علـوم محـیطی سال نهم، شماره سوم، بهار 1391
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.9, No.3, Spring 2012

111 -118

تاثیر نانو اکسید آهن و کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آفتاب‌گردان درخاک شور سدیمی

عباس قدسی[1*]، علیرضا آستارایی[2]، حجت امامی[3]، محمد هادی میرزاپور[4]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

2- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

3- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

4- محقق بخش زراعت، مرکز تحقیقات کشاورزی قم

تاریخ دریافت: 90/12/17 تاریخ پذیرش: 91/3/22

چکیده

جهت بررسی اثر مقادیر مختلف پودر نـانو اکسـید آهـن و کمپوسـت زبالـه شهری گرانوله گوگردی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آفتاب‌گردان در خاک شور- سدیمی، آزمایشی در استان قم به صورت فاکتوریـل در قالـب طـرح بلـوک هـای کامـل تصـادفی در سـه تکـرار انجـام شـد. فاکتورهـای آزمایشی شامل دو سطح کمپوست زباله شهری گرانوله گـوگردی (صـفر و 15 تن در هکتار) و دو سطح پودر نانو اکسید آهن (صفر و 20 میلی گرم در کیلو گرم خاک) بود که در کرت هایی به مساحت 4 متر مربع اعمال و گیاه آفتاب‌گردان کشت شد. نتایج نشان داد کـه تیمارهـای نـانو اکسـید آهـن و کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی موجب افزایش معنـی‌دار عملکـرد دانه به ترتیب معادل 4 و22 درصد نسـبت بـه شـاهد شـد. بیشـترین افـزایش عملکرد ماده خشک با کـاربرد تـوام 15 تـن در هکتـار کمپوسـت گرانولـه گوگردی و 20 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک مشاهده شد. کاربرد نانو اکسید آهن سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیـاه، قطـر طبـق و وزن هـزار دانـه گیـاه آفتاب‌گردان شد. این روند افزایشی در اثر کـاربرد کمپوسـت زبالـه شـهری گرانوله گوگردی روی ارتفاع گیاه، قطر طبـق و وزن هـزار دانـه بـه ترتیـب معادل 8، 18 و 15 درصد نسبت به شاهد شد.

واژه‌هـای کلیـدی: خـاک شـور-سـدیمی، کمپوسـت شـهری گرانولـه گوگردی ، نانو اکسید آهن، آفتاب‌گردان.

Effects of Nano Iron Oxide Powder and Urban Solid Waste Compost Coated Sulfur on Sunflower Yield and Yield Components in Saline-Sodic Soil

Abbas Ghodsi,[1*] Ali Reza Astaraei,[2] Hojat Emami,[3] and Mohammad Hadi Mirzapour[4]

1-M.Sc. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

4- Agronomy researcher of the Agricultural Research Center in Qom, Iran

Abstract

A field experiment at Qom province was conducted to study the effects of different amounts of nano iron oxide powder and urban solid waste compost coated sulfur (USWCS) on yield and yield components of sunflower plants in a saline-sodic soil, in a randomized complete block design with factorial arrangement with three replications. Treatments were two levels of urban solid waste compost coated sulfur (0 and 15 ton/ha) and two levels of nano iron oxide powder (0 and 20 mg/kg) applied to plots of 4 m^2 and sunflower plants were sown. The results showed that the use of nano iron oxide and USWCS increased grain yield by 4 and 22 percent, respectively, compared to the control. The maximum increase in dry matter yield was observed by combined use of 15 (ton/ha) USWCS and 20 (mg/kg) nano iron oxide. Application of nano iron oxide powder significantly increased the plant height, head diameter and 1000 seed weight of sunflower plants. This increasing trend with the use of USWCS was also observed in plant height, head diameter and 1000 seed weight by 8, 18 and 15 percent, respectively, compared to control.

Keywords: Saline-sodic soil, Urban compost coated sulfur, Nano iron oxide powder, Sunflower.

