



اثر محلول پاشی کلات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم

محسن درگاهی^{۱*}، رضا صدرآبادی حقیقی^۲ و کیومرث بخش کلارستانی^۳

چکیده

استفاده از عناصر کم مصرف یکی از راه‌های افزایش خصوصیات کمی و کیفی گندم می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه‌ی نمونه کشت و صنعت آستان قدس رضوی انجام گرفت. فاکتور اول شامل چهار رقم گندم نان (فلات، بهار، پیش‌تاز و طوس) و فاکتور دوم شامل محلول پاشی کلات روی با غلظت ۴ کیلوگرم در هکتار در سه سطح (شاهد، محلول پاشی کلات روی در مرحله ساقه-دهی و محلول پاشی کلات روی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد ارقام از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دارای اختلاف معنی‌داری هستند. بیشترین عملکرد در میان ارقام گندم مورد بررسی به رقم بهار و کمترین آن به رقم طوس تعلق داشتند. زیاده‌ی عملکرد رقم بهار به عملکرد بیولوژیک بالاتر آن نسبت داده شد. همچنین، بر اساس نتایج حاصل از این بررسی یک یا دوبار محلول پاشی با کلات روی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گردیدند. افزایش عملکرد دانه عمدتاً ناشی از افزایش وزن هزار دانه بود. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد با توجه به نقش عنصر روی در فیزیولوژی گیاهان به خصوص در گیاه زراعی گندم به‌عنوان گیاهی حساس به کمبود روی می‌توان با مصرف ترکیبات حاوی روی به صورت محلول پاشی عملکرد این گیاه را افزایش داد.

واژگان کلیدی: ساقه‌دهی، گلدهی، محلول پاشی، کلات روی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد (نگارنده‌ی مسئول)

mohsendargahi32@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۱

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد

۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد

مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول کشاورزی جهان و ایران (Imam, 1999) و جزو قدیمی‌ترین و با ارزش‌ترین گیاهان روی زمین محسوب می‌شود (Majidi and Malakouti., 2003) و به نظر می‌رسد کانون آغاز کشاورزی انسان، آغاز کاشت گندم بوده است. گندم نان مشخصاً یکی از منابع مهم غذایی در میان محدود گیاهان زراعی عمده جهان به شمار می‌رود (Slafer et al., 1994). افزایش تولید گندم برای پاسخ‌گویی به نیاز داخلی به دلایل افزایش رو به تزاید جمعیت و زیادی مصرف سرانه، الزامی است. ولی آنچه که امروزه چه در سطح بین‌المللی و چه در داخل کشور فکر اکثر محققین و تولید کنندگان و مصرف کنندگان را به خود مشغول کرده است، تولید محصولات کشاورزی سالم می‌باشد (Eskandari, 2004). یکی از اساسی‌ترین راه‌های افزایش تولید گندم حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک از طریق مصرف کودهای شیمیایی است. بدون بهبود حاصلخیزی خاک، استفاده از ارقام اصلاح شده و عملیات زراعی مطلوب، نتیجه‌ای نخواهد داشت. در اراضی زیر کشت غلات، کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف به‌ویژه عنصر روی گسترش جهانی دارد (Welch et al., 1991). آمارهای جهانی نیز نشان می‌دهد که حدود ۵۰ درصد از خاک‌های تحت کشت غلات در جهان از نظر عنصر روی قابل دسترس و حدود ۳۰ درصد از نظر کمبود آهن مشکل دارند. مصرف زیاد و کشت یکنواخت و مداوم غلات در زمین‌هایی با غلظت‌های پایین عناصر کم‌مصرف از دلایل عمده برای گسترش جهانی کمبوده عناصر روی و آهن در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Cakmak et al., 2002). خاک‌های ایران در کمربند کمبود عنصر روی در جهان واقع شده است. از این رو استفاده از کودهای حاوی عنصر روی با توجه به آزمایش خاک ضروری می‌باشد

