یافته های نوین کشاورزی
سال هفتم- شماره۲- زمستان ۱۳۹۱

واکنش صفات زراعی گندم دوروم به مصرف پلیمر سوپر جاذب عنصر روی و سلنیوم

مهدی غلامی،* کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحداراک، اراک، ایران
نور علی ساجدی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
مسعود گماریان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران

چکیده

به منظور بررسی تاثیر پلیمر سوپر جاذب و عناصر روی و سلنیوم بر صفات زراعی گندم دورم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. عوامل مورد آزمایش شامل سوپر جاذب در دو سطح صفر و ۲۵ کیلوگرم در هکتار، سولفات روی در سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلو گرم در هکتار و سلنیوم در دو سطح صفر و۲۰ گرم در هکتار بود. نتایج حاصل نشان داد که مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، صفات طول سنبله، شاخص بازآوری و عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۷/٦، ۲۱/۷ و ۱۳/٦٪ افزایش داد. اثر متقابل دوگانه تیمارها نشان داد که محلول پاشی سلنیوم توام با مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار عملکرد دانه را ١٤٪ افزایش داد. همچنین مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب توام با ۲۵ کیلوگرم سولفات روی در هکتار عملکرد دانه و شاخص بازآوری را به ترتیب ۱۵/۳ و ١٦/۳٪ افزایش داد. اثر متقابل سه گانه تیمار ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه معادل ۳۵۰۲ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و محلول پاشی سلنیوم حاصل شد که با تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و بدون محلول پاشی سلنیوم با عملکرد معادل ۳۳۸۵ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت.

واژه های کلیدی: گندم دوروم، سولفات روی، شاخص بازآوری، سلنیوم، عملکرد دانه

---

* نویسنده مسئول: E-mail:amirali.gholami7@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۹/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۲/۲

مقدمه

غلات نقش مهمی در الگوی مصرف هر کشوری در دنیا دارد و به همین دلیل از دیرباز حکومت های حاکم بر دنیا توجه ویژه ای به ازدیاد غلات به ویژه گندم مورد نیاز کشور خود کرده اند و از آرد آن برای تولید نان و سایر مواد غذایی استفاده می کنند.

گندم از مهم‌ترین گیاهانی است که حدود ۱۷٪ از زمین های زراعی زیر کشت در جهان را بخود اختصاص داده است و از طرفی غذای اصلی بیش از ۳۵٪ از مردم فقیر جهان به دلیل داشتن بیشترین انرژی و پروتئین در مقایسه با سایر گیاهان می باشد(۵). گندم از جمله گیاهان زراعی است که در تمامی قاره ها و بیشتر خاک‌ها کشت می شود و برای رشد به مواد غذایی مختلف از جمله عناصر غذایی ریز مغذی به‌خصوص روی و منگنز نیاز دارد. کمبود این عناصر در خاک نه تنها موجب کاهش عملکرد گیاه می گردد بلکه از طریق کاهش غلظت این عناصر در مواد غذایی از جمله دانه گندم موجب کاهش جذب آنها به وسیله انسان و دام شده که این امر باعث بروز بیماری های مختلف و در نتیجه پایین آمدن سطح بهداشت و سلامتی جامعه می گردد. کمبود این عناصر در مناطق خشک و نیمه خشک و در خاک‌های با واکنش قلیایی، خاک های شنی، خاک های فرسایش یافته و به‌خصوص در خاک های آهکی شیوع بیشتری دارد (٤). استفاده از ریز مغذی ها درکشور های پیشرفته از ارکان تغذیه خاک می باشد درحالی که درکشور ما به هیچ وجه به این امر توجهی نشده است. یکی از این عناصرریزمغذی و کم مصرف عنصر روی می باشد که کمبود آن در بیشتر کشورهای جهان گزارش شده است. درباب اهمیت مقدار روی درغذای انسان نیز همین بس که کمبود آن موجب ریزش مو و شکستگی ناخن و بسیاری اختلالات دیگر از جمله آسم، آلزایمر و غیره می شود (٦).

