نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 9، شماره 4، زمستان 1396، ص. 1049-1031

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 1031-1049

# بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست، گل گوگرد و *تیوباسیلوس* بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در منطقه دشت بخش جوین

محمود احمدی[1]، شاهین شاهسونی[2*]، حمید عباسدخت[3]، حمیدرضا اصغری[3] و شاهرخ قرنجیک[4]

تاریخ دریافت: 1394/08/26
تاریخ پذیرش: 1395/01/08

احمدی، م.، شاهسونی، ش.، عباسدخت، ح.، اصغری، ح.ر.، و قرنجیک، ش. 1396. بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست، گل گوگرد و *تیوباسیلوس* بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در منطقه دشت بخش جوین. بوم‌شناسی کشاورزی، 9(4): 1049-1031.

## چکیده

به‌منظور بررسی اثر گل گوگرد،کود آلی ورمی‌کمپوست و باکتری *تیوباسیلوس* بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) (سینگل کراس 704) در منطقه دشت بخش جوین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در 36 کرت آزمایشی در سال 1391 اجرا گردید. فاکتور گل گوگرد در سه سطح $S_0$= عدم مصرف، $S_1$= مصرف 500 کیلوگرم درهکتار، $S_2$= مصرف 1000 کیلوگرم در هکتار، کود آلی ورمی‌کمپوست در دو سطح $V_0$= عدم مصرف، $V_1$= مصرف 5000 کیلوگرم درهکتار و فاکتور *تیوباسیلوس* که در دو سطح عدم مصرف ($T_0$) و مصرف ($T_1$) اعمال گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترکیب سه عامل گل گوگرد، کود آلی ورمی‌کمپوست و باکتری *تیوباسیلوس* به‌صورت مستقل یا توأم با هم باعث افزایش هدایت الکتریکی (EC) و افزایش فراهمی فسفر، آهن، روی، سولفات قابل جذب و کاهش اسیدیته خاک گردیدند. درصد کربن آلی، نیتروژن کل، درصد رطوبت اشباع و درصد ظرفیت زراعی در تیمارهای به‌خصوص دارای کود آلی ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری نشان دادند. تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست و سطح کاربرد 1000 کیلو گرم گل گوگرد بیشترین عملکرد دانه را بر میزان 9/1 تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد، عدم مصرف گل گوگرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل شد. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت که اثر متقابل مصرف گل گوگرد با کود آلی ورمی‌کمپوست و اثر متقابل کاربرد *تیوباسیلوس* و گل گوگرد به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه ذرت را افزایش داد.

**واژه‌های کلیدی :** اسیدیته خاک، کودآلی، مایه تلقیح، هدایت الکتریکی

## مقدمه

استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی به بیشتر شدن آلودگی محیطزیست می افزاید. به سبب استفاده نامتعادل از کودهای شیمیایی در تولیدات کشاورزی، حاصلخیزی خاک دستخوش تغییر شده است (Aveyard, 1988). از این رو می‌توان با استفاده از کودهای زیستی از این خطرات جلوگیری کرد. کاربرد مواد آلی کمپوست شده در خاک می تواند اثرات مفیدی بر کیفیت شیمیایی، بیوشیمیایی و فیزیکی خاک و افزایش ظرفیت مواد غذایی مورد نیاز گیاه در خاک داشته باشد (Kowaljow & Mazzarino, 2007). تهیه ورمی‌کمپوست از ضایعات آلی و افزودن آن به خاک سبب کاهش آلودگی محیطزیست و افزایش فعالیت ریز جانداران در خاک می‌شود (Arnaud Asghari et al 2011 ;et al., 2000). در پهنه‌های وسیع خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، ساختمان خاک به واسطه مدیریت غلط

1، 2، 3 و 4- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار، گروه علوم خاک، دانشیار و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
(*- نویسنده مسئول: Email: shahsavani2001@yahoo.com)
DOI:10.22067/JAG.V9I4.50902

Archive of SID
www.SID.ir

تخریب شده است. در این نواحی افزودن بقایای آلی به خاک باعث افزایش معنی‌دار درصد خاکدانه‌های پایدار گردیده است (Baure & Black, 1992). در تحقیقی نشان داده شد که کاربرد ورمی‌کمپوست (7 تن در هکتار) سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک ساقه و ارتفاع گیاه ذرت (*Zea mays* L.) در مقایسه با شاهد گردید که سبب آن را افزایش ظرفیت نگهداری خاک دانستند (Gutie´rrez-Miceli et al., 2008).

تعادل عناصر غذایی که در کودهای آلی وجود دارد باعث تولید گیاهانی می‌شود که از سلامتی بیشتری برخوردارند و انرژی که باید برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها استفاده شود در گیاه ذخیره شده و از آن در جهت افزایش رشد و عملکرد گیاه استفاده می‌شود (Phukan, 1993).

مقدار گوگرد در گیاه تقریباً برابر با فسفر (0/2 درصد) است. کمبود گوگرد اثری مهم در کاهش رشد گیاه داشته و به دلیل شرکت در ترکیبات پروتئینی کمبود آن با رنگ پریدگی در برگ‌های جوان مشخص می‌شود (Hagin & Tucker, 1982). گوگرد با موفقیت با موادی مانند اوره، آمونیاک بی آب، سوپر فسفات غلیظ (CSP)، آمونیوم فسفات و مواد جامد یا مایع NPK به‌کار برده شده است. البته فایده آن به میزان سولفات بستگی دارد. اگر میزان این عنصر در خاک در سطح کافی حفظ نشود لگوم‌ها از تناوب خارج می‌شوند، زیرا گوگرد برای تثبیت نیتروژن به‌وسیله *ریزوبیوم‌ها* ضروری است (Babaei et al 2011). این کاهش زمانی که گل گوگرد همراه مایه تلقیح *تیوباسیلوس* مصرف شود می‌تواند قابل توجه بوده و از طرفی مواد آلی قادرند با گرفتن یا رها کردن یون $H^+$ تغییرات زیاد pH خاک را تعدیل کنند در نتیجه آن را در حالت خنثی یا مناسب برای رشد یک محصول خاص نگه دارند (Majedian et al., 2005). کودهای دامی و آلی موجب بالا بردن ظرفیت تبادل کاتیونی می‌شوند این خاصیت هم از نظر تغذیه گیاه و هم از نظر جلوگیری از تلفات کود در نتیجه آبشویی، اهمیت فوق‌العاده ای دارد (Ferrol et al., 2009). تشکیل کمپلکس بین یون‌های فلزی و مواد آلی خاک اهمیت فوق العاده‌ای در نگهداری و قابلیت تحرک آلاینده‌های فلزی خاک و آب دارد. واکنش بین مواد آلی محلول، مواد آلی معلق و مواد آلی ته‌نشین شده با یون‌های فلزی واکنش‌هایی هستند که در تشکیل کمپلکس‌ها نقش دارند (Bara et al., 2005) کودهای شیمیایی و آلی لازم و ملزوم یکدیگر بوده، نیاز به هر دو برای ایجاد شرایط مناسب جهت رشد گیاهان است. عوارض نامطلوب مصرف دراز مدت و بی‌رویه کودهای شیمیایی ثابت شده است. بنابراین، افزایش مواد آلی نه تنها تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را به‌دنبال دارد بلکه یک سازش‌پذیری مطلوب بین ماده آلی و شیمیایی وجود داشته و کاستی‌های یکدیگر را رفع می‌کنند (Cardoso & Kuper 2006). درزی (Darzei, 2008) نشان دادند که استفاده از انواع کودهای آلی شرایط مساعدی را برای جذب ازت و فسفر و پتاسیم در خاک‌های متفاوت فراهم می‌کند. هم‌چنین خلیفه (Khalifa, 1993) گزارش کرد که مقدار کل و قابل دسترس ازت، فسفر و پتاسیم به‌طور معنی‌داری در خاک‌هایی که به‌مقدار زیاد با کودهای آلی تیمار شده بود، افزایش یافت. در تحقیقی دیگر، رضاییان نژاد و افیونی (Rezaeinezhad & Afeyoni, 2000) به این نتیجه رسیدند که از بین سه کود لجن فاضلاب، کود گاوی وکمپوست، کمپوست با داشتن نسبت کربن به نیتروژن بیشتر در مقابل کود گاوی و لجن فاضلاب دارای تأثیر کمتری در عملکرد ذرت بود. بعضی از محققین معتقدند به دلایل مختلف اضافه کردن مواد آلی به خاک ممکن است موجب کاهش محصول شود که یکی از دلایل آن محبوس شدن نیتروژن است (Malakoti & Nafisi, 1988). بنابراین، در هنگام استفاده از پسمانده‌های آلی برای جلوگیری از کمبود نیتروژن باید از کودهای نیتروژن‌دار استفاده کرد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست، گل گوگرد و *تیوباسیلوس* بر برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه دشت شهرستان جوین می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در منطقه دشت شهرستان جوین در سال1391 اجرا گردید. شهرستان جوین با مساحت حدود 3000 کیلومترمربع از طرف شمال به استان خراسان شمالی، از طرف شرق به شهرستان خوشاب، از طرف جنوب به شهرستان سبزوار و از طرف غرب به شهرستان جغتای منتهی می‌شود که بین مدارهای57 درجه و 25 دقیقه طول جغرافیایی و 36 درجه 42 دقیقه عرض جغرافیای واقع است. میانگین بارندگی 10 ساله 228/4 میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت 40/4 و حداقل آن 8/8- درجه سانتی‌گراد، دارای رطوبت نسبی 48 درصد، تعداد روزهای یخبندان 59 روز، تعداد ساعات آفتابی 3120 ساعت و میانگین ارتفاع شهرستان از سطح دریا 1100 متر است. در ابتدای

Archive of SID

www.SID.ir

شروع آزمایش به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر، نمونه مرکبی از اعماق 30-0 سانتی‌متری خاک جمع‌آوری و جهت تجزیه آزمایش‌های اولیه به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل که نتایج آن در جدول شماره 1 آمده است.

