نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۰، ص ۷۷-۷۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 1, Mar. – Apr. 2011, p. 70-77

بررسی دو نوع کود آلی همراه با عناصر بر و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت عناصر غذایی در دانه ارزن معمولی

طیبه نژادحسینی[۱] - علیرضا آستارایی[۲*] - رضا خراسانی[۳] - حجت امامی[٤]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۸
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۵

چکیده

اثرات کاربرد دو نوع کود آلی با عناصر بر و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت عناصر غذایی دانه گیاه ارزن، در آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در منطقه نیمبلوک قاین مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل کمپوست زباله شهری و کود گاوی هر کدام به مقدار ۲۵ تن در هکتار، تیمار روی در دو سطح صفر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار بر در دو سطح صفر و ۱۰ کیلوگرم در هکتار با استفاده از نمک سولفات روی و اسید بریک بودند. نتایج آزمایش نشان داد که اثرات تیمارهای روی و بر منجر به افزایش وزن کل شاخساره‌ها، غلظت نیتروژن و پتاسیم دانه شد. برهمکنش کود گاوی و روی، عملکرد دانه را ۲۳۹/۷ درصد و وزن خشک شاخساره‌ها را ۱۵۸/۰۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد کودهای آلی منجر به افزایش عملکرد دانه، وزن خشک شاخساره‌ها، طول خوشه و وزن هزار دانه شد به طوری که از نظر آماری معنی‌دار بود. برهمکنش بر و کود گاوی وزن خشک شاخساره‌ها و غلظت فسفر، پتاسیم و مس دانه را به ترتیب معادل ۱۵۰/۶، ۱۰۲/۸، ۷۵ و ۱۱۸/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. براساس نتایج، مصرف توام کودهای آلی، بر و روی کارایی خوبی در افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ارزن نشان داد، اما در خصوص روش و مقادیر مصرف این عناصر نیاز به پژوهش‌های بیشتری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کود گاوی، کمپوست زباله شهری، عناصر کم مصرف، عملکرد دانه

مقدمه

مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن و فسفر باعث آلودگی آب، خاک و همچنین بالا رفتن غلظت فسفر در خاک‌ها شده که مشکلات زیادی از جمله ممانعت از جذب عناصر کم مصرف به ویژه روی و بر را ایجاد می‌کند. یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار بهبود و حفظ حاصلخیزی و کیفیت خاک می‌باشد، که از طریق کاربرد کودهای آلی و متعادل‌سازی و مصرف بهینه کودهای پرمصرف حاصل می‌گردد (۴). کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) منابع خوبی از نظر ترکیبات کربنی و عناصر غذایی به شمار می‌روند، ولی برای بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصولات به تنهایی کافی نیستند (۱۱). کاربرد کودهای آلی به همراه عناصر کم مصرف می‌تواند وضعیت عناصر غذایی، فراهمی آنها و بازده محصولات را بهبود دهد (۱۱ و ۲۲). عناصر کم‌مصرف با تأثیر فراوان بر جذب عناصر پرمصرف و بهبود خواص کمی و کیفی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. عناصر کم‌مصرف روی و بر از عناصر مهم در تشکیل دانه و افزایش وزنی آن با تأثیر بر فرآیندهای زایشی و پروتئین‌سازی می‌باشند (۴). فرشاد و ملکوتی (۳) افزایش عملکرد و افزایش طول بلال در ذرت را با کاربرد کودهای بر و روی گزارش کردند. تاندون (۲۱) نیز عنوان کرد که کاربرد این عناصر باعث افزایش ساخت پروتئین و بهبود کیفیت محصول ذرت می‌شود. محسنی و همکاران (۴) نیز در بررسی خود دریافتند بیشترین مقدار پروتئین دانه ذرت از کاربرد توام عناصر روی و بر با ۹/۸ درصد افزایش نسبت به شاهد به دست آمد. کاربرد کودهای حاوی بر و روی می‌تواند جذب و غلظت سایر عناصر غذایی در گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (۲۰). بسیاری از اراضی منطقه قاین به دلیل بالا بودن اسیدیته و کمبود مواد آلی خاک دچار کمبود عناصر کم‌مصرف بوده که نتیجتاً کاهش عملکرد و کیفیت محصولات به ویژه غلات را باعث گردیده است. گیاه ارزن در منطقه قاین در سطح زیاد کشت شده و از آنجایی که مطالعات تغذیه‌ای و کودی روی این

