶). احتمالاً می‌توان به تجزیه‌پذیری و کلاته‌کنندگی بیش‌تر بقایای یونجه اشاره کرد. تحقیقات نشان داده است که مواد حاصل از تجزیه بقایای گیاهی می‌تواند بر انتقال و توزیع روی اثر داشته و این اثر بسته به نوع بقایا و وزن مولکولی ترکیبات تولیدی هنگام تجزیه متفاوت می‌باشد (Navrot *et al.*, 1967). هم‌چنین در مورد اثر مواد کلات‌کننده مانند EDTA و DTPA در انتقال روی از ریشه به سمت اندام هوایی پژوهش‌های فراوانی شده است که بیش‌تر این پژوهش‌ها، مواد کلات‌کننده را باعث افزایش انتقال روی از ریشه به اندام هوایی می‌دانند (Navrot *et al.*, 1967).

اسیدفیتیک دانه گندم

مقدار اسیدفیتیک دانه، یکی از عوامل تعیین‌کننده قابلیت جذب عناصر کم مصرف مانند روی و آهن برای انسان است (Maga, 1982). کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی در خاک بر غلظت اسیدفتیک دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در بین تیمارها، تیمار بقایای یونجه با و بدون سولفات‌روی و بقایای لوبیا با سولفات‌روی باعث کاهش معنی‌دار اسیدفیتیک دانه گندم نسبت به تیمار شاهد (بدون بقایا) شد. کاربرد سولفات‌روی در خاک باعث کاهش جزیی اسیدفیتیک دانه گندم شد ولی با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۷). درستکار (۱۳۸۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای با مطالعه اثر کاربرد بقایای گیاهی در خاک عنوان نمودند که افزودن بقایای گیاهی به خاک، باعث کاهش معنی دار اسیدفیتیک دانه گندم نسبت به تیمار شاهد (بدون بقایا) شد.

جدول ۷ : اثرکاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی برغلظت اسیدفیتیک و نسبت مولی اسیدفیتیک در دانه گندم

تیمارها	اسیدفیتیک (درصد)	نسبت مولی اسیدفیتیک به روی
شاهد	۰/۶۸ a	۲۵ a
سولفات‌روی	۰/۶۲ ab	۱۹ bc
کاه گندم	۰/۷۰ a	۲۴/۶ a
کاه لوبیا	۰/۶۰ ab	۲۰/۲ b
کاه یونجه	۰/۵۸ b	۱۹ bc
کاه گندم + عنصر روی	۰/۶۹ a	۱۹ bc
کاه لوبیا + عنصر روی	۰/۵۸ b	۱۶ cd
کاه یونجه + عنصر روی	۰/۵۸ b	۱۴/۵ d

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

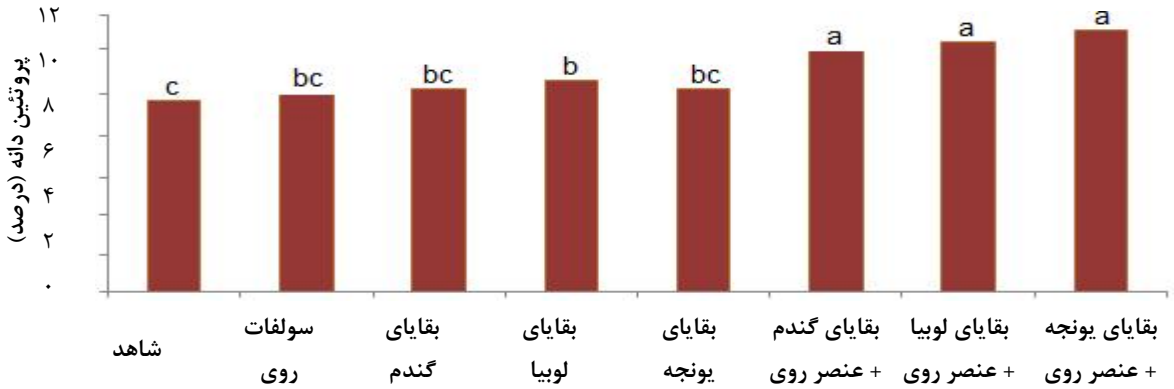
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

