

آماده انتشار

مقایسه عملکرد و عناصر غذایی پرمصرف در بذور ۱۵ ژنوتیپ کلزای

(*Brassica napus* L.) زمستانه در اثر کاربرد گوگرد

معرفت مصطفوی‌راد^{۱*}، زین‌العابدین طهماسبی سروسستانی^۲، سید علی محمد مدرس ثانوی^۳، امیر قلاوند^۴

۱- استادیار و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران

۳- استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران

۴- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۱۱

چکیده

به منظور مقایسه عملکرد ۱۵ ژنوتیپ کلزای (*Brassica napus* L.) زمستانه، آزمایشی در سال‌های

زراعی ۱۳۸۵-۸۶ و ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که

ژنوتیپ‌های لیکورد (۳۷۹۵)، مودنا (۳۶۵۵) و اوکاپی (۳۲۷۷) کیلوگرم در هکتار) به ترتیب، بیشترین عملکرد

دانه در هکتار را داشتند. در مرحله دوم این پژوهش، به منظور ارزیابی اثر مقادیر گوگرد بر عملکرد دانه و

تجمع عناصر غذایی پرمصرف در بذور ارقام پرمحصول کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل با طرح پایه

بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸ در همان منطقه انجام

شد. تیمارها شامل ارقام اوکاپی، مودنا و لیکورد کلزا و مقادیر گوگرد دارای سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰

کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار بودند. اثر برهمکنش ژنوتیپ × گوگرد بر عملکرد دانه و دیگر صفات

اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. ترکیب تیمار ۴۰ کیلوگرم گوگرد با رقم اوکاپی بالاترین عملکرد و محتوی

نیتروژن دانه را نشان داد. بیشترین میزان فسفر و پتاسیم دانه در رقم مودنا و تیمار ۴۰ کیلوگرم گوگرد در

هکتار مشاهده شد. رقم لیکورد بیشترین میزان گوگرد دانه را در تیمار شاهد و کاربرد مقادیر مختلف گوگرد در مقایسه با دیگر ارقام کلزا نشان داد. به طور کلی، چنین استنباط می شود که کاربرد ۴۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار می تواند عملکرد و محتوای عناصر پرمصرف دانه کلزا را بسته به نوع ژنوتیپ افزایش دهد.

کلمات کلیدی: عناصر غذایی دانه، کلزای زمستانه، گوگرد.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mmostafavirad@gmail.com

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) از دانه‌های روغنی عمده جهان به شمار می‌رود و سطح زیر کشت آن در جهان از ۸/۲ میلیون هکتار در سال ۱۹۷۰ به بیش از ۳۰/۳۱ میلیون هکتار تا سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است (فائو، ۲۰۱۲). مهم‌ترین هدف تولیدکنندگان و به‌نژادگران کلزا، افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد که به شدت تحت تأثیر اثر متقابل محیط و رقم قرار می‌گیرد (مرجانویک و همکاران، ۲۰۰۸). ارقام مختلف کلزا از نظر پتانسیل تولید دانه (والتون، ۲۰۰۴) متفاوت می‌باشند. بررسی و تعیین سازگاری ارقام مختلف و یافتن تیپ‌های ایده‌آل و متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه جهت افزایش کمی و کیفی دانه، ضروری است (جیانگ و همکاران، ۱۹۹۴).

گوگرد بعد از نیتروژن، فسفر و پتاسیم، چهارمین عنصر مورد نیاز گیاه کلزا است و نیاز کلزا به گوگرد حدود سه برابر غلات می‌باشد. علائم کمبود گوگرد، بیشتر در خاک‌هایی با مواد آلی کم و دارای بافت سنگین و در سال‌های خشک و مناطقی که مقادیر بالایی نیتروژن به کار برده می‌شود، ظاهر می‌شود. این امر نشان می‌دهد که یکی از عوامل کمبود گوگرد در خاک‌های زراعی، کاربرد کودهای شیمیایی فاقد گوگرد به ویژه نیتروژن می‌باشد. بدین ترتیب، حفظ توازن و تعادل بین نیتروژن و گوگرد در زراعت کلزا ضرورت دارد (عبدل و فیاضول، ۲۰۰۶) و کاربرد مقدار مناسبی از عنصر غذایی گوگرد در خاک‌های مواجه با کمبود گوگرد می‌تواند عملکرد کلزا را تا ۴ برابر افزایش دهد (مک گریث و ژائو، ۱۹۹۶). مالهی و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که گوگرد بر تمامی اجزای رویشی و زایشی کلزا تأثیر معنی‌دار داشت و تمامی ارقام کلزا، واکنش مشابهی به گوگرد نشان دادند. همچنین کاربرد کودهای گوگردی کارایی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد (فیسلمس و همکاران، ۲۰۰۰).

