علـوم محـیـطی سال پنجم، شماره اول ، پاییز ۱۳۸٦
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.5, No.1 , Autumn, 2007
۳۶-۲۳

تأثیر کاربرد کمپوست‌های زئولیتی در اراضی شنی، بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان

مجید غلامحسینی*، امیر قلاوند، سید علی محمد مدرس ثانوی، احسان جمشیدی

گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد زئولیت[1] ایرانی کلینوپتیلولیت[2] در کـود دامـی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیائی، بر عملکـرد و اجـزاء عملکـرد آفتابگردان تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری، آزمایشی در سال ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر ۱۶ تهران-کرج، به صورت کرت‌هـای یـک‌بـار خـرد شـده در قالـب طـرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجراء شد. فاکتور اصلی شـامل رژیـم-های آبیاری: آبیاری پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابـل اسـتفاده خـاک (W1)، آبیـاری پـس از مـصرف ۷۰ درصـد رطوبـت قابـل اسـتفاده خـاک (W2) و فاکتور فرعی شامل تیمارهای مختلف کـودی: تـأمین ۱۰۰ درصـد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره (F1)، تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصـد مـابقی از کـود دامـی کمپوسـت شـده(F2) ،تـأمین ۶۰ درصـد نیتـروژن مـورد نیـاز گیـاه از کـود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شـده همـرا بـا زئولیت به میزان ۵ درصد وزن کود دامـی (F3)، تـأمین ۶۰ درصـد نیتـروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مـابقی از کـود دامـی کمپوست شده همرا با زئولیت به میـزان ۱۰ درصـد وزن کـود دامـی (F4) ، تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مـورد نیـاز گیـاه از کـود شـیمیائی اوره + تـأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده همرا با زئولیت به میزان ۱۵ درصد وزن کود دامی (F5). نتایج نشان داد که اثرات رژیم‌های متفـاوت آبیـاری، تیمارهای مختلف کودی و همچنین اثر متقابل آنها بر صفات مـورد بررسـی شامل عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، درصد پروتئین، وزن هزار دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن خشک نهائی و میزان کلروفیـل بـرگ در مرحله گلدهی (عدد SPAD) معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد دانه بـه عنـوان مهم‌ترین صفت مورد بررسی از تیمارهای حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد زئولیت در رژیم آبیاری اول (W1F4,W1F5) به ترتیب به میزان ۲۶۴۱/۶ و ۲۶۰۲/۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در نهایت می‌توان تأمین ۴۰ درصد از نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود دامی کمپوست شده همراه بـا ۱۰ تـا ۱۵ درصـد زئولیت تحت رژیم آبیاری پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل اسـتفاده، را به عنوان بهترین تیمار مورد بررسی، مشخص نمود.

کلیدواژه‌ها: آفتابگردان- عملکرد- زئولیت ایرانی- نیتروژن.

Effect of Zeolite Compost Application in Loamy Sand Field on Grain yield and Other Traits of Sunflower

Majid Gholamhoseini*, Amir Ghalavand, Seyed Ali Mohammad Modarres Sanavy, Ehsan Jamshidi

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University

Abstract

In order to study the effect of Iranian zeolite application namely clinoptilolite in animal manure, on yield and yield component of sunflower under different irrigation regimes, an experiment was conducted during 2005-2006 year, at Research Field of Tarbiat Modares University, Faculty of Agriculture, located at 16 KM Tehran-Karaj Highway, as spilt plot arrangement in randomize complete block design with four replications. Irrigation regimes including: irrigation after consuming 35% of available soil moisture (W1), irrigation after consuming 70% of available soil moisture (W1) that were randomized to the main plot units and subplots were different fertilizer treatments including: providing 100% N of plant requirement from urea chemical fertilizer (F1), providing 60% and 40% N plant requirement from urea chemical fertilizer and animal manure respectively (F2), providing 60% and 40% plant requirement N from urea chemical fertilizer and animal manure compost respectively accompany with zeolite in amount of 5% of animal manure weight (F3), providing 60% and 40% plant requirement N from urea chemical fertilizer and animal manure compost respectively accompany with zeolite in amount of 5% of animal manure weight (F4), providing 60% and 40% plant requirement N from urea chemical fertilizer and animal manure compost respectively accompany with zeolite in amount of 5% of animal manure weight (F5). Result showed that different irrigation regimes and fertilizer levels and their interactions significantly affected on grain yield, oil percent and yield, protein percent, 1000 seed weight, head diameter, grain number in head, final dry matter and leaf chlorophyll content at flowering stage. The highest grain yield was obtained from F4 and F5 treatments in W1 irrigation regime with of 2641.6 and 2602.4 kg/ha respectively. Therefore the best treatments in this experiment were W1F4 and W1F5.

Keywords: sunflower-yield- Iranian zeolite- nitrogen

* Corresponding author. *Email Address:* Gholamhosinitmu1514@yahoo.com

مقدمه

با توجه به گستردگی اراضی دارای بافت سبک در کشور و مشکلات ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیائی و نهایتاً آلودگی منابع طبیعی و زیست محیطی، لزوم اصلاح و بهبود حاصل‌خیزی این دسته از اراضی مهم جلوه می‌کند. زمین‌های شنی در کنار اندک خصوصیات مطلوب خود مانند عدم ماندآبی و شرایط تهویه مناسب (Khajepor, 2005) عمدتاً به‌دلیل پایین بودن قابلیت تبادل کاتیونی و کمبود مواد آلی، از نظر تأمین عناصر مورد نیاز گیاه دچار مشکلات عدیده‌ای هستند. روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی برای اصلاح اراضی شنی به‌کاررفته است که از آن جمله می‌توان به استفاده از سوپر جاذب‌ها، کودهای سبز و غیره اشاره نمود (Supapron and Ptayakon, 2002)، هر چند که هر یک از آنها دارای اثرات مناسبی هستند ولیکن یا به دلیل گرانی بیش از حد یا از دست دادن خصوصیات مطلوب خود در کوتاه مدت، نتوانسته‌اند به‌طور مؤثری در بهبود عملکرد گیاهان زراعی در این دسته از زمین‌های کم بازده کشاورزی مفید واقع شوند.

