

اثر کود مرغی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گندم در شرایط دیم

عبدالله جوانمرد^{۱*}، امیر اسدی دانالو^۲

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۰۴

چکیده

مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی سبب عدم توازن عناصر غذایی بویژه عناصر کم‌مصرف در خاک شده و منجر به کاهش جذب عناصر آهن، روی و منگنز توسط گیاه شده است. به علاوه شرایط آهکی و قلیایی خاک‌های استان آذربایجان شرقی از عوامل محدود کننده جذب عناصر کم‌مصرف می‌باشد. بدین منظور جهت بررسی اثرات عناصر ریزمغذی و کود آلی مرغی بر برخی خصوصیات گندم رقم سرداری، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارها شامل عناصر کم‌مصرف سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، سولفات آهن + سولفات روی، سولفات آهن + سولفات منگنز، سولفات روی + سولفات منگنز، کود مرغی، کود آلی مرغی + سولفات آهن، کود مرغی + سولفات روی، کود مرغی + سولفات منگنز و کود مرغی + سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز به همراه شاهد بود. آهن، روی، منگنز به ترتیب با غلظت‌های ۱، ۳ و ۱ در هزار مصرف شدند. نتایج نشان داد که کاربرد تلفیقی عناصر کم‌مصرف و کود آلی سبب افزایش درصد نیتروژن و محتوای پروتئین دانه گردید. به طوری که کاربرد تلفیقی کم‌مصرف‌ها و کود مرغی عملکرد دانه، عملکرد پروتئین، درصد پروتئین و درصد پتاسیم را به ترتیب ۴۴/۸۶، ۵۴/۲۴، ۶/۳۸ و ۴۱/۸۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین درصد فسفر دانه با کاربرد سولفات آهن و بعد از آن با کاربرد همزمان سولفات آهن و کود مرغی مشاهده شد. به طور کلی، عناصر کم‌مصرف و کودهای آلی با تأثیر بر جذب عناصر پرمصرف خاک سبب بهبود عملکرد و کیفیت دانه گندم خواهند شد.

واژگان کلیدی: پروتئین دانه، درصد نیتروژن، عملکرد دانه، کود آلی.

مقدمه

با توجه به اینکه بیش از ۳ میلیارد نفر در دنیا از کمبود عناصر کم مصرف رنج می‌برند، بنابراین نیاز به غنی‌سازی زیستی در گیاه مهمی همچون گندم ایجاد می‌کند تا هر گونه راهکاری برای بهینه کردن تولید و کیفیت این محصول مورد ارزیابی قرار گیرد (Li et al., 2015).

در زمین‌های خشک و نیمه‌خشک مقدار ماده آلی خاک بسیار کم است. در ایران مواد آلی در بیش از ۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی کمتر از ۱ درصد است. یکی از روش‌هایی که باعث افزایش ماده آلی و افزایش عناصر غذایی قابل جذب گیاه در خاک می‌شود، کودهای آلی می‌باشند.

کود مرغی علاوه بر داشتن عناصر ماکرو و میکرو (منگنز، آهن، مس و بر)، یکی از کودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولید گیاهان زراعی است و از نظر داشتن نیتروژن نسبت به سایر کودهای دامی غنی‌تر است (Zhou et al., 2005). بطوری که نزدیک به ۷۴ درصد از فسفر کل و ۴۰ درصد از نیتروژن کل موجود در کود مرغی به شکل قابل دسترس هستند (Ghosh et al., 2004). کود مرغی دارای خواصی مانند آزادسازی تدریجی نیتروژن (کاهش آبشویی نترات)، ترکیبات پتاسیم و کلسیم (کاهش اسیدی شدن خاک) و ماده آلی (افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی) می‌باشد (Ghosh et al., 2004).

از طرف دیگر یکی از راه‌های ساده برای نیل به خودکفایی و جامعه‌ای سالم و تندرست، اضافه کردن عناصر کم مصرف به خاک و یا مصرف آن به صورت محلول پاشی می‌باشد. پهلوان راد و همکاران (Pahlavanrad et al., 2008)، مارالیان و همکاران

(Maralian et al., 2009)، رحیمی‌چگنی و همکاران (Rahimichegni et al., 2009) روی گندم و بوربوری و همکاران (Boorboori et al., 2012) روی جو اثرات مثبت تغذیه عناصر کم مصرف را بر کمیت و کیفیت این گیاهان گزارش کردند.

مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی مانند نیتروژن و فسفر، عدم کاربرد کودهای دارای عناصر کم مصرف، وجود خاک‌های آهکی با ماده آلی کم و کشت متناوب اراضی سبب تشدید کمبود عناصر کم مصرف در خاک‌های زیر کشت غلات کشور گردیده است (Li et al., 2015). گیاهانی که در خاک‌های آهکی و خاک‌هایی با pH بیش از ۷/۷ رشد می‌کنند، معمولاً دچار کمبود آهن هستند، همچنین جذب آهن در خاک‌هایی که مواد آلی پایینی دارند کاهش می‌یابد، عناصر روی و منگنز قابل دسترس گیاهان نیز با افزایش pH خاک کاهش می‌یابد (Yilmaz et al., 1997).

عناصر آهن در متابولیسم گیاه به ویژه در سنتز کلروفیل، در ساختار آنزیم‌هایی از قبیل کاتالاز، پراکسیداز و فلاوپروتئین‌ها نقش کلیدی ایفا می‌کند. لی و همکاران (Li et al., 2007) بیان کردند که کمبود آهن به طور زیان‌باری رشد دانه و در نتیجه سلامت جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کمبود عنصر روی هم به عنوان پنجمین عامل بیماری و مرگ در کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود (Li et al., 2015). بیشتر از ۲۰ درصد مرگ و میر کودکان زیر ۵ سال در دنیا به کمبود آهن و روی نسبت داده می‌شود (Velu et al., 2014). بلالی و همکاران (Balali et al., 2001) با انجام آزمایش در ۷۰۰ مزرعه طی دو سال گزارش نمودند که ۳۷ درصد خاک‌های ایران دچار کمبود آهن، ۴۰ درصد دچار

کمبود روی و ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز می‌باشند. فیضی اصل و ولی‌زاده (Feiziasl and Valizadeh 2004) حد بحرانی آهن، منگنز و روی را در خاک‌های گندم دیم شمال غرب را به ترتیب ۸/۸، ۱۱/۳ و ۰/۸۸ گزارش نمودند. حمیدی اصیل و همکاران (Hamidi Asil *et al.*, 2014) حد بحرانی آهن، روی، مس، منگنز و بر را در منطقه قزوین به ترتیب ۹، ۱/۶۵، ۰/۹، ۳/۷۵ و ۱/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک تعیین کردند.

