Archive of SID

نشریه زیست‌شناسی خاک / جلد 3 / شماره 1 / 1394

اثر قارچ میکوریز آربوسکولار و ورمی کمپوست روی عملکرد بیولوژیک و جذب عناصر غذایی کم مصرف ارقام گندم 'بهار و شیراز'

جمال شیخی[1]، عبدالمجید رونقی، نجفعلی کریمیان، مهدی زارعی و جعفر یثربی

دانشجوی دکتری دانشگاه تهران؛ sheikhi.jamal@gmail.com

استاد دانشگاه شیراز؛ amronaghi@yahoo.com

استاد دانشگاه شیراز؛ nkarimian@yahoo.com

استادیار دانشگاه شیراز؛ mehdizarei20@yahoo.com

استادیار دانشگاه شیراز؛ j-yasrebi@ yahoo.com

دریافت: 92/10/4 و پذیرش: 94/5/12

چکیده

به منظور بررسی اثر قارچ میکوریز آربوسکولار و ورمی کمپوست روی عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه، طول سنبله، و غلظت و جذب عناصر غذایی روی، آهن، منگنز و مس کاه و کلش دو رقم گندم، آزمایشی در شرایط گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل دو سطح قارچ (با و بدون قارچ)، دو سطح ورمی کمپوست (صفر و 1 درصد وزنی) و دو رقم گندم (بهار و شیراز) بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک، و بالاترین ارتفاع ساقه و طول سنبله مربوط به رقم بهار و در تیمار دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ) بود. اثر ورمی کمپوست روی عملکرد بیولوژیک، طول سنبله، غلظت روی و منگنز، و جذب کل روی، آهن، منگنز و مس معنی‌دار بود. بیشترین غلظت و جذب روی مربوط به رقم بهار و در تیمار دارای قارچ (بدون ورمی کمپوست) مشاهده شد. کاربرد توأم ورمی کمپوست و قارچ، سبب افزایش معنی‌داری جذب منگنز در مقایسه با شاهد و کاهش معنی‌دار جذب منگنز در مقایسه با سطح دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ) شد. عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه، و غلظت و جذب روی و منگنز در رقم بهار در مقایسه با رقم شیراز به طور معنی‌دار بیشتر بود. در یک نتیجه‌گیری کلی، استفاده از کودهای زیستی در جهت افزایش عملکرد گندم به عنوان یک محصول استراتژیک مفید می‌باشد و رقم بهار هم از لحاظ عملکرد و هم از لحاظ جذب عناصر غذایی کم مصرف بهتر از رقم شیراز بود.

واژه‌های کلیدی: *گلوموس اینترارادیسز*، ورمی کمپوست، عملکرد، عناصر غذایی کم مصرف

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، دانشکده فناوری کشاورزی، گروه مهندسی علوم خاک

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از راه‌های دست‌یابی به کشاورزی پایدار، استفاده از توان بالقوه ریزجاندارانی است که نقش مهمی در تغذیه گیاهان دارند (ایشیزاکا، 1992). کودهای زیستی تنها به مواد آلی حاصل از کودهای دامی و پسمان‌های گیاهی گفته نمی‌شود بلکه تولیدات حاصل از فعالیت ریز جاندارانی که در ارتباط با تثبیت نیتروژن و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می‌کنند را نیز شامل می‌شوند (صالح راستین، 1377). طی چند دهه اخیر، استفاده از رقم های پر محصول سبب افزایش سطح تولیدات کشاورزی و به موازات آن افزایش مصرف کودهای شیمیایی علاوه بر هزینه‌های اقتصادی آن، موجب افزایش خطر آلودگی خاک و منابع آب شده است. بهم خوردن تعادل زیستی در محیط خاک از دیگر اثرات منفی مصرف کودهای شیمیایی است که خسارت زیادی به زیست بوم خاک وارد می‌سازد. یکی از راه کارهای مقابله با این مشکلات، استفاده هرچه بیشتر از نهاده‌های درون مزرعه‌ای (از جمله استفاده از پدیده‌های مفید زیستی) به ویژه همزیستی گیاهان با ریز جانداران است (بتلن‌فالوی و لیندرمن، 1992). همزیستی مسالمت آمیز بین قارچ و ریشه گیاهان را قارچ‌ریشه یا میکوریز می‌نامند. میکوریز آربوسکولار رایج‌ترین نوع اندومیکوریز است که قادر به همزیستی با بیش از 80 درصد گونه‌های گیاهی از نهاندانگان، بازدانگان، سرخس‌ها و خزه‌ها می‌باشد (پاول و پاگیرا، 1986). در این همزیستی قارچ در برابر دریافت کربوهیدرات‌ها از گیاه، جذب عناصر غذایی و آب توسط گیاه را افزایش می‌دهد.

همزیستی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با گیاهان سبب افزایش رشد گیاه، جذب عناصر غذایی و تحمل به خشکی و شوری می‌شود و دارای اثرات هم افزایی[1] با دیگر ریزجانداران مفید خاک مانند تثبیت کننده-های نیتروژن و حل‌کننده‌های فسفر می‌باشد (سینی‌وسا و بگیارا، 1989). برقراری همزیستی میکوریز آربوسکولار با گیاهان سبب افزایش توانایی ریشه گیاهان در جذب و انتقال فسفر و عناصر غذایی دیگر مانند مس، روی، آهن، و کلسیم می‌گردد (لامبرت و همکاران، 1980). کاریس و همکاران (1998) تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار از نوع *Glomus mosseae* را بر جذب فسفر و آهن نشان‌دار شده از خاک آهکی سترون شده با پ‌هاش7/3 با دو سطح آهن، در دو گیاه بادام زمینی و سورگوم در یک آزمایش گلدانی تحت شرایط محیطی کنترل شده را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که غلظت فسفر نشان دار جذب شده، در قسمت هوایی هر دو گیاه سورگوم و بادام زمینی در حضور قارچ میکوریزی به طور معنی‌داری نسبت به گیاه غیر میکوریزی بالاتر بوده است. آنان بیان نمودند که حضور قارچ میکوریز بر غلظت آهن نشان‌دار جذب شده، در اندام هوایی گیاه بادام زمینی تأثیر معنی‌داری نداشته است. اما آهن نشان‌دار شده در اندام هوایی گیاه سورگوم میکوریزی افزایش یافته است. این پژوهشگران اظهار می‌دارند که ریسه‌های قارچ میکوریز آربوسکولار می‌توانند آهن خاک را متحرک کنند و آن را از خاک جذب کنند و به گیاه انتقال دهند. مکانیزمی را که برای این کار بیان می‌کنند ترشح ترکیبات کلات کننده آهن توسط قارچ میکوریز است. همچنین نفوذ ریسه های قارچ میکوریز به قسمت‌هایی از خاک که ریشه گیاهان قادر به نفوذ نیستند را نیز از سایر دلایل ذکر نمودند. لیو و همکاران (2000) در یک آزمایش گلخانه‌ای درکانادا در بررسی تأثیر سطوح فسفر و عناصر غذایی کم مصرف (Fe، Zn، Cu و Mn) بر جذب عناصر غذایی کم مصرف در گیاه ذرت، گزارش کردند که تحت تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار، غلظت آهن اندام هوایی گیاه، زمانی که عنصر غذایی کم مصرف افزوده نشده بود، افزایش یافته است. اما در سطوح بالای عناصر غذایی کم مصرف، غلظت آهن کاهش یافته است.

