Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله اکوفیزیولوژی گیاهی
سال چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۱

بررسی اثر سولفات روی بر رشد و نمو ارقام گندم شمال فارس

سید حسین میرطالبی[۱]، محمد رضا خواجه‌پور[۲]، سید ماشاالله حسینی[۳]، علی سلیمانی[٤]

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۷

چکیده

کمبود روی در گیاهان از طریق کاهش تولید مواد فتوسنتزی و اکسین موجب نقصان رشد و عملکرد دانه گندم می‌گردد. به منظور تعیین اثر سولفات روی بر رشد و نمو ارقام گندم آزمایشی در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی اقلید، با آرایش کرت های خرد شده به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار در سال زارعی ۸۷-۱۳۸٦ به اجرا در آمد. فاکتور اصلی شامل سطوح، صفر، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم سولفات روی (حاوی ۳٦ درصد روی) در هکتار و فاکتور فرعی ارقام زرین ، الوند و شهریار بود. افزایش سطوح سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه در اوایل ساقه دهی و وزن خشک برگ، ساقه، سنبله و وزن خشک کل در مرحله گرده افشانی و بیوماس کل، عملکرد دانه و شاخص برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گردید. ارقام زرین و الوند به طور معنی‌داری وزن خشک برگ، ساقه، سنبله، وزن خشک کل در گرده افشانی و بیوماس کل، عملکرد دانه و شاخص برداشت بیشتری نسبت به رقم شهریار در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک داشتند. افزایش سطوح سولفات روی و ارقام تأثیری بر مراحل نموی نداشتند. در این مطالعه بیشترین رشد رویشی و عملکرد دانه با مصرف ٦۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار در ارقام الوند و زرین (به ترتیب ۱۰۰٤۰ و ۱۰۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. لذا این مقدار سولفات روی در هکتار و ارقام الوند و زرین ممکن است برای تولید گندم در شرایطی مشابه با مطالعه حاضر مناسب باشد.

کلمات کلیدی: ارقام گندم، سولفات روی، عملکرد دانه، مراحل نمو، وزن خشک.

۱- مربی دانشگاه پیام نور. مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: s.h.mirtalebi@gmail.com
۲- دانشیار سابق دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
٤- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه از کودها به عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می شود. علاوه بر این، کودها باید بتوانند علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را ارتقاء داده، ضمن افزایش کارایی جذب کود و آب، سلامتی انسان و دام را نیز تأمین نمایند. امروزه کودهای پرمصرف در زراعت غلات به طور مرتب مصرف می شوند، ولی برای بدست آوردن محصول با کیفیت مناسب باید از کودهای کم مصرف هم استفاده نمود و این مسئله در مورد غلات به خاطر نقش تغذیه‌ای آن از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). علی رغم اهمیت روز افزون عناصر کم مصرف در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی در کشورهای پیشرفته، متأسفانه در ایران به نقش این عناصر توجه کافی نشده است، بطوری که مصرف کودهای حاوی این عناصر بسیار ناچیز است و به ازاء هر یک تن عناصر غذایی پرمصرف، کمتر از حدود ۲ کیلوگرم عناصر غذایی کم مصرف استفاده می گردد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). حدود ٤٠ درصد جمعیت دنیا از عوارض کمبود عناصر کم مصرف از جمله روی رنج می برند. کمبود روی در انسان سبب ایجاد اختلال در افزایش قد، تکامل جنسی، بلوغ، ریزش مو، دیر التیام یافتن زخم‌ها، ایجاد خال‌های سفید در ناخن، کاهش سرعت رشد و نمو در نوجوانان، کاهش فعالیت ایمنی بدن و سیستم عصبی مرکزی می گردد. دلیل اصلی کمبود روی در انسان مصرف زیاد غلات با روی کم در جیره غذائی است (اردال و همکاران، ۲۰۰۲).

روی یکی از عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه می باشد. بنابراین، برای دسترسی به عملکرد بهینه با کیفیت مطلوب بایستی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گیرد. روی جهت سنتز تریپتوفان ضروری است و از آنجا که تریپتوفان جهت سنتز اکسین لازم است، تشکیل اکسین به مقدار روی بستگی دارد. روی در فعالیت های آنزیمی به ویژه آنزیم کربنیک آنهیدراز نقش بسزائی دارد. این آنزیم pH کلروپلاست‌ها را تنظیم می‌کند. روی در متابولیسم فسفات در گیاهان دخالت دارد و در نتیجه در گیاهان مبتلا به کمبود روی مقدار زیادی فسفر معدنی در بافت انباشته می-شود. کمبود روی با کاهش RNA و ریبوزوم مانع سنتز پروتئین ها در گیاه می شود. روی احتمالا با واکنش با گروه‌های سولفهیدریل پروتئین های غشاء سلولی، باعث پایداری آنها می گردد. بنابراین، روی احتمالاً نقش‌های ویژه ای در سالم نگه داشتن غشاء سلولی دارا می باشد. در غلات، کمبود روی به صورت کاهش رشد، کاهش عملکرد، کوچکی برگ، نوارهای زرد یا سفید رنگ در امتداد رگبرگ اصلی و لکه‌های قرمز رنگ در برگ‌ها دیده می‌شود (خلدبرین و همکاران، ۱۳۸۰). عوامل و شرایط خاکی متعددی از جمله مواد مادری، pH، مواد آلی، مقدار کربنات کلسیم، درصد رس و نیز برهمکنش با سایر عناصر غذائی و مصرف زیاد کودهای فسفردار بر قابلیت استفاده از این عنصر در خاک تأثیر می‌گذارند (لطف الهی و ملکوتی، ۱۳۷۸). قابلیت استفاده از روی با افزایش pH خاک کاهش می یابد. این امر ممکن است بدلیل افزایش جذب سطحی، رسوب به شکل سولفید روی و فرانکلینیت ($Z_n Fe_2 O_4$) در شرایط غیرهوازی و یا کاهش ضریب پخشیدگی آن باشد، بنابراین کمبود روی در خاک‌های با pH بالا متداول است. لایه‌های غنی از مواد آلی دارای غلظت بالاتری از روی بوده و فرسایش این لایه می تواند منجر به کمبود روی در

