

مقایسه تأثیر روش‌های تلفیقی و متداول کوددهی بر عملکرد کلزا و ویژگی‌های شیمیایی خاک

حسین صباحی* - امیر قلاوند - علی محمد مدرس ثانوی - احمد اصغرزاده^۱

تاریخ دریافت: ۸۴/۶/۹

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۳

چکیده

به منظور مقایسه عملکرد کلزا و خصوصیات شیمیایی خاک در سیستم کوددهی تلفیقی و متداول آزمایشی دو ساله در منطقه سواد کوه انجام گرفت. تیمارهای کودی شامل:

(۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (F₀ تا F₄))،

۱۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع اوره + ۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (MF₁ - ۱۰۰ درصد شیمیایی + ۳۵ درصد آلی)،

۱۰۰ kg N ha⁻¹ از منبع اوره + ۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (MF₂ - ۶۵ درصد شیمیایی + ۳۵ درصد آلی)،

۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع اوره + ۱۰۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (MF₃ - ۳۵ درصد شیمیایی + ۶۵ درصد آلی)،

۱۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (M). نتایج نشان دادند که در هر دو سال بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلفیقی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به همراه ۵۰ کیلوگرم از منبع دامی (MF₁) به دست آمد. در سال اول، اختلافی بین عملکرد کلزا در دو سیستم تلفیقی و شیمیایی مشاهده نشد ولی در سال دوم عملکرد کلزا در تیمارهای تلفیقی به طور معنی داری در مقایسه با تیمارهای شیمیایی بیشتر بود (p < 0.05). در سال اول عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی، ۲۰۰ کیلوگرم بیشتر از ۱۰۰ درصد آلی بود ولی در سال دوم بر عکس ۳۰۰ کیلوگرم کمتر بود. مصرف تلفیقی کود به طور چشمگیری خصوصیات شیمیایی خاک را بهبود بخشید. بطوریکه بعد از دو سال کشت کلزا، میزان فسفر قابل دسترس خاک در تیمار ۱۰۰ درصد آلی (M) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی (F₃)، ۱۱۵ درصد افزایش یافت. در هر دو سیستم شیمیایی و تلفیقی ماده آلی خاک افزایش یافت ولی این افزایش در سیستمهای شیمیایی ۱۲ درصد و در سیستمهای تلفیقی ۳۵ درصد بود. میزان نیتروژن کل هم روندی مشابه ماده آلی داشت به طوری که ضریب همبستگی این دو بسیار معنی دار (R²=0.93) شد. با توجه به این نتایج مصرف تلفیقی کود دامی و شیمیایی می تواند بعنوان یک راه موثر جهت بهبود فسفر قابل جذب و پایداری عملکرد کلزا پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: سیستم کوددهی تلفیقی، کود دامی، کلزا

مقدمه

به کمک کودهای شیمیایی، در کوتاه مدت می توان به عملکردهای بالایی دست یافت ولی پایداری حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست در این سیستم‌ها زیر سؤال است. محققین مهمترین روش فائق آمدن بر این مشکل را رو آوردن به کشاورزی پایدار اعلام می کنند (۳). یکی از

سیستم‌های کشاورزی متداول نشان داده اند که اگر چه

۱- به ترتیب استادیار پژوهشکده علوم محیطی، گروه کشاورزی اکولوژیک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشیاران گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس و استادیار موسسه خاک و آب، گروه بیولوژی خاک، وزارت جهاد کشاورزی

گزارش کرد که در گیاه رازیانه ترکیب کودهای دامی و شیمیایی باعث افزایش عملکرد بیشتری نسبت به مقادیر بالای کودهای شیمیایی شد. حسن زاده (۱) هم در مقایسه تیمارهای کودی شیمیایی و تلفیقی در آفتابگردان در یک آزمایش دو ساله، دریافت که عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی کود بیشتر از تیمارهای شیمیایی بود. در برنج، مصرف کود دامی به میزان ۱۵ تن (با درصد نیتروژن ۰/۵ درصد) به همراه ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش تولیدی معادل ۳۵ درصد گردید در حالیکه مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار توانست فقط ۲۳ درصد محصول را افزایش دهد (۸). اقبال و پاور (۱۴) دریافتند که در ذرت، با کاربرد کود دامی بر اساس میزان نیتروژن قابل جذب، می توان از همان سال اول بدون اینکه عملکرد دانه کاهش یابد تمام نیاز غذایی ذرت را از طریق آلی تامین کرد.

گزارشات زیادی در مورد تأثیر مصرف تلفیقی کود بر خصوصیات شیمیایی خاک وجود دارد. ردی و همکاران (۴۰)، کانچی کریمس و سینگ (۲۱) و آگنین و گلادی (۱۰) افزایش درصد کربن آلی را در اثر مصرف تلفیقی کود گزارش کردند. کانچی کریمس و سینگ (۲۱) همچنین همبستگی بالایی بین میزان بیوماس کل سه گیاه ذرت، گندم و لوبیا چشم بلبلی با میزان کربن آلی خاک به دست آوردند. یکی از تأثیرات بارز مصرف تلفیقی کود، بهبود قابلیت دسترسی فسفر خاک است. ردی و همکاران (۳۹) در تناوب گندم- سویا، مصرف فسفر به صورت آلی و معدنی را با هم مقایسه کردند و دریافتند که افزایش عملکرد در اثر تلفیق کود فسفره آلی و شیمیایی بیشتر از مصرف فسفر به صورت معدنی یا آلی به تنهایی بود.

با توجه به نتایج ارائه شده، جهت بهبود مصرف نیتروژن در کود دامی و شیمیایی اطلاعات بیشتری در زمینه استفاده

جنبه های کشاورزی پایدار مصرف تلفیقی کود است. در این سیستم درصدی از نیاز کودی گیاه توسط کودهای شیمیایی و درصدی دیگر توسط کودهای آلی منجمله کود حیوانی تأمین می شود. در آزمایشات بلند مدت مشخص شده است که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می تواند یک سیستم تولید فشرده را پایدار سازد. محققین دلیل این امر را بهبود ویژگی های کیفی خاک و احتمالاً انطباق بیشتر بین آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه اعلام می کنند (۳۵).

تحقیقات انجام گرفته در مورد تأثیر مصرف تلفیقی کود دامی و شیمیایی بر عملکرد کلزا بسیار اندک است (۳۸). البته در مورد تأثیر کود دامی گزارشاتمی وجود دارد. راتک و شوستر (۳۶) نشان دادند که کود شیمیایی منجر به عملکرد بالاتری نسبت به کود دامی مایع در کلزا شد. بر اساس داده های راتک و همکاران (۳۷)، کاربرد کود دامی مایع، عملکرد کلزای زمستانه را ۷/۸ تا ۱۶/۶ درصد نسبت به کود شیمیایی کاهش داد. در مقابل راتک و همکاران (۳۸) گزارش کردند که تولید کلزا در دو حالت کوددهی با کود شیمیایی و کود دامی مایع به ترتیب ۲/۷۸ و ۲/۹۸ تن بر هکتار بود. متوسط عملکرد در حالت کود دهی با کود دامی در سال های با بهار خشک، بیشتر بود.

