

"مجله علوم زراعی ایران"

جلد ششم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۳

اثر کاربرد توأم فسفر و روی در غلظت عناصر غذایی و عملکرد گندم دیم

رقم سرداری «*Triticum aestivum*»

Effects of phosphorus and zinc fertilizer applications on nutrient concentrations in plant and grain yield in cv. Sardari «*Triticum aestivum*» under dryland conditions

ولی فیضی اصل^۱ و غلامرضا ولیزاده^۲

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد توأم فسفر و روی در غلظت عناصر غذایی و عملکرد گندم دیم، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با چهار سطح فسفر (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار) و چهار سطح روی (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم Zn خالص در هکتار) در سه تکرار و به مدت سه سال زراعی (۱۳۷۷-۱۳۷۴) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم (مراغه) به اجرا درآمد. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد فسفر اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه و کاه و کلس و وزن هزار دانه نداشت اما کاربرد آن غلظت عناصر فسفر، آهن، منگنز، مس و بر را که در سطح Po به ترتیب ۰/۱۶۵، ۱۵۱/۸، ۵۳/۷ و ۴/۷ و ۷/۳ mg در هر کیلوگرم برگ پرچم بود به ۰/۱۷۵، ۱۵۹، ۶۹/۲، ۶ و ۸ افزایش ولی غلظت روی را کاهش داد. کاربرد روی باعث افزایش عملکرد دانه و کاه و کلس به ترتیب از ۱۷۴۸ و ۲۱۲۶ کیلوگرم در هکتار در سطح ZnO به ترتیب ۲۰۶۰ و ۲۶۶۷ کیلوگرم در هکتار گردید که از نظر آماری معنی‌دار نبودند. هم‌چنین کاربرد این عنصر غذایی باعث افزایش عناصر نیتروژن و پتاسیم در گیاه شد اما غلظت فسفر، آهن و منگنز را در گیاه کاهش داد. مطالعه اثرات متقابل فسفر و روی نشان داد که کاربرد توأم کودهای فسفر و روی باعث افزایش عملکرد دانه و کاه و کلس گردید اما غلظت عناصر پتاسیم، آهن، منگنز و بر را در گیاه کاهش داد. استفاده از تجزیه علیت نشان داد که بیشترین تغییرات عملکرد دانه گندم دیم را تغییرات منگنز در گیاه توجیه نمود. در مجموع می‌توان چنین استنباط نمود که کاربرد فسفر و روی غلظت عناصر غذایی و عملکرد دانه گندم دیم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در صورت کاربرد کودهای فسفر و روی، افزایش منگنز در گیاه نیز به منظور ایجاد تعادل غذایی و رسیدن به عملکردهای مطلوب در گندم دیم ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: فسفر، روی، غلظت عناصر غذایی و گندم دیم.

مقدمه

موادی همانند قندها و نشاسته در گیاه شرکت می‌نمایند (Havlin Biswas and Mukherjee, ۱۹۹۱; Bennett, ۱۹۹۶; et al., ۱۹۹۹, Marschner, ۲۰۰۲). روی نیز در تشکیل و فعالیت هورمون‌های رشد، تولید شدن فاصله گره‌ها، تشکیل کلرو پلاست، احیای مواد، سنتز نوکلئوتیدها، تنظیم آب گیاه و نشاسته دانه غلات مؤثر است. هم‌چنین گزارش‌هایی مبنی بر کاهش

فسفر از جمله عناصر کلیدی در گیاه به شمار می‌رود که وظایف مهمی را در گیاه به عهده دارد. این عنصر در نقل و انتقالات انرژی در فرآیندهای متابولیسمی گیاه، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلول‌های گیاهی، توسعه قسمت‌های زایشی گیاه، رشد و تکامل ریشه‌های فرعی و مویی و هم‌چنین در تشکیل و انتقال

به منظور مطالعه اثرات متقابل فسفر و روی در خاک آزمایشی بر روی گندم دیم رقم سرداری در مراغه انجام گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که برای ایجاد تعادل بین عناصر غذایی فسفر و روی در خاک‌های زیر کشت گندم دیم نباید نسبت P/Zn در این خاک‌ها از ۱۱/۹ تجاوز نماید و با ایجاد این تعادل می‌توان به عملکردهای مطلوب دست یافت (فیضی اصل و همکاران، ۱۳۸۲).

با توجه به این که اثرات کاربرد توأم کودهای فسفر و روی در تعادل عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، آهن، منگنز، مس و بور در خاک‌های زیر کشت گندم دیم در ایران مورد مطالعه قرار نگرفته است، بنابراین انجام این آزمایش مزرعه‌ای به منظور بررسی تغییرات غلظت عناصر یاد شده در گیاه در صورت کاربرد کودهای فسفر و روی و هم‌چنین رسیدن به عملکردهای مطلوب ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات کاربرد توأم فسفر و روی در غلظت عناصر غذایی و عملکرد گندم دیم، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با چهار سطح فسفر (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار) و چهار سطح روی (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم Zn خالص در هکتار) در سه تکرار و به مدت سه سال زراعی (۱۳۷۷-۱۳۷۴) در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (مراغه) به اجرا درآمد. فسفر و روی به ترتیب از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات روی تأمین گردید.

به منظور ارزیابی حاصلخیزی خاک، هر سال قبل از اجرای آزمایش نمونه خاکی به روش مرکب از هر تکرار از عمق ۰-۲۵ سانتیمتری تهیه و عوامل مذکور در جدول ۱ در این نمونه‌ها مطابق روش‌های رایج در مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد

تعداد پنجه گندم در شرایط کمبود روی وجود دارد (Follet et al., ۱۹۸۱; Snowball and Robson, ۱۹۹۱; Kumar Das, ۱۹۹۷).