(Cakmak, 2008). در کشورهای آسیایی، کمبود روی بیشتر در هندوستان، پاکستان، چین، ترکیه و ایران شایع است (Cakmak et al., 2004). کمبود توام عناصر روی و آهن در مواد غذایی موجب بیماری Persian anemia در انسان می‌گردد (Malakouti and Aghalotfolahi., 1999). سداری و ملکوتی (Sadri and Malakouti., 1998) گزارش کردند که تأثیر تیمار کودی NPK+Zn از منبع سولفات روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار باعث عملکرد دانه گندم در مقایسه با شاهد می‌گردد. اثر این تیمار بر عملکرد کلش معنی‌دار نبود. بنابراین، چنین به نظر می‌رسد که عنصر روی در رشد زایشی و تولید دانه موثر بوده است. آنها همچنین اظهار می‌دارند در مناطقی که عنصر روی قابل جذب کمتر از ۱/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد مصرف سولفات عنصر روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه دارد. ملکوتی و کشاورز (Malakouti and Keshavarz, 2005) طی آزمایشی گلخانه‌ای در گندم نشان دادند که مصرف ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عنصر روی وزن خشک اندام هوایی گندم را در شرایط غیرشور ۴/۱ درصد و در صورت مصرف ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر نمک‌های $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ ۱۸/۲ درصد افزایش می‌دهد. در این آزمایش، از آن جایی که از غلظت سدیم در اندام هوایی با مصرف عنصر روی در حدود ۴۴ درصد کاسته شد، در نتیجه به نظر می‌رسد این عنصر با بهبود وضعیت غشاء و حفظ انتخاب‌پذیری آن مانع ورود سدیم به اندام‌هوایی و به تبع آن افزایش وزن خشک گندم شده است. بایبوردی و ملکوتی (Baybordi and Malakouti, 2000) با بررسی اثر بخشی روش‌های مصرف خاکی و محلول‌پاشی عناصر روی، بور و منگنز بر عملکرد دانه و روغن کلزا در میانه گزارش نمودند که بین

دونالد (Graham and McDonald, 2000) در گندم نیز تاثیر این عنصر را در بهبود عملکرد دانه و وزن دانه نشان داد. طلیعی (Taliyii, 1998) در تحقیقات خود در مورد حد بحرانی و اثر مقدار عنصر روی در افزایش گندم دیم در استان کرمانشاه به این نتیجه رسید که مصرف ۱۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار نسبت به تیمار شاهد تحت شرایط اقلیمی نیمه خشک، به طور متوسط عملکرد دانه گندم دیم را ۲۶۲ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌دهد. عارف و همکاران (Arif *et al.*, 2006) عنوان کردند هر چند با افزایش دفعات محلول پاشی کود در گندم، عملکرد و اجزای عملکرد زیاد می‌شود، اما این افزایش با شیبی ثابت انجام نمی‌شود. مک‌روول (Mc rowell, 2002) گزارش کرد محلول پاشی گیاهان مرتعی فلوریدای آمریکا با عناصر کم مصرف آهن، مس، روی، منگنز و کبالت در افزایش علوفه تولیدی در مراتع و کاهش بیماری ورم پستان و مصونیت دام‌های گوشتی از عوامل بیماری زا مؤثر واقع شده است. محلول پاشی عنصر روی، به دلیل این که می‌تواند عنصر یاد شده را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار دهد از اهمیت زیادی برخوردار است (Alloway, 2003). با توجه به این که عنصر روی علاوه بر افزایش تولید، در سلامتی و تندرستی انسان نیز مؤثر می‌باشد، لذا یکی از راه‌های ساده و اقتصادی برای نیل به خودکفایی و جامعه‌ای سالم و تندرست، اضافه کردن عنصر روی به خاک و یا مصرف آن به صورت محلول پاشی می‌باشد تا بدین ترتیب علاوه بر افزایش تولید، بتوان غلظت این عنصر را در محصولات کشاورزی از جمله گندم که غذای اصلی مردم ایران است، افزایش داد (Ghaderi and Malakouti, 1999). بر این اساس تحقیق حاضر به منظور واکنش چهار رقم گندم به عنصر غذایی روی (Zn) به صورت محلول پاشی اجرا گردید.

