

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

مهدی غلامی،\* کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، 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 دوروم، 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 کیلوگرم در هکتار و سلنیوم در دو سطح صفر و ۲۰ 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 ۷/۶، ۲۱/۷ و ۱۳/۶٪ افزایش داد. اثر متقابل دوگانه تیمارها نشان داد که محلول پاشی سلنیوم توام با مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار عملکرد دانه را ۱۴٪ 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 ۱۶/۳٪ افزایش داد. اثر متقابل سه گانه تیمارها 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

## 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 مهم ترین 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 به خصوص 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 خاک های با واکنش قلیایی، خاک های شنی، خاک های فرسایش یافته و به خصوص در خاک های آهکی شیوع بیشتری دارد (۴). استفاده از ریز مغذی ها در کشور های پیشرفته از ارکان تغذیه خاک می باشد در حالی که در کشور ما به هیچ وجه به این امر توجهی نشده است. یکی از این عناصر ریز مغذی و کم مصرف عنصر روی می باشد که کمبود آن در بیشتر کشورهای جهان گزارش شده است. درباب اهمیت مقدار روی در غذای 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 (۶).

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 زمین ها 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 رادیکال های 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 (۱۶). توسعه کاربرد هیدروژل های سوپر جاذب برای کاهش بحران هایی هم چون فرسایش خاک، خشکسالی های

پیبایی 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 روش ها

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 و ۲۰ گرم در هکتار بود. فاصله بین ردیف های کاشت ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۱۲ خط کشت به طول ۶ متر و فاصله بین هر کرت ۶۰ سانتی متر و بین هر تکرار ۳ 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 (جدول ۱). 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 و شاخص بازآوری محاسبه شد. شاخص بازآوری از تقسیم وزن سنبله بر عملکرد زیستی حاصل شد.

برای آنالیز واریانس داده ها از نرم افزار MSTAT-C و برای مقایسه میانگین ها از روش دانکن ۵٪ استفاده شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (cm)	هدایت الکتریکی dS.m <sup>-1</sup>	اسیدیته کل PH	درصد کربن آلی	درصد ازت کل	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت
۰-۳۰	۲/۵	۷/۸	۰/۶۲	۰/۰۶	۸	۱۸۰	۳۹	۲۴	۳۷

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر سولفات روی بر صفت عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). با مصرف مقادیر مختلف سولفات روی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. با مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب ۱/۶ و ۱۳/۶٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). 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 ۱۴/۴٪ افزایش یافت. به نظر می رسد که سولفات روی از طریق تاثیر بر فعالیت هورمون اکسین باعث بهبود شرایط رشد و افزایش پارامترهای زراعی و سلنیوم نیز از طریق بهبود فتوسنتز و تجمع کربوهیدرات ها باعث بهبود عملکرد دانه می شود (۱۹). بیشترین عملکرد دانه معادل ۳۴۸۴ مربوط به مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب توام با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد ۱۸٪ عملکرد دانه را افزایش داد (جدول ۴). اثر متقابل سه گانه تیمارها 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 سوپر جاذب حاصل شد که عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۱۹٪ افزایش داد (جدول ۵). خادم و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که مصرف پلیمر سوپر جاذب 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 و همکاران (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 برخوردار می 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 پساراکی (۲۰۰۹) گزارش نمودند کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی عملکرد دانه را افزایش داد وی علت افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف روی را افزایش تعداد دانه و وزن هزار دانه عنوان نمودند (۱۴). تورا کاین (۲۰۰۷) گزارش کرد در گیاهان سیب زمینی که با سلنیوم تیمار شدند، عملکرد غده بیشتری حاصل شد. وی چنین بیان کرد که سلنیوم تخصیص فتواسمپلاتها را برای رشد غدهها افزایش می دهد، لذا غدهها به عنوان منبع غنی برای تجمع کربوهیدراتها و سلنیوم عمل می کنند. 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 می تواند از طریق افزایش سطح ترکیبات آلی حاوی سلنیوم موجود در غدهها، ارزش غذایی سیب زمینی را بهبود دهد (۱۸).

