

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

غلامرضا ثواقبی<sup>۱</sup>، فیروز آبادی<sup>۱</sup>، محمدجعفر ملکوتی<sup>۲</sup> و محمدمعز اردلان<sup>۳</sup>  
۱، ۳، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران<sup>۲</sup>، 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 در غلات در حال رشد در خاکهای آهکی گسترش زیادی دارد. برای مطالعه اثرات سولفات روی و غلظت روی بذر بر پاسخ‌های گیاه گندم آزمایشی مزرعه‌ای در یک خاک آهکی دارای کمبود روی (Fine Loamy, Mixed Thermic, Xeric Haplocalcids) در منطقه کرج اجرا شد. در آزمایش فاکتوریل و طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بذور با روی کم و زیاد کشت و با سطوح صفر، ۲/۵، ۵ و ۱۰ کیلوگرم روی درهکتار کود دهی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف روی و غلظت روی بذر بطور معنی داری ( $P < 0.01$ ) عملکرد، درصد پروتئین دانه، جذب کل روی و غلظت روی در دانه، آرد و سبوس را افزایش اما غلظت فسفر، آهن، منگنز، مس و نسبت 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 و بالا بردن غلظت روی در دانه و جلوگیری از سوء تغذیه در جامعه، مصرف کود روی، کاشت بذور با غلظت روی زیاد و مصرف کود فسفوری صرفاً 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 در دنیا دارای کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف هستند (۱۷). فائو در گزارشی جامع از ۳۰ کشور جهان که توسط سیلانیا (۱۶) تهیه شده اعلام نمود که بیش از ۳۰ درصد خاکهای این مناطق دچار کمبود روی هستند. در ایران 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 و گیاه است و در بسیاری از سیستم های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد. بر اثر کمبود روی گیاهان از نظر فاکتورهای تنظیم کننده رشد از جمله هورمون گیاهی اکسین

دچار اختلال می شوند. گیاهان در مواقع کمبود تولید فیتوسیدروفور می کنند و از طریق ریشه دفع می نمایند و روی غیرقابل جذب را به قابل جذب تبدیل می کنند. این مواد اثر کلاتی دارند. گیاهان در شرایط کمبود روی در خاک از روی غیرقابل جذب نیز استفاده می کنند. 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 در گندم و نان تولیدی سبب بروز کمبود روی در انسان می شود. طبق گزارش ولج 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 در انسان یا کم خونی ایرانی<sup>۱</sup> مصرف زیاد غلات حاوی آهن و روی کم در جیره

### مواد و روشها

این بررسی در یک خاک آهکی منطقه کرج Fine Loamy, Mixed, Thermic, Xeric Haplocalcids با مواد آبرفتی (رودخانه 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 ۲۸/۵، درصد، شن ۳۶/۸، درصد، سیلت ۳۴/۷، درصد، رس ۲۸/۵ درصد، فسفر قابل جذب برابر ۹/۵ میلی گرم در کیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۱۶۵ میلی گرم در کیلوگرم 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 میلی گرم در کیلوگرم بود.

در آزمایش فاکتوریل و طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار، تأثیر چهار سطح صفر، ۲/۵، ۵ و ۱۰ کیلوگرم روی خالص در هکتار 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 بذر دارای میزان زیاد روی از مؤسسه تحقیقات خاک وآب واز گندم برداشت شده از مزارع آزمایشی که در آنها کود سولفات روی برای افزایش غلظت روی مصرف شده بود تهیه گردید. این دو بذر از نظر سایر عناصر غذایی تفاوت معنی داری نداشتند. در جدول ۱ غلظت و میزان روی دو نوع بذر گزارش شده است.

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

وضعیت روی	غلظت روی (میلی گرم 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 و عملکرد و اجزای عملکرد تعیین شد. نمونه‌های دانه، کاه، آرد و سبوس در هر تیمار و تکرار جداگانه آسیاب شده و از هر کدام یک گرم توزین و به روش خاکستر نمودن خشک در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره الکتریکی به مدت ۵ ساعت

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 مارشتر (۱۹۹۵) کمبود روی در انسان را می توان از طریق افزایش غلظت این عنصر در غلات برطرف کرد.