روش‌های مصرف اختلاف معنی‌دار وجود داشته و روش محلول پاشی نسبت به مصرف خاکی برتری داشته است. آنان بیان کردند که بیشترین مقدار عملکرد دانه در بین تیمارهای محلول پاشی شده از محلول پاشی عنصر روی به دست آمد. ایکیز و همکاران (Ekiz *et al.*, 1998) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم در خاک‌های آهکی ترکیه به این نتیجه رسیدند که با مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد دانه بلکه غلظت عنصر روی در دانه گندم نیز فزونی یافت. محققان زیادی (Yilmaz *et al.*, 1997; Rengle and Graham, 1995) گزارش نمودند که با مصرف عنصر روی در خاک‌هایی با کمبود روی، علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت، غلظت روی در دانه نیز افزایش می‌یابد. چنانچه از این بذور برای کشت بعدی استفاده شود، بوته‌های سبز شده از رشد اولیه بیشتری برخوردار بوده و دانه‌های گندم نیز دارای وزن هزار دانه بیشتری شده و غلظت عنصر روی در دانه‌های گندم تا دو برابر افزایش می‌یابد. ملکوتی و همکاران (Malakouti *et al.*, 2000) نشان دادند که بر اثر مصرف عنصر روی، غلظت این عنصر در دانه گندم افزایش می‌یابد که بسته به رقم و منطقه جغرافیایی متفاوت است. آنها میانگین افزایش غلظت روی در دانه گندم را ۲۵ درصد و بیشترین افزایش غلظت روی در دانه را ۹۱ درصد در رقم آتیلا در استان فارس و کمترین تغییر به میزان ۱۳ درصد را در رقم مهدوی در کرج گزارش کردند. گندم از جمله غلاتی است که در آن اختلاف در پاسخ ارقام نسبت به کمبود عنصر روی زیاد است (Graham *et al.*, 1992). خوش گفتارمنش و همکاران (Khoshgoftarmanesh *et al.*, 2005) گزارش کردند که ارقام گندم نسبت به کاربرد سولفات روی از نظر عملکرد دانه عکس‌العمل متفاوتی دارند. افزایش عنصر روی در مطالعه گراهام و مک

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه کشت و صنعت نمونه آستان قدس رضوی واقع در ۱۷ کیلومتری جاده مشهد سرخس اجرا شد. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۸۵ متر می‌باشد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ و نیز نتایج آنالیز منابع آب در جدول ۲ نشان داده شده است. بر این اساس خاک دارای بافت سنگین و مواد آلی و نیتروژن کم، فسفر و پتاسیم متوسط بدون محدودیت شوری بوده است. آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل چهار رقم گندم شامل فلات، بهار، پیشتاز و طوس و سه سطح کودی شامل شاهد، محلول پاشی کلات روی در مرحله ساقه‌دهی و محلول پاشی کلات روی در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توأم بودند. محلول پاشی با استفاده از کود کلات روی ۲۰ درصد شرکت سپهر پارمیس به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار توسط سم‌پاش پستی-دستی در صبح زود انجام گرفت. معیار برای هر یک از مراحل محلول پاشی وارد شدن ۵۰ درصد از گیاهان به مرحله فوق بود. کشت در آبان ماه ۱۳۹۰ با تعداد کرت‌ها در هر بلوک ۱۲ کرت، که طول هر کرت ۷ متر و عرض آن ۱/۲ متر انجام شد. هر کرت شامل ۶ ردیف و فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود. هر کرت دارای ۲ پشته و روی هر پشته ۳ ردیف گندم کشت گردید. جهت حذف اثرات حاشیه‌ای نیم متر از طول یعنی بالا و پایین کرت حذف شد و ۶ متر در وسط ماند. همچنین، از ۶ ردیف کشت در هر کرت دو ردیف کناری نیز جهت اثرات حاشیه‌ای حذف و چهار ردیف در وسط برداشت شد.

از علف‌کش توتال به صورت محلول پاشی برای کنترل پهن برگ‌ها و باریک برگ‌ها به میزان ۴۰ گرم در هکتار در اواسط اسفندماه استفاده گردید. در این بررسی صفاتی مانند پنجه بارور، وزن هزار دانه، طول سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد گاه و عملکرد دانه مورد مطالعه قرار گرفت. برداشت به صورت کف بُر و پس از حذف یک خط حاشیه پلات و نیم متر از بالا و پایین انجام گرفت. صفت پنجه بارور نیز در مرحله پرشدن دانه‌ها، از یک متر مربع در هر کرت تعداد خوشه‌های بارور و غیربارور جدا و شمارش شد. ارتفاع بوته و طول خوشه (۲۰ بوته با انتخاب تصادفی) با خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد دانه در سنبله (۲۰ بوته با انتخاب تصادفی) و وزن هزار دانه شمارش و محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک دانه کل نمونه برداشت شده از یک کرت توزین و سپس اقدام به جداکردن دانه و تعیین عملکرد دانه شد.

جهت تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده گردید. میانگین تیمارها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد پنجه بارور: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده محلول پاشی برای تعداد پنجه بارور در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. اما اثر ساده رقم و اثر متقابل رقم و محلول پاشی بر روی این صفت معنی‌دار نبودند (جدول ۳). مقایسه میانگین تعداد پنجه بارور در ارقام نشان داد که بیشترین تعداد پنجه بارور در متر مربع متعلق به رقم پیشتاز و کمترین آن متعلق به رقم طوس است. ارقام فلات و بهار حد واسط ارقام پیشتاز و طوس بودند. تعداد پنجه بارور در رقم پیشتاز به ترتیب ۹، ۶ و ۱۷ درصد از ارقام فلات، بهار و طوس بیشتر بود (جدول ۴).

