نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هفتم، شماره سوم، پاییز ۹۳
۷۵-۸۸
http://ejcp.gau.ac.ir

مقایسه عملکرد و عناصر غذایی پرمصرف در بذور ۱۵ ژنوتیپ کلزای زمستانه در اثر کاربرد گوگرد

معرفت مصطفوی‌راد*[۱]، زین‌العابدین طهماسبی سروستانی[۲]، سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی[۳] و امیر قلاوند[۲]

[۱] استادیار و عضو هیات‌علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی گیلان،
[۲و۳] دانشیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۱۷

چکیده

به‌منظور مقایسه عملکرد ۱۵ ژنوتیپ کلزای (*Brassics napus* L.) زمستانه، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های لیکورد (۳۷۹۵ کیلوگرم در هکتار)، مودنا (۳۶۵۵ کیلوگرم در هکتار) و اوکاپی (۳۲۷۷ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب، بیشترین عملکرد دانه در هکتار را داشتند. در مرحلهٔ دوم این پژوهش، به‌منظور ارزیابی اثر مقادیر گوگرد بر عملکرد دانه و تجمع عناصر غذایی پرمصرف در بذور ارقام پرمحصول کلزا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح پایهٔ 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. به‌طور کلی، چنین استنباط می‌شود که کاربرد ۴۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار می‌تواند عملکرد و محتوای عناصر پرمصرف دانه کلزا را بسته به‌نوع ژنوتیپ افزایش دهد.

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

*نویسنده مسئول: mmostafavirad@gmail.com

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) از دانه‌های روغنی عمدهٔ جهان به‌شمار می‌رود و سطح زیر کشت آن در جهان از ۸/۲ میلیون هکتار در سال ۱۹۷۰ به‌بیش 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 به‌شدت تحت تأثیر اثر متقابل محیط و رقم قرار می‌گیرد (مرجانویک و همکاران، ۲۰۰۸). ارقام مختلف کلزا از نظر پتانسیل تولید دانه (والتون، ۲۰۰٤) 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، ۱۹۹٤).

گوگرد بعد از نیتروژن، فسفر و پتاسیم، چهارمین عنصر مورد نیاز گیاه کلزا است و نیاز کلزا به‌گوگرد 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 به‌کار برده می‌شود، ظاهر می‌شود. این امر نشان می‌دهد که یکی از عوامل کمبود گوگرد در خاک‌های زراعی، کاربرد کودهای شیمیایی فاقد گوگرد به‌ویژه نیتروژن می‌باشد. بدین‌ترتیب، حفظ توازن و تعادل بین نیتروژن و گوگرد در زراعت کلزا ضرورت دارد (عبدل و فیاضول، ۲۰۰٦) و کاربرد مقدار مناسبی از عنصر غذایی گوگرد در خاک‌های مواجه با کمبود گوگرد، می‌تواند عملکرد کلزا را تا ٤ برابر افزایش دهد (مک گریت و ژائو، ۱۹۹٦). مالهی و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که گوگرد بر تمامی اجزای رویشی و زایشی کلزا تأثیر معنی‌دار داشت و تمامی ارقام کلزا، واکنش مشابهی به‌گوگرد نشان دادند. همچنین کاربرد کودهای گوگردی کارایی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد (فیسمس و همکاران، ۲۰۰۰).

حدود ۱۵ میلیون هکتار از اراضی دارای استعداد بالقوه برای کشاورزی در ایران را خاک‌های شور و قلیا تشکیل می‌دهند (ملکوتی و تهرانی، 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 بهینهٔ گیاه و افزایش عملکرد و پایداری تولید ضروری است (علایی‌یزدی و برزگر فیروزآبادی، ۲۰۰٤). 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 به‌صورت 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

