Archive of SID

در
پژوهش و سازندگی
زراعت و باغبانی شماره ۷۹، تابستان ۱۳۸۷

تاثیر کاربرد روی، آهن و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد، غلظت و جذب عناصر غذایی در دانه گندم

• **محمد رضاپهلوان راد**
کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان
• **غلامعلی کیخا**
کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان
• **محمد رضا ناروئی راد**
کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان
تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۸۶
Email:pahlevan354@yahoo.com

چکیده

اثـرات کاربرد عناصر روی، آهن و منگنز بر عملکـرد، اجزای عملکرد، غلظت و جذب عناصر غذایی در دانه گندم، در آزمایشـی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سـه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک زابل در سالهای زراعی ۸۲-۸۱ و۸۳- ۸۲ مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل روی با چهار سطح (۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار به صورت مصرف خاکی و محلول پاشی ۰/۵ درصد سولفات روی)، آهن با دو سـطح (۰ و محلول پاشـی ۱ درصد سولفات آهن) و منگنز با دو سطح (۰ و محلول پاشی ۰/۵ درصد سولفات منگنز) بودند. نتایج نشـان داد که اثر متقابل روی در منگنز اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در خوشـه داشت. بالاترین تعداد دانه در خوشـه مربوط به تیمار کاربرد۸۰ کیلوگرم در هکتار سـولفات روی و محلول پاشـی منگنز بود. اثر متقابل روی در آهن بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید. بالاترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۸۰ کیلوگرم روی و محلول پاشـی آهن بود. منگنز سبب افزایش وزن هزار دانه گردید. مصرف ۸۰ کیلوگرم سولفات روی بر عملکرد دانه در سال۸۲ معنی‌دار گردید. همچنین دراین سال مصرف توام ۸۰ کیلوگرم سولفات روی و محلول پاشی منگنز عملکرد دانه را افزایش داد. محلول پاشی روی، ۹۹ درصد غلظت روی، ۱۰۶ درصد جذب روی و ۸ درصد غلظت آهن در دانه را افزایش داد. محلول پاشـی آهن، ۲۱ درصد غلظت آهن ،۲۰ درصد جذب آهن و ۱۳ درصد غلظت روی در دانه را افزایش داد. محلول پاشـی منگنز سبب افزایش ۷ درصدی غلظت و ۹ درصدی جذب این عنصر در دانه گردید.

کلمات کلیدی: گندم، دانه، روی، آهن، منگنز

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No:79 pp: 142-150

Effects of application of Zn, Fe and Mn on yield, yield component, nutrient concentration and uptake in wheat grain

By: M. R. Pahlavan Rad, Agriculture and Natural Resoures Research Center of Sistan Province.
G. Keykha, Agriculture and Natural Resoures Research Center of Sistan Province.
M. R. Naroui Rad, Agriculture and Natural Resoures Research Center of Sistan Province.

An experiment was conducted at Zahak Agriculture Research Station using factorial design with 3 replications to determine the effects of Zn, Fe and Mn application on wheat yield, component yield, their concentrations and uptake in grains. In this experiment Zn with 4 levels (soil application 0, 40 and 80 kg ha^{-1} and foliar application of 0.5٪ ZnSo4 solution), $FeSo_4$ with 2 levels (0 and 1٪) as foliar application and Mn with 2 levels (0 and 0.5٪) also as foliar application were used. Result showed that the effects of interaction of Zn and Mn were significant on number of grain in spike. Highest number of grain was with application of 80 kg Zn and Mn foliar. Effects of interaction of Zn and Fe were significant on weight of 1000 grain. The most weight of 1000 grain was with application of 80 kg Zn and Fe foliar. Application of 80 kg $ZnSO_4$ alone and 80 kg $ZnSO_4$ with foliar application Mn significantly increased grain yield in 2003. Results of two years showed that Zn foliar application increased Zn concentration, Zn uptake and Fe concentration in grain 99٪, 106٪ and 8٪, respectively. Foliar application of Fe increased concentration of Fe to 21٪, Fe uptake 20٪ and Zn concentration 13٪ in grain. The Mn foliar application increased Mn concentration 7٪ and Mn uptake 9٪ in grain.

Key words: Wheat, grain, Zn, Fe, Mn

مقدمه

نزدیک به ۵۰ درصد از خاک‌های تحت کشت غلات در جهان دارای سطوح کم روی قابل دسترس برای گیاهان هستند که سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصولات شده است. کمبود آهن نیز در حدود ۳۰ درصد از خاک‌های تحت کشت جهان گسترش یافته است (۷). کمبود آهن اکثراً در خاک‌های با pH بالا و خاک‌های آهکی در نواحی خشک مشاهده شده است. زیادی بی‌کربنات در آب آبیاری و خاک ممکن است کمبود آهن را افزایش دهد؛ همچنین جذب آهن در خاک‌هایی که مواد آلی پایین دارند کاهش می‌یابد؛ روی و منگنز قابل دسترس گیاهان نیز با افزایش pH خاک کاهش می‌یابد(۱۰). بلالی و همکاران (۲) با انجام آزمایش در ۷۰۰ مزرعه طی دو سال گزارش نمودند که ۳۷ درصد خاک‌های کشور دچار کمبود آهن، ۴۰ درصد دچار کمبود روی، ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز و ۲۴ درصد دچار کمبود مس می‌باشند. در گزارش آنها حد بحرانی آهن بین ۸-۲ و میانگین کشوری ۴/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم خاک، روی ۱-۰/۴ با میانگین کشوری ۰/۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، منگنز بین ۶/۵-۲/۹ با میانگین کشوری ۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و مس ۱/۱۵-۰/۳۸ با میانگین کشوری ۰/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. کشت متراکم ارقام با عملکرد بالا همراه با کاربرد زیاد کودهای NPK نیز منجر به کمبود عناصر کم مصرف در در بسیاری از کشورها می‌شود (۷).