بیشتر بود (جدول ۵). ییلماز و همکاران (Yilmaz *et al.*, 1997) نشان دادند که مصرف روی موجب افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه و اجزای آن از جمله تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد که از بین این اجزا تأثیر روی بر تعداد سنبله در متر مربع شدیدتر بوده است. آنها نشان دادند که بر اثر مصرف خاکی روی تعداد سنبله در متر مربع تا ۸۱ درصد و وزن هزار دانه تا ۱۲۶ درصد افزایش می‌یابد.

طول سنبله: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده رقم بر روی طول سنبله معنی‌دار است اما اثر ساده محلول پاشی و اثر متقابل رقم و محلول پاشی بر روی این صفت معنی‌دار نیست (جدول ۳). مقایسه میانگین طول سنبله در ارقام گندم نشان داد که حداکثر طول سنبله متعلق به رقم بهار و کمترین آن متعلق به رقم فلات است هر چند بین سه رقم طوس، پیشتاز و فلات از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. طول سنبله رقم بهار به ترتیب ۱۱/۶، ۱۰/۵ و ۸/۸ میلی‌متر بیشتر از ارقام فلات، پیشتاز و طوس بود (جدول ۴). پژوهش‌گران در آزمایش‌های خود به این نتیجه رسیدند که کاربرد عنصر روی به صورت خاکی و محلول پاشی و کاربرد توام آنها باعث افزایش اجزای عملکرد شده است (Ryan and Rashid, 2004) که احتمالاً به دلیل تأثیر عنصر روی بر کلروفیل برگ و هورمون ایندول استیک اسید (IAA) می‌باشد، بدین ترتیب که افزایش میزان کلروفیل‌های a و b موجب افزایش میزان فتوسنتز شده که این امر موجب تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر می‌گردد، از طرف دیگر IAA از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کند و در نتیجه اجزای عملکرد را افزایش می‌دهد (Vankhadeh, 2002).

بر اساس مقایسه میانگین طول سنبله در تیمارهای مختلف محلول پاشی، بیشترین طول سنبله

براون و همکاران (Brown *et al.*, 1993) اعلام نمودند که مصرف عنصر روی در گندم سرعت رشد گیاه را تسریع و موجب افزایش تعداد پنجه، سرعت پنجه‌زنی و در نهایت زودرسی می‌گردد. کریمیان و یثربی (Karimian and Yasrebi, 2005) بیان کردند که تعداد پنجه در هر بوته بیشتر یک خصوصیت توارثی بوده ولی با این حال متاثر از شرایط اولیه استقرار گیاهچه است. بر اساس مقایسه میانگین تعداد پنجه بارور در تیمارهای مختلف محلول پاشی، کمترین تعداد پنجه بارور در متر مربع متعلق به تیمار شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار محلول پاشی با کلات روی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توام بود. تعداد پنجه بارور در رقم شاهد به ترتیب ۱۳ و ۳۶ درصد از محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی و ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توام کمتر بود (جدول ۵).

وزن هزار دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده رقم و محلول پاشی بر روی وزن هزار دانه معنی‌دار است. بر اساس این نتایج اثر متقابل رقم و محلول پاشی بر روی صفت فوق معنی‌دار نبود (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین وزن هزار دانه ارقام گندم، رقم پیشتاز حداکثر مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص داده بود. کمترین وزن هزار دانه در بین ارقام متعلق به رقم طوس بود. وزن هزار دانه رقم پیشتاز به ترتیب ۸، ۲ و ۱۸ درصد بیشتر از ارقام فلات، بهار و طوس بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف محلول پاشی نشان داد که کمترین وزن هزار دانه به تیمار شاهد و بیشترین میزان آن به دوبار محلول پاشی با کلات روی متعلق است. وزن هزار دانه گندم در یک بار محلول پاشی حدواسط تیمارهای شاهد و دوبار محلول پاشی بود. در تیمار دوبار محلول پاشی میانگین وزن هزار دانه به ترتیب ۷/۴ و ۲/۹ گرم از تیمارهای شاهد و یک بار محلول پاشی

معنی دار است. اما اثر متقابل رقم و محلول پاشی معنی دار نیست (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، ارقام فلات و بهار به ترتیب با ۲۰۳۳۲ و ۲۰۳۱۹ کیلوگرم در هکتار عملکرد کاه بیشترین و رقم پیشتاز با ۱۷۶۹۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد کاه را دارا بودند (جدول ۴). مقایسه میانگین عملکرد کاه در تیمارهای مختلف محلول پاشی نیز نشان داد که کمترین عملکرد کاه متعلق به تیمار شاهد و بیشترین آن متعلق به محلول پاشی با کلات روی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توام می‌باشد (جدول ۵).

