نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال هفتم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۶

ISSN 2251-7480

تأثیر مصرف زئولیت در تلفیق با کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد کمّی و کیفی آفتابگردان

مجید غلامحسینی[۱]، آیدین خدائی جوقان[۲]، فرهاد حبیب زاده[۳] و امیر قلاوند[۴*]

۱) استادیار بخش دانه‌های روغنی؛ موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج؛ سازمان تحقیقات؛ آموزش و ترویج کشاورزی؛ کرج؛ ایران

۲) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات؛ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین؛ خوزستان؛ ایران

۳) استادیار گروه تولید و اصلاح نباتات؛ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی؛ دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)؛ قزوین؛ ایران

٤*) استاد گروه زراعت؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: ghalavand_amir@yahoo.com

تاریخ دریافت: ١٣٩٥/١٠/٤ تاریخ پذیرش:١٣٩٦/٥/١٥

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد زئولیت در مصرف تلفیقی با کودهای آلی و شیمیایی در سامانه‌های حاصلخیزی متداول تلفیقی و ارگانیک برعملکرد، اجزاء عملکرد و ویژگی‌های کیفی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، آزمایشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا شد. آزمایش در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارها در سه دسته شیمیایی، آلی و تلفیقی با و بدون زئولیت مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف کودی بر اکثر صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه و اجزای آن، عملکرد روغن و غلظت عناصر در برگ در سطح آماری یک درصد تأثیر معنی‌داری داشتند. حداکثر عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین صفت مورد بررسی از تیمار تأمین۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود دامی کمپوست شده زئولیتی همراه تأمین ۵۰ درصد از نیتروژن از طریق کود شیمیایی اوره به مقدار ۲۵۳۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در تمامی روش‌های تغذیه‌ای، کاربرد زئولیت نسبت به عدم مصرف آن سبب افزایش عملکرد روغن گردید. بیشترین مقدار عملکرد روغن از تیمار تأمین ۵۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی همراه با تأمین ۵۰٪ نیتروژن از طریق اوره و با کاربرد ۹ تن در هکتار زئولیت (به میزان ۱۱۶۵ کیلوگرم بر هکتار) به‌دست آمد. در نهایت می‌توان تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق سیستم تلفیقی کود شیمیایی و دامی از منبع کمپوست زئولیتی را به‌عنوان تیمار برتر و گامی در راستای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و تحقق اهداف کشاورزی پایدار معرفی نمود.

کلید واژه‌ها: آفتابگردان؛ حاصل‌خیزی خاک؛ زئولیت؛ کشاورزی پایدار؛ کمپوست کود دامی

مقدمه

کاربرد نهاده‌ها و عملیات سامانه‌های رایج کشاورزی پیامدهای جدی برای سلامت انسان، موجودات زنده و محیط زیست به همراه داشته است. آلودگی منابع آب و خاک به سموم و کودهای شیمیایی، فرسایش و زوال خاک سامانه‌های کشاورزی بر اثر تردد سنگین ماشین‌آلات و از بین رفتن تنوع زیستی کشت‌بوم‌های مناطق مختلف و طغیان انواع علف‌های هرز بر اثر رواج تک‌محصولی از جملهٔ این پیامدها به شمار می‌رود (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۷). از منظر مدیریت حاصلخیزی خاک، نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی می‌باشد، بنابراین گزینش بهترین منبع کودی حاوی این عنصر برای رسیدن به بالاترین حد تولید الزامی است. استفاده از کودهای شیمیایی در سیستم‌های رایج کشاورزی به‌منظور تأمین حاصلخیزی خاک، سبب اختلال در چرخهٔ عناصر

غذایی گشته و تولید کشاورزی کاملاً وابسته به مصرف کودهای شیمیایی شده است که همین وابستگی به نهاده‌های خارج از مزرعه، پایداری کشت‌بوم را به شدت کاهش می‌دهد (Eghball *et al.*, 2001). در مقابل، کاربرد کودهای آلی در کشاورزی موثر و با ارزش است و روشی برای بهبود خصوصیات میکروبیولوژی و فیزیکی-شیمیایی خاک‌های تخریب شده می‌باشد. این کودها به شکل‌گیری ساختمان خاک و استقرار گیاهان و توانایی استفاده از منابع ضعیف شده برای گیاهان با بیوماس زیاد یا گیاهان صنعتی کمک می‌کند. از جمله تاثیرات مفید کودهای آلی بویژه کودهای دامی کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و افزایش ساختمان گرانوله‌ای و بالا بردن فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی می‌باشد (Eghball *et al.*, 2000, Eghball *et al.*, 2001).

همچنین زئولیت‌ها به‌عنوان موادی با منشاء طبیعی و با قابلیت تبادل کاتیونی مناسب و ساختمان مستحکم (Shaw and Andrews, 2001) چنانچه در حین عمل‌آوری کمپوست‌های دامی، به کودهای دامی تازه اضافه شوند علاوه بر اینکه شرایط تهویه، برای فعالیت میکروارگانیزم‌های هوازی را فراهم می‌کنند (Anonymous, 2004)، باعث جذب مواد مغذی کود دامی مخصوصا نیتروژن آن شده و از هدرروی نیتروژن موجود در آن چه به صورت آمونیاک و چه به صورت نیترات جلوگیری می‌کنند (Dwairi, 1998). Khodaei Joghan و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که کاربرد کمپوست زئولیتی نسبت به کمپوست دامی معمولی سبب افزایش فراهمی نیتروژن و در نتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم شد. تاثیر کاربرد زئولیت در جذب و نگهداری نیتروژن و جلوگیری از شستشوی آن توسط برخی محققین گزارش شده است (Bigelow *et al.*, 2003). از جمله غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که بکارگیری زئولیت در سطوح ٦ و ۹ تن در هکتار باعث کاهش شستشوی نیتروژن شده و همچنین اکثر صفات کمی علوفهٔ کلزا، در تیمارهای حاوی زئولیت نسبت به عدم مصرف زئولیت برتری قابل ملاحظه‌ای داشتند.

