برهمکنش عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم

نیکو حمزه پور،[۱*] محمد جعفر ملکوتی و عزیز مجیدی

دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس؛ nikooh62@yahoo.com

استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس؛ mjmalakouti@hotmail.com

دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس؛ majidi_az@yahoo.com

چکیده

توازن عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی از بحث های مهم در علم تغذیه گیاهی می باشد. یکی از عوامل مهم برهم زننده توازن تغذیه‌ای، برهمکنش بین عناصر در گیاه است. به منظور بررسی برهمکنش عناصر روی، آهن و منگنز باهم و تاثیر آن بر غلظت این عناصر در اندام‌های مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.)، یک تحقیق گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل سه سطح روی (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، سه سطح آهن و سه سطح منگنز (۰، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) به ترتیب از منابع سولفات روی، سکوسترین آهن و سولفات منگنز بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد روی بطور معنی‌داری باعث افزایش غلظت آهن در ساقه (۸۵/۲۲ به ۹۹/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کاهش آن در ریشه (از ۱۷۱/۴ به ۱۵۹/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) و خوشه (از ۵۵/۹۵ به ۵۲/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) گردید. از طرف دیگر، غلظت منگنز را در ریشه و ساقه کاهش و در خوشه افزایش داد. مصرف خاکی آهن، باعث کاهش غلظت روی و منگنز در خوشه (به ترتیب از ۴۶/۶ و ۴۳/۳۱ به ۴۴/۱۸ و ۳۳/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و ساقه (به ترتیب از ۳۴/۳۵ و ۲۴/۴۳ به ۲۵/۹۷ و ۲۰/۴۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و افزایش غلظت آنها در ریشه گردید. مصرف منگنز باعث افزایش غلظت روی در ریشه و ساقه (به ترتیب از ۵۷/۴۱ و ۲۹ به ۵۹/۲۱ و ۳۱/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم)، افزایش غلظت آهن در ساقه و خوشه (به ترتیب از ۱۴۲/۲ و ۵۲ به ۱۶۳/۹ و۵۵/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کاهش غلظت آهن در ریشه گردید. نتایج همچنین نشان داد که در مصرف توام این سه عنصر، مقدار انتقال روی از ریشه به خوشه بیش از دو عنصر دیگر بود. با توجه به نیاز بیشتر گندم به آهن و منگنز نسبت به روی، این امر می‌تواند باعث برهم خوردن تعادل این عناصر در گیاه بخصوص در دانه گندم گردد.

واژه های کلیدی: برهمکنش، روی، آهن، منگنز، ریشه، ساقه، خوشه، گندم (*Triticum aestivum* L.)

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.)، یکی از نباتات حساس به کمبود روی و منگنز و با حساسیت کمتر به آهن و مس می‌باشد. کمبود عناصر کم‌مصرف در مواد غذایی در اکثر نقاط دنیا مشاهده شده است. در ایران نیز کمبود عناصر غذائی کم‌مصرف وجود دارد. مشخص شده است که از اراضی تحت کشت گندم در ایران، ۳۷ درصد دچار کمبود شدید آهن، ۴۰ درصد دچار کمبود شدید روی، ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز و ۲۴ درصد نیز دچار کمبود مس می باشند (بلالی و همکاران، ۱۳۷۸). محققان در ایران و کشورهای مختلف دنیا تحقیقات متعددی درباره غنی‌سازی گندم در مزرعه انجام داده‌اند. متأسفانه یکی از مشکلات عمده‌ای که در غنی سازی دانه با عناصر غذائی کم‌مصرف وجود دارد، برهمکنش منفی بین این عناصر بخصوص روی با آهن و منگنز در گیاه می باشد.

