یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره۲- زمستان ۱۳۸۹

مطالعه اثرات پتاسیم، مس و روی بر عملکرد گندم در شرایط تنش رطوبتی

حمیدرضا مبصر*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، زاهدان، ایران
حسین حیدری شریف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران،ایران
حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی اثر قطع آبیاری در مراحل انتهایی رشد گندم و استفاده از عناصر پتاسیم، مس و روی بر عملکرد ارقام گندم، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۸۲-۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک اجرا گردید. تیمارهای قطع آبیاری در سه سطح شامل آبیاری کامل تا انتهای فصل رشد، قطع آبیاری از مرحله گرده افشانی و قطع آبیاری از مرحله شیری به بعد در کرت های اصلی و تیمارهای کاربرد عناصر شامل عدم استفاده از عناصر، مصرف سولفات پتاسیم، سولفات روی و سولفات مس در کرت های فرعی قرار گرفتند. ارقام مورد استفاده نیز چمران و کویر بود. نتایج آزمایش نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی در سطح ۱٪ باعث کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت گردید. در این آزمایش کاربرد پتاسیم، روی و مس باعث افزایش غلظت نیتروژن و مصرف سولفات روی و سولفات مس نیز باعث افزایش غلظت این عناصر در دانه شد. رقم چمران نسبت به رقم کویر دارای عملکرد بیولوژیک و دانه بیشتری بود.

واژه های کلیدی: گندم، سولفات روی، سولفات پتاسیم و سولفات مس

* نویسنده مسئول: E-mail:ha100rz@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۷/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۱/۲۰

مقدمه

گندم با نام علمی (*Triticum aestivum* L.) از جمله گیاهان زراعی است که در تمامی قاره ها و بیشتر خاک ها کشت می شود و برای رشد به مواد غذایی مختلف خصوصاً عناصر کم مصرف نیاز دارد. کمبود این عناصر در مناطق خشک و نیمه خشک و در خاک های با واکنش قلیایی، خاک های شنی، خاک های فرسایش یافته و به خصوص در خاک های آهکی شیوع بیشتری دارد (ضیاییان و ملکوتی، ۱۳۷۷). گزارش شده است که کاهش غلظت عناصر معدنی نظیر گوگرد، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در مواد غذایی کشور، مسأله ساز می باشد. در این راستا غنی سازی به معنی افزودن ریزمغذی ها به محصولات کشاورزی برای بهبود کیفیت آنهاست (۷). یک سوم کل زمین های دنیا به عنوان مناطق خشک و نیمه خشک طبقه بندی می شوند و مابقی در معرض نوسانات فصلی یا محلی آب هستند (۱۰). خشکی شایع ترین تنش محیطی است و تقریباً تولید ۲۵٪ زمین های جهان را محدود می کند (۱۱). افزایش کارایی مصرف آب در زراعت های این مناطق از اهداف سیاست های افزایش بهره وری از منابع آب می باشد (۳). پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری، کم آبی، انواع تنشها و آفات و بیماری ها گردیده و کارایی آب و کود را افزایش می دهد (۲). از هند گزارش شده است که آغشتن بذور گندم به محلول ۲/۵٪ پتاسیم کلرید قبل از کاشت سبب افزایش پایداری گیاه در مقابل تنش آبی در یک خاک لومی شده و از کاهش محصول جلوگیری نموده است (٦). به علاوه پتاسیم می تواند انتقال مواد فتوسنتزی به نقاط مختلف گیاه و انباشت آن را نیز تنظیم نماید (۱۸).

