Research Article

Agricultural Engin., 44(2) (2021) 255-274
DOI: 10.22055/AGEN.2021.24809.1410

ISSN (E): 2588-526X
ISSN (P): 2588-5944

Effect of compost and biochar of bagasses on zinc uptake and growth indices of Wheat under greenhouse condition

Z. Rezaee[1], M. Norouzi masir[*2] and A. Moezzi [3]

1. M.Sc, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahid chamran university of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3. Professor of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 7 February 2021 Accepted: 28 April 2021

Abstract

Introduction: Organic matter based on their composition and the C/N ratio can have different effects on nutrient bioavailability, concentration and uptake in soil and plant. Beside that, organic fertilizer can increase the yield of different agricultural products and pave the wey for emergence of sustainable agricultural . Organic matter is relatively low in majority of soils in Iran, and continuous use of chemical fertilizer would create environmental hazards . Zinc deficiency is a worldwide nutritional constraint in crop production particularly in cereals growing on calcareous soils .

Materials and methods: This research was conducted to investigate the effects of organic fertilizers such as bagasse, compost and biochar and chemical fertilizer $ZnSo_4$ on yield of wheat and concentration and uptake of Zn in wheat ,a study based on randomized complete block design with 3 replications was conducted in Greenhouse Faculty of Agriculturar of Shahid Chamran University of Ahvaz during the years1395-96. Treatments included:1-control ,2-$ZnSo_4$, 3-Bagasse 4- Biochar 5- compost. Some Physical and chemical properties were determined using standard methods (table1).some basic properties of bagasse , compost and biochar were also determined (table 2). after the experiment ,soil and plant properties such as pH, organic matter content(OM), available Zn in soil. and yield , yield components and concentration and uptake of Zn in wheat were determined in samples.After seed ripening grain , yield and component yield were measured from the total pot of each treatment.Statisical analysis of the data was performed using SAS software and comporision using Toki method was also performed.

Results: The intial soil was clay loam with organic matter content(om=0.79).Results showed that the treatments had significant effect ($p\leq 0.01$) on percentage of organic carbon, organic matter, the availability of Zn and pH of soil . Also content of soil micro element affected by treatments and amount of these parameters were increased by using of organic fertilizers .Increase the organic matter in soil by compost improved a must of chemical peroperties and Increase concentration nutrient element in soil. Results showed that pH in the control decreased significantly from 7.74 of soil to 7.53 of soil in the compost. Results showed that the available Zn in the control increased significantly from 0.5 mg kg^{-1} of soil to 0.71 mg kg^{-1} of soil in the compost.The results of the experiment showed that all treatments except

© 2021 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

bagsse increased factors wheat yield . Compost showed greatest yield and bagasse the lowest yield in the the wheat root, grain and shoots (compared to the control). The highest grain yield was obtained from the application of compost. The maximum amount of chlorophylls (a, b, total and SPAD), with application compost. The highest Plant height was obtained from the application of biochar. The results showed that the highest and the lowest of va lue concentration and uptake of Zn in wheat to compos and bagasse respectivity.

Discussion: The obtained result highlight the increased effects of compost on yield and yield components and Zn uptake change in wheat, also in comparison to other treatments, it emphasizes ore on the soil though they were useful too. Therefore, it can be concluded that applying organic fertilizers especially composted form would have, useful effects on plant growth and increasing the concentration of Zn of wheat .

Key words: Wheat, organic fertilizers, uptake, yield components, zinc, calcareous soils

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۴ شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

تاثیر کمپوست و بیوچار باگاس بر میزان جذب روی و برخی شاخص‌های رشدی گندم در شرایط گلخانه‌ای

زهرا رضایی[۱]، مجتبی نوروزی مصیر[۲*] و عبدالامیر معزی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۹

پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸

کلمات کلیدی:
اجزای عملکرد،
جذب عناصر غذایی،
خاک آهکی،
روی،
کود آلی،
گندم

*عهده‌دار مکاتبات

Email: m.norouzi@iut.ac.ir

:

چکیده

موادآلی بر مبنای نسبت C/N و نوع ترکیبات می توانند تاثیرات متفاوتی بر زیست فراهمی، جذب و غلظت عناصر کم مصرف در خاک و گیاه داشته باشند. همچنین استفاده از کودهای آلی می تواند درافزایش عملکرد محصولات مختلف کشاورزی و رسیدن به کشاورزی پایدار موثر باشد.به‌منظور بررسی تاثیر کودهای آلی از جمله باگاس و کمپوست و بیوچار و کود شیمیایی سولفات روی بر عملکرد گندم و غلظت و جذب روی در گندم رقم چمران در یک خاک آهکی مطالعه‌ای در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد .pH، مواد آلی (OM) و روی قابل دسترس در خاک و عملکرد و اجزای عملکرد و نیز غلظت و جذب روی در اندام های گندم پس از اتمام آزمایش اندازه‌گیری و از لحاظ آماری محاسبه شدند. کمپوست با افزایش ماده آلی خاک، موجب بهبود خصوصیات شیمیایی خاک گردید و غلظت عناصر غذایی خاک را افزایش داد. تیمار کمپوست به‌طور معنی داری pH را از ۷/۷٤ در شاهد به ۷/۵۳ کاهش داد.نتایج نشان داد که روی قابل جذب خاک از ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در شاهد به ۰/۷۱ در کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج کشت نشان داد که تمامی تیمارها به استثنای تیمار باگاس عملکرد گندم را افزایش دادند به‌طوری‌که تیمار کمپوست بیشترین و تیمار باگاس کمترین عملکرد را درریشه، ساقه و دانه ایجاد کردند. غلظت و جذب روی در گندم در حضور تیمار کمپوست بیشترین مقدار و در حضور تیمار باگاس کمترین مقدار را نشان داد. این نتایج اثرگذاری بیشتر کمپوست در افزایش عملکرد و در تغییرات غلظت و جذب روی در گندم و خاک در مقایسه با سایر تیمار ها تاکید دارد؛ اگرچه سایر تیمارها هم تاثیرات مثبت هم داشتند.

مقدمه

کمبود روی در خاک‌ها و گیاهان یکی از مشکلات جهانی کمبود عناصر کم مصرف می باشد که در بسیاری از کشورها (آلووی ، ۲۰۰۴) همانند ایران (کاکمک، ۲۰۰۸و خوشگفتارمنش و همکاران، ۲۰۰۴) گزارش شده است. نتایج تجزیهٔ خاک‌های زراعی ایران و همچنین گیاهان مویدآن است که کمبود روی در این خاک‌ها و گیاهان به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاک‌های زراعی، pH بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، شوری خاک، پایین بودن مواد آلی خاک است (ملکوتی و همکاران[1]،۲۰۰۹). برطرف کردن کمبود این عنصر در خاک به‌دلیل تاثیر آن بر افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی اهمیت زیادی دارد (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۹). روی یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان، دام وگیاه است و در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال‌کننده و یا ساختمانی دارد. کمبود روی در گیاهان سبب اختلال در فعالیت فاکتورهای تنظیم-کننده رشد نظیر هورمون گیاهی IAA می‌شود (مارشنر، ۱۹۹۵). کمبود روی علاوه بر کاهش عملکرد و درصد پروتئین دانه، موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای محصولات تولید شده و غلظت کم روی در گندم و نان تولیدی سبب بروز کمبود روی در انسان می‌شود (ثواقبی و همکاران[2]، ۲۰۰۳).

