به زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۳
صفحه‌های ۶۳۹-۶۲۷

تأثیر عناصر کم‌مصرف بر عملکرد، صفات کیفی و روغن دانهٔ ارقام زمستانهٔ کلزا

معرفت مصطفوی‌راد [۱*]، اسماعیل جدیدی [۲]، تقی بابایی [۳]

۱. استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، رشت، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و تکنولوژی تولید بذر، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان، آشتیان، ایران
۳. مربی پژوهشی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۰۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۲

چکیده

آزمایش حاضر به‌منظور ارزیابی عملکرد و صفات کیفی دانه و روغن در برخی ارقام زمستانهٔ کلزا (*Brassica napus* L.) تحت تأثیر کودهای کم‌مصرف در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ به صورت کرت‌های خردشده با طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراک اجرا شد. تیمارها شامل بدون مصرف کود، آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + منگنز، روی + منگنز، آهن + روی + منگنز و ارقام کلزا شامل 'زرفام'، 'اوکاپی'، 'مودنا' و 'لیکورد' به‌ترتیب فاکتور اصلی و فرعی بود. نتایج نشان داد که رقم 'اوکاپی' تحت تأثیر تیمارهای بدون مصرف کود (۴۱۹۴ کیلوگرم در هکتار) و تیمار روی + منگنز (۴۰۱۱ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. در این پژوهش، رقم 'لیکورد' در تیمارهای شاهد و آهن + منگنز بیشترین میزان روی دانه را نشان داد. بیشترین میزان مس دانه در رقم 'مودنا' و تیمار کودی آهن + روی به‌دست آمد. بیشترین میزان آهن دانه در رقم 'مودنا' و تیمارهای کودی آهن و آهن + روی مشاهده شد. همچنین، بیشترین میزان منگنز دانه در رقم 'مودنا' و تیمار کودی روی + منگنز به‌دست آمد. به‌طور کلی، تیمار کودی روی + منگنز، عملکرد دانه و اسید چرب اولئیک را در رقم 'اوکاپی' افزایش داد. بدین‌ترتیب، این تیمارها در منطقهٔ اراک و شرایط اقلیمی مشابه توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اسیدهای چرب، عملکرد، عناصر کم‌مصرف، کلزا، کیفیت دانه.

* نویسنده مسئول
Email: mmostafavirad@gmail.com

www.SID.ir

۱. مقدمه

دانه‌های روغنی بعد از غلات، دومین منبع انرژی موردنیاز جوامع بشری محسوب می‌شود [۱۹]. کلزا[1] با بیش از ۴۰ درصد روغن و ۳۶-۴۴ درصد پروتئین کنجاله از معدود گیاهان روغنی است که قابلیت کشت در شرایط اقلیمی مختلف را داراست [۴۱]. در مقیاس جهانی، سطح زیرکشت کلزا تا سال ۲۰۱۰ به بیش از ۳۰/۳۱ میلیون هکتار افزایش یافته و از نظر تولید، پس از سویا مقام دوم را داراست [۲۷]. کلزا به دلیل مصارف انسانی، صنعتی و کاربرد آن در تغذیهٔ دام گیاهی کاملاً صنعتی محسوب می‌شود [۲۰]. همچنین، وجود سطوح قابل‌توجهی از عناصر کم‌مصرف در برگ‌های کلزا، اهمیت این گیاه را به‌عنوان سبزی خوراکی دوچندان کرده است [۳۸]. محتوای عناصر غذایی دانه [۲۸]، میزان روغن و پروتئین دانه [۴۰] و ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا [۳۰] فاکتورهای مهمی در تعیین کیفیت دانه و روغن کلزا گزارش شده‌اند. در ایران با مصرف سرانهٔ ۱۷ کیلوگرم روغن، سالانه بیش از ۱ میلیون تن روغن لازم است. حدود ۹ درصد روغن مورد نیاز کشور در داخل تولید و مابقی از طریق واردات تأمین می‌شود [۱]. بدین‌ترتیب، ضرورت توسعهٔ کشت کلزا بر کسی پوشیده نیست، ولی به دلیل محدودیت توسعهٔ سطح زیرکشت لازم است به زراعت‌های فشرده و ارقام پرمحصول نیز توجه بیشتری شود [۳۴].

حدود ۱۵ میلیون هکتار از اراضی زراعی ایران [۱۰] و ۶۰ درصد زمین‌های زراعی جهان با کمبود مواد غذایی مواجه‌اند [۴۲]. کمبود عناصر روی و آهن یکی از شایع‌ترین کمبودهای عناصر کم‌مصرف در دنیا و ایران گزارش شده است [۱۳، ۲۲]. از طرف دیگر، نقش مثبت کودهای کم‌مصرف بر افزایش عملکرد دانه در آفتابگردان، کلزا و گلرنگ را محققان متعددی گزارش کرده است [۴، ۱۴، ۱۵]. یون‌های فلزی نظیر آهن، روی و منگنز در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها مشارکت دارند [۲۲]. در سنتز، کربوهیدرات به‌ویژه در شرایط بروز تنش خشکی در گیاهان نقش مهمی ایفا می‌کند [۳۵] و مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی را افزایش می‌دهد [۴]. تحقیقات نشان داد که کاربرد روی توانایی جوانه‌زنی، رویش و استقرار گیاه زراعی گندم را افزایش داد [۲۳]. همچنین، گزارش شده است که مصرف توأم روی و منگنز [۲۲] و کاربرد آهن به همراه روی [۱۴] عملکرد دانهٔ آفتابگردان را افزایش داد. منگنز نیز رشد گیاه، تولید شاخه‌های فرعی، گل‌دهی گیاه، عملکرد دانه و سنتز روغن [۵] و میزان اسیدهای چرب [۲۴] را افزایش می‌دهد.

بدین‌ترتیب، مدیریت عناصر غذایی و کاربرد کم‌مصرف‌ها گام مؤثری در جهت رشد بهینهٔ گیاه و افزایش عملکرد و پایداری تولید [۱۰، ۲۸] و تأمین عناصر کم‌مصرف [۱۶] مورد نیاز گیاه زراعی و جامعهٔ بشری است. کاربرد عناصر کم‌مصرف به دو صورت محلول‌پاشی و مصرف خاکی انجام می‌شود، ولی شیوهٔ محلول‌پاشی برگ‌ها در دو مرحلهٔ ساقه رفتن و قبل از گل‌دهی گیاهان زراعی بیشتر مورد توجه محققان است [۲۱، ۲۳].