غلظت روی دانه علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای گندم تولیدی برای انسان می‌تواند موجب افزایش کمی و کیفی محصول بویژه در خاکهای با حاصلخیزی کم شود. در مرحله جوانه زنی باید ذخیره 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). در گندم میزان روی و منگنز ذخیره شده در بذر تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد گندم در خاکهای دچار کمبود دارد (۱۴). موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند که در شرایط کمبود منگنز میزان منگنز بذر مهمتر از کود دهی منگنز می باشد.

پولاند و همکاران (۱۹۸۹) اهمیت ذخیره فسفر بذر را در رشد اولیه گیاه و افزایش عملکرد گزارش نموده اند. موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند که حدود ۶۳ درصد ذخیره عناصر غذایی دانه گندم در پوسته، ۲۷ درصد در اندوسپرم و ۱۰ درصد در جنین یا رویان وجود دارد. بنا به نظر رینگل و گراهام (۱۹۹۵) گیاهان رشد یافته از بذر با ذخیره 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 و بی‌کربناته بودن آبهای آبیاری کمبود عناصر کم مصرف بویژه روی در خاکهای زیر کشت غلات مشکل جدی بوده و به نظر می‌رسد گیاهان رشد یافته از بذر 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 بر پاسخهای گیاه گندم نسبت به مصرف سولفات روی در یک خاک آهکی به اجرا درآمد.

سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، میزان کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین و ایندول 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 در عملکرد دانه و اجزاء عملکرد (تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) شد که از بین این اجزاء، تأثیر مصرف روی بر تعداد سنبله در متر مربع شدیدتر بود این محققان نشان دادند که بر اثر مصرف روی تعداد سنبله در متر مربع تا ۸۱ و وزن هزار دانه تا ۲۶ درصد افزایش یافت. رینگل و گراهام (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که با مصرف کود روی وزن خشک دانه و کاه و کلش افزایش یافت و بین 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 بیشتری تولید نمودند. در این بررسی برهمکنش مصرف کود روی و غلظت زیاد روی دانه در بزرده کود مصرفی معنی دار شد. و در گیاهان رشد یافته از بذور با غلظت روی کم در مقایسه با گیاهان رشد یافته از بذور با غلظت روی زیاد برای رسیدن به حداکثر شاخص برداشت میزان کود روی بیشتری مورد نیاز بود. همچنین گیاهان رشد یافته از بذور دارای روی زیاد در مقایسه با گیاهان رشد یافته از بذور دارای روی کم دارای بازرده کود مصرفی بیشتری بودند یلماز و همکاران (۱۹۹۸) تأثیر روی بذور را بر عملکرد و غلظت روی دانه گندم آبی و دیم در ترکیه بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که در شرایط کمبود روی، غلظت زیاد روی بذور، رشد و عملکرد گندم را افزایش می‌دهد. در این بررسی افزایش عملکرد ناشی از کشت بذور با روی زیاد در شرایط آبی و دیم به ترتیب ۱۴ و ۱۸ درصد بود.

اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذور و مصرف روی بر درصد پروتئین دانه نیز در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). در این بررسی کاشت بذور با غلظت روی زیاد ۵/۱ درصد و مصرف ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار ۸/۲ درصد میزان پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). نقش روی در افزایش میزان پروتئین دانه توسط محققین متعددی گزارش شده است (۴، ۱۱) بطور کلی در شرایط کمبود روی فعالیت

خاکستر شد. عصاره‌گیری با اضافه کردن ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار به خاکستر بدست آمده و عبور دادن محلول از کاغذ صافی واتمن ۴۲ انجام گرفت. در عصاره‌های بدست آمده عناصر روی، آهن، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی و فسفر به روش آمونیوم مولیبدات رنگ زرد اندازه‌گیری شد. نسبت فسفر به روی دانه از تقسیم غلظت فسفر به روی دانه بدست آمد. میزان جذب عناصر غذایی از حاصلضرب غلظت در عملکرد محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی‌ها از طریق آزمون دانکن و محاسبه LSD انجام پذیرفت.