* Corresponding author. *E-mail Address*: abbas.ghodsi@yahoo.com

مقدمه

آفتـابگردان (*Helianthus annuus L.*) یکـی از مهم‌ترین محصولات روغنی می‌باشد. در حال حاضر سطح زیر کشت آفتابگردان (آبی و دیـم) درکشـور بطور متوسط 71 هزار هکتار است کـه از ایـن سـطح 40 هزار هکتار به کشت آبی و بقیه آن به کشت دیم اختصاص دارد (Unknown, 2009). با توجه بـه نیـاز داخلی کشور به روغن و جهت جلوگیری از واردات روغن‌های گیاهی این گونه گیاهی به دلیل سازگاری زیـاد بـه آب و هـوای مختلـف از اهمیـت بـالایی برخوردار است. با توجه به اینکه اغلب زمین‌های زیر کشت آفتاب‌گردان در استان قم در اراضی شور واقع شده‌انـد، مـدیریت ایـن‌گونـه اراضـی، بـرای افـزایش عملکـرد و درصـد روغـن دانـه، از اهمیـت بـالایی برخوردار است.

استفاده از کودهایی با عناصر کـم‌مصـرف چـون نانو اکسید آهن علاوه بر دارا بودن مقادیر زیاد آهـن همچنـین pH اسـیدی داشـته کـه موجـب افـزایش فراهمی سایر عناصر کم‌مصرف در خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌شود. در خاک‌هـای شـور و سدیمی، حلالیت عناصـر کـم‌مصـرف بـویژه آهـن و روی بسیار کم بوده و گیاهان در حـال رشـد در ایـن خـاک‌هـا، اغلـب دچـار کمبـود مـی‌باشـند. برخـی تحقیقات نشان داده که کـاهش جـذب عناصـر کـم‌مصـرف در شـرایط شـور، ناشـی از جـذب بیشـتر عناصـری ماننـد کلسـیم، منیـزیم و سـدیم اسـت (Alams, 1994). همچنـین تحقیقـات نشـان داده کـه آهن نقش بسزایی در کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از تنش‌های زیستی و غیـر زیسـتی بـه‌ویـژه شـوری دارد (Parida *et al.*, 2004). برخـی عناصـر کـم‌مصـرف نظیر آهن و روی با افزایش فعالیت آنـزیم‌هـای آنتـی اکسیداتیو نظیر سوپراکسید دی سموتاز باعث کاهش تـنش اکسـیداتیو در گیـاه مـی‌شـود. بـه همـین دلیـل، کوددهی آهن سبب افزایش تحمـل بـه شـوری گیـاه می‌شود (Parida *et al.*, 2004).

از آنجا که بیشتر زمین‌های زراعی شهرسـتان قـم را خاک‌های شور و یا شـور- سـدیمی تشـکیل مـی‌دهند که خود عامل مهمی در محدودیت بـرای رشـد گیاهان زراعی از جمله آفتاب‌گـردان مـی‌باشـد، و از طرفی کاربرد کودهای آلی گوگرد دار و کـودهـایی بـا pH اسـیدی راه حلـی مناسـب بـرای اصـلاح خاک‌های شور- سدیمی و سدیمی بـوده و از طـرف دیگر مشکل کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف را رفع کرده و عملکرد گیاه آفتاب‌گـردان را افـزایش مـی‌دهد، بنابراین این آزمایش جهت بررسی مقـادیر نـانو اکسـید آهـن و کمپوسـت گرانولـه گـوگردی بـر عملکـرد و اجـزای عملکـرد گیـاه آفتـاب گـردان در شرایط شور- سدیمی خاک شهرستان قم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال 1389 در یک خـاک شـور- سدیمی از مزارع کشاورزی حاشـیه اسـتان قـم (شـهر قنوات) با ارتفـاع 895 متـر از سـطح دریـا و بـا طـول جغرافیـایی 50 درجـه و 59 دقیقـه و عـرض جغرافیـایی 34 درجـه و 37 دقیقـه انجـام شـد. خـاک مورد نظر دارای هدایت الکتریکی 8/6 دسی زیمـنس بر متر و نسبت جذب سدیم حدود 15 می‌باشد که بـر این اساس جز خاک‌هـای شـور سـدیمی طبقـه بنـدی می‌گردد. عوامل آزمایشی شامل دو سطح کمپوسـت داشته زباله شهری گرانوله گوگردی (صـفر و 15 تـن

در هکتار) و دو سطح پودر نانو اکسید آهن (صفر و 20 میلی گرم در کیلو گرم خاک) بوده که در کرت هایی به مساحت 4 متر مربع اعمال شده تا تاثیر تیمارهای نانو اکسید آهن و کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی و اثرات متقابل آنها روی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آفتاب‌گردان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل درسه تکرار بررسی شود.