هدف از انجام پژوهش حاضر، ارتقای عملکرد کمّی و کیفی دانه و روغن کلزا با استفاده از کودهای کم‌مصرف در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک بود.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی عملکرد و صفات کیفی دانه و روغن در برخی ارقام زمستانهٔ کلزا تحت تأثیر کودهای کم‌مصرف، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ در مزرعهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی (اراک) واقع در عرض جغرافیایی ۵ ° ۳۴ شمالی و طول جغرافیایی ۴۲ ° ۴۹ شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد.

1 . *Brassica napus* L.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال زراعی	عمق خاک (cm)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیتهٔ کل اشباع	درصد مواد خنثی‌شونده	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (ppm)
۹۱- ۱۳۹۰	۳۰- ۰	۵۹	۱/۸	۷/۴	۳۴	۰/۵۵	۰/۰۶	۱۷/۵
پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	منگنز (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	رس (٪)	لوم (٪)	شن (٪)	بافت خاک
۲۹۰	۴/۱۰	۳/۱۳	۷	۰/۵۸	۴۲	۳۳	۲۵	رسی

کودهای کم‌مصرف شامل بدون مصرف کود (F_1)، آهن (F_2)، روی (F_3)، منگنز (F_4)، آهن + روی (F_5)، آهن + منگنز (F_6)، روی + منگنز (F_7)، آهن + روی + منگنز (F_8) و ارقام کلزا شامل 'زرفام'[1] (V_1)، 'اوکاپی'[2] (V_2)، 'مودنا'[3] (V_3) و 'لیکورد'[4] (V_4) به‌ترتیب فاکتور اصلی و فرعی بودند. کودهای کم‌مصرف به صورت محلول‌پاشی در دو مرحلهٔ آغاز ساقه‌دهی و ظهور غنچه‌های گل با دز سه در هزار به‌ترتیب از منابع کلات آهن ۶ درصد[5] تولید شرکت بیورت[6] کلات روی ۱۴ درصد[7] و کلات منگنز ۱۳ درصد[8] از تولیدات شرکت لیبرل[9] انگلیس استفاده شد. کشت به‌صورت جوی و پشته‌ای و آبیاری به‌روش سیفونی صورت گرفت. در هر کرت چهار خط با فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر کشت شد. قبل از اجرای طرح، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعهٔ مورد نظر برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن نمونه‌برداری شد (جدول ۱). براساس نتایج آزمون خاک، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره ۴۶ درصد و ۷۵ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل استفاده شد و تمامی کود فسفاته و یک‌سوم کود اوره، قبل از کاشت و یک‌سوم کود اوره در مرحلهٔ ساقه‌دهی و یک‌سوم باقی‌مانده در مرحلهٔ شروع غنچه‌دهی به‌صورت سرک استفاده و تمامی عملیات کاشت و مواظبت‌های زراعی مطابق دستورالعمل کاشت کلزا انجام شد [۹].

محصول نهایی، مصادف با تشکیل لایهٔ سیاه و قهوه‌ای روی دانه (تغییر رنگ دانه‌های کلزا به سیاه یا قهوه‌ای)، با حذف حاشیه در سطحی معادل ۴/۸ مترمربع از هر کرت به‌صورت دستی برداشت، سپس خرمن‌کوبی انجام و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) محاسبه شد. درصد روغن دانه به روش[10] NMR [۴۷] و اسیدهای چرب به‌روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا[11] [۳۷، ۴۵] و عناصر کم‌مصرف به‌روش جذب اتمی[12] [۲] اندازه‌گیری شد. تجزیهٔ واریانس داده‌ها با استفاده از برنامهٔ آماری SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها به‌روش LSD انجام گرفت.

1. Zarfam
2. Okapi
3. Modena
4. Licord
5. EDDHA
6. Biovert, S.A .
7. Zn EDTA
8. Mn EDTA
9. Librel

10. Nuclear Magnetic Resonance
11. High Performance Liquid Chromatography (HPLC)
12. Atomic Absorption

Archive of SID
www.SID.ir

۳. نتایج و بحث

۱.۳. عملکرد دانه

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای کودی، ارقام مختلف کلزا و برهم‌کنش تیمارهای کود و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). در آزمایش حاضر، رقم 'اوکاپی' در تیمارهای کودی شاهد و روی + منگنز و رقم 'لیکورد' در تیمار کودی منگنز بیشترین عملکرد دانه را داشت، ولی تفاوت معناداری نداشت. کاهش عملکرد دانهٔ رقم 'زرفام' در اغلب تیمارهای کودی بیشتر از بقیهٔ ارقام مورد مطالعه بود. در این راستا، تحقیقات نشان داد عملکرد دانه و فرایندهای تشکیل آن به ژنتیک، محیط، عوامل زراعی و تداخل بین آن‌ها بستگی دارد [۴۳]. همچنین، عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که تحت تأثیر عوامل محیطی و رقم قرارمی‌گیرد [۳۳]. ارقام مختلف کلزا از نظر قابلیت تولید محصول متفاوت [۲۵، ۳۹] و اثر عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دانهٔ گلرنگ [۱۱] مثبت و معنادار گزارش شده است. همچنین، نتایج نشان داد که کاربرد عنصر منگنز به تنهایی سبب ارتقای عملکرد دانهٔ کلزا در رقم 'لیکورد' شد (جدول ۳). در آزمایش مشابهی، اثر منگنز بر عملکرد دانهٔ گلرنگ [۶] و سویا [۱۸] مثبت گزارش شده است زیرا منگنز سرعت رشد نسبی و عملکرد گیاهان زراعی را افزایش می‌دهد [۴۴]. برخی دیگر نشان دادند که استفاده از عناصر روی، آهن و منگنز سبب افزایش عملکرد دانه در لوبیا شد [۴۶].

