مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۴، شماره ۲، سال ۱۳۸۲ (۴۸۲-۴۷۱)

اثر سولفات روی و غلظت روی بذر بر پاسخ‌های گیاه گندم در خاک آهکی

غلامرضا ثواقبی فیروز آبادی[۱]، محمدجعفر ملکوتی[۲] و محمدمعز اردلان[۳]
۱، ۳، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران ۲، استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۱۰/۱۸

خلاصه

کمبود روی یک معضل تغذیه‌ای جهانی برای تولید محصول است و بویژه درغلات در حال رشد در خاکهای آهکی گسترش زیادی دارد. برای مطالعه اثرات سولفات روی و غلظت روی بذر بر پاسخ‌های گیاه‌گندم آزمایشی مزرعه‌ای در یک خاک آهکی دارای کمبود روی(Fine Loamy ,Mixed Thermic , Xeric Haplocalcids) درمنطقه کرج اجرا شد. درآزمایش فاکتوریل وطرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بذور با روی کم و زیاد کشت و با سطوح صفر، ۲/۵ ، ۵ و۱۰ کیلوگرم روی درهکتار کود دهی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف روی وغلظت روی بذر بطور معنی داری ($P <$ ۰/۰۱) عملکرد ، درصد پروتئین دانه ، جذب کل روی و غلظت روی دردانه ، آرد وسبوس را افزایش اما غلظت فسفر ، آهن ، منگنز ، مس ونسبت فسفر به روی دانه را کاهش داد. همچنین نتایج به دست آمده نشان داد که بخش عمده عناصر معدنی در سبوس متمرکز شده است. برای افزایش عملکرد وبالا بردن غلظت روی دردانه وجلوگیری از سوء تغذیه درجامعه ، مصرف کود روی ، کاشت بذور با غلظت روی زیاد ومصرف کود فسفری صرفا براساس آزمون خاک توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی : عملکرد ، پروتئین دانه ، غلظت ، جذب، روی

مقدمه

کمبود عناصر کم مصرف در اراضی زیر کشت غلات گسترش جهانی داشته و میلیونها هکتار از اراضی قابل کشت دردنیا دارای کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف هستند(۱۷). فائو در گزارشی جامع از ۳۰ کشور جهان که توسط سیلانپا (۱۶) تهیه شده اعلام نمود که بیش از ۳۰ درصد خاکهای این مناطق دچار کمبود روی هستند. درایران نیز براساس بررسیهای انجام شده ۴۰ درصد از اراضی تحت کشت گندم آبی ، دچار کمبود شدید روی می باشند(۱)

روی یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان ، دام وگیاه است ودربسیاری از سیستم های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده ویا ساختمانی دارد. براثر کمبود روی گیاهان از نظر فاکتورهای تنظیم کننده رشد از جمله هورمون گیاهی اکسین دچار اختلال می‌شوند. گیاهان در مواقع کمبود تولید فیتوسیدروفور می‌کنند و از طریق ریشه دفع می‌نمایند و روی غیرقابل جذب را به قابل جذب تبدیل می‌کنند. این مواد اثر کلاتی دارند. گیاهان در شرایط کمبود روی درخاک از روی غیرقابل جذب نیز استفاده می‌کنند. نباتات مختلف ونیز ارقام مختلف در شدت تولید و ترشح فیتوسیدروفور متفاوت هستند.

کمبود روی علاوه بر کاهش عملکرد و درصد پروتئین دانه، موجب افت ارزش تغذیه‌ای محصولات تولیدی شده و غلظت کم روی درگندم و نان تولیدی سبب بروز کمبود روی درانسان می‌شود. طبق گزارش ولچ وهمکاران (۱۹۹۱) ، حدود ۴۰ درصد جمعیت جهان از کمبود عناصر کم مصرف بویژه روی در رنج می باشند. دلیل اصلی کمبود توأم آهن و روی درانسان یا کم خونی ایرانی[۱] مصرف زیاد غلات حاوی آهن و روی کم در جیره

مکاتبه کننده: غلامرضا ثواقبی فیروزآبادی

1 . Persian anaemia

Archive of SID
www.SID.ir

غذایی است (۴). در بررسی انجام شده بر روی ۸۸۱ دانش آموز درمقطع راهنمایی مدارس تهران مشخص شد که ۵۰ درصد آنها مبتلا به کمبود روی هستند (۳). طبق نظر مارشنر(۱۹۹۵) کمبود روی درانسان را می توان از طریق افزایش غلظت این عنصر درغلات برطرف کرد.

غلظت روی دانه علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای گندم تولیدی برای انسان می‌تواند موجب افزایش کمی و کیفی محصول بویژه درخاکهای با حاصلخیزی کم شود. درمرحله جوانه زنی باید ذخیرهٔ عناصر غذایی بذر بقدر کافی زیاد باشد تا بتواند رشد گیاهچه را تا زمانی که خود قادر به جذب عناصر غذایی شود تأمین نماید (۶، ۷، ۸). درگندم میزان روی ومنگنز ذخیره شده در بذر تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد گندم درخاکهای دچار کمبود دارد (۱۴). موسوی نیک وهمکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند که درشرایط کمبود منگنز میزان منگنز بذر مهمتر از کود دهی منگنز می باشد.

پولاند وهمکاران (۱۹۸۹) اهمیت ذخیرهٔ فسفر بذر را در رشد اولیهٔ گیاه وافزایش عملکرد گزارش نموده اند. موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند که حدود ۶۳ درصد ذخیرهٔ عناصر غذایی دانه گندم درپوسته ، ۲۷ درصد دراندوسپرم و۱۰ درصد درجنین یا رویان وجود دارد. بنا به نظر رینگل و گراهام (۱۹۹۵) گیاهان رشد یافته از بذور با ذخیرهٔ عناصر غذایی بالاتر تولید گیاهچه‌های قوی‌تر کرده و حساسیت آنها به عوامل بیماری‌زای گیاهی نیز کاهش می‌یابد. با توجه به آهکی بودن خاکهای کشور و pH قلیایی، کمی مواد آلی وبیکربناته بودن آبهای آبیاری کمبود عناصر کم مصرف بویژه روی درخاکهای زیر کشت غلات مشکل جدی بوده و به نظر می‌رسد گیاهان رشد یافته از بذور دارای غلظت بالای عناصر غذایی بتوانند جذب روی بیشتری از خاک داشته، بازده کود روی مصرفی را نیز افزایش داده و در نتیجه علاوه بر افزایش عملکرد و درصد پروتئین دانه، غلظت روی در دانه‌های تولیدی را نیز افزایش دهند. این امر علاوه بر تأثیر مثبت در خودکفایی به بهبود سلامتی افراد جامعه نیز کمک می‌نماید. لذا این تحقیق به منظور بررسی تأثیر غلظت روی دانه برپاسخ‌های گیاه گندم نسبت به مصرف سولفات روی دریک خاک آهکی به اجرا درآمد.

