نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۱، سال هشتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲/صفحات: ۳۶-۲۳

اثر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد علوفه، دانه و غلظت برخی از عناصر غذایی در دانه جو (*Hordeum vulgare* L.)

احمد قنبری[۱]، یاسر اسماعیلیان*[۲]، مهدی بابائیان[۲]

[۱] استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل

[۲] دانشجوی دکتری،گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/٦ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای دامی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه جو، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل انجام شد. سطوح عامل اصلی شامل ۱۰۰ درصد کود دامی، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی و عدم کاربرد کود، و سطوح عامل فرعی به‌صورت سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منیزیم و عدم کاربرد عنصر غذایی بودند. نتایج نشان داد تیمارهای کودی به جز در مورد تعداد دانه در سنبله بر صفات عملکرد دانه، وزن سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد علوفه، اثر معنی‌داری داشتند. تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و نیز ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی دارای بیشترین تأثیر بر صفات مورد مطالعه بودند. بیشترین غلظت آهن، روی و منگنز در تیمارهای ۱۰۰ درصد کود دامی ونیز ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی مشاهده شد. عملکرد علوفه تحت سیستم تغذیه تلفیقی کود دامی + کود شیمیایی و مصرف کود حاوی آهن بیشترین افزایش را نسبت به عدم کاربرد کود نشان داد. همچنین مصرف کود دامی به تنهایی و یا در ترکیب با کودهای شیمیایی پرمصرف و کم مصرف باعث بهبود قابل توجه و معنی‌دار اجزای عملکرد جو شد. علاوه براین، کاربرد کود دامی و تغذیه تلفیقی باعث افزایش غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در دانه جو شد. بر طبق نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که می‌توان با تغذیه تلفیقی بوسیله ترکیب کودهای دامی و شیمیایی در زراعت جو علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی به عملکرد علوفه و دانه قابل قبولی دست یافت و کیفیت محصول جو را نیز بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: تغذیه تلفیقی، عناصر پرمصرف، عناصر کم مصرف، کمیت و کیفیت.

مقدمه

کودهای شیمیایی به آن دسته از ترکیباتی گفته می‌شود که برای تهیه آنها از انرژی فسیلی و منابع معدنی استفاده می‌شود که هر دو غیر تجدید شونده می‌باشند. همچنین استفاده زیاد از کودهای شیمیایی می‌تواند منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی، کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و حشرات مفید خاک، حساسیت بیشتر گیاهان زراعی به بیماری‌ها، اسیدی شدن یا قلیایی شدن خاک، تخریب ساختمان خاک،

*نویسنده مسئول: y.esmaeilian@gmail.com

کاهش ماده آلی و حاصلخیزی خاک شود. بنابراین برای توسعه کشاورزی پایدار، کاهش مصرف این‌گونه کودها ضروری می‌باشد (Chen, 2008; Ravindra et al., 1996). اگرچه اطلاعاتی در مورد اثر کود حیوانی و دیگر کودهای آلی بر عملکرد محصولات زراعی در دسترس است، اما کشاورزان در ایران برای دستیابی و حفظ عملکردهای بالا به مصرف کودهای شیمیایی تکیه کرده و از این رو تمایل کمی به حفظ محتوای ماده آلی خاک در ایران وجود دارد (Shirani et al., 2002). بنابراین لازم است چندین سال از تلفیق نظام تغذیه آلی (ارگانیک) و کوددهی متداول استفاده شود تا شرایط لازم برای کشاورزی زیستی فراهم گردد. کاربرد توأم کودهای معدنی و آلی علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، باعث ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط و بهبود شرایط فیزیکی خاک خواهد شد (حسن‌زاده قورت‌تپه و همکـــاران، ۱۳۸۰؛ Singh et al., 1992). تعیین و شناسایی سیستم‌های تغذیه مناسب برای هر گیاه که حاوی کودهای تلفیقی دامی و شیمیایی باشند از اهمیت ویژه‌ای در کشاورزی پایدار برخوردار است. Olesen و همکاران (۲۰۰۹) با آزمایش تأثیر کود دامی بر غلات زمستانه نتیجه گرفتند که کود دامی باعث افزایش قابل توجه عملکرد دانه و جذب نیتروژن بوسیله گیاه جو گردید. نتایج آزمایشی در چین در مورد تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر گیاه جو نشان داد که کاربرد کـــود دامی عملکـــردهـــای مشابه (و یا حتی بیشتری) نسبت به کود شیمیایی داشت. همچنین کاربرد کود دامی باعث افزایش جذب عناصر غذایی و عملکرد ماده خشک گیاه جو گردید (Liang et al., 2005). نتایج تحقیقی که در کشور آفریقا انجام گرفت، نشان داد که کاربرد همزمان کود دامی و کودهای شیمیایی NPK، عملکرد دانه ذرت را نسبت به مصرف کود شیمیایی و عدم مصرف کود به‌ترتیب ۹۵ و ٤٢٦ درصد و زیست توده خشک را به‌ترتیب ١٦٣ و ۳۸۰ درصد افزایش داد (Mentler et al., 2002). در پژوهشی که به‌منظور بررسی اثر منابع مختلف آلی و شیمیایی بر گیاه برنج انجام گرفت، مشخص شد که کاربرد کود دامی باعث افزایش عملکرد دانه برنج گردید (Tamal and Sinha, 2006). میرلوحی و همکاران (۱۳۸۷) در نتیجه یک بررسی چند ساله گزارش کردند که کاربرد کود آلی به‌ویژه در مقادیر زیاد باعث بهبود کلیه صفات و در نهایت عملکرد بیشتر دانه جو گردید. نتایج آزمایشی در غنا نشان داد که کود دامی باعث افزایش ارتفاع گیاه، ماده خشک و محتوای کلروفیل برگ جو بهاره شد. همچنین کود دامی اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر، خصوصاً میزان نیتروژن در بافت‌های مختلف گیاه جو داشت (Ofosu-Anim and Leitch, 2009). از طرف دیگر کودهای آلی از نظر برخی از عناصر غذایی از جمله آهن نسبتاً فقیر هستند ولی این کودها می‌توانند قابلیت جذب عناصر کم مصرف کاتیونی از جمله آهن را در خاک افزایش دهند (اشرفی، ۱۳۸۰). Lindsay (۱۹۹۲) گزارش کرد که اختلاط مواد آلی با ترکیبات معدنی آهن باعث افزایش کارایی این مواد در تغذیه گیاهان شد. صدیق و کشاورز (۱۳۷۸) نشان دادند بیشترین عملکرد دانه گندم از مصرف توأم عناصر روی، منگنز، آهن و مس به میزان ۵/۱۲ تن در هکتار بدست آمد. کاربرد عناصر کم مصرف، غلظت آنها را در دانه گندم افزایش داده و همچنین باعث افزایش پروتئین دانه گردید. Mousavi-Nik و همکاران (۱۹۹۷) اعلام نمودند مصرف سولفات روی و سولفات منگنز باعث افزایش عملکرد و کیفیت گندم گردید. پژوهشگران دیگری نیز اظهار داشتند عنصر روی باعث تخصیص بیشتر منابع فتوسنتزی از ساقه به خوشه‌ها در گندم شده، که این امر افزایش وزن هزار دانه را بدنبال خواهد داشت (Yilmaz et al., 1997). Leblance و همکاران (۱۹۹۷) نیز اعلام کردند محلول پاشی عنصر روی می‌تواند عملکرد دانه در ذرت را افزایش دهد.