در این آزمایش، کاربرد توأم عناصر آهن و منگنز منجر به کاهش عملکرد دانه شد، ولی مصرف توأم عناصر روی و منگنز سبب افزایش عملکرد دانه در رقم 'اوکاپی' شد (جدول ۳). بدین‌ترتیب، به‌نظر می‌رسد که هم‌افزایی دو عنصر روی و منگنز در جهت افزایش عملکرد دانهٔ کلزا بیش از عناصر آهن و منگنز است. به علاوه، کاربرد توأم روی و آهن نتوانست تولید دانه در کلزا را افزایش دهد. یکی از دلایل احتمالی این امر تفاوت ارقام در سرعت انتقال یون‌های آهن و روی از طریق آوندهای آبکشی کلزاست، چون سرعت انتقال یون‌های آهن حدود ۵۰ درصد کمتر از عنصر روی گزارش شده است [۲۹]. به‌نظر می‌رسد سرعت انتقال یون‌های آهن به‌وسیلهٔ عناصر کم‌مصرف منگنز و روی کاهش می‌یابد، در حالی که ممکن است در اثر کاربرد منگنز سرعت انتقال عنصر روی از طریق آوندهای آبکشی افزایش یابد و با شرکت در فرایندهای تولید سبب ارتقای عملکرد محصول شود. با این توصیف، نتایج دیگر تحقیقات نشان داد که مصرف عناصر روی و آهن سبب افزایش عملکرد دانهٔ کلزا شد [۲۱].

۲.۳. عملکرد روغن

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس میانگین داده‌ها، اثر کود، رقم و اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). تفاوت ارقام کلزا از نظر عملکرد روغن دانه را دیگر محققان نیز گزارش کرده‌اند [۷، ۸]. در این آزمایش، اثر متقابل کود و رقم نشان داد که بیشترین عملکرد روغن در هکتار مربوط به رقم 'اوکاپی' در تیمار شاهد و تیمار کودی آهن + روی بود و تفاوت معناداری با عملکرد روغن 'لیکورد' در تیمار کودی منگنز، رقم 'اوکاپی' در تیمار کودی آهن + روی و ارقام 'مودنا' و 'لیکورد' در تیمار کودی آهن + روی + منگنز نداشت (جدول ۳). بدین‌ترتیب، نتایج نشان داد که واکنش ارقام مختلف کلزا به کودهای کم‌مصرف در جهت افزایش عملکرد روغن در هکتار متفاوت بود. در این آزمایش، علی‌رغم مشابه بودن درصد روغن دانه در ارقام مختلف کلزای مورد مطالعه، رقم پرمحصول 'اوکاپی' بیشترین عملکرد روغن در واحد سطح را نشان داد. به‌نظر می‌رسد که عملکرد روغن کلزا در واحد سطح بیشتر تابع عملکرد دانه است و افزایش عملکرد دانه سبب ارتقای

Archive of SID
www.SID.ir

عملکرد روغن در هکتار می‌شود که با دیگر تحقیقات مطابقت داشت [۳، ۸].

۳.۳. درصد روغن دانه و اسیدهای چرب روغن

در این پژوهش، اثر تیمارهای کودی بر درصد روغن دانه و اسید چرب پالمتیک در سطح احتمال ۵ درصد و بر اسید چرب اولئیک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود. همچنین، بین ارقام مختلف کلزا از نظر اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک تفاوت معنادار در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۲). برخلاف نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر، نتایج برخی تحقیقات نشان داد که درصد روغن دانه در ارقام مختلف کلزا متفاوت بود [۷، ۸]. همچنین، دیگر تحقیقات ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا را بسته به نوع رقم و شرایط محیطی متفاوت نشان داد [۳، ۷، ۳۲، ۴۸]. به‌علاوه، برهم‌کنش کود و رقم بر درصد روغن دانه و اسیدهای چرب پالمتیک و لینولئیک در سطح احتمال ۵ درصد و بر اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). در این تحقیق، رقم پرمحصول 'اوکاپی' بیشترین درصد روغن دانه را در تیمار کودی آهن دارا بود، ولی تفاوت معناداری با درصد روغن دانهٔ ارقام 'زرفام' و 'مودنا' در برخی تیمارهای کودی نداشت (جدول ۳).

میزان روغن دانه صفتی ارثی با وراثت‌پذیری بالاست و تا حدودی نیز تحت تأثیر شرایط محیطی قرارمی‌گیرد [۹، ۲۶]. چنین استنباط می‌شود که با ارتقای درصد روغن دانه در ارقام پرمحصول کلزا می‌توان در آینده به‌موازات افزایش کمیت عملکرد، کیفیت محصول را نیز ارتقا داد. بیشترین میزان اسید چرب پالمتیک در رقم 'اوکاپی' و تیمار کودی شاهد حاصل شد و تفاوت معناداری با میزان اسید چرب پالمتیک دیگر ارقام کلزا و در اغلب تیمارهای کودی نشان نداد. همچنین، نتایج مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین اسید چرب اولئیک در رقم 'اوکاپی' و تحت تأثیر تیمار کودی روی + منگنز به‌دست آمد، ولی در اغلب تیمارهای کودی با میزان اسید چرب اولئیک ارقام 'زرفام' و 'لیکورد' تفاوت معنادار نشان نداد (جدول ۳).

نتایج نشان داد که واکنش برخی ارقام کلزا نظیر 'اوکاپی' در راستای افزایش سنتز و تجمع اسید چرب اولئیک ممکن است بیش از ارقام دیگر باشد. بنابراین، با کاربرد کودهای کم‌مصرف بسته به نوع رقم می‌توان به موازات افزایش عملکرد دانهٔ کلزا، کیفیت روغن را نیز از طریق ارتقای میزان اسید اولئیک افزایش داد. چون، اسید اولئیک بیشترین میزان اسیدهای چرب روغن کلزا را تشکیل می‌دهد و نقش بارزی در افزایش کیفیت روغن کلزا دارد [۱۷] احتمالاً در آینده بتوان عملکرد کمّی و کیفی محصول کلزا را از طریق کاربرد برخی کودهای کم‌مصرف به‌موازات هم ارتقا داد. بیشترین میزان اسید چرب لینولئیک در رقم 'مودنا' تحت شرایط عدم مصرف کودهای کم‌مصرف حاصل شد و تفاوت معناداری با میزان اسید چرب لینولئیک ارقام دیگر کلزا در بیشتر تیمارهای کودی نداشت (جدول ۳).