مواد و روشها

این بررسی در یک خاک آهکی منطقهٔ کرج Fine Loamy , Mixed, Thermic , Xeric Haplocalcids با مواد آبرفتی (رودخانهٔ کرج) و در شرایط مزرعه به اجرا درآمد. خاک مزرعه دارای ۷/۵ درصد آهک، قابلیت هدایت الکتریکی ۱/۱ دسی زیمنس برمتر، واکنش گل اشباع ۷/۷، کربن آلی ۰/۴۵ درصد، شن ۳۶/۸ درصد، سیلت ۳۴/۷ درصد، رس ۲۸/۵ درصد، فسفر قابل جذب برابر ۹/۵ میلی‌گرم درکیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۱۶۵ میلی‌گرم درکیلوگرم و آهن، منگنز، روی و مس قابل استخراج توسط عصاره گیر DTPA (۱۰) به ترتیب برابر ۳/۵ ، ۵/۸ ، ۰/۵۲ و ۰/۶۰ میلی‌گرم درکیلوگرم بود.

در آزمایش فاکتوریل وطرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار، تأثیر چهار سطح صفر ، ۲/۵ ، ۵ و ۱۰ کیلوگرم روی خالص درهکتار از منبع سولفات روی و دو نوع بذر با میزان روی کم و زیاد بر پاسخ‌های گیاه گندم رقم مهدوی مورد بررسی قرار گرفت. سایر عناصر غذایی و کودهای شیمیایی با توجه به آزمون خاک مصرف شد عملیات کاشت ، داشت و برداشت طبق معمول انجام گرفت بذور دارای میزان زیاد روی از مؤسسه تحقیقات خاک وآب واز گندم برداشت شده از مزارع آزمایشی که درآنها کود سولفات روی برای افزایش غلظت روی مصرف شده بود تهیه گردید. این دو بذر از نظر سایر عناصر غذایی تفاوت معنی داری نداشتند. درجدول ۱ غلظت و میزان روی دو نوع بذر گزارش شده است.

جدول ۱ـ غلظت و میزان روی دو نوع بذر استفاده شده

وضعیت روی	غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	میزان روی (نانوگرم در هر بذر)
کم	۱۱	۲۵۴
زیاد	۴۶	۸۵۶

پس از رسیدن محصول در اوایل تیرماه برداشت از دو خط وسط پس از حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت صورت گرفت وعملکرد و اجزای عملکرد تعیین شد. نمونه‌های دانه، کاه، آرد وسبوس در هر تیمار و تکرار جداگانه آسیاب شده و از هر کدام یک گرم توزین و به روش خاکستر نمودن خشک در دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد کوره الکتریکی به مدت ۵ ساعت

Archive of SID

www.SID.ir

خاکستر شد. عصاره‌گیری با اضافه کردن ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار به خاکستر بدست آمده وعبور دادن محلول از کاغذ صافی واتمن ۴۲ انجام گرفت. درعصاره های بدست آمده عناصر روی ، آهن ، منگنز ومس با دستگاه جذب اتمی وفسفر به روش آمونیوم مولیبدات رنگ زرد اندازه گیری شد. نسبت فسفر به روی دانه از تقسیم غلظت فسفر به روی دانه بدست آمد. میزان جذب عناصر غذایی از حاصلضرب غلظت درعملکرد محاسبه شد. تجزیه وتحلیل آماری داده ها با نرم افزار SAS انجام شد. مقایسهٔ میانگین ها و گروه‌بندی‌ها از طریق آزمون دانکن ومحاسبهٔ LSD انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

خاک مورد آزمایش خاکی آهکی و از نظر بافت متوسط وفاقد مشکل شوری وقلیائیت بوده وبا توجه به غلظت کم روی برای اجرای این آزمایش مناسب بود. دو نوع بذر انتخابی نیز از نظر غلظت روی چهار برابر و از نظر میزان روی حدود ۳/۵ برابراختلاف داشتند (جدول ۱). اثرات اصلی وبرهمکنش غلظت روی بذر و سولفات روی مصرفی بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲) میانگین عملکرد دانه درتیمار بذر با روی کم ۶۲۳۳ و درتیمار بذر با غلظت روی زیاد ۶۵۴۰ کیلو گرم درهکتار بود که ۳۰۷ کیلو گرم یا ۴/۹۲ درصد افزایش عملکرد حاصل شد. تیمار ۱۰ کیلو گرم درهکتار روی ، عملکرد دانه را ۷/۵ درصد افزایش داد اما با کاشت بذور با غلظت روی زیاد ومصرف ۱۰ کیلو گرم درهکتار روی عملکرد دانه ۸۳۷ کیلو گرم درهکتار یا ۱۳/۸۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳) که نشانگر برهمکنش مثبت غلطت روی بذر وسولفات روی مصرفی می باشد به عبارت دیگر غلظت روی بذر می تواند عکس العمل عملکرد گیاه نسبت به مصرف روی را افزایش دهد. نتایج رینگل وگراهام (۱۹۹۵) و موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۷) نیز مؤید نتایج فوق می باشد. گیاهان رشد یافته از بذور با ذخیرهٔ عناصر غذایی بالاتر تولید گیاهچه‌های قوی‌تر کرده وحساسیت آنها به عوامل بیماری زای گیاهی نیز کاهش می‌یابد همچنین با گسترش سیستم ریشه حجم خاک در دسترس ریشه برای جذب آب وعناصر غذایی افزایش می‌یابد. بطور کلی مصرف کود روی از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، میزان کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین وایندول استیک اسید (IAA) و به تأخیر انداختن پیری موجب افزایش عملکرد می‌شود بطوریکه یلماز و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که مصرف روی موجب افزایش معنی داری درعملکرد دانه واجزاء عملکرد (تعداد سنبله درمتر مربع ، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) شد که از بین این اجزاء ، تأثیر مصرف روی بر تعداد سنبله درمتر مربع شدیدتر بود این محققان نشان دادند که براثر مصرف روی تعداد سنبله در متر مربع تا ۸۱ و وزن هزار دانه تا ۲۶ درصد افزایش یافت. رینگل وگراهام (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که با مصرف کود روی وزن خشک دانه وکاه وکلش افزایش یافت وبین ارقام گندم مورد استفاده تفاوت وجود داشت. گیاهان رشد یافته از بذور دارای غلظت روی زیاد نسبت به گیاهان رشد یافته از بذور با غلظت روی کم تعداد بیشتری دانه با وزن هزاردانه بیشترتولید نمودند. دراین بررسی برهمکنش مصرف کود روی وغلظت زیاد روی دانه دربازده کود روی مصرفی معنی دار شد. ودرگیاهان رشد یافته از بذر با غلظت روی کم درمقایسه با گیاهان رشد یافته از بذر با غلظت روی زیاد برای رسیدن به حداکثر شاخص برداشت میزان کود روی بیشتری مورد نیاز بود. همچنین گیاهان رشد یافته از بذر دارای روی زیاد درمقایسه با گیاهان رشد یافته از بذر دارای روی کم دارای بازدهٔ فیزیولوژیکی[1] بالاتری بودند یلماز وهمکاران (۱۹۹۸) تأثیر روی بذر را برعملکرد وغلظت روی دانه گندم آبی ودیم درترکیه بررسی نمودند ونتیجه گرفتند که درشرایط کمبود روی، غلظت زیاد روی بذر، رشد وعملکرد گندم را افزایش می دهد. دراین بررسی افزایش عملکرد ناشی از کشت بذور با روی زیاد درشرایط آبی ودیم به ترتیب ۱۴ و۱۸ درصد بود.