از جمله مواد دیگری که از دیرباز به عنوان یک اصلاح کننده طبیعی اراضی مورد استفاده قرار گرفته‌اند کودهای دامی می‌باشند. تحقیقات مختلفی نشان داده است که استفاده از کودهای دامی می‌تواند علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت (Gupta, *et al.*, 2004) در تأمین بخشی از عناصر غذائی مورد نیاز گیاه نیز مؤثر واقع شوند. با توجه به تمام اثرات مناسب استفاده از کودهای دامی در اراضی کشاورزی، در مورد استفاده از آنها دو مشکل اساسی وجود دارد، اولاً استفاده از کودهای دامی به صورت تازه به‌دلیل افزایش ذخیره بذری علف‌های هرز در مزرعه، افزایش جمعیت آفات و بیماری‌ها و نهایتاً آسیب دیدگی ریشه گیاهان از طریق تجمع آمونیاک در محیط ریشه، می‌تواند مشکل‌آفرین باشد. (Ryn, 1992; Tiquia, *et al.*, 1996; Cudney, *et al.*, 1992). ثانیاً پوساندن کودهای دامی و انجام پروسه کمپوست سازی حتی در بهترین شرایط باعث هدرروی ۴۰ تا ۶۰ درصد نیتروژن آن می‌شود (Dwairi, 1998; Eghball, *et al.*, 1997). لذا ارائه راهکارهائی به منظور حل مشکلات استفاده از کودهای دامی و به‌کارگیری این مواد ارزشمند در اراضی کشاورزی مخصوصاً زمین‌های شنی می‌تواند قابل توجه باشد. تاکنون تحقیقات بسیاری در مورد استفاده از مواد افزودنی مختلف به کودهای دامی به منظور افزایش تأثیرگذاری این مواد آلی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی انجام شده است (Lefcourt and Meisinger, 2001; Dwairi, 1998). از جمله این مواد می‌توان به کانی‌های طبیعی زئولیت اشاره کرد. زئولیت‌ها شامل گروه وسیعی از آلومینوسیلیکات‌های هیدراته دارای یک شبکه تتراهیدرال اتم‌های اکسیژن که در اطراف اتم‌های سیلیسیوم و آلومینیوم قرارگرفته‌اند، می‌باشند که این ساختار منتج به ایجاد یک شبکه سه بعدی در این کانی می‌شود (Mumpton, 1999 ; Kazemian, 2005). زئولیت‌ها با ساختمان کریستالی خود مواد متخلخلی هستند که مانند غربال مولکولی عمل کرده و به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و قرار گرفتن بعضی از کاتیون‌ها مانند آمونیوم در شبکه خود علاوه بر نقش اصلاح کنندگی در خاک، می‌توانند نقش تغذیه‌ای داشته و باعث بهبود رشد گیاه مخصوصاً در اراضی با قابلیت تبادل کاتیونی پائین یعنی زمین‌های شنی شوند (Polat, *et al.*, 2004). بر خلاف کانی‌های رسی، در زئولیت‌ها چارچوب ساختمانی به اندازه کافی باز است و می‌تواند مولکول‌های آب را هم مشابه کاتیون‌ها در خود جای دهد. این ویژگی یعنی باز بودن ساختمان، باعث به‌وجود آوردن خواص ویژه و منحصر به فرد زئولیت‌ها شده است. مولکول‌های آب و همچنین کاتیون‌ها به راحتی

می‌توانند در داخل شبکه حرکت کنند بدون اینکه ساختار شبکه دچار تغییر شود. بنابراین تحرک کاتیون‌ها باعث ایجاد پدیده تبادل کاتیونی با سایر کاتیون‌های موجود در محیط می‌شود (Shaw and Andrews, 2001). با توجه به خصوصیات منحصر به فرد زئولیت‌ها و فراوانی طبیعی آنها در کشور ایران (Kazemian, 2000) و استخراج آسان و نهایتاً قیمت اقتصادی مناسب، بکارگیری زئولیت‌ها در سطوح مختلف صنایع کشاورزی کشور ممکن می‌باشد. زئولیت‌ها 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 میکروارگانیسم‌های هوازی را فراهم می‌کنند باعث جذب مواد مغذی کود دامی مخصوصاً نیتروژن آن شده و از هدرروی نیتروژن موجود در کود دامی خواه به صورت آمونیاک و یا به صورت نیترات جلوگیری می‌کنند (Dwairi, 1998). در تحقیقی آزمایشگاهی مشخص شد افزودن مقادیر مختلفی از زئولیت طبیعی به کودهای دامی تازه علاوه بر اینکه باعث حفظ نیتروژن موجود در کود دامی شده، در مقایسه با سایر افزودنی‌ها از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه هستند (Dwairi, 1998). از طرفی با توجه به اهمیت دانه‌های روغنی و واردات بیش از ۹۰ درصدی روغن مورد نیاز کشور، افزایش سطح زیر کشت و عملکرد در واحد سطح در این دسته از گیاهان در کشور مهم تلقی می‌شود. یکی از گیاهان روغنی مناسب برای اقلیم کشور آفتابگردان می‌باشد (Karimzadeh Asl, *et al.*, 2003)، لذا می‌توان با اصلاح اراضی کم بازده شنی بوسیله زئولیت یا کمپوست‌های زئولیتی علاوه بر افزایش سطح زیر کشت این گیاه زراعی با عملکرد مناسب، از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیائی و آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری نمود. در مجموع هدف از این پژوهش بررسی واکنش گیاه زراعی آفتابگردان به تیمارهای مختلف کودی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری به منظور کاهش مصرف نهاده‌های شیمیائی و بهبود عملکرد گیاه آفتابگردان در یک خاک شنی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر۱۶ اتوبان تهران- کرج به اجرا درآمد. قبل از انجام آزمایش به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش نمونه‌ای مرکب از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه و جهت تعیین خصوصیات مورد نظر به آزمایشگاه ارسال که نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی آن در جدول ۱ ارائه گردیده است. gr همان‌طور که ملاحظه می‌شود مزرعه دارای بافت بسیار سبک با حدود ۷۰ درصد شن، مواد آلی و نیتروژن ناچیز بود و با توجه به پایین بودن ظرفیت تبادل کاتیونی خاک(CEC) مشخص می‌شود خاک از نظر قابلیت نگهداری رطوبت و مواد غذائی در شرایط نامناسبی قرار دارد. طرح مورد استفاده، کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. فاکتور اصلی، رژیم‌های متفاوت آبیاری در ۲ سطح، شامل: آبیاری واحدهای آزمایشی پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل استفاده درخاک (W1) و آبیاری واحدهای آزمایشی پس از مصرف ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده در خاک (W2) بود. به منظور تعیین زمان دقیق آبیاری از دستگاه TDR مدل Trime-FM که درصد حجمی رطوبت خاک را در عمق مورد نظر (عمق مورد استفاده ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد) ارائه می‌کند، استفاده شد، همچنین به منظور آبیاری صحیح و یکنواخت واحدهای آزمایشی، یک شبکه لوله‌کشی پلی اتیلنی همراه با یک کنتور حجمی به کار رفت.

