فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۶، شماره ۲۴، زمستان ۱۳۸۹

بررسی اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی روی بر عملکرد روغن در ارقام کلزا

علی‌رضا هوشمندفر[۱]*، فرهنگ مراقبی[۲]، داود ارادتمند اصلی[۱]، فرناز افدیده[۳]، هدی حیدری[۳]، فرنوش مراقبی[۳]

چکیده

برای بررسی اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی روی بر میزان درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه کلزا هیبریدهای هایولا ۴۰۱ (C_1) و هایولا ۳۰۱ (C_2)، آزمایشی فاکتوریل در غالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در شهرستان ساوه در چهار سطح روی از منبع سولفات روی به مقادیر صفر (Z_1)، دو در هزار (Z_2)، چهار در هزار(Z_3) و شش در هزار (Z_4) در سه تکرار به اجرا در آمد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش مقادیر مصرف سولفات روی، میزان درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه به صورت معنی‌دار افزایش می‌یابد. در مقایسه‌ی دو رقم نیز مشخص شد که رقم هایولا ۴۰۱ در صفت عملکرد و درصد روغن دانه، بیش‌ترین مقادیر را به خود اختصاص داده است. همچنین در شرایط این آزمایش بالاترین میزان عملکرد روغن دانه کلزا مربوط به تیمار Z_4C_1 به میزان ۱۵۱۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد.

کلمه‌های کلیدی: درصد روغن دانه، سولفات روی، کلزا، عملکرد روغن دانه

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران. مسئول مکاتبه. (houshmandfar@iau-saveh.ac.ir)
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زیست‌شناسی، تهران، ایران.
۳- شرکت فن آوران زیست بوم، تهران، ایران.
تاریخ دریافت : زمستان ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش : بهار ۱۳۸۹

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

روغن‌های نباتی برای تأمین کالری مورد نیاز بدن انسان به عنوان پر انرژی‌ترین و فشرده‌ترین منبع سوخت و ساز پس از کربوهیدرات‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشند. در ایران روغن به عنوان یکی از کالاهای مهم کشاورزی مورد نیاز مردم، از سال‌های دور مورد توجه بوده است. امروزه با کاهش سهم مصرف روغن حیوانی ضمن تعدیل سرانه مصرف، روغن گیاهی جایگزین روغن حیوانی شده است. بسیاری از کشورهای توسعه نیافته علیرغم محدودیت اراضی خود در سال‌های اخیر گوناگونی و سطح کشت دانه‌های روغنی را افزایش داده‌اند. همچنین برخی از کشورهای درحال توسعه که پیش از این وارد کننده روغن با مقدار کم مصرف سرانه بوده‌اند، توانسته‌اند جایگاه خود را در زمره صادرکنندگان روغن تثبیت کنند. کلزا (*Brassica napus* L.) از جمله گیاهان زراعی با سابقه‌ی کشت طولانی در بسیاری از کشورهای جهان می‌باشد که در سال‌های اخیر به عنوان گیاهی ارزشمند با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد روغن خوراکی بدون کلسترول و میزان کم اسیدهای چرب اشباع شده، از نظر تأمین بهداشت سلامتی و روغن جایگاه ویژه‌ای را در بین گیاهان دانه روغنی به خود اختصاص داده است (مرشدی، ۱۳۸۸). وجود دو تیپ رشد کلزای پاییزه و بهاره امکان کشت این گیاه را در اقلیم‌های متفاوت سرد، معتدل سرد، گرم جنوب و گرم و مرطوب شمال فراهم آورده است. در ایران عمده زراعت این گیاه در استان‌های گلستان، مازندران و فارس انجام می‌شود (منصوری، ۱۳۸۸). توجه به عامل‌های مدیریت زراعی به ویژه مصرف صحیح و به موقع عناصر غذایی یکی از روش‌های دستیابی به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول کلزا است (مرشدی، ۱۳۸۸). این گیاه دارای حساسیت بالا به کمبود عناصر ریز مغذی به ویژه روی می‌باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). روی از جمله عناصر غذایی ریزمغذی مورد نیاز گیاه بوده که کم‌تر در ساختمان چهار آنزیم کربنیک آنهیدراز، الکل دهیدروژناز، سوپر اکسید دسیموتاز و RNA پلیمراز شرکت دارد (ادهمی و همکاران، ۱۳۸۸) و در نتیجه کمبود آن، سنتز پروتیین کاهش می‌یابد (Marschner *et al.*, 1995). مصرف روی در کلزا سبب افزایش شاخه‌بندی، تعداد خورجین و عملکرد دانه می‌شود و چنانچه مصرف آن به صورت محلول‌پاشی قبل از گلدهی انجام شود، سبب افزایش تشکیل دانه می‌شود (Grant & Bailing, 2000). علاوه بر روی، گوگرد موجود در کود سولفات روی با توجه به نقش گوگرد در ساختمان اسید آمینه‌هایی چون سیستئین و متیونین و در نتیجه بخشی از ساختمان پروتئین (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۰)، می‌تواند سبب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش تولید روغن شود (Biswas *et al.*, 1995). در تحقیقات انجام شده، مصرف روی از منبع سولفات روی سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول کلزا شده است. همچنین بین مصرف روی و عملکرد روغن در گیاه کلزا هم بستگی مثبت و معنی‌داری گزارش شده است (Pegeau *et al.*, 2001 ؛ شهابی‌فر و خوش‌نظر، ۱۳۸۴ ؛ صفاری، ۱۳۸۴). مصرف خاکی سولفات روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به روش نواری به همراه دو مرحله محلول‌پاشی سولفات روی سبب ایجاد بالاترین عملکرد دانه در منطقه دزفول شده است (میرزاشاهی و همکاران، ۱۳۸۲). مصرف سولفات روی علاوه بر افزایش کمیت محصول