آنان عنوان کردند که مقدار ریسه‌های تولید شده در قارچ تحت تأثیر برهم‌کنش فسفر و عناصر کم مصرف است. بالاترین مقدار ریسه در خاکی که میزان فسفر آن پایین بود و بدون افزودن عناصر غذایی کم مصرف به دست آمد در حالی که کمترین مقدار ریسه در مقادیر بالای فسفر و عناصر غذایی کم مصرف به دست آمد. امیر آبادی و همکاران (1388) نشان دادند که مایه زنی ذرت علوفه‌ای با قارچ میکوریز آربوسکولار سبب افزایش عملکرد ماده خشک، غلظت فسفر اندام هوایی، درصد کلنیزاسیون ریشه، و کاهش غلظت منگنز و مس اندام هوایی شد ولی تأثیر معنی‌داری بر آهن و روی نداشت. این محققان در آزمایشی دیگر عنوان نمودند که قارچ میکوریز بر جذب نیتروژن و پتاسیم گیاه تأثیر معنی‌داری داشته است (امیر آبادی و همکاران، 1391).

ماده آلی جزء کلیدی خاک برای حفظ حاصلخیزی خاک و بارآوری محصول می‌باشد (ورما و همکاران، 2013). ورمی کمپوست سازی ضایعات آلی، نقش مهمی در توأم کردن استراتژی‌های مدیریت ضایعات بازی می‌کند (کزلکایا و همکاران، 2012). افزودن ورمی کمپوست به محیط رشد گیاه از یک طرف از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب بهبود رشد

[1] Synergistic

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه می‌شود و از طرف دیگر به علت غنی بودن از عناصر غذایی سبب افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف گیاه می‌شود (نادا و همکاران، 2011). کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش عملکرد اندام هوایی و روغن گیاه رزماری (سینگ و واسنیک، 2013) و گل شمعدانی (چاند و همکاران، 2007) در مقایسه با تیمار شاهد شد. کزلکایا و همکاران (2012)، با کاربرد ضایعات آلی (پوسته فندق، لجن فاضلاب و کود گاوی) و ورمی کمپوست این ضایعات نشان دادند که عملکرد دانه و کاه و کلش گندم در هر دو مورد نسبت به شاهد افزایش یافت ولی این افزایش در ورمی کمپوست بیشتر بود.

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر قارچ میکوریز آربوسکولار و ورمی کمپوست روی عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه، طول سنبله، و غلظت و جذب عناصر غذایی کم مصرف کاه و کلش دو رقم گندم در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر قارچ میکوریز آربوسکولار (قارچ) و ورمی کمپوست روی عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه، طول سنبله، و غلظت و جذب عناصر غذایی کم مصرف کاه و کلش ارقام گندم شیراز و بهار، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال 1389طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل دو سطح قارچ (با و بدون قارچ)، دو سطح ورمی کمپوست (صفر و 1 درصد وزنی) و دو رقم گندم (بهار و شیراز) بود. جهت انجام این تحقیق، خاک به مقدار کافی از افق سطحی (عمق صفر تا 20 سانتی متری) از سری چیتگر با نام علمی Fine-loamy carbonatic, Typic Calcixerepts جمع آوری شد. پس از هوا خشک کردن خاک و عبور از الک 2 میلی متری، برخی ویژگی-های فیزیکی و شیمیایی آن مثل بافت به روش هیدرومتری (جی و بادر، 1986)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (لوپرت و سوارس، 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی (رودس، 1996)، فسفر قابل استفاده با روش واتناب و اولسن (واتنب و السون، 1965)، واکنش خاک (پ هاش) در خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (توماس، 1996)، غلظت عناصر کم مصرف کاتیونی مثل آهن، روی، مس و منگنز با عصاره-گیر دی تی پی ا (لندسی و نورول، 1978)، ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن با فروس آمونیوم سولفات (نلسون و سومرس، 1996)، نیتروژن کل به روش کلدال (برمنر، 1996)، و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشینی کاتیون‌ها با استات سدیم (سامر و میلر، 1996) تعیین گردید (جدول 1).

در ابتدا نمونه‌های سه کیلوگرمی خاک را درون کیسه‌های پلاستیکی ریخته و تیمار ورمی کمپوست و کلیه عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک، شامل نیتروژن، فسفر، روی، آهن، منگنز و مس، بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به ترتیب به مقدار 75 (از منبع اوره)، 20 (از منبع سوپر فسفات تریپل)، 10 (از منبع سکوسترین آهن)، 10 (از منبع سولفات مس)، 10 (از منبع سولفات منگنز) و 5 (از منبع سولفات مس) با خاک مخلوط گردید. پس از خشک شدن، خاک درون کیسه کاملاً مخلوط و به گلدان‌های 3 کیلوگرمی انتقال داده شد. نیتروژن در دو مرحله، قبل و 6 هفته بعد از کشت (در هر مرحله 75 میلی‌گرم بر کیلوگرم)، به گلدان‌ها افزوده شد. کود ورمی کمپوست مورد استفاده، محصول شرکت مواد آلی کیان پارس شیراز می‌باشد که از کود گاوی با گونه کرم خاکی ایسنیا فتیدا در سیستم روباز تهیه گردیده است و پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک دو میلی-متری، بعضی ویژگی‌های آن شامل پ هاش و قابلیت هدایت الکتریکی در نسبت 1:5 آب: ورمی کمپوست، نیتروژن و ماده آلی مشابه با روش‌های توصیه شده برای خاک، فسفر به روش مولیبدات – وانادات (کیو، 1996)، پتاسیم به روش شعله سنجی، و عناصر روی، مس، آهن، منگنز به روش خشک سوزانی و حل خاکستر در اسید کلریدریک دو مولار و در نهایت توسط دستگاه جذب اتمی (مدل شیمادزو) اندازه‌گیری شد (جدول 1).

