مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۲ ، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۸۹

مجله پژوهش‌های به زراعی

تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز و مس بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای

مهدی رسائی فر*[۱]، امین مرادی اقدم[۲] ، نواب حاجی حسنی اصل[۳]، ناصر حسینی[۴]

۱- عضو استعدادهای درخشان دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن و کارشناس ارشد زارعت دانشگاه ارومیه

۲- مدرس و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، دانشکده کشاورزی، تاکستان، ایران

۳- عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، ایران

۴ - عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، ایران

تاریخ دریافت : ۸۹/۰۹/۳۰ تاریخ پذیرش : **۹۰/۰۱/۲۵**

چکیده

این آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی در سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. تیمار کودی در پنج سطح عدم مصرف کود (T1)، محلول‌پاشی با سولفات روی (T2)، محلول‌پاشی با سولفات آهن+ سولفات روی (T3)، محلول‌پاشی سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز (T4) و محلول‌پاشی سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز + سولفات مس (T5) به عنوان عامل اصلی و ارقام سورگوم دانه‌ای با عنوان عامل فرعی شامل ارقام کیمیا (M1) و سپیده (M2) در نظر گرفته شد. نتایج مقایسه میانگین‌های انجام شده نشان داد، بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۲/۳۶ تن در هکتار در رقم سپیده بدست آمد. همچنین نوع کود مصرفی بر خصوصیاتی همچون طول پانیکول، وزن هزار دانه، تعداد دانه در پانیکول، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تأثیر گذاشت. در بین تیمارهای کودی نیز محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی+ سولفات منگنز+ سولفات مس (T5) بیشترین عملکرد دانه را با میانگین ۱۴/۱۶ تن در هکتار دارا بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۳۴/۴ درصدی داشت. اثرات متقابل دو عامل بر صفات مورد بررسی معنی دار نگردید.

واژه های کلیدی: سورگوم دانه‌ای، عناصر کم مصرف، محلول‌پاشی، عملکرد دانه

* نگارنده مسئول (mehdi.rassaeifar@gmail.com)

مقدمه

عناصر غذایی کم مصرف برای رشد و نمو گیاهان بسیار لازم و ضروری می‌باشند، اما در مقادیرکمتری از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این عناصر شامل آهن، روی، مس، مولیبدن، بر، منگنز، کلر و غیره هستند و در برخی از گیاهان نظیر برنج و دم اسب عنصر سیلیسیوم نیز جز عناصر کم مصرف محسوب می‌شود (Mahler & Westermann, 2003). بر اساس گزارش‌های فتحی (۱۳۷۸)، ملکوتی و تهرانی (۱۳۷۹) سه عنصر کم مصرف آهن، روی و منگنز بیش از سایر عناصر در امر تغذیه‌ای گیاه ذرت و سورگوم نقش دارند. دولکو و ولی زاده (۱۳۷۹) طی آزمایشی در اصفهان تأثیر مثبت کاربرد کودهای نیتروژنه و عنصر کم مصرف روی را بر عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای گزارش نمودند. آهن یکی از عناصر مهم کم مصرف است که در ساختمان سیتوکروم به عنوان ناقل الکترون کاربرد دارد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹؛ Mahler & Westermann, 2003). روی یک عنصر کم مصرف مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشد گیاه می‌باشد. نارس و عقیم بودن دانه‌های گرده، کوچکی اندازه برگ، وجود نوارهای روشن در امتداد رگبرگ اصلی برگ و کوتولگی گیاه از علایم کمبود این عنصر در گیاهان است (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹؛ Mahler & Westermann, 2003). منگنز آنزیم مورد نیاز در فعال کردن ویتامین C، تشکیل تیروکسین، بیوتین و ویتامین B1 در بدن می‌باشد. این عنصر در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و از تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی جلوگیری می‌کند. کاهش رشد، زردی، کاهش طول، عقیمی دانه‌های گرده و کاهش تعداد پنجه در گیاه از عوارض کمبود منگنز است (Mahler & Westermann, 2003). مس در گیاه بیشتر در فعالیت‌های آنزیمی دخیل است. وجود این عنصر در سیستم‌های آنزیمی اکسیداز- کاتالاز ضروری است. همچنین این عنصر در واکنش‌های انتقال الکترون سهیم و فعال کننده چندین آنزیم می‌باشد. این عنصر در گیاه ثابت بوده و بنابراین کمبود آن ابتدا در برگ‌های جوان تر گیاه مشاهده می‌شود (Marschner, 1995).