Archive of SID

www.SID.ir

Graham *et al.*, 1992 ; Marschner, 1993) (Grewal *et al.*, 1998 ; بر کیفیت دانه کلزا اثر معنی‌دار دارد (میرزاشاهی و همکاران، ۱۳۸۲). نتایج آزمایش مرشدی (۱۳۷۹) در کرمان نشان داد که اثر سولفات روی بر گیاه کلزا بر طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین، عملکرد و درصد روغن دانه و در نتیجه عملکرد روغن دانه معنی‌دار است. بنابراین با توجه به مشخص نبودن اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی روی بر عملکرد روغن دانه کلزا در منطقه‌ی ساوه، مطالعه‌ی حاضر با استفاده از ارقام هیبرید هایولا ۴۰۱ و ۳۰۱ به مرحله‌ی اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی عنصر روی بر میزان درصد روغن و عملکرد روغن دانه کلزا ارقام هایولا ۴۰۱ و هایولا ۳۰۱ (هیبرید-بهاره) آزمایشی فاکتوریل در غالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه‌ی مؤسسه تحقیقات کشاورزی شهرستان ساوه با عرض جغرافیایی حدود ۳۵ درجه و ۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی حدود ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۰۵۵ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. قبل از کاشت بر اساس نتایج آزمون خاک (بافت خاک: شنی لومی، مقدار نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی به ترتیب: ۱۳/۷ و ۲/۷ قسمت در میلیون، نیتروژن کل: ۰/۵ درصد، کربن آلی: ۰/۴۹ درصد، اسیدیته خاک: ۷/۷، هدایت الکتریکی عصاره اشباع: ۳/۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر، فسفر قابل جذب: ۱۹/۸ و پتاسیم قابل جذب:۲۵۰ قسمت در میلیون). کودهای اوره (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، تریپل سوپر فسفات (۱۱۰ کیلوگرم فسفر در هکتار) و سولفات پتاسیم (۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) پخش سطحی شده و توسط دیسک با خاک شخم خورده مخلوط شد. ابعاد کرت‌ها چهار در شش متر و بذرکاری به وسیله‌ی بذرکار همدانی روی ردیف‌ها صورت گرفت. فاصله‌ی بذرها روی پشته ۳۰ سانتی‌متر و در هر گوده چهار تا پنج بذر قرار داده و روی آن‌ها با خاک پوشانده شد. محلول‌پاشی در چهار سطح به میزان: صفر (شاهد)، دو در هزار، چهار در هزار و شش در هزار از منبع سولفات روی، یک مرتبه در مرحله‌ی گلدهی صورت گرفت. برداشت پس از رسیدن کامل غلاف‌ها به صورت دستی در مساحت دو متر مربع وسط هر کرت انجام شد و پس از گذشت سه روز، غلاف‌ها کوبیده شده و دانه‌های کلزا از کلش جدا شده و عملکرد هر تیمار با استفاده از ترازوی دقیق مشخص شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن از روش سوکسله استفاده شد (Pritchard *et al.*, 2000 ؛ صفاری، ۱۳۸۴). محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای Excel و MSTATC و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس در این مطالعه نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد آماری بین مقادیر مختلف محلول‌پاشی سولفات روی و درصد روغن دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه کلزا می‌باشد (جدول ۱). بررسی مشاهده‌های حاصل از مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان‌دهنده‌ی این نکته بود که اندازه‌های مختلف محلول‌پاشی سولفات روی از نظر عملکرد دانه، درصد روغن دانه و همچنین عملکرد روغن در سه گروه جداگانه قرار گرفته‌اند بطوریکه مقدار محلول‌پاشی