---

۱ – نویسنده مسئول، آدرس: تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی

* دریافت: ۸۶/۱۰/۲ و پذیرش: ۸۸/۷/۲۱

Archive of SID

www.SID.ir

زنگ (۱۹۹۳) گزارش کرد که افزایش روی می تواند موجب کاهش غلظت آهن در گیاه شود و از طرفی، آهن جذب و سمیت احتمالی روی را در گیاه کاهش می دهد. مینگ و یین (۱۹۹۲) در تحقیقات گلخانه ای درباره اثرات متقابل عناصر منگنز و روی نشان دادند که با مصرف هر کدام از این عناصر، غلظت عناصر دیگر به شدت کاهش می یابد. آنان نشان دادند که با کاربرد روی، غلظت روی در دانه از ۵۲ به ۱۰۷ میلی گرم در کیلوگرم افزایش ولی غلظت منگنز از ۶۰ به ۳۸ میلی گرم در کیلوگرم کاهش یافت. رنگل و گراهام (۱۹۹۵) در تحقیقات خود دریافتند که با افزایش غلظت روی در دانه گندم غلظت بقیه عناصر به ویژه آهن و منگنز کاهش می یابد. آنان علت این امر را اثر رقت دانستند. محققان فوق نشان دادند که با مصرف ۰/۸ میلی گرم روی در خاک، غلظت آهن و منگنز از ۲۳ و ۳۹ میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب به ۱۸ و ۲۱ میلی گرم در کیلوگرم کاهش یافت. گلچین و همکاران (۱۳۷۸) گزارش کردند که کاربرد منگنز با کاهش غلظت آهن همراه بوده ولی غلظت روی را اندکی افزایش داد. ملکوتی و بلالی (۱۳۸۰) بیان کردند که بین مصرف روی با غلظت آهن و منگنز در دانه گندم برهمکنش منفی وجود دارد. ملکوتی و داودی (۱۳۸۱) گزارش کردند هنگامی که مقدار آهن قابل جذب خاک کم است این امکان وجود دارد که کاربرد روی، کمبود آهن را تشدید کند. مارشنر (۱۹۹۵) نشان داد که زیادی روی، در جذب و انتقال آهن در گیاه تداخل ایجاد کرده، کلروز برگ ها (کمبود آهن) را به وجود می آورد. با توجه به یافته های کریمیان و هاشمی (۲۰۰۱)، کاربرد منگنز در خاک با کاهش غلظت روی و آهن و افزایش غلظت فسفر در دانه گندم همراه است. سونی و همکاران (۲۰۰۱) در یک آزمایش گلخانه ای اثرات عناصر منگنز و آهن را در یک خاک با کمبود شدید منگنز بر عملکرد و غلظت این عناصر در دانه و کاه گندم بررسی کردند. آنان به این نتیجه رسیدند که مصرف منگنز سبب افزایش عملکرد گندم شده در حالی که مصرف آهن بی تأثیر بود. افزودن آهن و منگنز به خاک سبب افزایش غلظت این عناصر در دانه و کاه شد. مصرف آهن اثر متقابل مثبتی بر غلظت منگنز داشت در حالی که اثر منگنز بر غلظت آهن در دانه و کاه منفی بود. در تحقیقی که در ۱۰ استان کشور در خصوص نقش عناصر کم مصرف در افزایش تولید دانه گندم انجام گرفت، مشاهده شد که با افزایش غلظت عناصر غذائی کم مصرف، عملکرد دانه گندم به طور معنی داری بالا رفت ولی به دلیل برهمکنش منفی روی با آهن و منگنز، با افزایش غلظت روی در دانه گندم، غلظت آهن و منگنز دانه کاهش یافت (ملکوتی، ۱۳۸۳). به طور کلی علل برهمکنش منفی روی با آهن و منگنز را در دانه گندم در تحقیق ذکر شده می توان در موارد زیر خلاصه کرد:

– اثر رقت: با افزایش عملکرد دانه در ازای کاربرد یک عنصر، غلظت سایر عناصر کاهش می یابد.

– عناصر غذایی احتمالاً برای اشغال موضع و مکان مشابه در روی حامل های مشابه با هم رقابت می کنند.

– عناصر غذایی از جمله روی، آهن و منگنز احتمالاً در فرایندهای جذب و انتقال از ریشه به اندام های هوایی با یکدیگر رقابت می کنند.

– مقدار نیاز گندم به آهن و منگنز در مقایسه با روی بیشتر است.

با توجه به آنچه که گفته شد تحقیق حاضر با هدف مطالعه کاربرد روی، آهن و منگنز در خاک بر غلظت این عناصر در اندام های مختلف گندم، صورت گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در یک خاک Typic Xerofluvents در استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۸۵ انجام گرفت. مقدار آهن، روی و منگنز خاک مورد مطالعه کمتر از حد بحرانی برای گندم (برای روی کمتر از ۱ و برای آهن و منگنز کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم) (ملکوتی همکاران، ۱۳۸۴) بود. در جدول یک برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیائی نمونه خاک مورد مطالعه آورده شده است. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار انجام گردید. در این مطالعه اثر روی در سه سطح (صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم)، آهن در سه سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم در کیلوگرم) و منگنز در سه سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم در کیلوگرم) بر غلظت این عناصر در گندم رقم آریا بررسی شد. عناصر روی و منگنز از منابع سولفات روی و سولفات منگنز آبدار ($ZnSO_4.7H_2O$ و $MnSO_4.7H_2O$) و آهن به صورت سکوسترین آهن ۱۳۸ استفاده شد. خاکها پس از اعمال تیمارهای عناصر غذائی کم مصرف و پس از مخلوط کردن خاک با کودهای پایه (۱۰۰ میلی گرم نیترات آمونیوم در کیلوگرم خاک ، ۵۰ میلی گرم پتاسیم دی هیدروژن فسفات در کیلوگرم و ۱۵۰ میلی گرم سولفات پتاسیم در کیلوگرم) که بر اساس نتایج آزمون خاک و حد بحرانی این عناصر در خاک، محاسبه شده بودند، برای رسیدن به حالت تعادل به مدت ۱۰ روز درون کیسه های نایلونی در رطوبت معادل ظرفیت مزرعه در گلخانه نگهداری شدند. دوازده عدد بذر رقم آریا در هر گلدان کاشته شد که پس از دو هفته به شش عدد در هر گلدان کاهش داده شدند. آبیاری گیاهان با آب مقطر و به صورت روزانه تا حد ۰/۸

