

## تأثیر عناصر گوگرد، بور و روی بر عملکرد، غلظت عناصر و کیفیت دانه کلزا (*Brassica napus* L.)

مریم حبیبی<sup>۱</sup>، مجید مجیدیان<sup>۲</sup>، \* طیبه شجاع<sup>۱</sup>، محمد ربیعی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

<sup>۲</sup> استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

<sup>۳</sup> مربی پژوهشی، مؤسسه برنج کشور

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: [ma\\_majidian@guilan.ac.ir](mailto:ma_majidian@guilan.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۴

### چکیده

به منظور بررسی اثر مصرف عناصر بور، روی و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل شاهد، عنصر روی (به صورت کلات روی به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار)، عنصر گوگرد (به صورت گل گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ترکیب بور+ روی، ترکیب بور+ گوگرد، ترکیب روی+ گوگرد و ترکیب بور+ روی+ گوگرد بودند. بیشترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۴۱۵۷/۶ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار بور+ روی+ گوگرد بود که نسبت به شاهد ۴۸/۷ درصد افزایش عملکرد داشت. بیشترین و کمترین میزان روغن دانه در تیمار بور+ روی+ گوگرد (۴۲/۵۸ درصد) و شاهد (۳۸/۳۷ درصد) مشاهده شد. تیمار روی در بین تیمارهای اصلی، دوگانه و سه‌گانه بالاترین مقدار پروتئین دانه به میزان ۲۴/۶۲ درصد را دارا بود. بیشترین میزان جذب عناصر بور، روی و گوگرد به ترتیب به میزان ۱۵/۷، ۲۶/۳۸ و ۵۷۷/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار ترکیب توأم بور+ روی+ گوگرد و کمترین میزان جذب در شاهد (۳/۷۷، ۷/۳۷ و ۱۲۱/۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که تیمار ترکیب دوگانه عناصر بر و گوگرد از نظر تولید عملکرد دانه و مقدار روغن کلزا در شرایط آب و هوایی رشت مناسب به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، جذب عناصر، روغن دانه، عملکرد دانه، عناصر ریزمغذی

## مقدمه

اهداف مصرف ریزمغذی‌ها شامل افزایش عملکرد محصول و ارتقاء خصوصیات کیفی و غنی‌سازی محصولات کشاورزی، تولید بذر با قدرت جوانه‌زنی بالا و کاهش غلظت آلاینده‌هایی نظیر نیترات و کادمیوم در گیاه می‌باشد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). کلزا از جمله گیاهانی است که حساسیت بیشتری به کمبود عناصر ریزمغذی به‌ویژه روی و بور دارد (قادری و همکاران، ۱۳۸۴). بور از عناصر ضروری در گیاهان آوندی است و کمبود آن باعث صدمه به فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی می‌شود. نقش آن مرتبط با متابولیسم فنل، جذب نیترات، سنتز و ساختمان دیواره سلولی، پایداری غشاء (کریستوبال<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۸)، جوانه‌زنی و رشد لوله‌گرده، تقسیم میوز و تولید دانه در گیاهان است (کاسترو و سوتومار<sup>۷</sup>، ۱۹۹۷). صفاری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی آثار تغذیه‌ای نیتروژن، بور و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گلرنگ بیان داشتند بالاترین درصد روغن در تیمار تلفیقی نیتروژن+ بور+ گوگرد به دست آمد. نتایج یک بررسی در هند نشان داد که با افزایش مصرف بور تا یک کیلوگرم در هکتار، عملکرد و اجزاء عملکرد در خردل هندی به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (ورما<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). مالهی و همکاران (۲۰۰۳) افزایش عملکرد دانه، ماده خشک گیاه، افزایش طول ریشه و جذب بور در کلزا در ارتباط با کاربرد بور را مشاهده کردند. در تحقیق دیگر محلول‌پاشی توأم سولفات روی و اسید بوریک سبب افزایش غلظت روی و بور در دانه کلزا شد که از لحاظ غنی‌سازی دانه حائز اهمیت است (خیاوی و همکاران، ۱۳۸۹).

روی به‌عنوان محدودکننده‌ترین عنصر کم‌مصرف در تولید گیاهان زراعی در بخش‌های مختلف جهان مطرح است (مندل<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). به‌کارگیری روی اثر بسیار زیادی بر فرآیندهای پایه گیاه مثل متابولیسم و جذب نیتروژن، افزایش کیفیت پروتئین، فتوسنتز، مقاومت در مقابل تنش‌های زیستی و غیر زیستی و

