مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ششم، شماره ۴(۲۴)، ۱۳۹۱، صفحه ۴۴۲-۴۲۹

اثر مقادیر مختلف مصرف خاکی و محلول‌پاشی سولفات روی بر صفات مرتبط با دانه در ذرت شیرین

جواد محمودی[۱] و مهرداد یارنیا[۲]

چکیده

این بررسی به منظور ارزیابی اثر مصرف سولفات روی در مراحل متفاوت رشدی ذرت شیرین با غلظت‌های مختلف آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط آب و هوایی تبریز، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نحوه مصرف سولفات روی در هفت سطح، عدم مصرف عنصر روی (شاهد)، مصرف خاکی، محلول‌پاشی درمرحله ۶-۸برگی، محلول‌پاشی درمرحله ظهورتاسل (گل تاجی)، محلول‌پاشی درمرحله پرشدن دانه، محلول‌پاشی درهرسه مرحله، مصرف خاکی توام با محلول‌پاشی درهرسه مرحله به عنوان عامل اصلی و مقادیر مختلف محلول‌پاشی و مصرف خاکی روی در ۳ سطح شامل: محلول‌پاشی با غلظت ۳ ، ۵ و ۷ در هزار سولفات روی (مصرف خاکی به مقدار ۲۵،۱۵ و ۳۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل فرعی بودند. با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی، بالاترین مقدار صفات مرتبط با تولید دانه با محلول‌پاشی درهرسه مرحله و مصرف خاکی توام با محلول‌پاشی درهرسه مرحله به‌دست آمد. در این شرایط افزایش عملکرد دانه خشک و بلال عموماً بیش از ۵۰ درصد بودند. بیشترین مقدار تولید دانه در شرایط محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار سولفات روی (مصرف خاکی به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. مصرف سولفات روی منجر به افزایش محتوای این عنصر در دانه‌های تولیدی گردید. میزان این افزایش بیش از ۱۰۰ درصد بود، لذا با مصرف روی علاوه بر این‌که عملکرد دانه و بلال ذرت شیرین افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت، کیفیت محصولات تولیدی نیز ارتقا پیدا کرد.

واژگان کلیدی: ذرت، روی، محلول‌پاشی، غلظت، مرحله رشدی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نگارنده‌ی مسئول) jmahmoudi15459@yahoo.com
۳- دانشیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۳۱

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ذرت شیرین با نام علمی *Zea mays* *Saccharata* یک گیاه تغییر یافته ژنتیکی از ذرت معمولی است که با انجام جهش در لوکوس su از کروموزوم شماره ۴ حاصل شده است. این تغییر باعث تجمع قندها و پلی‌ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می‌شود. این گیاه به صورت مستقیم و غیرمستقیم نقش مهمی در تغذیه انسان دارد ولی کشت آن به عنوان گیاه زراعی در ایران چندان معمول نبوده و بیشتر به عنوان یک محصول تجملی به شمار می‌رود (Arshi, 2000). ذرت، گیاهی سریع‌الرشد است که مواد غذایی زیادی را از خاک جذب نموده، بنابراین در دوره رشد و نمو به مواد غذایی مختلف از جمله عناصر غذایی کم مصرف، نیاز دارد که باید به مقدار کافی در اختیار آن قرار گیرد (Hergert *et al*., 1996).

اثرات کمبود روی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به‌ویژه خاک‌های آهکی، در کاهش تولیدات کشاورزی مخصوصاً در غلات در اکثر کشورهای جهان از جمله هندوستان، چین، استرالیا، ترکیه و ایران مشهود است، حتی در شرایطی، بیش از ۵۰ درصد کاهش تولید در غلات را این کمبود سبب شده است. حدود ۴۰ درصد از مردم جهان از کمبود عناصر کم مصرف مخصوصاً روی رنج می‌برند (Baybordi, 2006). در صورتی که میزان روی خاک کمتر از ۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد یا غلظت آن در گیاه ذرت از ۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمتر باشد گیاه دچار کمبود روی می‌شود (Carsky and Reid, 1990). گیاهان حساس به میزان روی هنگامی که دچار کمبود می‌شوند، میزان کلروفیل در آنها ممکن است تا ۵۰ درصد کاهش پیدا کند (Mariotti *et al*., 1996). ذرت از گیاهان حساس به کمبود روی است (Mortvedt et al., 1972). کاربرد کود روی می‌تواند نقش بسیار مهمی در افزایش رشد و عملکرد ذرت داشته باشد. به طوری‌که استفاده از کود روی، ماده خشک و عملکرد در این گیاه را به مقدار مطلوبی افزایش می‌دهد. با توجه به محدودیت‌های موجود در کاربرد روی از طریق خاک، محلول‌پاشی این عنصر می‌تواند تا حدود زیادی این محدودیت‌ها را رفع کند. محلول‌پاشی روی در اکثر محصولات یک‌ساله در رفع کمبود این عنصر موفقیت آمیز می‌باشد. البته محلول-پاشی با عناصر ریز مغذی هنگامی مناسب است که عناصر غذایی بتوانند از طریق برگ و سایر اندام‌های هوایی جذب گیاه شوند در غیر این‌صورت نمی‌توانند جایگزین کاربرد از طریق خاک شوند. تشخیص زمان مناسب برای این کار بسیار مهم است (Mortvedt et al., 1972).

نتایج تحقیقات موجود در زمینه‌ی کاربرد عناصر ریزمغذی، حاکی از آن است که استفاده از این عناصر در مراحل مختلف رشدی گیاهان می‌تواند عملکرد را به روش‌های مختلف تحت تأثیر قرار دهد. مخصوصاً محلول‌پاشی، به دلیل این‌که می‌تواند عناصر ریزمغذی را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار دهد، از اهمیت زیادی برخوردار است (Alloway, 2003).