در این تحقیق، میزان اسید چرب لینولئیک در ارقام کلزای 'زرفام'، 'اوکاپی' و 'لیکورد' در شرایط عدم مصرف کودهای کم‌مصرف نسبت به رقم 'مودنا' کاهش نشان داد، ولی کاربرد کودهای کم‌مصرف توانست در این ارقام میزان اسید چرب لینولئیک روغن را ارتقا دهد. علی‌رغم اینکه اسید چرب لینولئیک در ارتقای کیفیت روغن کلزا در مقایسه با اسید چرب اولئیک سهم کمتری دارد، با استفاده از کودهای کم‌مصرف در برخی ارقام کلزا می‌توان از طریق بهبود میزان اسید چرب لینولئیک روغن کلزا، کیفیت محصول را افزایش داد. در این مطالعه، رقم 'اوکاپی' بیشترین میزان اسید چرب لینولنیک را در تیمارهای شاهد و منگنز نشان داد. همچنین، نتایج نشان داد که کاربرد کودهای کم‌مصرف در دیگر ارقام کلزای مورد بررسی، میزان اسید چرب لینولنیک روغن را افزایش داد (جدول ۳).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) صفات کمّی و کیفی اندازه‌گیری شده در ارقام مورد مطالعهٔ کلزا تحت تأثیر عناصر کم‌مصرف

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه	روغن دانه	عملکرد روغن	اسید پالمتیک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک	میزان روی دانه	میزان مس دانه	میزان آهن دانه	میزان منگنز دانه
بلوک	۲	۴۳۴۹۱۱^{ns}	۳۷/۰۹**	۲۵۵۱۹/۴۵^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۱۴/۲۳**	۰/۷۴^{ns}	۲۲/۷۳**	۶۴/۱۱^{ns}	۱۲/۲۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۳/۸۷**
کود	۷	۱۲۹۱۳۹۹۵**	۱۱/۸۴*	۱۵۴۹۵۲/۱۸**	۲/۳۷*	۱۱/۳۸**	۳/۹۷^{ns}	۵/۹۸^{ns}	۳۴۶/۳۳*	۱۰۰/۲۰^{ns}	۲۱/۰۴**	۴/۴۴**
خطای اصلی	۱۴	۵۹۴۶۸۴	۰/۱۶	۱۱۱۰۳/۱۷	۰/۵۸	۱/۹۵	۲/۹۱	۲/۳۵	۸۳/۹۷	۶۷/۳۷	۱/۸۶	۰/۱۶
رقم	۳	۴۶۱۶۲۹۸۲**	۴/۶۴^{ns}	۱۰۸۶۷۹۹/۲۳**	۱/۲۱^{ns}	۲۱/۶۱**	۱۴/۶۱^{ns}	۱۰/۵۵**	۱۳۷/۱۸^{ns}	۲۴۹/۳۶**	۵/۳۸*	۰/۲۵^{ns}
اثر متقابل کود × رقم	۲۱	۸۰۱۰۸۹۱**	۱۲/۲۰*	۱۲۵۱۰۸/۲۲**	۲/۳۴*	۲۰/۱۰**	۱۵/۹۷*	۱۱/۰۲**	۳۵۷/۴۷**	۲۱۴/۹۶**	۷/۴۹**	۱/۵۷**
خطای فرعی	۴۸	۳۴۹۳۸۵	۲/۵۲	۱۰۱۱۰/۰۱	۱/۰۸	۴/۸۶	۶/۴۱	۲/۲۷	۸۲/۲۴	۴۸/۲۰	۱/۸۷	۰/۵
ضریب تغییرات (%)	–	۵/۵۵	۶/۴۲	۸/۷۳	۱۷/۶۵	۴/۱۸	۱۳/۸۸	۱۵/۷۳	۱۹/۹۶	۲۱/۷۰	۱۸/۵۳	۱۹/۲۹

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنادار، معنادار در سطح احتمال ۵ و معنادار در سطح احتمال ۱ درصد

www.SID.ir

جدول ۳. اثر متقابل کود × رقم بر میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مورد مطالعهٔ کلزا تحت تأثیر عناصر کم‌مصرف