با توجه به این که اغلب خاک‌های مناطق نیمه‌خشک منطقه مراغه و هشتروند آهکی بوده و محتوی کانی‌های رس و آهک و pH بالا می‌باشند، لذا این شرایط موجبات تثبیت فسفر و روی را در خاک فراهم می‌سازند. بنابر این با تثبیت این عناصر در خاک، جذب آن‌ها توسط گیاه با مشکلات اساسی روبرو شده و تعادل تغذیه‌ای گیاه برای رسیدن به عملکردهای مطلوب به هم خواهد خورد. هم‌چنین پژوهشگران زیادی نیز گزارش کرده‌اند که عوامل متعددی از جمله pH، درصد آهک، کلسیم محلول، هدایت الکتریکی، مقدار و نوع رس، خاک‌های تسطح شده، فشرده یا متراکم شدن خاک، دمای بالای خاک، منیزیم و مس در خاک و میزان مواد آلی خاک می‌توانند بر تثبیت فسفر و روی در خاک مؤثر واقع شوند (Murphy and Walsh, ۱۹۹۱; Wiese, ۱۹۹۶). بنابر این در چنین شرایطی به منظور تأمین فسفر و روی مورد نیاز گیاه، کاربرد کودهای فسفر و روی ضروری خواهد بود اما کاربرد این کودها باید طوری انجام گیرد تا علاوه بر ایجاد تعادل بین فسفر و روی، تعادل نسبی سایر عناصر غذایی نیز در گیاه به وجود آید (Khan and Zende, ۱۹۷۷; Wild, ۱۹۸۸; Tandon, ۱۹۹۵). گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر منفی کاربرد زیاد فسفر بر جذب بسیاری از عناصر کم مصرف وجود دارد. از جمله رایج‌ترین این موارد می‌توان به اثرات متقابل فسفر و روی در گیاه اشاره نمود که توجه بسیاری از پژوهش‌گران علم تغذیه گیاهی را به خود جلب کرده و گزارش‌های متعددی حکایت از ناسازگاری (Antagonism) این دو عنصر غذایی در گیاه دارند (Khan and Zende, ۱۹۷۷; Tandon, Morghan and Mascagni, ۱۹۹۱; Brady, ۱۹۹۰; Marschner, ۲۰۰۲ ۱۹۹۵; Karimian and Yasrebi, ۱۹۹۵).

* اثر کاربرد توأم فسفر و روی در ... *

(علی احيائي و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲).

کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات روی مربوط به هر کرت آزمایشی با مقادیر یکسان خاک نرم محل اجرای آزمایش مخلوط و به صورت یکنواخت در سطح کرت‌ها پخش و سپس کودهای پخش شده به کمک دیسک با خاک سطحی هر کرت مخلوط گردید. نیتروژن مورد نیاز گندم دیم نیز قبل از مصرف کودهای فسفر و روی به میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره به کمک عمیق کار جان شیرر (Jonshereer) تماماً در پاییز جایگذاری شد (فیضی اصل و ولیزاده، ۱۳۸۲).

رقم سرداری با تراکم ۳۵۰ دانه در مترمربع پس از ضد عفونی با قارچ کش کاربوکسین-تیرام (Carboxin -thiram) به کمک ردیف کار وینتر اشتایگر (Winterstiger) در عمق پنج تا هفت سانتیمتری کشت گردید. هر کرت آزمایشی به طول هشت متر و عرض ۱/۲ متر دارای ۱۲ ردیف با فاصله ردیف‌های ۱۷/۵ سانتیمتر بود.

در مرحله پنجه‌دهی گندم مطابق با مرحله ۲۱ زایداکس و همکاران (Zadoks et al., ۱۹۷۴) با علف‌های هرز پهن برگ به کمک علف کش تو.فور.دی (D.,E.,F.) به میزان دو لیتر در هکتار مبارزه گردید.

در مرحله ظهور سنبله (۵۶ زایداکس) از هر کرت آزمایشی حدود ۵۰ برگ پرچم به صورت تصادفی تهیه گردید. گرد و غبار نمونه‌های برگگی ابتدا به کمک محلول مایع ظرفشویی و سپس با آب شهری و در نهایت با آب مقطر شستشو داده شد. پس از خشک نمودن نمونه‌ها در دمای معمولی اتاق، این نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند (Snowball and Robson, ۱۹۹۱). به منظور تعیین غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور، نمونه‌ها به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب ارسال گردید و مطابق روش‌های رایج در این مؤسسه غلظت عناصر یاد شده در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد

(امامی، ۱۳۷۵). سپس اثرات سازگاری (Sinergism) و ناسازگاری این عناصر در گیاه بر روی عملکرد دانه با استفاده از روش تجزیه علیت (Path analysis) مورد مطالعه قرار گرفت (نورمند مؤید، ۱۳۷۶).

پس از رسیدن محصول، دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از انتهای دو طرف کرت‌ها به منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای احتمالی حذف و باقیمانده کرت‌ها برای تعیین عملکرد دانه و کاه و کلش به صورت دستی (کف بر) برداشت شد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری SPSS و MSTATC (تجزیه علیت) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای ترسیم منحنی‌های سطحی از نرم‌افزار کامپیوتری STATISTICAL استفاده گردید. قبل از تجزیه مرکب داده‌ها، با استفاده از آزمون بارتلت تصحیح شده (Corrected Bartlett's test)، یکنواختی اشتباه‌های آزمایشی مربوط به عملکرد دانه مورد مطالعه قرار گرفت. زیرا در درجات آزادی ۳ و پائین تر از آن باید به جای آزمون بارتلت معمولی از آزمون بارتلت تصحیح شده به منظور بررسی یکنواختی اشتباه‌های آزمایشی استفاده شود (مشکاتی، ۱۳۶۴؛ سرمد و اسفندیاری، ۱۳۷۱؛ سرافراز و بزرگ‌نیا، ۱۳۷۲؛ و رضایی، ۱۳۷۴).