حدود ۱۵ میلیون هکتار از اراضی دارای استعداد بالقوه برای کشاورزی در ایران را خاک‌های شور و

قلیا تشکیل می‌دهند (ملکوتی، ۲۰۰۱). در این قبیل خاک‌ها، اسیدیته قلیایی و کمبود مواد آلی، شرایط نامطلوبی را برای جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف و رشد کافی گیاهان ایجاد کرده است و بهبود مدیریت تغذیه جهت رشد بهینه گیاه و افزایش عملکرد و پایداری تولید ضروری است (علایی یزدی و برزگر فیروزآبادی، ۲۰۰۴). گوگرد علاوه بر افزایش عملکرد، با اکسیداسیون در خاک می‌تواند در بهبود اسیدیته خاک (pH) و جذب عناصر غذایی نقش مهمی داشته باشد (ابراهیم‌پور کاسمانی و فروغی، ۲۰۰۳). مصرف مواد اسیدزا مانند گوگرد گرانوله، اسیدیته (pH) خاک را به‌طور موضعی کاهش داده و عناصر نامحلول را برای جذب گیاه به صورت محلول در می‌آورند (چین، ۲۰۰۱). هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد دانه و محتوی عناصر پرمصرف در بذور سه رقم کلزای پرمحصول زمستانه در شرایط اقلیمی سرد اراک بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه عملکرد کمی ۱۵ ژنوتیپ کلزای (*Brassica napus* L.) زمستانه و تعیین ارقام پرمحصول، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک واقع در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. مشخصات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کلزا در جدول ۱ درج شده است. در مرحله دوم جهت بررسی اثر مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و تجمع عناصر غذایی پرمصرف در بذور سه رقم کلزای پرمحصول زمستانه، آزمایش دیگری به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸ در همان منطقه انجام شد. داده‌های هواشناسی منطقه در طی دوره انجام آزمایش‌ها در جدول ۲ گزارش شده است.

در آزمایش دوم تیمارها شامل ارقام کلزا نظیر اوکاپی، مودنا و لیکورد و مقادیر گوگرد دارای سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار بودند. هر کرت شامل دو پشته ۶۰ سانتی متری و شش خط کشت به فاصله ۱۵ سانتی متر و به طول پنج متر بود و در هر دو آزمایش بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۳) به ترتیب مقدار ۱۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و فسفر خالص در هکتار از منبع اوره و سوپر فسفات تریپل استفاده شد و تمامی عملیات زراعی کلزا بر اساس روش‌های متداول انجام شد. پس از رسیدگی با حذف حاشیه، محصول کلزا با دست برداشت و میزان عملکرد دانه در هکتار بر مبنای رطوبت ۱۲ درصد و محتوای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد دانه به ترتیب به روش‌های کجلدال و با استفاده از دستگاه کجل تک اتوآنالیزر، کلریمتری، فلیم فتومتری (زرین کفش، ۱۹۸۹) و کدورت سنجی (پج و همکاران، ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شدند. پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از متجانس بودن واریانس اشتباه آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمایش‌های اول و دوم با استفاده از برنامه آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

جدول ۱- مشخصات ارقام کلزای مورد مطالعه

نام رقم	تیپ رشد	منشأ	نام رقم	تیپ رشد	منشأ
Anatol	بهاره مقاوم به سرما	آلمان	Lioness	پائیزه	آلمان
Billy	پائیزه	آلمان	Modena	پائیزه	فرانسه
Talayeh	بهاره مقاوم به سرما	آلمان	Oase	پائیزه	آلمان
GK Helena	پائیزه	مجارستان	Okapi	پائیزه	فرانسه
Gkh 1103	پائیزه	آلمان	Opera	پائیزه	سوئد
GKH 305	پائیزه	مجارستان	SLM046	پائیزه	آلمان
Licord	پائیزه	آلمان	Zarfam	پائیزه	ایران
Lilian	پائیزه	آلمان			

جدول ۲- میانگین حداقل و حداکثر دما و میزان بارندگی بر حسب ماه‌های سال در طول فصل‌های زراعی کلزا در اراک