Archive of SID

www.SID.ir

ظرفیت مزرعه صورت گرفت. پس از مرحله خوشه دهی و رسیدن بذرها، ریشه، ساقه و خوشه به طور جداگانه برداشت شده و به همراه یک کیلوگرم از خاک هر گلدان برای اندازه گیری غلظت عناصر روی، آهن و منگنز به آزمایشگاه منتقل شدند. شست و شوی ریشه و اندام های هوایی به دقت و تا حد امکان به سرعت انجام گرفت. اندازه گیری غلظت عناصر روی، آهن و منگنز قابل جذب در خاک به روش DTPA (لیندزنی و نورول، ۱۹۷۸) در گیاه به روش خاکستر کردن در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس و سپس حل آنها در اسید کلریدریک شش نرمال انجام گرفت. نتایج به دست آمده با نرم افزارهای MSTATC و Statgraphic مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین داده های آزمایشی نیز با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

روی- با توجه به نتایج به دست آمده (جدول ۲)، با کاربرد روی در خاک، غلظت روی به طور معنی‌داری در ریشه و خوشه افزایش یافت. به طوری که غلظت آن در خوشه از ۱۹/۳۷ میلی گرم در کیلوگرم در شاهد، به ۴۳/۶۵ میلی گرم در کیلوگرم در سطح سوم تیمار روی (۸۰ میلی گرم در کیلوگرم) افزایش یافت. با این حال، در ساقه، مصرف روی باعث کاهش غلظت آن از ۳۴/۳ میلی گرم در کیلوگرم در شاهد به ۲۵/۹۷ میلی گرم در کیلوگرم در سطح سوم تیمار روی شد. غلظت آهن در خوشه و ریشه، با افزایش غلظت روی در خاک، کاهش یافت. به طوری که در ریشه از ۱۷۱/۴۰ در تیمار شاهد به ۱۵۹/۷ میلی گرم در کیلوگرم و در خوشه از ۵۵/۹۵ در شاهد به ۵۲/۵۶ میلی گرم در کیلوگرم در سطح سوم تیمار روی رسید. ولی در ساقه، عکس این مسئله دیده شد یعنی با افزایش غلظت روی، غلظت آهن افزایش یافت. بنابراین، این دو در مرحله جذب از خاک و انتقال از ساقه به خوشه با یکدیگر رقابت می کنند. بحث درباره اینکه این دو عنصر در مرحله جذب از خاک برهم کنش مثبت دارند یا منفی، دشوار است چرا که به طور دقیق نمی توان مطمئن بود که آیا افزایش غلظت روی در خاک، باعث کاهش غلظت آهن در ریشه شده است یا اینکه کاهش غلظت آهن در ریشه در نتیجه افزایش انتقال آن به ساقه در حضور روی بوده است. اما به خوبی مشخص است که در مرحله انتقال از ساقه به خوشه، این دو برهم کنش منفی دارند و مقادیر بیشتری روی نسبت به آهن، به خوشه منتقل می شود. بر اساس یافته های مارشنر (۱۹۹۵) علت این مسئله می تواند این باشد که گندم از جمله گیاهانی است که برای جذب آهن از استراتژی نوع دو استفاده می کند. یعنی با ترشح اسیدهای آمینه غیرپروتئینی (سیدروفورها) به ریزوسفر، آهن سه ظرفیتی را با پیوندهای قوی کلاته کرده و جذب می کند بخش اعظم آهن جذب شده به این طریق در آوند چوبی حرکت می کند. از آنجایی که حرکت روی به شکل یون آزاد و آهن به صورت ترکیبی نسبتاً درشت می باشد، بنابراین احتمال اینکه روی در رقابت بر آهن برتری یابد زیاد است.