در تیمار شاهد عملکرد کاه به ترتیب ۲۱ و ۴۰ درصد از تیمارهای ساقه‌دهی و مراحل ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توام کمتر بود. ضیائی‌ان و ملکوتی (Ziaeiyan and Malakouti, 2002) با بررسی اثر عناصر آهن، منگنز، روی و مس بر عملکرد و کیفیت دانه گندم در اراضی آهکی منطقه درودزان شیراز گزارش کردند که با مصرف عناصر کم‌مصرف، عملکرد دانه، کاه، وزن هزار دانه و میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد. خوش‌گفتارمنش و همکاران (Khoshgoftarmanesh et al., 2001) با بررسی مقادیر متفاوت ۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در شوری خاک ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر در گندم رقم کویر اعلام کردند که در اراضی شور بایر اصلاح شده به دلیل بالا بودن pH خاک، کمبود ماده آلی، درصد بالای کربنات کلسیم، تسطیح خاک و تنش‌های خشکی و شوری، بازده کودهای محتوی روی پایین است و مصرف سولفات روی در مقادیر پایین تأثیری در عملکرد گندم ندارد، اما مصرف در مقادیر بالا به میزانی که بتواند نیاز گیاه را برآورده کند، موجب افزایش قابل توجهی در عملکرد کاه و دانه گندم می‌شود.

متعلق به تیمار محلول پاشی با کلات روی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توام و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس

نشان داد اثر ساده رقم و محلول پاشی بر روی عملکرد بیولوژیک معنی دار است. اما اثر متقابل رقم و محلول پاشی بر روی این صفت معنی دار نیست (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک ارقام گندم نشان داد که رقم بهار بیشترین و رقم طوس کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا هستند. عملکرد بیولوژیک رقم بهار به ترتیب ۷۳۳، ۲۷۳۳ و ۳۴۲۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد بیولوژیک ارقام فلات، پیشتاز و طوس بود (جدول ۴). سینگ (Singh, 1992) نیز ضمن مطالعات خود نشان داد که مصرف عنصر روی عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و وزن ساقه را در گندم افزایش داده است.

مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در تیمارهای مختلف محلول پاشی نشان داد در محلول پاشی با کلات روی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی به صورت توام بیشترین عملکرد بیولوژیک با مقدار ۲۷۱۸۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به شاهد ۳۷ درصد افزایش عملکرد ماده خشک نشان داد (جدول ۵). تیمار محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی نیز باعث افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شد به طوری که در اثر محلول پاشی عملکرد بیولوژیک ۳۵۸۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد افزایش یافت. محمد و همکاران (Mohammad et al., 1990) گزارش کردند که کاربرد عناصر روی و آهن عملکرد بیولوژیک گندم را نسبت به شاهد افزایش داده و با مصرف روی به صورت محلول پاشی، حداکثر عملکرد و غلظت روی به دست آمد.

عملکرد کاه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد

که اثر ساده رقم و محلول پاشی بر روی عملکرد کاه

نشان دادند که تمامی منابع عملکرد دانه را افزایش می دهد. ایمتاز و آلووی (Imtaz and Alloway, 2000) نشان دادند که ارقام مختلف از نظر توانایی جذب عنصر روی و در نتیجه عملکرد دانه در واحد سطح متفاوت بوده و در نتیجه کشت ارقام با قدرت جذب بالا، برای مناطقی که از کمبود روی رنج می برند را الزامی توصیف کرده است. در این مطالعه رفتار ارقام مختلف گندم از نظر عملکرد و سایر صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف کودی، متفاوت بود که این احتمالاً می تواند ناشی از تفاوت های ژنتیکی در توانایی جذب عناصر و پتانسیل تولید ارقام مختلف گندم تحت تأثیر عناصر غذایی متفاوت باشد.

