اثر ورمی کمپوست و نیتروژن بر رشد رویشی، غلظت، و جذب عناصر غذایی آفتابگردان

محمدباقر حیدریان پور*، عبدالمجید ثامنی، جمال شیخی، نجفعلی کریمیان و مهدی زارعی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن بر رشد، غلظت و جذب کل عناصر غذایی آفتابگردان، آزمایشی در شرایط گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح ورمی کمپوست (صفر، ۲/۵، و ۵ درصد وزنی) و سه سطح نیتروژن (صفر، ۹۰، و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین وزن تر و خشک، و جذب کل پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس اندام هوایی آفتابگران را به طور معنی‌داری نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست افزایش داد ولی میانگین غلظت روی و مس را کاهش داد. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن، میانگین وزن تر و خشک و غلظت نیتروژن، روی و منگنز، جذب کل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس اندام هوایی آفتابگردان را افزایش داد ولی میانگین غلظت فسفر را کاهش داد. کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن تنها میانگین جذب کل نیتروژن را نسبت به سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن افزایش داد. تیمار ۲/۵ درصد ورمی کمپوست توأم با ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن، عملکرد وزن خشک اندام هوایی آفتابگردان را نسبت به تیمار دارای ۲/۵ درصد ورمی کمپوست بدون کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، ورمی کمپوست، نیتروژن، عناصر غذایی

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: bagher.heidarian@yahoo.com

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuss* L.) یکی از چهار گیاه اصلی روغنی است که سطح زیر کشت و تولید آن پس از سویا، کلزا، و بادام زمینی قرار دارد (۶). استفاده از کودهای آلی در تولید محصول گسترش جهانی یافته است و استفاده و مدیریت بهینه ماده آلی یک جنبه مهم تولید پایدار در سیستم‌های زراعی است. از نقش‌های مهم مواد آلی می توان کمک به تغذیه گیاهان از طریق تأمین عناصر غذایی، افزایش فعالیت‌های زیستی خاک، تشکیل خاکدانه‌های پایدار، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، افزایش خلل و فرج، جلوگیری از فشرده شدن خاک و تخریب براثر فرسایش را برشمرد (۱۱ و ۱۷). ورمی کمپوست یک کود آلی شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از میکروب‌های مفید، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها، هورمون‌ها، عناصر غذایی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد (۱۶). ورمی کمپوست دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به اشکال قابل جذب و در دسترس برای گیاه می باشد (۱۴). نیتروژن از عناصر غذایی ضروری در تغذیه گیاهان به حساب می‌آید و در بسیاری از خاک‌های دنیا کمبود آن بیشتر از سایر عناصر غذایی گزارش شده است.

قانی و همکاران (۱۹) در مطالعه اثر کاربرد سطوح نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد آفتابگردان، بالاترین عملکرد دانه را در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد به دست آوردند. در آزمایش‌های مشابه، الثبت (۱۳) و هالورسون و همکاران (۲۰) نیز گزارش کردند که با افزایش کاربرد سطوح نیتروژن در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن، عملکرد دانه آفتابگردان به تدریج افزایش یافت. با توجه به مقدار نسبتاً کم ماده آلی در خاک‌های زراعی ایران و اثرات زیست محیطی مصرف مداوم کودهای نیتروژن دار، مصرف توأم نیتروژن و ماده آلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳). اکبری و همکاران (۱۲) گزارش کردند که در کاربرد ماده آلی توأم با نیتروژن در مقایسه با کاربرد هر یک از آنها به تنهایی، عملکرد زیستی و دانه در آفتابگردان بیشتر شده است. عملکرد آفتابگردان بسته به شرایط آب و هوایی متغیر است. در دیمکاری‌های نواحی مدیترانه‌ای، کشاورزان آفتابگردان را بدون کاربرد کود نیتروژن معمولاً در تناوب با گندم کشت می کنند. تجربه آنان نشان داده زمانی که کود نیتروژن را با آفتابگردان به کار برده اند پاسخ کمی دریافت کرده‌اند. دلیل آن این است که کشاورزان همراه با کشت گندم کود نیتروژن زیادی به کار می‌برند و مقداری از آن در کشت بعدی برای آفتابگردان قابل دسترس است (۲۴). در مورد اثر کودهای نیتروژن دار بر رشد آفتابگردان مطالعات زیادی صورت گرفته است اما در مورد کاربرد توأم ورمی کمپوست و نیتروژن پژوهشی صورت نگرفته است، بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن بر رشد، غلظت و جذب کل عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس اندام هوایی آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت اجرا این آزمایش، خاک کافی از افق سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متری) جمع‌آوری شد. خاک هوا خشک پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن (جدول ۱) مانند بافت به روش هیدرومتری (۱۸)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (۲۳)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی (۲۶)، فسفر قابل استفاده با روش واتناب و اولسن (۳۰)، واکنش خاک (پ‌هاش) در خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (۲۹)، غلظت قابل جذب عناصر کم مصرف با عصاره‌گیری به روش دی تی پی ا و استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل شیمادزو (۲۲)، ماده آلی به روش اکسایش مرطوب (۲۵)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۱۵)، و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشینی کاتیون‌ها با استات سدیم (۲۸) تعیین گردید.آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی و با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ اجرا

جدول۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش.

	ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
خاک	بافت	لوم رسی شنی	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	۹
	پ‌هاش	۷/۹	پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	۲۷۵
	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_{(+)}\ kg^{-1}$)	۲۴	آهن ($mg\ kg^{-1}$)	۲/۶
	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	۰/۳	منگنز ($mg\ kg^{-1}$)	۱۲
	ماده آلی (٪)	۰/۹	روی ($mg\ kg^{-1}$)	۱
	نیتروژن کل (٪)	۰/۲	مس ($mg\ kg^{-1}$)	۱/۲
ورمی کمپوست	پ‌هاش(۱:۵ آب : کمپوست)	۷/۹	پتاسیم کل ($mg\ kg^{-1}$)	۱۰۲۴۴
	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	۵/۹	سدیم کل ($mg\ kg^{-1}$)	۳۳۸۴
	ماده آلی (٪)	۵۹/۶	آهن کل ($mg\ kg^{-1}$)	۳۱۷۴
	کربن آلی (٪)	۳۴/۵	روی کل ($mg\ kg^{-1}$)	۱۱۱/۳
	نیتروژن کل (٪)	۲/۱	منگنز کل ($mg\ kg^{-1}$)	۲۳۸/۸
	فسفر کل ($mg\ kg^{-1}$)	۱۳۱۸۳	مس کل ($mg\ kg^{-1}$)	۲۷/۷

شد. عامل‌ها شامل ورمی کمپوست در سه سطح (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد وزنی) و نیتروژن در سه سطح (صفر، ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) از منبع اوره بودند. کود ورمی کمپوست مورد استفاده در این تحقیق، محصول شرکت مواد آلی کیان پارس شیراز بود که از کود گاوی تهیه گردیده و پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک دو میلی متری، بعضی ویژگی‌های آن اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ آورده شده است. در این آزمایش برای کشت از گلدان‌های پلاستیکی ۵ کیلوگرمی استفاده شد. قبل از کاشت بر حسب آزمون خاک، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شامل فسفر (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع منو کلسیم فسفات)، روی (۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی)، منگنز (۱۰میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات منگنز)، مس(۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات مس) و تیمار ورمی کمپوست به خاک گلدان‌ها افزوده شد.

تیمار نیتروژن در دو مرحله، قبل و ۴ هفته بعد از کشت، به صورت محلول به گلدان ها افزوده شد. شش عدد بذر آفتابگردان رقم زاریا در عمق ۵ تا ۶ سانتیمتری از سطح خاک کاشته شد. پس از استقرار کامل بوته‌ها تعداد آنها به ۳ عدد کاهش داده شد. آبیاری گلدان‌ها در طول فصل رشد با آب مقطر در حد رطوبت ظرفیت مزرعه صورت گرفت. پس از ۸ هفته از کاشت، گیاهان از محل طوقه (نزدیک سطح خاک) قطع شدند و پس از توزین و شستشو با آب مقطر، در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. نمونه‌های گیاهی پس از توزین به وسیله آسیاب برقی پودر شد. به منظور تجزیه گیاه یک گرم ماده خشک گیاه پس از خشک سوزانی با اسید کلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد. غلظت فسفر با روش مولیبدات- وانادات (روش زرد) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (۲۱)، غلظت پتاسیم با استفاده از دستگاه فلم فتومتر، غلظت عناصر کم مصرف با استفاده از دستگاه جذب اتمی، و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال (۱۵) تعیین شد. پاسخ‌های گیاهی شامل وزن تر و خشک اندام هوایی، غلظت و جذب کل عناصر غذایی، به وسیله روش‌های آماری و با نرم افزار SPSS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

نتایج

وزن تر و خشک، غلظت و جذب کل نیتروژن، فسفر، و پتاسیم اندام هوایی

با توجه به داده‌های تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ورمی کمپوست و نیتروژن بر وزن تر و خشک اندام هوایی آفتاب گردان معنی‌دار بود اما بر همکنش آنها از لحاظ آماری بر وزن خشک معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد اندام هوایی در تیمار دارای ۲/۵ درصد ورمی کمپوست و سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد به طوری که افزایش وزن تر و خشک نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۷۵ و ۲۹۴ درصد بود هر چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت. کمترین میانگین وزن تر و خشک اندام هوایی نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) کاربرد ورمی کمپوست تا سطح ۲/۵ درصد میانگین وزن خشک و تر را نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست به طور معنی‌داری افزایش داد اما کاربرد ۵ درصد ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر میانگین وزن تر و خشک نسبت به سطح ۲/۵ درصد نداشت. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزن خشک و تر اندام هوایی نسبت به سطح بدون کاربرد نیتروژن شد اما کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن اثر معنی‌داری بر میانگین وزن تر و خشک نسبت به سطح پایین‌تر نداشت.

