

مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه (مقدار روغن و پروتئین) دو رقم کلزا تحت تأثیر کاربرد خاکی سطوح مختلف نیتروژن و روی

ویدا علما^{۱*}، عبدالمجید رونقی^۱، نجف‌علی کریمیان^۱، جعفر یثربی^۱،
رضا حمیدی^۲ و منصوره توجه^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۶)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر سطوح نیتروژن و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد، کیفیت دانه و مقدار نیتروژن و روی دو رقم کلزا (*Brassica napus L.*)، آزمایشی به صورت گلخانه‌ای اجرا شد. در این پژوهش، دو رقم کلزا (طلایه و اپرا)، سه سطح نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و سه سطح روی (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در سه تکرار به کار رفت. نتایج نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری بین دو رقم در ویژگی‌های مورد مطالعه مشاهده شد. افزایش سطوح نیتروژن و روی به طور معنی‌داری ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، روغن، کاه و کلش و ریشه و مقدار پروتئین را افزایش داد. مقدار روغن با کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن بیشترین بود. سپس، در بالاترین سطح نیتروژن و روی به ترتیب کاهش و افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد پروتئین با کاربرد سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به دست آمد. افزایش عملکرد دانه با افزایش تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین رابطه داشت. کاربرد تیمارها، غلظت نیتروژن و روی را در دانه، کاه و کلش و ریشه کلزا افزایش دادند. برهمکنش نیتروژن و روی اثرهای معنی‌داری را بر بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه کلزا نشان داد.

واژه‌های کلیدی: دانه‌های روغنی، ویژگی‌های کیفی، پروتئین، روغن

مقدمه

و منسجم با هدف نیل به خودکفایی در تولید دانه‌های روغنی غیرقابل انکار می‌باشد (۷). براساس آخرین اطلاعات منتشر شده از سوی سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی، سطح زیر کشت کلزا در جهان در سال ۲۰۰۸ برابر ۳۰/۲ میلیون هکتار بوده که در حال افزایش می‌باشد (۳۱). سطح زیر کشت این محصول در ایران از ۵۰۰۰ هکتار در سال زارعی ۷۸-۱۳۷۷ به

کلزا به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی کشور ایران، قرار گرفتن در تناوب با کشت گندم برای کاهش شیوع بیماری و کشت ارقام پاییزه به عنوان یک گیاه مهم مورد توجه واقع شده است (۷). بیش از ۹۰٪ مصرف روغن خوراکی کشور از طریق واردات تأمین می‌شود. به این لحاظ، لزوم برنامه‌ریزی بلند مدت

۱. بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

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

واحد سطح، و همچنین تأثیر بر اجزای مختلف رشد از جمله تعداد شاخه در بوته، جوانه گل در گیاه، بهبود توان رشدی از راه ازدیاد طول ساقه، تعداد گل در هر شاخه، وزن کل گیاه، شاخص سطح برگ، تعداد و وزن خورجین‌ها و تعداد دانه در خورجین موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (۵ و ۱۲).

روی، یک عنصر ضروری کم‌مصرف برای گیاهان عالی، به‌ویژه محصولات روغنی، به شمار آمده و برای فعالیت انواع مختلف آنزیم‌ها از جمله دهیدروژناز، RNA و DNA پلیمراز، سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و ساخت پروتئین مورد نیاز است (۲۴ و ۳۶). بایبوردی و ملکوتی (۲۲) دریافتند که کاربرد روی، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، مقدار روغن دانه و وزن هزار دانه کلزا دارد و باعث افزایش این ویژگی‌ها می‌شود. افزایش تولید در واحد سطح و کیفیت محصولات زراعی از لحاظ اقتصادی دارای اهمیت بسیار است و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه‌های مهم مدیریت زراعی برای رسیدن به این امر مهم می‌باشد. بنابراین، برای افزایش تولید دانه کلزا، مدیریت صحیح زراعی، به‌ویژه تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، دارای اهمیت زیادی است. با توجه به شایع بودن کمبود روی در خاک‌های آهکی، به‌ویژه در جنوب ایران (۱۴)، در صورت لزوم باید روی برای افزایش عملکرد محصول به‌کار رود. لذا پژوهش حاضر برای بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن، روی و برهمکنش آنها بر عملکرد، اجزای عملکرد و ترکیب شیمیایی ریشه، اندام هوایی و بذرها تولیدی و همچنین اثر این تیمارها بر ویژگی‌های کیفیت دانه شامل درصد روغن و پروتئین در دو رقم کلزا طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مقدار مناسب و کافی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر سری چیتگر با نام علمی Fine-loamy, carbonatic, thermic, Typic Calcixerepts از منطقه سروستان استان فارس جمع‌آوری و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت

۶۴۰۰۰ هکتار در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۲۷۰ هزار هکتار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ رسیده است (۹). سطح زیر کشت این محصول در استان فارس در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به بیش از ۱۰ هزار هکتار رسیده است (۳۴).

کلزا یکی از اعضای خانواده Brassicaceae و یکی از مهم‌ترین منابع روغن گیاهی در جهان می‌باشد (۱۷). افزون بر تولید روغن، برگ‌ها و ساقه‌های این گیاه به‌دلیل دارا بودن فیبر کم و پروتئین زیاد، علوفه‌ای با کیفیت خوب تولید می‌کند و می‌تواند در غذای حیوانات منظور شود (۱۷). روغن، مهم‌ترین ویژگی کیفی کلزا است. کیفیت دانه کلزا توسط مقدار روغن و پروتئین آن تعیین می‌شود. جدا از عوامل فیزیکی، مقدار روغن به میزان زیادی توسط کودهای معدنی کنترل می‌شود. کاهش در مقدار روغن ممکن است به‌دلیل کمبود عناصر غذایی، از جمله روی، باشد که تغییرات متابولیک در گیاه را کنترل می‌کند (۱۴).

روغن کلزا حاوی کمتر از ۲٪ اسید اروسیک بوده و کنجاله آن نیز کمتر از ۳۰ میکروگرم گلوکوزاینولات دارد. در کلزاهایی که برای تولید روغن خوراکی کشت می‌شوند، با استفاده از دانش به‌نژادی، مقدار اسید چرب نامطلوب اروسیک تقریباً به‌طور کامل حذف شده و یا به حداقل مقدار رسیده است. در حالی که ارقام اولیه مقادیر زیادی (۴۰٪) اسید اروسیک داشتند (۲). بالا بودن مقدار این اسید، بر مزه روغن تأثیر داشته و همچنین با بیماری‌های قلبی مرتبط است. گلوکوزاینولات اگر به مقدار زیاد در رژیم غذایی حیوان مصرف شود، افزون بر این‌که سبب اختلال در تغذیه می‌شود، سبب تأثیر معکوس بر رشد حیوان نیز می‌گردد (۴۸). روغن و کنجاله کلزا جایگزین بسیار خوبی برای روغن و کنجاله سویا است (۱۶).

نیتروژن یکی از نهاده‌های تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت علوفه در گیاهان زراعی علوفه‌ای است. از این رو، تعیین مقدار بهینه نیتروژن و واکنش کمی و کیفی گیاه به این نهاده پرمصرف در بوم‌نظام‌های زراعی بسیار مهم است (۴۵). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده که افزایش کاربرد نیتروژن، به‌دلیل کاهش درصد ریزش گل‌ها و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش، قبل از کاشت

ویژگی	مقدار
بافت	لوم سیلتی
پ- هاش	۷/۷
قابلیت هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۶
ماده آلی (%)	۱/۲
نیترژن کل (%)	۰/۰۵
ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol ₍₊₎ /kg)	۸/۴
پتاسیم (mg/kg)	۲۹۳
فسفر قابل استخراج با بی‌کربنات سدیم (mg/kg)	۱۱/۴
مس قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۰/۵
روی قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۰/۶
منگنز قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۴/۷
آهن قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۲/۱

حد ظرفیت زراعی، نمونه‌های خاک را به هم زده و به درون گلدان‌ها برگردانده شدند. تعداد ۱۲ عدد بذر دو رقم کلزا شامل طلایه و اپرا در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری خاک کاشته شد. تعداد بوته‌های کلزا بعد از استقرار گیاه و در مرحله ۳ تا ۴ برگی به ۴ بوته کاهش داده شدند. رطوبت خاک در طول مدت آزمایش با وزن کردن مرتب گلدان‌ها و افزودن آب مقطر، در حد ظرفیت زراعی نگهداری شد. متوسط دمای گلخانه حدود 34 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 68 ± 2 درصد اندازه‌گیری شد.

