Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

Research Article
Vol. 15, No. 2, Summer 2023, p. 263-276

The Effect of Planting Method and Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Residue Compost on Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.) and some Properties of Soil

Mohamad Tahmasebi[1], Mohamad Hossain Gharineh[2]*, Ali Moshatati[3] and Aydin Khodaei-Joghan[3]

Received: 30-08-2021
Revised: 01-12-2021
Accepted: 13-12-2021
Available Online: 13-12-2021

How to cite this article:
Tahmasebi, M., Gharineh, M.H., Moshatati, A., & Khodaei-Joghan, A. (2023). The effect of planting method and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) residue compost on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) and some properties of soil. *Journal of Agroecology*, 15(2), 263-276.
DOI: 10.22067/agry.2021.72138.1064

Introduction

One factor affecting crops growth and development is the cultivation pattern, which affects the distribution of plants in the field, distances between plants, the use of growth sources such as light, water, and soil nutrients, and competition between plants. These factors affect the growth and yield of crops. Also, using compost fertilizer has beneficial effects on the soil's physical, chemical, and biological conditions and has positive effects on crop plants' grain yield and yield components. This study was designed and carried out to study the effect of planting method and sugarcane residue compost fertilizer on yield and yield components of corn and some soil properties in Ahwaz weather conditions at Agricultural Sciences and the Natural Resources University of Khuzestan.

Materials and Methods

In order to investigate the effect of planting method and sugarcane residue compost fertilizer on yield and yield components of corn (hybrid of single cross 703) and some soil properties, a field experiment using a split-plot arrangement accomplished based on the randomized complete block design with four replications in Mian-Ab region of Shooshtar on 2018. Experimental factors included four planting methods (single row on ridges, on watermark, in furrows, and on flat ground) as a main factor in main plots and four amounts of sugarcane residues compost (0, 10, 20, and 30 t ha^{-1}) as a subfactor in sub-plots. Each sub-plot had six planting rows with a length of 3 meters and a width of 4.5 meters (with an area of 13.5 square meters). The seeds were planted manually at a depth of 3 cm on 2nd August 2017 with a density of 66000 per ha (the distance between ridges and furrows was 75 cm, and the distance between the plants was 18 cm). In this experiment, row number per ear, grains per row, thousand-grain weight, grain yield, biological yield, harvest index, soil nitrogen percent and soil organic matter percent were measured.

Results and Discussion

The analysis of variance showed that the effect of plant method, sugarcane residue compost, and their interaction was significant on the traits of row number per ear, grain number per row, thousand-grain weight, grain yield, biological yield, harvest index, soil nitrogen percent and soil organic matter percent. The comparison of mean showed that the maximum amount of corn traits were obtained in furrow planting and using 30 t ha^{-1} of

1, 2, 3- Former M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professors, Respectively, Department of Plant Production and Genetic Engineering, College of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
(*- Corresponding author's Email: Mgharineh@asnrukh.ac.ir)

sugarcane residue compost, and the lowest amounts was observed in ridge planting and non-use of sugarcane residue compost. So, the mean comparison of grain yield under the interaction of planting method and sugarcane residue compost showed that the highest grain yield (6497 kg ha^{-1}) was in furrow planting and 30 t ha^{-} of sugarcane residue compost and the lowest grain yield (3870 kg ha^{-1}) was in ridge planting and non-use of sugarcane residue compost. Examination of correlation coefficients between the measured traits showed that grain yield had a more positive and significant correlation with biological yield, harvest index, and 1000-grain weight. Also, the biological yield had a more positive and significant correlation with grain yield, 1000-seed weight, and number of rows per ear.

Conclusion

In general, the findings of this experiment demonstrated that the furrow cultivation method resulted in the highest values for the measured traits (excluding soil nitrogen and soil organic matter percentage). Moreover, across all cultivation methods, an increase in the application of sugarcane residues compost fertilizer, and the availability of water and nutrients for the plants, led to an increase in the magnitude of these traits. The maximum values were achieved at a compost fertilizer rate of 30 t ha-1. Based on the results of this experiment, it can be concluded that cultivating corn using the furrow method and applying 20 to 30 t ha-1 of sugarcane residue compost can significantly enhance corn grain yield in the Shooshtar region.