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهان شود. گیاهان در خاک‌های آهکی به دلیل pH بالا و خاک‌های بافت ریز بدلیل رس نسبتاً زیاد معمولا علائم کمبود روی را نشان می دهند (حسینی، ۱۳۸۳). در مطالعاتی که توسط محققین موسسه خاک و آب کشور انجام گرفته است، حدود ۴۰ درصد از خاک‌های مورد مطالعه از لحاظ روی کمبود داشته اند (بلالی و همکاران، ۱۳۷۸). تحقیقات قبلی نشان داده است که در اراضی با کمبود روی، کاربرد سولفات روی باعث افزایش رشد رویشی و عملکرد دانه در گیاه می گردد. رنگل و همکاران (۱۹۹۵) در یک آزمایش اثر مقدار روی موجود در بذر را بر رشد رویشی دو رقم گندم بررسی کردند و نشان دادند که بذرهای دارای غلظت بالای روی، رشد ریشه و اندام‌های هوائی گیاه و عملکرد دانه بیشتری، نسبت به بذرهای با غلظت پائین روی تولید نمودند.

طبق نتایج بدست آمده از آزمون‌های خاک، خاک‌های زراعی منطقه‌ی اقلید، آهکی با pH بالا و ماده‌ی آلی کم می باشد و در نتیجه کمبود روی در آنها بسیار محتمل می باشد (حسینی، ۱۳۸۳). لذا بررسی تاثیر روی بر رشد و نمو ارقام مختلف گندم در منطقه از اولویت خاصی برخوردار است. بر این اساس تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف سولفات روی بر مراحل رشد و نمو ارقام گندم در منطقه سردسیر شمال فارس به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اقلید (در ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اقلید، طول جغرافیائی ۵۲ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۳۰۰ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ به اجرا درآمد. اقلیم این منطقه نیمه‌خشک با زمستان بسیارسرد و تابستان خنک و خشک می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۸۳). متوسط بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۳۲۰ میلی متر و ۱۰ درجه سانتی گراد است. بافت خاک مزرعه لومی با pH= ۷/۹۸ است. زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل از آزمایش در شرایط آیش قرار داشت. عملیات تهیه بستر شامل آبیاری قبل از شخم، شخم پائیزه، دیسک و تسطیح در اوائل مهرماه ۱۳۸۶ انجام گرفت. برای کوددهی و تعیین مقدار کود مورد نیاز آزمون خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری صورت گرفت. بر اساس آزمون خاک (جدول ۱)، مقدار روی قابل استفاده خاک ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود. کودهای شیمیایی مورد نیاز غیر از روی، بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه موسسه خاک و آب به خاک اضافه شد.

آزمایش با طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. سولفات روی (با ۳۶درصد روی) به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح صفر، ۳۰، ۶۰ کیلوگرم در هکتار و سه رقم گندم پائیزه زرین، الوند و شهریار (چون از ارقام غالب و پر طرفدار در منطقه بودند) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. سطوح مختلف کود سولفات روی در کرت‌های مربوطه با دست پاشیده شدند و با استفاده از دیسک با خاک مخلوط گردیدند. هر کرت فرعی به طول ۸ متر و عرض ۳ متر، شامل ۵ جوی و پشته ۶۰ سانتی متری بود. روی هر پشته، چهار ردیف گندم با فاصله ۱۰ سانتی متر و با استفاده از دستگاه ردیف کار همدانی کاشته شد. عمق کاشت بذر به علت بسیار سرد بودن زمستان و احتمال خطر یخزدگی زمستانه، ۶ سانتی متر انتخاب شد و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر کاشته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

اولین آبیاری در تاریخ ۲۵ مهرماه سال ۱۳۸٦ انجام گرفت. آبیاری بعدی قبل از خشک شدن لایه سطحی خاک و ۱۰ روز بعد صورت گرفت. طی زمستان بارندگی کافی اتفاق افتاد و آبیاری انجام نشد. آبیاری های طی فصل رشد بهاره بر اساس حدود ۸۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر استاندارد واقع در ایستگاه تحقیقاتی صورت گرفت. در اوائل اردیبهشت ۸۷ برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ از علفکش تو، فوردی با نام تجاری یو ٤٦ دیفلوئید (مایع ٤۰ درصد قابل حل در آب) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده گردید. از ابتدا و انتهای هر کرت ۲ متر بعنوان اثر حاشیه ای حذف گردید و باقیمانده جامعه آماری آزمایش را تشکیل دادند. در آغاز کار، ۲ متر طولی از وسط خط کاشت شماره ۱۰ در هر کرت بوسیله میله های فلزی علامت گذاری شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری

مشخصه	مقدار و واحد
pH	۷/۹۸
ECe	۰/۵ دسی زیمنس بر متر
درصد اشباع	۳۵
فسفر	۷/۳ میلی گرم بر کیلوگرم خاک
پتاسیم	۳۰٦ میلی گرم بر کیلوگرم خاک
کربن آلی	۰/٦ درصد
نیتروژن	۰/۰٦درصد
شن	۳۳/۷ درصد
سیلت	٤۳/۳درصد
رس	۲۳درصد
آهک	۳۷
بافت خاک	لوم
آهن	۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک
روی	۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم خاک
مس	۰/٦ میلی گرم بر کیلوگرم خاک
منگنز	۱۳/٦ میلی گرم بر کیلوگرم خاک
کاهش عملکرد به علت شوری	۰ درصد

مراحل نمو شامل زمان های سبز شدن ۵۰ درصد بذور، مرحله گرده افشانی (خروج اولین کیسه گرده در ۵۰ درصد بوته ها) و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن ۹۰ درصد پایه سنبله ها) در ۲ متر طولی از خط کاشت شماره ۱۰ علامت گذاری شده، ثبت گردید. سایر نمونه برداری ها و اندازه گیری ها در همین ۲ متر طولی صورت گرفت. اندازه گیری وزن خشک هوایی از ۱ متر طولی از سطح زمین در خط کاشت شماره ۱۰ در هر کرت در اوایل ساقه دهی صورت گرفت و اعداد بدست آمده به گرم در مترمربع تبدیل شدند. اندازه گیری وزن خشک هوایی از ۱ متر طولی از سطح زمین از خط

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت شماره ۱۰ در هر کرت در زمان گرده افشانی (خروج اولین کیسه گرده در ۵۰ درصد بوته ها) به تفکیک اجزاء ساقه، برگ و سنبله صورت گرفت و اعداد بدست آمده به گرم در مترمربع تبدیل شدند. در مرحله رسیدگی کامل، بوته‌های واقع در ۲ متر طولی از وسط خط کاشت شماره ۱۰ پس از حذف بوته‌های حاشیه از خاک بیرون کشیده شدند. پس از حذف ریشه‌ها از ناحیه طوقه، برروی این بوته‌ها، وزن خشک هوائی(بیوماس کل)، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت محاسبه گردید و اعداد بدست آمده بر اساس مترمربع محاسبه شدند. در زمان برداشت نهایی عملکرد ٤ مترمربع در هر کرت با رعایت حاشیه اندازه گیری شده و اعداد بدست آمده به تن در هکتار تبدیل گردیدند.

داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها، در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیدند. جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

زمان سبز شدن ۵۰ درصد بذرها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر تعداد روز از کاشت تا زمان سبز شدن ۵۰ درصد بذرها معنی دار نبود(جدول۲) و تفاوت قابل توجهی نیز بین سطوح کودی مشاهده نگردید(جدول۳). دما و ساختمان خاک دو عامل موثر بر تعداد روز از کاشت تا سبزشدن گیاه می-باشند. انتظار نمی رود که کود سولفات روی بر این خصوصیات اثرگذار باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر زمان سبز شدن ۵۰ درصد بذرها معنی دار نبود(جدول۲) و تفاوت قابل توجهی نیز بین ارقام مشاهده نگردید(جدول ۳). کیفیت بذرها و طول غلاف ساقچه ممکن است بر سرعت و زمان سبز شدن ارقام موثر باشد(تاج بخش و همکاران، ۱۳۸۲)، ظاهراً ارقام مورد مطالعه از لحاظ این صفات مشابه بوده اند. اثر متقابل کود با رقم بر زمان سبز شدن ۵۰ درصد بذرها معنی دار نبود(جدول۲) و روند خاصی مشاهده نگردید.

مرحله گرده افشانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی گیاه معنی دار نبود (جدول۲) و تفاوت قابل توجهی بین سطوح کودی مشاهده نگردید (جدول۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی معنی دار نبود (جدول۲) و تفاوت قابل توجهی نیز بین ارقام مشاهده نگردید (جدول۳). اثر متقابل کود با رقم بر تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲) بطوری که بیشترین تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی مربوط به رقم الوند در سطح کودی صفر کیلوگرم سولفات روی در هکتار و کمترین تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی مربوط به رقم زرین در سطح کودی صفر و الوند در سطح کودی ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل۱). دما و طول روز و سایر عوامل جوی از عوامل موثر بر تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی در گندم می باشند (تاج بخش و همکاران، ۱۳۸۲)، انتظار نمی رود که کود سولفات روی بر این خصوصیات اثرگذار باشد و ظاهراً ارقام مورد مطالعه نیز از لحاظ واکنش به این عوامل مشابه بوده اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر مراحل نموی و وزن خشک در مراحل نموی مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات[1]							
		زمان مراحل نموی(تعداد روز از کاشت)				وزن خشک			
		سبز شدن ۵۰ درصد بذور	گرده افشانی	رسیدگی فیزیولوژیک	اوایل ساقه دهی	برگ در گرده افشانی	ساقه در گرده افشانی	سنبله در گرده افشانی	کل در گرده افشانی
تکرار	۳	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۴۵	۱۴۹	۱۸۵	۲۷	۱۳/۹	۱۸۸۸۹
سولفات روی	۲	۰/۰۹۲	۰/۰۷۵	۰/۱۲۲	۱۲۲۰۰۴**	۴۴۴۲۶۶**	۸۵۲۴۲۶**	۳۶۹۲۲۸/۶**	۴۱۹۹۲۵۴**
خطای(الف)	۶	۰/۰۳۹	۰/۱۰۹	۰/۰۹۷	۱۵۲	۱۷۷	۲۶۲	۲۸۳/۲	۱۸۹۲۹
ارقام	۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲۹	۰/۰۹۷	۱۳۸	۵۴۰۷**	۱۶۴۳**	۲۱۲۴/۱**	۷۷۵**
ارقام× سولفات روی	۴	۰/۰۹۱	۰/۳۰۱*	/۰۷۰	۲۷۱	۱۲۱	۶۹۴	۳۵/۲	۲۰۷۱۸
خطای(ب)	۱۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۵	۰/۰۸۲	۲۹۲	۱۳۴	۲۵۸	۱۰۴/۳	۲۰۸۵۱
ضریب تغییرات(٪)	-	**۱/۷۲**	**۰/۱۳**	**۰/۱۱**	**۲/۰۵**	**۱/۲۰**	**۰/۹۹**	**۱/۲۶**	**۴/۲۱**