با توجه به فقر خاک‌های اکثر مناطق کشور بخصوص منطقه سیستان از نظر مواد آلی و اهمیت کودهای دامی در توان تولیدی خاک‌ها، این تحقیق با رویکرد کشاورزی پایدار و با هدف بررسی اثر تلفیق نسبت‌های مختلف کودهای آلی و شیمیایی به خصوص عناصر کم‌مصرف و برهم‌کنش آنها بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸٦ در مزرعه تحقیقاتی سد سیستان وابسته به دانشگاه زابل، با طول جغرافیایی ٦۱ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ٤۸۱ متری از سطح دریا واقع در ۱۵ کیلومتری شهر زابل انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. سطوح عامل اصلی شامل تیمارهای کودی: ۱۰۰ درصد کود دامی (F_M)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (F_F)، ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (F_{MF}) و عدم کاربرد کود (F_0) و سطوح عامل فرعی متشکل از: سولفات آهن (N_{Fe})، سولفات روی (N_{Zn})، سولفات منیزیم (N_{Mg}) و عدم مصرف کود (N_0) بودند. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت از پنج نقطه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری به‌عمل آمد. نمونه‌ها با هم ترکیب و یک نمونه مرکب تهیه شد. هدایت الکتریکی عصاره اشباع و pH خاک به‌ترتیب توسط دستگاه‌های هدایت‌سنج الکتریکی و pH متر اندازه‌گیری شدند. بافت خاک بر طبق روش هیدرومتری تعیین گردید. نیتروژن خاک با استفاده از روش کلدال محاسبه شد. پتاسیم و سدیم خاک توسط استات آمونیوم استخراج شدند. پتاسیم قابل استفاده به وسیله دستگاه فلیم فتومتر[1] مدل ٤۱۰، غلظت عنصر فسفر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[2] و آهن، روی، منیزیم و منگنز خاک با دستگاه جذب اتمی[3] اندازه‌گیری شد (Baker and Suhr, 1990).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی سد سیستان دانشگاه زابل

pH	EC	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل‌جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	روی قابل جذب	منیزیم قابل جذب	بافت خاک
–	($dS\ m^{-1}$)	(%)	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)	–
۷/۷۹	۲/۱	۰/۰۵	۲/٦	۹۸	۱/۱۲۵	۲/۹	۱/۳	٦/٦۲	لوم سیلتی

کود دامی مورد استفاده در تیمار ۱۰۰درصد کود دامی، به مقدار ٦۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده بود. در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بر اساس آزمایشات خاک مزرعه، به‌ترتیب ۱۱۵، ۹۰ و ٤۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاسیم خالص از منابع اوره (نیتروژن ٤٦ درصد)، سوپرفسفات تریپل (فسفر ٤۷ درصد) و سولفات پتاسیم (پتاسیم ۵۰ درصد) استفاده گردیدند. کود دامی و کود شیمیایی پس از پخش در سطح خاک، بوسیله بیل با خاک مخلوط شدند. تمام تیمارهای کودی به‌جز نصف کود اوره پیش از کشت اعمال شدند. نصف کود اوره باقیمانده به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن به کرت‌های مورد نظر اضافه گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، به‌ترتیب به میزان ۸، ۱۰ و ۸ کیلوگرم در هکتار آهن، روی و منیزیم خالص از منابع کودی

1- Flame photometer
2- Spectrophotometer
3- Atomic absorption

سولفات آهن (آهن ٢٤ درصد)، سولفات روی (روی ٣٤ درصد) و سولفات منیزیم (منیزیم ١٧ درصد) به‌صورت پیش از کشت و به روش اختلاط با خاک اعمال گردید. ابعاد هر کرت ٢×٣ متر، فاصله بین کرت‌های فرعی ١ متر و فاصله بین کرت‌های اصلی ٢ متر در نظر گرفته شد. رقم جو مورد استفاده، رقم محلی سیستان بود که با تراکم ٢٥٠ بوته در مترمربع با فاصله بین ردیف ٢٠ سانتی‌متر کاشته شد. عملیات کاشت در تاریخ ١٣٨٦/٨/١٠به‌صورت خشکه کاری انجام گرفت. در طول دوره آزمایش، گیاهان به‌وسیله سیفون و بر اساس داده‌های حاصل از تشتک تبخیر کلاس A آبیاری شدند. در تاریخ ١٣٨٧/١٢/٢٦ به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد علوفه در مرحله شیری دانه، برداشت از نیم مترمربع از هر کرت صورت پذیرفت. پس از رسیدگی نهایی دانه‌ها، در تاریخ ١٣٨٧/٢/٥ جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه و دیگر خصوصیات گیاه، بوته‌های جو از یک مترمربع وسط هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شدند. صفات کمی اندازه‌گیری شده شامل عملکرد دانه، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی (عملکرد اندام هوایی شامل دانه و کاه و کلش)، شاخص برداشت و عملکرد علوفه بودند. برای محاسبه عملکرد بیولوژیکی، بوته‌ها به‌طور کامل از سطح خاک برداشت شدند. برای جداسازی دانه از کاه و کلش از خرمنکوب آزمایشگاهی استفاده گردید. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) بر عملکرد بیولوژیکی بر مبنای درصد بدست آمد. غلظت عناصر آهن، روی، منیزیم و منگنز بذر بوسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (Baker and Suhr, 1990).

داده‌ها بوسیله نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2002) تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد انجام گرفت.

نتایج

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که اثر برهمکنش تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه جو در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار بود (جدول ٢). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد تیمار١٠٠ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات آهن با عملکرد دانه ٣٣٩٠ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه جو را به خود اختصاص داد و پس از آن تیمار ٥٠ درصد کود دامی +٥٠ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات آهن با ٣٠١٠ کیلوگرم در هکتار قرار گرفت. کمترین مقدار نیز در تیمار عدم مصرف کود با ١١٠٠ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ١).