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت تصحیح شده نشان داد که اشتباه‌های آزمایشی سه سال اجرای این پژوهش یکنواخت نبوده و این نایکنواختی ناشی از سال اول آزمایش می‌باشد. با استناد به نتایج به دست آمده از این آزمون، در تجزیه واریانس مرکب داده‌های این پژوهش، از نتایج سال‌های دوم و سوم (دو سال آخر اجرای آزمایش) استفاده گردید. نتایج این تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر روی عوامل عملکردهای دانه و کاه و کلش، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، غلظت منگنز، مس و بور در

گیاه در سطح احتمال ۱ درصد از نظر آماری معنی‌دار بود. اثر فسفر بر روی غلظت منگنز در گیاه جدول ۱- متوسط نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table ۱. Mean of physical and chemical analysis of experimental soil

Properties	خصوصیات	سال زراعی		
		Cropping year		
		۱۹۹۵-۱۹۹۶	۱۹۹۶-۱۹۹۷	۱۹۹۷-۱۹۹۸
Sand(%)	شن(درصد)	۲۶	۱۸	۱۷
Silt(%)	سیلت(درصد)	۲۴	۴۰	۴۴
Clay(%)	رس(درصد)	۵۰	۴۲	۳۹
E.C.(ds/m)	قابلیت هدایت الکتریکی(دسی زیمنس بر متر)	۰،۴۵	۰،۵۵	۰،۵۵
pH	واکنش گل اشباع	۷،۲	۷،۷	۷،۸
T.N.V(%)	مواد خنثی شونده(درصد)	۱،۱	۴،۳	۴،۸
O.C(%)	کربن آلی(درصد)	۰،۵۰	۰،۶۵	۰،۷۸
Total N(%)	ازت کل(درصد)	۰،۰۵۸	۰،۰۷۵	۰،۰۸۰
P (av.)	فسفر قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-اولسن)	۱۰،۸	۹،۷	۸،۲
K (av.)	پتاسیم قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-استات آمونیوم)	۴۹۰	۶۳۵	۵۹۳
Fe (av.)	آهن قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-DTPA)	۱۰،۱	۶،۴	۵،۱
Mn (av.)	منگنز قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-DTPA)	۱۸،۴	۱۲،۵	۱۰،۵
Zn (av.)	روی قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-DTPA)	۱،۷	۱،۳	۰،۶
Cu (av.)	مس قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-DTPA)	۱،۴	۱،۵	۱،۹
B (av.)	بور قابل جذب(میلیگرم در کیلوگرم-آب داغ)	۰،۶	۰،۳	۰،۳

زیادی اعتقاد دارند که معمولاً غلات دیم در بارندگی‌های کم به مصرف کودهای فسفوری در خاک‌هایی با فسفر ۹ میلیگرم در کیلوگرم و بالاتر از آن که در طی کشت‌های متمادی فسفر به خاک افزوده شده است، پاسخ مثبتی نشان نمی‌دهند (Matar, ۱۹۷۷; Krentos and Orphanos, ۱۹۷۹; Harmsen et al., ۱۹۸۳; Orphanos, ۱۹۹۶). علاوه بر این طلایی و حق‌پرست (۱۳۷۶) نیز کودپذیری ارقام مختلف گندم دیم را در کرمانشاه مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش‌گران گزارش نمودند که رقم سرداری در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه از کودپذیری نسبتاً پایینی برخوردار است. لذا این نتایج نشان می‌دهد که نیاز این رقم به فسفر پائین می‌باشد. این در حالی است که یورتسور (Yurtsever, ۱۹۸۷) گزارش نموده است که جو دیم به کاربرد کودهای فسفوری در خاک‌هایی تا ۱۶/۴ میلیگرم فسفر در کیلوگرم در کشور ترکیه پاسخ نشان داده است.

در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر روی بر روی عوامل شاخص برداشت و غلظت منگنز در گیاه در سطح احتمال ۱ درصد و بر روی غلظت آهن در گیاه در سطح احتمال ۵ درصد از نظر آماری معنی‌دار بود. اما اثرات متقابل فسفر و روی بر روی هیچ کدام از عوامل مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

الف- اثر فسفر

کاربرد سطوح مختلف فسفر بدون استفاده از روی، اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه و وزن هزار دانه نداشت اما کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار بیشترین عملکرد دانه، کاه و کلش را تولید نمود که نسبت به شاهد به ترتیب ۱۵ و ۱۱ درصد افزایش داشتند (جدول‌های ۲ و ۳). شاید بتوان عدم پاسخ مناسب گندم دیم را در این پژوهش به کاربرد سطوح مختلف فسفر، بالا بودن میزان فسفر خاک دانست، زیرا پژوهشگران

علت اختلاف در میزان رطوبت، مقدار و نوع رس و درصد آهک خاک و نوع واریته گیاهی بوده باشد مارشனர் (Marschner, ۲۰۰۲) نیز تأثیر منفی افزایش میزان فسفر خاک را در جذب روی گزارش نموده‌اند.

ب- اثر روی

کاربرد روی بدون استفاده از فسفر، عملکردهای دانه و کاه و کلش را به ترتیب تا ۲۰ و ۲۵ درصد افزایش داد که در این میان تنها افزایش عملکرد کاه و کلش از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. ذکر این نکته ضروری است که با افزایش میزان مصرف روی در خاک، عملکرد کاه و کلش نیز افزایش یافت. اما عملکرد دانه بعد از سطح دوم تیمار روی (۱۰ کیلوگرم روی در هکتار) تقریباً ثابت ماند (جدول ۴). حقیقتی ملکی (۱۳۷۸) نیز نتیجه مشابهی را بر روی رقم سبلان در ۴ ایستگاه دیم شمال غرب کشور گزارش کرده است.

کاربرد سطوح مختلف روی در این پژوهش اثر معنی‌داری در وزن هزاردانه گندم دیم نداشت (جدول ۴). در صورتی که سداری و ملکوتی (۱۳۷۷) و مجیدی و ملکوتی (۱۳۷۷) افزایش وزن هزار دانه گندم آبی را در اثر کاربرد سطوح مختلف روی در استان کردستان گزارش نموده‌اند.