سلنیوم در عناصر کم مصرف ضروری گنجانده نشده است، اما در نواحی مختلف در سراسر جهان عامل مهمی در تولید محصول است. در بعضی نواحی مقدار این عنصر در خاک آن قدر زیاد است که دامهایی که روی این زمین‌ها می چرند مسموم می شوند. در موارد دیگر مقدار سلنیوم خاک به طور غیر عادی زیاد نیست اما زمین از گیاهانی پوشیده شده است که سلنیوم را در بافتهای خود انباشته می کنند (۷). تحقیقات نشان داده که سلنیوم یکی از اجزای ضروری برای فعالیت سیستم آنزیم های آنتی اکسیدانت است. تاثیر سلنیوم این است که در زمان استرس اکسیداتیو و تشکیل رادیکال‌های آزاد که منجر به صدمات و نابودی سلول می شود، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت را افزایش می دهد. بدون سلنیوم این آنزیم ها نمی توانند به اندازه کافی تشکیل شوند و سیستم آنتی اکسیدانی را فعال کنند (۲).

پلیمرهای سوپر جاذب، ژل های آب دوستی هستند که پس از جذب آب و در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک برای مدتی مرطوب می ماند (١٦). توسعه کاربرد هیدروژل های سوپر جاذب برای کاهش بحران هایی هم چون فرسایش خاک، خشکسالی های

پیاپی یا تامین امنیت غذایی نیازمند شناخت رفتارها و عملکرد آن ها در خاک است. پلیمر های سوپر جاذب باعث استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن، افزایش رطوبت خاک و افزایش جذب مواد غذایی و ریز مغذی های ضروری در خاک می گردد (۹).

بنابراین هدف از انجام این تحقیق ایجاد شرایطی مناسب از نظر حفظ رطوبت خاک و تامین عناصر غذایی مناسب در محیط اطراف ریشه با استفاده از پلیمر های سوپر جاذب و سولفات روی و همچنین محلول پاشی سلنیوم و بررسی واکنش خصوصیات زراعی گندم دوروم نسبت به کاربرد این ترکیبات بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سوپر جاذب در دو سطح صفر و ۲۵ کیلوگرم در هکتار، سولفات روی در سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و سلنیوم در دو سطح صفر و۲۰ گرم در هکتار بود. فاصله بین ردیف های کاشت ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۱۲ خط کشت به طول ٦ متر و فاصله بین هر کرت ٦۰ سانتی‌متر و بین هر تکرار۳ متر در نظر گرفته شد. قبل از کشت از خاک مزرعه نمونه برداری شد و بر اساس نتیجه آزمایش خاک مقدار کود های فسفر و پتاس در زمان کاشت به طور کامل به زمین داده شد (جدول۱). کود ازت در سه مرحله کاشت، ساقه دهی و ظهور سنبله اعمال شد. مقادیر سولفات روی و سوپر جاذب همراه فسفر و پتاس قبل از کشت به صورت خاک مصرف به طور یکنواخت به صورت نواری اعمال شد به گونه ای که کود ها و سوپر جاذب زیر بذر و در اختیار ریشه قرار گیرند. سوپر جاذب مورد استفاده از نوع استاکوزورب بود که از شرکت دیم گستران سبز آتیه تهیه گردید. سلنیوم از منبع سلنیت سدیم بود که به صورت محلول پاشی در دو مرحله ساقه دهی و ظهور سنبله استفاده شد. رقم گندم دوروم مورد استفاده آریا بود. پس از عملیات کاشت نسبت به آبیاری مزرعه اقدام شد و با فاصله زمانی کوتاهی دومین آبیاری برای بالا بردن درصد جوانه زنی انجام گرفت.

صفات وزن سنبله، تعداد پنجه در بوته، طول سنبله از میانگین تعداد ۱۵ بوته اندازه گیری شد. برداشت نهایی به هنگام رسیدگی کامل دانه ها صورت گرفت. در برداشت نهایی ۲ متر مربع از خطوط میانی هر کرت از سطح خاک برداشت و عملکرد دانه، عملکرد کاه وشاخص بازآوری محاسبه شد. شاخص بازآوری از تقسیم وزن سنبله بر عملکرد زیستی حاصل شد.

برای آنالیز واریانس داده ها ازنرم افزارMSTAT-C و برای مقایسه میانگین ها از روش دانکن ۵٪ استفاده شد.

جدول۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (cm)	هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$	اسیدیته کل PH	درصد کربن آلی	درصد ازت کل	فسفرقابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت
۰-۳۰	۲/۵	۷/۸	۰/٦۲	۰/۰٦	۸	۱۸۰	۳۹	۲٤	۳۷

نتایج و بحث

عملکرد دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر سولفات روی بر صفت عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۲). با مصرف مقادیر مختلف سولفات روی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. با مصرف ۲۵ و۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب ۱/٦ و ۱۳/٦٪ افزایش نشان داد (جدول۳). به نظر می رسد که علت افزایش عملکرد دانه، افزایش تعداد پنجه در بوته، وزن سنبله، طول سنبله و تلاش بازآوری می باشد.