زنگ (۱۹۹۳) در تحقیقات خود در خصوص برهمکنش عناصر ریزمغذی در گندم دریافت افزایش روی موجب کاهش غلظت آهن در گیاه می شود و از طرفی، آهن جذب و همچنین سمیت احتمالی روی را در گیاه کاهش می دهد بدین ترتیب روی وآهن احتمالاً در فرایند جذب و ممانعت از فرایندهای کلاته شدن در طی جذب و انتقال آهن از ریشه ها به اندام هوایی با هم رقابت می کنند. مینگ و یین (۱۹۹۲) نشان دادند که مصرف روی، غلظت آهن را کاهش می دهد. تحقیقات چاکماک (۱۹۹۶) نیز نشان داد در گیاهان با کمبود روی، غلظت آهن زیاد است. او علت این امر را رقت و همچنین افزایش انتقال آهن از ریشه ها به اندام های هوایـــی می داند. ملکوتی و بلالی (۱۳۸۰) بیان داشتند که بین مصرف روی با غلظت آهن و منگنز در دانه گندم برهمکنش منفی وجود دارد. هنگامی که مقدار آهن قابل جذب خاک کم است این امکان وجود دارد که کاربرد روی، کمبود آهن را تشدید کند. در تیمارهای مورد مطالعه، مصرف روی در خاک، باعث افزایش غلظت منگنز در خوشه و کاهش آن در ساقه و ریشه گردید. علت این امر به دلیل افزایش انتقال منگنز در حضور روی، از ریشه و ساقه به خوشه باشد. پس این دو عنصر با یکدیگر برهمکنش مثبت دارند (جدول ۲).

آهن- با توجه به نتایج حاصل، اثرات اصلی تیمارهای آهن در خاک، بر غلظت روی و منگنز در قسمت های مختلف گندم در سطح آماری ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۳). در ریشه، با افزایش غلظت آهن در خاک، در سطح دوم آهن (۱۵ میلی گرم در کیلوگرم) غلظت روی و منگنز کاهش ولی در سطح سوم (۳۰ میلی گرم در کیلوگرم) غلظت هر دو عنصر افزایش یافت. کاهش غلظت این عناصر در ریشه با مصرف کم سکسترین آهن می تواند به دلیل افزایشpH ریزوسفری ناشی از کاهش ترشحات ریشه ای، در اثر مصرف سکسترین آهن در خاک باشد. در سطح سوم آهن، با وجود کاهش ترشحات ریشه ای، کلات آزاد شده از مصرف سکسترین آهن، می تواند عناصر دیگر از جمله روی و منگنز را نیز کلاته کرده و جذب آن ها را افزایش دهد. در ساقه و خوشه، با افزایش غلظت آهن در خاک، غلظت روی و منگنز کاهش یافت که این می تواند

Archive of SID

www.SID.ir

ناشی از رقابت بین این عناصر در فرایند انتقال از ریشه به اندام های هوائی باشد. گزارش های متعددی نیز در مورد همکنش Zn - Fe وجود دارد.

تیواری و همکاران (۱۹۸۲) با مطالعه روابط روی و آهن، به این نتیجه رسیدند که مصرف هر یک از این دو عنصر، غلظت عنصر دیگر را پایین می‌آورد. زنگ (۱۹۹۳) نیز نشان داد که در گیاهان با کمبود آهن، غلظت روی خیلی زیادتر از گیاهان شاهد بود. مطالعات نشان داده است که در بیشتر موارد زیادی منگنز موجب کمبود آهن و برعکس زیادی آهن موجب کمبود منگنز در نباتات می‌گردد (هوگستون، ۱۹۸۴; کریمیان و رومیزاده، ۱۹۹۶). سونی و همکاران (۲۰۰۱) در یک آزمایش گلخانه‌ای اثرات سه سطح منگنز و آهن (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در یک خاک دچار کمبود شدید منگنز، عملکرد و غلظت این عناصر را در دانه و کاه گندم بررسی کردند. آنان به این نتیجه رسیدند که مصرف آهن اثر متقابل مثبتی در غلظت منگنز داشت ولی اثر منگنز به غلظت آهن در دانه و کاه منفی بود. از طرف دیگر زهاریزا و همکاران (۱۹۸۸) دریافتند که آهن جذب منگنز را مختل کرده و سبب کاهش Fe^{2+} در گیاه و به دنبال آن اثر منفی بر متابولیسم آهن می‌شود.