تیمار	صفات	F_1				F_2				F_3				F_4			
		V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4
عملکرد دانه	(ppm)	۲۴۱۱^{f}	۴۱۹۴^{a}	۲۹۱۷^{c}	۳۲۶۹^{cd}	۱۶۹۴^{gh}	۳۵۴۳^{c}	۳۸۹۶^{b}	۲۷۵۰^{e}	۱۹۴۱^{gh}	۳۴۷۶^{cd}	۱۵۲۱^{h}	۳۴۷۳^{cd}	۱۶۶۱^{h}	۳۵۲۸^{c}	۳۳۲۳^{cd}	۳۹۹۸^{a}
روغن دانه	(%)	۳۶/۲۹^{bc}	۳۵/۰۷^{abc}	۳۹/۶۴^{ab}	۳۶/۶۵^{bc}	۳۸/۳۵^{ab}	۴۲/۱۸^{a}	۳۸/۳۹^{ab}	۳۵/۷۵^{bc}	۳۵/۱۲^{bc}	۳۶/۶۹^{bc}	۳۵/۱۷^{abc}	۳۶/۹۹^{bc}	۳۵/۰۴^{bc}	۳۶/۳۰^{bc}	۳۴/۳۶^{bc}	۳۵/۱۰^{bc}
عملکرد روغن	(ppm)	۸۵۷^{de}	۱۴۷۲^{ab}	۱۱۵۸^{bc}	۲۰۳^{bc}	۶۵۱^{ef}	۱۴۹۲^{a}	۱۴۹۷^{a}	۹۸۵^{cd}	۶۸۲^{ef}	۱۲۷۴^{bc}	۵۳۳^{f}	۱۲۸۰^{bc}	۵۸۰^{f}	۱۲۶۶^{bc}	۱۱۴۰^{c}	۱۴۰۰^{ab}
اسید پالمیتیک	(%)	۵/۲۳^{b}	۷/۵۳^{a}	۵/۲۷^{b}	۵/۹۵^{ab}	۶/۳۷^{ab}	۶/۷۰^{ab}	۵/۹۳^{ab}	۶/۴۷^{ab}	۶/۳۹^{ab}	۵/۰۶^{b}	۶/۸۲^{ab}	۵/۸۴^{ab}	۴/۰۸^{b}	۵/۷۳^{ab}	۶/۱۲^{ab}	۴/۴۰^{b}
اسید اولیک	(%)	۵۱/۳۸^{bc}	۵۰/۳۳^{abc}	۵۰/۶۹^{bc}	۵۲/۴۲^{ab}	۵۴/۶۷^{ab}	۵۴/۳۰^{ab}	۵۲/۴۸^{bc}	۴۹/۷۶^{c}	۵۲/۹۰^{bc}	۵۳/۵۱^{b}	۵۱/۳۰^{bc}	۴۹/۱۴^{c}	۵۶/۷۳^{ab}	۵۲/۸۰^{bc}	۵۳/۰۹^{bc}	۵۵/۷۴^{ab}
اسید لینولئیک	(%)	۱۷/۵۹^{b}	۱۶/۴۱^{bc}	۲۲/۲۹^{a}	۱۷/۹۴^{b}	۱۵/۵۱^{bc}	۱۸/۱۱^{b}	۱۷/۲۳^{bc}	۲۰/۳۵^{ab}	۱۸/۷۳^{ab}	۱۶/۸۸^{bc}	۱۹/۱۲^{ab}	۱۹/۷۴^{ab}	۱۸/۱۹^{ab}	۱۶/۲۴^{bc}	۱۷/۴۳^{bc}	۱۷/۴۵^{b}
اسید لینولنیک	(%)	۹/۸۸^{bc}	۱۳/۳۴^{a}	۸/۹۰^{bc}	۷/۶۰^{c}	۱۰/۱۲^{bc}	۹/۲۹^{bc}	۸/۳۹^{c}	۷/۱۷^{c}	۹/۶۸^{bc}	۱۰/۴۷^{bc}	۷/۸۴^{c}	۱۲/۰۱^{ab}	۷/۴۴^{c}	۱۳/۴۶^{a}	۹/۱۳^{bc}	۸/۰۳^{c}
میزان روی دانه	(ppm)	۲۸/۱۸^{c}	۲۶/۴۰^{c}	۳۲/۸۴^{c}	۵۷/۹۷^{ab}	۵۹/۰۱^{ab}	۴۹/۹۳^{b}	۳۸/۱۶^{bc}	۴۳/۳۲^{bc}	۵۲/۷۷^{ab}	۵۶/۲۲^{ab}	۳۴/۳۳^{bc}	۵۸/۰۲^{ab}	۲۸/۷۷^{c}	۳۴/۹۳^{bc}	۴۹/۰۶^{bc}	۵۸/۲۹^{ab}
میزان مس دانه	(ppm)	۳۱/۴۴^{bc}	۳۰/۷۱^{bc}	۵۱/۹۶^{a}	۲۳/۰۰^{c}	۲۷/۲۰^{bc}	۲۱/۹۵^{c}	۳۳/۱۶^{bc}	۳۵/۸۳^{b}	۲۱/۵۲^{c}	۲۳/۱۹^{c}	۴۹/۰۶^{a}	۲۷/۸۳^{bc}	۳۱/۳۰^{bc}	۲۳/۱۲^{c}	۳۷/۰۱^{b}	۳۶/۳۴^{b}
میزان آهن دانه	(ppm)	۷/۱۰^{bc}	۹/۹۳^{ab}	۷/۱۰^{bc}	۴/۷۰^{c}	۶/۲۳^{c}	۱۰/۱۶^{ab}	۹/۳۰^{ab}	۹/۸۶^{ab}	۵/۶۰^{c}	۵/۵۶^{c}	۷/۳۳^{bc}	۵/۱۳^{c}	۷/۲۶^{bc}	۶/۷۰^{bc}	۸/۰۶^{bc}	۷/۲۰^{bc}
میزان منگنز دانه	(ppm)	۳/۸۰^{bc}	۴/۷۰^{ab}	۳/۷۶^{bc}	۳/۷۶^{bc}	۲/۳۳^{c}	۳/۳۶^{bc}	۳/۲۳^{bc}	۳/۵۶^{bc}	۳/۶۶^{bc}	۴/۰۰^{b}	۲/۴۳^{c}	۲/۷۰^{c}	۲/۴۶^{c}	۲/۵۶^{c}	۳/۰۶^{bc}	۳/۲۰^{bc}

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف مشابه‌اند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارند.

www.SID.ir

ادامه جدول ۳. اثر متقابل کود × رقم بر میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مورد مطالعهٔ کلزا تحت تأثیر عناصر کم‌مصرف