اجزای عملکرد دانه: همان‌طور که داده‌های جدول ٢ نشان می‌دهند، اثر متقابل عوامل کودی و عناصر غذایی بر وزن سنبله جو معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل مشخص کرد که اعمال تیمار ٥٠ درصد کود دامی +٥٠ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات روی، بیشترین تأثیر بر افزایش وزن سنبله جو داشت که باعث افزایش قابل توجه وزن سنبله جو (٣١ درصد) نسبت به حالت عدم استعمال کود شد (شکل ٢). نتایج این پژوهش نشان دهنده عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش بر صفت تعداد دانه در سنبله بود (جدول ٢).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش عوامل آزمایش در مورد وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ٢). مقایسه میانگین داده‌ها به خوبی نشان داد که بالاترین وزن هزار دانه از کاربرد تیمار ١٠٠ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات آهن با میانگین ٤٢/١ گرم و کمترین آن از تیمار عدم کود دهی با میانگین ٣٠/٤٥ گرم بدست آمد (شکل ٣).

عملکرد بیولوژیکی: تیمارهای آزمایش اثر معنی‌داری (سطح احتمال ١ درصد) بر عملکرد بیولوژیکی جو داشتند، اما اختلاف معنی‌داری بین برهمکنش عوامل

آزمایش بر این صفت مشاهده نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که عملکرد بیولوژیکی به شدت تحت تأثیر تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی افزایش یافت، درحالی که کمترین مقدار از تیمار عدم کوددهی بدست آمد (جدول ۳). تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی عملکرد بیولوژیکی را نسبت به عدم مصرف کود به میزان ۵۲ درصد افزایش داد. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود تیمار ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی باعث افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیکی (۳۹ درصد) نسبت به تیمار عدم مصرف کود (شاهد) گردید. داده‌های مقایسه میانگین (جدول ۳) بیانگر این است که در بین عناصر غذایی مورد استفاده، مصرف آهن باعث افزایش ۲۱ درصدی عملکرد بیولوژیکی نسبت به عدم کوددهی گردید و بین سایر تیمارها از لحاظ آماری اختلافی مشاهده نشد.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای بکار رفته در این پژوهش بر شاخص برداشت بود، اگر چه برهمکنش این دو تیمار اثر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشت. بیشترین مقدار شاخص برداشت از تیمارهای ۱۰۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی بدست آمد (جدول ۳). افزایش شاخص برداشت در این دو تیمار نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب معادل ۱۵/۲ و ۱۲/۵ درصد بود. داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که کاربرد تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی باعث کاهش شاخص برداشت نسبت به دیگر تیمارها شد. از بین کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف و ثانویه، بیشترین شاخص برداشت (۳۳/۸ درصد) در تیمار سولفات روی و کمترین آن (۲۹ درصد) در تیمار عدم اعمال کود مشاهده شد که در این مورد نیز میزان افزایش صفت مذکور در تیمار سولفات روی نسبت به عدم مصرف کود ۲۰/۷ درصد بود.

عملکرد علوفه: واکنش عملکرد علوفه جو به برهمکنش بین تیمارهای آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). شکل ۳ نشان می‌دهد که عملکرد علوفه در تیمارهای ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی همراه با سولفات آهن با میانگین ۳۲۷۸۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی همراه با سولفات آهن با میانگین ۳۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود و بین آنها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

عناصر کم مصرف و منیزیم موجود در بذر: سطوح عامل اصلی اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر کم مصرف در بذر جو داشتند، هرچند اثر متقابل بین عوامل آزمایش بر صفت مذکور از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ٤). بالاترین غلظت آهن، روی و منگنز بذر در تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی ملاحظه گردید و پس از آن تیمار ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی قرار گرفت و تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و عدم مصرف کود کمترین مقادیر را داشتند، به‌طوری که که اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار از نظر تأثیر بر غلظت عناصر مذکور مشاهده نشد (جدول ۵). تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ٤) نشان داد بین تیمارهای کودی از نظر تأثیر بر غلظت منیزیم دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همان‌طورکه در جدول ٤ مشخص است، استفاده از کودهای آهن، روی و منیزیم اثر معنی‌داری بر غلظت این عناصر در دانه جو داشت. بیشترین غلظت آهن بذر درنتیجه اعمال تیمار سولفات آهن و بیشترین مقدار دو عنصر روی و منیزیم بذر به‌ترتیب در تیمارهای سولفات روی و سولفات منیزیم مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۲. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو تحت تأثیر نسبت‌های کودی و عناصر غذایی.

تیمار	درجه آزادی	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن سنبله (g)	دانه در سنبله –	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	شاخص برداشت (%)	عملکردعلوفه (kg/ha)
				میانگین مربعات				
تکرار	۲	۲٤۷٥٦/٤۰**	۲۰٤۱٤/٦۹ns	۷/۸۹ns	۱۸/٥۸ns	۸٦۷۰٦/٦۹**	۰/۲۳ns	۷/۲۲**
نسبت‌های کودی	۳	٤۲٤۷۱/۲۹**	۸٥٦۱٥۲٤/۱۹*	۷/۹٥ns	۲۰۸/ ۱۱**	٥۸٥۳۹۱/٥٥**	۰/۱۲ **	۱۳٦/۱۱ **
خطای اصلی	٦	۱۲۲۲٥/٦٥	٤۲۳۹/٦۸	۱۲/۱۹	۸/۸٦	۹۷۹٦۷/۰٦	۰/۱٦	٥/٦۳
عناصر غذایی	۳	٦٤٦۰/۷۸ *	۸٦٥٤۳۲/۹۱ *	۹/٥۳ns	۱۸٤/۷٤ **	۸۰۲۷۱/۲٤ **	۰/۰۹ **	۱٥/٥۷ **
اثر متقابل	۹	٥٦۰٦/۰۷ **	۹٥۹۰۹۸/٦۸ *	٥/۷٥ns	٤٥/۷۰ **	۲۲۰٦۹/٦۳ns	۰/۰۱ns	۸/۷۹ **
خطای فرعی	۲٤	۲۱۷۳/۹۹	۳۲٤۳/۹۷	٦/۱۳	۳۸/۰۹	۱۱۱۸۳/۲٤	۰/۰٤	۱/۳۲
ضریب تغییرات	–	۲۰/۱۷	۳/۳۲	۸/۱٤	۱۸/۷۸	۱٤/۷۸	۱٤/۸	۳/۱٦

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی مربوط به تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت جو.

تیمار	دانه در سنبله –	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
نوع کود			
F_M	۲۹/۸۷a	٦۲۱۰c	۳٦/۷٤a
F_F	۳۱/۳٤a	۹۸٥٦۰a	۲۷/٤۳b
F_{MF}	۳۰/۷۹a	۷۸۳۰b	۳٥/٤۰a
F_0	۲۹/٥۷a	٤۷۱۰d	۳۱/۸۷ab
عنصر غذایی			
N_{Fe}	۳۰/۰۳a	۸۳٤۰a	۳۰/۲٥b
N_{Zn}	۳۱/٦۷a	٦۷۱۰b	۳۳/۸۱ab
N_{Mg}	۲۹/٦۱a	۷۰۱۰b	۲۹/۳۸b
N_0	۳۰/۲٥a	٦٥٤۰b	۲۸b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

F_M: ۱۰۰٪ کود دامی، F_F: ۱۰۰٪ کود شیمیایی، F_{MF}: ۵۰٪ کود دامی +۵۰٪ کود شیمیایی، و F_0: عدم مصرف کود.