استفاده از کودهای شیمیایی،یکی از روش های رایج در برطرف کردن کمبود عناصر کم مصرف برای گیاه است. مطالعات بلند مدت نشان می دهد که استفاده مداوم از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را به علت افت خصوصیات مطلوب فیزیکی و شیمیایی خاک و درصد پایین عناصر کم مصرف در این کودها، کاهش می-دهد (آددیران و همکاران[3]، ۲۰۰۴). از دیگر روش‌های برطرف کردن کمبود روی در خاک، کاربرد ضایعات آلی می‌باشد. بدون تردید کاربرد کودهای آلی به‌خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک و حفظ کیفیت خاک و افزایش مواد آلی خاک نسبت کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مفید واقع شده و می تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلند مدت باشد موآ و همکاران[4] (۳۵)،. لی و همکاران[5] (۲۸). بنابراین با توجه به کمبود مواد آلی و شرایط نامطلوب در اکثر مناطق کشور، لازم است از همه منابع آلی استفاده شود تا ضمن بهبود باروری و حاصل‌خیزی خاک‌های کشاورزی و به دنبال آن افزایش کمی و کیفی تولیدات زراعی، توسعه پایدار در کشاورزی ممکن شود. در این راستا استفاده از بقایای محصولات کشاورزی (فراورده های جانبی تولیدات کشاورزی) می‌تواند به‌عنوان منبع کمکی کودهای آلی مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی یکی از مشکلات کشاورزی در ایران وجود بقایای گیاهی پس از برداشت محصولات زراعی است که مزاحمت‌های فراوانی برای کشاورزان ایجاد می‌کند.

یکی از بقایای کشاورزی، باگاس (تفاله) نیشکر بوده که پس از شربت‌گیری به شکل توده فیبر خشک و متراکم به صورت قطعات ریز-تراشه باقی می‌ماند که به رنگ زرد کاهی است. مانند بسیاری از بقایای کشاورزی، باگاس زیست‌توده ای غنی از کربن است اینیانگ و همکاران[6] (۲۵). بر اساس گزارش شرکت توسعهٔ نیشکر و صنایع جانبی در سال 1390 بیش از 1 میلیون و 200 هزار تن باگاس نیشکر در کشور تولید می‌شود که بخش زیادی از آن سوزانده یا انبار می‌شود. داوسون و همکاران[7] در سال ۱۹۹۰ طی آزمایشی

1- Malakouti *et al.*
2- Savaghebi *et al.*
3- Adediran *et al.*
4- Moa *et al.*
5- Lee *et al.*
6- Inyang *et al*
7- Dawson *et al.*

گزارش کردن که باگاس انبار شده ارزش اقتصادی کمی دارد و به سبب خطر خود اشتعالی، مشکلی محیط‌زیستی برای کارخانه‌های تولید شکر و مناطق اطراف آن است، به‌خصوص اگر برای مدت طولانی به صورت کپه انبار شود.

افزودن مستقیم این تولیدات جانبی به خاک علاوه بر تاثیرگذاری بر برخی خصوصیات خاک، هزینه‌های زیاد حمل و نقل، انتشار آفات و بیماری‌ها، ایجاد رقابت بین گیاه و میکروب‌های تجزیه‌کننده این مواد و ایجاد مشکلات آبیاری در پی خواهد داشت، لذا قبل از افزودن این مواد به خاک ضروری است طی فرایندهایی نظیر کمپوست کردن، این بقایا تجزیه شده و به صورت کود آلی درآید تا عوارض جانبی این بقایا برطرف شود. یکی از مهمترین راهکارهای استفاده از باگاس و پسماندهای نیشکر در کشور، تولید کمپوست است که می‌تواند به عنوان کود آلی و جایگزین کودهای شیمیایی در گلخانه ها، باغات و مزارع استفاده شود .کمپوست یک ماده آلی پوسیده، یکنواخت، بدون بو و با ساختار فیزیکی خوب می‌باشد (سونگ و همکاران[1]، ۲۰۱۵). باراکلغ و تینکر[2] (۱۹۸۲) طی آزمایشی تاثیر مثبت مصرف کمپوست بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک از قبیل کاهش pH و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی گزارش کردند.

یکی دیگر از راه های کاهش خطرات احتراق و مشکلات محیط زیستی ناشی از انبار کردن باگاس، سوزاندن آن در شرایط بی‌هوازی و کم هوازی و تبدیل آن به ماده ای بسیار پایدار و غنی از کربن به نام بیوچار است. بیوچارها تحت عملیات حرارتی(پیرولیز) با اکسیژن کم یا عدم وجود اکسیژن تهیه می‌شوند و کاربرد آنها در زمینهای زراعی هم از جنبه-های کشاورزی و هم زیست محیطی می‌تواند مفید واقع گردد(ماستو وهمکاران[3]، ۲۰۱۳). اخیراً استفاده از بیوچار در زمین‌های کشاورزی به عنوان ماده اصلاح کننده برای بهبود ویژگی‌های خاک رونق زیادی یافته است (چن و همکاران[4] 2010 ؛ دومنه و همکاران[5] ۲۰۱۴) با وجود مطالعات انجام شده، تاکنون تاثیر کمپوست و بیوچار باگاس بر رشد کمی و کیفی گیاه گندم کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ، کمپوست و بیوچار باگاس بر عملکرد، غلظت و جذب روی درگندم می‌باشد.

مواد و روش

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، در قالب طرح کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد.نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز تهیه و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. ، برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک شامل پ. هاش، بافت، هدایت الکتریکی خاک، مقدار آهک، ماده آلی خاک و مقدار عناصر پرمصرف و کم مصرف خاک و مقدار کل روی خاک اندازهگیری شد بافت خاک به روش هیدرومتری (۲۰)، pH خاک با pH متر در عصاره ۲:۱/۵ ، و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۲:۱/۵ (EC) با دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری شد.کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید (HCl) و تیتراسیون با سود تعیین شد(.Loeppert et al 1996) میزان ماده آلی با روش والکی بلک اندازهگیری شد(۵۲) پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم (NH4OAc) عصاره گیری و با شعله سنج)دستگاه فلیم فتومتر(تعیین شد (۱۱) فسفر قابل عصاره گیری خاک با استفاده از روش اولسن (بی کربنات سدیم۰/۵ نرمال با pH= ۸/۵) و رنگ سنجی تعیین شد (۴۲) درصد نیتروژن کل خاک پس از هضم براساس روش

1- Song *et al.*
2- Barraclough *et al.*
3- Masto *et al.*
4- Chen *et al.*
5- Domene *et al.*

کجلدال اندازهگیری شد(۴۰). غلظت روی قابل عصارهگیری با استفاده از DTPA عصارهگیری و سپس با دستگاه جذب اتمی تعیین شد)۳۱.

تیمارهای آزمایش شامل باگاس، کمپوست باگاس و بیوچار باگاس)مقدار کاربرد بر اساس میزان ۴۰ تن باگاس درهکتار(و کود شیمیایی سولفات روی (به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد بود.باگاس دو ساله و کمپوست حاصل از آن از یک شرکت خصوصی مستقر در طرح توسعه نیشکر امیرکبیر تهیه گردید به منظور تولید بیوچار از باگاس نیشکر، باگاس ها به شرکت دانش بنیان نوآوران زیست بنیان آویسا منتقل شدند. بدین منظور باگاس نیشکر را ابتدا خشک نمودهو بصورت فشرده در قوطی قرار داده و درب قوطیها بسته و گرمادهی اولیه به آنها اعمال شد .قوطی-ها درون کوره قرار داده شد .به نحوی که اکسیژن وارد قوطی نشود .سپس در دمای 550درجه سانتیگراد با نرخ افزایشی دما ۱۰ درجه در دقیقه به مدت سه ساعت حرارت داده شد .بعد از سرد شدن کوره و قوطیهای درون آن، قوطیها از درون کوره خارج شده وبیوچارها تخلیه گردیدند.تمامی تیمارها بعد از آسیاب شدن از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. الزم به ذکر است که قبل از شروع آزمایش برخی ویژگیهای شیمیایی باگاس، بیوچار و کمپوست باگاس اندازهگیری شد. پ. هاش(PH) و قابلیت هدایت الکتریکی(EC) تیمارها در عصاره ۱۰:۱ به ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر و EC سنج خوانده شد (۴۴). تعیین درصد کربن، نیتروژن، هیدروژن و اکسیژن با استفاده از دستگاه تحلیل عنصری(CHNO) صورت گرفت. برای اندازهگیری مقدار روی تیمارها، نمونهها ابتدا در دمای ۵۵۰درجه به مدت ۴ ساعت درون کوره الکتریکی خاکستر شدند. عصارهگیری از خاکستر با اسید کلریدریک ۲ موالر صورت گرفت. غلظت عنصر روی در عصارههای حاصل، توسط دستگاه طیف سنج جذب اتمی قرائت گردید)۳۱.