منگنز– با افزایش غلظت منگنز در خاک، غلظت روی در ریشه و ساقه به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی تغییرات غلظت آن در خوشه معنی‌دار نگردید (جدول ۴). گلچین و همکاران (۱۳۷۸) در تحقیقات خود دریافتند که مصرف منگنز با کاهش غلظت آهن همراه بوده ولی غلظت روی و منگنز را اندکی افزایش داده است. ضیائیان و همکاران (۱۳۷۹) مشاهده نمودند که در اثر مصرف سولفات منگنز در خاک، غلظت آهن، روی و مس در دانه و برگ کاهش ولی جذب آنها افزایش یافت. کریمیان و هاشمی (۲۰۰۱) گزارش کردند که کاربرد منگنز در خاک با کاهش غلظت روی همراه است. اثرات اصلی منگنز بر غلظت آهن نیز در بخش‌های مختلف گندم در سطح آماری ۱ درصد معنی دار گردید. در ریشه با افزایش غلظت منگنز خاک، غلظت آهن کاهش، ولی در ساقه و خوشه برهمکنش مثبت بین این دو عنصر مشاهده گردید. کاهش غلظت آهن در ریشه احتمالا به دلیل رقابت این دو عنصر در غشای ریشه در مرحله جذب می‌باشد همچنین از آنجایی که ترکیبات حاوی منگنز می‌توانند روی سطح ریشه را بپوشانند، بخشی از کاهش آهن در ریشه می‌تواند به تشکیل این ترکیبات نامحلول اکسیدهای منگنز در سطح ریشه مربوط شود (کو و میکلسون، ۱۹۸۱). از طرف دیگر افزایش غلظت آهن در ساقه و خوشه با افزاش غلظت منگنز در خاک می‌تواند به این دلیل باشد که منگنز و آهن هر دو در نقل و انتقالات الکترون و فتوسنتز در گیاه نقش بازی می‌کنند بنابراین با افزایش غلظت منگنز در گیاه، تقاضا برای آهن نیز افزایش یافته و انتقال آهن از ریشه به اندام های هوایی بیشتر می‌شود (مارسچینر، ۱۹۹۵). کوچینا (۱۹۹۱) معتقد است که اولین عنصری که با منگنز برهمکنش ایجاد می‌نماید آهن است. گیاهانی که به کمبود آهن از طریق ترشح مواد احیا کننده پاسخ می‌دهند، متابولیسم و جذب منگنز را ممکن است افزایش دهند. این افزایش در ابتدا به دلیل اسیدی کردن محیط ریشه (افزایش حلالیت Mn) و افزایش احیای Mn^{4+} به Mn^{2+} صورت می‌گیرد. در خاکهای آهکی با آهن و منگنز قابل دسترس کم، این نوع سازوکار پاسخ گیاهان به کمبود آهن می‌تواند از کمبود منگنز نیز جلوگیری کند. در حالی که در خاک‌های آهکی که تنها آهن قابل دسترس کمی دارند این سازوکار سبب جذب Mn^{2+} اضافی و حتی سمیت Mn^{2+} می‌شود. مینگ و ین (۱۹۹۲) نشان دادند که در صورت پایین بودن غلظت منگنز در خاک، مصرف آن باعث افزایش غلظت آهن در گیاه شد ولی مصرف زیاد از حد منگنز مقدار آهن را کاهش می‌دهد. جونز بنتون و همکاران (۱۹۹۱) نیز این مطلب را تایید کردند.

درصد توزیع عناصر در اندام های مختلف گندم

با توجه به نتایج به دست آمده از تیمارهای مرکب، از کل مقدار روی موجود در اندام های مختلف گندم، ۴۶ درصد آن در ریشه، ۲۲ درصد در ساقه و ۳۱ درصد آن در خوشه قرار داشت. بنابراین ترتیب فراوانی روی در بخش های مختلف گیاه به صورت ساقه < خوشه < ریشه بود. از کل مقدار آهن نیز، ۵۳ درصد در ریشه، ۲۹ درصد در ساقه و ۱۸ درصد آن در خوشه قرار داشت که ترتیب ترتیب فراوانی آن در بخش های مختلف گیاه به صورت خوشه < ساقه < ریشه بود. در مورد منگنز نیز ۵۳ درصد آن در ریشه، ۱۸ درصد در ساقه و ۲۹ درصد آن در خوشه قرار داشت (نمودار ۱). بنابراین ترتیب فراوانی منگنز در بخش های مختلف گیاه به صورت ساقه < خوشه < ریشه بود. نتایج نمودار ۱ نشان می‌دهد که مقدار روی انتقالی به خوشه نسبت به دو عنصر دیگر بیشتر است (۳۱ درصد در مقابل ۱۸ درصد آهن و ۲۹ درصد منگنز). این مطلب در انطباق با یافته های مارشنر (۱۹۹۵) می باشد. با توجه به مطالب ذکر شده و از آنجایی که نیاز گیاه به دو عنصر آهن و منگنز بیش از روی می باشد، به نظر می رسد که مقدار بالای انتقال روی به خوشه که یک عامل بازدارنده برای انتقال آهن و منگنز به خوشه است، می تواند در بهم زدن توازن عناصر در خوشه و دانه گندم