N_{Fe}: سولفات آهن، N_{Zn}: سولفات روی، N_{Mg}: سولفات منیزیم، و N_0: عدم مصرف کود.

جدول ٤.تجزیه واریانس غلظت عناصر دانه جو تحت تأثیر نسبت‌های کودی و عناصر غذایی.

تیمار	درجه آزادی	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منیزیم (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
		میانگین مربعات			
تکرار	۲	۰/۰۲٦ns	۰/۰٤ns	۰/۰٤۳ns	۰/۰۲٥ns
نسبت‌های کودی	۳	۰/۰۰۳*	۰/۲۹۹ **	۰/۰۰۹ns	۰/۰۰۷*
خطای اصلی	٦	۰/۰۰۳	۰/۰۹۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲
عناصر غذایی	۳	۰/۰۰۲ns	۰/۲۰۷ **	۰/۰۲۱*	۰/۰۰٤ns
اثر متقابل	۹	۰/۰۰۲ns	۰/۰۳٥ns	۰/۰۰۸ns	۰/۰۱۹ns
خطای فرعی	۲٤	۰/۰۰۳	۰/۰۲۷	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱
ضریب تغییرات	–	۸/٦۷	۳/۱۳	۰/٥۹	۳۷

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

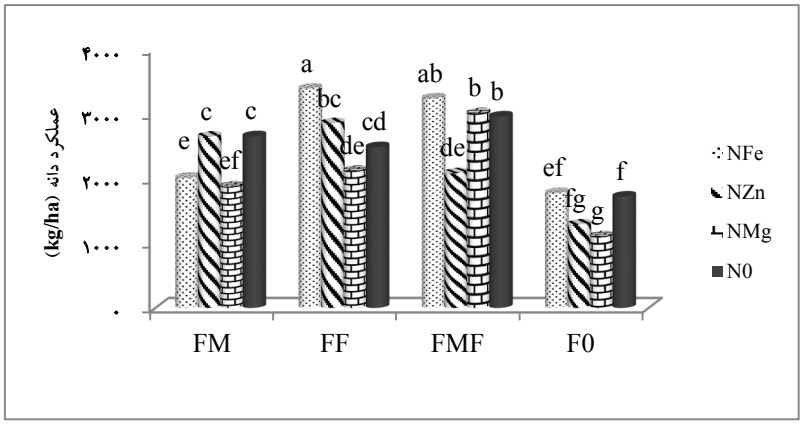
جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی غلظت عناصر دانه جو.

تیمار		آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منیزیم (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
		نوع کود			
F_M		۰/٦۷۱a	۲/٤۱۹a	۱٦/۲۷۸a	۰/۳۰۹a
F_F		۰/٦۳۷b	۲/٤۰۱b	۱٦/۳۰۲a	۰/۲۸۲ ab
F_{MF}		۰/٦۳۹b	۲/۲۸٤ab	۱٦/۲٦۰a	۰/۳۰۷a
F_0		۰/٦٤٤b	۲/۲۹٤ab	۱٦/۳۲٦a	۰/۲۷٥ ab
		عنصر غذایی			
N_{Fe}		۰/٦٦۳a	۲/۳۰٤ab	۱٦/۳٤ab	۰/۲٦٥a
N_{Zn}		۰/٦٥٥a	۲/۳٤۱a	۱٦/۳۰۱ab	۰/۳۰۱a
N_{Mg}		۰/٦٤۳ab	۲/۳۳۰ab	۱٦/۳۸۸a	۰/۲۷۹a
N_0		۰/٦۲۹a	۲/۰٦۳b	۱٦/۲۳۸b	۰/۳۰۹a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

F_M: ۱۰۰٪ کود دامی، F_F: ۱۰۰٪ کود شیمیایی، F_{MF}: ۵۰٪ کود دامی +۵۰٪ کود شیمیایی و F_0: عدم مصرف کود.

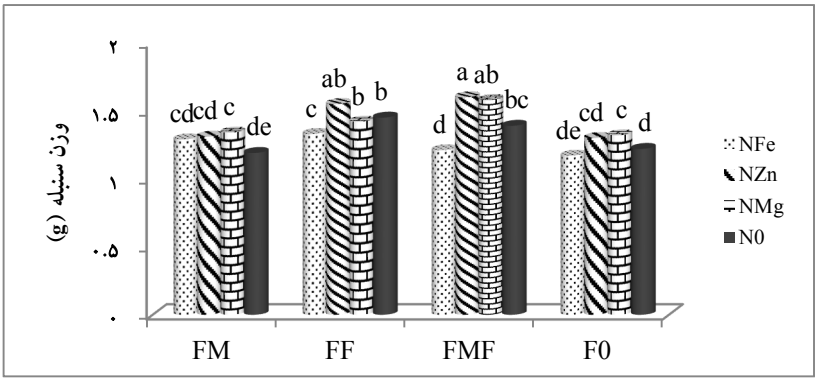
N_{Fe}: سولفات آهن، N_{Zn}: سولفات روی، N_{Mg}: سولفات منیزیم، و N_0: عدم مصرف کود.



شکل ۱. اثر برهمکنش نوع کود و عنصر غذایی بر عملکرد دانه جو.

F_M: ۱۰۰٪ کود دامی، F_F: ۱۰۰٪ کود شیمیایی، F_{MF}: ۵۰٪ کود دامی +۵۰٪ کود شیمیایی، و F_0: عدم مصرف کود.

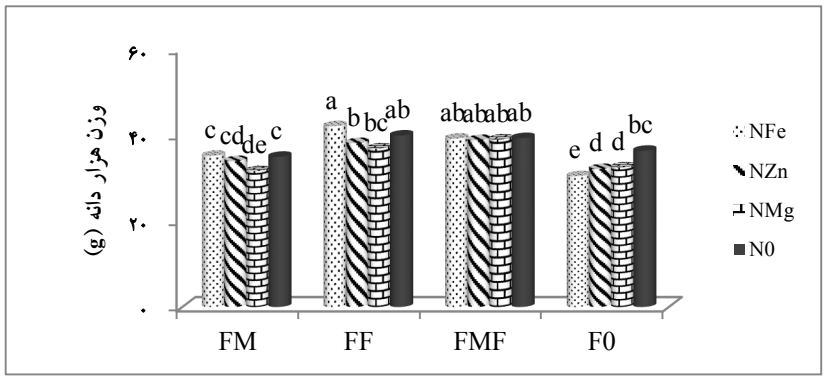
N_{Fe}: سولفات آهن، N_{Zn}: سولفات روی، N_{Mg}: سولفات منیزیم، و N_0: عدم مصرف کود.



شکل ۲. اثر برهمکنش نوع کود و عنصر غذایی بر وزن سنبله جو.