قبل از کاشت از دو عمق خاک (30-0و60- 30 سانتی‌متری) و آب آبیاری به طور جداگانه نمونه‌برداری شده و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی استاندارد روی آن‌ها انجام شد (جداول 1و2). در هر کرت آزمایشی پشته‌هایی با عرض 70 سانتی‌متر و ارتفاع 20 سانتی‌متر ایجاد کرده که دارای دو ردیف کشت با فاصله 70 سانتی‌متر بوده و کشت بذر آفتاب‌گردان (رقم رکورد) روی پشته‌ها با فاصله 20 سانتی‌متر در اواسط خرداد ماه به صورت هیرم‌کاری و با دست انجام شد. جهت یکنواختی کشت ابتدا سه بذر در هر کپه کشت و در مرحله‌ی 5-4 برگی گیاه‌های اضافی تنک شدند. نانو پودر اکسید آهن در این تحقیق از اکسید آهن ضایعاتی حاصل از فرایند اسید شویی ورقه‌های فولاد با استفاده از دستگاه آسیاب گلوله‌ای تهیه شده که دارای واکنش اسیدی (pH = 2/5) است. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از Excel مورد آنالیز قرارگرفته و میانگین نتایج توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان 5% مقایسه شدند.

جدول1ـ نتایج تجزیه شیمیایی خاک سطحی و زیر سطحی قبل از کاشت

خصوصیات	عمق خاک (cm)	
عمق	0 -30	30-60
بافت	CL	CL
pH	8/2	8/2
EC (dS/m)	8/6	9/3
SAR	15/4	16
OC (%)	0/81	0/65
N (%)	0/09	0/08
P_{ava} (mg/kg)	15	10
K_{ava} (mg/kg)	305	298
Ca+Mg(mmol/l)	52/8	32/1
Cl^- (mmol/l)	51	51/4
$SO_4^=$ (mmol/l)	42/5	38
HCO_3^- (mmol/l))	4/4	4/3
$CO_3^=$(mmol/l)	-	-
Fe (mg/kg)	5/5	4/5
Mn (mg/kg)	11/7	9/6
Cu (mg/kg)	0/81	0/54
Zn (mg/kg)	0/84	0/62

جدول2ـ نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

خصوصیات	آب آبیاری
pH	8/0
EC (dS/m)	7/1
$CO_3^=$ (mmol/l)	-
HCO_3^- (mmol/l)	4/2
Cl^- (mmol/l)	52/4
$SO_4^=$ (mmol/l)	31/3
$Ca^{2+}+Mg^{2+}$ (mmol/l)	34/1
Na+ (mmol/l)	60/2
SAR	14/6

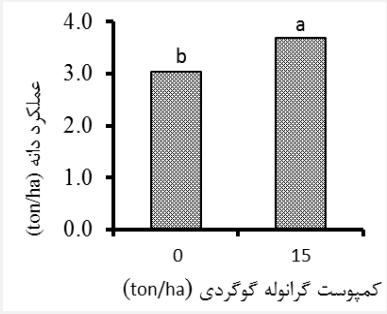
نتایج

نتایج نشان داد که کاربرد جداگانه نانو اکسید آهن و کمپوست گرانوله گوگردی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گیاه آفتاب‌گردان به ترتیب معادل 26 و 18 درصد نسبت به تیمار شاهد شد (شکل 1و2).

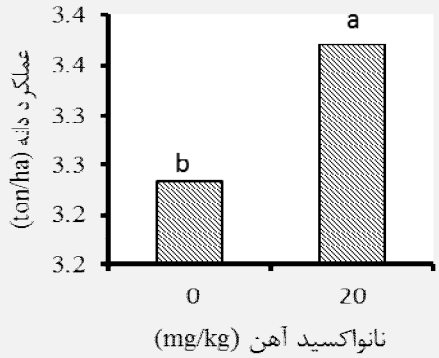
کاربرد تیمار 15 تن در هکتار کمپوست گرانوله گوگردی همراه با تیمار 20 میلی‌گرم در کیلوگرم نانو اکسیدآهن موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه (شکل3) و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان شد (شکل4).

با کاربرد نانو اکسید آهن ارتفاع گیاه، قطر طبق، وزن هزاردانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان به طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول3).

کاربرد کمپوست گرانوله گوگردی نیز ارتفاع گیاه، قطر طبق، وزن هزاردانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول4).