کاربرد سطوح مختلف روی تأثیری در افزایش غلظت روی در برگ گندم دیم نداشت اما غلظت عناصر نیتروژن و پتاسیم را در گیاه افزایش داد که افزایش هیچ کدام از این عناصر از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). در صورتی که در نتایج تحقیقات خان و زند (Khan and Zende, ۱۹۷۷)، برنن (Brennan, ۱۹۹۲)، سینگ (Singh, ۱۹۹۲) و یلماز و همکاران (Yilmaz et al., ۱۹۹۷) کاربرد روی در خاک باعث افزایش میزان روی در برگ گندم نیز شده است. هم‌چنین کاربرد روی غلظت عناصر فسفر (۳ تا ۱۰ درصد)، آهن (۳ تا ۱۱ درصد) و منگنز (۱ تا ۱۲ درصد) را در برگ پرچم کاهش داد (جدول ۴). البته پژوهشگران دیگری نیز بر

اختلاف در پاسخ و یا عدم پاسخ غلات دیم به کاربرد فسفر به غیر از میزان فسفر قابل جذب خاک می‌تواند به (Matar et al., ۱۹۹۲; Yurtsever and Gedikoglu, ۱۹۹۲; Amer, ۱۹۹۵; Orphanos, ۱۹۹۶).

کاربرد سطوح مختلف فسفر بدون مصرف روی، غلظت عناصر غذایی فسفر، آهن، منگنز، مس و بور را در برگ پرچم به ترتیب حداکثر تا ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۶ و ۲۶ درصد افزایش داد که در این میان تنها افزایش آهن و منگنز در گیاه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). اغلب پژوهشگران بر این باورند که فسفر کافی سبب ازدیاد رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می‌شود. بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از خاک به منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده نماید که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی به ویژه آهن و منگنز افزایش می‌یابد (Gourley et al., ۱۹۹۳; Bennett, ۱۹۹۶; Havlin et al., ۱۹۹۹; Marschner, ۲۰۰۲). هم‌چنین مورگان و ماسکاگنی (Morghan and Mascagni, ۱۹۹۱) اعتقاد دارند که با افزایش فسفر در محیط ریشه، جذب آهن توسط گیاه کاهش می‌یابد. اما گیاهان مختلف پاسخ‌های متفاوتی را در این خصوص داشتند، به عنوان نمونه در شبدر سفید و سیب زمینی افزایش فسفر خاک، باعث جذب بیش از حد منگنز و در برنج موجب کاهش جذب این عنصر غذایی شده بود. در صورتی که نیلسون و همکاران (Nilson et al., ۱۹۹۲) کاهش غلظت منگنز را در برگ گندم در نتیجه زیاده‌ای فسفر در خاک‌های آهکی و هم‌چنین در خاک‌هایی با فسفر بالا گزارش کرده‌اند. با افزایش مصرف میزان فسفر در خاک، غلظت روی در گیاه به طور چشمگیری (۱۱ الی ۱۴ درصد) کاهش یافت اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). مورگان و ماسکاگنی (Morghan and Mascagni, ۱۹۹۱)، فاجریا (Fageria, ۱۹۹۲)، هاولین و همکاران (Havlin et al., ۱۹۹۹) و

گندم تأکید کرده‌اند (Brady, ۱۹۹۰; Tandon, ۱۹۹۵; Marschner, ۲۰۰۲).

دانه مشهود بود و نکته قابل توجه دیگر این که کاربرد سطوح مختلف روی در تمامی سطوح فسفر عملکرد کاه و کلش را افزایش داد (شکل ۱). این در حالی است که سدري و ملکوتی (۱۳۷۷) گزارش نمودند که اثر کاربرد روی در افزایش عملکرد دانه گندم آبی به مراتب بیشتر از عملکرد کاه و کلش است که این بر خلاف نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌باشد.

اثرات منفی کاربرد روی در جذب عناصر یاد شده در گیاهان مختلف از جمله

ج- اثرات متقابل فسفر و روی

اثرات متقابل فسفر و روی بر روی عملکردهای دانه و کاه و کلش، شاخص برداشت و وزن هزاردانه نشان داد که اثرات متقابل فسفر و روی در هیچ یک از عوامل یاد شده از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که اثر روی در بالا بردن عملکرد دانه و کاه و کلش، بیش از فسفر بوده است، به ویژه این اثر در عملکرد کاه و کلش بیش از عملکرد

ب B

الف A

شکل ۱- اثرات متقابل سطوح مختلف فسفر و روی بر روی عملکرد دانه (الف) و عملکرد کاه و کلش (ب) گندم دیم
Fig. ۱. Interaction effects of P and Zn different levels on grain (a) and straw (b) yields of rainfed wheat

گیاه به دست آمد با کاربرد فسفر این غلظت به طور چشمگیری کاهش یافت (شکل ۲، ب). میلر و همکاران (Miller et al., ۱۹۶۴) و دو و شاکلا (Dev and Shukla, ۱۹۸۰) اثر سازگاری بین روی و نیتروژن در خاک و مقادیر جذب آن‌ها در گیاه را در مقادیر بالاتر کاربرد این عناصر گزارش نمودند. ویتز و همکاران (Vites et al., ۱۹۵۷) معتقدند که اثرات سازگاری نیتروژن و روی در خاک بر جذب یکدیگر توسط گیاه، بیشتر بستگی به شکل نیتروژن (نیتراتی و آمونیومی) مصرفی دارد. آنان گزارش نمودند که این

کاربرد روی در تمامی سطوح فسفر باعث افزایش غلظت نیتروژن در گیاه شد (شکل ۲، الف). به عبارت دیگر بیشترین غلظت نیتروژن در گیاه از کاربرد سطح سوم روی (۲۰ کیلوگرم روی در هکتار) در تمامی سطوح فسفر به دست آمد. اما بیشترین غلظت پتاسیم در گیاه از کاربرد آخرین سطح روی (۳۰ کیلوگرم روی در هکتار) در سطح اول فسفر (شاهد) به دست آمد. به عبارت دیگر کاربرد روی به همراه فسفر اثر چندانی در افزایش غلظت پتاسیم در گیاه نداشت. بنابر این در مقادیر بالاتر روی که بیشترین غلظت پتاسیم در