ماه‌های سال	سال زراعی ۸۶ - ۱۳۸۵			سال زراعی ۸۷ - ۱۳۸۶			سال زراعی ۸۸ - ۱۳۸۷			سال زراعی ۸۹ - ۱۳۸۸		
	حداقل	حداکثر	میزان	حداقل	حداکثر	میزان	حداقل	حداکثر	میزان	حداقل	حداکثر	میزان
	(سانتی گراد)	(سانتی گراد)	(میلی متر)	(سانتی گراد)	(سانتی گراد)	(میلی متر)	(سانتی گراد)	(سانتی گراد)	(میلی متر)	(سانتی گراد)	(سانتی گراد)	(میلی متر)
شهریور	۱۴/۹۹	۲۳/۲۶	-	۱۵/۵۸	۳۲/۰۶	۰/۱۱	۱۵/۶۱	۳۲/۳۲	۱/۷۰	۱۵/۳۲	۳۱/۲۹	۱۳/۱۷
مهر	۱۰/۲۶	۲۵/۴۶	۴۴/۰۱	۹/۸۱	۲۵/۴۴	۱/۵۴	۱۰/۶۷	۲۷/۱۱	-	۹/۰۸	۲۴/۸۳	۰/۸۵
آبان	۵/۱۶	۱۵/۹۰	۲۱/۵۱	۳/۹۷	۲۰/۸۰	۳/۲۵	۳/۹۱	۱۳/۱۳	۳۹/۸۴	۵/۱۲	۱۵/۹۷	۶۴/۷۱
آذر	-۴/۰۷	۴/۰۳	۳۸/۵۴	۰/۳۰	۱۰/۴۳	۶۹/۴۰	-۱/۲۷	۹/۱۴	۲۰/۸۲	-۱/۵۷	۷/۰۳	۵۶/۵۵
دی	-۷/۹۰	۱/۰۷	۲۱/۶۲	-۱۲/۸۱	-۳/۶۱	۵۷/۰۰	-۴/۱۳	۸/۱۷	۵/۵۰	۰/۲۳	۱۲/۱۴	۱۰/۹۳
بهمن	-۲/۴۳	۷/۰۳	۳۳/۶۰	-۱۲/۴۱	-۱/۶۷	۱۶/۵۱	-۱/۲۲	۹/۰۳	۵۷/۶۰	-۰/۵۱	۱۰/۸۳	۳۷/۴۱
اسفند	-۰/۱۰	۱۲/۲۱	۳۹/۸۳	۱/۲۴	۱۵/۰۳	۲۰/۸۰	۲/۱۷	۱۵/۱۷	۷/۸۰	۶/۱۰	۱۷/۲۸	۲۳/۱۶
فروردین	۵/۱۹	۱۶/۵۲	۱۱۴/۵۰	۷/۸۷	۲۱/۹۷	۱۵/۷۴	۳/۱۹	۱۵/۶۸	۶۸/۸۳	۶/۵۵	۱۸/۵۸	۵۷/۷۲
اردیبهشت	۱۰/۱۳	۲۳/۴۸	۶۰/۶۱	۱۰/۴۵	۲۵/۴۸	۱۹/۵۲	۹/۸۴	۲۲/۹۷	۲۹/۵۵	۹/۹۴	۲۳/۵۸	۳۹/۳۴
خرداد	۱۵/۹۴	۳۱/۷۴	۵/۴۴	۱۴/۸۴	۳۱/۸۱	-	۱۴/۱۶	۳۰/۰۵	۰/۴۲	۱۵/۴۸	۳۲/۵۸	۰/۳۳
تیر	۱۹/۸۷	۳۴/۴۵	۳۶/۳۲	۱۹/۶۸	۳۵/۶۵	۰/۱۲	۱۸/۵۵	۳۵/۵۹	۲/۱۸	۱۶/۱۳	۳۵/۳۴	۷/۵۱

مأخذ: سازمان هواشناسی کشور

جدول ۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

رس	سیلت	شن	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	عمق نمونه (سانتی‌متر)	سال زراعی
درصد	درصد	درصد	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	درصد	درصد				
۳۷/۶۷	۱۷/۲۳	۴۵/۱۴	۲۰۰/۲۱	۹/۳۵	۰/۴۲	۰/۴۸	۷/۸۴	۱/۱۴	۰ - ۳۰	۸۵ - ۸۶
۳۵/۳۶	۱۸/۵۲	۴۶/۱۲	۲۴۰/۱۴	۱۳/۲۵	۰/۴۳	۰/۵۲	۷/۹۶	۰/۹۲	۰ - ۳۰	۸۶ - ۸۷
۳۸/۶۱	۱۷/۱۶	۴۴/۲۳	۳۷۰/۰۸	۸/۶۴	۰/۴۲	۰/۵۶	۷/۸۴	۰/۹۳	۰ - ۳۰	۸۷ - ۸۸
۳۸/۳۲	۱۸/۱۲	۴۳/۵۴	۳۵۴/۲۹	۸/۸۱	۰/۴۳	۰/۵۳	۷/۸۵	۰/۹۳	۰ - ۳۰	۸۸ - ۸۹

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب* آزمایش اول نشان داد که اثر سال بر عملکرد و دیگر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. بدین ترتیب می‌توان دریافت که بیشترین تفاوت عملکرد از سالی به سال دیگر ناشی از تغییرپذیری سالیانه محیط و شرایط اقلیمی منطقه بود (سونجاک و رنگل، ۲۰۰۶؛ گوناوکرا و همکاران، ۲۰۰۶). ارقام مختلف کلزا از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که ارقام لیکورد، مودنا و اوکاپی به ترتیب در مقایسه با دیگر ارقام مورد مطالعه بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند. احمدزاده و همکاران (۲۰۰۷) و نصری و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که اثر رقم بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت‌های معنی‌دار داشت.