نتیجه گیری کلی

در بین ارقام، رقم بهار دارای بالاترین عملکرد دانه بود و بعد از آن رقم پیشتاز قرار داشت. رقم طوس پایین ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. بر اساس نتایج این آزمایش یک بار محلول پاشی کلات روی در مرحله ساقه دهی می تواند باعث افزایش عملکرد ارقام گندم گردد. تیمارهایی که در ساقه دهی و گلدهی به صورت توام محلول پاشی شده اند از طریق افزایش تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد گاه باعث افزایش عملکرد دانه می شوند. ارقام گندم مورد استفاده در این آزمایش عکس العمل یکسانی را نسبت به تیمارهای محلول پاشی از خود نشان دادند و تفاوت ها در عملکرد ارقام تنها ناشی از تفاوت در ژنوتیپ بود.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس صفات

نشان داد اثرات ساده رقم و محلول پاشی بر روی عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی دار است. براساس این نتایج اثر متقابل رقم و محلول پاشی معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به رقم بهار و کمترین متعلق به رقم طوس است (جدول ۴). عملکرد رقم بهار به ترتیب ۱۸، ۲ و ۲۶ درصد از ارقام بهار، پیشتاز و طوس بیشتر بود.

شهابی فر و مستشاری (Shahabifar and Mostashari, 2002) گزارش کرده اند که با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی، می توان عملکرد دانه گندم را به میزان ۴۷۳ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. چاکماک و همکاران (Cakmak et al., 1997) با مصرف ۲۳ کیلوگرم کود حاوی روی مشاهده کردند که عملکرد دانه گندم به طور معنی داری افزایش می یابد. مقایسه میانگین عملکرد دانه گندم در تیمارهای مختلف محلول پاشی نشان داد که کمترین عملکرد دانه متعلق به تیمار شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار محلول پاشی شده در مراحل ساقه دهی و گلدهی به صورت توام با کلات روی است (جدول ۵). در تیمار شاهد عملکرد دانه به ترتیب ۳۰۷ و ۹۱۹ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای محلول پاشی شده در مرحله ساقه دهی و مراحل ساقه دهی و گلدهی به صورت توام کمتر بود. داسالکار و همکاران (Dasalkar, 1992) در بررسی اثرات مستقیم و باقیمانده منابع عنصر روی بر رشد و عملکرد گندم

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of the experimental site

شماره شن Sand (%)	رس Clay (%)	منگنز Mn (mg/kg)	روی Zn (mg/kg)	مس Cu (mg/kg)	آهن Fe (mg/kg)	کربن آلی OC (%)	پتاسیم K (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	نیترژن N (%)	کربنات کلسیم CCE (%)	سدیم SP (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	pH	عمق depth (Cm)
32	48	6.4	0.7	0.73	3	0.68	250	7.4	0.048	17	40.73	2.85	7.51	0-30

جدول ۲- نتایج آنالیز منابع آب

Table 2- Analysis of water resources

pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	منگنز + کلسیم +Mn Ca (mg/L)	کلسیم Ca (mg/L)	منگنز Mg (mg/L)	سدیم Na (mg/L)	پتاسیم K (mg/L)	کلر Cl (mg/L)	بیکربنات HCO ₃ (mg/L)	کربنات CO ₃ (mg/L)	سولفات گوگرد SO ₄ (mg/L)	مواد جامد محلول TDS (mg/L)	نسبت جذب سدیم SAR (mg/L)
7.4	898	4.66	1.3	3.36	5.14	0.07	2.21	4.25	Non	40.73	575	3.36

جدول ۳ - تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ارقام گندم در اثر محلول پاشی کلات روی

Table 3- Variance analysis of measured traits in wheat cultivars affected by Zinc chelate foliar application

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات					
		پنجه بارور Fertile tiller	وزن هزار دانه 1000 grain weight	طول سنبله Panicle length	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	عملکرد کاه Straw Yield	عملکرد دانه Seed Yield
بلوک Replication	2	45112.2	5.05	0.09	24671111.1	38574020.5	1774283.3
رقم Cultivar	2	33902.5ns	61.41*	2.53*	2356888.8*	19173416.5*	2170506.2*
محلول پاشی Foliar Application	2	254173.1**	164.3**	2.34ns	162101111.1**	124080869.9**	2628093.2*
رقم × محلول پاشی Foliar × Cultivar Application	6	11981.0ns	6.29ns	0.48ns	3625555.5ns	3400685.4ns	258545.1ns
خطا Error	22	16779.7	14.09	0.73	6317171.7	6041303.7	625077.9
C.V(%) ضریب تغییرات		14.04	10.2	9.4	10.71	12.89	17.91

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ .

ns, * and **: non significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴ - مقایسه میانگین صفات در ارقام مختلف گندم