در مرحله رسیدگی کامل، خورجین‌ها برداشت شدند. سپس، کل گیاه از محل طوقه قطع و در نهایت ریشه‌های گیاهان با دقت از خاک گلدان‌ها جدا و پس از شستشو با آب مقطر، همراه با قسمت‌های هوایی گیاه در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آون تا رسیدن به وزن ثابت خشک نگهداری و پس از توزین، نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب پودر شدند. ارتفاع نهایی بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، وزن کاه و کلش و ریشه، درصد روغن به روش سوکسله (۴۳) و درصد پروتئین دانه به روش کلدال و از حاصلضرب درصد نیترژن در

فاکتوریل $2 \times 3 \times 3$ (سه سطح نیترژن، سه سطح روی و دو رقم کلزا) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد (هر یک تکرار معادل یک گلدان). مقدار ۵ کیلوگرم از این خاک در کیسه‌های پلاستیکی ۶ کیلوگرمی ریخته و سپس عناصر غذایی به آنها افزوده شد. تیمارهای کودی شامل عناصر نیترژن و روی از سه سطح نیترژن (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع کود اوره، معادل ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح روی (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع سولفات روی، معادل صفر، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار) تأمین گردید. نیترژن در سه مرحله (یک سوم پیش از کشت و مخلوط با خاک، یک سوم در مرحله ریزش و یک سوم در آغاز گل‌دهی) به خاک افزوده شد. سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شامل فسفر (۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع منوکلسیم فسفات)، آهن (۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع کلات آهن Fe-EDDHA)، منگنز (۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع سولفات منگنز) و مس (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع سولفات مس) به صورت محلول و براساس نتایج حاصل از آزمون خاک به تمام گلدان‌ها افزوده گردید. پس از رسانیدن رطوبت خاک به

رشد و نمو ساقه و برگ‌ها باشد (۲۹). خلیلی محله و رشیدی (۳) نشان دادند که کمبود روی به‌علت تأثیر سوء بر بیوستت اکسین می‌تواند باعث کاهش ارتفاع بوته و عملکرد آن شود.

تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین

افزایش مقدار نیتروژن کاربردی باعث افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته گردید (جدول ۲) و کاربرد سطح ۳۰۰ آن باعث تولید ۶۴/۲٪ و ۶۹/۵٪ تعداد خورجین بیشتری نسبت به شاهد به‌ترتیب در ارقام اپرا و طلایه شد. در صورتی که در رقم اپرا تنها سطح ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی و در رقم طلایه هر دو سطح روی تعداد خورجین در بوته را به‌صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۳). تأثیر هر دو عنصر نیتروژن و روی بر تعداد دانه در خورجین نیز معنی‌دار بود و کاربرد هر دو عنصر تعداد دانه در خورجین را افزایش داد (جدول ۲ و ۳). در هر دو رقم، تنها سطح ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین نسبت به شاهد شد (۴۵/۸٪ و ۳۶/۳٪ افزایش نسبت به شاهد به‌ترتیب در رقم اپرا و طلایه). اثر روی بر میانگین تعداد دانه در خورجین نیز روندی مشابه با کاربرد نیتروژن دنبال کرد و کاربرد ۱۰ و ۵ روی در رقم اپرا و ۱۰ آن در رقم طلایه تولید بیشترین تعداد دانه در خورجین را باعث شدند. برهمکنش دو تیمار مورد مطالعه بر میانگین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه‌ها در خورجین تنها در رقم طلایه اثر معنی‌دار افزایشی داشت (جدول ۴). می‌توان چنین بیان کرد که کاربرد توأم ۳۰۰ نیتروژن و ۱۰ روی در رقم طلایه بیشترین تعداد دانه در خورجین (۱۸/۲ عدد در گلدان) را تولید کرد. میانگین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در رقم طلایه بیشتر از رقم اپرا بود که می‌تواند توجیه‌کننده عملکرد بیشتر رقم طلایه باشد. زیرا ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های رشد نشان می‌دهد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد خورجین در بوته ($r=0/65^{**}$) و تعداد دانه در خورجین ($r=0/76^{**}$) داشت (جدول ۵). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تغییرات

ثابت ۶/۲۵ (۱۳ و ۴۵) تعیین گردید. یک گرم از نمونه گیاهی (کاه و کلش و ریشه) و دانه پودر شده به روش خشک‌سوزانی در کوره الکتریکی خاکستر شده و پس از حل در اسید کلریدریک ۲ مولار غلظت روی آنها به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نیتروژن کل به روش میکروکلدال (۲۱) تعیین گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و شکل‌ها با نرم‌افزار Excel ترسیم شد. هم‌چنین، میانگین مربوط به اثر هر یک از تیمارها با آزمون LSD در سطح آزمون ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

میانگین ارتفاع بوته‌های کلزا در هر دو رقم اپرا و طلایه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد کودهای نیتروژن و روی قرار گرفت. به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته در هر دو رقم با کاربرد سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن و سطح ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی حاصل شد (جدول ۲ و ۳). برهمکنش این دو عنصر نیز برای هر دو رقم بر میانگین ارتفاع بوته‌ها معنی‌دار شد (جدول ۴) که نشان‌دهنده تأثیر مثبت کاربرد نیتروژن و روی بر رشد رویشی و افزایش ارتفاع بوته‌های کلزا در ارقام مورد مطالعه بود. اثر رقم نیز بر میانگین ارتفاع بوته‌ها معنی‌دار شد. رقم طلایه بوته‌هایی با میانگین ارتفاع بیشتری نسبت به رقم اپرا ایجاد کرد (جدول ۲). این نتایج ممکن است به‌دلیل اثر مثبت نیتروژن بر رشد و نمو ساقه و برگ‌ها باشد که منجر به تولید بوته‌هایی با ارتفاع بیشتر شده است. وجود تفاوت معنی‌دار از نظر ارتفاع بوته بین ارقام کلزا و هم‌چنین تأثیر مثبت مصرف کودهای نیتروژنی بر ارتفاع بوته‌های کلزا در نتایج سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۴۰ و ۴۱). کاربرد خاکی نیتروژن و برگ‌پاشی روی در مرحله روزت و گل‌دهی و هم‌چنین برهمکنش این عناصر باعث افزایش ارتفاع بوته‌های کلزا در ارقام مورد مطالعه شد (۲۹). به نظر می‌رسد که دلیل احتمالی آن اثر مثبت نیتروژن در افزایش رشد رویشی گیاهان و

جدول ۲. اثر نیتروژن و رقم بر ویژگی‌های رشد ارقام ابر و طلایه کلزا (هر عدد میانگین ۹ گلدان)

نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در گلدان)	عملکرد کاه و کلش (گرم در گلدان)	عملکرد ریشه (گرم در گلدان)								
رقم ابر	۱۰۰	۱۲۹/۲ ^c	۴۱/۷ ^c	۴/۹ ^b	۲/۶ ^b	۲/۵ ^c	۷ ^b								
							۲۴/۵ ^b	۲۳/۷ ^b	۲۱/۴ ^c						
							۲۹ ^a	۴/۵ ^a	۲۹ ^a						
							رقم طلایه								
							۲۰۰	۶۸/۴ ^a	۵/۲ ^a	۳/۳ ^a	۹/۸ ^{ab}	۶/۱ ^c	۷/۳ ^c		
													۲۶/۴ ^b	۲۶/۴ ^b	۲۶/۴ ^b
	۳۰/۸ ^a	۳/۷ ^a	۳۰/۸ ^a												
	۳۰۰	۱۷۱/۸ ^a	۱۲ ^a	۳/۷ ^a	۳/۶ ^b	۳/۶ ^b							۱ ^a		
													۲۴/۹ ^{ab}	۲۴/۹ ^{ab}	۲۴/۹ ^{ab}
													۹/۱ ^a	۶/۹ ^a	۹/۱ ^a
							رقم ابر								
							رقم طلایه	۱۴۰/۴ ^b	۵۴/۶ ^b	۵/۹ ^b	۳/۱ ^a	۳/۱ ^a	۹ ^b		
۶۷/۱ ^b													۶۷/۱ ^b	۶۷/۱ ^b	
۱۰/۲ ^a	۱۰/۲ ^a	۱۰/۲ ^a													
رقم طلایه															
۱۰۰	۱۴۶/۵ ^c	۵۰/۲ ^c	۸/۸ ^b	۳/۱ ^b	۵/۴ ^b	۷/۳ ^c									
						۱۶۱/۷ ^b							۱۶۱/۷ ^b	۱۶۱/۷ ^b	
						۱۴۰/۴ ^b	۱۴۰/۴ ^b	۱۴۰/۴ ^b							
						رقم ابر									
						۲۰۰	۱۶۰ ^a	۶۷/۵ ^a	۱۰/۲ ^a	۳/۱ ^a	۳/۱ ^a	۹ ^b			
												۶۷/۱ ^b	۶۷/۱ ^b	۶۷/۱ ^b	
۱۰/۲ ^a	۱۰/۲ ^a	۱۰/۲ ^a													
رقم طلایه															
۳۰۰	۱۷۱/۸ ^a	۱۲ ^a	۳/۷ ^a	۳/۶ ^b	۳/۶ ^b							۱ ^a			
												۲۴/۹ ^{ab}	۲۴/۹ ^{ab}	۲۴/۹ ^{ab}	
						۹/۱ ^a	۹/۱ ^a	۹/۱ ^a							

*: اعدادی که در هر رقم و در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳. اثر روی بر ویژگی‌های رشد در ارقام ابر و طلایه کلزا (هر عدد میانگین ۹ گلدان)

روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در گلدان)	عملکرد کاه و کلش (گرم در گلدان)	عملکرد ریشه (گرم در گلدان)									
رقم ابر	۱۳۰/۷ ^c	۴۸/۳ ^b	۴/۹ ^b	۲/۸ ^b	۲/۹ ^b	۲/۴ ^a	۶/۳ ^b									
							۱۳۸/۲ ^b	۶ ^{ab}	۳/۱ ^{ab}	۲ ^a						
							۱۵۲/۲ ^a	۶/۸ ^a	۳/۴ ^a	۲ ^a						
							رقم طلایه									
							۵	۱۴۴/۵ ^c	۵۱ ^b	۷/۱ ^c	۳/۲ ^b	۵/۱ ^b	۸/۳ ^b			
													۱۶۱/۱ ^b	۸/۵ ^b	۳/۳ ^b	۷/۱ ^a
	۱۷۴/۳ ^a	۱۵ ^a	۳/۶ ^a	۸/۵ ^a												
	۱۰	۱۷۴/۳ ^a	۸۰/۷ ^a	۱۵ ^a	۳/۶ ^a	۸/۵ ^a							۹/۷ ^a			
													۲۷/۱ ^{ab}	۲۷/۱ ^{ab}	۲۷/۱ ^{ab}	۹/۲ ^{ab}
													۲۸/۱ ^a	۲۸/۱ ^a	۲۸/۱ ^a	۹/۷ ^a

*: اعدادی که در هر رقم و در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. اثر برهمکنش نیتروژن و روی بر ویژگی‌های رشد در ارقام اپرا و طلایه کلزا

عملکرد ریشه (گرم در گلدان)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	ارتفاع بوته	نیتروژن (میلی گرم در کیلوگرم)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)
اپرا					
۵/۴d	۳/۵ ^{ns}	۳۶/۷ ^{ns}	۱۲۳/۹۴*	۱۰۰	صفر
۴/۶d	۴/۸ ^{ns}	۴۵/۳ ^{ns}	۱۳۰/۹def	۲۰۰	
۸/۷bc	۶/۳ ^{ns}	۶۳ ^{ns}	۱۳۷/۲cd	۳۰۰	
۹b	۵/۲ ^{ns}	۴۲ ^{ns}	۱۲۸/۷ef	۱۰۰	۵
۶/۱d	۵/۷ ^{ns}	۵۴/۷ ^{ns}	۱۳۹/۲bc	۲۰۰	
۱۰/۵ab	۷/۱ ^{ns}	۷۰/۳ ^{ns}	۱۴۶/۷b	۳۰۰	
۶/۵cd	۶/۱ ^{ns}	۴۶/۳ ^{ns}	۱۳۷/۲cd	۱۰۰	۱۰
۱۱/۸a	۶/۲ ^{ns}	۶۱ ^{ns}	۱۵۸a	۲۰۰	
۹/۶b	۸/۱ ^{ns}	۷۲ ^{ns}	۱۶۳/۶a	۳۰۰	
طلایه					
۷/۶de	۵/۶e	۳۳/۳e	۱۳۶/۲f	۱۰۰	صفر
۸/۴cde	۶/۷de	۵۵cde	۱۴۴/۸f	۲۰۰	
۹cd	۸/۹c	۶۴/۷cd	۱۵۲/۶de	۳۰۰	
۷/۱e	۸/۱cd	۴۷de	۱۴۹/۱ed	۱۰۰	۵
۸/۳de	۸/۵cd	۵۳/۷de	۱۶۲/۹c	۲۰۰	
۱۲/۳a	۸/۹c	۱۱۱/۷a	۱۷۱/۳cb	۳۰۰	
۷/۲de	۱۲/۶b	۷۰/۳bcd	۱۵۴/۱d	۱۰۰	۱۰
۱۰/۳bc	۱۴/۲b	۹۲/۷ab	۱۷۷/۴b	۲۰۰	
۱۱/۷ab	۱۸/۲a	۷۹bc	۱۹۱/۴a	۳۰۰	

*اعدادی که در هر رقم و در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند. ns: معنی‌دار نیست.

می‌شود (۱۰). اعتقاد بر این است که نیتروژن به دلیل حفظ طولانی مدت بیشترین تعداد برگ ممکن، با حفظ جریان مواد غذایی به سوی گل و غلاف موجب افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود (۶). هم‌چنین، افزایش مصرف نیتروژن به دلیل کاهش میزان ریزش گل‌ها، افزایش سطح سبز گیاهی و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و تولید خورجین در گیاه و در واحد سطح می‌گردد (۱۹ و ۴۴). به نظر می‌رسد که عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی باعث افزایش گرده‌افشانی گیاه شده و در

عملکرد دانه در کلزا ناشی از تغییر در تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته است. بنابراین، تعداد خورجین در بوته جزء اصلی عملکرد و تعداد دانه در خورجین نیز از دیگر اجزای مهم عملکرد دانه در بوته کلزا معرفی شده است (۲۸ و ۴۱). احمدی (۱۴) و ماهلی و گیل (۳۹) تولید بیشتر دانه توسط تعداد بیشتری از خورجین‌های محتوی دانه را دلیل افزایش عملکرد دانه عنوان کردند.

نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی و در نتیجه افزایش تعداد گل‌های بارور از طریق افزایش آسیمیلات‌ها

جدول ۵. ضرایب همبستگی (r) بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در ارقام کلزا

متغیرهای رشد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱ ارتفاع بوته (cm)									
۲ تعداد خورجین در بوته	۰/۶۶**								
۳ تعداد دانه در خورجین	۰/۸۱**	۰/۵۶**							
۴ وزن هزار دانه (g)	۰/۶۹**	۰/۵۱**	۰/۴۹**						
۵ عملکرد دانه (g/pot)	۰/۸۲**	۰/۶۵**	۰/۷۶**	۰/۵۷**					
۶ عملکرد کاه و کلش (g/pot)	۰/۵۵**	۰/۵۶**	۰/۵۰**	۰/۵۰**	۰/۴۶**				
۷ عملکرد ریشه (g/pot)	۰/۶۳**	۰/۶۱**	۰/۴۲**	۰/۴۸**	۰/۵۲**	۰/۵۰**			
۸ درصد روغن	-۰/۵۲**	-۰/۳۴*	-۰/۴۵**	-۰/۳۶**	-۰/۵۶**	۰/۱۶ ^{ns}	-۰/۴۰**		
۹ عملکرد روغن (g/pot)	۰/۶۱**	۰/۵۶**	۰/۵۷**	۰/۴۷**	۰/۷۸**	۰/۴۲**	۰/۳۲*	۰/۰۰۸ ^{ns}	
۱۰ درصد پروتئین	۰/۷۸**	۰/۶۶**	۰/۶۷**	۰/۶۲**	۰/۷۰**	۰/۵۳**	۰/۵۶**	-۰/۶۷**	۰/۴۲**

ns و *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد (۱).

عملکرد در کلزا بوده و خیلی آسان‌تر از عملکرد تخمین زده می‌شود و وراثت‌پذیری بالایی دارد.

وزن هزار دانه

وزن دانه بیان‌کننده اهمیت نمو دانه است و نقش مهمی را در میان اجزای عملکرد برای نشان دادن توان عملکرد یک رقم ایفا می‌کند. در مطالعه حاضر، کاربرد نیتروژن در هر دو رقم اپرا و طلایه وزن هزار دانه را افزایش داد (جدول ۲). به طوری که سطح کاربرد ۳۰۰ نیتروژن وزن هزار دانه بیشتری را در هر دو رقم به دنبال داشت (۳/۴ و ۳/۶۷ گرم به ترتیب در رقم اپرا و طلایه). اثر روی بر میانگین وزن هزار دانه نتایج مشابه با نیتروژن را در پی داشت (جدول ۳) و سطح کاربرد ۱۰۰ روی باعث افزایش معنی‌دار میانگین وزن هزار دانه نسبت به سایر سطوح مصرفی شد (۱۹/۵٪ و ۱۱٪ افزایش نسبت به شاهد به ترتیب در رقم اپرا و طلایه). در بین دو رقم مطالعه شده، رقم طلایه نسبت به رقم اپرا میانگین وزن هزار دانه بیشتری داشت. به نظر می‌رسد که این اختلاف بین ارقام ممکن است به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی باشد. انکوئست و بکر (۳۰) گزارش کردند که مهم‌ترین صفت برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد زیاد در کلزا وزن هزار دانه می‌باشد، زیرا این صفت از اجزای

بررسی‌های متعدد نشان داده که بین ارقام مختلف خانواده Brassicaceae از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۲۹). صفری و باقری (۸) بیان کردند که صفات تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه و روغن دارند و می‌توانند شاخص‌های خوبی برای انتخاب ارقام پر محصول در کلزا باشند. به نظر می‌رسد که افزایش وزن هزار دانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده باشد که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد (۱).

عملکرد دانه

در ارقام اپرا و طلایه، تیمارهای نیتروژن و روی عملکرد دانه را افزایش دادند (جداول ۲ و ۳). به گونه‌ای که در رقم اپرا بین سطوح ۳۰۰ و ۲۰۰ نیتروژن اختلاف آماری مشاهده نشد. ولی در رقم طلایه، بین سطوح مختلف کاربرد نیتروژن تفاوت معنی‌داری در میانگین عملکرد دانه به دست آمد و بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به سطح ۳۰۰ نیتروژن بود (۴/۵۱ و

موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. برخی عقیده دارند که مصرف نیتروژن به دلیل افزایش راندمان فتوسنتز در واحد سطح منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد (۱۲). ارقام کلزا را از نظر واکنش به نیتروژن مصرفی در سه گروه بدین صورت طبقه‌بندی کرده‌اند (۴۹): الف) با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد افزایش می‌یابد. ب) با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد ابتدا افزایش و سپس ثابت می‌ماند و ج) با مصرف نیتروژن، عملکرد ابتدا افزایش می‌یابد، سپس مدتی ثابت می‌ماند و بعد از آن دوباره کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که در این مطالعه، ارقام مورد بررسی جزو ارقام گروه اول بوده‌اند که افزایش مصرف نیتروژن منجر به افزایش عملکرد دانه شده است.

کامبود روی در خاک ممکن است منجر به کاهش رشد و تعداد شاخه در گیاه و همچنین معیوب شدن رشد ریشه شود. از طرف دیگر، متابولیسم کربوهیدرات‌ها را تحت تأثیر قرار داده، ساختمان گرده را تخریب کرده و در نهایت می‌تواند عملکرد دانه کلزا را کاهش دهد (۱۴، ۲۴، ۳۲ و ۳۶). به‌طور کلی، عناصر کم‌مصرف مقدار مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهند و بقای سطح برگ را بهبود می‌بخشند و عملکرد دانه را افزایش می‌دهند (۱۴). مرشدی و نقیعی (۱۱) گزارش کردند که روی در سنتز پروتئین لوله گرده شرکت کرده و سبب ذخیره آن در این اندام شده که این امر منجر به افزایش گرده‌افشانی و تشکیل بیشتر دانه می‌شود.

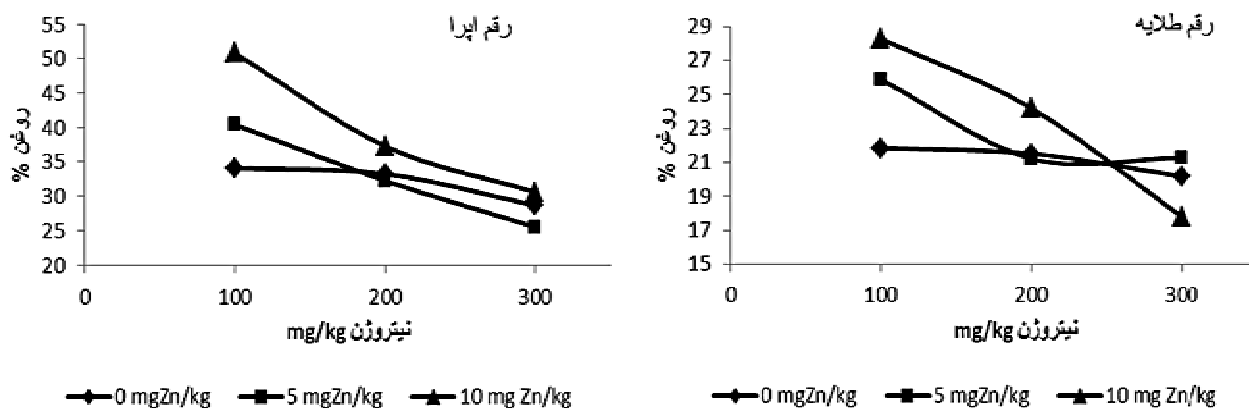
عملکرد کاه و کلش و ریشه

اثر نیتروژن بر میانگین عملکرد کاه و کلش و ریشه در ارقام اپرا و طلایه معنی‌دار بود (جدول ۲) و با افزایش هر سطح نیتروژن، میانگین عملکرد کاه و کلش و ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به این نکته که گیاهان با افزایش فراهمی نیتروژن رشد سریع‌تری داشته و تأمین مقدار نیتروژن مورد نیاز هر گیاه، افزایش رشد، وزن و شادابی برگ‌ها را به همراه دارد، این نتایج توجیه‌پذیر است. بیشترین عملکرد کاه و کلش در تیمار ۳۰۰ نیتروژن به میزان ۳۵/۴٪ و ۴۵/۸٪ افزایش نسبت به کمترین