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل دوگانه تیمارها بر عملکرد دانه معنی دار نشد با این وجود تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. با مصرف مقادیر مختلف سولفات روی در هر سطح سلنیوم عملکرد دانه افزایش یافت. با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در سطح بدون سلنیوم و مصرف ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب ۱۲/۸ و ۱٤/٤٪ افزایش یافت. به نظر می رسد که سولفات روی از طریق تاثیر بر فعالیت هورمون اکسین باعث بهبود شرایط رشد و افزایش پارامتر های زراعی و سلنیوم نیز از طریق بهبود فتوسنتز و تجمع کربوهیدرات ها باعث بهبود عملکرد دانه می شود (۱۹). بیشترین عملکرد دانه معادل ۳٤۸٤ مربوط به مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توام با مصرف۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد ۱۸٪ عملکرد دانه را افزایش داد (جدول ٤). اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر عملکرد دانه معنی دار نشد اما تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه از کاربرد توام مصرف سلنیوم، ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپرجاذب حاصل شد که عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۱۹٪ افزایش داد (جدول ۵). خادم و همکاران (۱۳۸٦) گزارش کردند که مصرف پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش عملکرد دانه در گیاه ذرت شد(۳). یوسفوند (۱۳۸۹) بیان کرد که مصرف ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم باعث افزایش عملکرد دانه گیاه آفتابگردان شد(۱۰). چگنی و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند مصرف سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه در گندم شد (۱). محمد و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند بکارگیری روی به روش های مختلف، عملکرد دانه را نسبت به شاهد بطور معنی داری افزایش می دهد (۱۲). یلماز وهمکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روش های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام

مختلف گندم نتیجه گرفتند مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش داد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم نیز زیاد شد (۱۹). موسوی نیک و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند با مصرف کودهای سولفات روی و سولفات منگنز علاوه بر افزایش تولید و غنی سازی، بذور گندم به علت ذخیره سازی از ریشه دهی بیشتری برخوردارمی شوند (۱۳) ضیائیان و ملکوتی (۲۰۰۱) عنوان نمودند آهن، منگنز، روی و مس باعث افزایش معنی دار در عملکرد دانه، عملکرد کاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله می شود (۲۰). پهلوان و پساراکلی (۲۰۰۹) گزارش نمودند کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی عملرد دانه را افزایش داد وی علت افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف روی را افزایش تعداد دانه و وزن هزار دانه عنوان نمودند (١٤). توراکاینین (۲۰۰۷) گزارش کرد در گیاهان سیب زمینی که با سلنیوم تیمار شدند، عملکرد غده بیشتری حاصل شد. وی چنین بیان کرد که سلنیوم تخصیص فتواسمّیلات‌ها را برای رشد غده‌ها افزایش می‌دهد، لذا غده‌ها به عنوان منبع غنی برای تجمع کربوهیدرات‌ها و سلنیوم عمل می‌کنند. همچنین آنها اثر مثبت سلنیوم روی سیب زمینی را به اثرات ضد اکسیدانی سلنیوم در تاخیر پیری گیاه، نسبت دادند. وی گزارش نمود کوددهی با سلنیوم می‌تواند از طریق افزایش سطح ترکیبات آلی حاوی سلنیوم موجود در غده‌ها، ارزش غذایی سیب زمینی را بهبود دهد (۱۸).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر سوپرجاذب، سولفات روی و سلنیوم بر صفات زراعی گندم دوروم