بیش از ۳ میلیون نفر از جمعیت جهان از کمبود روی و آهن رنج می‌برند. مصرف زیاد و یکنواخت غلات با غلظت‌های پایین عناصر کم مصرف از دلایل عمده برای گسترش جهانی کمبودهای آهن و روی در کشورهای در حال توسعه می‌باشد(۷). کمبود عنصر روی را در انسان می‌توان از طریق افزایش غلظت آن در غلات بر طرف نمود (۱۳). یک استراتژی مهم برای افزایش غلظت عناصر کم مصرف در دانه کود دهی گیاهان با خاک یا محلول پاشی می‌باشد(۷).

Yilmaz و همکاران (۲۱) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف 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 غنی شدن دانه می‌گردد. Sadana و همکاران(۱۸) در تحقیقات خود نتیجه گرفتند که مصرف خاکی و محلول پاشی گندم با استفاده از کودهای سولفات منگنز، رشد و راندمان گندم را نسبت به شاهد افزایش داده و مقدار منگنز در دانه و کاه افزایش یافته است. اعتصام (۱) در بررسی روش‌های مختلف کود دهی عناصر کم مصرف در منطقه سیستان بر روی گندم مشاهده کرد که در رقم کراس فلات، روش تؤام محلول پاشی و مصرف خاکی دارای بالاترین عملکرد بود.

Hamilton و همکاران (۹) با کاربرد ۱۱کیلوگرم در هکتار روی مشاهده کردند که غلظت این عنصر در گیاه افزایش یافت. Schwartz و همکاران (۱۹) مشاهده کردند که استفاده از روی باعث افزایش غلظت روی و کاهش مقدار فسفر در جو گردیده و بر غلظت مس در سطح پنج در صد اثر معنی‌دار داشت. Weggler-Beaton و همکاران (۲۰) مشاهده کردند که کاربرد کودهای آلی جامد همراه با کودهای کم

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف در خاک‌هایی که مقدار روی آنها کم بوده است، باعث افزایش غلظت روی و مس در دانه گندم گردید. Mohammad و همکاران (۱۵) گزارش کردند که کاربرد روی و آهن به روش‌های مختلف عملکرد را نسبت به شاهد افزایش داد و با مصرف روی به روش محلول‌پاشی حداکثر عملکرد و غلظت روی در دانه حاصل شد و با استفاده از روش توأم خاک و محلول‌پاشی بالاترین عملکرد و مقدار آهن در دانه بدست آمد.

مقدار عناصر کم مصرف (روی، آهن، منگنز و مس) در دانه بستگی به مقدار جذب این عناصر به وسیله ریشه در طی مرحله توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش دارد و مقدار انتقال مجدد از این طریق بستگی زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش دارد (۸). Pearson و Rengel (۱۶) انتقال روی و منگنز به دانه گندم را مورد مطالعه قرار داده و دریافتند که روی انتقال مجددی خوبی از برگ‌ها به دانه داشته است در حا لیکه انتقال مجدد منگنز کم بوده است. حرکت آهن در آوند آبکش بین عناصر روی و منگنز می‌باشد (۱۲).

بسیاری از اراضی منطقه سیستان به دلیل بالا بودن pH خاک و کمبود مواد آلی خاک دچار کمبود عناصر کم مصرف بوده که سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصولات مختلف به ویژه گندم گردیده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سالهای زراعی ۸۲-۸۱ و۸۳- ۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک زابل در منطقه سیستان و بر روی گندم رقم‌هامون انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار و با سه فاکتور روی، آهن و منگنز اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح روی (۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی به صورت خاکی و محلول پاشی ۰/۵ درصد سولفات روی)، دو سطح آهن (۰ و محلول پاشی ۱ درصد سولفات آهن) و دو سطح منگنز (۰ و محلول پاشی ۰/۵درصد سولفات منگنز) جمعاً ۱۶ تیمار بودند. اندازه پلاتها ۶ خط ۴ متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر ی بود. تیمارهای خاکی روی قبل از کاشت اعمال شد و سولفات روی خشک بر سطح خاک پاشیده شد و سپس تا عمق ۳۰ سانتی‌متر ی با خاک مخلوط شد. تیمارهای محلول پاشی در دو زمان ابتدای ساقه دهی و ابتدای خوشه دهی اعمال شد. قبل از کاشت از خاک محل آزمایش نمونه مرکب تهیه و بافت خاک، pH، EC، درصدکربن آلی، فسفر، پتاسیم، روی، آهن، منگنز، مس و بر قابل جذب خاک تعیین گردید. در سال اول آزمایش۱۴۶کیلوگرم در هکتار ازت ازمنبع اوره، ۴۶ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰کیلوگرم درهکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات مس استفاده گردید. در سال دوم ۱۳۵کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰کیلوگرم درهکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات مس استفاده گردید. ازت در چهار مرحله، یک چهارم قبل از کاشت، یک چهارم مرحله پنجه، یک چهارم مرحله ساقه دهی و یک چهارم دیگر در مرحله خوشه دهی به صورت سرک استفاده گردید. بقیه عناصر قبل از کاشت به صورت پخش سطحی استفاده و با خاک مخلوط گردید. در طول فصل زراعی مراقبت‌های زراعی انجام گردید و تعداد خوشه در متر مربع، ارتفاع گیاه، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در هکتار اندازه‌گیری گردید. برداشت به صورت کف بر و پس از حذف دو خط حاشیه پلات و نیم متر از طرفین انجام گرفت. پس از برداشت از هر پلات مقداری دانه جهت تعیین غلظت ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، روی ومنگنز و مس به آزمایشگاه ارسال گردید. ازت به روش کجلدال، فسفر به روش کالریمتری، پتاسیم به کمک فلیم فتومتر و به روش استات آمونیم و مقدار روی، آهن ،منگنز و مس به روش DTPA تعیین گردید. مقدار پروتئین دانه با استفاده از ضریب ۵/۸۳ در مقدار ازت دانه محاسبه شد. تجزیه وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SAS انجام و مقایسات میانگین به روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. در هر دوسال بافت خاک لوم شنی بوده و خاک فاقد محدودیت شوری بوده است. مقدار مواد آلی خاک پایین بوده و pH خاک بیشتر از ۸ بوده است. در سال اول آزمایش مقدار روی خاک از حد بحرانی پایین تر بوده است. مقدار آهن خاک در هر دو سال کمتر از حد بحرانی و مقدار منگنز در سال دوم کمتر از حد بحرانی بود.