اثرات اصلی وبرهمکنش غلظت روی بذر و مصرف روی بر درصد پروتئین دانه نیز درسطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). دراین بررسی کاشت بذور با غلظت روی زیاد ۵/۱ درصد ومصرف۱۰ کیلوگرم روی درهکتار ۸/۲ درصد میزان پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول۳). نقش روی درافزایش میزان پروتئین دانه توسط محققین متعددی گزارش شده است (۴، ۱۱) بطور کلی درشرایط کمبود روی فعالیت

1 . Physiological efficiency

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ـ مقادیر F تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در رفتارهای مورد آزمون

F محاسبه شده

منابع تغییر Sov	درجه آزادی	عملکرد دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه	روی دانه	فسفر به روی	آهن دانه	منگنز دانه	مس دانه	فسفر سبوس
تکرار	۲	۰/۴۰^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲/۰۷^{ns}	۲/۱۹^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱/۶۴^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱/۷۳^{ns}	۱/۵۲^{ns}
بذر	۱	۷۸۹/۶۵**	۱۴۷۶/۷۷**	۱۱/۳۴**	۱۵۲۴/۵۵**	۲۰۱/۴۳**	۶۲/۰۷**	۳۴/۱۸**	۲/۲۷^{ns}	۳/۱۱^{ns}
روی	۳	۳۳۱/۷۶**	۶۹۱/۲۳**	۱۱۲/۳۸**	۸۰۴۲/۱۱**	۱۵۲۰/۷۲**	۸۰/۸۱**	۷۲/۶۱**	۲۶۱/۳۹**	۱۰۱/۱۱**
بذر× روی	۳	۴۸/۰۹**	۱۲۰/۹۷**	۰/۹۸^{ns}	۲۸/۹۷**	۱۲/۹۶**	۰/۳۲^{ns}	۱/۹۶^{ns}	۳/۷۳*	۱/۰۷^{ns}

منابع تغییر	درجه آزادی	فسفر آرد	روی سبوس	روی آرد	آهن سبوس	آهن آرد	منگنز سبوس	منگنز آرد	مس سبوس	مس آرد
تکرار	۲	۰/۷۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱/۰۰^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۴/۹۷^{ns}	۲/۲۴^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۰/۵۷ns
بذر	۱	۳/۱۱*	۹/۱۰**	۲/۲۵^{ns}	۰/۰۱	۵/۸۴*	۰/۳۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۳/۰۳^{ns}
روی	۳	۱۰۱/۱**	۱۶۵۳**	۴۳۷/۴۲**	۹۷/۱۶**	۲۳۱/۰۰**	۴۳/۷۵**	۶۱/۸۲**	۹۷/۱۶**	۱۰۸/۲۲**
بذر× روی	۳	۰/۵۲^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۱/۴۲^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱/۴۶^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۱/۵۱^{ns}

** و * به ترتیب معنی دار درسطح یک وپنج درصد ns : غیر معنی دار

جدول ۳ـ اثرات غلظت روی بذر و مصرف روی (کیلوگرم درهکتار)برعملکرد و درصد پروتئین دانه *

بذر / روی	۰	۲/۵	۵	۱۰	میانگین
عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)					
غلظت کم	۶۰۴۶g	۶۲۱۸f	۶۳۰۳de	۶۳۶۵dc	۶۲۳۳B
غلظت زیاد	۶۲۷۶ef	۶۳۹۰c	۶۶۱۱b	۶۸۸۳a	۶۵۴۰A
میانگین	۶۱۶۲D	۶۳۰۴C	۶۴۵۷B	۶۶۲۴A	۶۳۵۸
LSD ٪۱	۴۶=روی		۳۲/۵۳= بذر		۶۵/۰۶= بذر × روی
درصد پروتئین دانه					
غلظت کم	۱۲/۳۸f	۱۲/۶۸e	۱۲/۸۶d	۱۳/۰۱c	۱۲/۷۳B
غلظت زیاد	۱۲/۷۴e	۱۳/۰۸c	۱۳/۵۲b	۱۴/۱۷a	۱۳/۳۸A
میانگین	۱۲/۵۶D	۱۲/۸۸C	۱۳/۱۹B	۱۳/۵۹A	۱۳/۰۵
LSD٪۱	۰/۰۷ = روی		۰۷/۰ = بذر		۰/۱۰ = بذر × روی
جذب کل روی (گرم درهکتار)					
غلظت کم	۲۸۹/۹۰h	۴۵۷/۰۵f	۵۴۳/۳۶d	۵۸۳/۱۸c	۴۶۸/۳۷B
غلظت زیاد	۳۳۵/۶۴g	۵۰۶/۰۵e	۶۲۹/۰۰b	۶۹۱/۳۵a	۵۴۰/۵۱A
میانگین	۳۱۲/۷۶D	۴۸۱/۵۵C	۵۸۶/۱۸B	۶۳۷/۲۷A	۵۰۴/۴۴
LSD٪۱	۶/۱۲۲ = روی		۴/۳۲۸ = بذر		۸/۶۵۸ = بذر × روی

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف بزرگ لاتین مشابه در ردیف یا ستون و حرف کوچک در متن جدول فاقد اختلاف‌معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