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	عملکرد کاه	وزن سنبله	طول سنبله	تعداد پنجه در بوته	شاخص بازآوری
تکرار	۳	٦٦٧٩/٠٧^{ns}	٢٢٦٦٤٧/٩٦^{ns}	٠/٠٥٤^{ns}	٠/٥٥٠^{ns}	٢/٨٦٧**	٠/٠١٤^{ns}
سلنیوم	۱	١٨٨/٠٢١^{ns}	١٣٢٨٢٥/٥٢^{ns}	٠/٠٦٢^{ns}	٠/٣٤٣^{ns}	٠/١١٠^{ns}	٠/٠٠٠١^{ns}
سولفات روی	۱	١٠٥٧٦٣٠/٦٤**	٦٤٧٢٩٥/٦٤*	١/٣٢٤**	٠/٩٦١*	٨/٤٩١**	٠/٠٥**
سلنیوم× روی	۲	١١٢١٨/٢٧^{ns}	١٩٨٢٧٩/٥٢^{ns}	٠/٠٧٧^{ns}	٠/٢٤٥^{ns}	١/٦٤١*	٠/٠٠٣^{ns}
سوپر جاذب	۱	١٤٧٩٦٣/٠٢^{ns}	٨٠٩٣٤/١٨^{ns}	٠/٠٠٣^{ns}	٠/٠١٠^{ns}	١/٢٣٥^{ns}	٠/٠٠٠١^{ns}
سلنیوم× سوپرجاذب	۱	١٥٣٧٢/٥٢^{ns}	٧٤٧٥/٠٢^{ns}	٠/١١٠^{ns}	٠/٠٠١^{ns}	١/٠٥٠^{ns}	٠/٠٠٥^{ns}
روی× سوپرجاذب	۲	٦٦٢٨٠/٣٩^{ns}	١٤٢١٥٣/١٨^{ns}	٠/٠٠٧^{ns}	٠/٢٥^{ns}	٠/٠٠٥^{ns}	٠/٠٠٢^{ns}
سلنیوم×روی× سوپر جاذب	۲	٣١٥٢/٠٢^{ns}	١٧٤٦١/٣٩^{ns}	٠/٠٧١^{ns}	٠/٢٧^{ns}	٠/٠٧٠^{ns}	٠/٠٠١^{ns}
خطا	۳۳	٧٤٣٥٩/١٢	١٥٢٦٨٤/٣١	٠/٠٥٣	٠/٢٠٣	٠/٤٩	٠/٠٠٣
ضریب تغییرات (%)		٨/٧٤	٥/١٤	٨/٨٨	٨/٠٧	١٥/٠٤	١٤/٠٣

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

عملکرد کاه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی برصفت عملکرد کاه در سطح ۵٪ معنی دار شد. اما اثر سلنیوم، سوپرجاذب و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر صفت عملکرد کاه معنی دار نشد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها با مصرف سولفات روی عملکرد کاه افزایش یافت. با مصرف ۵۰ کیلو گرم در هکتار سولفات روی، عملکرد کاه نسبت به تیمار شاهد ٤/۹٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). اثر متقابل دوگانه تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد کاه معادل ۷۹۵۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توام با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بود که نسبت به تیمار شاهد ۷٪ عملکرد کاه را افزایش داد (جدول ٤). علت افزایش عملکرد کاه در اثر مصرف توام ۲۵ کیلوگرم سوپر جاذب و۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی را می توان ناشی از افزایش تعداد پنجه در بوته و افزایش شاخص تلاش بازآوری عنوان نمود. اثر متقابل سه گانه تیمار ها نشان داد که بیشترین عملکرد کاه از کاربرد توام۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپرجاذب و بدون مصرف سلنیوم حاصل شد که عملکرد کاه را ۹/۲٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۵). تاندون (۱۹۹۵) بیان کرد مصرف عنصر روی باعث افزایش شاخه بندی در کلزا می شود این خود باعث افزایش عملکرد کاه می گردد (۱۷). یلماز و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روش های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم نتیجه گرفتند که مصرف سولفات روی عملکرد کاه را افزایش داد (۱۹). کریمی و نادری (۱۳۸٦) با بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر ذرت علوفه ای در خاک هایی با بافت های مختلف به این نتیجه رسیدند که عملکرد ماده خشک افزایش می یابد (۸). لیونز و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند با استفاده از۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم سلنیت سدیم غلظت سلنیوم در بذرها، اندام‌های هوایی و ریشه در گیاهچه‌ها کشت شده کلزا در اتاقک رشد افزایش یافت. میانگین، تولید بذر در گیاهان تیمار شده با سلنیوم ٤۳٪ بیشتر از گیاهان شاهد (بدون سلنیوم) بود. بین گروه‌ها در صفات وزن تک بذر، زیست توده کلّ یا زیست توده اندام هوایی اختلافی مشاهده نشد (۱۱).