داده‌های تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن، اثر معنی‌داری بر غلظت و جذب کل نیتروژن اندام هوایی آفتابگردان داشت و برهمکنش آنها بر غلظت نیتروژن معنی‌دار بود اما بر جذب کل نیتروژن اثر معنی‌داری نداشت. داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که بالاترین غلظت نیتروژن مربوط به تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست در سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن بود هر چند اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون ورمی کمپوست در سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن نداشت. کمترین غلظت نیتروژن نیز مربوط به تیمار شاهد بود. با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) با کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست، غلظت نیتروژن اندام هوایی کاهش معنی‌داری نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست و سطح ۵ درصد داشت اما بین سطح ۵ درصد ورمی کمپوست و سطح بدون کاربرد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با کاربرد ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین جذب کل نیتروژن به طور معنی‌داری و به مقادیر ۳۹/۵ و ۵۷ درصد نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست افزایش یافت هم‌چنین کاربرد ۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین جذب کل نیتروژن را ۱۲/۶ درصد در مقایسه با سطح ۲/۵ درصد افزایش داد. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن نیز میانگین غلظت نیتروژن اندام هوایی را نسبت به سطح بدون کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری (۸۲/۴ درصد) افزایش داد اما با کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن، غلظت نیتروژن اندام هوایی نسبت به سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن تغییر معنی‌داری نداشت. کاربرد ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن، میانگین جذب کل نیتروژن را نسبت به سطح بدون کاربرد نیتروژن را به ترتیب ۱۴۴ و ۱۶۵ درصد افزایش داد. هم‌چنین سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در مقایسه با سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن ۸/۸۴ درصد افزایش جذب نیتروژن داشت. در بررسی اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت نیتروژن دیده شد در سطح بدون کاربرد نیتروژن، کاربرد ورمی کمپوست در سطوح ۲/۵ و ۵ درصد در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست غلظت نیتروژن اندام هوایی را به طور معنی‌داری افزایش داد اما در سطوح ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن، کاربرد ورمی کمپوست غلظت نیتروژن اندام هوایی را در مقایسه با سطح بدون ورمی کمپوست به طور معنی‌داری کاهش داد.

با توجه به داده‌های جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت فسفر اندام هوایی آفتابگردان معنی‌دار نبود اما اثر معنی‌داری بر جذب کل فسفر داشت. هم‌چنین بر همکنش آنها اثر معنی‌داری بر غلظت و جذب کل فسفر نداشت.

بالاترین غلظت فسفر مربوط به تیمار ۵ درصد ورمی کمپوست در سطح بدون کاربرد نیتروژن بود (جدول ۳)، هر

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن بر رشد رویشی و جذب عناصر غذایی آفتابگردان

	میانگین مربعات		
صفات اندازگیری شده	ورمی کمپوست	نیتروژن	ورمی کمپوست × نیتروژن
وزن تر	۸۹۰/۸***	۱۱۵۲***	۹۳/۵*
وزن خشک	۳۸/۵***	۲۳/۲***	۰/۵ ^{ns}
غلظت نیتروژن	۰/۲*	۳/۳***	۰/۴***
جذب نیتروژن	۹۹۸۷/۶***	۳۹۹۵۸/۶***	۴۵۳/۷ ^{ns}
غلظت فسفر	۰/۲۴۳۱۹۴^{ns}	۱ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}
جذب فسفر	۶۱/۷*	۹۹/۹*	۲۷/۸ ^{ns}
غلظت پتاسیم	۵/۳ ^{ns}	۸۵/۴ ^{ns}	۷۸/۸ ^{ns}
جذب پتاسیم	۴۴۵۵۶/۶***	۵۰۵۸۴/۷***	۲۵۸۹/۲ ^{ns}
غلظت آهن	۱۷۸/۶ ^{ns}	۱۲۹/۷ ^{ns}	۲۲۹ ^{ns}
جذب آهن	۸۲۴۷۹/۸**	۴۶۹۷۰/۱۷۳**	۱۸۷۶۵/۳۴۱ ^{ns}
غلظت روی	۱۷۵/۲**	۲۰۴/۸**	۱۱۱/۸*
جذب روی	۱۱۹۱۰/۸*	۵۸۸۰۷/۲*	۱۸۷۶۵/۳ ^{ns}
غلظت منگنز	۳۲/۷ ^{ns}	۲۱۸/۸*	۶۸/۴ ^{ns}
جذب منگنز	۴۹۲۴۵/۲***	۶۳۸۵۲***	۱۸۶۵/۸ ^{ns}
غلظت مس	۲۸/۱*	۱۰/۳ ^{ns}	۲۲/۱*
جذب مس	۱۹۵۴/۷*	۶۰۲۵/۸**	۹۴۲/۷*

***، ** و *: به ترتیب در سطح ۰/۱، ۱ و ۵ درصد معنی دار است. Ns: از لحاظ آماری معنی دار نیست.

چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت. مقایسه میانگین‌ها در جدول ۳ نشان داد که کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن، غلظت فسفر اندام هوایی را در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری کاهش داد اما کاربرد سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن اختلاف معنی‌داری با سطح بدون کاربرد نیتروژن نداشت. بیشترین جذب فسفر در تیمار دارای ۲/۵ درصد ورمی کمپوست در سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن صورت گرفت هر چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت. کاربرد ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین جذب کل فسفر اندام هوایی را به ترتیب ۳۷ و ۴۹/۱ درصد در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست افزایش داد. کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن، نسبت به سطوح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن و بدون کاربرد نیتروژن جذب فسفر را به طور معنی‌داری افزایش داد اما کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن اثر معنی‌داری بر جذب فسفر نسبت به سطح بدون کاربرد نیتروژن نداشت.