بر اساس گزارش‌های ملکوتی و طهرانی (۱۳۷۹) در حالی که مصرف کودهای کم مصرف ۴ درصد کل کودهای مصرفی را در جهان تشکیل می‌دهد اما مقدار فوق در کشورمان در حدود ۰/۱۷ درصد می‌باشد. نامبردگان اظهار داشتند، مصرف خاکی و برگی عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس در امر تغذیه گیاهان دانه‌ای باعث افزایش عملکرد دانه شده است و در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیش از نقش منگنز و مس بوده است. بهرامی و همکاران (۱۳۸۰) عنوان کردند مصرف عناصر کم مصرف آهن و روی توانسته عملکرد ذرت رقم تری وی کراس ۶۴۷ را از ۶۵۵۰ در سطح شاهد به ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ را از ۸۱۵۰ در سطح شاهد به ۹۰۷۵ کیلوگرم افزایش دهد. خوش خبر و ماجدی (۱۳۷۷) عنوان نمودند سه روش مصرف برگی، تیمار بذور و مصرف خاکی عناصر کم مصرف روی و منگنز می‌تواند باعث افزایش عملکرد و وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت شود ولی بهترین روش در این بین تلفیق سه روش فوق با یکدیگر بوده است. شریعت مداری و افشار (۱۳۸۰) نشان دادند عملکرد ذرت ۶۴۷ در منطقه روانسر بر اثر مصرف عناصر ریزمغذی از ۶۵۰۰ به ۸۱۵۰ کیلوگرم و در ماهیدشت از ۸۴۰۰ کیلوگرم به ۱۰ هزار کیلوگرم افزایش می‌یابد. نصرالهی و غیبی

(۱۳۷۸) نیز اظهار نمودند، مصرف توأم سه عنصر کم مصرف آهن، روی و منگنز بیش از مصرف تک به تک عناصر فوق می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و ماده خشک تولیدی ذرت مؤثر باشد.

Romheld & Marchner (1998) اظهار داشتند، گرامینه‌هایی از قبیل سورگوم و ذرت توانایی تراوش مولکول‌های خاصی را با نام فیتو سایدروفور دارا می‌باشند که باعث افزایش قابلیت جذب آهن توسط گیاه شده ولی با وجود بهره‌گیری از چنین توانایی به دلیل وجود ریشه‌های افشان و سطحی این توانایی کم رنگ شده و علائم کمبود آهن در آنها مشاهده می‌شود. Alvin (2003) عنوان نموده در مواردی که ریشه‌های گیاهی در اثر بیماری‌هایی نظیر پی‌تیوم، فوزاریوم یا فیتوفتورا آسیب ببیند و نیاز به جذب سریع عناصر غذایی باشد مصرف برگی کودها مخصوصاً عناصر کم مصرف بهترین روش خواهد بود. Bauder (2002) اظهار داشت، کمبود روی و آهن در مزارع آهکی کالیفرنیا به شکل حادی بروز کرده و برای رفع این کمبود پیشنهاد کردند که از منابع سولفات آهن و روی در جهت برطرف نمودن کمبود به صورت محلول‌پاشی بهره گرفت. Bergland & Denisa (1999) گزارش نمودند در امر تغذیه سورگوم و ذرت، مصرف برگی کودهای سولفات روی و سولفات آهن به نسبت ۵ در هزار در زمان ۴۵- ۳۰ روز پس از کاشت، در رفع کمبود این عناصر مناسب و اقتصادی می‌باشد. Abdelsalam *et al* (1994) اظهار نمودند، محلول-پاشی عناصر آهن، روی و مس ببشتر از مصرف خاکی و بذرمال در افزایش عملکرد ذرت تاثیر دارد. Whitty & Chambliss (2005) مشخص نمودند در نواحی مرکزی و شمال فلوریدا مصرف برگی عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس به میزان یک پوند در ایکر در دفعات متعدد می‌تواند به رفع کمبود در گیاهان علوفه‌ای کمک کند. یافته‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مانی توبا نشان داد که استفاده از کودهای نمکی از قبیل اوره، سولفات آمونیوم، فسفات دی آمونیوم و کودهای کم مصرف با پایه سولفات به جوانه‌های تازه استقرار یافته ذرت آسیب رسانده در حالی که مصرف برگی این عناصر ضمن افزایش سرعت رشد محصول (CGR)[1] از سوختگی احتمالی جوانه‌های ذرت جلوگیری می‌کند (بی نام، ۲۰۰۴).

