نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۲۹۸-۲۸۵

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 3, Fall 2015, p. 285-298

بررسی تأثیر کودهای اوره، سولفات‌آهن و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات رویشی و عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شهرستان درگز

مهدیه زمردی[1*]، شاهین شاهسونی[2]، مهدی برادران فیروز آبادی[3] و علی اصغر نادری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۶

چکیده

به منظور بررسی اثر کود ورمی‌کمپوست، کودهای اوره و سولفات‌آهن بر خصوصیات رویشی و عملکرد دانه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) آزمایشی در شهرستان درگز واقع در استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل و سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سه سطح کود اوره (۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اول و دو سطح ورمی‌کمپوست (مصرف هفت تن بر هکتار و عدم مصرف) به عنوان عامل دوم و دو سطح سولفات‌آهن (مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف) به عنوان عامل سوم در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر ترکیب تیماری اوره × ورمی‌کمپوست بر ارتفاع ساقه، قطر طبق، وزن خشک ساقه و عملکرد آفتابگردان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. ترکیب ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن سبب افزایش ارتفاع ساقه، قطر طبق، وزن خشک دمبرگ و ساقه گردید. ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن بر وزن خشک برگ، دمبرگ، ساقه و طبق بسیار معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. کاربرد ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن بیشترین میزان قطر ساقه، وزن خشک برگ را به همراه داشت. بیشترین عملکرد دانه به مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست تعلق داشت. کاربرد سولفات‌آهن به همراه مقادیر مختلف کود اوره موجب کاهش عملکرد دانه شد. کمترین میزان عملکرد دانه مربوط به ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × سولفات‌آهن بود. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کود آلی ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی اوره و سولفات‌آهن در منطقه درگز می‌تواند در بهبود خصوصیات رویشی و عملکرد دانه آفتابگردان مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، گیاه دانه روغنی، نیتروژن

مقدمه

در میان عناصر غذایی نیتروژن مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاهان است. چرا که گیاهان به این عنصر بیش از تمام عناصر دیگر نیازمند می‌باشند. میان اتم‌های موجود در گیاه که از خاک گرفته شده‌اند نیتروژن بعد از هیدروژن بیشترین سهم را داراست (Malakouti & Homayi, 1994). نیتروژن در خاک، به خصوص در لایه سطحی بیشتر به صورت ترکیبات آلی وجود دارد، بنابراین فرآیند تجمع نیتروژن در خاک با تجمع مواد آلی رابطه نزدیک دارد (Salardini, 2003). میزان ماده آلی در خاک‌های کشور به دلایل مختلفی از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب و عدم استفاده از کودهای آلی کم است (Salardini, 2003).

اوره منبع نیتروژن است که به طور گسترده‌ای در سراسر جهان در بخش کشاورزی استفاده می‌شود. نیتروژن یک ماده معدنی مغذی و بسیار مهم برای گیاهان می‌باشد و به عنوان یک منبع مناسب رسیدن به عملکرد بالا به ویژه برای ارقام اصلاح شده ضروری است؛ در حال حاضر مشکلات اقتصادی ناشی از روند رو به رشد هزینه کودهای شیمیایی و اثرات سوء زیست‌محیطی ناشی از استفاده بی‌رویه و غیراصولی این کودها از جمله مشکلات کشاورزی پایدار می‌باشد

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار گروه علوم خاک، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات و مربی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
(*- نویسنده مسئول: Email: mzsoil53@live.com)

(Mulvaney et al., 2009). مطالعات نگو و همکاران (Ngo et al., 2012) نشان داد که کاربرد کودهای غیرآلی می‌تواند اثرات منفی همچون اسیدی شدن خاک، افزایش تلفات آبشویی و کاهش جوامع میکروبی خاک را به همراه داشته باشد. جایگزین کردن کودهای غیرآلی و اصلاح خاک با مواد آلی به شکل کمپوست، منجر به کاهش این اثرات منفی می‌شود.

کمپوست‌ها مواد آلی هستند که مزیت آن‌ها در ثبات و همگن بودن آن‌ها است (Arancon & Edwards, 2005). نتایج مطالعات در مورد افزایش کمپوست به خاک نشان می‌دهند که کمپوست باعث بهبود حاصلخیزی خاک (Caravaca et al., 2002)، تغذیه گیاه و پوشش گیاهی (Larchevêque et al., 2005) می‌شود. علاوه بر این می‌تواند عوامل خاک را مانند هدایت الکتریکی (Celik et al., 2004)، ثبات خاکدانه و مقاومت در برابر فرسایش (Bresson et al., 2001) را بهبود ببخشد. در دیدگاه مهندسی محیط زیست، کرم‌های خاکی اپی‌جیک[1] می‌تواند برای تبدیل مواد آلی طی فرآیند کمپوست شدن مورد استفاده قرار گیرند. این روش را ورمی‌کمپوست شدن گویند. ورمی‌کمپوست موادی پیت مانند، بسیار ریز با تخلخل بالا، هوادهی، زهکشی، ظرفیت نگهداری آب بالا می‌باشد (Arancon & Edwards, 2005). تحریک رشد مستقیم باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGRP[2])، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (Han et al., 2005) و انحلال مواد مغذی (Rodriguez & Fraga, 1999) از دیگر فواید کاربرد ورمی‌کمپوست می‌باشد.

خاک‌های زراعی کشور به دلایلی از قبیل آهکی بودن، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، پایین بودن مواد آلی و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته دچار کمبود شدید ریزمغذی‌ها به ویژه آهن و روی می‌باشد از آن‌جا که آهن یکی از مهمترین عناصری است که در متابولیسم نیتروژن و در نتیجه افزایش سطح برگ گیاه نقش دارد، پس می‌توان انتظار داشت که با اعمال تیمار آهن در گیاهانی که علایم کمبود این عنصر را نشان می‌دهند پروتئین‌سازی افزایش یابد (Kalbasi, 1986).

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از پنج گیاه روغنی ایران بوده که به دلیل مقاوم بودن در برابر خشکی و سازگار بودن شرایط آب و هوایی مختلف کشور، رشد و نمو در طیف وسیعی از خاک‌ها، بالا بودن کیفیت روغن (بدون کلسترول) امکان کوتاه بودن دوره رشد (۱۵۰–۸۵ روز) و کشت آن به عنوان محصول دوم بعد از کاشت گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) مورد توجه کشاورزان می‌باشد (Rahimizadeh et al., 2010).