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

منابع تغییرات	تکرار	عملکرد دانه	عملکرد کاه	میانگین مربعات		ضریب تغییرات (%)
				وزن سنبله	طول سنبله	
شاخص	تعداد پنجه	بازآوری	تعداد پنجه	بازآوری	بازآوری	بازآوری
تکرار	۳	۶۶۷۹/۰۷ <sup>ns</sup>	۲۲۶۶۴۷/۹۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۴ <sup>ns</sup>
سلنیوم	۱	۱۸۸/۰۲۱ <sup>ns</sup>	۱۳۲۸۲۵/۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۴۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup>
سولفات روی	۱	۱۰۵۷۶۳۰/۶۴ <sup>**</sup>	۶۴۷۲۹۵/۶۴ <sup>*</sup>	۱/۳۲۴ <sup>**</sup>	۰/۹۶۱ <sup>*</sup>	۰/۰۵ <sup>**</sup>
سلنیوم × روی	۲	۱۱۲۱۸/۲۷ <sup>ns</sup>	۱۹۸۲۷۹/۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>
سوپر جاذب	۱	۱۴۷۹۶۳/۰۲ <sup>ns</sup>	۸۰۹۳۴/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup>
سلنیوم × سوپر جاذب	۱	۱۵۳۷۲/۵۲ <sup>ns</sup>	۷۴۷۵/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>
روی × سوپر جاذب	۲	۶۶۲۸۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۱۴۲۱۵۳/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>
سلنیوم × روی × سوپر جاذب	۲	۳۱۵۲/۰۲ <sup>ns</sup>	۱۷۴۶۱/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۱ <sup>ns</sup>	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>
خطا	۳۳	۷۴۳۵۹/۱۲	۱۵۲۶۸۴/۳۱	۰/۰۵۳	۰/۲۰۳	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (%)		۸/۷۴	۵/۱۴	۸/۸۸	۸/۰۷	۱۴/۰۳

\*\*، \*، ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

### عملکرد کاه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سولفات روی بر صفت عملکرد کاه در سطح ۵٪ معنی دار شد. اما اثر سلینیوم، سوپر جاذب 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 ۴/۹٪ 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 سوپر جاذب توام با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بود که نسبت به تیمار شاهد ۷٪ عملکرد کاه را افزایش داد (جدول ۴). علت افزایش عملکرد کاه در اثر مصرف توام ۲۵ کیلوگرم سوپر جاذب و ۵۰ 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 تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد کاه از کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپر جاذب و بدون مصرف سلینیوم 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 (۱۳۸۶) 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 از ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم سلیت سدیم غلظت سلینیوم در بذرها، اندام های هوایی و ریشه در گیاهچه ها کشت شده کلزا در اتاقک رشد افزایش یافت. میانگین، تولید بذر در گیاهان تیمار شده با سلینیوم ۴۳٪ بیشتر از گیاهان شاهد (بدون سلینیوم) بود. بین گروه ها در صفات وزن تک بذر، زیست توده کل 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 سلینیوم، سوپر جاذب 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 مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلو گرم در هکتار سولفات روی، وزن سنبله نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۹/۷٪ و ۱۹/۸٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). اثر متقابل دوگانه تیمارها نشان داد که بیشترین وزن سنبله معادل ۲/۹۸ گرم مربوط به مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بدون اعمال سلینیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۳/۵٪ وزن سنبله را افزایش داد (جدول ۴). اثر متقابل سه گانه تیمارها بر وزن سنبله معنی دار نشد اما تیمارها در

گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین وزن سنبله معادل ۳/۰۱ 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).

جدول ۳: 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 <sub>0</sub> )	۳۱۲۴a	۷۵۵۲ a	۲/۶۳۴a	۵/۴۹۱a	۴/۷۳۳a	۰/۳۷۶۵a
مصرف ۲۰ گرم در هکتار (Se <sub>1</sub> )	۳۱۲۰a	۷۶۵۷ a	۲/۵۶۲a	۵/۶۶۰a	۴/۶۳۷a	۰/۳۷۹۲a
سولفات روی						
بدون مصرف (Zn <sub>0</sub> )	۲۹۵۰b	۷۴۴۴b	۲/۳۲۴c	۵/۴۰۴b	۳/۹۴۴c	۰/۳۴۶۲b
مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار (Zn <sub>1</sub> )	۲۹۹۸b	۷۵۴۰b	۲/۵۷۴b	۵/۴۶۶b	۴/۷۱۳b	۰/۳۴۴۹b
مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار (Zn <sub>2</sub> )	۳۴۱۴a	۷۸۳۰a	۲/۸۹۸a	۵/۸۵۶a	۵/۴۰۰a	۰/۴۴۲۵ a
سوپرجاذب						
بدون مصرف (S <sub>0</sub> )	۳۰۶۶a	۷۵۶۴a	۲/۵۹۰a	۵/۵۹۰a	۴/۵۲۵a	۰/۳۸۰۰a
مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار (S <sub>1</sub> )	۳۱۷۷a	۷۶۴۶ a	۲/۶۰۶a	۵/۵۶۱a	۴/۸۴۶a	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 کیلوگرم 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 ۶/۰۵ سانتی متر 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 ۴). اثر متقابل سه گانه تیمارها بر طول سنبله معنی دار نشد اما تیمارها در گروه های تلف قرار گرفتند. بیشترین طول سنبله معادل ۶/۰۶ 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 به طرق مختلف از جمله افزایش طول سنبله، عملکرد دانه را نسبت به شاهد به طور

