

## اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا Effect of foliar application of zinc sulphate on grain yield, oil and protein content in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

اکبر امیدیان<sup>۱</sup>، سیدعطاءاله سیادت<sup>۲</sup>، رحیم ناصری<sup>۳</sup> و میثم مرادی<sup>۴</sup>

### چکیده

امیدیان، ا.، س. ع. سیادت، ر. ناصری و م. مرادی. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۲۸-۱۶.

به منظور ارزیابی اثر محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات گیاهی ارقام زراعی کلزا، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی استان ایلام واقع در شیروان چرداول اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل تیمار محلول پاشی سولفات روی (عدم محلول پاشی، محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی) و چهار رقم کلزا (هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸، زرفام و ساریگل) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که زمان محلول پاشی بر عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، روغن و پروتئین دانه معنی‌دار بود. محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی به ترتیب باعث افزایش ۱۱ و ۱۷ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. میزان روغن و پروتئین دانه نیز در تیمارهای زمان محلول پاشی معنی‌دار بوده و افزایش نشان دادند. محلول پاشی در مرحله گلدهی میزان روغن (۳۵/۱ درصد) و پروتئین دانه (۲۷/۳ درصد) بیشتری نسبت به تیمار شاهد دارا بود. بین ارقام مورد آزمایش نیز اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد، اجزای عملکرد، طول خورجین، میزان روغن، میزان پروتئین و ارتفاع بوته مشاهده شد. ارقام زرفام و ساریگل به ترتیب بیشترین (۴۲۰۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۲۹۸۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را دارا بودند. میزان روغن و پروتئین دانه نیز در ارقام کلزا متفاوت و معنی‌دار بود. رقم زرفام نسبت به سایر ارقام از میزان روغن (۳۴/۹ درصد) بالاتری برخوردار بود. نتایج آزمایش نشان داد که رقم زرفام و محلول پاشی سولفات روی در مرحله گلدهی، بالاترین عملکرد دانه را در شرایط اقلیمی منطقه اجرای آزمایش دارا بود.

واژه‌های کلیدی: روغن دانه، سولفات روی، کلزا، گلدهی و محلول پاشی.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲۹

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)  
(پست الکترونیک: omodian\_3705@yahoo.com)

۲- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه ایلام

۴- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول

## مقدمه

مصرف خاکی عناصر ریزمغذی، علاوه بر پایین بودن کارایی جذب آن‌ها توسط گیاه، از لحاظ اقتصادی نیز بسیار پرهزینه است و از این رو می‌توان از روش‌های جایگزین مانند محلول‌پاشی بهره جست. جذب عنصر روی توسط گیاه با دو سازوکار فعال و غیر فعال صورت می‌گیرد. جذب غیر فعال آن از طریق جذب الکتروستاتیکی یون‌های روی دیواره سلولی سلول‌های ریشه صورت می‌گیرد. جذب فعال روی بیشتر تحت تأثیر دما و تهویه محیط ریشه می‌باشد و به نظر می‌رسد که سازوکار جذب فعال روی تأمین کننده بخش عمده روی مورد احتیاج گیاه باشد، با توجه به جذب کند عنصر روی و سایر عناصر مشابه توسط ریشه بهتر است این عناصر از طریق اندام‌های هوایی در اختیار گیاه قرار داده شوند (Siavashi et al., 2004).

روی یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان، دام و گیاه است و در بسیاری از سامانه‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد. بر اثر کمبود روی گیاهان از نظر عوامل تنظیم کننده رشد از جمله هورمون اکسین دچار اختلال می‌شوند. گیاهان در مواقع کمبود روی، فیتوسیدروفور تولید کرده و آن را از طریق ریشه دفع می‌نمایند و عنصر روی غیرقابل جذب را به صورت قابل جذب تبدیل می‌کنند. این مواد اثر کلایتی دارند، گیاهان در شرایط کمبود روی در خاک از روی غیرقابل جذب نیز استفاده می‌کنند. گیاهان مختلف و نیز ارقام مختلف از نظر شدت تولید و میزان ترشح فیتوسیدروفور متفاوت هستند (Savaghebi Firouzabadi et al., 2003). روی عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشد است. عقیم بودن دانه‌های گرده، کوچکی اندازه برگ، وجود نوارهای روشن در امتداد رگبرگ اصلی برگ و کوتولگی گیاه از علائم کمبود این عنصر است (Khalily Mahaleh and Rashidi, 2008).