کلزا (*Brassica napus*) یکی از گیاهان روغنی است که توسعه زراعت آن نقطه امید برای تأمین قسمت عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور می‌باشد که حدود ۹۰ درصد آن وارداتی است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). در حال حاضر کمبود گوگرد در خاک‌های سراسر جهان به دلیل کشت و کار مداوم، استفاده از کودهای با درجه خلوص بالا و کاهش دی‌اکسید گوگرد در اتمسفر به‌سرعت رو به افزایش است (سپهر و ملکوتی، ۱۳۸۳). متأسفانه اغلب تولیدکنندگان دانه‌های روغنی ۱۰ الی ۴۰ درصد از پتانسیل و بازده تولید محصولشان را به خاطر عدم آگاهی از اهمیت گوگرد در تولید دانه‌های روغنی از دست می‌دهند (سپهر و ملکوتی، ۱۳۸۳). کلزا برای تولید یک‌تن دانه که محتوی ۹۱٪ ماده خشک باشد به ۱۶ کیلوگرم گوگرد نیاز دارد (مک‌گراس<sup>۱</sup> و ژائو، ۱۹۹۶). گوگرد در ترکیبات فعال زیستی مانند بیوتین، گلوکاتینون، تیامین و کوآنزیم آ موجود است و علاوه بر آن مهم‌ترین انتقال‌دهنده انرژی و از اجزاء ساختمان پروتئین‌ها محسوب می‌گردد (قدمی، ۱۳۸۹). کاربرد آن باعث افزایش کارایی مصرف نیتروژن در کلزا می‌شود (فیسمس<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). کاندیل و گاد<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) در بررسی اثر منابع مختلف گوگرد بر عملکرد و کیفیت کلزا بیان کردند که اثر منابع مختلف بر پارامترهای رشد، مقدار روغن و پروتئین دانه و مقدار عناصر پرمصرف و کم‌مصرف موجود در دانه معنی‌دار شد، اما در بین منابع مختلف بیشترین مقدار متعلق به سولفات آمونیوم بود. مالهی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که با مصرف ۳۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار بالاترین میزان عملکرد دانه، روغن، پروتئین دانه در ارقام و گونه‌های مختلف کلزا به دست آمد. میرزاشاهی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مصرف گوگرد سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و روغن در کلزا شد.

<sup>1</sup> McGrath and Zhao

<sup>2</sup> Fismes

<sup>3</sup> Kandil and Gad

<sup>4</sup> Malhi

<sup>5</sup> Mirzashahi

<sup>6</sup> Cristobal

<sup>7</sup> Castro and Sotomayor

<sup>8</sup> Verma

<sup>9</sup> Mandal

محسوب می‌شود و آب و هوای آن از نوع آب و هوای مدیترانه‌ای با رطوبتی بیشتر می‌باشد. توزیع بارندگی در طول سال عموماً طوری است که در طول دوره رشد کلزا یعنی در فاصله آبان تا خرداد، دارای توزیع بهینه است. میانگین بارندگی و دما داده‌های هواشناسی مربوط به ۸ ماهه دوره رشد کلزا ۱۰۳۴ میلی‌متر و ۲۱/۳ درجه سلسیوس بود) با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول ۴۹ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل ۱- شاهد (بدون مصرف گوگرد و عناصر کم‌مصرف) ۲- عنصر روی (به صورت کلات روی به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار) ۳- عنصر بور (به صورت براکس به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار) ۴- عنصر گوگرد (به صورت گل گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) ۵- ترکیب روی+ گوگرد (کلات روی به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار + گل گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) ۶- ترکیب روی+ بور (کلات روی به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار + براکس به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار) ۷- ترکیب بور+ گوگرد (براکس به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار + گل گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) ۸- ترکیب بور+ گوگرد+ ترکیب روی (گل گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار + براکس به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار) ۹- کلات روی به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار) بود (مقادیر عناصر مصرفی بر اساس آزمون خاک و نیاز گیاه تعیین شدند). عملیات آماده‌سازی بستر بذر شامل شخم، دیسک و تسطیح در اوایل آبان انجام شد و قبل از کاشت نمونه مرکبی از خاک مزرعه از عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین که در جدول ۱ ارائه شده است. عملیات کاشت با تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در تاریخ ۲۴ آبان انجام شد. کودهای شیمیایی پایه شامل ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (از منبع اوره) (۱/۳ در زمان کاشت، ۱/۳ در مرحله ساقه رفتن و ۱/۳ باقی‌مانده در مرحله به گل رفتن)، کود پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) و فسفر (از منبع فسفات آمونیوم) هر کدام به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به خاک مزرعه افزوده

محافظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو دارد (کاکمک<sup>۱</sup>، کاکمک<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). مصرف توأم خاک‌پاش و برگ‌پاش روی و آهن در کلزا سبب افزایش عملکرد دانه، محتوای روغن و پروتئین دانه می‌شود (بایبوردی و مامیدف<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). 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 (گران و بایلی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸). احمدی<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) در مطالعه اثر روی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا بیان کرد که اثر سولفات روی بر ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه معنی‌دار نشد اما باعث افزایش معنی‌دار تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد خورجین و عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی عنصر روی همراه با مصرف فسفر در بادام‌زمینی سبب افزایش عملکرد، روغن و پروتئین دانه شد (گوباره<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اهمیت عناصر ریزمغذی در بهبود عملکرد محصولات زراعی، این بررسی به منظور ارزیابی تأثیر عناصر بور، روی و گوگرد به صورت منفرد و ترکیبی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا و میزان جذب عناصر در دانه در شهرستان رشت انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر مصرف سه عنصر ضروری گوگرد، بور، روی و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد کمی و کیفی کلزا رقم هایولا ۴۰۱ (تیپ بهاره، مبدأ کشور کانادا، نوع رقم هیبرید، میزان روغن ۴۷-۴۴ درصد، کیفیت روغن دو صفر، طول دوره رشد ۱۸۰-۱۵۰ روز، منطقاً کشت گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب، عملکرد متوسط دانه بیش از ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، میانگین وزن هزار دانه ۳/۵ گرم) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت (استان گیلان با اعتدال هوا و بارندگی فراوان جزو مناطق معتدل و مرطوب

<sup>1</sup> Cakmak

<sup>2</sup> Bybordi and Mamedov

<sup>3</sup> Grant and Bailly

<sup>4</sup> Ahmadi

<sup>5</sup> Gobarah

نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر صفت تعداد شاخه فرعی در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار بور+ روی+ گوگرد با میانگین ۱۰/۱ عدد بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۴/۱ عدد کمترین تعداد شاخه جانبی در بوته را داشتند (جدول ۳). مصطفوی‌راد و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند مصرف گوگرد در کلزا به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه فرعی را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد و بالاترین تعداد شاخه فرعی نیز با کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد. وجود عنصر روی در مناطق مرستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا باعث افزایش تعداد شاخه جانبی می‌شود (تاندون<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹).