گندم حساسیت شدیدی به کمبود روی دارد. بانزال و همکاران (۱۹۹۰) گزارش دادند که کمبود روی در گیاهان گسترش جهانی دارد که شامل حدود ۳۰٪ از اراضی زیر کشت جهان است (۱۲). چاک ماک و همکاران (۱۹۹۷) با مصرف ۲۳ کیلوگرم کود حاوی روی مشاهده کردند که عملکرد دانه گندم به طور معنی داری افزایش می یابد. مارشنر (۱۹۹۳) معتقد است مصرف روی علاوه بر افزایش عملکرد با بالا بردن پروتئین و غلظت روی در دانه می تواند در رفع کمبود روی در انسان مؤثر واقع شود. مس در متابولیسم پروتئین و کربوهیدرات ها شرکت می کند. اثر کمبود مس بر رشد زایشی بیش از رشد رویشی است. کمبود مس بر تشکیل دانه و بذر تأثیر گذاشته و موجب کاهش عملکرد می گردد، به همین دلیل وجود مس کافی در مرحله تلقیح ضروری است (۹). هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر عناصر پتاسیم، روی و مس و قطع آبیاری در مراحل انتهایی رشد بر روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد نیتروژن دانه، شاخص برداشت در شرایط مطلوب و کمبود آب می باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر توأم کاربرد خاکی عناصر غذایی پتاسیم، روی و مس و قطع آبیاری در مراحل انتهایی رشد بر روی کمیت و کیفیت محصول ارقام گندم آزمایشی در طی دو سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان زهک انجام گردید. این منطقه براساس تقسیم بندی آمبرژه دارای اقلیم بیابانی معتدل با متوسط بارندگی ۵۳ میلی متر و متوسط درجه حرارت سالانه ۲٤ درجه سانتی گراد می باشد. بافت خاک مزرعه براساس اندازه گیری صورت گرفته از عمق ۵۰- ۰ سانتی متری در طی دو سال زراعی یکسان و از نوع شنی لومی بود. مشخصات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در طی دو سال به قرار جدول ذیل می باشد.

جدول ۱: نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش در دو سال زراعی ۸۲- ۱۳۸۰

سال اجرای آزمایش	هدایت الکتریکی	pH	کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب(ppm)	آهن (ppm)	پتاسیم (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	منگنز (ppm)
(۸۰-۸۱)	۹/۸	۷/۸	۰/۵	۱۸	٤/٤	۱۸۵	۱/٦۲	۰/۸٦	۹/٦
(۸۱-۸۲	۷/۹	۸/۳	۰/٤۳	۱۱/٤	۲/۸	۱٤۰	۰/۲۲	۰/٦٤	۵/۹

تیمارهای کمبود آب (W) و کاربرد عناصر غذایی پتاسیم، روی و مس (E) بر دو رقم گندم (C) که در این آزمایش W_1: آبیاری کامل تا انتهای رشد بوته های گندم (آبیاری زمانی انجام می گردید که تخلیه رطوبتی خاک در عمق ٦۰- ۳۰ سانتی متری به ٤۰ ٪ می رسید)، W_2: آبیاری کامل تا مرحله شروع باروری گندم یا مرحله گرده افشانی (مرحله ۱- ۱۰/۵ بر اساس مقیاس فیکس) و قطع آبیاری از این زمان تا هنگام برداشت محصول و W_3: آبیاری کامل تا مرحله شیری شدن دانه گندم (مرحله ۵- ۱۰/۵ بر اساس مقیاس فیکس) و قطع آبیاری از این زمان تا هنگام برداشت محصول بود. همچنین E_0: عدم کاربرد عناصر غذایی در خاک، E_1: کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به خاک در هنگام کاشت، E_2: کاربرد ٤۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار به خاک در هنگام کاشت و E_3: کاربرد ۳۰ کیلوگرم سولفات مس در هکتار به خاک در هنگام کاشت سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی بودند. C_1: گندم رقم چمران و C_2: گندم رقم کویر ارقام مورد بررسی بودند.

آزمایش به صورت کرت های خردشده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمار قطع آبیاری در کرت های اصلی و تیمار کاربرد عناصر غذایی و ارقام در کرت های فرعی قرار گرفتند. هر کرت اصلی شامل ۸ کرت فرعی بود و هر کرت فرعی شامل ٦ ردیف کاشت گندم به طول ٦ متر با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. تجزیه آماری طرح با استفاده از نرم افزار MSTAT-C

و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند. جهت مقایسه میانگین و تفکیک داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ ٪ استفاده شد.

برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیک و دانه و شاخص برداشت در هنگام برداشت نهایی محصول و به طور تصادفی تعداد ۵۰ بوته از هر پلات فرعی برداشت گردید. سپس نمونه ها به مدت ٤٨ ساعت در دمای ٦٥ درجه سانتی گراد در آون خشک وسپس وزن خشک بوته ها اندازه گیری و ثبت گردید. سپس نمونه ها خرمن کوبی و بوجاری شد و وزن دانه آنها تعیین گردید.

برای اندازه گیری تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه در هنگام رسیدگی محصول ۰/۵ متر از تمام خطوط کاشت هر کرت آزمایشی پس از حذف دو ردیف حاشیه و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت برداشت صورت گرفته و تعداد دانه در خوشه اندازه گیری و بعد از میانگین گیری به تک بوته تعمیم داده شد. برای تعیین غلظت نیتروژن دانه درصد نیتروژن دانه با روش اتوکجدال (دستگاه Foss 2700) بدست آمد. پس از حاصلضرب درصد نیتروژن دانه و وزن هزار دانه مقدار نیتروژن در هزار دانه بر حسب گرم بدست آمد. همچنین از حاصلضرب درصد نیتروژن دانه در وزن دانه در هکتار مقدار نیتروژن دانه در هکتار بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد. برای اندازه گیری مقدار پتاسیم، مس و روی در دانه درصد پتاسیم دانه با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و غلظت روی و مس موجود در دانه با استفاده از دستگاه جذب اتمی(مدل Philips) بر حسب واحد در میلیون اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک در اثر تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی به دست آمد. احتمالاً با توجه به اینکه در این آزمایش قطع آبیاری از شروع گرده افشانی گیاه (مرحله ۱- ۱۰/۵ فیکس) صورت گرفته در حالی که تا مدتی بعد از آن امکان رشد رویشی وجود داشته است، قطع آبیاری باعث توقف رشد و به طبع کاهش عملکرد بیولوژیک شده است. تحقیقات دیگر هم نشان داده است که کمبود بارندگی پس از مرحله گرده افشانی که در بسیاری از مناطق جهان شایع است، به وضوح دوره نمو را کوتاه و رسیدگی فیزیولوژیکی را جلو می اندازد، در حقیقت کوتاه شدن دوره نمو مکانیسم دیگری برای فرار از خشکی است (١٤). در این تحقیق و در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری بین میانگین عملکرد بیولوژیک ارقام گندم چمران (١٤/٧٨ تن در هکتار) و کویر(١٤/٣٢ تن در هکتار) مشاهده گردید. احتمالاً وجود عملکرد بیولوژیک بیشتر در رقم چمران خود به عنوان پتانسیل مهمی در جهت داشتن عملکرد دانه بیشتر نسبت به رقم کویر می باشد.

اثر تیمار قطع آبیاری در سطح ۱٪ بر روی عملکرد دانه معنی دار بوده است. به ترتیبی که اعمال تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی باعث کاهش ۳۲ ٪ در عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (۵/۰٦٠ تن

در هکتار) گردیده است. نتایج حاصل از پژوهشی در اتیوپی نشان می دهد کـه کمبـود آب اثـرات معنـی داری روی کاهش عملکرد دانه از خود بر جای گذاشته است (١٤). گزارشات دیگری هم نشان می دهد که کمبود آب در مراحل قبل از گرده افشانی عملکرد دانه را ۵۸ تا ۹٤ ٪ نسبت به شاهد (آبیـاری کامـل) کاهش داده است (۲۰). در این تحقیق عملکرد دانه ارقام مورد آزمایش در سطح ۱٪ متفاوت بـود و رقـم چمران با میانگین عملکرد دانه ٤/٤٧ تن در هکتـار نسـبت بـه رقـم کـویر (٤/۲۷ تـن در هکتـار) دارای عملکرد دانه بیشتری بود.