Archive of SID

www.SID.ir

شش در هزار با میانگین ۴۳/۶۲ بیش‌ترین و عدم کاربرد محلول‌پاشی سولفات روی در تیمار شاهد با میانگین ۳۷/۶۵ کم‌ترین میزان درصد روغن را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲). بالاترین میزان عملکرد دانه و عملکرد روغن مربوط به تیمار Z_4C_1 با میانگین به ترتیب ۳۴۱۰ و ۱۵۱۶ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین میزان مربوط به تیمار Z_1C_2 با میانگین تولید دانه و عملکرد روغن به ترتیب ۲۸۹۰ و ۱۰۸۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). مقایسه‌ی میانگین تیمارهای سولفات روی در مقادیر دو در هزار، چهار در هزار و شش در هزار نسبت به عدم کاربرد این عنصر در تیمار شاهد به ترتیب سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۱/۸، ۱۴/۹ و ۱۷/۸ و افزایش عملکرد روغن به میزان ۱۹/۰، ۲۸/۷ و ۳۵/۸ درصد در رقم هایولا ۴۰۱ و سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۰/۲، ۱۴/۰ و ۱۵/۵ و افزایش عملکرد روغن به میزان ۱۵/۶، ۲۸/۰ و ۳۲/۱ درصد در رقم هایولا ۳۰۱ شد. در مقایسه‌ی دو رقم نیز مشخص شد که رقم هایولا ۴۰۱ در صفت عملکرد، درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه بیش‌ترین مقادیر را به خود اختصاص داده است (جدول ۲). همچنین با توجه به شکل‌های یک، دو و سه با استفاده از فرمول‌های Y=69967X+3026، Y=1017X+38.72 و Y=61570X+1171 برای رقم هایولا ۴۰۱ و با استفاده از فرمول‌های Y=74617X+2954، Y=1016X+37.22 و Y=61638X+1099 برای رقم هایولا ۳۰۱ می‌توان برازش خوبی به ترتیب از مقادیر محلول‌پاشی سولفات روی و درصد روغن دانه (عدد رگرسیونی ۸۱٪ و۷۶٪ به ترتیب برای هایولا ۴۰۱ و ۳۰۱)، مقادیر محلول‌پاشی سولفات روی و عملکرد دانه (عدد رگرسیونی ۸۵٪ و۸۲٪ به ترتیب برای هایولا ۴۰۱ و ۳۰۱) و مقادیر محلول‌پاشی سولفات روی و عملکرد روغن دانه (عدد رگرسیونی ۸۵٪ و۸۲٪ به ترتیب برای هایولا ۴۰۱ و ۳۰۱) ایجاد کرد.