دوی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزایش تعداد شاخه جانبی در سویا با مصرف بور و گوگرد به دلیل نقش عنصر گوگرد در فرآیندهای رشد و نمو گیاه و ساختمان اسیدهای آمینه و فرآیند تفکیک بافت از سلول‌های مولد مرستمی و عنصر بور سبب افزایش تقسیم سلولی و انتقال مواد فتوسنتزی و تنظیم‌کننده‌های رشد از منبع به مخزن می‌شود.

#### تعداد خورجین در بوته

اثر تیمارهای کودی اعمال شده بر صفت تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد خورجین در بوته متعلق به تیمار بور+ روی+ گوگرد با میانگین ۱۹۵/۹ عدد و کمترین مقدار در شاهد (۸۳/۴) مشاهده شد (جدول ۳).

شدند. در این آزمایش هر واحد آزمایشی با طول ۵ متر و عرض ۲/۷۵ با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از واحد آزمایشی مجاور ایجاد شدند. در هر کرت ۸ ردیف کاشت که فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تیمارهای گوگرد، بور و روی به‌صورت خاک مصرف به کرت‌های حاوی گوگرد، بور و روی اضافه شدند. بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها و رسیدن آن‌ها به مراحل ۳-۴ برگ، عملیات تنک کردن صورت گرفت و تراکم بوته در سطح مزرعه تنظیم شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول مدت آزمایش به‌صورت دستی انجام شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و ویژگی‌هایی چون تعداد شاخه جانبی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی کامل به‌منظور تعیین عملکرد دانه (با رطوبت صفر) پس از حذف اثر حاشیه، بوته‌ها از قسمتی از کرت که به‌عنوان فضای عملکرد (۲ مترمربع) در نظر گرفته شده بودند (۲۱ اردیبهشت‌ماه) برداشت شد. ویژگی‌های کیفی دانه از جمله مقدار روغن دانه با استفاده از روش سوکسله (Soxtec system HT 1043)، مقدار پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال (هلریچ<sup>۱</sup>، ۱۹۹۰) و برای اندازه‌گیری جذب سه عنصر گوگرد، روی و بور در گیاه در ۸۰ درصد گلدهی از هر کرت هشت بوته انتخاب و سپس ۴ برگ بالایی جدا شدند و به آزمایشگاه گروه زراعت دانشگاه گیلان منتقل و برای اندازه‌گیری عناصر غذایی بور و روی از روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید کلریدریک استفاده شد (امامی، ۱۳۷۵) و برای اندازه‌گیری گوگرد از روش کدورت سنجی در مجاورت اسید پرکلریک و آب اکسیژنه استفاده شد و میزان عنصر بور و گوگرد با دستگاه اسپکتوفتومتر (UV-Visible مدل Cary 50 ساخت آلمان) و عنصر روی با دستگاه جذب اتمی (Atomic absorption spectrophotometry, Varian model 110/220 ساخت هلند) قرائت شدند (المر و کان<sup>۲</sup>، ۱۹۸۲). محاسبات آماری مربوط با استفاده از نرم‌افزار SAS

<sup>3</sup> Tandon

<sup>4</sup> Devi

<sup>1</sup> Helrich

<sup>2</sup> Elmer and Conn

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (%)	فسفر	پتاسیم (mg/kg)	بور قابل جذب	سولفات محلول (meq/li)	روی قابل جذب (mg/kg)	نیتروژن کل (%)	بافت خاک
۶/۳۳	۰/۰۲۵۵	۱/۴	۱۴/۹۷	۲۰۲/۱۵	۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۹۴	۰/۱۲	سیلتی رسی
۶/۵-۷	< ۱/۵	> ۲	= ۱۵	> ۲۵۰	۰/۵	> ۱	۲	> ۰/۲	بهینه

۱۳۸۹). مک‌گراس و ژائو (۱۹۹۶) گزارش کردند که عنصر گوگرد نسبت اندام‌های زایشی به کل ماده خشک در گیاه را افزایش می‌دهد و کمبود آن سبب توقف رشد اندام‌های زایشی و عقیمی خورجین‌ها می‌شود. بور رشد دانه کرده به‌ویژه لوله کرده را تحریک می‌کند (مارشتر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵) تحقیقات سایر محققان (مرادی تلاوت و همکاران، ۱۳۸۶ و گرنه و بایلی، ۱۹۹۸) نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت بور بر تعداد دانه در غلاف است. عنصر روی با افزایش ذخیره هیدرات کربن دانه کرده سبب افزایش طول عمر آن و در نتیجه گرده‌افشانی بیشتر و تولید دانه بیشتر در خورجین‌ها می‌شود (پورتر<sup>۳</sup>، ۱۹۹۳).

### وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه در تیمار بور+ روی+ گوگرد و تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۳/۷ و ۳/۲۲ گرم به دست آمد (جدول ۳). گوگرد و نیتروژن موجب توسعه شاخص‌های رشد که نیاز اولیه رشد و نمو اجزاء عملکرد مثل تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه می‌باشند، می‌شوند.

همه تیمارهای کودی سبب افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته شد. یکی از اجزای مهم عملکرد در کلزا تعداد خورجین‌های بارور در بوته می‌باشد که با افزایش آن عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد شد. گوگرد با تأثیر بر متابولیسم گیاه و همچنین تقویت رشد رویشی گیاه در مرحله زایشی موجب افزایش عملکرد می‌گردد (صفاری و همکاران ۱۳۹۰). براون<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۳) در توضیح نقش روی در میزان عملکرد عنوان کردند که شکل‌گیری اندام‌های زایشی نر و ماده و فرآیند گرده‌افشانی در اثر کمبود روی مختل می‌شوند که منجر به کاهش شدید در عملکرد می‌شود. آن‌ها این امر را به کاهش تولید ایندول استیک اسید نسبت داده‌اند. خیای و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که مصرف سولفات روی سبب کاهش خورجین بارور؛ ولی اسید بوریک سبب افزایش خورجین بارور در کلزا شد.

### تعداد دانه در خورجین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن مصرف عناصر بور، روی و گوگرد بر صفت تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین با میانگین ۳۴/۳ عدد در تیمار ترکیبی سه‌گانه بور+ روی+ گوگرد به دست آمد (جدول ۳). کمترین میانگین تعداد دانه در خورجین به تیمار شاهد (۲۳/۹۳) تعلق داشت. تعداد دانه در خورجین در واقع ظرفیت مخزن گیاه را مشخص می‌کند، هرچه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای ظرفیت مخزن بزرگ‌تری برای آسیمیلات تولید شده است و هر پارامتری که این عامل را افزایش دهد، عملکرد را نیز بالا خواهد برد (امیدیان و همکاران،

<sup>2</sup> Marschner

<sup>3</sup> Porter

<sup>1</sup> Brown

سطوح گوگرد و روی در برنج تعداد پانیکول در مترمربع، تعداد دانه در پانیکول و عملکرد دانه روند افزایشی داشت (سینگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). گارگ<sup>۴</sup> و همکاران (۱۹۷۹) علت افزایش عملکرد برنج در سطوح پایین بور را به دلیل نقش این عنصر در بقای گرده، نقل و انتقال قند و مواد حاصله از فتوسنتز و افزایش فعالیت آنزیمی در سلول می‌دانند که بدین ترتیب بر انتقال و قابلیت استفاده قندها مواد حاصله از فتوسنتز تأثیر دارد. نصری و خلعتبری (۱۳۸۷) گزارش کردند وجود عنصر روی یا تحریک هورمون اکسین باعث رشد رویشی، شاخه‌بندی و فتوسنتز بیشتر و تولید دانه‌های زیادتر و عملکرد بیشتر در کلزا می‌شود.

### میزان روغن دانه

از مهم‌ترین خواص کیفی دانه‌های کلزا درصد روغن است. چون دانه‌های این گیاه حاوی درصد زیادی روغن فاقد کلسترول بوده، بنابراین هدف تغذیه بهینه با مواد معدنی، افزایش درصد روغن دانه‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفت میزان روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

در بین تیمارهای اعمال شده تیمار بور+ روی+ گوگرد با میانگین ۴۲/۵۸ درصد بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۳۸/۳۷ درصد کمترین میزان روغن را داشتند (جدول ۳). همچنین ترکیبات تیماری دو عنصر، اختلاف معنی‌داری با ترکیب سه عنصر با هم نداشتند.

تیسدال<sup>۵</sup> و همکاران (۱۹۸۵) بیان کردند دانه‌های روغنی به مقادیر متوسط سولفور واکنش نشان می‌دهند که به دلیل نقش گوگرد در ساخت آمینواسیدها و سنتز اسیدهای چرب می‌باشد.

به‌کارگیری مقدار متعادلی از گوگرد و نیتروژن در کلزا تولید مطلوبی از تعداد، اندازه و طول خورجین در گیاه می‌کند و با فتوسنتز خورجین‌های بزرگ‌تر در پایان مرحله رشد دانه‌های سنگین‌تر تولید می‌شود (ستار<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش وزن هزار دانه با مصرف عناصر ریزمغذی به دلیل اثرات مثبت این عناصر بر انتقال آسیمیلات، فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، تشکیل کلروفیل و بهبود رشد گیاه می‌باشد (موحدی‌دهنوی و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش تعداد نیم در گیاه، تعداد دانه در نیم و وزن هزار دانه در گیاه بادام‌زمینی با مصرف عنصر روی به دلیل نقش حیاتی آن در آنزیم‌های فعال در فرآیندهای زیستی در گیاهان است که سبب افزایش اجزاء عملکرد می‌شود (گوباره و همکاران، ۲۰۰۶). ورما و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزایش اجزاء عملکرد به‌ویژه وزن هزار دانه در خردل هندی با مصرف بور به دلیل تأثیر مثبت آن بر افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات‌ها می‌باشد.