مواد و روش‌ها

یک استراتژی مهم برای افزایش غلظت عناصر کم‌مصرف در دانه کوددهی گیاهان با خاک یا محلول‌پاشی می‌باشد. یلماز و همکاران (Yilmaz *et al.*, 1997) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام گندم مشاهده کردند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم هم افزایش می‌یابد و سبب غنی‌تر شدن دانه شد.

سادانا و همکاران (Sadana *et al.*, 1991) نتیجه گرفتند که مصرف حاکی و محلول‌پاشی گندم با استفاده از سولفات منگنز، رشد و عملکرد را نسبت به شاهد افزایش و مقدار منگنز در دانه و کاه افزایش یافت. بوربوری و همکاران (Boorboori *et al.*, 2012) نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی آهن عملکرد دانه و وزن هزاردانه را بطور معنی‌داری افزایش داد، ولی محلول‌پاشی روی فقط عملکرد دانه را بهبود بخشید. آن‌ها همچنین پیشنهاد کردند جهت افزایش عملکرد، غلظت روی و درصد پروتئین دانه بهتر است محلول‌پاشی در تلفیق با مصرف حاکی عناصر کم‌مصرف استفاده شود، بطوری که با این عمل میزان عنصر روی دانه ۳ برابر افزایش می‌یابد. چاکماک و همکاران (Cakmak *et al.*, 2010) بیان کردند که

این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

عناصر کم‌مصرف آهن، روی و منگنز ابتدا با روش DTPA استخراج و سپس با استفاده از دستگاه جذب اتمی قرائت شدند (Lindsay and Norvel, 1978)، درصد نیتروژن با کج‌لدال (Mremner and Mulvaney, 1982)، مواد آلی با روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, 1982)، فسفر قابل جذب با روش اولسن و سومرس (Olsen and Sommers, 1982)، پتاسیم قابل جذب توسط محلول استات آمونیوم و فلیم فتومتری تعیین شدند. طبق نتایج جدول ۱ میزان آهن نشان داده شده ۶/۱۳ می‌باشد که در مقایسه با حد بحرانی آن (۸/۸) کمبود نشان می‌دهد، میزان منگنز خاک معادل ۷/۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بوده که در مقایسه با حد بحرانی آن (۱۱/۳) دارای کمبود است. همچنین میزان روی خاک ۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که در مقایسه با حد بحرانی آن (۰/۸۸) کمبود نشان

یک استراتژی مهم برای افزایش غلظت عناصر کم‌مصرف در دانه کوددهی گیاهان با خاک یا محلول‌پاشی می‌باشد. یلماز و همکاران (Yilmaz *et al.*, 1997) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام گندم مشاهده کردند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم هم افزایش می‌یابد و سبب غنی‌تر شدن دانه شد. سادانا و همکاران (Sadana *et al.*, 1991) نتیجه گرفتند که مصرف حاکی و محلول‌پاشی گندم با استفاده از سولفات منگنز، رشد و عملکرد را نسبت به شاهد افزایش و مقدار منگنز در دانه و کاه افزایش یافت. بوربوری و همکاران (Boorboori *et al.*, 2012) نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی آهن عملکرد دانه و وزن هزاردانه را بطور معنی‌داری افزایش داد، ولی محلول‌پاشی روی فقط عملکرد دانه را بهبود بخشید. آن‌ها همچنین پیشنهاد کردند جهت افزایش عملکرد، غلظت روی و درصد پروتئین دانه بهتر است محلول‌پاشی در تلفیق با مصرف حاکی عناصر کم‌مصرف استفاده شود، بطوری که با این عمل میزان عنصر روی دانه ۳ برابر افزایش می‌یابد. چاکماک و همکاران (Cakmak *et al.*, 2010) بیان کردند که

می‌دهد.

تیمارها شامل سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، کود مرغی، سولفات آهن + سولفات روی، سولفات آهن + سولفات منگنز، سولفات آهن + کود مرغی، سولفات روی + سولفات منگنز، سولفات منگنز، سولفات روی + کود مرغی، سولفات منگنز + کود مرغی، سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز + کود مرغی و تیمار شاهد بودند. آهن از منبع سولفات آهن تولیدی شرکت سین جنتا، کود روی از منبع سولفات روی (۳۴ درصد) تولیدی شرکت کنجاله‌ساز زنجان و منگنز از منبع سولفات منگنز تأمین شدند.

محلول پاشی در دو نوبت در مراحل پنجه‌زنی و گلدهی انجام شد. غلظت سولفات آهن و منگنز ۳ در هزار و سولفات روی ۱ در هزار در نظر گرفته شدند. پس از آماده‌سازی زمین و تهیه کرت‌ها، در زمان اجرای آزمایش مقادیر لازم از کودهای نیتروژن، فسفر، پتاس و گوگرد به ترتیب از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کود گوگرد مورد استفاده قرار گرفتند. مقادیر کودهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد به ترتیب ۱۵۰، ۱۰۰، ۶۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین به مقدار ۲ تن در هکتار از کود آلی مرغی استفاده گردید. کودهای فسفوری و پتاسیمی همزمان با کاشت، نیتروژن در سه مرحله به صورت یک سوم در زمان کاشت و دو سوم باقیمانده به صورت سرک در مراحل انتهای پنجه زنی و گلدهی در اختیار گیاه قرار داده شد. رقم سرداری با تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع پس از ضدعفونی با قارچ کش کاربوکسین - تیرام در ۲۵ مهرماه ۱۳۹۲ کشت گردید. هر کرت آزمایشی به طول ۴ متر و عرض ۲ متر دارای ۱۰ ردیف با فاصله ردیف‌های ۲۰ سانتیمتر بود. فاصله بین کرت‌ها و بین بلوک‌ها به ترتیب ۱/۵ و ۱/۵