در هنگام کاشت در تیمارهای دارای قارچ، مقدار 50 گرم از زادمایه قارچ (*گلوموس اینترارادیسز*) در هر گلدان در عمق 5 سانتی‌متری از سطح خاک پخش گردید و روی آن مقدار کافی خاک ریخته و سپس بذرها کاشته شد به طوری که زادمایه قارچ در عمق یک سانتی-متری زیر بذر قرار گرفت. در تیمارهای شاهد بدون قارچ، مقدار 50 گرم از گلدان‌های شاهد نگهداری شده در کشت تله‌ای استفاده شد. در هر گلدان 10 عدد بذر گندم که قبلاً با هیپوکلریت سدیم 10% ضدعفونی سطحی شده بودند کاشته شد. بعد از جوانه‌زنی و استقرار گیاهان تعداد آنها به 5 بوته، که به طور یکنواخت در سطح گلدان قرار گرفته بود، کاهش داده شد. آبیاری گلدان‌ها در طول فصل رشد با آب مقطر در حد رطوبت ظرفیت مزرعه صورت گرفت. گیاهان تا مرحله رفتن به دانه در گلدان‌ها نگهداری شدند. پس از مشاهده زردی کامل خوشه‌ها در

www.SID.ir

Archive of SID

هر گلدان، آبیاری گلدان‌ها متوقف شد و پس از اندازه-گیری ارتفاع ساقه و طول سنبله‌ها، جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، کل گیاه از محل طوقه قطع و وزن شدند. سپس خوشه‌ها از ساقه جدا و در پاکت‌های کاغذی نگهداری شدند و در دمای 65 درجه سلسیوس در آون تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. کاه و کلش ارقام گندم به وسیله آسیاب برقی جهت تجزیه‌های شیمیایی پودر گردیدند.

جدول 1- برخی ویژگی‌های خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

	ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
خاک	شن (%)	25	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_c\ kg^{-1}$)	10/2
	سیلت (%)	63	نیتروژن کل (%)	0/047
	رس (%)	12	فسفر قابل دسترس ($mg\ kg^{-1}$)	4/8
	پ هاش	7/8	آهن ($DTPA, mg\ kg^{-1}$)	3/4
	کربنات کلسیم معادل (%)	45	روی ($DTPA, mg\ kg^{-1}$)	0/7
	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	0/7	منگنز ($DTPA, mg\ kg^{-1}$)	3/4
	ماده آلی (%)	1/34	مس ($DTPA, mg\ kg^{-1}$)	1/5
ورمی کمپوست	پ هاش(1:5 آب : کمپوست)	7/75	پتاسیم کل (%)	1
	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	5/8	سدیم کل ($mg\ kg^{-1}$)	3274
	ماده آلی (%)	44/2	آهن کل ($mg\ kg^{-1}$)	3174
	کربن آلی (%)	25/6	روی کل ($mg\ kg^{-1}$)	112/3
	نیتروژن کل (%)	2/15	منگنز کل ($mg\ kg^{-1}$)	248/8
	فسفر کل (%)	1/42	مس کل ($mg\ kg^{-1}$)	28/7

درصد کلنیزاسیون ریشه با روش کورمانیک و مک گرو (1982) اندازه گیری شد. برای انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی ابتدا یک گرم از ماده خشک گیاهی آسیاب شده به دقت وزن و داخل بوته چینی ریخته و سپس در کوره الکتریکی در دمایی 550 درجه سلسیوس قرار داده شد تا خاکستر شد. بعد از سرد شدن بوته، مقدار 5 میلی لیتر اسید کلریدریک 2 نرمال به هر نمونه اضافه گردید. نمونه حل شده از کاغذ صافی عبور داده شد و به یک بالون 100 میلی لیتری منتقل شد و با آب مقطر جوشانده شده به حجم رساندیم. غلظت آهن، روی، منگنز و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها در سطح 5 درصد با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه و طول سنبله

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثر رقم، و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک گندم معنی‌دار بود ولی اثر قارچ میکوریز آربوسکولار (قارچ) و برهمکنش‌ها روی عملکرد گندم معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار دارای ورمی کمپوست (بدون کاربرد قارچ) و برای رقم بهار بود هر چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت و کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار دارای قارچ (بدون کاربرد ورمی کمپوست) و برای رقم شیراز بود با این وجود اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت (جدول 3). کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد میانگین عملکرد بیولوژیک را 53/7 درصد به طور معنی‌داری افزایش داد. عملکرد بیولوژیک رقم بهار در مقایسه با رقم شیراز 8/5 درصد بیشتر بود (جدول 4). کاربرد ورمی کمپوست، عملکرد دانه و کاه و کلش گندم (کزلکایا و همکاران، 2012)، عملکرد دانه برنج (تجیدا و گونزالز، 2009)، عملکرد دانه جو (محمود و ابراهیم، 2012)، عملکرد میوه بادنجان (مرادی توچای و همکاران، 2009)، عملکرد میوه گوجه‌فرنگی (جوشی و پال ویگ، 2010) را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. امجزی و حمید پور (1391) با بررسی اثر ورمی کمپوست روی گل آهار عنوان کردند که وزن تر کل گیاه، وزن خشک ریشه، وزن خشک گل در تیمار دارای ورمی کمپوست نسبت به شاهد بیشتر بود.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 2)، اثر رقم روی ارتفاع ساقه و اثر ورمی کمپوست روی طول سنبله گندم معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع ساقه و طول سنبله مربوط به رقم بهار و در تیمار دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ) بود هر چند اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت (جدول 4). مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین‌ها (جدول 3) نشان داد که میانگین ارتفاع ساقه در رقم بهار 5/6 درصد بیشتر از رقم شیراز بود و کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با سطح بدون ورمی کمپوست میانگین طول سنبله را 14 درصد افزایش داد. جوشی و همکاران (2013)، نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش میانگین ارتفاع گیاه، قطر ساقه، عملکرد کل اندام هوایی گندم نسبت به تیمار شاهد شد.