نتایج تحقیقات مربوط به مصرف عنصر روی در مراحل مختلف رشد گیاه سویا نشان داده است که محلول‌پاشی روی آن را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار داده و باعث بهبود عملکرد آن می‌شود (Jamsom et al., 2009). محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سیلویی هیبرید ۷۰۴ در منطقه خوی شده و باعث افزایش عملکرد علوفه تر، علوفه خشک و اجزای عملکرد در واحد سطح گردیده به علاوه مشخص شد که روی مهم‌ترین عنصر و منگنز کم اثرترین عنصر بودند (Khalily Mahaleh and Rashidi, 2008). اثر مثبت محلول‌پاشی عنصر روی در گیاهان گلرنگ (Lewis and McFarlane, 1986)، سویا (Heitholt et al., 2002)، آفتابگردان (Mirzapour and Khoshgoftar, 2006) و خردل (Chatterjee and Khurana, 2007) گزارش شده است. ریلی و همکاران (Riley et al., 2000) نیز نتایج مشابهی مبنی بر افزایش میزان روغن و پروتئین دانه گندم و کلزا در اثر استفاده از سولفات روی را گزارش دادند. برگلند (Berglund, 2002) گزارش کرده است که محلول‌پاشی روی خصوصاً در مراحل رشد رویشی باعث افزایش عملکرد دانه سویا می‌گردد. بایبوردی و ملکوتی (Bybordi and Malakouti, 2007) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی عنصر روی دارای تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه (۲/۲۶۰۶ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه (۴/۴ گرم) و میزان روغن (۷/۴۳ درصد) در گیاه کلزا می‌باشد.

این پژوهش به منظور بررسی اثر زمان محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن دانه چهار رقم کلزا در منطقه شیروان چرداول ایلام به اجرا گذاشته شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مرکز

بذر شمار و ترازوی دقیق با دقت یک هزارم گرم اندازه گیری شد. اندازه گیری ارتفاع بوته در زمان برداشت نهایی از ۱۰ بوته به صورت تصادفی در هر کرت صورت گرفت. برای تعیین عملکرد دانه (با رطوبت ۱۰ درصد پس از رسیدن کامل گیاهان در هر کرت) پس از حذف ردیف های کناری و نیز نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، بوته های باقیمانده در هر کرت برداشت شدند. اندازه گیری میزان روغن و پروتئین دانه به ترتیب با استفاده از دستگاه های سوکسله و کجلدال انجام شد (Morshedi and Naghibi, 2004). میزان پروتئین دانه نیز پس از آسیاب دانه و استخراج نیتروژن قرائت شده و جهت تعیین درصد پروتئین دانه در عدد ثابت ۶/۲۵ ضرب و محاسبه گردید (Ravi et al., 2008). تجزیه و تحلیل آماری داده با استفاده از نرم افزارهای MSTAT-c و SAS انجام شد. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون LSD انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

در این آزمایش ارتفاع بوته تحت تأثیر تیمار زمان محلول پاشی قرار نگرفت (جدول ۲). به نظر می رسد که نقش عمده سولفات روی بر صفات کیفی می باشد و بر صفاتی مثل ارتفاع بوته تأثیری نداشته است. نتایج آزمایشات مختلف نیز نشان داده است که سولفات روی تأثیری بر افزایش ارتفاع در گیاه کلزا نداشته است (Hocking et al., 2003). هر چند در آزمایش خلیلی محله و رشیدی (Kalily Mahaleh and Rashidi, 2008) محلول پاشی اثر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت. نتایج تحقیقات نشان داد که مصرف برگی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز با افزودن بر ارتفاع بوته، موجب افزایش عملکرد ماده خشک می گردد، اما کمبود روی به علت تأثیر سوء بر بیوستت اکسین می تواند باعث کاهش ارتفاع بوته و عملکرد آن شود.

تحقیقات کشاورزی سرابله در استان ایلام با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۷۵ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تیمار محلول پاشی سولفات روی (عدم محلول پاشی، محلول پاشی سولفات روی در مرحله ساقه دهی و گلدهی) با غلظت پنج در هزار (Siavashi et al., 2007) و چهار رقم کلزا: هایولا ۴۰۱ (بهاره و زودرس)، هایولا ۳۰۸ (بهاره و زودرس)، زرفام (پاییزه و دیررس) و ساریگل (بینابین و متوسط رس) بودند. میزان بارندگی در سال اجرای آزمایش ۲۷۵ میلی متر بود. زمین مورد آزمایش در سال زراعی قبل بصورت آیش بود. عملیات آماده سازی بستر، اوایل مهرماه انجام گردید. در ابتدا زمین مورد نظر با استفاده از گاو آهن برگردان دار شخم زده شد. سپس در دو نوبت به صورت عمود بر هم دیسک زده شد و با استفاده از لولر تسطیح شد. بذور قبل از کاشت غربال شدند تا از نظر اندازه یکسان باشند. کاشت به صورت خشکه کاری و با دست در تاریخ ۱۵ مهرماه انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت صورت گرفت. میزان بذر مصرفی در این پژوهش ۷ کیلوگرم در هکتار بود. تراکم بوته در واحد سطح نیز ۶۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و با فواصل ۲۵ سانتی متر لحاظ گردید. به منظور جلوگیری از سله بستن و سبز شدن بهتر تر گیاهچه ها، روی بذور با ماسه پوشانده شدند.