متر لحاظ شد. در مرحله پنجه دهی گندم مطابق با مرحله ۲۱ زایدوکس و همکاران (Zadoks et al., 1974) با علف‌هرز پهن برگ به کمک علف کش تو فور دی (2-4-D) به میزان دو لیتر در هکتار مبارزه گردید. در نهایت به منظور تعیین عملکرد و اجرای عملکرد دانه، پس از رسیدگی و حذف حاشیه‌ها از طرفین کرت‌ها، ۲ متر مربع از وسط هر کرت در ۱۰ تیرماه ۱۳۹۳ برداشت شده، به آزمایشگاه منتقل و پس از تعیین عملکرد بیولوژیک با عمل کوبیدن، دانه‌ها از سنبله جدا شد. پس از برداشت محصول صفاتی همچون نیتروژن، پتاسیم و فسفر دانه اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین مقدار نیتروژن از روش کجلدال و برای تعیین مقادیر فسفر و پتاسیم از روش خاکستر خشک استفاده شد (Lindsay and Norvel, 1978). درصد پروتئین نیز با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد (Mremner and Mulvaney, 1982). اساس کار در روش کجلدال بر اندازه‌گیری نیتروژن کل موجود در نمونه آزمایشی استوار است و فرض بر آن است که تمام نیتروژن موجود از نوع پروتئین است. بنابراین، پس از اندازه‌گیری نیتروژن کل نمونه با اعمال ضریب ۶/۲۵، درصد پروتئین در تیمارهای مختلف محاسبه شد (Jensen, 1996). عملکرد پروتئین کل نیز از حاصلضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه بدست آمد. در نهایت بعد از آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS انجام پذیرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Some physical and chemical properties of soil

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) Electrical Conductivity (dS/m)	pH	درصد آهک Lime percent	درصد کربن آلی Organic matter	فسفر قابل جذب P (av.) (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب K (av.) (mg/kg)	آهن قابل جذب Fe (av.) (mg/kg)	منگنز قابل جذب Mn (av.) (mg/kg)	روی قابل جذب Zn (av.) (mg/kg)	درصد نیتروژن کل Total nitrogen (%)	درصد شن Sand (%)	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)
0.89	8.18	11.68	0.52	4.47	321	6.13	7.52	0.48	0.05	14	43	43

جدول ۲- کل بارش ماهانه، میانگین دمای ماهانه و رطوبت نسبی در طی سال آزمایش

Table 2- Total monthly precipitation, mean monthly temperature and relative humidity during experiment year

	مهر October	آبان November	آذر December	دی January	بهمن February	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July
کل بارش ماهانه Total monthly rainfall (mm)	0.1	51.9	41.1	2.1	16.4	35	24.4	25.1	7	3.7
میانگین درجه حرارت ماهانه Average monthly temperature (°C)	16.5	10.6	1.7	-5.1	1.6	8.9	11.2	12.1	22.4	27.9
دمای کمینه Minimum temperature (°C)	9.9	5.9	-2.2	-9.3	-3.5	3.5	5.3	18.6	15.3	20.9
دمای بیشینه Maximum temperature (°C)	23	15.2	5.6	-0.8	6.8	14.4	17.2	0	29.6	34.8
درصد رطوبت کمینه Minimum humidity (%)	25	44	56	67	40	35	28	25	18	18
درصد رطوبت بیشینه Maximum humidity (%)	57	73	88	93	77	77	71	64	52	48

نتایج و بحث

تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و تعداد سنبله گندم در واحد سطح را به طور معنی داری افزایش می دهند. علت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد بر اثر کاربرد آهن و روی، تأثیر این دو عنصر بر مقدار کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک اسید می باشد. افزایش میزان کلروفیل از طریق افزایش فتوسنتز، عملکرد ماده خشک گیاه را افزایش می دهد (Li et al., 2007).

افزایش وزن دانه را می توان به بهبود سیستم فتوسنتزی و انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه در اثر کاهش عوارض ناشی از شرایط نامطلوب محیطی زمین های دیم به وسیله عناصر روی، منگنز و کود

تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد بین تیمارهای مختلف از لحاظ وزن هزار دانه تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین ها نشان داد که استفاده توأم از سولفات آهن+ سولفات روی+ سولفات منگنز+ کود مرگی و سپس تیمار کود مرگی+ سولفات روی بیشترین تأثیر را در افزایش وزن هزار دانه داشتند و کمترین میزان وزن هزار دانه مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). گری و همانتانرانجان (Gray and Hemantanranjan, 1988) گزارش کردند کاربرد عناصر آهن و روی، عملکرد دانه، وزن هزاردانه،

معنی داری بر اجزای عملکرد دانه و بیوماس تولیدی گندم نداشتند، اما در تمامی موارد بیشترین میزان تولید مربوط به کودهای آهن، روی و منگنز بوده است. گزارش شده است که محلول پاشی عناصر کممصرف، در مرحله هشت برگی با افزایش سطح برگ، وزن خشک برگ و طول دوره گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در غلاف می شود (Bank, 2004). همچنین تغذیه گیاه با ریزمغذیها، به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده، باعث افزایش طول عمر گرده شده و در نتیجه منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل تعداد دانه بیشتری در غلاف می گردد. بامری و همکاران (Bameri et al., 2012) نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد دانه با کاربرد آهن+ منگنز بدست آمد و با کاربرد آهن+ روی+ منگنز به علت اثرات آنتاگونیستی عناصر عملکرد دانه کاهش یافت.

عملکرد بیولوژیک نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگینها نشان داد که استفاده توأم از همه کودها، بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد بیولوژیک دارد و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات اونیملی (Onemli, 2004) مطابقت داشت. همچنین چاکماک و همکاران (Cakmak et al., 2004) به این نتیجه رسیدند که افزایش عناصر ریزمغذی باعث افزایش بیوماس گیاهی غلات می شود. عملکرد دانه نیز به طور معنی داری تحت تأثیر عناصر کممصرف و کود مرغی قرار گرفت (جدول ۳)، به طوری که بیشترین عملکرد دانه از کاربرد توأم عناصر کممصرف با کود مرغی به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴).