**جدول 1- برخی از خصوصیات خاک مورد نظر قبل از اجرای طرح (30-0 cm)**

**Table 1- Some soil properties (0-30 cm)**

| بافت Texture | pH | شوری (میلی-زیمنس بر سانتی‌متر) EC $mS.cm^{-1}$ | کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%) | نیتروژن کل (درصد) Total N (%) | پتاسیم قابل جذب (میلی - گرم بر کیلو گرم) Available. K ($mg.kg^{-1}$) | فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلو گرم) Absorable.P ($Mg.kg^{-1}$) | وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk density ($g.cm^{-3}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لومی Loam | 7.82 | 8.42 | 0.32 | 0.02 | 284 | 7.2 | 1.38 |

این تحقیق به صورت فاکتوریل سه عاملی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. در این تحقیق سه عامل گل گوگرد، ورمی‌کمپوست و مایه تلقیح *تیوباسیلوس* در سه تکرار و 36 کرت آزمایشی قرار گرفتند. فاکتور گل گوگرد در سه سطح عدم مصرف، مصرف 500 کیلوگرم در هکتار، مصرف 1000 کیلوگرم درهکتار و کود آلی ورمی‌کمپوست در دو سطح عدم مصرف، مصرف 5000 کیلوگرم در هکتار و فاکتور *تیوباسیلوس* که در دو سطح عدم مصرف و کاربرد *تیوباسیلوس* در نظر گرفته شد.

زمین مورد نظر که در سال قبل شخم خورده بود، در اردیبهشت 1391 ابتدا تسطیح اجمالی و پس از آن کودهای پایه بوسیله کولتیواتور تا عمق حدود 15 سانتی‌متری زیر خاک رفت. تیمارهای گوگرد، ورمی‌کمپوست (جدول 3) و مایه تلقیح *تیوباسیلوس* کاملاً با خاک مخلوط و در عمق کمتر از کودهای پایه به سطح زمین با کولتیواتور دوم زیر خاک برده شد. آن‌گاه با استفاده از ردیف کار دو ردیفه ذرت (بدون بذر) ردیف‌ها آماده شدند. هر کرت آزمایشی متشکل از 5 ردیف 6 متری به فواصل 80 سانتی‌متر از یکدیگر بود و فاصله بذور روی ردیف ها 20 سانتی‌متر و در روی هر پشته دو ردیف بذر در عمق 5 سانتی‌متری کاشته شد. کرت‌ها همگی به‌وسیله پشته از همد یگر جدا شده و دو جوی اصلی انتقال آب طوری طراحی شد تا تمامی کرت‌ها در سه ردیف 12 تایی جا گرفته و به‌خوبی آبیاری صورت گیرد. نتایج آب مورد استفاده در این پژوهش در جدول شماره 2 نشان داده شده است.

پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه و هوا خشک شدن، هر نمونه خاک به طور جداگانه کوبیده، از الک 2 میلی‌متری گذرانده، آن‌گاه اقدام به انجام آنالیزهای اندزه‌گیری هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع و EC متر مدل Jenway، اندازه‌گیری و اسیدیته خاک در عصاره گل اشباع با دستگاه pH متر مدل Jenway، درصد کربن آلی[1] (OC) به روش واکلی و بلک (Walkley & Black, 1934)، درصد ازت کل به روش کجلدال، اندازه‌گیری فسفر خاک به روش اولسن و همکاران (Olsen et al., 1954) اندازه‌گیری روی و آهن به روش دی اتیلن پنتا استیک اسید[2] (DTPA)، اندازه‌گیری سولفات به روش توربیمتری[3]، درصد رطوبت اشباع[4] (SP) و درصد رطوبت ظرفیت زراعی[5] (FC) تعیین گردید. بذر ذرت مورد استفاده هیبرید سینگل کراس 704 (دیر رس، تک بلال و دندان اسبی) بود.

تراکم کاشت حدود 65000 بوته در هکتار بود. کود اوره 300 کیلوگرم در هکتار بر اساس توصیه کودی طی سه مرحله به‌صورت مساوی در مراحل 1- همزمان با کاشت (اردیبهشت 1391) 2- قبل از گلدهی و 3- مرحله پر شدن دانه‌ها به خاک داده شد. دور آبیاری به فاصله 9 روز بود و در طی مرحله داشت دوبار کود میکرو (فوسامکو 4) همراه سولوپتاس (20 کیلوگرم در هکتار) و حشره‌کش‌های (دیمیتوات و دیازینون) با سمپاش در دو مرحله محلول‌پاشی شد. زمان رسیدن فیزیولوژیک (اوایل شهریور 1391) از ابتدا و انتهای هر کرت 0/5 متر به عنوان حاشیه اطمینان حذف و نمونه‌ها از دو ردیف وسط

1- Organic Carbon
2- Diethylene Triamine Pentaacetic Acid
3- Turbidometry
4- Saturated Paste
5- Field Capacity

Archive of SID

www.SID.ir

برای اندازه‌گیری فاکتورهای مختلف زراعی برداشت (اواخر شهریور 1391) و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه بوته‌ها به اجزای (ساقه، بلال و اجزای دیگر) آن تفکیک، شمارش، اندازه‌گیری، توزین و ثبت شد. ارتفاع گیاه (از بالای سطح خاک) اندازه‌گیری شد.

**جدول 2- خصوصیات آب مورد استفاده در طرح**

**Table 2- Water quality prperties**

| pH | شوری (میکرو زیمنس بر متر) EC µS.m$^{-1}$ | نسبت جذب سدیم Sodium adsorption ratio | Total Dissolved Solid (mg l$^{-1}$) | کلسیم (میلی اکی والان بر لیتر) Ca (meq.l$^{-1}$) | منیزیم (میلی اکی والان بر لیتر) Mg (meq.l$^{-1}$) | سدیم (میلی اکی والان بر لیتر) Na (meq.l$^{-1}$) | کربنات (میلی اکی والان بر لیتر) CO 3$^{-2}$ (meq.l$^{-1}$) | بی کربنات (میلی اکی والان بر لیتر) HCO3$^{-1}$ (meq.l$^{-1}$) | کلر (میلی اکی والان بر لیتر) Cl$^{-1}$ (meq.l$^{-1}$) | سولفات (میلی اکی والان بر لیتر) SO4$^{-2}$ (meq.l$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7.5 | 980 | 3.65 | 627 | 2.6 | 2.8 | 0.6 | 0000 | 1.3 | 6.8 | 2.2 |

**جدول 3- برخی از خصوصیات ورمی‌کمپوست مورداستفاده**

**Table 3- Some properties of used vermicompost**

| اسیدیته pH | شوری (میلی- زیمنس بر سانتی متر EC mS.cm$^{-1}$ | کلسیم (در صد) Ca (%) | کربن آلی (درصد) Organic. Carbon (%) | پتاسیم (در صد) K (%) | فسفر (در صد) P (%) | عناصر میکرو (میلی‌گرم بر کیلو گرم) (mg.kg$^{-1}$) (Micro element) | | | | | رطوبت (در صد) Moisture (%) | تخلخل (در صد) Prosity (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | مس Cu | منگنز Mn | روی Zn | آهن Fe | منیزیم Mg | | |
| 7.6 | 3.1 | 3.8 | 31 | 1.13 | 1.06 | 62.01 | 294.15 | 37.27 | 4717 | 0.57 | 21 | 34.5 |

این سه عامل با همدیگر کاملاً مخلوط و یک ماه قبل از کشت ذرت به خاک داده شد تا میکرو ارگانیسم‌ها با استفاده از رطوبت خاک شروع به اکسیداسیون گوگرد نمایند. در هنگام کاشت نیز مقدار 150 کیلوگرم در هکتار فسفات دی‌آمونیم (46 درصد $P_2O_5$) و 150 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (50 درصد $K_2O$) بر اساس توصیه کودی آزمایشگاه یک ماه قبل از کشت به‌صورت یکسان برای همه کرت‌ها استفاده شد.

تجزیه واریانس داده‌های خام با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. نمودارها و جداول نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم و تنظیم گردیدند.

## نتایج و بحث

### شوری خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار سه جانبه گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* در سطح پنج درصد به‌طور معنی‌دار باعث افزایش 8/3 درصدی شوری خاک گردید. به‌طوری که حداکثر شوری در مصرف 1000کیلوگرم گوگرد، 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست و مصرف *تیوباسیلوس* و حداقل آن در عدم مصرف گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* حادث شد (جدول 4). کود آلی ورمی‌کمپوست علاوه بر این‌که دارای مقدار زیادی عناصر قلیایی محلول است (جدول 3) مصرف آن با گوگرد و باکتری *تیوباسیلوس* از طریق تجزیه مواد آلی و اکسیداسیون گوگرد سبب تولید اسیدهای آلی و معدنی می‌شود تولید اسید باعث کاهش pH خاک و حلالیت بیشتر عناصر قلیایی در محلول خاک می‌شود. ورود عناصر قلیایی به محلول خاک سبب افزایش غلظت آن شده و EC را بالا می‌برد. سایر تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر شوری خاک نداشت. نتایج میانگین داده‌های صفت شوری و اسیدیته خاک نشان‌دهنده افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

هفت درصدی شوری خاک در تیمار توأم مصرف 1000 کیلوگرم گوگرد همراه با *تیوباسیلوس* نسبت به شاهد بود. مواد آلی به‌خصوص کود ورمی‌کمپوست گاوی پس از ورود به خاک و تجزیه آن‌ها تولید $CO_2$ و اسیدهای آلی نموده که باعث انحلال نمک‌ها شده که در درازمدت موجب افزایش شوری خاک می‌گردد (Ebtisam, 2007).