بذور قبل از کاشت با استفاده از قارچ کش کربوکسین تیرام به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند. قبل از برداشت نهایی، ۱۰ بوته بصورت تصادفی از هر کرت انتخاب و پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، اقدام به شمارش تعداد خورجین در بوته و مقدار دانه در خورجین شد. وزن هزار دانه نیز با استفاده از دستگاه

انجام فتوستتزر در رشد و تکامل دانه‌ها مشارکت می‌کنند (Shirani-Rad et al., 2010). نتایج آزمایش مرشدی و نقیبی (Morshedi and Naghibi, 2004) نشان داد که محلول پاشی روی در کلزا باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد. یانگ و همکاران (Yang et al., 2009) نیز در آزمایش‌های خود اثر مثبت عنصر روی را بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، میزان روغن و عملکرد دانه کلزا را گزارش نمودند. بین ارقام تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تعداد خورجین در بوته مشاهده گردید. در بین ارقام بیشترین تعداد خورجین در بوته، در رقم زرفام و کمترین مقدار آن با ۲۴ درصد کاهش در رقم ساریگل مشاهده شد (جدول ۴).

ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی‌های مورد بررسی نشان داد که عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته دارای همبستگی بسیار معنی‌داری ( $r=0.91^{**}$ ) بود (جدول ۵). وجود این همبستگی مثبت نیز نشان می‌دهد که تعداد خورجین در بوته جزء بسیار مؤثر در روند افزایش عملکرد دانه محسوب شده و هر عاملی که بتواند بر تعداد خورجین در بوته بیفزاید می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه نیز شود.

#### تعداد دانه در خورجین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی بر تعداد دانه در خورجین اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین در تیمار محلول‌پاشی در مرحله گل‌دهی و کمترین مقدار آن در تیمار بدون محلول‌پاشی بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که عنصر روی با افزایش میزان فتوستتزر و متابولیسم گیاهی باعث افزایش کرده افشانی گیاه شده و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. ریم و همکاران (Rehem et al., 1998) نشان دادند که مصرف روی، تعداد دانه در خورجین در کلزا را نسبت به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش داد. آن‌ها دلیل

تیمار رقم تنها عامل اثر گذار بر ارتفاع بوته بود و بین ارقام در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته کلزا دیده شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که هر یک از ارقام کلزا ارتفاع متفاوتی با ارقام دیگر داشت. کلزای رقم زرفام و هایولا ۳۰۸ بترتیب دارای بیشترین و کمترین ارتفاع بوته بودند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که رقم زرفام به دلیل پاییزه بودن و برخورداری از دوره رشد طولانی‌تر، ارتفاع بوته بیشتری در مقایسه با ارقام زودرس داشته باشد. بررسی ضرایب همبستگی ساده بین صفات گیاهی مورد بررسی نشان داد که ارتفاع بوته با تعداد خورجین در بوته ( $r=0.48^{**}$ )، تعداد دانه در خورجین ( $r=0.55^{**}$ )، وزن هزار دانه ( $r=0.46^{**}$ ) و عملکرد دانه ( $r=0.59^{**}$ ) دارای همبستگی معنی‌داری بود (جدول ۵). این موضوع نشان می‌دهد که هر عاملی که باعث افزایش ارتفاع بوته گردد، در افزایش صفات ذکر شده مؤثر خواهد بود.

#### تعداد خورجین در بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که بین زمان‌های محلول‌پاشی و تعداد خورجین در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. محلول پاشی سولفات روی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و افزایش تولید گل‌های بارور، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد خورجین را فراهم کرد. نتایج به دست آمده نشان دهنده این موضوع است که چنانچه در هر دو مرحله ساقه‌دهی و گل‌دهی از عنصر روی استفاده شود، تعداد خورجین در بوته افزایش می‌یابد.

بیشترین تعداد خورجین در بوته در محلول‌پاشی در مرحله گل‌دهی و کمترین تعداد خورجین در تیمار بدون محلول‌پاشی بدست آمد (جدول ۳). تعداد خورجین در بوته را می‌توان یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه محسوب آورد، زیرا خورجین‌ها حاوی دانه‌ها بوده و در مراحل اولیه پرشدن دانه از طریق

"اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد....."

### جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil experimental site

بافت خاک	عمق خاک	کربن آلی	اسیدیته خاک	روی	هدایت الکتریکی	گچ	سدیم	فسفر	نیتروژن
Soil texture	Soil depth (cm)	O.C (%)	pH	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	E.C(dS.m <sup>-1</sup> )	Gypsum (%)	Na(mg.kg <sup>-1</sup> )	P(mg.kg <sup>-1</sup> )	N (%)
Silty loam	0-30	1.1	7.5	0.44	0.36	0.25	255	7.8	0.13
	30-60	0.9	7.5	0.33	0.28	0.12	285	6.8	0.11

### جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات گیاهی چهار رقم کلزا در تیمارهای محلول پاشی سولفات روی

Table 2. Analysis of variance for plant characteristics of four rapeseed cultivars in foliar application of zinc sulphate