سپس مقدار هر یک از تیمارهای آلی و معدنی طبق طرح آزمایشی به خاکها افزوده و بطور یکنواخت با خاک مخلوط و به مدت ۴ هفته در رطوبت FC نگهداری شدسپس نمونه های خاک در گلدان های ۶ کیلویی.ریخته شد. . بذر گندم، رقم چمران پس از ضد عفونی کردن با هیپوکلریت سدیم یک درصد در عمق ۳ 2 -سانتیمتری کشت شد. گلدانها تا پر شدن دانه در گلخانه با رعایت شرایط آبیاری مورد نیاز نگهداری شدند .همچنین قبل از کشت گیاه، کودهای مورد نیاز به جز کود سولفات روی بر اساس آزمون خاک و طبق مدل توصیه کودی مؤسسه خاک و آب برای نیتروژن، فسفر، پتاسیم به ترتیب و به شکل اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به گلدانها اضافه شد. هنگام برداشت، ریشهها و اندام های هوایی از یکدیگر جدا و پس از شستشو با آب مقطر، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس آون تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند. نمونه های خشک شده توزین، آسیاب و سپس یک نمونه یک گرمی از نمونه های خشک شده به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس کوره الکتریکی به خاکستر تبدیل شدند .نمونه ها با استفاده از اسید کلریک ۲ نرمال عصاره گیری شدند وغلظت روی در محلول هضم و با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد)۷)میزان کلروفیل برگ پرچم با استفاده از کلروفیلمتر Spadاندازه گیری شد.تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار SAS انجام و مقایسه مقادیر میانگین بین تیمارها بهوسیله آزمون توکی انجام شد.

نتایج وبحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. براساس نتایج ارائه شده بافت خاک سنگین و مقدار مواد آلی خاک متوسط ۰ بوده و زیر یک درصد می‌باشد. همچنین خاک مورد مطالعه دارای pH ۷/۸۴ می‌باشد که جز خاک‌های آهکی محسوب می‌شود. به‌دلیل آهکی بودن خاک،

pH بالا و همچنین پایین بودن مواد آلی به احتمال زیاد اکثر گیاهان در این خاک به کمبود روی دچار هستند.این خاک دارای درصد بالای کربنات کلسیم و محدودیت روی قابل دسترس بود.در جدول ۲ برخی خصوصیات باگاس، کمپوست باگاس و بیوچار باگاس نشان داده شده است که ملاحظه می‌شود این ترکیبات آلی از نظر ویژگی‌های شیمیایی با هم متفاوت هستند.

تاثیر تیمار ها بر ویژگی‌های خاک

تاثیر تیمار ها بر اسیدیته خاک، کربن الی و مواد آلی و مقدار روی در خاک در سطح یک درصد معنی‌دار گردید(جدول ۳).

جدول (۱)برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک
Table(1) Some chemical and physical properties of soil

ویژگی (Properties)	مقدار (Value)
pH	7.8
هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) ($dS.m^{-1}$)	1.62
نیتروژن (٪) (Nitrogen)(%)	0.7
فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$) (Available Phosphorus) ($mg.\ kg^{-1}$)	11.10
روی قابل دسترس($mg.kg^{-1}$) (Available Zinc) ($mg.kg^{-1}$)	0.55
ماده آلی (٪) (Organic Matter) (%)	0.79
کربن آلی(٪) (Organic Carbon)(%)	0.46
پتاسیم قابل تبادل($mg.kg^{-1}$) (Exchangeable Potassium)($mg.kg^{-1}$)	273
بافت خاک (Soil Texture)	کلی لوم
ظرفیت تبادل کاتیونی($Cmol.kg^{-1}$) (Cation Exchange Capacity) ($Cmol.kg^{-1}$)	11.23
کربنات کلسیم(٪) (Calcium Carbonate Equivalent) (%)	47.72
جرم مخصوص ظاهری Bulk density(gr/cm^3)	1.3

جدول(۲) برخی از ویژگی های تیمارها
Table(2) Some properties of treatments

بیوچار Biochar	کمپوست Compost	باگاس Bagassse	ویژگی (Properties)
7.26	7.42	7.25	pH
0.898	2.08	2.716	هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) ($dS.m^{-1}$)
21.03	17.76	4.36	روی ($mg.kg^{-1}$) (Zinc) ($mg.kg^{-1}$)
69.65	34.5	45.8	کربن (٪) (Carbon)(%)
0.27	1.14	0.45	نیتروژن (٪) (Nitrogen)(%)
19.51	38.93	46.34	اکسیژن(٪) (Oxygen)(%)
3.38	5.06	6.75	هیدروژن(٪) (Hydrogen)(%)
0.28	1.12	1.02	O/C
249.319	30.26	100.439	C/N
5.78	7.69	6.87	O/H

جدول(۳) تجزیه واریانس اثر تیمارها بر برخی ویژگی های خاک
Table (3) Analysis of variance treatment effect on Some properties of soil

منبع تغییرات (S. O. V.)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (Mean of Squares)			
		اسیدیته	کربن آلی	مواد آلی	روی(Zn)
تیمار (treatment)	4	0.043**	0.028**	0.083**	0.019**
خطا (Error)	10	0.0002	0.0001	0.0003	0.0002
ضریب تغییرات (CV)	-	0.201	3.52	3.52	2.507

** **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد**

تاثیر تیمارها بر اسیدیته خاک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر تیمار ها بر اسیدیته خاک (جدول ۴) نشان داد که استفاده از تمامی تیمارها (سولفات روی، باگاس، بیوچار و کمپوست باگاس) pH خاک را نسبت به شاهد کاهش داد، به‌طوری‌که کمترین pH مربوط به تیمار کمپوست بوده که دلیل آن تشکیل بیشتر اسیدهای آلی از قبیل اسید مالیک و اسید سیتریک دراثر تجزیه ی ماده آلی می باشد همچنین بر اثر معدنی شدن نیتروژن موجود در ماده الی یون H^+ تولید شده که موجب کاهش pH خاک می شود. با توجه به شرایط آب وهوایی ایران که در مناطق نیمه خشک قرار دارد که باعث افزایش اسیدیته خاک و کاهش قابلیت جذب

برخی از عناصر غذایی خاک برای گیاه میشود که کاهش هر چند جزیی اسیدیته خاک تأثیر بسزایی در افزایش قابلیت جذب این عناصر دارد و متعاقب آن باعث افزایش عملکرد میشود. در مطالعات زیادی کاهش pH خاک بر اثر استفاده ی کودهای آلی بخصوص کمپوست گزارش شده است)۱۳ و ۴۱ ..)محمدیان و ملکوتی)۳۹ ،)تأثیر کاربرد کمپوست باگاس نیشکررا بربرخی از خصوصیات شیمیایی خاک بررسی کردند .نتایج تحقیق آنها نشان داد که کمپوست باگاس نیشکر باعث کاهش معنیدار اسیدیته خاک گردید.