**اسیدیته (pH)**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل گوگرد و *تیوباسیلوس* و اثر متقابل گوگرد و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر میزان pH خاک داشت (جدول 4)، به‌طوری‌که کاهشی را به اندازه 7/9 درصد و 6/4 درصد نسبت به شاهد نشان دادند. مقایسه میانگین داده‌های تیمارها نشان داد بیشترین کاهش اسیدیته در تیمار توأم 1000 کیلوگرم گوگرد با *تیوباسیلوس* و تیمار توأم 1000 کیلوگرم گوگرد با 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست مشاهده شد (شکل‌های 1و 2). مصرف گل گوگرد ورمی‌کمپوست در حضور باکتری *تیوباسیلوس* سبب تولید اسیدهای آلی از قبیل اسید استیک، بوتیریک و اسید معدنی بسیار قوی سولفوریک می‌شود. به‌طوری‌که هر چقدر گل گوگرد و ورمی‌کمپوست بیشتر مصرف شود کاهش pH بیشتر خواهد بود. کمبود عناصر غذایی در اراضی کشاورزی عمدتاً در اثر شرایط نامساعد محیطی بوده و کمتر به واسطه کمبود مطلق یک عنصر در خاک می باشد. یکی از عواملی که قابلیت جذب عناصر را در خاک محدود می‌کند، pH بالای خاک است (Besharati, 2003). با پوسیده شدن کود دامی به تدریج بر اثر فعالیت میکرو ارگانیسم‌های خاک، مقدار زیادی اسیدهای آلی از جمله اسیدهومیک تولید شده، و این اسیدها به مرور بر اثر تداوم استفاده از این کود، موجب کاهش اسیدیته خاک می‌شود (Khademi et al., 2001). این کاهش زمانی که گل گوگرد همراه مایه تلقیح *تیوباسیلوس* مصرف شود می‌تواند قابل توجه باشد نتایج مشابه توسط‌محققان دیگر نیز بدست آمده است (Koocheki & Khaleghi, 1998).

**کربن آلی (OC)**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی کود ورمی‌کمپوست، اثرات توأم گل گوگرد همراه با ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر میزان کربن آلی خاک داشته و باعث افزایش آن می‌گردد و گوگرد با *تیوباسیلوس* تأثیر معنی‌داری درسطح یک درصد بر میزان کربن آلی خاک داشته و باعث کاهش آن گشته است (جدول 4 و 5). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداکثر میزان کربن آلی در اثر توأم 1000 کیلوگرم گوگرد با 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست در هکتار اتفاق افتاده و افزایش 10 درصدی نسبت به شاهد نشان داد (شکل 3 و 4 ). دلیل احتمالی این افزایش در تیمار اخیر می‌تواند مصرف کود آلی ورمی‌کمپوست و گل گوگرد بدون مصرف *تیوباسیلوس* برای تجزیه مواد آلی باشد. چرا که مواد آلی در حضور باکتری *تیوباسیلوس* و تهویه کافی تجزیه شده و کربن آلی خاک کاهش خواهد یافت. بقیه تیمارهای گوگرد، *تیوباسیلوس*، اثر متقابل کود ورمی‌کمپوست با *تیوباسیلوس* و تیمار سه جانبه گل گوگرد، کود ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* تأثیر معنی‌داری بر کربن آلی خاک نگذاشتند. به‌نظر می‌رسد حضور *تیوباسیلوس* و گوگرد همراه با مواد آلی سبب تجزیه سریع مواد آلی آن شده و مقدار کربن آلی کاهش می‌یابد. از طرفی ترکیب این سه ماده مذکور باعث افزایش عناصر غذایی و انحلال بیشتر آن‌ها به محلول خاک می‌شود. تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها تشکیل خاکدانه، افزایش نفو پذیری در خاک-های سنگین، افزایش ظرفیت نگهداشت آب، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و تهویه سبب بهبود شرایط فیزیکی خاک گردیده و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد که خود سبب تولید باقیمانده‌های گیاهی بیشتری در خاک خواهد شد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل شرایط گرمایی زیاد، ماده آلی سریع تجزیه خواهد یافت لذا افزودن مواد آلی به خاک برای فراهم آوردن شرایط مطلوب ضروری به‌نظر می‌رسد. امروزه به علل مختلفی مصرف کودهای آلی کاهش یافته و نیاز غذایی گیاهان عمدتاً از طریق مصرف کودهای شیمیایی تأمین می‌شود که استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و عملیات زراعی نادرست در طی سالیان متوالی مثل سوزاندن بقایای گیاهی سبب کاهش شدید مقدار ماده آلی خاک و تخریب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردد (Kazemainei et al., 2008). بر این اساس ضروری است تا مقدار ماده آلی خاک‌ها را افزایش دهیم (Tejada & Gonzalez, 2003). محققین با مصرف کمپوست و کود دامی در یک دوره پنج ساله در خاک، افزایش معنی‌داری در درصد کربن آلی خاک مشاهده نمودند که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد (Baure & Black, 1992).

محققان افزایش کربن آلی خاک را در اثر مصرف کود های آلی

Archive of SID

www.SID.ir

گزارش کردند. در تحقیقی دیگر، افزایش درصد کربن آلی خاک را در اثر مصرف کود دامی نسبت به تیمار کود شیمیایی گزارش کردند (Kanchikerimath & Singh, 2001؛ Damodar Reddy et al., 2001). محققین دیگری نیز افزایش کربن آلی خاک را در نظام زیستی در مقایسه با نظام‌های کم نهاده و متداول گزارش کردند (Clark et al., 1998). گزارش‌ها نشان داده است استفاده مداوم از کود های شیمیایی در خاک به علت تغلیظ بیشتر نمک در محلول خاک، از طریق کاهش تعداد کلنی‌های باکتری و قارچ و نیز کرم‌های خاکی، میزان مواد آلی خاک را کاهش می‌دهد (Yanai et al., 1996).

**نیتروژن کل**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کاربرد گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* درسطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن کل خاک داشت و باعث افزایش آن شد (جدول 4). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد این افزایش در اثر متقابل عدم کاربرد گل گوگرد با کاربرد 5000 کیلوگرم در هکتار کود ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار بود و حدود 50 درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. آزادسازی تدریجی عناصر غذایی کود دامی در افزایش غلظت نیتروژن خاک در این تیمار مؤثر بود. میزان نیتروژن معدنی گاهی از اوقات به‌ویژه در اوایل فصل رشد در نظام زیستی کمتر از حد بهینه می‌باشد که منجر به محدودیت نیتروژن برای محصولات با نیاز بالا می‌شود. مصرف کود های آلی علاوه بر افزایش مواد آلی خاک، منجر به افزایش محتوی عناصر غذایی خاک به‌ویژه نیتروژن می‌شود. اساساً نیتروژن کل خاک با مصرف کودهای آلی و عملیات مدیریت زیستی افزایش می‌یابد (Drinkwater et al., 1995).

**فسفر قابل جذب**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه جانبه گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* در خاک افزایش 165/5 درصدی فسفر قابل جذب نسبت به تیمار شاهد داشت، به‌طوری‌که حداکثر فسفر قابل جذب در تیمار سه جانبه 1000 کیلوگرم در هکتار گوگرد، 5000 کیلوگرم در هکتار ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* و حداقل آن در تیمار شاهد اتفاق افتاد (جدول 4). در تحقیقی روی اثر گوگرد، *تیوباسیلوس* و ورمی کمپوست را روی سنگ فسفات مشاهده گردید که اثر گوگرد بر میزان فسفر محلول در آب در سطح پنج درصد معنی دار گردید. به‌طوری‌که مقدار فسفر محلول در آب در تیمار 10 درصد گوگرد دو برابر تیمار بدون مصرف گوگرد گردید . تیمار 20 درصد نیز افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد و تیمار 10 درصد داشت. در تیماری که هیچ گوگردی مصرف نشد عامل مهم در افزایش فسفر محلول مایه تلقیح بود. حداکثر فسفر محلول در آب در هر دو حالت مصرف و بدون مصرف ورمی کمپوست زمانی بود که تلقیح با قارچ و باکتری صورت گرفت. مصرف ورمی کمپوست باعث یک و نیم برابر شدن انحلال‌پذیری فسفر شد. مصرف ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر فراهمی فسفر داشت و باعث شد اثر کاربرد گوگرد در تیمارهای 10 و 20 درصد بر فراهمی فسفر تشدید گردد. محققین بسیاری نیز تأثیر کاربرد گوگرد بر افزایش قابلیت جذب فسفر را گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد (Modaihsh et al., 1989)

درآزمایشی اثر کاربرد گوگرد، میزان فسفر قابل جذب خاک را افزایش داد ولی این افزایش در بالا بردن غلظت فسفر برگ تأثیر چشمگیری نداشت. علت این امر می‌تواند حساسیت فوق‌العاده زیاد فسفر به pH خاک باشد. هر چند که pH در اثر کاربرد گوگرد کاهش یافت ولی درpH بالاتر از 7/5 که عموماً یون کلسیم فعال فراوانی حضور دارد، ترکیبات نامحلول عمدتاً به صورت فسفات‌های کلسیم به‌وجود می‌آید (Koochakzadeh et al., 2004). کودهای آلی موجب افزایش ظرفیت جذب فسفر می‌شوند (Six et al., 1998). همان‌طور که اشاره گردید بسیاری از تحقیقات دلالت بر افزایش قابلیت جذب فسفر در حضور مواد آلی دارند. تولید اسید کربنیک از گاز کربنیک تولید شده طی فرآیند تجزیه مواد آلی در خاک و آب موجود، تشکیل ترکیبات فسفوهومیک که با سهولت بیشتر جذب گیاه می‌شوند، جایگزینی یون هومات به جای فسفات‌های جذب سطحی شده و آزادسازی یون فسفات، رقابت ترکیبات آلی با یون فسفات برای مکان‌های جذبی بر سطح ذرات کربنات کلسیم و پوشیده شدن سطوح رس‌ها و ذرات اکسیدهای آهن و آلومینیوم توسط مواد آلی که ظرفیت جذب فسفات را کاهش می‌دهد، برخی از دلایل احتمالی این امر ذکر شده‌اند (Malakoti, 1997).