Keywords: Biological yield, Khuzestan, Organic fertilizer, Planting pattern, Soil organic matter percent

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۷۶-۲۶۳

اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) و برخی خصوصیات خاک

محمد طهماسبی[۱]، محمدحسین قرینه[۲*]، علی مشتطی[۳] و آیدین خدایی جوقان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر روش کشت و میزان کمپوست بقایای نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) هیبرید سینگل کراس ۷۰۳ و برخی خصوصیات خاک، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در تابستان ۱۳۹۷ در منطقه میان آب شوشتر اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل چهار روش کشت (یک ردیف در نوک پشته، داغ آب، کف جوی و مسطح) در کرت‌های اصلی و چهار مقدار کمپوست بقایای نیشکر (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی بودند. تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کشت، سطوح کمپوست بقایای نیشکر و اثر متقابل آن‌ها بر صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، درصد نیتروژن خاک و درصد ماده آلی خاک معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که حداکثر مقدار اکثر صفات گیاهی فوق در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر و کمترین میزان آن‌ها در روش کشت نوک پشته و عدم مصرف کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد. به‌طوری‌که مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه تحت اثر متقابل روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۶۴۹۷ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر و کمترین عملکرد دانه (۳۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت نوک پشته و عدم مصرف کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، خوزستان، درصد ماده آلی خاک، عملکرد بیولوژیک، کود آلی

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) پس از گندم و برنج، مهم‌ترین ماده غذایی دنیا است که با دامنه سازگاری گسترده به اقلیم‌های مختلف، عملکرد زیادی دارد و در تغذیه انسان، دام و طیور و صنعت استفاده می‌شود (Emam, 2011). بر اساس آمارنامه کشاورزی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، استان خوزستان با سطح زیر کشت حدود ۶۰ هزار هکتار و تولید حدود ۴۶۰ هزار تن ذرت دانه‌ای، مقام اول کشور را داشت (MAJ, 2020). زراعت و تولید ذرت در استان خوزستان با مشکلاتی مثل کمبود منابع آبی در تابستان، پایین بودن درصد ماده آلی خاک، سنگین بودن بافت خاک، شوری اراضی و غیره مواجه است که می‌توان با مدیریت زراعی بهینه و استفاده از راهکارهای به‌زراعی و به نژادی بعضی از این مشکلات را کاهش داد.

از عوامل زراعی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان زراعی، روش و الگوی کشت است که بر توزیع گیاهان در سطح مزرعه، فواصل بین بوته‌ها، میزان استفاده از منابع رشدی مثل نور، آب و عناصر غذایی خاک،

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیاران گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: Mgharineh@asnrukh.ac.ir)
DOI: 10.22067/agry.2021.72138.1064

رقابت بین گیاهان و غیره اثر دارد که در نهایت، این عوامل بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی مؤثر است (Li et al., 2008). در استان خوزستان و در شرایط کمبود آب و اراضی شور، کشت ذرت روی پشته باعث افزایش میزان آب مصرفی و مقدار تبخیر از سطح خاک، افزایش تجمع شوری در نوک پشته، افزایش رشد علف‌های هرز در جوی و غیره می‌شود که بر رشد و عملکرد ذرت اثر منفی دارد؛ در صورتی که کشت در کف جوی باعث کاهش میزان آب مصرفی، کاهش مقدار تبخیر، افزایش کارایی مصرف آب، کاهش تجمع نمک در اطراف ریشه گیاه، کاهش رشد علف‌های هرز و غیره می‌شود که می‌تواند باعث افزایش رشد و عملکرد ذرت شود (Barzegari et al., 2007; Moaieri, 2018) در این خصوص، در آزمایشی با بررسی اثر الگوی کشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای بیان شد که روش کشت کف جوی باعث افزایش صفات تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد، به‌طوری‌که عملکرد دانه در روش کاشت کف جوی (۵۹۴/۷ گرم در مترمربع) نسبت به روش کاشت روی پشته (۵۲۲/۲ گرم در مترمربع) باعث افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه شد (Hooshmand et al., 2014). در پژوهشی، با بررسی اثر الگوی کشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف فارو باعث افزایش رشد و عملکرد دانه شد، به‌طوری‌که عملکرد دانه در روش کاشت کف فارو (۷/۱۴ تن در هکتار) نسبت به روش کاشت روی پشته (۴/۰۴ تن در هکتار) باعث افزایش ۴۴ درصدی عملکرد دانه شد (Davani et al., 2016). در مطالعه‌ای با بررسی اثر الگوی کشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای نشان داده شد که روش کشت کف جوی باعث افزایش صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد، به‌طوری‌که عملکرد دانه در روش کشت کف جوی (۶۸۱/۵ گرم در مترمربع) نسبت به روش کشت روی پشته (۵۷۰/۵ گرم در مترمربع) باعث افزایش ۱۷ درصدی عملکرد دانه شد (Lak et al., 2016). همچنین در آزمایشات دیگر، در روش کشت کف جوی نسبت به روش کشت روی پشته، میزان افزایش عملکرد دانه ذرت دانه‌ای حدود سه درصد (Soleimanifard & Naseri, 2016) و حدود ۲۵ درصد (Nassiri et al., 2016) گزارش شده است.