جدول 2- تجزیه واریانس اثر قارچ میکوریز (M) و ورمی کمپوست (V) بر عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه، طول سنبله، و غلظت و جذب عناصر غذایی کم مصرف کاه و کلش دو رقم (C) گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد بیولوژیک	ارتفاع ساقه	طول سنبله	غلظت Zn	جذب Zn	
C	1	52/806667**	55/4496**	3/0175ns	88/2050042**	44502/76***	
M	1	1/73881ns	0/07935ns	22/2915ns	3/2340042ns	3140/209ns	
V	1	1366/5504***	0/498816ns	920/7**	712/9690042***	10902/49*	
C × M	1	9/15135ns	6/3654ns	1/2927ns	0/7385042ns	2792/213ns	
C × V	1	7/820417ns	0/2646ns	104/876ns	6/6255042ns	2130/293ns	
M × V	1	11/87227ns	0/022816ns	0/3876ns	0/7385042ns	1771/72ns	
C × M × V	1	1/126667ns	0/18026667ns	36/1376ns	1/7120042ns	2853/204ns	
		غلظت Fe	جذب Fe	غلظت Mn	جذب Mn	غلظت Cu	جذب Cu
C	1	432/6504167ns	31707/81ns	27/5204167ns	0/0668ns	9/25041667*	3723/4*
M	1	5/70375ns	82/874ns	127/4204167ns	27461ns	0/57041667ns	290/39ns
V	1	941/25375ns	1204851*	324/8704167**	194843***	0/03375ns	8661/2***
C × M	1	54/3004167ns	137/55ns	3/60375ns	16/677ns	0/40041667ns	4/7171ns
C × V	1	877/2504167ns	445458/5*	260/7004167*	118528**	3/60375*	670/6ns
M × V	1	104/58375ns	108594ns	41/34375ns	50766*	0/57041667ns	405/95ns
C × M × V	1	140/6504167ns	118646/7ns	119/260416ns	54110*	1/00041667ns	696/39ns

***، ** و * به ترتیب در سطح 0/1، 1 و 5 درصد معنی‌دار است. ns از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

جدول 3- اثر قارچ میکوریز آربوسکولار (قارچ) و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه و طول سنبله ارقام گندم بهار و شیراز

رقم	شاهد	ورمی کمپوست	قارچ	ورمی کمپوست و قارچ
		عملکرد بیولوژیک (گرم بر گلدان)		
بهار	28/9 bc*	44/7 a	31/4 b	43/5 a
شیراز	26/5 c	43/7 a	25/7 c	40/9 a
		ارتفاع ساقه (سانتی متر)		
بهار	59/16 a	59/31 a	58/25 ab	57/93 ab
شیراز	55/47 bc	54/86 c	56/27 bc	55/89 bc
		طول سنبله (میلی متر)		
بهار	85/09 b	104/4 a	85/4 b	99/3 ab
شیراز	91/97 ab	97/98 ab	88/31 b	98/71 ab

*در هر پارامتر اندازه‌گیری شده، اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- مقایسه میانگین اثر عامل های اصلی (رقم (C)، قارچ میکوریز آربوسکولار (M) و ورمی کمپوست (V)) بر عملکرد بیولوژیک (گرم در گلدان)، ارتفاع ساقه (سانتی متر)، طول سنبله (میلی متر)، و غلظت (میلی گرم در کیلوگرم) و جذب کل (میکروگرم در گلدان) روی، آهن، منگنز و مس کاه و کلش گندم

		عملکرد بیولوژیک	ارتفاع ساقه	طول سنبله	غلظت روی	جذب روی	غلظت آهن	جذب آهن	غلظت منگنز	جذب منگنز	غلظت مس	جذب مس
C	بهار	37/1^{A}*	58/7^{A}	93/5^{A}	20/5^{A}	329^{A}	85/9^{A}	1417^{A}	40^{A}	661^{A}	6 ^{A}	101^{A}
	شیراز	34/2^{B}	55/6^{B}	94/2^{A}	16/7^{B}	243^{B}	84/4^{A}	1489^{A}	42^{A}	661^{A}	4/8^{B}	76/2^{B}
M	0	35/9^{A}	57/2^{A}	94/8^{A}	18/3^{A}	275^{A}	90/7^{A}	1451^{A}	44^{A}	695^{A}	5/3^{A}	85/1^{A}
	1	35/4^{A}	57/1^{A}	92/9^{A}	19 ^{A}	297^{A}	89/7^{A}	1455^{A}	39^{A}	627^{A}	5/6^{A}	92/1^{A}
V	0	28/1^{B}	57/3^{A}	87/7^{B}	24/1^{A}	307^{A}	96/5^{A}	1229^{B}	45^{A}	571^{B}	5/4^{A}	69/6^{B}
	1	43/2^{A}	57^{A}	100^{A}	13/2^{B}	265^{B}	83/9^{A}	1677^{A}	38^{B}	751^{A}	5/4^{A}	108^{A}

*در هر پارامتر اندازه‌گیری شده، اعدادی که در هر ستون در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول 5- اثر قارچ میکوریز آربوسکولار (قارچ) و ورمی کمپوست بر غلظت (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک) و جذب کل (میکروگرم در گلدان) روی، آهن، منگنز و مس ارقام گندم بهار و شیراز

رقم	شاهد	ورمی کمپوست	قارچ	ورمی کمپوست و قارچ
		غلظت روی		
بهار	25/53 a*	14/47 c	27/5 a	14/67 c
شیراز	21/53 b	11/5 c	21/73 b	12/07 c
		جذب کل روی		
بهار	318 b	296 bc	402 a	301 bc
شیراز	256 bc	228 c	253 bc	234 c
		غلظت آهن		
بهار	95/73 ab	80/13 ab	100/8 a	67/13 b
شیراز	93/97 ab	92/87 ab	95/33 ab	95/57 ab
		جذب کل آهن		
بهار	1187 b	1638 ab	1471 ab	1371 ab
شیراز	1133 b	1847 a	1125 b	1852 a
		غلظت منگنز		
بهار	46/37 a	39/5 a	48/07 a	27/03 b
شیراز	45/6 a	43 a	39/93 a	41 a
		جذب کل منگنز		
بهار	581 bc	807 a	702 ab	554 bc
شیراز	537 c	854 a	464 c	788 a
		غلظت مس		
بهار	6/07 ab	5/93 ab	6/83 a	5/27 a-c
شیراز	4/2 c	4/8 bc	4/67 bc	5/47 a-c
		جذب کل مس		
بهار	74/8 bc	122 a	99/9 ab	108 a
شیراز	49/2 c	95/2 ab	54/5 c	107 a

*در هر پارامتر اندازه‌گیری شده، اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