۱- * و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و۱ درصد می باشد.

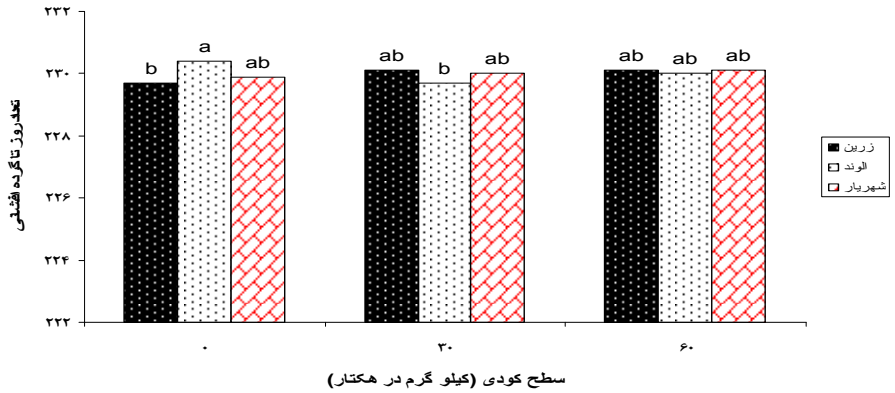
جدول۳- مقایسه میانگین های مراحل نموی و وزن خشک تحت تأثیر عوامل آزمایشی(۱)

تیمارهای آزمایشی	زمان مراحل نموی (تعداد روز از کاشت)				وزن خشک(گرم در متر مربع)			
	سبز شدن ۵۰٪ بذور	گرده افشانی	رسیدگی فیزیولوژیک	اوایل ساقه دهی	برگ در گرده افشانی	ساقه در گرده افشانی	سنبله در گرده افشانی	کل در گرده افشانی
سطوح سولفات روی (کیلو گرم در هکتار)								
صفر	۱۴/۹a	۲۳۰ a	۲۶۵ a	۷۲۷c	۷۷۱c	۱۳۲۶c	۶۳۰c	۲۷۹۸c
۳۰	۱۴/۸ a	۲۳۰ a	۲۶۵ a	۸۴۰b	۹۷۳b	۱۷۲۰b	۸۲۵b	۳۵۱۸b
۶۰	۱۵/۰ a	۲۳۰a	۲۶۵ a	۹۲۹ a	۱۱۵۶ a	۱۸۴۳a	۹۸۰ a	۳۹۷۱ a
ارقام								
زرین	۱۴/۹ a	۲۳۰a	۲۶۵ a	۸۳۰ a	۹۸۰ a	۱۶۳۰ a	۸۱۶ a	۳۴۲۶ a
الوند	۱۴/۸ a	۲۳۰ a	۲۶۵ a	۸۳۶ a	۹۷۸ a	۱۶۳۶ a	۸۲۲ a	۳۴۳۷ a
شهریار	۱۴/۹ a	۲۳۰ a	۲۶۵a	۸۳۰ a	۹۴۲b	۱۶۱۴b	۸۹۷b	۳۳۵۲ b

۱- میانگن عوامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر پایه آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- مقایسه میانگین های اثر متقابل کود در رقم بر تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی.
ستونهایی که در یک حرف مشترکند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

مرحله رسیدگی فیزیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک گیاه معنی دار نبود(جدول۲) و تفاوت قابل توجهی بین سطوح کودی مشاهده نگردید(جدول ۳). اثر رقم بر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک گیاه معنی دار نبود(جدول۲) و تفاوت قابل توجهی بین ارقام نیز مشاهده نگردید(جدول ۳). اثر متقابل کود با رقم بر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی دار نبود(جدول۲). دما و طول روز و سایر عوامل جوی از عوامل موثر بر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در گندم می باشند(تاج بخش و همکاران، ۱۳۸۲)، انتظار نمی رود که کود سولفات روی بر این خصوصیات اثرگذار باشد و ظاهراً ارقام مورد مطالعه نیز از لحاظ واکنش به این عوامل مشابه بوده اند.