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۱۰۳ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه در منطقه به ترتیب برابر ۲۹۵ میلی‌متر و ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

1-Crop Growth Rate

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

مشخصات نمونه	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	کربن الی(%)	فسفر قابل جذب(ppm)	پتاسیم قابل جذب(ppm)	اهن (ppm)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	مس (ppm)	شن (%)	لای (%)	رس (%)	بافت خاک	نقطه پژمردگی	وزن مخصوص ظاهری
نمونه خاک	۴۳	۰/۹۶	۶/۹	۱۲/۹	۰/۶۴	۱۲/۴	۳/۴۴	۳/۴	۳/۴	۰/۴۲	۰/۶۲	۲۶	۴۸	۲۶	لومی رسی	۱۲/۳	۱/۳

آزمایش به صورت طرح کرت‌های یکبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار پیاده شد. تیمار کودی در پنج سطح عدم مصرف کود (T1)، محلول‌پاشی با سولفات روی (T2)، محلول‌پاشی با سولفات آهن+ سولفات روی (T3)، محلول‌پاشی سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز (T4) و محلول‌پاشی سولفات آهن + سولفات روی + سولفات منگنز + سولفات مس (T5) به عنوان عامل اصلی و ارقام سورگوم دانه‌ای با عنوان عامل فرعی در دو سطح شامل کیمیا (M1) و سپیده (M2) در نظر گرفته شد.

عملیات مقدماتی تهیه زمین شامل شخم پائیزه و مصرف مقادیر ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بود. این کودها در بهار و قبل از کاشت با دو دیسک عمود بر هم با خاک مخلوط گردید. فاصله ردیف‌ها از هم ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بذور در روی ردیف ۱۰ سانتی-متر بود. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و به روش نشتی بوده و آبیاری‌های بعدی در فواصل هر ۸ روز یک بار به طریق سیفونی صورت گرفت. عناصر کم مصرف شامل سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز و سولفات مس بوده و عملیات محلول‌پاشی در دو مرحله ساقه رفتن و ظهور گل تاجی با غلظت ۵ در هزار صورت گرفت. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل طول پانیکول، تعداد دانه در پانیکول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود. بعد از رعایت اثرات حاشیه‌ای ۱۰ بوته انتخاب و برداشت و صفات مورد نظر در آن ها اندازه گیری و عملکرد دانه و بیولوژیک نیز پس از رعایت حاشیه ها در منطقه برداشت نهایی اندازه گیری شد. نتایج اندازه‌گیری صفات به کمک نرم افزار MSTAT-C تجزیه واریانس و مقایسه‌ها نیز به روش دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طول پانیکول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تیمار کودی مورد استفاده در این بررسی تاثیر معنی‌داری بر طول پانیکول داشت جدول ۲، به طوری که بیشترین طول پانیکول در تیمار T_5 (روی+ آهن+ منگنز+ مس) با میانگین ۳۷/۰۷ سانتی‌متر و کمترین طول پانیکول در تیمار T_1 (عدم محلول‌پاشی) با میانگین ۲۸/۸۵ سانتی‌متر بود (جدول ۳) . Bauder (2002) اعلام نمود کمبود عناصر ریزمغذی خصوصاً عنصر روی در گیاهان سبب کاهش رشد خواهد شد، در مرحله دانه بندی به دلیل کاهش رشد ریشه و پیر شدن آن فعالیت تثبیت نیتروژن و