**روی قابل جذب**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تمامی اثرات اصلی کودی، اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه آن‌ها بر میزان روی قابل جذب خاک درسطح یک درصد معنی‌دار و باعث افزایش آن شدند

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول 4). در تیمارهای سه جانبه گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس*، حداکثر روی قابل جذب در تیمار 1000 کیلوگرم گل گوگرد با 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست به‌همراه کاربرد باکتری *تیوباسیلوس* و حداقل آن در تیمار شاهد اتفاق افتاد (جدول 5). روی از مهمترین عناصر کم مصرف می‌باشد که کمبود آن در خاک‌های زراعی عمومیت دارد. نتایج تجزیه خاک‌های زراعی و همچنین گیاهان مؤید آن است که کمبود روی در این خاک‌ها و گیاهان به‌دلایل متعددی از جمله آهکی بودن آن‌ها، اسیدیته بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب-های آبیاری، شوری خاک و پایین بودن مواد آلی خاک شایع است (Islam et al., 2009; Kaya et al., 2009). آزمون خاک جهت تعیین وضعیت عناصر غذایی در خاک‌های قلیایی و آهکی نشان می‌دهد که علی‌رغم وجود مقادیر فراوان برخی از عناصر غذایی (P, Fe, Zn,...) در این خاک‌ها فرم محلول و قابل جذب این عناصر کمتر از مقدار لازم برای رشد و نمو مناسب گیاه می‌باشد. کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل محدودکننده در تولید محصول با کمیت و کیفیت بالا در این خاک‌ها محسوب می‌شود (Kaplan & Orman, 1998). در کشوری مثل ایران که دارای منابع عظیمی از گوگرد می‌باشد استفاده از گوگرد عنصری به‌عنوان یک ماده اسیدزا به‌منظور افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است (Islam et al., 2009).

اکسیداسیون گوگرد در خاک عمدتاً توسط باکتری‌های *تیوباسیلوس* انجام می‌شود که جمعیت این باکتری‌ها در خاک‌های ایران به‌دلیل پایین بودن مواد آلی ناچیز است، بنابراین افزودن مواد آلی به‌علت اثرات مفیدی که در خاک دارد باعث افزایش فعالیت باکتری-های *تیوباسیلوس* و افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد خواهد شد (Kariminia & Shabanpoor, 2002). افزایش جذب روی در واکنش به گوگرد ممکن است به‌علت افزایش سطح ریشه در اثر فراهمی گوگرد بوده که در نتیجه باعث رشد بهتر ریشه می‌گردد. در واقع به‌علت شرایط اسیدی که در نتیجه اکسیداسیون گوگرد به‌وجود می‌آید قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش می‌یابد.

### آهن قابل جذب خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تمامی اثرات اصلی کودی، اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه آن‌ها بر میزان آهن قابل جذب خاک در سطح یک درصد معنی‌دار و باعث افزایش آن شد (جدول 4). در تیمارهای سه گانه گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس*، حداکثر آهن قابل جذب در تیمار 1000 کیلوگرم گوگرد با 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست و کاربرد *تیوباسیلوس* و حداقل آن در تیمار شاهد اتفاق افتاد (جدول 5). از آن‌جایی که اغلب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در محدوده pH 6/5 تا 7 بیشترین حلالیت خود را داشته و قابل جذب گیاه می‌باشد لذا فراهم آوردن شرایطی که بتواند pH خاک را به این محدوده نزدیک نماید می‌تواند مقدار زیادی از عناصر نامحلول که غیر قابل جذب برای گیاه می‌باشند را حل نموده و به محلول خاک وارد کند. نتایج داده‌ها در این تحقیق نشان داد بهترین ترکیب تیماری که بیشترین حلالیت عناصر را برای گیاهان فراهم می‌آورد ترکیب گل گوگرد، ورمی‌کمپوست و باکتری *تیوباسیلوس* در شرایط محیطی مناسب از قبیل رطوبت کافی، حرارت و تهویه مناسب می‌تواند عناصر غذایی پر مصرف مثل فسفر، پتاسیم و گوگرد و عناصر کم مصرف از قبیل آهن، روی و... در محلول خاک را افزایش دهد. باکتری *تیوباسیلوس* و بعضی گونه‌های دیگر باکتری (به مقدار خیلی کم) با استفاده از مواد آلی برای جذب غذا و انرژی سبب اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید سولفوریک و اسیدهای آلی زیادی می‌شوند. تولید اسید سبب کاهش pH شده و حلالیت عناصر را در محلول خاک به مقدار زیادی افزایش می‌دهد. در اثر افزودن گوگرد به خاک و اکسیداسیون این عنصر، pH خاک کاهش یافته و چون به‌ازای هر واحد کاهش pH، غلظت یون آهن در محلول خاک هزار برابر می-شود. لذا در اثر افزودن گوگرد به خاک‌های اسیدی، غلظت آهن به-شدت افزایش می‌یابد. با افزودن موادآلی و تجزیه این مواد در خاک، منگنز موجود در این کودها آزاد شده و در دسترس گیاهان قرار می-گیرد و مواد آلی می‌توانند با کلات کردن عناصر کم مصرف قابلیت دسترسی این عناصر را افزایش دهند (Kulkarni, 2009). عزازی و همکاران (Azzazy et al., 1994) در تحقیقات خود پی برد که تلقیح خاک با باکتری *تیوباسیلوس* به همراه گوگرد جذب عناصر غذایی مثل روی، منگنز و آهن در زیتون (*Olea europaea* L.) را نسبت به حالتی که گوگرد به‌تنهایی استفاده شده بود افزیش داد.

### سولفات خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تمامی اثرات اصلی کودی، اثرات متقابل دو گانه و سه گانه آن‌ها بر میزان سولفات قابل جذب خاک درسطح یک درصد معنی‌دار و باعث افزایش آن شده است (جدول 4). اثر متقابل سه گانه گوگرد، ورمی‌کمپوست و

Archive of SID

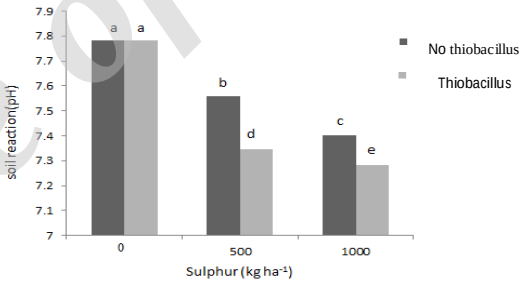
www.SID.ir

*تیوباسیلوس* میانگین افزایش 246 درصدی سولفات قابل جذب را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. به‌طوری‌که حداکثر مقدار آن در تیمار1000 کیلوگرم گل گوگرد با 5000 کیلوگرم کود آلی ورمی‌کمپوست بدون مصرف باکتری *تیوباسیلوس* و حداقل آن درتیمار شاهد بود (جدول 5). مصرف گل گوگرد و ورمی‌کمپوست در حضور باکتری *تیوباسیلوس* سبب تولید اسیدهای معدنی و آلی زیادی می‌گردد. عمده اسید تولید شده اسید سولفوریک بوده که مقدار آن در محلول خاک افزایش چشم‌گیری نشان می‌دهد. برخی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان ب دلیل شرایط حاکم بر خاک‌های آهکی و قلیایی که سطح وسیعی از اراضی کشاورزی ایران را تشکیل می‌دهند تثبیت‌شده و از دسترس گیاه خارج می‌شوند. از طرفی، سالانه بیش از یک میلیون تن گوگرد در صنایع نفت و گاز داخل کشور تولید شده و با بهای ارزان قابل دستیابی است .لذا می‌توان از گوگرد به‌عنوان عامل اسیدزا استفاده نمود و مشکلات تغذیه‌ای گیاهان را در خاک‌های مذکور تا حدودی برطرف نمود (Chapman, 1989).

## خواص فیزیکی خاک

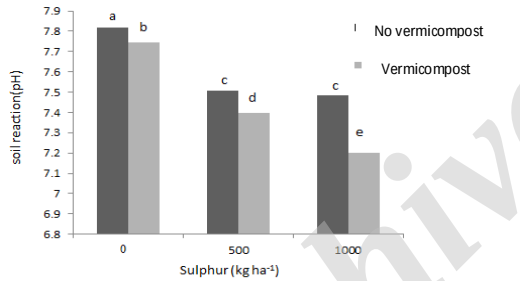
### درصد رطوبت اشباع (SP)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تیمارهای گوگرد ، ورمی‌کمپوست و اثر توأم گل گوگرد با ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* تأثیر معنی‌داری بر میزان درصد رطوبت اشباع خاک دارد (جدول 4). به‌طوری‌که درصد رطوبت اشباع خاک در تیمار گل گوگرد کاهش هشت درصدی و در تیمار کود ورمی‌کمپوست افزایش شش درصدی نسبت به تیمار شاهد نشان داد.