در مورد سایر گیاهان آزمایشات زیادی در این زمینه انجام شده است که البته نتایج بسیار متفاوت است. لباسچی (۶) در تحقیقی دریافت که عملکرد سرشاخه گل راعی در حالت مصرف کود شیمیایی بیشتر از حالت تلفیقی و آلی بود. در یک آزمایش مزرعه ای پنج ساله با ارزن انگشتی در هند در دو تیمار کاربرد بهینه NPK به صورت کود شیمیایی (۷۰-۳۰-۶۰) و تیمار NPK ۵۰ درصد به اضافه ۱۰ تن کود دامی در هکتار، عملکرد دانه مشابه بود ولی جایگزین کردن کامل کود شیمیایی توسط کود دامی باعث کاهش متوسط عملکرد پنج ساله شد (۱۹). در مقابل شریفی (۳)

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی امیرکلا واقع در پارک تحقیقاتی دانشگاه شهید بهشتی در زیر آب سوادکوه (با متوسط بارندگی سالانه ۷۰۰ میلیمتر، متوسط حرارت ۱۵/۶ درجه سانتیگراد و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا) انجام شد. زمین مورد آزمایش به مدت ۵ سال آیش بوده ولی قبل از آن زیر کشت ممتد برنج قرار داشته است.

ترکیبی از این دو منبع کودی با تاکید بر کاربرد جایگزینی کود دامی بجای بخشی از کود شیمیایی مورد نیاز است. علاوه بر این، گزارشات در زمینه مصرف تلفیقی کود در کلزا بسیار اندک است. لذا هدف از انجام این تحقیق، بررسی پتانسیل مصرف تلفیقی کود در بهبود خصوصیات شیمیایی خاک و تاثیر آن بر عملکرد کلزا در شرایط منطقه سوادکوه بود.

(جدول ۱) - برخی خصوصیات شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات زیر آب سوادکوه (عمق ۱۵-۰ سانتی متر) و کود دامی

Exch. K (mg.kg ⁻¹)	Ava. P (mg.kg ⁻¹)	Total P (mg.kg ⁻¹)	Inorg. N (mg.kg ⁻¹)	N (%)	OC (%)	EC (ds.m ⁻¹)	pH	رطوبت (%)	
۴۷۹	۱۸	۱۹۲	۲۵***	۰/۱۶	۱/۳۳	۱/۱	۷/۸		خاک
۷۰۰۰	۳۷۰	۱۸۷۵	۱۰۲۸	۱/۳۷	۲۲	۷	۶/۴	۴۰	*کود دامی
۹۰۰۰	۳۲۰	۱۴۲۰	۱۲۹۳	۲/۲	۲۰	۸	۷	۴۵	**کود دامی

* سال ۱۳۸۱، ** سال ۱۳۸۲، *** میزان نیتروژن معدنی در تیمار F₃ در سال دوم، ۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم بود

نیتروژن بالاتر از مقدار بهینه بر عملکرد دانه، در دو حالت شیمیایی و تلفیقی بود.

قبل از مصرف کود دامی درصد نیتروژن کل آن اندازه گیری شد. مقدار کود دامی با فرض بر اینکه ۳۵ و ۲۰ درصد کل نیتروژن آن، به ترتیب در سال اول و دوم کاربرد، قابل جذب برای گیاه هست (۱۵)، به صورت فرمول زیر برای هر تیمار مشخص شد:

مقدار N مورد نیاز = وزن خشک کود دامی × درصد نیتروژن قابل جذب × درصد نیتروژن کل
به عنوان مثال در تیمار ۱۵۰ kg N ha⁻¹ به صورت زیر عمل شد:

$$\text{میزان کود دامی} = ۰/۱۳۷ \times ۰/۳۵ \times ۱۵۰$$

در سال دوم می بایستی اول میزان نیتروژن باقی مانده در خاک، از کود دامی سال قبل را حساب کرده (۲۰ درصد از نیتروژن کل در سال دوم قابل جذب است) و باقی مانده آن را به صورت کود جدید به خاک بدهیم.

کشت در اواخر آبان ماه ۱۳۸۱ در یک خاک حاوی ۴۴۰ g.kg⁻¹ شن، ۲۲۰ g.kg⁻¹ سیلت و ۳۴۰ g.kg⁻¹ رس (لوم رسی) انجام شد که برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن خاک در جدول (۱) نشان داده شده است.

آزمایش به مدت دو سال و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای کودی شامل: F₀ تا F₄: (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰ درصد شیمیایی) و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (۱۳۵ درصد شیمیایی).

۱۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع اوره + ۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (MF₁ - ۱۰۰ درصد شیمیایی + ۳۵ درصد آلی).

۱۰۰ kg N ha⁻¹ از منبع اوره + ۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (MF₂ - ۶۵ درصد شیمیایی + ۳۵ درصد آلی).

۱۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع اوره + ۱۰۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (MF₃ - ۳۵ درصد شیمیایی + ۶۵ درصد آلی).

۱۵۰ kg N ha⁻¹ از منبع کود دامی (M - ۱۰۰ درصد آلی).
دلیل انتخاب دو تیمار MF₁، F₄، مقایسه تاثیر مصرف

(جدول ۲) وزن خشک کود دامی، نیتروژن کل، فسفر کل و پتاسیم کل کاربردی در تیمار ۱۰۰٪ آلی و تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی

فاکتور	۱۳۸۱	۱۳۸۲	کل
وزن خشک کود دامی کاربردی (ton ha^{-1})	۳۲	۱۸	۵۰
نیتروژن کاربردی (kg N ha^{-1}):			
تیمار ۱۰۰٪ آلی (M)	۴۳۸	۱۷۸	۶۱۶
تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی (F_3)	۱۵۰	۱۵۰	۳۰۰
فسفر کاربردی ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$):			
تیمار ۱۰۰٪ آلی (M)	۶۰	۲۶	۸۶*
تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی (F_3)	۲۵	۲۵	۵۰
پتاسیم کاربردی ($\text{kg K}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$):			
تیمار ۱۰۰٪ آلی (M)	۲۲۴	۱۶۰	۳۸۴*
تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی (F_3)	۵۰	۵۰	۱۰۰

*چون کود دامی بر اساس میزان نیتروژن مصرف شد میزان فسفر و پتاسیم کاربردی در کنترل ما نبود لذا این عناصر بیشتر از مقدار مورد نیاز به کار رفتند.