آنزیم RNA پلیمراز وانتقال اسیدهای آمینه به دانه کاهش یافته وفعالیت آنزیم RNA آز وتجزیه وتخریب RNA افزایش درنتیجه سنتز پروتئین شدیدا کاهش می یابد. همچنین روی از اجزاء ضروری ساختمانی ریبوزوم‌ها می‌باشد. اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذر و روی مصرفی برغلظت روی دانه درسطح یک درصد معنی‌دارشد (جدول۲) .تیمار غلظت روی بذر موجب ۱۱/۵۳ درصد افزایش درغلظت روی دانه شد وتیمار ۱۰ کیلوگرم درهکتار روی غلظت روی دانه را ۸۴/۷ درصد افزایش داد واین امر نشان می دهد که با کاشت بذور با غلظت روی زیاد و مصرف کود سولفات روی می‌توان غلظت روی دانه را افزایش داد ودرنتیجه ارزش تغذیه‌ای گندمهای تولیدی را برای استفاده انسان بالا برد . علاوه برآن گندمهای با غلظت روی زیاد که در

Archive of SID

www.SID.ir

کشت بعدی به عنوان بذر استفاده می‌شوند می‌توانند اثرات مثبتی در رشد و عملکرد داشته باشند. نتایج بدست آمده با یافته‌های رینگل و گراهام (۱۹۹۵) مطابقت دارد. چاک ماک و همکاران (۱۹۹۷)، یلماز و همکاران (۱۹۹۷) و ملکوتی و لطف‌الهی (۱۳۷۸) نیز افزایش غلظت روی دانه براثر مصرف کود روی گزارش نموده‌اند. یلماز و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روشهای مختلف مصرف سولفات روی درارقام مختلف گندم نتیجه گرفتند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش داد بلکه غلظت این عنصر دردانه گندم نیز زیاد شد. موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده نمودند که با مصرف کودهای سولفات روی وسولفات منگنز علاوه بر افزایش تولید وغنی‌سازی بذور گندم به علت ذخیره سازی عناصر غذایی از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند. اگر تغذیهٔ برگی در زمان گل دهی انجام گیرد وقوع حالت فوق حتمی است. طبق گزارش این محققین ۲۰ درصد از مقدار روی دانه در رویان، ۲۳ درصد دراندوسپرم و ۵۷ درصد در پوسته می‌باشد. در مقایسه با سایر عناصر غذایی درصد بالاتری از کل روی ومنگنز دانه در رویان موجود است (۲۰ و ۱۷ درصد کل) مقدار بالای روی ومنگنز در بذر مانند یک کود شروع کننده عمل می کند و بذور با ذخیرهٔ روی و منگنز بیشتردارای قدرت جوانه زنی بهتری هستند. اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذر و مصرف سولفات روی بر جذب کل روی درسطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). جذب کل روی درتیمار بذر با غلظت روی کم ۴۶۸/۳۷ و درتیمار بذر با غلظت روی زیاد به ۵۴۰/۵۱ گرم در هکتار رسید و ۷۲/۱۴ گرم درهکتار یا ۱۵/۴ درصد افزایش درجذب کل روی حاصل شد. بیشترین میزان جذب روی توسط گیاه (۶۹۱/۳۵ گرم درهکتار) درتیمار بذر با غلظت روی زیاد و مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی مشاهده شد (جدول۳) که نسبت به تیمار شاهد ۱۳۸ درصد افزایش نشان می دهد. ضیائیان وملکوتی (۱۳۷۸) نیزگزارش دادند که مصرف روی موجب ۱۱۲ درصد افزایش درجذب کل روی و ۱۵۳ درصد افزایش جذب روی توسط دانه گندم درشرایط گلخانه شد. این اختلاف می تواند ناشی از تفاوت درخصوصیات خاک ، نوع رقم وشرایط آزمایش باشد. روی به صورت Zn^{++} و $ZnO^{+}H$ درخاکهای قلیایی جذب می شود وجذب آن به صورت فعال است (۱۱). مقدار روی درمحلول خاک به ویژه با حضور کربنات کلسیم و pH بالا بسیار ناچیز است (۳×۱۰^{-۷} مول درلیتر). حداکثر جذب روی در گیاه درغلظت $۲/۵ \times ۱۰^{-۶}$ مول درلیتر روی درمحلول صورت می‌گیرد وحداکثر عملکرد نیز با جذب ۲۰ نانوگرم روی در گرم وزن‌تر ریشه در روز مشاهده شد(۴). رینگل و گراهام (۱۹۹۵) در بررسی خود شدت جذب خالص روی درگیاهان بدون مصرف کود روی، چهار میکروگرم برگرم وزن خشک ریشه بدست آوردند وبا مصرف کود روی شدت جذب سه برابر شد. طبق نظر این محققین مقدار فوق برای رسیدن به عملکرد نزدیک به ماکزیمم، حداقل درگیاهان رشد یافته از بذور با غلظت روی زیاد کافی می‌باشد. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات روی برغلظت فسفر دانه درسطح یک درصد معنی دارشد ولی برهمکنش آنها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲) . با مصرف روی غلظت فسفر دانه از ۰/۴۴ درصد درZn_0 به ۰/۳۸ درصد در$Zn_۳$ کاهش یافت (جدول ۴) که نشانگر برهمکنش فسفر و روی درگیاه می‌باشد. برهمکنش فسفر و روی یکی از شناخته شده‌ترین ومؤثرترین برهمکنش‌های عناصر غذایی است که درکمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و تولیدات باغی دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. این برهمکنش درخاک، مرحله جذب، انتقال و یا استفاده فیزیولوژیکی در گیاه می‌باشد و مکانیسم‌های متعددی درخصوص این برهمکنش عنوان گردیده است (۴، ۱۱).