جذب عناصر غذایی کاهش یافته و جذب عناصر غذایی توسط ریشه نیاز غذایی گیاه را تأمین نمی-کند (Mahler & Westermann, 2003). در این مرحله از رشد، تغذیه گیاه از طریق برگ نسبت به تغذیه از طریق ریشه مؤثرتر است. علاوه بر آن، این روش موجب افزایش سطح برگ و در نتیجه بهبود فتوسنتز و کاهش رقابت گردیده و در مصرف کود صرفه جویی خواهد شد. بنابراین تغذیه برگی سورگوم می‌تواند روش مفیدی در تکمیل تغذیه از طریق ریشه باشد (Mahler & Westermann, 2003). نور محمدی و همکاران (۱۳۷۷) نیز اظهار داشتند در ذرت برگ-های واقع شده در بالای بلال از اهمیت بیشتری در پرشدن دانه برخوردار هستند. به نظر می‌رسد در این آزمایش نیز با بهبود وضع تغذیه‌ای گیاه و متعاقب آن افزایش ارتفاع ساقه تعداد برگ بیشتری در بالای ساقه واقع شده و باعث افزایش مواد فتوسنتزی ارسالی به سمت دانه شده است.

در این آزمایش بین ارقام مورد بررسی از نظر طول پانیکول در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی-داری وجود داشت (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد هیبرید سپیده با میانگین ۳۶/۱۴ سانتی‌متر بیشترین طول پانیکول و هیبرید کیمیا با میانگین ۳۰/۴۱ سانتی‌متر کمترین طول پانیکول را داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد هیبرید سپیده احتمالا به علت خصوصیات ژنتیکی برتر از نظر طول پانیکول و همچنین استفاده بهتر از شرایط و کودها نسبت به رقم دیگر برتری محسوسی داشت. همچنین اثرات متقابل کود و رقم تاثیری بر طول پانیکول نداشت (جدول ۲).

تعداد دانه در پانیکول

تعداد دانه در پانیکول به عنوان یکی از خصوصیات مورفولوژیک در ارتباط با عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع کود تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد دانه در پانیکول داشت (جدول ۲). به طوری که بیشترین تعداد دانه در پانیکول با میانگین ۳۰۱۰ عدد دانه در پانیکول مربوط به تیمار T_5 بوده است که با سایر سطوح مصرف کود در گروه آماری جداگانه قرار گرفت. نتایج نشان داد که مصرف انواع بیشتر کودها می‌تواند تعداد دانه را نسبت به سطوح مصرف کودهای ریزمغذی به صورت تک کودی افزایش دهد (جدول ۳).

با افزایش مصرف عناصر کم مصرف در گیاه تعداد دانه در پانیکول افزایش یافته است. دلیل بالا بودن تعداد دانه در پانیکول را شاید در عدم وجود محدودیت منبع[1] در شرایط مصرف کودهای کم مصرف دانست. چرا که بین کودهای کم مصرف در شرایط مصرف برگی و جذب نیتروژن یک رابطه مثبت متقابل وجود دارد و بر اساس تحقیقات انجام شده شرفی و همکاران (۱۳۷۹) وجود ازت کافی در خاک و گیاه در کنار غلظت مناسب عناصر کم مصرف در عصاره گیاهی از سقط بیش از حد دانه ها جلوگیری کرده، لذا در صورت عدم وجود محدودیت منبع، محدودیت مخزن[2] نیز کمتر پیش می آید.

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این نکته بود که بین هیبریدهای مورد آزمایش در تعداد دانه در پانیکول اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین و کمترین تعداد دانه در پانیکول به ترتیب مربوط به

1- Source
2- Sink

هیبریدهای سپیده و کیمیا با میانگین ۳۴۱۷/۱ و ۲۲۲۲/۰ دانه در پانیکول بود (جدول ۳). تعداد دانه در پانیکول به عوامل متعددی از جمله طول پانیکول، عوامل تغذیه‌ای، ژنتیکی و محیطی بستگی دارد. با توجه به اینکه طول پانیکول در رقم سپیده طولانی‌تر است بنابراین می‌توان تعداد دانه بیشتری را در این رقم انتظار داشت. اثرات متقابل کود و رقم بر این صفت اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

وزن هزار دانه

یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد در گیاهان دانه‌ای از جمله سورگوم وزن هزار دانه می‌باشد که با افزایش این مولفه، می‌توان میزان عملکرد در واحد سطح را افزایش داد. جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی بر وزن هزار دانه اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار کودی T_5 با میانگین وزن هزار دانه ۳۵/۰۷ گرم به همراه تیمارهای T_4 و T_3 به ترتیب با میانگین ۳۳/۰۰ و ۳۲/۵۲ گرم از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند و کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۲۷/۴۸ گرم بود(جدول ۳).