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)							
			ارتفاع بوته Plant height	تعداد خورجین در بوته Silique.plant <sup>-1</sup>	تعداد دانه در خورجین Grain.silique <sup>-1</sup>	طول خورجین Silique length	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	میزان روغن Oil content	میزان پروتئین Protein content
Replication	تکرار	2	113.5	0.03	0.35	0.2	0.01	164	0.01	0.0007
Foliar application (A)	محلول پاشی	2	16.7 <sup>ns</sup>	801.6 <sup>**</sup>	14.2 <sup>**</sup>	0.050 <sup>ns</sup>	0.37 <sup>**</sup>	6788 <sup>**</sup>	6.6 <sup>**</sup>	0.002 <sup>**</sup>
Cultivar (C)	رقم	3	533.2 <sup>**</sup>	402.1 <sup>**</sup>	10.2 <sup>**</sup>	0.92 <sup>**</sup>	0.19 <sup>**</sup>	2831 <sup>**</sup>	3.8 <sup>**</sup>	0.0004 <sup>**</sup>
(A×C)	محلول پاشی × رقم	6	10.04 <sup>ns</sup>	7.5 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>**</sup>	133 <sup>ns</sup>	0.1 <sup>ns</sup>	0.00001 <sup>ns</sup>
Error	خطای آزمایشی	22	15.2	60.06	0.17	0.09	1	390	0.13	0.00001
C.V (%)	ضریب تغییرات		7.5	8.5	9.1	10.6	6.1	12.5	7.5	4.1

ns: Not significant

\*\* : Significant at 1% probability level

ns: غیر معنی دار

\*\* : معنی دار در سطح احتمال یک درصد

### جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی چهار رقم کلزا در تیمارهای محلول پاشی سولفات روی

Table 3. Main comparison of plant characteristics of four rapeseed cultivars in foliar application of zinc sulphate

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	طول خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان روغن	میزان پروتئین
		Plant height (cm)	Silique.plant <sup>-1</sup>	Grain.silique <sup>-1</sup>	Silique length (cm)	1000 grain weight (g)	Grain yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Oil content (%)	Protein content (%)
Control	شاهد	95a	60.5c	15.8c	4.0a	3.5c	2764c	33.5c	24.6c
Application at stem elongation	محلول پاشی در مرحله ساقه دهی	95a	70.1b	17.1b	4.8a	3.7b	3125b	34.1b	26.5b
Application at flowering	محلول پاشی در مرحله گلدهی	96a	76.7a	18.1a	5.1a	3.9a	3352a	35.1a	27.3a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی چهار رقم کلزا در تیمارهای محلول پاشی سولفات روی

Table 4. Main comparison of plant characteristics traits of four rapeseed cultivars in foliar application of zinc sulphate

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد خورجین در بوته Silique.plant <sup>-1</sup>	تعداد دانه در خورجین Grain.silique <sup>-1</sup>	طول خورجین Silique length (cm)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	میزان روغن Oil content (%)	میزان پروتئین Protein content (%)
		Cultivar		رقم					
Hyola401	هایولا ۴۰۱	100.1b	73.6b	16.9b	4.8a	3.8a	3953b	34.3b	26.6b
Hyola308	هایولا ۳۰۸	87.7d	68.6c	15.8d	4.4b	3.5c	3261c	33.3c	26.1c
Sarigol	ساریگل	90.0c	59.5d	16.6c	4.2c	3.6b	2981d	34.5b	25.6d
Zarfam	زرغام	103.6a	78.5a	18.4a	4.8a	3.8a	4201a	34.9a	27.1a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۵- ضریب همبستگی بین صفات گیاهی چهار رقم کلزا در تیمارهای محلول پاشی سولفات روی

Table 5. Correlation coefficients between plant characteristics of four rapeseed cultivars in foliar application of zinc sulphate

Plant characteristics	صفات گیاهی	ارتفاع بوته Plant height	تعداد خورجین در بوته Silique.plant-1	تعداد دانه در خورجین Grain.silique <sup>-1</sup>	طول خورجین Silique length	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	میزان روغن دانه Oil content	میزان پروتئین دانه Protein content
Plant height	ارتفاع بوته								
Silique.plant <sup>-1</sup>	تعداد خورجین در بوته	0.48**	1						
Grain.silique <sup>-1</sup>	تعداد دانه در خورجین	0.55**	0.54**	1					
Silique length	طول خورجین	0.57**	0.45**	0.29 <sup>ns</sup>	1				
1000 grain weight	وزن هزار دانه	0.46**	0.60**	0.55**	0.47**	1			
Grain yield	عملکرد دانه	0.59**	0.91**	0.80**	0.48**		1		
Oil content	میزان روغن دانه	0.44**	0.45**	0.87**	0.15 <sup>ns</sup>	0.43**	0.68**	1	
Protein content	میزان پروتئین دانه	0.57**	0.77**	0.87**	0.31 <sup>ns</sup>	0.61**	0.89**	-0.79**	1

ns: Not significant

\*\* : Significant at 1% probability level

ns: غیر معنی دار

\*\* : معنی دار در سطح احتمال یک درصد

کم بودن تعداد دانه در خورجین در تیمار شاهد را محدودیت عرضه مواد پرورده به نوک گل آذین بیان داشته و افزایش تعداد دانه در خورجین در اثر محلول پاشی روی را به دلیل نقش کلیدی این عنصر در انتقال آب و مواد غذایی از ریشه به اندام های هوایی اعلام کردند. در آزمایش مرشدی و نقیعی (Morshedi and Naghibi, 2004) گزارش شد که محلول پاشی روی موجب افزایش تعداد دانه در خورجین در گیاه کلزا گردید. به نظر می رسد که مصرف روی در طول مرحله گلدهی، امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به مخزن ها (دانه ها) فراهم می سازد.