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز جوامع انسانی به شمار می‌روند. کنجاله حاصل از فرآیند صنعتی تولید روغن نیز به لحاظ سرشار بودن از پروتئین یکی از اقلام مهم تغذیه دام، طیور و آبزیان محسوب می‌گردد. سالانه بالغ بر ۱/۱ میلیون تن روغن خوراکی برای مصرف روزانه در سبد غذایی مردم و ۱/۷ میلیون تن کنجاله دانه‌های روغنی برای مصارف دامی وارد کشور می‌شود که اعتبار ارزی بالایی صرف آن می‌گردد (بی‌نام، ۱۳۹٤). مزیت‌های نسبی آفتابگردان در مقایسه با برخی دیگر از گیاهان دانه روغنی طول دوره رشد کوتاه، رشد و نمو سریع، سازگاری با شرایط آب و هوایی، و بی‌تفاوت بودن نسبت به طول روز می‌باشد. در واقع، آفتابگردان یکی از عمده ترین دانه های روغنی در جهان می باشد که به دلیل مناسب بودن نیازهای زراعی، عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و فقدان عوامل ضد تغذیه‌ای، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (Kazi *et al.*, 2002). بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک و اولئیک که از اسیدهای چرب ضروری بوده و حدود ۹۰ درصد ازکل اسیدهای چرب روغن آفتابگردان را تشکیل می دهند، باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای روغن آن شده است (Izquierdo and Aguirrezabal, 2008). تغذیه صحیح و متعادل گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی به شمار می‌آید. در سیستم‌های کشاورزی، کاربرد کودهای آلی و طبیعی به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی، به‌دلیل آزادسازی آهسته عناصر غذایی نقش مثبت و غیرقابل انکاری در مدیریت پایدار خاک و در نهایت پایداری کل سیستم دارد (شمس‌الدین سعید و همکاران، ۱۳۹٦). از این رو بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی زئولیت با کودهای شیمیایی و آلی در اراضی کم بازده شنی بر عملکرد، اجزاء عملکرد، خواص کیفی آفتابگردان و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

خاک می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره مدیریت تغذیه‌ای پایدار گیاه آفتابگردان ارائه کند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ١٦ کیلومتری غرب تهران با مختصات جغرافیائی ۳۵ درجه و ٤٤ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، ۱۰ نمونه تصادفی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه شد و پس از مخلوط کردن یک نمونه همگن به آزمایشگاه ارسال گردید. خاک محل آزمایش از نظر بافت، جزو اراضی سبک با بافت شنی-لومی (Sandy loam) با قابلیت نگهداری رطوبت اندک (درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی یا FC، نقطه پژمردگی و رطوبت قابل استفاده به ترتیب برابر ۲۱، ۹ و ۱۲ درصد)، همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی پائین (حدود ٦ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم) بود. سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول۱ ارائه شده است. آب مورد استفاده برای آبیاری مزرعه با pH حدود ۷/۳ و EC برابر ۰/٦ dS/m، کیفیت مطلوبی برای استفاده داشت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. عامل مورد بررسی در این آزمایش روش‌های مختلف تأمین نیتروژن خاک بود. بر این اساس ۱۱ تیمار آزمایشی در سه دستهٔ شیمیایی، آلی و تلفیقی به همراه شاهد مورد بررسی قرار گرفت (جدول۲).

به‌منظور تهیه کمپوست‌های مناسب برای اجرای آزمایش، ابتدا کود دامی تازه (کودی که از جمع‌آوری آن در دامداری بیش از ۲۰ روز نگذشته بود) به دانشکده منتقل شده و برای تعیین خصوصیات شیمیایی نمونه‌ای تهیه و مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج آن در جدول۳ ارائه گردیده است. سپس، دو ردیف هم وزن به طول ۵ متر، عرض ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر از کود دامی توزین شد، که در یکی از ردیف‌ها هیچگونه ماده اضافی مصرف نشد ولی در ردیف دیگر ۱۰ درصد وزن کود دامی، زئولیت طبیعی با کود دامی مخلوط گردید (نتایج تجزیهٔ شیمیایی زئولیت مصرفی در جدول ٤ ارائه شده است) و برای جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید بر ردیف‌های کود دامی، سطح ردیف‌ها بوسیلهٔ کاه و کلش بطور کامل پوشانده شد.

جدول۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق cm	درصد شن	درصد لای	درصد رس	بافت	درصد مواد خنثی شونده
۰-۳۰	٦۹	۲۰	۱۱	لوم شنی	۵/۵
درصد حجمی رطوبت در FC	درصد حجمی رطوبت در CEW	درصد رطوبت قابل دسترس AW	وزن مخصوص ظاهری(g/cm^3)	pH	درصد مواد آلی
۲۱	۹	۱۲	۱/٤۵	۷/۷	۱/۰٦
درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg
۰/۰۷	۱۲<	۳۵۰<	۷/٦	۱	۰/۷

CEW = Crop Extractable Water , FC = Field Capacity, AW = Available Water, CEC (Cation Exchange Capacity) = 4/6 meq/100gr

جدول ۲ . معرفی تیمارهای آزمایش

شیمیایی	(F1) تامین ۱۰۰٪ نیتروژن از طریق اوره (تیمار شاهد) (F2) تامین ۱۰۰٪ نیتروژن از طریق اوره + ۹ تن در هکتار زئولیت
آلی	(F3) تامین ۱۰۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی (F4) تامین ۱۰۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی زئولیتی (F5) تامین ۱۰۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی + ۹ تن در هکتار زئولیت
تلفیقی	(F6) تامین ۵۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی + تامین ۵۰٪ از نیتروژن از طریق اوره (F7) تامین ۵۰ ٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی زئولیتی+ تامین ۵۰٪ از نیتروژن از طریق اوره (F8) تامین۵۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی+ تامین ۵۰٪ نیتروژن از طریق اوره + ۹ تن در هکتار زئولیت (F9) تامین ۳۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی + تامین ۷۰٪ نیتروژن از طریق اوره (F10) تامین ۳۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی زئولیتی + تامین ۷۰٪ نیتروژن از طریق اوره (F11) تامین ۳۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی + تامین ۷۰٪ نیتروژن از طریق اوره + ۹ تن در هکتار زئولیت

طول دورهٔ تبدیل کود دامی تازه به کمپوست‌های قابل استفاده ۸۵ روز بود که در این مدت تأمین رطوبت مورد نیاز و شرایط هوازی، برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها در ردیف‌های کود دامی لحاظ گردید. در چند نوبت علاوه بر برهم زدن ردیف‌های کودی، دمای توده کود در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری به‌وسیلهٔ دماسنج جیوه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت تا از رسیدن دمای ردیف‌های کودی به مقدار مناسب (حدود ۵۵ تا ٦۰ درجه) برای از بین رفتن بذور علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها اطمینان حاصل شود (Eghball *et al,* 2000). پس از طی شدن فرآیند عمل‌آوری تودهٔ کودی، قبل از استفاده از کمپوست‌ها در واحدهای آزمایشی مربوطه، نمونه‌ای از ردیف‌های کمپوستی تهیه و به منظور تعیین میزان نیتروژن باقی مانده به آزمایشگاه ارسال گردید.

