نشریه علمی مدیریت اراضی/ جلد ۱۰ / شماره ۲ / ۱۴۰۱
DOI: 10.22092/LMJ.2022.127564

مقایسه کوددهی کلزا در مزارع زارعین با کوددهی تلفیقی در برخی از مناطق کشور ایران

فریدون نورقلی‌پورو[۱و۶*]، ساناز توحیدلو[۲و۶]، علیرضا جعفرنژادی[۴و۷]، یونس محمدنژاد[۱و۷]، کامران میرزاشاهی[۱و۷]، جلال قادری[۱و۷]، محمد حسین ارزانش[۱و۷]، محمد پسندیده[۱و۶]، احمد بایبوردی[۴و۷]، نصرت اله منتجبی[۱و۷]، مختار زلفی باوریانی[۱و۷]، پیمان کشاورز[۴و۷]، محسن سیلسپور[۱و۷]، انور اسدی جلودار[۵و۷]، پروین ایزدی[۳]، شادی صدیقی[۳]، ناصر دواتگر[۴و۶]، علی رضا مهاجر[۳]، مسعود دادیور[۵و۷] و سید ماشالله حسینی[۴و۷]

۱- استادیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۲- کارشناس ارشد موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
۳- کارشناس دفتر دانه‌های روغنی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
۴- دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۵- مربی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۶- موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۷- مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

دریافت: شهریور ۱۴۰۰ و پذیرش: مرداد ۱۴۰۱

چکیده

به منظور مقایسه روش کوددهی زارعین با روش تلفیقی حاصلخیزی خاک و توصیه کودی گیاه کلزا، پروژه‌ای ملی در ۱۰ استان، اجرا شد. مناطق اجرا شامل ۵۴ مزرعه در استان‌های گلستان، مازندران، خوزستان (دزفول)، خوزستان (اهواز)، اردبیل (مغان)، آذربایجان شرقی، اصفهان، بوشهر، خراسان رضوی، کرمانشاه، فارس و ورامین بود. این مناطق، طیف وسیعی از اقلیم‌های کشت کلزا و دامنه متفاوتی از خصوصیات خاک را شامل می‌شد. در قسمتی از این مزارع انتخابی، مدیریت کوددهی بر اساس آزمون خاک (مصرف بهینه کود) و در نیمه دیگر مزرعه انتخابی، مدیریت با روش عرف زارع یا شاهد منطقه، اعمال شد. در پایان دوره رشد، عملکرد دانه تیمار عرف زارع و تیمار توصیه کودی در هر استان و در هر منطقه مقایسه شد. با توجه به نتایج، فسفر بیشترین درصد کمبود را در خاک مزارع داشت و از عناصر کم‌مصرف نیز، بیشترین کمبود مربوط به عنصر روی بود. به طور میانگین، افزایش عملکرد دانه در کل نقاط اجرا در سال اول ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار یا ۲۴ درصد، نسبت به تیمار عرف زارع بود. در سال دوم افزایش عملکرد دانه در کل نقاط اجرا به طور میانگین ۷۸۴ کیلوگرم در هکتار یا ۲۷/۴ درصد بود. برای میانگین دو سال، مقدار ۶۹۲ کیلوگرم در هکتار یا ۲۵/۷ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به عرف زارع، حاصل شد. نسبت فایده به هزینه در مناطق مختلف با توجه به عملکردهای حاصله به خصوصیات خاک و مقدار کود مصرفی، بستگی داشت. بیشترین مقدار این نسبت مربوط به منطقه نیشابور (۲۶/۵۲) و داراب (۲۲/۳۱) و کمترین آن مربوط به بوشهر (۰/۲۸) بود. نتایج نشان داد که مصرف کود مطابق توصیه انجام شده از لحاظ زمان، مقدار، منبع و روش مصرف، باعث بهبود عملکرد کلزا در کلیه مناطق، خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: توصیه کودی، عناصر غذایی، کلزا، مناطق اصلی کشت، نسبت فایده به هزینه، آزمایش مزرعه‌ای

*آدرس نویسنده مسئول: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب.
nourfg@yahoo.com

مقدمه

به‌منظور فراهم نمودن نیازهای جمعیتی که در حال افزایش است در اغلب کشورهای در حال توسعه، برنامه‌ریزی و تلاش در جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی و از جمله تولید روغن و پروتئین، همیشه وجود داشته و از اولویت‌های بخش کشاورزی است (احمد و همکاران، ۲۰۰۶). تولید جهانی دانه‌های روغنی، رشد قابل توجهی در دهه گذشته داشته است. به‌طوری‌که سطح زیر کشت از ۱۴۴/۷ میلیون هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۹۰۷ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۷ افزایش پیداکرده است. مخصوصاً در مورد سویا، شلغم روغنی، بادام‌زمینی و نخل روغنی که افزایشی ۴۵ الی ۱۰۰ درصدی داشته‌اند (فائو، ۲۰۱۷). دانه‌های روغنی به دلیل درصد انرژی بالا، نقش مهمی در افزایش میزان عرضه‌ی انرژی غذایی در کشورهای در حال توسعه دارند. نتایج حاصل از مطالعات انستیتوی تغذیه ایران در سال ۱۳۹۷ نشان داد که میزان مصرف سرانه روغن در کشور ما ۲۱ درصد بیش از مقادیر توصیه‌شده در سبد غذایی مطلوب است (عبدی و همکاران، ۱۳۹۳) و سهم روغن نباتی در تأمین انرژی که باید ۱۰/۴۸– ۱۰/۳۷ درصد باشد، ۱۵/۴۳ درصد است (عبادی، ۱۳۹۴).

از سویی تولید دانه‌های روغنی در کشور جوابگوی تأمین نیاز جمعیت نیست و ضریب خوداتکایی کشور در تولید روغن در حال حاضر در حدود ۱۰ درصد است. این بدان معنی است که نزدیک به ۹۰ درصد از ۱/۵ میلیون تن روغن گیاهی مورد نیاز کشور در سال از طریق واردات تأمین می‌شود. به‌طوری که سالانه بیش از چهار میلیارد دلار ارز، جهت واردات دانه‌های روغنی از کشور خارج می‌شود (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۹). واژه کانولا[1] که در سال ۱۹۷۹ برای ارقام کلزای با ترکیب روغن متفاوت و گلوکوزینولات کاهش‌یافته ارائه گردید، شامل ارقامی از کلزا است که حاوی کمتر از دو درصد اسید اروسیک[2] در روغن و ۳۰ میکرومول گلوکوزینولات[3] در هر گرم روغن خوراکی است. پروتئین موجود در کنجاله این نوع کلزا نیز در تغذیه دام و طیور استفاده می‌شود (دائون و همکاران، ۲۰۱۵).

کشت کلزا تقریباً در تمام اقلیم‌های کشور به‌صورت پاییزه انجام می‌گیرد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۹). به دلیل سازگاری آن با شرایط مختلف، ارزش اقتصادی، قیمت مناسب آن در مقایسه با غلات و اهمیت آن در تناوب با غلات، نسبت به سایر محصولات دانه روغنی شامل سویا، آفتابگردان، گلرنگ و کنجد، بیشترین سطح زیر کشت را در کشور دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۷).