تاثیر تیمارها بر کربن آلی خاک

با توجه به جدول ۴، بررسی وضعیت کربن آلی نشان می‌دهد که مقدار کربن آلی با استفاده از کمپوست افزایش معنی داری داشته است.بیشترین و کمترین درصد کربن آلی به ترتیب در تیمارهای کمپوست و شاهد به‌دست امده است. افزودن کربن آلی خاک در اثر افزودن کمپوست به خاک به‌دلیل تاثیر پذیری از کربن آلی کمپوست است که پس از افزوده شدن به خاک تجزیه می شود به‌طوری که بخشی از کربن آلی موجود در کمپوست به ذخایر کربن در خاک پیوسته و تجمع می یابد اقبال و همکاران[1](۱۷) افزایش درصد کربن آلی خاک را در نتیجه مصرف کمپوست گزارش کردند که مشابه نتایج در این تحقیق است. بویل و پائول(۸) گزارش کردند که با افزودن کمپوست خصوصیات خاک بهبود یافت و دلیل ان را افزایش کربن آلی خاک بیان نمودند.سومار و همکاران[2] (۵۱) نیز نشان دادند که کربن آلی در خاک های تیمار شده با کمپوست افزایش معنی داری نسبت به شاهد و و خاک های تیمار شده با کود شیمیایی داشت. لی و همکاران(۳۰) در آزمایشی نشان دادند با مصرف کمپوست ، میزان کربن آلی خاک افزایش یافت.

تاثیر تیمارها بر مواد آلی

نتایج جدول ۴ بیانگر این است تمامی تیمار توانسته بودند میزان موادالی خاک را نسبت به شاهد افزایش دهند اما بیشترین میزان موادآلی در خاک در حضور تیمار کمپوست حاصل شده است.این افزایش را می توان به مقدار بالای ماده الی در خاک نسبت داد. با توجه به اینکه کمپوست خود از انواع مواد آلی می‌باشد، افزایش ماده آلی در خاک دور از انتظار نمی‌باشد استفاده ازکمپوست در خاک‌های فقیر از مواد آلی همانند خاک مورد مطالعه که میزان مواد آلی آن کمتر از یک درصد می باشد (جدول ۱)، علاوه بر تامین ماده آلی خاک، موجب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی وبیولوژیکی خاک نیز می-شود. اریکسن و کول[3] (۱۹) با بررسی اثرات کمپوست بر رشد ذرت چنین بیان کردند که کمپوست قادر است ماده آلی خاک را به‌خصوص در اوایل فصل افزایش دهد.همچنین کاربرد کمپوست فیلتر کیک نیشکر به میزان ۱۰تن در هکتار موجب افزایش میزان ماده آلی گردید (گونگ و همکاران[4]، ۲۲). قیامتی و همکاران[5] (۲۱) افزایش مواد آلی خاک در چهار تیمار حاوی کمپوست نسبت به شاهد گزارش کردند و دلیل آن را مقدار بالای ماده آلی در کمپوست بیان کرد.

1- Eghball *et al.*
2- Soumare *et al.*
3- Eriksen and Coale
4- Guong *et al.*
5- Ghiamty *et al.*

جدول(٤) مقایسه میانگین اثر تیمارها بر برخی ویژگی های خاک

Table (4) Mean comparison treatment effect on treatment effect on Some properties of soil

روی(Zn) (mg/kg)	مواد آلی(٪) (OM)(%)	کربن آلی(٪) (OC)(%)	اسیدیته pH	تیمار (treatment)
0.50^{c}	0.37^{d}	0.22^{d}	7.74^{a}	Ctrl
0.56^{b}	0.47^{c}	0.27^{c}	7.67^{a}	$ZnSO_4$
0.55^{b}	0.49^{c}	0.29^{c}	7.68^{a}	Bagasse
0.53^{bc}	0.67^{b}	0.39^{b}	7.72^{a}	Biochar
0.71^{a}	0.79^{a}	0.46^{a}	7.53^{b}	Compost

حروف مشابه نشان دهنده ی عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده ی اختلاف معنی دار

Ctrl: شاهد، $ZnSO_4$: کود شیمیایی سولفات روی، Bagasse: باگاس، Biochar: بیوچار، Compost: کمپوست می باشند..

تاثیر تیمارها بر مقدار روی قابل دسترس در خاک

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) در اثر کاربرد تیمار کمپوست در خاک، بیشترین میزان عنصر روی در خاک، نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد گه این اختلاف معنی دار می باشد. فراهمی عناصر کم مصرف خاک مانند روی پس از کاربرد کودهای آلی را می توان به افزایش فعالیت های بیولوژیکی خاک و واکنشهای کلات سازی و در نتیجه افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک نسبت داد(سنتهیل و کومار، ۲۰۰۴). از طرفی بهبود ماده آلی خاک منجر به جذب عناصر غذایی میکرو خواهد شد،زیرا موا آلی خاک به عنوان انبار ذخیره عناصر غذایی عمل کرده کرده و مانع از دست رفتن عناصر غذایی به واسطه کلاته کردن می شوند. (دان و همکاران، ۲۰۱۵) که طبق جدول ۸ میزان مواد آلی خاک در اثر کاربرد کمپوست بیشترین مقدار می باشد در نتیجه به مقدار بیشتری با روی در خاک کلات تشکیل داده و موجب افزایش آن می شود. آددیران و همکاران (۲۰۰۴)هم دریافتند که کود دهای آلی از قبیل کمپوست در بعضی مناطق باعث بهبود قابلیت دسترسی روی و آهن در خاک می شود .در آزمایشی در اصفهان (ابطحی و همکاران، ۲۰۰۹) که جهت بررسی تاثیر کوتاه مدت کمپوست بر مقدار روی در خاک و گیاه ذرت انجام شد مشاهده گردید که بیشترین غلظت روی جذب شده در تیمارهایی که بیش از ۵۰ تن در هکتار کود کمپوست دریافت کرده بودند، به طور معنی داری بیش از شاهد و تیمار مصرف کود شیمیایی بود..وقتی مواد آلی همانند کمپوست با سرعت بالا تجزیه و به خاک اضافه شوند، روی موجود در خاک به علت تشکیل ترکیبات روی- ماده آلی، قابل حل تر، فراهم تر و پویاتر شده و قابلیت جذب آن به وسیله ریشه گیاه افزایش می-یابد(آلووی ،۲۰۰۴). طبق نتایجی که چنگ و همکاران (۲۰۰۷) در طی ازمایش خود به منظور بررسی اثر کمپوست بر میزان عناصر ریز مغذی در خاک در مقایسه با کود شیمیایی به دست آوردند خاک های تحت تیمار کمپوست، غلظت بیشتری از روی را در خود نشان دادند.

عملکرد و اجزای عملکرد

تأثیر تیمارها بر عملکرد ریشه، ساقه، دانه، ارتفاع گیاه و مقدار کلروفیل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول(۵) نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر عملکرد و اجزای عملکرد

Table (5) Analysis of variance treatment effect on yield and yield attributes

منبع تغییرات (S. O. V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean of Squares)				
		عملکرد ریشه	عملکرد ساقه	عملکرد دانه	ارتفاع گیاه	کلروفیل
تیمار (Treatment)	4	0.0438**	5.469**	5.363**	118.81**	78.315**
خطا (Error)	10	0.0003	0.0992	0.087	5.589	0.568
ضریب تغییرات (CV)	-	4.420	3.0877	3.569	3.864	1.440

** **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد**

جدول(٦) مقایسه میانگین تاثیر تیمارها بر عملکرد واجزای عملکرد

Table (6) Mean comparison treatment effect on yield and yield attributes

تیمار (Treatment)	عملکرد ریشه (g/ pot)	عملکرد ساقه (g/pot)	عملکرددانه (g/ pot)	ارتفاع گیاه (cm)	کلروفیل
Ctrl	0.35^{c}	7.46^{b}	8.01^{b}	55.11^{b}	52.17^{c}
$ZnSO_4$	0.43^{b}	8.07^{b}	8.16^{ab}	65.66^{a}	54.22^{b}
Bagasse	0.29^{d}	6.25^{c}	5.53^{c}	53.61^{b}	44.63^{d}
Biochar	0.562^{a}	9.39^{a}	8.65^{ab}	66.88^{a}	51.91^{c}
Compost	0.563^{a}	9.44^{a}	8.84^{a}	64.58^{a}	58.76^{a}

حروف مشابه نشان دهنده ی عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده ی اختلاف معنی دار.