افزایش میزان کود فسفوری، هاولین و همکاران (Havlin et al., ۱۹۹۹) نیز چنین ناسازگاری را بین

الف B

اثرات در صورت آمونیومی بودن منبع نیتروژن به وجود می آید. در خصوص کاهش غلظت پتاسیم با

الف A

شکل ۲- اثرات متقابل سطوح مختلف فسفر و روی بر روی غلظت نیتروژن (الف) و پتاسیم (ب) در گندم دیم
Fig. ۲. Interaction effects of P and Zn different levels on N (a) and K (b) concentrations of rain-fed wheat flage leaf

در سطح اول روی بود. کاربرد کود فسفر در سطح اول روی (تیمار شاهد) باعث افزایش غلظت بور در گیاه شد اما این اثر کود فسفر در سطح آخر روی (۳۰ کیلوگرم روی در هکتار) کاملاً معکوس گردید و باعث کاهش غلظت بور در گیاه شد. کاربرد کود روی نیز در سطح اول فسفر باعث افزایش غلظت بور در گیاه شد اما این اثر در سطوح بعدی فسفر معکوس گردید (شکل ۳، ت). از مطالب یاد شده چنین استنباط می شود که کاربرد روی به ویژه در سطوح بالاتر فسفر، غلظت عناصر فسفر، آهن، منگنز، مس و بور را به طور محسوسی کاهش می دهد که این کاهش برای فسفر، منگنز و بور بسیار چشمگیر می باشد. این بدین معنی است که در صورت نیاز برای ایجاد تعادل تغذیه ای در گیاه و برای افزایش غلظت عناصر غذایی فسفر، آهن، منگنز و بور در گیاه می توان از کاربرد فسفر نیز کمک گرفت. به عبارت دیگر با مصرف سولفات روی در خاک های مورد آزمایش به منظور افزایش عملکرد گندم دیم باید به اثرات منفی آن در کاهش غلظت عناصر فسفر، آهن و منگنز در گیاه توجه شود که پژوهشگران دیگری نیز قبلاً

فسفر و برخی از عناصر غذایی از جمله پتاسیم مطرح نموده اند. کاربرد فسفر در سطح اول روی (تیمار شاهد) باعث افزایش چشمگیر غلظت فسفر در گیاه شد اما با کاربرد روی اثر مثبت فسفر در افزایش غلظت فسفر در گیاه منفی گردید (شکل ۳، الف). کاربرد فسفر باعث افزایش غلظت آهن در گیاه شد اما با افزایش کود روی غلظت آهن در گیاه در تمامی سطوح فسفر کاهش یافت (شکل ۳، ب). هم چنین کاربرد فسفر غلظت منگنز را در گیاه افزایش داد اما با افزایش کود روی غلظت منگنز در گیاه در تمامی سطوح فسفر به طور چشمگیری کاهش یافت (شکل ۳، پ). به عبارت دیگر افزایش کود روی باعث کاهش غلظت منگنز در گیاه می شود. کاربرد فسفر در سطح اول روی (تیمار شاهد) و هم چنین کاربرد روی در سطح اول فسفر (شاهد) باعث افزایش غلظت مس در گیاه شد اما با کاربرد توأم کودهای فسفر و روی غلظت مس در گیاه به طور چشمگیری کاهش یافت (شکل ۳، د). لازم به ذکر است که اثر کاربرد روی در افزایش غلظت مس در سطح اول فسفر بیشتر از اثر کاربرد فسفر

به این اثرات منفی اشاره کردند (Brady, ۱۹۹۰; Ming)
مطالب یاد شده استنباد می‌شود که کاربرد روی در
سطوح مختلف فسفر و هم‌چنین کاربرد فسفر در سطوح
هم‌چنین از (Tandon, ۱۹۹۵ and Chungren, ۱۹۹۱).

ب B

الف A

ت D

پ C

ج F

ث E

شکل ۳- اثرات متقابل سطوح مختلف فسفر و روی بر روی غلظت فسفر (الف)، آهن (ب)، منگنز (ج)، مس (د)، بور (ه) و روی (و) در برگ پرچم گندم دیم
 Fig.۳. Interaction effects of P and Zn different levels on P (a), Fe (b), Mn (c), Cu (d), B (e) and Zn (f) concentrations of rain fed wheat flage leaf

غیرمستقیم نشان داد که ضریب همبستگی کل (۰/۶۹۰) و اثر مستقیم (۰/۶۱۳) منگنز بر روی عملکرد دانه گندمدیم مثبت و تا حدودی یکسان می‌باشد و این مطلب نشان‌دهنده آن است که رابطه واقعی غلظت منگنز در گیاه با عملکرد دانه مثبت بوده و این اثر ناشی از تغییرات خود منگنز در گیاه است که با افزایش غلظت منگنز در گیاه، عملکرد دانه نیز به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (جدول ۵). در صورتی که در مطالعه اثر غلظت آهن بر عملکرد دانه، ضریب همبستگی کل این عنصر غذایی با عملکرد دانه ۰/۳۶۲ بود اما اثر مستقیم آن بر روی عملکرد دانه دارای همبستگی ۰/۰۸۴- بود که این موضوع مؤید این است که تغییرات آهن در گیاه تقریباً اثری در تغییرات عملکرد دانه نداشته است اما در ضریب همبستگی کل مربوط به آهن با عملکرد دانه، این اثر غیرمستقیم (۰/۴۳۲) منگنز بوده است که از طریق اثرات متقابل با آهن خود را نشان داده است و همبستگی کل غلظت آهن با عملکرد دانه را به صورت غیرواقعی تحت تأثیر قرار داده است که بدون استفاده از تجزیه علیت تشخیص چنین موضوعی امکان‌پذیر نمی‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از این روش در اکثر موارد اثرات غیرمستقیم منگنز، همبستگی کل سایر عناصر غذایی را بیشتر (فسفر) و یا کمتر از حد واقعی (نیتروژن، پتاسیم، آهن، روی، مس و بور) خود نشان داده است (جدول ۵). به عبارت دیگر می‌توان چنین استنباط نمود که اولاً تغییرات منگنز در گیاه بوده است که بیشترین تغییرات عملکرد دانه گندم دیم را توجیه نموده است ثانیاً از بین تمامی عناصر غذایی مورد مطالعه در گیاه، اثرات غیرمستقیم تغییرات منگنز در گیاه، اثرات سایر عناصر غذایی را در گیاه بر روی عملکرد دانه تحت تأثیر قرار داده و این اثرات را در همبستگی کل غیر واقعی