F_M: ۱۰۰٪ کود دامی، F_F: ۱۰۰٪ کود شیمیایی، F_{MF}: ۵۰٪ کود دامی + ۵۰٪ کود شیمیایی، و F_0: عدم مصرف کود.

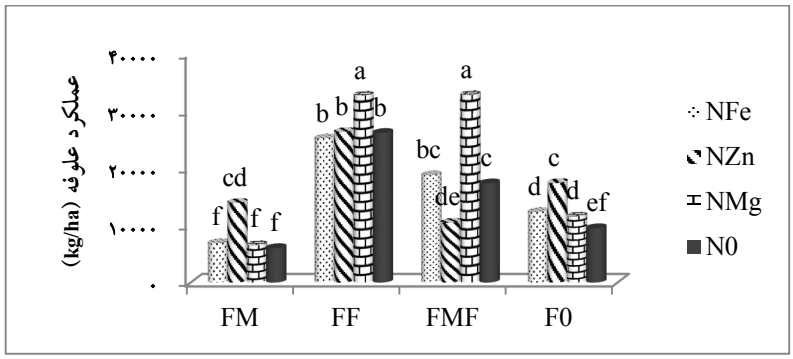
N_{Fe}: سولفات آهن، N_{Zn}: سولفات روی، N_{Mg}: سولفات منیزیم، و N_0: عدم مصرف کود.



شکل ۳. اثر برهمکنش نوع کود و عنصر غذایی بر وزن هزار دانه جو.

F_M: ۱۰۰٪ کود دامی، F_F: ۱۰۰٪ کود شیمیایی، F_{MF}: ۵۰٪ کود دامی +۵۰٪ کود شیمیایی، و F_0: عدم مصرف کود.

N_{Fe}: سولفات آهن، N_{Zn}: سولفات روی، N_{Mg}: سولفات منیزیم، و N_0: عدم مصرف کود.



شکل ٤. اثر برهمکنش نوع کود و عنصر غذایی بر عملکرد علوفه جو.

F_M: ۱۰۰٪ کود دامی، F_F: ۱۰۰٪ کود شیمیایی، F_{MF}: ۵۰٪ کود دامی + ۵۰٪ کود شیمیایی، و F_0: عدم مصرف کود.

N_{Fe}: سولفات آهن، N_{Zn}: سولفات روی، N_{Mg}: سولفات منیزیم و N_0: عدم مصرف کود.

بحث

عملکرد و اجزای عملکرد: عملکرد دانه تابعی از برهمکنش بین اجزای مختلف عملکرد است که به شدت تحت تأثیر محیط رشد گیاه و عملیات مدیریتی گیاه زراعی قرار دارد (Farhad et al., 2009). تغذیه کافی و متعادل عناصر غذایی برای دستیابی به عملکردهای مناسب در گیاهان زراعی اهمیت و ضرورت زیادی دارد. نتایج این آزمایش مشخص کرد علی رغم اینکه بیشترین عملکرد دانه از مصرف کود شیمیایی توصیه شده به‌همراه کود سولفات آهن حاصل شد، اما میزان عملکرد حاصل از کاربرد توأم کودهای دامی و شیمیایی به‌همراه کود سولفات آهن با تیمار مذکور اختلاف چشمگیری نشان نداد و نسبت به سایر تیمارها نتیجه بهتری بدست آورد (شکل ۱). معتمد (۱۳۸٤) با انجام آزمایشی نتیجه گرفت که کاربرد کودهای شیمیایی NPK به همراه عناصر کم‌مصرف عملکرد دانه گندم را نسبت به کود شیمیایی به تنهایی افزایش داد. همچنین تحقیقات حسن‌زاده قورت‌تپه و همکاران (۱۳۸۰) در مورد آفتابگردان، و فلاح و همکاران (۱۳۸٦) در مورد ذرت دانه‌ای بیانگر این بود که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و معدنی عملکرد را به میزان بیشتری نسبت به کاربرد تنهای این کودها افزایش داد. نامبردگان دلیل این امر را نقش کودهای آلی در بهبود ساختمان خاک و تأمین برخی عناصر کم مصرف و همچنین عناصر ضروری گیاه توسط کودهای معدنی ذکر کردند. افزایش فعالیت میکروبی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک، اصلاح خواص فیزیکی خاک، تهویه بهتر ریشه در خاک و رشد بیشتر آن از دلایل افزایش عملکرد در سیستم‌های تغذیه تلفیقی معدنی و آلی می‌باشند (Nandhagopal et al., 1995). کاربرد عناصر کم مصرف به همراه عناصر پرمصرف می‌تواند نقش مهمی در بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان زراعی داشته باشد. اثر عنصر آهن در افزایش عملکرد دانه جو ممکن است به دلیل نقش مهم عنصر کم‌مصرف آهن در رشد گیاه زراعی، فرایندهای مربوط به فتوسنتز، تنفس و دیگر فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه و در نهایت دستیابی به عملکرد دانه بیشتر باشد (Zeidan et al., 2010).

اجزای عملکرد جو نیز به عوامل آزمایش واکنش معنی‌داری نشان دادند. نتایج بخوبی نشان دهنده اثر مثبت تغذیه تلفیقی با کودهای دامی و شیمیایی و استفاده از عنصر کم‌مصرف روی بر صفت وزن سنبله بود (شکل ۲). استفاده از سیستم تلفیقی کود دامی و شیمیایی باعث می‌شود در ابتدای دوره رشد، کود شیمیایی عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه را فراهم کند و پس از آن در طول دوره رشد با معدنی شدن تدریجی نیترات کود دامی و آزاد شدن آن، گیاه از این نیترات در طول دوره رشد استفاده نماید. همچنین با پوسیده شدن کود دامی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تغییر کرده که باعث بهبود ساختمان خاک می‌شود و امکان نفوذ و رشد بیشتر ریشه و جذب بیشتر مواد غذایی توسط ریشه را فراهم می‌کند (میرلوحی و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین گزارش شده است که کودهای دامی می‌توانند انحلال پذیری و قابلیت جذب عناصر کم مصرف کاتیونی را در خاک افزایش دهند (اشرفی، ۱۳۸۰). عنصر روی جزء مهم‌ترین عناصر کم‌مصرف مورد نیاز برای رشد گیاهان زراعی است. روی از اجزای مهم بسیاری از آنزیم‌ها و اسیدهای نوکلئیک بوده و نقش اساسی در سنتز پروتئین‌ها و متابولیسم اکسین دارد (Bahremand et al., 2011). بنابراین می‌توان اثر روی در افزایش وزن سنبله را به نقش آن در فعالیت‌های تنظیم کننده رشد گیاه و تولید اکسین و نیز افزایش حلالیت و انتقال پذیری این هورمون ارتباط داد (Rajarajan, 1991).