جدول ۳ . ویژگی‌های شیمیایی کود دامی مورد استفاده

هدایت الکتریکی ds/m	واکنش pH	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	سدیم کل (درصد)
۲۱,۲	۹	۲۸/۸۵	۱/۲۵	۱/۲۲
درصد اشباع	مواد آلی	مواد خنثی شونده (درصد)	نسبت کربن نیتروژن	فسفر کل (درصد)
۲٤۰	٤۹/۹	۱۱/۵	۲۳	۰/۵٦
پتاسیم کل (درصد)	آهن کل mg/kg	روی کل mg/kg	مس کل mg/kg	منگنز کل mg/kg
۲/۵۵	۷٤۳۵	۱۰۹/۳	۲۵/۵	۲٦۷/٦

جدول ٤. خصوصیات شیمیایی زئولیت مورد استفاده

SiO_2	AL_2O_3	K_2O	Na_2O	MgO	CaO
٪٦۵	٪۱۲/۰۲	٪۳	٪۱/۰۸	٪۰/۱	٪۲/۳
Fe_2O_3	MnO	TiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl
٪۱/۵	٪۰/۰٤	٪۰/۰۳	٪۰/۰۱	–	–

CEC = ۲۰۰meq/۱۰۰g

مراحل آماده‌سازی زمین با اجرای عملیات شخم، دیسک‌زنی برای خردکردن کلوخه‌ها، تسطیح و ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر جهت کشت آفتابگردان صورت گرفت. به منظور اعمال صحیح تیمارها، پس از تعیین ابعاد هر کرت، تیمارها به طور تصادفی به واحدهای آزمایشی منتسب گردیدند. هر واحد آزمایشی شامل ٦ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ٤ متر بود. مساحت تحت اشغال هر کرت حدود ۱۲ مترمربع (٤×۳) بود.

تیمارهائی که دارای کود دامی و زئولیت بودند بوسیله نیروی کارگری در سطح هر کرت پخش شده و با خاک به طور کامل مخلوط شدند. پس از اعمال تیمارهای حاصلخیزی خاک، بذور آفتابگردان رقم bilizar کاشته شد. در هر کرت فاصله‌ای به اندازه ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف‌های کاشت و ۲۵ سانتی‌متر بین گیاهان لحاظ گردید. کرت‌ها ابتدا به صورت متراکم کشت شدند و سپس در مرحله ۳ برگی گیاهان به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم تنک شدند تا تراکم ۸ بوته در مترمربع حاصل شود. به منظور جلوگیری از تداخل تیمارهای آزمایشی و سایر مراحل اجرای آزمایش، فاصله‌ای به اندازه ۱/۵متر بین بلوک‌ها و ۰/۷۵ متر بین کرت‌ها، لحاظ گردید. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و به‌طور یکسان برای همه کرت‌ها به روش نشتی انجام گرفت. برای جلوگیری از ایجاد روان‌آب، سیکل آبیاری هر کرت به صورت بسته و مجزا از کرت مجاور اجرا شد. با توجه به نیاز گیاه آفتابگردان رقم بیلیزار به نیتروژن، ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره با ٤٦ درصد نیتروژن، بر ای تیمارهای شیمیایی تامین شد به طوری‌که ۵۰ درصد از آن در مرحلهٔ تهیه زمین و ۵۰ درصد باقی مانده در مرحله تشکیل ابتدائی اندام‌های زایشی (مرحلهٔ ستاره سو) مصرف گردید. برداشت به صورت دستی از فاصله‌ی ٤ تا ۵ سانتی‌متری سطح زمین هنگام رسیدگی کامل زمانی که طبق‌ها و برگک‌های کناری طبق‌ها از حالت سبز رنگ به قهوه‌ای تغییر رنگ داده بودند انجام گرفته و عملکرد دانه، وزن خشک نهائی، قطر طبق، تعداد دانه در یک طبق، وزن هزاردانه، درصد و عملکرد روغن و درصد پروتئین دانه اندازه گیری گردید.

همچنین غلظت نیتروژن برگ با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر و به کمک دستگاه Kejel Auto Analyzer,Tecator 1030 اندازه‌گیری شد. بعلاوه مقدار فسفر برگ و دانه با استفاده از روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات-وانادات) و به‌وسیله دستگاهJenWay 6505، Spectrophotometer و میزان پتاسیم برگ و دانه به روش نشر شعله‌ایی و به وسیله دستگاه Flame Photometer, JenWay PFP7 اندازه‌گیری شد. همچنین برای تعیین درصد روغن و پروتئین از دستگاه Inframatic 8620 Percor و نمونه‌های آسیاب شده استفاده گردید. در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود، در حالی که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۵).

بیشترین عملکرد زیست توده از تیمارF8 به مقدار ۵۷۱٦ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تیمار F3 به مقدار ٤۱۲٤ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ٦). در بین سه دسته تیمار مورد بررسی (آلی، شیمیایی و تلفیقی) تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی بیشترین عملکرد زیست توده را به خود اختصاص دادند و در بین این تیمارها مصرف زئولیت هم در خاک و هم در کود نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش عملکرد زیست توده گردید. در تیمارهای تلفیقی به دلیل مصادف شدن نیاز گیاه با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز آن، انتظار می‌رود عملکرد بیشتری بدست آید.