### عملکرد دانه

نتایج این بررسی نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). کمترین و بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمار شاهد با میانگین ۲۷۹۵/۳ کیلوگرم در هکتار و تیمار بور+ روی+ گوگرد با میانگین ۴۱۵۷/۶ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). به‌طوری که تیمار بور+ روی+ گوگرد نسبت به شاهد ۴۸/۷ درصد افزایش عملکرد داشت. همچنین عملکرد دانه در ترکیبات تیماری بر+ گوگرد و بر اختلاف معنی‌داری با ترکیب سه عنصر نداشتند. عملکرد دانه تابع اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه) می‌باشد و تغییر در هر یک از اجزا سبب تغییر در عملکرد خواهد شد.

گوگرد در سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها نقش دارد، بنابراین ناکافی بودن آن می‌تواند عملکرد و کیفیت کلزا را تحت تأثیر قرار دهد (شرر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). با افزایش مصرف

<sup>3</sup> Singh

<sup>4</sup> Garg

<sup>5</sup> Tisdale

<sup>1</sup> Sattar

<sup>2</sup> Scherer

نشریه تولید گیاهان روغنی / سال دوم / شماره دوم / پاییز و زمستان ۱۳۹۴

جدول ۲- تجزیه واریانس صفت‌های کمی و کیفی گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در تیمارهای کودی متفاوت

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان روغن دانه	میزان پروتئین دانه	میزان جذب بور در دانه	میزان جذب گوگرد در دانه
بلوک	۲	۴/۴۴	۱۹۹۰/۹	۱/۲	۰/۰۰۲	۳۸۰۰/۶	۰/۵۸	۲/۷۳	۱/۱۸	۰/۹۱
تیمار	۷	۱۱/۶۸**	۳۹۶۹/۳**	۲۸/۹۶**	۰/۰۷**	۶۴۹۲۷۲/۳**	۵/۰۱**	۱۱/۴۷**	۴۷/۶۵**	۹۷/۰۵**
خطای آزمایشی	۱۴	۰/۲۴	۱۰۱/۹	۱/۳	۰/۰۰۱	۵۲۱۱/۷	۰/۱۶	۱/۸	۲/۱۳	۸/۵۷
ضریب تغییرات (%)	-	۷/۱۷	۶/۹	۳/۷	۱۱/۰۲	۱۲/۰۵	۰/۹۷	۶/۴	۱۳/۶	۱۵/۳

\*\* معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین عناصر بور، روی و گوگرد برای صفت‌های کمی و کیفی گیاه کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱)

تیمار	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg/ha)	میزان روغن (%)	میزان پروتئین (%)	میزان جذب بور در دانه	میزان جذب گوگرد در دانه
شاهد	۴/۱۶d	۸۳/۴۲e	۲۳/۹۳c	۳/۲۲f	۲۷۹۵/۳f	۳۸/۳۷e	۱۷/۹۳c	۳/۷۷d	۷/۳۷c
بور	۵/۶۶c	۱۲۱/۴۲d	۳۰/۱b	۳/۳۸e	۳۲۲۹/۸ab	۴۰/۶dc	۱۹/۵bc	۱۴/۹a	۱۸/۱۱ab
روی	۵/۴۱cd	۱۲۹/۵d	۲۹/۷۸b	۳/۴۹d	۳۰۹۸/۵e	۴۰/۴d	۲۴/۶۲a	۸/۸۶bc	۲۳/۴۹ab
گوگرد	۵/۹۱c	۱۳۵/۱۷cd	۳۰/۹۶b	۳/۵۳cd	۳۴۰۳/۰۳d	۴۱/۱۳bcd	۲۰/۲۷bc	۷/۳cd	۱۶/۳۳b
بور+گوگرد	۸/۶۶ab	۱۴۴/۸۳cd	۳۲/۷ab	۳/۶۱abc	۳۹۵۱/۶ab	۴۱/۹۲ab	۲۰/۹۴abc	۱۲/۰۹ab	۱۸/۸۹ab
بور+روی	۶/۶۶c	۱۶۰/۰۸bc	۳۲/۲ab	۳/۵۸bcd	۳۶۵۶/۴c	۴۱/۶۹abc	۲۰/۹۶abc	۱۲/۶۲ab	۲۰/۱۷ab
گوگرد+روی	۸/۴۱b	۱۸۶/۹ab	۳۱/۸ab	۳/۶۴ab	۳۸۴۰/۹bc	۴۱/۷۱abc	۲۱/۳۴abc	۱۰/۲۸bc	۲۱/۰۷ab
بور+گوگرد+روی	۱۰a	۱۹۵/۹۲a	۳۴/۳۱a	۳/۷a	۴۱۵۷/۶a	۴۲/۵۸a	۲۲/۱۹ab	۱۵/۷a	۲۶/۳۸a

در هر ستون تیمارهایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

(راوی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰) و سویا (دوی و همکاران، ۲۰۱۲) است. بور در ساخت پروتئین و تولید روغن نقش

نتایج سایر تحقیقات حاکی از تأثیر مثبت گوگرد بر درصد روغن در کلزا (مالهی و لیچ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰)، گلرنگ

<sup>2</sup> Ravi

<sup>1</sup> Malhi and Leach

۲۰۰۹؛ کاکمک و همکاران، ۲۰۱۰؛ ناتال<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۸۷) گزارش شده است.