نسبت فسفر به روی در دانه نیز تحت تأثیر معنی داراثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذر ومصرف کود سولفات روی قرار گرفت(جدول ۲) . نسبت فسفر به روی از ۱۵۰/۴۱ در Zn_0 به ۷۰ درتیمار$Zn_۳$ رسید (جدول۴). این مقدار کاهش درنسبت فسفر به روی دانه می تواند بدلیل افزایش غلظت روی دانه براثر مصرف کودسولفات روی و همچنین کاهش غلظت فسفر دانه درنتیجهٔ برهمکنش منفی فسفر و روی باشد. نسبت فسفر به روی همبستگی بالایی با نسبت اسید فیتیک به روی دانه داردکه از نظر جذب روی توسط انسان عامل بسیار مهمی است نسبت فسفر به روی در ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای روی گیاه مناسب‌تر از غلظت روی می‌باشد. مینگ و چانگرین (۱۹۹۵) نسبت متعادل فسفر به روی دانه گندم را برابر ۵۰ گزارش نموده‌اند. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴ ـ اثرات غلظت روی بذر و مصرف روی (کیلوگرم درهکتار) بر غلظت عناصر غذایی ونسبت فسفر بر روی دانه

بذر / روی	۰	۲/۵	۵	۱۰	میانگین
غلظت فسفر دانه (درصد)					
غلظت کم	۰/۴۴۶a	۰/۴۲۵bc	۰/۴۱۱cd	۰/۳۸۶e	۰/۴۱۷A
غلظت زیاد	۰/۴۳۶ab	۰/۴۲۳bc	۰/۴۰۳d	۰/۳۷۴e	۰/۴۰۹B
میانگین	۰/۴۴۱A	۰/۴۲۴B	۰/۴۰۷C	۰/۳۸۰D	۰/۴۱۳
LSD٪۱	۰/۰۱۰= روی		۰/۰۰۷ = بذر	۰/۰۱۴= بذر × روی	
غلظت روی دانه (میلی گرم درکیلوگرم)					
غلظت کم	۲۷/۶۲h	۴۰/۷۵f	۴۸/۲۵d	۵۱/۳۰c	۴۱/۹۸B
غلظت زیاد	۳۱/۴۲g	۴۴/۴۲e	۵۳/۷۲b	۵۷/۷۲a	۴۶/۸۲A
میانگین	۲۹/۵۲۵	۴۲/۵۸C	۵۰/۹۸B	۵۴/۵۱A	۴۴/۴۰
LSD٪۱	۰/۳۷= روی		۰/۵۲ = بذر	۰/۷۴= بذر × روی	
غلظت آهن دانه (میلی گرم درکیلوگرم)					
غلظت کم	۶۲/۵۰a	۶۱/۱۶ab	۵۹/۱۰c	۵۷/۳۳d	۶۰/۰۲A
غلظت زیاد	۶۰/۲۰bc	۵۹/۴۰c	۵۷/۴۰d	۵۵/۲۳e	۵۸/۰۵B
میانگین	۶۱/۳۵A	۶۰/۲۸B	۵۸/۲۵C	۵۶/۲۸D	۵۹/۰۳
LSD٪۱	۱/۰۵= روی		۰/۷۴= بذر	۱/۴۸= بذر × روی	
غلظت منگنزدانه (میلی گرم درکیلوگرم)					
غلظت کم	۴۵/۵۶a	۴۴/۳۳b	۴۲/۹۰cd	۴۱/۶۰d	۴۳/۶۰A
غلظت زیاد	۴۴/۳۳ab	۴۳/۵۳bc	۴۱/۸۳d	۳۹/۳۳e	۴۲/۲۵B
میانگین	۴۴/۹۵A	۴۳/۹۳B	۴۲/۳۶C	۴۰/۴۶D	۴۲/۹۲
LSD٪۱	۰/۹۶= روی		۰/۶۸= بذر	۱/۳۶= بذر × روی	
غلظت مس دانه (میلی گرم درکیلوگرم)					
غلظت کم	۷/۴۶a	۷/۴۳ab	۷/۳۰bc	۷/۲۰c	۷/۳۵A
غلظت زیاد	۷/۵۰a	۷/۴۳ab	۷/۳۰bc	۷/۰۰d	۷/۳۰A
میانگین	۷/۴۸A	۷/۴۳B	۷/۳۰B	۷/۱۰C	۷/۳۳
LSD ٪۱	۰/۱۲= روی		۰/۰۸= بذر	۰/۱۶= بذر × روی	
(نسبت فسفر به روی دانه P/Zn)					
غلظت کم	۱۶۱/۸۳a	۱۰۴/۱۶c	۸۵/۱۶e	۷۵/۳۳f	۱۰۶/۶۲A
غلظت زیاد	۱۳۹/۰۰b	۹۵/۳۳d	۷۵/۵۰f	۶۴/۶۰g	۹۳/۶۲B
میانگین	۱۵۰/۴۱A	۹۹/۷۵B	۸۰/۳۳C	۷۰/۰۰D	۱۰۰/۱۲
LSD ٪۱	۳/۸۵=روی		۲/۷۳ = بذر	۵/۴۵= بذر × روی	

* میانگین های دارای حداقل یک حرف بزرگ لاتین مشابه در ردیف یا ستون و حروف کوچک در متن جدول فاقد اختلاف معنی دار درسطح یک درصد می‌باشند.

www.SID.ir

روی برغلظت آهن دانه درسطح یک درصد معنی دارشد ولی برهمکنش آنها تأثیر معنی داری نداشت(جدول ۲). با مصرف کود سولفات روی غلظت آهن دانه کاهش یافت (جدول۴) که نشانگر برهمکنش منفی بین روی وآهن می‌باشد. ملکوتی و همکاران (۱۳۷۸) نیز براثر مصرف روی، کاهش غلظت آهن را در دانهٔ گندم گزارش نموده اند. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات روی بر غلظت منگنز دانه درسطح یک درصد معنی دارشد. اما برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر اصلی مصرف کود سولفات روی برغلظت مس دانه درسطح یک درصد و برهمکنش غلظت روی بذر و کود روی مصرفی درسطح پنج درصد معنی‌دارشد (جدول۲). رینگل و همکاران (۱۹۹۵) نیز دربررسی خود نشان دادند که با مصرف کود روی، غلظت عناصر غذایی از جمله آهن، منگنز، روی و مس در دانه کاهش یافت. این محققین ، علت اصلی این کاهش را اثر رقت می‌دانند نه رقابت درجذب ولی به نظر می‌رسد که دربرهمکنش منفی این عناصر مکانیسم های متعددی از جمله رقابت در جذب، انتقال و استفاده فیزیولوژیکی درگیاه وهمچنین اثر رقت مؤثر باشند که بسته به شرایط خاک وگیاه ممکن است تأثیر یکی از این عوامل شدت بیشتری داشته باشد.

اثرات مصرف کود سولفات روی و غلظت روی بذر برتجمع عناصر غذایی در دانه درجدول ۵ آورده شده است. با توجه به داده‌های جدول مشخص می‌شود که تیمار ۲/۵ کیلوگرم درهکتار روی نه تنها موجب کاهش برداشت فسفر توسط دانه نشده است بلکه به دلیل افزایش عملکرد دانه ناشی از مصرف روی برداشت فسفر نیز افزایش یافته ولی درتیمار ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار برداشت فسفر کاهش یافته که می‌تواند ناشی از کاهش غلظت فسفر در گیاه براثر مصرف روی باشد که مکانیسم‌های مختلفی می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد. همانطوریکه نتایج نشان می‌دهد بیشترین برداشت روی از مصرف ۱۰ کیلوگرم روی وکاشت بذر با روی زیاد حاصل شده است.این امر می تواند از نظر تأمین سلامتی افراد جامعه تأثیر زیادی داشته باشد.