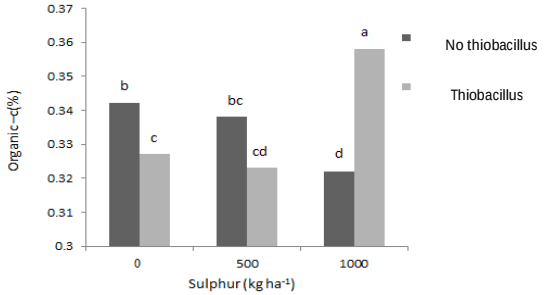

**شکل 1- اثرات متقابل سطوح گوگرد و *تیوباسیلوس* بر میانگین اسیدیته خاک**

**Fig. 1- Interaction effecte of different sulphur levels and *thiobacillus* on soil reaction**



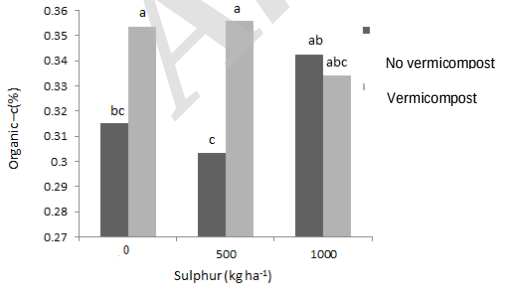

**شکل 2- مقایسه میانگین اسیدیته خاک تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف گوگرد با ورمی‌کمپوست**

**Fig. 2- Interaction effecte of different sulphur levels and vermicompost on soil reaction**




**شکل 3- مقایسه میانگین درصد کربن آلی خاک تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف گوگرد و *تیوباسیلوس***

**Fig. 3- Mean comperision of soil organic-C effected by interaction effect of sulphur different levels with *thiobacillus***

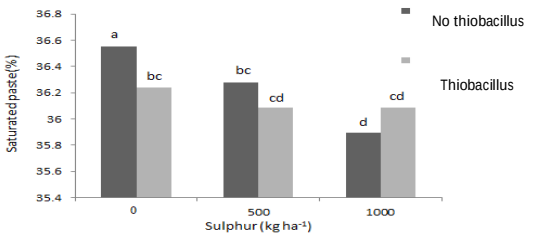



**شکل 4- مقایسه میانگین درصد کربن آلی خاک تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف گوگرد و ورمی‌کمپوست**

**Fig. 4- Mean comperision of soil organic-C effected by interaction effect of sulphur different levels with vermicompost**

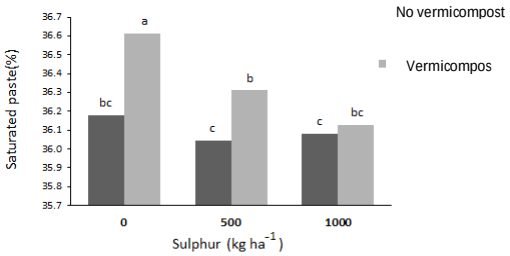
Archive of SID

www.SID.ir




**شکل 5- مقایسه میانگین درصد رطوبت اشباع خاک تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف گوگرد با *تیوباسیلوس***

**Fig. 5- Mean comperision of soil moisture% effected by interaction effect of sulphur different levels with *thiobacillus***




**شکل 6- مقایسه میانگین درصد رطوبت اشباع خاک تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف گوگرد با ورمی‌کمپوست**

**Fig. 6- Mean comperision of soil moisture% effected by interaction effect of sulphur different levels with vermicompost**

نتایج آزمایش گت ریز و همکاران (Gutie´rrez et al., 2008) نشان داد که کود ورمی‌کمپوست سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک گیاه، ارتفاع و در نهایت سیستم ریشه گیاه ذرت در مقایسه با شاهد گردید که عمدتاً به‌خاطر افزایش ظرفیت نگهداری خاک می‌باشد. تیمار اصلی *تیوباسیلوس* تأثیر معنی‌داری بر درصد اشباع خاک نسبت به تیمار شاهد در این آزمایش نشان نداد (جدول 4). اثر متقابل گل گوگرد با ورمی‌کمپوست در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول 4) اثر متقابل سه گانه گوگرد، ورمی‌کمپوست با *تیوباسیلوس* تأثیر معنی‌داری بر درصد اشباع خاک نسبت به تیمار شاهد نشان نداد (جدول 4). کاربرد کودهای آلی در کشاورزی علاوه بر بهبود حاصلخیزی خاک، می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی خاک مؤثر باشد (Zaeari et al., 2006). عمده‌ترین منابع تأمین مواد آلی در خاک‌ها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب‌ها و کمپوست زباله شهری که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Meirzaei-Talarposhtei, 2008).

## درصد رطوبت ظرفیت زراعی (FC)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه جانبه ورمی‌کمپوست، *تیوباسیلوس* و گوگرد در سطح پنج درصد بر درصد رطوبت ظرفیت زراعی معنی‌دار شد (جدول 4). در مطالعه اثر سه‌جانبه گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* افزایشی به‌اندازه 11/9 درصد نسبت به شاهد مشاهده شد به‌طوری‌که حداکثر ظرفیت زراعی در کاربرد *تیوباسیلوس* با 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست و 500 کیلوگرم گوگرد و حداقل آن در تیمار عدم کاربرد *تیوباسیلوس* با 5000 کیلوگرم ورمی‌کمپوست و 1000 کیلوگرم گوگرد مشاهده شد (جدول 5). این افزایش می‌تواند به‌علت مصرف 5000 کیلوگرم ماده آلی ورمی‌کمپوست باشد که به‌طور مستقیم از طریق بالا بردن ظرفیت نگهداشت آب خاک و به‌طور غیر مستقیم افزایش حجم خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری ذخیره آب را در واحد حجم افزایش دهد. افزودن ماده آلی به‌خصوص ورمی‌کمپوست به خاک که یک کود آلی نیمه تجزیه شده است به‌ویژه در مناطق خشک ایران که مقدار بسیار کمی ماده آلی دارند می‌تواند اثر سریعی بر بعضی خصوصیات فیزیکی خاک از جمله ظرفیت زراعی خاک داشته باشد. ماده آلی علاوه بر اینکه چند برابر وزن خود می‌تواند آب را جذب و نگهداری نماید با انعقاد و اتصال ذرات خاک به همدیگر سبب ایجاد خاکدانه‌ها و افزایش حجم خاک شده در نتیجه ظرفیت زراعی خاک را افزایش می‌دهد. توانایی نگهداری آب خاک یکی از خصوصیات اصلی خاک است که تحت اثر بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مرتبط با مقدار رطوبت خاک، حرکت سیالات در خاک و زمان آبیاری و زهکشی است (Ebtisam, 2007).

## وزن صد دانه ذرت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی گوگرد، ورمی‌کمپوست، *تیوباسیلوس*، تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر وزن صد دانه در ذرت داشتند (جدول 6). به‌طوری‌که استفاده از هزار کیلوگرم گوگرد در هکتار، حدود سه درصد (شکل 7)، مصرف پنج تن ورمی‌کمپوست 2/5 درصد و *تیوباسیلوس* 2/5 درصد وزن صد دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند. هیچ یک از اثرات متقابل دو و سه جانبه تیمارهای کودی، تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه نداشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

در تحقیقی نشان داده شده که استفاده از 7/5 تن کود ورمی‌کمپوست در هکتار عملکرد را 39 درصد افزایش داده که این افـزایش عملکـرد ممکن است به‌دلیل افزایش حجم ریشه و نیز به‌علـت افـزایش مـواد غذایی خاک و عناصر قابل در دسترس باشـد (Giusquiani et al., 1995).

**طول بلال ذرت**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشـان داد کـه تیمارهـای اصلی گوگرد، ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس*، تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر طول بلال در ذرت داشتند (جـدول 6). بـه‌طـوری‌کـه استفاده از 1000کیلـوگرم گـوگرد در هکتـار 5/6 درصـد (شـکل 8)، مصرف پنج تن ورمی‌کمپوست 6/2 درصد و *تیوباسیلوس* 6/5 درصـد طول بلال را نسبت به شاهد افزایش دادند. هیچ یک از اثرات متقابل دو و سه جانبه تیمارهای کودی، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک طول بلال نداشتند.

**تعداد ردیف در بلال**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 6) نشان داد که اثر اصـلی تیمارهـای گـوگرد، ورمـی‌کمپوسـت و *تیوباسـیلوس*، تـأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفت تعداد ردیـف در بـلال ذرت داشت. استفاده از هزار کیلوگرم گل گوگرد در هکتار حدود 3/3 درصد (شکل 9)، مصرف پنج تـن ورمـی‌کمپوسـت 3/3 درصـد و بـاکتری *تیوباسیلوس* 2/4 درصد تعداد ردیف در بلال را نسبت به شاهد افزایش داد. هیچ یک از اثرات متقابل دو و سه جانبه تیمارهای کودی، تـأثیر معنی‌داری بر وزن خشک تعداد ردیف نداشتند.

**تعداد دانه در ردیف**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 6) نشان داد که اثر اصـلی تیمارهـای گـوگرد، ورمـی‌کمپوسـت و *تیوباسـیلوس* تـأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفت تعداد دانه در ردیـف در ذرت داشت (جدول 6). استفاده از 1000 کیلوگرم گوگرد در هکتـار، حـدود هفت درصد (شکل 10)، مصرف پنج تن ورمی‌کمپوست 7/4 درصد و *تیوباسیلوس* 4/5 درصد صفت تعداد دانه در ردیف ذرت را نسبت بـه شاهد افزایش داد. هیچ یک از اثرات متقابل دو و سه جانبه تیمـارهـا تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در ردیف نداشت.

**عملکرد دانه ذرت**

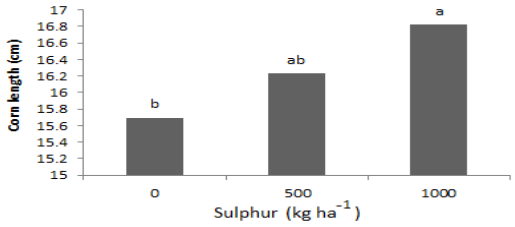
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 6) نشان داد که اثر متقابل تیمارهای گل گوگرد با ورمی‌کمپوست و اثر متقابل گوگرد بـا *تیوباسیلوس* در سطح پنج درصد معنی‌دار شد به‌طـوری‌کـه در تیمـار کاربرد گوگرد و ورمی‌کمپوست افـزایش چهـار درصـدی و در تیمـار کاربرد گوگرد و *تیوباسیلوس* افزایش 12/7 درصدی نسبت بـه شـاهد مشاهده شد (شکل 11و 12). اثر متقابل ورمی‌کمپوست و *تیوباسیلوس* و تیمار سه گانه گوگرد، ورمی‌کمپوست با *تیوباسیلوس* تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نسبت به شاهد نداشتند.