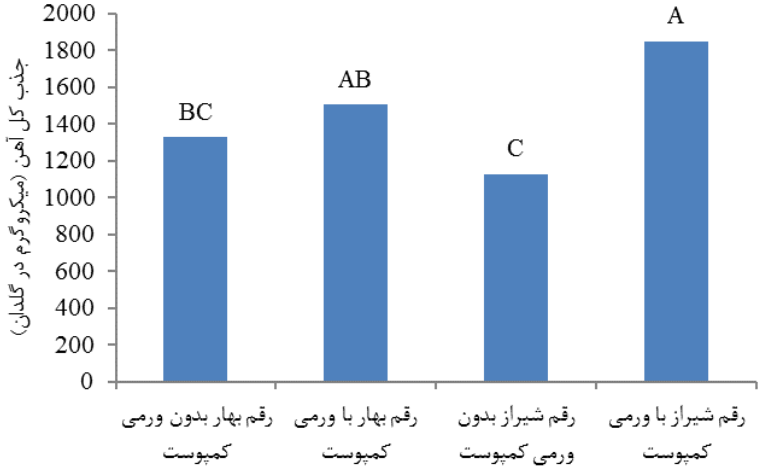
Archive of SID

غلظت و جذب کل روی

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثر رقم و ورمی کمپوست بر غلظت و جذب کل روی معنی‌دار بود ولی اثر قارچ میکوریز آربوسکولار (قارچ) و برهمکنش‌ها معنی‌دار نبود. بیشترین غلظت و جذب روی مربوط به رقم بهار و در تیمار دارای قارچ (بدون کاربرد ورمی کمپوست) بود هر چند غلظت روی اختلاف معنی-داری با تیمار شاهد نداشت (جدول 5). در رقم بهار، مایه زنی با قارچ میکوریز جذب کل روی کاه و کلش گندم را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد ولی در رقم شیراز تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 5). مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد میانگین غلظت و جذب روی را به ترتیب 82/6 و 15/8 درصد کاهش داد و این را می‌توان به غلظت بالای فسفر موجود در ورمی کمپوست نسبت داد. میانگین غلظت و جذب روی در رقم بهار در مقایسه با رقم شیراز به ترتیب 23 و 36 درصد بیشتر بود (جدول 4). امجزی و حمید پور (1391) نشان دادند که کاربرد 5 و 10 درصد ورمی کمپوست، غلظت روی اندام هوایی گل آهار را به ترتیب 40 و 21 درصد نسبت به شاهد کاهش داد. لیو و همکاران (2000) گزارش کردند در سطوح پایین فسفر مقدار روی در گیاه میکوریزی نسبت به گیاه غیر میکوریزی بالاتر بود

غلظت و جذب کل آهن

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثر عامل ها و برهمکنش آنها بر غلظت آهن کاه و کلش گندم معنی‌دار نبود. اما اثر ورمی کمپوست و اثر برهمکنش ورمی کمپوست و رقم بر جذب کل آهن معنی دار بود. با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول4)، کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد میانگین جذب کل آهن را 37 درصد افزایش داد. در بر همکنش بین ورمی کمپوست و رقم، در رقم بهار کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با سطح بدون ورمی کمپوست اثر معنی‌داری روی جذب کل آهن نداشت اما در رقم شیراز کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با سطح بدون ورمی کمپوست جذب کل آهن را به طور معنی‌داری افزایش داد (نمودار 1). امجزی و حمید پور (1391) نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست، غلظت آهن اندام هوایی گل آهار را نسبت به شاهد افزایش داد. چاشوپادیا و همکاران (1992) گزارش کردند که مصرف کمپوست سبب افزایش جذب آهن در کاه و کلش برنج شد. حبشی و همکاران (2008) در یک آزمایش مزرعه‌ای گزارش کردند که تحت تأثیر کاربرد کمپوست آلی و قارچ میکوریز در سطوح مختلف فسفر، غلظت عناصر غذایی کم مصرف به طور معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت.



شکل 1- برهمکنش ورمی کمپوست و رقم بر جذب کل آهن کاه و کلش گندم

www.SID.ir

Archive of SID

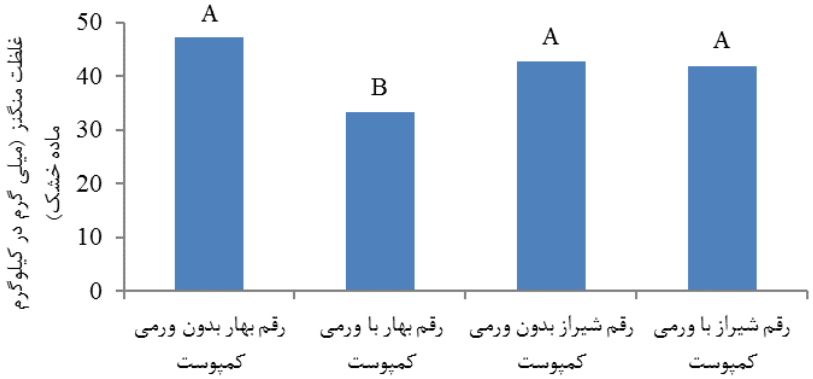
غلظت و جذب کل منگنز

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 2)، اثر ورمی کمپوست بر غلظت و جذب کل منگنز کاه و کلش گندم معنی‌دار بود ولی اثر رقم و قارچ معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد، میانگین غلظت منگنز را 15/6 درصد کاهش، و میانگین جذب کل منگنز را 31/5 درصد افزایش داد. اثر بر همکنش ورمی کمپوست و رقم بر غلظت و جذب کل منگنز معنی‌دار بود (جدول 2). در رقم بهار، کاربرد ورمی کمپوست میانگین غلظت منگنز را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد در حالی که در رقم شیراز با اینکه با کاربرد ورمی کمپوست غلظت منگنز کاهش یافت ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (نمودار 2). با کاربرد ورمی کمپوست میانگین جذب کل منگنز کاه و کلش گندم در هر دو رقم بهار و شیراز در مقایسه با شاهد افزایش یافت ولی این افزایش در رقم بهار از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (نمودار 3).

اثر بر همکنش ورمی کمپوست و قارچ بر جذب کل منگنز معنی‌دار بود (جدول 2). با توجه به نمودار 4، در برهمکنش بین ورمی کمپوست و قارچ میکوریز، کمترین و بیشترین جذب کل منگنز به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ) بود. کاربرد قارچ (بدون ورمی کمپوست) در مقایسه با شاهد جذب کل منگنز را درصد افزایش داد هر چند از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. کاربرد توأم ورمی کمپوست و قارچ، سبب افزایش معنی‌داری جذب کل منگنز در مقایسه با شاهد و کاهش معنی‌دار جذب کل منگنز در مقایسه با سطح دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ) شد و اختلاف معنی‌داری با سطح داری قارچ (بدون ورمی کمپوست) نداشت.