Ctrl: شاهد، $ZnSO_4$: کود شیمیایی سولفات روی، Bagasse: باگاس، Biochar: بیوچار، Compost: کمپوست می باشند

عملکرد ریشه

مقایسه میانگین عملکرد ریشه نشان داد که بیشترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار کمپوست و بیوچار بوده که افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند و کمترین عملکرد مربوط به تیمار باگاس بوده که ۱۶/۶۶ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۴).

نتایج نشان داد که کمپوست با افزایش ماده آلی(جدول۴)، بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی در خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر ماکرو و عناصر میکرو از جمله روی (جدول۴) سبب افزایش عملکرد ریشه شد.

بیوچار نیز باعث افزایش عملکرد ریشه شد. این امر احتمالا به سبب این است که سطوح تبادلی بیوچار حاوی عناصر غذایی مختلف است، و یکی از عواملی بوده که توانسته ریشه گیاه را به سمت خود جلب کند.حتی این احتمال وجود دارد که ریشه های موئین به درون بیوچار نفوذ کرده باشند. حسین و همکاران[1] (۲۰۱۰) گزارش دادند که اضافه کردن بیوچار، میانگین وزن خشک ساقه را از ۶۱/۹ به ۷۳/۸ گرم افزایش داد عملکرد ریشه در مقایسه با تیمار شاهد۹۴ درصد بیشتر بود.

باگاس دارای نسبتC/N بالا و ترکیب لیگنوسلولزی، خشبی و ضخیم است و همچنین دارای عناصر غذایی کمتری نسبت به کمپوست است. به دلیل ساختار خشبی تجزیه آن به

1- Hossain *et al.*

زمان زیادی نیاز دارد لذا استفاده از آن در کوتاه مدت به تنهایی قادر به افزایش عملکرد گندم نمی‌باشد .

عملکرد ساقه

کمپوست و بیوچار باگاس باعث افزایش عملکرد ساقه گردیدند. بیشترین و کمترین عملکرد ساقه به‌ترتیب در حضور تیمار کمپوست و باگاس مشاهده شد (جدول ۶). افزایش عملکرد ساقه در تیمار کمپوست را می توان به تاثیر مثبت آن بر افزایش مواد آلی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانست زیرا کمپوست با بهبود ویژگی‌های خاک موجب افزایش عناصر کم مصرف و پرمصرف شده و رشد و تکامل گیاه با سهولت بیشتری انجام گرفته است.که با نتایج خلدبرین و اسلام زاده[1] (۲۶) مطابقت دارد.

کاهش عملکرد در تیمار باگاس (جدول ۶) را می‌توان به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک به واسطه افزایش کربن خاک و افزایش نسبت C/N و در نتیجه مصرف نیتروژن معدنی موجود و آزادسازی آهسته نیتروژن نسبت داد. به نظر میرسد که به دالیل متعدد اضافه کردن موادآلی مانند باگاس به خاک ممکن است موجب کاهش عملکرد محصول شود که یکی از دالیل آن محبوس بودن N در ساختار مولکول آلی است.

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه در تیمار کمپوست با ۴۴/۱۰درصد افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد مشاهده شد و کمترین عملکرد در تیمار باگاس که نسبت به شاهد ۳۰/۶۹ درصد کاهش معنی‌داری پیدا کرده بود (جدول ۶). کمپوست ازطریق افزایش ماده آلی و فراهمی مقادیر مناسب عناصر غذایی در خاک و هم چنین افزایش ظرفیت نگه داری رطوبت از طریق بهبود در خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک سبب افزایش عملکرد دانه و رشد گیاه می‌شود. تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، علت این افزایش عملکرد بود که با نتایج آلیوی و همکاران،۳؛ سنتسی و همکاران[2]، ۴۷ مطابقت داشت. گزارشهای زیادی در زمینه افزایش عملکرد گیاهان مختلف بر اثر کاربرد کمپوست وجود دارد .به عنوان مثال ارهارت و همکاران[3] (۲۰۰۵) با کاربرد مقادیر ۱۶ ،۹ و ۲۳ تن کمپوست در هکتار به مدت ۱۰ سال متوالی دریافتند که استفاده از کمپوست توانسته میزان عملکرد گندم را متناسب با مقادیر کاربرد بترتیب ۷ ،۸ و ۱۰درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. در تحقیقی کاربرد کمپوست و کودشیمیایی در مزرعه گندم نشان داد که وزن خشک، عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده توسط گیاه در گیاهان تیمارشده با کمپوست افزایش یافت.(بارتال و همکاران[4]، ۶).

علت کاهش عملکرد دانه در گیاهان تیمار شده با تیمار باگاس را می توان اینگونه توجیه کرد که باگاس دارای نسبت C/N بالایی است (جدول ۲) و نیتروژن کمتری نسبت به سایر تیمارها دارد.کمبود نیتروژن در ابتدای فصل رشد و تثبیت همان اندک نیتروژن معدنی موجود در خاک، درساختار و پیکره موجودات زنده به دلیل افزایش جمعیت این موجودات است.علت افزایش جمعیت این موجودات، افزایش کربن خاک می باشدودر نتیجه گیاه قادر نمی باشد به رشد مطلوب و اندام های فتوسنتز کننده لازم برای تغذیه دانه ها دست یابد. این وضعیت باعث می شود رشد گیاه و اندام های فتوسنتز کننده کاهش یابد و در دوره پرشدن دانه با کاهش فتوسنتز جاری و کاهش مواد ذخیره شده،موجب کاهش عملکرد و وزن دانه می شود.

ارتفاع گیاه

تمامی تیمارها به استثنای باگاس ارتفاع گیاه را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۶). بیوچار و باگاس به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را در گیاه ایجاد کردند. افزایش ارتفاع گیاه در تیمار کودهای آلی می تواند ناشی از بهبود خصوصیات خاک،افزایش نگهداری رطوبت خاک ، تامین عناصر غذایی و بهبود خصوصیت

1- Kholdebarin and Eslamzade

2- Senesi *et al.*
3- Erhart *et al.*
4- Bar-Tal *et al.*

رشدی باشد. لهمان و همکاران در سال ۲۰۰۹ به افزایش ارتفاع گیاه ذرتدر اثر کاربرد بیوچار اشاره کردند.

کلروفیل

نتایج جدول ۳ نشان می دهد که اثر تیمارها بر کلروفیل در سطح یک درصد معنی دار شد.کمپوست و کود شیمیایی سولفات روی مقدار کلروفیل را در مقایسه با تیمار شاهد به-طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۴). کود آلی بخصوص کمپوست به دلیل داراابودن مقادیر بالای عناصر قابل دسترس سبب افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها و منجر به افزایش رشد رویشی و تولید برگ بیشتر میشود. افزایش تعداد برگ‌ها به منزله افزایش سطح میزان جذب نور و فتوسنتز، مواد هیدروکربنی بیشتری در برگ های گندم ساخته می شود. افزایش مواد هیدروکربنی موجب افزایش معنی دار خواص کیفی و کمی گندم مانند کلروفیل a و b و کلروفیل کل برگ ها و مقدار محتوی کلروفیل برگ می شود، که مشابه این نتایج توسط توسط گوپتا وهمکاران (۲۳) گزارش شده است.

غلظت و جذب روی در گندم

تأثیر تیمارها بر غلظت و جذب روی در ریشه، ساقه و دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۷).