نیتروژن بهینه در سال دوم هم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. ملکوتی و همکاران (۷) حد بحرانی فسفر را ۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم خاک تعیین کرده‌اند ولی مؤسسه بین‌المللی پتاس و فسفر (۲۰۰۶)، در شرایط pH مشابه آزمایش حاضر، ۲۰ تا ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم را حد بحرانی فسفر برای اکثر محصولات زراعی اعلام کرده است. با عنایت به این مسئله و با توجه به مصرف اجباری مقدار زیادی فسفر در تیمارهای تلفیقی و آلی در آزمایش حاضر (جدول ۲)، جهت جلوگیری از وارد شدن عامل تأثیر گذار دیگر غیر از نیتروژن (فسفر)، حداقل مقدار فسفر توصیه شده یعنی ۲۵ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. با توجه به این که اکثر خاک‌های ایران از نظر پتاسیم فقیر هستند، تحقیقات زیادی واکنش مثبت گیاهان به مصرف پتاسیم به ویژه در شرایط تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (۲ و ۴). با عنایت به مصرف اجباری مقدار زیادی پتاسیم در تیمارهای تلفیقی و آلی در آزمایش حاضر (جدول ۲) و شرایط عدم آبیاری در این آزمایش، جهت جلوگیری از وارد شدن عامل تأثیر گذار دیگر غیر از نیتروژن (پتاسیم)، حداقل پتاسیم توصیه

کود دامی کاربردی غیر کمپوست شده و تازه بود که خصوصیات آن در (جدول ۱) آمده است. در (جدول ۲) مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاربردی در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۱۰۰ درصد آلی آمده است. کود دامی پس از پخش در سطح خاک، به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد. تمام کود دامی در اول کاشت مصرف شد. به منظور تعیین نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه، قبل از انجام آزمایش از خاک نمونه گرفته و نیتروژن معدنی، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل تبادل خاک به روش‌های ذکر شده تعیین و میزان کود بهینه بر اساس توصیه مؤسسه خاک و آب (۷) و مؤسسه بین‌المللی پتاس و فسفر (۳۴) مشخص شد. در سال اول پتانسیل تولید کلزا در منطقه ۳ تن بر هکتار در نظر گرفته شد. با توجه به نیتروژن معدنی خاک و نظر به اینکه جهت تولید هر تن بذر، کلزا حدود ۷۰ کیلوگرم نیتروژن از خاک برداشت می‌کند (۷)، میزان نیتروژن بهینه در سال اول ۱۵۰ کیلوگرم بر هکتار تعیین شد. نتایج سال اول آزمایش نشان داد که پتانسیل تولید کلزا در منطقه، حدود ۲/۶ تن بر هکتار است. بر این اساس و با در نظر گرفتن نیتروژن معدنی،

نتایج و بحث

عملکرد دانه

تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تیمار روی عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است. اثر سال روی عملکرد دانه معنی دار نبود (جدول ۳)، با این وجود، کود نیتروژن در سال اول تا ۱۰۰ (F₂) و در سال دوم تا ۱۵۰ (F₃) کیلوگرم بر هکتار، باعث بهبود عملکرد دانه شد (شکل ۱). یکی از دلایل کمتر بودن نیاز کودی کلزا در سال اول را می‌توان ناشی از بیشتر بودن نیتروژن معدنی در سال اول دانست (جدول ۱) چراکه زمین، قبل از انجام آزمایش به مدت ۵ سال، تحت آیش بوده است. مصرف کود زیاد (F₄ - ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار) در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ عملکرد را به ترتیب به میزان ۶۶۷ و ۶۰۰ کیلوگرم بر هکتار نسبت به تیمار اپتیمم (F₃ - ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار) کاهش داد (شکل ۱). طول ساقه‌ها اندازه گیری نشد ولی ظاهراً به نظر می‌رسید که این امر بایستی به علت رشد زیاد ساقه‌ها و ورس محصول اتفاق افتاده باشد. مقایسه سیستم‌های تلفیقی و شیمیایی کود نشان داد که در سال اول، بین تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی (F₃) و تیمارهای تلفیقی (MF₁, MF₂, MF₃) اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه وجود نداشت این در حالی است که به علت بهبود خصوصیات شیمیایی خاک (جدول ۵) در اثر مصرف کود دامی، عملکرد می‌بایستی بیشتر می‌بود محققین عدم کسب این چنین نتیجه‌ای را ناشی از کندی آزاد سازی نیتروژن از کودهای آلی می‌دانند (۳۰) این امر باعث می‌شود که در یک مرحله خاصی از رشد گیاه که سرعت جذب نیتروژن بالاست میزان نیتروژن تجمع یافته در خاک نتواند جوابگوی میزان جذب باشد لذا در سال دوم به علت افزایش نیتروژن تجمعی در خاک، تمام تیمارهای تلفیقی عملکردی بالاتر از تیمار

شده یعنی ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. جهت تأمین نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمارهای شیمیایی به ترتیب از کودهای اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم استفاده شد. تمام کود فسفر و پتاسیم مورد نیاز در اول کاشت و نصف کود نیتروژن در زمان کاشت و بقیه در اوایل به ساقه رفتن مصرف شد.

جهت کشت، کرت‌هایی به ابعاد ۵ × ۲ مترمربع در نظر گرفته شد و در هر کرت ۵ ردیف به فاصله ۳۰ سانتیمتر ایجاد کرده و بذور به صورت متراکم درون ردیف ریخته و سپس در مرحله سه برگی به فاصله ۵ سانتیمتر روی ردیف تنک شدند.

رقم مورد کاشت هیولا (*Brassica napus*, Hyola308) بود. در طول دوره رشد هیچ سم علف کش و یا آفت کش مصرف نشد و کنترل علف‌های هرز توسط کارگر انجام گردید. به علت بالا بودن متوسط بارندگی منطقه (۷۰۰ میلیمتر) آبیاری انجام نگرفت. به منظور تعیین عملکرد دانه در زمان رسیدگی دو ردیف حاشیه و نیم متر اول و آخر هر کرت حذف و بقیه برداشت شدند.

پس از برداشت کلزا در سال دوم، از تمام تیمارها تا عمق ۱۰ سانتیمتر، نمونه خاک توسط آگر گرفته و پس از انتقال به آزمایشگاه با خشک کردن در معرض هوا و الک کردن، درصد کربن آلی به روش والکی - بلک اصلاح شده (۲۶)، فسفر قابل جذب به روش السن و سومرز (۲۸)، نیتروژن کل به روش کجدال (۱۲) و پتاسیم قابل تبادل به روش استات آمونیوم (۲۳) اندازه گیری شدند. EC در عصاره اشباع و pH در گل اشباع به ترتیب با استفاده از دستگاه هدایت سنج و pH متر اندازه گیری شدند (۴۱).