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با تأثیر بر جذب عناصر غذایی اصلی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث افزایش مواد فتوسنتزی می‌گردد که آن هم باعث ذخیره بیشتر مواد غذایی و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه گیاه می‌گردد. همچنین وجود مواد ریزمغذی باعث افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌ها و همچنین افزایش غلظت فتوسنتز و دوام سطح برگ و در نتیجه مقدار فتوسنتز گیاه می‌گردد که این عوامل می‌تواند در ذخیره سازی مواد فتوسنتزی در دانه تاثیرگذار باشد. رحیمی و همکاران (۱۳۸۳) افزایش وزن هزاردانه را با کاربرد عناصر کم مصرف گزارش نمودند.

Sadana & Nayyar (1991) افزایش وزن هزار دانه گندم را به مصرف منگنز نسبت دادند. نتایج این آزمایش با گزارش‌های Osman *et al* (1993) , Bauder (2002) مطابقت داشت.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در مورد وزن هزار دانه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین هیبریدهای آزمایشی می‌باشد (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد هیبرید کیمیا با میانگین ۳۷/۷۲ گرم بیشترین وزن هزار دانه را دارد (جدول ۳). اثرات متقابل بر وزن هزار دانه تاثیر معنی‌داری نداشت و دو عامل به صورت جدا از هم عمل نمودند (جدول ۲).

عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمارهای کود مصرفی تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه در تیمار کودی T_5 و T_1 با میانگین ۱۴/۱۶ و ۹/۲۹ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه در تیمار T_5 می‌تواند ناشی از افزایش طول پانیکول، قطر پانیکول، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه باشد که همگی بر اثر مصرف عناصر ریزمغذی، مخصوصاً بکارگیری توأم عناصر کم مصرف چهارگانه به طور معنی‌داری افزایش یافته‌اند. عناصر ریزمغذی با افزایش میزان فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌گردند (ضیائیان وملکوتی، ۱۳۷۷). Bauder (2002) ، Abdelsalam *et al* (1994) و Hergret *et al* (1996) به

اثرات برگ‌پاشی عناصر کم مصرف در افزایش عملکرد دانه اشاره نموده‌اند.

هیبریدهای مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های با آزمون دانکن نشان داد، هیبرید سپیده با میانگین ۱۲/۳۶ تن در هکتار و هیبرید کیمیا با میانگین ۱۱/۶۶ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را دارا بودند (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، بین تیمارهای محلول‌پاشی از لحاظ عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار T_5 با میانگین ۴۳/۳۸ تن در هکتار بود، که با تیمارهای T_3 و T_4 به ترتیب با میانگین ۳۷/۱۶ و ۳۷/۹۸ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت و تیمار T_1 با میانگین ۲۵/۵۴ تن در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت (جدول ۳).

افزایش عملکرد بیولوژیک با مصرف عناصر کم مصرف می‌تواند علل مختلفی داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر کم مصرف روی (ملکوتی و طهرانی ، ۱۳۷۹ ; Pasian ,2001)، افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش غلظت کلروفیل؛ مخصوصاً کلروفیل a، افزایش فعالیت فسفرانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و کاهش تجمع عنصر سدیم (Na) در بافت‌های گیاهی Bly *et al* (2003)و نیز کاهش کارآیی جذب ازت و فسفر در حضور عنصر روی(1996) Hergret *et al* ، Khapere *et al* (2003) و نیز افزوده شدن بر میزان آهن و منگنز و نقش مثبت آن در فتوسیستم‌های I و II و افزوده شدن بر سایر فعالیت‌های متابولیسمی گیاه می‌باشد , (Mortvedth, 2003).