وزن هزار دانه جو به طور معنی‌داری تحت تأثیر عوامل کودی و عناصر غذایی قرار گرفت. وزن هزار دانـه یکی از مهم‌تـرین اجزاء عملـکـرد تعیـین کننده عملکرد نهایی جـو است. بـر طبق نتایج بـدست آمده، اعمال تیمار کود شیمیایی و سولفات آهن تأثیر زیادی بر وزن هزار دانه نسبت به تیمار عدم کاربرد کود داشت (شکل ۳). اثر مثبت کاربرد آهن در ترکیب با کود شیمیایی در افزایش وزن هزار دانه جو می‌تواند به دلیـل تحریک فرایندهای متابولیسمی گیاه در مرحله رشد زایشی برای تولید مقادیر بالای کربوهیدرات و انتقال آنها به دانه و درنتیجه افزایش وزن هزار دانه باشد (Ali, 2012).

عملکرد بیولوژیکی: نتایج این پژوهش بیانگر این است که علی‌رغم اینکه اثرات اصلی عوامل آزمایش بر عملکرد بیولوژیکی جو در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، اما اثرات متقابل آنها بر این صفت از نظر آماری معنی‌دار نشد. نتایج این پژوهش بیانگر آن است تیمار ۱۰۰درصد کود شیمیایی نسبت به سایر تیمارها عملکرد بیولوژیکی جو را به میزان بیشتری در مقایسه با تیمار عدم مصرف کود افزایش داد. Behera (۱۹۹۵) به نتایج مشابهی دست یافت و به تأثیر مثبت کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم اشاره داشت. گزارش شده است که کاربرد کود نیتروژنه رشد رویشی گندم را به دلیل تأخیر در بلوغ گیاه افزایش داده که در نهایت سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی شد (Ali et al., 2005). نتایج همچنین نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه کاربرد ترکیبی کودهای دامی و شیمیایی در افزایش عملکرد بیولوژیکی جو نسبت به عدم کاربرد کود است. نتایج پژوهشی در پاکستان در مورد اثر تلفیق کود دامی با کود شیمیایی بر عملکرد علوفه سورگوم نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه از تیمار کود شیمیایی و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد. اما با تلفیق کود دامی و شیمیایی (۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده + ۵۰ درصد کود دامی) تقریباً همین میزان عملکرد سورگوم علوفه‌ای حاصل شد (Azraf-ul-Haq et al., 2007). در بین عناصر غذایی مورد استفاده، کاربرد کود سولفات آهن موجب بیشترین افزایش در عملکرد بیولوژیکی نسبت به عدم کاربرد کود شد. نتایج پژوهشی که در مصر صورت پذیرفت نشان داد که کاربرد کود آهن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی گندم در مقایسه با عدم مصرف کود گردید (Mahmed et al., 2010).

شاخص برداشت: شاخص برداشت به تیمارهای آزمایش واکنش مثبت و معنی‌داری نشان داد. شاخص برداشت بیان کننده کارایی فیزیولوژیکی گیاه زراعی برای اختصاص ماده خشک به اندام اقتصادی گیاه است (Farhad et al., 2009). کاربرد کود دامی و یا در ترکیب با کودهای شیمیایی منجر به حصول بهترین شاخص برداشت نسبت به تیمار عدم مصرف کود شدند (جدول ۳). Farhad و همکاران (۲۰۰۹) با انجام آزمایشی نتیجه گرفتند که کود دامی باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در گیاه ذرت نسبت به تیمار شاهد گردید. از طرف دیگر نتایج آزمایش این تحقیق مشخص کرد که کاربرد کود شیمیایی باعث کاهش شاخص برداشت جو نسبت به سایر تیمارها شد. کاهش شاخص برداشت در مورد گیاه جو در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژنه توسط تعدادی از محققان گزارش شده است (Małecka and Blecharczyk, 2008; Payne et al., 1991). این نتیجه را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه سبب شد که سرعت فتوسنتزی گیاه در مرحله رشد رویشی افزایش یافته و این عامل موجب افزایش تجمع ماده خشک در این مرحله گردید و بنابراین بر نسبت اندام‌های رویشی به دانه افزوده شد و در نهایت شاخص برداشت کاهش یافت (Maobe et al., 2010). در بین عناصر غذایی مورد استفاده، کود سولفات روی بیشترین تأثیر بر افزایش عملکرد بیولوژیکی جو نسبت به حالتی که

کودی مصرف نشده بود داشت. روی از اجزای آنزیم‌های مهمی چون کربن آنهیدراز و دهیدروژنازها می‌باشد. این عنصر نقش مهمی در سنتز اسید نوکلئیک و پروتئین دارد و به رسیدگی و پرشدن دانه کمک می‌کند. همچنین همان طور که اشاره شد، عنصر روی برای بیوسنتز هورمون اکسین و نیز برای متابولیسم کربوهیدارت و نیتروژن که عامل افزایش عملکرد دانه هستند مورد نیاز می‌باشد (Hazra and Som, 1999; طلیعی و صیادیان، ۱۳۷۹). Ravindra و همکاران (۱۹۹٦) گزارش کردند که مصرف روی باعث افزایش شاخص برداشت در گیاه گندم گردید.

عملکرد علوفه: برهمکنش بین عوامل کودی و عناصر غذایی بر عملکرد علوفه جو اثر معنی‌داری داشت. تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات آهن ونیز ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات آهن اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با یکدیگر نشان نداد و اثر بیشتری بر افزایش عملکرد علوفه در مقایسه با دیگر تیمارهای آزمایش داشتند (شکل ٤). با توجه به این که عملکرد علوفه تحت تأثیر رشد رویشی قرار دارد، استفاده از کودهای شیمیایی اثر زیادی بر این صفت دارد و همان‌طور که ملاحظه می‌شود استفاده از کود شیمیایی به شدت عملکرد علوفه را افزایش داد. تلفیق کودهای دامی و شیمیایی نیز می‌تواند رشد رویشی و عملکرد علوفه را افزایش دهد، زیرا در سیستم تلفیقی وجود مقداری کود شیمیایی در ابتدای رشد کمبود عناصر محیط ریشه را جبران نموده و حتی ممکن است باعث بهبود تجزیه میکروبی کود آلی شود. به‌عبارت دیگر در سیستم تلفیقی نقش کود شیمیایی جبران کردن اثر نیتروژن‌ربایی باکتری‌ها در اوایل دوره رشد و در نتیجه تجزیه میکروبی سریع و فراهم شدن عناصر غذایی قابل دسترس است (Tamal and Sinha, 2006). Wang و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که کاربرد توأم کودهای آلی و معدنی مزایای زیادی، نه فقط به خاطر افزایش جذب نیتروژن بوسیله ذرت، بلکه به خاطر افزایش عملکرد علوفه داشت. گزارش شده است که عناصر کم مصرف بیشتر در فعالیت‌های متابولیکی گیاه تأثیرگذار بوده و به طور غیرمستقیم با افزایش سرعت رشد گیاه، سطح برگ، دوام سطح برگ و فتوسنتز، و در نتیجه ظهور دیرتر علائم پیری، باعث افزایش عملکرد علوفه می‌گردند (شریفی آشورآبادی، ۱۳۷۷). از طرف دیگر اهمیت عنصر آهن در فعالیت آنزیم‌های متابولیسمی، سنتز کلروفیل، اندام‌زایی و رشد بهتر گیاه زراعی به اثبات رسیده است (El-Quensi et al., 2007) که می‌تواند به عنوان یک عنصر کم‌مصرف در کنار عناصر پرمصرف نقش مهمی در افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی و بهبود رشد رویشی غلاتی مانند جو داشته باشد.