جدول۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش

C.E.W. = Crop Extractable Water , F.C. = Field Capacity, A.W. = Available Water, C. E. C. (Cation Exchange Capacity) = 4/6 meq/100gr

عمق cm	درصد شن	درصد لای	درصد رس	بافت	درصد مواد خنثی شونده
۰-۳۰	۶۹	۲۰	۱۱	لوم شنی	۵/۵
درصد حجمی رطوبت در F.C	درصد حجمی رطوبت در C.E.W	درصد رطوبت قابل دسترس A.W	وزن مخصوص ظاهری(g/cm^3)	واکنش گل اشباع	درصد مواد آلی
۲۱	۹	۱۲	۱/۴۵	۷/۷	۱/۰۶
درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذبp.p.m	پتاسیم قابل جذبp.p.m	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg
۰/۰۷	>۱۲	>۳۵۰	۷/۶	۱	۰/۷

فاکتور فرعی، تیمارهای مختلف کودی در ۵ سطح شامل: تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره (F1)، تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده(F2)، تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده همرا با زئولیت به میزان ۵ درصد وزن کود دامی (F3)، تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده همراه با زئولیت به میزان ۱۰ درصد وزن کود دامی(F4)، تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده همرا با زئولیت به میزان ۱۵ درصد وزن کود دامی (F5). به منظور تهیه کمپوست‌های مناسب برای اجرای آزمایش، ابتدا کود دامی تازه (کودی که از جمع‌آوری آن در دامپروری بیش از ۲۰ روز نگذشته باشد) به آزمایشگاه منتقل شد که خصوصیات شیمیائی آن،

برای اجرای آزمایش، ابتدا کود دامی تازه (کودی که از جمع‌آوری آن در دامپروری بیش از ۲۰ روز نگذشته باشد) به آزمایشگاه منتقل شد که خصوصیات شیمیائی آن، در جدول ۲ ارائه گردیده است. پس از نمونه گیری، به وسیله ترازو، ۴ ردیف هم‌وزن به طول ۴/۵ 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 ۳ ردیف باقی‌مانده به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن کود دامی، زئولیت طبیعی کلینوپتیلولیت (نتایج تجزیه شیمیائی زئولیت مصرفی در جدول ۳ ارائه شده است) با کود دامی مخلوط گردید، و برای جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید به ردیف‌های کود دامی، سطح ردیف‌ها بوسیله کاه و کلش به‌طور کامل پوشانده شد.

جدول۲- خصوصیات شیمیائی کود دامی مورد استفاده

هدایت الکتریکی ds/m	واکنش pH	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	درصد سدیم کل
۲۱،۲	۹	۲۸/۸۵	۱/۲۵	۱/۲۲
درصد اشباع	درصد مواد آلی	درصد مواد خنثی شونده	نسبت کربن به نیتروژن	درصد فسفر کل
۲۴۰	۴۹/۹	۱۱/۵	۲۳	۰/۵۶
درصد پتاسیم کل	آهن کل mg/kg	روی کل mg/kg	مس کل mg/kg	منگنز کل mg/kg
۲/۵۵	۷۴۳۵	۱۰۹/۳	۲۵/۵	۲۶۷/۶

جدول ۳- خصوصیات شیمیائی زئولیت مورد استفاده

SiO_2	AL_2O_3	K_2O	Na_2O	MgO	CaO
٪۶۵	٪۱۲/۰۲	٪۳	٪۱/۰۸	٪۰/۱	٪۲/۳
Fe_2O_3	MnO	TiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl
٪۱/۵	٪۰/۰۴	٪۰/۰۳	٪۰/۰۱	–	–

C.E.C = ۲۰۰meq/۱۰۰g

طول دوره 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 بوسیله دماسنج جیوه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت تا از رسیدن دمای ردیف‌های کودی به مقدار مناسب (حدود ۵۵ تا ۶۰ 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 توده 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. نتایج مشخص کرد حدود ۳۸ درصد از نیتروژن موجود در ردیف کود دامی شاهد (بدون افزودن زئولیت) در طول مدت عمل-آوری از دست رفته که این مقدار برای ردیف‌های حاوی ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد زئولیت به ترتیب برابر با ۲۹ ، ۲۲ و ۱۹/۶۱درصد بود. همچنین با توجه به آزادسازی حدود ۳۵ درصد از نیتروژن کود دامی در سال اول کاربرد در مزرعه (Eghball, *et al.*, 2001) میزان نیتروژن قابل دسترس در توده کوددامی شاهد در فصل اول مصرف ۰/۲۷۷درصد تعیین گردید.