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیاران گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir)

گیاه انجام نشده، لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی برهمکنش عناصر بر، روی با کودهای آلی بر واکنش گیاه ارزن معمولی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در یک خاک آهکی در منطقه نیمبلوک قاین (Fine, Loamy Typic haplocalcids, Mixed Thermic) روی گیاه ارزن معمولی در شرایط مزرعه به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه فاکتور کود آلی، بر و روی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو نوع کود آلی کمپوست زباله شهری و کود گاوی (هر کدام به مقدار ۲۵ تن در هکتار)، دو سطح عنصر روی (صفر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار با استفاده از نمک سولفات روی)، دو سطح عنصر بر (صفر و ۱۰ کیلوگرم در هکتار با استفاده از اسید بریک) هر کدام در سه تکرار بودند. کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۱× ۱ متر با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین کرت‌ها و ۷۵ سانتی‌متر بین تکرارها در مزرعه‌ای در منطقه قاین آماده‌سازی شده و از هر کرت نمونه‌های خاک از عمق ۱۵- ۰ سانتی‌متری برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت تعیین شدند (جدول ۱). تیمارهای کود آلی ۲ ماه قبل از کشت به کرت‌های مورد نظر به صورت تصادفی اعمال و تا عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. نمک سولفات روی قبل از کاشت با خاک مخلوط شد در حالی که تیمارهای بر به دو قسمت مساوی تقسیم و به فاصله ۱۴ روز، ۱۰ روز بعد کاشت همراه با آب آبیاری به کرت‌ها اضافه شدند. بذر ارزن معمولی در تاریخ ۱۰ تیر ۱۳۸۷ با فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر بر روی پشته ها کشت شده و ۱۷ روز بعد از کاشت بوته‌های هر کرت به ۴۰ عدد در مترمربع تنک شدند. در طول فصل کشت کلیه مراقبت‌های زراعی انجام گردید و در پایان دوره رشد، ارتفاع گیاه، طول خوشه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و برداشت گیاه به صورت کف‌بر انجام گرفت. پس از برداشت و خشک کردن گیاهان، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس دانه و کاه ارزن اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری نیتروژن دانه به روش میکروکجلدال (۱۴) و تعیین مقادیر فسفر و پتاسیم و عناصر کم‌مصرف از روش هضم تر گیاه با اسید نیتریک و پرکلریک (۱۸) و برای اندازه‌گیری مقدار بر نمونه‌ها از روش رنگ‌سنجی (۹) استفاده شد. فسفر نمونه‌ها به وسیله اسپکترومتر (مدل WAP)، پتاسیم به وسیله فلیم فوتومتر (مدل Jeneway) و عناصر کم‌مصرف به وسیله دستگاه جذب اتمی (مدل ۶۷۰- Shimadzu, AA) قرائت شد. بر فراهم خاک به روش آب داغ (۱۶) عصاره‌گیری شده و به وسیله اسپکتروفتومتر قرائت شد. مقادیر عناصر کم‌مصرف خاک در عصاره DTPA-TEA تعیین و قرائت آنها با دستگاه جذب اتمی مدل شیمادزو- ۶۷۰ صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام و مقایسات میانگین به روش دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

کاربرد روی در خاک، اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های عملکرد دانه، وزن خشک شاخساره و ارتفاع خوشه ایجاد کرد (جدول ۳). عملکرد دانه و وزن خشک شاخساره با افزایش روی به ترتیب ۱۳۴/۶ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد (بدون روی) افزایش نشان دادند. در حالی که این تأثیر باعث کاهش معنی‌دار (۵ درصد) ارتفاع خوشه گردید. رنجبر و بهمنیار (۱۵) نیز تأثیر روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم را مثبت ارزیابی نمودند. علت افزایش عملکرد و اجزای آن در اثر کاربرد روی، در نتیجه تأثیر این عنصر بر مقدار کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک اسید (IAA) می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش

بافت	آهک (%)	EC (dSm^{-1})	pH	OC (%)	روی	آهن	Cu	B
					($mg\ kg^{-1}$)			
لوم رسی	۱۳	۵/۲۰	۷/۳	۰/۴۲	۰/۹۸	۴	۰/۸	۰/۴۶