Marschner (1995) گزارش نمود که کمبود روی اثر مستقیم بیشتری روی فتوسنتز گیاهان چهار کربنه و در مقایسه با گیاهان سه کربنه دارد. در گیاهان چهار کربنه یک رابطه مستقیم بین فعالیت کربنیک آن هیدراز و میزان فتوسنتز گیاه وجود دارد و با کمبود روی میزان آنزیم کربنیک آن هیدراز نیز کاهش می‌یابد و نهایتاً موجب متوقف شدن رشد گیاه می‌شود. این تحقیق با نتایج تحقیقات سپهر و همکاران (۱۳۸۱) ، Rose *et al* (2005) و مطابقت دارد. گزارش‌های ملکوتی و مشایخی (۱۳۷۶)، سالاردینی و مجتهدی (۱۳۷۲) و کافی و همکاران (۱۳۸۰) در مورد نقش عناصر ریزمغذی به خصوص عنصر روی در افزایش عملکرد بیولوژیک گیاهان دانه‌ای تأکید داشته و این افزایش زمانی که سایر عناصر کم مصرف مخصوصاً آهن نیز در کنار روی مصرف شوند، بیشتر نمایان می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این نکته بود که بین هیبریدهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت(جدول ۲). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد، هیبریدهای سپیده و کیمیا به ترتیب با میانگین عملکرد بیولوژیک ۳۷/۷۸ و ۳۳/۶ تن در هکتار دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند (جدول ۳).

شاخص برداشت

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۲). اگر شاخص برداشت با افزایش مصرف عناصر ریزمغذی کاهش پیدا کند، بیانگر آن است که نرخ رشد عملکرد دانه نسبت به نرخ رشد عملکرد اندام‌های هوایی گیاه کمتر است و افزایش وزن کل گیاه بیشتر به صورت افزایش عملکرد ساقه و برگ می‌باشد و همچنین

نشان می‌دهد در هیبریدهای مورد مطالعه، مصرف عناصر ریزمغذی باعث افزایش بیشتر وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به وزن خشک دانه‌ها می‌گردد.

نتایج تجزیه واریانس در مورد هیبریدها بیانگر این نکته می‌باشد که محلول‌پاشی با عناصر کم مصرف هیچ اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشته و دو هیبرید آزمایشی در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۲). اثرات متقابل دو عامل نیز بر شاخص برداشت معنی‌داری نگردید(جدول ۲).

نتیجه‌گیری کلی

هیبریدهای سورگوم دانه‌ای سپیده و کیمیا با پتانسیل عملکرد بالا در منطقه خوی قابل کشت بوده و می‌توانند در برنامه‌های تناوب زراعی جایگزین گیاهانی چون کدو وآفتابگردان باشد. محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی، آهن، منگنز و مس بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای سورگوم دانه‌ای اثر انکار ناپذیری داشت و توانست عملکرد دانه و اجزای عملکرد را در واحد سطح افزایش دهد ولی تأثیر عناصر کم مصرف برعملکرد سورگوم دانه‌ای یکسان نبود و روی مهمترین عنصر کم مصرف بود ولی در شرایط مصرف توأم عناصر غذایی کم مصرف، عملکرد بیش از مصرف انفرادی این عناصر افزایش می‌یابد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول پاشی بر روی برخی از صفات ارقام مورد آزمون هیبرید های سورگوم دانه ای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول پانیکول	تعداد دانه در پانیکول	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار (R)	۲	۰/۰۲۶	۴۷۰۸/۹۳۳	۴۰/۰۲۱	۷۶۵۸۵۶۹/۷۷۵	۷۸۵۶۱۴۲۵۶/۵۰۶	۱۰۶۴/۳۳۱
محلولپاشی عناصر ریز مغذی(T)	۴	۵۳/۸۶۷ **	۱۵۱۱۹۹/۴۶۷ **	۴۶/۹۲۶ **	۱۹۸۱۶۰۷۷/۳۶۴ **	۲۵۶۷۱۲۸۳۵/۵۶۲ *	۲۵/۰۳۸ ns
اشتباه اصلی (Et)	۸	۴/۶۳۸	۱۰۳۷۴/۰۱۷	۹/۳۳۰	۱۸۶۳۹۴۸/۷۴۴	۶۰۸۱۰۳۸۹/۸۰۷	۱۴۰/۴۴۴
هیبریدهای آزمایشی(M)	۱	۲۴۵/۹۶۰ **	۱۰۷۱۲۵۷۷/۶۳۳ **	۱۰۱۱/۵۲۱ **	۳۷۴۰۸۶۷/۶۲۱ **	۱۳۱۶۴۷۲۸۸/۶۸۲ *	۵۵/۳۳۳ ns
اثر متقابل (T×M)	۴	۳/۷۷۱ ns	۱۸۱۳۱/۱۳۳ ns	۲/۵۲۶ ns	۲۰۳۷۰۷/۱۰۸ ns	۴۱۳۱۹۶۵/۰۰۶ ns	۵/۸۰۰ ns
اشتباه فرعی (Em)	۱۰	۵/۵۹۰	۱۳۳۴/۷۳۳	۰/۸۷۵	۱۹۸۸۰۵/۹۸۲	۱۵۱۷۹۰۵۵/۹۸۵	۳۸/۸۸۶
ضریب تغییرات C.V	----	۷/۱۱	۳/۴۳	۲/۹۳	۳/۷۱	۱۰/۹۲	۱۷/۰۸