### نتایج و بحث

خاک مورد آزمایش حاکی آهکی و از نظر بافت متوسط و فاقد مشکل شوری و قلیائیت بوده و با توجه به غلظت کم روی برای اجرای این آزمایش مناسب بود. دو نوع بذور انتخابی نیز از نظر غلظت روی چهار برابر و از نظر میزان روی حدود ۳/۵ برابر اختلاف داشتند (جدول ۱). اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذور و سولفات روی مصرفی بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲) میانگین عملکرد دانه در تیمار بذور با روی کم ۶۲۳۳ و در تیمار بذور با غلظت روی زیاد ۶۵۴۰ کیلوگرم در هکتار بود که ۳۰۷ کیلوگرم یا ۴/۹۲ درصد افزایش عملکرد حاصل شد. تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی، عملکرد دانه را ۷/۵ درصد افزایش داد اما با کاشت بذور با غلظت روی زیاد و مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی عملکرد دانه ۸۳۷ کیلوگرم در هکتار یا ۱۳/۸۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳) که نشانگر برهمکنش مثبت غلظت روی بذور و سولفات روی مصرفی می‌باشد به عبارت دیگر غلظت روی بذور می‌تواند عکس العمل عملکرد گیاه نسبت به مصرف روی را افزایش دهد. نتایج رینگل و گراهام (۱۹۹۵) و موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۷) نیز مؤید نتایج فوق می‌باشد. گیاهان رشد یافته از بذور با ذخیره عناصر غذایی بالاتر تولید گیاهچه‌های قوی‌تر کرده و حساسیت آنها به عوامل بیماری‌زای گیاهی نیز کاهش می‌یابد همچنین با گسترش سیستم ریشه حجم خاک در دسترس ریشه برای جذب آب و عناصر غذایی افزایش می‌یابد. بطور کلی مصرف کود روی از طریق افزایش تعداد دانه در

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

F محاسبه شده										
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه	روی دانه	فسفر به روی	آهن دانه	منگنز دانه	مس دانه	فسفر سیبوس
تکرار	۲	۰/۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۲/۰۷ <sup>ns</sup>	۲/۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۱/۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۱/۷۳ <sup>ns</sup>	۱/۵۲ <sup>ns</sup>
بذر	۱	۷۸۹/۶۵ <sup>**</sup>	۱۴۷۶/۷۷ <sup>**</sup>	۱۱/۳۴ <sup>**</sup>	۱۵۲۴/۵۵ <sup>**</sup>	۲۰/۴۳ <sup>**</sup>	۶۲/۰۷ <sup>**</sup>	۳۴/۱۸ <sup>**</sup>	۲/۲۷ <sup>ns</sup>	۳/۱۱ <sup>ns</sup>
روی	۳	۳۳۱/۷۶ <sup>**</sup>	۶۹۱/۲۳ <sup>**</sup>	۱۱۲/۳۸ <sup>**</sup>	۸۰۴۲/۱۱ <sup>**</sup>	۱۵۲۰/۷۲ <sup>**</sup>	۸۰/۸۱ <sup>**</sup>	۷۲/۶۱ <sup>**</sup>	۲۶۱/۳۹ <sup>**</sup>	۱۰۱/۱۱ <sup>**</sup>
بذر × روی	۳	۴۸/۰۹ <sup>**</sup>	۱۲۰/۹۷ <sup>**</sup>	۰/۹۸ <sup>ns</sup>	۲۸/۹۷ <sup>**</sup>	۱۲/۹۶ <sup>**</sup>	۰/۳۲ <sup>ns</sup>	۱/۹۶ <sup>ns</sup>	۳/۷۳ <sup>*</sup>	۱/۰۷ <sup>ns</sup>
منابع تغییر	درجه آزادی	فسفر آرد	روی سیبوس	روی آرد	آهن سیبوس	آهن آرد	منگنز سیبوس	منگنز آرد	مس سیبوس	مس آرد
تکرار	۲	۰/۷۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۱/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۳ <sup>ns</sup>	۴/۹۷ <sup>ns</sup>	۲/۲۴ <sup>ns</sup>	۱/۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۷ <sup>ns</sup>
بذر	۱	۳/۱۱ <sup>*</sup>	۹/۱۰ <sup>**</sup>	۲/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱	۵/۸۴ <sup>*</sup>	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۳/۰۳ <sup>ns</sup>
روی	۳	۱۰/۱۱ <sup>**</sup>	۱۶۵۳ <sup>**</sup>	۴۳۷/۴۲ <sup>**</sup>	۹۷/۱۶ <sup>**</sup>	۲۳۱/۰۰ <sup>**</sup>	۴۳/۷۵ <sup>**</sup>	۶۱/۸۲ <sup>**</sup>	۹۷/۱۶ <sup>**</sup>	۱۰۸/۲۲ <sup>**</sup>
بذر × روی	۳	۰/۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۱/۴۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۸۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۱/۴۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۱/۵۱ <sup>ns</sup>