جدول(۷) تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر غلظت و جذب روی در گیاه گندم

Table (7) Analysis of variance treatment effect on Zn concentration and uptake in wheat

منبع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean of Squares)					
		غلظت روی ریشه	غلظت روی ساقه	غلظت روی دانه	جذب روی در ریشه	جذب روی در ساقه	جذب‌روی در دانه
تیمار (treatment)	4	21.51**	53.67**	87.30**	0.00002**	0.009**	0.03**
خطا (Error)	10	0.23	0.61	2.52	0.00	0.00008	0.0006
ضریب تغیرات(CV)	-	3.00	4.021	2.70	5.64	5.57	5.33

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول(۸) مقایسه میانگین تاثیر تیمارها بر غلظت و جذب روی در گندم

Taable (8) Mean comparison treatment effect on Zn concentration and uptake in wheat

تیمار (Treatment)	غلظت روی در ریشه (mg/kg)	غلظت روی در ساقه (mg/kg)	غلظت روی در دانه (mg/kg)	جذب روی در ریشه (mg/pot)	جذب روی در ساقه (mg/pot)	جذب روی در دانه (mg/pot)
Ctrl	14.83^{c}	16.93^{bc}	56.93^{b}	0.005^{d}	0.12^{c}	0.45^{b}
$ZnSO_4$	17.10^{b}	21.76^{b}	62.56^{a}	0.007^{c}	0.17^{b}	0.51^{b}
Bagasse	13.80^{c}	15.03^{d}	51.56^{c}	0.004^{e}	0.09^{d}	0.28^{c}
Biochar	15.10^{c}	18.13^{c}	57.96^{b}	0.008^{b}	0.017^{b}	0.50^{b}
Compost	20.56^{a}	25.66^{a}	65.56^{a}	0.011^{a}	0.24^{a}	0.58^{a}

حروف مشابه نشان دهنده ی عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده ی اختلاف معنی دار

تیمار ها Ctrl : شاهد، $ZnSO_4$: کود شیمیایی سولفات روی، Bagasse: باگاس، Biochar: بیوچار، Compost: کمپوست می باشند.

غلظت روی در ریشه

کمپوست باگاس و کود شیمیایی سولفات روی غلظت روی ریشه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند (جدول ۸). کمپوست غلظت روی در ریشه را به واسطه تشکیل کمپلکس‌های محلول روی با موادآلی افزایش داده است .با مصرف کمپوست میزان موادآلی در خاک طبق جدول (۴) افزایش یافته است که موجب بهبود فعالیت های میکروبی خاک و فراهمی بهتر عناصر میکرو از جمله روی برای گیاه گندم شده است.و از طرفی هم در اثر تجزیه کمپوست اسیدهای آلی تشکیل می شود که توانسته اسیدیته را نسبت به شاهد و سایر تیمارها کاهش دهد (جدول۴) و موجب افزایش قابلیت جذب عنصر روی از خاک شده و به دنبال آن باعث افزایش غلظت روی در ریشه می شود.نتایج مشابهی در سویا توسط محمودآبادی و همکاران(۲۰۱۰) و در گندم توسط کابرال و همکاران (۱۹۹۸) گزارش شده است.

غلظت روی در ساقه

تیمار کمپوست و باگاس به‌ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر غلظت روی در ساقه داشتند.احتمالا علت اینکه غلظت روی در گیاهان تیمار شده با کمپوست نسبت به سایر تیمارها بیشتر می باشد این است که وجود غلظت های زیاد عناصر غذایی خصوصا عناصر کم مصرف در کمپوست می باشد. همچنین سرعت بالای تجزیه ی کمپوست و تولید اسیدهای آلی حاصل از تجزیه ی ان و درنتیجه کاهش اسیدیته ی خاک باعث کمپللکس کردن روی می شود و جذب آن توسط ریشه بیشتر می شود که سبب انتقال بیشتر روی از ریشه به ساقه می شود و موجب افزایش غلظتروی در ساقه می گردد.همچنین روی در خاکهای با pH کمتر تحرک بیشتری دارد و راحت تر از ریشه به ساقه انتقال می یابد. کاربرد کمپوست سبب افزایش غلظت روی در ساقه بیشتر از تیمار کود شیمیایی گردید (لی و همکاران، ۲۰۰۷). رسولی و مفتون[1](۲۰۰۳) نیز با بررسی اثر باقیمانده کمپوست زباله شهری در کشت برنج- گندم دریافتند که استفاده از کمپوست زباله شهری غلظت روی ساقه ی گندم را نسبت به شاهد افزایش داد.

غلظت روی در دانه

کمپوست باگاس و کود شیمیایی سولفات روی سبب افزایش غلظت روی دانه گندم در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۸). کمترین غلظت روی در دانه گندم نیزدر تیمار باگاس با۹/۴۲ درصد کاهش معنی دار نسبت به شاهد مشاهده گردیدمی توان بیان کرد که در اثر کاربرد کمپوست به دلیل اسیدهای آلی حاصل از تجزیه ی آن و در نتیجه کاهش بیشتر پ هاش، باعث کمپلکس کردن روی و جذب آن توسط ریشه گیاه و انتقال بیشتر آن از ریشه به دانه می شود و غلظت روی در دانه افزایش می یابد.علت دیگری که می توان بیان کرد این است که، افزایش تاثیر کمپوست باگذشت زمان در جهت بهبود وضعیت شیمیایی خاک و عرضه بهتر عناصر غذایی باشد(رسولی و مفتون، ۲۰۰۳) و به عنوان منبع تامین کننده مناسب عناصر کم مصرف در خاک های آهکی به شمار رود.

ویگلیربیاتون و همکاران[2](۲۰۰۳) مشاهده کردند که کاربرد کودهای آلی جامد همراه با کودهای کم مصرف در خاک هایی که مقدار روی آنها کم بوده است، باعث افزایش غلظت روی و مس در دانه گندم گردید . رادوان و آواد[3](۲۰۰۲) در آزمایشی در یافتند که در اثر کاربرد ضایعات آلی مختلف در خاک غلظت عناصر کم مصرف دانه بادام زمینی در مقایسه با کود شیمیایی افزایش می یابد.آن ها علت این امر را افزایش جمعیت میکروارگانیسم ها و تبدیل عناصر غیر قابل جذب به فرم قابل جذب برای گیاهان بیان نمودند.همچنین تیمار سولفات روی نسبت به شاهد در غلظت روی دانه افزایش معنی داری داشت.میرطالبی و همکاران[4](۳۸) افزایش معنی دار

1- Rasooli and Maftoun

2- Weggler-Beaton *et al.*
3- Radwan and Awad
4- Mirtalebi *et al.*

عملکرد گندم را در اثر مصرف سولفات روی گزارش کردند.

جذب روی در ریشه

.نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار ها بر جذب روی در ریشه در جدول ۸ ارائه شده است.همان طور که مشاهده می شود، در تیمار کمپوست در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری مشاهده شد و تیمار باگاس کمترین اثر را داشت و کاهش معنی داری نسبت به شاهد از خود نشان داد.

در واقع تغییرات مورفولوژی ریشه از طریق افزایش حجم خاک در دسترس ریشه،افزایش سطوح جذب کننده،افزایش ترشحات ریشه ای و همچنین افزایش وزن یا طول ریشه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود شرایط تغذیه ای گیاه میشود. با توجه به قلیایی بودن بیشتر خاک های ایران و عدم دسترسی کافی گیاهان به بیشتر عناصر غذایی در این شرایط، استفاده از کمپوست به علت اسیدهای آلی و معدنی در آن، نقش مهمی در کاهش pH خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خصوصا ریز مغذی ها توسط گیاه دارد. از اثرات مثبت کودهای آلی در ساختار خاک که این است که سبب توسعه ی بهتر سیستم ریشه ای برای جذب عناصر غذایی می شود، کودهای آلی می توانند علاوه بر آزادسازی عناصر غذایی خود با اتصال به عناصر غذایی موجود در کود شیمیایی از دنیتریفیکاسیون، تبخیر و آبشویی نیز جلوگیری کرده و مواد غذایی را به مرور زمان آزاد سازد. همچنین افزایش رها شدن اسیدهای آلی از کودهای آلی به‌خصوص کمپوست یک بخش عمده ای از مکانیسم‌های مختلفی است که جذب عناصر غذایی توسط ریشه ها را بهبود می‌بخشد .