یکی از راهکارهای افزایش میزان ماده آلی خاک، استفاده از مواد طبیعی مثل کودهای آلی در خاک است که باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش ماده آلی و تعادل پی‌اچ خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مثل نیتروژن، اصلاح ساختمان خاک، افزایش فعالیت ریزجانداران، ایجاد بستر مناسب برای رشد ریشه، افزایش فتوسنتز، رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت، بهبود عملکرد گیاه می‌شود، همچنین این مواد نسبت به کودهای شیمیایی آلودگی کمتری در محیط زیست ایجاد می‌کنند (Sajadinik et al., 2011). در بین کودهای آلی، کودهای کمپوست به‌دلیل اینکه باعث پایداری خاکدانه‌های خاک، افزایش تخلخل خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، حاصلخیزی و باروری خاک، افزایش نیتروژن در دسترس خاک و بهبود ریزوسفر خاک می‌شوند، نقش مهمی در کشاورزی پایدار و بهبود بوم نظام‌های زراعی دارند (Sullivan et al., 2002). یکی از کودهای کمپوست مهم که در استان خوزستان به‌مقدار زیادی تولید می‌شود و اخیراً مورد توجه قرار گرفته است، کود کمپوست بقایای نیشکر است. از جمله پسماندهای با ارزش کارخانجات نیشکر می‌توان به باگاس، فیلتر کیک (گل کربنات کلسیم) و تراش اشاره کرد. باگاس و فیلتر کیک، با توجه به ترکیباتی که دارند می‌توانند در تولید کمپوست و ورمی‌کمپوست استفاده شوند. علاوه‌بر باگاس، فیلترکیک محصول جانبی صنعت نیشکر است که در طی فرایند رسوب‌گذاری و تصفیه شربت به‌دست می‌آید و کیفیت آن به فرایندی که برای رسوب گذاری ناخالصی استفاده می‌شود، بستگی دارد. ماده آلی موجود در فیلترکیک حدود ۶۴ درصد وزن خشک آن است و منبع غنی کلسیم می‌باشد. فیلتر کیک در کارخانجات نیشکر حاوی ذرات ریز فیبر نیشکر، آهک، ذرات خاک، فسفات، واکس چربی و پروتئین به همراه سایر مواد غیرقندی است (Marinari et al., 2000). کمپوست تولید شده از باگاس و فیلتر کیک نیشکر حاوی کلیه مواد مغذی خاک نظیر عناصر ماکرو نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، عناصر میکرو و سایر مواد آلی مورد نیاز گیاهان است (Chattha et al., 2019).

در مورد اثر مصرف کود کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی مختلف پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، در آزمایشی با ارزیابی اثر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر عملکرد ذرت شیرین بیان شد که با افزایش مصرف کمپوست؛ صفات عملکرد دانه ذرت شیرین و درصد نیتروژن خاک و درصد ماده آلی خاک افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف ۴۰ تن در هکتار کمپوست حاصل شد (Mojab-

Qasroldashti et al., 2014). در پژوهشی در بررسی اثر مصرف کود ورمی‌کمپوست بر عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با مصرف کود ورمی‌کمپوست، صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه (۷/۵ تن در هکتار) در مصرف پنج تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (Mohammad-Khani & Roozbahani, 2015). در پژوهشی، طی مطالعه اثر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن، کود مرغی و کمپوست زباله شهری بر عملکرد ذرت شیرین نشان داده شد که با افزایش مصرف کمپوست زباله شهری؛ صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه کنسروی در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۴ تن در هکتار کود مرغی و تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۱۲ تن در هکتار کمپوست زباله شهری حاصل شد (Fereidooni et al., 2018). در آزمایشی با ارزیابی اثر مقادیر کمپوست نیشکر و نیتروژن بر عملکرد ذرت دانه‌ای بیان شد که با افزایش مصرف کمپوست نیشکر، صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه (۶۴۴۶ کیلوگرم در هکتار) در مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست نیشکر به‌دست آمد (Zadeh-Omidi & Marashi, 2019). همچنین در پژوهش دیگری، در بررسی اثر سطوح فیلترکیک نیشکر بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش مصرف فیلترکیک نیشکر، صفات تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه (۶۱۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف ۵۰ تن در هکتار فیلترکیک نیشکر حاصل شد (Faezizadeh & Shokohfar, 2020).