تجزیه واریانس با برنامه آماری SAS (۴۲) و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

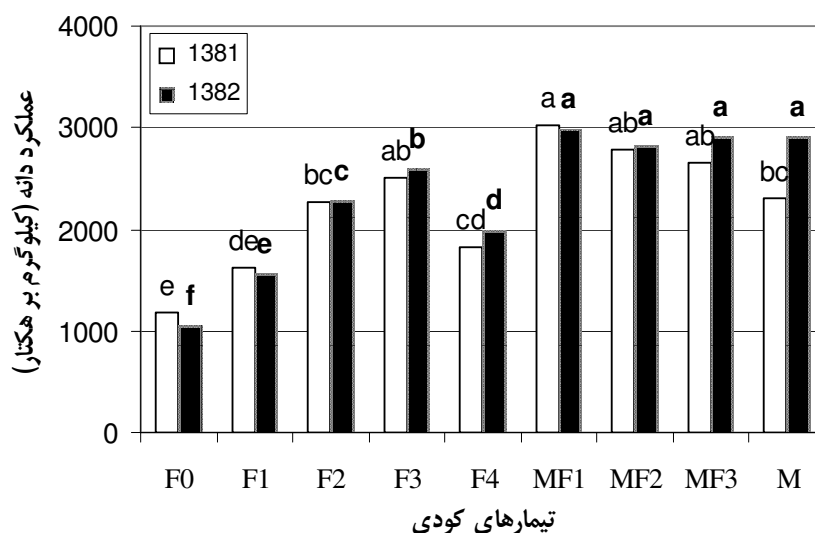
به جای نیتروژن قابل جذب توسط این محققین باشد.

۱۰۰ درصد شیمیایی تولید کردند. پاترا و همکاران (۳۲) هم گزارش دادند که عملکرد *Brassica juncea* در حالت کاربرد ترکیبی کود دامی و شیمیایی بیشتر از کاربرد هر یک از این کودها به تنهایی بود. گوش و همکاران (۱۶) هم عملکرد بالاتری در سویا و سورگوم در سیستم NPK ۷۵٪ + ۵ تن بر هکتار کود دامی نسبت به NPK ۱۰۰ درصد گزارش کردند. نتایج این آزمایش با یافته‌های پانگ و لثای (۳۰) و هدج و همکاران (۱۹) متفاوت است. به نظر می‌رسد یکی از دلایل این تفاوت، کاربرد کود دامی بر اساس نیتروژن کل

(جدول ۳) - تجزیه مرکب عملکرد دانه

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه
سال	۱	ns ۱۷۰۱۲۸
اشتباه a	۴	۵۷۲۲۲۶
تیمار	۸	**۲۳۹۳۷۰۲
تیمار سال	۸	ns۷۳۲۰۴
اشتباه b	۳۲	۵۲۸۲۱

معنی دار در سطح ۰٫۰۱، ** معنی دار در سطح ۰٫۰۵ * عدم معنی دار ns



(شکل ۱) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه کلزا در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ (تیمارهای دارای حروف یکسان فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد توسط آزمون دانکن هستند)

کودهای آلی باعث می‌شود علاوه بر بالا رفتن کارایی مصرف نیتروژن، گیاه بتواند جذب نیتروژن بیشتری را تحمل کند.

درصد کربن آلی خاک

تأثیر سیستم‌های کوددهی روی اکثر خصوصیات شیمیایی خاک معنی دار بود (جدول ۴). در اثر مصرف هر دو نوع کود دامی و شیمیایی، میزان کربن آلی خاک

در کوددهی تلفیقی نسبت به کوددهی متداول، مقدار کود مورد نیاز برای حصول حداکثر عملکرد، ۳۵ درصد افزایش یافت (۳۵ درصد کود دامی + ۱۰۰ درصد شیمیایی - MF₁). این نتیجه توسط نامبیر و آبرول (۲۵) و آکاریا و همکاران (۹) هم گزارش شده است این محققین این امر را به افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی به خصوص فسفر، روی، آهن و مس، در سیستم‌های تلفیقی نسبت می‌دهند و اظهار می‌دارند متعادل بودن عناصر غذایی موجود در

به صورت مکمل، را برترتیب ۷۰ و ۲۰ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی گزارش کردند. پیکوک و همکاران (۳۳) هم نشان دادند که مصرف ۲۵ و ۵۰ تن کود دامی بر هکتار (به مدت ۶ سال) به صورت مکمل، به ترتیب باعث بهبود کربن آلی بمیزان ۱۷ و ۴۰ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی و افزایش ۳۰ و ۵۰ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف کود شد. نیامانگارا و همکاران (۲۷) ۳۷/۵ تن بر هکتار کود دامی را در دو تیمار، مصرف یک باره در یک سال و مصرف چند باره در سه سال، اعمال کردند.

افزایش یافت. البته این افزایش فقط در تیمارهای MF₂ و M نسبت به شاهد معنی دار بود (جدول ۵). به طوری که کاربرد ۵۰ تن کود دامی در دو سال (M)، کربن آلی خاک را نسبت به شاهد ۵۰ درصد و نسبت به سیستم شیمیایی کامل (F₃) ۳۱ درصد افزایش داد. در حالتی که کود دامی به صورت مکمل به کار رفت (۱۸ تن کود دامی - MF₁) درصد مواد آلی نسبت به تیمار شیمیایی کامل فقط ۷ درصد بهبود یافت. ردی و همکاران (۴۰) و کانچی کریمس و همکاران (۲۱)، افزایش درصد کربن آلی خاک در اثر مصرف ۹۶ (در طول ۶ سال) و ۱۹۵ (در طول ۱۳ سال) تن کود دامی در هکتار

(جدول ۴) - تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در تیمارهای مختلف کودی

میانگین مربعات							
پتاسیم قابل جذب	pH	EC	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	درصد کربن آلی	درجه آزادی	منبع تغییر
۹۸۵۵۴**	۰/۰۲۳ns	۰/۱۰۷**	۰/۰۱۲**	۳۸۵ns	۱/۶۳**	۲	بلوک
۲۰۸۳۶**	۰/۰۱۶ns	۰/۰۵۳**	۰/۰۰۱۲۸**	۲۱۵۴**	۰/۱۸۲**	۸	تیمار
۵۰۷۶	۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۲	۲۷۵	۰/۰۴۱	۱۶	اشتباه

ns عدم معنی دار * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ** معنی دار در سطح احتمال ۱٪

(جدول ۵) - میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارهای مختلف کود شیمیایی و تلفیقی در پایان آزمایش (۱۳۸۲)

تیمارهای کودی	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	پتاسیم قابل تبادل (mg/kg)	pH	EC (ds/m)
F0	۱/۵۱c	۰/۱۶۰d	۲۲/۴۷f	۵۴۷e	۷/۷ab	۰/۸۴b
F1	۱/۶۵bc	۰/۱۶۱cd	۳۳/۷def	۶۰۷cde	۷/۷ab	۰/۸۳b
F2	۱/۵۷bc	۰/۱۵۲d	۳۱/۳ef	۵۸۸de	۷/۷ab	۰/۹۸ab
F3	۱/۷۲bc	۰/۱۶۲cd	۴۸/۸cdef	۶۲۸bcde	۷/۶ab	۱/۱۳a
F4	۱/۸۲bc	۰/۱۷۰cd	۵۷/۶bcde	۷۰۲abcd	۷/۷ab	۱/۱۷a
MF ₃	۱/۹۵abc	۰/۱۸۶abc	۶۴/۰bcd	۶۵۰abc	۷/۵b	۱/۱۲a
MF ₂	۱/۹۸ab	۰/۱۷۱bcd	۸۲/۲ab	۷۳۶abc	۷/۷a	۱/۲۰a
MF ₁	۱/۹۳abc	۰/۱۹۹ab	۷۲/۷bc	۷۵۶ab	۷/۸a	۱/۰۶a
M	۲/۲۵a	۰/۲۰۳a	۱۰۵/۱a	۷۹۲a	۷/۶ab	۱/۱۰a

اعداد دارای حروف یکسان در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ توسط آزمون دانکن هستند.