وایتی و چامبلیس (Whitty and Chambliss, 2005) گزارش نمودند که مشکل اساسی تولید ذرت کمبود آهن، روی، منگنز و مس است که ناشی از وجود خاک‌های شنی با محتوای ماده آلی کم، pH بالای خاک و عدم مصرف کودهای ریز مغذی در گذشته می‌باشد و برای رسیدن به عملکرد بالای ذرت باید عوامل محیطی از جمله مواد غذایی برای رشد بهینه گیاه فراهم گردد. کمبود ناشی از روی سبب اختلال در متابولیسم بافت سلولی می‌گردد و مسئول خسارت به پروتئین‌های غشاء، کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم‌ها، ایندول استیک اسید می‌باشد،

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین سبب ممانعت از رشد گیاه می‌شود (Cakmak, 2000).

نشان داده شده است که کاربرد روی چه از طریق برگ و چه از طریق خاک تاثیر معنی‌داری در افزایش وزن خشک محصول ذرت در مقایسه با تیمارهای شاهد گذاشت (Leblance et al., 1997). در یک بررسی، ذرت‌هایی که تحت تنش روی رشد کرده بودند، در مقایسه با شاهد، ۵۰ درصد میزان ماده خشک کمتری داشتند (Hussien and Faiyad, 1996).

کمبود روی مرحله گرده‌افشانی را در ذرت بیش از ۱۵ روز به تأخیر می‌اندازد و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد دانه در این گیاه می‌شود (Hong and Ji-Yun, 2007). گزارش شده است در خاک‌هایی که روی قابل استفاده از ۱/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمتر بود استفاده از کودهای روی عملکرد ذرت را به نحو چشمگیری افزایش داد (Coffman and Miller, 1973). در گیاهان با افزایش کاربرد روی، غلظت آن در اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد ولی تاثیر آن روی دانه نسبت به کاه و کلش بیشتر است (Shukla and Morris, 1967). با توجه به مطالب فوق هدف از این تحقیق مقایسه تاثیر زمان، مقدار و روش‌های مصرف روی در افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کمی و کیفی ذرت شیرین بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به صورت آزمایش اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. قبل از اقدام به تهیه بستر و کاشت، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش انجام و برخی از ویژگی‌های آن بر اساس روش‌های متداول موسسه تحقیقات آب و خاک تعیین گردید (جدول ۱).

بر اساس نتایج آزمایش خاک، مقدار عنصر روی در حد کم بوده و مصرف این عنصر در این آزمایش قابل توجیه می‌باشد. در این آزمایش عوامل مورد بررسی عبارت بودند از زمان‌های مختلف محلول‌پاشی و مصرف خاکی در ۷ سطح: عدم مصرف عنصر روی (شاهد)، مصرف خاکی، محلول‌پاشی در مرحله ۶- ۸ برگی، محلول‌پاشی درمرحله ظهور تاسل، محلول‌پاشی درمرحله پرشدن دانه، محلول‌پاشی در هر سه مرحله (۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه)، مصرف خاکی توام با محلول‌پاشی در هر سه مرحله به عنوان عامل اصلی و مقادیر مختلف محلول‌پاشی و مصرف خاکی روی در ۳ سطح شامل: محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار (مصرف خاکی به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار)، محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار (مصرف خاکی به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی با غلظت ۷ در هزار (مصرف خاکی به مقدار ۳۵ کیلوگرم در هکتار). در هر دو روش کاربرد (مصرف خاکی و محلول‌پاشی) از منابع کودی مشابه استفاده شد. کود مورد استفاده در این آزمایش سولفات و رقم مورد استفاده *Chalenger* از کشور آمریکا بود.

در این بررسی هر کرت آزمایشی شامل ۳ ردیف کاشت ۴ متری به فواصل ۶۰ سانتی‌متر بود که بذرهای ذرت شیرین در عمق ۵ سانتی‌متری و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. بنابراین، تراکم مورد استفاده حدود ۸۴۰۰۰ بوته در هکتار بود. حد فاصل کرت‌های آزمایشی یک متر و فاصله بین تکرارها نیز ۲ متر که شامل جوی آبیاری و زه‌کش و راه‌روی بین تکرارها بود، در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد با توجه به شرایط آب و هوایی، آبیاری به صورت جوی-پشته‌ای هر ۷ روز یک‌بار انجام گرفت. علف‌های هرز در طول کل فصل رشد وجین شدند. بر اساس نتایج آزمون خاک از کودهای حاوی فسفر و پتاسیم استفاده نگردید ولی کود نیتروژنه به میزان

Archive of SID

www.SID.ir

۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ نوبت (همزمان با کاشت و آغاز ظهور تاسل) استفاده شد. مصرف خاکی سولفات روی همزمان با کاشت و به صورت نواری بر اساس تیمارهای آزمایشی انجام شد. محلول‌پاشی این عنصر با غلظت‌های تعریف شده بسته به مرحله رشدی گیاه صورت گرفت. زمان محلول‌پاشی اوایل صبح و بین ساعات ۶ تا ۷ در دوره‌های رشدی تعیین شده فوق‌الذکر انجام شد. بعد از اتمام هر مرحله از محلول‌پاشی نسبت به آبیاری مزرعه اقدام گردید تا با افزایش حرکت آب در داخل سیستم گیاه، جذب عنصر به کار رفته سریع‌تر و بهتر انجام گیرد.

پس از برداشت نهایی صفات تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه تر، عملکرد بلال، عملکرد تر و خشک دانه در بوته اندازه‌گیری و محاسبه شدند. میزان عنصر روی در دانه نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند.