ns ، ** و* به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، و معنی دار بودن در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی و هیبرید های آزمایشی بر صفات مورد آزمون

تیمارهای آزمایشی	طول پانیکول (سانتی متر)	تعداد دانه در پانیکول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
کیمیا	۳۰/۴۱ b	۲۲۲۲/۰۰ b	۳۷/۷۲ a	۱۱/۶۵۷ b	۳۳/۵۹۵ b	۳۷/۸۵ a
سپیده	۳۶/۱۴ a	۳۴۱۷/۱۳ a	۲۶/۱۰ b	۱۲/۳۶۴ a	۳۷/۷۸۵ a	۳۵/۱۴ a
عدم مصرف کود (شاهد)	۲۸/۸۵ c	۲۶۱۳ d	۲۷/۴۸ b	۹/۲۸۹ c	۲۵/۵۴۰ b	۳۹/۷۵ a
محلول‌پاشی روی	۳۲/۵۸ b	۲۷۲۵ cd	۳۱/۵۰ ab	۱۱/۴۵۰ b	۳۴/۴۰۰ ab	۳۷/۲۳ a
محلول‌پاشی روی + آهن	۳۳/۴۰ b	۲۸۱۸ bc	۳۲/۵۲ a	۱۱/۲۳۰ b	۳۷/۱۶۰ a	۳۵/۳۰ a
محلول‌پاشی روی + آهن + منگنز	۳۴/۴۸ ab	۲۹۳۳ ab	۳۳/۰۰ a	۱۲/۹۳۰ ab	۳۷/۹۸۰ a	۳۵/۴۴ a
محلول‌پاشی روی + آهن + منگنز+ مس	۳۷/۰۷ a	۳۰۱۰a	۳۵/۰۷ a	۱۴/۱۶۰ a	۴۳/۳۷۰ a	۳۴/۷۶ a

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه کارکنان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی و آقایان دکتر جواد خلیلی محله عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی و مهندس جباری به دلیل همکاری ارزنده شان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

خوش خبر، ژ.، م. ر. ماجدی. ۱۳۷۷. مقایسه روش‌های مصرف بهینه کودهای ریزمغذی بر عملکرد ذرت. سایت اسناد و مدارک علمی ایران. www.irandocac.ir.

دولکو، ف. ر.، و ج. ولی زاده. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر کاربرد کودهای ازته و روی بر عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای رقم کیمیا در شرایط آب و هوایی اصفهان، سایت اسناد و مدارک علمی ایران. www.irandocac.ir.

رحیمی، م.، د. مظاهری و ز. طهماسبی. ۱۳۸۳. تاثیر عناصر ریزمغذی آهن و روی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم آفتابگردان، مجله پژوهش و سازندگی. ۶۴: ۲۰- ۱۶.

سپهرو م .، م. ج. ملکوتی و م . رسولی.۱۳۸۱. اثر عناصر کم مصرف پتاسیم ، منیزیم و گوگرد برعملکرد و ویژگی های کیفی آفتابگردان در ایران، موسسه تحقیقات خاک و آب ، ایران. ۱۴۱۵۵./۶۱۸۵.

سالاردینی، ع.، م. مجتهدی.۱۳۷۲. اصول تغذیه گیاه (جنبه‌های بنیادی) ترجمه انتشارات دانشگاه تهران،چاپ اول. تهران، ایران. ۴۳۶ ص.