عملکرد گیاهان در شرایط ایران نیز به دلایل متعددی پایین می‌باشد. به علت هزینه‌های رو به افزایش کودهای شیمیایی، لازم است که جذب و مصرف نیتروژن از راندمان بالایی برخوردار باشد تا بدین وسیله از هزینه نهاده‌ها کاسته و سود بالایی عاید کشاورزان گردد. برای رسیدن به هدف فوق لازم است راندمان جذب عناصر غذایی و عوامل مؤثر بر آن را شناخته و راه‌های افزایش آن را در روش‌های نوین تولید گیاهان زراعی تشخیص داد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عکس‌العمل آفتابگردان هایسان ۳۳ نسبت به سطوح مختلف کود اوره و سولفات‌آهن در شرایط حضور و عدم حضور ورمی‌کمپوست، آزمایشی در مزرعه‌ای واقع در شهرستان درگز (استان خراسان رضوی) در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل و سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سه سطح کود اوره شامل ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اول و دو سطح از سولفات‌آهن شامل مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف آن به عنوان عامل دوم و نیز ورمی‌کمپوست در دو سطح مصرف هفت تن بر هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده و عدم مصرف به عنوان عامل سوم در نظر گرفته شدند. کود ورمی‌کمپوست همزمان با آماده‌سازی زمین در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک پشته‌ها قرار داده شد. تیمار نیتروژن در سه مرحله اعمال شد. مقدار کود هر خط کشت محاسبه و در حجم مشخصی آب حل شد و به صورت کناری اعمال گردید. مرحله اول، شامل یک سوم از مقادیر معلوم شده در زمان کاشت بود که اضافه شد، یک سوم دیگر در مرحله هشت برگی گیاه بود و یک سوم پایانی در زمان آغاز گل‌دهی اضافه گردید. تیمار سولفات‌آهن نیز یک‌باره و در زمان آغاز گل‌دهی به روش کناری اعمال گردید. کاشت در تاریخ دو اردیبهشت با دست در عمق ۵–۳ سانتی‌متری روی پشته انجام شد. فاصله بین بلوک‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۲۰۰ سانتی‌متر انتخاب شد. در هر کرت آزمایشی

1- Epigeic (leaf litter- or compost-dwelling worms that are non-burrowing, live at soil-litter interface, and eat decomposing OM (called Epigeic) e.g. *Eiseniafetida*)
2- Plant growth promoting rizobacteria

چهار خط کاشت به طول شش متر قرار داشت. فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر انتخاب شد. آبیاری به صورت جوی و پشته هر ۱۲ روز بر اساس عرف منطقه انجام گردید. مقادیر آب برای تمام تیمارها یکسان بود. پس از استقرار بوته‌ها اقدام به تنک کردن بوته‌های اضافی گردید. طی مرحله کاشت شش مرتبه وجین کامل علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد.

پس از سپری شدن ۱۳۵ روز از زمان کاشت، با تغییر رنگ پشت طبق از سبز به قهوه‌ای صفات رویشی آفتابگردان شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، وزن خشک برگ، وزن خشک دمبرگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک طبق اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک نیز اجزای گیاه به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

برای تجزیه آماری و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای SAS ver. 9.1 و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین در سطح احتمال پنج درصد و بر اساس آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه

اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر ارتفاع ساقه آفتابگردان معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود. بیشترین ارتفاع ساقه در ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست با ۱۹۱/۳ سانتی‌متر مشاهده شد. افزایش در سطوح کود نیتروژن در حالت عدم استفاده از ورمی‌کمپوست افزایش ارتفاع ساقه را باعث گردید (شکل ۱- الف).

تأثیر توأمان نیتروژن و سولفات‌آهن بر ارتفاع ساقه معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود. به طوری‌که تأثیر همزمان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و سولفات‌آهن موجب افزایش ارتفاع ساقه گیاه آفتابگردان با میانگینی معادل ۱۹۱/۶ سانتی‌متر شد. در سطح دوم نیتروژن استفاده و عدم استفاده از سولفات‌آهن سبب ایجاد یک اختلاف ارتفاع ۱۲ سانتی‌متری شد. به طوری‌که در اثر متقابل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × سولفات‌آهن ارتفاع گیاه ۱۷۰/۴ سانتی‌متر رسید (شکل ۱- ب). به نظر می‌رسد که افزایش توانایی فتوسنتزی گیاه در پاسخ به افزایش نیتروژن باعث بهبود فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه شده است. نیتروژن به واسطه نقشی که در تولید و صدور هورمون سیتوکنین از ریشه به اندام هوایی دارد، موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی در رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (Sabeti Amizhendeh et al., 2011). عنصر آهن یکی از عناصر ضروری برای گیاه است و نقش اساسی در تعداد گرانای کلروپلاست دارد. در اثر کمبود آهن اندازه کلروپلاست کاهش می‌یابد و در نهایت در اثر کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (Sommer, 1995).

اثر سه جانبه تیمارهای آزمایشی بر صفت ارتفاع گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. در مجموع با افزایش سطح نیتروژن در ترکیب با دو تیمار دیگر طول ساقه افزایش یافت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil before planting

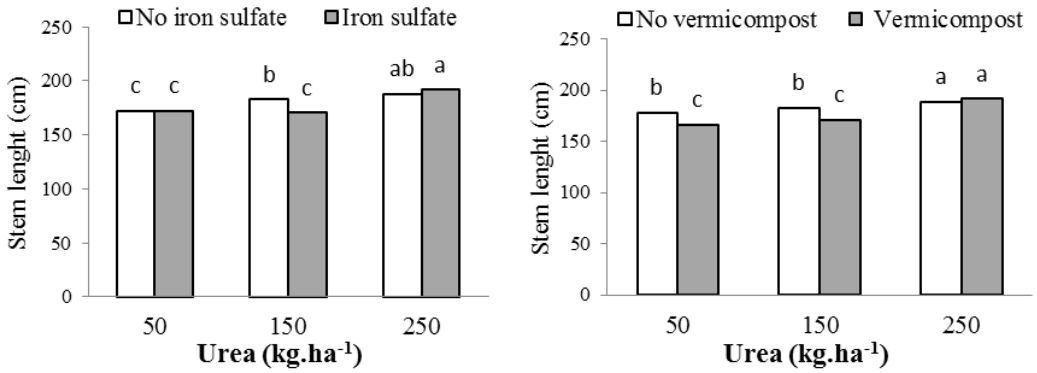
عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) Sampling depth (cm)	بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی (درصد) OM (%)	آهک (درصد) Lime (%)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Iron ($mg.kg^{-1}$)
0-30	رسی- سیلتی Silty- clay	7.7	1.2	1.1	29	11	1.7

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کود ورمی‌کمپوست

Table 2- Analysis of chemical fertilizer vermicompost

کربن آلی (درصد) OC (%)	فسفر (درصد) P (%)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع pH Paste	اسیدیته عصاره pH Extract	نسبت کربن به نیتروژن C/N ratio
29	0.22	2.30	0.55	3.79	7.74	7.80	12:1

(B (A



شکل ۱- اثر متقابل (الف) اوره × ورمی‌کمپوست و (ب) اوره × سولفات‌آهن بر ارتفاع بوته آفتابگردان

Fig. 1- The mutual effect of (A) urea×vermicompost and (B) urea×iron sulfate stem length of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