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که برهمکنش ورمی کمپوست، رقم و میکوریز بر جذب کل منگنز معنی‌دار بود. با توجه به جدول 5، در هر دو رقم کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد سبب افزایش معنی‌دار جذب منگنز شد همچنین مایه زنی با قارچ میکوریز در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری روی جذب منگنز نداشت. اما کاربرد توأم ورمی کمپوست و قارچ در مقایسه با شاهد و سطح دارای قارچ (بدون ورمی کمپوست)، در رقم شیراز سبب افزایش معنی‌دار جذب منگنز شد در حالی که در رقم بهار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از طرف دیگر بین دو رقم در سطح شاهد و سطح دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ) اختلاف معنی‌داری از لحاظ جذب منگنز مشاهده نشد، در حالی که جذب منگنز در سطح دارای قارچ (بدون ورمی کمپوست) در رقم بهار در مقایسه با رقم شیراز به طور معنی‌داری بیشتر بود و در کاربرد توأم ورمی کمپوست و قارچ جذب منگنز در رقم شیراز در مقایسه با رقم بهار به طور

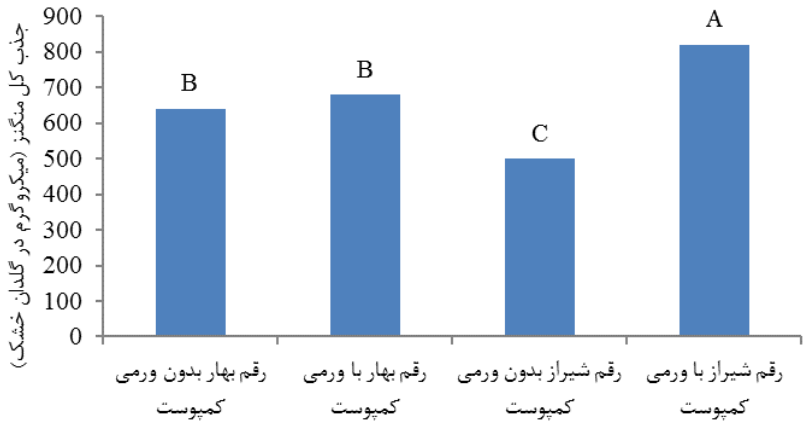
معنی‌داری بیشتر بود. لیو و همکاران (2000) گزارش کردند که شرکت قارچ میکوریز آربوسکولار در جذب روی، مس، منگنز و آهن بوسیله ذرت توسط سطوح فسفر و عناصر غذایی کم مصرف تحت تأثیر قرار گرفته است به طوری که غلظت منگنز با کاربرد قارچ میکوریز کاهش یافت. کلانتری و همکاران (2011) گزارش نمودند که با کاربرد 1 درصد ورمی کمپوست غلظت آهن و منگنز در اندام هوایی ذرت افزایش ولی غلظت روی و مس کاهش یافت.



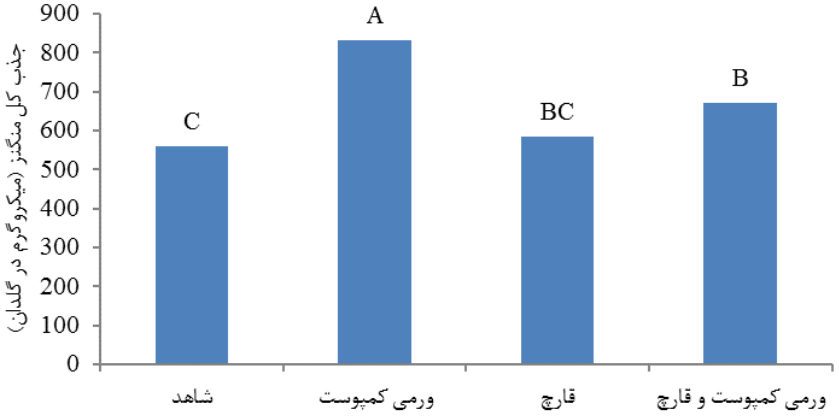
شکل 2- برهمکنش رقم و ورمی کمپوست بر غلظت منگنز کاه وکلش گندم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 3- برهمکنش رقم و ورمی کمپوست بر جذب کل منگنز کاه و کلش گندم



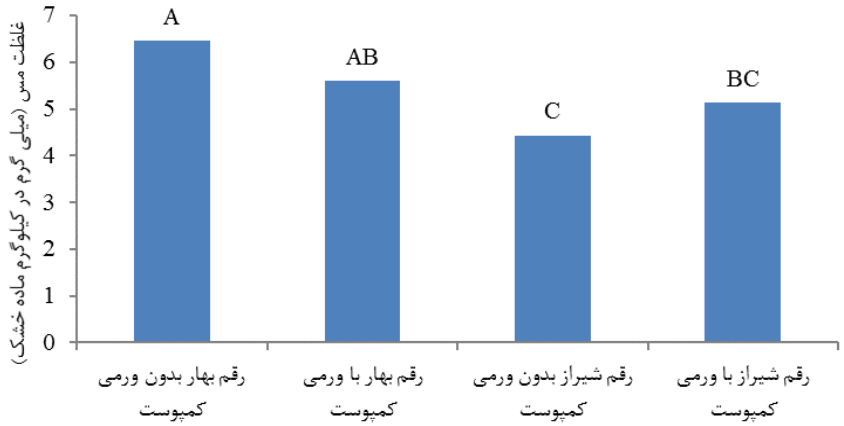
شکل 4- برهمکنش ورمی کمپوست و قارچ بر جذب کل منگنز کاه و کلش گندم

غلظت و جذب کل مس

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثر رقم روی غلظت و جذب کل مس کاه و کلش گندم معنی‌دار بود همچنین اثر ورمی کمپوست روی جذب کل مس معنی‌دار بود. با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول 4)، کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد میانگین جذب کل مس را 55 درصد افزایش داد. میانگین غلظت و جذب مس در رقم بهار در مقایسه با رقم شیراز به ترتیب 25 و 32/5 درصد بیشتر بود. اثر بر همکنش ورمی کمپوست و رقم بر غلظت مس معنی‌دار بود (جدول 2). در سطح بدون ورمی کمپوست غلظت مس در رقم بهار به طور معنی‌داری بیشتر از رقم شیراز بود در حالی که در سطح دارای ورمی کمپوست ارقام اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (نمودار 5). نادا و همکاران (2011) نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش غلظت روی و منگنز یک نوع گراس شد در حالی که غلظت آهن را کاهش داد و اثر معنی‌داری روی غلظت مس اندام هوایی نداشت.