به‌منظور مقایسه عملکرد کمی ۱۵ ژنوتیپ کلزای زمستانه و تعیین ارقام پرمحصول، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۶– ۱۳۸۵ و ۸۷– ۱۳۸۶ در مزرعهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک واقع در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا در قالب طرح پایهٔ 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 به‌صورت فاکتوریل با طرح پایهٔ 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 سانتی‌متری و شش خط کشت به‌فاصله ۱۵ سانتی‌متر و به‌طول پنج متر بود و در هر دو آزمایش بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۳) به‌ترتیب مقدار ۱۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و فسفر خالص در هکتار از منبع اوره و سوپر فسفات‌تریپل 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 به‌ترتیب به‌روش‌های کجلدال و با استفاده از دستگاه کجل‌تک آتوآنالیزر، کلریمتری، فلیم‌فتومتری (زرین کفش، ۱۹۸۹) و کدورت‌سنجی (پگ 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 مقایسهٔ میانگین‌ها به‌روش 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 به‌سرما	آلمان	Lioness	پائیزه	آلمان
Billy	پائیزه	آلمان	Modena	پائیزه	فرانسه
Talayeh	بهاره مقاوم به‌سرما	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 دما (سانتی گراد)	حداکثر دما (سانتی گراد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	حداقل دما (سانتی گراد)	حداکثر دما (سانتی گراد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	حداقل دما (سانتی گراد)	حداکثر دما (سانتی گراد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	حداقل دما (سانتی گراد)	حداکثر دما (سانتی گراد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)
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

سال زراعی	عمق نمونه(سانتی متر)	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت(درصد)	رس (درصد)
۸۵-۸۶	۰-۳۰	۱/۱٤	۷/۸٤	۰/٤۸	۰/٤۲	۹/۳۵	۲۰۰/۲۱	٤٥/۱٤	۱۷/۲۳	۳۷/٦۷
۸٦-۸۷	۰-۳۰	۰/۹۲	۷/۹٦	۰/٥۲	۰/٤۳	۱۳/۲٥	۲٤۰/۱٤	٤٦/۱۲	۱۸/٥۲	۳٥/۳٦
۸۷-۸۸	۰-۳۰	۰/۹۳	۷/۸٤	۰/٥٦	۰/٤۲	۸/٦٤	۳۷۰/۰۸	٤٤/۲۳	۱۷/۱٦	۳۸/٦۱
۸۸-۸۹	۰-۳۰	۰/۹۳	۷/۸٥	۰/٥۳	۰/٤۳	۸/۸۱	۳٥٤/۲۹	٤۳/٥٤	۱۸/۱۲	۳۸/۳۲

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب[1] 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 به‌سال دیگر ناشی از تغییرپذیری سالیانهٔ محیط و شرایط اقلیمی منطقه بود (سونجاک و رنگل، ۲۰۰٦؛ گونازکرا و همکاران، ۲۰۰٦). ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ٤). مقایسهٔ میانگین داده‌ها (جدول ٥) نشان داد که ارقام لیکورد، مودنا و اوکاپی به‌ترتیب 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 به‌ترتیب بر ارقام مودنا و اوکاپی برتری داشت. تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه به‌ترتیب 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 چرخهٔ رشد خود را به‌طور طبیعی کامل کنند، می‌تواند نقش بارزی در افزایش عملکرد دانه

۱- 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.

ایفا کنند و در زراعت کلزا تنها بالا بودن تعداد غلاف در بوته نمی‌تواند دستیابی به‌عملکرد 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 ٤- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزاء عملکرد در ارقام کلزا

	میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	٥٥٥٥/٤٥**	۳۹/۳۰**	۰/۱۱**	۳۷۷۸۱/٥۱**
بلوک در سال	٤	۰/۳۹	۰/۰۱	۰/۰۱	۲۲۰/۰٤
رقم	١٤	۷٥٤٦/۷۳**	۸۸/٥۸**	۰/٤۹**	۸۹۱۱۲۹/۰۹**
واریته ×سال	١٤	٤۸۰/۰۲**	۷/۲٦**	۰/۰۳**	۱۸٤۲۲۱/٤۲**
اشتباه آزمایشی	٥٦	۰/٤٦	۰/۰۱	۰/۰۱	۳٥۱/٤۱
ضریب‌تغییرات(درصد)	-	۰/٥۸	۰/٤٤	۰۱/۹٦	۰/٦۲