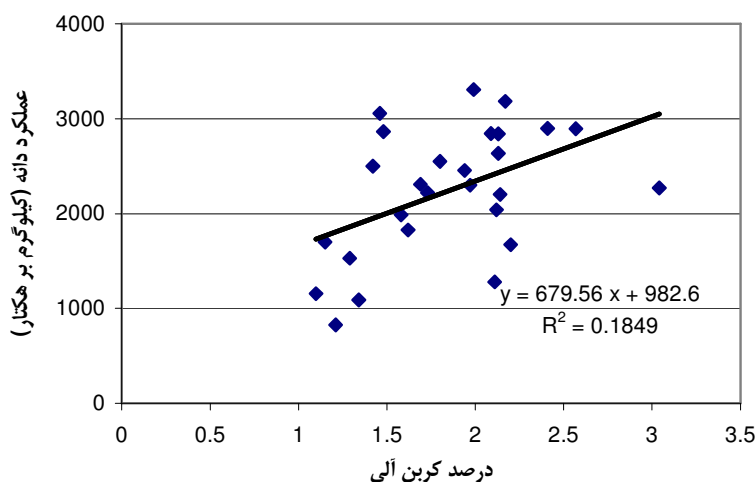
(۲۸ درصد) داشت. یادآوری می شود که در این آزمایش کود دامی به عنوان جایگزین کود شیمیایی مصرف شده

نتایج نشان دادند که تیمار یک باره در مقایسه با تیمار چند باره، تاثیر بیشتری در بهبود درصد کربن آلی

(۲۲) در یک خاک هومیک، در حالتی که میزان بقایای ذرت باقی مانده بر روی خاک، میزان کود دامی (۱۰ تن بر هکتار در سال) و میزان کود شیمیایی کاربردی (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۳ کیلوگرم فسفر بر هکتار) متفاوت بودند، توانستند یک همبستگی مثبتی بین کربن آلی خاک و عملکرد گیاه زراعی پیدا کنند. به طوری که در حالت عدم مصرف کود شیمیایی این همبستگی معنی دار بود ($r = 0.82$) ولی در وضعیت مصرف کود شیمیایی معنی دار نبود. در

به صورت مکمل. تأثیر کم کود دامی در افزایش کربن آلی خاک در این مطالعه نسبت به سایر مطالعات را می توان به کوتاه تر بودن طول دوره آزمایش نسبت داد.

نتایج همچنین نشان داد (شکل ۲) که بین میزان کربن آلی خاک در انتهای دو سال آزمایش و عملکرد در سال دوم همبستگی معنی داری وجود دارد ($r = 0.43^*$) گرچه این همبستگی در سال اول معنی دار نبود ($r = 0.33$). کانچی کریمس و سینگ (۲۱) هم در یک آزمایش ۲۶ ساله، یک همبستگی خطی و معنی دار بین عملکرد سه گیاه گندم، ذرت و لوبیا با ماده آلی به دست آوردند. کاپکیا و همکاران



(شکل ۲) - همبستگی بین کربن آلی خاک و عملکرد دانه در سال ۱۳۸۲.

نقش آن در بهبود نیتروژن قابل دسترس می باشد. استریک لینگ (۴۴) در یک آزمایش ۲۰ ساله با کاربرد تناوب های مختلف، دریافت که ۸۲ تا ۸۴ درصد تغییرات عملکرد ذرت، بدون توجه به سطح کود نیتروژن، مربوط به سطح ماده آلی در خاک است.

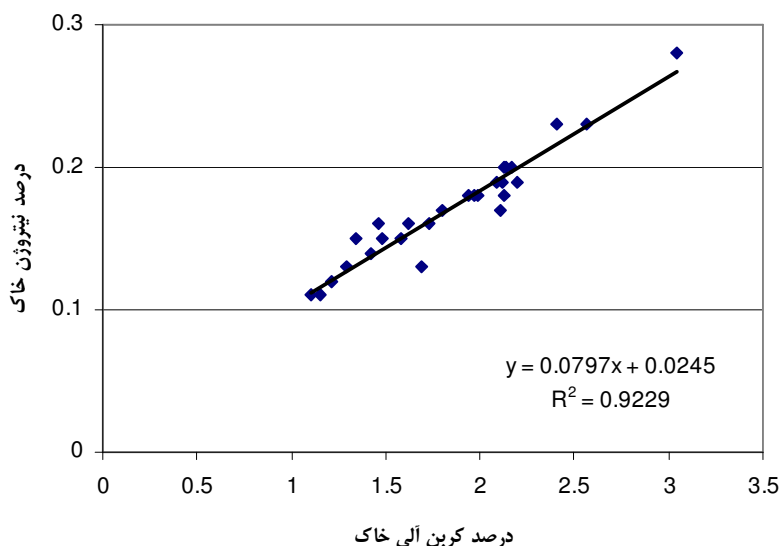
ضریب همبستگی کربن آلی و درصد نیتروژن کل خاک در سطح ۱ درصد معنی دار بود (شکل ۳) به همین دلیل مشاهده می شود که با افزایش کربن آلی، ذخیره نیتروژن

هاندوراس، استاین و داربی (۴۳) دریافتند که کربن آلی یک شاخص قوی برای پیش بینی ثبات خاکدانه های درشت و تخلخل خاک در سیستم های شخم مختلف می باشد.

در یک آزمایش در شمال امریکا، بوئر و بلک (۱۱) تخمین زدند که در دامنه بین ۶۴ تا ۱۴۲ تن بر هکتار ماده آلی، به ازای افزایش هر یک تن ماده آلی به خاک، عملکرد گندم ۱۵ و کل بیوماس ۳۵ کیلوگرم بر هکتار افزایش می یابد. آن ها نشان دادند که اثر اولیه ماده آلی مربوط به

دو برابر بودن نیتروژن اضافه شده به خاک در تیمار کود دامی کامل نسبت به شیمیایی کامل (جدول ۲) عنوان کرد.