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

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه سلینیوم، 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 (%)
سلینیوم × سولفات روی						
Se <sub>0</sub> Z <sub>0</sub>	۲۹۵۵b	۷۳۲۱b	۲/۲۸۰d	۵/۴۴۹b	۴/۱۰۰c	۰/۳۳۶۳ b
Se <sub>0</sub> Z <sub>1</sub>	۳۰۲۵b	۷۴۲۹b	۲/۶۴۱bc	۵/۳۷۰b	۵/۰۲۱ab	۰/۳۳۵۹ b
Se <sub>0</sub> Z <sub>2</sub>	۳۳۹۲a	۷۹۰۶a	۲/۹۸۲a	۵/۶۵۴ab	۵/۰۸۸ab	۰/۴۵۷۵ a
Se <sub>1</sub> Z <sub>0</sub>	۲۹۴۶b	۷۵۶۷ab	۲/۳۶۸d	۵/۳۶۰b	۳/۷۸۷c	۰/۳۵۶۱ b
Se <sub>1</sub> Z <sub>1</sub>	۲۹۷۱b	۷۶۵۱ab	۲/۵۰۶cd	۵/۵۶۱b	۴/۴۱۲bc	۰/۳۵۴۰ b
Se <sub>1</sub> Z <sub>2</sub>	۳۴۴۳a	۷۷۵۵ab	۲/۸۱۳ab	۶/۰۵۹ a	۵/۷۱۳a	۰/۴۲۷۵ a
سلینیوم × سوپر جاذب						
Se <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	۳۰۵۰a	۷۵۲۴a	۲/۶۷۴a	۵/۵۰۲a	۴/۴۲۵a	۰/۳۸۸۳a
Se <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	۳۱۹۷a	۷۵۸۱a	۲/۵۹۴a	۵/۴۸۰a	۵/۰۴۲a	۰/۳۶۴۷a
Se <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	۳۰۸۲a	۷۶۰۴a	۲/۵۰۷a	۵/۶۷۸a	۴/۶۲۵a	۰/۳۷۱۶a
Se <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	۳۱۵۷a	۷۷۱۱a	۲/۶۱۸a	۵/۶۴۲a	۴/۶۵۰a	۰/۳۸۶۸a
سولفات روی × سوپر جاذب						
Zn <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	۲۸۳۷b	۷۳۸۷b	۲/۳۴۰cd	۵/۲۹۶b	۳/۷۶۳d	۰/۳۵۹۲b
Zn <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	۳۰۶۴b	۷۵۰۱b	۲/۳۰۷d	۵/۵۱۳b	۴/۱۲۵cd	۰/۳۳۳۱b
Zn <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	۳۰۱۱b	۷۶۰۰ab	۲/۵۵۴bc	۵/۴۷۵b	۴/۵۶۳bc	۰/۳۴۸۹b
Zn <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	۲۹۸۴b	۷۴۸۰b	۲/۵۹۳b	۵/۴۵۶b	۴/۸۶۳abc	۰/۳۴۱۰b
Zn <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	۳۳۵۱a	۷۷۰۴ab	۲/۸۷۶a	۵/۹۹۹a	۵/۲۵۰ab	۰/۴۳۱۷a
Zn <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	۳۴۸۴a	۷۹۵۷a	۲/۹۱۹a	۵/۷۱۴ab	۵/۵۵۰a	۰/۴۵۳۲a

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 سلینیوم و سولفات روی بر صفت تعداد پنجه به ترتیب در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی دار شد. اما اثر سلینیوم، سوپر جاذب 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 ۲۶/۹٪ 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 ۱۶/۳٪ افزایش داد (جدول ۳). با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل دوگانه سلینیوم 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 ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۸/۲۳٪ تعداد پنجه را افزایش داد (جدول ۴).