Archive of SID

www.SID.ir

نقش مهمی داشته باشد. در تحقیق حاضر با توجه به ترتیب غلظت عناصر در بخش های مختلف به ویژه خوشه، مشخص گردید که ترتیب عناصر بر اساس غلظت آنها در خوشه به صورت Fe > Zn > Mn بود. بنابراین با وجود تمام مطالب گفته شده در مورد روی، غلظت آهن در خوشه بیش از دو عنصر دیگر بود و این مطلب مطابق با نیازهای گیاه به این عنصر می باشد. اما در مورد منگنز، به نظر می رسد که مقدار منگنز مصرفی در این تحقیق نسبت به دو عنصر دیگر کم بوده و تکافوی نیاز گیاه را نمی کند و افزایش مقدار مصرفی آن می توانست در افزایش عملکرد و توازن تغذیه ای گندم موثر باشد.

نتیجه گیری

با توجه به آنچه گفته شد، مصرف خاکی روی باعث افزایش غلظت آهن در ریشه و ساقه و کاهش غلظت آن در خوشه گردید. بنابراین این دو عنصر در مرحله انتقال از ساقه به خوشه با یکدیگر رقابت می کنند (برهمکنش منفی). مصرف روی همچنین کاهش غلظت منگنز در ریشه و ساقه و افزایش غلظت آن در خوشه را در پی داشت. از این رو، روی منجر به افزایش انتقال منگنز از ریشه و ساقه به خوشه گندم می شود. در تیمارهای آهن، غلظت روی و منگنز در ریشه افزایش و در خوشه و ساقه کاهش یافت. بدین ترتیب آهن از حرکت این عناصر به سمت اندام های هوائی گندم ممانعت می کند. مصرف خاکی منگنز، اثر معنی داری بر غلظت روی در خوشه نداشت ولی باعث افزایش غلظت روی در ریشه و ساقه گردید. از طرف دیگر منجر به افزایش غلظت آهن در خوشه و ساقه و کاهش غلظت آن در ریشه گردید. بدین ترتیب منگنز حرکت آهن را به اندام های هوائی تسهیل می کند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده

عمق (cm)	pH	EC ($d.Sm^{-1}$)	TNV (%)	O.C (%)	P_{ava}	K_{ava}	N	Fe_{ava}	Mn_{ava}	Zn_{ava}
					میلی گرم در کیلوگرم					
۰-۳۰	۸/۱	۰/۷۰	۲۵	۰/۶۰	۷	۱۰۰	۳/۶	۴/۲	۱/۳۶	۰/۳۶

جدول ۲- اثر کاربرد روی بر عملکرد و غلظت عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم

غلظت (میلی گرم در کیلوگرم)	شاهد	روی (۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)	روی (۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)	F	CV%
روی در خوشه	۱۹/۳۷	۲۹/۱۹	۴۳/۶۵	۳۴۷**	۱۶
آهن در خوشه	۵۵/۹۵	۴۹/۷۴	۵۲/۵۶	۱۵/۷۱**	۸/۹۲
منگنز در خوشه	۱۶/۲۳	۲۴/۷۴	۲۸/۶	۱۰۳/۷**	۱۲/۷۳
روی در ساقه	۳۴/۳۵	۳۱/۹	۲۵/۹۷	۶۳۷**	۹/۵۷
آهن در ساقه	۸۵/۲۲	۸۵/۷۴	۹۹/۴۵	۱۸/۰۷**	۱۲/۶۳
منگنز در ساقه	۲۴/۴۳	۲۴/۷۲	۲۰/۴۲	۴۰۸**	۱۱/۳۵
روی در ریشه	۵۷/۷۴	۶۱/۳۷	۶۰/۷	۲۶/۰۱**	۳/۷۹
آهن در ریشه	۱۷۱/۴	۱۶۵/۱	۱۵۹/۷	۱۳۸**	۱/۸
منگنز در ریشه	۷۵/۲۳	۶۸/۵۸	۷۲/۷۳	۱۴/۸۷**	۷/۲۴
عملکرد بیولوژیک (گرم در گلدان)	۱۱,۳	۱۱,۹۸	۱۲,۳۶	۱۳/۴۶**	۷/۴۱
عملکرد دانه (گرم در گلدان)	۳,۷۲	۳,۸۷	۳,۹۱	۷/۲۱**	۵/۸۵

** معنی دار در سطح ۱درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اثر کاربرد آهن بر عملکرد و غلظت عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم

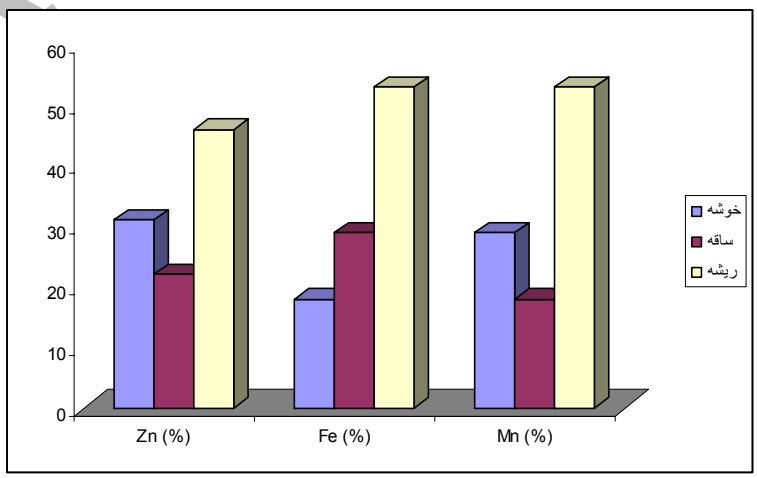
غلظت (میلی‌گرم در کیلوگرم)	شاهد	آهن (۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)	آهن (۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)	F	CV%
روی در خوشه	۴۶/۶	۴۱/۲۸	۴۴/۱۸	۵/۱۲**	۱۶
آهن در خوشه	۵۳/۶۹	۵۲/۸	۵۱/۷۶	۱/۵۱ns	۸/۹۲
منگنز در خوشه	۴۳/۳۱	۳۷/۹۱	۳۳/۷۶	۳۴/۶۷**	۱۲/۷۳
روی در ساقه	۳۴/۳۵	۳۱/۹	۲۵/۹۷	۷۳/۶۵**	۹/۵۷
آهن در ساقه	۷۹/۵۸	۱۱۱/۵	۷۹/۳۶	۹۴/۷۲**	۱۲/۶۳
منگنز در ساقه	۲۴/۴۳	۲۴/۷۲	۲۰/۴۲	۲۹/۹۶**	۱۱/۳۵
روی در ریشه	۶۲/۳۶	۵۴/۸۵	۶۲/۶	۱۳۵/۳**	۳/۷۹
آهن در ریشه	۱۵۷/۷	۱۵۸/۵	۱۸۰	۶۵۴**	۱/۸
منگنز در ریشه	۷۳/۰۴	۶۵/۲۵	۷۸/۲۴	۵۶/۳۹**	۷/۲۴
عملکرد بیولوژیک (گرم در گلدان)	۱۱,۳۸	۱۲,۱۱	۱۲,۱۴	۸/۶۵**	۷,۴۱
عملکرد دانه (گرم در گلدان)	۳,۷۱	۳,۹۵	۳,۸۴	۰/۲۱**	۵,۸۵

** معنی دار در سطح ۱درصد. ns معنی دار نیست.

جدول ۴- اثر کاربرد منگنز بر عملکرد و غلظت عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم

غلظت (میلی‌گرم در کیلوگرم)	شاهد	منگنز (۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)	منگنز (۴۰ میلی گرم در کیلوگرم)	Fa	CV%
روی در خوشه	۴۴/۴۸	۴۴/۱۱	۴۳/۴۶	۰/۱۹ns	۱۶
آهن در خوشه	۵۲	۵۱/۰۸	۵۵/۱۷	۷/۴۹**	۸/۹۲
منگنز در خوشه	۴۰/۰۱	۳۸/۶۵	۳۶/۳۲	۵/۲۴**	۱۲/۷۳
روی در ساقه	۲۹/۰۹	۳۱/۸۴	۳۱/۲۸	۱۰/۸۲**	۹/۵۷
آهن در ساقه	۱۴۲/۲	۱۴۸/۲	۱۶۳/۹	۱۶/۴۷**	۱۲/۶۳
منگنز در ساقه	۲۳/۱۴	۲۳/۴	۲۳/۴	۰/۱۸ns	۱۱/۳۵
روی در ریشه	۵۷/۴۱	۶۳/۱۹	۵۹/۲۱	۶۱/۰۹**	۳/۷۹
آهن در ریشه	۱۷۷/۶	۱۵۵/۸	۱۶۲/۹	۵۰۲**	۱/۸
منگنز در ریشه	۷۲/۹۴	۷۸/۵۶	۶۵/۰۴	۶۰/۸۵**	۷/۲۴
عملکرد بیولوژیک (گرم درگلدان)	۱۱,۷۳	۱۲,۰۱	۱۱,۸۹	۰/۸۹ns	۷/۴۱
عملکرد دانه (گرم در گلدان)	۳,۷۶	۳,۸۹	۳,۸۵	۳/۵۶*	۵/۸۵

** معنی دار در سطح ۱درصد. ns معنی دار نیست.



نمودار ۱- نسبت عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم (به درصد)

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع:

۱. بلالی، محمد رضا، محمد جعفر ملکوتی، حمید حسین مشایخی و زهرا خادمی. ۱۳۷۸. اثر عناصر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاک های تحت کشت گندم آبی در ایران. مجله خاک و آب، جلد ۱۲ شماره ۶ (ویژه نامه گندم)، صفحات ۱۱۱ الی ۱۱۹. تهران، ایران.