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

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 معنی‌دار بود. همچنین اثر ارقام کلزا بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌استثنای میزان فسفر دانه معنی‌دار بود. به‌علاوه اثر برهمکنش رقم × گوگرد بر عملکرد دانه و دیگر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ٦) که با نتایج محققین دیگر مطابقت داشت (جان و همکاران، ۲۰۰۲؛ گرانت و همکاران، ۲۰۰۳؛ مالهی و گیل، ۲۰۰٦؛ مالهی و همکاران، ۲۰۰۷). مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد که رقم اوکاپی در اثر کاربرد ٤۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بود، ولی تفاوت معنی‌داری با رقم لیکورد در سطوح ٤۰ و ۸۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار نداشت. این امر می‌تواند تفاوت در نیاز فیزیولوژیک ارقام مختلف کلزا به‌گوگرد تلقی شود.

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

	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
سال زراعی				
۸۶- ۱۳۸۵	۱۰۸/۸٤^{b}	۲۸/۰۸^{a}	۳/٦۷^{b}	۳۰۱٤^{b}
۸۷- ۱۳۸٦	۱۲٤/۵۵^{a}	۲٦/۷٦^{b}	۳/۷٤^{a}	۳۰۵۵^{a}
ارقام				
Anatol	۱۹۹/۷۵^{a}	۲۱/۸۳^{k}	۳/۵۳^{f}	۲۲۵۷^{m}
Billy	۱۱۲/۲۲^{c}	۲۹/۲۵^{b}	۳/٦۵^{de}	۲۵۹۷^{l}
Talayeh	۸٤/٦۳^{k}	۳۸/۱٦^{a}	۳/۵۲^{f}	۲۹۰٦^{h}
GK Helena	۱۱۲/۲۳^{c}	۲۱/٦۷^{l}	۳/۸۳^{c}	۳۰۰۸^{f}
Gkh 1103	۹۹/۰۱^{h}	۲۸/۷۳^{d}	۳/٦۵^{de}	۳۱۸۱^{e}
GKH 305	۹۱/۰۸^{i}	۲٦/۰۰^{i}	۳/٦۲^{e}	۳۱۷۷^{e}
Licord	۱۹۹/۷۵^{a}	۲۸/۳۲^{e}	٤/٤۰^{a}	۳۷۹۵^{a}
Lilian	۸۹/۱٦۷^{j}	۲۷/۹۲^{f}	۳/٤۳^{g}	۳۲٤٦^{d}
Lioness	۱۰۷/۷۸^{e}	۲۸/۹۳^{c}	۳/۵۳^{f}	۲۷۵۹^{k}
Modena	۱۰٤/۷۰^{f}	۲٦/۵۷^{h}	۳/٤۵^{fg}	۳٦۵۵^{b}
Oase	۱۳۲/۰۸^{b}	۲۸/۲٦^{e}	۳/۵۱^{fg}	۲۸۵٦^{i}
Okapi	۱۰۲/۹۵^{g}	۲۷/۲٦^{g}	۳/۵۱^{fg}	۳۲۷۷^{c}
Opera	۱۰۲/٤۲^{g}	۲٦/٦۱^{h}	٤/۱۱^{b}	۲۸۲۰^{j}
SLM046	۱۰۲/٤۲^{g}	۲۸/۰٦^{f}	۳/۷۲^{d}	۲۹۷۳^{g}
Zarfam	۱۱۰/٦۷^{d}	۲۳/٦۸^{j}	٤/۱۱^{b}	۳۰۱۹^{f}

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

در این آزمایش همانند یافته‌های پژوهشی مالهی و همکاران (۲۰۰۷)، تمامی ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه در واحد سطح، رفتار و واکنش مشابه‌و مثبت در برابر کاربرد گوگرد نشان دادند. به‌طوری که کاربرد گوگرد توانست عملکرد دانه را در تمام ارقام مورد مطالعه کلزا نسبت به‌تیمار شاهد افزایش دهد (جدول ۷) و در شرایط استفاده از گوگرد تا ٤۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار عملکرد