نیاز گیاه آفتابگردان به نیتروژن، با در نظر گرفتن آزمایش خاک، ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در نظر گرفته شد، ۴۰ درصد آن بوسیله کود دامی و به میزان ۲۰ تن در هکتار و تأمین مابقی نیتروژن مورد نیاز از طریق کود شیمیائی اوره در ۲ مرحله صورت پذیرفت که نیمی از آن در مرحله تهیه زمین و باقی مانده آن در مرحله تشکیل ابتدائی اندام‌های زایشی (مرحله ستاره سو) مصرف گردید. پس از تعیین مقدار کود دامی مصرفی و انجام اعمال تهیه زمین شامل شخم، دیسک و ماله، نقشه طرح تهیه و کمپوست‌های تولیدی با خاک سطحی کرت‌ها بوسیله نیروی کارگری مخلوط گردید، بعد کرت‌هایی به ابعاد ۱۶ مترمربع و با ۸ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر، تشکیل داده شد. سپس بذور آفتابگردان رقم بلیزار[1] که رقمی زودرس می‌باشد با فاصله ۲۸ سانتی‌متر از هم، روی ردیف‌های کاشت در اوائل تیر ماه (به عنوان کشت دوم) به صورت هیرم‌کاری کشت گردید. با توجه به کافی بودن میزان فسفر، پتاسیم و سایر مواد غذائی مورد نیاز، هیچگونه کود دیگری به غیر از تیمارهای آزمایشی استفاده نشد. در طول اجرای آزمایش علف‌های هرز در سه نوبت در واحدهای آزمایشی بوسیله وجین با دست کنترل گردید. واحدهای آزمایشی تا مرحله تشکیل ابتدائی اندام‌های زایشی (مرحله ستاره سو) به‌طور یکنواخت و پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل استفاده آبیاری گردیدند. بعد از این مرحله رشدی تیمارهای متفاوت آبیاری اعمال گردید. در انتهای آزمایش نیز از خطوط ۴ و ۵ با در نظر گرفتن حاشیه از مساحتی بالغ بر ۲/۵ مترمربع برداشت نهائی صورت پذیرفت و عملکرد دانه، وزن خشک نهائی، قطر طبق، تعداد دانه در یک طبق، درصد و عملکرد روغن، درصد پروتئین، وزن هزاردانه، و میزان کلروفیل برگ در مرحله پر شدن دانه ثبت گردید. به منظور تعیین عملکرد از حاصل ضرب وزن خشک نهائی در شاخص برداشت و برای تعیین وزن خشک نهائی، قطر طبق و وزن هزار دانه از روش Karimzadeh Asl و همکاران (2004) استفاده شد. همچنین برای تعیین درصد روغن و پروتئین از دستگاه Inframatic 8620 Percor و نمونه‌های آسیاب شده استفاده گردید. به منظور تعیین میزان کلروفیل برگ در مرحله پر شدن دانه از هر واحد آزمایشی ۵ گیاه از قسمت مرکزی هر کرت بطور تصادفی انتخاب و میزان کلروفیل بوسیله دستگاه Minolta Chlorophyll Meter spad-502 در جوان‌ترین برگ بالغ گیاه (عمدتاً دومین یا سومین برگ از قسمت بالائی گیاه) تعیین گردید. در نهایت داده‌های

جمع‌آوری شده توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث:

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد روغن، وزن خشک نهائی و وزن هزار دانه در سطح آماری ۵ درصد و بر تعداد دانه در طبق، قطر طبق و میزان کلروفیل برگ (عدد SPAD) در مرحله پر شدن دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر تیمارهای مختلف کودی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده بجز درصد روغن دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). همچنین میزان کلروفیل برگ ($p\leq0/01$)، قطر طبق، درصد روغن و وزن خشک نهائی($p\leq0/01$)، بطور معنی-داری تحت تأثیر اثر متقابل دو فاکتور قرار گرفتند (جدول ۴). چنین به نظر می‌رسد در این صفات، رفتار سطوح مختلف تیمارهای کودی در قبال هر سطح رژیم آبیاری مشابه نبوده و بنابراین اثر متقابل دو فاکتور در این صفات معنی‌دار شد، در حالی که در صفات باقی مانده، تاثیر رژیم‌های آبیاری در تیمارهای مختلف کودی، یکسان بود. اثر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود، به نظر می‌رسد درصد روغن کمترین تأثیر پذیری را از تیمارهای مختلف داشته است که این یافته در مورد اثر رژیم‌های آبیاری بر درصد روغن با نتایج Karimzadeh Asl و همکاران (2004) مطابقت دارد. محققین دیگری نظیر Losavio و همکاران Mozafari (1981) و همکاران (1996) نیز دریافتند که درصد روغن صفتی است که کمترین تأثیر پذیری را از رژیم‌های متفاوت آبیاری دارد. عملکرد دانه و روغن در رژیم آبیاری دوم نسبت به اول کاهش یافت. این کاهش عملکرد دانه و روغن تحت شرایط کم آبیاری در تحقیقات دیگری نیز مشاهده شده است (Karimzadeh Asl, *et al.*, 2004) لذا با توجه به شرایط نامناسب خاک محل آزمایش از لحاظ نگه داری رطوبت (جدول۱) به نظر می‌رسد کاهش ۲۶ درصد عملکرد دانه و ۲۵ درصد عملکرد روغن در رژیم آبیاری دوم نسبت به رژیم آبیاری اول منطقی باشد. تعداد دانه در طبق نیز کاهش محسوسی در رژیم آبیاری دوم نسبت به رژیم آبیاری اول نشان داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد با توجه به کاهش قطر طبق در تیمارهای مربوط به رژیم آبیاری دوم نسبت به رژیم آبیاری اول (۱۲/۸۹ سانتی‌متر در مقابل ۱۵/۴۷ سانتی‌متر) تعداد دانه نیز در این تیمارها کاهش پیدا کرده است که نهایتاً تأثیر مستقیمی بر کاهش عملکرد دانه در رژیم آبیاری دوم داشته است. محققینی نظیر Dyanderia و همکاران (1995) نیز کاهش تعداد دانه در اثر شرایط کم آبیاری را گزارش کرده‌اند. وزن هزار دانه نیز با افزایش دور آبیاری کاهش یافت، بطوریکه رژیم آبیاری دوم نسبت به رژیم آبیاری اول ۲۲ درصد کاهش در این صفت، نشان داد. احتمالاً کمبود فراهمی آب در رژیم آبیاری دوم مخصوصاً در مرحله پر شدن دانه با تأثیر منفی بر تولید مواد فتوسنتزی باعث کاهش وزن هزار دانه شده است (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات تیمارهای مختلف کودی (جدول ۶) حاکی از آن است که حداکثر عملکرد دانه روغن در تیمارهای بکارگیری زئولیت به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی کود دامی و حداقل این صفات در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی بدست آمده است. استنباط می‌شود، اولاً به‌کارگیری کود دامی در تیمارهای، کود دامی همراه با ۱۵ درصد زئولیت (F5)، کود دامی همراه با ۱۰ درصد زئولیت (F4)، کود دامی همراه با ۵ درصد زئولیت (F3) و کود دامی بدون زئولیت (F2)، باعث بهتر شدن شرایط فیزیکی و شیمیائی خاک شده ثانیاً کاربرد زئولیت در تیمارهای، کود دامی همراه با ۱۵ درصد زئولیت (F5)، کود دامی همراه با ۱۰ درصد زئولیت (F4)، کود دامی همراه با ۵ درصد زئولیت (F3)، علاوه بر فراهمی بیشتر نیتروژن ناشی از جلوگیری از