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست زباله شهری وکود گاوی

تیمار آزمایشی	EC (dSm^{-1})	pH	OC (%)	Zn	Fe	Mn	Cu	B
				($mg\ kg^{-1}$)				
کمپوست زباله شهری	۸/۱	۷/۵	۱۱/۳	۱۹۴	۳۸۱	۳۰۹	۶۶	۰/۱۲
کود گاوی	۷/۳	۷/۱	۱۴/۵	۳۵	۱۵۶	۴۷/۶	۳۲/۴	۰/۲

جدول ۳- تأثیر مقادیر عنصر روی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد

مقادیر روی (kg ha^{-1})	عملکرد دانه (ton ha^{-1})	کل وزن خشک شاخساره (ton ha^{-1})	ارتفاع خوشه (cm)	وزن هزار دانه (g)
صفر	۱/۰۴^{b}	۴/۷۵^{b}	۱۵/۴۳^{a}	۳/۹۸^{a}
۵۰	۲/۴۴^{a}	۵/۲۵^{a}	۱۴/۶۹^{b}	۳/۹۰^{a}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی دار نیست.

افزایش میزان کلروفیل از طریق افزایش فتوسنتز، منجر به افزایش عملکرد ماده خشک گیاه می‌گردد (۱۰).

بر مصرفی بر وزن خشک شاخساره‌ها و وزن هزار دانه ارزن در سطح اطمینان ۱ درصد و بر ارتفاع خوشه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). کاربرد بر موجب افزایش وزن خشک شاخساره‌ها و طول خوشه گردید، در حالی که عملکرد دانه و وزن هزار دانه گیاه با کاربرد بر به ترتیب ۲۰/۲ و ۱۳/۸ درصد کاهش داشتند. کاهش عملکرد ناشی از غلظت‌های بالای بر در گیاهان مختلف گزارش شده است (۸). غلظت‌های بالای بر ممکن است از طریق کاهش در غلظت کلروفیل، کاهش سطح برگ‌ها، تخریب دیواره سلولی و تثبیت CO_2 باعث کاهش عملکرد در گیاهان شود (۱۳).

تأثیر کود آلی صرف‌نظر از نوع آن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه افزایشی و در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۵). در بین تیمارهای کود آلی، کود گاوی بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه، وزن خشک شاخساره‌ها، ارتفاع خوشه و وزن هزار دانه نشان داد. به طوری که درصد افزایش آنها به ترتیب معادل ۱۴۵/۴، ۱۴۰/۱، ۳۹/۹ و ۲۳/۳ درصد نسبت به شاهد هر یک در این مطالعه گردید. تأثیر مثبت کود گاوی را می‌توان به علت تعادل عناصر غذایی و همچنین تامین رطوبت مناسب برای گیاه در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک دانست (۱۲).

برهمکنش بر و روی بر وزن خشک شاخساره‌ها در سطح ۱ درصد و بر عملکرد دانه گیاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۶). تیمار کاربرد توام بر و روی بیشترین وزن خشک شاخساره‌ها را با ۱۶/۴ درصد افزایش نسبت به شاهد تولید کرد. بیشترین مقدار عملکرد دانه (۲/۶۲ تن در هکتار) در تیمار کاربرد توام روی و سطح صفر بر و سپس در تیمار کاربرد توام بر و روی (۲/۲۶ تن در هکتار) و کمترین عملکرد دانه (۰/۸۹ تن در هکتار) در تیمار کاربرد توام سطح صفر روی و سطح ۱۰ بر مشاهده شد. این نتایج نشان می دهد که کاربرد روی می‌تواند اثرات منفی غلظت‌های بالای بر را در کاهش عملکرد دانه تعدیل نماید که علت احتمالی آن برهمکنش منفی بین عنصر روی با بر و در نتیجه کاهش غلظت و جذب بر به وسیله گیاه می‌باشد. فرشاد و ملکوتی (۳) نیز افزایش عملکرد دانه ذرت را با کاربرد توام عناصر بر و روی گزارش کردند.

برهمکنش روی و کود آلی بر وزن خشک شاخساره و عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۷). تیمار کاربرد توام روی و کود گاوی بیشترین عملکرد دانه و وزن خشک شاخساره را تولید کرد، به طوری که این شاخص‌ها به ترتیب ۲۳۹/۷ و ۱۵۸/۰۳ درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان دادند.

