

Effect of organic fertilizer and nitrogen levels on plant growth characteristics in Wheat-Corn rotation

Niazali Ebrahimipak^{1*} , Shahram Omidvari² , Samad Abdi³ 

¹ Associate Professor, Department of Irrigation and Soil Physics Research, Institute of Soil and Water Research, Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

² Assistant Professor, Department of Soil and Water Research, Khuzestan Center for Agricultural Research, Education and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran

³ Assistant Professor, Department of Soil and Water Research, Lorestan Center for Research, Education, Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Khorram Abad, Iran

Abstract

Introduction

Soil organic matter is one of the main indicators of soil quality and soil production capacity. It provides some nutrients for plant growth and improves the physical conditions of the soil. In addition to the importance of soil organic matter from an agricultural point of view, there is a deep and close relationship between the amount of soil organic matter and the amount of carbon dioxide in the air, global warming, and desertification. In addition, due to the lack of organic matter in the soils of arid and semi-arid regions, the use of organic compounds such as animal manures is considered an important and effective management factor on soil quality and improving the physical, chemical, and fertility properties of the soil. The supply sources of organic fertilizers in Iran are very diverse, which include animal manure, green manure, and all kinds of composts including urban waste composts and sewage sludge. Different sources of organic matter and their effect on plant growth have been investigated by various researchers. One of the effective ways to produce and increase crop yield is the combined use of organic and chemical fertilizers. The use of chemical fertilizers is the fastest and most reliable way to ensure soil fertility. Still, the high costs of these fertilizers, pollution, and destruction of the environment and soil are the defects of these fertilizers. Using organic fertilizers reduces the consumption of chemical fertilizers and increases the production of crops and garden crops. According to the recommendations of the Ministry of Agriculture to use fewer chemical fertilizers and to encourage farmers to use more organic fertilizers, and considering that a major part of the nitrogen in animal manure is wasted before consumption, investigating the effect of organic fertilizers on plant growth is a special priority. Therefore, this research aimed to determine the optimal levels of organic fertilizer and nitrogen for wheat cultivation in the Khorramabad region.

Materials and Methods

A split plot experiment in a randomized complete block design with three replications was implemented in the agricultural research station of Sarab Chengai Khorramabad during the crop year 2018-2019. This station has a moderate climate, an altitude of 1171 m asl, and an average annual rainfall of 516 mm. This station has a xeric humidity regime and a thermic temperature regime. Experimental treatments were: A- Organic fertilizer as the main treatment: M1 (control), M2 (10 tons of manure ha⁻¹), M3 (20 tons of manure ha⁻¹), M4 (10 tons of compost ha⁻¹), and M5 (20 tons of compost ha⁻¹). B- Consumption of urea fertilizer based on soil test as a sub-treatment: N1 (control), N2 (100% of fertilizer recommended based on soil test), N3 (75% of fertilizer recommended based on soil test), and N4 (50% of fertilizer recommended based on soil test). The type of crops and their rotations were wheat and corn according to common rotation in the region. Chamran variety wheat was planted on 2 November and wheat was harvested on 25 June with the amount of seed used 150 kg ha⁻¹, single grass 704 corn variety was planted on 1 July and corn was harvested on 26 October with the amount of seed used 30 kg ha⁻¹. It was done manually. All operations, such as the method and amount of irrigation water, fighting against pests and weeds, were carried out according to the advice of agricultural experts. This experiment was carried out in the form of alternating wheat and corn.

Results and Discussion

The results showed that in wheat, the highest straw yield in N3M2 treatment increased by 57.2% compared to control, the highest grain yield in N3M1 treatment increased by 33.6% compared to control, the highest total yield in N3M2 treatment increased by 39.8% compared to control. The highest harvest index related to the N4M4 treatment is an increase of 11.3% compared to the control, the highest number of seeds in the bunch related to the N3M2 treatment is a 50% increase compared to the control, and the highest thousand seed weight is related to the N3M4 treatment, which is a 16.6% increase compared to the control and has no significant difference with N3M3 treatment. In corn, the highest fresh weight of aerial organs related to N3M1 treatment is a 34.3% increase compared to the control, the highest nitrogen concentration of N2M2 is a 16.7% increase compared to the control, the highest seed protein is related to the N2M2 treatment is 15.8% increase compared to the control. Therefore, the use of 75% nitrogen of the soil test for wheat (187.5 kg.ha⁻¹ urea) and 100% of the soil test (200 kg ha⁻¹ urea) for corn, as well as the use of 10 t ha⁻¹ manure have a beneficial effect on the growth characteristics of wheat and corn. In general, for wheat, among the treatments of combined use of organic fertilizer and chemical nitrogen fertilizer, the use of 20 t.ha⁻¹ compost fertilizer along with 50% of recommended urea fertilizer based on the soil test (M5N4 treatment) showed the greatest effect on grain yield. In the case of corn, treatment M4N4 (use of 10 t.ha⁻¹ compost fertilizer along with 50% of recommended urea fertilizer based on soil test) had the greatest effect on fresh weight.

Conclusion

The results of this research showed that in wheat cultivation, the consumption of 75% nitrogen recommended in the soil test can increase yield and yield components compared to control. Combined use of organic fertilizer and nitrogen can significantly increase grain yield, straw, biological yield, the weight of 1000 seeds, harvest index, and the number of seeds in the cluster. The results regarding corn cultivation also showed that the use of 100% nitrogen according to the soil test has a higher efficiency than other treatments. Among the organic fertilizer treatments, 10 t ha⁻¹ animal manure is recommended. Therefore, to reduce the use of chemical fertilizers and increase the quality of soil properties, to prevent the reduction of soil organic matter and the destruction of the environment, the combined use of organic and chemical fertilizers is recommended.

Keywords: Compost, Manure, Organic matter, Soil test, Urea

Article Type: Research Article

*Corresponding Author, E-mail: nebrahimipak@yahoo.com

Citation: Ebrahimipak, N., Omidvari, Sh., & Abdi, S. (2023). Effect of organic fertilizer and nitrogen levels on plant growth characteristics in Wheat-Corn rotation. *Water and Soil Management and Modeling*, 3(3), 108-119.

DOI: 10.22098/mmws.2022.11540.1139

DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.3.7.9

Received: 18 September 2022, Received in revised form: 15 October 2022, Accepted: 17 October 2022, Published online: 17 October 2022

Water and Soil Management and Modeling, Year 2023, Vol. 3, No. 3, pp. 108-119

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)





تأثیر کود آلی و سطوح نیتروژن بر برخی صفات رشدی گیاه در تناوب گندم - ذرت

نیازعلی ابراهیمی‌پاک^{۱*}، شهرام امیدواری^۲، صمد عبدی^۳

^۱ دانشیار، بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲ استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
^۳ استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