مختلف روی به ترتیب سبب کاهش غلظت روی و فسفر در گیاه می‌شود. به عبارت دیگر مطالعه غلظت‌های فسفر و روی در سطوح مختلف کاربرد این کودها نشان می‌دهد که با افزایش میزان فسفر در خاک، غلظت روی در گیاه کاهش یافته و با افزایش میزان روی در خاک، این کاهش برای غلظت فسفر در گیاه اتفاق افتاده است (شکل‌های ۳، الف و ث). این نتایج، گزارش‌های شارما و همکاران (Sharma et al., ۱۹۶۸)، خان و زند (Khan and Zende, ۱۹۷۷)، سینگ و همکاران (Singh et al., ۱۹۸۶) و مارشتر (Marschner, ۲۰۰۲) را مبنی بر وجود رابطه ناسازگاری بین فسفر و روی تأیید می‌نماید.

د- اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات غلظت عناصر غذایی در گیاه بر عملکرد دانه

نتایج ضرایب همبستگی خطی کل مربوط به غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور در برگ مطابق با مرحله ۵۶ گد زاید اکس نشان داد که غلظت عناصر نیتروژن، آهن و منگنز در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت، اما غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، مس و بور در سطح احتمال یک درصد و روی در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی منفی با عملکرد دانه دارند. در صورتی که با استفاده از روش تجزیه علیت مشخص گردید که اثرات مستقیم غلظت عناصر پتاسیم و منگنز در سطح احتمال یک درصد و مس در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی مثبت با عملکرد دانه داشتند اما اثرات مستقیم نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد همبستگی منفی با عملکرد دانه نشان داند (جدول ۵).

تفکیک ضرایب همبستگی کل به اثرات مستقیم و

نشان داده است. اگرچه این روش همانند روش‌های دریس (Sumner, ۱۹۷۸) و ضرایب همبستگی ضرایب همبستگی خطی بین نسبت‌های عناصر غذایی در برگ با عملکرد دانه (فیضی اصل و همکاران، ۱۳۸۲) قادر به تعیین ترتیب نیاز غذایی گیاه نمی‌باشد اما با استفاده از آن می‌توان تعادل عناصر غذایی و عوامل محدودکننده این تعادل را در گندم دیم مورد مطالعه قرار داد.

جدول ۵- اثرات مستقیم و غیرمستقیم عناصر غذایی بر روی عملکرد دانه با استفاده از روش تجزیه علیت
Table ۵. Direct and indirect effects of nutrient concentrations on grain yield by using path analysis

عنصر غذایی Nutrient	اثرات مستقیم Direct effects	اثرات غیر مستقیم Indirect effects from								همبستگی کل Total correlation
		N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
N	-۰,۲۵۲**	-	۰,۲۱۲*	-۰,۰۳۷ ^{ns}	-۰,۰۴۴ ^{ns}	۰,۳۰۶**	-۰,۰۲۰ ^{ns}	۰,۰۴۵ ^{ns}	۰,۰۰۴ ^{ns}	۰,۲۴۵**
P	-۰,۴۹۰**	۰,۱۰۸ ^{ns}	-	۰,۱۰۱ ^{ns}	۰,۰۲۳ ^{ns}	-۰,۲۸۰**	۰,۰۱۵ ^{ns}	-۰,۰۸۵ ^{ns}	-۰,۰۱۸ ^{ns}	-۰,۶۴۳**
K	۰,۲۳۲**	۰,۰۴۰ ^{ns}	-۰,۲۱۲*	-	۰,۰۳۵ ^{ns}	-۰,۲۲۵**	۰,۰۲۳ ^{ns}	-۰,۱۰۸ ^{ns}	-۰,۰۲۳ ^{ns}	-۰,۲۴۱**
Fe	-۰,۰۰۸ ^{ns}	-	۰,۱۳۶ ^{ns}	-۰,۰۹۶ ^{ns}	-	۰,۴۳۲**	-۰,۰۱۸ ^{ns}	۰,۰۸۱ ^{ns}	۰,۰۲۷ ^{ns}	۰,۳۶۲**
Mn	۰,۶۱۳**	-	۰,۲۲۴ ^{ns}	-۰,۰۸۶ ^{ns}	-۰,۰۶۰ ^{ns}	-	-۰,۰۲۲ ^{ns}	۰,۰۹۵ ^{ns}	۰,۰۳۴ ^{ns}	۰,۶۹۰**
Zn	۰,۰۶۲ ^{ns}	۰,۰۸۲ ^{ns}	-۰,۱۲۴ ^{ns}	۰,۰۸۵ ^{ns}	۰,۰۲۴ ^{ns}	-۰,۲۱۲*	-	-۰,۰۷۱ ^{ns}	-۰,۰۱۷ ^{ns}	-۰,۱۹۳**
Cu	۰,۱۹۲*	۰,۰۶۰ ^{ns}	-۰,۲۱۷*	۰,۰۱۳ ^{ns}	۰,۰۳۶ ^{ns}	-۰,۳۰۴**	۰,۰۲۳ ^{ns}	-	-۰,۰۳۴ ^{ns}	-۰,۵۰۷**
B	۰,۱۰۹ ^{ns}	-	-۰,۰۷۹ ^{ns}	۰,۰۴۹ ^{ns}	۰,۰۲۱ ^{ns}	-۰,۱۹۰*	۰,۰۱۰ ^{ns}	-۰,۰۵۹ ^{ns}	-	-۰,۳۶۵**

ns, * and ** : Nonsignificant, significant at the ۵ and ۱% levels of probability, respectively.