بعد از جمع آوری داده‌ها، نرمال بودن آنها با استفاده از برنامه SPSS بر اساس آزمون کولموگروف اسمیرنوف مشخص و تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر مصرف سولفات روی و مقادیر آن بر اکثر صفات بررسی شده معنی‌دار بودند (جدول ۲).

تعداد بلال

بیشترین تعداد بلال معادل ۱/۳۸ عدد در تیمار مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی روی در سه مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها، بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار مصرف خاکی روی و تیمار محلول‌پاشی روی در سه مرحله به دست آمد. تیمارهای مصرف خاکی روی، مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی روی در سه مرحله و محلول‌پاشی روی در هر سه، تعداد بلال را نسبت به عدم کاربرد روی به‌ترتیب به میزان ۳۰، ۳۹ و ۳۱ درصد افزایش داد. البته محلول‌پاشی روی در مرحله ۶-۸ برگی نیز تعداد بلال را به میزان ۲۹ درصد افزایش معنی‌دار داد ولی محلول‌پاشی در مراحل ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها تاثیر معنی‌داری بر تعداد بلال نداشت (شکل ۱).

با توجه به نقش‌های فیزیولوژیک روی در بافت‌های گیاهی، افزایش فعالیت‌های گیاه و در نتیجه افزایش تعداد بلال با دسترسی بیشتر گیاه به این عنصر امری بدیهی به‌نظر می‌رسد.

در این بررسی افزایش مصرف سولفات روی از غلظت ۳ درهزار به ۵ درهزار در شرایط محلول‌پاشی و ۱۵ به ۲۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط مصرف خاکی، منجر به افزایش معنی‌دار تعداد بلال در بوته گردید. افزایش میزان روی به بیش از این مقدار اثر معنی‌داری بر تعداد بلال نداشت. بر اساس معادله رگرسیون خطی ساده، به ازای افزایش هر واحد مصرف سولفات روی تعداد بلال به اندازه ۰/۰۳ واحد افزایش یافت (شکل ۲).

تعداد دانه در ردیف

تعداد دانه در ردیف بلال تحت تاثیر زمان و نحوه کاربرد کود روی، بیشترین میزان تعداد دانه در ردیف به تعداد ۳۹/۶ عدد در تیمار مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی روی در سه مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها، بدون اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله به دست آمد. تیمارهای محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله همراه با مصرف خاکی آن و همچنین محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله به‌ترتیب افزایشی

Archive of SID

www.SID.ir

۲۸/۵ و ۳۰/۵ درصدی را در تعداد دانه در ردیف باعث شدند. مصرف خاکی روی نیز تعداد دانه در ردیف را نسبت به عدم کاربرد آن میزان ۱۷/۳ درصد افزایش معنی‌داری داد ولی تیمارهای محلول‌پاشی در مراحل ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه نداشتند. بر این اساس، یک بار محلول‌پاشی نمی‌تواند منجر به افزایش تعداد دانه در بوته گردد و تکرار محلول‌پاشی و حتی در دسترس بودن عنصر در خاک برای رفع نیاز گیاه لازم خواهد بود (شکل ۳).

کمبود روی منجر به عقیمی دانه‌های گرده می‌شود، لذا محلول‌پاشی سولفات روی تعداد گل‌های بارور را در گیاهان افزایش می‌دهد (Omidiyan *et al.*, 2012). علاوه بر آن، به نظر می‌رسد که عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی باعث افزایش گرده‌افشانی گیاه شده و تعداد دانه در بوته گیاهان افزایش می‌یابد. شیخ بیگلو و همکاران (Sheikhbaghlo *et al.*, 2009) گزارش نمودند که تعداد دانه در ردیف ذرت تحت تاثیر محلول‌پاشی با سولفات روی افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج این آزمایش، محلول‌پاشی روشی موثر در افزایش تعداد دانه در ردیف نسبت به روش مصرف خاکی می‌باشد. حیدریان و همکاران (Heidarian *et al.*, 2011) نیز گزارش نموده‌اند که محلول‌پاشی روش موثرتری نسبت به روش خاک مصرف در تامین نیاز به روی در گیاهان است.

تعداد دانه در بلال

در بین تیمارهای مورد مطالعه، مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی آن در سه مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه ها و محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله افزایش معنی‌داری در تعداد دانه تولیدی در بلال داشتند. در این دو تیمار تعداد دانه در بلال به ترتیب ۶۵۰ و ۶۴۲ عدد به دست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۳۰ و ۲۸/۴ درصد بیشتر بود (شکل ۴). مصطفوی‌راد و همکاران (Mostafavi Rad *et al.*, 2008) اظهار داشتند که تحت تاثیر کمبود روی تشکیل پرچم و مادگی در گیاه مختل شده و در نتیجه تعداد دانه کاهش می‌یابد. شیخ بیگلو و همکاران (Sheikhbaghlo *et al.*, 2009) نیز اظهار داشتند که کمبود روی مرحلهٔ گرده‌افشانی را در ذرت بیش از ۱۵ روز به تأخیر می‌اندازد و در نتیجه تعداد دانه‌ها در اثر عدم تطابق زمان گرده‌افشانی و پذیرش گرده‌ها توسط مادگی کاهش می‌یابد.

وزن صد دانه تر

بیشترین وزن صد دانه در صورت محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۹/۳۳ گرم به دست آمد که نسبت به عدم کاربرد روی اختلاف معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای مورد بررسی مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی آن در سه مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها و کاربرد کود روی به صورت خاک مصرف کاهش معنی‌داری را در این صفت باعث شدند. این دو تیمار وزن صد دانه تر را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۵/۸ و ۶/۳ درصد کاهش دادند (شکل ۵). در ذرت بین تعداد دانه با وزن صد دانه همبستگی منفی وجود دارد. با افزایش تعداد دانه در اثر بهبود گرده‌افشانی رقابت برای دریافت اسمیلات‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه سهم هر دانه از اسمیلات کاهش یافته و این امر منجر به کاهش وزن صد دانه گردید (Golam *et al.*, 2011).