چکیده

به‌منظور تعیین سطوح بهینه کود آلی و نیتروژنی برای کشت گیاه در تناوب گندم-ذرت علوفه‌ای در شهرستان خرم‌آباد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ طرح آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: الف) کود آلی به‌عنوان تیمار اصلی: M₁ (شاهد)، M₂ (۱۰ تن کود دامی بر هکتار)، M₃ (۲۰ تن کود دامی بر هکتار)، M₄ (۱۰ تن کود کمپوست بر هکتار) و M₅ (۲۰ تن کود کمپوست بر هکتار). ب) مصرف کود اوره بر اساس آزمون خاک به‌عنوان تیمار فرعی: N₁ (شاهد)، N₂ (۱۰۰ درصد)، N₃ (۷۵ درصد)، N₄ (۵۰ درصد) بود. نتایج نشان داد که در گندم بیش‌ترین عملکرد کاه در تیمار M₂N₃ نسبت به شاهد ۵۷/۲ درصد افزایش، بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار M₁N₃ نسبت به شاهد ۳۳/۶ درصد افزایش، بیش‌ترین عملکرد کل در تیمار M₂N₃ نسبت به شاهد ۳۹/۸ درصد افزایش، بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به تیمار M₄N₄ نسبت به شاهد ۱۱/۳ درصد افزایش، بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه مربوط به تیمار M₃N₂ نسبت به شاهد ۵۰ درصد افزایش و بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار M₄N₃ است که نسبت به شاهد ۱۶/۶ درصد افزایش داشت و با تیمار M₃N₃ اختلاف معنادار ندارد. در ذرت بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی مربوط به تیمار M₁N₃ نسبت به شاهد ۳۴/۳ درصد افزایش، بیش‌ترین غلظت نیتروژن M₂N₂ نسبت به شاهد ۱۶/۷ درصد افزایش، بیش‌ترین پروتئین دانه مربوط به تیمار M₂N₂ نسبت به شاهد ۱۵/۸ درصد افزایش است. بنابراین، مصرف ۷۵ درصد نیتروژن آزمون خاک برای گندم (۱۸۷/۵ کیلوگرم اوره در هکتار) و ۱۰۰ درصد آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) برای ذرت و هم‌چنین مصرف ۱۰ تن در هکتار کود دامی اثر مفیدی بر صفات رشدی گندم و ذرت در شرایط آزمایش دارد. به‌طور کلی برای گندم، مصرف ۲۰ تن کود کمپوست در هکتار به همراه ۵۰ درصد کود اوره توصیه شده بر مبنای آزمون خاک (تیمار M₅N₄) بیش‌ترین اثر را بر عملکرد دانه نشان داد. در مورد ذرت تیمار M₄N₄ (مصرف ۱۰ تن کود کمپوست در هکتار به همراه ۵۰ درصد کود اوره توصیه شده بر مبنای آزمون خاک) بیش‌ترین تأثیر را بر وزن تر داشت.

واژه‌های کلیدی: اوره، آزمون خاک، کمپوست، کود دامی، ماده آلی

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nebrahimipak@yahoo.com

استناد: ابراهیمی‌پاک، نیازعلی، امیدواری، شهرام، و عبدی، صمد (۱۴۰۲). تأثیر کود آلی و سطوح نیتروژن بر برخی صفات رشدی گیاه در تناوب گندم-ذرت. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۳(۳)، ۱۰۸-۱۱۹.
DOI: 10.22098/mmws.2022.11540.1139
DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.3.7.9

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۲، دوره ۳، شماره ۳، صفحه ۱۰۸ تا ۱۱۹

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی



۱- مقدمه

ماده آلی خاک یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های کیفیت و توان تولید خاک و از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی خاک است که تحت تأثیر عواملی از جمله پوشش گیاهی، خصوصیات خاک و اقلیم منطقه است و می‌تواند به‌عنوان یک عامل غالب در مدیریت خاک تأثیر به‌سزایی داشته و برخی عناصر غذایی را برای رشد گیاه فراهم و شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد (Schmidt et al., 2011). علاوه بر اهمیت مواد آلی خاک از دیدگاه کشاورزی، بین مقدار ماده آلی خاک و میزان دی‌اکسیدکربن هوا، گرمایش جهانی زمین و بیابان‌زایی ارتباط عمیق و تنگاتنگی وجود دارد. نتیجه پژوهش‌ها نشان می‌دهد با از بین رفتن هر سانتی‌متر خاک سطحی که حاوی مواد آلی بالایی است ۱۵ کیلوگرم از عملکرد گندم دیم کاسته می‌شود (Ghafari and Gorji, 2021). اگرچه استفاده از کودهای شیمیایی ظاهراً سریع‌ترین راه برای تأمین حاصل‌خیزی خاک به‌شمار می‌رود، لیکن هزینه‌های زیاد مصرف این کودها، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاک نگران‌کننده است. استفاده از کودهای آلی از مصرف کودهای شیمیایی می‌کاهد و در نهایت، دستیابی به کشاورزی پایدار را هموار کرده و باعث افزایش تولید محصولات زراعی و باغی، بهبود کیفیت آن‌ها و نیز برطرف کردن نیازهای جهانی و تقاضای روزافزون غذا می‌شود (Robin et al., 2001). علاوه بر این، با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاربرد ترکیبات آلی نظیر کودهای حیوانی عامل مدیریتی مهم و مؤثر بر کیفیت خاک و بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و باروری خاک به حساب می‌آید (Smith, 2002).

یکی از راهکارهای مؤثر برای تولید و افزایش عملکرد محصول استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی است (Sharma et al., 2006). منابع تأمین کودهای آلی در ایران دارای تنوع زیادی است که شامل کودهای حیوانی، کودهای گیاهی و انواع کمپوست‌ها از جمله کمپوست‌های زباله شهری و لجن فاضلاب است. منابع مختلف مواد آلی و اثر آن‌ها بر رشد گیاه توسط پژوهش‌گران مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه Majidi and malakuti (1999) تأثیر مقادیر و منابع کود روی و کمپوست بر عملکرد و میزان پروتئین دانه گندم بررسی شد. این پژوهش‌گران نتیجه گرفتند که کمپوست باعث ۱۲/۷ درصد افزایش عملکرد دانه می‌شود. نتایج پژوهش Rezaenejad and Afyuni (2001) نشان داده است که کودهای آلی باعث افزایش عملکرد محصول گیاه ذرت رقم سینگل گراس ۷۰۴، ماده آلی خاک، مقدار قابل جذب فسفر و پتاسیم و درصد کل ازت خاک می‌شود. در آزمایشی با استفاده از

۲۲ تن در هکتار کمپوست و ۴۵ تن در هکتار کود دامی بعد از پنج سال باعث افزایش معنادار مقدار ماده آلی خاک در مقایسه با تیمار شاهد و نیز بهبود شرایط فیزیکی خاک شد (Erich et al., 2002). نتایج یک تحقیق چهار ساله در ایالات متحده نشان داد که مصرف کودهای دامی موجب افزایش pH خاک شده و در ابتدا تأثیری در افزایش کربن آلی خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری آن نداشته، اما بعد از گذشت چهار سال این کودها قادر بوده‌اند در لایه سطحی خاک حدود صفر تا ۱۵ سانتی‌متری موجب تراکم کربن و ازت شوند، درحالی‌که تیمارهای کود شیمیایی باعث تراکم ازت در عمق ۱/۲ متری شده بودند (Eghbal, 2002). در پژوهش Hamdi et al. (2002) بیش‌ترین عملکرد دانه گندم از مصرف تلفیقی کمپوست زباله شهری با کود شیمیایی حاصل شد.