www.SID.ir

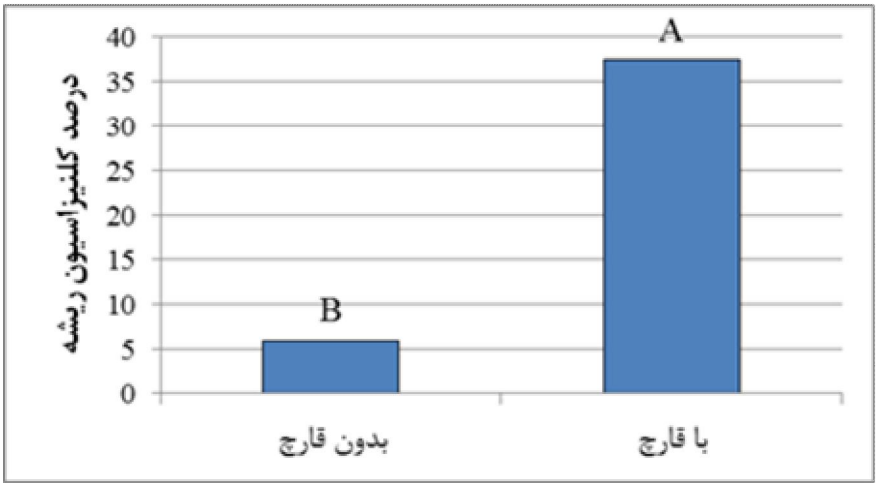
Archive of SID



شکل 5- برهمکنش ورمی کمپوست و رقم بر غلظت مس کاه و کلش گندم

درصد کلنیزاسیون ریشه

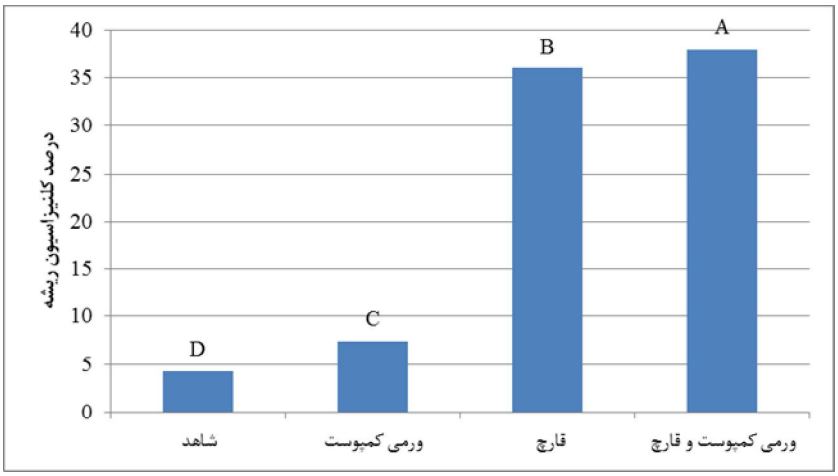
با توجه به مقایسه میانگین ها (نمودار 6) مایه زنی با قارچ میکوریز، میانگین درصد کلنیزاسیون ریشه را نسبت به سطح بدون قارچ به طور معنی‌داری (31/6 درصد) افزایش داد. درصد کلنیزاسیون ریشه با کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با سطح شاهد به طور معنی‌داری (3/15 درصد) افزایش یافت (نمودار 7). اثر توأم ورمی کمپوست و قارچ میکوریز درصد کلنیزاسیون ریشه را در مقایسه با کاربرد هر یک از آنها به تنهایی به طور معنی‌داری افزایش داد (نمودار 7). برین و همکاران (1384) بیان نمودند که گیاه گوجه‌فرنگی مایه زنی شده با قارچ میکوریز نسبت به گیاه مایه زنی نشده با قارچ دارای درصد کلنیزاسیون بالاتری بود. غلامی و همکاران (1393) نشان دادند که کاربرد ماده آلی (کمپوست زباله شهری و کود گوسفندی) درصد کلنیزاسیون ریشه ذرت را در مقایسه با سطح بدون کاربرد قارچ به طور معنی‌داری افزایش داده است.



شکل 6- مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریز بر درصد کلنیزاسیون ریشه گندم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 7- برهمکنش قارچ و ورمی کمپوست بر درصد کلنیزاسیون ریشه گندم

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر بیشترین عملکرد کل اندام هوایی گندم در تیمار دارای ورمی کمپوست (بدون مایه زنی با قارچ میکوریز آربوسکولار) و برای رقم بهار به دست آمد. همچنین اثر ورمی کمپوست روی غلظت و جذب کل عناصر غذایی کم مصرف کاه و کلش گندم معنی‌دار بود. کاربرد توأم ورمی کمپوست و قارچ، سبب افزایش معنی‌داری جذب منگنز در مقایسه با شاهد و کاهش معنی‌دار جذب منگنز در مقایسه با سطح دارای ورمی کمپوست (بدون قارچ میکوریز) شد، اما روی سایر پارامترهای دیگر اندازه‌گیری شده اثر معنی‌داری نداشت.

در یک نتیجه‌گیری کلی، استفاده از کودهای زیستی در جهت افزایش عملکرد گندم به عنوان یک محصول استراتژیک مفید می‌باشد و رقم بهار هم از لحاظ عملکرد و هم از لحاظ جذب عناصر غذایی کم مصرف بهتر از رقم شیراز بود.