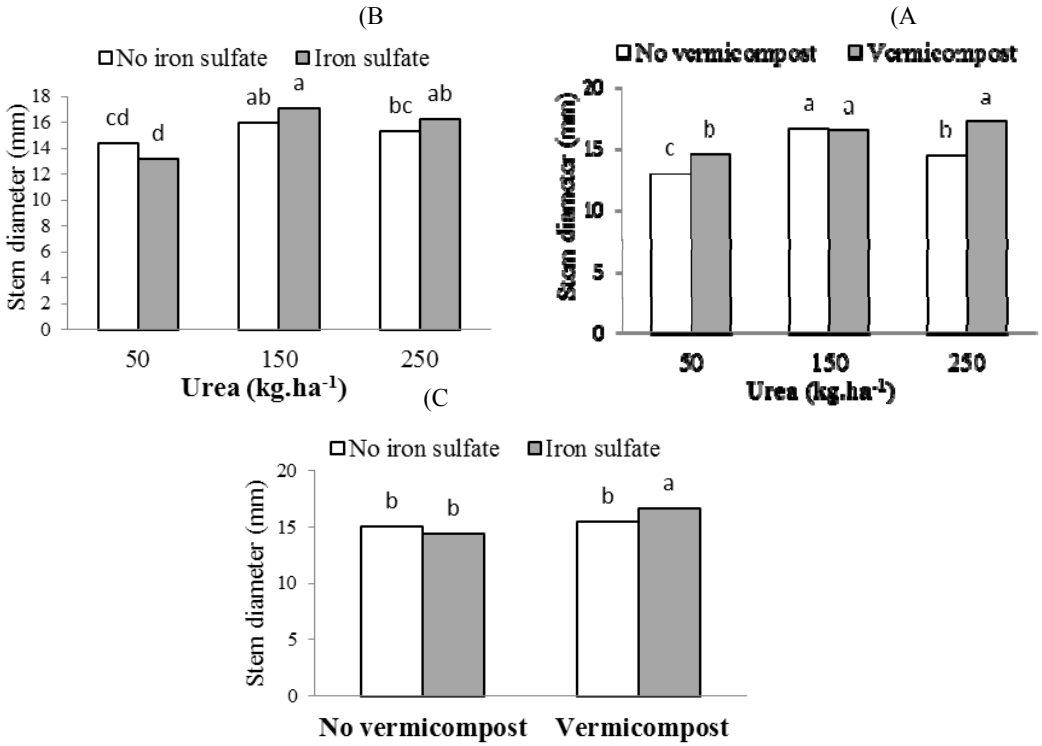
بیشترین ارتفاع ساقه در اثر متقابل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن با میانگین ۱۹۶ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۳). نتایج کار بابایی اقدم و همکاران (Babaee Aghdam et al., 2009)، نشان می‌دهد که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب افزایش ارتفاع ساقه آفتابگردان شده و کمترین مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن می‌باشد. کاربرد ورمی‌کمپوست موجب تحریک مستقیم رشد باکتری محرک رشد (PGPR) (Han et al., 2005) و انحلال مواد مغذی (Rodriguez & Fraga, 1999) شده و افزایش رشد گیاه را باعث می‌شود.

قطر ساقه

اثر متقابل حاصل از نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر قطر ساقه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) شد. همان‌طور که در شکل ۲- الف مشاهده می‌گردد قطر ساقه تحت تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست است. به نحوی- که استفاده از ورمی‌کمپوست در سطوح مختلف نیتروژن موجب بهبود قطر ساقه گردید. در مجموع کمترین قطر ساقه مربوط به ترکیب تیماری ۵۰ کیلوگرم نیتروژن × عدم ورمی‌کمپوست با ۱۳ میلی‌متر و بیشترین قطر ساقه مربوط به ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست با متوسط ۱۷ میلی‌متر بود.

ترکیبات تیماری حاصل از نیتروژن و سولفات‌آهن تأثیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بر قطر ساقه گیاه آفتابگردان داشتند. بدون در نظر گرفتن ترکیبات تیماری حاصل از سطح اول نیتروژن استفاده از سولفات‌آهن همراه با نیتروژن موجب افزایش قطر ساقه نسبت به حالت عدم استفاده از سولفات‌آهن شد. بیشترین قطر ساقه در این حالت مربوط به ترکیب ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × سولفات‌آهن با متوسط ۱۷ میلی‌متر بود (شکل ۲- ب). قطر ساقه به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر اثر متقابل تیمارهای آزمایشی ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن قرار گرفت. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری حاصل در شکل ۲- ج نشان داده شده است. تأثیر توأم ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن بر این صفت به مراتب سودمندتر از استفاده هر یک از آن دو بود و بیشترین قطر ساقه مربوط به ترکیب ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن بود و از لحاظ آماری تفاوت قابل ملاحظه‌ای با سایر ترکیبات تیماری داشت. بابایی اقدم و همکاران (Babaee Aghdam et al., 2009)، افزایش قطر ساقه آفتابگردان را با استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن گزارش دادند. با توجه به این‌که آهن یکی از مهمترین عنصر در ساختار کلروفیل و متابولیسم نیتروژن است (Kalbasi, 1986). احتمالاً تأمین آهن افزایش رشد گیاه و در نتیجه افزایش قطر ساقه را موجب شده است. با افزایش مواد غذایی، بهره‌گیری بوته از عناصر غذایی بیشتر می‌شود و رشد گیاه افزایش پیدا می‌کند و موجب افزایش قطر ساقه می‌گردد.

قطر طبق: اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بر قطر طبق داشتند. بیشترین قطر طبق در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست با میانگین ۱۴۷/۹ میلی‌متر مشاهده شد.



شکل ۲- اثر متقابل (الف) اوره × ورمی‌کمپوست و (ب) اوره × سولفات‌آهن و (ج) سولفات‌آهن × ورمی‌کمپوست بر قطر ساقه آفتابگردان

Fig. 2- The mutual effect of (A) urea×vermicompost and (B) urea×iron sulfate and (C) iron sulfate×vermicompost on stem diameter of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

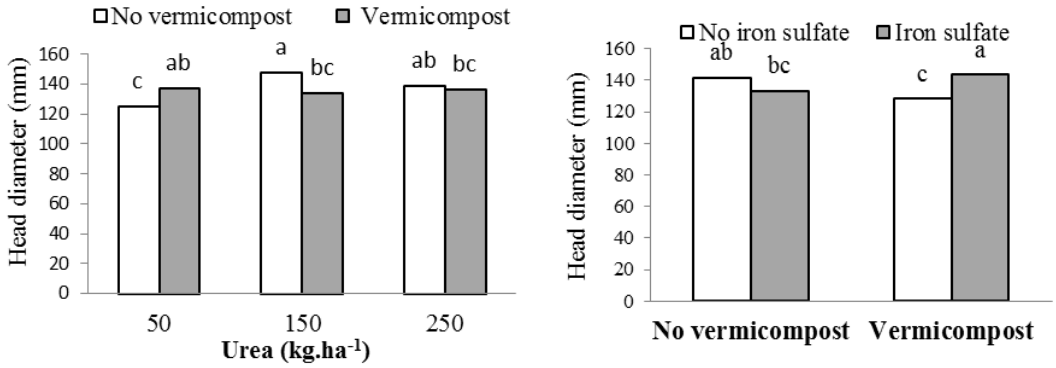
The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

نکته قابل بیان دیگر در مورد اثر متقابل ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست می‌باشد که از لحاظ آماری تفاوتی با ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن × عدم ورمی‌کمپوست نداشت و فقط ۱۰/۶ میلی‌متر با بیشترین قطر طبق فاصله داشت. (شکل ۳- الف).

