

تأثیر تیمارهای مختلف کوددهی روی بر عملکرد دانه ارقام گندم پاییزه و بهاره با روی-کارایی متفاوت

منا مالیان^۱، امیرحسین خوشگفتارمنش^۱، حسین شریعتمداری^۱، مهدی مجیدی^۲،

حمیدرضا شریفی^۳ و آزاده سنایی استوار^{۴*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۷)

چکیده

در پژوهش حاضر، اثر تیمارهای مختلف کود روی بر عملکرد دانه تعدادی از ارقام گندم بهاره (در نیشابور و اصفهان) و پاییزه (در مشهد و جلگه رخ) با روی-کارایی مختلف در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ بررسی شد. پنج تیمار کودی روی شامل شاهد (بدون مصرف کود روی)، مصرف خاکی سولفات روی، تغذیه برگگی سولفات روی، تغذیه برگگی با Omex1 و تغذیه برگگی با Omex2 اعمال شد. Omex1 و Omex2 به ترتیب حاوی ۴ و ۱۷ درصد روی بودند و تیمارهای مربوط به تغذیه برگگی در مرحله گرد افشانی انجام شد. هم بین ارقام مختلف بهاره و هم ارقام زمستانه مورد مطالعه، از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی داری وجود داشت. از سوی دیگر نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین ارقام مختلف گندم از لحاظ پاسخ به کاربرد کود روی، از نظر عملکرد دانه وجود داشت. برخی از ارقام بهاره (نظیر رقم شعله در اصفهان) و زمستانه (سبلان در جلگه رخ) مورد مطالعه به کاربرد کود روی پاسخ بیشتری در مقایسه با سایر ارقام نشان دادند به طوری که عملکرد دانه این ارقام در تیمارهای کودی، به میزان ۴۸ درصد در رقم شعله و ۱۷ درصد در رقم سبلان در مقایسه با شاهد افزایش یافت. در مقابل کاربرد کود روی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه برخی ارقام در مقایسه با شاهد نداشت. پاسخ ارقام مختلف گندم به روش‌های مختلف کوددهی روی، به طور معنی داری تحت تأثیر مکان قرار گرفت. براساس نتایج این پژوهش، کارایی تیمارهای کودی روی بسته به رقم و مکان متفاوت است. بنابراین، باید در برنامه‌های توصیه کودی در نظر گرفته شود که یک تیمار ویژه کوددهی روی را نمی‌توان برای تمام ارقام گندم و همچنین تمام مکان‌ها تعمیم داد.

واژه‌های کلیدی: گندم، روی-کارایی، سولفات روی، تغذیه برگگی، عملکرد دانه

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه زراعت و اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد

۴. مرکز پژوهشی کشت بدون خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sanaeiazadeh@yahoo.com

مقدمه

گندم یکی از غلات بسیار مهم دانه‌ای جهان است که از لحاظ سطح زیر کشت (بیش از ۲۰۰ میلیون هکتار) رتبه اول، لیکن، از نظر تولید جهانی (بیش از ۶۰۰ میلیون تن)، در رتبه دوم بعد از برنج قرار دارد (۱۱). گندم در سطوح وسیعی از زمین‌های کشاورزی دنیا شامل نواحی خشک و نیمه خشک کشت می‌شود. عملکرد دانه این گیاه به مقدار زیادی تحت تأثیر کمبود روی در خاک قرار می‌گیرد به طوری که کمبود این عنصر در خاک باعث کاهش رشد گندم می‌شود (۶ و ۳۴). بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک مانند خاک‌های کشاورزی مناطق مختلف ایران، با داشتن pH بالای ۷ و مواد آلی کم دچار کمبود روی هستند (۱۸). تأثیر مثبت به کارگیری روی بر تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه توسط محققان گزارش شده است (۶ و ۳۵). در اثر مصرف روی، مقدار کربوهیدرات، نشاسته و پروتئین دانه و در نتیجه، عملکرد دانه افزایش می‌یابد (۲۷).

در این رابطه، خوشگفتارمنش و همکاران (۲۰) طی بررسی روی-کارایی ۵ رقم مختلف گندم در خاک آهکی به این نتیجه رسیدند که کوددهی روی تولید دانه را در تمامی ارقام گندم مورد مطالعه افزایش داد. بیلماز و همکاران (۳۴) نیز در مطالعه خود بر ارقام مختلف گندم گزارش کردند که مصرف روی سبب افزایش پنجه زنی در گندم شد. مطالعات بسیاری درباره تأثیر کوددهی روی بر عملکرد گندم در زمین‌های دچار کمبود روی گزارش شده است. به عنوان مثال، مارتنز و وسترن (۲۵) گزارش دادند که کاربرد ۴/۵ تا ۳۴ کیلوگرم در هکتار کود روی به صورت سولفات روی، باعث برطرف کردن کمبود روی در غلات مختلف شد. تورن و همکاران (۳۲) نیز گزارش کردند که اضافه کردن ۲۳ کیلوگرم در هکتار روی به صورت سولفات روی، ۳۷ درصد عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم را افزایش داد. کاربرد روی در خاک به همراه تغذیه برگری روی باعث افزایش عملکرد دانه، وزن خشک دانه و تعداد پنجه در هر مترمربع در گندم شد (۳۳). گزارش‌های دیگری هم وجود

دارد که نشان می‌دهد استفاده از کودهای روی، چه به صورت مصرف خاکی و چه به صورت تغذیه برگری، باعث افزایش عملکرد و غلظت روی در اندام‌های مختلف گیاهانی مثل گوجه فرنگی (۸)، ذرت (۱۳)، گندم (۱۰) و فلفل (۱) شده است. با وجود گزارش‌های مختلف درباره اثرهای مثبت کوددهی روی بر عملکرد و غلظت روی دانه گندم، نتایج برخی پژوهش‌ها نشان‌دهنده عدم تأثیر یا کاهش عملکرد یا غلظت روی دانه با کاربرد کود روی می‌باشد (۲۲). به نظر می‌رسد یکی از دلایل تناقض در نتایج گزارش شده در مورد کارایی کود روی در افزایش عملکرد و کیفیت تغذیه‌ای گندم، پاسخ مختلف ارقام گندم مورد مطالعه باشد. یکی از عواملی که پاسخ ارقام مختلف گندم به کوددهی روی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اختلاف روی-کارایی (تحمیل به شرایط کمبود روی) می‌باشد (۱۶، ۲۳ و ۳۲). بنابراین، برای دستیابی به مدیریت بهینه کوددهی روی، آگاهی از پاسخ ارقام گندم با روی-کارایی متفاوت به روش‌های مختلف کوددهی ضروری است. نتیجه مطالعات صدر ارحامی و همکاران (۳۲)، خوشگفتارمنش و همکاران (۲) بر ارقام مختلف گندم نیز وجود اختلاف پاسخ ارقام مورد مطالعه نسبت به کمبود روی و هم‌چنین کارایی کوددهی را نشان می‌دهد. در آزمایش‌های قبلی، روی-کارایی بیشتر ارقام بهاره و پاییزه موجود در بانک جرم‌پلاس مومسه تحقیقات بذر و نهال کشور مورد ارزیابی قرار گرفته است (۳۲). در آزمایش‌های انجام شده، پاسخ ارقام مختلف گندم به مصرف خاکی روی ارزیابی شده است. نتایج این تحقیقات نشان داد که ارقام مختلف گندم پاسخ متفاوتی به کاربرد کود روی در خاک داشتند به طوری که عملکرد دانه برخی از این ارقام با کاربرد کود روی، افزایش قابل توجهی داشت در مقابل عملکرد برخی دیگر تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شرایط کمبود روی نداشت.