خاک هم بالا رفت (جدول ۴) به طوری که در تیمار ۱۰۰ درصد آلی، نیتروژن خاک نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی، ۲۵ درصد افزایش یافت. دلیل این امر را می‌توان



(شکل ۳) همبستگی بین درصد کربن آلی و درصد نیتروژن خاک در سال ۱۳۸۲

و فسفر قابل استخراج دانست (شکل ۴). پژوهشگران اعلام می‌دارند (۵) افزایش کربن آلی خاک به روش‌های زیر باعث بهبود قابلیت دسترسی فسفر می‌شوند:

الف- افزایش حلالیت فسفات‌های کلسیم نامحلول به کمک اسیدهای آلی حاصل از فرایند تجزیه و همچنین به وسیله اسید کربنیک حاصل از CO_2 تنفس

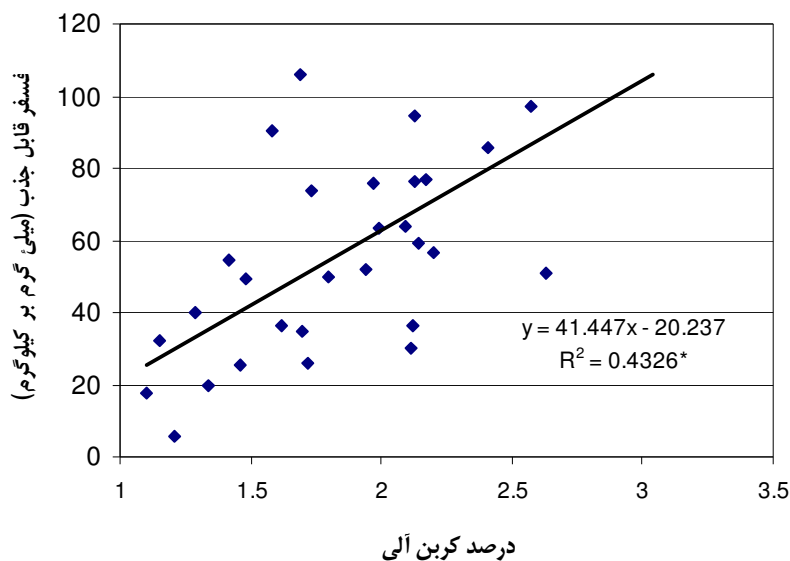
ب- جایگزین شدن یون‌های هوموسی به جای یون‌های فسفات‌های آلی که جذب اکسیدهای آهن و آلومینیوم شده‌اند

ج- ممانعت پوشش هوموس روی اکسیدهای آهن و آلومینیوم در برقراری تماس بین یون‌های فسفات و اکسیدهای یاد شده و در نتیجه کاهش تثبیت فسفر توسط این اکسیدها

د- ایجاد ترکیبات آلی محلول به نام شلات آلومینیوم و کاهش فسفات‌های آلومینیوم نامحلول

فسفر قابل جذب

در سیستم آلی (M) فسفر قابل جذب ب‌طور معنی داری ($P \leq 0.01$) بالاتر از سیستم شیمیایی (F_3) بود. به طوری که در تیمار کود دامی (M) میزان فسفر قابل جذب، ۱۰۵ میلی گرم در کیلوگرم بود که نسبت به تیمار شیمیایی کامل ($F_3 - 48/8$ میلی گرم در کیلوگرم) افزایش قابل توجهی یافت (جدول ۵) علاوه بر این تمام تیمارهای تلفیقی توانستند میزان فسفر قابل جذب را نسبت به سیستم عدم مصرف کود، به طور معنی داری بهبود بخشند این در حالی است که از بین سیستم‌های شیمیایی، فقط تیمار ۱۳۵ درصد شیمیایی (F_4) این فاکتور را به طور معنی داری افزایش داد. کسب این نتیجه را می‌توان ناشی از همبستگی مثبت و معنی دار بین درصد کربن آلی خاک در انتهای دو سال آزمایش



(شکل ۴) رابطه بین درصد کربن آلی خاک و فسفر قابل جذب در سال ۱۳۸۲.

آزمایش، در تیمار دامی سه برابر بیشتر از تیمار شیمیایی بود. تأثیر تیمار تلفیقی (۱۱ کیلوگرم فسفر بر هکتار از طریق دامی و ۱۱ کیلوگرم فسفر بر هکتار از طریق شیمیایی) از تیمار آلی هم بهتر بود لذا این محققین نتیجه گیری کردند که مصرف تلفیقی فسفر می تواند یک راهبرد مناسب جهت بهبود حاصلخیزی خاک و در نتیجه کسب عملکرد بالاتر و پایدارتر در سیستم کشت سویا-گندم در منطقه گرمسیری نیمه خشک باشد. لارنی و جانزن (۲۴) هم کود فسفر را به صورت دامی و شیمیایی در سه نوع خاک با فرسایش شدید، متوسط و کم آزمایش کردند. در این آزمایش تیمارهای کود دامی به صورت یک باره فقط در سال اول (۱۹۹۲) مصرف شد و از سال دوم تا آخر، هر سال ۴۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار و ۹ کیلوگرم فسفر بر هکتار هم به کار رفت. داده ها نشان دادند که مصرف حتی مقدار بالاتر از حد اپتیمم (۸۷ کیلوگرم بر هکتار در سال) فسفر نتوانسته

سایر محققین هم افزایش فسفر قابل دسترس در اثر کودهای آلی را گزارش کرده اند. ردی و همکاران (۳۹) مصرف تلفیقی و شیمیایی فسفر را در تناوب سویا-گندم با هم مقایسه کردند تیمارها به صورتی بودند که بعد از ۶ سال، در تیمار آلی کامل (مصرف ۲۲ کیلوگرم فسفر بر هکتار به صورت دامی)، موازنه فسفر در خاک، ۷ کیلوگرم فسفر بر هکتار بود ولی در تیمار شیمیایی کامل (مصرف ۲۲ کیلوگرم فسفر بر هکتار به صورت شیمیایی) ۷۰ کیلوگرم فسفر بر هکتار بود. به عبارت دیگر در تیمار شیمیایی کامل، بعد از کم کردن فسفر خروجی از فسفر ورودی، ۷۷ کیلوگرم بر هکتار بیشتر فسفر وارد خاک شده بود. نتایج نشان دادند که در تیمار کود دامی علی رغم مصرف کمتر فسفر، جذب فسفر توسط گیاه بیشتر از تیمار شیمیایی (۱۱۹ در مقابل ۱۰۶ کیلوگرم فسفر بر هکتار) بود. نتیجه جالب تر این که میزان فسفر قابل جذب در خاک بعد از اتمام

افزایش یافت (جدول ۵). افزایش معنی دار مقدار پتاسیم خاک در اثر مصرف کود دامی (جدول ۵) یکی از دلایل این پدیده می‌تواند باشد. ونگ و همکاران (۴۵) هم دریافتند که مصرف بیش از ۲۵ و ۵۰ تن کود دامی، به ترتیب در ذرت و کلزا، به علت افزایش شوری و سدیم خاک، عملکرد این دو محصول را کاهش می‌دهد. هائو و چیچانگ (۱۸) هم گزارش کردند که مصرف سالیانه ۶۰ تن برهکتار کود گاوی در طول ۲۵ سال، EC خاک را تا عمق ۳۰ سانتی متر از ۱/۲ دسی زیمنس بر متر، HCO_3 را از ۳/۹۱ به ۵/۲۹ میلی مول بر لیتر و Na را از ۲/۱ به ۵ میلی مول بر لیتر افزایش داد. در مقابل کلارک و همکاران گزارش کردند که در سیستم آلی، EC کمتر و pH بیشتر از سیستم متداول بود.