در این تحقیق، رقم لیکورد از نظر تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه به ترتیب بر ارقام مودنا و اوکاپی برتری داشت. تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه به ترتیب از فاکتورهای مهم افزایش عملکرد کلزا گزارش شده است (تیلور و اسمیت، ۱۹۹۲). در این مطالعه رقم آناتول و لیکورد از نظر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌دار نداشتند. چنین استنباط می‌شود که تولید تعداد مناسبی از غلاف‌ها که بتوانند چرخه

* - در این آزمایش پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از متجانس بودن واریانس اشتباه آزمایشی برای داده‌های دو سالانه تجزیه واریانس مرکب انجام شده است.

رشد خود را به طور طبیعی کامل کنند، می‌تواند نقش بارزی در افزایش عملکرد دانه ایفا کنند و در زراعت کلزا تنها بالا بودن تعداد غلاف در بوته نمی‌تواند دستیابی به عملکرد بالا را تضمین کند. همچنین رقم طلایه بیشترین تعداد دانه در غلاف را دارا بود که بیانگر نقش کمتر تعداد دانه در غلاف در افزایش عملکرد دانه در مقایسه با دیگر اجزای عملکرد می‌باشد. نتایج این تحقیق با یافته‌های تحقیقاتی تیلور و اسمیت (۱۹۹۲) مطابقت داشت.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزاء عملکرد در ارقام کلزا

میانگین مربعات (M.S.)					
منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال (Y)	۱	۵۵۵۵/۴۵**	۳۹/۳۰**	۰/۱۱**	۳۷۷۸۱/۵۱**
بلوک در سال R (Y)	۴	۰/۳۹	۰/۰۱	۰/۰۱	۲۲۰/۰۴
رقم (V)	۱۴	۷۵۴۶/۷۳**	۸۸/۵۸**	۰/۴۹**	۸۹۱۱۲۹/۰۹**
واریته × سال (Y*V)	۱۴	۴۸۰/۰۲**	۷/۲۶**	۰/۰۳**	۱۸۴۲۲۱/۴۲**
اشتباه آزمایشی	۵۶	۰/۴۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۳۵۱/۴۱
ضریب تغییرات (%)	-	۰/۵۸	۰/۴۴	۰/۱۹۶	۰/۶۲

MS و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۵- میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد در ارقام مختلف کلزا در تجزیه مرکب

سال زراعی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱۳۸۵ - ۸۶	۱۰۸/۸۴ ^b	۲۸/۰۸ ^a	۳/۶۷ ^b	۳۰۱۴ ^b
۱۳۸۶ - ۸۷	۱۲۴/۵۵ ^a	۲۶/۷۶ ^b	۳/۷۴ ^a	۳۰۵۵ ^a
ارقام				
Anatol	۱۹۹/۷۵ ^a	۲۱/۸۳ ^k	۳/۵۳ ^f	۲۲۵۷ ^m
Billy	۱۱۲/۲۲ ^c	۲۹/۲۵ ^b	۳/۶۵ ^{de}	۲۵۹۷ ^l
Talayeh	۸۴/۶۳ ^k	۳۸/۱۶ ^a	۳/۵۲ ^f	۲۹۰۶ ^h
GK Helena	۱۱۲/۲۳ ^c	۲۱/۶۷ ^l	۳/۸۳ ^c	۳۰۰۸ ^f
Gkh 1103	۹۹/۰۱ ^h	۲۸/۷۳ ^d	۳/۶۵ ^{de}	۳۱۸۱ ^e
GKH 305	۹۱/۰۸ ⁱ	۲۶/۰۰ ⁱ	۳/۶۲ ^e	۳۱۷۷ ^e
Licord	۱۹۹/۷۵ ^a	۲۸/۳۲ ^e	۴/۴۰ ^a	۳۷۹۵ ^a
Lilian	۸۹/۱۶ ^j	۲۷/۹۲ ^f	۳/۴۳ ^g	۳۲۴۶ ^d
Lioness	۱۰۷/۷۸ ^e	۲۸/۹۳ ^c	۳/۵۳ ^f	۲۷۵۹ ^k
Modena	۱۰۴/۷۰ ^f	۲۶/۵۷ ^h	۳/۴۵ ^{fg}	۳۶۵۵ ^b
Oase	۱۳۲/۰۸ ^b	۲۸/۲۶ ^e	۳/۵۱ ^{fg}	۲۸۵۶ ⁱ
Okapi	۱۰۲/۹۵ ^g	۲۷/۲۶ ^g	۳/۵۱ ^{fg}	۳۲۷۷ ^c
Opera	۱۰۲/۴۲ ^g	۲۶/۶۱ ^h	۴/۱۱ ^b	۲۸۲۰ ^j
SLM046	۱۰۲/۴۲ ^g	۲۸/۰۶ ^f	۳/۷۲ ^d	۲۹۷۳ ^g
Zarfam	۱۱۰/۶۷ ^d	۲۳/۶۸ ^j	۴/۱۱ ^b	۳۰۱۹ ^f