بررسی‌ها و گزارش‌ها نشان داد که نوع مدیریت مزرعه کلزا، بر میزان پاسخ گیاه و میزان تولید در منطقه تأثیر به سزایی دارد (الفرجانی و سولانایاکاناهالی، ۲۰۱۸). در این گیاه تفاوت‌های زیادی در غلظت عناصر غذایی بین قسمت‌های مختلف وجود دارد و هر عنصر به‌صورت کاملاً جداگانه رفتار می‌کند؛ مثلاً برگ‌ها و غنچه‌ها[4] در مرحله گلدهی حاوی غلظت زیاد فسفر می‌باشند در حالی که ساقه‌ها فسفر نسبتاً پائینی دارند. در مرحله رسیدگی، غلظت فسفر در ساقه‌ها و خورجین‌ها[5] کم ولی دانه‌ها غلظت بیشتری دارند (رز و همکاران، ۲۰۰۹، کوئنیگ و همکاران، ۲۰۱۱، جونز و اولسن–روتز، ۲۰۱۶).

مطالعات نشان می‌دهد که مصرف بهینه و متعادل عناصر غذایی می‌تواند باعث بهبود کمیت و کیفیت محصول کلزا گردد (سوزر، ۲۰۱۵، بایبوردی، ۱۳۹۹). از این رو افزایش مقدار تولید در واحد سطح باعث افزایش توجیه اقتصادی تولید کلزا و افزایش تمایل کشاورزان به کشت این محصول خواهد شد (پرتی و بهاروچا، ۲۰۱۴). در خصوص توصیه کودی کلزا در کشور ایران، تحقیقات متعددی انجام گرفته است (نورقلی‌پور و همکاران ۱۳۹۳،

[1] -Canola

[2]- Erucic acid

[3]- Glucosinolate

[4]- Buds

[5] -Pods

۱۳۹۵، ۱۳۹۱، ۱۳۹۰a، b ۱۳۹۰) و رضایی و همکاران ۱۳۹۱a,b,c,d). در تحقیقات انجام‌شده در خصوص کوددهی و مدیریت حاصلخیزی در مزارع کلزای کشور در شرایط تنش‌های مختلف محیطی و برای عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، روی، آهن، بور، منگنز و مس، توصیه‌هایی ارائه‌شده است. نتایج تحقیقات انجام‌شده در زمینه توصیه کودی کلزا در سطح کشور نشان داد که امکان افزایش عملکرد در واحد سطح کلزا وجود دارد ولی این اطلاعات به نحو صحیح در اختیار کشاورزان قرار نگرفته است. لذا ایجاد مزارع پایلوت تغذیه بهینه کلزا می‌تواند باعث آشنایی کشاورزان با یافته‌های جدید و ایجاد انگیزه در آن‌ها برای افزایش تولید کلزا گردد. در مناطق دیگر نیز بر انجام مطالعات مزرعه‌ای به‌منظور توصیه بهینه کودی در گیاه کلزا تأکید شده است (رن و همکاران، ۲۰۱۵). آزمایش‌های مزرعه‌ای راهی آسان برای کشاورزان است تا نحوه عملکرد فعالیت‌ها، محصولات و تجهیزات را در سامانه‌های کشت خود بیاموزند. فرضیه‌ای که در پس زمینه آزمایش‌های مزرعه‌ای وجود دارد، ارزیابی شیوه‌های تولید در شرایط رشد واقعی است. در نهایت، آزمایش‌های مزرعه‌ای که به نحو صحیحی طراحی شده باشند برای پیش‌بینی واکنش به کاربرد محصولات، فعالیت‌ها و فناوری‌ها در صورت استفاده در مزارع مشابه یا مجاور، مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، آزمایش‌های مزرعه‌ای برای اعتبار سنجی تحقیقات انجام‌شده در قطعات کوچک و ارزیابی آن‌ها در قطعات بزرگ‌تر و در مقیاس میدانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آزمایش‌های مزرعه‌ای علم شهروندی[1] برای کشاورزان است. چرا که خود کشاورزان آن را در مزرعه آزمایش می‌کنند. به اشتراک‌گذاری نتایج بسیاری از مکان‌های اجرا در یک منطقه و در طول چند سال و درک بهتر نحوه تعامل تصمیمات مدیریتی با تغییرات آب و هوا و خاک برای بهبود سودآوری از مزایای این نوع فعالیت است (لیخت و ویت، ۲۰۱۹، درو و همکاران، ۲۰۱۷، کیرکبی، ۱۹۸۶).

لذا مطالعه وضعیت کوددهی در مناطق عمده کشت کلزا، نیل به عملکرد و کیفیت مناسب کلزای تولیدی، جلوگیری از مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی و افزایش تولید در واحد سطح محصول کلزا، از اهدافی بود که در این پروژه دنبال شد. لذا با هدف آشنایی کارشناسان و نیز کشاورزان با روش صحیح کوددهی و مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، این پروژه در سطح مزارع کشاورزان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

با همکاری سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، تعدادی مزرعه کلزا با دامنه متفاوتی از خصوصیات خاک انتخاب شدند. مناطق اجرا شامل خوزستان (قسمت جنوب و شمال استان خوزستان)، گلستان، مازندران، اردبیل، آذربایجان شرقی، بوشهر، تهران، خراسان رضوی، کرمانشاه، اصفهان و فارس بود که در دو سال اجرا، تعداد ۵۴ مزرعه را شامل می‌شد. برای هر مزرعه پرسشنامه‌ای تکمیل گردید که در آن اطلاعات مزرعه و روند فعالیت‌های انجام شده یادداشت گردید (جدول ۱). پس از انتخاب مزارع، یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا سی سانتی‌متری تهیه و جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم به آزمایشگاه خاک، آب و گیاه ارسال شد. اطلاعات حاصل از تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌ها، برای تفسیر وضعیت تغذیه‌ای مزارع مورد استفاده قرار گرفت. در قسمتی از این مزارع انتخابی، مدیریت کوددهی براساس آزمون خاک (مصرف بهینه کود) اعمال و در نیمه دیگر مزرعه انتخابی، مدیریت با روش عرف زارع منطقه اعمال شد. مزارع به‌گونه‌ای انتخاب شدند که تنوع شرایط اقلیمی، خاکی و گروه‌های عملکردی در هر استان پوشش داده شوند. با توجه به نتایج آزمایش خاک (جدول ۲ و ۳)، مقدار، نوع، زمان و مرحله مصرف تمامی کودها مشخص گردید (جدول ۱). در مورد بسیاری از مزارع، میزان بذر مصرفی در هکتار و عملیات آبیاری، عرف زارع بود. در

[1] -Citizen science

مناطق مختلف رقم‌های کشت شده کلزا متفاوت بود (البته بین مناطق سرد و بین مناطق گرم تشابهاتی از بابت رقم وجود داشت). سایر عملیات زراعی براساس توصیه‌های کارشناسی صورت گرفت (مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز).

در مرحله انتهای روزت و قبل از شروع ساقه-دهی در کادر یک مترمربع، وزن‌تر و خشک و میانگین قطر ریشه و طول آن و تعداد علف‌های هرز باریک برگ و پهن‌برگ در هر تیمار، اندازه‌گیری شد. همچنین نمونه گیاه (بوته کامل در شروع مرحله ساقه دهی) در این مرحله تهیه شد (قبل از مرحله کد ۳۹ از بلیهولدر،۲۰۰۱). در پایان دوره رشد، عملکرد دانه تیمار عرف زارع و تیمار توصیه کودی در هر استان و در هر منطقه در کادرهای یک مترمربعی و در سه تکرار اندازه‌گیری شد. همچنین در انتهای فصل رشد صفاتی مانند ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در هر کرت قرائت شد. برای مقایسه اقتصادی کاربرد کودهای توصیه‌شده، نسبت فایده به هزینه برای مناطق، محاسبه گردید (فنایی و غفاری مقدم، ۱۳۹۵).