شکل1- اثر کمپوست گرانوله گوگردی بر عملکرد دانه آفتاب‌گردان



شکل2- اثر نانو اکسید آهن بر عملکرد دانه آفتاب‌گردان

جدول 3 ـ تاثیر نانو اکسید آهن بر میانگین ارتفاع گیاه، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد ماده خشک آفتاب گردان

نانو اکسید آهن (mg/kg)	ارتفاع گیاه(cm)	قطر طبق (cm)	وزن هزاردانه (g)	عملکرد ماده خشک (ton/ha)
صفر	b141	b16/3	b75	b10/833
20	a143	a16/7	a77	a10/978

اعداد با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح اطمینان 5%می باشند

جدول 4 ـ تاثیر کمپوست گرانوله گوگردی بر میانگین ارتفاع، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد ماده خشک آفتاب گردان

کمپوست گرانوله گوگردی (ton/ha)	ارتفاع گیاه(cm)	قطر طبق (cm)	وزن هزاردانه (g)	عملکرد ماده خشک (ton/ha)
صفر	b140	b15/8	b73	b10/644
15	a149	a17/7	a82	a11/382

اعداد با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح اطمینان 5%می باشند

در اثر کاربرد توام نانو اکسید آهن و کمپوست گرانوله گوگردی، ارتفاع گیاه، قطر طبق و وزن هزاردانه گیاه آفتاب‌گردان به طور معنی‌داری افزایش داشت (جدول 5).

بحث

افزایش عملکرد دانه گیاه آفتاب‌گردان نسبت به تیمار شاهد در این مطالعه (شکل 1و2) مشابه نتایج مظاهری نیا و همکاران (Mazaherinia *et al.*, 2010) می باشد. آنها با کاربرد پودر اکسید آهن ضایعاتی حاصل از صنایع فولاد به عنوان کود آهن در خاک آهکی نتیجه‌گیری کردند که استفاده از این ترکیب سبب افزایش فراهمی عناصر کم‌مصرف در خاک و درنتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم می‌شود. همچنین خوشگفتارمنش و کلباسی (Khoshgoftarmanesh and Kalbasi, 2002) با کاربرد کمپوست زباله شهری نتیجه‌گیری کردند که کمپوست زباله شهری به علت وجود اسیدهای آلی و معدنی خاصیت اسیدی داشته و موجب کاهش pH خاک شده که به طور غیر مستقیم سبب افزایش فراهمی عناصر کم مصرف در خاک و افزایش عملکرد برنج می‌شود. فروهر (Foruhar, 1999) گزارش کرد که کاربرد اکسید آهن سبب افزایش جذب فسفر شده که با افزایش عملکرد گیاه در ارتباط است. نتایج تحقیقات نشان داده است که در اثر مصرف کودهای آهن‌دار اثرات منفی شوری در آفتاب‌گردان کاهش یافته و جذب عناصر اصلی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) را افزایش می‌دهد، به طوری که موجب افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Delgado and Sanchez-Raya, 1997).

تیمار کمپوست گرانوله گوگردی 15 تن در هکتار همراه با تیمار نانو اکسیدآهن 20 میلی‌گرم در کیلوگرم موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه (شکل3) و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان شد (شکل4). شیخ بگلو و همکاران (Sheykhbaglou *et al.*, 2010) نشان دادند که در اثر کاربرد نانو اکسید آهن میزان عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا به طور معنی‌داری افزایش داشت. در واقع با افزایش قدرت اسیدی خاک و با توجه به سطح ویژه بالای نانو ذرات اکسید آهن و حلالیت بالای آنها و کلاته شدن عناصر کم‌مصرف توسط کمپوست فراهمی عناصر غذایی در خاک افزایش یافته که منجر به افزایش عملکرد گیاه آفتاب‌گردان شده است. رضوان طلب و همکاران

جدول 5 ـ اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر میانگین ارتفاع، قطر طبق و وزن هزار دانه آفتاب گردان

کمپوست گرانوله گوگردی (ton/ha)	نانو اکسید آهن (mg/kg)	ارتفاع(cm)	قطر طبق(cm)	وزن هزار دانه (g)
صفر	0	c137	d15/4	c71
	20	c139	c15/7	c72
15	0	b145	b17/1	b79
	20	a148	a17/6	a82

اعداد با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح اطمینان 5%می باشند