وزن خشک گیاه در اوایل ساقه دهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر وزن خشک گیاه در اوایل ساقه دهی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود(جدول۲). بیشترین مقدار ماده خشک تولیدی متعلق به تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن متعلق به تیمار صفر کیلوگرم در هکتار سولفات روی بود(جدول۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر وزن خشک گیاه در اوایل ساقه دهی معنی دار نبود(جدول۲) و تفاوت قابل توجهی بین ارقام نیز مشاهده نگردید (جدول ۳). اثر متقابل کود با رقم بر وزن خشک گیاه در اوایل ساقه دهی معنی دار نبود(جدول۲) و روند خاصی مشاهده نگردید. روی در تشکیل آنزیم ریبولاز بی فسفات کربوکسیلاز دخالت دارد، این آنزیم در تثبیت دی اکسید کربن در فتوسنتز شرکت می کند از این رو باعث افزایش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی در گیاه شده و در نتیجه باعث افزایش رشد در گیاه می شود و مقدار ماده خشک تولیدی را افزایش می دهد(براون و همکاران، ۱۹۹۳). سینگ و شوکلا (۱۹۸۵) در مطالعه ای

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش کردند که مصرف روی با افـزایش مـشخص در رشد برگ، ساقه همراه بوده و باعث افزایش وزن خشک گیاه گردیده است. نتایج مشابهی نیـز توسـط سینگ (۱۹۹۲) نیز گزارش شده است.

وزن خشک برگ در مرحله گرده افشانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نـشان داد کـه اثر سولفات روی بـر وزن خـشک بـرگ در مرحلـه گرده افشانی در سـطح احتمـال ۱ درصـد معنـی دار بود(جدول۲). بیشترین مقدار مـاده خـشک تولیـدی متعلق به تیمار کودی ٦۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن متعلق به تیمار صفر کیلوگرم سولفات روی بر هکتار بود(جدول۳). اثر رقم بر وزن خشک برگ در مرحله گرده افشانی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود(جدول۲). ارقام زرین و الونـد بـدون تفـاوت معنـی دار بـا یکـدیگر، وزن خـشک بیشتری در مرحله گرده افشانی نسبت به رقم شهریار داشتند(جدول۳). اثـر متقابـل کـود بـا رقـم بـر وزن خشک برگ در مرحله گرده افشانی معنـی دار نبـود (جدول۲) و رونـد خاصـی مـشاهده نگردیـد. روی، رشد برگ‌ها را تحت تاثیر قرار می دهد که این تـاثیر هم شامل تعداد و هم سطح برگ‌ها است. روی نقش کلیدی در فتوسنتز ایفا نموده و فتوسنتز بـرگ هـا را تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش سـطح بـرگ و اندازه برگ می شود (سینگ و شوکلا، ۱۹۸۵). طبـق مطالعات براون و همکاران (۱۹۹۳) روی برای سـنتز اکسین نیاز است و کمبود روی باعث بازداشتن رشد و کوچک ماندن برگ‌ها نیز می شود. نتـایج مـشابهی توسط ملکوتی و طهرانی (۱۳۷۹) بدست آمده است.

وزن خشک ساقه در گرده افشانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نـشان داد کـه اثر سولفات روی بـر وزن خـشک سـاقه در مرحلـه گرده افشانی در سـطح احتمـال ۱ درصـد معنـی دار بود(جدول۲). بیشترین مقدار مـاده خـشک تولیـدی متعلـق بـه تیمـار کـودی ٦۰ کیلـوگرم در هکتـار و کمترین، آن مربوط به تیمار صفر کیلـوگرم سـولفات روی در هکتـار بـود (جـدول ۳). اثـر رقـم بـر وزن خشک ساقه در گـرده افـشانی در سـطح احتمـال ۱ درصد معنی دار بود(جدول۲). ارقام زریـن و الونـد بدون تفاوت معنـی داری بـا یکـدیگر، وزن خـشک ساقه بیشتری در مرحله گرده افشانی نسبت بـه رقـم شهریار داشتند (جدول ۳). اثر متقابل کود با رقم بـر وزن خـشک سـاقه در ایـن مرحلـه معنـی دار نبـود(جـدول۲) و رونـد خاصـی مـشاهده نگردیـد. کاربرد روی سبب افزایش تولید ایندول استیک اسید و در نتیجه افزایش طول ساقه و کمبـود روی باعـث کاهش طول میانگره و کاهش وزن خشک ساقه می-گردد (سینگ و شـوکلا،۱۹۸۵). بانـسال و همکـاران (۱۹۹۰) نیز همبستگی معنـی داری بـین مقـدار روی خاک با وزن خشک ساقه را گـزارش کردنـد. نتـایج مشابهی توسط آکتاز و همکاران (۲۰۰٦)، ملکـوتی و تهرانی (۱۳۷۹) و سـینگ و شـوکلا (۱۹۸۵) از هنـد مبنی بر اثر روی بر افـزایش وزن خـشک سـاقه نیـز گزارش شده است.