عملکرد بلال در بوته

محلول‌پاشی بوته‌های ذرت در مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه به تنهایی تاثیر معنی‌داری بر وزن بلال با پوشش نداشت، ولی محلول‌پاشی در مراحل مختلف و یا توام شدن محلول‌پاشی با مصرف خاکی و حتی مصرف خاکی

Archive of SID

www.SID.ir

روی به تنهایی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد بلال تولیدی نسبت به عدم مصرف روی شدند. بیشترین عملکرد بلال با مصرف خاکی این عنصر به همراه محلول‌پاشی آن در سه مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها به میزان ۳۸۲ گرم به دست آمد که نسبت به شاهد ۳۲ درصد بیشتر بود. محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله و مصرف خاکی آن نیز عملکرد بلال را نسبت به عدم مصرف این کود به‌ترتیب به میزان ۲۵/۹ و ۱۶ درصد افزایش داد (شکل ۶). افزایش تعداد بلال در بوته و تعداد دانه‌های موجود در آنها عامل اصلی افزایش عملکرد بلال می‌باشد.

عملکرد دانه تر و خشک تولیدی در بوته

تغییرات دانه تر و خشک تولیدی در هر بوته به‌دنبال مصرف روی تقریباً مشابه بود. مصرف خاکی این عنصر و توام شدن مصرف خاکی و محلول‌پاشی توانست عملکرد دانه خشک را نسبت به عدم مصرف این عنصر افزایش معنی‌داری دهد. بیشترین وزن خشک دانه در بوته در تیمار مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی آن در سه مرحله ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها به میزان ۱۳۸ گرم، بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به تیمار محلول‌پاشی در هر سه مرحله به دست آمد. این دو تیمار، عملکرد دانه خشک تولیدی را نسبت به عدم کاربرد آن به میزان ۴۶/۸ و ۴۰/۴ درصد افزایش داد. مصرف خاکی روی نیز عملکرد خشک دانه تولیدی در بوته را نسبت به شاهد به میزان ۲۸/۷ درصد افزایش داد (شکل ۷). عملکرد دانه تر تولیدی به غیر از تیمار محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه‌ها، در سایر تیمارهای آزمایشی افزایش معنی‌داری در مقایسه با عدم مصرف این عنصر داشت. بیشترین عملکرد دانه تر تولیدی هر بوته معادل ۲۹۶/۶ گرم در تیمار محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله به دست آمد که نسبت به عدم کاربرد این عنصر حدود ۹۶ درصد افزایش تولید داشت. میزان افزایش در شرایط مصرف خاکی، محلول‌پاشی در مرحله ۸-۶ برگی، ظهور تاسل، پر شدن دانه، مصرف توام خاکی و محلول‌پاشی در هر سه مرحله نسبت به عدم مصرف روی به‌ترتیب معادل ۴۴، ۳۰، ۳۲، ۹ و ۶۷ درصد بود (شکل ۸). بدین ترتیب مشاهده می‌گردد که تامین این عنصر ریزمغذی برای گیاه ذرت شیرین توانایی تولید دانه را در آن به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. شیخ بیگلو و همکاران (Sheykhbagloo *et al.*, 2009) نیز افزایش ۵۰ درصدی عملکرد ذرت را با کاربرد روی گزارش کرده‌اند. این افزایش ناشی از اثرات عنصر روی در بهینه‌سازی متابولیسم گیاه می‌باشد. روی وظایف بسیار مهمی از جمله فعال‌سازی بیش از ۱۰۰ آنزیم در متابولیسم گیاه، افزایش میزان کربوهیدرات‌های تولیدی از طریق افزایش فتوسنتز، افزایش اسمیلاسیون نیتروژن، بهبود فعالیت RNA و DNA، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش گلدهی و توان باروری گل‌ها و . . . را در گیاهان بر عهده دارد. هر کدام از این نقش‌ها عامل مهمی در تولید بیوماس به‌شمار می‌رود (Kaya and Higgs, 2002; Cakmak, 2008).

افزایش مصرف سولفات روی از غلظت ۳ در هزار به ۵ در هزار در شرایط محلول‌پاشی و ۱۵ به ۲۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط مصرف خاکی، منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد تر و خشک دانه تولیدی در هر بوته گردید ولی افزایش میزان روی به بیش از این مقدار اثر معنی‌داری بر تولید دانه نداشت. افزایش عملکرد خشک دانه در این شرایط ۱۰/۳ درصد و عملکرد تر دانه ۱۱/۵ درصد بود (شکل ۹ و ۱۰). بر اساس معادله رگرسیون خطی ساده، به ازای افزایش هر واحد عنصر روی عملکرد خشک دانه در بوته به اندازه ۵/۵ واحد و عملکرد تر دانه ۱۲/۵ واحد افزایش یافت. در این بررسی بر اساس تغییرات صفات

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد بلال، وزن تر و خشک دانه تولیدی به‌نظر می‌رسد با افزایش غلظت روی تا محدوده ۵ در هزار آن گیاه اقدام به جبران نیاز به این عنصر نموده ولی غلظت بالاتر با قرار گرفتن در محدوده مصرف لوکس تاثیر چندانی بر گیاه نداشته است. پوتارزیسکی و گرسبیسز (Potarzycki and Grzebisz, 2009) نیز بیان داشته‌اند که عملکرد دانه تحت تاثیر محلول‌پاشی کود روی افزایش می‌یابد، ولی در غلظت‌های بالا روند افزایش در عملکرد دانه متوقف می‌شود. سالیم و القیزاوی (Salem and El-Gizawy, 2012) نیز گزارش نمودند که کاربرد کود روی تاثیر مثبتی بر عملکرد ذرت می‌گذارد و عملکرد دانه ذرت را از طریق افزایش تعداد دانه‌ها در بلال افزایش می‌دهد.