در پژوهش حاضر، اثر روش‌های مختلف کوددهی روی (شامل مصرف خاکی و تغذیه برگری در مراحل مختلف رشد) بر عملکرد دانه ده رقم گندم بهاره و ده رقم گندم پاییزه با

غلظت بحرانی کمبود این عنصر در خاک (۲ میلی گرم در کیلوگرم) بود.

قبل از اجرای آزمایش، در هر منطقه، به طور جداگانه، از خاک سطحی (عمق ۳۰-۵ سانتی متر) نمونه مرکب تهیه شد. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن در مجاورت هوا، از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. سپس برخی از ویژگی‌های مهم شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۱). pH در گل اشباع خاک و با استفاده از دستگاه pH سنج اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک و با استفاده از دستگاه هدایت سنج انجام شد. برای اندازه‌گیری آهک معادل خاک، از روش تیتراسیون برگشتی با سود ۰/۵ مولار استفاده شد. برای عصاره‌گیری فسفر به اصطلاح قابل جذب، از روش السن استفاده شد (۳۰) غلظت فسفر در عصاره خاک نیز با استفاده از روش رنگ سنجی تعیین شد (۴). پتاسیم به اصطلاح قابل جذب خاک نیز با استفاده از استات آمونیوم یک مولار عصاره‌گیری شد. سپس، مقدار پتاسیم عصاره حاصل به وسیله دستگاه شعله‌سنج اندازه‌گیری شد (۹). نیتروژن کل خاک نیز با استفاده از روش کلدال تعیین شد (۵). برای تعیین درصد توسط هیدرومتر اندازه‌گیری شد (۲۶). مقدار قابل جذب روی با استفاده از محلول DTPA ۰/۰۰۵ نرمال حاوی کلرید کلسیم ۰/۰۱ نرمال عصاره‌گیری شده و غلظت آن توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر ۳۰۳۰ تعیین شد (۲۵).

زمین در محل‌های آزمایش در سال قبل آیش بوده است. عملیات تهیه زمین در هر چهار مکان به ترتیب شامل شخم، دیسک و تسطیح در سال ۱۳۸۶ بود. نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس، آهن و منگنز بر اساس مدل توصیه کودی به خاک اضافه شد. مقادیر ۸۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۹۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به شکل سوپرفسفات تریپل، قبل از کاشت، به ترتیب در اصفهان، مشهد، نیشابور و جلگه رخ با خاک سطحی مخلوط شد. نیتروژن به شکل اوره به مقدار ۹۵ کیلوگرم در هکتار و به صورت سرک در دو مرحله پنجه زنی و به ساقه رفتن در هر

روی- کارایی مختلف به طور جداگانه در مناطق مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با همکاری مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و اصفهان انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) با سه انجام شد که در آن کود روی در کرت‌های اصلی و ارقام مختلف گندم در کرت‌های فرعی قرار گرفت. در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در دو منطقه مشهد (۱۰ آبان ماه ۱۳۸۷) و جلگه رخ (۲۰ مهرماه ۱۳۸۷) ۱۰ رقم مختلف گندم پاییزه (گاسپارد، آذر، نوید، سبلان، C-81-10، گاسکوژن، مهدوی، بزوستایا، الوند و زرین) با ۴ سطح کودی (شاهد عدم مصرف کود روی)، مصرف خاکی سولفات روی، تغذیه برگری با Omex1 و تغذیه برگری با Omex2) کشت شد. در همان سال در دو منطقه اصفهان و نیشابور (۱۵ آبان‌ماه ۱۳۸۷) نیز ۱۰ رقم مختلف گندم بهاره (دز، استار، M-79-6، شعله، پیشناز، مارون، سیستان، سرخ تخم، عدل و قدس) با ۵ سطح کودی (شاهد، مصرف خاکی سولفات روی، تغذیه برگری ZnSO₄، تغذیه برگری با Omex1 و تغذیه برگری با Omex2) کشت شد. Omex1 و Omex2 به ترتیب حاوی ۴ و ۱۷ درصد روی بودند. ارقام مختلف پاییزه و بهاره در کرت‌هایی به مساحت ۶ متر مربع و فاصله خطوط کاشت برابر ۲۰ سانتی متر با تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع کاشته شدند. مصرف خاکی ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی همزمان با کاشت، تغذیه برگری با محلول ۵ در هزار سولفات روی و تغذیه برگری ۲ در هزار Omex1 و Omex2 در مرحله گردافشانی (برابر با مرحله ششم زیداکس) انجام شد. محلول پاشی در بعدازظهر حدود ۱ ساعت قبل از غروب آفتاب انجام شد.

برای این آزمایش، خاک‌های فقیر از روی انتخاب شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک، غلظت روی قابل عصاره‌گیری با DTPA در خاک اصفهان، نیشابور، جلگه رخ و مشهد کمتر از

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی خاک و اقلیم مناطق مورد مطالعه

ارقام زمستانه		ارقام بهاره			ویژگی
جنگه رخ	مشهد	نیشابور	اصفهان	واحد	
۸/۱	۷/۸	۷/۷	۷/۵	-	pH
۱/۲	۱/۶	۰/۷۹	۹/۲	dS m ⁻¹	EC
۰/۴	۰/۴	۴/۳	۰/۴۷	%	کربن آلی
۱۲	۱۳	۱۰	۱۵	%	کربنات کلسیم
۱۱	۱۲/۸	۸/۸	۱۵/۸	mg Kg ⁻¹	فسفر قابل استفاده
۳۱۵	۲۱۹	۲۸۱	۲۲۵	mg Kg ⁻¹	پتاسیم قابل استفاده
۴	۱/۹	۴/۵	۳/۴	mg Kg ⁻¹	آهن قابل استفاده
۰/۵۷	۱/۸	۰/۵۶	۰/۸۶	mg Kg ⁻¹	روی قابل استفاده
۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۹	%	نیتروژن کل
سیلتی - لومی	سیلتی - رسی	لومی - شنی	رسی - سیلتی	-	بافت
Typic Haplcalcids	Typic Haplcalcids	Typic Haplargids	Typic Calsigypsids	-	رده بندی خاک
۲۳۸	۲۴۱	۲۴۷	۱۱۶	mm	میانگین بارندگی سالانه
۱۴/۴	۱۵/۸	۱۴/۵	۱۶/۷	°C	میانگین درجه حرارت سالانه