**عملکرد بیولوژیک ذرت**

اثر متقابل سه جانبه گوگرد، ورمی‌کمپوسـت و *تیوباسـیلوس* اثـر معنی‌داری را در سطح پنج درصد بر صفت عملکرد بیولوژیـک نشـان داد (جدول 7). نتایج تحقیقات مشابه تحقیق عیـدی‌زاده و همکـاران (Edizadeh et al., 2010) نشان داد که اسـتفاده از پـنج تـن کـود ورمی‌کمپوست در هکتار عملکرد بیولوژیک را 39 درصـد نسـبت بـه شاهد افزایش داد. این افزایش عملکرد (39 درصد) ممکن اسـت بـه‌دلیل افزایش حجم ریشه و نیز به‌علت افزایش عناصـر غـذایی خـاک باشـد (Phukan, 1993). در مطالعـه تـأثیر انـواعی از بـاکتری‌هـای محرک رشد در شرایط مختلف آب و هوایی مشخص گردید که تلقیح با این باکتری‌ها می‌تواند اثرات متفاوتی بر وزن اجزای مختلف گیـاه ذرت داشته باشد به‌طوری‌که در برخی مـوارد اثـرات منفـی ناشـی از تلقیح نیز مشاهده شد. شاهارونا (Shaharoona, 2006) با مطالعه اثر سویه‌های مختلف باکتری‌ها بر رشد ذرت و در شرایط مختلف کودی نشان داد که باکتری‌ها می‌توانند وزن خشک بلال را با توجه به میزان کود نیتروژن مورد استفاده بین 15/2 تا 19/7 درصـد در مقایسـه بـا شاهد افزایش دهند. سایر محققان نیز افزایش ماده خشک کـل را در محصولاتی نظیر چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) ناظری و همکاران (Nazari et al., 2006) مشاهده نمودند. زهیر و همکـاران (Zahir et al., 1998)افزایش 18 درصدی وزن خشک بوتـه ذرت کـه بـذر های آن با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس فلورسنس* تلقیح شده بودند را گزارش نمودند. همچنین روسـتا و همکـاران (Rosta et al., 1997) افزایش وزن خشک بوته ذرت را در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس *ازتوباکتر لیپوفروم* مشاهده نمودند.

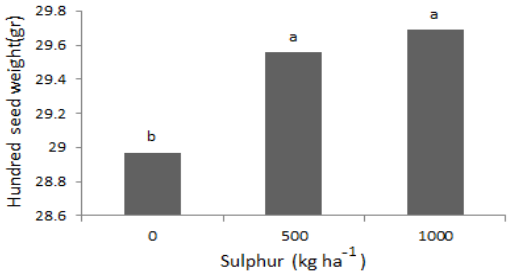
Archive of SID

www.SID.ir



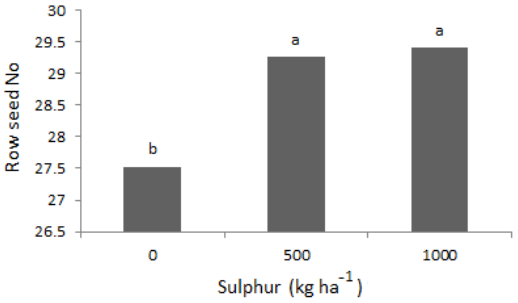

شکل 8- طول بلال ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف گوگرد

**Fig. 8- Corn length under effected by different sulphur levels**



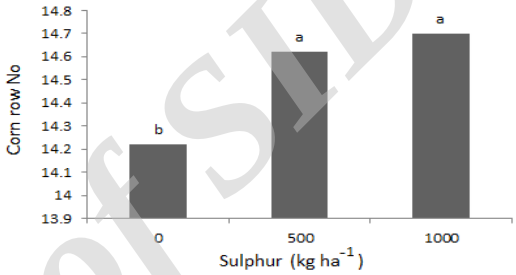

شکل 7- وزن صد دانه تحت تأثیر سطوح مختلف گوگرد

**Fig. 7- Hundred seed weight under effect of different sulphur levels**



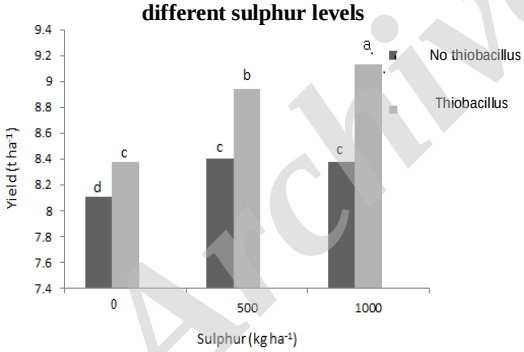

شکل10 - تعداد دانه در ردیف ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف گوگرد

**Fig. 10- No of seed in rows of corn under effect of different sulphur levels**



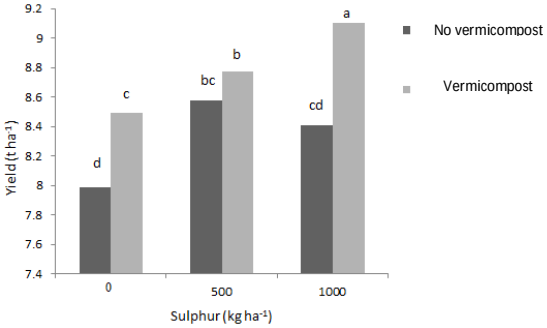

شکل9 - تعداد ردیف در بلال ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف گوگرد

**Fig. 9 - No of row in corn under effect of different sulphur levels**




شکل 12- مقایسه میانگین عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر اثرات متقابل سطوح مختلف گوگرد با *تیوباسیلوس*

**Fig. 12- Mean comparison of yield in corn under interaction effect of different sulphur levels and thiobacillus**




شکل 11 - مقایسه میانگین عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر اثرات متقابل سطوح مختلف گوگرد با ورمی‌کمپوست

**Fig. 11- Mean comparison of yield in corn under interaction effect of different sulphur levels and vermicompost**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤ - تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده ذرت درخاک تحت تأثیر تیمارها

Table 4- Results of analysis of variance soil properties of corn as effected by treatments

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | هدایت الکتریکی EC | اسیدیته pH | کربن آلی Organic carbon | نیتروژن کل Total nitrogen | فسفر P | روی Zn | آهن Fe | سولفات Sulphate | رطوبت گل اشباع Saturated Paste | ظرفیت مزرعه Field capacity |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Replication | 2 | 0.00069$^{ns}$ | 0.0001 $^{ns}$ | 0.0001$^{ns}$ | 0.00009$^{ns}$ | 0.10210$^{ns}$ | 0.00425$^{ns}$ | 0.0057$^{ns}$ | 0.1511$^{ns}$ | 0.1315$^{*}$ | 0.0495$^{ns}$ |
| گوگرد Sulphur (S) | 2 | 0.1935** | 0.628** | 0.00025 $^{ns}$ | 0.00001$^{ns}$ | 232.497$^{**}$ | 6.3605$^{**}$ | 94.970$^{**}$ | 412.118$^{**}$ | 0.2777** | 0.652** |
| ورمی کمپوست Vermicomposte (V) | 1 | 0.4624** | 0.219** | 0.0075$^{**}$ | 0.00039$^{**}$ | 281.456** | 7.335$^{**}$ | 146.813$^{**}$ | 49.99$^{**}$ | 0.565** | 18.85** |
| *تیوباسیلوس* Thiobacillus (T) | 1 | 0.4011** | 0.1100** | 0.00033$^{ns}$ | 0.0000$^{ns}$ | 87.859** | 6.545$^{**}$ | 63.786$^{**}$ | 30.360** | 0.0084$^{ns}$ | 2.501** |
| گوگرد * ورمی کمپوست (S×V) | 2 | 0.0001$^{ns}$ | 0.00373** | 0.00305$^{**}$ | 0.00015$^{**}$ | 13.1032** | 2.0941$^{**}$ | 6.264$^{**}$ | 53.59** | 0.115* | 5.816$^{**}$ |
| *ورمی کمپوست * تیوباسیلوس* (V×T) | 1 | 0.0081$^{ns}$ | 0.0008 $^{ns}$ | 0.00001 $^{ns}$ | 0.00004$^{**}$ | 0.656$^{ns}$ | 0.0536$^{**}$ | 3.397$^{**}$ | 2.433** | 0.0156$^{ns}$ | 0.175* |
| *گوگرد * تیوباسیلوس* (S×T) | 2 | 0.581** | 0.0348** | 0.0026$^{**}$ | 0.00027$^{**}$ | 16.0325** | 1.4802$^{**}$ | 6.538$^{**}$ | 97.472** | 0.4654** | 5.932** |
| *گوگرد*ورمی کمپوست*تیوباسیلوس* (S×V×T) | 2 | 0.0088* | 0.0017 $^{ns}$ | 0.00025 $^{ns}$ | 0.000015$^{*}$ | 3.294** | 0.878$^{**}$ | 2.538$^{**}$ | 0.286** | 0.0061$^{ns}$ | 0.2212* |
| خطا (Error) | 22 | 0.0023 | 0.00203 | 0.00009 | 0.000019 | 0.179 | 0.00354 | 0.0635 | 0.045 | 0.0305 | 0.0328 |
| ضریب تغییرات (درصد) C.V (%) | | 0.5677 | 0.5984 | 2.8815 | 5.956 | 2.654 | 2.116 | 1.171 | 1.33 | 0.4826 | 0.9305 |