جدول ۱- شرح عملیات کوددهی در مراحل مختلف رشد کلزا (نمونه شهرستان مرند)

منطقه	نام زارع	تیمار	پیش از کشت	۴-۸ برگی	خروج از روزت و ابتدای ساقه دهی	انتهای غنچه دهی و شروع گلدهی
مرند (دولت آباد)	عباس-عابدینی	عرف زارع	۱۵۰ سوپر فسفات تریپل+۵۰ سولفات پتاسیم+۵۰ اوره	-	۱۰۰ اوره+۷۵ سولفات آمونیوم	۷۵ سولفات آمونیوم+۵۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم
		توصیه کودی	موارد مثل زارع	محلول‌پاشی اسیدآمینه ۲ در هزار+ هیومات پتاسیم ۲ در هزار	۱۰۰ اوره+۷۵ سولفات آمونیوم+۳ درهزار هیومات پتاسیم+۲ در هزار اسیدآمینه	۷۵ سولفات آمونیوم+۵۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم

(مقدار مصرف کودها برحسب کیلوگرم در هکتار)

نتایج

وضعیت عناصر غذایی در خاک مناطق اجرا

با توجه به نتایج تجزیه خاک مناطق، مقدار شوری از ۰/۸۵ در ساری تا ۱۰/۳ در تایباد (خراسان رضوی، روستای کاریز) نوسان داشت. فسفر از ۱/۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم استان اردبیل تا ۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیران اصفهان، کربن آلی از ۰/۱۶ درصد در داراب تا ۲/۲۹ درصد در ساری، پتاسیم از ۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در شوش منطقه حر ریاحی تا ۶۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساری، گوگرد از ۸/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در سنقر تا ۴۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در قوچان، منیزیم از ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در تبریز منطقه هشترود تا ۹۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در کرمانشاه، آهن از ۰/۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در شاهین‌شهر اصفهان تا ۳/ ۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساری، روی از ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم تا ۲/۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در انبارالوم گلستان، مس از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در انبارالوم تا ۴/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در پارس‌آباد مغان، منگنز از ۱/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در شاهین‌شهر اصفهان تا ۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساری و بور از ۰/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در شوش منطقه حر ریاحی تا ۳/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در تایباد، نوسان داشت (جدول ۲). بیشترین درصد کمبود در خاک مزارع مربوط به عنصر فسفر بود که ۸۱ درصد از کل مزارع کشت‌شده، دارای کمبود این عنصر بودند و در مرحله بعد عناصر روی، آهن، منگنز و پتاسیم قرار گرفتند.

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک مزارع طرح پایلوت تغذیه گیاهی کلزا در مناطق گرم