جدول ۴- تجزیه واریانس تاثیر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان

منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	عملکرد دانه	عملکرد روغن	تعداد دانه در طبق	قطر طبق	پروتئین (%)	روغن (%)	میزان کلروفیل (spad)	وزن خشک نهائی	وزن هزار دانه
تکرار	۳	۳۶۳۸۲/۷۲^{ns}	۱۸۲۹۶/۴۵^{ns}	۹۰۷۳/۳۵^{ns}	۲/۷۸^{ns}	۲/۵۲^{ns}	۱۰/۴۶^{ns}	۲۴^{ns}	۳۸۶۴/۸۸^{ns}	۱۱۴/۵۵^{ns}
رژیم	۱	۳۳۳۱۱۳۶/۶۵*	۷۲۷۱۱۱/۲۲*	۲۶۰۹۸۴/۰۲**	۶۶/۳۰**	۰/۱۵۶۲^{ns}	۳/۱۳^{ns}	۳۵۴/۶۷**	۹۰۱۲۳/۶۹*	۲۲۲۶/۰۶*
خطا(E(a	۳	۱۰۵۸۹۳/۱۷	۳۸۶۵۴/۹۱	۲۰۷۴/۰۲	۰/۷۵	۲/۲۶	۴/۳۶	۲۲/۷۷	۵۷۲۰/۵۰	۱۳۶/۵۸
تیمار کودی	۴	۱۰۳۳۷۴۶/۱۸**	۲۶۲۲۳۸/۶۷**	۲۰۳۴۳/۲۱**	۴۱/۹۲**	۶/۳۷**	۱/۲۳^{ns}	۲۷۱/۶۰**	۳۹۳۴۲/۹۵**	۲۰۴/۸۳**
اثر متقابل	۴	۲۰۸۶۳/۸۲^{ns}	۱۱۷۰۶/۳۷^{ns}	۸۵۵/۰۸^{ns}	۲/۶۹**	۰/۳۸۱۲^{ns}	۱۵/۱۷**	۲۶/۹۲*	۲۸۳۷/۸۲**	۴۸/۳۲^{ns}
خطا(E(b	۲۴	۳۲۴۳/۴۴	۴۵۵۲/۱۱	۲۰۴۱/۸۱	۰/۵۸	۱/۲۷	۳/۳۰	۷/۴۴	۵۴۴/۸۳	۳۶/۳۳

ns: بدون اثر معنی دار. * و ** بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

هدرروی نیتروژن طی فرآیند کمپوست سازی، در طول دوره رشد گیاهی نیز مواد غذائی بیشتری برای گیاه فراهم کند که نهایتاً باعث افزایش عملکرد دانه و روغن در این تیمارها گردید Hasanzadeh (2002) نیز در بررسی خود دریافت تیمارهای تلفیق کود دامی با کودهای نیتروژنه عملکرد بالاتری نسبت به سایر تیمارها ایجاد می‌کند.

جدول ۵- اثر رژیمهای متفاوت آبیاری بر صفات مختلف آفتابگردان

صفات / تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد روغن (kg/ha)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (gr)	پروتئین دانه (%)
رژیم آبیاری اول (W1)	۲۲۹۷/۵a	۱۱۱۹/۳a	۵۸۶/۰۰a	۶۹/۰۳a	۲۰/۱۸a
رژیم آبیاری دوم (W2)	۱۷۱۷/۰۰b	۸۴۹/۴۸b	۴۲۴/۴۵b	۵۴/۱۱b	۲۰/۶۰b