بحث

نتایج بدست آمده در این آزمایش نشان داد که با افزایش میزان مقادیر محلول‌پاشی سولفات روی عملکرد دانه افزایش می‌یابد. این میزان افزایش عملکرد دانه به ازای افزایش مصرف سولفات روی از قانون بازدهی نزولی پیروی می‌کند، بطوریکه با افزایش مصرف سولفات روی، عملکرد دانه افزایش می‌یابد ولی میزان افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالاتر سولفات روی به تدریج کم‌تر شده و سبب می‌شود که تفاضل عملکرد دانه از تیمار شاهد به میزان کم‌تری افزایش یابد. تعدادی از محققان نیز نتایج مشابهی را در این رابطه گزارش داده‌اند (میرزاشاهی و همکاران، ۱۳۸۲ ؛ گواهی و اشیدری، ۱۳۸۵؛ Sharma *et al.*, 1991). در مطالعه‌ی حاضر با افزایش مقدار مصرف سولفات روی، میزان روغن دانه نیز افزایش یافته است، این امر در تحقیقات انجام شده توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۶). مقدار این افزایش به صورت تابع هیپربولیک می‌باشد که از قانون بازدهی نزولی پیروی می‌کند، علت این امر شاید به این دلیل است که با افزایش میزان مقادیر سولفات روی مصرفی، گیاه در مراحل پایانی رشد خود با توجه به افزایش نقش عنصر روی در متابولیسم گیاه کلزا، با استفاده از مقادیر برگ‌پاشی سولفات روی میزان عملکرد و درصد روغن دانه را افزایش داده است (Marschner *et al.*, 1995).

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین با توجه به نتایج بدست آمده چنین به نظر می‌رسد که با مصرف سولفات روی عملکرد دانه و درصد روغن دانه افزایش یافته و سبب افزایش عملکرد روغن دانه شده است. افزایش عملکرد روغن دانه تا یک حد معین از راه افزایش درصد روغن و عملکرد دانه توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷؛ هوشمندفر و همکاران، ۱۳۸۸؛ Sharma *et al.*, 1991). در مقایسه‌ی دو رقم نیز مشخص شد که رقم هایولا ۴۰۱ نسبت به هایولا ۳۰۱ دارای عملکرد دانه بالاتر و همچنین درصد افزایش عملکرد بیش‌تری می‌باشد که در نتیجه (با توجه به بالاتر بودن میزان درصد روغن دانه در هایولا ۴۰۱) سبب افزایش عملکرد روغن دانه در این رقم شده است. شاید این امر به دلیل اثر تفاوت ژنتیکی در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان می‌باشد. همان طور که گفته شد، در شرایط مطالعه‌ی حاضر افزایش مقادیر محلول‌پاشی سولفات روی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه، درصد روغن و در نتیجه عملکرد روغن کلزا نشان داد، شاید این رابطه به دلیل حساسیت گیاه کلزا به کمبود روی می‌باشد، بطوریکه مصرف کودهای حاوی روی به ویژه سولفات روی موجب افزایش عملکرد و درصد روغن دانه می‌شود که این افزایش گاهی با کاهش میزان اسید اورسیک همراه است (Grant & Bailing, 2000)، به علاوه این که مصرف گوگرد به صورت سولفات روی در آغاز گلدهی، با برطرف کردن نیاز گوگردی در مرحله زایشی گیاه سبب افزایش عملکرد، درصد روغن و در نتیجه افزایش میزان روغن استحصالی کلزا شود (صفاری، ۱۳۸۴؛ Jackson, 2000).

جدول۱- خلاصه تجزیه واریانس اثر تیمارهای سولفات روی و رقم بر صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن دانه
سولفات روی	۳	۲۷۸۴۵۲/۷۰۸**	۴۲/۷۸۴**	۱۶۲۶۱۱/۶۳۳**
رقم	۱	۸۰۳۰/۰۴۲**	۱۳/۵۶۰**	۲۲۰۹۴/۷۹۹**
سولفات روی × رقم	۳	۹۹۲/۵۹۷ ns	۰/۱۰۳ ns	۸۲۳/۷۸۹ ns
اشتباه آزمایشی	۱۴	۴۰۶/۲۸۰	۰/۱۱۴	۴۸۵/۸۵۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۳	۸/۲	۱۶/۷

ns , * و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ می‌باشند.