گرم در گلدان به‌ترتیب در رقم اپرا و طلایه). در هر دو رقم مورد مطالعه، کاربرد سطوح ۱۰ و ۵ روی نسبت به شاهد عملکرد دانه بیشتری را باعث شد. در حالی که بین سطوح یاد شده تفاوت آماری دیده نشد. برهمکنش نیتروژن و روی در هیچکدام از ارقام مورد بررسی بر میانگین عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار نشد. افزایش عملکرد دانه رقم طلایه ۱/۹ برابر بیشتر از رقم اپرا است (جدول ۲). به عبارت دیگر، قدرت کودپذیری رقم طلایه بیشتر بوده است. با توجه به ضرایب همبستگی می‌توان نتیجه گرفت که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته ($r=0/65^{**}$) و تعداد دانه در خورجین ($r=0/76^{**}$) و وزن هزار دانه ($r=0/57^{**}$) نشان می‌دهد که تغییرات عملکرد دانه هم‌جهت با تغییرات این صفات است و کاهش هر یک از این عوامل به شدت در عملکرد دانه مؤثر خواهد بود (جدول ۵). بنابراین، مصرف کودهای نیتروژن و روی در صورتی که سایر عناصر در حد بهینه باشند، می‌تواند باعث بهبود رشد و نمو گیاه و به‌دست آمدن عملکرد بیشتر شود.

در این مطالعه، رقم طلایه با تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بیشتر نسبت به رقم اپرا توانسته است عملکرد دانه بیشتری را ایجاد کند. افزایش عملکرد دانه تا بالاترین مقدار مصرف نیتروژن کاربردی به دلیل افزایش تعداد غلاف‌های بارور توسط هر گل‌آذین است. مصرف نیتروژن در ابتدای مرحله گل‌دهی موجب تحریک رشد رویشی گیاه، افزایش سطح برگ و تأخیر در پیری برگ‌ها شده و طول مدت گل‌دهی را افزایش می‌دهد و از طریق افزایش سطح فتوسنتزی، میزان آسیمیلات‌هایی را که در اختیار جوانه‌های جانبی قرار می‌گیرد، افزایش می‌دهد. این عامل موجب تحریک رشد جوانه‌های جانبی می‌شود و در نتیجه عملکرد را افزایش می‌دهد (۴، ۲۸، ۴۱).

سید احمدی و عزیز کریمی (۵) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن به دلیل تأثیر بر بهبود توان رشدی از راه ازدیاد طول ساقه، تعداد گل در هر شاخه، وزن کل گیاه، شاخص سطح برگ، تعداد و وزن خورجین‌ها و تعداد دانه در خورجین



شکل ۱. تأثیر نیتروژن و روی بر درصد روغن دانه رقم اپرا و طلايه کلزا

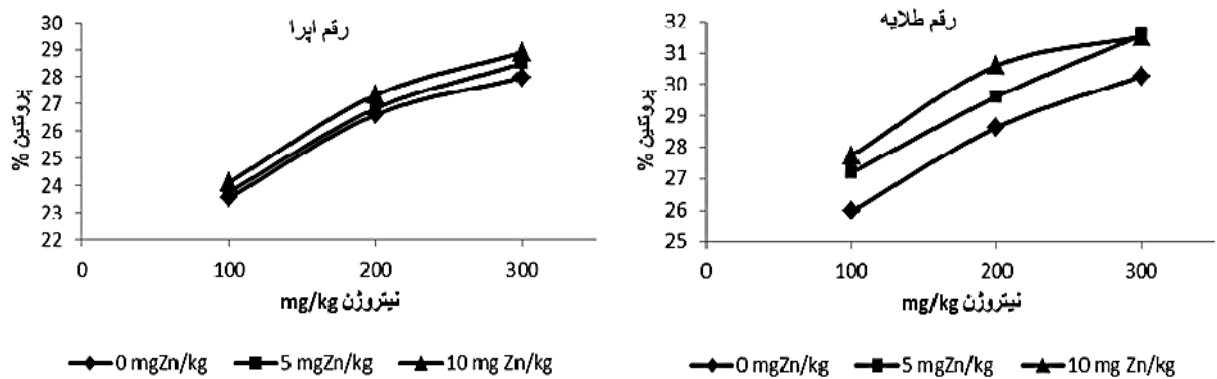
و در نهایت افزایش وزن خشک نهایی گیاه می‌شود. در منابع مختلف گزارش شده که رابطه بین ماده خشک تولیدی گیاه کلزا و میزان نیتروژن مصرفی ارتباطی خطی بوده که نشان‌دهنده واکنش گیاه کلزا به داشتن عادت رشدی نامحدود در زمانی است که برای جذب عناصر غذایی و آب محدودیت ندارد (۳۵). مطالعات زیادی نشان داده که اختلافات ژنوتیپی در عملکرد مربوط به اختلافات مورفولوژیک همانند طول و فعالیت سیستم ریشه‌ای، رشد مریستم ریشه‌ای و میزب جذب نیتروژن است که کارایی جذب و میزان جذب نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۷).

درصد روغن و درصد پروتئین دانه

درصد روغن و پروتئین تحت تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن قرار گرفتند و در هر دو رقم اپرا و طلايه با افزایش مقدار نیتروژن، درصد روغن روند کاهشی، اما درصد پروتئین روند افزایشی را دنبال کردند (شکل‌های ۱ و ۲). ضرایب همبستگی بین متغیرهای رشد نشان دادند که درصد روغن و پروتئین با هم همبستگی منفی و معنی‌داری ($r = -0.67^{**}$) دارند (جدول ۵).

به‌طورکلی، در تمام دانه‌های روغنی، درصد روغن و پروتئین با هم همبستگی منفی دارند. به نظر می‌رسد که با کاربرد نیتروژن، سوبسترای بیشتری برای ساخت پروتئین فراهم

سطح تیمار نیتروژن به ترتیب در رقم اپرا و طلايه و بیشترین عملکرد ریشه نیز با کاربرد بالاترین سطح نیتروژن معادل ۳۴/۹٪ و ۵۱٪ افزایش نسبت به کمترین سطح تیمار نیتروژن (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به ترتیب در رقم اپرا و طلايه حاصل شد. کاربرد روی بر میانگین عملکرد کاه و کلش در رقم اپرا اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در صورتی که این ویژگی رشد در رقم طلايه تحت تأثیر معنی‌دار کاربرد روی قرار گرفت و بیشترین میزان عملکرد کاه و کلش در سطح ۱۰ روی حاصل شد (۲۲/۲٪ افزایش نسبت به شاهد) که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سطح ۵ آن نداشت. عملکرد ریشه در هر دو رقم افزایش معنی‌داری را با مصرف روی نشان داد (جدول ۳) و تیمار ۱۰ روی در هر دو رقم بیشترین عملکرد ریشه را در پی داشت (۴۶/۳٪ و ۱۶/۹٪ افزایش نسبت به شاهد به ترتیب در رقم اپرا و طلايه). برهمکنش نیتروژن و روی در ارقام اپرا و طلايه تنها بر عملکرد ریشه از نظر آماری تأثیر معنی‌داری گذاشت و نشان‌دهنده افزایش عملکرد ریشه در نتیجه کاربرد نیتروژن و روی در خاک می‌باشد. بین ارقام مورد مطالعه، تفاوتی از لحاظ مقدار عملکرد کاه و کلش یافت نشد. در حالی که رقم طلايه دارای عملکرد ریشه بیشتری نسبت به رقم اپرا (۱۴٪ افزایش در عملکرد ریشه) بود (جدول ۲). بیست و همکاران (۲۰) اظهار داشتند که مصرف نیتروژن منجر به افزایش رشد اندام‌های رویشی، از جمله شاخ و برگ و ریشه‌ها،