جذب روی در ساقه

مقایسه میانگین(جدول۸) نشان می دهد ، تیمار کمپوست افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشته است.تیمارسولفات روی و بیوچار هم افزایش معنی داری ایجاد کردند اما کمپوست بیشترین اثر را داشت.درتیمار باگاس کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده گردید. مواد آلی نقش مهمی در تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله عناصر کم مصرف ایفا می کنند ، بدین صورت که اسید هومیک و اسیدفولیک موجود در مواد آلی یا کاتیون های عناصر ریزمغذی کمپلکس ایجاد کرده و موجب افزایش قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه می شوند.کمپوست هم با افزایش ماده آلی خاک و بهبود رشد ریشه باعث افزایش قابلیت جذب عناصر کم نیاز و پر نیاز خاک در ساقه گیاهان میشود. محمودآبادی و همکاران[1](۲۰۱۰)افزایش روی جذب شده توسط ساقه سویا گزارش کردند.

جذب روی در دانه

.بیشترین جذب مربوط به تیمار کمپوست با ۲۷/۴۷درصد افزایش معنی دار نسبت به شاهد و کمترین جذب مربوط به تیمار باگاس با ۳۷/۳۶درصد کاهش معنی دار نسبت به تیمار شاهد بود.تیمار سولفات روی و بیوچار هم نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده بودند اما اختلاف این دو تیمار معنی دار نبود.

کمپوست باعث افزایش جذب روی در دانه گردیده که دلیل این امر را می توان افزودن بقایای گیاهی وکودهای آلی مانند کمپوست که سبب بیشتر شدن کربن آلی خاک شده(جدول ۴) و باعث جذب بیشتر عنصر روی دانه گندم میشود، دانست.همچنین هنگامی که کمپوست به خاک اضافه گردد، در اثر ایجاد تغییراتی در خصوصیات شیمیایی ، حلالیت عناصر کم مصرف افزایش می یابد که منجر به جذب بیشتر این عنصر توسط گیاه می گردد. افزایش روی جذب شده توسط گندم (کابرال و همکاران[2]،۱۹۹۸؛ لی و همکاران، ۲۰۰۷) در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری گزارش شده است و احتمالا علت آن وجود غلظت‌های زیاد عناصر غذایی خصوصا عناصر کم مصرف در کمپوست ها می‌باشد که دراثر گذشت زمان آزاد می گردد.

1- Mahmoodabadi *et al.*
2- Cabral *et al.*

چریف و همکاران[1](۱۴) با کاربرد ۴۰ و ۸۰ تن کمپوست و تلفیقی با کود شیمیایی بعد از ۵ سال متوالی در یک خاک آهکی دریافتند که مصرف کمپوست توانسته میزان دو عنصر روی و مس جذب شده توسط دانه گندم را نسبت به تیمار شاهد و کود شیمیایی افزایش دهد.

نتیجه گیری

نتایج به‌دست آمده ازاین مطالعه نشان می دهد که تیمارهای مورد بررسی با توجه به ماهیت خود، تأثیرات متفاوتی در بخش قابل جذب عنصر روی در خاک، روند جذب این عناصر توسط گیاه و نیز رشد و عملکرد گیاه گندم داشتند. بیشترین تأثیر تیمارهای استفاده شده در این تحقیق بر قابلیت جذب و زیست فراهمی عنصر روی در خاک مربوط به تیمار کمپوست وکمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود.این تحقیق نشان داد که کمپوست دارای پتانسیل کودی قابل توجهی می باشد. کاربرد این ماده علاوه بر افزودن غلظت عنصر کم مصرف روی در خاک، باعث افزایش ماده آلی گردید که در حاصلخیزی آن نقش داشته و نتیجه آن، افزایش عملکرد گندم بود. تیمار کود شیمیایی سولفات روی وتیمار آلی بیوچار بر عملکرد ریشه، ساقه و دانه گندم نسبت به شاهد افزایش نشان دادند؛ ولی این افزایش کمتر از تیمار کمپوست بود افزودن پسماندهای آلی به خاک باعث افزایش معنی دار ماده آلی و خصوصیات شیمیایی خاک و افزایش عناصر روی خاک گردید. کمپوست به مرور زمان عناصر مورد نیاز گیاه را آزاد و باعث می‌شود که عناصر قابل جذب کافی در محیط خاک وجود داشته باشد، و این امر منجر به افز ایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز، توسط گیاه می گردد. نسبت کربن به نیتروژن در پسماندهای آلی اثر زیادی بر عملکرد گندم داشت. به طوری که کمپوست با کمترین نسبت C/N و باگاس با بیشترین نسبتC/N به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر عملکرد نشان دادند. مطابق نتایج به‌دست آمده با مصرف کودهای آلی میزان مواد آلی خاک به طور معنی داری افزایش یافته که این افزایش در تیمار کمپوست نسبت به سایر تیمارها بیشتر بوده که نشان دهنده کیفیت بالاتر ماده آلی اضافه شده به خاک، فعالیت بیولوژیکی بالاتر در تیمار کمپوست می باشد داده‌های مطالعهٔ انجام شده نشان داد که استفاده از کمپوست در خاک های آهکی علاوه بر فراهمی روی، با کاهش pH احتمالاً به افزایش فراهمی سایر عناصر ضروری با حلالیت کم در این خاک‌ها (مثل آهن، مس و منگنز) نیز منجر شود . کاربرد کمپوست بیشترین تأثیر را بر فراهمی روی و کاهش pH خاک‌ها داشت .این نشان می دهد که کمپوست در طول دورهٔ رشد، روی را در خاک برای گیاه در دسترس نگه می دارد .در پایان می توان بیان داشت که اهکی بودن خاک های مورد مطالعه و کمبود عناصر کم مصرف اعم از روی و از یک طرف و پایین بودن میزان مواد آلی و پایین بودن قابلیت جذب عناصر غذایی در آن از طرف دیگر، استفاده از کودهای آلی بخصوص کمپوست را به‌منظور افزایش عملکرد گندم و افزایش غلظت و جذب روی در گیاه را در منطقه ضروری می کند.

1- Cherif *et al.*

References

1. Abtahi A, Hodaji M, Hajrasoliha S, Afyony M. 2009 .Effect of short-term use of municipal compost on zinc and copper concentrations in soil and corn. Third National Congress of Recycling and Using Renewable Resources in Organic Farming. Isfahan, Islamic Azad University Khvarsgan, Faculty of Agriculture. (in Persian).

2. Adediran,J.A., L.B.Taiwo., M.O.Akande., R.A.Sobulo., and O.J. Idowu. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition. 27: 1163-1181.

3. Allievi, L., A. Marchensini, C. Salaidi, V. Piano and M. Bertoldi.1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a composting treatment. Bioresource Technology, 43: 85-93.

4. Alloway, B. J. 2004. Zinc In Soils And Crop Nutrition. IZA Publications. International Zinc Association, Brussels PP. 1-11.

5. Barraclough, P.B. and P.B. Tinker. 1982 .The determination of ionic diffusion in field soil .II .Diffusion of bromide ions in undisturbed soil cores.Journal of Soil Science.33:13-24.

6. Bar-Tal A, Yermiyahu U, Beraud J, Keinan M, Rosenberg R, Zohar D, Rosen V and Fine P, 2004. Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. Journal of Environment Quality, 33:1855-1865.

7. Black, C. A., D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger and F. E. Clark. 1965. Methods of Soil Analysis: Part 2. Madison, WI: ASA.

8. Boyle M., and Paul E.A. 1999. Carbon and nitrogen mineralization kinetics in soil previously amended with sewage sludge. Soil Science Society of America Journal, 53: 99-103.

9. Cabral, F., Vasconcelos, E., and Cordovil, M.D.S. 1998. Effect of solid phase from pig slurry on iron, copper, zinc and manganese content of soil and wheat plants. Journal of Plant Nutrition, 21: 1955-1966.

10. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil. 302: 1-17.

11. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1961. In: Methods of Analysis for Soils, Plants, and Waters. Riverside, CA.