جدول ۵ . تجزیه واریانس میانگین مربعات عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک	شاخص برداشت
تکرار	۲	٢٥٧١٧٢/١١ ^{ns}	٢٦٨٥٨١/٠٦ ^{ns}	٣٦/١١ ^{ns}
تیمار	۱۰	٥٤١٠٠١/٤٦**	٨١١٦٥٢/٤٢**	٥/٩٤ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۰	٨٣٠٤٦/٤١	١١٠٦٣٤/٧٣	٢٤/٨٢
ضریب تغییرات (درصد)		١٤/٨٣	٦/٨٣	١١/٦٤

^{ns}، * و ** بترتیب بدون اثر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

همچنین زئولیت از طریق افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (He *et al.*, 2002) و سطح ویژهٔ خاک، مانع هدرروی نیتروژن از طریق تصعید در کود دامی و آبشویی در خاک شده و در اثر فراهمی طولانی مدت نیتروژن اثر گذاری آن را بیشتر می‌کند.احتمالا فراهمی بیشتر نیتروژن ناشی از به کارگیری کود دامی و زئولیت، باعث افزایش شاخص سطح برگ و افزایش پوشش گیاهی گردیده که منجر به افزایش دریافت تشعشع، افزایش تثبیت دی اکسید کربن و در نهایت افزایش ماده خشک می‌گردد. کمترین عملکرد دانه از تیمار F3 به مقدار ۱۲۷۵ کیلوگرم در هکتار و حداکثر آن (۲۵۳۹ کیلوگرم در هکتار) با افزایشی حدود دو برابری از تیمار F7 به دست آمد (جدول ٦). کاربرد کودهای دامی سبب بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بیولوژیک و تعادل عناصر غذایی خاک می‌گردد و به همین دلیل حصول بیشترین عملکرد دانه از تیمارهای ۱۰۰درصد آلی مورد انتظار بود ولی به دلیل کندی آزادسازی نیتروژن از منابع آلی (Pang and letey, 2000) در مراحلی که سرعت جذب نیتروژن گیاه بالا است، نیتروژن به مقدار کافی در خاک تجمع نیافته و در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد. افزایش عملکرد دانه در تیمار F7 ناشی از کاربرد تلفیقی کود دامی همراه با زئولیت و کود شیمیایی بود

جدول ٦. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت آفتابگردان

صفات تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد)
F1*	١٦٤٢^{def}	٤٤٩٥^{cde}	٤١/٨٩ ^{a}
F2	١٧٥٢^{cdef}	٤٦٩٨^{bcd}	٤٤/١٧ ^{a}
F3	١٢٧٥^{f}	٤١٢٤^{e}	٤١/٢٢ ^{a}
F4	١٥٣٢^{ef}	٤٣٤٣^{de}	٤٢/٢٥ ^{a}
F5	١٥٤٢^{ef}	٤٤٠٤^{de}	٤١/٩٨ ^{a}
F6	٢٣٣٨^{ab}	٥٢٢٩^{ab}	٤٤/٦٩ ^{a}
F7	٢٥٣٩ ^{a}	٥٦٤٠^{a}	٤٥/٠٠ ^{a}
F8	٢٥١٠^{a}	٥٧١٦^{a}	٤٣/٨٨ ^{a}
F9	١٩٩٨^{bcde}	٤٨٦١ ^{bcd}	٤١/٠٨ ^{a}
F10	٢١٥٠^{abc}	٥٠٣٧^{bc}	٤٢/٦١ ^{a}
F11	٢٠٩٢^{abcd}	٥٠٠٨^{bc}	٤١/٧٦ ^{a}

*برای آگاهی از مشخصات هر تیمار به قسمت مواد و روش‌ها مراجعه کنید

در هرستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

استفاده از زئولیت در کود دامی سبب جلوگیری از هدرروی نیتروژن در طی فرایند کمپوست‌سازی گردید که باعث افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه می‌شود. همچنین کود دامی نیز علاوه بر اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مانع از هدر روی سریع نیتروژن از خاک می‌شود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۷).

در هر یک از سیستم‌های حاصلخیزی شیمیایی، آلی و تلفیقی کاربرد زئولیت در خاک و کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن از طریق حفظ نیتروژن خاک موجب افزایش عملکرد آفتابگردان شد (جدول ٦). همچنین به نظر می‌رسد استفاده از زئولیت در فرایند کمپوست‌سازی سبب ایجاد شرایط تهویه‌ای مناسب‌تر، فعالیت میکروبی بهتر و حفظ عناصر غذایی آن شده و در نتیجه کیفیت کمپوست را افزایش داده است. در این آزمایش شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. بنا بر نظر Hay و Porter (۲۰۰٦)، شاخص برداشت صفتی ژنتیکی و عملا ثابت است. زیرا همانطور که شرایط تنش از جمله تنش آبی یا کمبود عناصر غذایی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود وزن خشک کل نیز کم می‌شود. شاخص برداشت دارای یک سقف است که در برخی گیاهان زراعی اصلاح شده به حداکثر خود نزدیک شده است.

اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک

اثر تیمارهای کودی بر تعداد دانه در طبق و ارتفاع گیاه در سطح آماری یک درصد و قطر طبق در سطح آماری پنج درصد معنی دار بود و در بین صفات مرتبط با اجزای عملکرد تنها وزن هزار دانه نغییرات قابل توجهی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نشان نداد (جدول ۷). عملکرد دانه شامل چندین مؤلفه است که تحت عنوان اجزاء عملکرد معرفی می‌شوند. این اجزاء دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه هستند و به لحاظ اینکه کمتر از عملکرد تحت تأثیر عوامل اقلیمی می‌باشند، معیارهای مناسبی برای اعمال انتخاب خواهند بود. نتایج حاصل از مقایسات میانگین بیانگر آن است که بیشترین تعداد دانه در طبق از تیمار F8 به تعداد ٦۲٦ و کمترین آن از F3 به تعداد ٤۰۹ دانه در طبق بدست آمد (جدول ۸). حداکثر بازده نیتروژن زمانی حاصل می‌شود که مقدار و زمان مصرف کود هماهنگ با نیاز گیاه باشد. اگر این هماهنگی حاصل شود تعداد دانه در طبق افزایش می‌یابد. در این مورد مشاهده شد که تیمارهای تلفیقی دارای بیشترین تعداد تعداد دانه در طبق بودند (جدول۸). در میان تیمارهای تلفیقی تیمارهای دارای زئولیت دارای بیشترین مقادیر در این صفات بودند (جدول ۸). به نظر می‌رسد که کاربرد کود دامی همراه با زئولیت در تیمارهای تلفیقی، در ابتدای رشد به علت تحریک فعالیت‌های میکروبی موجب ساکن‌سازی مقداری از نیتروژن و کاهش قابلیت دسترسی آن شده است (Warman, 2005).