Table 4- Mean comparison of traits in various wheat varieties

ارقام ارقام Cultivars	پنجه بارور Fertile tiller (m ²)	وزن هزار دانه 1000grain weight (g)	طول سنبله Panicle length (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (t/ha)	عملکرد کاه Straw Yield (kg/ha)	عملکرد دانه Seed Yield (kg/ha)
Falat فلات	911.6ab	36.01ab	8.72b	24470ab	20330a	4135ab
Bahar بهار	934.4ab	38.69a	9.89a	25200a	20330a	4880a
Pishtaz پیشتاز	996a	39.09a	8.83b	22470bc	17690b	4773a
Tous طوس	847.4b	33.48b	9b	21780c	17910ab	3867b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۵ - مقایسه میانگین صفات در مراحل محلول پاشی

Table 5 - Mean Comparison of traits in Steps foliar

مراحل محلول پاشی Steps foliar	پنجه بارور Fertile tiller (m ²)	وزن هزار دانه 1000grain weight (g)	طول سنبله Panicle length (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (ton/ha)	عملکرد کاه Straw Yield (kg/ha)	عملکرد دانه Seed Yield (kg/ha)
عدم محلول پاشی Control	790.2b	32.88b	8.71b	19830c	15830c	4005b
ساقه‌دهی Shooting stage	898.6b	37.36a	9.04ab	23420b	19100b	4312ab
ساقه‌دهی و گلدهی Shooting stage and Flowering stage	1078a	40.22a	9.58a	27180a	22260a	4924a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

References

منابع مورد استفاده

- Alloway, B.J. 2003. Zinc in soil and crop nutrition. International Zinc Association, 114 p.
- Arif, M., M. Chohan, S. Ali., and S. Khan. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. *J. Agr. Bio.Sci.* 4: 31-3.
- Baybord, A., and M.J. Malakouti. 2000. Effect of soil and foliar application methods of zinc, boron and manganese on seed and yield and oil of canola in Miyaneh. *Journal of Soil and Water.* 12:37-48. (In Persian).
- Brown, P.H., I. Cakmak, and Q. Zhang. 1993. Form and function of zinc in plants. In: A. O. Robson (ed). Zinc in soil and plants. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, the Nether land. Pp93 - 106.
- Cakmak, I., H. Ekiz, A. Yilmaz, B. Torun, N. Koleli, I. Gultekin, A. Alkan, and S. Eker 1997. Differential response of rey, triticale, bread and durum wheat to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant and Soil.* 188: 1- 10.
- Cakmak, I. 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. *Plant Soil.* 247: 3 - 24.
- Cakmak, I., A. Torun, E. Millet, M. Feldman, T. Fahima, A. Korol, E. Nevo, H.J. Braun. and H. Ozkan. 2004. Triticum dicocoides: an important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Sci. and Plant Nutr.* 50: 1047 - 1054.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic bio fortification. *Plant Soil.* 302: 1 - 17.
- Dasalkar, J.S., G.B. Rudraksha, B.T. Law, and S.N. Rachewad. 1992. Direct and residual effect of different zinc source on growth, yield and quality of sorghum and wheat. *Annals Plant Physiol.* 6: 21 - 23.
- Ekiz, H., S.A. Bagei, A.S. Kirbl, S. Eker, I. Gultekin, A. Alkan, and I. Cakmak. 1998. Effect of zinc on the wheat yield on the zinc-deficient calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 21(10): 2245 - 2256.
- Eskandari, M. 2004. Proceedings wheat feeding methods. Shafa Press. Tehran. pp 851. (In Persian).
- Ghaderi, J., and M.J. Malakouti. 1999. Manganese role in increasing grain yield and enrichment of research, education and agricultural extension. Soil and Water Research. Institute. Technical Bulletin No. 46. (In Persian).
- Graham, A.W., and G.K. McDonald. 2000. Effects of zinc on photosynthesis and yield of wheat under heat stress. Australian, Agro. Depart of Plant Sci, Waite Campus, Adelaide, Uni.
- Graham, R.D., J.S. Ascher, and S.C. Hynes. 1992. Selecting zinc efficient cereal genotypes for soil of low zinc status. *Plant and Soil.* 146: 241 - 250.