اثر تیمارهای کاربرد عناصر بر روی عملکرد دانه ارقام در سطح ۱٪ معنی دار گردید و تیمار سولفات پتاسیم با میانگین ٤/۵۷ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بود. گزارشاتی مبنی بر افزایش عملکرد دانه گندم بر اثر مصرف کود پتاسیم ارائه گردیده است (۸). در این تحقیق اثر متقابل تنش کمبود آب و مصرف عناصر روی عملکرد دانه معنی دار نگردید. این نتایج با تحقیق های اسکندری (۱۳۷۹) نیز مطابقت دارد. نتایج به دست آمده حاصل از تجزیه واریانس مرکب دو سال انجام آزمایش نشان می دهد که قطع آبیاری در سطح ۱٪ بر روی شاخص برداشت اثر گذار بوده است. چنانکه ملاحظه می شود. کمترین مقدار شاخص برداشت (۲٦/۳۰ ٪) در اثر تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی به دست آمده است. مقایسه میانگین ها تفاوتی را در شاخص برداشت تیمارهای شاهد (۳۲/٦۵ ٪) و قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه (۳۱/۵۵ ٪) نشان نداد.

به عبارت دیگر اعمال تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی باعث کاهش حدود ۱۹/۵ ٪ شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد گردید. احتمالا این امر به دلیل تأثیر منفی قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی بر ظرفیت مخزن و همچنین ظرفیت منبع می باشد که نهایت باعث کاهش شاخص برداشت می شود. در تأیید این مطلب شریفی و رحیمیان مشهدی (۱۳۸۰) هم گزارش نموده اند که اعمال تنش کمبود آب باعث کاهش دوره گرده افشانی تا رسیدگی و نهایتاً کاهش شاخص برداشت می شود. گزارشات حاکی از آن است که تنش کمبود آب در مرحله گرده افشانی، تعداد دانه در سنبله را حدود ۵۰ ٪ کاهش داده است اما تنش در مراحل بعد از گرده افشانی تأثیری بر تـعداد دانـه در سـنبله نـداشـته است. ایـن امـر احـتمالاً به دلیل کاهـش بقاء گلـچه های تـولید شـده و کاهش باروری آنها در مرحله گرده افشانی در شرایط تنش می باشد (۲۰). در این آزمایش ارقام چمران وکویر از نظر وزن هزار دانه در سطح ۵٪ آماری با یکدیگر تفاوت داشته ورقم چمران با متوسط وزن هزار دانه ۲۹/۵ گرم نسبت به رقم کویر (۲۸/۵٦گرم) برتری داشت.

این مطلب می تواند یکی از دلایل عملکرد دانه بیشتر رقم چمران نسبت به رقم کویر باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی دار (در سطح ۵٪) تیمارهای کمبود آب برروی درصد نیتروژن دانه می باشد (جدول۲) در این آزمایش قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی باعث افزایش حدود ۵/۷٪ در

غلظت نیتروژن دانه نسبت به تیمارشاهد (۵۷/۳۹ ٪) گردید. اینطور استنباط می گردد که توجه به کاهش وزن دانه در اثر اعمال تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی نسبت نیتروژن موجود در هر دانه به وزن کل دانه افزایش یافته است در اینجا یک همبستگی مثبت بین کمبود آب ودرصد نیتروژن دانه وجود داشته است وبا وقوع خشکی درصد نیتروژن دانه افزایش پیدا کرده است.