اثرات اصلی مصرف کود سولفات روی درسطح یک درصد برغلظت فسفر آرد وسبوس معنی دارشد. اما تأثیرغلظت روی بذر درسطح پنج درصد برغلظت فسفر آرد معنی دارشد واثرآن برغلظت فسفر سبوس و برهمکنش آن باکود سولفات روی مصرفی معنی دارنشد(جدول ۲) غلظت فسفر آرد و سبوس در .Zn برابر ۰/۱۳ و ۰/۶۵ درصد ودرZn_3 به ۰/۱۱ و ۰/۵۸ درصد رسید. ملکوتی وهمکاران (۱۳۷۸) نیز نتایج مشابهی گزارش نموده‌اند . غلظت روی بذر و برهمکنش غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات روی برغلظت روی آرد و سبوس اثر معنی‌داری نداشت و فقط تأثیر مصرف کود روی برغلظت روی آرد و سبوس درسطح یک درصد معنی دارشد(جدول۲) میانگین غلظت روی درآرد و سبوس درتیمار Zn_0 به ترتیب ۱۰/۴۳ و ۳۵/۷۳ میلی گرم و در Zn_3 برابر ۱۲/۰۵ و ۶۵/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود به عبارت دیگر با مصرف ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار، غلظت روی آرد ۱۵/۵۳ درصد و غلظت روی سبوس ۸۳/۱۲ درصد افزایش یافت. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف روی برغلظت آهن آرد و اثراصلی کود سولفات روی بر غلظت آهن سبوس درسطح یک درصد معنی دارشد ولی برهمکنش آنها معنی‌دارنشد (جدول۲). میانگین غلظت آهن در آرد و سبوس به ترتیب ۱۸/۶۹ و ۸۷/۷۳ میلی گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد. با مصرف روی غلظت آهن درآرد وسبوس ، کاهش یافت (جدول ۶) . موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند که ۶۲ درصد آهن دانه در پوسته ، ۲۹ درصد در اندوسپرم و ۹ درصد در رویان وجود دارد. غلظت منگنز آرد و سبوس فقط تحت تأثیر معنی‌دار مصرف کود سولفات روی قرارگرفت (جدول۲). میانگین غلظت منگنز در آرد ۷/۰۶ ودر سبوس برابر ۷۰/۹۱ میلی گرم در کیلوگرم بود (جدول ۸) به عبارت دیگر غلظت منگنز سبوس حدود ۱۰ برابر منگنز آرد بود. موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش دادند که ۶۷ درصد منگنز دانه در پوسته ، ۱۶ درصد در اندوسپرم و۱۷ درصد درجنین یا رویان وجود دارد. غلظت مس آرد وسبوس نیز فقط تحت تأثیر معنی دارمصرف کود سولفات روی قرار گرفت (جدول۲). با مصرف روی غلظت مس در آرد وسبوس کاهش یافت. میانگین غلظت مس در آرد و سبوس به ترتیب ۲/۷۵ و ۱۰/۴۶ میلی گرم در کیلوگرم بود(جدول۶) به عبارت دیگر غلظت مس سبوس ۳/۸ برابر غلظت مس آرد بود. موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش دادند که ۶۰ درصد مس دانه در پوسته، ۳۳ درصد در اندوسپرم و ۷ درصد در جنین یا رویان

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ ـ اثرات غلظت روی بذر و مصرف روی (کیلوگرم درهکتار) بر برداشت عناصر غذایی توسط دانه *

بذر / روی	۰	۲/۵	۵	۱۰	میانگین
برداشت فسفر (کیلوگرم درهکتار)					
غلظت کم	۲۶/۶۶ab	۲۷/۰۰ab	۲۵/۹۴abc	۲۴/۶۱c	۲۶/۱۳A
غلظت زیاد	۲۷/۳۸a	۲۷/۰۵ab	۲۶/۶۶ab	۲۵/۷۰c	۲۶/۷۰A
میانگین	۲۷/۱۹A	۲۷/۰۲A	۲۶/۳۰A	۲۵/۱۵B	۲۶/۴۱
LSD٪۱	۱/۰۵۹= روی		۰/۷۵ = بذر	۱/۵۰۰= بذر × روی	
برداشت روی (گرم درهکتار)					
غلظت کم	۱۷۰/۰۰h	۲۵۳/۳۹f	۳۰۴/۱۳d	۳۲۶/۵۲c	۲۶۲/۷۶B
غلظت زیاد	۱۹۷/۲۰g	۲۸۳/۸۲e	۳۵۵/۱۵b	۳۹۷/۲۷a	۳۰۸/۳۶
میانگین	۱۸۲/۱۰D	۲۶۸/۶۰C	۳۲۹/۶۴B	۳۶۱/۸۹A	۲۸۵/۵۶
LSD٪۱	۳/۹۱= روی		۲/۷۷ = بذر	۵/۵۴= بذر × روی	
برداشت آهن (گرم درهکتار)					
غلظت کم	۳۷۷/۹۱a	۳۸۰/۳۶a	۳۷۲/۵۲b	۳۶۴/۹۲b	۳۷۳/۹۳B
غلظت زیاد	۳۷۷/۸۵a	۳۷۹/۵۶a	۳۷۹/۵۱a	۳۸۰/۱۹a	۳۷۹/۲۸A
میانگین	۳۷۷/۸۸A	۳۷۹/۹۶A	۳۷۶/۰۱A	۳۷۲/۵۶A	۳۷۶/۶۰
LSD٪۱	۷/۸۳= روی		۵/۳۰= بذر	۱۰/۵۸= بذر × روی	
برداشت منگنز(گرم درهکتار)					
غلظت کم	۲۷۵/۵۲a	۲۷۵/۶۷a	۲۷۰/۴۱ab	۲۶۴/۷۸b	۲۷۶/۰۱A
غلظت زیاد	۲۷۸/۲۷a	۲۷۸/۱۶a	۲۷۶/۵۶a	۲۷۰/۷۳ab	۲۷۱/۵۹B
میانگین	۲۷۶/۸۹A	۲۷۷/۰۷A	۲۷۳/۴۹A	۲۶۷/۷۵B	۲۷۳/۸۰
LSD٪۱	۵/۶۲= روی		۳/۹۷= بذر	۸/۰۴= بذر × روی	
برداشت مس (گرم درهکتار)					
غلظت کم	۴۵/۱۴d	۴۶/۲۲cd	۴۶/۰۱cd	۴۵/۸۲cd	۴۵/۸۰B
غلظت زیاد	۴۶/۷۴bc	۴۷/۵۰ab	۴۸/۲۶a	۴۸/۱۸a	۴۷/۶۷A
میانگین	۴۵/۹۴B	۴۶/۸۶AB	۴۷/۱۳A	۴۷/۰۵A	۴۶/۷۳
LSD ٪۱	۰/۹۶۰= روی		۰/۶۸= بذر	۱/۳۶= بذر × روی	