با توجه به داده‌های جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر کاربرد سطوح ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت پتاسیم اندام هوایی معنی‌دار نبود اما بر جذب کل پتاسیم معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر برهمکنش ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت و جذب کل پتاسیم معنی‌دار نبود. بیشترین غلظت پتاسیم اندام هوایی آفتابگردان (جدول ۳) در تیمار بدون ورمی کمپوست در سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد هر چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت. بالاترین جذب پتاسیم در تیمار دارای ۲/۵ درصد ورمی کمپوست در سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد هر چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت. مقایسه

جدول۳ . اثر ورمی کمپوست و نیتروژن بر وزن تر و خشک (گرم در گلدان)، غلظت نیتروژن (درصد ماده خشک)، فسفر، و پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)، و جذب کل نیتروژن، فسفر، و پتاسیم (میلی‌گرم در گلدان) اندام هوایی آفتابگردان

		ورمی کمپوست (درصد)			
	نیتروژن ($mg\ kg^{-1}$)	۰	۲/۵	۵	میانگین
وزن تر	۰	۲۵/۹ ^{e*}	۵۱/۲^{d}	۵۴/۹ ^{cd}	۴۴ ^{B}
	۹۰	۵۵/۴^{cd}	۶۲/۵ ^{bc}	۶۷/۲ ^{ab}	۶۱/۷ ^{A}
	۱۸۰	۵۵/۲ ^{cd}	۷۱/۲ ^{a}	۶۸/۹ ^{ab}	۶۵/۱ ^{A}
	میانگین	۴۵/۵ ^{B}	۶۱/۶ ^{A}	۶۳/۷ ^{A}	
وزن خشک	۰	۳/۶ ^{c}	۶/۸ ^{b}	۷/۳ ^{b}	۵/۹^{B}
	۹۰	۶/۲ ^{b}	۹/۵ ^{a}	۹/۸ ^{a}	۸/۵ ^{A}
	۱۸۰	۶/۳ ^{b}	۱۰/۶ ^{a}	۹/۶ ^{a}	۸/۸ ^{A}
	میانگین	۵/۴^{B}	۹ ^{A}	۸/۹ ^{A}	
غلظت نیتروژن	۰	۰/۸^{f}	۱/۱ ^{e}	۱/۶ ^{d}	۱/۲ ^{B}
	۹۰	۲/۴ ^{ab}	۲ ^{c}	۲/۱ ^{c}	۲/۲ ^{A}
	۱۸۰	۲/۶ ^{a}	۱/۲ ^{c}	۲/۲ ^{bc}	۲/۳^{A}
	میانگین	۱/۹ ^{A}	۱/۷ ^{B}	۲ ^{A}	
جذب کل نیتروژن	۰	۲۸ ^{f}	۷۷ ^{e}	۱۱۸ ^{d}	۷۴/۳ ^{C}
	۹۰	۱۵۰ ^{c}	۱۸۸ ^{ab}	۱۸۱ ^{b}	۱۷۳ ^{B}
	۱۸۰	۱۶۴ ^{bc}	۲۱۳ ^{a}	۲۱۴ ^{a}	۱۹۷ ^{A}
	میانگین	۱۱۴ ^{C}	۱۵۹ ^{B}	۱۷۱ ^{A}	
غلظت فسفر	۰	۱/۶^{ab}	۱/۸^{ab}	۲/۴^{a}	۱/۹^{A}
	۹۰	۱/۷^{ab}	۱/۱^{b}	۱/۲^{b}	۱/۳^{B}
	۱۸۰	۲/۳^{a}	۱/۸^{ab}	۱/۷^{ab}	۱/۹^{A}
	میانگین	۱/۹^{A}	۱/۵^{A}	۱/۸^{A}	
جذب کل فسفر	۰	۵/۵ ^{c}	۱۲/۲ $^{a-c}$	۱۷/۱ ^{ab}	۱۱/۶^{B}
	۹۰	۱۰/۲ ^{bc}	۱۰/۳ ^{bc}	۱۱/۸ $^{a-c}$	۱۰/۸^{B}
	۱۸۰	۱۴/۵ ^{ab}	۱۸/۸ a	۱۶/۵ ^{ab}	۱۶/۶^{A}
	میانگین	۱۰/۱ ^{B}	۱۳/۸^{AB}	۱۵/۱ ^{A}	
غلظت پتاسیم	۰	۲۷/۷ ^{b}	۳۳/۵ ^{ab}	۳۷/۷ ^{ab}	۳۳ ^{A}
	۹۰	۴۱/۳ ^{a}	۳۹/۷ ^{ab}	۳۵/۳ ^{ab}	۳۸/۸^{A}
	۱۸۰	۴۳/۷ ^{a}	۳۷/۷ ^{ab}	۳۵/۷ ^{ab}	۳۹ ^{A}
	میانگین	۳۷/۶ ^{A}	۳۷^{A}	۳۶/۲^{A}	
جذب کل پتاسیم	۰	۹۸/۳ ^{d}	۲۳۸ ^{c}	۲۷۲ ^{bc}	۲۰۳ ^{B}
	۹۰	۲۵۱ ^{c}	۳۷۶ ^{a}	۳۴۶ ^{ab}	۳۲۴ ^{A}
	۱۸۰	۲۷۵ ^{bc}	۳۹۴ ^{a}	۳۴۴ ^{ab}	۳۳۸ ^{A}
	میانگین	۲۰۸ ^{B}	۳۳۶ ^{A}	۳۲۱ ^{A}	