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف سولفات روی و رقم

تیمار سولفات روی (Z) رقم (C)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)
Z_1	۲۸۹۲/۱۶۷c	۳۷/۶۴۸c	۱۱۰۰/۱۱۷ c
Z_2	۳۲۰۹/۱۶۷b	۴۰/۲۱۰b	۱۲۹۰/۷۱۷b
Z_3	۳۳۱۱/۱۶۷a	۴۲/۶۳۵a	۱۴۱۱/۳۰۰a
Z_4	۳۳۷۹/۰۰۰a	۴۳/۶۲۰a	۱۴۷۴/۱۶۷a
C_1	۳۲۱۶/۱۶۷a	۴۱/۷۸۰a	۱۳۴۹/۴۱۷a
C_2	۳۱۷۹/۵۸۳b	۴۰/۲۷۷b	۱۲۸۸/۷۳۳b

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

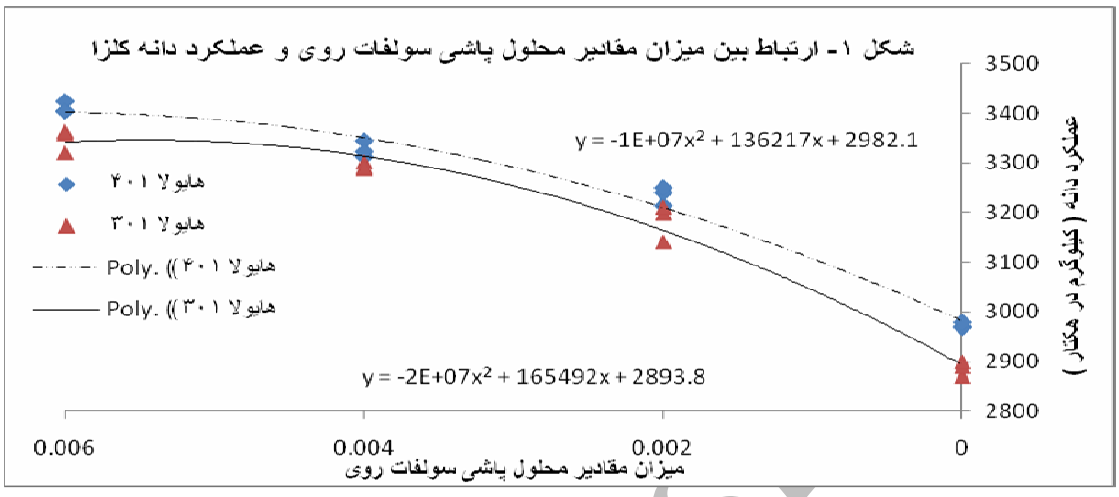
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سولفات روی و رقم در صفات مورد بررسی

تیمار سولفات روی	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)
Z_1	C_1	۲۸۹۴/۰۰۰e	۳۸/۳۸۷de	۱۱۱۶/۱۶۷e
	C_2	۲۸۹۰/۳۳۳e	۳۶/۹۱۰e	۱۰۸۴/۰۶۷e
Z_2	C_1	۳۲۳۴/۶۶۷cd	۴۱/۰۷۰c	۱۳۲۸/۵۳۳cd
	C_2	۳۱۸۳/۶۶۷d	۳۹/۳۵۰d	۱۲۵۲/۹۰۰d
Z_3	C_1	۳۳۲۶/۰۰۰abc	۴۳/۲۰۷ab	۱۴۳۷/۰۳۳ab
	C_2	۳۲۹۶/۳۳۳bc	۴۲/۰۶۳bc	۱۳۸۵/۵۶۷bc
Z_4	C_1	۳۴۱۰/۰۰۰a	۴۴/۴۵۷a	۱۵۱۵/۹۳۳a
	C_2	۳۳۴۸/۰۰۰ab	۴۲/۷۸۳b	۱۴۳۲/۴۰۰abc