عناصر کم مصرف و منیزیم موجود در بذر: غلظت عناصر آهن، روی و منگنز تحت تأثیر تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری نشان داد، هرچند غلظت منگنز دانه به تیمارهای کودی این آزمایش واکنش معنی‌داری نشان نداد. همچنین اثرات متقابل عوامل آزمایش بر غلظت عناصر مذکور معنی‌دار نبود. استفاده از تیمارهای ۱۰۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی باعث افزایش بیشتر غلظت عناصر اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار عدم مصرف کود شد. برای تولید پایدار محصولات زراعی، کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی می‌تواند بسیار مفید باشد. اثرات مفید کاربرد ترکیبی کودهای دامی و شیمیایی برای جلوگیری از کمبود بسیاری از عناصر غذایی ثانویه و کم‌مصرف در مزارعی که به طور مداوم کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بدون هیچ گونه کود ریزمغذی یا آلی دریافت کرده‌اند گزارش شده است (Chen, 2008). همچنین مشخص شده است که کارایی مصرف عناصر غذایی می‌تواند با تلفیق کودهای دامی و شیمیایی افزایش یابد (Murwira and

Kirchmann, 1993). علاوه بر این، در مورد اثر کودهای دامی بر غلظت عناصر دانه، نتیجه آزمایشی مشخص کرد که کاربرد کود دامی باعث افزایش محتوای عناصر آهن و روی در گیاه جو شد (Yolcu et al., 2010). نتایج آزمایش ما بیانگر این است که استعمال کودهای آهن، روی و منیزیم به طور معنی‌داری بر غلظت این عناصر در دانه جو اثر داشت. استفاده از هر نوع عنصر غذایی غلظت آن را در دانه افزایش داد، به طوری که غلظت عناصر آهن، روی و منیزیم به‌ترتیب در تیمارهای سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منیزیم بیشترین میزان بود. این نتایج نشان داد که استفاده از کودهای حاوی عناصر غذایی کم مصرف و ثانویه باعث افزایش غلظت این عناصر در خاک گردیده و در نتیجه قابلیت جذب عناصر توسط گیاه افزایش یافت. در نهایت با انتقال این عناصر از قسمت‌های رویشی گیاه به دانه در خلال مرحله پر شدن دانه، غلظت آنها در بذر جو افزایش پیدا کرد. نتایج تحقیقاتی که در مورد گیاه جو (Cheng and Jie, 1995) و نیز در مورد گندم (Pahlavan-Rad and Pessarakli, 2009) صورت گرفته است این یافته‌ها را تأیید می‌کنند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد اعمال تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد علوفه، عملکرد دانه و اجزای عملکرد جو داشتند. از طرف دیگر، غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در بذر درنتیجه کاربرد تیمارهای ۱۰۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود دامی+۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین مقادیر را نشان داد. از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که اعمال سیستم تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی به‌عنوان یک راهکار مؤثر در جهت اصلاح حاصلخیزی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی، باعث بهبود بسیاری از خصوصیات کمی و کیفی گیاه جو می‌شود. همچنین مطابق با نتایج بدست آمده استفاده از کودهای حاوی عناصر آهن، روی و منیزیم به‌صورت تنها و یا در ترکیب با کودهای دامی و شیمیایی علاوه بر تأثیر مثبت بر اکثر صفات کمی جو، باعث افزایش معنی‌دار غلظت عناصر در بذر گردید. در پایان پیشنهاد می‌شود که اگر هدف از زراعت جو تولید دانه می‌باشد استفاده از تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه سولفات آهن قابل توصیه می‌باشد و با توجه به اینکه گرایش کنونی به کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی و محصول زراعی، بازدهی بیشتر تولید و نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد، لذا کاربرد تیمار ۵۰ درصد کود دامی +۵۰ درصد کود شیمیایی یعنی مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی توصیه شده ارجحیت دارد. بنابراین می‌توان با تغذیه تلفیقی بوسیله ترکیب کودهای دامی و شیمیایی و مصرف کود منیزیم علاوه بر کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی که تأثیرات منفی زیادی بر سلامت بوم نظام‌های زراعی دارند به عملکرد علوفه معادل با عملکردهای بدست آمده از مصرف کودهای شیمیایی دست یافت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مدیریت و پرسنل محترم پژوهشکده کشاورزی سد سیستان وابسته به دانشگاه زابل به‌دلیل همکاری صمیمانه و فعالانه در اجرای این پژوهش تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

اشـــرفی، ا. (۱۳۸۰). غنی‌ســازی کودهای آلی توســط ترکیبات معدنی آهن. پایان‌نامه کارشـناسـی‌ارشـد رشته خاک‌شناسی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

حسن‌زاده قورت‌تپه، ع.، قلاوند، ا.، احمدی، م.ر. و میرنیا، خ. (۱۳۸۰). بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، آلی و تلفیقی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان در استان آذربایجان غربی. علوم کشاورزی. صفحات ۱۰۴-۸۵

شریفی آشورآبادی، ا. (۱۳۷۷). بررسی حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های زراعی. پایان نامه دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. صفحه ۲۸٤.

صدیق، ه. و کشاورز، پ. (۱۳۷۸). بررسی اثرات کودهای محتوی عناصر Mn، Zn، Fe، Cu درافزایش تولید گندم در استان خراسان. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران.

طلیعی، ع. و صیادیان، ک. (۱۳۷۹). تأثیر آبیاری تکمیلی و تعیین نیاز غذایی در زراعت نخود دیم. علوم زراعی ایران، جلد ۲. شماره ۳. صفحات ٦٦-۵۷.

فلاح، س.، قلاوند، ا. و خواجه‌پور، ر. (۱۳۸٦). تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای (*Zea mays* L.) در خرم آباد لرستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره٤٠. صفحات ٢٤٢-٢٣٣.

معتمـد، ا. (۱۳۸٤). اثر میزان کودهای روی، منگنز و آهن بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان رقم پیشتاز. نهال و بذر. جلد ٤. صفحات ٦٣٤-٦٣١.

میرلوحی، ا. ف.، محمـدی، م.، رضـــوی، س. ج. و نوربخش، ف. (۱۳۸۷). تـأثیر تیمـارهـای مختلف کودی اعمال شده در کاشت برنج و ذرت بر عملکرد جو به‌عنوان کشت دوم در یک تکرار سه ساله. دانش کشاورزی، جلد ۱۸. شماره ۳. صفحات ۱۷۱-۱٦۱.