در تیمار کوددهی روی نیز بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام سیستان و استار بود (جدول ۳). پاسخ ارقام مختلف گندم بهاره به کاربرد کود روی متفاوت بود. نتایج عملکرد دانه ارقام بهاره مورد مطالعه در اصفهان نشان داد که کاربرد کود روی سبب افزایش عملکرد دانه اغلب ارقام گندم بهاره شد اگرچه مقدار افزایش عملکرد دانه در ارقام مختلف گندم مورد مطالعه متفاوت بود (جدول ۳). در مقابل در رقم سیستان، کاهش عملکرد دانه در اثر کاربرد کود روی (به غیر از تغذیه برگی Omex2) دیده شد. تأثیر روش‌های مختلف کوددهی نیز بر عملکرد دانه بسته به رقم متفاوت بود. به طور مثال مصرف خاکی سولفات روی موجب تولید بیشترین عملکرد دانه در ارقام استار، شعله و قدس شد در حالی که بیشینه عملکرد دانه ارقام دز، M-79-7 و مارون در تیمار تغذیه برگی سولفات روی دیده شد. به طور کلی، تغذیه برگی Omex1 و Omex2 بیشترین عملکرد دانه در مقایسه با شاهد (تیمار بدون کوددهی روی) را به دنبال داشت.

چهار مکان استفاده شد. کلیه عملیات زراعی به صورت کاملاً یکسان برای تمام کرت‌ها صورت گرفت. آبیاری به صورت کرتی و بر اساس میزان تبخیر و تعرق ایستگاه هواشناسی هر منطقه انجام شد. ارقام بهاره و پاییزه به ترتیب در تاریخ‌های ۱۵ و ۲۰ تیر ۱۳۸۸ برداشت شدند. برای تعیین عملکرد دانه، از بوته‌های رشد کرده در سطح یک متر مربع از وسط کرت‌ها با لحاظ کردن بوته‌های حاشیه‌ای استفاده شد. ویرایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL و تجزیه‌های آماری مربوط با کمک نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج

تأثیر تیمارهای کوددهی روی بر عملکرد دانه ارقام بهاره

ارقام مختلف گندم بهاره در اصفهان از نظر عملکرد دانه متفاوت بودند (جدول ۲). در تیمار بدون کود روی، رقم سیستان بیشترین و رقم استار کمترین عملکرد دانه را داشتند.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در تیمارهای مختلف کوددهی روی

ژنوتیپ‌های گندم بهاره اصفهان- نیشابور		منابع تغییرات
میانگین مربعات عملکرد دانه	درجه آزادی	
۱۶۱۷۷۶۹۹۱۹*	۱	مکان
۶۶۲۴۱۷۲	۴	خطای L
۱۰۳۸۷۱۸۴**	۴	کود
۱۵۲۶۳۵۹۵**	۴	مکان×کود
۲۱۹۶۳۴۶	۱۶	خطای a
۶۷۲۰۵۵۸**	۹	رقم
۳۰۸۱۳۶ ^{ns}	۳۶	کود×رقم
۷۲۷۹۳۶۵**	۹	رقم×مکان
۶۶۴۸۹۶ ^{ns}	۳۶	مکان×رقم×کود
۵۶۲۴۹۷	۱۸۰	خطای b

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

نیشابور و اصفهان تفاوت معنی‌داری داشت به طوری که عملکرد دانه ارقام بهاره کشت شده در نیشابور بیشتر از اصفهان بود. در تمامی تیمارهای کودی در مقایسه با تیمارهای کودی مشابه، عملکرد دانه ارقام گندم در نیشابور به‌طور معنی‌داری بیشتر از اصفهان بود (جدول ۳).

تأثیر برخی تیمارهای کودی بر عملکرد ارقام مختلف گندم بسته به مکان متفاوت بود (جدول ۲). تیمار مصرف خاکی سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه رقم شعله در مقایسه با شاهد در اصفهان شد در حالی که همین تیمار کوددهی در نیشابور، عملکرد دانه رقم شعله را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۳). تیمار تغذیه برگی سولفات روی در اصفهان، عملکرد دانه پیش‌تاز و M-79-7 را در مقایسه با شاهد افزایش داد اما در نیشابور، بر عملکرد دانه این ارقام بی‌اثر بود. تغذیه برگی Omex1 در اصفهان، عملکرد دانه ارقام پیش‌تاز را افزایش داد و در نیشابور تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه این ارقام نداشت. تغذیه برگی Omex2 نیز در اصفهان، عملکرد دانه رقم سرخ تخم را افزایش داد اما در نیشابور باعث کاهش

نتایج منطقه نیشابور نشان داد، عملکرد دانه ارقام مختلف بهاره در این منطقه متفاوت بود (جدول ۲). در تیمار بدون کود روی رقم شعله بیشترین و رقم عدل کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۳). بررسی عملکرد ارقام بهاره مورد مطالعه در نیشابور نشان داد که اثر روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد ارقام بهاره مربوط به تیمار بدون کوددهی روی بود و تیمارهای مصرف خاکی سولفات روی، تغذیه برگی Omex1 و Omex2 باعث کاهش عملکرد دانه ارقام بهاره مورد مطالعه شد به طوری که بیشترین عملکرد ارقام در تیمار بدون کود و کمترین آن بسته به رقم در تیمارهای مختلف کودی مشاهده شد. در تیمار مصرف خاکی سولفات روی، کمترین عملکرد دانه ارقام دز، M-79-7 و شعله مشاهده شد در حالی که تغذیه برگی Omex1، باعث کاهش بیشتر عملکرد دانه ارقام پیش‌تاز، مارون، سیستان، سرخ تخم، عدل و قدس در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳).

نتایج نشان داد که تأثیر مکان بر عملکرد ارقام بهاره مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد دانه ارقام بهاره در

عملکرد دانه آن در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳).

تأثیر تیمارهای کوددهی روی بر عملکرد دانه ارقام زمستانه

عملکرد دانه بین ارقام گندم پاییزه مورد مطالعه در مشهد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). در تیمار بدون کوددهی، بیشترین عملکرد دانه مربوط به ارقام گاسکوژن و گاسپارد و کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به رقم‌های سبلان و آذر ۲ بود (جدول ۵). پاسخ ژنوتیپ‌های گندم بهاره به کوددهی روی از نظر عملکرد دانه متفاوت بود و کاربرد کود بسته به رقم و تیمار کودی موجب کاهش یا افزایش عملکرد دانه شد. مصرف خاکی سولفات روی، عملکرد دانه ارقام سبلان، مهدوی، بزوستیا و الوند را در مقایسه با شاهد افزایش داد در حالی که موجب کاهش عملکرد دانه بقیه ارقام گندم مورد مطالعه شد. تغذیه برگه Omex1 نیز باعث افزایش عملکرد دانه نوید، سبلان، مهدوی، بزوستیا و الوند و کاهش عملکرد دانه دیگر ارقام مورد مطالعه شد. کاربرد تغذیه برگه Omex2 سبب افزایش عملکرد دانه ارقام سبلان، C-81-1 و مهدوی و کاهش عملکرد دانه دیگر ارقام مورد مطالعه در مقایسه با شاهد شد (جدول ۵).