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

تعداد دانه در طبق نیز تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت بطوریکه حداقل تعداد دانه در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق شیمیائی (F1) حاصل گردید. به نظر می‌رسد با توجه به قابلیت ضعیف خاک محل آزمایش در نگهداری و فراهمی عناصر غذائی (جدول۱) تأمین کل نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق شیمیائی کاهشی ۱۵ درصد را نسبت به تیمار به‌کارگیری کود دامی (F2) حاصل کرده است. حداکثر تعداد دانه در تیمار به‌کارگیری زئولیت به میزان ۱۵ درصد وزنی کود دامی (F5) حاصل شد، که نسبت به تیمار به‌کارگیری کود شیمیائی به تنهائی (F1) و کود شیمیائی در تلفیق با کود دامی (F2) بترتیب افزایش ۲۳ و ۱۰ درصد را نشان داد. وزن هزار دانه از حداقلی برابر ۵۴/۰۳ گرم در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی (F1) تا ۶۵/۷۲ گرم در تیمار به‌کارگیری زئولیت به میزان ۱۰ درصد وزنی کود دامی (F4) متغیر بود. افزایش ۱۸ درصد وزن هزار دانه در تیمار (F4) نسبت به تیمار (F2) را می‌توان به افزایش فراهمی مواد غذائی مخصوصاً نیتروژن نسبت داد. به نظر می‌رسد استفاده از زئولیت با توجه به قابلیت تبادل کاتیونی بالای آن (جدول۳) سبب شده است مواد غذائی بیشتری در طول دوره رشدگیاه فراهم آید و متعاقباً باعث افزایش وزن هزار دانه در این تیمار شود. درصد پروتئین دانه به عنوان یک صفت مهم به منظور استفاده از کنجاله دانه آفتابگردان در تغذیه دام به شکل محسوسی با افزایش میزان کاربرد زئولیت افزایش یافت. احتمالاً 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. Malakoti and Sepehr(2004) نیز مشخص نمودند با افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئن دانه آفتابگردان افزایش می‌یابد. همان‌طور که نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد (جدول۷) بالاترین عملکرد دانه و روغن، از تیمارهای به‌کارگیری زئولیت به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی کود دامی، در رژیم آبیاری اول حاصل شد (W1F4 و W1F5). اینچنین استنباط می‌گردد که اضافه نمودن زئولیت به کود دامی تازه علاوه بر این‌که مانع هدر روی نیتروژن موجود در کود دامی طی فرایند کمپوست سازی شده، قادر است فراهمی بیشتری از عناصر غذائی را در طول دوره رشد گیاه ایجاد کند. همچنین با توجه به این نکته که تیمارهای به‌کارگیری زئولیت به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی کود دامی، هر دو در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند، به منظور صرفه‌جوئی در هزینه تهیه زئولیت می‌توان به‌کاربردن ۱۰ درصد زئولیت در کود دامی را در نظر گرفت.

دو صفت عملکرد دانه و روغن تغییرات نسبتاً مشابهی را تحت تأثیر تیمارها از خود نشان دادند، در هر دو این صفات، رژیم آبیاری اول (W1) برتری معنی‌داری را نسبت به رژیم آبیاری دوم (W2) داشته است، که دیگر محققین نیز در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش دور آبیاری، عملکرد دانه در هکتار بواسطه اثر منفی کم آبیاری بر اجزاء عملکرد، باعث افت عملکرد نهائی محصول می‌گردد (Razy and Assad, 2000; Unger, 1992). با توجه به این نکته که عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن حاصل می‌شود و در این تحقیق درصد روغن کمتر تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت (جدول ۷) لذا عملکرد روغن نیز روندی مشابه با عملکرد نهائی در واکنش با تیمارهای مختلف نشان داد.

قطر طبق نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت و نتایج مشخص کرد، حداکثر قطر طبق در تیمار بکارگیری زئولیت به میزان ۱۰ درصد وزنی کود دامی در رژیم آبیاری اول (W1F4) با ۱۷/۷۵سانتی‌متر و کمترین قطر طبق نیز از تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی در رژیم آبیاری دوم (W2F1) با ۹/۸۷ سانتی‌متر حاصل شد. احتمال داده می‌شود به‌کاربردن کوددامی همراه با ۱۰ درصد زئولیت شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای گیاه را بهبود بخشیده است و نهایتاً باعث حداکثر شدن قطر طبق در این تیمار شود در حالی که در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی در رژیم آبیاری دوم شستشوی عناصر از محیط ریشه به دلیل پائین بودن ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از یک طرف و همچنین عدم نگهداری رطوبت در خاک به دلیل ناچیز بودن مواد آلی باعث شده است این تیمار کمترین قطر طبق را حاصل کند که کاهش قطر طبق منتج به کاهش تعداد دانه و نهایتاً افت عملکرد در این تیمار گردیده است.

بیشترین وزن خشک نهائی در دو تیمار بکارگیری زئولیت به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی کود دامی در رژیم آبیاری اول حاصل شد (W1F4) و(W1F5)، در مقابل تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی در رژیم آبیاری دوم (W2F1) کاهشی ۴۸ درصدی و تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی در رژیم آبیاری اول(W1F1) نیز کاهشی ۳۲ درصدی را نسبت به این تیمارها از خود نشان دادند.

همچنین تیمار به‌کارگیری کود دامی چه در رژیم آبیاری اول (W1F2) و یا در رژیم آبیاری دوم (W2F2) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی حتی در رژیم آبیاری اول(W1F1) برتری نشان داد که این نتایج اثرات مثبت بکارگیری کودهای دامی مخصوصاً در اراضی شنی را به منظور افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه اثبات می‌کند.

جدول۶- نتایج مقایسات میانگین تیمارهای مختلف کودی

صفات / تیمار	عملکرد (kg/ha)	عملکردروغن (kg/ha)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه(gr)	پروتئین (٪)
F1	۱۴۴۶/۸۱d	۷۰۸/۰۷d	۴۳۱/۰۰d	۵۴/۰۳c	۱۹/۱۶b
F2	۱۸۹۵/۴۱c	۹۱۷/۲۴c	۵۰۶/۸۸bc	۵۸/۷۵bc	۱۹/۲۷b
F3	۲۰۶۰/۰۸b	۱۰۱۲/۹۶b	۴۸۶/۲۵c	۶۵/۴۶a	۲۰/۰۷ab
F4	۲۳۰۲/۶۶a	۱۱۴۰/۹۵a	۵۴۳/۶۵ab	۶۵/۷۲a	۲۱/۰۰a
F5	۲۳۲۳/۷۱a	۱۱۴۳/۳۰a	۵۵۸/۳۸a	۶۳/۸۷ab	۲۱/۱۰a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری ندارند.