مرغی نسبت داد. محلول پاشی عناصر کممصرف در زمان رشد رویشی با افزایش سطح برگ باعث افزایش تشعشع دریافتی و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر گردیده و گیاه با پتانسیل بالقوه بیشتری وارد فاز زایشی می شود، بنابراین گیاه پتانسیل بالاتری جهت تولید دانه از خود بروز می دهد (Cumudini et al., 2001). براون و همکاران (Brown et al., 1993) ادعان دارند که در اثر مصرف آهن و روی، مقدار کل کربوهیدرات، نشاسته و پروتئین دانه بالا می رود که نهایتاً افزایش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. نقش عنصر روی به عنوان بخش فلزی یا به عنوان فعال کننده بعضی از آنزیمها مطرح است. در شرایط کمبود عنصر روی فعالیت آنزیم الکل دی هیدروژناز کاهش می یابد که این کاهش فعالیت باعث تغییرات سوخت سازی عمده خواهد شد، همچنین روی در فعال کردن آنزیمهایی مثل دی هیدروژناز، RNA پلیمراز و DNA پلیمراز نقش اساسی دارد. یافته های حاضر با نتایج مسگرباشی و همکاران (Meskarbashi et al., 2006)، یلماز و همکاران (Yilmaz et al., 1997) و زیدان و همکاران (Zeidan et al., 2010) روی گندم همسویی دارد.

تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر معنی دار تیمارهای آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب به کاربرد تلفیقی سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز + کود مرغی و شاهد مربوط بود (جدول ۴). حسین آبادی و همکاران (Hossenabadi et al., 2006) نتیجه گرفتند که عناصر کممصرف تنها از طریق بهبود شرایط رشد و تأثیر بر اجزای عملکرد دانه تا حدی می توانند عملکرد دانه و کیفیت دانه را افزایش دهند، به طوری که عناصر ریزمغذی تأثیر

عناصر کم‌مصرف و کودهای آلی می‌تواند به علت نقش بحرانی این عناصر در دوره رشد گیاهان باشد، که این عناصر می‌توانند روی فرآیندهای فتوسنتزی، تنفس و فعال کردن سایر فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی نقش داشته باشند، پس نشان دهنده اهمیت عناصر کم‌مصرف در رسیدن به افزایش عملکرد است (Ghosh *et al.*, 2004). سیل‌سپور (Seilsepour, 2007) نتیجه گرفت که با مصرف توام کودهای آهن و روی میزان عملکرد گندم به طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم افزایش یافته است. همچنین او علت افزایش عملکرد را بالا رفتن میزان نشاسته و پروتئین دانه دانست. طاهرخانی و همکاران (Taherkhani *et al.*, 2013). نتیجه گرفتند با کاربرد آهن و منگنز عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله گندم افزایش یافت. این افزایش احتمالاً به دلیل نقش آهن در فعال ساختن حامل‌های الکترون هر دو فتوسیستم می‌باشد. در اثر کمبود آهن فتوسنتز شدیداً کاهش می‌یابد در حالی که کمبود آن اثری بر تنفس ندارد (Velu *et al.*, 2014). اقبال و همکاران (Eghbal *et al.*, 2004) گزارش کردند کاربرد کودهای آلی می‌تواند باعث افزایش عملکرد ذرت نسبت به شاهد گردد که دلیل آن را بهبود وضعیت عناصر غذایی و اسیدیته خاک دانست. فلاح و همکاران (Fallah *et al.*, 2007) مشاهده نمودند که با افزایش مصرف کود مرگی مقدار عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف خاک به طور معنی‌دار افزایش یافت و در نتیجه جذب این عناصر و رشد رویشی گیاه افزایش یافت و در نهایت از طریق بهبود اجزای عملکرد مقدار عملکرد گیاه زیاد شد، به طوری که بالاترین عملکرد با تیمار ۳۰ تن کود مرگی در هکتار به دست آمد. در نهایت با توجه به جدول ۱ و گزارش فیضی اصل و ولی‌زاده

در حقیقت عنصر روی به عنوان کوفاکتور برای آنزیم‌های کاهش دهنده گونه‌های فعال اکسیژن عمل کرده و از این طریق موجب افزایش پایداری غشا، انباشت متابولیت‌هایی مانند پرولین و قندهای محلول، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفواينول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز در شرایط نامطلوب زمین‌های دیم می‌گردد (Ravi *et al.*, 2008) که بر میزان فتوسنتز و عملکرد دانه می‌تواند تأثیر داشته باشد. همچنین عنصر روی و گروه اکسین‌ها به عنوان تحریک‌کننده رشد ریشه در گیاهان مطرح می‌باشند و هنگامی که گیاه در شرایط دیم قرار می‌گیرد می‌تواند با حفظ تعادل رطوبتی موجب بهبود عملکرد دانه گردد (Gadallah, 2000). دادخواه و همکاران (Dadkhah *et al.*, 2014) مشاهده کردند که محلول‌پاشی سولفات روی با کاهش اثرات تنش و افزایش عوامل مؤثر در تولید رنگیزه‌های فتوسنتزی موجب بهبود عملکرد در شرایط خشکی شد. از طرف دیگر کودهای آلی علاوه بر نقش تغذیه‌ای، در بهبود کیفیت محصولات، خواص فیزیکی و افزایش فعالیت بیولوژیک خاک تأثیر معنی‌داری دارند. استفاده از کمپوست و کودهای دامی به افزایش عملکرد دانه منتهی می‌شود (Mahmoudi *et al.*, 2007). فرج‌نیا و خورشیدی بنام (Farajnia and Khourshidi Benam, 2007) گزارش کرده‌اند که استفاده از کودهای مختلف و عناصر کم‌مصرف، می‌تواند عملکرد دانه گندم را ارتقاء دهد. مارالیان و همکاران (Maralian *et al.*, 2009) نتیجه گرفتند در صورت استفاده از عناصر ریزمغذی آهن و روی، عملکرد دانه گندم در مقایسه با شاهد (عدم محلول‌پاشی) به میزان ۹۳۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک در اثر کاربرد

است. بنابراین محلول پاشی منگنز و روی و مصرف کود آلی مرغی در این آزمایش باعث تأمین این عناصر و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد.