### میزان جذب عناصر بور، روی و گوگرد در دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مورد آزمایش از نظر میزان جذب بور، روی و گوگرد در دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین میزان جذب بور، روی و گوگرد به ترتیب با میانگین ۱۵/۷، ۲۶/۳۸ و ۵۷۷/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ترکیب سه‌گانه عناصر (بور + روی + گوگرد) و کمترین جذب در شاهد مشاهده شد. با مصرف عناصر بور، روی و گوگرد به‌صورت منفرد، ترکیب دوگانه و سه‌گانه میزان جذب عناصر افزایش یافت که بیشترین میزان جذب در ترکیب سه‌گانه به دست آمد. به نظر می‌رسد که استفاده توأم از عناصر اثر تشدیدکننده بر میزان جذب داشته است. چیتشواری و پونگوتهای<sup>۶</sup> (۲۰۰۳) نتایج مشابهی را با کاربرد سه عنصر بور، روی و گوگرد در بادام زمینی گزارش کردند. راوی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که بیشترین میزان جذب سه عنصر گوگرد، روی و آهن در دانه گلرنگ در تیمار ترکیب سه‌گانه عناصر به دست آمد که علت این افزایش در تیمار ترکیبی را به دلیل اثر متقابل و رابطه هم‌افزایی بین عناصر نسبت داده‌اند.

سین‌ها<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۰) اثر متقابل مثبت و افزایشی بین عناصر روی و بور را در خردل هندی در شرایطی که ذخیره هر دو عنصر غذایی کم یا ذخیره هر دو عنصر زیاد بود، خاطرنشان کردند. محلول‌پاشی با غلظت دو در هزار اسید بوریک سبب افزایش معنی‌دار جذب دو عنصر روی و بور در دانه کلزا شد (خیاوی و همکاران، ۱۳۸۹).

دارد (مالوار<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). در آزمایشی که توسط صفاری و همکاران در کرمان انجام شد، بیشترین درصد روغن در گلرنگ در تیمار ترکیب سه‌گانه نیتروژن ۴۶، گوگرد ۱۵۰ و بور ۰/۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کمرکی و گلوی (۱۳۹۱) گزارش کردند عنصر روی می‌تواند متابولیسم چربی‌ها را افزایش دهد و از این طریق درصد روغن را تحت تأثیر قرار دهد. بابهلکار<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که با افزایش سطوح گوگرد و روی به همراه نیتروژن و فسفر در گلرنگ میزان روغن دانه افزایش یافت.

### پروتئین دانه

نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار روی با میانگین ۲۴/۶۲ درصد بیشترین میزان پروتئین دانه و شاهد با میانگین ۱۷/۹۳ درصد کمترین میزان پروتئین دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در بیان علت افزایش پروتئین بذر با کاربرد عناصر روی، گوگرد و بور باید گفت که عنصر روی به‌طور مستقیم در هر دو پروسه بیان ژن و سنتز پروتئین نقش دارد (کاکمک، ۲۰۰۰). عنصر گوگرد جزء اصلی سازنده اسیدهای آمینه متیونین، سیستین و سیستین می‌باشد و همچنین در تبدیل این اسیدهای آمینه به پروتئینی با کیفیت بالا کمک می‌کند (راوی و همکاران، ۲۰۱۰). تأثیر محلول‌پاشی بور ممکن است به نقش این عنصر در واکنش‌های متابولیکی اساسی و تسریع در سنتز پروتئین مربوط باشد. همچنین بور در سنتز یکی از بازهای سازنده آران‌ای (اوراسیل) نقش دارد (میرنیا و حبیب‌زاده، ۱۳۸۶). رابطه مثبت بین مقدار پروتئین دانه با عناصر گوگرد، بور و روی توسط محققان مختلف (جان<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰؛ موحدی دهنوی<sup>۴</sup> و همکاران،

<sup>5</sup> Nuttall

<sup>6</sup> Chitdeshwari and Poongothai

<sup>7</sup> Sinha

<sup>1</sup> Malewar

<sup>2</sup> Babhulkar

<sup>3</sup> Jan

<sup>4</sup> Movahhedy-Dehnavy



## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش مصرف کودهای بور، گوگرد و روی همراه با کودهای پایه می‌تواند به افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا کمک کند.