وزن خشک سنبله در گرده افشانی

اثر سولفات روی بر وزن خشک سنبله در گرده افـشانی در سـطح احتمـال ۱ درصـد معنـی دار بود(جدول۲). بیـشترین وزن خـشک سـنبله در ایـن مرحله متعلق به سطح کودی ٦۰ کیلوگرم در هکتـار و کمترین آن متعلق به سطح کودی صفر کیلوگرم در هکتار سولفات روی بود(جدول ۳). اثر رقم بـر وزن خشک سنبله در گـرده افـشانی در سـطح احتمـال ۱ درصد معنی دار بود (جدول۲). بیشترین میـزان مـاده خشک سنبله در این مرحله متعلق به رقم زرین بـود

www.SID.ir

Archive of SID

که با الوند تفاوت معنی داری نداشت و کمترین آن مربوط به رقم شهریار بود(جدول ۳). اثر متقابل کود با رقم بر وزن خشک سنبله در گرده افشانی در این مرحله معنی دار نبود(جدول۲) و روند خاصی مشاهده نگردید. روی در گیاه با افزایش فتوسنتز و افزایش مواد فتوسنتزی همچنین افزایش مقدار هورمون اکسین که موجب افزایش رشد رویشی و تولید پنجه و سنبله توسط پنجه ها می گردد و عدم سوء تغذیه در گیاه باعث افزایش تعداد سنبلچه در سنبله و در نهایت باعث افزایش وزن خشک سنبله می گردد (بلالی و همکاران، ۱۳۷۸).

وزن خشک کل در گرده افشانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر وزن خشک کل در مرحله گرده افشانی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان ماده خشک کل در این مرحله مربوط به تیمار ٦۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و کمترین آن متعلق به تیمار صفر کیلوگرم کود سولفات روی در هکتار بود(جدول ۳). اثر رقم بر وزن خشک کل در مرحله گرده افشانی معنی دار نبود (جدول ۲) و تفاوت قابل توجهی نیز بین ارقام مشاهده نگردید (جدول ۳). اثر متقابل کود با رقم بر میزان ماده خشک کل در مرحله گرده افشانی معنی دار نبود (جدول ۲). سینگ و شوکلا (۱۹۸۵) گزارش کردند که مصرف روی با افزایش مشخص در رشد رویشی، زایشی و وزن خشک گیاه گندم همراه می‌باشد. آنها نشان دادند که مصرف روی عملکرد ماده خشک و وزن ساقه را افزایش داد. با توجه به نقش عنصر روی در افزایش وزن خشک ساقه، برگ، سنبله در گندم افزایش وزن خشک کل قابل انتظار می باشد.

بیوماس کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر بیوماس کل در واحد سطح در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود(جدول٤). بیشترین بیوماس کل مربوط به سطح کودی ٦۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و کمترین مقدار بیوماس کل مربوط به سطح کودی صفر کیلوگرم سولفات روی در هکتار بود(جدول ۵). اثر رقم بر میزان بیوماس کل در واحد سطح در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک معنی دار بود(جدول٤). بیشترین بیوماس کل مربوط به رقم الوند و کمترین آن مربوط به رقم شهریار بود(جدول ۵). اثر متقابل کود با رقم بر بیوماس کل در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک معنی دار نبود(جدول٤) و روند خاصی مشاهده نگردید. گزارشات محققین مختلف از جمله سینگ (۱۹۹۲)، بلالی و همکاران (۱۳۷۸) و کاک ماک و همکاران(۱۹۹٦) حاکی از آن است که مصرف روی عملکرد اندام‌های هوایی را افزایش داد. نتایج مشابهی توسط رنگل و گراهام (۱۹۹۵) مبنی بر افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی در اثر مصرف روی نیز گزارش شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد مطالعه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات[1]		
		بیوماس کل	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۳	۳۳۰٤۲۱	۲٥٤٤۹	۰/۰۰۰۰۱
سولفات روی	۲	۱۲۳٥۲۲۹٦**	۱۰۲۷۲۸٤۸۰**	۰/۰۰۷**
خطای(الف)	٦	۲۹۷۳٥٦	۱٤۷۷٤	۰/۰۰۰۰۲
ارقام	۲	۱۱٤۲٤۲**	۳٤۰۹۲٥**	۰/۰۰۰۲**
ارقام× سولفات روی	٤	۲٤۲٥۲٤	٦۹۱۲	۰/۰۰۰۰۳
خطای(ب)	۱۸	۲۹۸٦۲٦	۱٥۷۳٥	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات(٪)	-	۱/٤٦	۱٤/۲۹	۱/۲٦

۱- * و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح احتمال ٥ و۱ درصد می باشد.

جدول ٥- مقایسه میانگین های صفات مورد مطالعه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (۱)

تیمارها	بیوماس کل (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
سولفات روی (کیلوگرم در هکتار)			
۰	۲۷٦٤c	٦۸۲٥ c	۰/۳۷b
۳۰	۳۹۲۲b	۱۰۳٦۰ b	۰/٤۰ab
٦۰	٤۷۸٦a	۱۲٦۳۰ a	۰/٤۲a
ارقام			
زرین	۳۷٦٤a	۱۰۰۳۰ a	۰/۳۹a
الوند	۳۷۷۰a	۱۰۰٤۰ a	۰/۳۹a
شهریار	۳٦٦۳b	۹۷٤٥ b	۰/۳۸b