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل روی در منگنز در سطح ۱ درصد بر تعداد دانه در خوشه معنی‌دار شده است. مقایسات میانگین نشان داد که بالاترین تعداد دانه در خوشه مربوط

جدول۱- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش

سال	عمق (cm)	بافت	EC	pH	O.C٪	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	B
						mg kg^{-1}						
۸۱-۸۲	۰-۳۰	لوم شنی	۳	۸/۲	۰/۳۵	۱۱	۱۰۰	۲/۸۴	۰/۲۶	۴/۸۶	۰/۵۸	۱/۰۷
۸۲-۸۳	۰-۳۰	لوم شنی	۲/۵	۸/۴	۰/۳۷	۶/۵	۱۹۰	۳/۵	۱/۵۷	۳/۲	۱/۰۵	۱

www.SID.ir

Archive of SID

به تیمار کاربرد همزمان ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و محلول پاشی منگنز با ۴۴/۲ دانه در خوشه و کمترین مربوط به تیمار محلول پاشی روی و منگنز با ۴۰/۷ دانه در خوشه می‌باشد.

اثر متقابل روی در آهن در سطح ۵ درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید(جدول ۲). بالاترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار مصرف توام ۸۰ کیلوگرم روی و محلول پاشی آهن با ۳۷/۱ گرم وکمترین مقدار نیز مصرف توام محلول پاشی روی وآهن با مقدار ۳۴/۵ گرم بود. اثر منگنز در سطح ۵ در صد بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید. در تیمار مصرف منگنز وزن هزار دانه۳۶/۳ گرم و در تیمار شاهد ۳۵/۴ گرم بود. ضیائیان و ملکوتی (۶) مشاهده کردند که در اثر مصرف روی، آهن و منگنز وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه گندم افزایش معنی‌داری داشته است. Hemantaranjan و Garg (۱۱) نیز نشان دادند که مصرف آهن و روی موجب افزایش معنی‌دار در تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه گردیده است. اثر روی در سال در سطح ۵ درصد بر روی عملکرد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسات میانگین نشان می‌دهد که در سال ۸۲ بالاترین عملکرد با۶/۱۷۳ تن در هکتار مربوط به مصرف ۸۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. کمترین مربوط به تیمار بدون مصرف روی با عملکرد ۵/۴۱۰ تن در هکتار بود و تیمارهای ۴۰ کیلوگرم سولفات و محلول پاشی سولفات روی به ترتیب دارای عملکردهای ۵/۸۰۸ و۵/۴۷۵ تن در هکتار بودند. اثر متقابل روی در منگنز در سال در سطح ۵ در صد بر روی عملکرد معنی‌دار گردید. مقایسات میانگین نشان می‌دهد که در سال ۸۲ بالاترین عملکرد مربوط به تیمار ۸۰ کیلوگرم سولفات روی همراه با محلول پاشی منگنز بوده است که دارای ۶/۶۰۴ تن در هکتار عملکرد بوده است در حالیکه تیمار بدون مصرف روی و منگنز دارای عملکرد ۵/۰۵۶ تن در هکتار بوده است.

تاثیر مثبت کاربرد روی ۸۰ کیلوگرم سولفات روی بر عملکرد در سال ۸۲ به دلیل پایین بودن روی قابل جذب خاک (۰/۲۶ میلی گرم در کیلوگرم) و بالا بودن متوسط عملکرد گندم (۵۷۱۶ کیلوگرم درهکتار) بوده است. در سال ۸۳-۸۲ مقدار روی قابل جذب خاک بالاتر