جدول۷. تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در طبق	قطر طبق	ارتفاع گیاه	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۱۹۰۱/۳۰ ^{ns}	۷/۹۷ ^{ns}	^{ns} ۱۰۸/٤۹	۳٤/۰۷ ^{ns}
تیمار	۱۰	۱۷۳۰۹/۱۰**	۱٦/۸۸*	۳۵۲/۱۰**	۵۵/۳٤ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۰	۱۱۰٤/٦۱	۳/۰۰	٤۵/۱٦	۳۲/۲۲
ضریب تغییرات (٪)		٦/٤۳	۱۳/٦۷	۵/۹٤	۹/٦۵

^{ns}، * و ** بترتیب بدون اثر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

این امر موجب کاهش جذب نیتروژن در مراحل رشد رویشی می‌شود. در مقابل در مراحل رشد زایشی که قابلیت دسترسی نیتروژن در سیستم شیمیایی عمدتا به دلیل شستشوی نیتروژن از خاک کم است، کود دامی و زئولیت در سیستم تلفیقی با رهاسازی کند و مداوم نیتروژن باعث تداوم جذب آن (Domadar Reddy *et al.*, 2000) می‌شوند.

همانطور که جدول ۸ نشان می‌دهد، تلفیقی کود دامی و شیمیایی همراه با زئولیت (تیمارهای F7 و F8) موجب افزایش قطر طبق شد. احتمال داده می‌شود بکاربردن کوددامی همراه با ۱۰٪ زئولیت شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای گیاه را بهبود بخشیده است و نهایتا" باعث حداکثر شدن قطر طبق در این تیمار شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای F6 تا F11 که معرف سیستم حاصلخیزی تلفیقی هستند بیشترین ارتفاع گیاه را دارا بودند و در گروه آماری برتر قرار گرفتند، در حالی که حداقل ارتفاع گیاه به ترتیب از تیمار F3، F4 و F5 بدست آمد (جدول ۸). ارتفاع در بیشتر گیاهان همبستگی مثبتی با پتانسیل عملکرد دارد (Pang and Letey, 2000). استنباط می‌شود که حضور کود دامی و زئولیت همچنین مصرف بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع شیمیایی در تیمارهای تلفیقی با تسریع رشد اولیهٔ گیاه باعث توسعه سطح برگ و افزایش فتوسنتز گیاه شده و رشد طولی ساقه را افزایش داده است. غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) نیز افزایش ارتفاع گیاه کلزا را هنگامی که کود شیمیایی اوره همراه با زئولیت در خاک مصرف گردید مشاهده کردند. ایشان افزایش ارتفاع گیاه در پاسخ به زئولیت را به کاهش شستشوی نیتروژن و افزایش کارایی استفاده از آن نسبت دادند.

جدول ۸. مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

صفات تیمار	**تعداد دانه در طبق**	**قطر طبق (سانتی‌متر)**	**ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)**	**وزن هزار دانه (گرم)**
F1*	٤٦٣^{efg}	١١/٢٣^{cd}	١٠٤/٨٥^{ef}	٥٦^{a}
F2	٤٨٤^{ef}	١١/٧٦^{cd}	١٠٨/٠٣^{def}	٥٨^{a}
F3	٤٠٩^{g}	٩/٤٥^{d}	٩٨/٧٦^{f}	٥٤^{a}
F4	٤٣٨^{fg}	١٠/٤٠^{d}	١٠٠/٢٥^{ef}	٥٥^{a}
F5	٤٣٦^{fg}	٩/٩١^{d}	١٠٤/٠٣^{ef}	٥٤^{a}
F6	٥٩٠^{abc}	١٤/٨٠^{ab}	١٢٢/٧٣^{abc}	٦٢^{a}
F7	٦١١^{ab}	١٥/٦٦^{a}	١٢٧/٩٨^{ab}	٦٣^{a}
F8	٦٢٦^{a}	١٦/٤٨^{a}	١٢٩/٠١^{a}	٦٤^{a}
F9	٥١٤^{de}	١٢/٣٣^{bcd}	١١١/٦٦^{cde}	٦٠^{a}
F10	٥٦٦^{bcd}	١٣/٧٠^{abc}	١١٩/٥٥^{abc}	٦٢^{a}
F11	٥٤٨^{cd}	١٣/٧٠^{abc}	١١٧/٠٨^{bcd}	٦٢^{a}

*برای آگاهی از مشخصات هر تیمار به قسمت مواد و روش‌ها مراجعه کنید. در هرستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