جدول۲: میانگین مربعات وسطح معنی دار بودن غلظت نیتروژن دانه مقدار نیتروژن هزار دانه وعملکرد نیتروژن دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد نیتروژن دانه	مقدار نیتروژن	غلظت نیتروژن دانه
تکرار	۲	٤۳۷/۱۵۷	۰/۰۱٤	۰/۰۱۱
قطع آبیاری (w)	۲	٤۷۳۲/۷۰۳	۰/۰۵۰	۰/۱۱۳
خطا (a)	٤	۳۸۳/۲۸۷	۰/۰۰۷	۰/۰۱٤
ارقام (v)	۱	۱۸۳۵/۷۹٦	۰/۰۵٦	۰/٦۱٦
قطع آبیاری×ارقام (wv)	۲	۲۸۲/٤۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
خطا (v)	٦	۱٤/۳۱٤	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸
کاربرد عناصر (E)	۳	۱۵۷/۷۰۵	۰/۰۱۱	۰/۰۷۱
قطع آبیاری×کاربردعناصر (WE)	٦	۱۷٤/۷۲۰	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦
ارقام×کاربرد عناصر (VE)	۳	۱۱۷/۱۲۲	۰/۰۰٤	۰/۰۰۵
قطع آبیاری×ارقام×کاربردعناصر (WVE)	٦	۸٤/۸۹۳	۰/۰۰۳	۰/۰۲۰
خطا	۳٦	۱۰۷/۸۸۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۹/۱۰	۹/۲٤	۲/۱۸

هر عاملی که دوره پس از گل دادن را در گیاه طولانی تر کند باعث تولید دانه های متراکم تر با میزان شاسته زیادتر و پروتئین کمتری می گردد. بنابراین توقف رشد گندم در شرایط کم آبی وتنش خشکی مخصوصاً زمانی که دارای نیترات زیادی است باعث چروکیدگی دانه و برخورداری از پروتئین بالا می شود (سرمدنیا وکوچکی۱۳۷۱). بررسی ها نشان داد یک رابطه منفی اما غیر معنی دار بین غلظت نیتروژن دانه وعملکرد دانه در هکتار وجود دارد. در این آزمایش ارقام مورد مطالعه از لحاظ غلظت نیتروژن دانه با هم تفاوت داشته به ترتیبی که رقم چمران دارای غلظت نیتروژن بیشتر (۲/۵۵ ٪) نسبت به رقم کویر (۲/۳٦ ٪) بود (شکل٦). در این بررسی اثر تیمار های کاربرد عناصر بر غلظت نیتروژن دانه معنی دار گردید (در سطح ۱٪) به ترتیبی که کاربرد عناصر باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه نسبت به شاهد گردید.

جدول۳: اثرات متقابل تیمارهای قطع آبیاری – رقم- کاربرد عناصر برغلظت نیتروژن دان

ارقام	تیمارهای قطع آبیاری	تیمارهای کاربرد عناصر			
		e_0	e_1	e_2	e_3
	w_1	۲/٤۳defg	۲/٥۱cde	۲/٤۷de	۲/٥۲cd
چمران	w_2	۲/۱۹i	۲/۷۱a	۲/۳۱h	۲/۳٦fgh
	w_3	۲/٥۱cde	۲/۳٤h	۲/٦۰bc	۲/٦۸ab
	w_1	۲/٤٤defg	۲/٤۱def	۲/٤٦def	۲/ ٤۱efg
کویر	w_2	۲/٤۸de	۲/٥۲cd	۲/٥۳cd	۲/٦۰bc
	w_3	۲/۱۳i	۲/٤۷de	۲/٤۱efg	۲/٤٤defg

تیمارهایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، در سطح ٥٪ در گروه آماری مشابه قرار دارند