ns: غیر معنی دار \* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد

جدول ۳- اثرات غلظت روی بذر و مصرف روی (کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و درصد پروتئین دانه \*

بذر / روی	۰	۲/۵	۵	۱۰	میانگین
<b>عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)</b>					
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		
<b>درصد پروتئین دانه</b>					
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	۰/۷۰=بذر	۰/۱۰=بذر × روی		
<b>جذب کل روی (گرم در هکتار)</b>					
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 اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند.

موجب ۱۱/۵۳ درصد افزایش در غلظت روی دانه شد و تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی غلظت روی دانه را ۸۴/۷ درصد افزایش داد و این امر نشان می‌دهد که با کاشت بذر با غلظت روی زیاد و مصرف کود سولفات روی می‌توان غلظت روی دانه را افزایش داد و در نتیجه ارزش تغذیه‌ای گندم‌های تولیدی را برای استفاده انسان بالا برد. علاوه بر آن گندم‌های با غلظت روی زیاد که در

آنزیم RNA پلیمرز و انتقال اسیدهای آمینه به دانه کاهش یافته و فعالیت آنزیم RNA آز و تجزیه و تخریب RNA افزایش در نتیجه سنتز پروتئین شدیداً کاهش می‌یابد. همچنین روی از اجزاء ضروری ساختمانی ریبوزومها می‌باشد. اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذر و روی مصرفی بر غلظت روی دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). تیمار غلظت روی بذر

است (۱۱). مقدار روی در محلول خاک به ویژه با حضور کربنات کلسیم و pH بالا بسیار ناچیز است ( $3 \times 10^{-7}$  مول در لیتر). حداکثر جذب روی در گیاه در غلظت  $10^{-6} \times 2/5$  مول در لیتر روی در محلول صورت می‌گیرد و حداکثر عملکرد نیز با جذب ۲۰ نانوگرم روی در گرم وزن تر ریشه در روز مشاهده شد (۴). رینگل و گراهام (۱۹۹۵) در بررسی خود شدت جذب خالص روی در گیاهان بدون مصرف کود روی، چهار میکروگرم بر گرم وزن خشک ریشه بدست آوردند و با مصرف کود روی شدت جذب سه برابر شد. طبق نظر این محققین مقدار فوق برای رسیدن به عملکرد نزدیک به ماکزیمم، حداقل در گیاهان رشد یافته از بذور با غلظت روی زیاد کافی می‌باشد. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات روی بر غلظت فسفر دانه در سطح یک درصد معنی دار شد ولی بر همکنش آنها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). با مصرف روی غلظت فسفر دانه از ۰/۴۴ درصد در  $Zn_0$  به ۰/۳۸ درصد در  $Zn_3$  کاهش یافت (جدول ۴) که نشانگر برهمکنش فسفر و روی در گیاه می‌باشد. برهمکنش فسفر و روی یکی از شناخته شده‌ترین و مؤثرترین برهمکنش‌های عناصر غذایی است که در کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و تولیدات باغی دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. این برهمکنش در خاک، مرحله جذب، انتقال و یا استفاده فیزیولوژیکی در گیاه می‌باشد و مکانیسم‌های متعددی در خصوص این برهمکنش عنوان گردیده است (۴، ۱۱).