هم‌چنین Mohamadian and Malakouti (2003) گزارش کردند که در اثر مصرف ۳۰ تن در هکتار از کمپوست باگاس نیشکر و پوسته شلتوک برنج، عملکرد ذرت دانه‌ای افزایش یافته و جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. هم‌چنین این پژوهش‌گران دریافتند که تیمار مصرف توأم کمپوست و کود شیمیایی عملکرد بیش‌تری نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی دارد. به‌منظور جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی و افزایش عملکرد ذرت علوفه‌ای، کود نیتروژنی به همراه کود آلی مصرف شود (Oad et al., 2004). نتیجه پژوهش Meskarbashi et al. (2004) نشان می‌دهد تیمار کاه گندم به همراه کلزا به‌عنوان کود سبز به همراه ۱۰۰ درصد نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک بیش‌ترین اثر را بر عملکرد گندم دیم در شرایط اهواز دارد. در بررسی برهم‌کنش نیتروژن و مواد آلی بر رشد و عملکرد گندم دیم Kazemeini et al. (2008) گزارش کردند که در تیمار ۱۰۰ درصد کمپوست، با افزایش نیتروژن از صفر به ۴۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه گندم به‌طور معناداری افزایش پیدا می‌کند. این پژوهش‌گران بیان کردند حداکثر ۵۰ درصد از نیتروژن مورد نیاز می‌تواند با کمپوست جایگزین شود. در مطالعه Cherif et al. (2009) اثر مثبت کمپوست زباله بر خصوصیات کیفی خاک و رشد گیاه گندم بررسی شد. این پژوهش‌گران میزان ۴۰ تن بر هکتار کمپوست زباله را به‌عنوان بهترین تیمار برای رشد بهینه گندم در مناطق خشک آفریقای جنوبی توصیه می‌کنند. در مطالعه Rahimizadeh et al. (2010) اثر زراعت پیش‌کاشت، کود نیتروژنه و برگشت بقایای محصول بر رشد و عملکرد گندم بررسی شد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در کشت متوالی گندم واکنش به مصرف کود نیتروژنه بیش‌تر از کشت تناوبی گندم بود. این پژوهش‌گران بیان می‌کنند اگر چه برگشت بقایای محصول پیش‌کاشت تأثیر معناداری بر عملکرد دانه گندم ندارد، اما تعداد

با توجه به توصیه‌های وزارت کشاورزی برای مصرف کمتر کودهای شیمیایی و ترغیب کشاورزان به مصرف بیش‌تر کودهای آلی، بررسی اثر کودهای آلی بر رشد گیاه از اولویت ویژه‌ای برخوردار است و با توجه به این‌که قسمت عمده‌ای از نیتروژن کود دامی قبل از مصرف هدر می‌رود، لازم است اثر توأم نیتروژن و کود دامی بررسی شود. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش تعیین سطوح بهینه کود آلی و نیتروژنی برای کشت گندم در شهرستان خرم‌آباد است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی خرم‌آباد طی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. محل اجرای آزمایش دارای طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی، اقلیم معتدل، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۱ متر و متوسط بارندگی سالانه ۵۱۶ میلی‌متر است. این ایستگاه دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی ترمیک است. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود درصد فسفر و پتاسیم خاک بالاتر از حد بحرانی (حد بحرانی فسفر برای گندم و ذرت ۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد بحرانی پتاسیم برای گندم و ذرت ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) است (Ghaibi et al., 2013; Moshiri et al., 2013).

سنبله در متر مربع، عملکرد زیستی و شاخص برداشت گندم تحت تأثیر این تیمار آزمایش قرار دارد. در پژوهشی مشابه Rasouli and Maftoun (2010) گزارش کردند که تأثیر باقی‌مانده کود دامی در رشد و ترکیب شیمیایی و خصوصیات خاک بیش از کمپوست زباله شهری است. بر اساس نتیجه پژوهش Schere et al. (2011) افزایش کربن آلی و نیتروژن کل در کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب به‌طور معناداری بیش‌تر از کود دامی بوده که مستقیماً متناسب با مقدار ماده آلی به کار گرفته شده است. طبق گزارش Mirzashahi and Saadat (2011) در اثر مصرف مواد آلی جرم مخصوص ظاهری خاک پس از برداشت کلزا به‌طور معناداری کاهش می‌یابد.

در مطالعه Khotabae et al. (2014) اثر مواد آلی مختلف شامل کمپوست، ورمی کمپوست، کود مرغی و گچ بر برخی صفات گیاه ذرت (رقم سینگل گراس ۲۶۰) بررسی شد. نتایج پژوهش این پژوهش‌گران نشان داد کود مرغی و ورمی کمپوست باعث افزایش معنادار وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه نسبت به شاهد می‌شود. همچنین Maghsoudi et al. (2014) تأثیر روش‌های تغذیه‌ای آلی، شیمیایی، زیستی و تلفیقی را بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت رقم سینگل گراس ۷۰۴ بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد تغذیه تلفیقی چهار تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص همراه با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بهترین نتیجه را در بین تیمارها دارد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش ایستگاه سراب چنگایی لرستان

Table 1- Some physical and chemical characteristics of the tested farm soil of Sarab Chengai Lorestan station

عمق (cm)	درصد اشباع (cm/hr)	نفوذپذیری (cm/hr)	جرم مخصوص ظاهری (gr.cm ⁻³)	هدایت الکتریکی (Ec.10 ⁻³)	واکنش گل اشباع	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	فسفر قابل جذب (P.P.M)	پتاسیم قابل جذب (P.P.M)	درصد شن	درصد لای رس	درصد بافت
0-30	43	1.63	1.44	0.88	7.82	1.21	0.1	23	670	17	52	31

کیلوگرم اوره برای ذرت مطابق میزان کربن آلی خاک و نشریات موسسه تحقیقات خاک و آب در نظر گرفته شد. بنابراین، برای گندم ۱۰۰ درصد آزمون خاک معادل ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۷۵ درصد آزمون خاک معادل ۱۸۷/۵ کیلوگرم اوره در هکتار، ۵۰ درصد آزمون خاک معادل ۱۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار است. برای ذرت ۱۰۰ درصد آزمون خاک معادل ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۷۵ درصد آزمون خاک معادل ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۵۰ درصد آزمون خاک معادل ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود.

مساحت هر کرت آزمایشی ۲۰ متر مربع (۵*۴) بود. درگندم فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و برای ذرت ۷۰ سانتی‌متر، تعداد ردیف در هر کرت برای گندم هشت و برای ذرت پنج ردیف در

۲-۲- اجرای تیمارهای آزمایشی

طرح آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بودند: الف) کود آلی به‌عنوان تیمار اصلی: M1 (بدون استفاده از کود آلی) و M2 (۱۰ تن کود دامی در هکتار)، M3 (۲۰ تن کود دامی در هکتار) و M4 (۱۰ تن کود ورمی کمپوست در هکتار)، M5 (۲۰ تن کود ورمی کمپوست در هکتار). ب) مصرف کود اوره بر اساس آزمون خاک به‌عنوان تیمار فرعی: N1 (شاهد)، N2 (۱۰۰ درصد توصیه شده براساس آزمون خاک)، N3 (۷۵ درصد توصیه شده براساس آزمون خاک)، N4 (۵۰ درصد توصیه شده براساس آزمون خاک). ۲۵۰ کیلوگرم اوره برای گندم و ۲۰۰

نمونه‌های کود دامی و کمپوست برخی خصوصیات اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

نظر گرفته شد. نقشه طرح آزمایشی اجرا شده در جدول ۲ نشان داده شده است.