(Feiziasl and Valizadeh, 2004) میزان منگنز و روی موجود در خاک زیر حد بحرانی (۱۱/۳ و ۰/۸۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک) مورد نیاز برای گیاه بوده

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کمی گندم
Table 3- Analysis of variance of wheat quantity characteristics

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات			
		وزن هزار دانه 1000-grain weight	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	0.83 ^{ns}	0.86 ^{ns}	623.58 ^{ns}	4657.8*
تیمار Treatment	11	21.25**	44.32**	19329.4**	41730.8**
خطای آزمایش Error	22	1.2	32.94	808.55	1132.04
ضریب تغییرات %C.V	-	2.56	2.46	2.08	3.19

^{ns}, * and **: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability respectively. * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

آبی نتیجه گرفت که درصد پروتئین دانه تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار می گیرد و بالاترین درصد پروتئین دانه را در تیمار آهن + روی به میزان ۱۲/۴ درصد گزارش کرد. تاککار و نیار (Takkar and Nayar, 1990) گزارش کردند که کاربرد عنصر روی باعث افزایش اسیدهای آمینه لیزین و هیستیدین در گندم می گردد. مارشنر (Marschner, 2002) بیان داشت که در شرایط کمبود عنصر روی فعالیت آنزیم RNA پلیمرز و انتقال اسیدهای آمینه کاهش یافته و تجزیه و تخریب RNA شدت می یابد در نتیجه سنتز پروتئین به شدت کاهش می یابد. بنابراین در صورت در دسترس بودن عنصر روی برای گندم درصد پروتئین دانه افزایش می یابد، زیرا عنصر روی به عنوان یک عنصر ساختمانی در RNA پلی-مرز در سنتز پروتئینها نقش دارد. کاهش میزان پروتئین در گیاهان با کمبود عنصر روی نتیجه افزایش تجزیه RNA می باشد.

جدول ۵ بیانگر تفاوت معنی دار بین تیمارها از لحاظ درصد نیتروژن دانه گندم است. مقایسه میانگینها نشان می دهد، کاربرد تلفیقی کودهای کم مصرف با کود آلی بیشترین تاثیر را در افزایش نیتروژن بذر داشته است و کمترین مقدار درصد نیتروژن از کاربرد توأم عناصر منگنز و روی حاصل گردید (جدول ۶). دلیل آن می تواند برهمکنش منفی بین آهن و روی باشد (Ming and Yin, 1992; Rengel and Graham, 1995). درصد پروتئین نیز تحت تاثیر معنی دار تیمارها قرار گرفت (جدول ۵). در مورد درصد پروتئین نیز وضعیت قرارگیری تیمارها مشابه درصد نیتروژن بود. بیشترین و کمترین درصد پروتئین به ترتیب با کاربرد توأم عناصر کم مصرف با کود مرغی و تیمار سولفات منگنز + سولفات روی حاصل شد (جدول ۶).

سیل سپور (Seilsepour, 2007) با بررسی اثرات مصرف آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم

جدول ۴- میانگین صفات کمی گندم تحت تاثیر کودهای کم مصرف و کود مرعی

Table 4- Mean of wheat quantity characteristics affected by micronutrient and poultry fertilizers

تیمار Treatment	وزن هزار دانه 1000-grain weight (gr)	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g/m ²)	عملکرد دانه Grain yield (g/m ²)
Control	38.5d	45g	1230.3g	866.3h
FeSo ₄	41.7c	50de	1326def	972fg
ZnSo ₄	41.23c	44g	1296ef	966.6fg
MnSo ₄	44.63b	52bcd	1373.6cd	924.3fg
Hen	41.76c	53bc	1412.3bc	1030ef
Fe+Zn	41.93c	47.66f	1279.3f	1073.3de
Fe+Mn	44.56b	44.66g	1337.3de	1152.3bc
Fe+Hen	44.83b	54ab	1412.6bc	1161.6bc
Zn+Mn	40.3cd	56a	1432.2ab	964.3fg
Zn+Hen	46.47ab	50.66de	1326def	1100.6cd
Mn+Hen	40.53c	51.33cd	1451.6ab	1171b
Fe+Zn+Mn+Hen	47.1a	49fe	1487a	1255a

در هر ستون میانگین دارای حروف لاتین مشابه تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan test

در بهبود صفات ذکر شده بهتر از سایر کودها بود. همانطور که ملاحظه گردید فراهمی تمامی عناصر سبب بیشترین درصد و عملکرد پروتئین گردید (تیمار کاربرد تلفیقی)، بنابراین طبق قانون حداقل لیپیگ فراهمی همزمان عناصر اثر بخش تر از کاربرد تک تک آن‌ها می باشد و محدودیت یک عنصر سبب کاهش اثر گذاری سایر عناصر خواهد شد. فلاح و همکاران (Fallah *et al.*, 2007) گزارش کردند که افزودن مقادیر کود مرعی باعث افزایش معنی دار نیتروژن موجود در خاک و در نتیجه غلظت نیتروژن دانه گردید. افزایش نیتروژن دانه در اثر افزایش مقدار کود مصرفی توسط توس و همکاران (Toth *et al.*, 2006) در ذرت و گندم گزارش شده است. نتایج مشابهی نیز توسط چاکماک (Cakmak, 2008) گزارش شده است.