بین ارقام برای صفت تعداد دانه در خورجین اختلاف معنی داری (در سطح یک درصد) مشاهده گردید. بیشترین تعداد دانه در خورجین در کلزای رقم زرفام و کمترین تعداد دانه در رقم هایولا ۳۰۸ مشاهده شد (جدول ۴). تعداد دانه در خورجین در واقع ظرفیت مخزن های گیاه را مشخص می کند، هر چه تعداد دانه ها بیشتر باشند، گیاه دارای تعداد مخزن های بیشتری برای مواد پرورده تولید شده است و هر عاملی که این جزء را افزایش دهد باعث افزایش عملکرد نیز خواهد شد. افزایش تعداد دانه در خورجین به طول خورجین نیز بستگی دارد. به نظر می رسد انتخاب ارقامی که تعداد دانه در خورجین بیشتر و اندازه دانه بزرگتری داشته باشند، در جهت بدست آوردن عملکرد بالا مفیدتر خواهند بود، زیرا عملکرد با تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در واحد سطح همبستگی بالایی دارد. ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی های مورد بررسی نیز مشخص نمود که عملکرد دانه با تعداد دانه در خورجین همبستگی بسیار معنی داری ( $r=0.80^{**}$ ) دارد (جدول ۵).

#### وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های وزن هزار دانه نشان داد که بین تیمارهای محلول پاشی بر این صفت اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). محلول پاشی در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی با ۹ درصد کاهش، به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. از آن جایی که عنصر روی در سنتز پروتئین لوله کرده شرکت دارد، منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل میوه و دانه می شود (Morshedi and Naghibi, 2004). به نظر می رسد که افزایش وزن هزار دانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع می باشد که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می گردد. بین ارقام برای وزن هزار دانه نیز تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد به دست آمد (جدول ۲). برخی از

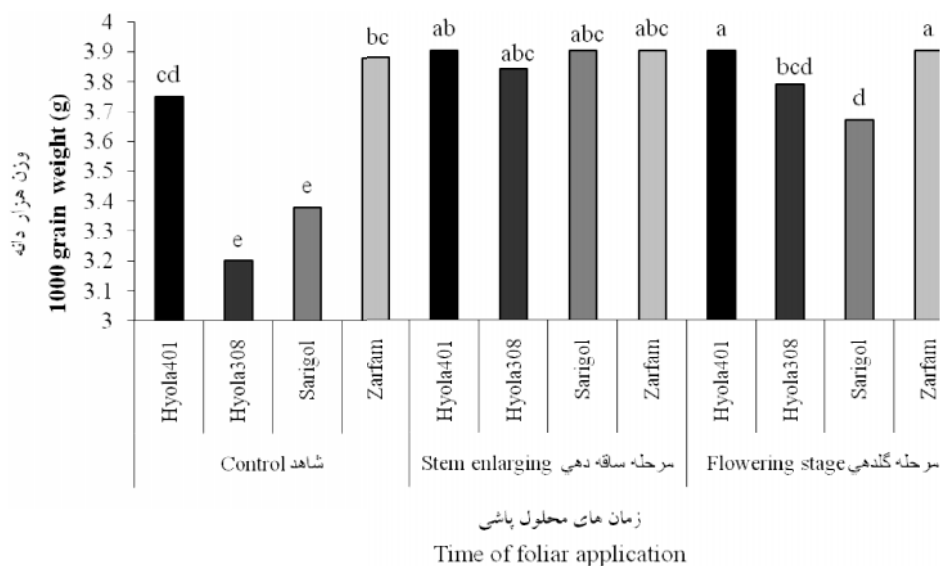
ببین ارقام برای صفت تعداد دانه در خورجین اختلاف معنی داری (در سطح یک درصد) مشاهده گردید. بیشترین تعداد دانه در خورجین در کلزای رقم زرفام و کمترین تعداد دانه در رقم هایولا ۳۰۸ مشاهده شد (جدول ۴). تعداد دانه در خورجین در واقع ظرفیت مخزن های گیاه را مشخص می کند، هر چه تعداد دانه ها بیشتر باشند، گیاه دارای تعداد مخزن های بیشتری برای مواد پرورده تولید شده است و هر عاملی که این جزء را افزایش دهد باعث افزایش عملکرد نیز خواهد شد. افزایش تعداد دانه در خورجین به طول خورجین نیز بستگی دارد. به نظر می رسد انتخاب ارقامی که تعداد دانه در خورجین بیشتر و اندازه دانه بزرگتری داشته باشند، در جهت بدست آوردن عملکرد بالا مفیدتر خواهند بود، زیرا عملکرد با تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در واحد سطح همبستگی بالایی دارد. ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی های مورد بررسی نیز مشخص نمود که عملکرد دانه با تعداد دانه در خورجین همبستگی بسیار معنی داری ( $r=0.80^{**}$ ) دارد (جدول ۵).