F1 = تامین ۱۰۰٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی

F_2 = تأمین ۶۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ ٪ مابقی از کود دامی کمپوست شده

F_3 = تأمین ۶۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ ٪ مابقی از کود دامی کمپوست شده همراه با ۵٪ زئولیت

F_4 = تأمین ۶۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ ٪ مابقی از کود دامی کمپوست شده همراه با ۱۰٪ زئولیت

F_5 = تأمین ۶۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ ٪ مابقی از کود دامی کمپوست شده همراه با ۱۵٪ زئولیت

Gopta و همکاران (2004) نیز در تحقیقات خود نشان دادند بکارگیری کودهای دامی می‌تواند علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک در تأمین عناصر غذائی مورد نیاز گیاه هم نقش داشته باشند. صفت میزان کلروفیل برگ در مرحله پر شدن دانه (عدد SPAD) نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. نتایج مشخص کرد کاربرد ۱۰ تا ۱۵ درصد زئولیت در کود دامی در رژیم آبیاری اول برتری قابل ملاحظه‌ائی را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد، با توجه به این مهم که میزان کلروفیل در برگ بطور مستقیم با فراهمی نیتروژن در ارتباط است (Malakooti and Sepehr, 2004) و همچنین زئولیت کلینوپتیلولیت یک جاذب انتخابی مناسب برای کاتیون آمونیوم است و باعث کاهش شستشو نیتروژن از محیط ریشه می‌شود (Mumpton, 1999; Polat, *et al.*, 2004) لذا می‌توان برتری این دو تیمار را در این صفت به‌طور مستقیم به زئولیت مصرفی نسبت داد. حداقل میزان کلروفیل برگ در مرحله پر شدن دانه در تیمار ۱۰۰ درصد شیمیائی در رژیم آبیاری دوم حاصل شد (W2F1)، با توجه به اثر تنش رطوبتی بر کاهش میزان کلروفیل سازی (Shaw, *et al.*, 2001) از یک طرف و همچنین افزایش شستشو نیتروژن در این تیمار که هیچ‌گونه ماده اصلاحی دریافت نکرده است، باعث شده که این تیمار حداقلی از میزان کلروفیل را ارائه کند و با در نظر گرفتن تأثیر بسیار مهم کلروفیل در فرآیند فتوسنتز (Koochaki and Sarmadnia, 2003) و نهایتاً عملکرد گیاه، می‌توان انتظار داشت که کمبود کلروفیل در این تیمار باعث کاهش عملکرد و وزن خشک نهائی این تیمار شود (جدول ۷).

جدول۷- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل

صفات / تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکردروغن (kg/ha)	قطر طبق (cm)	وزن خشک نهائی (gr/m^2)	روغن (%)	میزان کلروفیل (عدد SPAD)
W1F1	۱۷۹۴/۹e	۸۹۴/۰۷c	۱۲d	۳۹۷/۱۶c	۴۹/۸ab	۲۸/۴۲de
W1F2	۲۱۵۴/۹bc	۹۹۹/۶۷c	۱۳cd	۴۳۷/۵۸c	۴۶/۲۵c	۳۴/۸۲bc
W1F3	۲۲۷۸/۳b	۱۱۳۳/۹۵ab	۱۷a	۵۲۰/۲۴b	۴۹/۷۵ab	۳۸/۲۵b
W1F4	۲۶۰۲/۴a	۱۲۷۳/۶۶a	۱۷/۷۵a	۵۶۸/۳۳ab	۴۸/۹۵abc	۴۳/۵۷a
W1F5	۲۶۴۱/۶a	۱۲۹۴/۲۶a	۱۷/۶۲a	۵۸۵/۸۳a	۴۹/۰۲abc	۴۴/۳۰a
W2F1	۱۰۹۸/۶f	۵۲۲/۰۷d	۹/۸۷e	۳۰۲/۰۸d	۴۷/۶۵bc	۲۴/۳۰e
W2F2	۱۶۳۵/۸e	۸۳۴/۸c	۱۲/۲۵d	۴۰۴/۰۸c	۵۱/۰۲۵a	۲۸/۴۲de
W2F3	۱۸۴۲/۳de	۸۹۱/۹۵c	۱۳/۸۷bc	۴۲۴/۴۱c	۴۸/۲۲abc	۳۷/۱۰bc
W2F4	۲۰۰۲/۸cd	۱۰۰۸/۲bc	۱۴/۵b	۴۵۵ c	۵۰/۳ab	۳۲/۵cd
W2F5	۲۰۰۵/۸cd	۹۹۰/۳۳bc	۱۴bc	۴۴۸/۹۱c	۴۹/۳۵abc	۳۷/۲۵bc

صفت درصد روغن به‌طور مشخصی تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت، هر چند که تفاوت-های اندکی بین تیمارها حاصل شد ولی تغییرات در این صفت روند مشخصی را طی نکرد و در مجموع این‌طور استنباط می‌گردد که تیمارهای آزمایشی تأثیر خاصی را بر این صفت نداشته‌اند، تمام تیمارها به غیر از به‌کارگیری کوددامی در رژیم آبیاری اول (W1F2) و به‌کارگیری ۱۰۰ درصد کود شیمیائی در رژیم آبیاری دوم (W2F1) در گروه آماری برتر قرار گرفتند.