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس دو ساله عملکرد و اجزای عملکرد گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول خوشه	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد
سال	۱	۰/۳۳۸	۲/۰۴۲	۲۴۴۰۱۶/۶**	۰/۰۰۰۱	۴۵۹۹/۵۸**	۷۲/۷۷**
خطا	۴	۳۳/۷۶	۱۶/۰۷	۲۸۸۰/۱۴	۶/۴۲	۱۷/۰۴	۰/۲۷۲
روی	۳	۴۴/۷۱	۴۸//۵۹	۱۵۲۱	۸/۱۹	۳/۴۰۵	۰/۷۴۶
روی×سال	۳	۱۹/۸۳	۲۰/۱۵	۸۹۰۶/۹**	۳/۳۶	۱۵/۸۶**	۱/۰۱۶*
آهن	۱	۱۰/۰۷	۶۳/۳۷	۳۰۶۰	۰/۱۶۷	۳/۹۶	۰/۰۰۳
آهن×سال	۱	۹۷/۸*	۵۱/۰۴	۶۶۰۰*	۰/۰۰۱	۲/۵۰۳	۲/۳۸۲*
آهن×روی	۳	۲۹/۳۹	۲/۳۷	۲۵/۰۴۲	۱۲/۰۸	۱۲/۱۱۴*	۰/۴۰۵
آهن×روی ×سال	۳	۱۲/۶۲	۲۱/۹۳	۳۰۶۱/۸۸	۲/۸۶	۱/۴۳۳	۰/۴۲
منگنز	۱	۳/۴۸	۲/۶۶	۳۵۲۸/۳۷	۱۶/۶۶	۲۰/۶۲۸*	۰/۵۲۶
منگنز×سال	۱	۰/۰۵۵	۴۲/۶۶	۳۰۸/۱۶	۰/۱۶۷	۰/۳۱۵	۰/۰۱۲
منگنز×روی	۳	۹/۷۶	۲۱/۵	۱۱۸۶/۳۷۵	۲۳/۶۹**	۵/۸۰۸	۰/۹۲۸
روی×منگنز×سال	۳	۲/۶۳۸	۱۵/۷۲	۹۵۰/۴۴	۲/۰۲	۲۷/۹۴**	۱/۴۴۱*
آهن×منگنز	۱	۰/۰۰۱	۸/۱۶	۱۲/۰۴۲	۰/۱۶۷	۹/۰۶۵	۰/۰۲۲
آهن×منگنز×سال	۱	۸۸/۳۵*	۱۰/۶۶	۲۶۴۶	۴/۱۶۷	۰/۲۱۱	۰/۰۸۳
منگنز×آهن×روی	۳	۱۳/۲	۱۱	۹۳۶/۴۸	۹/۲۵	۳/۶۴۸	۰/۲۹۲
منگنز×آهن×روی×سال	۳	۱۰/۳۳	۱۰/۷۲	۱۶۲۶/۰۵	۲/۰۸	۳/۱۲۸	۰/۶۲۹
خطای ۲	۶۰	۱۷/۹۷	۲۰/۱۵	۱۶۲۶/۰۵	۴/۹۶	۳/۶۲۸	۰/۳۷۴
ضریب تغییرات		۵/۱۷	۵/۰۸	۶/۹۵	۵/۲۵	۵/۳۱	۱۲/۶۲

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد *معنی‌دار در سطح ۵ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس دوساله غلظت عناصر در دانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	منگنز	مس
سال	۱	۷۲۹/۸**	۰/۷۶۱*	۰/۳۹۴**	۱۲۶۵۷/۱**	۲۵۲۱/۳*	۸۰۳۵/۵۳*	۱/۶۱۲
خطا	۴	۳/۹۹	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۱/۰۵	۳۲/۳۵	۱۸۰/۲	۰/۷۲
روی	۳	۴/۳۹۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۵۱۷۶/۴**	۲۷۱/۹*	۸۳/۴۰۱	۱/۲۸۶
روی×سال	۳	۴/۵۶۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵*	۱۴/۳۱	۲۷۸/۵۵*	۸۷/۸۲۱	۰/۳۱۵
آهن	۱	۶/۸۹۶**	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۲	۵۸۳/۲**	۳۷۲۲/۱**	۳۳۱/۱۵۵**	۰/۵۴۹
آهن×سال	۱	۳/۴۱۶	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۴۰	۳۰۷/۴**	۲۵۴/۵۹	۱/۶۵۴	۲/۳۸۸
آهن×روی	۳	۰/۱۴۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۱۰۴/۶۵*	۱۱۰/۵۵	۵۰/۰۰۸	۱/۱۸۷
آهن×روی ×سال	۳	۰/۳۶۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۱۲۰/۰۲*	۹۴/۲۹	۱۱/۶۷	۰/۲۴۲
منگنز	۱	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳/۳۱۲	۲۰۰/۷	۲۶۱/۰۹۶*	۲/۹۳۳
منگنز×سال	۱	۲/۳۴۱*	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳۳/۱	۹۹/۴۶	۱۲/۴۵۶	۴/۱۶*
منگنز×روی	۳	۰/۱۴۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۴۶/۵۱۹	۶۲/۰۵	۴۰/۶۵۷	۰/۲۲۶
روی×منگنز×سال	۳	۱/۹۲۶*	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۶*	۴۹/۲	۳۳۴/۶۴*	۱۲۶/۹۶۵	۰/۹۲۶
آهن×منگنز	۱	۰/۱۹۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱۶۳/۴۶*	۷۴/۸۶	۴۷/۱۲۴	۰/۲۸۶
آهن×منگنز×سال	۱	۱/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۷۷۹	۲۳/۳۲	۴/۰۱۸	۰/۲۷۷
منگنز×آهن×روی	۳	۰/۱۸۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۸/۷۹۴	۱۲۶/۳۷	۲۷/۲۶۲	۲/۸۳۱
منگنز×آهن×روی×سال	۳	۰/۶۷۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۹۵/۱۱۶	۱۹۶/۸۱	۶۲/۱۷۳	۰/۷۵*
خطای ۲	۶۰	۰/۵۵۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۲۰۱۷/۰۷	۹۸/۴۶	۴۲/۰۹۳	۰/۹۳۶
ضریب تغییرات		۴/۵۲	۱۱/۷	۵/۹۳	۱۴/۴۵	۱۴/۹۵	۱۲/۹۶	۱۳/۳۲

معنی‌دار در سطح ۱ درصد **معنی‌دار در سطح ۵ درصد *

از حد بحرانی(۱/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم) و متوسط عملکردها نیز در این سال(۳۹۷۵کیلوگرم در هکتار) کمتر بوده است که عدم پاسخ مصرف روی را در پی داشته است. سدری و ملکوتی (۴) مشاهده کردند که در مناطقی که روی قابل جذب خاک، کمتر از ۱/۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود، مصرف سولفات روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه داشت، به طوریکه با مصرف این کود به طور میانگین ۴۴۵ کیلوگرم افزایش عملکرد بدست آمد.