## منابع

- امامی، ع. ۱۳۷۵. شرح روش‌های تجزیه گیاه. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱(۹۸۲): ۱۲۰ صفحه.
- امیدیان، ا.، سیادت، س.ع.، ملکی، ع. و ناصری، ر. ۱۳۸۹. بررسی اثرات زمان محلول‌پاشی سولفات روی بر خصوصیات کمی و کیفی چهار رقم کلزا در منطقه سرابله. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۳۰۵۵-۳۰۵۲.
- خیاوی، م.، خورشیدی بنام، م.ب.، اسماعیلی آفتابداری، م.، آذرآبادی، س.، فرامرزی، ع. و عمارت‌پرداز، ج. ۱۳۸۹. تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی و بور بر عملکرد و برخی صفات کیفی دانه دو رقم کلزا (*Brassica napus L.*). دانش آب و خاک، ۲۰/۱(۳): ۳۱-۴۵.
- سپهر، ا. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۳. نقش گوگرد در تغذیه دانه‌های روغنی. کتاب مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی گامی مؤثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور. انتشارات خانیان، ۴۶۴ صفحه.
- صفاری، م.، مددی زاده، م. و شریعتی‌نیا، ف. ۱۳۹۰. بررسی آثار تغذیه‌ای عناصر نیتروژن، بور و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گلرنگ. مجله علوم گیاهان زراعی، ۴۲(۱): ۱۴۱-۱۳۳.
- قادری، ج.، شریعتمداری، م. و صیادیان، ک. ۱۳۸۴. بررسی روش و میزان مصرف عناصر ریزمغذی در زراعت کلزا در شهرستان کرمانشاه. صفحه ۱۸۲. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.
- قدمی، ن. ۱۳۸۹. زراعت و اصلاح کلزا (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۳۴ صفحه.
- کمرکی، ح. و گلوی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بور و روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamu tinctorius L.*). نشریه بوم‌شناختی کشاورزی، ۴(۳): ۲۰۶-۲۰۱.
- مرادی تلاوت، م.ر.، سیادت، س.ع.، نادیان، ح. و فتحی، ق. ۱۳۸۶. واکنش رشد و عملکرد کلزا به سطوح مختلف نیتروژن و بور در منطقه اهواز. دهمین کنگره علوم خاک ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۴۶۷-۴۶۶.
- مصطفوی‌راد، م.، طهماسبی سروسستانی، ز.، مدرس ثانوی، س.ع.م. و قلاوند، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی برخی صفات زراعی کلزا تحت تأثیر کاربرد مقادیر مختلف گوگرد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰(۳): ۵۰۲-۴۹۵.
- ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م.م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- ملکوتی، م.ج.، خادمی، ز. و مهاجرمیلانی، پ. ۱۳۸۲. توصیه کودی برای کلزا در کشور، کتاب مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی گامی مؤثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور. انتشارات خانیان.
- میرنیا، س.خ. و حبیب‌زاده، ف. ۱۳۸۶. راهنمای تغذیه گیاه (ترجمه). انتشارات تکرنگ.
- نصری، م. و خلعتبری، م. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر غلظت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا (*Brassica napus L.*) در منطقه ورامین. دانش کشاورزی ایران، ۵(۲): ۲۱۳-۱۹۷.

- Ahmadi, M. 2010. Effect of zinc and nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). World Applied Sciences Journal, 10(3): 298-303.
- Babhulkar, P.S., Kar, D., Badole, W.P., and Balpande, S.S. 2000. Effect of sulphur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in Vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science, 48: 541- 543.
- Brown, P.H., Cakmak, I., and Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc plants. In: Robson. A.D., (ed.). In Zinc in Soils and Plants. Springer Netherlands, 93-106.
- Bybordi, A., and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae, 2(1):94-103.
- Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist, 146: 185- 205.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil, 302(1-2): 1-17.
- Castro, J., and Sotomayor, C. 1997. The influence of boron and zinc sprays at bloomtime on almond fruit set. In II International Symposium on Pistachios and Almonds, 470: 402-405.
- Chitdeshwari, T., and Poongothai, S. 2003. Yield of groundnut and its nutrient uptake as influenced by zinc, boron and sulphur. Agricultural Science Digest, 23(4): 263-266.
- Cristobal, J.C., Rodriguez, M.B.H., Beato, V.M., Rexach, J., Gochicoa, M.T.N., Maldonado, J.M., and Fontes, A.G. 2008. The expression of several cell wall- related genes in Arabidopsis roots is down-regulated under boron deficiency. Environmental and Experimental Botany, 63(1): 351-358.
- Devi, K.N., Singh, L.N.K., Singh, M.S., Singh, S.B., and Singh, K.K. 2012. Influence of sulphur and boron fertilization on yield, quality, nutrient uptake and economics of soybean (*Glycine max*) under upland conditions. Journal of Agricultural Science, 4(4): 421-431.
- Elmer, P., and Conn, N. 1982. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer, Norwalk, CT.
- Fismes, J., Vong, P.C., Guckert, A., and Frossard, E. 2000. Influence of sulfur on apparent N- use efficiency, yield and quality of oilseed (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. European Journal of Agronomy, 12(2): 127- 141.
- Garg, O.K., Sharma, A.N., and Kona, G.R. 1979. Effect of boron on the pollen vitality and yield of rice plants (*Oryza sativa* L. Var. Jaya). Plant and Soil, 52(4): 591- 594.
- Gobarah, M.E., Mohamed, M.H., and Tawfik, M.M. 2006. Effect of phosphorus fertilizer and foliar spraying with zinc on growth, yield and quality of groundnut under reclaimed sandy soils. Journal of Applied Science Research, 2(8): 491- 496.
- Grant, C.A., and Baily, L.D. 1998. Fertility management in canola production. Canadian Journal of Plant Science, 73(3): 651-670.
- Helrich, K.C. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15 th Editions. Washington, DC, 798 P.
- Jan, A., Ahmad, G., Arif, M., Jan, M.T., and Marwat, K.B. 2010. Quality parameters of canola as affected by nitrogen and sulfur fertilization. Journal of Plant Nutrition, 33(3): 381- 390.
- Kandil, H., and Gad, N. 2012. Growth and oil production of canola as affected by different sulphur sources. Journal of Basic and Apply Science Research, 2(5): 5196- 5202.
- Malewar, G.U., Kate, S.D., Waiker, S.L., and Ismail, S. 2001. Interaction effects of zinc and boron on yield, nutrient uptake and quality of mustard (*Brassica napus* L.) on a typic Haplustert. Journal of the Indian Society of Soil Science, 49(4): 763-765.