میزان روی در دانه

مصرف سولفات روی نه تنها تولید بلال و دانه ذرت شیرین را افزایش داد بلکه باعث افزایش غلظت این عنصر در دانه‌های تولیدی گردید. با توجه به مصرف تازه‌خوری دانه‌های ذرت شیرین، این افزایش موجب بالا رفتن ارزش تغذیه‌ای دانه‌های تولیدی برای انسان می‌شود. مقایسه میانگین میزان روی دانه تحت تاثیر زمان و نحوه کاربرد سولفات روی نشان داد که بیشترین میزان روی دانه در شرایط محلول‌پاشی در مرحله پر شدن دانه، مصرف خاکی روی به همراه محلول‌پاشی در هر سه مرحله و محلول‌پاشی روی در هر سه مرحله به‌ترتیب به میزان ۳۰/۱۱، ۳۰/۴۴ و ۲۹/۸۹ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. این افزایش نسبت به شرایط شاهد به‌ترتیب ۱۴۴، ۱۴۶ و ۱۴۲ درصد بود. پس از این سه تیمار، تیمار مصرف خاکی روی بیشترین افزایش را در میزان روی دانه‌ها باعث شد و این صفت را نسبت به عدم کاربرد روی به میزان ۸۷ درصد افزایش داد. کمترین میزان افزایش در میزان روی دانه‌ها از تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله ۶- ۸ برگی و ظهور تاسل حاصل گردید. این دو تیمار میزان روی دانه‌ها را نسبت به عدم مصرف روی به میزان ۵۹ و ۶۸ درصد افزایش داد (شکل ۱۱). پهلوان‌راد و همکاران (Pahlavan Rad *et al*., 2008) نیز اظهار داشتند که محلول‌پاشی روی میزان این عنصر را در دانه‌های گیاهان زراعی افزایش می‌دهد. شاموقاسوندرام و ساویتری (Shanmugasundaram, and Savithri, 2006) نیز اظهار داشتند که افزایش میزان روی در خاک میزان دسترسی این عنصر را برای ذرت افزایش می‌دهد و در نتیجه جذب این عنصر توسط ذرت افزایش می یابد. کانوال و همکاران (Kanwal *et al*., 2010) اثر کاربرد مقادیر کاربرد کود ها را در ذرت مورد بررسی قرار دادند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از بررسی این محققین با افزایش مقدار کاربرد کود روی، بر میزان روی دانه‌های ذرت افزوده شد. در این بررسی اثر محلول‌پاشی بر افزایش محتوای روی در دانه‌ها بیش از اثر مصرف خاکی آن بود. عارف (Aref, 2011) نیز مشاهده نمود که محلول‌پاشی روی نسبت به مصرف خاکی آن، مقدار روی را در اندام هوایی ذرت بیشتر افزایش می‌دهد. افزایش مصرف سولفات روی از غلظت ۳ در هزار به ۵ و ۷ در هزار در شرایط محلول‌پاشی و ۱۵ به ۲۵ و ۳۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط مصرف خاکی، منجر به افزایش معنی‌دار غلظت روی در دانه‌ها گردید. میزان محتوی روی در دانه‌ها در این شرایط به‌ترتیب ۲۴/۴ و ۲۶ پی‌پی‌ام به دست آمد که نسبت به سطح عدم مصرف روی به‌ترتیب ۱۶/۷ و ۲۴/۴ درصد افزایش داشت. بر اساس معادله رگرسیون خطی ساده، به ازای افزایش هر واحد سولفات روی میزان روی در دانه‌های تولیدی به اندازه ۲/۵ واحد افزایش یافت (شکل ۱۲).

با توجه به این‌که بسیاری از زمین‌های زراعی ایران از کمبود روی رنج می‌برند و با توجه به این‌که کمبود روی در انسان یکی از بیماری‌های شایع است

Archive of SID

www.SID.ir

(Aref, 2012)، لذا افزایش میزان روی در دانه‌های ذرت شیرین نقش مهمی را در تغذیه جمعیت خواهد داشت. (Grusak and Della penna, 1999).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این بررسی، بالاترین میزان صفات مرتبط با تولید دانه در ذرت شیرین به‌دنبال مصرف خاکی و محلول‌پاشی توام سولفات روی در مراحل ۶-۸ برگی، ظهور تاسل و پر شدن دانه‌ها و با غلظت ۵ در هزار در شرایط محلول‌پاشی و ۲۵ کیلوگرم در هکتار در مصرف خاکی به‌دست آمد. با مصرف روی علاوه بر این‌که عملکرد دانه و بلال ذرت شیرین افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت، کیفیت محصولات تولیدی نیز ارتقاء پیدا کرده و در دانه‌های تولیدی غنی‌سازی انجام یافت، لذا با محلول‌پاشی سولفات روی هم در تولید دانه و هم ارتقای سلامت جامعه می‌توان گام موثری برداشت.