۲. ضیائیان، عبدالحسین. ۱۳۷۹. کالیبراسیون عناصر کم مصرف و بررسی نقش آنها بر افزایش عملکرد و غنی سازی گندم در خاکهای شدیدا آهکی استان فارس. رساله دکتری خاکشناسی واحد علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. گلچین، احمد، محمد اسماعیلی و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۷۸. تأثیر مواد آلی، منگنز و مس بر عملکرد و کیفیت گندم آبی در استانهای سردسیر کشور. نشریه فنی شماره ۱۰۷۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۴. ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۸۳. تغذیه متعادل گندم راهی به سوی خودکفایی در کشور و تامین سلامت جامعه (مجموعه مقالات)، چاپ دوم. نشر آموزش کشاورزی، به سفارش مجری طرح گندم وزارت جهاد کشاورزی. ۵۴۴ صفحه. تهران، ایران.

۵. ملکوتی، محمد جعفر و محمد رضا بلالی. ۱۳۸۰. افزایش تولید و غنی سازی گندم از طریق مصرف بهینه کودهای محتوی عناصر ریزمغذی و اثر آن در بهبود سلامتی جامعه. نشریه فنی شماره ۱۱۲۶. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۶. ملکوتی، محمد جعفر، فرهاد مشیری و محمد نبی غیبی. ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی. نشریه فنی شماره ۴۰۵. انتشارات سنا.

۷. ملکوتی، محمد جعفر و محمد حسین داودی. ۱۳۸۱. روی در کشاورزی ((عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان)). انتسارات سنا. معاونت امور باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی. ۲۰۹ صفحه. تهران، ایران.

8. Benton Jones, Jr, J. B. Wolf , and H. A. Mills. 1991. Plant Analaysis Handbook, a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-Macro Publishing Inc. USA.
9. Cakmak, I., N. Sari, H. Marschner, H. Ekiz, M. Kalayci, A. Yilmaz, and H. J. Braun. 1996. Phytosiderophore release in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. Plant and Soil. 180:183-186.
10. Hogston, G. R. 1984. Current management practices for correcting iron deficiency in plants with emphases on soil management. J. Plant nutr. 7 (1-5): 25-46.
11. Karimian, N, and S. M. Hashemi. 2001. Manganese nutrition of wheat as affected by phosphorus and manganese application to a calcareous soil. P. 834-835. *In* W. J. Horts, et al. (eds.) Plant Nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research. 14th Int. Plant Nutr. Colloquim. Kluwer academic publisher Hanover, Germany.
12. Kochian, L. V. 1991. Mechanisms of micronutrent uptake and translocation in plants. In: J. J. Mortvedt et al. (ed.). Micronutrients in Agricuture. 2nd ed. pp. 229-298. SSSA, Madison, WI.
13. Kuo, S., and D. S. Mikkelson. 1981. Effect of P and Mn on growth response and uptake of Fe, Mn and P by sorghum. Plant soil 62: 15-22.
14. Lindsay W.L., and W.A., Norvell, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42, 421-428.
15. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic Press, Harcourt Brace and Company Publishers. London, England.
16. 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

Archive of SID

www.SID.ir

the Role of Sulphur, Magnesium, and Micronutreints in Balance Plant Nutrition (edeited by: S. Portch): 369-379, Sulphur Institute, Washington, DC.
17. Renel, Z., and R. D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. II-Grain Yield. Plant and Soil. 173:267-274.
18. Roomizadeh, S. and N. Karimian. 1996. Manganese-iron relationship in soybean grown in calcareous soils. J. Plant Nutr. 19(2): 397-406.
19. Soni, M. L., A. Swarup, and M. singh. 2001. Influence of manganese and iron application on yield and manganese and iron nutrition of wheat in a reclamied sodic soil. Current Agric. 25: 73-77.
20. Tiwari, K. N., And A. N. Pathak. 1982. Studies on Fe-Zn interrelationships in rice under flooded and unflooded condition. J. Plant Nutr. 5 (4-7): 741-742.
21. Zahariera, J., D. Kasabov, and V. Romheld. 1988. Response of peanuts to iron-manganese interaction in calcareous soil. J. Plant Nutr. 11:1015-1024.
22. Zhang, F. S. 1993. Effect of Fe deficiency on Zn uptake rate of wheat plants. Acta-Pedologica Sinica. 129-134.

Archive of SID

www.SID.ir