جدول ٤- تأثیر مقادیر عنصر بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد

مقادیر بر (kg ha^{-1})	عملکرد دانه (ton ha^{-1})	کل وزن خشک شاخساره (ton ha^{-1})	ارتفاع خوشه (cm)	وزن هزار دانه (g)
صفر	۱/۹۰^{a}	۴/۸۷^{b}	۱۴/۸۵^{b}	۴/۲۰^{a}
۱۰	۱/۵۸^{b}	۵/۱۳^{a}	۱۵/۲۸^{a}	۳/۶۹^{a}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی دار نیست.

جدول ۵- تأثیر کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد

نوع کود آلی	عملکرد دانه (ton ha^{-1})	کل وزن خشک شاخساره (ton ha^{-1})	ارتفاع خوشه (cm)	وزن هزار دانه (g)
کمپوست زباله شهری	۱/۳۲^{b}	۴/۶۲^{b}	۱۳/۸۳^{b}	۳/۸۶^{b}
کود گاوی	۲/۱۶^{a}	۵/۳۸^{a}	۱۶/۳^{a}	۴/۰۲^{a}
شاهد	۰/۸۸	۲/۲۴	۱۱/۶۵	۳/۲۶

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ٦- اثر برهمکنش عناصر روی و بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد

تیمارهای آزمایشی		عملکرد دانه	وزن خشک شاخساره	ارتفاع خوشه	وزن هزار دانه
روی	بر	(ton ha^{-1})		(cm)	(g)
(kg ha^{-1})					
صفر	صفر	۱/۱۸^{c}	۴/۵۸^{d}	۱۴/۸۲^{a}	۴/۲۴^{a}
	۱۰	۰/۸۹^{d}	۴/۹۲^{c}	۱۴/۸۵^{a}	۳/۷۱^{a}
۵۰	صفر	۲/۶۲^{a}	۵/۱۶^{b}	۱۴/۸۸^{a}	۴/۱۵^{a}
	۱۰	۲/۲۶^{b}	۵/۳۴^{a}	۱۴/۵۰^{a}	۳/۶۶^{a}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

برهمکنش بر و کود آلی بر وزن خشک شاخساره و ارتفاع خوشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۸). بیشترین وزن خشک شاخساره در تیمار کاربرد توام کود گاوی و بر (۵/۶۳ تن در هکتار) و کمترین مقدار آن در شاهد (۲/۲۴ تن در هکتار) مشاهده شد که به نظر می‌رسد دلیل احتمالی آن تعادل و فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در این تیمار باشد. کاربرد تیمار ۲۵ تن در هکتار کود گاوی با مقدار بر صفر بیشترین طول خوشه را با ۴۳/۹ درصد افزایش نسبت به شاهد تولید کرد.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ترکیبات شیمیایی دانه ارزن

تأثیر روی مصرفی بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۹). به طوری که غلظت این عناصر به ترتیب ۱۴/۴، ۷۱/۴ و ۱۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. آدیلوگو (۶) نیز نتایج مشابهی را در گیاه ذرت گزارش کرد. نتایج حاصل از بررسی‌های رنجبر و بهمنیار (۱۵) مبنی بر اثر مفید کاربرد روی در افزایش غلظت نیتروژن دانه گندم با یافته‌های این بررسی مطابقت دارد.

با کمبود روی تشکیل و سوخت‌وساز پروتئین به دلیل غیرفعال شدن آنزیم RNA پلیمراز، تخریب در ساختمان ریبوزوم‌ها و اسید ریبونوکلئیک، مختل می‌شود.

جدول ۷- اثر برهمکنش کودهای آلی و مقادیر روی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد

تیمارهای آزمایشی		عملکرد دانه	وزن خشک شاخساره	ارتفاع خوشه	وزن هزار دانه
کود آلی	روی (kg ha^{-1})	(ton ha^{-1})			(g)
کمپوست زباله شهری	صفر	۰/۷۵^{d}	۴/۵۲^{d}	۱۴/۰۸^{a}	۳/۹۲^{a}
	۵۰	۱/۸۹^{b}	۴/۷۲^{c}	۱۳/۵۷^{a}	۳/۸۱^{a}
کود گاوی	صفر	۱/۳۳^{c}	۴/۹۸^{b}	۱۶/۷۸^{a}	۴/۰۰^{a}
	۵۰	۲/۹۹^{a}	۵/۷۸^{a}	۱۵/۸۲^{a}	۴/۰۴^{a}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ۸- اثر برهمکنش کودهای آلی و مقادیر بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد

تیمارهای آزمایشی		عملکرد دانه	کل وزن خشک شاخساره	طول خوشه	وزن هزار دانه
نوع کود آلی	مقادیر بر (kg ha^{-1})	(ton ha^{-1})		(cm)	(g)
کمپوست زباله شهری	صفر	۱/۴۹^{a}	۴/۶۱^{c}	۱۲/۹۳^{d}	۳/۳۴^{a}
	۱۰	۱/۱۵^{a}	۴/۶۳^{c}	۱۴/۷۲^{c}	۳/۴۹^{a}
کود گاوی	صفر	۲/۳۲^{a}	۵/۱۳^{b}	۱۶/۷۷^{a}	۳/۴۶^{a}
	۱۰	۲/۰۰^{a}	۵/۶۳^{a}	۱۵/۸۳^{b}	۳/۵۹^{a}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

بنابراین با برطرف کردن کمبود می‌توان مقدار پروتئین گیاه را بهبود بخشید (۱). کاربرد روی کاهش معنی‌داری در غلظت عناصر روی، بر و مس دانه ایجاد کرد. رنگل و گراهام (۱۷) نیز در بررسی خود کاهش غلظت عناصر آهن، روی و مس دانه را با مصرف روی گزارش کردند. به نظر می‌رسد علت این کاهش در مورد عنصر روی احتمالاً در نتیجه رقت به دلیل افزایش عملکرد دانه بوده در حالی که در مورد عناصر آهن و مس، احتمالاً اثر رقابتی و محدود کننده روی بر این عناصر باعث کاهش غلظت آنها شده باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر عنصر بر روی غلظت نیتروژن و پتاسیم دانه در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱۰). غلظت نیتروژن دانه با کاربرد بر معادل ۱۰/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. بر در ساخت آمینواسیدها، پروتئین و متابولیسم نیتروژن نقش دارد (۵). نتایج مشابهی به وسیله اسد و رفیق (۷) گزارش شده است.

بر مصرفی بر غلظت پتاسیم دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱۰). مقدار پتاسیم دانه با کاربرد بر معادل ۰/۳۳ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود که نسبت به شاهد ۵۷/۱ درصد افزایش نشان داد. شعبان و همکاران (۱۹) نیز افزایش پتاسیم دانه با کاربرد بر را گزارش کردند. تأثیر بر مصرفی بر غلظت آهن، بر و مس دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱۰). کاربرد بر غلظت عناصر آهن، بر و مس دانه را به ترتیب ۶۰/۸، ۹۳/۱ و ۱۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

تیمار کود آلی به طور معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) غلظت عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد بررسی در دانه را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۱۱). بیشترین مقادیر فسفر، پتاسیم، روی، بر و مس در تیمار کود گاوی به ترتیب با ۴۴/۹، ۴۵، ۴/۷۳، ۷۳/۷ و ۱۱۴/۳ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد.

کاربرد کمپوست زباله شهری منجر به بیشترین افزایش معنی‌دار در غلظت عناصر نیتروژن و آهن دانه گردید، به طوری که غلظت این عناصر به ترتیب ۵۸/۳ و ۱۲۴/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. رسولی و مفتون (۲) نیز نتایج مشابهی را با کاربرد کمپوست زباله شهری و کود گاوی گزارش کردند.

جدول ۹- تأثیر مقادیر روی بر غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف در دانه ارزن

مقادیر روی (kg ha-1)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	بر	مس
	(٪)			(mg kg-1)			
صفر	۱/۵۲^{b}	۰/۰۷^{b}	۰/۲۵^{b}	۶۳/۴۹^{a}	۱۳۶/۸۶^{a}	۲۳/۸۸^{a}	۱۳/۸۳^{a}
۵۰	۱/۷۴^{a}	۰/۱۲^{a}	۰/۲۸^{a}	۶۲/۷۵^{b}	۱۳۶/۲۵^{a}	۱۸/۹۵^{b}	۱۲/۲۲^{b}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ۱۰- تأثیر مقادیر بر روی غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف در دانه ارزن

مقادیر بر ($kg\ ha^{-1}$)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	بر	مس
	(٪)			($mg\ kg^{-1}$)			
صفر	۱/۵۵ ^{b}	۰/۰۷ ^{a}	۰/۲۱ ^{b}	۶۲/۸ ^{a}	۱۰۴/۶۹ ^{b}	۱۴/۶۱ ^{b}	۱۲/۱۸ ^{b}
۱۰	۱/۷۱ ^{a}	۰/۰۸ ^{a}	۰/۳۳ ^{a}	۶۲/۴۴ ^{a}	۱۶۸/۴۲ ^{a}	۲۸/۲۲ ^{a}	۱۳/۸۷ ^{a}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ۱۱- تأثیر کودهای آلی بر غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف دانه گیاه ارزن