غلظت عناصر در دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر روی در سطح ۱ درصد بر غلظت روی دانه و در سطح ۵ درصد بر غلظت آهن دانه معنی‌دار شد(جدول ۳). محلول پاشی روی، سبب افزایش چشمگیر غلظت روی در دانه گردید. در این تیمار مقدار روی دانه ۶۲/۱ میلی گرم در کیلوگرم بود که نسبت به شاهد ۹۹ درصد افزایش داشت. در تیمارهای ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و شاهد غلظت روی ۳۳/۵، ۳۳/۷ و ۳۱/۲میلی گرم در کیلوگرم بود(شکل ۱). بلالی و همکاران (۳) نیز مشاهده کردند که محلول پاشی سولفات روی به تنهایی و به صورت توام با روش‌های دیگر توانسته است غلظت روی در دانه و جذب روی را در مقایسه با کاربرد خاکی و یا آغشته کردن بالا ببرد. Yilmaz و همکاران (۲۱) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف 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 فزونی یافته و سبب غنی شدن دانه می‌گردد. روی اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر غلظت آهن دانه داشت(جدول ۳). بالاترین غلظت آهن مربوط به تیمار محلول پاشی روی با غلظت ۷۱/۲ میلی گرم در کیلوگرم بوده است که افزایش ۸ درصدی نسبت به شاهد داشت. در تیمارهای ۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم روی، غلظت آهن به ترتیب ۶۵/۷، ۶۴/۳ و ۶۵/۴ میلی گرم در کیلوگرم بود. این نتایج با یافته‌های Ming و Yin(۱۴) و Rengel و Graham (۱۷) و ضیائیان و ملکوتی (۶) مغایرت داشت و بین روی و آهن بر همکنش منفی دیده نشد. احتمالاً روی و آهن در فرایند جذب از ریشه با هم رقابت می‌کنند و بهمین دلیل ممکن است در محلول پاشی این رقابت وجود نداشته باشد.

آهن اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر غلظت آهن، روی و منگنز دانه داشت (جدول ۳). مقایسات میانگین نشان داد که غلظت آهن(۲۱ درصد) با محلول پاشی آهن افزایش یافت که با نتایج بلالی و همکاران (۳) مطابقت داشت. غلظت روی دانه (۱۳ درصد) با محلول پاشی آهن نسبت به شاهد افزایش یافت. غلظت منگنز با محلول پاشی آهن کاهش یافت (شکل ۲).کاهش غلظت منگنز با کاربرد آهن در آزمایشات Ming و Yin (۱۴) و ضیائیان و ملکوتی (۵) نیز دیده شده است. اثر متقابل روی در آهن در سطح ۵ درصد برغلظت روی دانه اثر معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

داشـــت. بالاترین غلظت مربوط به تیمار محلول پاشـــی توام روی وآهن بـــا غلظت ۶۷/۵ وکمترین مربوط به تیمار شـــاهد بـــا غلظت ۲۹/۷میلی گـــرم در کیلوگرم بود. نتایج تجزیه واریانس نشـــان می‌دهـــد که منگنز اثر معنی‌داری در ســـطح ۵ درصد بر غلظت منگنز داشـــته است(جدول ۳). محلول پاشـــی منگنز سبب افزایش غلظت منگنز به مقدار ۷ درصد نســـبت به شاهد گردید (شکل ۳). Sadana و همکاران(۱۸) نیز مشاهده کردند که مصرف خاکی و محلول پاشـــی گندم با اســـتفاده از کودهای ســـولفات منگنز، رشد و راندمان گندم را نسبت به شاهد افزایش داده و مقدار منگنز در دانه و کاه افزایش یافته است.

جذب عناصر توسط دانه

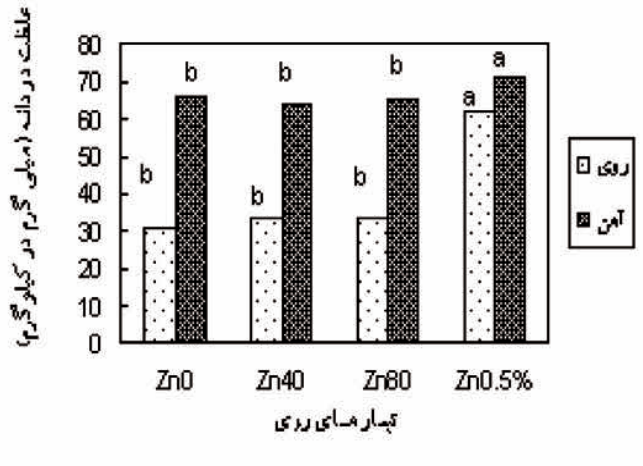
نتایج تجزیه واریانس نشـــان داد که روی اثر معنی‌داری در ســـطح یک درصد بر جذب روی توســـط دانه داشته است (جدول ۴). بیشترین مقدار جذب روی در تیمار محلول پاشـــی روی بود که نســـبت به تیمار شاهد ۱۰۶ درصد افزایش نشان می‌دهد (شکل ۴) بلالی و همکاران(۳) نیز مشـــاهده کردنـــد که محلول پاشـــی روی تنهـــا و یا در ترکیـــب با روش‌هـــای دیگر بیشـــترین تاثیر را بـــر غلظت و جذب روی دانـــه دارد. اثر آهن نیز در ســـطح یک درصد بر جذب آهن معنی‌دار گردید(جدول ۴). جذب آهن در تیمار محلول پاشـــی آهن ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۵). محلول پاشی منگنز سبب افزایش جذب منگنز به مقدار ۹ درصد نسبت تیمار بدون محلول پاشی منگنز بود. (شکل ۶). در بین عناصر بیشـــترین مقدار افزایش غلظت و جذب عنصر مربوط به عنصر روی می‌باشـــد. Pearson و Rengel (۱۴) انتقال روی و منگنز به دانـــه گندم را مورد مطالعه قرار داده و دریافتند که روی انتقال مجددی خوبی از برگ‌ها به دانه داشـــته است درحالیکه انتقال مجدد منگنز کم بوده است. آهن از این لحاظ بین روی و منگنز می‌باشد (۱۲).