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند

در مرحله دوم این تحقیق، نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد دانه و دیگر صفات مورد مطالعه نظیر محتوای پتاسیم و گوگرد دانه معنی دار بود. همچنین اثر ارقام کلزا بر تمامی صفات اندازه گیری شده به استثنای میزان فسفر دانه معنی دار بود. به علاوه اثر برهمکنش رقم $\times$ گوگرد بر عملکرد دانه و دیگر صفات مورد مطالعه معنی دار بود (جدول ۶) که با نتایج محققین دیگر مطابقت داشت (جان و همکاران، ۲۰۰۲؛ گرانت و همکاران، ۲۰۰۳؛ مالهی و گیل، ۲۰۰۶ و مالهی و همکاران، ۲۰۰۷). مقایسه میانگین ها (جدول ۷) نشان داد که رقم اوکابی در اثر کاربرد ۴۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بود، ولی تفاوت معنی داری با رقم لیکورد در سطوح ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار نداشت. این امر می تواند تفاوت در نیاز فیزیولوژیک ارقام مختلف کلزا به گوگرد تلقی شود.

در این آزمایش همانند یافته های پژوهشی مالهی و همکاران (۲۰۰۷)، تمامی ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه در واحد سطح، رفتار و واکنش مشابه و مثبت در برابر کاربرد گوگرد نشان دادند. به طوری که کاربرد گوگرد توانست عملکرد دانه را در تمام ارقام مورد مطالعه کلزا نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد (جدول ۷) و در شرایط استفاده از گوگرد تا ۴۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار عملکرد دانه در ارقام اوکابی و مودنا روند افزایشی نشان داد، ولی با افزایش کاربرد گوگرد سیر نزولی به خود گرفت. همچنین در رقم لیکورد از نظر عملکرد دانه در سطوح ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد، ولی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش عملکرد قابل توجهی داشت. نتایج نشان داد که واکنش ارقام کلزا به مقادیر بالای مصرف گوگرد منفی و یا ثابت بود. بدین ترتیب کاربرد بهینه گوگرد به منظور جلوگیری از آلودگی های زیست محیطی، کاهش هزینه های تولید و حفظ تعادل عناصر غذایی در خاک و بافت های گیاهی و دستیابی به عملکرد بالا در زراعت کلزا ضرورت دارد و با استفاده از ۴۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار می توان به افزایش نسبی عملکرد دانه کلزا دست یافت.

به علاوه کاربرد مقادیر مناسب گوگرد در زمین‌های زراعی، کارایی مصرف منابع به وسیله گیاه زراعی را در جهت افزایش عملکرد، ارتقاء می‌دهد (کرامر و همکاران، ۲۰۰۲). مالهی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند که عملکرد دانه در تمام گونه‌های کلزا در سطح ۳۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار حداکثر بود. به علاوه رقم اوکابی بیشترین محتوای نیتروژن دانه را در تیمار ۴۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار نشان داد که تفاوت معنی‌داری با رقم لیکورد تحت شرایط عدم استفاده از گوگرد (تیمار شاهد) نداشت. در این آزمایش بیشترین میزان فسفر و پتاسیم دانه در تیمار ۴۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار به رقم مودنا اختصاص داشت. در حالی که جکسون (۲۰۰۰) نشان داد که گوگرد بر سطوح نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد دانه کلزا اثر معکوس داشت و تنها در منطقه مواجه با کمبود گوگرد، میزان این عنصر را در دانه افزایش داد. همچنین رقم لیکورد بیشترین میزان گوگرد دانه را در هر سه تیمار گوگردی مورد مطالعه نشان داد. افزایش در میزان گوگرد ذخیره شده در بذور کلزا در اثر کاربرد گوگرد توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است (مالهی و همکاران، ۲۰۰۷). چنین استنباط می‌شود که جذب عناصر غذایی بسته به نوع رقم و شرایط محیطی متفاوت بوده و می‌تواند نقش بارزی در شکوفایی پتانسیل عملکرد ژنتیکی کلزا در واحد سطح داشته باشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محتوای عناصر غذایی بذور کلزا به ویژه فسفر و پتاسیم اغلب با عدم استفاده و یا کاربرد زیاد گوگرد روند معکوس داشت. با افزایش کاربرد گوگرد میزان نیتروژن دانه کاهش و محتوای گوگرد دانه افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد که کاربرد گوگرد تا حد بهینه از جذب لوکس نیتروژن جلوگیری می‌کند و افزایش استفاده از گوگرد سبب تجمع بیشتر گوگرد در دانه کلزا می‌شود که این امر ضرورت برقراری توازن بین استفاده از کودهای نیتروژنه و گوگردی را نشان می‌دهد (عبدل و فیاضول، ۲۰۰۶). محققین دریافتند که بسته به نوع رقم، افزایش جذب و تجمع عناصر غذایی در بذور کلزا سبب