شکل ۲. تأثیر نیتروژن و روی بر درصد پروتئین دانه ارقام اپرا و طلایه کلزا

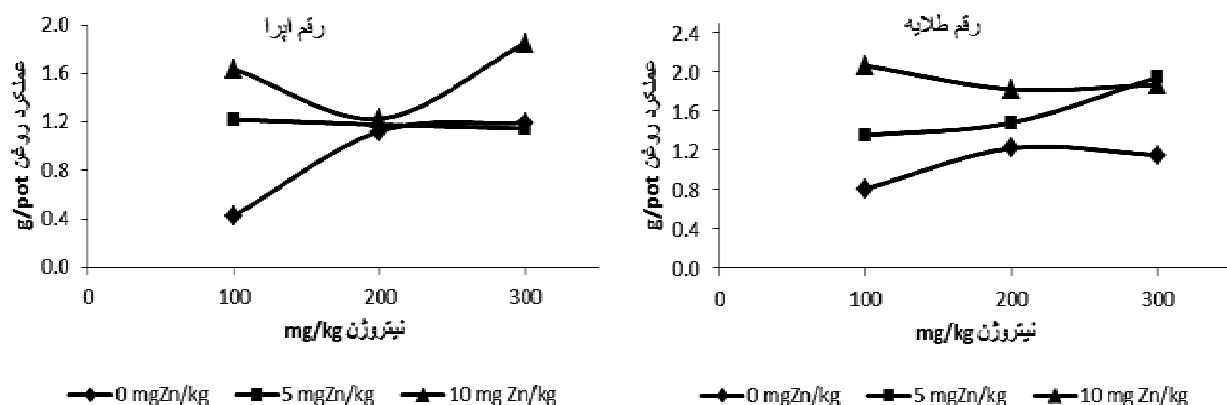
شاهد شدند (۲۱/۴٪ و ۲۳/۸٪). پروتئین به ترتیب با کاربرد ۱۰ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم روی). گران و بیلی (۳۲) نشان دادند که کمبود روی مقدار روغن دانه‌ها را کاهش داد. نتایج تحقیقات نشان داده است که کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می‌شود. از این رو، کمبود عنصر روی می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود (۲۳). روغن مهم‌ترین ویژگی کیفی دانه‌های روغنی است. جدا از عامل ژنتیکی، مقدار روغن در دانه‌های روغنی تا حدود زیادی توسط کوددهی معدنی گیاهان تعیین می‌شود. کاهش در مقدار روغن ممکن است در نتیجه کمبود عناصر غذایی باشد. در بین عناصر کم‌مصرف، روی تشکیل متابولیت‌ها در گیاه را کنترل می‌کند و باعث افزایش در مقدار روغن دانه کلزا می‌شود (۱۴، ۲۲ و ۲۶).

عملکرد روغن

شکل ۳ نشان می‌دهد که در ارقام اپرا و طلایه، عملکرد روغن با افزایش کاربرد نیتروژن و روی روند صعودی را دنبال کرد. اما این میزان افزایش در عملکرد روغن تحت تأثیر کاربرد سطوح نیتروژن از نظر آماری معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد که میانگین عملکرد روغن در ارقام مورد مطالعه با کاربرد ۳۰۰ نیتروژن و ۱۰ روی بیشترین مقدار بود. این افزایش به دلیل افزایش عملکرد دانه بود. ضرایب همبستگی بین متغیرهای رشد نشان دادند که

آمده، مواد فتوسنتزی بیشتری به ساخت پروتئین اختصاص داده شده، و در نتیجه جهت ساخت روغن سوبسترای کافی در دسترس نخواهد بود. بنابراین، درصد روغن کاهش می‌یابد. کوچر و همکاران (۳۸) اظهار داشتند که این امر ممکن است به علت اثر رقت ناشی از افزایش عملکرد دانه با افزایش کاربرد کود نیتروژن و ارتباط معکوس با غلظت پروتئین و روغن باشد. این نتایج با نتایج سایر محققین همخوانی دارد (۱۵ و ۱۸). کمترین درصد روغن و بیشترین درصد پروتئین با کاربرد سطح ۳۰۰ نیتروژن حاصل شد (۳۰/۵٪ و ۱۹/۷٪ روغن و ۲۸/۴٪ و ۳۱/۱٪ پروتئین به ترتیب در رقم اپرا و طلایه). رقم طلایه در مقایسه با رقم اپرا دارای غلظت روغن کمتر اما درصد پروتئین بیشتری بود که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است (داده‌ها نمایش داده نشدند). شاه و همکاران (۴۷) دریافتند که بیشترین مقدار روغن به دست آمده از برخی از ارقام کلزا ممکن است به دلیل تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی ارقام باشد.

درصد روغن با کاربرد روی در خاک روند افزایشی را دنبال کرد (شکل ۱) و کاربرد ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی باعث افزایش معنی‌دار میانگین درصد روغن در هر دو رقم مورد مطالعه شد (۳۹/۶٪ و ۲۳/۴٪ به ترتیب در ارقام اپرا و طلایه). درصد پروتئین نیز در هر دو رقم با افزایش سطح روی در خاک روند افزایشی را دنبال کرد (شکل ۲). ولی این افزایش در رقم اپرا معنی‌دار نشد. تیمارهای ۱۰ و ۵ روی بدون اختلاف معنی‌دار، باعث افزایش درصد پروتئین در رقم طلایه نسبت به



شکل ۳. تأثیر نیتروژن و روی بر عملکرد روغن دانه ارقام اپرا و طلايه کلزا

غلظت نیتروژن و روی در دانه، کاه و کلش و ریشه

نتایج نشان داده شده در جدول ۶ حاکی از آن است که استفاده از کودهای نیتروژنی، میانگین غلظت نیتروژن و روی را در قسمت‌های مختلف گیاه شامل دانه، کاه و کلش و ریشه در ارقام اپرا و طلايه به صورت معنی‌داری افزایش داد. هم‌چنین، با افزایش کاربرد سطوح روی در خاک، میانگین غلظت نیتروژن و روی در دانه، کاه و کلش و ریشه رقم طلايه روندی افزایشی و معنی‌دار را دنبال کرد. نتایج رقم اپرا مشابه با رقم طلايه بود، با این تفاوت که مصرف روی تأثیر معنی‌داری بر میانگین غلظت نیتروژن در دانه و ریشه رقم مذکور نداشت.

از مقایسه غلظت‌های نیتروژن و روی می‌توان گفت که دو رقم مورد مطالعه با هم تفاوت معنی‌داری داشتند و بیشترین غلظت نیتروژن و روی در اجزای مختلف گیاه شامل دانه، کاه و کلش و ریشه مربوط به رقم طلايه بود (جدول ۶). کاربرد کودهای نیتروژنی به صورت شیمیایی و کودهای آلی باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه و برگ‌ها می‌شود (۳۳). سید و همکاران (۴۶) گزارش کردند که کاربرد روی به صورت برگ‌پاشی، غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش گندم و ارزن را به طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد نیتروژن نیز باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه و در نتیجه عملکرد پروتئین در قسمت‌های هوایی گیاه کلزا گردید (۴۲). کودهای نیتروژن احتمالاً واردات نیتروژن از بخش‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات

رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و عملکرد روغن (جدول ۵). لذا تغییرات عملکرد روغن اساساً مربوط به تغییرات عملکرد دانه است که با نتایج دیگر مطالعات همخوانی دارد (۳۵). همان‌گونه که اشاره شد، با افزایش نیتروژن کاربردی، درصد روغن کاهش یافت. ولی این کاهش منجر به کاهش عملکرد روغن نشد. محسن آبادی و همکاران (۱۰) گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن بیشتر، برای دستیابی به عملکرد اقتصادی بالاتر مانعی ندارد. به دلیل این که با کاهش مقدار نیتروژن و در نتیجه افزایش درصد روغن، کاهش در عملکرد را نمی‌توان جبران کرد. اثر برهمکنش نیتروژن و روی بر عملکرد روغن در رقم اپرا معنی‌دار بود. در حالی که بر عملکرد روغن در رقم طلايه اثر معنی‌داری نداشت. هم‌چنین، رقم طلايه نسبت به رقم اپرا دارای عملکرد روغن بیشتری بود. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که با افزایش کاربرد نیتروژن، عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد بیولوژیک به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد (۴۰). الهاباشا و عبدالسلام (۲۹) گزارش کردند که با افزایش تعداد دفعات برگ‌پاشی روی، عملکرد دانه و عملکرد روغن افزایش یافت. کیدمن و پاول (۳۷) گزارش کردند که عملکرد روغن و عملکرد پروتئین تحت تأثیر افزایش مقدار سولفات روی مصرفی قرار گرفت.