دانه در ارقام اوکاپی و مودنا روند افزایشی نشان داد، ولی با افزایش کاربرد گوگرد سیر نزولی به‌خود گرفت. همچنین در رقم لیکورد از نظر عملکرد دانه در سطوح ٤٠ و ٨٠ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش عملکرد قابل توجهی داشت. نتایج نشان داد که واکنش ارقام کلزا به‌مقادیر بالای مصرف گوگرد منفی و یا ثابت بود. بدین‌ترتیب کاربرد بهینه گوگرد به‌منظور جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌های تولید و حفظ تعادل عناصر غذایی در خاک و بافت‌های گیاهی و دستیابی به‌عملکرد بالا در زراعت کلزا ضرورت دارد و با استفاده از ٤٠ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار می‌توان به‌افزایش نسبی عملکرد دانه کلزا دست یافت.

به‌علاوه کاربرد مقادیر مناسب گوکرد در زمین‌های زراعی، کارایی مصرف منابع به‌وسیله 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. به‌علاوه رقم اوکاپی بیشترین محتوای نیتروژن دانه را در تیمار ٤٠ 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 ٤٠ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار به‌رقم 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 منطقهٔ 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 به‌نوع 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 به‌ویژه فسفر و پتاسیم اغلب با عدم استفاده و یا کاربرد زیاد گوگرد روند معکوس داشت. با افزایش کاربرد گوگرد میزان نیتروژن دانه کاهش و محتوی گوگرد دانه افزایش نشان داد. به‌نظر 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، ۲۰۰٦). محققین دریافتند که بسته به‌نوع 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 توام از عناصر غذایی گوگرد و نیتروژن، تغییرات فعل و انفعالات مرتبط با این دو عنصر به‌موازات 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 به‌وسیله 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، ۲۰۰٦). در این مطالعه، همبستگی بین محتوای نیتروژن و پتاسیم دانه منفی و غیرمعنی‌دار بود (جدول ۸).

نتایج نشان داد که کاربرد ٤۰ 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 مشابه‌توصیه می‌شوند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که بسته به‌مقدار 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 پر مصرف در راستای افزایش عملکرد در واحد سطح متفاوت می‌باشد.

جدول ٦- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و میزان عناصر غذایی دانه در ارقام کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه	گوگرد دانه
سال	١	١٩٩١٣٤٢**	١/٤٢٦**	٠/٤٨١**	٠/٦٢٤**	٠/٤٢٢**
بلوک در سال	٤	١٥٧١١	٠/٠١٠	٠/٠٠١	٠/٠٠١	٠/٠٠١
گوگرد	٢	٢٥١٣٩٧٩**	٠/٠٧١^{ns}	٠/٠٠٢^{ns}	٠/٠٥١*	٠/٠٦٣**
رقم	٢	١٠٧٤١٨٩**	٠/١٠٠*	٠/٠٠١^{ns}	٠/١٧٤**	٠/٠٥٥**
گوگرد × رقم	٤	٤٧٠٠٦٥**	٠/٣٤٤**	٠/٠٠٤*	٠/٠٣٣**	٠/٠١١**
سال × گوگرد	٢	١٦٤٥٦٢**	٠/٠٢١^{ns}	٠/٠٠١^{ns}	٠/٠١**	٠/٠٠١**
سال × رقم	٢	٤٦٥^{ns}	٠/٠٠٣^{ns}	٠/٠٠١^{ns}	٠/٠٠١**	٠/٠٠١**
سال× گوگرد × رقم	٤	٥٤٠٤٢**	٠/٠١٨^{ns}	٠/٠٠١^{ns}	٠/٠٠١**	٠/٠٠١**
خطای آزمایش	٩٦	٣٣٣٤	٠/٠٣٥	٠/٠٠١	٠/٠٠١	٠/٠٠١
کل	١٦١	٢٠١٠٩٢٨٢	١٣/٧٢٢	٠/٩٠٥	٢/١٩١	١/٦٧٤
ضریب تغییرات (درصد)	–	١/٦٨	٥/٤٧٤	٦/٦٢٣	١/١٨٣	٢/٨٤١

**: معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد *: معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد ns: غیر معنی‌دار