نسبت مولی اسیدفیتیک به روی در دانه گندم

نسبت مولی اسیدفیتیک به روی در بخش‌های خوراکی گیاهان، به‌عنوان شاخصی مناسب از قابلیت جذب روی برای مصرف کنندگان شناخته می‌شود. چنانچه مقدار این شاخص در هر ماده غذایی کم‌تر باشد بیش‌تر عناصر معدنی موجود در آن ماده غذایی در سیستم گوارشی بدن قابل جذب خواهد بود (Boscher *et al*., 2001). نتایج تجزیه واریانس جدول ۵ نشان داد که کاربرد بقایای گیاهی بر نسبت مولی اسیدفیتیک به روی دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. به گونه‌ای که اختلاط بقایای گیاهی یونجه و لوبیا با خاک سبب کاهش معنی‌دار نسبت مولی اسیدفیتیک به روی در دانه گندم در مقایسه با شاهد (بدون بقایا) شد (جدول ۷). از نتایج دیگر تحقیق می‌توان به افزودن بقایای یونجه + عنصر روی به خاک اشاره کرد که می‌تواند به شدت این نسبت مولی را کاهش دهد. به نظر می‌رسد که افزودن عنصر روی همراه با بقایای گیاهی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش نسبت مولی اسیدفیتیک به روی در دانه داشته باشد.

پروتئین دانه گندم

اثر کاربرد بقایای گیاهی بر پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش پروتئین دانه در همه تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد (بدون بقایا) شد. ولی این افزایش فقط در تیمار های بقایای لوبیا با و بدون سولفات‌روی و بقایای گندم و یونجه به همراه سولفات‌روی معنی‌دار بود. هم‌چنین در تیمارهای که سولفات‌روی اضافه شده بود، پروتئین دانه افزایش یافت ولی این افزایش به اندازه کاربرد بقایای گیاهی در خاک نبود و تفاوت معنی‌داری نیز با شاهد نداشت (شکل ۲). Marschner (۱۹۹۳) معتقد است افزایش روی در خاک، علاوه بر افزایش عملکرد گیاه، با بالا بردن پروتئین و غلظت روی در دانه می‌تواند در رفع کمبود روی در انسان مؤثر واقع شود. هم چنین Lopez-Bellido و همکارانش (۲۰۰۱) نیز نشان دادند که تناوب گندم با سایر گیاهان به‌ویژه بقولات به دلیل افزایش نیتروژن در خاک می‌تواند باعث افزایش پروتئین دانه گندم شود.



شکل ۲ : اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات‌روی بر غلظت پروتئین دانه گندم

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه کاربرد سولفات‌روی در خاک می‌تواند باعث افزایش بیش‌تر غلظت عنصر روی در گیاه نسبت به بقایای گیاهی شود. ولی بقایای گیاهی با اثر بیش‌تر بر کاهش اسیدفیتیک دانه، کاهش نسبت مولی آن و افزایش پروتئین دانه می‌تواند قابلیت جذب روی دانه گندم را بیش‌تر کند. هم‌چنین کاربرد بقایای گیاهی لوبیا و یونجه به همراه سولفات‌روی باعث افزایش بیش‌تر جذب روی و غلظت روی در اندام هوایی به ریشه نسبت به کاربرد سولفات‌روی تنها شد. می‌توان بیان کرد که بقایای گیاهی لوبیا و یونجه با کلات‌کنندگی بیش‌تر عنصر روی می‌تواند باعث افزایش بیش تر انتقال روی از ریشه به اندام هوایی شود. در اکثر نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، کاربرد سولفات‌روی همراه با بقایای گیاهی توانست اثر بهتری بر جذب روی توسط گیاه داشته باشد. در بین بقایای گیاهی مورد آزمایش، بقایای گیاهی یونجه به دلیل تجزیه‌پذیری بیش‌تر، کلات‌کنندگی قوی تر و نسبت C/N پایین‌تر توانست اثر بیش‌تری بر غلظت روی گیاه و پارامترهای کیفی دانه داشته باشد.