اثر متقابل حاصل از ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همان‌طور که در شکل ۳- ب مشاهده می‌گردد توأم شدن ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن از نظر تأثیرگذاری بر قطر طبق، سودمندی بیشتری داشت. بالاترین قطر طبق از این ترکیب تیماری با میانگینی معادل ۱۴۳/۵ میلی‌متر حاصل شد که اختلاف بسیار اندکی در حدود دو میلی‌متر با ترکیب تیماری شاهد داشت. قطر طبق در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست × عدم سولفات‌آهن کاهش قابل توجهی داشت، به طوری‌که کاربرد این ترکیب تیماری با میانگینی معادل ۱۲۸/۲ میلی‌متر رسید که کمترین قطر طبق اندازه‌گیری شده بود. قطر طبق تأثیر مستقیم بر تعداد دانه در طبق دارد. لذا هر عاملی که باعث افزایش و یا کاهش این صفت شود منجر به تأثیر بر تعداد دانه در طبق می‌گردد. گزارش سپهر و ملکوتی (Sepeher & Malakoti, 1997) نیز حاکی از تأثیر مصرف ریزمغذی‌ها به خصوص آهن و روی در افزایش قطر آفتابگردان بود.

اثر سه جانبه تیمارهای آزمایشی بر قطر طبق، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین قطر طبق به ترتیب در گیاهان کشت‌یافته در ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن با متوسط ۱۵۳/۸۴ میلی‌متر و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × عدم سولفات‌آهن با ۱۱۸/۹ میلی‌متر حاصل شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد تلفیق این کودها به دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن که عامل مؤثر در تحریک رشد و فتوسنتز گیاهان می‌باشد، موجب بهبود شرایط برای رشد، تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش قطر طبق شده است.

(B



شکل ۳- اثر متقابل (الف) اوره × ورمی‌کمپوست و (ب) ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن بر قطر طبق آفتابگردان

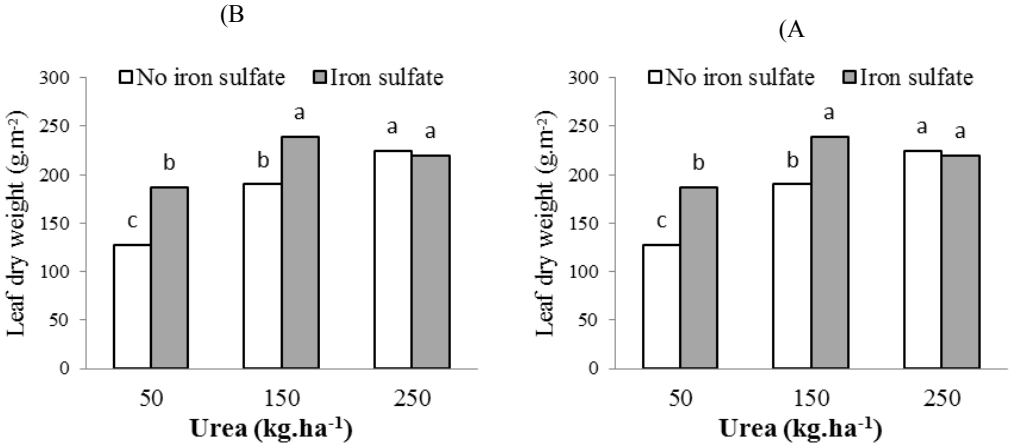
Fig. 3- The mutual effect of (A) urea×vermicompost and (B) iron sulfate×vermicompost on head diameter of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

وزن خشک برگ: صفت وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثر متقابل ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن قرار گرفت. کاربرد ورمی‌کمپوست × عدم سولفات‌آهن وزن خشک برگ را به ۱۷۰/۱ گرم بر مترمربع رساند که حدود ۱۱ درصد کمتر از تیمار شاهد بود. اما کاربرد همزمان سولفات‌آهن و ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن خشک برگ با متوسطی معادل ۲۳۸/۸۹ گرم بر مترمربع شد (شکل ۴- الف).

اثر متقابل نیتروژن و سولفات‌آهن بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. اثر کاربرد سولفات‌آهن بر میزان وزن خشک برگ مثبت بود. بیشترین و کمترین میزان وزن خشک برگ به ترتیب در ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × سولفات‌آهن با متوسط ۲۳۸/۸۳ گرم بر مترمربع و ترکیب تیماری ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × عدم سولفات با میانگین ۱۲۷/۲ گرم بر مترمربع حاصل شد (شکل ۴- ب). آهن در فعال‌سازی فتوسنتز نقش دارد و کمبود آن سبب کاهش شدید فتوسنتز می‌شود (Rahimi & Mazaheri, 2009).



شکل ٤- اثر متقابل (الف) سولفات‌آهن × ورمی‌کمپوست و (ب) اوره × سولفات‌آهن بر وزن خشک برگ آفتابگردان

Fig. 4- The mutual effect of (A) iron sulfate×vermicompost and (B) urea×iron sulfate on leaf dry weight of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

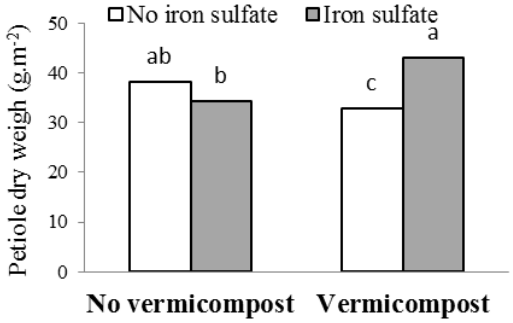
اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر صفت وزن خشک برگ معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود. به نحوی‌که ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن بیشترین وزن خشک برگ با میانگینی معادل ۲۶۷/۶۷ گرم بر مترمربع را به همراه داشت. البته اختلاف معنی‌دار این ترکیب تیماری با ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × عدم ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن بسیار قابل توجه بود (جدول ۳). و بیان‌گر اهمیت استفاده از ماده آلی در افزایش بازدهی کودهای شیمیایی می‌باشد. افزایش استفاده از ورمی‌کمپوست در خاک تأثیر بسیار معنی‌داری در افزایش جذب عناصر مانند نیتروژن، فسفر، آهن و روی دارد (Azarmi et al., 2008). بررسی‌های انجام شده بر روی ذرت نشان داد که فراهمی عنصر آهن موجب افزایش خصوصیات گیاه از جمله وزن خشک برگ می‌گردید (Rahimi & Mazaheri, 2009).