نوع کود آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	بر	مس
	(٪)			($mg\ kg^{-1}$)			
کمپوست زباله شهری	۱/۷۱ ^{a}	۰/۰۹ ^{b}	۰/۲۴ ^{b}	۶۲/۷۲^{b}	۱۷۳/۵۰^{a}	۱۷/۷۰ ^{b}	۱۱/۶۸ ^{b}
کود گاوی	۱/۵۵ ^{b}	۰/۱۰ ^{a}	۰/۳۰ ^{a}	۶۳/۵۲^{a}	۹۹/۶۴ ^{b}	۲۵/۲۰ ^{a}	۱۴/۳۶ ^{a}
شاهد	۱/۰۸	۰/۰۶	۰/۲۰	۶۰/۶۵	۷۷/۲۰	۱۴/۵۰	۶/۷۰

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

برهمکنش بر و روی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه در سطح ۱ درصد اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱۲). بالاترین غلظت این عناصر در تیمار کاربرد توام بر و روی به ترتیب با ۲۵/۳، ۲۰۰ و ۷۵ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شدند. عناصر روی و بر از عوامل مهم در پروتئین‌سازی به شمار می‌روند (۴). محسنی و همکاران (۴) گزارش کردند بیشترین مقدار پروتئین دانه در تیمار کاربرد توام بر و روی مشاهده شده است.

برهمکنش بر و روی بر غلظت بر و مس دانه نیز اختلاف معنی-داری در سطح ۱ درصد ایجاد کرد. به طوری که بیشترین غلظت بر (۳۱/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مس (۱۵/۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در دانه مربوط به تیمار نبود روی و سطح ۱۰ بر بود و با افزایش سطح روی از صفر به ۵۰ و در تیمار کاربرد توام عناصر روی و بر به طور معنی داری غلظت این عناصر در دانه کاهش یافت که علت احتمالی آن اثر رقابتی و محدودکننده روی بر این عناصر می‌باشد.

برهمکنش روی و کود آلی بر غلظت نیتروژن و بر دانه در سطح ۱ درصد و مس دانه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ایجاد کرد (جدول ۱۳). بیشترین مقدار نیتروژن دانه (۱/۷۹ درصد) در تیمار کمپوست زباله شهری و سطح ۵۰ روی و کمترین مقدار آن (۱/۲۸ درصد) در شاهد مشاهده شد. کاربرد تیمار کمپوست زباله شهری و سطح ۵۰ روی مقدار عنصر بر دانه را ۱۸/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. همچنین کاربرد توام کود گاوی و سطح صفر روی بیشترین غلظت مس دانه (۱۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و شاهد کمترین غلظت آن (۶/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را نشان داد. کاهش غلظت مس دانه در تیمار کاربرد توام کود آلی و روی را می‌توان ناشی از رقابت بین روی با مس دانست.

برهمکنش بر و کود آلی بر غلظت فسفر، پتاسیم، بر و مس دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱۳). بیشترین غلظت فسفر (۰/۱۴ درصد)، پتاسیم (۰/۳۵ درصد)، بر (۲۹/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مس دانه (۱۴/۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار کاربرد توام کود گاوی و بر مشاهده شد.

وگلربیتون و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند که با کاربرد کودهای آلی همراه با عناصر کم‌مصرف، غلظت مس در دانه گندم افزایش یافت.

جدول ۱۲- برهمکنش تیمارهای بر و روی بر غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف دانه گیاه ارزن

تیمارهای آزمایشی		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	بر	مس
روی	بر	(٪)			(mg kg^{-1})			
(kg ha^{-1})								
صفر	صفر	۱/۵۰^{c}	۰/۰۵^{c}	۰/۲۰^{d}	۶۲/۰۲^{a}	۹۹/۱۳^{a}	۱۶/۲۱^{c}	۱۱/۷۳^{c}
	۱۰	۱/۵۳^{c}	۰/۰۹^{b}	۰/۳۰^{b}	۶۳/۵۸^{a}	۱۰۱/۰۱^{a}	۳۱/۶۲^{a}	۱۵/۹۲^{a}
۵۰	صفر	۱/۶۰^{b}	۰/۰۸^{b}	۰/۲۲^{c}	۶۲/۹۶^{a}	۱۰۱/۲۰^{a}	۱۳/۰۱^{d}	۱۲/۶۳^{b}
	۱۰	۱/۸۸^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۳۵^{a}	۶۲/۹۲^{a}	۹۹/۶۰^{a}	۲۴/۸۰^{b}	۱۱/۸۱^{c}