* میانگین های دارای حداقل یک حرف بزرگ لاتین مشابه در ردیف یا ستون و حروف کوچک در متن جدول فاقد اختلاف معنی دار درسطح یک درصد می باشند.

وجود دارد. همانطوری که نتایج نشان می دهند بخش اعظم عناصر غذایی دانه در سبوس تجمع یافته و متأسفانه بدلیل آنکه درهنگام تهیهٔ آرد ، سبوس جداسازی شده و برای مصارف دیگر مورد مصرف قرار می‌گیرد این عمل موجب می شود بخش عمدهٔ عناصر غذایی دانه از دسترس مصرف انسان در نان تهیه شده خارج شود وعارضهٔ کمبود عناصر مغذی در انسان همچنان مشکل آفرین باشد. البته با توجه به اینکه بیشترین مقدار عناصر معدنی در بیرونی ترین لایه اندوسپرم یعنی لایه آلرون تجمع می یابند ودرهنگام تهیه آرد درگندمهای دانه نرم این لایه از سبوس جدا نمی شود وهمراه با سبوس از آرد جدا می گردد لذا توصیه می شود سبوس چنین گندمهایی با دستگاه سبوس تمیزکن جدا و با هم زدن سبوس آرد چسبیده به آن نیز که دارای عناصر معدنی بالایی است پس از جدا سازی به آرد به دست آمده اضافه شود. اضافه کردن خود سبوس به دلیل اسید فیتیک بالا مانع جذب عناصر غذایی موجود در نان مصرفی وسایر اجزاء جیره غذایی در انسان می شود. همچنین با مصرف

www.SID.ir

جدول ۶ ـ اثرات مصرف روی بر غلظت عناصر غذایی آرد و سبوس

آرد

روی مصرفی (کیلوگرم درهکتار)	فسفر (درصد)	روی (میلی گرم درکیلوگرم)	آهن (میلی گرم درکیلوگرم)	منگنز (میلی گرم درکیلوگرم)	مس (میلی گرم درکیلوگرم)
۰	۰/۱۳A	۱۰/۴۳D	۲۰/۱۰A	۷/۳۶A	۲/۹۳A
۲/۵	۰/۱۱B	۱۱/۳۶C	۱۹/۰۰B	۷/۱۵B	۲/۸۳B
۵	۰/۱۰C	۱۱/۷۱B	۱۸/۳۰C	۶/۹۶C	۲/۶۵C
۱۰	۰/۰۹D	۱۲/۰۵A	۱۷/۳۶D	۶/۷۶D	۲/۴۸D
میانگین	۰/۱۱	۱۱/۳۸	۱۸/۶۹	۷/۰۶	۲/۷۲
LSD ٪۱	۰/۰۰۸	۰/۱۴۰	۰/۳۱۹	۰/۱۹۴	۰/۰۸۰

سبوس

	فسفر (درصد)	روی (میلی گرم درکیلوگرم)	آهن (میلی گرم درکیلوگرم)	منگنز (میلی گرم درکیلوگرم)	مس (میلی گرم درکیلوگرم)
۰	۰/۶۵A	۳۵/۷۳D	۹۰/۱۰A	۷۲/۰۸A	۱۰/۷۶A
۲/۵	۰/۶۵A	۵۲/۵۳C	۸۸/۵۸B	۷۱/۰۰B	۱۰/۶۱B
۵	۰/۶۱B	۵۹/۱۶B	۸۷/۰۰C	۷۰/۵۸B	۱۰/۴۱C
۱۰	۰/۵۸C	۶۵/۴۳A	۸۵/۲۶D	۷۰/۰۰C	۱۰/۰۶D
میانگین	۰/۶۲	۵۳/۲۱	۸۷/۷۳	۷۰/۹۱	۱۰/۴۶
LSD ٪۱	۰/۰۱۰	۰/۴۱۸	۰/۸۸۷	۰/۵۵۹	۰/۰۹۵

* میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار درسطح یک درصد می باشند.

متعادل کود به ویژه مصرف کودهای فسفری براساس آزمون خاک ومصرف سولفات روی می توان با کاهش میزان اسید فیتیک دانه وافزایش غلظت روی دانه نسبت اسید فیتیک به روی (PA/Zn) را کاهش داد واز این طریق به سلامتی افراد جامعه کمک نمود . نسبت PA/Zn پارامتری است که برای ارزیابی قابلیت استفاده عناصر مغذی موجود در مواد غذایی مورد استفاده برای انسان کاربرد دارد. به طوری که اگر این نسبت بیش از ۲۵ باشد جذب روی وسایر عناصر موجود درجیره غذایی انسان توسط بدن کاهش می یابد. اسید فیتیک ($C_6H_{18}O_{24}P_6$) فرم ذخیره‌ای فسفر آلی دردانه است که عوامل گیاهی ومحیطی ازجمله تغذیه گیاه می‌تواند برمقدار آن مؤثر باشد وبعضی از ارقام گیاهی غلات و حبوبات دارای پتانسیل تجمع کمتر این ماده می‌باشند. بنابراین با بهره‌گیری از روشهای نوین بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک می‌توان ارقامی را که دارای

www.SID.ir

پتانسیل تجمع کمتر اسید فیتیک دردانه می باشند ودارای سایر خصوصیات مناسب نیز هستند معرفی نمود. بدیهی است نقش تغذیه متعادل گیاه نیز نباید نادیده انگاشت.