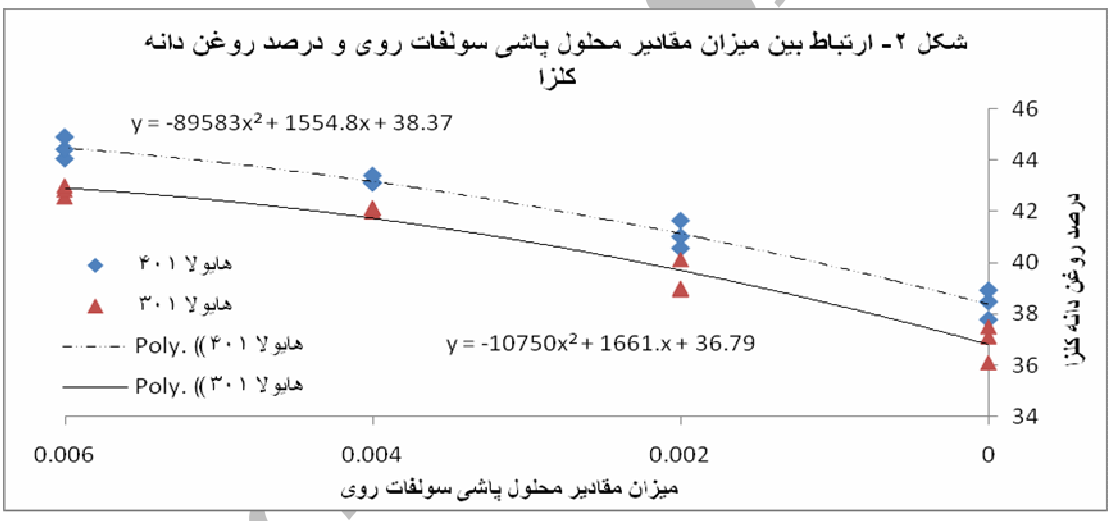
حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

www.SID.ir

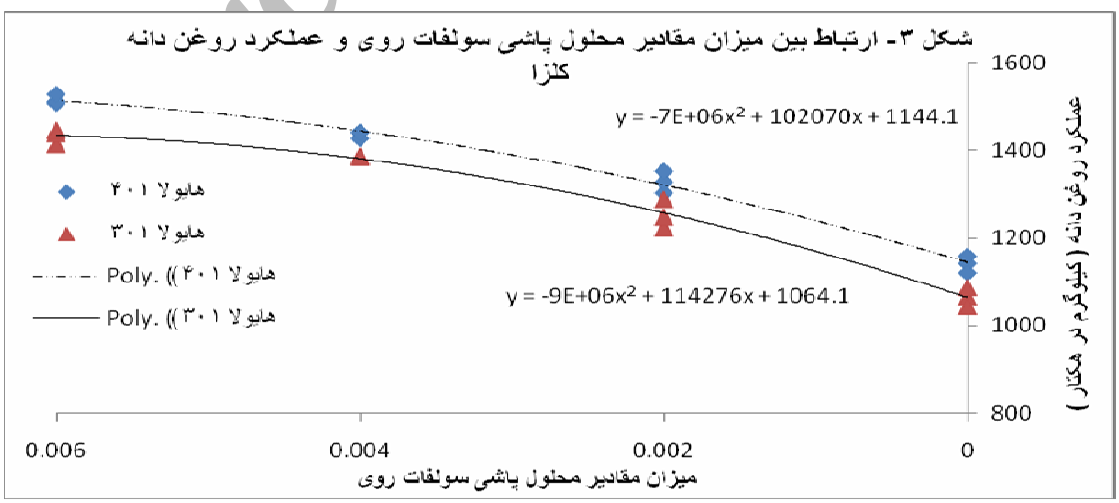
شکل ۱- ارتباط بین میزان مقادیر محلول پاشی سولفات روی و عملکرد دانه کلزا



شکل ۲- ارتباط بین میزان مقادیر محلول پاشی سولفات روی و درصد روغن دانه کلزا



شکل ۳- ارتباط بین میزان مقادیر محلول پاشی سولفات روی و عملکرد روغن دانه کلزا



www.SID.ir

منابع

ادهمی،ا.، ه.فرجی، و ع.گندمی. ۱۳۸۸. اثر روی بر عملکرد، اجزاء عملکرد و روغن کلزا. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه‌های ۱۰۸۵-۱۰۸۷.

احمدی،م.ر. و ف.جاویدفر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی.

خلدبرین،ب. و ط.اسلام‌زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز. صفحه ۹۰۲.