*: اعدادی که در هر ستون یا ردیف در یک حرف بزرگ و یا کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین جذب پتاسیم را نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش داد اما کاربرد ۵ درصد ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر میانگین جذب پتاسیم نسبت به سطح ۲/۵ درصد ورمی کمپوست نداشت. کاربرد ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن میانگین جذب پتاسیم را در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن به ترتیب ۵۹/۶ و ۹۶/۶ درصد افزایش داد هر چند بین سطوح ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

غلظت و جذب کل آهن، روی، منگنز و مس اندام هوایی

داده‌های جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت آهن اثر معنی‌داری نداشت اما بر جذب کل آهن اثر معنی‌داری داشت. هم‌چنین اثر برهمکنش ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت و جذب کل آهن معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که کاربرد ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین جذب آهن را نسبت به تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست به ترتیب ۴۴/۸ و ۷۰ درصد افزایش داد هرچند اختلاف بین سطح ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست از نظر آماری معنی‌دار نبود. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن، جذب آهن را نسبت به تیمار شاهد ۴۸ درصد افزایش داد اما کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن اثر معنی‌داری بر جذب آهن در مقایسه با سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن نداشت.

کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت و جذب کل روی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). هم‌چنین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت روی معنی‌دار بود ولی بر جذب کل روی اثر معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست میانگین غلظت روی اندام هوایی را نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست کاهش داد در حالی که میانگین جذب کل روی با کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست افزایش یافت. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن، میانگین غلظت و جذب کل روی را نسبت به تیمار بدون کاربرد نیتروژن به ترتیب ۳۰/۹ و ۸۲/۸ درصد افزایش داد ولی کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن اثر معنی‌داری بر میانگین غلظت و جذب کل روی در مقایسه با سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن نداشت. در سطح بدون کاربرد نیتروژن، کاربرد ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر غلظت روی اندام هوایی نداشت اما در سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن کاربرد ۵ درصد ورمی کمپوست، و در سطح ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست، غلظت روی را نسبت به سطح بدون کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری کاهش داد.

با توجه به داده‌های تجزیه واریانس (جدول ۲)، تنها اثر نیتروژن بر غلظت منگنز معنی‌دار بود. کاربرد ورمی کمپوست و نیتروژن بر جذب کل منگنز اثر معنی‌داری داشت اما بر همکنش آنها معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که کاربرد ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست، در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست، میانگین جذب کل منگنز را به ترتیب ۵۷/۷ و ۷۱/۶ درصد افزایش داد اما اختلاف معنی‌داری بین سطح ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست از لحاظ جذب منگنز وجود نداشت. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن غلظت و جذب کل منگنز اندام هوایی را در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش داد اما کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن اثر معنی‌داری بر غلظت و جذب منگنز در مقایسه با سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن نداشت.

داده‌های تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ورمی کمپوست بر غلظت مس، و اثر ورمی کمپوست و نیتروژن بر جذب کل مس اندام هوایی آفتابگردان معنی‌دار بود. هم‌چنین بر همکنش ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت و جذب کل مس اثر معنی‌داری داشت. با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست، میانگین غلظت مس اندام هوایی را در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست به طور معنی‌داری کاهش داد اما میانگین جذب کل مس افزایش

جدول۴. اثر ورمی کمپوست و نیتروژن بر غلظت (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) وجذب کل (میلی‌گرم در گلدان) آهن، روی، منگنز، و مس اندام هوایی آفتابگردان