#### طول خورجین

تیمارهای محلول پاشی سولفات روی تاثیری بر طول خورجین نداشتند (جدول ۲). گریوال و همکاران

کلزای رقم هایولا ۴۰۱ و زرفام در تیمار محلول پاشی در مرحله گلدهی با وزن هزار دانه ۳/۹ گرم دارای بیشترین و کلزای رقم هایولا ۳۰۸ با وزن هزار دانه ۳/۲ گرم کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۱).

محققان گزارش کرده‌اند که ارقام زودرس نسبت به ارقام دیررس وزن هزار دانه ثابت‌تری دارند (Degenhardt and Kondra, 1981). برهمکنش تیمار محلول پاشی و ارقام اثر آماری معنی داری (در سطح احتمال یک درصد) بر وزن هزار دانه داشت.



شکل ۱ - برهمکنش زمان‌های مختلف محلول پاشی سولفات روی × رقم کلزا بر وزن هزار دانه چهار رقم کلزا

Fig. 1. Interaction effects of time of foliar application of zinc sulphate × cultivar on 1000 grain weight in four rapeseed cultivars

استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌گردد، مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که محلول پاشی در مرحله گلدهی باعث افزایش انتقال مواد غذایی به دانه‌ها شده و در مجموع عملکرد دانه نسبت به محلول پاشی در مرحله ساقه دهی افزایش می‌یابد. در بین ارقام نیز بیشترین عملکرد دانه در رقم زرفام و کمترین مقدار آن در رقم ساریگل بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که دلیل بالا بودن عملکرد دانه در رقم زرفام، بیشتر بودن تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین بعلت دوره رشد طولانی‌تر آن باشد که باعث افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی و جذب آن شده و در نتیجه رشد، فتوسنتز و شاخص سطح برگ گیاه افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد

ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی‌های مورد بررسی مشخص نمود که وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی بسیار معنی داری ( $r=0.78^{**}$ ) داشت (جدول ۵).

#### عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برای عملکرد دانه در تیمارهای محلول پاشی اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول پاشی در مرحله گل دهی و کمترین میزان عملکرد در تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) حاصل شد (جدول ۳). نتایج این پژوهش با یافته‌های بایوردی و مامدوف (Bybordy and Mamedov, 2010) که نشان دادند

دارد. ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی های مورد بررسی نشان داد که میزان روغن با تعداد خورجین در بوته ( $r=0.45^{**}$ )، تعداد دانه در خورجین ( $r=0.87^{**}$ )، وزن هزار دانه ( $r=0.43^{**}$ ) و عملکرد دانه ( $r=0.68^{**}$ ) دارای همبستگی بسیار معنی داری بود (جدول ۵). بین میزان روغن و پروتئین یک همبستگی منفی و معنی دار ( $r=0.79^{**}$ ) وجود داشت (جدول ۵). ناصری و همکاران (Naseri *et al.*, 2010) نیز گزارش کردند که همبستگی منفی و معنی دار ( $r=-0.48^{**}$ ) بین میزان پروتئین و میزان روغن دانه آفتابگردان وجود دارد.

#### میزان پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان پروتئین دانه نشان داد که بین تیمارهای محلول پاشی و میزان پروتئین دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). از آنجا که عنصر روی بر افزایش میزان پروتئین، روغن و عملکرد دانه گیاهان از جمله کلزا تأثیر مستقیم دارد (Riley *et al.*, 2000)، بنابراین در گیاهانی که کمبود این عنصر وجود دارد، مقدار پروتئین دانه کاهش یافته و اسیدهای آمینه تجمع نمی یابند. در آزمایش مرشدی و نقیسی (Morshedi and Naghibi, 2004) نشان داده شد که محلول پاشی روی باعث افزایش پروتئین دانه کلزا شد. براون و همکاران (Bron *et al.*, 2003) گزارش کردند در شرایط کمبود روی میزان پروتئین کل در گیاه به شدت کاهش می یابد، در حالی که میزان ترکیبات پروتئینی تقریباً بدون تغییر باقی می ماند. کاکماک و همکاران (Cakmak *et al.*, 1989) کاهش میزان پروتئین دانه لویا در تیمار عدم مصرف روی را در گزارش های خود بیان داشتند. نتایج بدست آمده با یافته های بنکس (Banks, 2004) در سویا مبنی بر افزایش میزان پروتئین دانه با مصرف عنصر روی مطابقت دارد. بین ارقام کلزا تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد از نظر میزان پروتئین دانه مشاهده گردید (جدول ۲). بیشترین میزان پروتئین دانه در رقم زرفام و کمترین مقدار آن در

دانه می شود. همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته ( $r=0.91^{**}$ )، تعداد دانه در خورجین ( $r=0.80^{**}$ ) و وزن هزار دانه ( $r=0.78^{**}$ ) نشان می دهد که تغییرات عملکرد دانه هم جهت با تغییرات این صفات است، به همین دلیل کاهش یا افزایش هر کدام از این صفات بر عملکرد دانه نیز مؤثر خواهند بود.