سپاسگزاری

از بخش علوم خاک و دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به خاطر فراهم نمودن امکانات و ایجاد تسهیلات لازم برای انجام این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع:

1. امجزی، ح. و م. حمید پور. 1391. اثر فسفر، ورمی کمپوست و زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گل آهار. علوم و فنون کشت های گلخانه‌ای، سال سوم، شماره دهم. ص 86-79.
2. امیر آبادی، م.، ف. رجالی، م. ر. اردکانی و م. برجی. 1388. تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتو باکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل کراس 704) در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد 23، شماره 1. ص. 115-107.
3. امیر آبادی، م.، م. سیفی، ف. رجالی و م. ر. اردکانی. 1391. بررسی غلظت عناصر معدنی پرمصرف در ذرت علوفه‌ای (Zea mays L.) (رقم سینگل کراس 704) تحت تأثیر تلقیح قارچ میکوریزی و Azotobacter chroococcum در سطوح مختلف نیتروژن. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد 4، شماره 1، ص. 33- 40.
4. برین، م.، ن. علی اصغر زاده، و ع. صمدی. 1384 . اثر تلقیح با قارچ‌های میکوریزی در خزانه بر خصوصیات رشدی و تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، جلد 2، ص. 57-55.
5. صالح راستین، ن. 1377. کودهای بیولوژیک. مجله خاک و آب، جلد 12، شماره 3، ص. 1 تا 36

www.SID.ir

Archive of SID

6. غلامی، ل.، ج. بثربی، ن. کریمیان، م. زارعی و ع. رونقی. 1393. اثر همزیستی میکوریز آربوسکولار، ماده آلی و سطوح روی بر شکل‌های شیمیایی روی در یک خاک آهکی زیر کشت گیاه ذرت. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال پنجم، شماره بیستم. ص 151-139.

7. Bethlenfalvay, G.J., and Linderman, R.G. 1992. Mycorrhiza in sustainable agriculture. Am. Soci. Agron. Inc.
8. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Sparks, D. L. (Ed.). Soil. Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 1085–1121.
9. Caris, C., Hordt, W., Hawkins, H.-J., Romheld, V. and George, E. 1998. Studies of iron transport by arbuscular mycorrhizal hyphae from soil to peanut and sorghum plants. Mycorrhiza 8:35-39.
10. Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M. and Patra, D.D. Influence of Integrated Supply of Vermicompost and Zinc-Eniched Compost with Two Graded Levels of Iron and Zinc on the Productivity of Geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 2581–2599
11. Chatiopadhyay N., GuptaDutia, M. and Gupta, S.K. 1992. Effect of city waste compost and fertilizers on the growth, nutrient uptake and yield of rice. J. Indian Soci. Soil Sci. 40:464-468.
12. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods, Klute, A. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am., and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 383-410.
13. Habashy, N.R., Abou El-Khair, A.W., and Zaki, R.N. 2008. Effect of organic and bio-fertilizers on phosphorus and some micronutrients availability in a calcareous soil. Res. J. Agric. and Biol. Sci. 4(5): 545-552.
14. Ishizuka, J., 1992. Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil. 141:197-209.
15. Joshi, R. and Pal Vig, A. 2010. Effect of Vermicompost on Growth, Yield and Quality of Tomato (Lycopersicumesculentum L). African Journal of Basic & Applied Sciences 2 (3-4): 117-123.
16. Joshi, R., Pal Vig, A. and Singh, J. 2013. Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: a field study. International Journal of Recyclin of Organic Waste in Agriculture, 2:16.
17. Kalantari, S., Ardalan, M.M., Alikhani, H.A., and Shorafa, M. 2011. Comparison of Compost and Vermicompost of Yard Leaf Manure and Inorganic Fertilizer on Yield of Corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42:123–131.
18. Kizilkaya, R., Hepsen Turkay, F.S., Turkmen, C. and Durmus M. 2012. Vermicompost effects on wheat yield and nutrient contents in soil and plant. Archives of Agronomy and Soil Science, Vol. 58, No. S1, S175–S179.
19. Kormanik, P. P., and A. C. McGraw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscularmycorrhizae in plant roots. In: Methods and principles of mycorrhizal research, Schenck, N. C. (Ed.). The American Phytopathological Society, St. Paul. pp. 37-45.
20. Kuo, S. 1996. Phosphorus. P. 869-920. In: D. L. Sparks et al., (eds) methods of soil analysis part III, 3rd ed. Am. Soc. Agron., Madison. W I.
21. Lambert, D.H., Cole, H., Jr., and Baker, D.E. 1980. Variation in the response of alfalfa clones and cultivars to mycorrhizae and phosphorus. Crop Sci. Soc. Am. 20:615-618.
22. Lindsay, W.I., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421- 448.

www.SID.ir

Archive of SID

23. Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R.I., Ma, B.L. and Smith, D.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn, and Fe by mycorrhizal maize (Zea Mays L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. Mycorrhiza 9: 331–336.
24. Loeppert, R.H., and Suarez, D.L. 1996. Carbonate and gypsum. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 437-474.
25. Mahmoud, E.K. and Ibrahim, M.M. 2012. Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residuals on soil chemical properties and barley growth. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12 (3), 431-440.
26. Moraditochaee, M., Bozorgi, H.R., and Halajisani, N. 2011. Effects of Vermicompost Application and Nitrogen Fertilizer Rates on Fruit Yield and Several Attributes of Eggplant (Solanummelongena L.) in Iran. World Applied Sciences Journal 15 (2): 174-178.
27. Nada, W.M., Rensburg, L.V., Claassens, S. and Blumenstein, O. 2011. Effect of vermicompost on soil and plant properties of coal spoil in the lusatian region (eastern germany). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42:1945–1957.
28. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon,and organic matter. In: Methods of Soil Analysis part 3: Chemical methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 961-1010.
29. Powell, C.L. and Bagyaraj, D.J. 1986. VA mycorrhiza. CRC Press. Inc. Bocaraton, Florida.
30. Rhoades, J.D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids, In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. And Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 417-435.
31. Singh, M. and Wasnik, K. 2013. Effect of Vermicompost and Chemical Fertilizer on Growth, Herb, Oil Yield, Nutrient Uptake, Soil Fertility, and Oil Quality of Rosemary. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 44:2691–2700.
32. Sreenivasa, M.N., and Bagyaraj, D.J. 1989. Use of pesticide for mass production of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum. Plant Soil 119: 127-132.
33. Summer, M.E., and Miller, W.P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 1201–1230.
34. Tejada, M., and González, J.L. 2009. Application of two vermicomposts on a rice crop: effects on soil biological properties and rice quality and yield. Agron. J. 101:336-344.
35. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. Sparks, D. L., (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 475-490 .
36. Verma, R.K. Verma, R.S., Rahman, L-U., Yadav, A.D., Patra, D. and Kalra, A. 2013. Utilization of Distillation Waste Based Vermicompost and other Organic and Inorganic Fertilizers on Improving Production Potential in Geranium and Soil Health. Communications in Soil Science and Plant Analysis, DOI: 10.1080/00103624.2013.854803 (accepted manuscript).
37. Watanabe, F.R., and Olson, S.R. 1965. Test of an ascorbic acid methods for determining phosphorus in water and NaHCO3 extaracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. proc. 29:677-678.

www.SID.ir