وزن سنبله

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر صفت وزن سنبله در سطح ۱٪ معنی دار شد. اما اثر سلنیوم، سوپرجاذب و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر صفت وزن سنبله معنی دار نشد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها با مصرف سولفات روی وزن سنبله افزایش یافت. با مصرف۲۵ و ۵۰ کیلو گرم در هکتار سولفات روی، وزن سنبله نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۹/۷٪ و ۱۹/۸٪ افزایش نشان داد (جدول۳). اثر متقابل دوگانه تیمارها نشان داد که بیشترین وزن سنبله معادل ۲/۹۸ گرم مربوط به مصرف۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بدون اعمال سلنیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۳/۵٪ وزن سنبله را افزایش داد (جدول٤). اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر وزن سنبله معنی دار نشد اما تیمارها در

گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین وزن سنبله معادل۳/۰۱ گرم از کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپرجاذب بدون سلنیوم حاصل شد که وزن سنبله را ۲۲/۵٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۵).

جدول۳: مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات اندازه گیری شده بر صفات زراعی گندم دوروم

تیمارها	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد کاه (kg/ha)	وزن سنبله (g)	طول سنبله (cm)	تعداد پنجه در بوته	شاخص بازآوری ٪
سلنیوم						
بدون مصرف(se_0)	۳۱۲٤a	۷۵۵۲ a	۲/٦۳٤a	۵/٤۹۱a	٤/۷۳۳a	۰/۳۷٦۵a
مصرف ۲۰ گرم در هکتار(se_1)	۳۱۲۰a	۷٦۵۷ a	۲/۵٦۲a	۵/٦٦۰a	٤/٦۳۷a	۰/۳۷۹۲a
سولفات روی						
بدون مصرف(zn_0)	۲۹۵۰b	۷٤٤٤b	۲/۳۲٤c	۵/٤۰٤b	۳/۹٤٤c	۰/۳٤٦۲b
مصرف۲۵ کیلو گرم در هکتار(zn_1)	۲۹۹۸b	۷۵٤۰b	۲/۵۷٤b	۵/٤٦٦b	٤/۷۱۳b	۰/۳٤٤۹b
مصرف ۵۰ کیلو گرم در هکتار(zn_2)	۳٤۱٤a	۷۸۳۰a	۲/۸۹۸a	۵/۸۵٦a	۵/٤۰۰a	۰/٤٤۲۵ a
سوپرجاذب						
بدون مصرف(s_0)	۳۰٦٦a	۷۵٦٤a	۲/۵۹۰a	۵/۵۹۰a	٤/۵۲۵a	۰/۳۸۰۰a
مصرف ۲۵ کیلو گرم در هکتار(s_1)	۳۱۷۷a	۷٦٤٦ a	۲/٦۰٦a	۵/۵٦۱a	٤/۸٤٦a	۰/۳۷۵۸a

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی داری ندارند

طول سنبله

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر صفت طول سنبله در سطح ۵٪ معنی دار شد. اما اثر سلنیوم، سوپرجاذب و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر صفت طول سنبله معنی دار نشد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها با مصرف سولفات روی طول سنبله افزایش یافت. با مصرف ۵۰ کیلو گرم در هکتار سولفات روی، طول سنبله نسبت به تیمار شاهد ۷/۷٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل دوگانه تیمارها بر طول سنبله معنی دار نشد با این وجود تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین طول سنبله معادل ٦/۰۵ سانتی‌متر مربوط به مصرف ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم توام با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۰٪ طول سنبله را افزایش داد (جدول ٤). اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر طول سنبله معنی دار نشد اما تیمارها در گروه های تلف قرار گرفتند. بیشترین طول سنبله معادل ٦/۰٦ سانتی متر که از کاربرد توام مصرف ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم، ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپرجاذب حاصل شد که طول سنبله را ۱۲/۹٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). محمد و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که به کارگیری روی به‌طرق مختلف از جمله افزایش طول سنبله، عملکرد دانه را نسبت به شاهد به‌طور

معنی داری افزایش می دهد(۱۲). پنانن و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند رشد گیاه با استفاده از سلنیوم تحریک شد و این تحریک رشد ناشی از افزایش و تجمع نشاسته در کلروپلاست بود (۱۵).