طبق نقشه آزمایش فاصله کرت اصلی منابع کود آلی از یکدیگر دو متر و بین تکرارها نیز دو متر در نظر گرفته شد. در

جدول ۲- نقشه طرح آزمایشی اجرا شده (تیمارها به صورت تصادفی اجرا شده‌اند)

Table 2- Map of the implemented experimental plan (the treatments were implemented randomly)

تیمار اصلی	تیمار فرعی	بلوک		
کود آلی	کود نیتروژن	بلوک 1	بلوک 2	بلوک 3
M1	N1	M3N2	M5N1	M3N3
	N2	M3N1	M5N4	M3N2
	N3	M3N3	M5N2	M3N1
	N4	M3N4	M5N3	M3N4
M2	N1	M1N1	M4N4	M2N3
	N2	M1N4	M4N2	M2N1
	N3	M1N3	M4N1	M2N2
	N4	M1N2	M4N3	M2N4
M3	N1	M5N1	M1N1	M5N1
	N2	M5N4	M1N4	M5N3
	N3	M5N2	M1N3	M5N4
	N4	M5N3	M1N2	M5N2
M4	N1	M4N4	M2N4	M1N1
	N2	M4N2	M2N2	M1N3
	N3	M4N1	M2N1	M1N2
	N4	M4N3	M2N3	M1N4
M5	N1	M2N4	M3N2	M4N4
	N2	M2N2	M3N1	M4N2
	N3	M2N1	M3N3	M4N3
	N4	M2N3	M3N4	M4N1

جدول ۳- برخی خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مصرفی

Table 3- Some chemical properties of organic fertilizers used

نوع کود آلی	pH 1:5	EC* dSm ⁻¹	کربن آلی	نیتروژن کل	C:N	فسفر کل	پتاسیم کل	آهن کل	منگنز کل	روی کل	مس کل
				کل	%	کل	کل	کل	کل	کل	کل
									(mgkg ⁻¹)		
کود گاوی	8.7	23.7	34.8	2.1	16.5	0.52	4.7	6662	307	134	33
ورمی کمپوست کود گاوی	6.8	5.9	34.5	2.2	15.7	0.66	0.31	4543	281	216	52

نیتروژن دانه با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد. همچنین، کربن آلی خاک در هر تیمار با استفاده از روش Walkley and Black (1934) تعیین شد. در ذرت نیز در هنگام برداشت در مرحله خمیری از هر کرت سه خط سه متری از وسط کرت برداشت شد. وزن تر با استفاده از ترازوی دیجیتال و پروتئین با اندازه‌گیری ازت پودر ذرت که شامل مخلوطی از ساقه، برگ و بلال بود به روش هضم تر و با استفاده از دستگاه کجلدال صورت گرفت، و با اعمال ضریب گیاهی مربوط به ذرت علوفه‌ای میزان پروتئین ذرت نسبت به وزن خشک ماده محاسبه شد (Elaine, 2019). پس از برداشت گندم حدود ۳۰ درصد از بقایا با خاک مخلوط و سپس ذرت کشت شد. لازم به ذکر است همچنین به دلیل وجود بقایا در خاک پس از کشت گندم، میزان ۵۰ کیلوگرم اوره در ابتدای کشت ذرت به

کودهای آلی بر مبنای وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال شدند. زمان کاشت گندم رقم چمران ۲ دهم آبان و برداشت گندم ۲۵ خرداد با میزان بذر مصرفی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، زمان کاشت ذرت علوفه‌ای رقم سینگل گراس ۷۰۴ یکم تیرماه و زمان برداشت ذرت ۲۶ مهر ماه با میزان بذر مصرفی ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود که به صورت دستی انجام شد. کلیه عملیات داشت از قبیل نحوه و میزان آب آبیاری، مبارزه با آفات و علف‌های هرز مطابق توصیه کارشناسان زراعت انجام شد. این آزمایش به صورت تناوب گندم و ذرت انجام شد. در پایان کشت گندم با استفاده از کادر ۱×۱ از هر کرت مساحت مشخصی در دو تکرار برداشت شد و بعد از شمارش تعداد دانه در خوشه و سپس خرمن کوبی عملکرد کاه، عملکرد دانه، عملکرد کل، شاخص برداشت، وزن هزار دانه با استفاده از ترازوی دیجیتال و غلظت

نیتروزنی بر شاخص برداشت، عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد دانه در خوشه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه در سطح یک درصد و کربن آلی خاک در سطح پنج درصد معنادار است؛ همچنین اثر کود آلی به تنهایی بر همه اجزاء عملکرد به جز غلظت نیتروزن دانه در سطح یک درصد معنادار است و بر ماده آلی خاک در سطح پنج درصد معنادار است. ضمن این‌که اثر متقابل کود نیتروزن و کود آلی بر عملکرد کاه، عملکرد دانه، عملکرد کل، شاخص برداشت و تعداد دانه در خوشه در سطح یک درصد و بر ماده آلی خاک در سطح پنج درصد معنادار است.

خاک داده شد. در پایان نتایج آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری (MSTAT-C (1985) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از شاخص کولموگروف-اسمیرنوف در نرم‌افزار IBM SPSS Statistics 21 انجام و بعد از نرمال‌سازی ابتدا تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اجزاء عملکرد گندم

نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروزن و کود آلی بر اجزاء عملکرد گندم در جدول ۴ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر کود

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر نیتروزن و کود آلی بر صفات اندازه‌گیری شده گندم

Table 4- Variance analysis of the effect of nitrogen and organic fertilizer on the measured traits of wheat

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد کاه	عملکرد دانه	عملکرد کل	شاخص برداشت	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	غلظت نیتروزن دانه	کربن آلی خاک
بلوک	2	6.56*	0.045	4.84**	3.51*	6.11**	5.71**	2.11	0.22**
کود آلی (M)	4	3.52**	0.86**	6.27**	29.31**	34.07**	20.63**	0.05	0.03*
خطای M	6	0.46	0.016	0.709	0.457	0.426	0.354	0.123	0.009
نیتروزن (N)	3	1.09**	0.36**	1.03	23.68**	26.75**	16.38**	0.15	0.06*
نیتروزن* کود آلی	12	4.80**	0.77**	5.41**	65.08**	38.03**	3.35**	0.05	0.02*
خطای کل	32	0.22	0.017	0.60	1.031	0.805	0.576	0.238	0.007
C.V. (درصد)		6.32	2.24	5.92	2.31	3.34	3.61	19.50	6.72

** معنادار در سطح یک درصد * معنادار در سطح پنج درصد

بر این کود نیتروزنی باعث تعدیل نسبت C/N کودهای آلی می‌شود و در نتیجه سرعت تجزیه کودهای آلی افزایش یافته و انواع اسیدهای آلی و ترکیبات کلات‌کننده آزاد می‌شود که سبب افزایش فراهمی و جذب عناصر غذایی می‌شود (Havlin et al., 1999). در پژوهش Hassanzadeh et al. (2008) پاسخ گندم به سطوح مختلف کمپوست و کود آلی بررسی و گزارش شد که مصارف کود آلی و کمپوست تعداد سنبله را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنادار افزایش می‌دهد. آن‌ها این افزایش را به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی بر اثر کاربرد کودهای آلی نسبت دادند.