ضرایب همبستگی بین برخی صفات مورد مطالعه

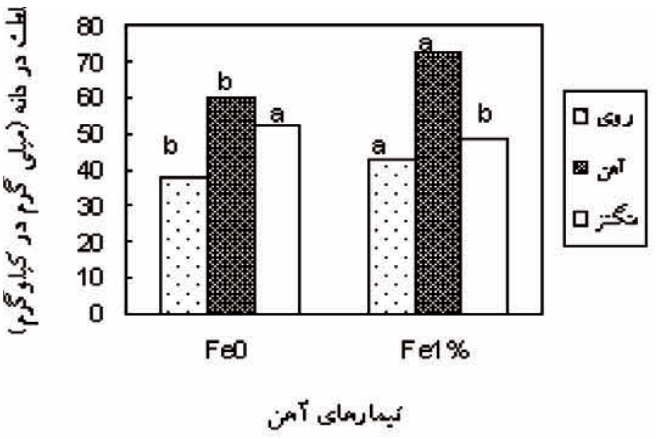
نتایج ضرایب همبســـتگی (جدول ۵) نشان داد که به غیر از عنصر مس بین عمکرد و سایر عناصر همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشـــته اســـت. این نتایج بیانگر این ا ست که با افزایش عملکرد غلظت این عناصر در دانه کاهش یافته است که علت آن مربوط به اثر رقت می‌باشـــد. بیشترین همبســـتگی منفی بین عملکرد و عناصر مربوط به ازت می‌باشد که بیانگر این است که با افزایش عملکرد ازت کاهش بیشـــتری داشـــته اســـت. در بیـــن عناصر کـــم مصرف بیشـــترین همبســـتگی منفی بین عملکـــرد و غلظت مربـــوط به روی و منگنز بود. ضرایب همبســـتگی بین غلظت عناصر در دانه نشـــان داد که تقریبا" بین همه عناصر همبســـتگی مثبت و معنی‌داری وجود داشـــته و همبســـتگی منفی بین عناصر در دانه مشاهده نشد. این موضوع نشان می‌دهـــد با افزایـــش یک عنصر در دانه غلظت عناصر دیگـــر نیز افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری

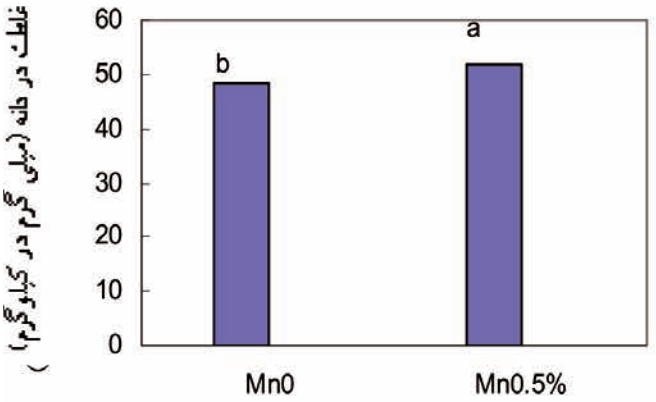
کاربـــرد ۸۰ کیلوگرم ســـولفات روی به تنهایی و همـــراه با محلول پاشـــی منگنز بر عمکرد دانه در سال اول آزمایش معنی‌دار شد که علت



شکل شماره ۱- اثر تیمارهای مختلف روی بر غلظت روی و آهن دانه



شکل شماره ۲- اثر تیمارهای مختلف آهن بر غلظت روی و آهن و منگنز دانه



شکل شماره۳- اثرات منگنز بر غلظت منگنز دانه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس دوساله جذب عناصر در دانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	ازت (کیلوگرم در هکتار)	فسفر (کیلوگرم در هکتار)	پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	روی (گرم در هکتار)	آهن (گرم در هکتار)	منگنز (گرم در هکتار)	مس (گرم در هکتار)
سال	۱	۰/۲۴۵	۱/۶۶	۴۶۶/۵*	۵۷۴۲۷**	۶۹۲۶۷/۱*	۲۰۹۷/۵**	۲۵۷۴/۴**
خطا	۴	۲۳۸۳/۵	۷۷/۲	۱۱۹/۳	۲۸۳۹۰/۵	۱۵۶۹۸/۶	۱۰۳۸۷/۶	۱۸۲/۷
روی	۳	۴۰۱/۵	۸	۸/۹۷	۳۲۷۲۲۲/۳**	۵۵۵۷/۷	۴۳۴۹/۴	۰/۳۷۳
روی×سال	۳	۶۴۵/۸	۳۰/۶	۷۱/۶	۹۵۰/۸	۱۲۰۶/۴	۶۲۶۶/۴	۴۰/۶
آهن	۱	۲۷۵/۲	۳۲/۸	۹/۱۶	۴۸۳۶/۵	۸۱۰۴۰/۴**	۸۹۱۱/۷	۵/۶۴
آهن×سال	۱	۱۴۸۳/۴	۲۵/۹	۷۵/۴۹	۷۲/۸	۵۷۰۳/۹	۵۴۵۱	۵۴/۶
آهن×روی	۳	۵۴۴/۳	۱۷/۲	۲۲/۳۸	۱۳۹۵	۲۰۷۵/۳	۱۴۵۵/۴	۴۲/۹
آهن×روی ×سال	۳	۲۹۵/۶	۱۸/۵	۱۱/۰۳	۳۳۰۸/۲	۵۲۲۰/۵	۱۹۱۸/۷	۴۱/۷
منگنز	۱	۳۳۶/۲	۲۱/۲	۱۹/۱	۳۰۷/۳	۹۶۱۶/۶	۱۰۴۰۵*	۲۰۷/۶
منگنز×سال	۱	۴/۷۷	۱۴/۶	۰/۱۰۵	۲۳۱/۱	۱۳۱۷/۷	۱۰۷۵/۷	۸۱/۱
منگنز×روی	۳	۶۴۹	۲۴/۹	۴۹/۹۹	۲۷۶۸/۷	۳۷۰۵/۶	۴۶۲۲/۵	۱۸/۸
روی×منگنز×سال	۳	۳۳۹/۲	۱۵/۹	۱۲/۹۳	۲۶۶۷/۶	۱۳۷۶/۱	۱۵۳/۵	۸۹/۸
آهن×منگنز	۱	۱۷/۳	۰/۸۱	۰/۲۱	۲۲۷۷	۴۶۷/۷	۴۷۷/۹	۲/۴۲
آهن×منگنز×سال	۱	۹۱	۰/۳۴	۱/۴۴	۶۱۹/۶	۳۷۴/۱	۳۴/۱	۴/۹
منگنز×آهن×روی	۳	۴۷۷/۳	۱۱/۷۴	۷/۸۶	۱۴۱۲/۹	۴۶۷۰/۸	۹۵۰/۳	۱۲/۰۵
منگنز×آهن×روی×سال	۳	۲۰۰/۲	۱۴/۹	۱۸/۸	۱۱۸۶/۴	۶۲۱۱/۳۴	۲۸۰۰/۶	۶۲/۲
خطای ۲	۶۰	۶۵۳/۸	۲۰/۷۸	۳۳/۱۹	۱۸۷۲/۳	۴۸۰۵/۵	۳۴۲۸/۱	۶۵/۱۹
ضریب تغییرات		۱۹/۶	۲۰/۳	۱۸/۶	۲۵/۲	۲۲/۲	۲۵/۲	۲۳/۴