۱- میانگن عوامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر پایه آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ٥٪ تفاوت معنی داری ندارند.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود(جدول٤). بیشترین عملکرد دانه در سطح کودی ٦۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و کمترین مقدار آن توسط سطح کودی صفر کیلوگرم در هکتار سولفات روی تولید گردید (جدول ٥). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود(جدول ٤). ارقام الوند و زرین (با تفاوت ناچیز وغیر معنی‌دار با یکدیگر) عملکرد بیشتری نسبت به رقم شهریار تولید کردند (جدول ٥). اثر متقابل کود با رقم بر عملکرد دانه معنی دار نبود (جدول٤) و روند خاصی نیز مشاهده

www.SID.ir

Archive of SID

نگردید. کاربرد روی باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه شده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه می گردد. حسینی (۱۳۸۳) در مطالعه ای اظهار نمود کاربرد روی تا سطح ۱۰ میکروگرم در گرم خاک باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه گردید که ناشی از پائین بودن روی قابل استفاده در خاک می-باشد. گزارشات محققین مختلف از جمله سینگ (۱۹۹۲)، بلالی و همکاران (۱۳۷۸) و کاک ماک و همکاران (۱۹۹٦) حاکی از آن است که مصرف روی عملکرد دانه گندم را افزایش داده است، نتایج مشابهی توسط رنگل و گراهام (۱۹۹۵) مبنی بر افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف روی نیز گزارش شده است.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر شاخص برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بود(جدول٤). بیشترین شاخص برداشت مربوط به سطح کودی ٦۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و کمترین مقدار آن مربوط به سطح کودی صفر کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). اثر رقم بر شاخص برداشت معنی دار بود (جدول٤). بیشترین شاخص برداشت مربوط به رقم الوند و کمترین آن مربوط به رقم شهریار بود (جدول ۵). اثر متقابل کود با رقم بر شاخص برداشت معنی دار نبود (جدول ٤). با توجه به نقش عنصر روی در افزایش راندمان رشد رویشی گیاه به صورت اجزاء عملکرد و عملکرد دانه بیشتر، افزایش شاخص برداشت قابل انتظار است (لطف الهی و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه گیری نهایی

خاک‌های بسیاری از نواحی جنوب کشور، آهکی با pH بالا و ماده آلی کم می باشند و کمبود روی در آنها بسیار محتمل است(حسینی، ۱۳۸۳). روی در بسیاری فعالیت‌های آنزیمی شرکت دارد. کمبود روی سبب نقصان تولید اکسین، کاهش تولید پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، افزایش حساسیت غشاءها به اکسیدانت‌ها و در نهایت کاهش رشد گیاه می‌گردد (براون و همکاران، ۱۹۹۳). کمبود روی در گیاه باعث کاهش رشد و کاهش رشد می‌تواند به کوچکی بوته و نقصان توان رشدی آن منجر گردد. کاربرد روی در خاک موجب افزایش رشد برگ و ساقه و در نهایت باعث افزایش رشد رویشی، وزن خشک بوته، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت می‌شود (سینگ و شوکلا، ۱۹۸۵). بری نان، ۲۰۰۷). افزایش توان رشدی گیاه در اثر کفایت روی در گیاه سبب افزایش پنجه‌زنی و افزایش وزن خشک گیاه و عملکرد دانه می شود (لطف الهی و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعه حاضر، کمبود روی باعث نقصان راندمان تولیدی گیاه گردید که با مطالعات لطف‌الهی و همکاران (۲۰۰۷) هماهنگ است. ارقام مختلف گندم نه تنها پتانسیل رشد متفاوتی دارند، بلکه از نظر واکنش به کود روی مصرفی نیز ممکن است متفاوت باشند(هماترانجان و گری، ۱۹۸٤). در مطالعه حاضر، در بسیاری از صفات مورد ارزیابی، تیمار کودی ٦۰ کیلو گرم سولفات روی در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. برتری این تیمار بدلیل تأمین مقدار کافی روی در فاصله زمانی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک یا به عبارت دیگر در تمام دوره رشد گیاه بود. از نظر مراحل نموی دو تیمار ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار با هم نزدیک بودند و اختلاف معنی داری با هم نداشتند ولی تیمار صفر کیلوگرم سولفات روی در هکتار فاصله زیادی با این دو تیمار داشت. بنابراین در مناطق مشابه که دارای خاک آهکی بوده و مقدار روی قابل استفاده کم می-

www.SID.ir

Archive of SID

باشد مصرف ٦٠ کیلوگرم سولفات روی در هکتار می تواند باعث افزایش رشد رویشی، بیوماس کل، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت گردد. ارقام زرین و الوند از نظر پتانسیل رشد و واکنش به سولفات روی بر رقم شهریار برتری نشان دادند. از آنجائی که بالاترین عملکرد دانه (حدود ۱۰۰٤۰کیلوگرم در هکتار) با مصرف ٦٠ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ارقام زرین و الوند بدست آمد، تولید این ارقام با مصرف مقدار کود فوق در شرایط مشابه با مطالعه حاضر، مناسب می باشد.

سپاسگزاری

بدین و سیله از زحمات آقایان دکتر محمد رضا خواجه پور، دکتر سید ماشالله حسینی، دکتر علی سلیمانی، سرکار خانم مهندس مهناز راسخ، پرسنل محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان اقلید و سایر عزیزانی که اینجانب را یاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

منابع

بلالی، م. ر.، م. ج. ملکوتی.، و. مشایخی و ز. خادمی. ۱۳۷۸. اثر عناصر ریز مغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آن ها در خاک های زیر کشت گندم آبی ایران. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲ شماره ٦: ۱۱۲-۹٦ ، ویژه نامه، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

تاج بخش، م. و ع. پورمیرزا. ۱۳۸۲. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۳۱٤ صفحه.