جدول ٧- اثرات متقابل مقادیر گوگرد × ارقام کلزا بر عملکرد و میزان عناصر غذایی دانه در ارقام کلزا

مقدار مصرف گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	گوگرد (درصد)
٠	اوکاپی	١٣٤٠^{c}	٢/٨٥^{c}	٠/٥٧^{a}	١/١٥^{c}	٠/٤٦^{b}
	مودنا	١٤٧٨^{b}	٢/٩٠^{bc}	٠/٥٤^{c}	١/٢٣^{b}	٠/٤٠^{c}
	لیکورد	١٥٢٦^{a}	٣/١٠^{a}	٠/٥٥^{bc}	١/٣٠^{a}	٠/٥٤^{a}
٤٠	اوکاپی	١٦٥٠^{a}	٣/٠١^{a}	٠/٥٥^{b}	١/٢٢^{c}	٠/٥٣^{a}
	مودنا	١٦٢٩^{b}	٢/٧١^{c}	٠/٥٨^{a}	١/٣٦^{a}	٠/٤٩^{b}
	لیکورد	١٦٣٥^{ab}	٢/٩١^{bc}	٠/٥٥^{b}	١/٢٨^{b}	٠/٥٣^{a}
٨٠	اوکاپی	١٤٥٠^{c}	٢/٩٣^{bc}	٠/٥٤^{b}	١/٢٢^{c}	٠/٥٤^{ab}
	مودنا	١٤٨١^{b}	٢/٩٧^{a}	٠/٥٤^{b}	١/٢٧^{b}	٠/٥٣^{b}
	لیکورد	١٦٣٧^{a}	٢/٨٢^{c}	٠/٥٦^{a}	١/٣٣^{a}	٠/٥٥^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ٥ درصد آزمون LSD ندارند

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

ردیف	۱ عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۲ نیتروژن (درصد)	۳ فسفر (درصد)	٤ پتاسیم (درصد)	٥ گوگرد (درصد)
۱	۱				
۲	۰/۲٦*	۱			
۳	۰/۳۹**	۰/۲٥*	۱		
٤	۰/٤۳**	-۰/۱۷ns	۰/٥۳**	۱	
٥	۰/٤۷**	۰/۳٦**	۰/٤۲**	۰/۲۷*	۱

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

منابع

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 acssess 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: 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: 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: 53–59.
26. Zarrinkafsh, M. 1989. Soil Survey, Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Tehran University Press. Pp. 248.

EJCP., Vol. 7 (3): 75-88
http://ejcp.gau.ac.ir

Seed yield and macro nutrients content comparison in 15 varieties of winter rapeseed as affected by sulphur utilization

M. Mostafavi Rad[1*], Z. Tahmasebi Sarvestani[2], S.A.M. Modares Sanavy[3] and A. Ghalavand[2]

[1]Assistant Professor and Scientific Member of Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, Iran, [2,3]Associate Professor and Professor, Deptartment of Agronomy, Faculty of Agricalture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Received: 05/19/2012; Accepted: 05/28/2014

Abstract

In order to compare the seed yield of 15 winter rapeseed (*Brassics 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^{-1}), Modena (3655 kg ha^{-1}) and Okapi (3277 kg ha^{-1}) genotypes had the highest 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. Treatments were three rapeseed varieties (Okapi, Modena and Licord) and three rates of sulphur (0, 40 and 80 kg ha^{-1}).The interaction effect between sulphur*variety was significant for seed yield and other measured traits. The combination of 40 kg ha^{-1} Sulphur*Okapi showed the highest seed yield and seed nitrogen content. Greatest seed phosphorus and potassium content was observed in Modena cultivar and S_2 treatment (40 kg S ha^{-1}). Licord cultivar showed the highest ratio of seed sulphur content at control and different rates of sulphur utilization in comparison with other vareties. In general, it is presumed that utilization of 40 kg S ha^{-1} can enhance seed yield and seed macro nutrient content, related to rapeseed genotype.

Keywords: Seed Nutrient Elements, Sulphur, Winter Rapeseed.

[*]Corresponding author; mmostafavirad@gmail.com