معنی‌دار در سطح ۱ درصد **معنی‌دار در سطح ۵ درصد *

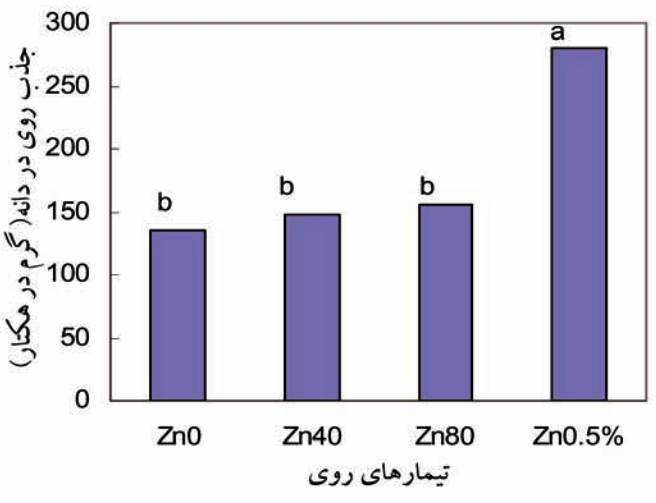
جدول ۵- نتایج همبستگی بین برخی صفات اندازه‌گیری‌شده در آزمایش

	عملکرد	ازت	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	منگنز	مس
عملکرد	۱							
ازت	-۰/۶۹**	۱						
فسفر	-۰/۶۵**	۰/۹**	۱					
پتاسیم	-۰/۶۶**	۰/۸۲**	۰/۸۱**	۱				
روی	-۰/۵۱**	۰/۵۶**	۰/۶**	۰/۵۶**	۱			
آهن	-۰/۳۷**	۰/۴۶**	۰/۴۹**	۰/۴**	۰/۵۹**	۱		
منگنز	-۰/۴۹**	۰/۷۲**	۰/۶۹**	۰/۷۵**	۰/۵۵**	۰/۴۴*	۱	
مس	-۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲۲*	۰/۲۶*	۰/۲۳*	۰/۴۷**	۰/۲۲*	۱

معنی‌دار در سطح ۱ درصد **معنی‌دار در سطح ۵ درصد *

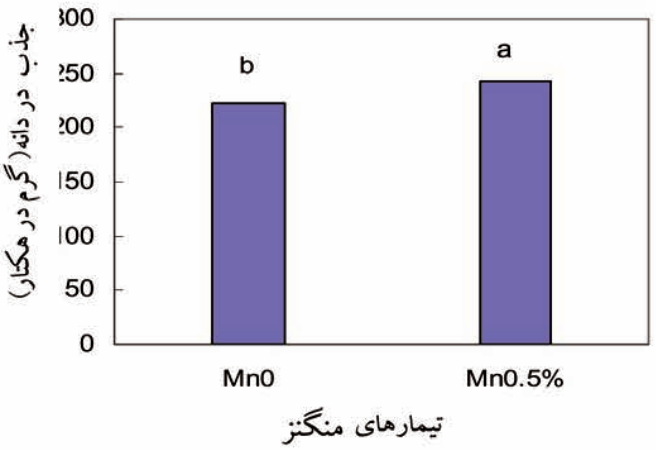
www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره ۴- اثر روی برجذب روی در دانه

شکل شماره ۵- اثرات آهن بر جذب آهن در دانه



شکل شماره ۶- اثرات تیمارهای منگنز بر جذب منگنز در دانه

آن پایین بودن مقدار روی خاک و بیشتر بودن عملکرد دانه بود. احتمالاً به دلیل بالا بودن pH خاک و سبک بودن بافت خاک (لوم شنی)کارائی کود کاهش یافته و کابرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی، پاسخ گیاه را در پی داشته است. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش کارائی مصرف خاکی کود روی، کاربرد این کود به شکل نواری نیز در این اراضی مورد مطالعه قرار گیرد. محلول پاشی منگنز به تنهایی و همراه با کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی سبب افزایش تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه گردید که نشان دهنده اثر بیشتر این دو عنصر نسبت به آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم می‌باشد. محلول پاشی روی، آهن و منگنز سبب افزایش غلظت و جذب این عناصر شد. در بین سه عنصر بیشترین افزایش غلظت و جذب مربوط به روی و پس از آن آهن و منگنز قرار داشتند. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش بیشتر غلظت آهن و منگنز در دانه کارهای اصلاحی انجام گیرد.