در جلگه رخ نیز ارقام گندم پاییزه کشت شده از نظر عملکرد دانه متفاوت بودند. ارقام گاسکوژن، C-81-10 و گاسپارد بیشترین عملکرد دانه را داشتند و کمترین مقدار عملکرد دانه نیز مشابه منطقه مشهد، در ارقام آذر ۲ و سبلان مشاهده شد (جدول ۵). تأثیر روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد دانه ارقام پاییزه گندم مورد مطالعه در جلگه رخ معنی‌دار بود. روش‌های مصرف خاکی سولفات روی و تغذیه برگه Omex1 و Omex2 عملکرد دانه اغلب ارقام را در مقایسه با شاهد (تیمار بدون کوددهی) افزایش دادند اگرچه میزان این افزایش بسته به رقم متفاوت بوده و در برخی ارقام نیز معنی‌دار نبود.

عملکرد دانه ارقام پاییزه گندم مورد مطالعه در این پژوهش، تحت تأثیر مکان کشت متفاوت بود (جدول ۴). پتانسیل تولید

ارقام مختلف گندم در دو مکان مورد مطالعه متفاوت بود به طوری که عملکرد دانه این ارقام در جلگه رخ به‌طور معنی‌داری از عملکرد ارقام مشابه مورد مطالعه در مشهد بیشتر بود (جدول ۵). در تیمارهای مختلف کوددهی نیز بسته به مکان، عملکرد دانه متفاوت بود. عملکرد دانه تمامی تیمارهای کودی در جلگه رخ در مقایسه با عملکرد دانه تیمارهای کودی مشابه در مشهد، بطور معنی‌دار بیشتر بود. هم‌چنین بین تیمارهای کوددهی روی و تیمار بدون کوددهی در مشهد اختلاف کمتری مشاهده شد در حالی که در جلگه رخ بین تیمارهای کوددهی و شاهد اختلاف بیشتری وجود داشت.

تأثیر روش‌های کودی روی بر عملکرد ارقام مختلف گندم تحت نیز تحت تأثیر مکان متفاوت بود (جدول ۴). به عنوان مثال در مشهد، کاربرد تیمارهای کودی در رقم گاسپارد موجب کاهش عملکرد دانه این رقم در مقایسه با شاهد شد در حالی که کاربرد همین تیمارهای کودی در جلگه رخ باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه این رقم گندم شد (جدول ۵).

تیمار مصرف خاکی سولفات روی در مشهد باعث افزایش عملکرد دانه ارقام بزوستیا و الوند در مقایسه با شاهد شد در حالی که در جلگه رخ، بر عملکرد دانه این ارقام بی‌اثر بود (جدول ۵). تغذیه برگه Omex1 در جلگه رخ باعث افزایش عملکرد دانه در ارقام سبلان و نوید شد اما در مشهد، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه این ارقام نداشت.

بحث

بین ارقام مختلف بهاره مورد مطالعه، از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. رقم سیستان در اصفهان و ارقام M-79-7، شعله و مارون در نیشابور دارای بیشترین عملکرد دانه در مقایسه با سایر ارقام بودند که نشان می‌دهد این ارقام از نظر ژنتیکی دارای پتانسیل بالای تولید هستند. این اختلاف هم‌چنین بین ارقام زمستانه کشت شده در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد. وجود تفاوت در عملکرد دانه ارقام گندم بهاره و زمستانه نشان‌دهنده نقش مهم و مؤثر ژنوتیپ بر اختلاف

جدول ۳. تأثیر تیمارهای مختلف کوددهی روی بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های گندم بهاره (اصفهان و نیشابور)

میانگین * میانگین	نیشابور				اصفهان				شاهد		
	مصرف		بدون		مصرف		مصرف				
	تغذیه برگی Omex2	تغذیه برگی Omex1	تغذیه برگی	تغذیه برگی	تغذیه برگی	تغذیه برگی	تغذیه برگی	تغذیه برگی			
۶۰۸۶ ^c	۶۵۲۶	۷۲۰۰	۷۰۳۳	۵۱۴۷	۷۵۶۴	۲۰۱۸ ^d	۱۷۶۹	۲۵۸۰	۲۱۲۹	۱۹۶۲	دز
۷۲۴۱ ^{ab}	۶۴۰۲	۵۴۳۶	۸۴۰۵	۶۷۸۰	۹۱۸۰	۱۶۶۴ ^c	۱۸۴۷	۱۶۴۴	۱۸۳۷	۱۳۸۷	استار
۷۷۶۳ ^a	۷۴۱۹	۷۳۳۰	۸۳۰۲	۶۸۲۷	۸۹۳۶	۲۱۹۲ ^{cd}	۲۰۱۴	۲۸۲۵	۱۹۳۷	۱۹۱۲	M-79-7
۷۸۲۵ ^a	۷۲۳۸	۷۴۵۲	۸۶۴۴	۵۹۵۰	۹۸۴۱	۲۳۷۵ ^{bc}	۲۴۴۴	۲۵۳۱	۲۶۷۲	۱۸۰۳	شعله
۵۳۸۳ ^c	۴۷۳۶	۴۲۲۴	۵۹۹۱	۵۰۰۵	۶۹۵۲	۲۴۸۹ ^{bc}	۲۷۹۲	۲۶۱۸	۲۳۹۷	۲۰۱۶	پیشناز
۷۹۶۴ ^a	۷۶۸۶	۶۹۸۹	۸۶۹۴	۷۵۹۷	۸۸۵۵	۲۵۱۳ ^{bc}	۲۷۲۴	۲۷۸۷	۲۳۶۸	۲۴۴۴	مارون
۷۳۴۱ ^{ab}	۷۵۸۳	۶۵۰۰	۷۵۷۷	۷۳۶۴	۷۶۸۰	۲۹۴۳ ^a	۲۸۸۹	۲۹۶۲	۲۴۹۴	۳۱۱۱	سیستان
۶۹۲۵ ^b	۶۴۹۴	۵۸۰۰	۷۷۶۴	۶۲۰۰	۸۳۶۹	۲۴۵۱ ^{bc}	۲۶۷۲	۲۲۴۳	۲۳۵۷	۲۱۵۷	سرخ تخم
۵۸۸۱ ^c	۵۲۹۷	۵۱۳۹	۶۶۳۰	۵۴۱۶	۶۹۲۲	۲۶۴۳ ^b	۲۷۷۵	۲۶۱۸	۲۶۸۳	۲۲۳۶	عدل
۷۲۴۶ ^c	۵۴۴۴	۵۲۴۴	۷۶۶۹	۷۰۷۲	۷۵۵۲	۱۹۲۳ ^{de}	۱۶۹۴	۱۹۹۸	۱۹۸۹	۱۶۶۷	قدس
۶۹۶۵ ^a	۶۴۸۳ ^{bc}	۶۱۳۱ ^c	۷۶۹۱ ^{ab}	۶۳۳۶ ^c	۸۱۸۵ ^a	۳۳۲۱ ^B	۲۴۰۹ ^a	۲۳۴۷ ^{ab}	۲۲۷۵ ^{ab}	۲۰۲۹ ^b	میانگین
					۱۵۹۷		۶۵۹				LSD کود×رقم
					۱۲۱۳		۲۶۹				LSD کود
					۷۱۸		۲۹۴				LSD رقم