جدول ۱- برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

Table1- Soil Chemical and Physical Properties of experimental site

بافت خاک Soil texture			اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی Ec 10^3	عناصر قابل دسترسی Available nutrient (ppm)			
شن sand (%)	سیلت silt (%)	رس Clay (%)			فسفر P	نیتروژن N	پتاسیم K	روی Zn
18	46	36	7.5	1 <	65	0.175	1270	1.8

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ذرت شیرین

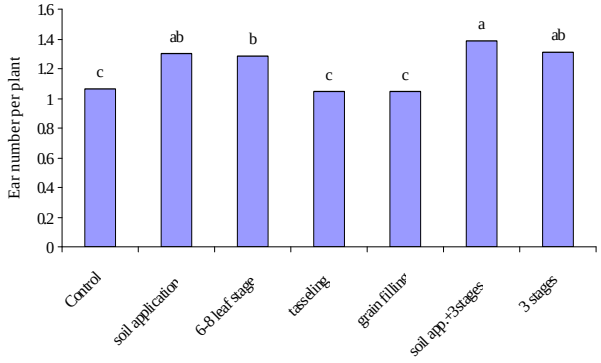
Table 2- Analysis of variance for studied traits in sweet corn

منابع تغییر S.O.V		درجه آزادی df	تعداد بلال Ear No.	تعداد دانه در ردیف Grain No. in row	تعداد دانه در بلال Grain No. in ear	وزن صد دانه تر fresh 100 kernel weight	عملکرد بلال ear yield	عملکرد خشک دانه در بوته yield of dry grain	عملکرد تر دانه در بوته yield of fresh grain	میزان Zn دردانه تر grain Zn content
replication(R)	تکرار	2	0.02	3.35	3857.71	15.83*	962.91	129.83	409.33	3.30
application method (A)	نحوه مصرف	6	0.198**	139.77**	40996.21**	16.16*	10215.42**	2947.92**	9635.33**	417.85**
Error A	خطای اصلی	12	0.007	10.98	7439.64	3.97	1232.15	321.88	1205.72	3.99
amount of uses (B)	مقدار مصرف	2	0.031*	42.68	14042.33	0.59	3152.57	807.44*	3643.19*	142.97**
A×B		12	0.007	6.81	2518.20	4.79	622.20	147.83	624.75	6.32
Error B	خطای فرعی	28	0.007	16.68	5544.72	4.29	1078.28	232.52	974.83	12.56
CV	ضریب تغییرات (درصد)		6.81	11.87	13.14	5.59	9.92	13.4	13.61	14.9

***** و ******: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

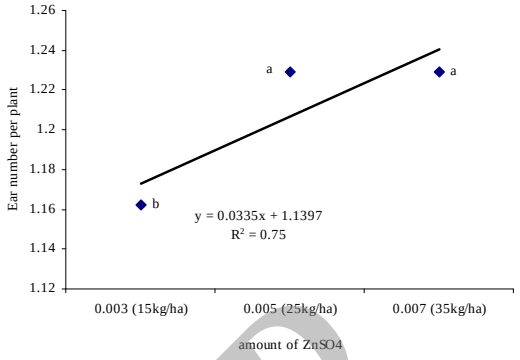
Archive of SID

www.SID.ir



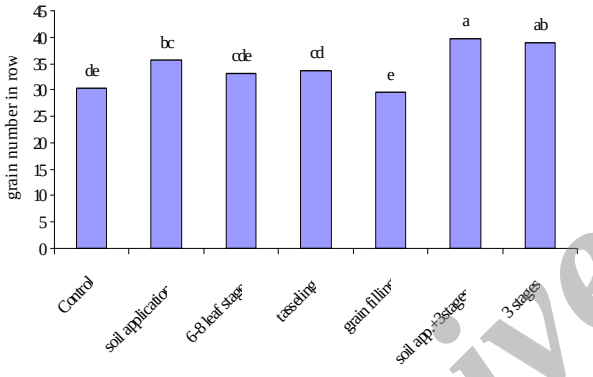
شکل ۱- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر تعداد بلال ذرت شیرین

Figure 1- Effect of method and time of Zn application on ear number in sweet corn



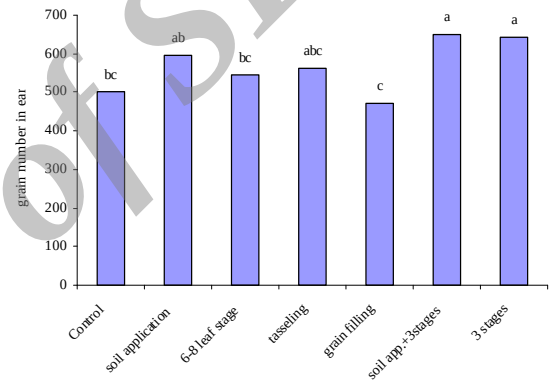
شکل ۲- اثر میزان مصرف روی بر تعداد بلال ذرت شیرین

Figure 2- Effect of Zn amount uses on ear number in sweet corn



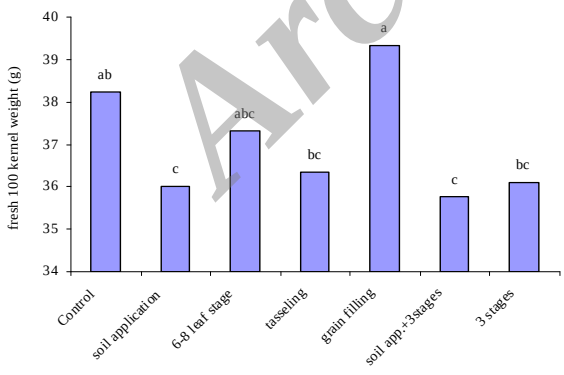
شکل ۳- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر تعداد دانه در ردیف