حسینی، س. م. ۱۳۸۳. پاسخ برنج، ذرت و گندم به کاربرد روی و بور در یک خاک آهکی. پایان نامه ی دکتری خاکشناسی، دانشکده ی کشاورزی دانشگاه شیراز.

خلدبرین، ب. و ت. اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ٤۹٥ صفحه.

خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ٥۷۱ صفحه.

لطف الهی، م. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه (روی عنصر فراموش شده). نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات، وزارت جهاد کشاورزی، ایران

ملکوتی، م. ج. و م. م. طهرانی. ۱۳۷۹. نقش ریزمغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت کشاورزی « عناصر خرد با تاثیر کلان ». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، شماره ٤۳، تهران، ایران.

ملکوتی، م. ج. و ا. حسن پور. ۱۳۸۲. نقش مصرف بهینه کود در تسریع زمان برداشت محصولات کشاورزی. نشریه فنی ۲۹۲. شورای عالی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، نشر آزمون کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. کرج، ایران.

Aktas, H., K. Abak, L. Ozturk. and I. Cakmak. 2006. Effect of zinc on growth and shoot concentration of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. Turkish J. Agric. 30: 407 – 412

Bansals, R. L., P .N. Takker, A. L. Bhandari. and D.S. Rana. 1990. Critical level of DTPA extractable Zn for wheat in alkaline soils of miarid region of Punjab, India. J. Fertil. Res. 21: 163-166.

www.SID.ir

Archive of SID

Brennan, R. F. 2007. Effect of zinc sulfate and zinc chelate as foliar sprays in alleviating zinc deficiency of wheat grown on zinc–deficient soils in Western Aust. J. Exp. Agric. 31: 831 – 834.

Brown, P .H., I. Cakmac. and Q. Zhang. 1993. Form and function of zinc in plant. Pp. 93-106. In: A. D. Robson(ed.). zinc in Soils and plants. Kluwer Acadmic Publisers, Dordrecht, The Netherland.

Cakmak, I., N. Sari, H. Marschiner, M. Kalayci, A. Yilmaz, S. Eker. and K. Y. Gulut. 1996. Dry matter production and distribution of zinc in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. J. Plant Soil. 180: 173- 181.

Erdal, I., A. Yilmaz, S. Taban, S. Eker, B. Torun. and I. Cakmak. 2002. Phytic acid and Phosphorus Concen trations in seed of wheat cultivars grown without zinc fertilization. J. Plant Nut. 25: 113 – 127.

Hemantaranjan, A., and O. K. Grey. 1984. Iron and zinc fertilization with reference to thegrain quality of (*triticum aestivum* L). J. Plant Nut. 11: 1439-1450.

Lotfollahi, M., M.R. Mehrvar, M.J. Malakouti. and A. Rostami. 2007. Effect of zinc – fortified seed on tiller number and wheat grain yield. International Conference on Zinc Crops. 24-26 May 2007. Isatanbul, Turkey.

Rengel, Z. and R.D. Graham 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. Veget. Grow. 173: 259-266.

Singh, K. and V.C. Shukla. 1985. Response of wheat of zinc application in different soils of semiarid region. Indian Soc. Soil Sci. 40: 119-124.

Singh, K. 1992. Critical soil level ofzhic for wheat grown in alkaline soils. Fertil. Res. 31: 253-256.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of zinc sulphate on growth and development wheat cultivars in north Fars region

S. H. Mirtalebi[1], M. R. Khajehpour[2], S. M. Hosseini[3], A. Soleymani[4]

Received: 2012-10-17 Accepted: 2012-11-27

Abstract

Zinc deficiency through the reduction in auxin production and photosynthesis, reduces growth and grain yield of wheat. An experiment was conducted to determine the effect of zinc sulphate on growth and development of wheat cultivars in Eghlid agriculture research during 2007– 2008. The experiment was conducted in a split plot layout within a randomized complete block design with four replications. The main plot consisted of three levels (0, 30 and 60 kg ha-1) of zinc sulphate (36% Zn) and the sub-plots were Zarin, Alvand and Shahriar wheat cultivars. The result showed that increasing the Zinc sulphate levels caused meaningful increasing in the biomass, leaf biomass, shoot, ear, biomass total in earing, grain yield (GY), total biomass and harvest index (HI). Zarin and Alvand cultivars significantly produced higher leaf biomass, shoot, ear, biomass total in earing, grain yield, total biomass and harvest index (HI) than Shahriar. Increasing Zinc sulphate levels and cultivars didn't have any effect on development stages. In this study the highest growth and grain yield ($kgha^{-1}$) were 10040 and 10030 kg ha^{-1} by using the 60 kg ha^{-1} of zinc sulphate in Alvand and Zarin cultivars respectively. This rate of zinc sulphate application and Alvand and Zarin cultivars might be suitable for wheat production under conditions similar to this study.

Key words: wheat cultivars, zinc sulphate, grain yield, development stages, dry weight

1- Academic Staff, Payame Noor University
2- Former Associated Professor, Isfahan University of Technology
3- Assisstant Professor, Fars Agricultural Research and Natural Resources Center
4- Associate Professor, Islamic Azad University, Khorasgan Branch

www.SID.ir