رحمانی،د. ع.پازوکی، ا.ح.شیرانی‌راد، ع.ولد آبادی، و د.جهانفر. ۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی روی و منابع نیتروژن سرک بر درصد روغن و عملکرد روغن دانه کلزای پاییزه. گیاه و زیست بوم، شماره ۱۰. صفحات ۲۲-۳۵.

شهابی‌فر،ج. و ر.خوش‌نظر. ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بر و روی بر برخی صفات کمی و کیفی کلزا. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه‌های ۱۳۲-۱۳۳.

صفاری،ح. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر روش و میزان بهینه کودهای ریزمغذی دارای آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی روغن کلزا. مجموعه مقالات اولین سمینار علمی کاربردی صنعت روغن نباتی ایران. صفحات ۱۸۳-۱۸۶.

گواهی،م. و و.اشیدری. ۱۳۸۵. بررسی اثر کودهای پتاسیم و گوگرد بر روی درصد روغن، پروتیین و جذب گوگرد دانه کلزای بهاره در منطقه کرمان. چکیده مقالات جشنواره ملی کلزا. معاونت ترویج و نظام بهره‌برداری وزارت جهاد کشاورزی. صفحه ۳۸.

مرشدی،ا. ۱۳۷۹. بررسی اثر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و خواص کمی و کیفی و غنی سازی دانه‌های کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

مرشدی،ا. ۱۳۸۸. بررسی سطوح مختلف محلول‌پاشی مس و روی بر درصد روغن، پروتیین و غلظت مس و روی در دانه کلزا. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه‌های ۱۳۰۴-۱۳۰۶.

ملکوتی،م.ج. و م.م.طهرانی. ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. صفحه ۱۸۱.

منصوری،س. ۱۳۸۸. تحقیقات به نژادی و به زراعی گیاهان دانه روغنی ایران، دستاوردها و چشم‌اندازها. مجموعه مقالات همایش ملی گیاهان دانه روغنی. صفحه‌های ۱-۸.

Archive of SID

www.SID.ir

هوشمندفر،ع.، م.اکبری فامیله، و م.م.طهرانی. ۱۳۸۸. بررسی اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی روی بر عملکرد روغن کلزا (*Brassica napus* L.). مجموعه مقالات همایش ملی گیاهان دانه روغنی. صفحه‌های ۱۳۱۱-۱۳۱۳.

میرزاشاهی،ک.، س.سلیم‌پور، و م.ج.ملکوتی. ۱۳۸۲. بررسی میزان و روش مصرف سولفات روی در زراعت کلزا در صفی‌آباد دزفول. مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی. صفحه‌های ۱۱۷-۱۲۲.

Biswas,D.R., S.A.Ali, and M.S.Khera. 1995. Response of gobhi sarson (Brassica napus L., Tsn-706) to nitrogen and sulphur. Journal of the Indian Society of Soil Science. 43(2):220-223.

Grant,C.A. and L.D.Bailing. 2000. Fertility management in canola production. Canada J. of Plant Science. 73: 65-76.

Graham,R.D., J.S.Ascher, and C.Hynes. 1992. Selecting zinc efficient genotypes for soils of low zinc status. Plant and Soil, 146: 241-250.

Grewal,H.S., R.D.Graham and J.Stangoulis. 1998. Zinc-Boron interaction effect in oilseed rape. Journal of plant nutrition. 21:2231-2243.

Jackson,G.D. 2000. Effect of nitrogen and sulfur on canola yield and nitrogen uptake. Agr. J. 9:644-649.

Marschner,H. 1993. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. New York, Academic press, USA.

Marschner,H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. New York, USA. Pp: 889.

Pageau,D., J.Lafond, and G.F.Tremblay. 2001. The effect of boron on the productivity of canola. Proceedings of the 10th international rapeseed congress. Canberra, Australia.

Pritchard,F.M., H.A.Eagles, R.M.Norton, P.A.Salisbury, and M.Nicolas. 2000. Environmental effects on seed composition of Victorian canola. Aus. J. Experimental. Agri. 40:679-685.

Sharma,D.N., Khadar,V.K, R.A.Sharma, and D.Singh. 1991. Effect of different doses and sources of sulphur on the quality and yield of mustard. J. Indian Soc. Soil Sci. 39:197-200.

Archive of SID

www.SID.ir