وزن خشک دمبرگ: اثر متقابل حاصل از ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن تأثیر معنی‌داری (p≤۰/۰۱) بر وزن خشک دمبرگ داشتند. میزان وزن خشک دمبرگ در شاهد ۳۸/۱۷ گرم بر مترمربع به دست آمد. کاربرد سولفات‌آهن در ترکیب تیماری عدم ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن سبب کاهش ۳/۷ گرم بر مترمربعی این صفت شد. کاربرد ورمی‌کمپوست به تنهایی نیز موجب کاهش وزن خشک دمبرگ نسبت به تیمار شاهد شد، ولی همراه شدن ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن افزایشی در حدود ۳۱ درصد را برای وزن خشک دمبرگ نسبت به شاهد به همراه داشت (شکل ۵).

اثر متقابل حاصل از هر سه عامل آزمایشی تأثیر معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بر وزن خشک دمبرگ آفتابگردان داشتند. بیشترین وزن خشک دمبرگ در ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن با میانگینی معادل با ۶۰/۶۶ گرم بر مترمربع به دست آمد. که دارای اختلاف معنی‌دار با سایر ترکیبات تیماری بود (جدول ۳). افزایش وزن خشک رابطه مستقیم با بهبود وضعیت عناصر غذایی خاک و همچنین بهبود ساختمان خاک دارد (Mirzayi Talar Poshti et al., 2010).

وزن خشک ساقه: اثرات متقابل نیتروژن ورمی‌کمپوست بر صفت وزن خشک ساقه تفاوت معنی‌داری (p≤۰/۰۱) نشان دادند. ۷۴۳/۰۸ گرم بر مترمربع بیشترین میزان وزن خشک ساقه بود که در ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست حاصل شد و افزایشی در حدود ۲۶ درصد نسبت به حالت عدم کاربرد ورمی‌کمپوست در این سطح نیتروژن داشت. روند افزایش کود نیتروژن سبب افزایش وزن خشک ساقه شد (شکل ۶- الف).

اثر متقابل سولفات‌آهن و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بر وزن خشک ساقه داشت. بیشترین میزان وزن خشک ساقه مربوط به ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن با میانگین ۶۱۷/۹ گرم بر مترمربع بود و سایر ترکیبات تیماری از لحاظ آماری تفاوتی با یکدیگر نداشتند (شکل ۶- ب).



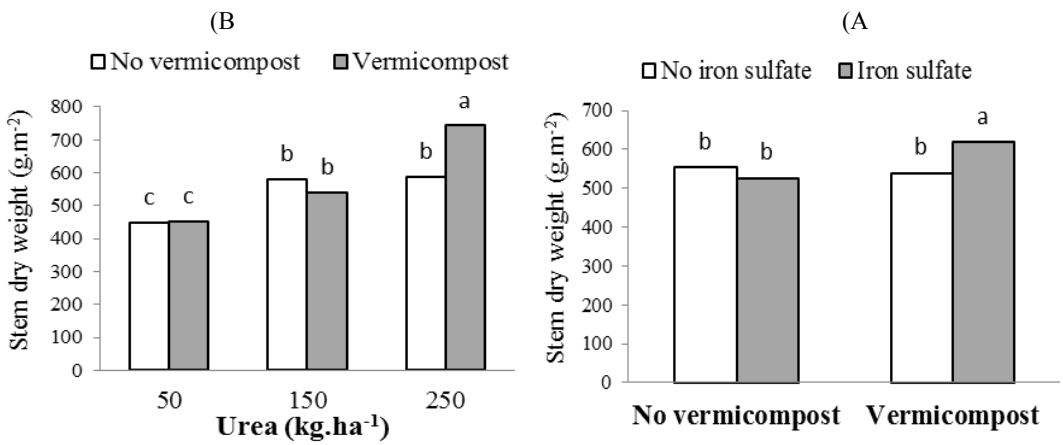
شکل ۵- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن بر وزن خشک دمبرگ آفتابگردان

Fig. 5- The mutual effect of iron sulfate×vermicompost on petiole dry weight of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

تأثیرگذاری هر سه عامل آزمایشی بر تجمع ماده خشک در ساقه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد در بین ترکیبات تیماری حاصله بیشترین میزان تجمع ماده خشک در ساقه مربوط به ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن به میزان ۸۱۲/۵ گرم بر مترمربع بود. البته اختلاف آن با سایر ترکیبات تیماری نیز از لحاظ آماری بسیار معنی‌دار بود. به طوری‌که افزایش ۲۰/۶ درصدی را نسبت به ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست × عدم سولفات‌آهن به همراه داشت (جدول ۳). کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی به همراه کود آلی موجب ثبات و پایداری بیشتر تولید محصول در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی می‌شود. پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در سیستم تلفیقی (شیمیایی و آلی) را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در این سیستم می‌دانند (Mooleki et al., 2004)، به این معنی که در اوایل رشد که نیاز غذایی گیاه کم است میزان نیتروژن معدنی مواد آلی کمتر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرآیند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی‌تری ادامه پیدا می‌کند.



شکل ٦- اثر ترکیبات تیماری (الف) اوره × ورمی‌کمپوست و (ب) سولفات‌آهن × ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ساقه آفتابگردان

Fig. 6- The mutual effect of (A) urea×vermicompost and (B) iron sulfate×vermicompost on stem dry weight of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

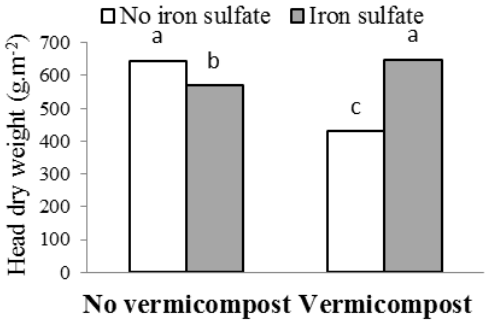
The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

وزن خشک طبق: اثر متقابل ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن بر وزن خشک طبق بسیار معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. به همین منظور مقایسه میانگینی بین این ترکیبات تیماری انجام شد که در شکل ۷ نشان داده شده است. ترکیب تیماری شاهد و ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن هر دو از لحاظ آماری در یک گروه مشابه قرار گرفتند. ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست × سولفات‌آهن فقط ۵/۳ گرم بر مترمربع بیشتر از شاهد به دست آمد.

این نتایج بیانگر اثر منفی ورمی‌کمپوست بر میزان ماده خشک طبق و نیز حاکی از تأثیر مثبت سولفات‌آهن بر این صفت است. نتایج تحقیق نشان از وجود یک رابطه خطی بین عملکرد ماده خشک گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.)، (Bahariet al., 2005) و استفاده از سولفات‌آهن وجود دارد به طوری‌که عملکرد ماده خشک با افزایش کاربرد سولفات‌آهن افزایش یافت و همین امر منجر به تولید دانه بیشتر در سطوح بالای (۵۶ کیلوگرم در هکتار) کود سولفات‌آهن شد. اگرچه آهن در ساختار کلروفیل نقش مستقیمی ندارد، ولی وجود آهن کافی سبب بهبود کلروفیل‌سازی در گیاه می‌شود. وضعیت کلروفیل گیاه می‌تواند در میزان فتوسنتز آن تأثیرگذار باشد (Bahariet al., 2005).