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ۱۳- برهمکنش تیمارهای کودهای آلی و روی بر غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف دانه گیاه ارزن

تیمارهای آزمایشی		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	بر	مس
نوع کود آلی	مقادیر روی (kg ha^{-1})	(٪)			(mg kg^{-1})			
کمپوست زباله شهری	صفر	۱/۶۲^{c}	۰/۰۶^{a}	۰/۲۳^{a}	۶۳/۳۱^{a}	۱۰۴/۰۱^{a}	۲۳/۱۲^{a}	۱۲/۱۵^{c}
	۵۰	۱/۷۹^{a}	۰/۱۱^{a}	۰/۲۶^{a}	۶۲/۱۳^{a}	۱۰۲/۹۳^{a}	۱۲/۳۰^{b}	۱۱/۲۱^{d}
کود گاوی	صفر	۱/۴۱^{d}	۰/۰۸^{a}	۰/۲۷^{a}	۶۳/۶۷^{a}	۹۹/۷۲^{a}	۲۴/۷۲^{a}	۱۵/۵۰^{a}
	۵۰	۱/۶۹^{b}	۰/۱۲^{a}	۰/۳۱^{a}	۶۳/۳۸^{a}	۹۹/۵۷^{a}	۲۵/۶۱^{a}	۱۳/۲۲^{b}
شاهد		۱/۲۸	۰/۰۶	۰/۲۰	۶۰/۶۵	۷۷/۲۰	۱۴/۵۵	۶/۷۰

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

جدول ۱۴- برهمکنش تیمارهای کود آلی و بر روی غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف دانه گیاه ارزن

تیمارهای آزمایشی		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	بر	مس
نوع کود آلی	مقادیر بر ($kg\ ha^{-1}$)	(٪)			($mg\ kg^{-1}$)			
کمپوست زباله شهری	صفر	۱/۷۲^{a}	۰/۰۷^{c}	۰/۲۱^{d}	۶۲/۰۴^{a}	۱۰۴/۷۳^{a}	۸/۱۱^{c}	۱۰/۲۷^{c}
	۱۰	۱/۶۹^{a}	۰/۱۰^{b}	۰/۳۰^{b}	۶۲/۹۰^{a}	۱۰۴/۲۱^{a}	۲۷/۲۵^{a}	۱۳/۰۸^{b}
کود گاوی	صفر	۱/۳۸^{a}	۰/۰۷^{c}	۰/۲۳^{c}	۶۳/۰۶^{a}	۱۰۴/۶۵^{a}	۲۱/۱۲^{b}	۱۴/۰۸^{a}
	۱۰	۱/۷۲^{a}	۰/۱۴^{a}	۰/۳۵^{a}	۶۳/۹۷^{a}	۱۰۴/۶۳^{a}	۲۹/۲۰^{a}	۱۴/۶۵^{a}
شاهد		۱/۲۸	۰/۰۷	۰/۲۰	۶۰/۶۵	۹۸/۲	۱۴/۵۰	۶/۷۰

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

نتیجه‌گیری

کاربرد ۵۰ کیلوگرم روی در هکتار به تنهایی و همراه با بر و کود آلی بر عملکرد دانه و وزن خشک شاخساره‌ها تأثیر معنی‌داری ایجاد نمود. احتمالاً اسیدیته بالا، شرایط آهکی و پایین بودن غلظت عنصر روی در خاک باعث شده که پاسخ گیاه به روی مثبت باشد. کاربرد ۱۰ کیلوگرم بر در هکتار عملکرد دانه گیاه را نسبت به شاهد کاهش داد. در حالی که کاربرد توام بر و روی باعث بهبود عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. این مطلب نشان می‌دهد کاربرد روی می‌تواند اثرات منفی ناشی از ازدیاد بر در خاک را کاهش دهد. اثرات اصلی و برهمکنش روی و بر و همچنین برهمکنش کود آلی و عنصر بر سبب افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه شد. کاربرد توأم روی و کود آلی باعث ایجاد اثر رقابتی بین روی با سایر عناصر کم‌مصرف می‌گردد. به طوری که در این تیمار غلظت بر و مس دانه کاهش داشتند.