Figure 3- Effect of method and time of Zn application on grain number in row



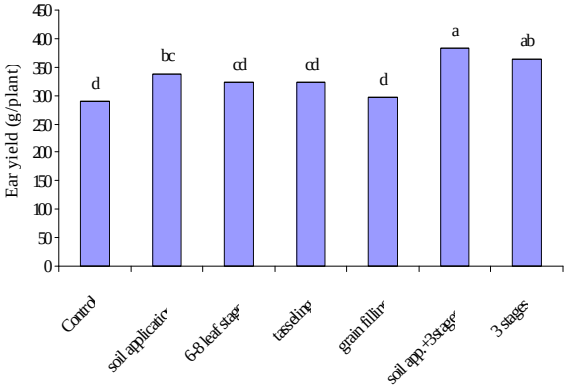
شکل ۴- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر تعداد دانه در بلال

Figure 4- Effect of method and time of Zn application on grain number in ear



شکل ۵- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر وزن صد دانه تر

Figure 5- Effect of method and time of Zn application on fresh 100 kernel weight

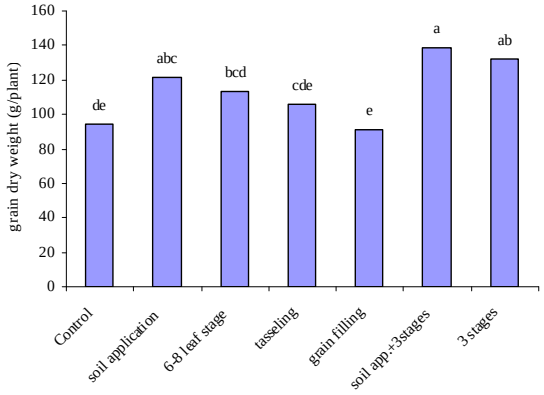


شکل ۶- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر عملکرد بلال ذرت شیرین

Figure 6- Effect of method and time of Zn application on ear yield in sweet corn

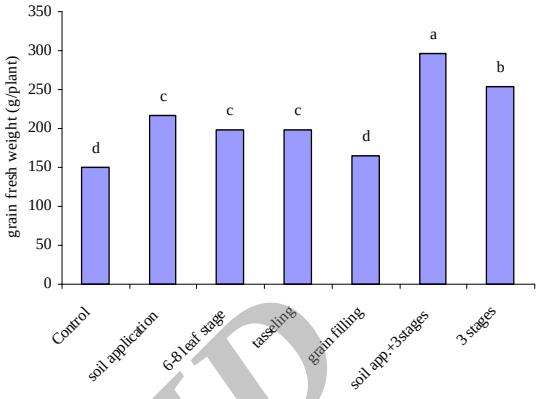
Archive of SID

www.SID.ir



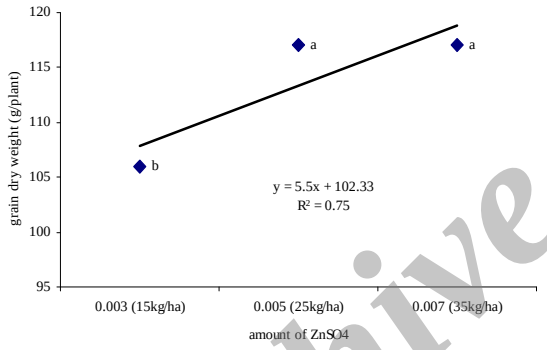
شکل ۷- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر عملکرد خشک دانه

Figure 7- Effect of method and time of Zn application on yield of dry grain



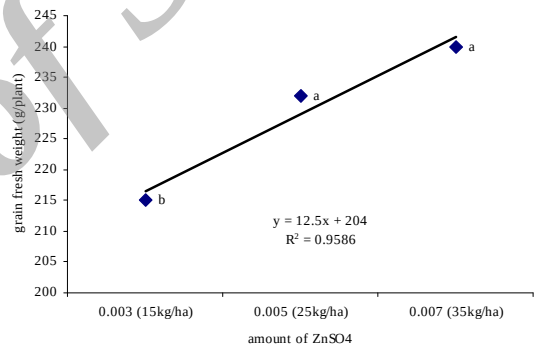
شکل ۸- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر عملکرد تر دانه

Figure 8- Effect of method and time of Zn application on yield of fresh grain



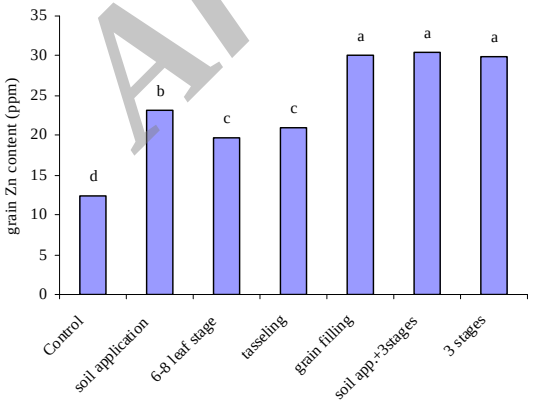
شکل ۹- اثر میزان مصرف روی بر تعداد بلال ذرت شیرین

Figure 9- Effect of Zn amount uses on yield of dry grain



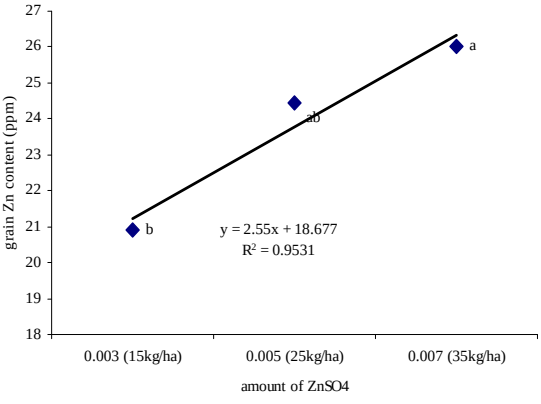
شکل ۱۰- اثر میزان مصرف روی بر تعداد بلال ذرت شیرین