* حروف کوچک برای مقایسه اثر رقم و اثر کود در هر مکان نشان داده شده‌اند.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم پاییزه در تیمارهای مختلف کوددهی روی

ژنوتیپ‌های گندم زمستانه		درجه آزادی	منابع تغییرات
مشهد- جلگه رخ			
میانگین مربعات عملکرد دانه			
۱۸۸۴۹۴۰۳۱**	۱	مکان	
۴۲۸۱۷۹۳۲	۴	خطای L	
۷۸۰۴۴۲ ^{ns}	۳	کود	
۲۶۴۹۰۳۶**	۳	مکان×کود	
۱۴۶۹۲۸۷	۱۲	خطای a	
۲۱۱۲۶۴۰۰**	۹	رقم	
۶۳۷۱۲۲ ^{ns}	۲۷	کود×رقم	
۱۳۳۹۱۵۱*	۹	رقم×مکان	
۲۸۱۵۵۴ ^{ns}	۲۷	مکان×رقم×کود	
۴۴۵۶۵۱	۱۴۴	خطای b	

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

بهاره (نظیر رقم شعله در اصفهان) و زمستانه (سبلان در جلگه رخ) مورد مطالعه به کاربرد کود روی پاسخ بیشتری در مقایسه با سایر ارقام نشان داده و عملکرد دانه در تیمارهای کودی افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشت. در مقابل برخی ارقام پاسخ کمتری به کاربرد کود نشان داده و یا کاربرد کود روی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه آنها در مقایسه با شاهد نداشت. به عنوان مثال، در بین ارقام بهاره کشت شده در اصفهان، بیشترین عملکرد دانه در تیمار شاهد در رقم سیستان مشاهده شد و کاربرد روی به روش‌های مختلف (به غیر از تغذیه برگگی Omex2) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه این رقم نداشت. این اختلاف‌ها بیانگر تفاوت نیاز ارقام مختلف گندم به روی و نیز اختلاف آنها از لحاظ تحمل شرایط کمبود این عناصر (روی کارایی) می‌باشد (۲۱) و بر این اساس ارقامی که به کاربرد کود، پاسخی نشان ندهند و یا پاسخ کمی داشته باشند، به عنوان ارقام کارآمد در نظر گرفته می‌شوند در حالی که ژنوتیپ‌های ناکارآمد، پاسخ عملکردی زیادی به مصرف کود نشان می‌دهند (۲۱). بدیهی است یکی از عوامل مؤثر بر

پتانسیل عملکرد دانه ارقام گندم بوده و در برنامه‌های مدیریت کوددهی باید در نظر گرفته شود (۱۴). مطالعات متعددی نیز وجود دارد که ژنوتیپ را به عنوان عامل مهم و مؤثر در اختلاف پتانسیل عملکرد دانه ارقام گندم بیان می‌کند (۶، ۱۴ و ۳۰). تفاوت‌های ژنتیکی و برهمکنش آنها با شرایط محیطی باعث می‌شود ژنوتیپ‌های گندم سازوکارهای مختلفی از نظر رشد و تولید دانه از خود بروز دهند (۱۱).

از سوی دیگر نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد (بدون کوددهی روی) و تیمارهای مختلف کاربرد کود روی، از نظر عملکرد دانه وجود دارد. دامنه وسیعی از نوع ژنوتیپی در پاسخ به تنش کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف در ارقام مختلف گیاهی به ویژه در غلات وجود دارد (۶ و ۱۵). در همین راستا وجود تفاوت قابل ملاحظه در پاسخ ارقام مختلف گندم به کمبود روی در شرایط گلخانه‌ای (۱۶ و ۱۸) و مزرعه‌ای (۷، ۸، ۱۵، ۲۲ و ۳۱) گزارش شده است.

ارقام مختلف گندم (بهاره و زمستانه) کشت شده در این پژوهش، پاسخ متفاوتی به کوددهی روی داشتند. برخی از ارقام

جدول ۵. تأثیر تیمارهای مختلف کوددهی روی بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) زینوپهای گندم زمستانه (مشهد و جلگه رخ)