و روی باعث کاهش غلظت عناصر غذایی پتاسیم، آهن، منگنز و بور در گیاه می‌شود. ثالثاً یک رابطه منفی بین فسفر و روی در گیاه در مقادیر بالای کاربرد کودهای فسفر و روی در خاک مشاهده می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان چنین استنباط نمود که اولاً در شرایط آزمایش هر عاملی که باعث افزایش غلظت منگنز در گندم دیم شود، افزایش عملکرد دانه را نیز در پی خواهد داشت. ثانیاً کاربرد توأم کودهای فسفر

References

منابع مورد استفاده

- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۹۸۲. تهران، ایران. ص ۱۲۸.
- حقیقتی ملکی، ا. ۱۳۷۸. بررسی اثر مقادیر و منابع کود روی در زراعت گندم دیم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم. نشریه شماره ۲۴۷. مراغه، ایران. ص ۱۵.
- رضایی، ع. ۱۳۷۴. مفاهیم آمار و احتمالات. انتشارات نشر مشهد. مشهد، ایران. ص ۴۳۱.
- سدیری، م. ح. و م. ج. و م. ج. ملکوئی. ۱۳۷۷. بررسی تأثیر مصرف آهن، روی و مس در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی. مجله خاک و آب. جلد ۱۲، شماره ۵. ص ۳۱-۱۹.

- سرافراز، ع. ا. و ا. بزرگ نیا. ۱۳۷۲. طرح و تحلیل آزمایش‌های کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد، ایران. ص ۴۰۰.
- سرمد، ز. و م. اسفندیاری. ۱۳۷۱. اصول آماری در طرح آزمایش‌ها (جلد دوم). انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. تهران، ایران. ص ۵۳۳.
- طلیعی، ع. ا. و ر. حق پرست. ۱۳۷۶. گزارش نهایی طرح تأثیر سطوح مختلف ازت بر عملکرد و جذب سایر عناصر (N,P,K) در ارقام امیدبخش گندم دیم. مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه. نشریه شماره ۳۸۳. کرمانشاه، ایران. ص ۲۰.
- علی‌احیائی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه خاک (جلد اول). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۸۹۳. تهران، ایران. ص ۱۲۹.
- فیضی اصل، و. و غ. ر. ولیزاده. ۱۳۸۲. تأثیر زمان و میزان مصرف ازت در عملکرد گندم دیم. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۷، شماره ۱. ص ۲۹-۳۸.
- فیضی اصل، و. و ر. کسرای، م. مقدم و غ. ر. ولیزاده. ۱۳۸۲. بررسی تشخیص کمبود و محدودیت‌های جذب عناصر غذایی با استفاده از روش‌های مختلف با مصرف کودهای فسفر و روی برای گندم دیم رقم سرداری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ۳. ص ۱-۱۲.
- مجیدی، غ. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. اثر مقادیر و منابع مختلف روی بر عملکرد و جذب روی در گندم آبی. مجله خاک و آب. جلد ۱۲، شماره ۴. ص ۷۸-۸۷.
- مشکاتی، م. ر. ۱۳۶۴. آمار مقدماتی (جلد اول). انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. تهران، ایران. ص ۳۹۳.
- نورمند مؤید، ف. ۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آنها با عملکرد گندم نان «*Triticum aestivum*» در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. کرج، ایران. ص ۱۲۷.

Amer, F. M. ۱۹۹۵. Soil test modifiers for coarse-textured calcareous soils. Comm. Soil Sci. Plant Ana. ۲۶ (۱۷/۱۸): ۳۰۲۳-۳۰۳۲.

Bennett, W. F. ۱۹۹۶. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. p.۱-۷. In: W. F. Bennett Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. APS Press.

Biswas, T. D. and S. K. Mukherjee. ۱۹۹۱. Textbook of soil science. Tota Mc Graw-Hill Publishing Company limited, New Delhi.

Brady, N. C. ۱۹۹۰. The nature of properties of soils. Macmillan Publishing Company, Inc

Brennan, R. F. ۱۹۹۲. The effect of zinc fertilizer on take all and the grain yield of wheat grown on zinc-difficient soils of the Esperance region, Western Australia. Fer. Res. ۳۱: ۲۱۵-۲۱۹.

Dev, S. and V. C. Shukla. ۱۹۸۰. N-Zn content in maize affected by their different sources. Indian Sco. Soil Sci. ۲۸ (۳): ۳۳۱-۳۴۱.

Fageria, N.K. ۱۹۹۲. Maximizing crop yield. Marcel Dekker.

Föhse, D., N. Claassen and A. Jungk. ۱۹۸۸. Phosphorus efficiency of plants. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. Plant and Soil. ۱۱۰: ۱۰۱-۱۰۹.

Follet, R. H., L. S. Murphy and R. L. Donahues. ۱۹۸۱. Fertilizers and soil amendments. Printice-Hall, Inc , New

Jersey.