Figure 10- Effect of Zn amount uses on yield of fresh grain



شکل ۱۱- اثر نحوه و زمان مصرف روی بر تعداد بلال ذرت شیرین

Figure 11- Effect of method and time of Zn application on grain Zn content



شکل ۱۲- اثر میزان مصرف روی بر تعداد بلال ذرت شیرین

Figure 12- Effect of Zn amount uses on grain Zn content

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Alloway, B.J. 2003. Zinc deficiency in crops. Reading RG66DW, United Kingdom, pp:1-14.
- Aref, F. 2011. Zinc and boron content by maize leaves from soil and foliar application of zinc sulfate and boric acid in zinc and boron deficient soils. *Middle-East Journal of Scientific Research.* 7 (4): 610-618
- Aref, F. 2012. Effect of different zinc and boron application methods on leaf nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in maize grown on zinc and boron deficient calcareous soils. *Journal of Soil Nature*. 6(1):1-10.
- Arshi, Y. 2000. Genetic improvement of vegetable crops. Jahad Daneshgahi of Mashhad Pub. Pp: 724
- Baybordi, A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. First Edition. P: 179.
- Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytology*. 146: 185–205.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification. *Plant and Soil.* 302: 1–17.
- Carsky, R.J. and W.S. Reid. 1990. Response of corn to zinc fertilization. *Journal of Production and Agriculture*. 3: 502-507.
- Coffman, C.B. and J.R. Miller. 1973. Response of corn in the greenhouse to soil applied zinc and a comparison of three chemical extraction for determining available zinc. *Journal of Soil Science*. 37: 72 -724.
- -Golam, F., N. Farhana, M. Firdaus Zain, N. Abdul Majid, M. M. Rahman, M. Motior Rahman and M. Abdul Kadir. 2011. Grain yield and associated traits of maize (*Zea mays* L.) genotypes in Malaysian tropical environment. *African Journal of Agricultural Research*. 6(28): 6147-6154.
- Grusak, M.A. and D. Della penna. 1999. Improving the nutrient composition of plants to enhance human nutrition and health. *Annual Review Plant Physiology, Plant Molecules and Biology*. 50: 133 -161.
- Heidarian, A.R., H. Kord, Kh. Mostafavi, A.P. Lak, F. Amini Mashhadi. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) at different growth stages. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*. 3(9): 189 -197.
- Hergert, G.W., P.T. Nordquist, J.L. Peterson, and B.A. Skates. 1996. Fertilizer and crop management practices for improving maize yield on high pH soils. *Journal of Plant Nutrition*. 19: 223-1233.
- Hong, W. and J. Ji-Yun. 2007. Effect of zinc deficiency and drought on plant growth and metabolism of reactive oxygen species in maize *(Zea mays* L.*). Science Direct of Agriculture, China*. 6: 988-995.

Archive of SID

www.SID.ir

- Hussien, E.A.A. and M.N. Faiyad. 1996. The combine effect of poudrette, zinc and cobalt on corn growth and nutrients uptake in alluvial soil. *Egyptian Journal of Soil Science*. 36: 47-58.
- Kaya, C. and D. Higgs. 2002. Response of tomato *(Lycopersicon esculentum* L.*)* cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. *Science Horticulture.* 93: 53–64.
- -Kanwal, R.S., A.M. Ranjha and R. Ahmad. 2010. Zinc partitioning in maize grain after soil fertilization with zinc sulfate. *International Journal of Agriculture and Biology*. 12: 299-302.
- -Leblance, P.V., U.C. Gupta and B.R. Christie. 1997. Zinc nutrition of silage corn grown on acid podzol. *Journal of Plant Nutrition*. 20(2&3): 345-353.
- -Mariotti. M., L. Ercoll and A. Mason. 1996. Spectrol properties of iron deficient corn and sunfhower leaves. *Remate Sensing of Environment*. 58: 282-288.
- Mortvedt. J., J. Chairman, P.M. Giordano and W.L. Lindsay. 1972. Micronutrient in agriculture. Am. Soil Science Society. 666 pp.
- Mostafavi Rad, M., Z. Tahmasbi Sarvestani, and R. Mahmoodi. 2008. The effect of Zn and Mn micronutrient on yield and some agronomical traits in 3 cultivars of wheat. *Pajouhesh and Sazandegi*. 80: 14-20.
- Pahlavan Rad, M.R., G. Keykha, A., and M.R. Naroui Rad. 2008. Effects of application of Zn, Fe and Mn on yield, yield component, nutrient concentration and uptake in wheat grain. *Pajouhesh and Sazandegi*. 79: 142-150.
- Potarzycki, J. and W. Grzebisz. 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant Soil Environment*. 12: 519-527.
- Salem, H.M. and N.Kh.B. El-Gizawy. 2012. Importance of micronutrients and its application methods for improving maize (*Zea mays* L.) yield grown in clayey soil. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science*. 12 (7): 954-959.
- Shanmugasundaram, R. and P. Savithri. 2006. Effect of levels and frequency of zinc sulphate application on its content and uptake by maize and sunflower in their sequential cropping system. *Agricultural Science Digest*. 26 (1): 31 - 34.
- Sheykhbagloo, N., A. Hassanzadeh Gorttapeh, M. Baghestani and B. Zand. 2009. Study the Effect of Zinc Foliar Application on the Quantitative and Qualitative yield of Grain Corn under Water Stress. *Electronic Journal of Crop Production*. 2 (2): 59-74
- Shukla, U.C. and H.D. Morris. 1967. Relative efficiency of several zzinc sources for corn. *Agronomy Journal*. 59: 200-202.
- Whitty, E.N. and C.G. Chambliss. 2005. Fertilization of field and forage crops. Nevada State University Publication. 21 pp.

Archive of SID

www.SID.ir