خصوصیات کیفی دانه

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۹) ملاحظه می‌شود که تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی بر درصد پروتئین دانه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر عملکرد روغن و غلظت نیتروژن برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. غلظت پتاسیم و فسفر دانه و برگ تغییرات قابل توجهی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نشان نداد. مقایسه میانگین مقدار پروتئین دانه در تیمارهای مختلف حاصلخیزی در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین درصد پروتئین دانه از تیمار شیمیاییF2 به مقدار ۲۷ درصد و کمترین مقدار آن از تیمار آلی F3 (۱۶/۵ درصد) بدست آمد. درصد پروتئین دانه به عنوان یک صفت مهم به منظور استفاده از کنجالهٔ دانهٔ آفتابگردان در تغذیه دام به شکل محسوسی با افزایش میزان کاربرد زئولیت افزایش یافت. احتمالا بکاربردن زئولیت از طریق جلوگیری از هدر روی نیتروژن چه در توده کودی و یا در خاک توانسته است نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد و لذا درصد پروتئین در تیمارهای بکارگیری زئولیت نسبت به سایر تیمارها بالاتر می‌باشد. در سیستم تلفیقی تیمارهای F9، F10 و F11 نسبت به تیمارهای F6، F7 و F8 با توجه به مصرف کود شیمیایی نیتروژنی بیشتر(در دسته اول ۷۰ درصد و در دسته دوم ۵۰ درصد از نیتروژن گیاه از کود شیمیایی تامین شد)، درصد پروتئین دانه آنها به علت حلالیت بیشتر نیتروژن از کود شیمیایی و جذب و انتقال بیشتر آن توسط گیاه، بالاتر بود (شکل ۱). بعضی از پژوهشگران اظهار داشته‌اند که کاربرد توأم کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را اصلاح کرده و با افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، عملکرد دانه را افزایش دهد (حسن زاده قورت تپه، ۱۳۷۹). همانطور که اشاره شد کمترین درصد پروتئین دانه از تیمارهای آلی بدست آمد که مهم‌ترین دلیل این مشاهده آزاد شدن تدریجی نیتروژن در تیمارهای حاصلخیزی آلی و قابل دسترس نبودن تمام نیتروژن موجود در کمپوست بکار برده شده در مقایسه با سایر سیستم‌های حاصلخیزی می‌باشد. همانطور که نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد (شکل ۲) بالاترین عملکرد روغن، از تیمارهای تلفیقی تامین۵۰٪ نیتروژن از طریق کمپوست دامی+ تامین ۵۰٪ نیتروژن از طریق اوره بدست آمد. با توجه به این نکته که عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن حاصل می‌شود و در این تحقیق درصد روغن تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت (جدول ۹) لذا عملکرد روغن نیز روندی مشابه با عملکرد نهائی در واکنش با تیمارهای مختلف نشان داد.

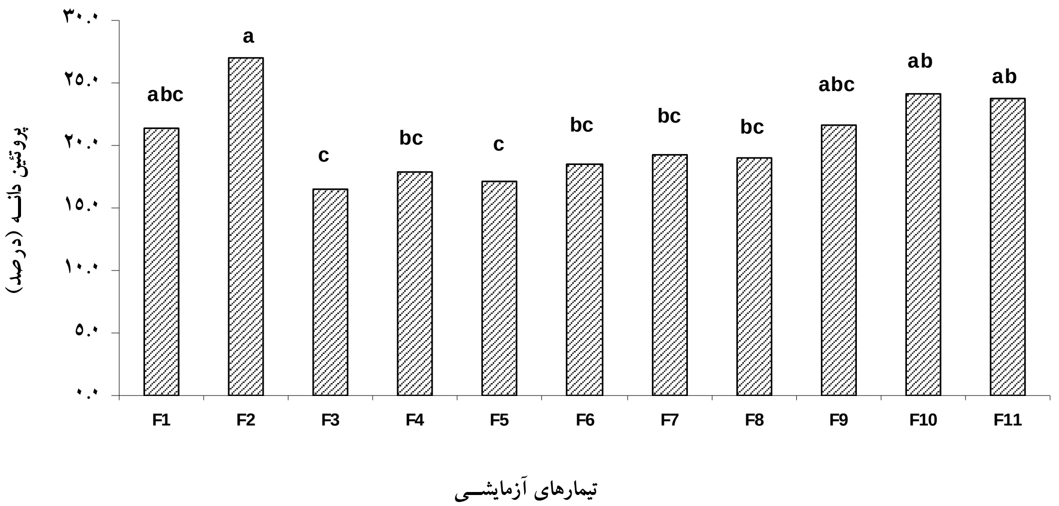
بالاترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار۳/۸۷ و۳/ ۷۹ درصد وزن خشک برگ (در مرحله گلدهی) به ترتیب از تیمارهای تلفیقی F7 و F8 حاصل شد. در مقابل حداقل غلظت نیتروژن برگ در تیمارهای آلی بدست آمد (شکل ۳).

جدول ۹. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد پروتئین، درصد و عملکرد روغن، غلظت عناصرماکرو در دانه و برگ آفتابگردان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد روغن	غلظت نیتروژن برگ	غلظت فسفر برگ	غلظت پتاسیم برگ	غلظت فسفر دانه	غلظت پتاسیم دانه
تکرار	۲	۱۵/۶۸ ns	۷/۱۶ ns	۶۹۹۹۵/۶۹*	۱/۸۹**	۰/۰۲ ns	۰/۰۸*	۰/۰۰۹ns	۰/۰۱۳ns
تیمار	۱۰	۳۳/۱۹ *	۲۹/۴۵ ns	۱۱۴۴۲۰/۴۱**	۱/۰۵**	۰/۰۴ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۹ns
خطای آزمایشی	۲۰	۱۳/۶۱	۳/۰۷	۱۴۹۷۲/۵۷	۰/۰۹	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۷/۹۳	۳/۹۷	۱۴/۲۸	۱۰/۵۱	۵/۱۱	۳/۱۳	۷/۲۷	۱۶/۶۰