منابع

حبیبی، ه. ۱۳۸۹. تأثیر پیش‌کشت بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و رشد، عملکرد و غلظت روی در دانه گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۴۰ ص.

حیدری، ا. ۱۳۸۳. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و ماده آلی خاک در تناوب ذرت دانه ای- گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۱۹: ۹۴-۸۱.

درستکار، و. ۱۳۸۹. تأثیر بقایای گیاهان زراعی و بیش‌انباشتگر بر قابلیت جذب روی در خاک و غلظت آن در دانه گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۰ ص.

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 ص.

مجنون‌حسینی، ن. و مظاهری، د. ۱۳۹۰. مبانی زراعت عمومی. چاپ هشتم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ ص.

ملکوتی، م.ج. و نفیسی، م. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم (ترجمه)، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۴۲ ص.

Alloway, B. J. 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Second edition, published by IZA and IFA, Brussels, Belgium and Paris, France.

Alberta, E. 1995. Stubble Burning. Columbia Basin Agricultural Research, Annual Report. pp. l05-109.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

Arnesen, A.K.M., and Singh, B.R. 1999. Plant uptake and DTPA-extractability of Cd, Cu, Ni and Zn in a Norwegian alum shale soil as affected by previous addition of dairy and pig manures and peat. Journal of Soil Sciences 210: 531-539.

Boscher, D., Z. Lu., Janssens, G. Van Caillie- Bertrand, M., Rubberiest, H., De. H. and Rycke, H. 2001. *In*: vitro availability of zinc from infant foods with increasing phytic acid contents. British Journal of Nutrition 86: 241-247.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil 302: 1-17.

Chacmak, I., Ekis, H., Yilmaz, A., Tourn, B., Kolei, N. and Gultekin, A. 1997. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. Plant and Soil 188:1-10.

Chapman, H.D. and Pratt, P.F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters, University of California., Division of Agricultural Sciences., Riverside, CA.

Gibson, R.S. 1994. Zinc nutrition in developing countries. Nutrition Research Reviews 7: 151-173.

Holmgren, C.G. S., Meyer, M.W., Chaney, R.L. and Daniels, R.B. 1993. Cadmium, lead, zinc, copper and nickel in agricultural soils in the United States. Journal of Environmental Quality 22: 335-348.

House, W.A. 1999. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. Field Crops Research 60: 115-141.

Keeney, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen in organic forms. PP. 643-698. *In:* A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.), Method of soil analysis. Part II.

Khoshgoftarmanesh, A.H., Schulin, R., Chaney, R.L., Daneshbakhsh, B. and Afyuni, M. 2010. Micronutrientefficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review Agronomy for Sustainable Development 30: 83-107.

Lonnerdal, B. 2000. Dietary factors influencing zinc absorption. Journal of Nutrition 130: 1378-1383.

Lopez-Bellido, L., Rafael, J., Castillo, J.E. and Lopez-Bellido, F.J. 2001. Effect of long term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization and bread making quality of hard red spring wheat. Field Crops Research 72: 197-210.

Maga, J. 1982. Phytate: Its chemistry, occurrence, food interaction, nutritional significance and methods of analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 30 (1): 1-9.

Makower, R.U. 1970. Extraction and determination of phytic acid in beans. Cereal Chemistry Journal 47: 288.

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]

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

Navrot, J., Jacoby, B. and Ravikovitch, S. 1967. Fixation of Zn ^{65} in some calcareous soils and its availability to tomato plants, Plant and Soil 27:141-147.

Prasad, B. and Sinha, P. 1982. Change in the status of micronutrients in soil with long term application of chemical fertilizers, lime and manure. Plant and Soil 64: 437-441.

SAS Institute. 2003. SAS/STAT user's guide. SAS Institute Incorporation Cary.

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.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.21.5.5]