- Gourley, C. J. P., D. L. Allan and M. P. Russell. ۱۹۹۳. Defining phosphorus efficiency in plants. *Plant and Soil*. ۱۵۵/۱۵۶: ۲۹-۳۷.
- Harmsen, K., K. D. Spepherd and A. Y. Allan. ۱۹۸۳. Crop response to nitrogen and phosphorus in rainfed agriculture. p. ۲۲۳-۲۴۸. In: Nutrient balances and the need for fertilizers in semi-arid and arid regions. Proc. ۱۷th Colloquium. Int. Potash Ins., Bern, Switzerland.
- Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. ۱۹۹۹. Soil fertility and fertilizers, an introduction to nutrient management. Prentice – Hall, Inc
- Karimian, N. and J. Yasrebi. ۱۹۹۵. Prediction of residual effects of zinc sulfate on growth and zinc uptake of corn plants, using three-zinc soil tests. *Comm. Soil Sci. Plant Anal*. ۲۶: ۲۷۷-۲۸۷.
- Khan, A. A. and G. K. Zende. ۱۹۷۷. The site for Zn-P interaction in plants. *Plant and Soil*. ۴۶: ۲۵۹-۲۶۲.
- Krentos, V. D. and P. I. Orphanos. ۱۹۷۹. Nitrogen and phosphorus fertilizers for wheat and barley in a semi-arid region. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. ۹۳: ۷۱۱-۷۱۷.
- Kumar Das, D. ۱۹۹۷. Introductory Soil Science. Kalyani Publishers, India.
- Marschner, H. ۲۰۰۲. Mineral nutrition of higher plants. Elsevier Science Ltd.
- Matar, A. ۱۹۷۷. Yield and response of cereal crops of phosphorus fertilization under changing rainfall conditions. *Agron. J*. ۶۹: ۸۷۹-۸۸۱.
- Matar, A., J. Torrent and J. Ryan. ۱۹۹۲. Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland Mediterranean zon. *Soil Sci*: ۱۸: ۸۲-۱۴۶.
- Miller, W. J., R. E. Adams, R. Nussabaumer, R. A. McCreedy and H. F. Parkins ۱۹۶۴. Zinc content of coastal Bermuda grass as influenced by frequency and season of harvest, location, and level of N and lime. *Agron. J*. ۵۶: ۱۹۸-۲۰۱.
- Ming, C. and Y. Chungren. ۱۹۹۱. Effect of manganese and zinc fertilizer on nutrient balance and deficiency diagnosis winter wheat crops in pot experiment. International Symposium on the Role of Sulphur, Magnesium and Micronutrient in Balanced Plant Nutrition/Sponsors, the Potash and Phosphate Institute, p. ۳۶۹-۳۷۸.
- Morghan, J. T. and H. J. Mascagni, Jr. ۱۹۹۱. Environmental and soil factor affecting micronutrient deficiencies. p. ۳۷۱-۴۲۵. In: J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman, and R. M. Welch (eds.). Micronutrient in Agriculture. Soil Sci. Soc. Am. Inc Madisson, WI.
- Murphy, L. S. and L. M. Wash ۱۹۷۷. Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers. p. ۳۴۷-۳۸۷. In: J. J. Mortvedt, P. M. Giardano and W. L., Lindsay (eds.). Micronutrient in agriculture. Soil Sci. Soc. Am. Inc
- Nilson, D., G. H. Nielsen, A. H. Sinclair and D. J. Linehan. ۱۹۹۲. Soil phosphorus status, pH and manganese nutrition of wheat. *Plant and Soil*. ۱۴۵: ۴۵-۵۰.
- Orphanos, P. I. ۱۹۹۶. Direct and residual effect of phosphorus on dryland barley. *J. Agric. Sci. (Comb.)*.
- Sharma, K. C., B. A. Krantz, A. L. Brown and J. Quick. ۱۹۶۸. Intraction of Zn and pin top and root of corn and tomato. *Agron. J*. ۶۰: ۴۵۳-۴۵۶.
- Singh, J. P., R. E. Karamanos and W. B. Stewart. ۱۹۸۶. Phosphorus induced zinc deficiency in wheat on residual phosphorus plots. *Agron. J*. ۷۸: ۶۶۸-۶۷۵.
- Singh, K. ۱۹۹۲. Critical soil level of zinc for wheat grown in alkaline soils. *Fert.Res.Int.J.Fert.Use.Technol*.

- Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ۳۱ (۲): ۲۵۳-۲۵۶.
- Snowball, K. and A. D. Robson. ۱۹۹۱. Nutrient deficiencies and toxicities in wheat: A guide for field identifications, Mexico, D. F: CIMMYT.
- Sumner, M. E. ۱۹۷۸. Interpretation of nutrient ratios in plant tissue. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* ۹(۴): ۳۳۵-۳۴۵.
- Tandon, H. ۱۹۹۵. Micronutrients in soils, crop and fertilizer. A source book-cum-directoy Fertilizer Development and consultation organisation, New Delhi.
- Viets, F. G. Jr., L. C. Boawn and C. L. Crawford. ۱۹۵۷. The effect of nitrogen and types of N – carrier on plant tuptake in indigenous and applied zinc. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* ۲۱: ۱۹۷ – ۲۰.
- Wiese, M. V. ۱۹۹۶. Wheat and other small grains. p. ۲۷-۳۳. In: W.F. Bennett (ed.). Nutriet deficiencies and toxicities in crop plants. Farmland Industries, Inc
- Wild, A. ۱۹۸۸. Russell's soil condition and plant growth. Longman Sci. Tech.
- Yilmaz. A. H., Ekis, B. Torun, I. Guitekin, S. Karanlikde, S. A., Bagci and I. Cakmak, I. ۱۹۹۷. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zine-deficient calcareous soils. *Plant Nutr.* ۲۰ (۴۸۵): ۴۶۱-۴۷۱.
- Yurtsever, N. ۱۹۸۷. Two Soil tests for phosphorus calibrated with barley response to fertilizer in rainfed conditions Turkey. p. ۳۶-۴۴. In: A. Matar, P. N. Soltanpour and A. Chouinard (eds.). *Soil Test Calibration in West Asia and North Africa*. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Yurtsever, N. and J. Gedikoglu. ۱۹۹۲. Soil test calibration with phosphorus for three different wheat varities crooped under Turkish rain-fed condition. p. ۱۲۴-۱۳۸. In: J. Ryan and A. Matar (eds.). *Fertilizer use efficiency under rain-fed agricultural in West Asia and North Africa*. Proceedings of the Fourth Regional Workshop ۵-۱۰ May, ۱۹۹۱. Agadir, Morocco. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Zadoks, J. C., T. T. Chang, and C F. Konzak. ۱۹۷۴. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* ۱۴: ۴۱۵-۴۲۱.