بطور کلی با توجه به اثرات مثبت مصرف کود سولفات روی درافزایش کمی وکیفی محصولات کشاورزی و با توجه به کمبود گسترده روی در اراضی کشاورزی کشور ضروری است در برنامه های توصیه کودی ومدیریت حاصلخیزی خاک وتغذیه گیاه بطور ویژه به این عنصر غذایی مهم توجه شود تا علاوه برافزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول در راستای تأمین نیازهای غذایی و ارتقای سلامتی افراد جامعه، بتوان با افزایش غلظت روی در دانه‌های تولیدی و کاشت آنها محصولی بیشتر با کیفیت بهتر برداشت نمود.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱. بلالی ، م . ر . ملکوتی ، م . ج ، مشایخی ح . ح . و ز . خادمی . ۱۳۷۸ . اثر عناصر ریز مغذی برافزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاکهای تحت کشت گندم آبی ایران. مجلهٔ خاک وآب ، ویژه نامه گندم ، ج ۱۲ ، ش ۶ ، ص ۱۱۹ـ۱۱۱ ، مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب ، تهران ، ایران .

۲. ضیائیان ، ع . ح . و م . ج . ملکوتی . ۱۳۷۸ . تأثیر مصرف روی بر رشد و عملکرد گندم در تعدادی از خاکهای شدیدا آهکی استان فارس . مجلهٔ خاک وآب ، ویژه نامه گندم ، ج ۱۲ ، ش ۶ ، ص ۱۱۰ـ۹۹، مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب ، تهران ، ایران .

۳. محمودی ، م . کیمیاگر، م. ولایی، ن. و م . غفارپور . ۱۳۷۸. بررسی اپیدمیولوژی کمبود روی در دانش آموزان مدارس راهنمایی شهر تهران سال ۱۳۷۶ . پنجمین کنگره تغذیه ایران . امنیت غذا وتغذیهٔ خانوار ، تهران ، ایران .

۴. ملکوتی ، م . ج . و م . لطف الهی . ۱۳۷۸ . نقش روی درافزایش کمی وکیفی محصولات کشاورزی وبهبود سلامتی جامعه . سازمان تات . وزارت کشاورزی ، کرج ، ایران .

۵. ملکوتی ، م . ج .، ثواقبی. غ . ر . و م . ر . بلالی . ۱۳۷۸ . بررسی اثرات عناصر ریز مغذی در غنی سازی آرد وسبوس گندم وکاهش اسید فیتیک به منظور ارتقاء سلامتی جامعه (قسمت سوم) . مجلهٔ خاک وآب ، ویژه نامه گندم ، ج ۱۲ ، ش ۶ ، ص ۱۸۶ـ۱۷۷ ، مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب ، تهران ، ایران .

6. Asher , C.J.1987. Crop nutrition during the establishment phase , role of seed reserves. In : I.M.Wood (ed). Crop establishment problem in Queensland Australia. Institue of Agricultural Sciences, Australia.
7. Bardbeer , J.W.1988.Seed dormancy and germination. Chapman and Hail.New York.
8. Bolland , M.,B. Paynter and M.Barker.1989. Increasing phosphorus concentration in lupin seed increased grain yield in phosphorus deficient soil. Aust.J.Exp. Agric .29:797-801
9. Cakmak , I.,H.Ekis , A.Yilmaz , B.Tourun , N.Koleli , I.Gultekin , A.Alkan and S.Eker. 1997. Differential response of rye , triticale , bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. Plant Soil 188: 1-10
10. Lindsay , W.L.and W.A.Norvel.1978. Development of a DTPA soil test for zinc , iron , manganese and copper . Soil Sci. Soc. Am.J.42:421-428
11. Marschner , H.1995. Mineral nutrition of higher Plants. 2nd ed. Academic Press. 890 P.,Stutgart , Germany.
12. Ming , C. and Y. Chungreen. 1995.Effect of manganese and zinc fertilizers on nutrient balance and deficiency diagnosis of winter wheat crop in experiment. Beigieng , China.
13. Moussavi - Nik , M.,J.N.Pearson and R.D.Graham. 1998. Dynamics of nutrient remobilization during germination and early seedlings development in wheat. J.Plant Nutr. 21:421-434
14. Moussavi - Nik , M.,J.N.Pearson , G.J.Hollamby and R.D.Graham. 1997.Seed manganese (Mn) content is more important than Mn fertilization for wheat growth under Mn deficient conditions. J.Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment.267-268
15. Rengel , Z. and R.D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soils. I-Vegetative growth. Plant Soil 173:267-244.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Sillanpaa , M.1982.Micronutrients and nutrient status of soils. A global study. FAO Soil Bultein. No. 48.FAO,Rome, Italy.
17. Welch , R.M.,W.H.Allaway , W.A. House and J.Kubota. 1991. Geographic distribution of trace element problems. PP.31-37,In :J.J.Mortvedt (ed.) Micronutrients in agriculture (2nd ed.). Soil Sci. Soc.Am.Madison,WI.
18. Yilmaz , A.,H.Ekis and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. J.Plant Nutr.20:461-471.
19. Yilmaz, A.,H.Ekis,I.Gultekin , B.Torun, H.Barut , S.Karanlik and I.Cakmak.1998.Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc deficient calcareous soils. J.Plant Nutr.21:2257-2264

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of Zinc Sulfate Application as well as Seed Zinc Concentration on Responses of Wheat Plant in a Calcareous Soil

GH. R. SAVAGHEBI FIROUZABADI[1], M. J. MALAKOUTI[2], M. MOEZ ARDALAN[3]

1, 3, Assistant and Associate Professors, Faculty of Agriculture, University of Tehran
2, Professor, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran.
Accepted Jan. 8, 2003

SUMMARY

Zinc deficiency is a worldwide nutritional constraint in crop production particularly in cereals growing on calcareous soils. In order to study the effects of zinc sulfate application and seed zinc concentration on responses of wheat plant a field experiment was carried out in a Zn – deficient calcareous soil (Fine Loamy, Mixed Thermic, Xeric Haplocalcid) in Karaj region.In a factorial experiment of randomized complete block design (RCBD) with three replications low and high – Zn seeds of wheat were sown and fertilized with 0, 2.5, 5 and 10 Kg Zn ha^{-1}. ANOVA results indicated that Zn application and seed Zn concentration significantly ($P<0.01$) increased grain yield as well as protein content. Total Zn uptake as well as concentration of Zn in grain , bran and flour increased whereas P, Fe, Mn and Cu concentrations along with P/Zn ratio decreased. The results further indicated that the major portion of these mineral elements are concentrated in bran. For increasing yield and enhancement of Zn concentration in grain as well as preventation of malnutrition in the society, application of Zn - fertilizer, cultivation of high - Zn seeds and application of P - fertilizer (only on the basis of soil tests) are recommended.

Key words: Yield, Grain protein, Concentration, Uptake Zinc.

Archive of SID

www.SID.ir