(Rezvantalab *et al.*, 2009) گزارش کردند که در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری عملکرد و اجزای عملکرد ذرت به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در این زمینه اقبال و همکاران (Eghball *et al.*, 2004) نیز گزارش کردند که کاربرد یک ساله کمپوست می‌تواند سبب افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به شاهد شود که دلیل آن را بهبود وضعیت عناصر غذایی و اسیدیته خاک دانستند. اثرات مثبت کمپوست زباله شهری بر تعداد دانه در سنبله در گندم توسط الماسیان و همکاران (Almasian et al., 2006) گزارش شده است. در واقع افزایش عملکرد دانه در اثر استفاده از کمپوست زباله شهری می‌توان به دلیل بهبود ماده آلی خاک، افزایش فراهمی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و افزایش اسیدیته خاک در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم‌ها باشد. همچنین سومار و همکاران (Soumar *et al.*, 2003) نیز گزارش کردند که کمپوست می‌تواند سبب بهبود خواص فیزیکی خاک شود و به طور غیر مستقیم عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

گوگرد یکی دیگر از عناصر غذایی می‌باشد که اهمیت بالایی در تغذیه گیاهان بویژه گیاهان روغنی دارد. گوگرد جز ساختمانی اسیدهای آمینه می‌باشد به طوری که در تشکیل ویتامین‌ها، گلیکوزیدها و فعال کردن آنزیم‌ها نقش اساسی دارد. مطالعات گانگادهارا و همکاران (Gangardhara *et al.*, 1990) با کاربرد سطوح مختلف گوگرد بر آفتاب‌گردان نشان داد که کاربرد گوگرد موجب افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه، درصد روغن و غلظت عناصر کم-مصرف می‌گردد. در تحقیقی زیدان و همکاران (Zeidan *et al.*, 2010) گزارش کردند کاربرد آهن، منگنز و روی به روش های مختلف موجب افزایش عملکرد دانه گندم نسبت به شاهد می‌شود.

کاربرد نانو اکسید آهن در این مطالعه، ارتفاع گیاه، قطر طبق، وزن هزاردانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول3). تحقیقات فراوانی حاکی از افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی از جمله گلرنگ در اثر کاربرد کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف می‌باشد (Yari *et al.*, 2003). مظاهری نیا و همکاران (Mazaherinia *et al.*, 2009) نیز با کاربرد نانو اکسید آهن به همراه کمپوست گرانوله گوگردی در یک خاک آهکی نتیجه‌گیری کردند که عملکرد دانه، ارتفاع گیاه و وزن خشک گیاه گندم به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت.

کمپوست گرانوله گوگردی در این مطالعه ارتفاع گیاه، قطر طبق، وزن هزاردانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول4). که مشابه نتایج رضوان طلب و همکاران (Rezvantalab *et al.*, 2009) است. آنها نشان دادند که کاربرد کمپوست زباله شهری موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه ذرت می‌شود.

کاربرد توام نانو اکسید آهن و کمپوست گرانوله گوگردی، ارتفاع گیاه، قطر طبق و وزن هزاردانه گیاه آفتاب‌گردان را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول 5). مروجی (Moraveji, 2003) گزارش کرد که کاربرد یک ساله و دو ساله کمپوست زباله شهری افزایش معنی‌داری را در عملکرد گندم و چغندرقند موجب می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد نانو اکسید آهن در خاک موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان به ترتیب معادل درصد 4 و 2 درصد نسبت به تیمار شاهد شد. با توجه به اینکه در اغلب خاک های شور- سدیمی به دلایل مختلفی مثل کاهش آب قابل استفاده، قلیائیت و پایین بودن مواد آلی، کمبود شدید عناصر غذایی و کاهش حاصلخیزی خاک متداول می باشد، کاربرد نانو اکسید آهن با واکنش اسیدی می‌تواند علاوه بر اینکه موجب افزایش فراهمی عناصر کم‌مصرف با کاهش pH در خاک شود، همچنین تاثیر بسزایی بر بهبود ساختمان و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه آفتاب‌گردان داشته باشد. کاربرد کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی نیز عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان را به ترتیب معادل 21 و 7 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن موجب حداکثر افزایش در عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاه آفتاب‌گردان در خاک شور سدیمی مورد مطالعه شد.

کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی در این مطالعه موجب افزایش ماده آلی خاک و در نتیجه بهبود ساختمان خاک شده که با توجه به غنی بودن آن از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌تواند موجب افزایش عملکرد گیاهان زراعی گردد. در واقع کاربرد کمپوست گرانوله گوگردی همراه نانو اکسید آهن در خاک علاوه بر افزایش حاصلخیزی شیمیایی خاک، سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه آفتاب‌گردان شده است.