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * and **: non significant, significant at 5 and 1 percent of probability, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای آزمایشی سه‌گانه بر برخی خصوصیات خاک

Table 5- mean comperision of treatments on some soil properties

| تیمارها Treatments | ورمی‌کمپوست Vermicompost | *تیوباسیلوس Thiobacillus* | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$) | نیتروژن کل (در صد) Total nitrogen (%) | فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$) | روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$) | آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$) | سولفات (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Sulphate ($mg.kg^{-1}$) | رطوبت ( در صد) Moisture % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد Control | عدم مصرف Not used | عدم مصرف Not Used | $8.303^{h}$* | $0.02133^{cde}$ | $9.56^{j}$ | $1.446^{h}$ | $17.13^{i}$ | $7.317^{i}$ | $18.65^{d}$ |
| | مصرف Used | مصرف Used | $3.387^{g}$ | $0.018^{de}$ | $9.797^{j}$ | $1.500^{h}$ | $17.83^{k}$ | $7.52^{i}$ | 18.42d$^{e}$ |
| | مصرف used ۵ تن در هکتار Used (5 $t.ha^{-1}$) | عدم مصرف Not Used | $8.54^{f}$ | $0.036^{a}$ | $12.55^{h}$ | $2.30^{f}$ | $19.52^{h}$ | $10.23^{h}$ | $20.47^{b}$ |
| | | مصرف Used | $8.6.6^{gf}$ | $0.02367^{bcde}$ | $13.55^{g}$ | $2.68^{e}$ | $20.79^{g}$ | $12.07^{g}$ | $20.30^{b}$ |
| ۵۰۰ 500 Kg $ha^{-1}$ | عدم مصرف Not used | عدم مصرف Not used | $8.373g^{h}$ | $0.01833^{de}$ | $11.31^{i}$ | $1.663^{g}$ | $18.40^{j}$ | $15.05^{e}$ | $18.23^{ef}$ |
| | | مصرف Used | $8.67d^{e}$ | $0.01667^{e}$ | $15.33^{e}$ | $2.90^{d}$ | $22.23^{f}$ | $22.75^{b}$ | $17.93^{fg}$ |
| | مصرف Used ۵ تن در هکتار Used (5 $t.ha^{-1}$) | عدم مصرف Not used | $8.697^{cd}$ | $0.03167^{ab}$ | $16.03^{d}$ | $2.86^{c}$ | $22.86^{e}$ | $13.65^{f}$ | $20.89^{a}$ |
| | | مصرف Used | $8.81^{b}$ | $0.026b^{cd}$ | $22.47^{b}$ | $4.09^{b}$ | $25.58^{c}$ | $21.75^{c}$ | $20.49^{b}$ |
| ۱۰۰۰ 1000 $kgha^{-1}$ | عدم مصرف Not used | عدم مصرف Not used | $8.423^{g}$ | $0.01867^{de}$ | $14.18^{f}$ | $2.796^{d}$ | $18.97^{i}$ | $18.65^{d}$ | $18.22^{ef}$ |
| | | مصرف Used | $8.767b^{c}$ | $0.029ab^{c}$ | $18.59^{c}$ | $3.833^{c}$ | $24.27^{d}$ | $14.69^{e}$ | $19.92^{c}$ |
| | مصرف Used ۵ تن در هکتار Used (5 $t.ha^{-1}$) | عدم مصرف Not used | $8.633^{de}$ | $0.017^{e}$ | $22.53^{cd}$ | $2.26^{f}$ | $26.07^{b}$ | $25.32^{a}$ | $17.67^{g}$ |
| | | مصرف Used | $8.997^{a}$ | $0.02723^{bc}$ | $25.38^{a}$ | $4.436^{a}$ | $28.27^{a}$ | $22.45^{b}$ | $2b0.27^{b}$ |
| $LSD_{0.05}$ | | | | 0.008467 | 0.4136 | 0.41360 | 0.3592 | 0.3592 | 0.03067 |

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد.

*Means with similar letters in each column are not significantly different ($p \leq 0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و برخی صفات مورد بررسی ذرت

Table 6- Results of analysis of variance on yield and some of measured traits of corn

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | ارتفاع Hight | وزن صددانه 100-seed weight | طول بلال Corn length | تعداد ردیف دربلال Corn row No | تعداد دانه درردیف Row seed No | عملکرد دانه Seed yield | عملکرد بیولوژیک Biological yield |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Replication | 2 | 0.00176$^{ns}$ | 1.374$^{**}$ | 0.615$^{ns}$ | 0.058$^{ns}$ | 12.65$^{**}$ | 0.1227$^{ns}$ | 3.33$^{**}$ |
| گوگرد Sulphur (S) | 2 | 0.068$^{**}$ | 1.55$^{**}$ | 3.823$^{*}$ | 0.773$^{**}$ | 13.019$^{**}$ | 0.918$^{**}$ | 12.1$^{**}$ |
| ورمی‌کمپوست Vermicompost (V) | 1 | 0.2131$^{**}$ | 7.281$^{**}$ | 4.766$^{*}$ | 2.035$^{**}$ | 37.29$^{**}$ | 1.95$^{**}$ | 54.66$^{**}$ |
| *تیوباسیلوس* Thiobacillus (T) | 1 | 0.0107$^{ns}$ | 4.501$^{**}$ | 10.846$^{**}$ | 0.9344$^{**}$ | 14.56$^{**}$ | 2.433$^{**}$ | 21.16$^{**}$ |
| گوگرد×ورمی‌کمپوست S×V | 2 | 0.0015$^{ns}$ | 0.0862$^{ns}$ | 1.048$^{ns}$ | 0.058$^{ns}$ | 1.93$^{ns}$ | 0.187$^{*}$ | 6.304$^{**}$ |
| ورمی‌کمپوست×*تیوباسیلوس* V×T | 1 | 0.0020$^{ns}$ | 0.148$^{ns}$ | 1.013$^{ns}$ | 0.084$^{ns}$ | 0.396$^{ns}$ | 0.106$^{ns}$ | 1.74$^{*}$ |
| گوگرد×*تیوباسیلوس* S×T | 2 | 0.0054$^{ns}$ | 0.498$^{ns}$ | 1.869$^{ns}$ | 0.046$^{ns}$ | 4.158$^{ns}$ | 0.1809$^{*}$ | 4.165$^{**}$ |
| گوگرد×ورمی‌کمپوست×*تیوباسیلوس* S×V×T | 2 | 0.0063$^{ns}$ | 0.203$^{ns}$ | 0.715$^{ns}$ | 0.0015$^{ns}$ | 0.113$^{ns}$ | 0.0189$^{ns}$ | 1.64$^{**}$ |
| خطا Error | 22 | 0.00208 | 0.1945 | 0.761 | 0.0321 | 1.29 | 0.8722 | 0.2483 |
| ضریب تغییرات (٪) C.V (%) | | 2.2098 | 1.5 | 5.369 | 1.233 | 3.954 | 2.327 | 2.44 |

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد.

*Means with similar letters in each column are not significantly different ($p<0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که گل گوگرد باعث کاهش اسیدیته خاک و افزایش هدایت الکتریکی، حلالیت عناصر روی، آهن، فسفر، آنیون سولفات در خاک گردید. کود آلی ورمی‌کمپوست سبب افزایش کربن آلی و ازت کل خاک گردید. اختلاط مایه تلقیح *تیوباسیلوس* با خاک توانست سبب کاهش اسیدیته، درصد ظرفیت زراعی خاک، افزایش هدایت الکتریکی، افزایش حلالیت عناصر روی، آهن، فسفر و سولفات بشود. گل گوگرد، کود آلی ورمی‌کمپوست و باکتری *تیوباسیلوس* باعث افزایش معنی‌دار تمامی صفات مانند ارتفاع گیاه، وزن صد دانه، طول بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در گیاه ذرت شد. از بین اثرات متقابل، اثر متقابل دو جانبه گل گوگرد و کود آلی ورمی‌کمپوست سبب کاهش اسیدیته، افزایش کربن آلی، ازت کل، روی، فسفر، آهن، سولفات، درصد رطوبت اشباع و ظرفیت زراعی به‌طور معنی‌دار گردید. اثر متقابل دو جانبه گل گوگرد و *تیوباسیلوس* سبب افزایش معنی‌دار تمام صفات مورد مطالعه در خاک به استثنای درصد اشباع، ظرفیت زراعی و اسیدیته خاک گردید. تأثیر متقابل دو جانبه کود آلی ورمی‌کمپوست با باکتری *تیوباسیلوس* سبب افزایش حلالیت روی، آهن، سولفات و ظرفیت زراعی به‌طور معنی‌دار گردید. اثرات متقابل دوجانبه عوامل فوق در گیاه فقط بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری گذاشتند. اثر سه جانبه گل گوگرد، کود آلی ورمی‌کمپوست و باکتری *تیوباسیلوس* سبب افزایش هدایت الکتریکی، ازت کل، روی، فسفر، آهن، سولفات، و ظرفیت زراعی خاک گردید و در گیاه ذرت اثر سه جانبه عوامل فوق تنها بر صفت عملکرد بیولوژیک افزایش معنی‌داری داشت.

## منابع


Arnaud, C.M., Saint-Denis, J.F., Narbonne, P., Solerand and Ribera, D. 2000. Influences of different standardized test methods on biochemical responses in the earthworm Eisenia fetida andrei. Soil Biology and Biochemistry 32: 67-73.

Asgari, M., Habibi, D., and Brojerdi, G. 2011. Study on the application of vermicompost, growth stimulating bacteria and humic acid on growth index of peppermint in central province. Journal of Agronomy and Plant Breeding 7(4): 41-54. (In Persian with English Summary)

Aveyard, J. 1988. Land degradation: Changing attitudes - why? Journal of Soil Conservation, New South Wales 44: 46-51.