محل مزرعه	pH	EC	T.N.V	OC	K	P	Sand	Silt	Clay	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Mg	SO_4
	-	(dS/m)	(%)		(mg/kg)			(%)					(mg/kg)			
روستای آق آباد(گنبد ۱)	۷/۳	۹/۳	۱۴/۵	۰/۸۹	۲۴۴	۱۳	۲۲	۶۶	۱۲	۱/۸	۰/۶	۰/۴	۶/۹	–	۱۹۰	۱۲۷
علی آباد	۷/۶	۲/۹	۳۰	۱/۶۵	۲۲۰	۳/۸	۲۴	۴۲	۳۴	۳۷/۷	۲/۲	۱/۱	۹/۵	–	۴۲۲/۵	۸۵
آق قلا(انبارالوم)	۷/۸	۴/۷	۱۹/۵	۰/۴	۲۸۰	۲/۴	۸	۶۰	۳۲	۳/۷	۱	۰/۲	۳/۷	–	۵۷۵	۱۳۶
روستای آق آباد (گنبد ۲)	۷/۳	۹/۳	۱۴/۵	۰/۸۹	۲۴۴	۱۳	۲۲	۶۶	۱۲	۱/۸	۰/۶	۰/۴	۶/۹	–	۱۹۰	۱۲۷
رحمت آباد	۷/۵	۱/۱	۱۸	۱/۸۶	۲۱۲	۲۴/۹	۲۴	۳۸	۳۸	۱۹/۴	۱/۶	۰/۸	۹/۷	–	۴۹۶	۵۲
سیمین شهر	۷/۶	۲/۱	۱۹	۱/۲۹	۲۵۹	۵/۷	۱۴	۶۲	۲۲	۹/۳	۱/۳	۰/۸	۹/۸	–	–	–
گنبد(حاجی قوشان)	۷/۵	۱/۷	۷	۰/۸۷	۲۸۷	۷/۱	–	–	–	۳/۴	۰/۷	۰/۲	۱۰/۴	–	۱۰۱	–
رستم	۷/۶۶	۱/۱۳	۶۷/۶	۰/۹۷	۱۵۲	۳	۲۱/۹	۴۶/۶	۳۳/۵	۷/۳	۱/۲	۱	۸/۶	۰/۸	۴۸۰	۱۲/۸
داراب	۷/۷۲	۱/۱۳	۵۹/۵	۰/۱۶	۳۶۷	۱۱	۲۳/۷	۴۸/۲	۲۸/۱	۲/۱	۰/۷	۱/۵	۱۳	۰/۵	۳۱۰	۱۴/۵
کوار	۷/۷۵	۳/۱۵	۴۵/۳	۰/۶۵	۳۵۹	۳/۵	۲۲/۷	۴۴/۵	۳۲/۸	۳/۳	۱/۳	۰/۸	۱۶	۰/۶	۷۵۷/۵	۱۳۶/۳
شویلاشت ساری	۷/۱۴	۰/۸۵	۱	۲/۲۹	۶۲۷	۳۰/۱	۳۹	۳۰	۳۱	۴۳/۳	۲/۹	۱/۴	۲۳	–	–	۳۵۷
نکا	-	-	۲/۳۱	۰/۹	۳۳۱	۱۹	۱۰	۵۲	۳۸	۲۱/۴۱	–	۱/۱۱	۱۳/۲۵	–	–	۲۶۲
پارس آباد	۷/۸	۰/۵۴	۷/۴	۰/۵۷	۳۴۵	۲۷/۶	۱۲	۳۸	۵۰	۳/۱۴	۴/۳۸	۰/۸۶	۳/۶۸	۱/۸۲	۹۰۰	۳۲/۷
مغان	۸	۰/۶۵	۱۰/۶	۰/۸۱	۴۲۰	۹/۴	۲۰	۳۵	۴۵	۲/۲۸	۱/۸	۰/۲۶	۲/۳۲	۲/۴	۷۹۴	۲۵/۵
بیله سوار	۸/۰۵	۰/۶۶۷	۹	۰/۵۸۹	۲۶۷	۴/۵۲	۲۱	۳۸	۴۱	۵/۹	۱/۰۸	۰/۵۵	۸/۸	–	–	۲۰
گرمی	۷/۲۶	۰/۶۵۱	۳/۳۲	۱/۳۶	۴۳۸	۱/۵۷	۲۲	۳۱	۴۷	۷/۸۴	۱/۷۰	۴/۳۹	۳۵/۸	-	-	-
روستای اولتان	–	۲/۴۷	–	۱/۰۹	۵۷۵	۴۰	۸	۳۷	۵۵	۴/۷۶	۰/۵۶	۴/۸۶	۵/۱۰	–	۴۳۱۴	۱۷۵
لاور	۷/۵	۳/۱۴	۷۸	۰/۴	۱۳۵	۱۰/۲	۴۱	۴۲	۱۷	۲/۳۰	۰/۳۴	۱/۱۲	۷/۸۶	۱/۰۶	۲۴۴	۲۰۶
چهوک	۷/۶	۳/۷	۵۷	۰/۷۹	۱۶۰	۱۶/۸	۴۷	۳۸	۱۵	۳/۲۰	۱/۱۶	۲/۵۶	۱۲	۱/۵۸	۵۱۳	۲۳۰
سوسنگرد	۷/۱	۵/۹	۴۰	۰/۶	۲۸۴	۸/۲	–	–	لوم	۱۰/۳	۱/۸	۲/۱۲	۶/۵	۰/۸۴	۴۶۳	–
بهبهان	۷/۷	۳/۲۲	۴۱	۰/۴۶	۱۹۳	۱۱/۶	–	–	لوم	۱/۶	۰/۵۲	۰/۱۸	۸	۰/۴۵	۱۶۸	–
حمیدیه	۷/۶	۵/۸	۴۰	۰/۶۲	۲۹۸	۲۲	–	–	لوم	۱۵/۹	۲/۰۸	۰/۴۸	۱۶	۱/۰۸	۵۴۴	–
بهبهان۲	۷/۸	۸/۳	۴۲	۰/۵۴	۱۰۸	۶/۱	–	–	لوم	۲/۶	۰/۳۸	۲/۱۲	۸/۵	۱/۲۰	۲۷۵	–
حمیدیه	۷/۶	۶/۵	۴۰	۰/۸۸	۲۸۷	۱۲/۳	۳۴	۳۸	۲۸	۱/۲۷	۰/۸۷	۱/۹۸	۲/۹	–	–	–
دشت آزادگان۱	۷/۳	۷/۸	۳۸	۰/۶	۲۰۳	۷/۲	۲۸	۳۲	۴۰	۱۷/۳	۱/۴۶	۰/۲۸	۸/۴	–	–	–
دشت آزادگان۲	۷/۷	۳/۵	۴۱	۰/۶۱	۱۵۸	۳/۲	۳۰	۲۹	۴۱	۱۴	۱/۲	۰/۵	۷/۵	–	–	–
دزفول (مرکزخدمات دهقان)	۷/۶	۰/۸۵	۴۰	۰/۸۸	۱۳۱	۵/۴	۱۴	۴۴	۴۲	۱۱	۳/۶	۰/۸	۴/۶	۰/۳۴	۳۵۶	۲۲
شوشتر(مرکزخدمات سردارآباد)	۷/۳۳	۵/۲	۴۰	۰/۶۳	۱۳۱	۸/۶	۳۰	۶۸	۲	۱/۸	۱/۲	۰/۸	۴/۴	۰/۵۲	۳۳۸	۹۱/۵
شوش(مرکزخدمات حرریاحی)	۷/۶۷	۱/۲	۴۰	۰/۸۸	۹۵	۳/۱	۱۴	۵۲	۳۴	۷	۱/۸	۰/۶	۲/۸	۰/۳۲	۳۱۴	۴۵/۵
شوش (خلف مسلم)	۷/۴۱	۳/۷	۴۰	۰/۴۵	۱۹۸	۱۸/۶	۳۲	۴۶	۲۲	۱/۸	۰/۶۸	۱/۴	۲/۴	۰/۴۸	۲۳۸	۳۲۰
شوشتر (میان آب روستای سه بنه)	۷/۷۶	۱/۸	۴۰	۰/۷۸	۱۱۲	۷/۳	۲۴	۵۲	۲۴	۷/۴	۱/۱۴	۰/۴	۱/۰۴	–	–	–
دزفول (فراش)	۷/۷۷	۱/۹	۴۰	۰/۹۵	۱۰۴	۸/۵	۲۶	۴۴	۳۰	۶/۶	۱/۸۸	۰/۶	۱/۴	–	–	–
شوش(شاهور)	۷/۷۲	۶/۵	۴۰	۰/۲	۱۰۴	۴	۶۰	۳۸	۲	۱/۲۸	۰/۳۸	۰/۳	۲/۲	–	–	–