جدول ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه سلنیوم، سولفات روی و سوپر جاذب بر صفات زراعی گندم دوروم

تیمارها	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد کاه (kg/ha)	وزن سنبله (g)	طول سنبله (cm)	تعداد پنجه در بوته	شاخص بازآوری(٪)
سلنیوم × سولفات روی						
Se_0z_0	۲۹۵۵b	۷۳۲۱b	۲/۲۸۰d	۵/٤٤۹b	٤/۱۰۰c	۰/۳۳٦۳ b
Se_0z_1	۳۰۲۵b	۷٤۲۹b	۲/٦٤۱bc	۵/۳۷۰b	۵/۰۲۱ab	۰/۳۳۵۹ b
Se_0z_2	۳۳۹۲a	۷۹۰٦a	۲/۹۸۲a	۵/٦۵٤ab	۵/۰۸۸ab	۰/٤۵۷۵ a
Se_1z_0	۲۹٤٦b	۷۵٦۷ab	۲/۳٦۸d	۵/۳٦۰b	۳/۷۸۷c	۰/۳۵٦۱ b
Se_1z_1	۲۹۷۱b	۷٦۵۱ab	۲/۵۰٦cd	۵/۵٦۱b	٤/٤۱۲bc	۰/۳۵٤۰ b
Se_1z_2	۳٤٤۳a	۷۷۵۵ab	۲/۸۱۳ab	٦/۰۵۹ a	۵/۷۱۳a	۰/٤۲۷۵ a
سلنیوم × سوپرجاذب						
Se_0s_0	۳۰۵۰a	۷۵۲٤a	۲/٦۷٤a	۵/۵۰۲a	٤/٤۲۵a	۰/۳۸۸۳a
Se_0s_1	۳۱۹۷a	۷۵۸۱a	۲/۵۹٤a	۵/٤۸۰a	۵/۰٤۲a	۰/۳٦٤۷a
Se_1s_0	۳۰۸۲a	۷٦۰٤a	۲/۵۰۷a	۵/٦۷۸a	٤/٦۲۵a	۰/۳۷۱٦a
Se_1s_1	۳۱۵۷a	۷۷۱۱a	۲/٦۱۸a	۵/٦٤۲a	٤/٦۵۰a	۰/۳۸٦۸a
سولفات روی × سوپرجاذب						
Zn_0s_0	۲۸۳۷b	۷۳۸۷b	۲/۳٤۰cd	۵/۲۹٦b	۳/۷٦۳d	۰/۳۵۹۳b
Zn_0s_1	۳۰٦٤b	۷۵۰۱b	۲/۳۰۷d	۵/۵۱۳b	٤/۱۲۵cd	۰/۳۳۳۱b
Zn_1s_0	۳۰۱۱b	۷٦۰۰ab	۲/۵۵٤bc	۵/٤۷۵b	٤/۵٦۳bc	۰/۳٤۸۹b
Zn_1s_1	۲۹۸٤b	۷٤۸۰b	۲/۵۹۳b	۵/٤۵٦b	٤/۸٦۳abc	۰/۳٤۱۰b
Zn_2s_0	۳۳۵۱a	۷۷۰٤ab	۲/۸۷٦a	۵/۹۹۹a	۵/۲۵۰ab	۰/٤۳۱۷a
Zn_2s_1	۳٤۸٤a	۷۹۵۷a	۲/۹۱۹a	۵/۷۱٤ab	۵/۵۵۰a	۰/٤۵۳۲a

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی داری ندارند

تعداد پنجه در بوته

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی و اثر متقابل دو گانه سلنیوم و سولفات روی بر صفت تعداد پنجه به ترتیب در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی دار شد. اما اثر سلنیوم، سوپرجاذب و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر صفت تعداد پنجه معنی دار نشد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها با مصرف سولفات روی تعداد پنجه افزایش یافت. با مصرف ۵۰ کیلو گرم در هکتار سولفات روی، تعداد پنجه نسبت به تیمار شاهد ۲٦/۹٪ افزایش نشان داد. همچنین با مصرف ۲۵ کیلو گرم در هکتار سولفات روی، تعداد پنجه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری یافت به گونه ای که تعداد پنجه را نسبت به تیمار شاهد ۱٦/۳٪ افزایش داد (جدول ۳). با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل دوگانه سلنیوم و سولفات روی بر صفت تعداد پنجه معنی دار شد. بیشترین تعداد پنجه معادل ۵/۷۱

مربوط به مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و و ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۸/۲۳٪ تعداد پنجه را افزایش داد (جدول ٤).