12. Chen, Y., Shinogi, Y. and M. Taira. 2010. Influence of biochar use on sugarcane growth, soil parameters, and groundwater quality. Soil Research, 48: 526-530.

13. Cheng H., Xu W., Liu J., Zhao Q., He Y., and Chen G. 2007. Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth. Ecological Engineering, 29: 96-104.

14. Cherif, H., Ayari, F., Ouzaria, H., Marzorati, M., Brusetti, L., Jedidi,N., Hassen, A., and Daffonchio, D. 2009. Effects of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. European Journal of Soil Biology, 45:138– 145.

15. Dawson, M., Dixon, T., Inkerman, P. (1990). Moisture loss from baled bagasse during storage. Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists, pp. 199-206.

16. Domene, X., Mattana, S., Hanley, K., Enders, A. and J. Lehmann. 2014. Medium-term effects of corn biochar addition on soil biota activities and functions in a temperate soil cropped to corn. Soil Biology and Biochemistry, 72: 152-162.

17. Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2004. Residual Effects of Manure and Compost Applications on Corn Production and Soil Properties. Agronomy Journal 96: 442- 447.

18. Erhart E, Hartl W and Putz B, 2005. Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. European Journal Agronomy 23: 305–314.

19. Eriksen,G.N. and Coale,F.J.1999.Soil nitrogen dynzmics and maize production in municipal solid waste amended soil.Agronomoy Journal, 91:1009-1016.

20. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle- size analysis. In Klute, A. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part1. Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 383-411.

21. Ghiamty, G., Astaraii, A., and Zamani, G.R. 2009. Effect of municipal solid waste compost and sulfur on yield sugar beet and chemical properties of soil. Agronomy Research Journal 1(7): 153-162. (In Persian with English Summary).

22. Guong, V. T., Hien, N. X. and Minh, D. 2010. Effect of fresh composted organic amendment on soil compaction and soil biochemical properties of citrus orchards in the Mekong delta, Vietnam. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solution for a Changing World, 1-6.

23. Gupta, R., Yadav, A., Garg, V. K. 2014.: Influence of vermicompost application in potting media on growth and flowering of marigold crop. – International Journal of Recycle Organic Waste of Agriculture 3(1): 1–7.

24. Hossain, M. K., Strezov, V., Chan, K. Y. and Nelson, P. F. 2010. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). Chemosphere, 78: 1167– 1171.

25. Inyang, M., Gao, B., Pullammanappallil, P., Ding, W., and Zimmerman, A. R. (2010). Biochar from anaerobically digested sugarcane bagasse. Bioresource Technology, 101(22), 8868-8872.

26. Kholdebarin, B; and Eslamzade, H. 2002. Mineral Nutrition of Superior Plant. Shiraz Uni. 436 p.

27. Khoshgoftarmanesh, A. H., H. Shariatmadari, N. Karimian, M. Kalbasi and M. R. Khajehpour. 2004a. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. Journal of Plant Nutrition. 27: 1953–1962.

28. Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. Sciatica Horticulture 124: 299–305.

29. Lehmann, J. and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management: science and technology. London: Earthscan publishing, 405p.

30. Li, B.Y., Zhou, D.M., Cang, L., Zhang, H.L., Fan, X.H., and Qin, S.W. 2007. Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. Soil and Tillage Research, 96: 166–173.

31. Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. 1978 . Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil science society of America journal, 42(3), 421-428.

32. Loeppert, R. H. and D. L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. PP. 437-474. *In*: Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. American Society of Agronomy, Madison, WI).

33. Mahmoodabadi, M.R., Amirabadi, Z., Amini, S., and Khazaeipoul, K. 2010. Fertilization of soybean plants with municipal solid waste compost under leaching and non-leaching conditions. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 8 (1): 55-59.

34. Malakouti, M.J., Keshavarz, P. and Karemiyan. N. 2009. Comprehensive diagnosis and optimal fertilizer recommendation for sustainable agriculture. Publishing Center of Tarbiat Modares University.number 102.Tehran. Iran.(In Persian).

35. Mao, J., Olk, D.C., Fang, X., He, Z., and Schmidt-Rohr, K. 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. Geoderma 146: 353–362.

36. Marschner , H.1995. Mineral nutrition of higher Plants. 2nd ed. Academic Press. 890 P.,Stutgart Germany.

37. Masto, R. E., Kumar, S., Rout, T., Sarkar, P., George, J. and L. Ram. 2013. Biochar from water hyacinth (Eichornia crassipes) and its impact on soil biological activity. Catena, 111: 64-71.

38. Mirtalebi, S.H., Hosseeini, S.M., Khajehpour, M. R. and Soleymani, A. 2012. Effects of zinc sulfat on yield, yield components, zinc and protein of there winter wheat cultivars in the Eghlid of Fars province. Journal of Water and Soil Conservation, 19(3): 185-199.(in Persian with English abstract).

39. Mohammadian, M., and Malakouti, M. J. 2002 . Effect of Two Types of Composts on Soil Physicl and Chemical Properties and Corn Yield. Journal of Soil and Water Sciences.16(2): 143-150. .(In Persian with Engligh abstract).

40. Mremner, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982**.** Nitrogen-total. PP. 595-624. In: page, A.L. (ED.), Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.

41. Navas A., Bermudez F., and Machin J. 1998. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. Geoderma, 87: 123-135.

42. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. PP. 403–429. *In:* A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Madison, WI, ASA, SSSA.

43. Radwan, S.M.A., and Awad, N.M. 2002. Effect of soil amendment with various organic wastes with multi biofertilizer on yield of peanut plants in sandy soil. Journal of Agricultural Sciences of Mansoura University, 27(5): 3129-3138.

44. Rajkovich Shelby & Johannes Lehmann.2011.Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil.Biology Fertility of Soil , 48:271-284.

45. Rasooli, F., and Maftoun, M. 2003. Effect of organic matter with and without Nitrogen on growth and chemical composition of Wheat. 8th Iranian Conference of Soil Science, Rasht. pp: 413-414. (In Persian)

46. Savaghebi Firouzabadi, GH. R. and Malakouti, M. J. 2003. Effects of Zinc Sulfate Application as well as Seed Zinc Concentration on Responses of Wheat Plant in a Calcareous Soil. Journal of Agricultural Science of Iran.34(2):471-482 .(In Persian with Engligh abstract).

47. Senesi, N., G. Brunetti and C. Plaza. 2005. Quality of organicamendment and effects on soil organic matter, with special emphasis on humic substances: a review of general aspects and most recent findings of the Bari group. In: Yang, J.E., Sa, T.M., Kim, J.J. (Eds), Application of the Emerging Soil Researches to the Conservation of Agricultural Ecosystems. Korean Society of Soil Science and Fertilizer, Korean Society of Agriculture and Environment, Rural Development Administration, Seoul, Korea. Pp: 95-129.

48. Senthil Kumar, P. S., Aruna Geetha, S., Savithri, P., Jagadeeswaran, R., and Ragunath, K. P. 2004. Effect of Zn enriched organic manures and zinc solubilizer application on the yield, curcumin content and nutrient status of soil under turmeric cultivation. Applied Horticulture 6: 82-86.

49. Singh G, Natesan SKA, Singh BK, and Usha K, 2005. Improving Zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current Science, 88: 36-44.

50. Song,X., Liu,M., Wu,D., Griffiths,B. S., Jiao,J., Li,H. and Hu, F. 2015. Interaction matters: Synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. Applied Soil Ecology. 89: 25-34.

51. Soumare M. F.M.G., Tack and Verloo M.G. 2003. Effect of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource Technology, 86: 15-20.

52. Walkey, A. and I. A. Black. 1934 An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29–38.

53. Weggler-Beaton, R., D. Graham and M.J. Melaugin. 2003; The influence of low rates of arid-dried on yield and phosphorus and zinc nutrition of wheat (*Triticum durum*) and barley (*Hordeum Vulgar*). Australian Journal of Soil Research. 41:293-308.