#### میزان روغن دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها برای این صفت نشان داد که بین زمان های محلول پاشی اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد، وجود داشت (جدول ۲). بیشترین میزان روغن در تیمار محلول پاشی در مرحله گل دهی و کمترین مقدار در تیمار عدم محلول پاشی حاصل گردید (جدول ۳). نتایج تحقیقات نشان داده است که کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم های آنتی اکسیدان شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می شود، از این رو کمبود عنصر روی می تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود (Cakmak, 1997). بین ارقام نیز تفاوت معنی داری از نظر میزان روغن دانه مشاهده گردید. بیشترین میزان روغن در رقم زرفام و کمترین مقدار آن در هیولا ۳۰۸ مشاهده گردید (جدول ۴). افزایش عملکرد در ارقام اصلاح شده یا از طریق افزایش سرعت تولید مواد فتوسنتزی و یا از طریق افزایش دوره پر شدن دانه ها، حاصل می شود. در همین رابطه کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 1978) اظهار داشتند که هر چه طول دوره پر شدن دانه ها بیشتر باشد، میزان روغن آن ها نیز افزایش می یابد. گزارش شده است که محلول پاشی روی در سطح ۲/۴ کیلوگرم روی در هکتار در مقایسه با شاهد، ۳۸ درصد عملکرد دانه، ۹ درصد میزان روغن و ۶ درصد پروتئین دانه را افزایش داد (Morshedi and Naghibi, 2004). نتایج این پژوهش با یافته های گانگادهارا و همکاران (Gangadhara *et al.*, 1990) در آفتابگردان مطابقت

باشد. در بین ارقام مورد آزمایش نیز به نظر می‌رسد که رقم زرفام به دلیل دارا بودن تعداد خورجین بیشتر در بوته و تعداد دانه بیشتر در خورجین، نسبت به سایر ارقام عملکرد دانه بیشتری را تولید می‌نماید.

رقم هایولا ۳۰۸ مشاهده شد. نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که محلول پاشی گیاه کلزا در مرحله گلدهی دارای اثرات مثبتی بر صفات مورد آزمایش می‌باشد و استفاده از محلول پاشی سولفات روی می‌تواند نقش موثری در بهبود عملکرد دانه این گیاه داشته

## References

## منابع مورد استفاده

- Banks, L. W. 2004.** Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 22: 116. 226-231.
- Berglund, D. R. 2002.** Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. Published in cooperative and with support from the North Dakota Soybean Council, 136p.
- Bron, P., H. Cakmak and Q. Zhang. 2003.** Form and function of zinc in plants. pp 93 – 100. In: Robson, A. D. Zinc in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherland.
- Bybordy, A. and G. Mamedov. 2010.** Evaluation of Application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Not. Sci. Biol.* 2(1): 94-103.
- Bybordi, A. and M. J. Malakouti. 2007.** Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola. Zinc crops; International Congress of Improving Crop Production and Human Health, 24 – 26 May, Istanbul, Turkey.
- Cakmak, I. 1997.** Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 20(4): 461-471.
- Cakmak, I., H. Marschner and F. Bangert. 1989.** Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Exp. Bot.* 40: 404-412.
- Chatterjee, C. and N. Khurana. 2007.** Zinc stress-induced changes in biochemical parameters and oil content of mustard. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 38: 751-761.
- Chay, P. and N. Thurling. 1989.** Variation in silique length in winter rape (*Brassica napus* L.) and its effect on grain yield components. *J. Agric Sci. Camb.* 113: 139-147.
- Degenhardt, D. F. and Z. P. Kondra, 1981.** The influence of graining rate and graining date on yield and growth characters of five genotypes of *Brassica napus*. *Can. J. Plant Sci.* 61: 185-190.
- Gangadhara, G. A., H. M. Manjunathiah and T. Satyanarayana. 1990.** Effect of sulphur on yield, oil content of sunflower and uptake of micronutrients by plants. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* 38: 692-694.
- Grewal, H. S., L. Zhonggu and R. D. Graham. 2001.** Influence of subsoil zinc on dry matter production, seed yield and distribution of zinc in oilseed rape genotypes differing in zinc efficiency. *Plant Soil.* 192: 181-189.