Ali, E.A. (2012). Effect of iron nutrient care sprayed on foliage at different physiological growth stages on yield and quality of some durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties in sandy soil. Asian Journal of Crop Science. 4(4): 130-149.

Ali, H., Ahmad S., Ali, H. and F.S. Hassan. (2005). Impact of nitrogen application on growth and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agriculture and Social Sciences. 1(3): 216-218.

Azraf-ul-Haq, A., Imran, Q. and Zaeem, M. (2007). Effect of integrated use of organic and inorganic fertilizer on fodder yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 44: 415-421.

Bahremand, S., Mohammadi-Nejad, G. and Golkar, P. (2011). Effect of different zinc levels on seed filling rate and different agronomic traits of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. Advances in Environmental Biology. 5(8): 2186-2193.

Baker, D.E. and Suhr, N. (1990). Atomic absorption and flame emission spectrometry. P. 13-29. In A.L. Page et al., (Eds). Methods of Soil Analysis part 2, 2nd ed., Agron. Monogr.9, ASA, Madison, WI.

Behera, A.K. (1995). Effect of seed rate, row spacing and fertilizer on wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian Journal of Agronomy. 40(3): 510-511.

Chen, J.H. (2008). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or bio-fertilizer for crop growth and soil fertility. International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use. National Chung Hsing University, Taiwan. pp. 1-9.

Cheng, S.Z. and Jie, S.Y. (1995). Study of effect of N fertilizer on Zn, Mn, Fe, Mg content of barley. Chinese Journal of Soil Science. 30(2): 71-73.

El-Quensi, F.E.M., Taha, L.S., Ibrahim, S.M.M. and Farahat, M.M. (2007). Growth and chemical constituents of *Cupressus sempervirens* L. plant as influenced by kinetin and iron treatments at Nubaria. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental S ciences. 2(3): 282-288.

Farhad, W., Saleem, M.F., Cheema, M.A. and Hammad, H.M. (2009). Effect of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). Journal of Animal and Plant Sciences. 19(3): 122-125.

Hazra, P. and Som, M.G. (1999). Technology for vegetable production and improvement, Naya Prakash, Calcutta, India. pp. 103-104.

Leblance, D.V., Gupta, U.C. and Christie, B.R. (1997). Zinc nutrition of silage corn growth on acid podzol. Journal of Plant Nutrition. 20: 345-355.

Liang, Y.J.S., Nicolic, M., Peng, Y., Chen, W. and Jiang, Y. (2005). Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biology and Biochemistry. 37: 1185-1195.

Lindsay, W. L. (1992). Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons Inc. Pub., New York. P. 449.

Mahmed, M.F., Thalooth, A.T. and Khalifa, R.K.M. (2010). Effect of foliar spraying with uniconazole and micronutrients on yield and nutrients uptake of wheat plants grown under saline condition. American Journal of Science. 6: 398-404.

Małecka, I. and Blecharczyk, A. (2008). Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Agronomy Research. 6(2): 517-529.

Maobe, S.N., Akundabweni, L.S.M.., Mburu, M.W.K., Ndufa, J.K., Mureithi, J.G., Gachene, C.K.K., Makini, F.W. and Okello, J.J. (2010). Effect of mucuna green manure and inorganic fertilizer urea nitrogen sources and application rates on harvest index of maize (*Zea mays* L.). World Journal of Agricultural Sciences. 6(5): 532-539.

Mentler, A., Partaj, T., Strauss, P., Soumah, H. and Blum, W.E. (2002). Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. Research paper, 17th World Congress of Soil Science, Thailand.

Murwira, H.K. and Kirchmann, H. (1993). Carbon and nitrogen mineralization of cattle manures subjected to different treatments in Zimbabwean and Swedish soils. In: Mulongoy, J. and Merckx, R. (Eds.). Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture. John Wiley., Chichester, UK. pp. 189-198.

Mousavi-Nik, M., Rangel, Z., Hollambys, G.J. and Asher, J. (1997). Seed manganese content is more important than fertilization for wheat under Mn deficient conditions. Journal of Plant Nutrition.20: 267-268.

Nandhagopal, A., Subramanian, K.S. and Gopalan, A. (1995). Response of sunflower hybrids to nitrogen and phosphorus under irrigated condition. Madras Agricultural Journal. 82: 80-83.

Ofosu-Anim, J. and Leitch, M. (2009). Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. Australian Journal of Crop Science. 3(1): 13-19.

Olesen, J.E., Askegaard, M. and Rasmussen, I.A. (2009). Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. European Journal of Agronomy.30: 119-128.

Pahlavan-Rad, M.R. and Pessarakli, M. (2009). Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration of zinc, iron, and manganese in wheat grains. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 40: 1322-1332.

Payne, W.A., Lascano, R.J., Hossner, L.R., Wendt, C.W. and Ohken, A.B. (1991). *Pearil millet* growth as affected by phosphorus and water. Agronomy Journal. 83: 942-948.

Rajarajan, A. (1991). Radiotracer studies on zinc nutrition of rice. Ph.D. Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore.

Ravindra, S., Meena, N.L., Godara, A.S. and Singh, R. (1996). Growth and yield attributes of wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by phosphorus, zinc sulphate and plant growth regulator. Annals of Biological Research. 1:1-2.

SAS Institute. (2002). The SAS system for windows. Release 9.1. SAS Inst.

Shirani, H., Hajabasi, M.A., Afyuni, M. and Hemmat, A. (2002). Effect of farmyard manure and tillage system on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research. 68: 101-108.

Singh, B., Singh, Y. and Meelu, O.P. (1992). Effect of green manure, wheat straw and organic manure on DTPA extractable Fe, Mn, Zn and Cu in a calcareous sandy loam soil. Journal of Indian Society of Soil Science. 40: 114-118.

Tamal, D. and Sinha, A.C. (2006). Effect of organic and inorganic sources of nutrients on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) under Terai region of West Bengal. Journal of Interacademicia. 10: 16-19.

Wang, X.B., Cia, D.X. and Hang, J.Z.Z. (2001). Land application of organic and inorganic fertilizers for corn in dry land farming in a region of north China sustaining global farm. Ston, D.E. Montar, R.I.I.I. and Steinhardt, G.C. (Eds.). pp. 419-422.

Yilmaz, A., Ekis, H. and Cakmak, I. (1997). Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. Journal of Plant Nutrition. 20: 461-471.

Yolcu, H., Gunes, A., Dasci, M., Turan, M. and Serin, Y. (2010). The effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. Ekoloji.19(75): 71-81.

Zeidan, M.S., Mohamed, M.F. and Hamouda, H.A. (2010). Effect of foliar fertilization of Fe, Mn and Zn on wheat yield and quality in low sandy soils fertility. World Journal of Agricultural Sciences. 6(6): 696-699.