عملکرد دانه (رطوبت هوا خشک): اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. نتایج نشان داد که چنان‌چه ورمی‌کمپوست با مقادیر بالای نیتروژن همراه باشد، سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۷/۷۳ تن بر هکتار از ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × ورمی‌کمپوست حاصل شد. این در حالی است که میزان عملکرد دانه

در ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × عدم ورمی‌کمپوست، حدود دو تن در هکتار کمتر از بیشترین مقدار شد.



شکل ۷- اثر ترکیبات تیماری سولفات‌آهن و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک طبق آفتابگردان

Fig. 7- The mutual effect of Iron sulfate×vermicompost on head dry weight of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ از سیر نزولی عملکرد دانه در ازای افزایش کود نیتروژن چنین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی گیاه شده و مانع رشد زایشی گیاه می‌گردد (شکل ۸- الف). غلام حسینی و همکاران (Gholam Hoseini et al., 2008)، گزارش کردند که کمترین میزان عملکرد دانه گیاه آفتابگردان در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۱۳۰ کیلوگرم اوره) به دست‌آمده است؛ و بیشترین عملکرد در ترکیب کود اوره با کمپوست گاوی (هفت تن بر هکتار) حاصل شده است. به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست باعث بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی خاک مانند افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری رطوبت توانسته عملکرد بیشتری حاصل کند.

اثر متقابل نیتروژن و سولفات‌آهن بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همزمانی سولفات‌آهن و نیتروژن تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه نداشت. بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب در ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × عدم سولفات‌آهن با متوسط ۷/۳۲ تن بر هکتار و ترکیب تیماری ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن × سولفات‌آهن ۵/۸۲ تن بر هکتار بود (شکل ۸- ب). تأثیر این ترکیب تیماری بر عملکرد دانه را به این صورت توجیه می‌گردد که احتمالاً این عناصر با افزایش میزان فتوسنتز موجب افزایش رشد رویشی گیاه شده و همین امر موجب کاهش عملکرد دانه شده است.

جدول ۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر طول ساقه، قطر طبق، وزن خشک برگ، دمبرگ و ساقه گیاه آفتابگردان

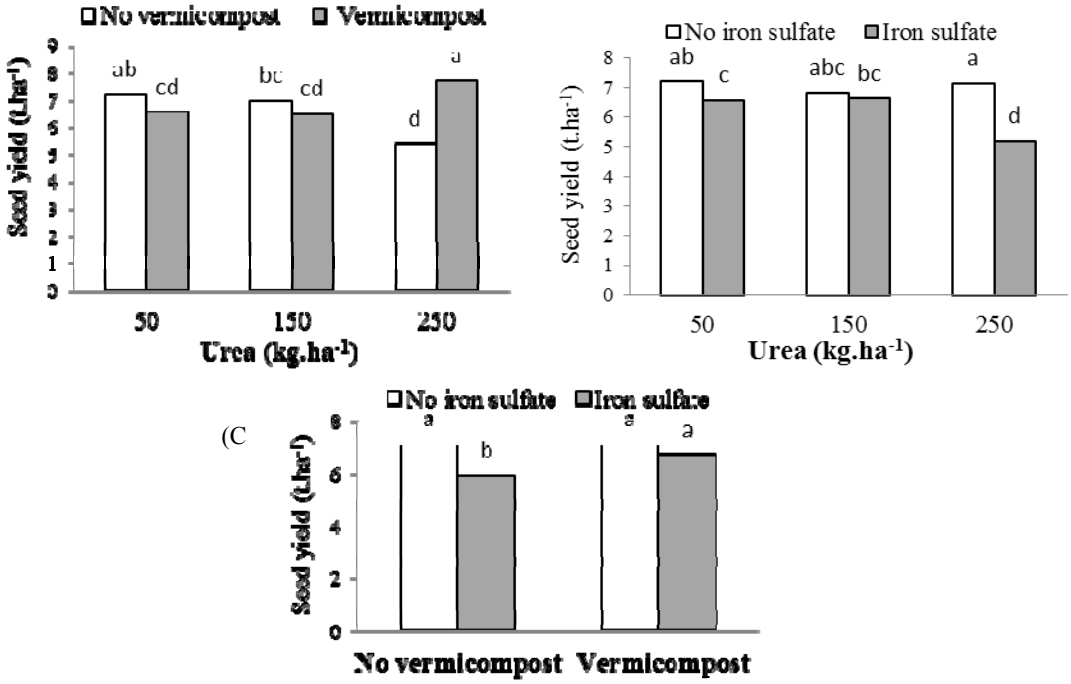
Table 3- Interaction on the stem height, head diameter, leaves, petiole and stem dry weight of sunflower plants

تیمار Treatment			طول ساقه (سانتی‌متر)	قطر طبق (میلی‌متر)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع)	وزن خشک دمبرگ (گرم بر متر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم بر متر مربع)
ورمی‌کمپوست Vermicompost	سولفات‌آهن Iron sulfate	نیتروژن Nitrogen	Stem height (cm)	Head diameter (mm)	Leaf dry weight (g.m^{-2})	Petiole dry weigh (g.m^{-2})	Stem dry weight (g.m^{-2})
ورمی‌کمپوست Vermicompost	سولفات‌آهن Iron sulfate	50 kg.ha^{-1}	164.75^{f}	134.30^{abcd}	185.00^{bc}	26.50^{d}	489.23^{defg}
		150 kg.ha^{-1}	161.92^{f}	142.34^{abc}	267.67^{a}	42.00^{bc}	522.17^{cde}
		250 kg.ha^{-1}	196.00^{a}	153.84^{a}	264.00^{a}	60.67^{a}	812.50^{a}
	عدم سولفات‌آهن No iron sulfate	50 kg.ha^{-1}	166.75^{f}	140.35^{abcd}	123.07^{d}	26.50^{d}	416.33^{g}
		150 kg.ha^{-1}	179.50^{cde}	125.50d^{e}	180.23^{bc}	32.50^{cd}	526.00^{def}
		250 kg.ha^{-1}	186.67^{bc}	118.93^{e}	207.00^{bc}	39.50^{bc}	673.67^{b}
	سولفات‌آهن Iron sulfate	50 kg.ha^{-1}	179.00^{de}	124.70^{de}	188.73^{bc}	32.56^{cd}	462.60^{efg}
		150 kg.ha^{-1}	179.00^{de}	146.99^{ab}	210.00^{b}	38.53^{c}	584.53^{bcd}
		250 kg.ha^{-1}	187.33^{b}	128.40^{cde}	177.23^{c}	32.17^{cd}	525.73^{def}
عدم ورمی‌کمپوست No vermicompost	عدم سولفات‌آهن No iron sulfate	50 kg.ha^{-1}	177.00^{e}	126.17^{de}	131.33^{d}	24.33^{d}	434.33^{fg}
		150 kg.ha^{-1}	186.00^{bcd}	148.82^{ab}	200.17^{bc}	40.67^{bc}	574.00^{bcd}
		250 kg.ha^{-1}	189.00^{ab}	149.86^{ab}	241.73^{a}	49.50^{c}	650.00^{bc}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارد.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on LSD's test at 5% probability level.