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه سلنیوم، سولفات روی و سوپر جاذب بر صفات زراعی گندم دوروم

تیمارها	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد کاه (kg/ha)	وزن سنبله (g)	طول سنبله (cm)	تعداد پنجه در بوته	شاخص بازآوری (٪)
$Se_0zn_0s_0$	۲۸۰۷d	۷۳۱۰ b	۲/۳۳٦ ef	۵/۲۷۵ b	۳/۷۰۰ c	۰/۳٦۵۵ bcd
$Se_0zn_0s_1$	۳۱۰۳ abcd	۷۳۳۳b	۲/۲۲٤ f	۵/٦۲۲ab	٤/۵۰۰bc	۰/۳۰۷۰d
$Se_0zn_1s_0$	۳۰۲۷ bcd	۷۵۰۱ ab	۲/۷٤۰abcd	۵/۲۸۷b	٤/۷۲۵abc	۰/ ۳٤٦۷ cd
$Se_0zn_1s_1$	۳۰۲۳bcd	۷۳۵۷ b	۲/۵٤۲cdef	۵/٤۵۲ab	۵/۳۰۰ ab	۰/۳۲۵۰ cd
$Se_0zn_2s_0$	۳۳۱۷ abc	۷۷٦۰ab	۲/۹٤٦ab	۵/۹٤۳ab	٤/۸۵۰ bc	۰/٤۵۲۷ a
$Se_0zn_2s_1$	۳٤٦٦ a	۸۰۵۳a	۳/۰۱۷a	۵/۳٦۵ab	۵/۳۲۵ ab	۰/٤٦۲۲a
$Se_1zn_0s_0$	۲۸٦٦cd	۷٤٦٤ab	۲/۳٤۵ef	۵/۳۱۸ab	۳/۸۲۵c	۰/۳۵۳۰cd
$Se_1zn_0s_1$	۳۰۲۵bcd	۷٦۷۰ab	۲/۳۹۰ def	۵/٤۰۳ ab	۳/۷۵۰c	۰/۳۵۹۳bcd
$Se_1zn_1s_0$	۲۹۹٦ bcd	۷٦۹۹ab	۲/۳٦۹ef	۵/٦٦۳ab	٤/٤۰۰ bc	۰/۳۵۱۰cd
$Se_1zn_1s_1$	۲۹٤۵bcd	۷٦۰۲ab	۲/٦٤٤bcde	۵/٤٦۰ab	٤/٤۲۵ bc	۰/۳۵۷۰bcd
$Se_1zn_2s_0$	۳۳۸۵ ab	۷٦٤۹ab	۲/۸۰٦ abc	٦/۰۵۵ a	۵/٦۵۰a	۰/٤۱۰۸abc
$Se_1zn_2s_1$	۳۵۰۲ a	۷۸٦۱ab	۲/۸۲۱abc	٦/۰٦۳ a	۵/۷۷۵ a	۰/٤٤٤۲ ab

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی داری ندارند

اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر تعداد پنجه معنی دار نشد اما تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین تعداد پنجه معادل ۵/۷۷ از کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم سولفات روی، ۲۵ کیلوگرم سوپرجاذب و ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم حاصل شد که تعداد پنجه را ۳۵/۹۳٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۵).

شاخص بازآوری

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر صفت شاخص بازآوری در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها با مصرف سولفات روی شاخص بازآوری افزایش یافت. با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، شاخص بازآوری نسبت به تیمار شاهد ۲۱/۷٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل دوگانه تیمارها بر شاخص بازآوری معنی دار نشد با این وجود تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین شاخص بازآوری معادل ۷۵/٤۵٪ مربوط به مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و بدون سلنیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲٦/٤٪ شاخص بازآوری را افزایش داد (جدول٤). اثر متقابل سه گانه تیمارها بر شاخص بازآوری معنی دار نشد اما تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین شاخص بازآوری معادل ۰/٤٦۲۲ که از کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپرجاذب بدون سلنیوم حاصل شد

که شاخص بازآوری را ۲۰/۹٪ افزایش داد (جدول ۵). بنابراین با توجه به اینکه تولید گندم در کشور با دو هدف افزایش عملکرد در واحد سطح و بهبود کیفیت محصول دنبال می شود لذا با مصرف ترکیبات سوپر جاذب و کود عناصر کم مصرف بویژه روی و سلنیوم ضمن بهبود شرایط تغذیه در اطراف ریزوسفر و محلول عناصر غذایی می توان زمینه بهبود کمیت و کیفیت محصول را فراهم نمود.