درصد فسفر هم تحت تأثیر معنی دار نوع تیمار کودی قرار گرفت (جدول ۵). بیشترین درصد فسفر دانه با کاربرد سولفات آهن حاصل گردید و به دنبال

جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمارهای آزمایش واقع شد. بیشترین عملکرد از کاربرد تلفیقی کودهای ریز مغذی و مرعی بدست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۶). همان طوری که مشاهده می گردد درصد نیتروژن و پروتئین در تیمار شاهد اختلاف معنی داری با کاربرد تلفیقی تمامی کودها نداشت، اما عملکرد پروتئین تیمار شاهد کمتر از کاربرد تلفیقی کودهای کم مصرف و آلی بود. به نظر می رسد کاربرد کودهای کم مصرف و آلی با تأثیر در رشد گیاه و ایجاد شرایط بهینه برای پر شدن دانه سبب بزرگ شدن دانه ها و افزایش وزن هزار دانه گردیده است، اما در مورد تیماری که کودی استفاده نشده بود (شاهد) بذرها ریزتر بود و سهم پروتئین نسبت به نشاسته بیشتر و درصد نیتروژن و پروتئین بالاتر بوده است. در مقایسه تیمارهای کودی از لحاظ اثربخشی روی درصد و عملکرد پروتئین، کود آلی موثرتر از سایر کودها بود و کاربرد کودهای آهن دار نیز

فسفر و انتقال فسفر را از ریشه به ساقه افزایش می‌دهد. کاربرد عنصر روی در خاک‌های عاری از روی، جذب فسفر را از ریشه و غلظت آن را در دانه کاهش داد، بنابراین غلظت فیتات دانه کاهش یافت. در نتیجه نسبت فیتات به Zn با کاربرد عنصر روی کاهش می‌یابد. مارشனர் (Marschner, 2002) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرد.

درصد پتاسیم نیز بطور معنی‌داری تحت تاثیر کودهای کم‌مصرف و کود مرغی قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین نشان داد کاربرد تلفیقی کودها بیشترین اثر را در جذب و انتقال پتاسیم داشت (جدول ۶). دادن کود مرغی و عناصر کم‌مصرف به زمین باعث افزایش مقدار پتاسیم دانه شد که با یافته‌های فلاح و همکاران (Fallah et al., 2007) مطابقت دارد. افزایش مقدار پتاس دانه و برنج در اثر مصرف کود مرغی توسط توپووالاجی و سیلوا (Tuivavalagi and Silva, 1996) نیز گزارش شده است. حسین آبادی و همکاران (Hossenabadi et al., 2006) نتیجه گرفتند که سولفات روی، سولفات منگنز و سولفات آهن میانگین درصد پتاسیم دانه را ۰/۶۸، ۰/۶۷ و ۰/۶۶ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند.

آن کاربرد همزمان کودهای سولفات آهن و کود مرغی بیشترین درصد فسفر را نشان دادند. همانطور که ملاحظه می‌گردد کاربرد کود سولفات روی سبب کاهش فسفر دانه نسبت به شاهد گردید (جدول ۶)، که نشان می‌دهد دو عنصر روی و فسفر برای جذب در سیستم ریشه با یکدیگر رقابت داشته و افزایش غلظت هر کدام در محیط ریشه سبب کاهش جذب دیگری می‌گردد. حسین آبادی و همکاران (Hossenabadi et al., 2006) دلیل کاهش فسفر با کاربرد عنصر روی را همبستگی منفی بین دو گیاه و همچنین اثرات آنتاگونیسمی بین این عناصر برای جذب و ذخیره سازی توسط گیاه می‌دانند. در مورد کاربرد تلفیقی کودها نیز، با توجه به اینکه برخی از عناصر برای جذب با فسفر می‌توانند اثر رقابتی داشته باشند بنابراین جذب و انتقال در این تیمار نیز ضعیف‌تر بوده است. زیدان و همکاران (Zeidan et al., 2010) نشان داد که کاربرد عنصر روی به‌طور معنی‌داری درصد پروتئین دانه و غلظت عنصر روی را افزایش داد، در حالی که غلظت فسفر دانه را کاهش داد. چاکمک و مارشனர் (Cakmak and Marschner, 1986) قبلاً اثبات کرده بودند که کمبود عنصر روی در گیاهان، جذب ریشه‌ای

جدول ۵ - تجزیه واریانس برخی صفات کیفی گندم

Table 5- Analysis of variance of wheat quality characteristics

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of Square				
		نیترژن دانه Seed nitrogen	فسفر دانه Seed phosphorus	پتاسیم دانه Seed potassium	پروتئین دانه Seed protein	عملکرد پروتئین Protein yield
تکرار Replication	2	0.04**	0.003 ^{ns}	0.005**	1.52**	3325766.3**
تیمار Treatment	11	0.1**	0.025**	0.01**	4**	8598437.1**
خطای آزمایش Error	22	0.005	0.001	0.0004	0.18	274614
ضریب تغییرات %C.V	-	4.7	7.8	3.9	4.7	5.45

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}، * and **: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۶- میانگین برخی صفات کیفی دانه گندم تحت تاثیر کودهای کم مصرف و کود مرغی

Table 6- Mean of some wheat quality characteristics affected by micronutrient and poultry fertilizers

تیمار Treatment	درصد نیتروژن Nitrogen percent	درصد فسفر Phosphorus percent	درصد پتاسیم Potassium percent	درصد پروتئین protein percent	عملکرد پروتئین Protein yield (g/m ²)
control	1.6ab	0.33def	0.43f	10.18abc	8825c
FeSo ₄	1.45dc	0.56a	0.39g	9.08d	8828c
ZnSo ₄	1.4d	0.32def	0.46e	8.75de	8455c
MnSo ₄	1.53bc	0.48b	0.52bcd	9.54bcd	8816c
Hen	1.63ab	0.37dc	0.49de	10.16abc	10475b
Fe+Zn	1.67a	0.34de	0.54b	10.43ab	11223b
Fe+Mn	1.27e	0.31ef	0.5cde	7.95ef	9168c
Fe+Hen	1.5cd	0.42c	0.52bcd	9.37cd	10890b
Zn+Mn	1.18e	0.24g	0.47e	7.37f	71.09d
Zn+Hen	1.28e	0.31ef	0.55b	8ef	8807c
Mn+Hen	1.25e	0.28fg	0.54bc	7.79ef	9116c
Fe+Zn+Mn+Hen	1.73a	0.42c	0.61a	10.83a	13612a

در هر ستون میانگین دارای حروف مشابه لاتین تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan test

نتیجه گیری

(کود مرغی + سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز + کود مرغی) بطور موثری جذب عناصر پرمصرف موجود در خاک را تحت تاثیر قرار داده و سبب افزایش عملکرد و کیفیت دانه گندم می گردد. در نتیجه کاربرد تلفیقی کودهای آلی و عناصر ریزمغذی باعث حاصلخیزی خاک و افزایش تولید و کیفیت محصول مورد نظر می گردد، زیرا این سیستم بیشتر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و با افزایش کارایی جذب مواد غذایی تولید محصول را افزایش خواهد داد. همچنین جهت بهره‌وری مناسب از کودهای پرمصرف لزوماً استفاده بیشتر از آنها میسر نبوده و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه توسط سایر عناصر جذب این عناصر نیز تحت تاثیر قرار گرفته و از مصرف بی‌رویه آنها و آلودگی‌های زیست محیطی جلوگیری می‌گردد.