منابع

۱- ثواقبی فیروزآبادی، غ.، م. ج. ملکوتی و م. م. اردلان. ۱۳۸۲. اثر سولفات روی و غلظت روی بذر بر پاسخ های گیاه گندم در خاک آهکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۴: ۴۷۱- ۴۸۲.

۲- رسولی، ف. و م. مفتون. ۱۳۸۰. ارزیابی اثرات باقیمانده مواد آلی با یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم. کنگره علوم خاک ایران، ۷- ۴ شهریور، دانشگاه شهرکرد.

۳- فرشاد، ر و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. تأثیر پتاسیم، روی و بر در افزایش کمی و کیفی ذرت دانه‌ای در کرج مجله آب و خاک، ویژه‌نامه تیوباسیلوس.۱۲: ۸۵- ۱۰۵.

۴- محسنی، س. ح.، ا. قنبری، م. ر. رمضان پور و م. حسنی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر مقادیر و روش‌های مصرف سولفات روی و اسید بریک بر عملکرد، کیفیت و جذب عناصر غذایی در دو رقم ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران.۳۷: ۳۱- ۳۸.

5- Abid, M., N. Ahmed, A. Ali, M. Akram, C and J. Hussain. 2007. Influence of soil applied boron on yield, fiber quality and leaf boron contents of cotton. Journal of Agriculture and Social Sciences. 3 (1): 7-10.

6- Adiloglu, A and S. Adiloglu. 2006. The effect of boron (B) application on the growth and nutrient content of maize in zinc (Zn) deficient soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2: 1-4.

7- Asad, A and R. Rafique. 2000. Effect of zinc, copper, iron, magnesium and boron on the yield and yield component of wheat crop in Tehsil Peshawar. Pakistan Journal of Biological Sciences. 3: 1615- 1620.

8- Ben, A and U. Shani. 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. Journal of Plant and Soil. 247: 211- 221.

9- Bingham, F. T., 1982. Boron. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, American Society of Agronomy. Madison, WI. 431-448.

10- Hemantaranjan, A and O. K. Garge. 1998. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum stivum* L. Journal of Plant Nutrition. 11: 1439- 1450.

11- Hlusek, J., L. Burianova., T. Losak. 2007. Effect of alternative organic fertilizers on the Iron and zinc content in soil growing cabbage. Journal of Ecological Chemistry and Engineering. 14: 5-6.

12- Khalid, N., A. and A. Ali. 2006. Response of wheat to farmyard manure, potassium and zinc under rainfed cropping patterns. Middle- East Journal of Scientific Research. 21: 01-09.

13- Loomis, W. D. and R. W. Durst. 1992. The chemistry and biology of boron. Journal of Biofactors. 3: 229- 239.

14- Nelson, D. W. and L.E. Sommers. 1972. Determination of total nitrogen in plant material. Agronomy Journal. 65: 109-111.

15- Ranjbar, G. A. and M. A. Bahmaniar. 2007. Effect of soil and foliar application of Zn fertilizer on yield and growth characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Asian Journal of Plant Science. 6: 1000-1005.
16- Rayan, J. R., Estefan, G., and Rashid, A. 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. 2th edition. ICARDA. Syria.
17- Rengel, Z and R. D. Graham. 1995. Importance of Zn content for wheat growth on Zn deficient soil. Journal of Plant and Soil. 173: 267- 274.
18- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. USDA. Agriculture hand book. No: 60. Washington.
19- Shaaban, M. M., M. Fouly and A. A. Abdel- Maguid. 2004. Zinc and boron relationship in wheat plants grown under low of high levels of calcium carbonate in the soil. Pak. Journal of Biological Sciences. 7: 633- 639.
20- Soumare, M., F. M. G. Tack, M. G. Verloo. 2003. Effect of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Journal of Bioresource Technology. 86: 15-20.
21- Tandon, H. 1995. Micronutrient in soil, crops and fertilizers. Fertilizer development and consultation organization (C- 110) Greater Kailash. New Delhi. India.
22- Weggler- Beaton, R., D. Graham, M. J. Melaugin. 2003. The influence of low rates of arid- dried on yield and phosphorus and zinc nutrition of wheat and barley. Australian Journal of Soil Research. 41:293- 308.