صفات	تیمار	F_5				F_6				F_7				F_8			
		V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4
عملکرد دانه (ppm)		۲۹۰۷^{e}	۳۶۷۳^{abc}	۳۰۸۰^{d}	۳۶۴۱^{bc}	۲۰۲۴^{g}	۳۶۷۴^{bc}	۲۸۰۰^{e}	۳۲۵۸^{cd}	۳۴۰۸^{cd}	۴۰۱۱^{ab}	۳۲۳۵^{d}	۲۹۱۷^{e}	۲۹۴۸^{de}	۳۸۲۴^{bc}	۳۷۲۸^{bc}	۳۸۰۵^{bc}
روغن دانه (%)		۳۵/۰۷^{bc}	۳۵/۸۸^{bc}	۳۹/۶۸^{ab}	۳۶/۳۶^{abc}	۳۹/۵۳^{ab}	۳۵/۰۹^{bc}	۳۴/۶۶^{bc}	۳۶/۴۷^{abc}	۳۵/۱۸^{bc}	۳۷/۶۳^{b}	۳۸/۶۳^{ab}	۳۳/۳۵^{c}	۳۸/۳۹^{ab}	۳۴/۴۳^{bc}	۳۶/۱۸^{bc}	۳۷/۴۸^{bc}
عملکرد روغن (ppm)		۱۰۱۸^{cd}	۱۳۵۴^{ab}	۱۲۲۴^{bc}	۱۳۲۱^{b}	۸۰۰^{e}	۱۳۲۳^{bc}	۹۷۱^{d}	۱۱۸۸^{bc}	۱۲۰۱^{bc}	۱۵۰۸^{a}	۱۲۵۴^{bc}	۹۷۱^{d}	۱۱۳۱^{cd}	۱۳۱۲^{b}	۱۳۴۹^{ab}	۱۴۲۸^{ab}
اسید پالمیتیک (%)		۵/۳۶^{b}	۶/۰۱^{ab}	۶/۲۰^{ab}	۷/۲۹^{ab}	۵/۷۶^{b}	۴/۴۳^{b}	۵/۵۴^{b}	۵/۸۵^{ab}	۶/۷۹^{ab}	۴/۶۲^{b}	۴/۸۲^{b}	۴/۸۷^{b}	۶/۶۷^{ab}	۵/۲۰^{b}	۶/۸۸^{ab}	۶/۱۳^{ab}
اسید اولئیک (%)		۵۷/۰۴^{a}	۵۳/۲۴^{bc}	۵۲/۱۸^{bc}	۴۸/۴۸^{c}	۵۵/۴۵^{ab}	۵۲/۴۲^{bc}	۴۹/۰۱^{c}	۵۵/۷۹^{ab}	۴۸/۴۸^{c}	۵۷/۵۸^{a}	۵۲/۹۵^{bc}	۵۱/۷۵^{bc}	۵۱/۱۲^{bc}	۵۲/۸۶^{bc}	۵۲/۴۴^{bc}	۵۰/۶۴^{bc}
اسید لینولئیک (%)		۱۹/۸۶^{ab}	۱۵/۹۷^{bc}	۱۸/۶۶^{ab}	۱۹/۰۸^{ab}	۱۴/۶۹^{bc}	۱۹/۲۹^{ab}	۲۱/۷۱^{ab}	۱۶/۹۲^{bc}	۲۰/۸۳^{ab}	۱۳/۲۸^{c}	۱۶/۵۶^{bc}	۲۰/۶۶^{ab}	۲۲/۱۷^{ab}	۲۲/۱۷^{ab}	۱۸/۷۹^{ab}	۱۷/۹۳^{b}
اسید لینولنیک (%)		۷/۸۶^{c}	۱۱/۳۶^{ab}	۱۱/۱۴^{ab}	۱۲/۵۳^{ab}	۱۱/۲۲^{ab}	۸/۰۶^{c}	۹/۸۱^{bc}	۷/۲۶^{c}	۱۰/۹۴^{b}	۱۰/۳۲^{bc}	۱۰/۷۸^{bc}	۷/۸۴^{c}	۹/۸۶^{bc}	۷/۷۱^{c}	۷/۳۱^{c}	۹/۹۰^{bc}
میزان روی دانه (ppm)		۳۸/۹۶^{bc}	۴۲/۴۰^{bc}	۴۷/۰۳^{bc}	۳۸/۲۸^{bc}	۴۲/۲۳^{bc}	۴۵/۸۰^{bc}	۶۶/۵۱^{a}	۴۶/۳۳^{b}	۵۵/۷۵^{ab}	۴۱/۲۸^{bc}	۳۳/۱۳^{c}	۴۰/۶۲^{bc}	۵۹/۲۲^{ab}	۴۴/۹۳^{bc}	۵۷/۳۷^{ab}	۴۵/۲۳^{bc}
میزان مس دانه (ppm)		۳۴/۱۵^{bc}	۳۴/۲۹^{bc}	۳۷/۴۹^{b}	۳۶/۰۸^{b}	۲۹/۹۰^{bc}	۳۰/۶۴^{b}	۳۵/۰۶^{bc}	۲۴/۳۳^{c}	۲۲/۸۹^{c}	۲۲/۸۰^{ab}	۴۸/۰۸^{ab}	۲۶/۵۳^{bc}	۲۸/۸۲^{bc}	۳۲/۶۸^{bc}	۲۳/۱۰^{c}	۳۰/۵۵^{bc}
میزان آهن دانه (ppm)		۱۰/۸۰^{ab}	۸/۴۳^{bc}	۹/۲۳^{ab}	۸/۸۰^{b}	۶/۷۳^{bc}	۷/۳۶^{bc}	۴/۴۶^{c}	۸/۱۶^{bc}	۵/۴۳^{c}	۷/۸۳^{bc}	۱۱/۱۳^{a}	۸/۰۳^{bc}	۵/۱۶^{c}	۶/۹۳^{bc}	۴/۵۰^{c}	۵/۹۶^{c}
میزان منگنز دانه (ppm)		۳/۵۳^{bc}	۳/۶۳^{bc}	۴/۴۳^{ab}	۵/۵۳^{a}	۳/۵۶^{bc}	۴/۰۳^{b}	۳/۵۳^{bc}	۳/۵۳^{bc}	۵/۴۰^{a}	۳/۵۶^{bc}	۴/۸۶^{ab}	۴/۵۶^{ab}	۳/۸۶^{b}	۳/۱۳^{bc}	۵/۱۶^{ab}	۲/۹۰^{bc}

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف مشابه‌اند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارند.

F1= Chack F2= Fe F3= Zn F4 = Mn, F5 = Fe + Zn, F6 = Fe + Mn, F7 = Zn + Mn, F8 = Zn + Fe + Mn V1 = Zarfam, V2 = Okapi, V3 = Modena, V4 = Licord

www.SID.ir

براساس نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر، اسید چرب لینولنیک را می‌توان از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه در ارقام پرمحصول کلزا نظیر 'اوکاپی' برشمرد، زیرا اسید لینولنیک برای افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه [۳۱] و توسعهٔ دانهٔ گردهٔ کلزا [۳۶] مهم و ضروری گزارش شده است.

۴.۳. غلظت عناصر کم‌مصرف دانه

در این آزمایش، اثر کود بر محتوای عنصر روی دانه در سطح احتمال ۵ درصد و بر غلظت عناصر آهن و منگنز دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود. اثر رقم بر میزان عناصر مس و آهن دانه به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنادار نشان داد. همچنین، برهم‌کنش تیمارهای کودی و رقم از نظر محتوای عناصر کم‌مصرف روی، مس، آهن و منگنز دانه، تفاوت معنادار در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۲). محققان بسته به نوع رقم، میزان تجمع عناصر کم‌مصرف در دانهٔ کلزا را متفاوت گزارش کرده‌اند [۳، ۴۹]. حال آنکه برخی محققان دیگر تفاوت معناداری بین ارقام مختلف کلزا از نظر محتوای عنصر روی در دانه مشاهده نکردند [۳۸، ۳۹]. مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان داد که رقم 'لیکورد' در تیمار کودی آهن + منگنز بیشترین میزان روی دانه را داشت (جدول ۳). در تیمار شاهد نیز رقم 'لیکورد' در مقایسه با ارقام کلزای مورد بررسی بیشترین میزان روی دانه را داشت. در آزمایش مشابهی، بیشترین میزان غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف در رقم 'لیکورد' گزارش شده است [۱۲].

در این تحقیق، استفاده از کود حاوی عنصر روی نتوانست میزان روی دانه را در رقم 'اوکاپی' نسبت به رقم 'لیکورد' افزایش دهد. بدین‌ترتیب، به‌نظر می‌رسد که کارایی ارقام در جذب و تجمع عنصر روی در دانهٔ کلزا متفاوت است و بخشی از تفاوت ارقام کلزا در میزان روی دانه ناشی از اختلافات ژنتیکی آن‌هاست. بنابراین، بسته به نوع رقم، افزایش جذب و تجمع عناصر کم‌مصرف دانه سبب افزایش کیفیت عملکرد کلزا می‌شود [۴۹].