با توجه به نتایج تحقیقات مختلف، روش کشت کف جوی باعث افزایش رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای می‌شود، همچنین کاربرد کود کمپوست اثرات مطلوبی بر حفظ رطوبت خاک، فراهمی عناصر غذایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش رشد و عملکرد ذرت دارد، ولی اثر تلفیقی روش کشت و مقدار کود کمپوست نیشکر بر ذرت در منطقه مطالعه نشده است، لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر روش کشت و کاربرد مقادیر مختلف کود کمپوست بقایای نیشکر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و برخی خصوصیات خاک در شرایط آب و هوایی خوزستان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۷ در منطقه میان‌آب در جنوب غربی شوشتر با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه، ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا و آب و هوای گرم و خشک (متوسط درجه حرارت ۲۷ درجه سلسیوس و متوسط حداقل و حداکثر درجه حرارت به‌ترتیب ۱۰ و ۴۰ درجه سلسیوس با میانگین بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر) اجرا شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و کمپوست بقایای نیشکر

Table 1- Physical and chemical properties of soil and sugarcane residue compost

مشخصات فیزیکی و شیمیایی Physical and chemical properties	خاک (صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) Soil (0-30 cm)	کمپوست بقایای نیشکر Sugarcane residue compost
هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	1.2	2.2
pH	7.0	7.6
ماده آلی Organic matter (%)	0.7	57.6
نیتروژن N (%)	0.03	0.3
فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	35	76
پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	590	5000
وزن مخصوص ظاهری Bulk density ($g.cm^{-3}$)	1.2	-
بافت Texture	رسی سیلتی Silty clay	-

عوامل آزمایشی شامل چهار روش کاشت (کشت یک ردیف در نوک پشته (شاهد)، داغ آب، کف جوی و مسطح) به‌عنوان عامل اصلی در کرت‌های اصلی و چهار سطح کمپوست بقایای نیشکر (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی در کرت‌های فرعی بودند. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و کود کمپوست بقایای نیشکر مورد استفاده با رطوبت حدود ۲۰ درصد (تهیه شده از شرکت کشت و صنعت نیشکر کارون) در جدول ۱ آمده است.

پس از آماده‌سازی زمین (شامل شخم، دیسک و جوی و پشته سازی با فاروئر) و قبل از کاشت، مقدار کود کمپوست بقایای نیشکر بر اساس تیمار توزین و توسط دستگاه کولتیواتور دستی با خاک مخلوط شد. هر کرت آزمایشی فرعی شش ردیف کاشت به‌طول سه متر و عرض ۴/۵ متر (به‌مساحت ۱۳/۵ مترمربع) داشت. بذر ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۳ در تاریخ ۱۱ مرداد ۱۳۹۷ با تراکم ۶۶ هزار بوته در هکتار (فاصله بین جوی و پشته ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۱۸ سانتی‌متر) به‌صورت دستی در عمق سه سانتی‌متر کشت شد. در مرحله داشت، آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی، وضعیت ظاهری رطوبت خاک و نیاز گیاه به‌صورت نشتی انجام شد. در مورد کوددهی، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به‌صورت ۳۳ درصد در زمان کاشت، ۳۳ درصد در مرحله شش تا هشت برگی و ۳۳ درصد در مرحله قبل از ظهور گل تاجی) از منبع اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر در زمان قبل از کاشت از منبع سوپر فسفات تریپل استفاده شد. علف‌های هرز داخل و بین کرت‌ها به‌صورت دستی وجین شدند.