افزایش کمیت و کیفیت عملکرد می‌شود (یانگ و همکاران، ۲۰۰۹) و می‌تواند مقادیر قابل توجهی از عناصر غذایی مورد نیاز در رژیم غذایی انسان را تأمین نماید (میلر و همکاران، ۲۰۰۹).

مطالعه همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد داشت. همچنین همبستگی بین میزان نیتروژن و گوگرد دانه مثبت و معنی‌دار بود. این امر نشان می‌دهد که در شرایط استفاده مناسب و توأم از عناصر غذایی گوگرد و نیتروژن، تغییرات فعل و انفعالات مرتبط با این دو عنصر به موازات هم صورت می‌گیرد و از طریق کاربرد منابع نیتروژن و گوگرد می‌توان توازن لازم بین میزان گوگرد و نیتروژن در بافت‌های گیاهی را برقرار نمود و جذب و کارایی مصرف نیتروژن را در راستای افزایش محصول بهبود بخشید. از این نتایج، چنین استنباط می‌شود که گوگرد از جذب بالای نیتروژن به وسیله گیاه جلوگیری می‌کند که این امر می‌تواند ناشی از رقابت برای سنتز پروتئین‌های گوگردی و پروتئین‌های حاوی نیتروژن در گیاه باشد که در شرایط کاربرد گوگرد حادث می‌شود. در واقع، این امر ضرورت حفظ توازن و تعادل بین نیتروژن و گوگرد را در زراعت کلزا نشان می‌دهد (عبدل و فیاضول، ۲۰۰۶). در این مطالعه، همبستگی بین محتوای نیتروژن و پتاسیم دانه منفی و غیرمعنی‌دار بود (جدول ۸).

نتایج نشان داد که کاربرد ۴۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار می‌تواند در افزایش کمی و محتوای عناصر غذایی دانه کلزا نقش بارزی ایفاء کند. رقم لیکورد در استفاده از گوگرد جهت ارتقاء عملکرد دانه قابلیت بالایی داشت و برای زراعت کلزا در منطقه اراک و مناطق مشابه توصیه می‌شوند.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بسته به مقدار مصرف گوگرد در واحد سطح و نوع رقم، جذب عناصر پرمصرف در دانه کلزا افزایش می‌یابد و کمیت و کیفیت عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد و

قابلیت ارقام کلزا در جذب عناصر غذایی پرمصرف در راستای افزایش عملکرد در واحد سطح متفاوت می‌باشد.

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و میزان عناصر غذایی دانه در ارقام کلزا

میانگین مربعات (M.S.)						
منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی	عملکرد دانه	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه	گوگرد دانه
سال (Y)	۱	۱۹۹۱۳۴۲ ^{**}	۱/۴۲۶ ^{**}	۰/۴۸۱ ^{**}	۰/۶۲۴ ^{**}	۰/۴۲۲ ^{**}
بلوک در سال R(Y)	۴	۱۵۷۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
گوگرد (S)	۲	۲۵۱۳۹۷۹ ^{**}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۵۱ [*]	۰/۰۶۳ ^{**}
رقم (V)	۲	۱۰۷۴۱۸۹ ^{**}	۰/۱۰۰ [*]	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۷۴ ^{**}	۰/۰۵۵ ^{**}
اثر متقابل گوگرد و رقم	۴	۴۷۰۰۶۵ ^{**}	۰/۳۴۴ ^{**}	۰/۰۰۴ [*]	۰/۰۳۳ ^{**}	۰/۰۱۱ ^{**}
اثر متقابل سال و گوگرد	۲	۱۶۴۵۶۲ ^{**}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}
اثر متقابل سال و رقم	۲	۴۶۵ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}
اثر متقابل سال، گوگرد و رقم	۴	۵۴۰۴۲ ^{**}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}
خطای آزمایش	۹۶	۳۳۳۴	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
کل	۱۶۱	۲۰۱۰۹۲۸۲	۱۳/۷۲۲	۰/۹۰۵	۲/۱۹۱	۱/۶۷۴
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۶۸	۵/۴۷۴	۶/۶۲۳	۱/۱۸۳	۲/۸۴۱