		ورمی کمپوست (درصد)			
	نیتروژن ($mg.\ kg^{-1}$)	۰	۲/۵	۵	میانگین
غلظت آهن	۰	۴۲/۴ ^{a*}	۴۵/۹^{a}	۶۰/۴^{a}	۴۹/۵^{A}
	۹۰	۵۹/۹ ^{a}	۴۳ ^{a}	۵۹/۶^{a}	۵۴/۲^{A}
	۱۸۰	۵۹/۲^{a}	۴۲/۸^{a}	۳۸/۲^{a}	۴۶/۸^{A}
	میانگین	۵۳/۸^{A}	۴۳/۹^{A}	۵۲/۷^{A}	
جذب کل آهن	۰	۱۴۸ ^{c}	۳۱۲ ^{b}	۴۳۱ ^{ab}	۲۹۷ ^{B}
	۹۰	۳۳۱ ^{b}	۴۱۲ ^{b}	۵۷۹ ^{a}	۴۴۰/۷ ^{A}
	۱۸۰	۳۳۰ ^{b}	۴۴۹ ^{ab}	۳۶۵ ^{b}	۳۸۱/۳ ^{A}
	میانگین	۲۷۰ ^{B}	۳۹۱ ^{A}	۴۵۸ ^{A}	
غلظت روی	۰	۲۶/۵ ^{c}	۲۸/۶^{c}	۳۰/۵ c	۲۸/۵ ^{B}
	۹۰	۴۸/۴^{a}	۳۴/۵^{bc}	۲۹ c	۳۷/۳^{A}
	۱۸۰	۴۲/۴^{ab}	۳۲/۴^{c}	۳۳/۸^{bc}	۳۶/۲^{A}
	میانگین	۳۹/۱^{A}	۳۱/۸^{B}	۳۱/۱^{B}	
جذب کل روی	۰	۹۴/۶ ^{d}	۱۹۴ ^{c}	۲۱۹ ^{bc}	۱۶۹ ^{B}
	۹۰	۳۰۲ ^{ab}	۳۴۰ ^{a}	۲۸۵ ^{ab}	۳۰۹ ^{A}
	۱۸۰	۲۶۷ ^{ab}	۳۴۵ ^{a}	۳۲۷ ^{a}	۳۱۳ ^{A}
	میانگین	۲۲۱ ^{B}	۲۹۳ ^{A}	۲۷۷ ^{A}	
غلظت منگنز	۰	۲۲/۵^{b}	۳۰/۵^{ab}	۳۵/۶^{a}	۲۹/۵^{B}
	۹۰	۳۹/۴ ^{a}	۳۴/۲ ^{a}	۳۴ ^{a}	۳۵/۹^{A}
	۱۸۰	۴۱/۳^{a}	۳۶/۶ ^{a}	۳۴/۳^{a}	۳۷/۴^{A}
	میانگین	۳۴/۴^{A}	۳۳/۸^{A}	۳۴/۶ ^{A}	
جذب کل منگنز	۰	۷۹/۷ ^{d}	۲۰۶ ^{c}	۲۵۹ ^{bc}	۱۸۲ ^{B}
	۹۰	۲۴۱ ^{bc}	۳۲۴ ^{ab}	۳۷۲ ^{a}	۳۱۲ ^{A}
	۱۸۰	۲۶۰ ^{bc}	۳۸۹ a	۳۶۸ ^{a}	۳۳۹ A
	میانگین	۱۹۴ ^{B}	۳۰۶ ^{A}	۳۳۳ ^{A}	
غلظت مس	۰	۱۱/۶ ^{c}	۱۲/۵^{c}	۱۴/۵^{bc}	۱۲/۹^{A}
	۹۰	۱۹/۴^{a}	۱۳/۷^{bc}	۱۲ ^{c}	۱۵^{A}
	۱۸۰	۱۷^{ab}	۱۲/۷^{c}	۱۲/۴^{c}	۱۴^{A}
	میانگین	۱۶ ^{A}	۱۳ ^{B}	۱۳ ^{B}	
جذب کل مس	۰	۴۱/۵ ^{c}	۸۴/۶ ^{b}	۱۰۵ ^{ab}	۷۷ ^{B}
	۹۰	۱۲۱ ^{ab}	۱۳۰ ^{a}	۱۱۷ ^{ab}	۱۲۳ ^{A}
	۱۸۰	۱۰۷ ^{ab}	۱۳۵ ^{a}	۱۲۱ ^{ab}	۱۲۱ ^{A}
	میانگین	۸۹/۸ ^{B}	۱۱۶ ^{A}	۱۱۴ ^{A}	

*: اعدادی که در هر ستون یا ردیف در یک حرف بزرگ و یا کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

یافت. بین سطح ۲/۵ و ۵ درصد ورمی کمپوست از لحاظ میانگین غلظت و جذب کل مس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن، جذب کل مس را در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش داد اما کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن اثر معنی‌داری بر جذب کل مس در مقایسه با سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن نداشت. در سطح بدون کاربرد نیتروژن، کاربرد ورمی کمپوست اثر معنی‌داری نداشت اما در سطوح ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم کاربرد ورمی کمپوست غلظت مس را کاهش داد (جدول ۴). هم‌چنین در سطح بدون کاربرد نیتروژن، کاربرد ور می کمپوست جذب کل مس را در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست افزایش داد اما در سطوح ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن، کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر جذب کل مس نداشت (جدول ۴).