با توجه به نتایج جدول ۵ مشاهده می‌شود که مصرف کود شیمیایی و آلی نسبت به تیمار شاهد برتری دارد. بیش‌ترین عملکرد کاه در تیمار M2N3 (۷۵ درصد نیتروزن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و ۱۰ تن کود آلی بر هکتار) بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار M1N3 (۷۵ درصد نیتروزن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و بدون کود آلی) بیش‌ترین عملکرد کل در تیمار M2N3 (۷۵ درصد نیتروزن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و ۱۰ تن کود آلی بر هکتار) بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به تیمار M4N4 (۵۰ درصد نیتروزن توصیه شده بر اساس

با مصرف توأم کود شیمیایی و آلی به دلیل این‌که کود آلی شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد می‌تواند کارایی مصرف کود شیمیایی را افزایش دهد (Prasad, 1996). با افزایش میزان کود آلی در ترکیب با کود شیمیایی در سطوح کودی تلفیقی میزان کلروفیل به دلیل افزایش عناصر غذایی مؤثر در کلروفیل‌سازی مانند نیتروزن، آهن و منیزیم افزایش یافته و به دنبال آن اجزاء عملکرد افزایش می‌یابد.

در پژوهش Ahmadinezhad et al. (2014) مصرف توأم کودهای آلی و نیتروزن، صفات زراعی، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم را در مقایسه با شاهد و کاربرد کودهای آلی و نیتروزن به تنهایی افزایش داد. در پژوهش آن‌ها بیش‌ترین عملکرد زیستی و عملکرد دانه گندم در تیمار ۶۰ تن کود دامی ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد. نتیجه مقایسه میانگین اثرات متقابل کود شیمیایی و آلی در جدول ۴ نشان داده شده است. طبق گزارش Shirani et al. (2002) مصرف تلفیقی کود آلی و اوره باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد گندم می‌شود. در مراحل اولیه رشد کود نیتروزنی باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود و در مراحل بعدی معدنی شدن مواد آلی و آزاد شدن عناصر غذایی باعث افزایش رشد زایشی می‌شود؛ علاوه

نیتروژن بر اساس آزمون خاک در شرایط آزمایش توصیه می‌شود و مصرف بیش‌تر از این مقدار اثر معناداری بر اجزاء عملکرد گندم ندارد. مصرف ۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک ۳۳ درصد عملکرد دانه را نسبت به شاهد افزایش داده است. مطالعه Singh et al. (2003) نشان داد که نیتروژن بر شدت فتوسنتز، افزایش دورهٔ رویش و در نتیجه بر اجزاء عملکرد گندم مؤثر است. مطابق نتایج پژوهش Majidian et al. (2008) مصرف کود دامی به همراه کود شیمیایی باعث افزایش کارایی مصرف و عملکرد دانه می‌شود. نتایج همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که بین عملکرد دانه، شاخص برداشت و کربن آلی خاک همبستگی معناداری وجود دارد (جدول ۶).

آزمون خاک و ۱۰ تن کود کمپوست بر هکتار) بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه مربوط به تیمار M2N3 (درصد نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و ۱۰ تن کود آلی بر هکتار) بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار M4N3 (۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و ۱۰ تن کود کمپوست بر هکتار) ضمن این‌که با تیمار M3N3 (۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و ۲۰ تن کود دامی بر هکتار) اختلاف معنادار ندارد، اثر تیمارهای مختلف روی غلظت نیتروژن دانه معنادار نیست، بیش‌ترین کربن آلی خاک مربوط به تیمار M5N3 (۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک و ۲۰ تن کود کمپوست بر هکتار) است. با توجه به این نتایج مصرف ۷۵ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها برای صفات مورد بررسی گندم ایستگاه سراب چنگایی لرستان

Table 5- Mean Comparison of interaction effect of the treatments for the examined wheat traits in Sarab Chengai Lorestan station

تیمار	عملکرد کاه	عملکرد دانه	عملکرد کل	شاخص برداشت	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	غلظت نیتروژن دانه	کربن آلی خاک
	تن بر هکتار	تن بر هکتار	درصد	درصد	گرم	میلی‌گرم بر کیلوگرم	درصد	درصد
M1N1	6.26 h	5.14 ij	11.4 fg	46.53 d	22 i	37.96 h	2.38 a	1.21 cde
M1N2	8.32bcd	6.23 b	14.16 b	41.18 f	25 hi	38.23 h	2.54 a	1.33 bcd
M1N3	7.51 defg	6.88 a	14.16 b	47.41 cd	24 ij	40.76 def	2.46 a	1.40 b
M1N4	8.86 b	4.85 k	13.88 bc	36.56 h	28 defg	39.66 fg	2.55 a	1.25 bcde
M2N1	8.15bcde	5.72 gh	13.87 bc	41.39 f	29 cde	42.60 bc	2.50 a	1.15 e
M2N2	6.33 h	6.05 bcde	12.38 cdef	49.68 b	25 i	38.10 h	2.53 a	1.28 bcde
M2N3	9.84 a	6.10 bcd	15.94 a	38.53 g	32 a	40.60 defg	2.48 a	1.37 bc
M2N4	7.88 cde	5.60 h	13.68 bcd	43.54 e	23 jk	40.13 efg	2.40 a	1.19 de
M3N1	7.70 cdefg	5.78 fgh	13.49 bcd	42.87 ef	27 fg	41.26 cde	2.60 a	1.21 cde
M3N2	8.01 bcde	5.04 jk	13.18 bcde	39.30 g	30 bc	39.30 gh	2.35 a	1.16 e
M3N3	6.91 fgh	5.25 ij	11.89 ef	43.34 e	22 i	43.03 ab	2.75 a	1.22 cde
M3N4	6.83 gh	5.19 ij	12.20 def	44.04 e	21 i	42.56 bc	2.46 a	1.27 bcde
M4N1	7.32 efg	5.97 cdef	13.11 bcde	44.16 e	31 ab	41.76 bcd	2.22 a	1.26 bcde
M4N2	8.55 bc	5.62 h	13.81 bc	38.39 g	30 bc	41.76 bcd	2.43 a	1.23 cde
M4N3	5.19 i	5.33 i	10.39 g	49.94 b	25 hi	44.26 a	2.73 a	1.25 bcde
M4N4	5.34 i	5.81 efgh	11.08 fg	51.81 a	29 cde	41.96 bcd	2.32 a	1.33 bcd
M5N1	7.92 cde	6.12 bcd	13.83 bc	43.81 e	27 cd	41.96 bcd	2.43 a	1.18 de
M5N2	7.74 cdef	5.97 cdef	13.76 bc	43.95 e	28 defg	40.83 def	2.58 a	1.31 bcde
M5N3	6.42 h	5.89 defg	12.51 cdef	48.58 bc	22 i	42.06 bcd	2.82 a	1.54 a
M5N4	7.5 defg	6.14 bc	13.41 bcd	44.04 e	27 fg	42.56 bc	2.52 a	1.34 bcd

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن تفاوت معنادار ندارند.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه گندم