منابع

۱- **چگنی، ر.، خورگامی، ع.، رفیعی، م. و بور، ق. ۱۳۸۷.** بررسی اثر سطوح مختلف کودهای سولفات روی و سولفات منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی سه رقم گندم آبی در شهرستان خرم آباد. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی – دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز - سال اول، شماره چهار.

۲- **حبیبی، د.، شافعی، س.، محمودی، ع.، مشهدی بوجار، م.، اردکانی، م. ر.، فتح اله طالقانی، د.، رفیعی، د. و شکروی، م. ۱۳۸۵.** بررسی تنش کم آبی کاربرد سلنیوم بر برخی خصوصیات زراعی دو رقم سویا. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد دوم. شماره ۱. صفحات ۵۱-٦٤.

۳- **خادم، س.، رمرودی، ع. م.، گلوی، م. و روستا، م. ج. ۱۳۸٦.** تأثیر تنش خشکی و کاربرد نسبتهای مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای.مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ٤۲. شماره ۱، (۱۲۳-۱۱۵).

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

۵- **علیزاده، ا. ۱۳۷۲.** اصول طراحی سیستم های آبیاری (ترجمه) انتشارات آستان قدس رضوی. صفحه ۵۳۹.

٦- **ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷.** نقش ریز مغذی روی در افزایش تولید و محصولات کشاورزی، مجله زیتون (ویژه نامه شماره ٦) ، انتشارات وزارت کشاورزی، تهران.

۷- **ملکوتی، م. ج. و همدانی، ع. ر. ۱۳۷۰.** (ترجمه) کودها و حاصل خیزی خاک. مرکز نشر دانشگاهی. تهران.

۸- **کریمی، ا. و نادری، م. ۱۳۸٦.** بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت علوفه ای در خاک های با بافت مختلف. پژوهش کشاورزی. آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد هفتم. شماره ۳.

۹- **کریمی، ا. ۱۳۷۲.** بررسی تاثیر ماده اصلاحی ایگیتا بر روی برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و رشد گیاه. رساله کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه کشاورزی، دانشگاه تهران. ۱۹٦ صفحه.

۱۰- **یوسفوند، پ. ۱۳۸۹.** اثر زئولیت و سلنیوم در شرایط تنش خشکی بر صفات زراعی و بیوشیمیایی آفتابگردان روغنی. پایان نامه ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک. ۱٤۲ صفحه.

11- Lyons, G. H., Genc, K., Soole, J., Stangoulis, C. R., Liu, F. and Graham, R. D. 2009. selenium increases seed production in Brassica. Plant Soil. 318:73–80.

12- Mohamad, W., Ighbal, M. and Shal, S. M. 1990. Effect of mode of application to zine and iron on yield of wheat. J. Agric.6:6, 615-618.

13- Moussavi -Nik, M., Pearson, J. N., Hollamby, G. J. and Graham, R. D. 1997. Seed manganese (Mn) content is more important than Mn fertilization for wheat growth under Mn deficient conditions. J. Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment.267-268.

14- Pahlavan-Rad, M. and Pessarakli, M. 2009. Response of wheat plants to Zinc, Iron, and Manganese applications and uptake and concentration of Zinc, Iron, and Manganese in wheat grains. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 40: 1322–1332.

15 - Pennanen, A., Xue, T. and Hartikainen, H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. Journal of Applied Botany. 76: 66- 76.

16- Rajo, K. M., Rajo, M. P. and Mohan, Y. M. 2002. Synthesis and water absorbency of crosslinked superabsorbent polymers.J .Appl.polymers sci.85:1795-1801.

17- Tandon, K. 1995. Micronutrients in soil , crops, and fertilizers . Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.

18-Turakainen, M., Hartikainen, H., Ekholm, P. and Seppänen, M. M. 2006. Distribution of selenium in different biochemical fractions and raw darkening degree of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers supplemented with selenate. Journal of Agricultural and Food Chemistry., 54: 8617-8622.

19- Yilmaz, A., Ekis, H. and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. J.Plant Nutr.20:46.

20- Ziaeian, A. H. and Malakouti, M. J. 2001. Effects of Fe, Mn, Zn, and Cu fertilization on the yield and grain quality of wheat in the calcareous soils of Iran. In Developments in plant and soil sciences, ed. W. J. Horst, M. K. Schenk, A. Bu ¨ rkert, N. Claassen, H. Flessa, W. B. Frommer, H. Goldbach, et al.