نتایج نشان داد کاربرد تلفیقی تیمارها (کود مرغی + سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز) بر وزن هزار دانه، تعداد دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه نسبت به کاربرد انفرادی بیشتر بود. کاربرد تلفیقی عناصر کم مصرف و کود آلی (کود مرغی + سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز) سبب افزایش درصد نیتروژن و محتوای پروتئین دانه گردید، به طوری که کاربرد تلفیقی عناصر کم مصرف و کود مرغی عملکرد دانه، عملکرد پروتئین، درصد پروتئین و درصد پتاسیم را به ترتیب ۴۴/۸۶، ۵۴/۲۴، ۶/۳۸ و ۴۱/۸۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین درصد فسفر دانه با کاربرد سولفات آهن مشاهده شد و به دنبال آن کاربرد همزمان سولفات آهن و کود مرغی قرار داشتند. می‌توان بیان کرد که کاربرد تلفیقی عناصر کم مصرف و کود آلی

References

فهرست منابع

Balali, M.R., Malakouti, M.J., Zeyaian, A.H., Khogar, Z., Farajnia, A., Kalhor, M., Lotf

Elahi Yaghin, M.A., Golchin, A., Majidi, A., Ghaderi, J. and Kazemi Talachi, M. 2001. Yield and quality of irrigated wheat as affected by different methods of application of micronutrients in different provinces of Iran. *Iranian Journal of Soil and Waters Sciences*, 15 (2): 140-153. (In Persian)

Bameri, M., Abdolshahi, R., Mohammadi-Nejad, G., Yousefi, K. and Tabatabaie, S.M. 2012. Effect of different microelement treatment on wheat (*Triticum aestivum* L.) growth and yield. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (1): 219-223.

Banks, L.W. 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybean. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 22: 226-231.

Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen total. p. 595-624. In: *Methods of Soil Analysis*. Edited by A. L. Page, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Brown, P.H., Cakmak, I. and Zang, Q. 1993. Form and function of zinc in plant. Kluwer Academic publishers. Dordrecht. Netherlands.

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

Cakmak, I. and Marschner, H. 1986. Mechanism of phosphorus induced zinc deficiency in cotton. I. Zinc deficiency-enhanced uptake rate of phosphorus. *Physiologia Plantarum*, 68: 483-490.

Cakmak, I., Torun, A., Millet, E., Feldman, M., Fahima, T., Korol, A., Nevo, E., Braun, H.J. and Ozkan, H. 2004. *Triticum dicoccoides*: an important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50: 1047-1054.

Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A., Aydin, N., Wang, Y., Arisoy, Z., Erdem, H., Yazici, A., Gokmen, O., Ozturk, L. and Horst, W.J. 2010. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 9092-9102.

Cumudini, S., Hume, D. J. and Chu, G. 2001. Genetic improvement in short season soybean: I. Dry matter accumulation, Partitioning, and Leaf area duration. *Crop Science*, 41: 391-398.

Dadkhah, N., Ebadi, A., Parmoon, G., Ghilipoori, E. and Jahanbakhsh, S. 2014. Effect of spraying zinc on photosynthetic pigments and grain yield of chickpea under level different irrigation. *Iranian Journal of Dryland Agriculture*, 2 (2): 141-161. (In Persian)

Eghbal, B., Ginting, D. and Gilly, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96: 442-447.

Fallah, S., Ghalavand, A. and Khajepour M.R. 2007. Effects of animal manure incorporation methods and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in khorramabad, lorestan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11 (40): 233-243. (In Persian)

Farajnia, A. and Khourshidi benam, M.B. 2007. Effect of different application methods of micronutrients on quantitative and qualitative properties of wheat. *Journal of New Agricultural Science (Modern Science of Sustainable Agriculture)*, 3 (7): 103-109. (In Persian)

Feiziasl, V. and Valizadeh, G.H.R. 2004. Effects of phosphorus and zinc fertilizer applications on nutrient concentrations in plant and grain yield in cv. Sardari (*Triticum aestivum* L.) under dryland conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 6(3): 223-238. (In Persian)

Gadallah, M.A. 2000. Effect of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. *Journal of Arid Environment*, 44: 451-467.

Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K.K., Tripathi, A.K., Hati, K.M., Misra, A.K. and Acharya, C.L. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. *Bioresource Technology*, 95: 77-83.

Hamidi Asil, S., Mostashari, M. and Moez Ardalan, M. 2014. A review of the effects of the

position of some of the micro elements and the determination of the critical level on wheat in the city of Qazvin. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 9 (4): 39-46. (In Persian)

Hemantaranjan, A. and Gray, O.K. 1988. Iron and Zinc fertilization with reference to the grain quality *Triticum aestivum* L. *Journal of Plant Nutrition*, 11:1439-1450.

Hossenabadi, A., Galavi, A. and Hedari, M. 2006. Study of the effects of foliar application of Fe, Zn and Mn on wheat cv. Hamone quantity and quality properties in Sistan condition. *New Findings in Agriculture*, 1 (2): 103-110. (In Persian)

Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea – barley intercrops. *Plant and Soil*, 182: 25-38.

Li, B.Y., Zhou, D.M., Cang, L., Zhang, H.L., Fan, X.H. and Qin, S.W. 2007. Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. *Soil and Tillage Research*, 96: 166–173

Li, M., Wang, S., Tian, X., Zhao, J., Li, H., Guo, C., Chen, Y. and Zhao, A. 2015. Zn distribution and bioavailability in whole grain and grain fractions of winter wheat as affected by applications of soil N and foliar Zn combined with N or P. *Journal of Cereal Science*, 61: 26-32.

Lindsay, W.L. and Norvel, W.A. 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.