- Heitholt, J. J., J. J. Sloan and C. T. MacKown .2002.** Copper, manganese, and zinc fertilization effects on growth of soybean on a calcareous soil. *J. Plant Nutr.* 25: 1727-1740.
- Hocking, P. J., J. A. Mead, A. J. Good and S. M. Diffey. 2003.** The response of canola (*Brassica napus* L.) to tillage and fertilizer placement in contrasting environments in southern NSW. *Aust. J. Exp. Agric.* 43(11): 1323-1335.
- Jamsom, M., S. Galeshi, M. H. Pahlavani and E. Zeinali. 2009.** Evaluation of zinc foliar application on yield components, grain yield and grain quality of tow soybean cultivar in summer cultivation. *J. Plant Prod.* 16(1): 17-28.
- Khalily Mahaleh, J. and M. Rashidi. 2008.** Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in Khoy. *Seed and Plant.* 24 (2): 281-293. (In Persian with English abstract).
- Kumar, A., D. P. Singh and P. Singh. 1978.** Genotypic variation in the responses of *Brassica species* to water deficit. *J. Agric. Camb. Sci.* 615-618.
- Lewis, D. C. and J. D. McFarlane .1986.** Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and grain analysis. *Aust. J. Agric. Res.* 37: 567-572.
- Mirzapour, M. H. and A. H. Khoshgoftar. 2006.** Zinc application effects on yield and grain oil content of sunflower grown on a saline calcareous soil. *J. Plant Nutr.* 29: 1719-1727.
- Morshedi, A. and H. Naghibi. 2004.** Effects of foliar application of Cu and Zn on yield and quality of canola grain (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 11(3): 15-22. (In Persian with English abstract).
- Naseri, R., Kh. Fasihi., A. Hatami and M. M. Poursiahbidi. 2010.** Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower *cv.* Sina under rainfed conditions. *Iran. J. Crop Sci.* 12 (3) 227-238. (In Persian with English abstract).
- Ravi, S., H. T. Channal, N. S. Hebsur, B. N. Patil and P. R. Dharmatti. 2008.** Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 21(3): 382-385.
- Rehem, G. W., W. E. Fendter and C. J. Overdahi. 1998.** Boron for Minnesota soils. University of Minnesota Extension Service [Online]. Available at <http://www.Extension Umn. Edv>.
- Riley, T. G., F. Zhao and S. P. McGrath. 2000.** Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oilgrain rape. *Plant Soil.* 222: 139-147.
- Savaghebi Firouzabadi, Gh., M. J. Malakouti and M. Moez-Ardalan. 2003.** Effects of zinc sulfate application as well as grain zinc concentration on responses of wheat plant in a calcareous soil. *Iran. J. Agric. Sci.* 34(2): 471-482. (In Persian with English abstract).
- Shirani - Rad, A. H., M. Naeemi and Sh. Nasr Esfahani. 2010.** Evaluation of terminal drought stress tolerance

in spring and winter rapeseed genotypes. Iran. J. Crop Sci. 12(2): 112-126. (In Persian with English abstract).

**Siavashi, K., R. Soleimani and M. J. Malakouti. 2004.** Effect of zinc sulfate application times and methods on grain yield and protein content of chickpea in rainfed conditions. Iran. J. Soil Water. 18(1): 42-49. (In Persian with English abstract).

**Yang, M., L. Shl, S. Fang, J. W. Lu and Y. H. Wang. 2009.** Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on grain yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Pedosphere, 19(1): 53-59.

## Effect of foliar application of zinc sulphate on grain yield, oil and protein content in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

Omidian A<sup>1</sup>, S. A. Siadat<sup>2</sup>, R. Naseri<sup>3</sup> and M. Moradi<sup>4</sup>

### ABSTRACT

Omidian A., S. A. Siadat, R. Naseri and M. Moradi. 2012. Effect of foliar application of zinc sulphate on grain yield, oil and protein content in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 14(1):16-28. (In Persian).

To evaluate the effect of foliar application of zinc sulphate on plant characteristics of rapeseed cultivars a field experiment was carried out during 2008-2009 growing season in Shirvan-Chardavol Field Station of Ilam, Iran. The experiment was performed using factorial arrangement in randomized complete blocks design with three replications. The experimental factors included zinc sulphate foliar application (control, foliar application at stem elongation, and flowering stages) and four rapeseed cultivars (Hyola401, Hyola308, Zarfam and Sarigol). Results showed that foliar application significantly affected grain yield, silique.plant<sup>-1</sup>, grain.silique<sup>-1</sup>, 1000 grain weight, oil and protein content. Foliar application of zinc sulphate at stem elongation and flowering stages increased grain yield (by 11% and 17%, respectively). Also, oil and protein contents were increased by application of zinc sulphate. The highest oil (35.1%) and protein (27.3%) contents obtained from application of zinc sulphate at flowering stage when compared to control treatment. Cultivars were significantly different for grain yield, yield components, silique length, oil content, protein content and plant height. The highest (4201 kg.ha<sup>-1</sup>) and lowest (2981 kg.ha<sup>-1</sup>) grain yield obtained from Zarfam and Sarigol cultivars, respectively. Oil and protein contents were also significantly different in rapeseed cultivars. Zarfam had the highest oil content (34.9%) in comparison to the other cultivars. It is concluded that that zinc sulphate foliar application on Zarfam cultivar at flowering stage resulted in higher seed yield under the climatic conditions of the experimental site.

**Keywords:** Flowering stage, Foliar application, Oil content, Rapeseed and Zinc sulphate.

---

Received: November, 2010 Accepted: July, 2011

1-Former M.Sc. Student, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran (Corresponding author)  
(Email: [omidian\\_3705@yahoo.com](mailto:omidian_3705@yahoo.com))

2-Professor, Agriculture and Natural Resources, The University of Ramin, Ahvaz, Iran

3- Former M.Sc. Student, The University of Ilam, Ilam, Iran

4- Former M.Sc. Student, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran