



واکنش عملکرد و کیفیت دانه کلزا به منابع مختلف کود دامی، کمپوست و بیولوژیک در منطقه کردستان

* خسرو محمدی^۱، بابک پاساری^۱، اسعد رخصادی^۱، امیر قلاوند^۲

مجید آقا علیخانی^۲ و مختار اسکندری^۳

^۱عضو هیات علمی گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج، ^۲عضو هیات علمی گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس، مدرس، ^۳دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

به منظور بررسی تأثیر منابع مختلف کود دامی، کمپوست و بیولوژیک بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا رقم طلایه، یک آزمایش مزرعه‌ای طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در منطقه کردستان انجام گردید. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. دو مکان با بافت خاک متفاوت شامل ایستگاه تحقیقات کشاورزی گریزه (S1) و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج (S2) به عنوان عامل اصلی، پنج راهبرد تامین کود پایه شامل کود دامی (N1)، کمپوست (N2)، کود شیمیایی (N3)، کمپوست + کود دامی (N4) و کمپوست + کود دامی + کود شیمیایی (N5) به عنوان عامل فرعی تعیین شدند و چهار ترکیب کودهای زیستی شامل: باکتری باسیلوس و سودوموناس (B1)، قارچ تریکودرما (B2)، باکتری باسیلوس و سودوموناس + قارچ تریکودرما (B3) و تیمار شاهد (B4) به عنوان سطوح عامل فرعی فرعی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که مکان و منابع مختلف کودی و اثرات متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه دارد. افزودن هم‌زمان کود دامی، کمپوست و کودهای زیستی به بافت خاک لوم رسی در ایستگاه گریزه باعث تولید بیشترین عملکرد دانه (۶۶۰ کیلوگرم در هکتار) گردید. کاربرد هم‌زمان کود دامی و کمپوست بیشترین درصد اسیدهای چرب اسیدلینولئیک (۲۲/۹ درصد) و اسیداولئیک (۶۱/۵ درصد) را تولید نمود. در نهایت تیمار L1N5B3 که در آن کمپوست، کود دامی، شیمیایی و کودهای زیستی به‌طور هم‌زمان در ایستگاه گریزه با بافت خاک لوم رسی مورد استفاده قرار گرفته بود در مقایسه با سایر تیمارها، تیمار برتر شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، کود آلی، کود شیمیایی، روغن، کلزا.

* مسئول مکاتبه: kh.mohammadi@modares.ac.ir

مقدمه

کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) یکی از مهمترین دانه‌های روغنی می‌باشد. کلزا پس از سویا و نخل روغنی سومین منبع تولید کننده روغن می‌باشد (راسک و همکاران، ۲۰۰۶). نحوه تغذیه کلزا یکی از عوامل تاثیرگذار بر عملکرد دانه، درصد روغن و کیفیت دانه آن می‌باشد. روغن کلزا تنها روغن خوراکی است که حاوی اسیدهای چرب گوگرددار است. قسمت عمده ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا را اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل می‌دهد (اوهارا و همکاران، ۲۰۰۹). میزان و نوع کودهای مورد استفاده در تغذیه کلزا از عوامل موثر بر کیفیت روغن می‌باشد (اسری و اسکریسبریک، ۱۹۹۵). استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریعترین راه برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد، اما هزینه‌های زیاد مصرف کودهای شیمیایی، ایجاد آلودگی، تخریب محیط زیست و خاک نگران کننده می‌باشد. این در حالی است که توسعه کاربرد منابع گیاهی و دامی قابل تجدید و منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های بیولوژیک، مواد آلی خاک، سلامت بوم نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (زایدی و همکاران، ۲۰۰۳).

مواد آلی به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی و بیولوژیک خاک دارند به عنوان یکی از ارکان تغذیه گیاه و باروری خاک شناخته شده‌اند. کودهای آلی مهم‌ترین عامل فراهمی ماده آلی در ریزوسفر گیاه می‌باشند (تجادا و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسپارک، ۲۰۰۳). کودهای آلی علاوه بر نقش تغذیه‌ای، در بهبود کیفیت محصولات، خواص فیزیکی و افزایش فعالیت بیولوژیک خاک تأثیر معنی‌داری دارند. استفاده از کمپوست و کودهای دامی به افزایش ماده آلی، عناصر معدنی، بهبود ساختمان خاک و عملکرد دانه منتهی می‌شود (محمدی و همکاران، ۲۰۰۷؛ کارتنی و مولن، ۲۰۰۸). کیلینگ و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که استفاده از کمپوست کشاورزی به افزایش طول ریشه، ماده خشک کل، جذب نیتروژن و عملکرد دانه کلزا منجر می‌گردد.

فسفر یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان زراعی است که قابلیت جذب آن به دلیل تثبیت توسط یون‌های معدنی نظیر آلومینیوم، آهن و کلسیم به شدت کاهش می‌یابد (گاور و همکاران، ۱۹۸۰). باکتری‌های *Bacillus lentus* و *Pseudomonas putida* باعث آزاد سازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌گردند (گاور و همکاران، ۱۹۸۰؛ رودرش و همکاران، ۲۰۰۵). جوتور و ردی (۲۰۰۷) تأثیر مثبت این باکتری‌ها در حلالیت فسفر را به اثبات رساندند. علاوه بر توانایی حل کنندگی

فسفات، این باکتری‌ها با خاصیت ضد پاتوژنی باعث کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک و تحریک رشد رویشی گیاه نیز می‌شوند (سیندهو و همکاران، ۲۰۰۲؛ روساس و همکاران، ۲۰۰۶). یکی دیگر از ریزجاندارانی که در حال حاضر به عنوان یک قارچ‌کش زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد قارچ *Trichoderma sp.* می‌باشد (ایلاد، ۲۰۰۰). این کود زیستی علاوه بر توانایی مبارزه بیولوژیک بر علیه پاتوژن‌ها، به‌عنوان یک محرک رشد نیز محسوب می‌گردد.

به‌طور کلی فراهی عناصر غذایی، روش و میزان کود دهی در زراعت هر محصولی اثرات متقابلی با بافت خاک آن مزرعه دارد. بافت خاک از طریق تاثیر بر میزان نگهداری و جذب عناصر غذایی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رطوبت تاثیر مستقیمی بر مدیریت کود دهی در زراعت هر محصولی دارد (اسپارک، ۲۰۰۳). بافت خاک با تاثیر بر تغذیه گیاه می‌تواند بر رشد گیاه و عملکرد دانه تاثیر گذار باشد (کویروگا و همکاران، ۲۰۰۶؛ وکیل و همکاران، ۲۰۰۵). در این آزمایش نیز تاثیر منابع مختلف کودی و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا ارزیابی شد، تا بتوان براساس آن مدیریت مناسب کود دهی را در زراعت کلزا اعمال نمود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در دو مکان ایستگاه تحقیقات کشاورزی گریزه (استان کردستان) و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج که در فاصله ۸ کیلومتری یکدیگر قرار داشتند بررسی گردید. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. دو مکان با بافت خاک متفاوت شامل ایستگاه تحقیقات کشاورزی گریزه (L1) و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج (L2) به عنوان عامل اصلی، کود پایه در ۵ سطح شامل: ۲۰ تن کود دامی (گاوی) در هکتار (N1)، ۱۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار (N2)، کود شیمیایی شامل ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل + ۱۵۰ کیلوگرم اوره و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار (N3)، ۵ تن کمپوست زباله شهری + ۱۰ تن کود دامی (N4) و ۵ تن کمپوست زباله شهری + ۱۰ تن کود دامی + ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل + ۷۵ کیلوگرم اوره + ۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار (N5) به‌عنوان عامل فرعی تعیین شدند. همچنین چهار ترکیب

کود زیستی شامل باکتری باسیلوس لتتوس^۱ و سودوموناس پوتیدا^۲ (B1)، قارچ تریکودرما هارزیانوم^۳ (B2)، باکتری باسیلوس و سودوموناس + قارچ تریکودرما (B3) و تیمار شاهد بدون تلقیح با قارچ و باکتری (B4) به عنوان سطوح عامل فرعی - فرعی در نظر گرفته شدند.

به منظور آگاهی از وضعیت عناصر غذایی در واحدهای آزمایشی قبل از کشت از خاک هر دو محل انجام آزمایش نمونه برداری به عمل آمد و در آزمایشگاه خاک و آب استان کردستان تجزیه گردید (جدول ۱). در این آزمایش نیتروژن کل با استفاده از روش کجلدال (برمنر و مولوانی، ۱۹۸۲)، فسفر قابل جذب به روش اولسن و همکاران (۱۹۵۴)، بافت خاک بر اساس روش هیدرومتر (جی و باوور، ۱۹۷۹)، EC و pH عصاره اشباع خاک بر اساس روش اسمیت و دوران (۱۹۹۶) و پتاسیم قابل جذب با استفاده از عصاره گیر استات آمونیوم و بر اساس روش کارتر (۱۹۹۳) اندازه گیری شد. کود دامی و کمپوست مورد استفاده قبل از مصرف بر اساس روش کارتنی و مولن (۲۰۰۸) تجزیه گردید تا درصد عناصر آن مشخص گردد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه قبل از کاشت

مکان	بافت خاک	EC دسی زیمنس بر متر	pH	شن سیلت رس (درصد)	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مکان	
								لومی شنی	لومی رسی
دانشگاه آزاد سنندج		۱/۲	۷/۴	۵۳	۳۲	۱۵	۰/۱۱	۸/۲	۲۸۵
ایستگاه گریزه		۱/۱۵	۷/۶	۲۸	۴۲	۳۰	۰/۱۶	۱۰/۴	۳۰۷

- 1- Bacillus lentus
- 2- Pseudomonas putida
- 3- Trichoderma harzianum

جدول ۲- تجزیه عناصر موجود در کود دامی و کمپوست مورد استفاده

مس	گوگرد	روی	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیترژن	pH	
۲۵	۶۵۹	۲	۱۱۰۰	۷۴۵	۰/۳۱	۰/۴۹	۰/۴۷	۷/۴۵	کود دامی
۲۹۵	۲۱۰۶	۱۲	۱۸۹۰	۱۹۵۰	۰/۵۱	۱/۱۵	۰/۷	۷/۲	کمپوست

بذر کلزا رقم طلایه با فاصله خطوط ۳۰ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۵ سانتی متر، در خطوطی به طول ۸ متر در تاریخ ۲۰ شهریور در ایستگاه گریزه و ۲۵ شهریور در دانشگاه آزاد کشت گردید. متناسب با هر یک از سطوح عامل فرعی فرعی بذور کلزا قبل از کشت با باکتری باسیلوس، سودوموناس، قارچ تریکودرما و یا ترکیبی از آنها تلقیح شدند. جهت تلقیح هر کیلوگرم بذر کلزا با ۷۰۰ میلی لیتر آب و ۲۰۰ گرم شکر مرطوب گردید و سپس باکتری و قارچ به آن اضافه شد و پس از خشک شدن در سایه کشت گردید. باکتری‌های باسیلوس سویه P5 و سودوموناس سویه P13 از شرکت زیست فناور سبز (کود بارور ۲ که حاوی 10^8 اندام فعال باکتری در هر گرم بود) و قارچ تریکودرما سویه T39 از موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی وزارت جهاد کشاورزی تهیه گردید. در پایان فصل عملکرد دانه در سطحی معادل دو متر مربع در تمام واحدهای آزمایشی اندازه‌گیری شد. ابعاد کرت‌های اصلی ۶۰×۸ متر، فرعی ۱۰×۸ متر و کرت‌های فرعی فرعی ۸×۲ متر بود. نیترژن دانه با استفاده از روش کج‌دال و گوگرد دانه با روش سدیم پراکسید و بر اساس استانداردهای AOAC (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شد. محتوی روغن دانه با استفاده از روش استاندارد سوکسله و به کمک حلال متانول-کلروفرم تعیین گردید. تعیین ترکیب اسیدهای چرب به وسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل IGO 120 DFL انجام گرفت (احمد و عابدین، ۲۰۰۰). جهت تعیین محتوی کلروفیل برگ از دستگاه Spad-520 ساخت کمپانی مینولتای ژاپن استفاده گردید. بدین منظور از هر کرت پنج بوته انتخاب گردید و کلروفیل شش برگ در هر بوته قرائت و میانگین‌گیری شد. داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها برای سهولت در محاسبه‌های ریاضی در صفحات گسترده برنامه Excel ثبت شدند و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق روش تجزیه واریانس (PROC ANOVA) از برنامه آماری SAS استفاده شد (ساس، ۲۰۰۳). مقایسه میانگین‌های صفات نیز به روش LSD انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مکان و منابع مختلف کودی و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه دارد (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل کودهای پایه \times زیستی (شکل ۱) مشخص شد که تیمار N5B3 نسبت به سایر تیمارها از نظر عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌داری دارد. در توجیه این مطلب می‌توان اظهار داشت که منابع آلی با بهبود وضعیت فیزیکی خاک و کود شیمیایی با بهبود عناصر غذایی باعث بهبود فعالیت قارچ و باکتری‌های بکار رفته گردید و دسترسی گیاه به عناصر غذایی افزایش یافت. به موازات رفع نیاز فسفر و نیتروژن گیاه توسط کود شیمیایی و کودهای زیستی اضافه نمودن کود دامی و کمپوست باعث فراهمی عناصر کم مصرف برای گیاه گردید. ارهاوت و هارتل (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که استفاده از کمپوست زباله شهری منجر به افزایش فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم قابل دسترس گیاه می‌گردد. از طرف دیگر کمپوست مورد استفاده در این آزمایش حاوی درصد گوگرد (S) نسبتاً بالایی بود. گوگرد از عناصری است که کلزا نسبت به آن عکس العمل مثبت نشان می‌دهد (اسری و اسکریسبریک، ۱۹۹۵، ژاو و همکاران، ۱۹۹۷). اضافه نمودن کودهای آلی علاوه بر تامین عناصر غذایی با بهبود خواص فیزیکی خاک شرایط مناسبی را برای رشد و توسعه ریشه فراهم می‌نمایند (محمدی و همکاران، ۲۰۰۷، صباحی و همکاران، ۲۰۰۸). باکتری‌های حل‌کننده فسفات با ترشح اسیدهای آلی و فسفاتاز باعث آزاد سازی عناصر از کمپلکس‌های موجود در خاک می‌گردند و دسترسی گیاه به عناصر غذایی افزایش پیدا می‌کند (رودرش و همکاران، ۲۰۰۵؛ جوتور و ردی، ۲۰۰۷). افزایش ماده آلی ناشی از کاربرد کود دامی و کمپوست فعالیت باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ تریکودرما را افزایش داد و این فعالیت بهبود عملکرد دانه را منجر گردید. به نحوی که تیمار N4B3 افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه نسبت به تیمار N3B3 داشت.

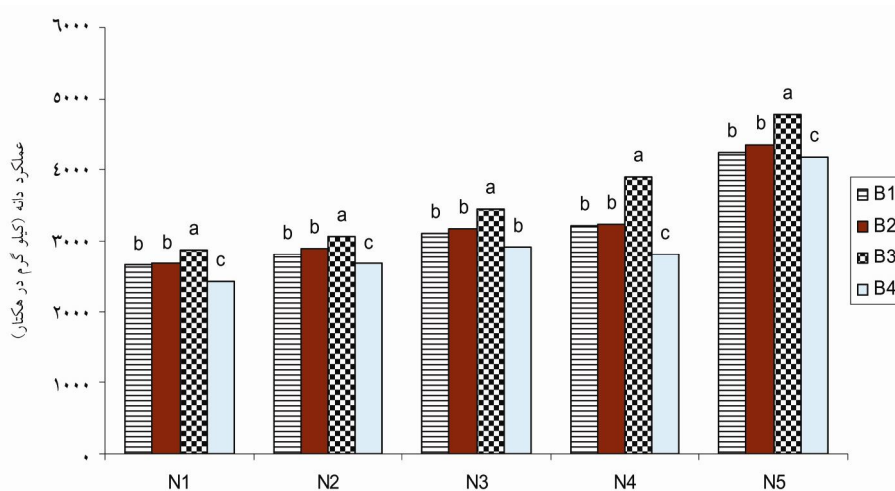
جونز و داراه (۱۹۹۶) نیز در آزمایش خود نشان دادند که اسیدهای آلی آزاد شده از ریز جاندارانی نظیر باسیلوس و سودوموناس علاوه بر فسفر، منجر به آزاد سازی منگنز، روی، آهن و منیزیم از کمپلکس‌های موجود در خاک می‌گردند. آنان اظهار داشتند که حلالیت فسفات در خاک در حضور اسیدهای آلی تا ۱۰۰۰ برابر افزایش می‌یابد. بنابراین فراهمی مواد غذایی بر اثر وجود کودهای زیستی یکی از دلایل افزایش عملکرد می‌باشد. ستار و گاوری (۱۹۸۷) نیز افزایش عملکرد و تحریک رشد را به علت تولید اکسین و جیبرلین توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات گزارش نمودند. حالت آنتاگونیستی قارچ تریکودرما با اغلب عوامل بیماری‌زا گزارش شده است (وینال و همکاران، ۲۰۰۸).

خسرو محمدی و همکاران

جدول ۳ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه، کلروفیل و عناصر معدنی دانه کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	کلروفیل	نیترژن دانه	گوگرد دانه	نسبت نیترژن به گوگرد
بلوک (تکرار)	۲	۳۲۰۴۸۷ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۷۶*	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
مکان	۱	۱۲۲۲۵۸۹**	۸/۶ ^{ns}	۷۹/۶*	۶/۱۱**	۳/۷۸**
خطای a	۲	۲۲۶۶۹۲	۶/۴	۸۳	۰/۰۹	۰/۲۸
کود پایه	۴	۹۵۶۹۸۸۴**	۳۱۰**	۱۸۲**	۹/۵۹**	۲۹/۳**
کود پایه در مکان	۴	۴۶۹۶۹۹**	۳/۹ ^{ns}	۸۵/۵*	۱۲/۱**	۰/۷۸*
خطای b	۱۶	۲۰۸۴۱	۲۱/۳	۶/۴	۱/۱	۰/۱۲
کودزیستی	۳	۲۱۳۶۹۳۳**	۲۹۱**	۱۹۲/۶**	۶/۹۴**	۲۱/۲۳**
کودزیستی در مکان	۳	۹۳۵۶۸۴**	۹/۲۶ ^{ns}	۱۰/۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۷۵ ^{ns}
کودزیستی در کود پایه	۱۲	۸۵۰۲۶۵*	۶/۷۵ ^{ns}	۲۰۶/۱ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۹/۶۵*
زیستی در پایه در مکان	۱۲	۹۶۹۸ ^{ns}	۲/۹۵ ^{ns}	۱۲/۰۵*	۰/۰۰۱۴ ^{ns}	۰/۱۵*
خطای آزمایشی	۶۰	۱۰۵۳۶۲	۱۱/۳۷	۱۲/۰۷	۰/۰۹۲	۰/۹۳
ضریب تغییرات	-	۱۱/۴	۱۰/۸	۹/۶	۳/۳	۹/۲

^{ns}، ** و * به ترتیب نشانه عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر اثر متقابل کود زیستی و کودهای پایه

(کود دامی (N1)، کمپوست (N2)، کود شیمیایی (N3)، کمپوست + کود دامی (N4)، کمپوست + کود دامی + کود شیمیایی (N5) و باکتری باسیلوس و سودوموناس (B1)، قارچ تریکودرما (B2)، باکتری باسیلوس و سودوموناس + قارچ تریکودرما (B3) و تیمار شاهد (B4))

افزایش عملکرد دانه را می‌توان به کاهش عوامل بیماری‌زا نسبت داد. از طرف دیگر بیشتر استرین‌های تریکودرما، محیط اطرافشان را به وسیله ترشح اسیدهای آلی مثل اسیدگلوکونیک، اسیدفوماریک و اسیدسیتریک، اسیدی می‌کنند. این اسیدهای ارگانیک قادر به حل فسفات، کاتیون‌های ریزمغذی شامل آهن، منگنز و منیزیم می‌باشند، بنابراین استفاده از قارچ تریکودرما باعث افزایش حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش تولید محصول می‌گردد. به نظر می‌رسد وجود باکتری‌های آزاد کننده فسفر با افزایش دسترسی به عناصر غذایی و قارچ تریکودرما با کاهش عوامل بیمارگر و تنش‌زا به افزایش عملکرد دانه منجر شده است. رودرش و همکاران (۲۰۰۵) نیز در آزمایش خود نشان دادند که کاربرد همزمان باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ تریکودرما باعث افزایش جذب عناصر غذایی و عملکرد دانه می‌گردد. فرناندو و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس باعث کنترل بیولوژیک بیماری اسکلووتینیا در کلزا و افزایش عملکرد دانه می‌گردد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ایستگاه گریزه با بافت خاک لوم رسی عملکرد دانه کلزا افزایش یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد فراهمی عناصر غذایی و رطوبت بیشتر نسبت به بافت خاک لوم شنی در ایستگاه دانشگاه آزاد مهمترین دلیل افزایش عملکرد در این تیمار باشد. بخش رس خاک دارای سطح ویژه (سطح در واحد جرم) بالایی هستند و نسبت به سیلت و شن سطوح بیشتری را برای انجام واکنش‌های شیمیایی در خاک دارا هستند. رس‌ها در خاک دارای فعالیت شیمیایی بیشتری هستند و از لحاظ جذب و نگهداری عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نقش بسیار مهمی دارند (اسپارک، ۲۰۰۳).

در جدول (۳) مشاهده می‌گردد که برهمکنش بین مکان و کودهای پایه تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه دارد. در ایستگاه گریزه با بافت خاک سنگین‌تر (لوم رسی) نسبت به ایستگاه دانشگاه آزاد با خاک سبک‌تر (لوم شنی) افزودن کودهای آلی افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه ایجاد نمود. خاک‌های با بافت سنگین علی‌رغم تامین رطوبت و عناصر غذایی اغلب از لحاظ فیزیکی بستر مناسبی را برای گیاه فراهم نمی‌آورند، افزودن کودهای آلی نظیر کود دامی و کمپوست باعث بهبود خواص فیزیکی خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد (هاتی و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین فضای مناسب برای رشد و توسعه ریشه فراهم می‌گردد. افزودن همزمان کود دامی و کمپوست به بافت خاک لوم رسی در ایستگاه گریزه باعث تولید بیشترین عملکرد دانه (۴۱۰۵ کیلوگرم در هکتار) گردید (شکل ۲). در نقطه مقابل مشاهده گردید افزودن کودهای شیمیایی به خاک لوم شنی در ایستگاه دانشگاه آزاد به صورت معنی‌داری عملکرد دانه را افزایش داد. در بررسی اثرات متقابل مکان و کودهای زیستی مشخص شد

که کاربرد همزمان باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ تریکودرما در ایستگاه گریزه عملکرد دانه را به صورت معنی‌داری افزایش داد. وجود رطوبت و عناصر غذایی و عدم وجود پاتوژن‌ها از مهم‌ترین عوامل باروری غلاف و تولید دانه می‌باشند (وینال و همکاران، ۲۰۰۶، رای و تکابه، ۲۰۰۶).

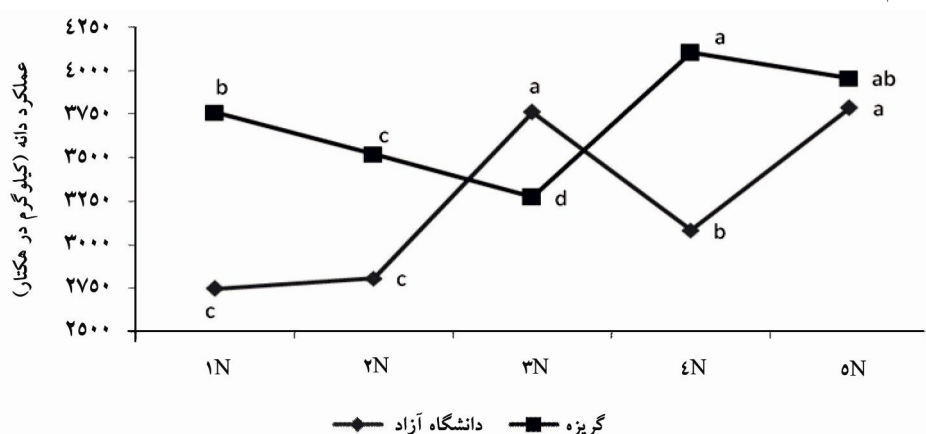
جدول ۴ - مقایسه میانگین‌های عملکرد، کلروفیل و عناصر معدنی دانه کلزا

مکان	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیل برگ (عدد اسپاد)	نیترژن دانه (میلی‌گرم در گرم)	گوگرد دانه (میلی‌گرم در گرم)	نسبت نیترژن به گوگرد	تیمار
ایستگاه گریزه (L1)	۳۸۹۰ ^a	۳۳/۱۱ ^a	۳۸ ^a	۴/۵۵ ^a	۸/۳۵ ^b	
دانشگاه آزاد سنندج (L2)	۳۴۱۰ ^b	۳۱/۰۵ ^a	۳۴/۸ ^b	۳/۴۵ ^b	۱۰/۰۸ ^a	
کود پایه						
کود دامی (N1)	۲۶۶۸ ^c	۳۰/۱۸ ^c	۲۸/۳ ^c	۲/۹ ^d	۹/۷۵ ^a	
کمپوست (N2)	۲۸۵۹ ^{bc}	۳۱/۰۶ ^c	۳۱ ^c	۳/۵۵ ^c	۸/۷۳ ^b	
کود شیمیایی (N3)	۳۱۰۰ ^b	۳۴/۵ ^b	۴۱ ^a	۵/۲ ^{ab}	۷/۸۸ ^c	
دامی + کمپوست (N4)	۳۱۵۵ ^b	۳۱/۲۵ ^c	۳۷/۶ ^b	۴/۸ ^b	۷/۸۳ ^c	
شیمیایی + دامی + کمپوست (N5)	۴۳۲۵ ^a	۳۸ ^a	۴۲ ^a	۵/۷۵ ^a	۷/۳۰ ^c	
کود زیستی						
باکتری (B1)	۳۴۰۰ ^b	۳۳/۴ ^b	۳۶/۴ ^a	۳/۹۵ ^b	۹/۲۱ ^b	
قارچ (B2)	۳۳۲۵ ^b	۳۳/۳۵ ^b	۳۸ ^a	۳/۹ ^b	۹/۷۴ ^b	
باکتری+قارچ (B3)	۳۵۸۰ ^a	۳۷/۲ ^a	۳۹/۳ ^a	۴/۵ ^a	۸/۷۳ ^c	
شاهد (B4)	۲۸۹۰ ^c	۳۰/۲ ^c	۲۹ ^b	۲/۶ ^c	۱۱/۱۵ ^a	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

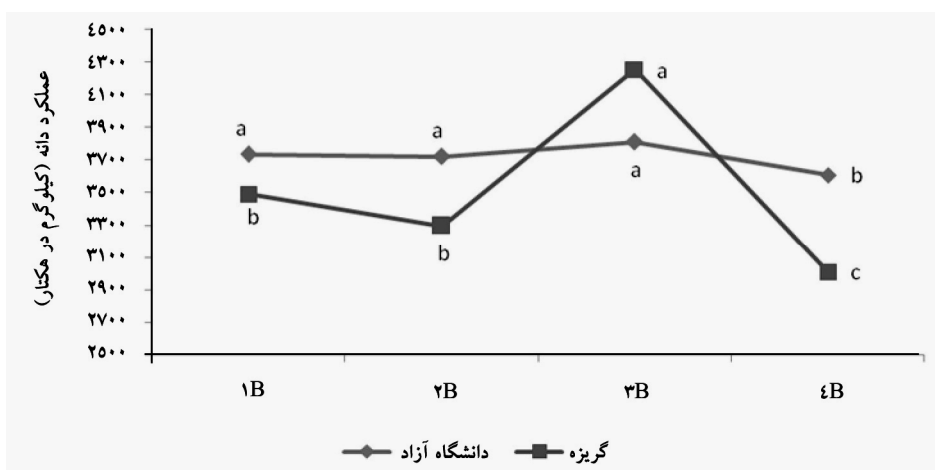
در خاک‌های با بافت سنگین‌تر به دلیل افزایش دسترسی به رطوبت، ماده آلی و عناصر غذایی فعالیت جامعه میکروبی خاک افزایش می‌یابد (لاد و همکاران، ۱۹۹۲، مولر و هوپر، ۲۰۰۴). بدیهی است مساعد نمودن شرایط برای فعالیت باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ تریکودرما یکی از فاکتورهای افزایش دانه عملکرد دانه محسوب می‌گردد. بیشترین عملکرد دانه در کاربرد همزمان قارچ و

باکتری در خاک لوم رسی (ایستگاه گریزه) حاصل گردید (شکل ۳). بررسی اثر متقابل سه جانبه بر عملکرد دانه نشان داد که تیمار L1N5B3 که در آن کمپوست، کود دامی، شیمیایی و کودهای زیستی به طور همزمان در ایستگاه گریزه با بافت خاک لوم رسی مورد استفاده قرار گرفته بود با تولید ۴۴۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها، تیمار برتر بود.



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر اثر متقابل مکان و کودهای پایه

(کود دامی (N1)، کمپوست (N2)، کود شیمیایی (N3)، کمپوست + کود دامی (N4) و کود شیمیایی (N5))



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر اثر متقابل مکان و کودهای زیستی

(باکتری باسیلوس و سودوموناس (B1)، قارچ تریکودرما (B2)، باسیلوس و سودوموناس + تریکودرما (B3) و بدون قارچ و باکتری (B4))

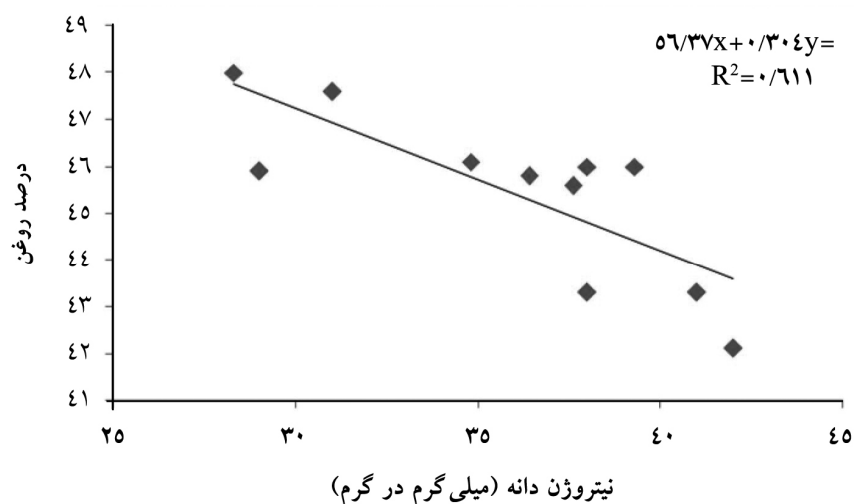
کلروفیل برگ (عدد SPAD): بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) کلروفیل برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های مختلف کود دهی قرار گرفت. اما مکان و اثرات متقابل بین فاکتورها تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل برگ نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده همزمان از باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ تریکودرما باعث افزایش کلروفیل برگ گردید (جدول ۴). راجندران و همکاران (۲۰۰۸) نیز در آزمایش خود مشاهده کردند که استفاده همزمان از باکتری ریزوبیوم و باسیلوس به افزایش محتوی کلروفیل برگ منجر می‌گردد. یافته‌های رودرش و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که کاربرد همزمان باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ تریکودرما باعث افزایش نیتروژن، فسفر و کلروفیل برگ گردید. به نظر می‌رسد فراهمی فسفر تأثیر معنی‌داری بر افزایش کلروفیل برگ داشته است. لیما و همکاران (۱۹۹۹) نیز نشان دادند که کمبود فسفر باعث کاهش کلروفیل برگ و فلورسانس آن می‌گردد. در مقایسه میانگین‌ها بین سطوح کودهای پایه مشخص شد که بیشترین میزان کلروفیل در تیمار کاربرد همزمان کود دامی، شیمیایی و کمپوست (N5) ایجاد گردید. پس از تیمار N5، تیمار کاربرد کود شیمیایی (N3) به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها برتر بود (جدول ۴). فراهمی عناصر معدنی نظیر آهن، منیزیم و منگنز با کاربرد توأم کمپوست و کود دامی و نیتروژن و گوگرد توسط کود شیمیایی می‌تواند یکی از دلایل افزایش کلروفیل برگ در این تیمارها باشد. با توجه به نقش کلیدی عناصری مانند نیتروژن، آهن و منیزیم در ساختمان کلروفیل، به نظر می‌رسد تامین این عناصر دلیل اصلی افزایش کلروفیل برگ باشد. هبستگی مثبت بین افزایش فراهمی نیتروژن و میزان کلروفیل برگ در مطالعات مختلفی گزارش شده است (دینگ و همکاران، ۲۰۰۵، داماتا و همکاران، ۲۰۰۲).

نیتروژن و گوگرد: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مکان تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن (N)، گوگرد (S) دانه و نسبت نیتروژن به گوگرد (N/S) دانه دارد. اثر متقابل مکان و کودهای پایه نیز تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن دانه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ایستگاه گریزه با بافت خاک لوم رسی درصد نیتروژن و گوگرد دانه افزایش معنی‌داری داشت. به نظر می‌رسد فراهمی بیشتر رطوبت و توانایی نگهداری فرم‌های مختلف نیتروژن و گوگرد دار توسط ذرات رس خاک باعث افزایش فراهمی نیتروژن و گوگرد در ریزوسفر و جذب آن توسط ریشه گیاه شده است. یافته‌های اقبال و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که کشت ذرت در خاک رسی نسبت به خاک لومی باعث افزایش

معنی دار درصد نیتروژن می‌گردد. همچنین وکیل و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که درصد نیتروژن و گوگرد دانه در خاک لوم رسی در مقایسه با لوم شنی افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ایستگاه دانشگاه آزاد با بافت خاک لوم شنی نسبت نیتروژن به گوگرد دانه افزایش یافت. افزایش این نسبت تا حدی برای گیاه مطلوب می‌باشد، در کلزا افزایش این نسبت باعث بروز علائم کمبود گوگرد در گیاه می‌گردد (بارکر و پیلیم، ۲۰۰۷). نسبت نیتروژن به گوگرد یک پارامتر ژنتیکی محسوب می‌گردد، ولی عوامل محیطی و تغذیه‌ای نیز روی این نسبت تاثیر گذارند. همان‌طور که مشاهده گردید عملکرد دانه در ایستگاه گریزه بیشتر از ایستگاه دانشگاه آزاد بود. پژوهش‌های متعدد نشان می‌دهد که افزایش بیش از حد نسبت نیتروژن به گوگرد دانه در کلزا عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (ژاو و همکاران، ۱۹۹۷). علاوه بر این، چون گوگرد نقش مهمی در متابولیسم اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه گوگرد دار و کلروفیل برگ دارد، می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه گردد (بارکر و پیلیم، ۲۰۰۷). بنابراین می‌توان یکی از دلایل کاهش عملکرد در این تیمار را به افزایش نسبت (N/S) مرتبط دانست. نتایج نشان داد که کودهای پایه تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن، گوگرد و نسبت (N/S) دانه دارند. اثر متقابل بین کود پایه و مکان نیز تاثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن و گوگرد داشت. در مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که بیشترین میزان نیتروژن دانه (۴۲ میلی‌گرم در گرم) در تیمار N5 به دست آمد. بررسی اثر متقابل مکان و کودهای پایه بر نیتروژن دانه نشان داد که کاربرد همزمان کودهای آلی و شیمیایی در ایستگاه گریزه با بافت خاک لوم رسی باعث ایجاد بیشترین نیتروژن دانه گردید. در بیان علت آن می‌توان اظهار داشت که کمپوست و کود دامی در کنار کودهای شیمیایی باعث فراهمی بیشتر نیتروژن می‌گردند، علاوه بر این کاربرد کودهای آلی در خاک لوم رسی باعث افزایش فعالیت آنزیمی و میکروبی خاک و افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه می‌گردد (هاتچ و همکاران، ۲۰۰۷). جاسینسکا و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند که مصرف بیشتر کودهای نیتروژن دار باعث افزایش درصد نیتروژن دانه کلزا گردید. همچنین کمپوست مورد استفاده حاوی درصد گوگرد قابل توجهی بود که باعث افزایش معنی دار فراهمی و جذب گوگرد دانه نسبت به تیمار کود دامی گردید. یافته‌های ساهنی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که کاربرد کمپوست درصد گوگرد و نیتروژن دانه را افزایش می‌دهد. میزان گوگرد دانه در تیمار ترکیب کود دامی و کمپوست (N4) اختلاف معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی (N3) نداشت (جدول ۴). کمترین نسبت (N/S) در تیمار N5 مشاهده گردید. این تیمار دارای بیشترین عملکرد دانه نیز بود.

کودهای زیستی نیز تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن، گوگرد و نسبت (N/S) دانه داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد همزمان باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ تریکودرما باعث افزایش نیتروژن و گوگرد دانه و کاهش نسبت (N/S) گردید. به نظر می‌رسد ترشح اسیدهای آلی توسط این میکروارگانیسم‌ها و آزاد سازی این عناصر غذایی از ترکیبات مختلف در خاک، مهمترین دلیل افزایش گوگرد و نیتروژن دانه باشد. نتایج مذکور با یافته‌های ساهنی و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد، آنان اظهار داشتند که کاربرد باکتری سودوموناس میزان نیتروژن، گوگرد، آهن و منگنز دانه را افزایش می‌دهد.

روغن دانه و ترکیب اسیدهای چرب: نتایج نشان داد که مکان و کودهای پایه تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن و عملکرد روغن دانه داشتند (جدول ۵). اما کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن نداشتند. اثر متقابل کود پایه با مکان نیز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل مکان و کود پایه نشان داد که بیشترین عملکرد روغن در تیمار L1N5 ایجاد گردید. در ایستگاه گریزه بافت خاک لوم رسی درصد روغن کاهش یافت، اما عملکرد روغن افزایش معنی‌داری نسبت به ایستگاه دانشگاه آزاد داشت (جدول ۶). بیشترین درصد روغن در تیمار (N1) و بیشترین عملکرد روغن در تیمار (N5) حاصل گردید. در این تیمار کاربرد کود دامی و کمپوست در کنار کودهای شیمیایی باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه گردید و کمترین درصد روغن در این تیمار گزارش گردید. گزارش‌های متعددی در مورد کاهش درصد روغن دانه کلزا با افزایش نیتروژن وجود دارد (طاهر خانی و گلچین، ۲۰۰۶، هوچینگ و همکاران، ۲۰۰۲، جاسینسکا و همکاران، ۱۹۹۳ و بیلز بارو و همکاران، ۱۹۹۳). در این مطالعه نیز با افزایش نیتروژن دانه درصد روغن به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۴). کاربرد کود دامی و کمپوست به صورت منفرد باعث افزایش درصد روغن دانه کلزا گردید ولی عملکرد روغن را افزایش معنی‌داری نداد.



شکل ۴- رابطه خطی بین درصد روغن و نیتروزن دانه کلزا

جدول ۵ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانه کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	روغن دانه	عملکرد روغن	اسید پالمیتیک	اسید استئاریک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک
بلوک (تکرار)	۲	۶۶/۹**	۲۱۲۵۹ ^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۸/۵ ^{ns}	۹/۳۶ ^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}
مکان	۱	۵۶/۶**	۲۲۵۶۶**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۳۳۷۰/۲**	۴/۷ ^{ns}	۱/۴۸ ^{ns}
خطای a	۲	۶/۳	۲۵۶۹۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۵۱/۲	۹/۵۴	۱/۶۲
کود پایه	۴	۵۱۵**	۵۱۲۱۵۴**	۵/۵۹ ^{ns}	۱/۴۶ ^{ns}	۷۲۲/۷**	۲۹/۱۸**	۴/۶ ^{ns}
کود پایه در مکان	۴	۶۹ ^{ns}	۶۸۹۵۶**	۲/۱ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۷۳۲/۷**	۱۶/۳۸*	۰/۱۳ ^{ns}
خطای b	۱۶	۵۱/۳	۱۵۸۴۱	۲/۰۱	۱/۰۳	۷/۱	۲/۶۲	۱/۱۱
کود زیستی	۳	۶۱ ^{ns}	۸۵۶۱۳۳**	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۶۵ ^{ns}	۴/۱۸ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}
کود زیستی در مکان	۳	۱۴/۶ ^{ns}	۹۹۹۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۹۸ ^{ns}	۲/۹۶ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}
کود زیستی در کود پایه	۱۲	۱۹ ^{ns}	۴۱۱۳۶۵*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۴۲/۶ ^{ns}	۰/۹۶ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}
زیستی در پایه در مکان	۱۲	۶۵ ^{ns}	۶۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۴/۵ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}
خطای c	۶۰	۲۱/۳۷	۶۵۳۶۲	۰/۰۹۲	۰/۰۲	۲۸/۷۹	۲/۵۹	۰/۱۸
C.V	-	۹/۸	۱۱/۴	۶/۱	۸/۳	۸/۱	۹/۹	۴/۷

^{ns}، ** و * به ترتیب نشانه عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می باشد.

اما کاربرد توام کود دامی و کمپوست عملکرد روغن را نسبت به تیمار کود شیمیایی به صورت معنی داری افزایش داد. هر چند کودهای زیستی تاثیر معنی داری بر درصد روغن نداشتند ولی بیشترین عملکرد روغن در ترکیب همزمان باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ تریکودرما حاصل گردید. بین اسیدهای چرب دانه کلزا، مکان تنها تاثیر معنی داری بر امگا ۹ یا اسیداولئیک (۱۸:۱) داشت. کودهای پایه نیز تاثیر معنی داری بر اسیدهای چرب امگا ۶ یا اسیدلینولئیک (۱۸:۲) و اسیداولئیک نداشتند، ولی تاثیر کودهای پایه بر اسیدهای چرب اسید پالمیتیک (۱۶:۰)، اسیداستئاریک (۱۸:۰) و اسیدلینولئیک (۱۸:۳) معنی دار نبود. اثر متقابل کود پایه × مکان تاثیر معنی داری بر اسید لینولئیک (۱۸:۲) و اسید اولئیک داشتند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود پایه × مکان نشان داد که کاربرد کود دامی و کمپوست در ایستگاه گریزه (L1N4) در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی باعث افزایش معنی دار امگا ۹ و امگا ۶ گردید. این دو اسید چرب جز اسیدهای چرب غیر اشباع محسوب می‌گردند. افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع نیز باعث افزایش کیفیت روغن کلزا می‌گردد (احمد و عابدین، ۲۰۰۰). اما کاربرد کودهای شیمیایی باعث کاهش درصد اسید اولئیک گردید. یافته‌های راسک و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان داد که افزایش فراهمی نیتروژن باعث کاهش درصد اسید اولئیک دانه می‌گردد. کودهای زیستی نیز بر هیچکدام از اسیدهای چرب تاثیر معنی داری نداشتند.

به‌عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان اظهار داشت که بهترین کیفیت روغن در کاربرد همزمان کود دامی و کمپوست در بافت خاک لوم رسی ایستگاه گریزه (L1N4) و بیشترین عملکرد روغن در تیمار L1N5 ایجاد گردید. بیشترین افزایش و بهبود در عملکرد دانه در تیمار L1N5B3 که در آن کمپوست، کود دامی، شیمیایی و کودهای زیستی به طور همزمان در ایستگاه گریزه با بافت خاک لوم رسی مورد استفاده قرار گرفته بود حاصل گردید و این ترکیب تیماری در مقایسه با سایر تیمارها، تیمار برتر بود. جایگزینی نهاده‌های آلی و بیولوژیک به جای کودهای شیمیایی می‌تواند گامی در جهت نیل به کشاورزی پایدار محسوب گردد. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات دیگری تأثیر سطوح مختلف کمپوست و کود دامی بر صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش ارزیابی گردد.

جدول ۶ - مقایسه میانگین‌های روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانه کلزا

تیمار	روغن دانه (درصد)	عملکرد روغن (کیلو گرم در هکتار)	اسید پالمیتیک (درصد اسید چرب)	اسید استئاریک (درصد اسید چرب)	اسید اولئیک (درصد اسید چرب)	اسید لینولئیک (درصد اسید چرب)	اسید لینولنیک (درصد اسید چرب)
مکان							
ایستگاه گریزه (L1)	۴۳/۳ ^b	۱۶۸۴ ^a	۵/۳ ^a	۱/۷ ^a	۶۱/۱ ^a	۲۲/۲ ^a	۹/۲۵ ^a
دانشگاه آزاد سنندج (L2)	۴۶/۱ ^a	۱۵۷۲ ^b	۵/۱ ^a	۱/۸ ^a	۵۹/۳ ^b	۲۲/۱ ^a	۹/۲ ^a
کود پایه							
کود دامی (N1)	۴۸ ^a	۱۲۸۰ ^d	۵/۱۵ ^a	۱/۷ ^a	۶۱/۲۵ ^a	۲۲/۷ ^a	۹/۱ ^a
کمپوست (N2)	۴۷/۶ ^a	۱۳۶۰ ^c	۵/۲ ^a	۱/۷ ^a	۶۱/۱۶ ^a	۲۲/۷ ^a	۹/۱۵ ^a
کود شیمیایی (N3)	۴۳/۳ ^c	۱۳۴۲ ^c	۴/۹ ^a	۱/۷۵ ^a	۵۹/۱ ^b	۲۱/۹ ^b	۹/۲ ^a
دامی + کمپوست (N4)	۴۵/۶ ^b	۱۴۳۸ ^b	۵ ^a	۱/۷۵ ^a	۶۱/۵ ^a	۲۲/۹ ^a	۹/۱ ^a
شیمیایی + دامی + کمپوست (N5)	۴۲/۱ ^c	۱۸۲۰ ^a	۵/۱ ^a	۱/۷ ^a	۶۰ ^b	۲۲ ^b	۹/۲۵ ^a
کود زیستی							
باکتری (B1)	۴۵/۸ ^a	۱۵۵۷ ^b	۴/۹۵ ^a	۱/۷۸ ^a	۶۰/۱ ^a	۲۲/۴ ^a	۹/۳ ^a
قارچ (B2)	۴۶ ^a	۱۵۲۹ ^b	۰/۵ ^a	۱/۷۸ ^a	۶۰ ^a	۲۲ ^a	۹/۲ ^a
باکتری + قارچ (B3)	۴۶ ^a	۲۱۰۶ ^a	۵ ^a	۱/۸ ^a	۶۰/۲ ^a	۲۲/۱ ^a	۹/۲ ^a
شاهد (B4)	۴۵/۹ ^a	۱۳۲۶ ^c	۵/۱ ^a	۱/۷۵ ^a	۶۰ ^a	۲۲ ^a	۹/۲ ^a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

منابع

- Ahmad, A., and Abdin, M.Z. 2000. Effect of sulphur application on lipid, RNA and fatty acid content in developing seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.). Plant Sci. 150: 71-76.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis, Methods 920. Arlington, VA/Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Asare, E., and Scarisbrick, D.H. 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crop Res. 44 (1): 41-46.
- Barker, A.V., and Pilbeam, D.J. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press. 662 pp.
- Bilsborrow, P.E., Evans, E.L., and Zhano, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn sown oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agr. Sci. 10: 219-224.

- Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen - total. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy and Soil Science, Madison, Pp. 595-624.
- Carter, M.R. 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publisher.
- Courtney, R.G., and Mullen, G.J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technol.* 99: 2913-2918.
- DaMatta, F.M., Loos, R.A., Silva, E.A., and Loureiro, M.E. 2002. Limitations to photosynthesis in *Coffea canephora* as a result of nitrogen and water availability. *J. Plant Physiol.* 159: 975-981.
- Ding, L., Wang, K.J., Jiang, G.M., Biswas, D.K., Xu, H., Li, L.F. and Li, Y.H. 2005. Effects of nitrogen deficiency on photosynthetic traits of maize hybrids released in different years. *Ann Bot.* 96: 925-930.
- Elad, Y. 2000. Biological control of foliar pathogens by means of *Trichoderma harzianum* and potential modes of action. *Crop Prot.* 19: 709-714.
- Erhart, E., and Hartl, W. 2003. Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *Eur. J. Soil Biol.* 39 (3): 149-156.
- Fernando, W.G.D., Nakkeeran, S., Zhang, Y., and Savchuk, S. 2007. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary by *Pseudomonas* and *Bacillus* species on canola petals. *Crop Prot.* 26: 100-107.
- Gaur, A.C., Ostwal, K.P., and Mathur, R.S. 1980. Save super phosphate by using phosphate-solubilizing cultures and rock phosphate. *Kheti.* 32: 23-25.
- Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1979. Particle size analysis by hydrometer, a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measurement parameters. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 43: 1004-1007.
- Hatch, D.J., Goodlass, G., Joynes, A., and Shepherd, M.A. 2007. The effect of cutting, mulching and applications of farmyard manure on nitrogen fixation in a red clover grass sward. *Bioresource Technol.* 98: 3243-3248.
- Hati, K.M., Mandal, K.G., Misra, A.K., Ghosh, P.K., and Bandyopadhyay, K.K. 2006. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. *Bioresource Technol.* 97: 2182-2188.
- Hocking, P.J., Kirkegaard, J.A., Angus, J.F. Bernardi, A., and Mason, L.M. 2002. Comparison of canola, Indian mustard and Linola in two contrasting environments III. Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen uptake by plants and on soil nitrogen extraction. *Field Crop Res.* 79: 153-172.
- Iqbal, M.A., Hassan, A., and Aziz, T. 2006. Effect of mulch, irrigation and soil type on nutrient uptake of forage maize. *Pak. J. Agr. Sci.* 43: 13-18.

- Jasinska, Z., Malarz, W., Budzinski, W., and Tobala, P. 1993. Effect of the method of applying nitrogen fertilizer in spring on the yield of winter rape. *Postepy Nauk Rolniczych*, Poland. 40(6): 33-40.
- Jones, D.L., and Darrah, P.R. 1996. Re-sorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere. *Plant Soil*. 178: 153-160.
- Jutur, P.P., and Reddy, A.R. 2007. Isolation, purification and properties of new restriction endonucleases from *Bacillus badius* and *Bacillus lentus*. *Microbiol Res*. 162: 378-383.
- Keeling, A.A., McCallum, K.R., and Beckwith, C.P. 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. *Bioresource Technol*. 90: 127-132.
- Ladd, J.N., Monrozier, J., and Amato, M. 1992. Carbon turnover and nitrogen transformations in an alfisol and vertisol amended with [U-14C] glucose and [15N] ammonium sulfate. *Soil Biol Biochem*. 24: 359-371.
- Lima, J.D., Mosquim, P.R., and DaMatta, F.M. 1999. Leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters in *Phaseolus vulgaris* as affected by nitrogen and phosphorus deficiency. *Photosynth*. 37: 113-121.
- Mohammadi, K., Kalamian, S. and Nouri, F. 2007. Use of agricultural wastage as compost and its effect on grain yield of wheat cultivars. *National Con. on Agri. Wastage*. Tarbiat Modares University, Tehran, Pp: 219-224.
- Muller, T., and Hoper, H. 2004. Soil organic matter turnover as a function of the soil clay content: consequences for model applications. *Soil Biol Biochem*. 36: 877-888.
- Ohara, N., Naito, Y., Kasama, K., Shindo, T., Yoshida, H., Nagata, T., and Okuyama, H. 2009. Similar changes in clinical and pathological parameters in Wistar Kyoto rats after a 13-week dietary intake of canola oil or fatty acid composition-based interesterified canola oil mimic. *Food Chem. Toxicol*. 47: 157-162.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Dept. Agric. Washington DC, Circular 939*.
- Ouedraogo, E., Mando, A., and Zombre, N.P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agric Ecosyst Environ*. 84(3): 259-266.
- Quiroga, A., Funaro, D., Noellemeyer, E., and Peinemann, N. 2006. Barley yield response to soil organic matter and texture in the Pampas of Argentina. *Soil Till Res*. 90: 63-68.
- Rai, A., and Takabe, T. 2006. *Abiotic Stress Tolerance in Plants, Toward the Improvement of global, Environment and Food*. Springer Publisher. 256 p.

- Rajendran, G., Sing, F., Desai, A.J., and Archana, V. 2008. Enhanced growth and nodulation of pigeon pea by co-inoculation of *Bacillus* strains with *Rhizobium* spp. *Bioresource Technol.* 99: 4544-4550.
- Rathke, G.W., Behrens, T., and Diepenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agric Ecosyst Environ.* 117: 80-108.
- Rosas, S.B., Andres, G.A., Rovera, M., and Correa, N.S. 2006. Phosphate-solubilizing *Pseudomonas putida* can influence the Rhizobia legume symbiosis. *Soil Biol Biochem.* 38: 3502-3505.
- Rudresh, D.L., Shivaprakash, M.K., and Prasad, R.D. 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). *Appl Soil Ecol.* 28: 139-146.
- Sabahi, H., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, A.M., and Asgharzadeh, A. 2008. Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil. *Water Soil J.* 22(2): 1-15.
- Sahni, S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, H.B., and Singh, K.P. 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rofsii*. *Crop Prot.* 27: 369-376.
- SAS Institute. 2003. The SAS system for windows. SAS Institute, Cary, NC.
- Sattar, M.A., and Gaur, A.C. 1987. Production of auxins and gibberellins by phosphate dissolving microorganisms. *Zentralbl Mikrobiol.* 142:393-395.
- Sindhu, S.S., Suneja, S., Goel, A.K., Parmar, N., and Dadarwal, K.R. 2002. Plant growth promoting effects of *Pseudomonas* sp. on co-inoculation with *Mesorhizobium* sp. Cicer strain under sterile and "wilt sick" soil conditions. *Appl Soil Ecol.* 19: 57-64.
- Smith, J.L., and Doran, J.W. 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. In *Methods for Assessing Soil Quality*, SSSA Special publication. 49: 169-185.
- Sparks, D.L. 2003. *Environmental Soil Chemistry*. Elsevier Science Press. 367 pp.
- Taher Khani, M., and Golchin, A. 2006. Effects of different levels of nitrogen and potassium on oil yield, grain quality and phosphorus and potassium uptake in SLM046 canola cultivar. *New Sci. Agri.* 2(3): 77-85.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcí'a-Martí'nez, A.M., and Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technol.* 99: 1758-1767.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Woo, S.L., and Lorito, M. 2008. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biol Biochem.* 40: 1-10.

- Wakeel, A., Aziz, T., Aziz, T., and Hassan, A. 2005. Growth and potassium uptake by Maize (*Zea mays* L.) in three soils differing in clay contents. *Am. J. Agr Sci.* 17 (1): 57-62.
- Zaidi, A., Saghir Khan, M., and Amil, M.D. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Eur. J. Agron.* 19:15-21.
- Zhao, F.J., Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and McGrath, S.P. 1997. Nitrogen to sulfur ratio in rape-seed and in rapeseed protein and its use in diagnosing sulfur deficiency. *J. Plant Nutr.* 20: 549-558.



Response of grain yield and canola quality to different resources of farmyard manure, compost and biofertilizers in Kurdistan region

***Kh. Mohammadi¹, B. Pasari¹, A. Rokhzadi¹, A. Ghalavand²,
M. Aghaalikhani² and M. Eskandari³**

¹Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Sanandaj, Iran,

²Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran,

³Graduated Student (M.Sc.) of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

In order to study the effect of different resources of farmyard manure, compost and biofertilizers on grain yield and quality of canola (Talaieh cultivar), an experiment was conducted at Kurdistan region in 2008 and 2009 growing season. Experimental units were arranged in split-split plots design based on randomized complete blocks with three replications. Main plots consisted of two locations with difference in soil texture (L1): Agricultural Research Center of Sanandaj and (L2): Islamic Azad University of Sanandaj, as location levels. Also, five strategies for obtaining the base fertilizer requirement including (N1): farmyard manure; (N2): compost; (N3): chemical fertilizers; (N4): farm yard manure + compost and (N5): farm yard manure + compost + chemical fertilizers were considered in split plots. Four levels of biofertilizers were (B1): *Bacillus lentus* and *Pseudomonas putida*; (B2): *Trichoderma harzianum*; (B3): *Bacillus lentus* and *Pseudomonas putida* & *Trichoderma harzianum*; and (B4): control. Results showed that location, different resources of fertilizer and interactions of them have a significant effect on grain yield. The highest grain yield (4660 kg/ha) was obtained from treatment, that farmyard manure, compost and biofertilizers were co application in clay loam soil (Gerizeh station). Location, basal fertilizers and biofertilizers have a significant effect on N, S and N/S of canola seed. Co application of compost and farmyard manure produced highest percent of oleic acid (61.5 %) and linoleic acid (22.9%). Co application of compost and farmyard manure has a significant increase in oleic acid and linoleic acid. Finally, L1N5B3 treatment, that compost, farmyard manure and biofertilizers were co application in Gerizeh station in compare to other treatments, selected as a best treatment of experiment.

Keywords: Soil texture; Organic fertilizer; Chemical fertilizer; Oil; Canola.

*Corresponding Authors: Email: kh.mohammadi@modares.ac.ir