نسبت فسفر به روی در دانه نیز تحت تأثیر معنی‌دار اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات روی قرار گرفت (جدول ۲). نسبت فسفر به روی از ۱۵۰/۴۱ در  $Zn_0$  به ۷۰ در تیمار  $Zn_3$  رسید (جدول ۴). این مقدار کاهش در نسبت فسفر به روی دانه می‌تواند دلیل افزایش غلظت روی دانه بر اثر مصرف کود سولفات روی و همچنین کاهش غلظت فسفر دانه در نتیجه برهمکنش منفی فسفر و روی باشد. نسبت فسفر به روی همبستگی بالایی با نسبت اسید فیتیک به روی دانه دارد که 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 چانگین (۱۹۹۵) نسبت متعادل فسفر به روی دانه گندم را برابر ۵۰ گزارش نموده‌اند. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات

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 بر اثر مصرف کود روی گزارش نموده‌اند. یلماز و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم نتیجه گرفتند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش داد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم نیز زیاد شد. موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده نمودند که با مصرف کودهای سولفات روی و سولفات منگنز علاوه بر افزایش تولید و غنی‌سازی بذر گندم به علت ذخیره سازی عناصر غذایی از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند. اگر تغذیه برگ‌گی در زمان گل‌دهی انجام گیرد وقوع حالت فوق حتمی است. طبق گزارش این محققین ۲۰ درصد از مقدار روی دانه در رویان، ۲۳ درصد در اندوسپرم و ۵۷ درصد در پوسته می‌باشد. در مقایسه با سایر عناصر غذایی درصد بالاتری از کل روی و منگنز دانه در رویان موجود است (۲۰ و ۱۷ درصد کل) مقدار بالای روی و منگنز در بذر مانند یک کود شروع کننده عمل می‌کند و بذور با ذخیره روی و منگنز بیشتر دارای قدرت جوانه زنی بهتری هستند. اثرات اصلی و برهمکنش غلظت روی بذر و مصرف سولفات روی بر جذب کل روی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). جذب کل روی در تیمار بذر با غلظت روی کم  $468/37$  و در تیمار بذر با غلظت روی زیاد به  $540/51$  گرم در هکتار رسید و  $72/14$  گرم در هکتار یا  $15/4$  درصد افزایش در جذب کل روی حاصل شد. بیشترین میزان جذب روی توسط گیاه (۶۹۱/۳۵ گرم در هکتار) در تیمار بذر با غلظت روی زیاد و مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی مشاهده شد (جدول ۳) که نسبت به تیمار شاهد ۱۳۸ درصد افزایش نشان می‌دهد. ضیائی‌ان و ملکوتی (۱۳۷۸) نیز گزارش دادند که مصرف روی موجب ۱۱۲ درصد افزایش در جذب کل روی و ۱۵۳ درصد افزایش جذب روی توسط دانه گندم در شرایط گلخانه شد. این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت در خصوصیات خاک، نوع رقم و شرایط آزمایش باشد. روی به صورت  $Zn^{++}$  و  $ZnO^+H$  در خاک‌های قلیایی جذب می‌شود و جذب آن به صورت فعال