Table 6- Correlation coefficients between studied traits of wheat

عملکرد کاه	عملکرد دانه	عملکرد کل	شاخص برداشت	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	غلظت نیتروژن دانه	کربن آلی خاک
عملکرد کاه	1						
عملکرد دانه	0.12	1					
عملکرد کل	0.80**	0.40**	1				
شاخص برداشت	-0.072**	0.27*	-0.55**	1			
تعداد دانه در خوشه	0.46**	0.18	0.44**	0.41**	1		
وزن هزار دانه	0.17	0.005	-0.12	0.19	0.06	1	
غلظت نیتروژن دانه	0.13	0.02	0.08	0.08	0.17	0.08	1
کربن آلی خاک	0.14	0.37**	0.23	0.25	0.16	0.28*	0.28*

** معنادار در سطح یک درصد * معنادار در سطح پنج درصد

بر عملکرد تر و درصد پروتئین معنادار است. کود آلی بر همهٔ صفات رشدی اندازه‌گیری شده اثر معنادار دارد. اثر متقابل کود

۲-۳- اجزاء عملکرد ذرت
نتایج تجزیهٔ واریانس اثر نیتروژن و کود آلی بر صفات ذرت در جدول ۷ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود اثر کود نیتروژنی

نیتروزنی و کود آلی بر همه صفات اندازه‌گیری شده معنادار است. بررسی (Mentler et al. (2002 نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای دامی با کود شیمیایی باعث افزایش وزن هزار دانه ذرت می‌شود. این پژوهش‌گران علت این افزایش را به اثرات مفید کود دامی در افزایش رشد ریشه، عرضه مناسب عناصر غذایی، افزایش سهم برگ و بهبود شدت فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها نسبت دادند.

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر نیتروژن و کود آلی بر صفات ذرت علوفه‌ای

Table 7- Analysis of variance of the effect of nitrogen and organic fertilizer on silage corn traits

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد تر	غلظت نیتروژن	پروتئین
بلوک	2	0.2	0.03	0.003
کود آلی (M)	4	64.71**	0.05*	1.66**
خطای M	6	0.127	0.008	0.002
نیتروژن (N)	3	74.54**	0.03	0.41**
نیتروژن*کودآلی	12	273.64**	0.08**	2.55**
خطای کل	32	0.280	0.01	0.001
C.V. (درصد)		0.63	4.8	0.25

C.V: ضریب تغییرات، ** معنادار در سطح یک درصد، * معنادار در سطح پنج درصد

با توجه به نتایج جدول ۸ بیش‌ترین وزن تر مربوط به تیمار M1N3، بیش‌ترین غلظت نیتروژن M2N2 است ضمن این‌که با تیمارهای M2N1، M5N1، M4N2، M1N3، M5N3، M1N4 و M3N4 اختلاف معناداری ندارد. بیش‌ترین پروتئین دانه مربوط به تیمار M2N2 است. بنابراین، به نظر می‌رسد مصرف ۱۰۰ درصد نیتروژن مطابق آزمون خاک از کارایی بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار باشد و از بین تیمارهای کود آلی ۱۰ تن در هکتار کود دامی توصیه می‌شود.

با توجه به نتایج جدول ۸ بیش‌ترین وزن تر مربوط به تیمار M1N3، بیش‌ترین غلظت نیتروژن M2N2 است ضمن این‌که با تیمارهای M2N1، M5N1، M4N2، M1N3، M5N3، M1N4 و M3N4 اختلاف معناداری ندارد. بیش‌ترین پروتئین دانه مربوط

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها برای صفات مورد بررسی ذرت ایستگاه سراب چنگایی لرستان

Table 8- Mean Comparison of interaction effect of the treatments for the examined corn silage traits in Sarab Chengai Lorestan station

تیمار	عملکرد تر (تن بر هکتار)	غلظت نیتروژن (میلی گرم بر کیلوگرم)	پروتئین (درصد)
M1N1	71.63 n	1.97 defg	11.66 l
M1N2	96.13 a	1.99 defg	11.60 m
M1N3	96.23 a	2.16 abcd	12.61 e
M1N4	81.90 i	2.07 cde	12.96 b
M2N1	93.53 c	2.12 abcd	12.36 g
M2N2	86.40 g	2.29 a	13.50 a
M2N3	91.36 d	2.00 defg	11.64 lm
M2N4	72.56 m	2.22 abc	12.48 f
M3N1	83.46 h	2.09 bcde	12.11 j
M3N2	81.50 i	1.86 fgh	12.79 d
M3N3	69.66 o	2.04 cdef	11.98 k
M3N4	88.16 f	2.27 ab	12.26 h
M4N1	81.56 i	1.74 h	10.19 q
M4N2	77.60 k	2.13 abcd	12.44 f
M4N3	86.40 g	2.08 bcde	12.17 i
M4N4	94.63 b	2.05 cdef	11.54 n
M5N1	76.00 l	2.21 abc	12.90 c
M5N2	80.36 j	1.83 gh	10.53 p
M5N3	88.33 f	2.11 abcd	12.65 e
M5N4	89.56 e	1.90 efgh	11.11 o

N: تیمار نیتروژن، M: تیمار کودآلی، در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن تفاوت معنادار ندارند.

در مطالعه‌ای (Marschner (2003 بیان می‌کند که پس از افزودن کود اوره تا چهار روز به دلیل هیدرولیز اوره و تولید کربنات آمونیوم pH خاک افزایش و پس از آن بر اثر انجام فرآیند نیترات‌سازی کاهش می‌یابد. علاوه بر این ریشه گیاه با جذب یون‌های آمونیوم حاصل از هیدرولیز اوره، برای حفظ خنثی بودن بار الکتریکی در داخل و پیرامون H^+ به ریزوسفر ریشه آزاد می‌کند که سبب اسیدی شدن خاک می‌شود. این کاهش pH سبب افزایش فراهمی عناصر غذایی مختلف از جمله فسفر، روی، آهن، منگنز، مس و غیره می‌شود. نتایج همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده ذرت در جدول ۹ نشان داده شده است. مطالعه

در مطالعه‌ای (Marschner (2003 بیان می‌کند که پس از افزودن کود اوره تا چهار روز به دلیل هیدرولیز اوره و تولید کربنات آمونیوم pH خاک افزایش و پس از آن بر اثر انجام فرآیند نیترات‌سازی کاهش می‌یابد. علاوه بر این ریشه گیاه با جذب یون‌های آمونیوم حاصل از هیدرولیز اوره، برای حفظ خنثی

تعداد دانه در خوشه شود. نتایج در مورد کشت ذرت نیز نشان داد مصرف ۱۰۰ درصد نیتروژن مطابق آزمون خاک از کارایی بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار است. از بین تیمارهای کود آلی ۱۰ تن در هکتار کود دامی توصیه می‌شود. به طور کلی برای گندم در بین تیمارهای مصرف توأم کود آلی و کود شیمیایی نیتروژنی، مصرف ۲۰ تن کود کمپوست در هکتار به همراه ۵۰ درصد کود اوره توصیه شده بر مبنای آزمون خاک بیشترین اثر را بر عملکرد دانه نشان داد. در مورد ذرت مصرف ۱۰ تن کود کمپوست در هکتار به همراه ۵۰ درصد کود اوره توصیه شده بر مبنای آزمون خاک بیشترین تأثیر را بر وزن تر داشت. با توجه به این که در سال اول کود حیوانی از پوسیدگی کامل برخوردار نیست، توجه به میزان نیتروژن صحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اعمال این مقدار نیتروژن می‌تواند از رقابت بین گیاه و ریزجانداران خاک بکاهد و تغذیه نیتروژن گیاه بهبود یابد. بنابراین، به‌منظور کاهش مصرف کود شیمیایی و افزایش کیفیت خصوصیات خاک، جلوگیری از کاهش ماده آلی خاک و تخریب محیط زیست مصرف تلفیقی کود آلی و شیمیایی توصیه می‌شود.