		مشهد						جلگه رخ							
میانگین*	میانگین Omex2	تغذیه برگی Omex1	مصرف خاکی سولفات روی	بدون کود روی	میانگین*	تغذیه برگی Omex2	تغذیه برگی Omex1	مصرف خاکی سولفات روی	بدون کود روی	میانگین*	تغذیه برگی Omex2	تغذیه برگی Omex1	مصرف خاکی سولفات روی	بدون کود روی	
															کود LSD
۹۷۳ ^a	۹۸۹۵	۹۷۴۶	۹۸۳۵	۹۴۴۳	۷۴۸۸ ^a	۷۲۸۸	۷۴۵۶	۷۰۸۸	۸۱۲۲	۷۴۸۸ ^a	۷۲۸۸	۷۴۵۶	۷۰۸۸	۸۱۲۲	گاسپارد
۷۲۲۵ ^{de}	۷۳۹۹	۷۷۷۵	۶۹۳۰	۶۷۹۶	۵۳۴۰ ^d	۵۱۲۸	۵۵۹۳	۴۹۲۵	۵۷۱۷	۵۳۴۰ ^d	۵۱۲۸	۵۵۹۳	۴۹۲۵	۵۷۱۷	آذری
۷۶۹۵ ^{cd}	۷۵۸۹	۸۵۸۰	۷۰۶۲	۷۵۴۸	۶۸۰۷ ^{bc}	۵۸۹۸	۷۶۵۸	۶۴۳۲	۷۲۴۲	۶۸۰۷ ^{bc}	۵۸۹۸	۷۶۵۸	۶۴۳۲	۷۲۴۲	نوبد
۷۱۳۰ ^{de}	۷۴۶۹	۷۴۲۹	۷۲۶۳	۶۳۵۹	۵۶۴۰ ^d	۵۷۶۰	۵۳۸۶	۶۱۹۴	۵۲۲۱	۵۶۴۰ ^d	۵۷۶۰	۵۳۸۶	۶۱۹۴	۵۲۲۱	سبلان
۹۸۳۱ ^a	۱۰۲۶۴	۹۷۶۹	۹۹۳۱	۹۲۵۹	۷۷۸۳ ^{ab}	۷۹۳۳	۷۶۶۳	۷۷۰۹	۷۸۲۶	۷۷۸۳ ^{ab}	۷۹۳۳	۷۶۶۳	۷۷۰۹	۷۸۲۶	C-81-10
۱۰۰۱۹ ^a	۱۰۱۰۲	۹۹۷۹	۱۰۲۰۷	۹۷۸۸	۷۷۱۸ ^a	۷۷۳۸	۷۳۴۹	۷۶۷۲	۸۱۱۴	۷۷۱۸ ^a	۷۷۳۸	۷۳۴۹	۷۶۷۲	۸۱۱۴	گاسکوزن
۹۰۹۳ ^b	۹۰۰۹	۹۳۷۸	۹۱۲۳	۸۸۶۱	۷۵۲۷ ^d	۷۵۸۱	۷۵۲۲	۷۵۹۴	۷۴۱۳	۷۵۲۷ ^d	۷۵۸۱	۷۵۲۲	۷۵۹۴	۷۴۱۳	مهدوی
۸۱۰۷ ^c	۸۱۶۰	۸۴۱۷	۸۰۴۱	۷۸۱۲	۶۷۳۳ ^{bc}	۶۱۱۴	۷۰۵۸	۷۲۰۸	۶۵۰۴	۶۷۳۳ ^{bc}	۶۱۱۴	۷۰۵۸	۷۲۰۸	۶۵۰۴	بزوستیا
۸۹۶۷ ^b	۹۸۱۲	۸۴۶۳	۹۱۲۳	۸۴۶۹	۵۸۸۱ ^c	۵۹۸۶	۶۷۶۲	۷۵۰۶	۶۲۵۰	۵۸۸۱ ^c	۵۹۸۶	۶۷۶۲	۷۵۰۶	۶۲۵۰	الوند
۸۸۷۷ ^b	۹۲۱۲	۹۰۸۲	۸۸۸۶	۸۳۲۹	۷۲۴۶ ^{ab}	۶۹۵۲	۷۱۷۶	۷۴۸۲	۷۶۱۸	۷۲۴۶ ^{ab}	۶۹۵۲	۷۱۷۶	۷۴۸۲	۷۶۱۸	زرین
۸۶۶۷ ^a	۸۹۰۱ ^a	۸۸۶۳ ^a	۸۶۴۰ ^a	۸۲۶۶ ^b	۶۸۹۵ ^B	۶۶۳۸ ^a	۶۹۵۸ ^d	۶۹۸۱ ^a	۷۰۳۳ ^a	۶۸۹۵ ^B	۶۶۳۸ ^a	۶۹۵۸ ^d	۶۹۸۱ ^a	۷۰۳۳ ^a	میانگین
			۱۵۹۷			۶۵۹					۶۵۹				LSD کود*رقم
			۱۲۱۳			۲۶۹					۲۶۹				کود LSD
						۲۹۴					۲۹۴				رقم LSD

* :حروف کوچک برای مقایسه اثر رقم و اثر کود در هر مکان نشان داده شده‌اند.

پاسخ گیاه به کوددهی، نیاز غذایی آن می‌باشد که این نیاز با پتانسیل عملکرد گیاه ارتباط دارد. در بسیاری موارد، ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالاتر، نیاز بیشتری به عناصر غذایی داشته و در نتیجه، پاسخ آنها به کوددهی، متفاوت از ارقام با پتانسیل عملکرد کم است.

سازوکارهای مختلفی در تفاوت پاسخ ارقام مختلف گیاه به کاربرد عناصر غذایی تأثیر می‌گذارد (۲، ۱۲ و ۱۸). از جمله این ساز و کارها می‌توان به فعل و انفعالات مربوط به ریشه به منظور افزایش قابلیت استفاده روی خاک برای جذب توسط ریشه، افزایش جذب و انتقال روی از ریشه به اندام‌های هوایی، تغییر جزءبندی درون سلولی روی در اندام‌های هوایی گیاه، به طوری که مقدار بیشتری از روی در سیتوپلاسم قرار بگیرد و بهبود و یا افزایش کارایی مصرف بیوشیمیایی روی در سلول‌های گیاه اشاره نمود.

صدرارحامی (۳۲) در مطالعه‌ای با ۳۰ ژنوتیپ گندم بهاره، افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد کود روی را گزارش کرد. هم‌چنین، گزارش‌های متعددی مبنی بر افزایش عملکرد دانه ارقام مختلف گندم با مصرف خاکی و تغذیه برگی روی وجود دارد (۶، ۱۱، ۱۳ و ۳۳).

یکی از روش‌های مقابله با کمبود روی، انتخاب و اصلاح ارقام زراعی کارآمد از لحاظ این عنصر می‌باشد. در این ارتباط، وجود تفاوت ژنتیکی ارقام گیاهی از لحاظ تحمل شرایط کمبود روی در خاک ضروری است تا بتوان در طیف گسترده ارقام از لحاظ پاسخ به کوددهی، ارقام متحمل به کمبود را شناسایی و انتخاب کرد. بر اساس نتایج این پژوهش، وجود اختلاف قابل توجه بین ارقام گندم بهاره و پاییزه از لحاظ پتانسیل عملکرد دانه و پاسخ به کوددهی روی، این امکان را فراهم می‌کند تا غربال ارقام گندم برای برنامه‌های بعدی اصلاح و توسعه ژنتیکی انجام شود.

بین مکان‌های مختلف مورد مطالعه در این پژوهش (اصفهان و نیشابور برای ارقام بهاره و مشهد و جلگه رخ برای ارقام زمستانه) از نظر عملکرد دانه ارقام کشت شده، تفاوت