جدول ۶. تأثیر نیتروژن، روی و رقم بر غلظت نیتروژن و روی در دانه، کاه و کلش و ریشه ارقام اپرا و طلایه کلزا

تیمار (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت نیتروژن دانه (درصد)	غلظت نیتروژن کاه و کلش (%)	غلظت نیتروژن ریشه (%)	غلظت روی دانه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت روی کاه و کلش (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت روی ریشه (میلی‌گرم در کیلوگرم)
نیتروژن						
رقم اپرا						
۱۰۰	۳/۸c*	۰/۶۳c	۰/۴۴b	۴۹/۲b	۲۶/۹b	۳۲/۱b
۲۰۰	۴/۳b	۰/۸۲b	۰/۵۴ab	۵۴/۴a	۳۰/۶ab	۳۹/۲a
۳۰۰	۴/۵a	۱/۳a	۰/۶۱a	۵۸/۱a	۳۵/۱a	۴۳/۱a
رقم طلایه						
۱۰۰	۴/۳c	۰/۸۴c	۰/۵۵b	۵۷/۷c	۲۹/۶c	۳۵/۹b
۲۰۰	۴/۷b	۱/۱b	۰/۶۴b	۷۰/۱b	۳۴/۹b	۴۵/۵b
۳۰۰	۵/۱a	۱/۴a	۱/۴a	۸۶/۹a	۳۹/۷a	۴۷/۱a
روی						
رقم اپرا						
۰	۴/۲ ^{ns}	۰/۷۸b	۰/۴۷ ^{ns}	۴۷/۴b	۲۲/۸b	۲۹/۴b
۵	۴/۲ ^{ns}	۰/۹۶a	۰/۵۱ ^{ns}	۵۵/۳a	۳۲/۱a	۴۰/۶a
۱۰	۴/۳ ^{ns}	۱/۰۲a	۰/۶۳ ^{ns}	۵۹/۱a	۳۷/۶a	۴۴/۴a
رقم طلایه						
۰	۴/۵b	۰/۹۶c	۰/۷۲b	۵۹/۷b	۲۳/۶c	۳۴/۵b
۵	۴/۷a	۱/۱b	۰/۸۴b	۶۹/۹b	۳۵/۴b	۳۹/۱b
۱۰	۴/۸a	۱/۳a	۱/۰۳a	۸۵/۱a	۴۵/۲a	۴۹/۹a
رقم اپرا						
رقم طلایه						
۴/۲b	۰/۹b	۰/۵۲b	۰/۵۲b	۵۳/۹b	۳۰/۸b	۳۸/۱b
۴/۷a	۱/۱a	۰/۸۶a	۰/۸۶a	۷۱/۶a	۳۴/۷a	۴۱/۲a

اعدادی که در هر رقم و در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

روی، به صورت معنی‌داری بیشتر اجزای عملکرد را در ارقام مورد مطالعه کلزا تحت تأثیر قرار داد. افزایش کاربرد خاکی نیتروژن و روی، افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد روغن و غلظت پروتئین را در پی داشت. روغن مهم‌ترین ویژگی کیفی دانه‌های روغنی است. جدا از عامل ژنتیکی، مقدار روغن در دانه‌های روغنی تا حدود زیادی توسط کوددهی معدنی گیاهان تعیین می‌شود. کاهش در مقدار روغن ممکن است در نتیجه کمبود عناصر غذایی باشد. نتایج نشان دادند که کاربرد نیتروژن،

افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌گردد (۴). بیلماز و همکاران (۵۰) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام گندم مشاهده کردند که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم نیز افزایش یافته و سبب غنی شدن دانه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد نیتروژن و

خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نشان می‌دهد که تغییرات عملکرد دانه هم‌جهت با تغییرات این صفات است و کاهش هر یک از این عوامل به شدت در عملکرد دانه مؤثر خواهد بود. در این مطالعه، رقم طلایه با تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین بیشتر نسبت به رقم اپرا توانسته است عملکرد دانه بیشتری را ایجاد کند. به‌طور کلی، قبل از هرگونه توصیه کودی نتایج باید تحت شرایط تولید محصول در مزرعه نیز بررسی شوند.

درصد روغن دانه را در ارقام کلزا کاهش و کاربرد روی درصد روغن را در دانه‌های کلزا افزایش داد. در بین عناصر کم مصرف، روی تشکیل متابولیت‌ها در گیاه را کنترل می‌کند و باعث افزایش در مقدار روغن دانه کلزا می‌شود. استفاده از کودهای نیتروژنی و روی، میانگین غلظت نیتروژن و روی را در قسمت‌های مختلف گیاه شامل دانه، کاه و کلش، و ریشه در ارقام اپرا و طلایه به‌صورت معنی‌داری افزایش داد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد

منابع مورد استفاده

۱. امیدیان، ا. س. ع. سیادت، ر. ناصری و م. مرادی. ۱۳۹۱. اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. مجله علوم ۱۴(۱): ۱۶-۲۸.
۲. حجازی، ا. ۱۳۷۹. کلزا. انتشارات روزنه.
۳. خلیلی محله، ج. و م. رشیدی. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی 704 در خوی. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۲۴(۲): ۲۸۱-۲۹۳.
۴. دانش شهرکی، ع. ع. کاشانی، م. مسگرپاشی، م. نبی پور و م. کوهی دهکردی. ۱۳۸۷. اثر تراکم و زمان مصرف نیتروژن بر برخی خصوصیات زراعی کلزا. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۹: ۱۰-۱۷.
۵. سید احمدی، ع. و ف. عزیز کریمی. ۱۳۸۲. دستورالعمل کاشت، داشت و برداشت کلزا. سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، مدیریت زراعت.
۶. سید شریفی، ر. م. ن. سیدی و م. ضعیفی زاده. ۱۳۹۰. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در ارقام کلزا (*Brassica napus L.*). مجله به‌زراعی کشاورزی ۲: ۵۱-۶۰.
۷. شهیدی، ا. و ک. فروزان. ۱۳۷۶. کلزا. انتشارات شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی.
۸. صفری، س. و ح. ر. باقری. ۱۳۸۰. بررسی همبستگی بین صفات و تجزیه مسیر برای عملکرد دانه و روغن در ارقام کلزا. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.
۹. گازر، ح. ر. و ر. حسین‌خان. ۱۳۸۵. ارزیابی فرآیندهای خشک کردن کلزا و خصوصیات روغن تولیدی با استفاده از خشک‌کن بستر سیال. گزارش تحقیقاتی شماره ۷۹۲، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
۱۰. محسن آبادی، غ. ن. خداپنده، ی. عرشی و س. ع. پیغمبری. ۱۳۸۰. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزای پاییزه. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲(۴): ۷۶۵-۷۷۲.
۱۱. مرشدی، آ. و ح. نقیعی. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۳): ۱۵-۲۲.
۱۲. میرزاشاهی، ک. س. سلیم چور، ع. دریاشناس، م. ملکوتی و ح. رضایی. ۱۳۷۹. تعیین مناسب‌ترین مقدار و روش مصرف ازت در زراعت کلزا در صفی‌آباد. نشریه علمی و پژوهشی خاک و آب (ویژه‌نامه کلزا) ۱۲(۱۲): ۷-۱۱.