در این تحقیق تیمار قطع آبیاری در مرحله رسیدگی تأثیر معنی داری را بـر روی عملکـرد نیتـروژن دانـه موجود در واحد سطح از خود باقی نگذاشته است. گزارش ها حاکی از آن است کـه مـدیریت آبیـاری از مرحله پنجه زنی تا گرده افشانی تاثیرات متفاوتی را بر پروتئین (نیتروژن) آرد گندم می گذارد اما بـه هـر حال مقدار پروتئین دانه گندم همگام بـا افـزایش آبیـاری بیشـتر مـی شـود (١٦). در ایـن آزمـایش یـک همبستگی مثبت معنی دار بین عملکرد دانه و عملکرد نیتروژن دانه در واحد سطح وجود دارد. این مطلب نشان می دهد کاهش شدید عملکرد دانه عملکرد نیتروژن دانه در واحد سطح را هم کـاهش خواهـد داد. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار (در سطح ۱٪) بین ارقـام چمـران و کـویر در عملکرد نیتروژن دانه در هکتار می باشد. در این تحقیق رقم چمران دارای بیشترین عملکرد نیتروژن دانـه در هکتار (۱۱۹/۲۱ کیلوگرم در هکتار) نسبت به رقم کویر (۱۰۹/۱۱ کیلوگرم در هکتار) بوده است. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی دار تیمارهای قطع آبیاری بر غلظت عنصر پتاسیم موجود در دانه گندم می باشد. به ترتیبی که قطع آبیاری در مراحل گرده افشانی و شیری باعث ایجاد بیشترین غلظـت پتاسـیم در دانه گندم نسبت به تیمار آبیاری کامل (۰/۸۸٪) گردید. قطع آبیاری در مراحل گرده افشانی و شـیری شدن دانه باعث کاهش میزان انتقال کربوهیدرات ها به دانه ها می گردد که احتمـالاً بـا توجـه بـه انتقـال بخش اعظم پتاسیم در مراحل اولیه رشد زایشی به دانه های در حال تکمیل شدن، درصد پتاسـیم موجـود در دانه در چنین شرایطی افزایش یافته است.

در این آزمایش ملاحظه گردید تفاوت معنی داری در سـطح ۱٪ بـین ارقـام چمـران و کـویر در انباشـت پتاسیم در دانه وجود داشت، رقم چمران و کویر به ترتیب دارای ۰/۹۹ و ۰/۹۰ ٪ پتاسیم در دانـه بودنـد. همچنین اثرات متقابل تیمارهای قطع آبیاری و ارقام بر غلظت پتاسیم دانه معنی دار گردید و رقم چمـران در تیمارهای قطع آبیاری در مراحل گرده افشانی و شیری دارای بیشترین غلظت پتاسیم دانه بـود. تجزیـه واریانس مقدار روی دانه نشان دهنده ی اثر معنی دار تیمار قطع آبیاری بر مقدار روی موجود در دانه می باشد. اعمال تیمارهای قطع آبیاری در مراحل گرده افشانی و شیری شدن دانه به ترتیب باعث افزایش ۷/٤

و ۸/۳ ٪ بر مقدار روی موجود در دانه نسبت به تیمار شاهد (۳۵/۹٦۳ ppm) شد. نتایج این آزمایش نشان دهنده ی اثر معنی دار تیمارهای کاربرد عناصر (در سطح ۱٪) بر مقدار عنصر روی موجـود در دانـه مـی باشد و مصرف سولفات پتاسیم در خاک باعث تجمع بیشترین مقدار روی (٤۰/۲۹ ppm) موجود در دانه نسبت به تیمار شاهد (۳۸/۱۱ ppm) گردید. این نتایج توسط گزارشات دیگر مورد تأیید واقع شده اسـت (۲۱).

تجزیه واریانس مقدار مس دانه نشان دهنده اثر معنی دار (در سطح ۱٪) تیمارهای قطع آبیاری بـر مقـدار مس موجود در دانه می باشد. در این آزمایش بیشترین مقدار مس دانه در تیمار قطـع آبیـاری در مرحلـه شیری (۱۰/۱۳ ppm) به دست آمد، به عبارت دیگر اعمال تیمارهای قطع آبیاری در مراحل شیری و گرده افشانی به ترتیب باعث افزایش ۱٦ و ۱۰ ٪ مقدار مس دانه نسبت به تیمار شاهد (۸/٤٥۰ ppm) شـد. در آزمایشی که در شرایط رطوبتی مختلف، اثرات مصرف مقادیر مختلف سولفات مس را بر ارقام گندم مورد مطالعه قرار دادند، نتیجه گیری کردند که با مصرف سولفات مس، افزایشی در مقدار مس موجود در کاه و کلش مشاهده می شود (۱۵). در این تحقیق رقم کویر نسبت به رقم چمران دارای غلظت بیشـتر مـس در دانه بود.