معنی‌داری وجود داشت. مکان به عنوان عامل مؤثر بر پتانسیل تولید بوده که باید در مطالعات مربوط به تفاوت ژنوتیپ‌ها، به ویژه از لحاظ پاسخ به کوددهی مورد توجه قرار گیرد. در ارقام بهاره میانگین عملکرد دانه در نیشابور بیشتر از ارقام مشابه در اصفهان بوده و میانگین عملکرد دانه ارقام زمستانه کشت شده در جلگه رخ نیز بیشتر از ارقام مشابه در مشهد بود. به نظر می‌رسد شرایط متفاوت آب و هوایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به ویژه شوری، ماده آلی از دلایل مهم این تفاوت‌ها باشد (جدول ۱). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که خاک اصفهان دارای شوری بیشتر (۹/۲) در مقایسه با 0.79 dS m^{-1} و ماده آلی کمتر (۰/۴۷) درصد در مقایسه با 4.3 درصد) در مقایسه با خاک نیشابور بود. شوری خاک نقش مهمی در حاصلخیزی و پتانسیل تولید محصول دارد. انباشته شدن نمک‌های محلول با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، پتانسیل آب خاک را کاهش داده و از این طریق، رشد و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (۲۳). ویژگی‌های اقلیمی عامل مهم دیگری است که عملکرد زراعی را در مکان‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. میانگین بارندگی در طول فصل رشد گندم در نیشابور بالاتر از اصفهان بوده است (جدول ۱). هر چند ممکن است دلایل دیگری از جمله برهمکنش گیاه-خاک و نیز اختلاف قابلیت جذب سایر عناصر نیز برای توجیه تفاوت‌های عملکرد دانه در مکان‌های مختلف وجود داشته باشد. در مورد ارقام زمستانه نیز بالا بودن قابلیت هدایت الکتریکی خاک مشهد ($1/6 \text{ dS m}^{-1}$) در مقایسه با جلگه رخ ($1/2 \text{ dS m}^{-1}$) عامل مهمی در کاهش عملکرد دانه گندم ارقام مورد مطالعه بود. در همین راستا، در مطالعه‌ای با ژنوتیپ‌های پاییزه گندم کشت شده در دو منطقه مشهد و کرج نیز اختلاف معنی‌دار بین دو منطقه گزارش شده و اهمیت مکان به عنوان عامل مؤثر در پتانسیل تولید بیان شد (۳۱).

از سوی دیگر پاسخ ارقام مختلف گندم به روش‌های مختلف کوددهی روی، به طور معنی‌داری تحت تأثیر مکان قرار گرفت. به عنوان مثال، در ارقام بهاره کشت شده در اصفهان،

حد کفایت این عنصر برای گیاه (۳-۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بوده و کاربرد کود روی در این منطقه سبب کاهش عملکرد دانه شده است.

تاکنون مطالعات زیادی پیرامون پاسخ ارقام گندم به کوددهی عناصر کم مصرف از جمله روی انجام شده است، اما پایداری پاسخ ارقام گندم به کمبود روی در محیط‌های مختلف، یا به عبارتی اثر متقابل روی کارایی ارقام با محیط کمتر مورد بررسی قرار گرفته است (۷، ۱۵، ۱۹ و ۲۰). تفاوت پاسخ ارقام مختلف گندم به کوددهی روی در اصفهان و نیشابور در مورد ارقام بهاره و مشهد و جلگه رخ در مورد ارقام زمستانه ممکن است به دلیل تفاوت ویژگی‌های فیزیولوژیکی خاک و یا اقلیم این مناطق باشد. بنابراین، انتخاب ارقام کارآمد با عملکرد بالا در برنامه‌های اصلاح نبات، به دلیل وجود اثر متقابل معنی‌دار بین کوددهی، ژنوتیپ و مکان، با مشکل مواجه است. در صورت پایداری پاسخ گیاهان به کوددهی در مناطق مختلف، به راحتی می‌توان ارقام کارآمد از لحاظ روی را انتخاب کرده و از آن، به عنوان راهکاری مؤثر در کاهش کمبود این عنصر و در نتیجه، افزایش تولید دانه بهره برد. اما با توجه به تفاوت پاسخ ارقام گندم به کوددهی روی در مکان‌های مختلف، امکان انتخاب درست و اصولی ارقام روی- کارآمد برای برنامه‌های بعدی اصلاح و توسعه ژنتیکی مشکل است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد روش کوددهی روی تأثیر زیادی بر کارایی کود در افزایش یا کاهش عملکرد دانه ارقام مختلف گندم دارد. هم‌چنین پاسخ یک رقم در یک منطقه به یک روش کوددهی روی متفاوت از پاسخ همان رقم به همان روش مصرف روی در منطقه دیگر بود، به طوری که در یک منطقه افزایش و در منطقه‌ای دیگر کاهش عملکرد دیده شد. با توجه به پاسخ متفاوت ارقام گندم به روش‌های مختلف کوددهی تحت تأثیر مکان کشت، یک روش ویژه کوددهی را نمی‌توان برای تمام ارقام گندم و هم‌چنین تمام مکان‌ها (دارای اقلیم

کاربرد روش‌های مختلف کوددهی موجب افزایش عملکرد دانه اغلب ارقام شد در حالی که کاهش عملکرد دانه تمامی ارقام کشت شده در نیشابور به دنبال کوددهی روی مشاهده شد. به نظر می‌رسد بالاتر بودن مقدار فسفر قابل جذب (۱) در خاک اصفهان از یک سو و مقدار بسیار کمتر ماده آلی خاک در این منطقه از سوی دیگر سبب شده قابلیت جذب روی خاک بسیار کمتر از نیشابور باشد. ضمن این که شوری خاک اصفهان نیز بسیار بیشتر از خاک نیشابور است. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که در شرایط شور، تأثیر کوددهی روی بر افزایش عملکرد گیاه بیشتر از شرایط غیر شور است (۱۸). بنابر این، تعیین حد بحرانی روی قابل عصاره‌گیری برای گندم باید با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های خاک به ویژه مقدار فسفر، درصد ماده آلی و شوری خاک باشد. از سوی دیگر در اصفهان در تیمارهای دارای کوددهی روی نیز عملکرد دانه ارقام بهاره کمتر از ارقام مشابه در نیشابور بود.

این نتایج نشان می‌دهد که از یک سو در خاک مورد مطالعه در اصفهان، که نماینده بخش قابل توجهی از اراضی کشاورزی مناطق مرکزی کشور می‌باشد، کمبود روی، یکی از عوامل محدود کننده تولید دانه بوده و در نتیجه، برطرف کردن کمبود این عناصر به منظور کسب عملکرد بیشتر دانه ضروری می‌باشد و از سوی دیگر کمبود روی در خاک اصفهان تنها عامل محدود کننده تولید محصول نبوده به طوری که بعد از رفع کمبود این عنصر در خاک، هنوز بیشینه پتانسیل تولید ارقام به مقداری که در منطقه نیشابور وجود داشت حاصل نشد. شوری خاک، کمبود ماده آلی و کمبود رطوبت خاک به دلیل خشکی آب و هوای اصفهان از دلایل احتمالی کاهش عملکرد دانه ارقام بهاره کشت شده در این منطقه در مقایسه با نیشابور می‌باشد. در ارقام زمستانه نیز کاربرد روش‌های مختلف کوددهی در منطقه مشهد موجب کاهش عملکرد دانه در بیشتر ارقام مورد مطالعه شد در حالی که کاربرد کود در منطقه جلگه رخ باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اغلب ارقام مشابه شد. غلظت روی قابل جذب خاک منطقه مشهد ۱/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در

متفاوت) تعمیم داد به دلیل این که کارایی هر روش بسته به رقم و مکان کشت متفاوت می باشد، این موضوع باید در برنامه های توسعه و افزایش کیفیت محصولات کشاورزی در نظر گرفته شود.