بحث

نتایج ارائه شده نشان داد که کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست میانگین عملکرد رویشی و جذب کل پتاسیم،آهن، روی، منگنز و مس اندام هوایی آفتابگران را به طور معنی‌داری نسبت به سطح بدون کاربرد ورمی کمپوست افزایش ولی میانگین غلظت روی و مس را کاهش داد ولی بر غلظت فسفر، پتاسیم، آهن و منگنز اثر معنی‌داری نداشت. کاربرد ۵ درصد ورمی کمپوست تنها میانگین جذب کل نیتروژن و فسفر را در مقایسه با سطح ۲/۵ درصد ورمی کمپوست به طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن در مقایسه با سطح بدون کاربرد نیتروژن، میانگین عملکرد رویشی، غلظت نیتروژن، روی و منگنز، جذب کل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس اندام هوایی آفتابگردان را افزایش داد ولی میانگین غلظت فسفر را کاهش داد و بر غلظت پتاسیم،آهن و مس اثر معنی‌داری نداشت. کاربرد ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن تنها میانگین جذب کل نیتروژن را نسبت به سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن افزایش داد. کاربرد ورمی کمپوست عملکرد ذرت (۵) و کلزا (۹) را افزایش داده است. رسولی و مفتون، (۳) گزارش کردند که کاربرد کمپوست و کود دامی وزن خشک و غلظت فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، کلراید و سدیم اندام هوایی گندم را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. گندمکار و همکاران (۸) گزارش کردند که شیرابه کمپوست عملکرد و جذب عناصر غذایی ذرت را افزایش داد. افزایش سطوح ورمی کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی)، ارتفاع بوته، زود گلدهی، عملکرد گل گیاه دارویی بابونه را بهبود داد (۴). درزی و همکاران (۲) نیز گزارش کردند که با افزایش سطوح ورمی کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ درصد وزنی)، عملکرد و غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر دانه گیاه دارویی رازیانه به طور معنی‌داری افزایش یافت که علت آن‌را به تأثیر ورمی کمپوست بر قدرت جذب، نگهداری و فراهم کردن بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت دادند. ساینز و همکاران (۲۷) در آزمایشی که روی شبدر قرمز و خیار انجام دادند اظهار نظر نمودند که ورمی کمپوست حاوی عناصر معدنی قابل دسترس فراوانی بوده که سبب افزایش وزن خشک و بهبود غلظت عناصر غذایی اندام هوایی شده است. بابایی اقدم و همکاران (۱) گزارش کردند که با افزایش سطوح نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و روغن، قطر طبق و ساقه، وزن هزار دانه و تعداد دانه آفتابگردان افزایش یافت. نور قلی پور و همکاران (۱۰) در آزمایشی روی گندم نشان دادند که کاربرد کود نیتروژن، عملکرد دانه گندم را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد و با افزایش جذب نیتروژن، جذب فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز نیز افزایش یافت.

در پژوهش حاضر، تیمار دارای ۲/۵ درصد ورمی کمپوست توأم با ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن، عملکرد وزن خشک اندام هوایی آفتابگردان را نسبت تیمار دارای ۲/۵ درصد ورمی کمپوست بدون کاربرد نیتروژن، به طور معنی‌داری افزایش داد اما کاربرد نیتروژن بیشتر (۱۸۰ میلی‌گرم) اثر معنی‌داری بر عملکرد وزن خشک نداشت. کاظمینی و همکاران (۷) در بررسی اثر

برهمکنش نیتروژن و ماده آلی بر گندم دیم نشان دادند که کاربرد ۲۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه گندم به طورمعنی‌داری افزایش پیدا کرد اما کاربرد نیتروژن بیشتر (۸۰ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد. بنابراین نتایج آنها نشان داد که حداکثر ۵۰ درصد از نیتروژن مورد نیاز گیاه با کاربرد کمپوست جایگزین شده است. اکبری و همکاران (۱۲) نیز گزارش کردند که کاربرد ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز (۱۳۰ کیلوگرم در هکتار) همرا با ۱۶ تن کود دامی در هکتار بهترین عملکرد را در مقایسه با سایر تیمارهای دیگر در آفتابگردان داشته است. میرزا شاهی و سعادت (۹) کاربرد ۵ تن کمپوست توأم با مصرف کودهای شیمیایی را برای کشت کلزا توصیه کردند.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد ۲/۵ درصد ورمی کمپوست توأم با ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک عملکرد اندام هوایی و جذب عناصر غذایی آفتابگردان را در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر افزایش داده است.

منابع مورد استفاده

۱. بابایی اقدم، ج.، م. عبدی، س. سیف زاده و م. خیاوی. ۱۳۸۸. اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد آفتابگردان رقم آذر گل در منطقه تاکستان. مجله دانش نوین کشاورزی ۵(۲۴): ۱-۱۲.

۲. درزی، م. ت.، ا. قلاوند و ف. رجالی. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر N، P، K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum Vulgare* Mill.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۵(۱): ۱-۱۹.

۳. رسولی، ف. و م. مفتون. ۱۳۸۹. اثر باقیمانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیائی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۴(۲):۲۶۲-۲۷۳.