***: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ns: غیر معنی‌دار

جدول ۷- اثرات متقابل مقادیر گوگرد × ارقام کلزا بر عملکرد و میزان عناصر غذایی دانه در ارقام کلزا

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	گوگرد (درصد)
گوگرد (0kg/ha)	اوکاپی	۱۳۴۰ ^c	۲/۸۵ ^c	۰/۵۷ ^a	۱/۱۵ ^c
	مودنا	۱۴۷۸ ^b	۲/۹۰ ^{bc}	۰/۵۴ ^c	۱/۲۳ ^b
	لیکورد	۱۵۲۶ ^a	۳/۱۰ ^a	۰/۵۵ ^{bc}	۱/۳۰ ^a
گوگرد (40kg/ha)	اوکاپی	۱۶۵۰ ^a	۳/۰۱ ^a	۰/۵۵ ^b	۱/۲۲ ^c
	مودنا	۱۶۲۹ ^b	۲/۷۱ ^c	۰/۵۸ ^a	۱/۳۶ ^a
	لیکورد	۱۶۳۵ ^{ab}	۲/۹۱ ^{bc}	۰/۵۵ ^b	۱/۲۸ ^b
گوگرد (80kg/ha)	اوکاپی	۱۴۵۰ ^c	۲/۹۳ ^{bc}	۰/۵۴ ^b	۱/۲۲ ^c
	مودنا	۱۴۸۱ ^b	۲/۹۷ ^a	۰/۵۴ ^b	۱/۲۷ ^b
	لیکورد	۱۶۳۷ ^a	۲/۸۲ ^c	۰/۵۶ ^a	۱/۳۳ ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD ندارند

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین عملکرد و میزان عناصر غذایی پرمصرف دانه در ارقام کلزا

۵	۴	۳	۲	۱	
گوگرد (درصد)	پتاسیم (درصد)	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	
				۱	۱
			۱	۰/۲۶*	۲
		۱	۰/۲۵*	۰/۳۹**	۳
	۱	۰/۵۳**	-۰/۱۷ ^{ns}	۰/۴۳**	۴
۱	۰/۲۷*	۰/۴۲**	۰/۳۶**	۰/۴۷**	۵
*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ns: غیر معنی‌دار					

Reference

1. Abdul, M., and Fayyazul, H. 2006. Effects of sulphur on fatty acid accumulation in *Brassica* cultivars. Int. J. Agric. Biol., 5: 588 - 592.
2. Ahmadzadeh, M., Samizadeh, H., and Ahmadi, A. 2007. Evaluation of seed and oil yield, oil and seedmeal quality and some important agronomic traits of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Karaj. The Articles of the 2th Scientific Applicable Seminer of Iranian Oilseeds and Vegetable Oils. 24-35.
3. Alaei Yazdi, F., and Barzegari Firozabadi, G.R. 2004. Management of Plant Nutrition in Calcareous Soils. Agricultural Support Services Company, Tehran, Iran. Pp. 51.
4. Chien, S.H. 2001. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock: A general review. International Meeting on Direct Application of Phosphate Rock and Related Technology. Kuala Lumpur, Malaysia.
5. Ebrahimpour Kasmani, M., and Foroghifar, H. 2003. Science and Soil Management. Second Vol., Ferdowsi University Press, Mashhad, Iran. Pp. 328.
6. Fismes, J., Vong, P.C., Guckert, A., and Frossard, E. 2000. Influence of sulfure on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. Eur. J. Agron., 12: 127-141.
7. Food and Agriculture Organization (FAO). 2012. Available at <http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. Last access on 12.3.2014.
8. Grant, C.A., Clayton, G.W., and Johnston, A.M. 2003. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada. Can. J. Plant Sci., 83: 745–758.