ns، * و ** بترتیب بدون اثر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

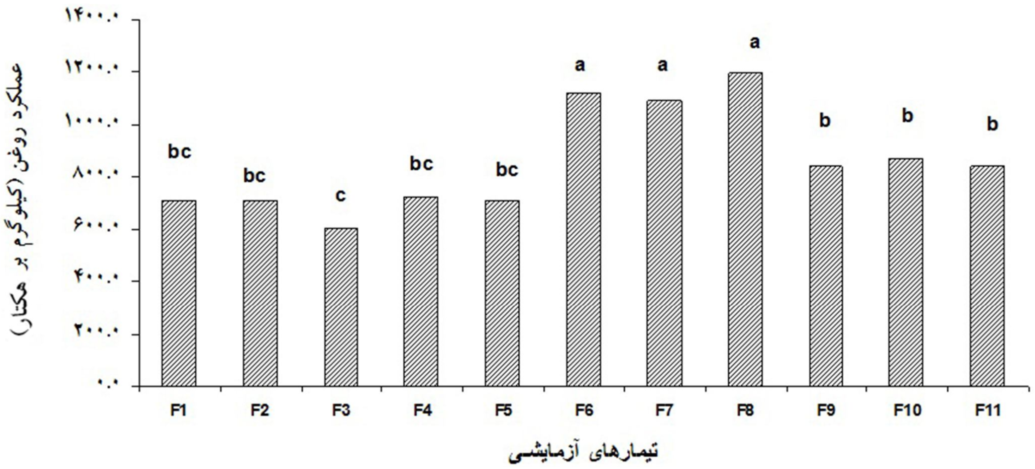
به نظر می‌رسد تلفیق کود دامی با زئولیت به علت تحریک فعالیت‌های میکروبی توسط افزودن کود دامی به خاک و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاص زئولیت از نظر جذب یون آمونیوم، موجب ساکن سازی مقداری از نیتروژن و در نتیجه کاهش قابلیت دسترسی سریع به آن شده است. Kramer و همکاران (2002) نیز در تحقیقات خود دریافتند که کاربرد کود دامی باعث کاهش فراهمی نیتروژن در مراحل اولیه رشد گیاهان می‌شود. استنباط می‌شود با توجه به آزاد سازی کند ولی مداوم نیتروژن از دو منبع کود دامی و زئولیت در مقابل فراهمی سریع نیتروژن پس از مصرف کود شیمیایی (ارائه تقسیط دوم کود شیمیایی) در تیمارهای تلفیقی، فراهمی و جذب نیتروژن بیشتر بوده است که نهایتاً باعث افزایش معنی‌دار نیتروژن برگ آفتابگردان در این تیمارها شده است. Kramer و همکاران (2002) نیز گزارش کردند که علی‌رغم اینکه کل نیتروژن جذب شده در سیستم ارگانیک کمتر از سیستم شیمیایی می‌باشد ولی رها سازی مداوم نیتروژن از منبع آلی باعث می‌شود جذب نیتروژن از منابع آلی تداوم بیشتری نسبت به کود شیمیایی داشته باشد و در نتیجه یک همزمانی بهتری بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس در سیستم تلفیقی وجود داشته باشد. عدم تفاوت معنی‌دار بین غلظت پتاسیم و فسفر برگ و دانه را می‌توان به فراهمی اولیه بالای این عناصر در خاک و جذب سریع آنها در اوائل رشد نسبت داد. اگر چه محققینی مانند Domadar Reddy و همکاران (2000) و Larney و Janzen (1997) نشان دادند که با کاربرد کود دامی، فسفر و پتاسیم قابل دسترس خاک افزایش یافته و در نهایت باعث افزایش جذب این عناصر توسط گیاه می‌شود، اما همانند آنچه که در این آزمایش مشاهده شد هرگاه مقادیر این عناصر در خاک فراوان باشد (جدول ۱) گیاه نسبت به مقادیر اضافی از این عناصر عکس‌العمل نشان نخواهد داد. در همین زمینه Raun و همکاران (2002) با مصرف کود شیمیایی نیتروژنه و یا کود دامی بر خاک مزرعه‌ای که از لحاظ فسفر و پتاسیم قابل دسترس غنی بود، نتیجه گرفتند که بین تیمارهای مختلف حاصلخیزی از نظر غلظت فسفر و پتاسیم دانه غلات تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.



شکل ۱. اثر تیمارهای حاصلخیزی بر درصد پروتئین دانه

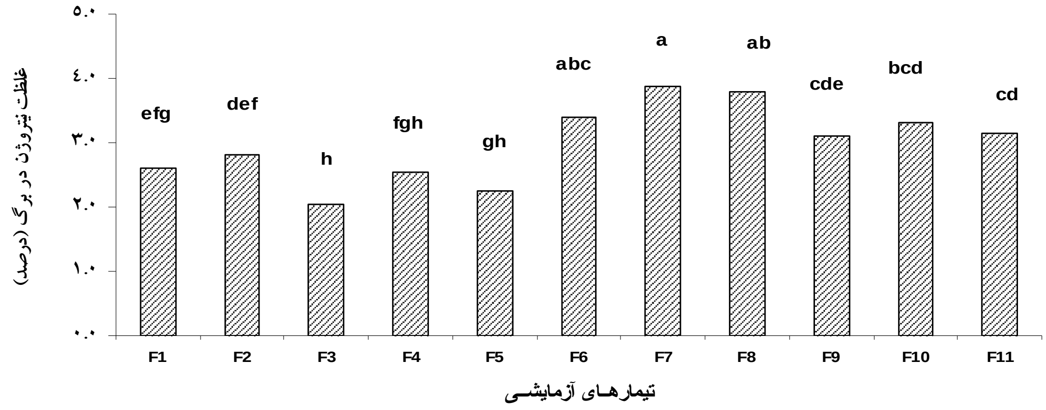
برای آگاهی از مشخصات هر تیمار به قسمت مواد و روش‌ها مراجعه کنید

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.



شکل ۲. اثر تیمارهای حاصلخیزی بر عملکرد روغن

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند



شکل ۳. اثر تیمارهای حاصلخیزی بر غلظت نیتروژن در برگ

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، استفاده از سیستم‌های تلفیقی موجب افزایش کمی عملکرد آفتابگردان گردید. از بین سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای، بیشترین عملکرد زیست توده و دانه آفتابگردان از تیمار تلفیقی که در آن نیتروژن مورد نیاز گیاه به نسبت مساوی از منبع آلی و کود شیمیایی تأمین شده بود به‌دست آمد. در بین تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی، تیمارهایی که در آنها از زئولیت در کود دامی استفاده شده بود، عملکرد دانه بیشتری را تولید کردند. استفاده از زئولیت در فرآیند کمپوست‌سازی کود دامی سبب جلوگیری از هدرروی نیتروژن گردیده و منجر به افزایش فراهمی آن برای گیاه می‌گردد. به‌رغم افزایش عملکرد در تیمارهای آلی و تلفیقی، بیشترین مقدار پروتئین دانه از تیمارهای شیمیایی بدست آمد که دلیل این امر قابلیت

دسترسی سریع این کودها برای گیاه آفتابگردان می‌باشد. بدین ترتیب با اجرای تغذیه تلفیقی گیاه به عنوان یک رهیافت بوم‌شناختی، می‌توان به نظام‌های کشاورزی پایدار با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی، حفاظت از خاک و آب و افزایش بهره‌وری نهاده‌ها و در نهایت پایداری تولید محصولات زراعی دست یافت.