نتیجه

نتایج نشان دادند مصرف فسفر از طریق کود دامی، بیش از مصرف همان مقدار فسفر به صورت شیمیایی، باعث بهبود فسفر قابل دسترس خاک می‌شود. یکی از دلایل اصلی این تأثیر، افزایش بیشتر کربن آلی خاک در سیستم‌های کوددهی آلی و تلفیقی نسبت به سیستم شیمیایی بود. نتایج همچنین نشان دادند که با تأمین ۳۵ درصد نیاز غذایی گیاه از طریق کود دامی، علاوه بر بهبود ذخیره کربن، نیتروژن و فسفر آلی خاک (در نتیجه اصلاح باروری و تأمین سلامت خاک زراعی)، می‌توان عملکردی بیش از کود شیمیایی بهینه تولید کرد. لذا با توجه به بالا بودن هزینه مصرف کود دامی به نظر می‌رسد این تیمار (MF_2) انتخاب مناسبی جهت رسیدن به هر دو هدف عملکرد بالاتر و کاهش اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از کودهای شیمیایی در کوتاه مدت باشد.

است فسفر قابل جذب خاک را در هیچ عمقی افزایش دهد ولی کاربرد فسفر به صورت کود دامی (۴۳ کیلوگرم بر هکتار در سال) به طور معنی داری توانست این عامل را افزایش دهد. عملکرد دانه گیاه هم در حالت تامین فسفر به صورت آلی بیشتر از تیمار شیمیایی بود. جیتینگ و همکاران (۱۷) هم اظهار داشتند که مصرف یک باره فسفر به میزان ۱۶۴ کیلوگرم بر هکتار به صورت کود دامی در مقایسه با مصرف همان میزان فسفر به صورت کود شیمیایی، منجر به سطح بالاتری از فسفر در خاک و در نتیجه، جذب سطح بالاتری از فسفر توسط گیاه ذرت می‌شود، متعاقب این تأثیر عملکرد گیاه هم افزایش یافت. با این وجود، مطالعات جیمز و همکاران (۲۰) و پرهام و همکاران (۳۱) نشان دادند که مصرف کود دامی به مقدار زیاد، باعث افزایش ظرفیت جذب فسفر نشد، چرا که مصرف بالا و طولانی مدت کود دامی باعث اشباع شدن ظرفیت خاک برای نگهداری فسفر آلی شده و در نتیجه فسفر به صورت روان آب و آبشویی از دسترس خارج می‌شود، نتیجه این پدیده اوتریفیکاسیون آب‌های سطحی خواهد بود.

در مورد پتاسیم قابل تبادل هم مشاهده می‌شود که به علت بالا بودن پتاسیم اضافه شده به خاک از طریق کود دامی تقریباً چهار برابر کود شیمیایی (جدول ۲)، مقدار آن در پایان آزمایش به طور چشمگیری در خاک افزایش یافته است (جدول ۴). این پدیده خود می‌تواند به عنوان یکی از دلایل بالاتر بودن EC در تیمارهای تلفیقی و آلی نسبت به شاهد باشد.

اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک

اسیدیته تحت تأثیر سیستم مصرف کود قرار نگرفت. در اثر مصرف کود دامی و مقادیر بالای کود شیمیایی، EC

و تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی که بخشی از امکانات اجرای این پژوهش را فراهم کردند، ابراز نگراندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند مراتب تقدیر نمایند.

تشکر و قدر دانی

منابع

- ۱- حسن زاده قورت تپه، ع. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی. پایان نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- خورگامی، ع.، نورمحمدی، ق.، مجیدی هروان، الف.، شیرانی، الف و درویش، ف. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش آبی و مقادیر پتاسیم بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در ارقام کلزا، علوم کشاورزی، ۳: ۱۲-۳
- ۳- شریفی عاشورآبادی، الف. ۱۳۷۷. بررسی حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های زراعی. پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
- ۴- فرزانه، م.، ضعیفی زاده، م.، سید شریفی، س.، دهقان‌شعار، م و اسودی، ج. ۱۳۸۵. تعیین مناسب ترین سطوح کودی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تولید بذر چغندر قند در منطقه اردبیل. چغندر قند، ۲۲: ۶۹-۷۹
- ۵- کوچکی، ع.ر. و خلقانی، ج. ۱۳۷۷. کشاورزی پایدار در مناطق معتدل. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۶- لباسچی، م.ح. ۱۳۷۹. بررسی جنبه‌های اکوفیزیولوژی گل راعی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی. پایان نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۷- ملکوتی، م.ح.، خادمی، ز.، و مهاجرمیلانی، پ. ۱۳۷۹. توصیه بهینه کودی برای کلزا در کشور، علوم خاک و آب. جلد ۱۲، شماره ۱۲: ۱-۶
- ۸- ملکوتی، م.ح. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ص ۷۹
- 9- Acharya, C.L., S.K. Bishoni, and H.S. Yadavanshi. 1988. Effect of long term application of fertilizers and organic manures and inorganic amendments under continuous cropping on soil physical and chemical properties in an Alfisol. *Indian Journal of Agricultural Science*. 58:509-516
- 10- Agbenin, J.O., and J.T. Goladi. 1997. Carbon, nitrogen and phosphorus dynamics under continuous cultivation as influenced by farmyard manure and inorganic fertilizers in the savanna of northern Nigeria. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 63:17-24.
- 11- Bauer, A.R., and A.L. Black. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Science Society of American Journal*. 58:185-193
- 12- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI
- 13- Clark, M.S., W.R. Horwath, C. Shennan and K.M. Scow. (1998). Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. *Agronomy Journal*. 90:662-671
- 14- Eghball, B., and J.F. Power. 1999. Composted and noncomposted manure application to conventional and no-tillage system: corn yield and nitrogen uptake. *Agronomy Journal*, 91:819-825
- 15- Eghball, B., B. Wienhold, and J. Ghilly. 2001. Comprehensive manure management for improved nutrient utilization and environment quality. *Soil and Water Conservation Research*. 1: 128-135

- 16- Ghosh, P.K., P. Ramesh., K.K. Bandyopadhyay., A.K. Tripathi., K.M. Hati, and A.K. Misra. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. Crop yield and system performance. *Bioresource Technology*. 95:77-83.
- 17- Ginting,D; J.F. Moncrief, S.C. Gupta, and S.D. Evans. 1998. Interaction between manure and tillage system on phosphorus uptake and runoff losses. *Journal of Environment Quality*. 27:1403-1410
- 18- Hao, X., and Chi Chang . 2003. Does long-term heavy manure application increase salinity of a clay loam soil in semi-arid southern Alberta . *Agriculture Ecosystems & Environment*. 94:89-103
- 19- Hegde, B.R; K.T. Krishnegowda, and H.C. Parvathappa. 1988. Organic residue management in red soil under dry land conditions . *National symposium on Recent Advances in Dry land agriculture*, Hyderabad.
- 20- James, D.W; J. KotubyAmacher, G.L. Anderson, and D.A. Huber. 1996. Phosphorus mobility in calcareous soil under heavy manuring. *Journal of Environment Quality*. 25:770-775
- 21- Kanchikerimath, M., and D. Singh. 2001. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a combisol India. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 86:155-162.
- 22- Kapkiya, J.J., N. Karanja, P.L.Woomer, and J.N. Quresh. 1998. Soil organic carbon fraction in a long-term experiment and the potential for their use as a diagnostic assay in highland farming systems of central Kenya. *African Crop Science Journal*. 6:19-28
- 23- Knudsen, D., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium, and potassium. P. 225-246. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI
- 24- Larney, F.J., and H.H. Janzen. 1999. A simulated erosion approach to assess rates of cattle manure and phosphorus fertilizer for restoring productivity to eroded soils. *Agriculture Ecosystem & Envrionment*. 65:11-126
- 25- Nambiar, K.K.M; and I.P. Abrol. (1989). Long term fertilizer experiments in India ,an overview. *Fertilizer News*. 34:11-20
- 26- Nelson,D.W., and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, and organic matter. P. 539-580. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- 27- Nyamangara, J., J. Gotosa, and S.E. Mpofu. 1999. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil Zimbabwe. *Soil & Tillage Research*, 62:157-162.
- 28- Olsen, S.R., and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-429. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- 29- Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney. 1982. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- 30- Pang, X.P, and J.Letey. 2000. Organic farming: challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogen requirements. *Soil Science Society of American Journal*. 64:247-253.
- 31- Parham,J.A ; S.P. Deng, W.R. Raun, and G.V. Johnson. 2002. Long-term cattle manure application in soil. *Biology and Fertility of Soils* .35:328-337.
- 32- Patra, D.D., M.Anwar, and S.Chand. 2000. Integrated nutrient management and wast recycling for restoring soil fertility and productivity in Japanese mint and mustard sequence in Uttar Pradesh, India. *Agriculture Ecosystem & Environment*. 80:267-275
- 33- Peacock, A.D., M.D. Mullen, D.B. Ringellberg, D.D. Tyler, D.B. Hedruicl, P.M. Gale and D.C. Whithe. 2001. Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate application. *Soil Biology & Biochemistry*, 33:1011-1019.
- 34- Potash and phosphorus Institute. 2006. The fertility of North American soil. www.ppi-ppic.org
- 35- Prasad, R. 1996. Cropping systems and sustainable of agriculture. *Indian Farming*. 46:39-45.
- 36- Rathke, G.-W. Schuster, C. 2001. Plant nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, PP. 798-799.
- 37- Rathke, G.W., O.Christen, and W.Diepenbrock. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity

- and quality of winter oilseed rape grown in different crop rotation. *Field Crops Research*. 94:103-113.
- 38- Rathke, G.W., T. Behrens, and W. Diepenbrock. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture Ecosystem & Environment* . 117:80-108
- 39- Reddy, D.D., A. Subba, K. Sammi Reddy, and P.N. Takkar. 1999. Yield sustainability and phosphorus utilization in soybean-wheat system on vertisols in response to integrate use of manure and fertilizer phosphorous. *Field Crops Research*, 62:181-190.
- 40- Reddy, D.D., A. Subba, and T.R. Rupa. 2000. Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic phosphorus in a vertisol. *Bioresource Technology*, 75:113-118.
- 41- Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. p.167-180. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbial methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- 42- SAS Institute. 2000. *SAS User's Guide*. SAS Inst., Cary, NC.
- 43- Stine, A.G., and H.M. Darby. 2003. Organic matter-mediated suppression of soilborn plant diseases in field agricultural systems. In F. Magdoff and R.R. weil, *Functions and Management of Soil Organic Matter in Agroecosystems*. CRC press, Boca Raton, FL
- 44- Strickling, E. 1975. Crop sequences and tillage in efficient crop production. In North East Branch American Society of Agronomy Abstract. *Agronomy society of America*. Madison WI. pp.20-29
- 45- Wong, J.W.C., K.K. Ma, K.M. Fang, and C. Chcuung. 1999. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bioresarch Technology*. 67:43-46

Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil

H.Sabahi* - A.Ghalavand - A.M.Modarres Sanavy - A. Asgharzadeh¹

Abstract

To compare the canola yield and chemical characteristics of soil under integrated and conventional fertilization systems, an experiment was conducted in Savadkooh region for 2 years. The fertilizer treatments concluded 0, 50, 100, 150, 200 kg.N.ha⁻¹ urea (F₀ to F₄), 150 kg.N.ha⁻¹ urea + 50 kg.N.ha⁻¹ manure (MF₁), 100 kg.N.ha⁻¹ urea + 50 kg.N.ha⁻¹ manure (MF₂), 50 kg.N.ha⁻¹ urea + 100 kg.N.ha⁻¹ manure (MF₃), 150 kg.N.ha⁻¹ manure (M). The results showed that for both years the highest yield was obtained from integrated system of 150 kg.N.ha⁻¹ urea + 50 kg.N.ha⁻¹ manure (MF₁). For the first year no difference between seed yield of integrated and chemical treatments was observed, however, the integrated treatments seed yield was significantly higher than the chemical treatments for the 2nd year. In addition, in organic system (M) yield was lower than inorganic system (F₃) for the first year, while this was reversed for the second year. The application of manure increased available phosphorus significantly. For example, in organic system the available phosphorus increased 115% as compared with chemical system. In both systems the organic carbon content increased, but this increase was 12% and 35% for the chemical and integrated systems, respectively. Total nitrogen had a similar trend and the correlation coefficient was very significant (R²=0.93). According to the results it can be concluded that the integrated fertilization can be suggested as a suitable strategy to increase the available phosphorus in soil and to obtain a sustainable yield of canola.

Key words: Manure, Integrated fertilization system, Nitrogen, Phosphorus, Canola, Yield.

* - Corresponding author Email: Sabahy_h@yahoo.com

¹ - Contribution. from Environmental Sciences Research Institute of Shahid Beheshti University & College of Agriculture of Tarbiat Modarres University. & Soil and Water Research Institute