جدول ۴ - اثرات غلظت روی بذر و مصرف روی (کیلوگرم در هکتار) بر غلظت عناصر غذایی ونسبت فسفر بر روی دانه

بذر / روی	۰	۲/۵	۵	۱۰	میانگین
<b>غلظت فسفر دانه ( درصد )</b>					
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		
<b>غلظت روی دانه ( میلی گرم در کیلوگرم )</b>					
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		
<b>غلظت آهن دانه (میلی گرم در کیلوگرم )</b>					
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		
<b>غلظت منگنز دانه ( میلی گرم در کیلوگرم )</b>					
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		
<b>غلظت مس دانه ( میلی گرم در کیلوگرم )</b>					
غلظت کم	۷/۴۶a	۷/۴۳ab	۷/۳۰bc	۷/۲۰c	۷/۳۵A
غلظت زیاد	۷/۵۰a	۷/۴۳ab	۷/۳۰bc	۷/۱۰d	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		
<b>(نسبت فسفر به روی دانه P/Zn)</b>					
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 در سطح یک درصد می باشند.

برغلظت فسفر سبوس و برهمکنش آن با کود سولفات روی مصرفی معنی دارنشده (جدول ۲) غلظت فسفر آرد و سبوس در Zn برابر ۰/۱۳ و ۰/۶۵ درصد و در Zn<sub>۳</sub> به ۰/۱۱ و ۰/۵۸ درصد رسید. ملکوتی و همکاران (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 در سطح یک درصد معنی دارنشده (جدول ۲) میانگین غلظت روی در آرد و سبوس در تیمار Zn<sub>۰</sub> به ترتیب ۱۰/۴۳ و ۳۵/۷۳ میلی گرم و در Zn<sub>۳</sub> برابر ۱۲/۰۵ و ۶۵/۴۳ میلی گرم 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 اثر اصلی کود سولفات روی بر غلظت آهن سبوس در سطح یک درصد معنی دارنشده ولی برهمکنش آنها معنی دارنشده (جدول ۲). 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 در آرد و سبوس، 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 روپان وجود دارد. غلظت منگنز آرد و سبوس فقط تحت تأثیر معنی‌دار مصرف کود سولفات روی قرارگرفت (جدول ۲). میانگین غلظت منگنز در آرد ۷/۰۶ و در 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 و ۱۷ درصد در جنین یا روپان وجود دارد. غلظت مس آرد و سبوس نیز فقط تحت تأثیر معنی دار مصرف کود سولفات روی قرار گرفت (جدول ۲). با مصرف روی غلظت مس در آرد و سبوس کاهش یافت. میانگین غلظت مس در آرد و سبوس به ترتیب ۲/۷۵ و ۱۰/۴۶ میلی گرم در کیلوگرم بود (جدول ۶) 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 روپان

روی برغلظت آهن دانه در سطح یک درصد معنی دارنشده ولی برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). با مصرف کود سولفات روی غلظت آهن دانه کاهش یافت (جدول ۴) که نشانگر برهمکنش منفی بین روی و آهن می‌باشد. ملکوتی و همکاران (۱۳۷۸) نیز بر اثر مصرف روی، کاهش غلظت آهن را در دانه گندم گزارش نموده‌اند. اثرات اصلی غلظت روی بذر و مصرف کود سولفات روی بر غلظت منگنز دانه در سطح یک درصد معنی دارنشده. اما برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر اصلی مصرف کود سولفات روی برغلظت مس دانه در سطح یک درصد و برهمکنش غلظت روی بذر و کود روی مصرفی در سطح پنج درصد معنی دارنشده (جدول ۲). رینگل و همکاران (۱۹۹۵) نیز در بررسی 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 در جذب ولی به نظر می‌رسد که در برهمکنش منفی این عناصر مکانیسم‌های متعددی از جمله رقابت در جذب، انتقال و استفاده فیزیولوژیکی در گیاه و همچنین اثر رقت مؤثر باشند که بسته به شرایط خاک و گیاه ممکن است تأثیر یکی از این عوامل شدت بیشتری داشته باشد.