9. Gunasekera, C.P., Martin, L.D., Siddique, K.H.M., and Walton, G.H. 2006. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*B. Juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.) in Mediterranean-type environments: II. Oil and protein percent in seed. *Eur. J. Agron.*, 25: 13-21.
10. Jackson, G.D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Agron. J.*, 92: 644-649.
11. Jan, A., Khan, N., Khan, I.A., and Khattak, B. 2002. Chemical composition of canola as affected by nitrogen and sulphure. *Asian J. Plant Sci.*, 1: 519-521.
12. Jiang, J., Frieb, B., and Gill, B. 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica*. 73: 199-212.
13. Kramer, A.W., Timothy, A.D., Horwath, W.R., and Kessel, C.V. 2002. Combining fertilizer and organic input synchronize N supply in alternative cropping system in California. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 91: 233-243.
14. Malakouti, M.J., and Tehrani, M.M. 2001. Effects of Micronutrients on the Yield and Quality of Agricultural Products 'Micro Nutrients with Macro Effects'. Second Impression, Tarbiat Modares University Press, Tehran, Iran. Pp. 299.
15. Malhi, S.S., Gan, Y., and Raney, J.P. 2007. Yield, seed quality and sulphure uptake of *Brassica* oilseed crops in response to sulfur fertilization. *Agron. J.*, 99: 570-577.
16. Malhi, S.S., and Gill, K.S. 2006. Cultivar and fertilizer S rate interaction effects on canola yield, seed quality and S uptake. *Can. J. Plant Sci.*, 86: 91–98.
17. Marjanovic–Jeromela, A., Marinkovic, R., Mijic, A., Zdunic, Z., Ivanovska, S., and Jankulovska, M. 2008. Correlation and Path Analysis of Quantitative Traits in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agric. Cons. Sci.* 73(1): 13-18.
18. Mc Grath, S.P., and Zhao, F.J. 1996. Sulphur uptake, yield response and the interaction between N and S in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci.*, 126: 53-62.
19. Miller, R.L., Sistani, N.A., and Cebert, E. 2009. Comparative mineral composition among canola cultivars and other cruciferous leafy greens. *J. Food Comp. Anal.*, 22: 112-116.
20. Nasri, M., Khalatbari, M., Zahedi, H., Paknezhad, F., and Tohidi-Moghadam, H.R. 2008. Evaluation of Micro and Macro Elements in Drought Stress Condition on Cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Am. J. Agric. Biol. Sci.*, 3(3): 579-583.

21. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
22. Svecnjak, Z., and Rengel, Z. 2006. Canola cultivars differ in nitrogen utilization efficiency at vegetative stage. *Field Crops Res.*, 97: 221-226.
23. Taylor, A.J., and Smith, C.J. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) grown on a red – brown earth in south eastern Australia. *Aust. J. Agric. Res.*, 43: 1629–1641.
24. Walton, G.H. 2004. Determinates of oil concentration and seed yield in canola and Indian mustard in the lower rainfall areas of western Australia. *Aust. J. Agric. Res.*, 55: 367-377.
25. Yang, M., Shi, L., Xu, F.S., Lu, J.W., and Wang, Y.H. 2009. Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere.*, 19(1): 53–59.
26. Zarrinkafsh, M. 1989. Soil Survey, Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Tehran University Press. Pp. 248.

Comparison of Seed Yield and Macro Nutrients Content in Seeds of 15 Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.) Varieties as Affected by Sulphur Utilization

M Mostafavi Rad^{1*}, Z Tahmasebi Sarvestani², S A M Modares Sanavy³ and A Ghalavand⁴

¹Professor assistant and Scientific Member of Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, Iran.

²Associate professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres Univ., Tehran, Iran.

³Professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres Univ., Tehran, Iran.

⁴Associate professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres Univ., Tehran, Iran.

Received: 19 May 2012 ; Accepted: 01 Jun 2014

Abstract

In order to compare the seed yield of 15 winter rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes, a field experiment were performed in 2006-7 and 2007-8 cropping seasons in Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province, Arak, Iran. Rapeseed genotypes were compared in a randomized complete block design with three replications. Means comparison showed that Licord (3795 kg/ha), Modena (3655 kg/ha) and Okapi (3277 kg/ha) genotypes had the greatest seed yield, respectively. In the second phase of this research, in order to evaluate the effects of sulphur (S) rates on seed yield and accumulation of macro nutrient in seeds of high yielding rapeseed genotypes, a field experiment carried out as factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications, during 2008-9 and 2009-10 cropping seasons at the same site. Rapeseed varieties including Okapi, Modena and Licord) and three rates of sulphur (0, 40 and 80 kg /ha) comprised the experimental factors. The interaction effect between sulphur*variety were significant for seed yield and other measured traits. The combination of 40 kg/ha Sulphur*Okapi showed the highest seed yield and seed nitrogen content. Greatest seed phosphorus and potassium content was observed in Modena cultivar and S₂ treatment (40 kg S/ha). Licord cultivar showed the highest ratio of seed sulphur content at check treatment and different rates of sulphur utilization in comparison with other varieties. In general, it is presumed that utilization of 40 kg S/ha can enhance seed yield and seed macro nutrient content, related to rapeseed genotype.

Key Words: Seed Nutrient Elements, Sulphur, Winter Rapeseed.

*Corresponding Author Email: mmostafavirad@gmail.com