منابع مورد استفاده

1. Aktas, H., K. Abak, L. Ozturk and T. Cakmak. 2006. The effect of zinc on growth and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30: 407-412.
2. Baligar, V. C., N. K. Fageria and Z. L. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in oil science and Plant Analysis* 32: 921-950.
3. Behl, R. K., M. Osaki, J. Wasaki, T. Watanabe and T. Shinano. 2003. Breeding wheat for zinc efficiency improvement in semi-arid climate. A Review. *Tropical Agriculture* 12: 295-312.
4. Black, C. A., D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger and F. E. Clark. 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbial properties. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WI.
5. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-Total. PP. 1085-1121. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods. SSSA Book Series, vol. 5, SSSA and ASA, Madison, WI.
6. Cakmak, I., N. Sari, H. Marschner, H. Ekiz, M. Kalayci, A. Yilmaz, S. Ekern and K. Y. Gulut. 1996b. Dry matter production and distribution of zinc in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. *Plant and Soil* 180:170-181.
7. Cakmak, I., H. Ekiz, A. Yilmaz, B. Torun, N. Koleli, I. Gultekin, A. Alkan and S. Ekern. 1997a. Differential response of rye, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant and Soil* 188: 1-10.
8. Cakmak, I., B. Torun, B. Erenoglu, L. Ozturk, H. Marschner, M. Kalayci and H. Ekiz. 1998. Morphological and physiological differences in cereals in response to zinc deficiency. *Euphytica* 100 (1-3): 349-357.
9. Chapman, H. D. and P. F. Partt. 1961. Methods of Analysis for Soil, Plant and Water. Division of Agriculture Science, University of California. pp: 1188.
10. Ebrahim, M. K. H. and M. M. Aly. 2004. physiological response of wheat to foliar application of zinc and inoculation with same bacterial fertilizers. *Journal of Plant Nutrition* 27:1859-1874.
11. Emam, Y. 2011. Cereal Crop Production. 4th ed., Shiraz University Press, Shiraz, Iran. 190p.
12. Erenoglu, B., M. Nikolic, V. Romheld and I. Cakmak. 2002. Uptake and transport of foliar applied zinc (65Zn) in bread and durum wheat cultivars differing in zinc efficiency. *Plant and Soil* 241:251-257.
13. Fageria, N. K. and V.C. Baligar. 2003. Methodology for evaluation of lowland rice genotypes for nitrogen use efficiency. *Journal of Plant Nutrition* 26: 1315-1333.
14. Gangloff, W. J., D. G. Westfall, G. A. Peterson and J. J. Mortvedt. 2002. Relative availability coefficients of organic and inorganic Zn fertilizers. *Journal of Plant Nutrition* 25:259-273.
15. Gourley, C. J. P., D. L. Allan and M. P. Russelle. 1994. Plant nutrient efficiency: A comparison of definitions and suggested improvement. *Plant and Soil* 158: 29-37.
16. Graham, R. D., J. S. Ascher and S. C. Hynes. 1992. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil* 146: 241-250.
17. Kalayci, M., B. Torun, S. Eker, M. Aydin, L. Ozturk and I. Cakmak. 1999. Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivars grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. *Field Crops Research* 63:87-98.
18. Karimian, N. and G. R. Moafpouryan. 1999. Zinc adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties. *Communication Soil Science and Plant Analyses* 30: 1721-1731.
19. Kate, C. and D. Higgs. 2001. Inter-relationships between zinc nutrition, growth parameters and nutrient physiology in hydroponically growth tomato cultivar. *Journal of Plant Nutrition* 24:1491-1503.
20. Khoshgoftarmansh, A. H., H. Shariatmadari, M. Kalbasi and N. Karimian. 2004a. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1953-1962.
21. Khoshgoftarmansh, A. H., H. Shariatmadari, N. Karimian and S. E. A. T. M. Van der Zee. 2006a. Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat. *Soil Science Society of American Journal* 70: 582-589.
22. Khoshgoftarmansh, A. H., A. Sadrarhami and H. R. Sharifi. 2009. Selecting Zinc-Efficient Wheat Genotypes with High Grain Yield Using a Stress Tolerance Index. *Agronomy Journal* 101(6): 1409-1416.
23. Khoshgoftarmansh, A. H., R. Schulin, R. L. Chaney, B. Daneshbakhsh and M. Afyuni. 2010. Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for*

- Sustainable Development* 30: 83-107.
24. Khoshgoftarmanesh, A. H., H. R. Sharifi, D. Afiuni and R. Schulin. 2012. Classification of wheat genotypes by yield and densities of grain zinc and iron using cluster analysis. *Journal of Geochemical Exploration* 121: 49-54.
 25. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science and Society of American Journal* 42: 421- 428.
 26. Maas, E. V. and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance- current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-ASCE* 103: 115-134.
 27. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 2th ed., Harcourt Brace and Company Pub., pp: 889.
 28. Martens, D. C. and D. T. Westermann. 1991. Fertilizer application for correcting micronutrients deficiencies and toxicities. PP. 549-592. In: J. J. Mortved, F. R. Cox, L. M. Shuman and R. M. Welch (Eds.), *Micronutrients in Agriculture*. SSSA Book Series No. 4. Madison, WI.
 29. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. PP. 539-579. In: A.L. Page *et al.* (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
 30. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1990. Phosphorus. PP. 403-431. In: A.L. Page (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. Part 2, 2nd ed., Agron. Monogr, ASA, Madison, WI.
 31. Ranjbar, G. A. and M. A. Bahmaniar. 2007. Effect of soil and foliar application of Zn fertilizer on yield and growth characteristics of Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences* 6:1000-1005.
 32. Sadrarhami, A., A. H. Khoshgoftarmanesh and H. R. Sharifi. 2010. Using stress tolerance indicator (STI) to select high grain yield iron-deficiency tolerant wheat genotypes in calcareous soils. *Field Crops Research* 119: 12-19.
 33. Torun, A., I. Gültekin, M. Kalayci, A. Yilmaz, S. Eker and I. Cakmak. 2001. Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentrations of zinc, boron, and phosphorus of 25 wheat cultivars grown on a zinc-deficient and boron-toxic soil. *Journal of Plant Nutrition* 24: 1817-1829.
 34. Yilmaz, A., H. Ekiz, B. Torun, I. Gulekin, S. Karanlink, S. A. Bagci and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition* 20: 461-471.
 35. Zhang, F., M. Fan, X. Gao, C. Zou and Y. Zuo. 2009. Soil and crop management for improving iron and zinc nutrition of crops. PP. 71-94. In: Banuelos, G.S. (Ed.), *Lin Z-Q Development and Uses of Biofortified Agricultural Products*. CRC Pub., Boca Raton.