شرفی، س.، م. م.تاج بخش، ع .مجیدی ، ع. ا. پورمیرزا و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. اثر کودهای محتوی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت علوفه‌ای در ارومیه، ویژه نامه نیو باسیلیوس. جلد ۱۲.

شریعتمداری، م.، و ن. افشار. ۱۳۸۰. بررسی اثرات عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه-ای در کرمانشاه. سایت اسناد و مدارک علمی ایران. www.irandoc.ac.ir.

ضیائیان، ع.، م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. بررسی اثرات کودهای محتوی عناصر ریز مغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید ذرت، نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲. شماره ۱ (ویژه‌نامه مصرف بهینه کود) موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

فتحی، ق. ۱۳۷۸. بازدهی مصرف کود اوره به صورت محلول‌پاشی در غلات، فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۲۷ (۷): ۲۶۱- ۲۸۲.

کافی، م. ا.، . ب. زند ، ح .کامکار ، ر. شریفی و م، گلدانی. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهی ، انتشارات فردوسی مشهد۲۳۳ص.

ملکوتی، م. ج. ، م. طهرانی. ۱۳۷۹، نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تاثیر کلان»، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران،چاپ دوم. ۲۹۹ ص.

ملکوتی، م.، ح. مشایخی. ۱۳۷۶. ضرورت مصرف سولفات روی برای افزایش کمی کیفی و غنی سازی تولیدات کشاورزی کشور. نشریه فنی شماره ۲۵، نشرآموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت کشاورزی. ص.۲۱

نورمحمدی، ق.، ع. کاشانی و س. ع.. سیادت. ۱۳۷۷. زراعت غلات. جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۶ ص.

نصراللهی، خ. و م. ن. غیبی. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر عناصر ریزمغذی بر عملکرد ذرت دانه‌ای در استان فارس. سایت اسناد و مدارک علمی ایران. www.irandoc.ac.ir.

Abdelsalam, A., A. Ibrahim, and A.H. ElGarhi. 1994. Comprative Studi of application or Foliar Spray or Seed coating to maiz on a sand soil. Annals of Agricultural Scince Moshtehor. 32 (1): 665- 673.

Alvin, A. 2003. Modern developments in foliar fertilization. IFA-FAO Agriculture Conference. Rom. Italy. www.aglukon.com.

Anonymous. Corn production in Manitoba. 2004. 9pp .www.manitobacrop.com.

Bauder, T. 2002. Best managment Pratices for Colorado Corn. Colorado State University Site published. 12 pp.

Hergret, G.W., P.T. Nordquist, J.L. Peterson, and A. Baskates. 1996. Fertilizer and crop managementpradices for improving maize yield on high ph soils. Journal of Plant Nutrition. 19 (8-9): 1223- 1233.

Khapere, R.L., A.S. Patial, and S.D. More. 1994. Effect of zinc, iron and manganese on grain yield and related trails in sorghum. Journal of Maharashtra Agricultural University. 19 (4): 204- 205 (Abstract).

Mahler, R.L. and T. Westermann. 2003. Essential plant micro nutrient.1- zinc in Idaho. 24 pp. Idaho State University Web Site.
Jornal of Agriculture Research. 71 (3): 591- 600.

Pasian, C. 2001. Micronutrient disorders. Ohaio state university fact sheet HYG. 1252- 1259.

Romheld, V. and H. Marchner. 1998. Mobilization of iron in the Philosophers of different plant species in advances in plant nutrition. www.springlink.com.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London. 889 pp.

Mortvedth, J. 2003. Efficient fertilizer use micronutrient Florida University Published. 16 pp.

Osman, A.O., A.B. Mohamad, S. Azer, and A. Awad. 1993. Effect of Zn,Mn and Fe on Yield and Quality of corn grown on some Soil of Egypt. Egyptian

Rose, I.A., W.L. Felton, and L.W. Banks. 2005. Responses of four soybean varieties to folior zinc fertilizer. Australian Journal of Experrimental Agriculture and animal Husbandry. 21 (109): 236- 240.

Sadana, U.S. and C.K. Nayyar. 1991. Response of wheat on manganese- deficit soils to the methods and rates of manganese sulphate application. Fertilizea News. 36: 55-57.

Whitty, E.N. and C.G. Chambliss. 2005. Fertilization of Field and Forage crops. Nevada State University Published. 21 pp.