به‌علاوه، رقم 'مودنا' در تیمارهای کودی شاهد، روی و روی + منگنز و رقم 'زرفام' در تیمار کودی آهن + روی بیشترین میزان مس دانه را نشان داد، ولی تفاوت معناداری نداشت (جدول ۳). واکنش ارقام کلزا به کودهای کم‌مصرف از نظر جذب و تجمع مس در دانهٔ کلزا متفاوت بود. براساس نتایج تحقیق حاضر، در مناطقی که خاک‌های زراعی با کمبود مس مواجه‌اند یا امکان استفاده از کودهای حاوی عنصر مس وجود ندارد، کشت رقم 'مودنا' توصیه می‌شود. نتایج مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان داد که رقم 'مودنا' بیشترین میزان آهن دانه را در تیمار کودی روی + منگنز داشت (جدول ۳).

تیمارهای کودی بسته به نوع رقم، میزان عناصر کم‌مصرف دانهٔ کلزا را تحت تأثیر قرار داد که این امر ناشی از واکنش متفاوت ارقام کلزا به عناصر غذایی مختلف است. به‌علاوه، در شرایط عدم کاربرد کود، میزان آهن دانه در رقم 'اوکاپی' بیش از ارقام دیگر بود، ولی تفاوتی با ارقام 'زرفام' و 'مودنا' نداشت. به‌نظر می‌رسد که در شرایط کمبود آهن کارایی رقم 'اوکاپی' برای جذب و تجمع آهن در دانه بیش از ارقام دیگر باشد. در این پژوهش، ارقام 'مودنا'، 'لیکورد' و 'زرفام' در تیمارهای کودی آهن + روی و روی + منگنز و رقم 'اوکاپی' در تیمار کودی شاهد بیشترین میزان منگنز دانه را دارا بود که نشان‌دهندهٔ بالا بودن کارایی رقم 'اوکاپی' در جذب منگنز در مقایسه با ارقام دیگر است (جدول ۳). بدین‌ترتیب، ارقام مختلف کلزا قابلیت‌های متفاوتی در جذب و تجمع عناصر غذایی کم‌مصرف در دانه دارد [۴۹] و مقادیر قابل توجهی از عناصر کم‌مصرف مورد نیاز در رژیم غذایی انسان را تأمین می‌کند.

Archive of SID
www.SID.ir

۴. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، عملکرد دانه و صفات کیفی روغن و دانهٔ کلزا واکنش‌های متفاوتی به کودهای کم‌مصرف نشان داد. هم‌افزایی دو عنصر روی و منگنز در جهت افزایش عملکرد دانه و بهبود اسید چرب غیراشباع اولئیک در روغن کلزا مثبت و بیش از تیمارهای دیگر بود. بدین‌ترتیب، با استفاده از عنصر کم‌مصرف منگنز و کاربرد توأم روی و منگنز و کشت رقم 'اوکاپی' در اراک و شرایط اقلیمی مشابه می‌توان کمیت و کیفیت دانه و روغن کلزا را بهبود بخشد. به‌علاوه، محصول کلزا بسته به نوع رقم و قابلیت متفاوت ارقام در جذب و ذخیرهٔ عناصر کم‌مصرف در دانه نقش بسزایی در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز رژیم غذایی جامعهٔ بشری ایفا می‌کند.

منابع

۱. آزاد مرزآبادی م (۱۳۹۱) ارزیابی عملکرد کمی و کیفی، اسیدهای چرب، عناصر کم‌مصرف و جوانه‌زنی بذر ارقام پیشرفته کلزا (*Brassica napus* L.) در اراک. دانشگاه آزاد اسلامی آشتیان. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. ۹۶ ص.

۲. احمدوند م ر و نجف‌پور ذ (۱۳۸۶) محاسبه و تحلیل شاخص‌های فیزیکی مزیت نسبی تولید دانه‌های روغنی در ایران در سال ۱۳۸۴. مجموعه مقاله‌های دومین سمینار علمی کاربردی دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی ایران، تهران. صص. ۵۰۰–۵۰۸.

۳. احیایی ع م و بهبهانی‌زاده ع ا (۱۳۷۲) شرح روش‌های تجزیه خاک. جلد اول، نشریهٔ شمارهٔ ۸۹۳، مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۴. بایبوردی ا (۱۳۸۲) اثر آهن، منگنز، روی و مس بر کیفیت و کمیت گندم تحت تنش شوری. علوم خاک و آب. ۱۷: ۱۵۰–۱۴۰.

۵. بایبوردی ا و ملکوتی م ج (۱۳۸۲) اثرات سطوح ازت و منگنز بر عملکرد و کیفیت دو رقم کلزای پاییزه در شهرستان اهر، آذربایجان شرقی. علوم آب و خاک. ۱: ۳– ۷.

۶. حسنلویی ف، یارنیا م، رحیم‌زاده ف و حسین‌زاده مقبلی ع ح (۱۳۸۷) اثر کاربرد عناصر کم‌مصرف در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. علوم کشاورزی. ۴: ۲۳–۲۵.

۷. خاتمیان اسکویی ف (۱۳۸۹) مقایسه ۱۶ رقم کلزا از نظر کمی و کیفی در منطقه اراک. دانشگاه تربیت مدرس تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۹۰ ص.

۸. عابدیان ح ر (۱۳۸۹) بررسی تأثیر منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن پنج رقم کلزای زمستانه در منطقه اراک. دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸ ص.

۹. عزیزی م، سلطانی ا و خاوری خراسانی س (۱۳۸۵) کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاددانشگاهی مشهد، چاپ سوم، ۲۳۲ ص.

۱۰. علائی‌یزدی ف و برزگر فیروزآبادی غ (۱۳۸۳) مدیریت تغذیه گیاه در خاک‌های آهکی. چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، ۵۱ ص.

۱۱. قدیری ع، جلیلی ف، نصراله‌زاده ا، فرشیدفر ر و نیکنام م (۱۳۹۱) اثرات محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف و اوره روی برخی خصوصیات گلرنگ. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه آزاد اسلامی کرج.

۱۲. مصطفوی‌راد م (۱۳۸۹) ارزیابی اثرات مدیریت تغذیه

Archive of SID
www.SID.ir

تلفیقی بر صفات کمی و کیفی برخی ارقام کلزای زمستانه سازگار به مناطق سردسیر در اراک. رساله دوره دکتری رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۱۶۵ ص.

۱۳. ملکوتی م ج و طهرانی م م (۱۳۷۸) نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۲۹۹ ص.