سپاسگزاری

نگارندگان ازمساعدت‌های، رضا هراتی پور تکنسین ایستگاه زهک، علیرضا اکبری مقدم، فرحناز سراوانی کارشناسان آزمایشگاه بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان قدر دانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

۱- اعتصام، غ. ۱۳۷۷؛ مقایسه روش‌های مختلف مصرف عناصر کم مصرف و سولفات منیزیم بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم. گزارش نهائی، مرکز تحقیقات کشاورزی زابل.

۲- بلالی، م.ر.، م.ج ملکوتی، ح.ح مشایخی و ز. خادمی.۱۳۷۹؛ اثر عناصر ریز مغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاک‌های تحت کشت گندم آبی ایران. تغذیه متعادل گندم. مجموعه مقالات. گرد آورنده م. ج. ملکوتی. نشر آموزش کشاورزی. ۵۴۴ صفحه. تهران.ایران.

۳- بلالی، م.، م. ج. ملکوتی، ع. ضیائیان، ز. خوگر، ا. فرج نیا، م. کلهر، م. ا. لطف الهی، ا. گلچین، ع. مجیدی، ج. قادری و م. کاظمی‌طلاچی. ۱۳۸۰؛ مقایسه روش‌های مختلف کاربرد عناصر کم مصرف بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبی در استان‌های مختلف کشور. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۵ شماره ۲ صفحات ۱۴۰ تا ۱۵۳.

۴- سدری، م. ح. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹؛ بررسی تاثیر مصرف آهن، روی و مس در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی. تغذیه متعادل گندم. مجموعه مقالات. گرد آورنده م. ج. ملکوتی. نشر آموزش کشاورزی.۵۴۴ صفحه. تهران. ایران.

۵- ضیائیان، ع. ۱۳۷۸؛ کالیبراسیون عناصر کم مصرف و نقش آنها بر افزایش عملکرد و غنی سازی گندم در خاک‌های شدیداً آهکی استان فارس. رساله دکترای خاک‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی. تهران. ایران.

۶- ضیائیان، ع. ا.، و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹؛ بررسی گلخانه‌ای اثرات مصرف آهن منگنز، روی و مس بر تولید گندم در خاک‌های شدیداً آهکی استان فارس. تغذیه متعادل گندم. مجموعه مقالات. گرد آورنده م. ج. ملکوتی. نشر آموزش کشاورزی.۵۴۴ صفحه. تهران.ایران.

7-Cakmack, I. 2002; Plant nutrition research: Priorities to meet

www.SID.ir

Archive of SID

human needs for food in sustainable ways. Plant and Soil. 247: 3-24.

8-Garnett, T.P., and R.D. Graham. 2005; Distribution and remobilization of iron and cupper in wheat. Annals of Botany. 95: 817-826.

9-Hamilton, M.A., D., Weatermann and D.W., Jamemes.1993; Factors affecting zinc uptake in cropping systems.Soil Science Society of America Journal. 57:1310-1315

10-Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005; Soil fertility and fertilizer.: An Introduction to Nutrient Management. Upper Saddle River, Newjersey. 515pp.

11-Hemantaranjan, A., and O.K. Garg. 1988; Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of ***T****riticum aestivum* L. Journal of Plant Nutrition. 11:1439-1450.

12-Kochian, L.V. 1991; Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plants. In: Mortvedt J.J, Cox FR, Shuman L.M, Welch R.M, eds. Micronutrients in agriculture. Madison: Soil Science Society of America, 229–296.

13-Marschner, H. 1995;Mineral nutrition of higher plants, Second Edition Academic Press. 890 pp. New York.

14-Ming, C., and C.R. Yin. 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 Nutition(edithed by: S. Portch): 369-379.Sulphur Institute, Washington, USA.

15-Mohamad, W., M. Iqbal, and S.M. Shal. 1990; Effect of mode of application of zinc and iron on yield of wheat. Sarhad Journal of Agriculture. 6:6, 615-618.

16-Pearson, J.N., and Z. Rengel. 1994; Distribution and remobilization of Zn and Mn during grain development in wheat. Journal of Experimental Botany. 45: 1829–1835.

17-Rengel, Z. and R. D. Graham. 1995; Importance of seed Zn content for wheat growth on zinc deficient soil. II. Grain Yield. Plant and Soil. 173: 267-274.

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

19-Schwartz, S.M., R.M. Welch, D.L. Grunes. E.E. Cary, W.A. Norvell, M. D. Gilbert, M.P. Meredith and Sanchrico. 1987; Effect of zinc phosphorus and root zone temperature on nutrient uptake by barley. Soil Science Society of America Journal 51: 371-375.

20-Weggler-Beaton, R., D. Graham and M.J. Melaugin. 2003; The influence of low rates of arid-dried on yield and phosphorus and zinc nutrition of wheat (*Triticum durum*) and barley (*Hordeum Vulgar*). Australian Journal of Soil Research. 41: 293-308.

21-Yilmaz, A., H. Ekiz, B. Torun, I.Guttekin, S. Karanlik, S.A. Bagci, and I. Cakmak. 1997; Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. J. Plant Nutr., 20:461-471.

www.SID.ir