13. A.O.A.C. 2000. Association of Official Agricultural Chemists, Official and Tentative Methods of Analysis, 2nd Ed., Washington, DC, USA.
14. Ahmadi, M. 2010. Effect of zinc and nitrogen fertilizer rate on yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 7(3): 259-264.
15. Ahmadi, M. and M.J. Bahrani. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 5 (6): 755-761.
16. Amin, R. and S.K. Khalil. 2005. Effect of pre- and post-emergence herbicides and row spacing on canola. Sarhad J. Agric. 21: 165-170.
17. Banuelos, G.S., D.R. Bryla and C.G. Cook. 2002. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in central California. Ind. Crop Prod. 15: 237-245.
18. Banga, R.S., R.S. Bisht and A. Yadav. 2007. Variation in growth rate and seed yield of Brassica juncea genotypes as affected by nitrogen levels. Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress, China, 3: 246-247.
19. Bils Borrow, P.E., E.J. Evans and F.D. Zhao. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components and glucosinolat content of autumn sown oiseed rape (*B. napus*). J. Agr. Sci. 120: 219-224.
20. Bist, L.D., C.S. Kkewaland and S. Sobran. 2000. Effect of planting geometry and level of nitrogen on growth and yield quality of European Dill (*Anethum graveolens*). J. Hort. Sci. 57: 351-355.
21. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. PP. 1082-1122. In: Sparks et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
22. Bybordi, A. and M.J. Malakouti. 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola crops; Improving crop production and human health, 24 -26 May, Istanbul, Turkey.
23. Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. J. Plant Nutr. 20(4): 461-471.
24. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant Soil 302: 1-17.
25. Chamorro, A.M., L.N. Tamagno, R. Bezur and S.J. Sarandon. 2002. Nitrogen accumulation, partitioning and nitrogen-use efficiency in canola under different nitrogen availabilities. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33(3-4): 493-504.
26. Coolong, T.W. and W.M. Raddel. 2003. Zinc concentration in hydroponic solution culture influence zinc and sulfur accumulation in Brassica rape. J. Plant Nutr. 26: 949-959.
27. Diekmann, F. and G. Fischbeck. 2005. Difference in wheat cultivar response to nitrogen supply. II. Differences in N-metabolism-related traits. J. Agron. Crop Sci. 191: 362-376.
28. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Field Crops Res. 67: 35-49.
29. El-Habbasha, S.F. and M.S. Abd El-Salam. 2010. Response of two canola varieties (*Brassica napus* L.) to nitrogen fertilizer levels and zinc foliar application. Intl. J. Acad. Res. 2(2): 60-66.
30. Engqvist, G.M. and H.C. Becker. 1993. Correlation studies for agronomic characters in segregating families of spring oilseed (*Brassica napus* L.). Hereditas 118: 211-216.
31. FAO < <http://faostat.fao.org/site/336/default.aspx>. > [23 November 2008].
32. Grant, C.A. and L.D. Bailey. 1993. Fertility management in canola production. Can. J. Plant Sci. 73: 651-670.
33. Hocking, P.J., J.A. Mead, A.J. Good and S.M. Diffey. 2003. The response of canola (*Brassica napus* L.) to tillage and fertilizer placement in contrasting environments in southern New South Wales. Aust. J. Exp. Agr. 43: 1323-1335.
34. <http://www.fars.agri-jahad.ir>
35. Jackson, G.D. 2000. Effect of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agron. J. 92: 644-649.
36. Kaya, C. and D. Higgs. 2002. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. Sci. Hort. 93: 53-64.
37. Kidman, F. and K.B. Paul. 2001. Effect of zinc fertilization on yield, protein and oil of canola. Plant Soil 112: 327-329.
38. Kutcher, H.R., S.S. Malhi and K.S. Gill. 2005. Topography and management of nitrogen and fungicide affects diseases and productivity of canola. Agron. J. 97(2): 533-541.
39. Mahli, S.S. and K.S. Gill. 2004. Placement, rate and source of N, seed-row opener and seeding depth effects on canola production. Can. J. Plant Sci. 84: 719-729.
40. Moradi-Telavat, M.R., S.A. Siadat, H. Nadian and G. Fathi. 2008. Effect of nitrogen and boron on canola yield and yield components in Ahwaz, Iran. Intl. J. Agric. Res. 3(6): 415-422.
41. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Eur. J. Agron. 19: 453-463.
42. Pouzet, A., A. Estragenta, J.M. Gill, J. Raimbault and G. Sauzet. 1994. Factors for determining nitrogen fertilizer requirements of winter rape in autumn. Inform. Technic. 84: 3-19.

43. Pritchard, F.M., H.A. Eagles., R.M. Norton, P.A. Salisbury and M. Nicolas. 2000. Environmental effects on seed composition of Victorian canola. *Aust. J. Exp. Agric.* 40: 679-685.
44. Rabiee, M., M. Kavosi and P. Tousi Kehal. 2010. Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and yield components of rapeseed in paddy fields of Guilan. 11th Iranian Crop Science Congress, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
45. Rathke, G., W.O. Christen and W. Diepenbrock. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotation. *Field Crops Res.* 94(2-3): 103-113.
46. Seadh, S.E., M.I. El-Abady, A.M. El-Ghamry and S. Farouk. 2009. Influence of micronutrients foliar application and nitrogen fertilization on wheat yield and quality of grain and seed. *J. Biol. Sci.* 9(8): 851-858.
47. Shah, A.N., M.M. Rehman and F.C. Oad. 2004. Effects of NP combinations on the seed yield and oil contents of mustard (*Brassica juncea*). *Asian J. Plant Sci.*, 3(2): 256-257.
48. Vermorel, M., R.K. Heaney and G.R. Fenwick. 1986. Nutritive value of rapeseed: Effect of individual glucosinolates. *J. Sci. Food Agri.* 37: 1197-1202.
49. Ward, J.T., W.D. Basford, J.H. Hawking and T.M. Holliday. 1985. *Oilseed Rape*. Farming Press, Ltd.
50. Yilmaz, A., H. Ekiz, B. Torun, I. Guttekin, S. Karanlik, S.A. Bagci and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 20: 461-471.

Comparison of yield, yield components and seed quality (oil and protein content) of two rapeseed cultivars as affected by different levels of soil-applied nitrogen and zinc

V. Olama^{1*}, A. M. Ronaghi¹, N. A. Karimian¹, J. Yasrebi¹,
R. Hamidi² and M. Tavajjoh¹

(Received: 23 Sep-2012 ; Accepted: 15 Apr-2013)

Abstract

A greenhouse experiment was conducted in order to evaluate the influence of different nitrogen (N) and zinc (Zn) levels on yield, yield components, seed quality and N and Zn contents of two cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). In this study, two cultivars of rapeseed (Talayeh and Opera), three N levels (100, 200 and 300 mg/kg) and three Zn levels (0, 5 and 10 mg/kg) with three replications were used. The results showed that significant differences were observed between the cultivars in the studied traits. Increasing N and Zn significantly increased plant height, number of siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seed weights, seed yield, oil, straw and root yields and protein content. Oil seed content was the highest in application of 100 mg/kg N rate and then decreased or increased at higher N and Zn rates, respectively. The highest grain yield, oil yield and protein percentage were obtained with 300 mg/kg N and 10 mg/kg Zn. Increase in seed yield was related to increase in the number of siliques per plant and number of seeds per silique. Application of treatments increased concentration of N and Zn in the seeds, straw, and roots of both rapeseed cultivars. The interaction of N and Zn showed significant effects on most studied traits of rapeseed.

Keywords: Oil seeds, Qualitative traits, Protein Oil.

1. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Shiraz Univ., Shiraz, Iran.

2. Dept. of Agron. and Plant Breed., College of Agric., Shiraz Univ., Shiraz, Iran.

*: Corresponding Author, Email: vidaolama@gmail.com