Azzazy, M.A., Makhsoud, M.A., and Haggag, L.F. 1994. Biological farming and sulfur application for improvement of Fe, Zn and Mn uptake by guava (*Psidium guajava* L.) seedlings grown on calcareous soil. Annals of Agricultural Science 39: 731-73.

Babaei, M., Ardakani, M.R., Rejali, F., Shirani Rad, A.H., Golzardi, F., and Mafakheri, S. 2012. Response of agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to co-inoculation with *Glomus intraradices* and *Pseudomonas fluorescens* under different phosphorus levels. Annals of Biological Research 3: 4195-4199. (In Persian with English Summary)

Barea, J.D., Werner, C., Azcón-Guilar, R., and Azcón, R. 2005. Interactions of Mycorrhiza Arbuscular and Nitrogen-Fixing Symbiosis in Sustainable Agriculture. D. Werner and W.E. Newton (Eds.), Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology and the Environment 4: 199-222.

Baure, A., and Black, A.L. 1992. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textureal groups. Soil Science Society of America Journal 56: 248-254.

Besharati, K.H. 2003. Sulphur oxidation in soil and better soil condition for increasing oxidation. Journal of Soil and Water 7(12): 106-114. (In Persian with English Summary)

Cardoso, I.M., and Kuyper, T.W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agricultur Ecosystems and Environment 116: 72-84.

Chapman, S.J. 1989. Oxidation of micronized elementals sulfur in soil. Plant and Soil 116: 69-76.

Clark, M.S., Horwath, W.R., Sherman, C., and Scow, K.M. 1998. Change in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. Agronomy Journal 90: 662-671.

Damodar Reddy, D., Subba, A., and Rupa, T.R. 2000. Effect of continuous use of cattle manure and phosphorus


Archive of SID

www.SID.ir

fertilizer on crop yield and soil organic phosphorus in a vertical. Bioresource Technology 75: 113-118.

Deluca, T.H., Skogley, E.O., and Egle, R.E. 1989. Band applied elemental sulfur to enhance the phytoavailibility of phosphorus in alkaline calcareous soils. Biology and Fertilty of Soils 7: 346-350.

Darzei, M.T., Ghalavand, A., and Rajali, F. 2008. Study on the mycorizea, vermicopost and bio-phosphate fertilizer application on flowering, biological yield and root symbiosis in fennel plant. Iranian Journal of Agronomy Science 10 (1): 88-109. (In Persian with English Summary)

Davodifar, M., Habibi, D., and Davodifar, F. 2012. Study on the saline stress on sustainability of cytoplasm membrane, cholorophyll content and yield components of wheat inoculated with growth stimulating bacteria and humic acid. Journal of Agronomy and plant Breading 8(2): 71-86. (In Persian with English Summary)

Drinkwater, L.E., Letourneau, D.K., Worknesh, F., Van Bruggen, A.H.C., and Shennan, C. 1995. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. Ecological Applications 5(4): 1098-1112.

Ebtisam, I.E. 2007. Effect of soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. World Journal of Agricultureal Science Pakistan 3(4): 246-253.

Edizadeh, K., Damghani, A.M., Sabahi, H., and Sofizadeh, S. 2010. Effects of biological manures combind with chemical fertilizer on growth of Maize (*Zea mays* L.). Journal of Agroecology 2(2): 292-301. (In Persian with English Summary)

Ferrol, N., and Perez-Tienda, J. 2009. Coordinated nutrient exchange in arbuscular mycorrhiza. In: Azcon- Aguilar, C., Barea, J., Gianiazzi, S., and Pearson, S. Mycorrhizas-Fanctional Proccesses and Ecological Impact p. 73-87.

Giusquiani, P.L., Pagliais, M., Giyliotti, G., Businell, D., and Benetti, A. 1995. Urban waste compost effect on physical, chemical, and biochemical soil properties. Journal of Environment Quality 24: 175-182.

Gutie´rrez-Miceli, F.A., Moguel-Zamudio, B., Abud-Archila M., and Dendooven, L. 2008. Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. Bioresource Technology 99: 7020-7026.

Hagin, J., and Tucker, B. 1982. Fertilization of Dry Land and Irrigated Soils, Spring-Verlag, New York, USA 186 pp.

Islam, M., Safdar, A., and Hayat, A. 2009. Effect of integrated application of phosphorus and sulphur on yield and micronutrient uptake by chickpea (*Cicer arietinum*). International Journal of Agriculture and Biology 11: 33-38.

Johnston, A.M., Janzen, H.H., and Smith, E.G. 1995. Long-term spring wheat response to summer follow frequency and organic amendment in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science 75: 347-354.

Jordan, H.V., and Ensminger, L.E. 1985. The role of sulfur in soil fertility. Advanced Agronomy 10: 408-418.

Kanchikerimath, M., and Singh, D. 2001. Soil organic matter and biological propertie after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a cambisol India. Agriculture, Ecosystems and Environment 86: 155-162.

Kaplan, M., and Orman, S. 1998. Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey. Journal of plant nutrition 21(8): 1655-1665.

Kariminia, A., and Shabanpoor, S. 2002. Sulphur oxidation power of heterotrophic micro organism in different soils. Journal of Soil and Water 1: 57-68. (In Persian with English Summary)

Kaya, M., Kucukyumuk, Z., and Erdal, I. 2009. Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil. African Journal of Biotechnology 8: 4481-4489.

Kazemainei, S.A., Ghadeiri, N.A., Kamkar, A.A., and Kheradnam, M. 2008. Interaction effects of nitrogen and organic matter on rain fed wheat yield. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resourses 45: 61-472. (In Persian with English Summary)

Khademi, Z., Olfati, M., and Davoodi, M. 2001. Study on the effect of chemical and organic fertilizers on soil properties in wheat and maize rotation. Short Paper, in 7th Soil Science Congress of Shahrekord. Iran. (In Persian)

Khalifa, M.R. 1993. Some soil properties, yield: and elemental composition of seed and leaves of broad bean plants as influenced by some organic waste products. Journal of Agricultural Research 19: 1000-1011.

Kochakzadeh, Y., Malakoti, M.J., and Khavazi, K. 2004. Sulphur role, *Thiobaccilus*, phosphate desolvent and organic matter in providing phosphour requirement of maize. MSc thesis. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., and Khaleghi, J. 1998. Introduction to Understand the Agronomic Productions. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).

Archive of SID

www.SID.ir

Kulkarni, A. 2009. Biozink Solubilizing Microbes. www.biomax.traeindia.com.

Kowaljow, E., and Mazzarino, M.J. 2007. Soil restoration in semiarid Patagonia: Chemical and biological response to different compost quality. Soil Biology and Biochemistry 39: 1580-1588.

Majedian, M.A., Ghalavand, N., Karimian, V.A., and Kamkarhaghighi, A. 2005. Effects of moisture tension, nitrogenous chemical fertilizer, manure and their interaction on yield, yield components and water use effeiciency in 704 single cross maize. Journal of Agricultural science and Natural resourses Technology 45: 417-432. (In Persian with English Summary)

Malakooti, M.J., and Nafisi, M. 1988. Fertilizer Application on Irrigated and Rain Fed Lands. Tarbiat Modares Publication. Tehran, Iran. (In Persian)

Meirzaei-Talarposhtei, R., Kambozeia, J., Sabahi, H., and Damghani, A. 2008. Application effects of organic fertilizers on soil physical and chemical properties dry matter production of tomato. Iranian Journal of Agronomic Researches 7(1): 257-267. (In Persian with English Summary)

Modaihsh, S., Al-Mustafa, W.A., and Metwally, A.E. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil 116: 95-101.

Nazari, M., Shariatmadari, A., Afyuni, H., Mobli, M., and Rahili, S. 2006. Effect of utilization leachate and industrial sewage sludge on concentration of some nutrient and yeild of wheat, barley and corn. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources 10(3): 97-110. (In Persian with English Summary)

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular 939: 1-19.

Phukan, S.N. 1993. Effect of plant nutrition on the incidence of late blight disease of potato in relation to plant age and leaf position. Indian Journal of Mycology and Plant Patholology 23: 287-290.

Rezaeinezhad, Y., and Afeyoni, M. 2000. Organic matter effect on soil chemical properties, elements absorption with maize yield. Journal of Agricultural Science and Natural Resourses Technology 4: 19-29. (In Persian with English Summary)

Rosta, M., Saleh Rastein, N., and Mazaheri Asadei, M. 1997. Study on *Azospirillum lipoferum* in some soils of Iran. Iranian Journal of Agricultural Science 298: 29-285. (In Persian with English Summary)

Shaharoona, B., Arshad, M.Z., Zahir, A., and Khalid, A. 2006. Performance of *Psedomonas* spp. Containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize *(Zea mays* L.*)* in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochememistry 38: 2971-2975.

Six, J.E., Elliott, T., Paustain, K., and Doran, J.W. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Science Society America Journal 62: 1367-1377.

Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2003. Effects of the application of a compost originating from Crushed cotton gin residues on wheat yield under dry land conditions. European Journal of Agronomy 19: 357-368.

Yanai, J., Ineham, D.J., Babev, D., Young, I.M., Hackett, C.A., Kyuman, K., and Tosaki, T. 1996. Effect of inorganic nitrogen application on the dynamics of the soil. Plant and Soil 180: 1-9.

Walkley, A.J., and Black, I.A. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

Zahir, A.Z., Arshad, M., and Khalid, A. 1998. A.Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.

Zaeari, A., Rezaeinezhad, Y., Afeyoni, M., and Sgareatmadari, H. 2006. Accuomulation and residual effects of sewage on soil aggregate stability, penetration and soil bulk density. Iranian Journal of Agricultural Science 28(1): 108-113. (In Persian with English Summary)

Archive of SID

www.SID.ir