Mahmoudi, H., Labidi, N., Ksouri, R., Gharsalli, M. and Abdelly, C. 2007. Differential tolerance to iron deficiency of chickpea varieties and Fe resupply effects. *Comptes Rendus Biologies*, 330: 237-246.

Maralian, H., Didar Taleshmikail, R., Shahbazi, K. and Torabi Giglou, M. 2009. Study of the effects of foliar application of fe and zn on wheat quality and quantity properties. *Agricultural Research*, 8(4): 47-59. (In Persian)

Marschner, H. 2002. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic Press Limited. Harcourt Brace and Company, Publishers, London, pp. 347-364.

Meskarbashi, M., Bakhshandeh, A., Nabipour, M. and Kashani, A. 2006. The effects of plant residues and chemical fertilizers on grain yield and yield components of two wheat cultivars in ahvaz. *The Scientific Journal of Agriculture*, 29(1): 53-62. (In Persian)

Ming, C. and Yin, C.R. 1992. Effect of Mn and Zn fertilizers on nutrient balance and deficiency diagnosis of winter wheat crop in pot experiment. International Symposium on the Role of Sulfur, Magnesium and Micronutrient in Balance Plant Nutrition (edited by: S. Portch): 369-379. Sulphur Institute, Washington, USA.

Mremner, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-total. PP. 595-624. In: page, A.L. (ED.), Methods of soil analysis. Part 2. *American Society of Agronomy*, Madison, WI.

Nelson, D.W. and Sommers, L.P. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. p. 539-579. In: Methods of Soil Analysis. Edited by A L. Page, Part 2, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. p. 403-430. In: Methods of Soil Analysis. Edited by A. L. Page, part 2, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Onemli, F. 2004. Effects of soil organic matter on seedling emergence in sunflower. *Plant Soil Environment*, 11: 494–499.

Ozkan, H. 2004. *Triticum dicoccoides*: an important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50: 1047–1054.

Pahlavanrad, M.R., Keykha, Gh.A. and Naroueirad, M.R. 2008. Effects of application of Zn, Fe and Mn on yield, yield component, nutrient concentration and uptake in wheat grain. *Pajouhesh and Sazandegi (in Agronomy and Horticulture)*, 21(2): 142-150. (In Persian)

Rahimi Chegini, R., Khorgami, A., Rafiei, M. and Zeidi Toolabi, N. 2009. Effects of manganese

and zinc sulfate fertilizers on the quantitative and qualitative characteristics of three irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in Khorram Abad. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 4(5): 33-42. (In Persian)

Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N. and Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 32: 382-385.

Sadana, U.S., Nayyar, V.K. and Takker, P.N. 1991. Response of wheat grain grown on manganese deficient soil to the methods and rates manganese sulphate application. *Fertilizer News*, 36(3): 55-57.

Seilsepour, M. 2007. The study of Fe and Zn effects on quantitative and qualitative parameters of winter wheat and determination of critical levels of these elements in Varamin plain soils. *Pajouhesh and Sazandegi In: Agronomy and Horticulture*, 20(3): 123-133. (In Persian)

Taherkhani, S., Habibi, D., Khodarahmi, M. and Rezaie, M. 2013. Evaluation of application iron, zinc and selenium on yield and yield components and its content in durum wheat: role of super absorbent polymers. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 9(3): 67-80. (In Persian)

Takkar, P.N. and Nayar, V.K. 1990. Reports of wheat grain grown on manganese deficient soil on method and rate of manganese sulphate application. *Fertilizer News*, 36: 55-57.

Toth, J.D., Dou, Z., Ferguson, J.D., Galligan, D.T. and Ramberg, C.F.G. 2006. Phosphorus leaching and soil phosphorus. *Journal of Environmental Quality*, 35(6): 2302 – 2312.

Tuivalalagi, N.S. and Silva, J.A. 1996. The effect of chicken manure and inorganic fertilizers on soil properties and the growth and yield of maize (*Zea mays* L.) grown on a Hawaiian Oxisol. *Journal South Pacific Agriculture*, 3: 37-41.

Velu, G., Ortiz-Monasterio, I., Cakmak, I., Hao, Y. and Singh, R.P. 2014. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. *Journal of Cereal Science*, 59: 365-372.

Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, 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 Nutrition*, 20(4 and 5): 461-471.

Zeidan M.S., Mohamed Manal, 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.

Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.

Effect of poultry manure and micronutrient foliar application on some wheat quantity and quality characteristics under rainfed conditions

Abdollah Javanmard^{1*}, Amir Asadi Danalo²

1- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh

2- Ph.D. Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, University of Maragheh

Received: 2015/02/23

Accepted: 2015/09/16

Abstract

Excessive use of chemical fertilizers caused imbalance of nutrients, especially micronutrients in the soil and led to decreased absorption of iron, zinc and manganese by plants. As well as the prevailing calcareous and alkali conditions of agricultural soils in East Azerbaijan have resulted in poor application and uptake of soil micronutrients by crops in the province. In order to investigate the effects of micronutrients and organic fertilizers on some properties of wheat Cv. Sardari, a field experiment based on randomized complete block design (RCBD) with 12 treatments and three replications was established at the Research Farm of Maragheh University during 2013-2014. Treatments were included FeSO_4 , ZnSO_4 , $\text{FeSO}_4 + \text{ZnSO}_4$, $\text{FeSO}_4 + \text{MnSO}_4$, $\text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4$, poultry manure, poultry manure+ FeSO_4 , poultry manure+ ZnSO_4 , poultry manure+ MnSO_4 , poultry manure+ $\text{FeSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4$. Concentration of Fe, Zn and Mn was 1000, 3000 and 1000 ppm, respectively. Results showed that integrated application of micronutrients and organic fertilizers increased nitrogen percent and grain protein content. Combined application of poultry manure+ $\text{FeSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4$ increased grain yield, protein yield, protein content and potassium content by 44.86, 54.24, 6.38 and 41.86 percent, respectively over the control. The highest phosphorous content was achieved by application of FeSO_4 , followed by poultry manure + FeSO_4 . In general, micronutrients and organic fertilizer by influencing the soil macronutrients uptake, enhanced wheat grain yield and quality.

Key words: Grain yield, Nitrogen percent, Organic fertilizer, Seed protein.