جدول ۳- نتایج تجزیه خاک مزارع طرح پایلوت تغذیه گیاهی کلزا در مناطق سرد

محل مزرعه	pH	EC	T.N.V	OC	K	P	Sand	Silt	Clay	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Mg	SO_4
	-	(dS/m)	(%)		(mg/kg)		(%)						(mg/kg)			
مرند(دولت‌آباد)	۷/۲۶	۱/۸۹	۱۸/۲	۰/۴۶	۲۱۸	۱۱/۸	۴۵	۳۵	۲۰	۴/۶	۱/۷۹	۰/۵۱	۶/۳	۱/۲	۱۰۰	۲۰
تبریز(تازه‌کند)	۷/۶۲	۶/۸۱	۱۷/۲	۰/۶۱	۱۸۷	۷/۱	۵۰	۴۰	۱۰	۶/۶	۱/۸۲	۰/۴۹	۵/۹	۲/۱	۲۰۰	۲۲
هشترود(خورشید)	۷/۸۱	۱/۸۷	۱۶/۶	۰/۵۴	۲۱۸	۸/۶	۳۰	۳۵	۳۵	۴/۷	۱/۷۶	۰/۳۲	۶/۱	۰/۸۵	۵۰	۲۵
سراب (شربیان)	۸/۲۲	۱/۷۶	۱۵/۶	۰/۸۱	۱۹۰	۱۰/۱	۴۰	۳۵	۲۵	۴/۲	۱/۶۴	۰/۳۸	۵/۷	۱/۱	۱۵۰	۲۸
عجب شیر	۷/۲۶	۳/۸۹	۱۲/۲	۰/۵۶	۲۵۶	۱۱/۸	۵۵	۳۵	۱۰	۵/۶	۱/۸۸	۰/۴۱	۵/۳	۱	۱۵۶	۲۲
اسکو خاصبان	۷/۶۲	۶/۸۱	۱۸/۲	۰/۷۵	۳۲۱	۹/۱	۵۰	۳۰	۲۰	۵/۵	۱/۶۲	۰/۳۶	۷/۹	۲	۲۶۸	۳۳
شاهین‌شهر۱	۸	۴/۷۸	۳۷	۰/۲	۲۵۸	۵/۶	۶۷	۱۶	۱۷	۰/۵۴	۰/۱۴	۱/۰۸	۱/۱۸	۰/۶۷	۲۸۰	–
تیران و کرون	۷/۴۸	۱	۲۸/۵	۰/۷۸	۲۴۴	۳۲	۳۶	۳۴	۳۰	۲/۷۳	/۲۶	۰/۶۰	۱/۸۸	–	۳۳۰	–
کاشان	۸/۴۶	۳/۲۴	۴۴/۷	۰/۳۶	۴۶۷	۱۱/۸۸	۵۴/۳	۲۱/۷	۲۳/۹	۸/۵	<۰/۱	۱/۸۲	۲۰/۶۶	–	–	–
تیران	۸/۱۲	۰/۷۲	۴۴/۵	۱/۲۱	۸۵۰	۵۶/۹	۵۲	۲۷/۵	۲۰/۵	۰/۷۴	۰/۶۸	۲/۳۶	۳	–	–	–
شاهین‌شهر۲	۷/۱۴	۲/۲۲	۳۵	۱/۰۹	۳۲۰	۱۵/۵	۶۷	۱۸	۱۵	۱/۳۲	۰/۵۲	۱/۸	۸/۴۸	–	–	–
قرچک(ورامین)	۸/۰۴	۲/۲۸	۲۳/۷	۰/۵۹	۲۲۰	۷	۲۶	۴۴	۳۰	۰/۶۲	۰/۵۶	۱/۲	۲/۹	۱/۰۷	–	–
محمدیه(ورامین)	۸/۲	۶/۴	۱۶/۷	۰/۷۵	۳۶۰	۴/۲	۲۴	۴۶	۳۰	۳	۰/۷۳	۰/۷۱	۹/۸	۱/۸	۲۷۷	–
قوچان	۷/۶	۶/۰۶	۱۲/۶	۰/۷۳	۲۰۹	۸/۶	۲۹	۵۰	۲۱	۰/۶۸	۱/۰۲	۰/۵۱	۵/۳۲	۱/۷۴	۴۹۰	۴۶۲/۸
نیشابور	۸/۲	۲/۰۵	۲۱/۹	۰/۶۷	۱۶۱	۸	۳۷	۴۶	۱۷	۳/۲۸	۰/۸۴	۰/۹۲	۳/۲۸	۰/۷۸	۴۴۵	۱۵/۸
تایباد ۱	۷/۸	۷/۵۵	۱۷/۷	۰/۳۵	۱۹۶	۷/۶	۳۷	۴۰	۲۳	۰/۹	۰/۸	۰/۵۶	۳/۱۲	۲/۸۴	۵۰۵	۷۱۱
تایباد ۲	۷/۸	۱۰/۲۳	۱۹	۰/۶۳	۱۸۰	۷/۱	۲۳	۵۶	۲۱	۰/۸۴	۰/۷۶	۰/۳۸	۴/۰۴	۳/۰۶	۵۳۰	۱۱۱۷
سنقر	۷/۵۶	۱/۰۲	۳۷/۵	۰/۶۸	۳۶۰	۱۰/۸	۴/۰۲	۱/۳۲	۰/۷۰	۴/۲۰	۰/۴۲	۳۳۷/۵	۸/۸۵	–	–	–
کرمانشاه	۷/۷۳	۱/۳۹	۳۷/۵	۰/۶۴	۲۹۰	۲۲	۷/۳۴	۱/۷۶	۰/۸۶	۲	۰/۷	۹۲۵	۲۴/۵	–	–	–
کرمانشاه(روستای تپه‌لری)	۷/۸	۰/۶	۲۴	۱/۰۶	۴۹۰	۱۲/۲	–	–	رسی	۱۱/۵۶	۲/۸۲	۱/۵۴	۹/۲۰	۰/۵	۴۵۰	۱۴
هرسین (بلوردی)	۷/۷	۰/۷	۳۰	۱/۱۷	۴۴۰	۱۳/۸	–	–	رسی سیلتی	۷/۶	۱/۸۰	۰/۵۸	۱۴/۵	۰/۶	۲۶۸/۸	۴/۷۸

عملکرد دانه در مناطق مختلف

برای هر یک از مناطق، تجزیه واریانس نتایج عملکرد دانه و اجزای عملکرد و مقایسه میانگین عملکرد، جداگانه محاسبه گردید که نمونه آن در جدول ۴ و ۵ ارائه‌شده است. بر اساس نتایج میانگین مناطق، در سال اول بیشترین عملکرد دانه، از منطقه شاهین‌شهر اصفهان به مقدار ۶۳۶۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و کمترین عملکرد دانه نیز از مزرعه دیم استان گلستان در منطقه آق‌آباد به مقدار ۶۴۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در جمع‌بندی عملکرد کلیه مناطق در سال اول، میانگین عملکرد در تیمارهای کودی در کل کشور، ۳۲۹۶ کیلوگرم دانه در هکتار و در عرف زارع، ۲۷۲۱ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت این دو عملکرد، ۵۷۵ کیلوگرم دانه در هکتار بود (جدول ۶). بدین ترتیب ۲۴ درصد افزایش عملکرد در میانگین مناطق حاصل شد. بیشترین تفاوت عملکرد دانه بین توصیه کودی و عرف زارع، در منطقه جنوب خوزستان حاصل شد و پس از آن منطقه اصفهان و خراسان رضوی قرار داشت ولی بیشترین تفاوت بین توصیه کودی و عرف زارع از لحاظ عملکرد دانه، مربوط به منطقه داراب بود. در سال اول، کرمانشاه و آذربایجان شرقی کمترین افزایش عملکرد را نسبت به عرف زارع داشتند. در منطقه آذربایجان شرقی در منطقه هشترود افزایش دما در اواخر اسفند باعث شروع رشد گیاه جلوتر از میانگین منطقه شد ولی آب سد به‌موقع برای زارعین منطقه آزاد نشد. این امر باعث ایجاد تنش در گیاهان زراعی منطقه شد.

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد دانه و اجزای عملکرد در منطقه جنوب خوزستان

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	خورجین در بوته	دانه در خورجین
تیمار	۱	۴۱۹۲۶۳۶**	۰/۵۳**	۳۵۰۰**	۱۳/۷**
تکرار (مکان)	۶	۱۷۳۹۰*	۰/۰۳^{ns}	۲۶^{ns}	۱/۸^{ns}
مکان	۲	۸۶۲۸۷۱۸**	۰/۲۲*	۱۲۰۶۹**	۷۶**
مکان×تیمار	۲	۱۰۰۷۹۶**	۰/۱۱^{ns}	۹۳۹**	۰/۹۳^{ns}
ضریب تغییرات (٪)		۱/۹	۴/۵	۴	۴/۷

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد، ns غیر معنی‌دار

جدول ۵- نتایج تغذیه متعادل کلزا در مناطق مختلف جنوب استان خوزستان

نام منطقه	نام رقم کلزا	عملکرد دانه کیل گیری (کیلوگرم در هکتار)		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد خورجین در بوته		تعداد دانه در خورجین	
		تیمار کودی	شاهد	تیمار کودی	شاهد	تیمار کودی	شاهد	تیمار کودی	شاهد
حمیدیه	هایولا ۵۰	b۲۸۰۰	c۱۶۰۰	a۳/۵	a۳/۳	c۱۳۸	c۸۵	a۲۵	a۱۹
دشت آزادگان	هایولا ۴۲۰	c۱۸۳۰	d۱۱۶۰	a۳/۵۲	a۳/۳۷	b۱۸۹/۸	b۱۳۷/۷	a۲۴/۴	a۲۱/۷
بهبهان حومه	هایولا ۵۰	a۳۴۴۷	b۲۴۲۸	b۳/۴	b۲/۸	c۱۳۴	b۱۳۱/۷	b۱۷	b۱۵/۳
بهبهان دودانگه	هایولا ۵۰	a۴۴۸۰	a۳۲۸۷	b۳/۴۷	ab۳/۲۴	a۲۳۶/۷	a۲۰۶/۶	b۱۸/۳	b۱۷/۴
میانگین افزایش نسبت به شاهد		۱۰۲۱		۳/۲۹		۱۷۲/۵		۱۹	

*در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد

جدول ۶- افزایش عملکرد دانه با مصرف بهینه کود در مناطق مختلف کشور در سال اول

استان	عملکرد تیمار کودی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد عرف زارع (کیلوگرم در هکتار)-	میانگین اختلاف عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	افزایش عملکرد دانه نسبت به زارع (درصد)
خراسان رضوی	۲۹۹۹	۲۱۳۵	۸۶۴	۴۰
ورامین	۳۱۴۱	۲۳۴۱	۸۰۰	۳۴
آذربایجان شرقی	۳۵۷۵	۳۲۶۳	۳۱۲	۱۰
اصفهان	۴۲۱۵	۳۳۲۶	۹۰۰	۲۷
اردبیل (مغان)	۳۳۱۱	۲۷۲۷	۵۸۴	۲۱
بوشهر	۱۹۵۰	۱۶۸۵	۲۶۵	۱۶
خوزستان (اهواز)	۳۱۳۹	۲۱۱۹	۱۰۲۱	۴۸
خوزستان (دزفول)	۳۲۱۳	۲۸۳۴	۳۷۹	۱۳
کرمانشاه	۴۶۵۰	۴۳۳۰	۳۲۰	۷
گلستان	۱۸۹۷	۱۵۱۲	۳۵۲	۲۵
فارس	۴۲۱۶	۳۴۱۰	۷۸۳	۲۴
مازندران	۲۹۵۰	۲۳۸۳	۵۶۷	۲۴
میانگین سال اول کشور	۳۲۷۱	۲۶۷۲	۵۹۶	۲۴

در سال دوم میانگین عملکرد در تیمارهای کودی در کل کشور ۳۵۸۸/۴ کیلوگرم در هکتار و در عرف زارع ۲۷۹۷/۳ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت این دو عملکرد، ۸۷۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۷). بدین ترتیب ۲۷/۴ درصد افزایش عملکرد در میانگین مناطق حاصل شد. بیشترین تفاوت عملکرد دانه در منطقه جنوب خوزستان بود و پس از آن منطقه اصفهان قرار داشت. منطقه مغان کمترین افزایش عملکرد را نسبت به عرف زارع داشت. خرید و استفاده به‌موقع (مطابق مرحله فیزیولوژیکی رشد) و به مقدار مناسب از کودهای توصیه‌شده مطابق آزمون خاک و توجه به شرکت تولیدکننده کود به‌خصوص در مورد کودهای کم-مصرف و مواد محرک رشد و آبیاری به‌موقع، از مواردی بود که در میزان افزایش عملکرد مناطق در هر دو سال تأثیر داشت.

جدول ۷- درصد افزایش عملکرد دانه با مصرف بهینه کود در مناطق مختلف کشور در سال دوم

استان	عملکرد تیمار کودی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد عرف زارع (کیلوگرم در هکتار)	میانگین اختلاف عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به زارع
آذربایجان شرقی	۳۹۵۰	۳۲۹۲	۶۵۸	۲۰
اصفهان	۵۲۸۱	۳۵۳۱	۱۷۵۰	۴۹/۶
اردبیل (مغان)	۲۶۷۵	۲۴۰۰	۲۷۵	۱۱/۵
خوزستان (اهواز)	۴۰۵۲	۲۸۶۷	۱۱۸۵	۴۱/۳
خوزستان (دزفول)	۲۸۹۴	۲۳۵۹	۵۳۵	۲۲/۷
کرمانشاه	۳۷۴۵	۳۲۲۷	۴۶۸	۱۴/۵
گلستان	۲۵۲۲	۱۹۰۵	۶۱۷	۳۲
میانگین کشور	۳۵۸۸/۴	۲۷۹۷/۳	۷۸۴	۲۷/۴

در میانگین دو سال مناطق، افزایش عملکرد دانه در آذربایجان شرقی ۴۸۵ کیلوگرم در هکتار، مغان ۳۶۸، اصفهان ۱۳۲۵، جنوب خوزستان ۱۱۸۹، کرمانشاه ۳۹۴، دزفول ۴۵۷ و گلستان ۴۸۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به

عرف زارع مناطق بود. مشاهدات و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که مدیریت کود دهی در مزارع کلزای کشور می‌تواند بسیار مؤثر بوده و باعث افزایش عملکرد گردد. در میانگین دو سال، ۷۲۵ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد دانه و به عبارتی ۲۵/۷ درصد افزایش، نسبت به عرف زارع حاصل شد. خرید و استفاده به‌موقع (مطابق مرحله فیزیولوژیکی رشد) و به مقدار مناسب از کودهای توصیه‌شده مطابق آزمون خاک و توجه به شرکت تولیدکننده کود بخصوص در مورد کودهای کم‌مصرف و مواد محرک رشد و آبیاری به‌موقع از مواردی بود که در میزان افزایش عملکرد مناطق در هر دو سال تأثیر داشت.

نسبت فایده به هزینه

برای محاسبه نسبت فایده به هزینه از جدولی مشابه جدول ۸ برای مناطق استفاده شد. نسبت فایده به هزینه در مناطق مختلف با توجه به عملکردهای حاصله به خصوصیات خاک و مقدار کود مصرفی، بستگی داشت. این نسبت بر اساس هزینه کودهای مصرفی در دو تیمار و قیمت دانه کلزا در دو تیمار توصیه کودی و شاهد محاسبه شد (فنایی و غفاری مقدم، ۱۳۹۵). بیشترین مقدار نسبت فایده به هزینه مربوط به منطقه نیشابور (۲۶/۵۲) و داراب (۲۲/۳۱) و کمترین آن مربوط به مناطق بوشهر (۰/۲۸)، شوش منطقه حر ریاحی (۰/۴۱) و هشترود آذربایجان شرقی (۰/۴۲) بود. مقدار این نسبت به‌طور میانگین در آذربایجان شرقی ۳/۵۶، در اصفهان ۴/۵۶، در مغان ۲/۹۲، بوشهر ۰/۲۸، ورامین ۵/۴۹، خراسان رضوی ۱۵/۷، جنوب خوزستان ۷/۵۶، شمال خوزستان ۳/۹۳، کرمانشاه ۳/۶، گلستان ۴/۸۷ و در فارس ۱۰/۱۵ بود که میانگین این نسبت برای تمام مناطق ۵/۶۹ بود.

جدول ۸- بررسی اقتصادی کاربرد کود در تیمار کودی توصیه‌شده در مقایسه با تیمار شاهد در منطقه اصفهان

نام منطقه	نام رقم کلزا	عملکرد دانه (۱) (کیلوگرم در هکتار)		افزایش عملکرد تیمار کودی (۲) (کیلوگرم در هکتار)	درآمد حاصل از افزایش عملکرد (۳) (تومان)	تفاضل هزینه کودهای مصرفی در تیمار کودی با تیمار شاهد (۴) (تومان)	نسبت فایده به هزینه (ستون ۳ تقسیم بر ستون ۴)
		تیمار	شاهد				
تیران	دانوب	۴۳۹۹	۳۵۶۳	۸۳۶	۲۳۹۵۱۴۰	۶۱۸۵۰۰	۳/۸۷
شاهین‌شهر	نپتون	۶۳۶۰	۴۸۸۷	۱۴۷۳	۴۲۲۰۱۴۵	۷۹۰۰۰۰	۵/۳۴
کاشان	اسمیلاو	۱۸۸۷	۱۵۲۷	۳۶۰	۱۰۳۱۴۰۰	۲۶۸۵۰۰	۳/۸۴
میانگین منطقه		۴۲۱۵	۳۳۲۵	۸۹۰	۲۵۴۸۸۹۵	۵۵۹۰۰۰	۴/۵۶

جمع‌بندی نهایی

نتایج نشان داد که با کاربرد دستورالعمل توصیه بهینه کودی می‌توان به‌طور متوسط، ۲۵/۷ درصد بر تولید کلزای کشور افزود. در دو سال اجرای پروژه، عناصر فسفر و روی بیشترین درصد کمبود را در بین عناصر غذایی داشتند. البته با توجه به کمبود مواد آلی خاک در خاک‌های مزارع کشور نمی‌توان جایگاه خاص نیتروژن را مدنظر قرار نداد.

انجام آزمون خاک به‌منظور مصرف متعادل کودها، کاربرد مواد آلی در مزارع کلزا به‌خصوص در مناطق سرد مواجه با تنش سرما، توجه به مقدار و به‌ویژه مراحل مصرف کود نیتروژنی برای کلزا بسیار حیاتی است. مصرف کود پایه نیتروژنِ در کشت کلزا در مناطق سرد حذف نگردد. حذف نیتروژن در مرحله اولیه رشد، باعث تأخیر در رشد و دیر رسیدن گیاه به مرحله ۸-۶ برگی و افزایش احتمال

سرمازدگی خواهد شد. در سرک‌ها، اوره همراه با سولفات آمونیوم مصرف گردد. پتاسیم از منابع محلول مثل سولو پتاس همراه با سرک نیتروژن در مراحل خروج از روزت و شروع ساقه دهی که دارای روز گرم و شب سرد است مصرف شود. مصرف کود فسفره در مناطق سرد برای رشد اولیه مناسب اندام هوایی و ریشه و افزایش تحمل به تنش سرما ضروری است. درصورتی‌که در مرحله پیش کشت، کود فسفره از منبع و مقدار مناسب مصرف نشود، در مرحله چهار برگی و یا خروج از روزت، کمبود با کودآبیاری یا محلول‌پاشی از منابع محلول می‌تواند جبران گردد. در غیر این صورت افزایش احتمال سرمازدگی، کاهش گلدهی و عملکرد دانه وجود دارد. برای باز توانی کلزا پس از وقوع سرمازدگی، بهتر است برای جبران از بین رفتن اندام هوایی گیاه، پس از شروع رشد در اواخر زمستان، نسبت به مصرف نیتروژن و پتاسیم اقدام گردد. در این وضعیت برای جبران خسارت حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد نیتروژن بیشتر، نسبت به شرایط عادی مصرف گردد تا حرکت گیاه تسریع گردد. محلول‌پاشی ترکیبات حاوی عناصر کم‌مصرف نیز مفید خواهد بود. در صورت بروز تگرگ، کوددهی تکرار و آبیاری مجدد انجام گیرد. در مناطقی مثل گلستان، بذر مال نمودن با مواد کودی مناسب و در صورت امکان، انجام یک مورد آبیاری حتی با آب‌های کمی شور (چهار تا شش دسی زیمنس بر متر) در مرحله گلدهی می‌تواند باعث کاهش خسارت تنش خشکی و عدم خورجین‌دهی گردد. در خاک‌های شور این منطقه، محلول‌پاشی با کود کامل کم‌مصرف بدون بور توصیه می‌گردد. در اراضی شالیزاری (کشت کلزا به‌جای برنج)، مقدار نیتروژن و فسفر ۱۰- ۱۵ درصد بیشتر مصرف گردد. در اراضی دچار آب ماندگی به علت عدم امکان تردد در مرحله مصرف سرک کودها، برای جبران، از محلول‌پاشی کودها استفاده گردد (پس از رفع غرقابی).

غیر از نکات کودی اشاره‌شده در قسمت قبل، مواردی مثل بسترسازی مناسب قبل از کشت، رعایت تاریخ مناسب کاشت، تراکم مناسب بوته و ممانعت از تراکم زیاد بوته در واحد سطح (در اکثر موارد تراکم زیاد در نقاط مختلف کشور از جمله خوزستان، مازندران، تایباد و ... مشاهده می‌شود)، مبارزه با علف‌های هرز و استفاده از علف‌کش‌های پیش رویشی، به‌جای استفاده از ردیف‌کار و یا دیسک درکشت کلزا، از بذرکار ریزدانه کار استفاده گردد. انجام آبیاری صحیح و هماهنگی دوره کوددهی با مصرف آبیاری و جلوگیری از غرقاب کردن مزرعه، کنترل شته مومی، هماهنگی بین کارشناسان مزارع، محققین و نیز زارعین برای انجام توصیه صحیح کودی، در مقدار تولید مزارع مؤثر است.

فهرست منابع

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۷. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات، تهران، ایران.

۲. بایبوردی ا .۱۳۹۹. مقایسه تغذیه گیاه کلزا در ایران با سایر کشورها. شماره۱۸، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت علمی و فناوری، نشر آموزش کشاورزی، تهران، ایران.

۳. رضایی، ح، ف. فائزنیا، ک. میرزا شاهی، ح. حقیقت‌نیا، ه. نقوی، م. افضلی، ه. کشاورزی شیرازی، ق. مرادی، م. کلهر، م. فروهر، ع. مرشدی و ف. نورقلی‌پور. ۱۳۹۱b. بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف و سرک پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۴. رضایی، ح، ک. میرزاشاهی، ح. حقیقت‌نیا، ن. منتجبی، ا. بای‌بوردی، م. زلفی، ا. اخیانی، ا. رستمی، م. کلهر، م. ع. قنبرپوری، م. اسماعیلی، ک. صیادیان و ف. نورقلی‌پور. ۱۳۹۱c. تعیین میزان و زمان مصرف ازت در زراعت کلزا. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۵. رضایی، ح، ن. منتجبی، ک. صیادیان، ح. حقیقت نیا، س. سلیم‌پور، م. کلهر، ا. کاویانی، م. افضلی‌چالی، م. عو قنبر پوری، ا. محمدزاده، و ف. نورقلی‌پور. d ۱۳۹۱. بررسی میزان و روش مصرف فسفر در زراعت کلزا. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۶. شیرانی راد، ا، ب. علیزاده، ح. امیری اوغان، ح. جبّاری، ع. کیهانیان، س. رحمانپور، ف. نورقلی‌پور، ا. ایوانی، ه. ملک احمدی، ر. رضوی. ۱۳۹۹. دستورالعمل فنی تولید کلزا در کشور. موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، نشریه شماره ۵۷۸۵۵، کرج، ایران.

۷. عبادی ف. ۱۳۹۴. تحلیل و مقایسه سبد غذایی مطلوب ایران با وضعیت تولید محصولات کشاورزی غذایی طی سال های برنامه ششم توسعه و افق ۱۴۰۴. موسسه پژوهش های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۸. عبدی ف.، ز. عطاردی کاشانی، پ. میرمیران و ت. استکی. ۱۳۹۴. بررسی و مقایسه الگوی مصرف غذایی در ایران و جهان: مقاله مروری. مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا، جلد ۵ شماره ۲، ۱۶۷-۱۵۹.

۹. فنایی ح. ر. و ز. غفاری مقدم. ۱۳۹۵. تحلیل اقتصادی توابع تولید برای کلزا و خردل در شرایط کم آبیاری در منطقه سیستان. پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۰، شماره ۳، ۳۵۹-۳۴۷.

۱۰. نورقلی‌پور، ف، ج. قادری، ک. میرزاشاهی، م. ع. خودشناس، م. افضلی و م. صلاحی. ۱۳۹۵. بررسی کارایی ارقام مختلف کلزا از لحاظ جذب فسفر. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۱۱. نورقلی‌پور، ف، ح. رضایی، ک. میرزاشاهی، ح. حقیقت‌نیا، م. رمضانپور، م. ح. ارزانش، ه. اسدی‌رحمانی، م. میرزاپور، ص. زمانی، ر. محمدی‌کیا و م. افضلی. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۱۲. نورقلی‌پور، ف، ع. جعفرنژادی، ی. محمدنژاد، م. پسندیده، س. سلیم پور، م. ح. ارزانش، م. افضلی، ا. اسدی-جلودار، ا. بایبوردی، ن. منتجبی، م. زلفی‌باوریانی، پ. کشاورز، ک. میرزا شاهی، ج. قادری، م. حسینی و م. سیلسپور. ۱۳۹۹. تغذیه تلفیقی کلزا در برخی از مزارع مناطق گرم و سرد کشور (پایلوت تغذیه کلزا). گزارش نهایی، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۱۳. نورقلی‌پور، ف، م. صادقی‌مطلق، ی. محمدنژاد، م. محمدی، ا. قاسمی، م. رجایی، ر. مطلبی‌فر، ع. منتظری و ک. میرزاشاهی.۱۳۹۰. بررسی تاثیر مصرف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد دانه و روغن کلزا. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

14. Ahmad, A., I. Khan, N. A. M. Anjum, I. Diva, M. Z. Abdin, M. Iqbal. 2005. Effect of timing of sulfur fertilizer application on growth and yield of rapeseed. Journal of Plant Nutrition, 28(6): 1049-1059.

15. Bleiholder, H., E. Weber, P. Lancashire, C. Feller, L. Buhr, M. Hess and R. Klose. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants, BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.

16. Daun, J. K., M. N. Eskin, and D. Hickling. 2015. Canola: chemistry, production, processing, and utilization. Elsevier.
17. De Roo, N., J. A. Andersson, and T. J. Krupnik. 2019. On-farm trials for development impact? The organisation of research and the scaling of agricultural technologies. Experimental Agriculture, 55(2): 163-184.
18. Elferjani, R. and R. Soolanayakanahally. 2018. Canola responses to drought, heat, and combined stress: shared and specific effects on carbon assimilation, seed yield, and oil composition. Frontiers in plant science, 9: 1-17.
19. FAO. 2017. Agricultural Data, FAOSTAT. Available at Food and Agriculture Organization of the United Nations. Http: //faostat.fao.org/faostat/collections.
20. Jones, C. and K. Olson-Rutz. 2016. Soil nutrient management for canola. EB0224. Montana State University Extension, Bozeman, MT. https://agresearch.montana.edu/wtarc/producerinfo/agronomy-nutrient-management/Canola/MSUExtensionBulletin.pdf.
21. Kirkby, R.A. 1986. Uses of on-farm trials in a crop improvement program. Paper presented at the Pigeonpea Workshop Nairobi, Kenya, 8-11 Apri1, 1986. https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/8001/68586.pdf?sequence=1.
22. Koenig, R.T., W.A. Hammac and W.L. Pan. 2011. Canola growth, development, and fertility. Pullman, WA: Washington State University Extension. http://pubs.cahnrs.wsu.edu/publications/wp-content/uploads/sites/2/publications/fs045e.pdf.
23. Licht M. and M. Witt. 2019. Integrated crop management, Conducting On-Farm Trials. Iowa state university, extension and outreach. https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2019/03/conducting-farm-trials.
24. Pretty, J. and Z.P. Bharucha. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. Annals of botany, 114(8): 1571-1596.
25. Ren, T., J. Zou, J. Lu, F. Chen, J. Wu and X. Li. 2015.On-farm trials of optimal fertilizer recommendations for the maintenance of high seed yields in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) production. Soil Science and Plant Nutrition, 61(3): 528-540.
26. Rose, T.J., Z. Rengel, Q. Ma, and J. Bowden, 2009. Phosphorus accumulation by field-grown canola crops and the potential for deep phosphorus placement in a Mediterranean-type climate. Crop and Pasture Science, 60(10: 987-994.
27. Suzer, S. 2015. Effects of plant nutrition on canola (*Brassica napus* L.) growth. Trakya University Journal of Natural Sciences, 16(2): 87-90.

Comparison of farmer-specific fertilization method and the recommended combined fertilization in parts of Iran

F. Nourgholipour[1&6*], S. Tohidloo[2&6], A. Jafar Nejadi[4&7], Y. Mohammad Nejad[1&7], K. Mirza Shahi[1&7], J. Ghaderi[1&7], M. H. Arzanesh[1&7], M. Pasandideh[1&6], A. Baybordi[4&7], N. Montajabi[1&7], M. Zulfi Bavariani[1&7], P. Keshavarz[4&7], M. Silaspur[1&7], P. Izadi[3], Sh. Sedighi[3], N. Davatgar[4&6], A. R. Mohajer[3], M. Dadivar[5&7], and S. M. Hosseini[4&7]

1- Research Assistant Prof., Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
2- Senior expert of Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran.
3- Expert of Oilseeds Office, Ministry of Jihad-Agriculture, Tehran, Iran.
4- Associate Prof. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
5- Instructor of Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
6- Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization.
7- Agricultural and Natural Resource Research centers, Agricultural Research, Education and Extension organization.

Received: August 2021 and Accepted: August 2022

Abstract

A national project was carried out in 10 provinces in order to compare the fertilization method of farmers with the integrated method of soil fertility recommendation for canola plants. The experiment included 54 farms in the provinces of Golestan, Mazandaran, Khuzestan (Dezful), Khuzestan (Ahvaz), Ardabil (Maghan), East Azerbaijan, Isfahan, Bushehr, Khorasan Razavi, Kermanshah, Fars and Varamin regions. These areas consisted of a wide range of canola cultivation regions, climatic conditions and a different range of soil characteristics. In a part of selected fields, fertilization was recommended based on the soil test (optimal use of fertilizers) and in the other half of the fields, application was according to the traditional method of the farmer in the region. At the end of the growth stage, the seed yield of treatments was compared in each province and in each region. According to the results, phosphorus had the highest percentage of deficiency in the soil of the fields, and among the micro nutrients, the highest deficiency was related to the zinc element. On average, the increase in grain yield of first year was 600 kg ha^{-1} or 24%, compared to the conventional treatment. In the second year, the increase in grain yield was 784 kg ha^{-1} or 27.4%. For the average of two years, the amount of 692 kg ha^{-1} or 25.7% increase in grain yield was obtained. The benefit to cost ratio of different regions depended on the characteristics of the soil and the amount of used fertilizers. The highest value of this ratio was obtained from the region of Neishabur (26.52) and Darab (22.31. The lowest was obtained from Bushehr (0.28). The results showed that the consumption of fertilizers with considering the time, quantity, source and method of application will improve the yield of canola in all regions.

Keywords: Canola, Fertilizer recommendation, Main cultivation areas, Nutrients, On-farm trial

∗- Corresponding author: Soil & Water Research Institute, Imam Khomeini Blvd., Meshkin Dasht Road , Standard Square, Karaj, I.R.Iran.**nourfg@yahoo.com**