با توجه به شرایط موجود کنونی در ایران، سیاست‌های کشاورزی باید به سمت کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و استفاده بیشتر از کودهای آلی و فن آوری های جدید در زمینه تولید کود معطوف شود. بنابراین کاربرد نانو کودآهن علاوه بر اینکه موجب افزایش کمی و کیفی محصولات می شود، همچنین می تواند تاثیر بسزایی در کاهش آلودگی‌های محیطی در نتیجه افزایش فتوستز داشته باشد.

منابع

Almasian, F., A. R. Astaraei and M. Nasiri Mahallati (2006). Effect of municipal leachate and compost on yield and yield component of wheat. J Biyaban, 11: 89-97.

Alams, M. (1994). Nutrient uptake by plants under stress conditions. In: Handbook of plant and crop stress (Pessarakli M., ed). NY, Marcel Dekker Publisher.

Delgado, I.C. and A.J. Sanchez-Raya (1997). Effect of phosphorus on growth and nutrient transport in sunflower plants in saline condition. Phyton-Buenos-Aires, 61(1-2): 117-125.

Eghball, B., D. Ginting and J.E. Gilley (2004). Residual effects of manure and compost applications on maize production and soil properties. Agron. J., 96: 442-447.

Foruhar, M. (1999). Possibility of using iron oxide waste from acid pickling line as iron fertilizer. M.Sc. Thesis, Sanati University of Esfahan. Esfahan.

Khoshgoftarmanesh, A.H. and M. Kalbasi (2002). Effect of Municipal waste Leachate on soil properties and growth and yield of rice. Communications in Soil Science and Plant Anal, 33 (13/14): 2011-2020.

Gangardhara, G.A., H.M. Manju and T. Satyanarayana (1990). Effect of sulfur on

compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresour Technol, 86: 15-20.

Annonymous (2009). Agricultural Statistics Farming and Garden Product. 2009-2010. Statistics and IT. Office. Ministry of Agricultural-Jehad, 1:1-50.

Yari, L., S.M.A. Modares and A. Soroushzadeh (2003). Effect of manganese and zinc spray on quality characteristics of five varieties of spring safflower. Journal of Soil Research, 18(2): 23-33.

Zeidan, M.S., Manal, F., Mohamed and Hamouda, H.A., (2010). Effect of Foliar Fertilization of Fe, Mn and Zn on Wheat Yield and Quality in Low Sandy Soils Fertility. World Journal of Agricultural Sciences, 6 (6): 696-699.

yield, oil content of sunflower and uptake of micronutrients by plants J. Indian Soc. Soil Sci., 40: 591-592.

Gangadhar, G.A. (1992). Effect of micronutrients on the yield and up-take of sunflower. J. Indian. Society. Soil. Science, 40(3): 591-593.

Mazaherinia, M., A.R. Astaraei, A. Fotovat and A. Monshi (2009-2010). Effect of Nano iron oxide particles and on Fe, Mn, Zn, Cu concentrations in wheat plant. World Applied Science Journal 7 (supplement 1):36-40.

Mazaherinia, M., A.R. Astaraei, A. Fotovat and A. Monshi (2009-2010). Effect of Iron Oxides (Ordinary and Nano) and Municipal Solid Waste Compost (MSWC) Coated Sulfur on Wheat (Triticum aestivum L.) Plant Iron Concentration and Growth. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(3): 855-861.

Moraveji, A.R. (2003). Effects of urban compost on yield of beat and wheat and chemical properties of soil Electronic Journal Water and Soil Science, 17(1): 16-27.

Parida A.K., A.B. Das and P. Mohanty (2004). Defense potentials to NaCl in a mangrove, Bruguiera parviflora: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. Journal of Plant Physiology, 161: 531–542.

Rezvantalab, N., H. Pirdashti, M.A. Bahmanyar, A. Abasian (2009). Effect of urban waste compost and mineral fertilizer on yield and yield components of maize. electronic journal Remedy Plants, 2: 75-90.

Sheykhbaglou, R., M. Sedghi, M. Tajbakhsh Shishevan and R.S. Sharifi (2010). Effects of Nano-Iron Oxide Particles on Agronomic Traits of Soybean. Not Science Biology, 2 (2): 112-113.

Soumare, M., F.M.G. Tack and M.G. Verloo (2003). Effects of a municipal solid waste