- Malhi, S.S., and Leach, D. 2000. Restore canola yields by correcting sulphur deficiency in the growing season. Proceeding of the 12<sup>th</sup> Annual Meeting "Sustainable farming in the New Millennium", Saskatchewan Soil conservation Association, Regina, SK, Canada.
- Malhi, S.S., Gan, Y., and Raney, J.P. 2007. Yield, seed quality, and sulfur uptake of oilseed crops in response to sulfur fertilization. *Agronomy Journal*, 99(2): 570- 577.
- Malhi, S.S., Raza, M., Schoenau, J.J., Mermut, A.R., Kutcher, R., Johnston, A.M., and Gill, K.S. 2003. Feasibility of boron fertilization for yield, seed quality and B uptake of canola in northeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*, 83(1): 99-108.
- Mandal, B., Hazra, G.C., and Mandal, L.N., 2000. Soil management influence on zinc dsorptions for rice and maize nutrition. *Soil Science Society of America Journal*, 64(5): 1699-1705.
- Marschner, H. 1995. Functions of mineral nutrients: macronutrients. *Mineral nutrition of higher plants* 2nd Edition. Academic Press, New York. 299-312.
- McGrath, S.P., and Zhao, F.J. 1996. Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *The Journal of Agricultural Science*, 126(1): 53-62.
- Mirzashahi, K., Pishdarfaradaneh, M., and Nourgholipour, F. 2010. Effects different rates of nitrogen and sulphur application on canola yield in north of Khuzestan. *Journal Research Agriculture Science*, 6(2): 107- 112.
- Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S.A.M., and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. *Industrial Crops and Products*, 30(1): 82- 92.
- Nuttall, W.F., Ukrainetz, H., Stewar, J.W.G., and Spurr, D.T. 1987. The effect of nitrogen, sulphur and boron on yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L. and *B. campestris* L.). *Canadian Journal of Soil Science*, 67(3): 545- 559.
- Porter, P.M. 1993. Canola response to boron and nitrogen grown on the southeastern Coastal plain. *Journal of Plant Nutrition*, 16(12): 2371- 2381.
- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., and Dharmatti, P.R. 2010. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karantaka Journal of Agricultural Science*, 21(3): 382- 385.
- Sattar, A., Cheema, M.A., Wahid, M.A., Saleem, M.F., and Hassan, M. 2011. Interactive effect of sulphur and nitrogen on growth, yield and quality of canola. *Crop and Environment*, 2(1): 32-37.
- Scherer, H.W. 2001. Sulphur in crop production-invited paper. *European Journal of Agronomy*, 14(2): 81-111.
- Singh, A.K., Meena, M.K., and Upadhyaya, A. 2012. Effect of sulphur and zinc on rice performance and nutrient dynamics in plants and soil of indo genetic plains. *Journal of Agricultural Science*, 4(11): 162-170.
- Sinha, P., Jain, R., and Chatterjee, C. 2000. Interactive effect of boron and zinc on growth and metabolism of mustard. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31(1-2): 41- 49.
- Tandon, H.L.S. 1999. *Micronutrients in soils, crops and fertilisers. A source book-cum-directoy. Fertilizer Development and Consultation Organization Publisher. New Delhi. 177 p.*
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D. 1985. *Soil fertility and fertilizers. Collier Macmillan Publishers. 754 p.*
- Verma, C.K, Prasad, K., and Yadav, D. 2012. Studies on response of sulphur, zinc and boron levels on yield, economics and nutrients uptake of mustard (*Brassica napus* (L.) Czernj & Cosson). *Crop Research*, 44(1-2): 75-78.

## Effects of S, B and Zn, on seed yield, nutrient concentration and seed quality of rapeseed (*Brassica napus* L.)

Maryam Habibi<sup>1</sup>, Majid Majidian<sup>2\*</sup>, Tayebeh Shoja<sup>1</sup>, Mohammad Rabiee<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MS.c. Student, College of Agriculture, Guilan University, Guilan, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, College of Agriculture, Guilan University, Guilan, Iran

<sup>3</sup> Researcher, Country Rice Institute, Iran

\*Corresponding author E-mail address: [ma\\_majidian@guilan.ac.ir](mailto:ma_majidian@guilan.ac.ir)

Received: 05.07.2015

Accepted: 31.01.2016

### Abstract

In order to investigate the effects of boron, zinc and sulfur on quantitative and qualitative characteristics of rapeseed (Hyola 401 cultivar), an experiment was conducted at Rice Research Institute of Iran, Rasht province in 2011. A field experiment with completely randomized block design was performed with eight treatments in three replications. Treatments consisted of control, zinc was added as Zn 15% EDTA at the rate of 1.5 kg ha<sup>-1</sup> were applied to the soil, Boron was added as Borax at the rate of 1.5 kg ha<sup>-1</sup>, sulfur treatment added at the rate 100 kg ha<sup>-1</sup> before of sowing, B+Zn, B+S, Zn+S and B+Zn+S. Maximum grain yield (4157.6 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained from S+B+Zn treatments that increased the seed yield by 48.7% compared to the control. Maximum and minimum oil content obtained from B+Zn+S (42.58%) and control (38.37%). Maximum protein (24.62%) was obtained from zinc fertilizer. The highest leaf boron, zinc and sulfur content were obtained in treatments B+Zn+S of 15.7, 26.38 and 577.4 mg kg<sup>-1</sup> respectively, and minimum nutrients content was obtained in control. Regards to the experiment results, the application of B+S fertilizer increased the seed yield and oil content and is suggested in Rasht reign conditions.

**Keywords:** Grain protein, Grain yield, Micro nutrients, Nutrients uptake, Oil content