اثرات مصرف کود سولفات روی و غلظت روی بذر بر جمع عناصر غذایی در دانه در جدول ۵ آورده شده است. با توجه به داده‌های جدول مشخص می‌شود که تیمار ۲/۵ کیلوگرم در هکتار 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 در تیمار ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار برداشت فسفر کاهش یافته که می‌تواند ناشی از کاهش غلظت فسفر در گیاه بر اثر مصرف روی باشد که مکانیسم‌های مختلفی می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد. همانطوریکه نتایج نشان می‌دهد بیشترین برداشت روی از مصرف ۱۰ کیلوگرم روی و کاشت بذر با روی زیاد حاصل شده است. این امر می‌تواند از نظر تأمین سلامتی افراد جامعه تأثیر زیادی داشته باشد.

اثرات اصلی مصرف کود سولفات روی در سطح یک درصد برغلظت فسفر آرد و سبوس معنی دارنشده. اما تأثیر غلظت روی بذر در سطح پنج درصد برغلظت فسفر آرد معنی دارنشده و اثر آن

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

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

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

می یابند و در هنگام تهیه آرد درگندمهای دانه نرم این لایه از سبوس جدا نمی شود و همراه 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 و سایر اجزاء جیره غذایی در انسان می شود. همچنین با مصرف

وجود دارد. همانطوری که نتایج نشان می دهند بخش اعظم عناصر غذایی دانه در سبوس تجمع یافته و متأسفانه بدلیل آنکه در هنگام تهیه آرد، سبوس جداسازی شده و برای مصارف دیگر مورد مصرف قرار می گیرد این عمل موجب می شود بخش عمده عناصر غذایی دانه از دسترس مصرف انسان در نان تهیه شده خارج شود و عارضه 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



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

آرد					
روی مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	فسفر (درصد)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)
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					
روی مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	فسفر (درصد)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)
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

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند.

بیش از ۲۵ باشد جذب روی وسایر عناصر موجود در جیره غذایی انسان توسط بدن کاهش می یابد. اسید فیتیک ( $C_6H_{18}O_{24}P_6$ ) فرم ذخیره‌ای فسفر آلی در دانه است که عوامل گیاهی و محیطی از جمله تغذیه گیاه می‌تواند بر مقدار آن مؤثر باشد و بعضی 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

متعادل کود به ویژه مصرف کودهای فسفوری براساس آزمون خاک و مصرف سولفات روی می‌توان با کاهش میزان اسید فیتیک دانه و افزایش غلظت روی دانه نسبت اسید فیتیک به روی (PA/Zn) را کاهش داد و از 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

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.

پتانسیل تجمع کمتر اسید فیتیک در دانه می باشند و دارای 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

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

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. مجله خاک و آب، ویژه نامه گندم، ج ۱۲، ش ۶، ص ۱۱۹-۱۱۱، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۲. ضیائیان، ع. ح. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. تأثیر مصرف روی بر رشد و عملکرد گندم در تعدادی از خاکهای شدیداً آهکی استان فارس. مجله خاک و آب، ویژه نامه گندم، ج ۱۲، ش ۶، ص ۹۹-۱۱۰، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۳. محمودی، م.، کیمیایگر، 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 و تغذیه 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 و کاهش اسید فیتیک به منظور ارتقاء سلامتی جامعه (قسمت سوم). مجله خاک و آب، ویژه نامه گندم، ج ۱۲، ش ۶، ص ۱۸۶-۱۷۷، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 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. Institute 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.,Stuttgart, 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.

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

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

**GH. R. SAVAGHEBI FIROUZABADI<sup>1</sup>, M. J. MALAKOUTI<sup>2</sup>,  
M. MOEZ ARDALAN<sup>3</sup>**

**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<sup>-1</sup>. 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 prevention 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.