نتیجه گیری

با توجه به ضرورت تجدید نظر در استفاده از کودهای شیمیائی مخصوصا در اراضی سبک، تأمین مواد غذائی مورد نیاز گیاه مخصوصا نیتروژن از طریق منابع آلی مهم می‌باشد. از طرفی با توجه به هدرروی قسمت زیادی از مواد غذائی موجود در کودهای دامی طی فرآیند تهیهٔ کمپوست، استفاده از زئولیت‌ها به عنوان موادی کاملا طبیعی به منظور حفظ مواد غذائی مخصوصا نیتروژن موجود در کودهای دامی ، می‌تواند مهم باشد. با توجه به فراهمی منابع خدادادی زئولیت در کشور، استخراج آسان و در نهایت قیمت اقتصادی مناسب این مواد می‌توان بکارگیری زئولیت‌ها را در سطوح مختلف صنایع کشاورزی گسترش داد. نتایج این تحقیق مشخص کرد که می‌توان با بکارگیری ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی کود دامی، زئولیت، علاوه بر اینکه از هدرروی نیتروژن موجود در تودهٔ کودی به شکل قابل توجهی جلوگیری نمود، استفاده از این کمپوست در خاک باعث بهبود اکثر صفات زراعی گیاه آفتابگردان شد.

پی‌نوشت‌ها

1- zeolite
2- clinoptilolite
3- Blizar

منابع

Cudney, D.W., S. D. Wright, T. A. Shulz, and J. S. Reints (1992). Weed seed in dairy manure depends on collection site. *California Agriculture*. 46: 31-32.

D'Andria, R., and C. V. Magliulo, and M. mori (1995). Yield and soil water uptake of sunflower in spring and summer. *Agron. J* . 87: 1122-1128.

Dwairi, I. M. (1998). Conserving toxic ammoniacal nitrogen in manure using natural zeolite tuff: A comparative study. *Bull. Envirol Contam. Toxical.*, 6 : 126-133

Eghball, B., B. Wienhold, and J. Gilley (2001). Comprehensive manure management for improve nutrient utilization and environment. *Soil and Water Conservation Research* , 1: 128-135.

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

Eghball, B., J. F. Power., J.E. Gilley and J. W. Doran (1997). Nutrient, carbon, and mass flow of beef cattle feedlot manure during composting. *Journal of Environment Quality*. 26: 189-193.

Gupta S., E. Munyankusi., J. Monerief., F. Zvomuya, and M. Hanewall (2004). Tillage and manure application effects mineral nitrogen leaching from seasonally frozen soils. *Journal of Environment Quality*. 33: 1239-1246.

Hassanzadeh Gortttapeh, A. (2000). Study on the effect of organic, inorganic and integrated fertilizers on the quantitative and quality traits of different sunflower (Helianthus annus, L.) cultivars in west Azarbayjan, Iran. PhD thesis. Tarbiat Modares University. Tehran. Iran.

Karimzade Asl, KH., D. Mazaheri and S. A. Pieghambari (2003). Effect of four irrigation intervals on the seed yield and quantities characteristics of the three sunflower cultivars. *Journal of Agriculture of Science*. 24(2). 293-300.

Kazemian, H. (2004). Introduction of Zeolite, magical minerals. 1nd Edition. Publication Behesht. Tehran. Pp 100.

Kazemian, H. (2000). Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A review). *Access in Nanoporous Materials-II. Alberta. Canada*.

Khajepoor, M. R. (2004). *Fundamental of Agronomy*. 2nd Edition. Esfahan: Publication Jahade Daneshgahi Vahede Saanati Esfahan.

Koocheki, A. and GH. Sarmadnia (2003). *Physiology of crop plant. 10nd Edition*. Translate. Mashhad: Publication Jahade Daneshgahi Mashhad. Pp 400.

Lefcourt., A. M. and J. J. Meisinger (2001). Effect of adding alud and zeolita to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition. *J. Dairy Sci*. 84: 1814-1824.

Losavio, N., M. L. Venesion, and G. Zerbi (1981). Sunflower response to increasing irrigation levels in southern italy. P. 98-109. *in Proc. Int. Sunflower Conf., spain*. 8-13 *june 1980*.

Shaw, R. H., and D. R. Laing (1967). In plant environment and efficient water use, ed. W. H. Pierre. Madisson , Wis.: American Society of Agronomy.

Supapron. J. and L. Ptayakon (2002). *Effect of zeolite and chemical fertilizer on the change of physical and chemical properties on lat ya soil series for suger cane*. Soil and water Conservation Division, Land Development Depertment, Chatuchac, Bangkok 10900, Thailand.

Tiquia, S. M., N. F. Y. Tam and I. J. Hoodgkiss (1996). Effect of composting on phytotoxicity of spent pig- manure sawdust litter and pig sludge. *Bioresourse Technology*. 65: 43-49.

Unger., P. W. (1992). Time and frequency if irrigation effects on sunflower production and water use. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 46: 1072-1076.

Malakouti, M. J. and M. Homaee (2004). Soil fertility of arid and semi-arid region "Difficulties and Solution". 2nd Edition. Daftare Nashre Asare Elmie Daneshgah Tarbiat Modares. pp 482.

Malakouti, M. J. and A. Sepehr (2003). *Balanced nutrition of oil crop "A compilation of paper*". Tehran: Publication khaniran. Pp 300.

Mozafari, K. E. Arshie and H. Zeynali Khanghah (1996). Effect of drought stress in many morphophysiological traits and yield componenet of sunflower. *Journal of Seed and Plant*. 21(3). 24-33.

Mumpton, F., (1999). la roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 96 : 3467-3470

Polat, E., M. Karaca, H. Demir and A. Naci Onus (2004). Use of natural zeolita (clinoptilolite) in agriculture. *Journal of Fruit Ornam. Plant Research*, 12 :183-189

Razi, H. and M. Assad (1999). Evaluation of changing in important agronomic traits and drought tolerance index in sunflower cultivars. *Journal of Agriculture Science and Natural Resources*. 2: 31-43.

Rynk, R.(1992). *On-farm composting handbook*. Publication NRAES-54. Northeast. Agriculture. Engeneering Service., Ithaca, NY.

Shaw. J. W., and R. Andrews (2001). Cation exchange capacity affects greens' truf growth. *Golf Course Management*. March 2001. 73-77.