۱۴. میرزاپور م ح، کوچه‌باغی ا ح، وکیل ر و نعیمی م ر (۱۳۸۴) اثر کاربرد کلات آهن بر رشد و عملکرد آفتابگردان رقم رکورد در خاک‌های شور قم. اولین کنگره بین‌المللی دانه‌های روغنی در گرگان.

۱۵. یاری ل، مدرس‌ثانوی س ع م و سروش‌زاده ع (۱۳۸۲) اثر محلول‌پاشی منگنز و روی بر صفات کیفی پنج رقم گلرنگ بهاره. علوم خاک و آب. ۱۸: ۱۴۳–۱۵۱.

16. Adediran JA, Taiwo LB, Akande MO, Sobulo RA and Idowu OJ (2004) Application of organic fertilizer for sustainable maize and cowpea yield in Nigeria. Plant Nutrition. 27: 1163-1181.

17. Ahmad A and Abdin MZ (2000) Effect of sulphur application on lipid, RNA and fatty acid content in developing seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.). Plant Science. 150: 71-76.

18. Alley MM, Rich CI, Hawkins GW and Martens DC (2008) Correction of Mn deficiency of soybeans. Journal of Agronomy. 70: 35-38.

19. Basalma D (2008) The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agricultural and Biological Science. 4: 120-125.

20. Bassil BS and Kaffka SR (2002) Response of safflower (*Brassica napus* L.) to saline soils and irrigation. Agricultural Water Management. 54: 81-92.

21. Baybordi 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.

22. Cakmak I (2000) Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactiue oxygen species. New Phytology. 146: 185-205.

23. Cakmak I (2008) Enrichment of cereal grains with zinc. Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil. 302: 1-17.

24. Constanopoulus G (1970) Lipid metaobolism of manganese deficient algae. I: Effect of manganese deficiency on the greening and the lipid composition of Euglena gracilis. Plant Physiology. 45: 76-80.

25. Daneshvar M, Tahmasebi Sarvestani Z and Modarres Sanavy SAM (2008) Different irrigation and nitrogen fertilizer treatments on some agro-physiological traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Biological Science. 11: 1530-1540.

26. Dela Vega AJ and Hall AJ (2002) Effect of planting date, genotype and their interaction on sunflower yield. I. Determinats of oil-corrected grain yield. Crop Science. 42: 1191-1201.

27. FAO (Food and Agriculture Organization) (2010) Available at http://faostat.fao.org /site/567/default.aspx. acssess 01. 12. 2012.

28. Heckman JR, Sims JJ, Beegle DB, Coale FJ, Herbert SJ, Bruulsema TV and Bamka WJ (2003) Nutrient removal by corn grain harvest. Journal of Agronomy. 95: 587-591.

29. Hocking PJ and Mason L (1993) Accumulation, distribution and redistribution of dry matter and mineral nutrients in fruits of canola. Australian Journal of Agricultural Science. 44: 1377-1388.

Archive of SID

www.SID.ir

30. Hu J, Li G, Struss D and Quiros CF (1999) SCAR and RAPD markers associated with 18-carbon fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* L.). Plant Breeding. 118: 145-150.

31. Hugly S, Kunt L, Browse J and Somerville C (1989) Enhanced thermal tolerance of photosynthesis and altered chloroplast ultrastructure in a mutant of Arabidopsis deficient in lipid desaturastion. Plant Physiology. 90: 1134-1142.

32. Jan A, Khan N, Khan IA and Khattak B (2002) Chemical composition of canola as affected by nitrogen and sulphure. Asian Journal of Plant Science. 1: 519-521.

33. Lopez Pereira M, Trapani N and Sadras N (2000) Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. Fild Crops Research. 87: 167-178.

34. 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.). Agriculturae Conspectus Scientificus. 73(1): 13-18.

35. Marschner H (1996) Mineral Nutrition of Higher Plants. P: 356. Academic Press Inc., London, UL.

36. Mc-Conn M and Browse J (1996) The critical requirement for linolenic acid is pollen development, net photosynthesis, in an Arabidopsis mutant. The Plant Cell. 8: 403-416.

37. Metcalf LC, Schmitz AA and Pelka JR (1966) Rapid preparation of methyl esteres from lipid for gas chromatography analysis. Analytical chemistry. 38: 514-515.

38. Miller-Cebert RL, Sistani NA and Cebert E (2008) Comparative mineral composition among canola cultivars and other cruciferous leafy greens. Food Composition and Analysis. 22: 112-116.

39. Nasri M, Khalatbari M, Zahedi H, Paknejad F and Tohidi-Moghadam HR (2008) Evaluation of Micro and Macro Elements in Drought Stress Condition in Cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.). American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 3(3): 579-583.

40. Rathke GW, Christen O and Diepenbrock W (2005) Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Research. 94: 103-113.

41. Raymer PL (2002) Canola: an emerging oilseed crop. Pp. 122-126. In: Trends in new crops and new uses. Ganick, J. and Whipkey, A. (eds.). ASHS Press. Alexandria, VA.

42. Rukvic G, Antunovic M, Popovic S and Rastija M (2003) Effect of P and Zn fertilization on biomass, yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). Plant, Soil and Environement. 49: 505-510.

43. Sidlauskas G and Bernotas S (2003) Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agronomy Research. 1(2): 229-243.

44. Sultana N, Ikeda T and Kashem MA (2001) Effect of foliar spray of nutrient solutions on photosynthesis, dry matter accumulation and yield in seawater stressed rice. Environmental and Experimental Bottany. 46: 129-140.

45. Thies W (1974) New methods for the analysis of rapeseed constituents. Pp. 275-282. Proceedings of the 4th Rapeseed Congress. GCIRC Giessen.

46. Teixeira IR, Borem A, De Andrade Araujo GA and Fonts RLF (2004) Mangaese and zinc leaf application on common been grown on a Cerrado soil. Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.) 61(1): 77-81.

47. Tiwari PN, Gambhir PN and Rajan TS (1974) Rapid and non-destructive determination of seed

Archive of SID
www.SID.ir

oil by pulsed NMR technique. American Oil Chemistry Society. 51: 104-109.

48. Voldeng HD, Cober ER, Hume DJ, Gillard C and Morrison MJ (1997) Fifty eight years of genetic improvement of short season soybean cultivars in Canada. Crop Science. 37: 428-431.

49. Yang M, Shi L, Xu FS, Lu JW and Wang YH (2009) Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Pedosphere. 19(1): 53-59.

Archive of SID

www.SID.ir