- Imam, Y. 1999. Detection guide development of wheat and barley. Technical Bulletin No. 19. Shiraz University press. (In Persian).
- Imtaz, M., and B.J. Alloway. 2000. Zinc deficiency in cereals. International Conference on zinc and Human Health. Stockholm, Sweden.
- Karimian, N., and J. Yasrebi. 2005. Wheat in Fars Province and its relationship with iron, zinc, copper and manganese in the soil. Ninth Congress of Soil Science. Iran. pp 50 - 51. (In Persian).
- Khoshgoftarmanesh, A.H., Z. Khademi, and R. Balali. 2001. Effect of zinc on growth and yield of wheat in saline soils amended Bayer. Abstracts for the Seventh Congress of Soil Science, Iran. Shahrekord. pp 398 -3 99. (In Persian).
- Khoshgoftarmanesh, H., H. Shariatmadari, N. Karimian, M. Kalbasi, and M.R. Khajehpour. 2005. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline Calcareous soil. *J. Plant Nutr.* 27(11): 1953 - 1962.
- Majidi, M., and M.J. Malakouti. 2003. Effect on the amounts and sources on yield and uptake in wheat. *Journal of Soil and Water.* 12(4): 78 - 87. (In Persian).
- Malakouti, M.J., and P. Keshavarz. 2005. Outlook on Iranian soil fertility. Ministry of Agriculture. Research Institute of Soil and water. Sana press. pp 514. (In Persian).
- Malakouti, M.J., and M. Aghalotfolahi. 1999. Increase the quantity and quality of agricultural products and improve the health of the community (the forgotten element). Agricultural education press. (In Persian).
- Malakouti, M.J., J.N. Gheibi, M.R. Balali, and S. Devan Beygi. 2000. Effects of trace elements on grain protein and enrich the country's ten provinces (Part II). In: Malakouti. M.J. (Composer). Path towards self-sufficiency in grain supply balanced nutrition and health (Proceedings). Agricultural education press. pp379- 397. (In Persian).
- Mcrowell, L.E.E. 2002. Recent advance in minerals and vitamins on nutrient of lacton cows. *Pakistan J. Nut.* 1: 8 - 19.
- Mohammad, W., M. Iqbal, and S.M. Shal. 1990. Effect of mode of application of zinc and iron on yield of wheat. *Sarhad J. Agr.* 6(6): 615-618.
- Pahlevan, M.R., G.H. Kiykha, M. Narouii Zad, A. Akbari Moghadam, and F. Saravani. 2005. Effects of zinc, iron and manganese on yield and yield components of wheat. Ninth Congress of Soil Science. Iran. pp 157 - 158. (In Persian).
- Rengle, Z. and R.D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soil. II. Grain yield. *Plant and Soil.* 173: 267 - 274
- Ryan, J., and A. Rashid. 2004. Micronutrient constrains to crop production in soils with Mediterranean- type characteristics: a review. *J. Plant Nutr.* 27: 959 - 975.
- Sadri, M.H., and M.J. Malakouti. 1998. Effect of iron, zinc and copper properties in improving the quality and quantity of wheat. *Journal of Soil and Water.* 12 (5): 19 - 31. (In Persian).

- Savabeghi, G.H., and M.J. Malakouti. 2000. Interaction of potassium and zinc on yield and grain protein content (Part II). In: Malakouti, M. (J). (Composer). Path towards self-sufficiency in the supply of balanced nutrition and public health. agricultural education press. pp 337 - 348. (In Persian).
- Shahabifar, J., and M. Mostashari. 2002. Critical point of iron and zinc for wheat in Qazvin region. Abstracts for the Seventh Congress of Crop Science. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj. Iran. p 735. (In Persian).
- Singh, K. 1992. Critical soil level of zinc for wheat grown in alkaline soils. *Fert. Res.* 31: 253 – 256.
- Slafer, G.A., E.H. Sattore, and F.H. Anderade. 1994. Increases grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: Genetic improvement of field crops: current status development (Ed. G. A. Slafer), pp. 1 - 68. (Mareel Dekker, inc: NewYork).
- Taliyii, A.A. 1998. Effect of fertilizer levels and determine the critical level in rain-fed wheat in Kermanshah. Master's thesis, Department of Soil Science, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. (In Persian).
- Vankhadeh, S. 2002. Response of sunflower to applied Zn, Fe, P, N. *Nes.J:* 1: 143 -144.
- Welch, R.M., W.H. Alloway, W.A. House, and J. Kubata. 1991. Geographic distribution of trace element problems. In: Micronutrients in Agriculture. (2nd .e.d.). Eds: J.J. Mortvedt, F. R., Cox, L. M. Shuman and R.M. Welch. Pp 31-57. Soil. Sci. Soc. Am. Madison, WI. wheat under heat stress. *Aust. Agron. Conf.* pp. 27 - 33.
- Yilmaz, A., H. Ekiz, B. Torun, I. Guledin, 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. *J. Plant Nutr.* 20(4-5): 461 - 471.
- Ziayian, A.H., and M.J. Malakouti. 2002. Effect of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization on the yield and grain quality of yield wheat in the calcareous soils of Iran. *J. Plant Nutrition.* 92: 840 - 841.