رضایی‌نژادی، یحیی، و افیونی، مجید (۱۳۸۰). اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک و عملکرد ذرت و جذب عناصر. *علوم آب و خاک*,

(۴)۴، ۱۹-۲۹. doi:20.1001.1.24763594.1379.4.4.12.1

غفاری، حیدر، و گرجی، منوچهر (۱۴۰۰). ارزیابی اثر فرسایش خاک بر عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل SWAT. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، (۳)۱، ۵۳-۶۶. doi:10.22098/mmws.2021.9267.1029

غیبی، محمدنبی، اسدی، فاطمه، و طهرانی، محمدمهدی (۱۳۹۳). دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ذرت. *موسسه تحقیقات خاک و آب*.

کازمین، سیدعبدالرضا، غدیری، حسین، کریمیان، نجفعلی، کامگار حقیقی، علی‌اکبر، و خردنام، منوچهر (۱۳۸۷). اثر برهم‌کنش نیتروژن و مواد آلی بر رشد و عملکرد گندم دیم (*Triticum aestivum*). *علوم آب و خاک*، (۴۵)۱۲، ۴۶۱-۴۷۲. doi:20.1001.1.22518517.1387.12.45.38.0

عزیزی، مجید، و ملکوتی. محمدجعفر (۱۳۷۸). اثر مقدار و منبع کود روی و کمپوست بر عملکرد و جذب روی در گندم آبی. *خاک و آب*، (۵)۱۲، ۲۵-۱۲.

مجیدیان، مجید، قلاوند، امیر، کریمیان، نجفعلی، و کامگار حقیقی، علی‌اکبر (۱۳۸۷). تأثیر تنش رطوبت، کود شیمیایی نیتروژنه، کود دامی و تلفیقی از کود نیتروژن و کود دامی بر عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان استفاده از آب ذرت سینگل کراس ۷۰۴. *علوم آب و خاک*، (۴۵)۱۲، ۴۱۷-۴۳۲. doi:20.1001.1.22518517.1387.12.45.35.7

(Maghsoudi et al. (2014) نشان داد که در بین روش‌های تغذیه‌ای آلی، شیمیایی، زیستی و تلفیقی بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت، سیستم تغذیه تلفیقی چهار تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن خالص بیشترین عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین را نسبت به سایر تیمارها دارد.

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه ذرت

Table 9- Correlation coefficient between studied corn traits

پروتئین	نیتروژن	وزن تر	وزن تر
		1	وزن تر
	1	0.05	نیتروژن
1	0.67**	0.03	پروتئین

** معنادر در سطح یک درصد

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در کشت گندم مصرف ۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده در آزمون خاک می‌تواند باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد معنادار نسبت به شاهد شود. مصرف تلفیقی کود آلی و نیتروژن می‌تواند باعث افزایش معنادار عملکرد دانه، کاه، عملکرد زیستی، وزن هزار دانه و شاخص برداشت و

منابع

احمدی‌نژاد، راشد، نجفی، نصرت‌اله، علی اصغرزاده، ناصر، و اوستان، شاهین (۱۳۹۲). اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). *دانش آب و خاک*، (۳)۲۳، ۱۷۷-۱۹۴.

حسن‌زاده قورت تپه، عبدالله، فتح‌اله زاده، عبدالله، نصراله‌زاده اصل، علی، و آخوندی، ناصر (۱۳۸۷). بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد و راندمان زراعی جذب نیتروژن در ارقام و لاین های گندم در استان آذربایجان غربی. *تولید گیاهان زراعی (مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی)*، (۱)۱، ۸۲-۱۰۰. doi:20.1001.1.2008739.1387.1.1.6.7

خطبایی، مجتبی، امامی، حجت، آستارایی، علیرضا، و فتوت، امیر (۱۳۹۳). تأثیر مواد آلی و گچ بر بعضی از صفات گیاه ذرت در خاک شور-سدیمی. *پژوهش‌های زراعی ایران*، (۴)۱۲، ۶۵۸-۶۶۴. doi:10.22067/gsc.v12i4.45149

رحیمی‌زاده، مجید، کاشانی، علی، و زارع فیض‌آبادی، احمد (۱۳۸۹). اثر زراعت پیش‌کاشت، کود نیتروژنه و برگشت بقایای محصول بر رشد و عملکرد گندم. *پژوهش‌های زراعی ایران*، (۱)۸، ۹۸-۱۱۰. doi:10.22067/gsc.v8i1.7398

رسولی، فاطمه، و مفتون، منوچهر (۱۳۸۹). اثرات باقیمانده دو ماده آلی با یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی از خواص شیمیایی خاک. *آب و خاک*، (۲)۲۴، ۲۶۲-۲۷۳. doi:10.22067/jsw.v0i0.3243

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ذرت. موسسه تحقیقات خاک و آب.
مقصودی، عیسی، قلاوند، امیر، و آقا علیخانی، مجید (۱۳۹۲). تأثیر روش‌های تغذیه‌ای آلی، شیمیایی، زیستی و تلفیقی بر عملکرد دانه و صفات کیفی یک رقم ذرت. *پژوهش‌های خاک*، ۲۷(۳)، ۲۸۴-۲۷۵. doi:10.22092/ijsr.2013.126256
میرزاشاهی، کامران، و سعادت، سعید (۱۳۸۹). تأثیر مواد آلی مختلف بر عملکرد کلزا و برخی خصوصیات خاک در شمال خوزستان. *پژوهش‌های خاک*، ۲۴(۱)، ۲۱-۲۹. doi:10.22092/ijsr.2010.126526

محمدیان، محمد، و ملکوتی، محمدجعفر (۱۳۸۲). بررسی تأثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. *علوم خاک و آب*، ۱۶(۲)، ۱۴۴-۱۵۲.
مسگرباشی، موسی، بخشنده، عبدالمهدی، نبی‌پور، مجید، و کاشانی، علی (۱۳۸۳). بررسی اثر بقایای گیاهی و کود شیمیایی بر جذب نیتروژن، عملکرد گندم و مواد آلی خاک در شرایط اهواز. *علوم زراعی ایران*، ۶(۳)، ۲۴۸-۲۳۹. doi:10.1001.1.15625540.1383.6.3.6.5
مشیری، ف.، شهبازی، ع.ا.، کشاورز، پ.، خوگر، ز.، فیضی اصل، و.، طهرانی، م.م.، اسدی رحمانی، ه.، سماوات، س.، غیبی، م.ن.، سدری، م.ح.، رشیدی، ن.، سعادت، س.، و خادمی، ز. (۱۳۹۳).