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 <sub>0</sub> Zn <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	۲۸۰۷d	۷۳۱۰ b	۲/۳۳۶ ef	۵/۲۷۵ b	۳/۷۰۰ c	۰/۳۶۵۵ bcd
Se <sub>0</sub> Zn <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	۳۱۰۳ abcd	۷۳۳۳b	۲/۲۲۴ f	۵/۶۲۲ab	۴/۵۰۰bc	۰/۳۰۷۰d
Se <sub>0</sub> Zn <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	۳۰۲۷ bcd	۷۵۰۱ ab	۲/۷۴۰abcd	۵/۲۸۷b	۴/۷۲۵abc	۰/۳۴۶۷ cd
Se <sub>0</sub> Zn <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	۳۰۲۳bcd	۷۳۵۷ b	۲/۵۴۲cdef	۵/۴۵۲ab	۵/۳۰۰ ab	۰/۳۲۵۰ cd
Se <sub>0</sub> Zn <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	۳۳۱۷ abc	۷۷۶۰ab	۲/۹۴۶ab	۵/۹۴۳ab	۴/۸۵۰ bc	۰/۴۵۲۷ a
Se <sub>0</sub> Zn <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	۳۴۶۶ a	۸۰۵۳a	۳/۰۱۷a	۵/۳۶۵ab	۵/۳۲۵ ab	۰/۴۶۲۲a
Se <sub>1</sub> Zn <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	۲۸۶۶cd	۷۴۶۴ab	۲/۳۴۵ef	۵/۳۱۸ab	۳/۸۲۵c	۰/۳۵۳۰cd
Se <sub>1</sub> Zn <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	۳۰۲۵bcd	۷۶۷۰ab	۲/۳۹۰ def	۵/۴۰۳ ab	۳/۷۵۰c	۰/۳۵۹۳bcd
Se <sub>1</sub> Zn <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	۲۹۹۶ bcd	۷۶۹۹ab	۲/۳۶۹ef	۵/۶۶۳ab	۴/۴۰۰ bc	۰/۳۵۱۰cd
Se <sub>1</sub> Zn <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	۲۹۴۵bcd	۷۶۰۲ab	۲/۶۴۴bcde	۵/۴۶۰ab	۴/۴۲۵ bc	۰/۳۵۷۰bcd
Se <sub>1</sub> Zn <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	۳۳۸۵ ab	۷۶۴۹ab	۲/۸۰۶ abc	۶/۰۵۵ a	۵/۶۵۰a	۰/۴۱۰۸abc
Se <sub>1</sub> Zn <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	۳۵۰۲ a	۷۸۶۱ab	۲/۸۲۱abc	۶/۰۶۳ a	۵/۷۷۵ a	۰/۴۴۴۲ ab

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

اثر متقابل سه گانه تیمارها 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 سوپر جاذب 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 ۷۵/۴۵٪ مربوط به مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و بدون سلنیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۶/۴٪ شاخص بازآوری را افزایش داد (جدول ۴). اثر متقابل سه گانه تیمارها بر شاخص بازآوری معنی دار نشد اما تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین شاخص بازآوری معادل ۰/۴۶۲۲ که از کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم سوپر جاذب 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 ۵۱-۶۴.
- ۳- خادم، س.، رمودی، ع. م.، گلوی، م. و روستا، م. ج. ۱۳۸۶. تأثیر تنش خشکی و کاربرد نسبتهای مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۲. شماره ۱، (۱۱۵-۱۲۳).
- ۴- ضیائی، 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 جلد ۱۲. شماره ۱ (ویژه نامه مصرف بهینه کود) موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- ۵- عزیززاده، ا. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستم های آبیاری (ترجمه) انتشارات آستان قدس رضوی. صفحه ۵۳۹.
- ۶- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷. نقش ریز مغذی روی در افزایش تولید و محصولات کشاورزی، مجله زیتون (ویژه نامه شماره ۶)، 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. ۱۳۸۶. بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپر جاذب 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. ۱۹۶ 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. ۱۴۲ 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- Ziaecian, 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 rker, N. Claassen, H. Flessa, W. B. Frommer, H. Goldbach, et al.

Archive of SID