(B



شکل ۸- اثر متقابل (الف) اوره × ورمی‌کمپوست و (ب) اوره × سولفات‌آهن و (ج) سولفات‌آهن × ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه آفتابگردان

Fig. 8- The mutual effect of (A) urea×vermicompost and (B) urea×iron sulfate and (C) iron sulfate×vermicompost on seed yield of sunflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

The means within the same letters in each shapes are not significantly different to the 5% level of probability according to LSD test.

اثر متقابل سولفات‌آهن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. در همین راستا مقایسه‌ای بین این ترکیبات تیماری انجام شد که در شکل ۸- ج نمایش داده شده است. استفاده از سولفات‌آهن در ترکیب تیماری سولفات‌آهن × عدم ورمی‌کمپوست کاهشی شدید و در حدود ۱۶ درصد را نسبت به شاهد به همراه داشت و این در حالی است که کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و سولفات‌آهن اثر منفی سولفات‌آهن را مقداری کاهش داد و در حدود ۰/۸ تن در هکتار بر عملکرد افزود. نتیجه کاربرد تلفیقی برخی از کودهای آلی و شیمیایی در بسیاری از زراعت‌ها نظیر سویا (*Glycine max* L.) (Ghosh et al., 2004)، سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) (Ghosh et al., 2004)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) (Sabahi, 2006) و کلزا (*Brassica napus* L.) (Sabahi, 2006) (Moench. 2006) مثبت ارزیابی شده است. روشن ضمیر و همکاران (Roshan et al., 2006)، دریافتند که کاربرد کود آلی سبب افزایش عملکرد دانه گلرنگ شده است. تأثیر کودهای شیمیایی و آلی در سیستم تلفیقی بر عملکرد دانه آفتابگردان معنی‌دار بود (Hasanzadeh Ghortapeh, 2005).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تلفیق ورمی‌کمپوست با سولفات‌آهن به همراه سطوح مختلف اوره نسبت به استفاده منفرد از کودهای شیمیایی برای دستیابی به حداکثر صفات مورد بررسی ضرورت دارد. کاربرد ورمی‌کمپوست به دلیل بهبود خصوصیات خاک از جمله افزایش تخلخل خاک، فراهمی رطوبت و در دسترس قرار دادن عناصر غذایی سبب بهبود رشد گیاه شده و کارآیی مصرف کودهای شیمیایی را افزایش داده است. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کود آلی ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی در منطقه درگز، می‌تواند در بهبود خصوصیات رویشی و عملکرد گیاه آفتابگردان مؤثر واقع گردد و این گیاه مجدداً در برنامه کاشت کشاورزان این منطقه قرار گیرد.

منابع

1- Arancon, N., and Edwards, C. 2005. Effects of vermicomposts on the plant growth. Paper presented during the International Symposium Workshop on Vermi Technologies for Developing Countries. Los Banos, Philippines November 16-18.

2- Azarmi, R., Torabi Giglou, M., and Didar Taleshmikail, R. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato *(Lycopersicum esculentum*) field. African Journal of Biotechnology 14: 2397-2401.

3- Babaee Aghdam, J., Abdi, M., Seifzadeh, S. and Khiavi, M. 2009. The effect of different levels of nitrogen and plant density on yield and yield components of sunflower verities Azargol in the vineyard Takestan. Iran, comprehensive electronic database of articles. Available at web site http://www. sid. ir/fa/viewpaper. asp. (In Persian)

4- Bahari, M., Pahlevani, R., Akbari, N., and Ehsanzadeh, P. 2005. The effect of different doses of fertilizers and low Fe and Cu on the growth and yield of chickpea under reined conditions. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 12: 45-52.

5- Bresson, L.M., Koch, C., L-Bissonnais, Y., Barriuso, E., and Lecomte, V. 2001. Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. Soil Science Society of America Journal 65: 1804-1811.

6- Caravaca, F., Hernandez, T., Garcia, C., and Roldan, A. 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. Geoderma 108: 133-144.

7- Celik, I., Ortas, I., and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mychoriza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research 78: 59-67.

8- Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., and Jamshidi, A. 2009. Irrigation regimes and fertilizer treatments on yield and mineral concentration in sunflower leaves and seeds. Journal of Research and Development in Agriculture and Hoticulture 97(2): 91-100. (In Persian with English Summary)

9- Gholinezhad, A., Aynehband, A., Hasanzahe Gortape, A., Barnosi, A., and Rezayi, H. 2010. Effect of drought stress and nitrogen levels and Density on yield, yield components and harvest index Ayrvflvr varieties of sunflower Orumiye. Journal of Research and Plant Production 16(3): 2-29. (In Persian with English Summary)

10- Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K.K., Tripathi, K., Hati, K.M., and Masra, A.K. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer N, P, K on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Crop yield and system performance. Bioresource Technology 95: 77-83.

11- Han, J., Sun, L., Dong, X., Cai, Z., Yang, H., Wang, Y., and Song, W. 2005. Characterization of a novel plant growth-promoting bacteria strain *Delftia tsuruhatensis* HR_4 both as a diazotroph and a potential biocontrol agent against various pathogens. Systemic Applied Microbiology 28: 66-76.

12- Hasanzadeh Ghortapeh, A.A. 2005. Assessment of the effects of different fertilization system on grain yield and nitrogen efficiency in some sunflower cultivars in western Azarbyjan. Iranian Journal of Agricultural and Natural Resources 12: 20-27. (In Persian with English Summary)

13- Kalbasi, M. 1986. Local acidification of soil as a mean to alleviation iron chlorosis in quince orchards. Journal of Plant Nutrition 9: 1001-1010.

14- Larchevêque, M., Montès, N., Baldy, V., and Dupouyet, S. 2005. Vegetation dynamics after compost amendment in a Mediterranean post-fire ecosystem. Agriculture, Ecosystems and Environment 110: 241-248.

15- Malakouti, M.J., and Homayi, M. 1994. Fertile soils in dry areas (problems and solutions). University Tarbiat Modares Publication, Tehran, Iran. (In Persian)

16- Mirzayi Talar Poshti, R., Kambouzia, J., Sabahi, H., and Mahdavi Damghani, A.M. 2010. The Effect of organic fertilizer on soil physiochemical characteristics and dry matter production in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 257-269. (In Persian with English Summary)

17- Mooleki, S.P., Schoenau, J.J., Charles, J.L., and Wen, G. 2004. Effect of rate, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science 84: 199-210.

18- Mulvaney, R.L., Khan, S.A., and Ellsworth, T.R. 2009. Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production. Journal of Environment 38(6): 2295-2314.

19- Ngo, P.T., Rumpel, C., Doan, T., and T., and Jouquet, P. 2012. The effect of earthworms on carbon storage and soil organic matter composition in tropical soil amended with compost and vermicompost. Soil Biology and Biochemistry 50: 214-220.