فهرست منابع

ابراهیمی، الف.، پور علاقه بندان ،ح.، خزائلی، ش.، شهسواری، ع. و صالحی، الف. ۱۳۸۷. اولین مرجع کامل مدیریت کیفیت تولید کود آلی. سازمان بازیافت وتبدیل مواد زائد شهرداری اصفهان. انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور. ۵٤۲ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۹٤. صادرات و واردات بخش کشاورزی سال ۱۳۹۳. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۵۷ صفحه.

حسن زاده قورت تپه، ع، ج. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی. رساله دکتری. گروه زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران. ۱۵٤ صفحه.

شمس الدین سعید، م.، قنبری، الف.، رمرودی، م. و خضری، الف. ۱۳۹٦. تأثیر مدیریت کاربرد کود سبز و تیمارهای کود دهی آن بر خصوصیات فیزیکی -شیمیایی و حاصلخیزی خاک. نشریه علوم آب و خاک. سال ۲۱. ۱: ٤۹–۳۷.

غلامحسینی، م.، آقا علیخانی، م. و ملکوتی ،م. ج. ۱۳۸۷. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی علوفهٔ کلزای پائیزه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. ٤۵: ۵٤۹ ـ۵۳۷.

کامکار، ب. و مهدوی دامغانی، ع.۱۳۸۷. مبانی کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۵ صفحه.

Anonymous. 2004. Zeolite and agriculture., (online)., available: http://www.zeolite.ca/composting.html. fert.

Bigelow, C.A., Bowman, D.C. and Cassel, D.K. 2003. Inorganic soil amendments limit nitrogen leaching in newly constructed sand-based putting green rooting mixture. USGA Turfgrass and Environmental Research, 2(24): 1-7.

Domadar Reddy, D., Subba, A., and Rupa, T.R. 2000. Effect of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic in a vertical. Bioresearch Technology, 75: 113-118.

Dwairi, I. M. 1998. Conserving toxic ammoniacal nitrogen in manure using natural zeolite tuff: A comparative study. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 6: 126-133.

Eghball, B., and Lesoing, G. W. 2000. Viability of weed seeds following manure windrow composition. Compost Science Utilization, 8: 46-53.

Eghball, B., Wienhold, B. and Gilley, J. 2001. Comprehensive manure management for improved nutrient utilization and environment quality. Soil and Water Conservation Res, 1: 128-135.

Hay, R., and Porter, J. 2006. The physiology of crop yield. Blackwell Publishing. 314 P.

He, Z. L., Calvert, D. V., Alva, A. K., Li, Y. C. and Banks, D. J. 2002. Clinoptilolite Zeolite and cellulose amendments to reduce ammonia volatilization in a calcareous sandy soil. Journal of Plant and Soil. 247: 253-260.

Izquierdo, N. G. and Aguirreza´bal, L. A. N. 2008. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. Field Crops Research, 106: 116–125.

Kazi, B. R., Oad, F. C., Jamro, G. H., Jamali L. A. and Oad, N. L. 2002. Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. Pakistan Journal of Applied Sciences. 2(5): 550-552.

Khodaei Joghan, A., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M., Gholamhoseini, M. and Dolatabadian, A. 2012. How Organic and Chemical Nitrogen Fertilizers, Zeolite, and Combinations Influence Wheat Yield and Grain Mineral Content. Journal of Crop Improvement, 26:116–129.

Kramer, A. W., Timothy, A. D., Horwath, W. R., and Kessel, C. V. 2002. Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems iv California. Agriculture Ecosystem & Environment, 91: 233-243.

Larney, F. J., and Janzen, H. H. 1997. A simulated erosion approach to assess rates of cattle manure and phosphorus fertilizer for restoring productivity to eroded soils. Agriculture Ecosystem & Environment. 65: 111-126.

Pang, X.P, and letey J. 2000. Organic farming: Challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogenreqirements. Soil Science Society of American Journal, 64: 247-253.

Raun, W. R., Solie, J. B., Jhonson, G. V., Stone, M. L., Mullen, R. W., Freeman, K. W., Thomason, W. E., and Lukina, E. V. 2002. Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. Agronomy Journal, 94: 815- 820.

Shaw. J. W., and Andrews, R. 2001. Cation exchange capacity affects greens' truf growth. Golf Course Management. 18: 73-77.

Warman, P.R. 2005. Soil fertility, yield and nutrient contents of vegetable crops after 12 years of compost or fertilizer amendments. Biological Agriculture and Horticulture Journal. 23: 85–96.

ISSN 2251-7480

Effect of zeolite application in combination with chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative traits of sunflower

Majid Gholamhoseini[1], Aydin Khodaei-Joghan[2], Farhad Habibzadeh[3], Amir Ghalavand[4*]

1) Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2) Assistant Professor, Department of Agronomy and Breeding, Faculty of Agriculture, Ramin University, Khozestan, Iran
3) Assistant Professor, Department of Plant Production and Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
4[*]) Professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[*] Corresponding author email: ghalavand_amir@yahoo.com

Received: 24-12-2016 Accepted: 06-08-2017

Abstract

In order to investigate the effects of zeolite in combination with chemical and organic fertilizers, applied in conventional and organic cropping systems, on sunflower quantitative and qualitative traits, an experiment was carried out in 2011. The experiment was conducted in the research farm of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, in the base of a randomized complete blocks design with eleven treatments and three replicates. The treatments were divided into different groups (chemical, organic and integrated) with and without zeolite. The results indicated that different treatments had significant effect on most of the traits such as kernel yield, yield components, oil yield and nutrient content in the leaves (at the 1% level). The maximum kernel yield (2539 kg ha^{-1}), as the most important trait, was found when 50% of required nitrogen was supplied from zeolite composted cattle manure and the rest was provided by chemical fertilizer (urea). In all nutrition methods, zeolite application improved the oil yield trait. The highest oil yield (1165 kg ha^{-1}) was obtained when 50% of required nitrogen was supplied from composted cattle manure and the rest was provided by chemical fertilizer (urea) with 9 tons per hectare of zeolite. Overall, supplying required nitrogen from both chemical and organic sources along with zeolite application can be considered as a great step towards reducing chemical input application to achieve sustainable agriculture goals.

Keywords: composted cattle manure, soil fertility, sunflower, sustainable agriculture, zeolite