۴. عزیزی، م.، ف. رضوانی، م. حسن زاده خیاط، ا. لکزیان و ح. نعمتی. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۴(۱): ۸۲-۹۳.

۵. علیزاده، ا.، ا. علیزاده، و ل. آریانا. ۱۳۸۸. بهینه سازی مصرف نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت با استفاده از میکوریزا و ورمی کمپوست. یافته های نوین کشاورزی ۳: ۳۰۳-۳۱۶.

۶. فرخی، ا.، ع. نبی پور، ج. دانشیان، ا. خدا بنده، س. رحمانپور و م. سلطانی. ۱۳۸۸. دستورالعمل تولید آفتابگردان در مناطق مختلف کشور. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۷. کاظمینی، س.ع.، ح. غدیری، ن. کریمیان، ع. ا. کامگار حقیقی و م. خردنام. ۱۳۸۷. اثر برهمکنش نیتروژن و مواد آلی بر رشد و عملکرد گندم دیم (*Triticum aestivum*). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۵): ۴۶۱-۴۷۲.

۸. گندمکار، ا.، م. کلباسی و ا. قرآنی. ۱۳۸۲. اثر شیرابه کمپوست بر عملکرد و ترکیب شیمیایی ذرت و اثر باقی مانده آن بر بعضی خصوصیات خاک. پژوهش و سازندگی ۶۰: ۲-۸.

۹. میرزا شاهی، ک. و س. سعادت. ۱۳۸۹. تأثیر مواد آلی مختلف بر عملکرد کلزا و برخی خصوصیات خاک در شمال خوزستان. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۴(۱): ۲۱-۲۹.

۱۰.نورقلی پور، ف.، س. ر. باقری و م. لطف الهی. ۱۳۸۷. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کیفیت گندم. مجله پژوهش در علوم کشاورزی ۴ (۲): ۱۲۰– ۱۲۹.

11. Ailievi, L., A. Marchesini, C. Salardi, V. Piano and A. Ferarri. 1993. Plant quality and soil residual fertility six years a compost treatment. Biores. Technol. 43:850-890.
12. Akbari, P., A. Ghalavand, A. M. Modarres Sanavy and M. Agha Alikhani. 2011. The effect of biofertilizers, nitrogen fertilizer and farmyard manure on grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annus* L.). J. Agric. Technol. 7(1): 173-184.
13. Al-Thabet, S. S. 2006. Effect of plant spacing and nitrogen levels on growth and yield of sunflower (*Helianthus Annus* L.). J. King Saud. Univ. 19: 1-11.
14. Atiyeh, R. M., C. A. Edwards, S. Subler and J. D. Metzeger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Biores. Technol. 78:11- 20.
15. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. PP. 1085–1121. *In*: Sparks, D. L. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil. Sci. Soc. Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
16. Bremness, L. 1999. Herbs. Eyewitness Handbook, London, 176 pp.
17. Garcia, C., T. Hernandez and F. Costa. 1991. The influence of composting on the fertilizing value of an aerobic sewage sludge. Plant Soil 136: 269-272.
18. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. PP. 383-410. *In*: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Soil Sci. Soc. Amer. and Amer. Soc. Agro., Madison, WI.
19. Ghani, A., M. Hussain and M. I. Anwar. 2000. Effect of different Levels of N-Fertilizer on Yield and Quality of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Intl. J. Agric. Biol. 2(4): 400-401.
20. Halvorson, A. D., A. L. Black, J. M. Krupinsky, S. D. Merrill and D. L. Tanaka. 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. Agron. J. 91: 637–642.
21. Kuo, S. 1996. Phosphorus. PP. 869-920. *In*: D. L. Sparks *et al.* (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron., Madison. W I.
22. Lindsay, W. I. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42: 421- 448.
23. Loeppert, R. H. and D. L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. PP. 437-474. *In*: Sparks, D. L. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods, Soil Sci. Soc. Amer. and Amer. Soc. Agro., Madison, WI..
24. López-Bellido, R. J., L. López-Bellido, J. E. Castillo and F. J. López-Bellido. 2003. Nitrogen uptake by sunflower as affected by tillage and soil residual nitrogen in a wheat–sunflower rotation under rainfed Mediterranean conditions. Soil Tillage Res. 72: 43–50.
25. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. PP. 961-1010. *In*: Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Amer. and Amer. Soc. Agro., Madison, WI.
26. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids, PP. 417-435. *In*: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Sci. Soc. Amer. and Amer. Soc. Agron., Madison, WI..
27. Sainz, M. J., M. T. Taboada-Castro and A. Vilarino. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil 205: 85-92.
28. Summer, M. E. and W. P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. PP. 1201–1230. *In*: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Amer. & Amer. Soc. Agron., Madison, WI..
29. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. PP. 475-490. *In*: Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. Soil Sci. Soc. Amer. & Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
30. Watanabe, F. R. and S. R. Olson. 1965. Test of an ascorbic acid methods for determining phosphorus in water and NaHCO3 extracts from soil. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 29: 677-678.