References

- Ahmadinezhad, R., Najafi, N., Aliasgharzad, N., & Oustan, S.H. (2014). Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Journal of Water and Soil Conservation (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources)*, 23(2), 177-194. [In Persian]
- Azizi, M., & Malakuti, M.J. (1999). Effect of amounts and sources of zinc fertilizer and compost on yield and zinc uptake in irrigated wheat. *Journal of Water and Soil Science*, 12(5), 12-25. [In Persian]
- Cherif, H., Ayari, F., Ouzari, H., Marzorati, M., Brusetti, M., Jedidi, L., Hassen, A., & Daffonchio, D. (2009). Effect 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. doi:10.1016/j.ejsobi.2008.11.003
- Eghball, B. (2002). Soil properties as influenced by phosphorus-and nitrogen-based manure and compost applications. *Agronomy*, 94, 128-135. doi:10.2134/agronj2002.1280
- Elaine, S.K. (2019). Calculation of nitrogen-to-protein conversion factors: A review with a focus on soy protein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(4). doi:10.1002/aocs.12196
- Erich, M.S., Fitzgerald, C.B., & Porter, G.A. (2002). The effect of amendments on phosphorus chemistry in a potato cropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88, 79-88. doi:10.1016/S0167-8809(01)00147-5
- Ghafari, H., & Gorji, M. (2021). Evaluation of soil erosion effects on rainfed wheat (*Triticum aestivum*) yield using SWAT model. *Water and Soil Management and Modelling*, 1(3), 53-66. doi: 10.22098/mmws.2021.9267.1029 [In Persian]
- Ghaibi, M.N., Asadi, F., & Tehrani, M.M. (2013). Guidelines for integrated management of soil fertility and corn plant nutrition. Soil and Water Research Institute. [In Persian]
- Hamdi, H., Jedidi, N., Ayari, F.A., & Mhiri, A. (2002). The effect of Tunis urban compost on soil properties, chemical composition of plant and yield. Proceeding of the International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management, Epson, Tunis, Pp. 383-384.
- Hassanzadeh Ghorttepe, A., Fath Elahzadeh, Q., Nasralezadeh Asl, A., & Akhundif, N. (2008). Investigation of yield, yield components and agronomic efficiency of nitrogen absorption in wheat cultivars and lines in West Azarbaijan province. *Agricultural Plants Production*, 1(1), 83-100. [In Persian] doi:10.1001.1.2008739.1387.1.1.6.7
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., & Nelson, W.L. (1999). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Kazemeini, S.A., Ghadiri, H., Karimian, N., Kamgar Haghghi, A.A., & Kheradnam, M. (2008). Interaction effects of nitrogen and organic matters on growth and yield of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop Researches*. 12(45), 461-472. doi: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.38.0 [In Persian]
- Khotabae, M., Emami, H., Astaraei, A., & Fotovat, A. (2014). Effect of organic matter and gypsum powder some traits of maize in a saline-sodic soil. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4), 658-664. doi:10.22067/gsc.v12i4.45149 [In Persian]
- Maghsoudi, A., Qalavand, A., & Agha Alikhani, M. (2014). The effect of organic, chemical, biological and integrated nutritional methods on grain yield and quality traits of a corn cultivar. *Soil Research (Soil and Water*

- Sciences*, 27(3), 275-284. doi: 10.22092/ijsr.2013.126256 [In Persian]
- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., & Kamgar Haghighi, A. (2008). Nitrogen and manure fertilizer on yield, yield Components and water use efficiency of Sc 704 Corn. *Water and Soil Science (Journal of Science And Technology Of Agriculture And Natural Resources)*, 12(45), 417-432. doi:20.1001.1.22518517.1387.12.45.35.7 [In Persian]
- Marschner, H. (2003). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Mentler, A., Partaj, T., Strauss, P., Soumah, H., & Blum, W.E. (2002). Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. 17th WCSS Proceedings, Thailand, Pp.16-20.
- Mesgarbashi, M., Bakhshandeh, A., Nabipour, M., & Kashani, A. (2004). Effects of plant residue and fertilizer on Nitrogen up-take, grain yield of wheat and soil organic matter under Ahvaz conditions. *Iranian Journal of Crop Science*, 6(3), 239-248. doi:20.1001.1.15625540.1383.6.3.6.5 [In Persian]
- Mirzashahi, K., & Saadat, S. (2011). The effect of different organic matter on canola yield and some soil properties in northern Khuzestan. *Soil Research (Soil and Water Sciences)*, 24(1), 21-29. doi:10.22092/ijsr.2010.126526 [In Persian]
- Mohamadian, M., & Malakouti, M.J. (2003). Evaluation of the effect of two types of compost on physical and chemical properties of soil and corn yield. *Soil and Water Sciences*, 16(2), 144-152. [In Persian]
- Moshiri, F., Shahabi, A.A., Keshavarz, P., Khoger, Z., Faizi Asl, V., Tehrani, M.M., Asadi Rahmani, H., Samawat, S., Ghaibi, M.N., Sadari, M.H., Rashidi, N., Saadat, S., & Khademi, Z. (2013). Guidelines for integrated management of soil fertility and corn plant nutrition. *Soil and Water Research Institute*. [In Persian]
- Oad, F.C., Buriro, U.A., & Agha, S.K. (2004). Effect of organic and inorganic fertilizer application on Maize and Fodder production. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(3), 375-377. doi:10.3923/ajps.2004.375.377
- Prasad, R. (1996). Cropping systems and sustainable of agriculture. *Indian Farming*, 46, 39-45.
- Rahimizadeh, M., Kashani, A., & Zarea Feizabadi, A. (2010). The effect of preceding crop, nitrogen fertilizer and return of crop residue on growth and yield of wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(1), 98-110. doi:10.22067/gsc.v8i1.7399 [In Persian]
- Rasouli, F., & Maftoun, M. (2010). Residual effects of two organic matters with or without nitrogen on growth and chemical composition of wheat and some soil chemical properties. *Water and Soil*, 24(2), 262-273. doi: 10.22067/jsw.v0i0.3243 [In Persian]
- Rezaenejad, Y., & Afyuni, M. (2001). Effect of organic matter on soil chemical properties and corn yield and elemental uptake. *Journal of Water and Soil Science*, 4(4), 19-29. doi:20.1001.1.24763594.1379.4.4.12.1 [In Persian]
- Robin, A.K., Szmidt, K., Andrew, A., & Dickson, W. (2001). Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland.
- Schmidt, M., Torn, W.I., Abiven, M.S., Dittmar, S., Guggenberger, T., Janssens, G., Kleber, I.A., Kogel-Knabner, M., Lehmann, I., Manning, J., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S., & Trumbore, S.E. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478 (7367), 49-56. doi:10.1038/nature10386
- Schere, H.W., Metker, D.J., & Welp, G. (2011). Effect of long-term organic amendments on chemical and microbial properties of a luvisol. *Plant, Soil and Environment*, 57(11), 513-518. doi: 10.17221/3283-PSE
- Sharma, R.K., Agrawal, M., & Marshall, F.M. (2006). Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, 77, 312-318. doi:10.1007/s00128-006-1065-0
- Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., & Hemmat, A. (2002). Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 68, 101-108. doi:10.1016/S0167-1987(02)00110-1
- Singh, D., Chand, S., Anvar, M., & Patra, D. (2003). Effect of organic and inorganic amendments on growth and nutrient accumulation by Isabgol (*Plantago ovate* L.) in sodic soil under greenhouse conditions. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25, 414-419.
- Smith, P. (2002). Organic matter modelling. In: Lal, R. ed., *Encyclopedia of Soil Science*. Marcel Dekker, Inc., New York, New York, USA.
- Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38. doi:10.1097/00010694-193401000-00003