منابع

۱- **اسکندری، ا. ر. ۱۳۷۹.** برهمکنش رژیم رطوبتی خاک و سطوح پتاسیم بر رشد رویشی دو رقم گندم زمستانه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۲- **خوگر، ز.، ارشد، ک. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹.** اثرات بهینه کود در افزایش عملکرد گوجه فرنگی. چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی.

۳- **دانشیان، ج. و پ. جنوبی، ۱۳۸۰.** بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه گیاه سویا. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران. ص٦۳-٦۱.

٤- **شریفی، ح. ر. و رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۸۰.** اثر تنش رطوبت، تراکم و رقم گندم دیم در شرایط شمال خراسان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال هشتم. شماره اول. بهار۱۳۸۰.

۵- **ضیاییان، ع. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷.** بررسی اثرات کودهای محتوی عناصر ریزمغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید ذرت. مجله پژوهش خاک و آب جلد۱۲. شماره ۱ (ویژه نامه مصرف بهینه کود) مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

٦- **ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۳.** حاصلخیزی خاکهای خشک. مشکلات و راه حل ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۷- **ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۳.** مقاله افزایش تولید گندم و بهبود سلامتی مردم از طریق مصرف سولفات روی در مزارع گندم کشور. مجموعه مقالات، تغذیه متعادل گندم راهی به سوی خودکفایی در کشور و تأمین سلامتی جامعه.

8- Alexander, V. T. 1973. Influence of foliar nutrition of urea and potash on wheat under rainfed condition. Potash rev. 9123:2.

9- Bansal, R. L. and Nayyar, V. K. 1989. Effect of zinc fertilizers on rice grown on trypic unto chrepts. IRRI News Letter, 14(5): 24-25.

10- Bates, L. S., Waldern, R. P. and Teave, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress standies. Plant and Soil 39: 205-107.

11- Beweley, J. D. J. and Krochko, E. 1982. Desiccation tolerance, PP: 325-378. Ino.L. Lange, P.S. Noble, C. B. Osmond, and H. Zieyler (eds.). Physiological Platecology. Vol.2. Water relation and Carbon Assimilation. Springer. Varlay, New York.

12- Brenna, R. F. 1992. The effect of zinc fertilizer on take-all and the grain yield of wheat grown on zinc-deficient siol of the Esperance region, Western Australia, Fertilizer Research. 31:215-219.

13- Chacmak, I., Ekis, H., Yilmaz, A., Tourn, B., Kolei, N. and Gultekin, A. 1997. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. Plant and Soil. 188:1-10.

14- Debelo, D., Girma, B., Alemayehu Z. and Gelalcha, S. 2001. Drought tolerance of some bread wheat genotypes in Ethiopa. African crop science journal. Vol. 9(2): 393-400.

15- Grundon, N. J. 1991. Copper deficiency of wheat: effects of soil water content and fertilizer placement on plant growth. Plant nutrition. J. 14(5): 499-509.

16- Guttieri, M. J., Ahmad, R., stark, J. C. and souza, E. 2000. End-use quality of six hard red spring wheat cultivars at different irrigation level. Crop sci. 40: 631-635.

17- Marschner, H. 1993. Mineral nutrition of hisher plants. 2nd ed. Academic. Press public.

18- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. Sec. Ed. USA. 320 P.

19- Robertson, M. J. and Giunta, F. 1994. Responses of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress. Aust. J. 45: 19-35.

20- Rengel, Z. and Graham, R. D. 1995. Importance of seed Zn – content for wheat growth on zinc deficient soil. II. Grain yield. Plant and soil, 173: 267-274.