20- Rahimi, M., and Mazaheri, D. 2009. Morphological and yield of maize as compared to the chemical reaction of

iron and copper. Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture 78(1): 96-100. (In Persian with English Summary)

21- Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare Faiezabadi, A., Madani, H., and Soltani, A. 2010. The effect of micronutrient fertilizers on yield and yield components of sunflower on the drought conditions. Electronic Journal of Crop Production 3(1): 57-72. (In Persian with English Summary)

22- Rodriguez, H., and Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advance 17: 319-339.

23- Roshanzamir, F., Glovi, M., and Kamaraki, H. 2006. Effect of organic matter on yield and yield components of Safflower. Proceedings of the 9th Iranian Crop Sciences Congress, 27-29 August 2006, Tehran, Iran. p. 277. (In Persian)

24- Sabahi, H. 2006. Evaluation of the integrated organic and inorganic fertilizers on biological activities, physico-chemical properties of soil and canola grain yield in Sari. PhD dissertation, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Iran. (In Persian with English Summary)

25- Sabeti Amizhendeh, M.A., Fallah Nosrat Abadi, A., Norouzi, M., Amiri, A., and Azarpour, A. 2011. Effect of nitrogen and *Azotobacter* on some quantitative and qualities characteristics Garmkhane'e tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of Soil and Water 22(2): 149-135. (In Persian with English Summary)

26- Salardini, A.A. 2003. Soil Fertility. University Tehran Publication, Iran 348 pp. (In Persian)

27- Sepehr, A., and Malakouti, M.J. 1997. Effect of potassium, magnesium, sulfur and micro nutrients in sunflower yield and improve quality. PhD dissertation, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Iran. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 3, Fall 2015, p. 285-298

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۲۹۸-۲۸۵

Study on the effect of urea fertilizer, iron sulphate and vermicompost on yield and growth properties of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Darreh Gaz district

M. Zomorodi[1*], S. Shahsavani[2*], M. Baradaran Firozabadi[3] and A.S. Naderi[4]
Submitted: 01-02-2014
Accepted: 15-02-2015

Introduction

Most important factor limiting plants growth in agriculture is deficiency of nitrogen as compare to other nutrients. Plant needs to nitrogen is due to reason that nitrogen after hydrogen is largest elements in plant that absorbed from soil.

Nitrogen in soil especially in surface layer is more and in the form of organic composition, therefore nitrogen accumulation in soil has direct relationship with organic matter accumulation. Soil organic matter in the in our country are low due to different reasons including low rain fall, unsuitable cultivation rotation. Urea is one of the nitrogen sources which its uses extended all over the world in agriculture sector. Nitrogen is one of the important nutritious mineral matters for plant growth and is a suitable source for increasing yield especially in improved varieties. At present due to economical problems in cost of chemical fertilizers in one side and environmental effects of high consumption on the other side are the difficulties of sustainable agriculture (Mulvaney et al., 2009). Ngo et al. (2012) showed that mineral fertilizers application had negative effects on soil like soil acidifying, drainage loss and decreasing microbial biomass. Displacement of mineral fertilizer with organic compounds like compost can reduce negative effects. Composts are organic material which has lots of advantages. Results of different studies showed that compost cause better soil fertility (Caravaca et al., 2002).

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of five oil plants which is resistant to drought and adaptable in different climate of the country, growth and develop in different soil. Also high oil quality, low growth period after wheat and barley and its cultivation as a second crop cultivation.

For reaching these aims we should understand how its effect the high absorption efficiency of nutrient mineral and other factors affecting and ways to achieve them.

Materials and methods

For the reaction of sunflower to different levels of urea fertilizer and iron sulphate in the presence and non presence of vermicompost, a field experiment conducted in Darreh Gaz district (Khorasan Razavi province) in 2013. This experiment was in the form of factorial on the bases of complete randomized block design with three factors and three replications. In this experiment three level of urea fertilizer including, 50, 150 and 250 $kg.ha^{-1}$ as main factor and two levels of iron sulphate including zero and 80 $kg.ha^{-1}$ as second factor and vermicompost in two levels zero and 7 $t.ha^{-1}$ as third factor. Nitrogen treatment was applied in three stages. First stage was 1/3 of urea application at seeding stage. Second stage was at 8 leaf stage and application second 1/3 of urea and last 1/3 of urea applied at flowering stage. Iron sulphate treatment totally applied at flowering stage. Seeds were sown at depth of 3-5 cm on the furrows; plots had 4 lines for cultivation with the length of 6 meter. Distance between lines was 50 cm and distance between plants was 20 cm. At the end of season growth properties of plant like , plant height, stem diameter, tray diameter, leaf dry weight, leafstalk dry weight, stem dry weight, tray dry weight were measured. Statistical analysis were done with SAS ver. 9.1 and figures were done with excel. Mean comparison at 5% level were done with LSD test.

Result and discussion

1, 2, 3 and 4- MSc Student, Assistant Professor of Soil Science, Assistant Professor, Agronomy and Plant Breeding and Lecturer, Soil Science, Department Agriculture College, Shahrood University, Shahrood, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: mzsoil53@live.com)

Plant height, interaction effect of nitrogen and vermicompost on sunflower stem height was significant at 1% level. Highest stem observed at 250 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and zero vermicompost application. Conjoint effect of nitrogen and iron sulphate on plant stem height was significant at 1% level. It seems that increase in nitrogen level cause better plant photosynthesis and finally higher plant height. Interaction effect of three factors had significant effect at 5% level on plant stem height. Composition effect of nitrogen and vermicompost on stem diameter was significant at 5% level. Lowest stem diameter achieved at 50 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and zero vermicompost application. Effect of nitrogen and iron sulphate on stem diameter were significant at 5% level. Interaction effect of vermicompost and iron sulphate was significant at 5% level. Interaction effect of nitrogen and vermicompost on tray diameter was significant at 1% level. Also interaction effect of vermicompost and iron sulphate on tray diameter was significant at 1% level. (Rahimizadeh et al., 2010) showed that micro element application to sunflower had significant effect on tray diameter. Three factor interaction on tray diameter were significant at 1% level. Sunflower verities had different reaction to nitrogen application. Interaction between nitrogen and vermicompost had significant effect on yield at 1% level. Highest yield were 7.73 $t.ha^{-1}$ with interaction of nitrogen (250 $kg.ha^{-1}$ and vermicompost at 7 $t.ha^{-1}$).

Conclusion

Results showed that combination of vermicompost and iron sulphate along with different levels of urea compared to single effect of them needs more investigation. Vermicompost application as improve soil properties like porosity, available moisture and nutrient elements can improve the plant growth and better fertilizer use efficiency. Therefore it seems that conjunction of chemical fertilizer and vermicompost can improve sunflower growth in Darreh Gaz District.

Keywords: Nitrogen, Oilseed crop, Organic fertilizer

References

Caravaca, F., Hernandez, T., Garcia, C., and Roldan, A. 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. Geoderma 108: 133-144.

Mulvaney, R.L., Khan, S.A., and Ellsworth, T.R. 2009. Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production. Journal of Environment 38(6): 2295-2314.

Ngo, P.T., Rumpel, C., Doan, T., and T., and Jouquet, P. 2012. The effect of earthworms on carbon storage and soil organic matter composition in tropical soil amended with compost and vermicompost. Soil Biology and Biochemistry 50: 214-220.