در زمان برداشت و در مرحله رسیدگی کامل در اواخر آبان ۱۳۹۷، دو خط اول و آخر و همچنین نیم متر از اول و آخر کرت به‌عنوان حاشیه حذف و سطح باقی‌مانده برداشت شد. تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف بر اساس متوسط ۲۰ بلال تصادفی، وزن هزار دانه با شمارش و توزین دو نمونه تصادفی ۵۰۰ دانه‌ای، عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ضربدر ۱۰۰ تعیین شدند. میزان نیتروژن خاک توسط روش و دستگاه کجلدال (Bremner, 1996) و درصد کربن آلی خاک با اکسید کربن آلی خاک در مجاورت دی کرومات پتاسیم و اسید غلیظ و سپس عیار سنجی با محلول سولفات فروآمونیوم اندازه‌گیری و درصد ماده آلی خاک از حاصلضرب درصد کربن آلی خاک در عدد ۱/۷۲ به‌دست آمد (Walkley & Black, 1934). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به‌روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) با نرم‌افزار تجزیه آماری (SAS 9.4) انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کشت و سطوح مختلف کمپوست بقایای نیشکر بر صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد نیتروژن خاک و درصد ماده آلی خاک معنی‌دار شد و اثر متقابل روش کشت و سطوح مختلف کمپوست بقایای نیشکر بر تمام صفات اندازه‌گیری شده فوق (به‌جز تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه) معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد ردیف در بلال: تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کاشت در سطح یک درصد و اثر کمپوست بقایای نیشکر در سطح پنج درصد بر صفت تعداد ردیف در بلال معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین تعداد ردیف در بلال تحت اثر روش کشت (جدول ۳) نشان داد که بیشترین تعداد ردیف در بلال (۱۵/۸) در روش کشت کف جوی و کمترین تعداد ردیف در بلال (۱۳/۵) در روش کشت روی خط داغ آب بود که با روش کشت روی نوک پشته اختلاف معنی‌دار نداشت.

به‌طور کلی، روش کاشت بر رشد رویشی و زایشی و عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی اثر دارد، لذا به نظر می‌رسد که روش کشت کف جوی به‌دلیل فراهمی رطوبت بیشتر، باعث افزایش رشد و اجزای عملکرد از جمله صفت تعداد ردیف در بلال شد. در آزمایشی، با بررسی اثر الگوی کشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف جوی باعث افزایش تعداد ردیف در بلال ذرت شد (Lack et al., 2016). از طرف دیگر، مقایسه میانگین صفت تعداد ردیف در بلال تحت اثر میزان کمپوست بقایای نیشکر نشان داد که با افزایش میزان مصرف کمپوست بقایای نیشکر، تعداد ردیف در بلال افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد ردیف در بلال (۱۴/۹) در شرایط مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کمترین تعداد ردیف در بلال (۱۳/۹) در شرایط مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست حاصل شد که با تیمار عدم مصرف کود کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و برخی خصوصیات خاک تحت اثر روش کشت و میزان کود کمپوست بقایای نیشکر

Table 2- Analysis of variance of yield and yield components traits of corn and some soil properties under planting method and sugarcane residues compost

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Means of squares							
		تعداد ردیف در بلال Number of spike per ear	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	وزن هزار دانه Thousand-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد نیتروژن خاک Soil nitrogen percent	درصد ماده آلی خاک Soil organic matter percent
تکرار Replication	3	1.1	15.1	124.7	1204382.2	454135.5	66.1	0.00011	0.013
روش کشت Planting method (PM)	3	17.1**	42.6**	3307.5**	6342705.8**	13232782.0**	71.4**	0.00413**	0.274**
خطای اصلی Ea	9	0.8	7.8	359.1	338033.3	157988.6	16.3	0.00022	0.013
کمپوست Compost (C)	3	3.3*	97.4**	5398.3**	1767903.9**	2603983.7**	62.3**	0.00123**	0.740**
روش کشت × کمپوست PM × C	9	1.4ns	18.7*	117.3ns	407118.2*	795048.1*	47.7*	0.00023*	0.244**
خطای فرعی Eb	36	0.9	7.9	505.2	188387.4	366256.7	13.3	0.00008	0.014
ضریب تغییرات CV (%)		6.8	10.0	8.6	8.6	4.9	8.9	10.5	10.8

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

ns, * and **: non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

آزادسازی عناصر غذایی موجود در کودهای کمپوستی در طی دوره کاکل‌دهی و تشکیل دانه ذرت که حساس‌ترین مرحله در تشکیل مواد فتوسنتزی است، منجر به افزایش تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در بلال شد (Mohammad-Khani & Roozbahani, 2015). در پژوهشی، با بررسی اثر مقادیر مختلف کمپوست نیشکر بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش میزان مصرف کمپوست نیشکر، تعداد ردیف در بلال ذرت افزایش یافت (Zadeh-Omidi & Marashi, 2019).

تعداد دانه در ردیف: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر صفت تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد دانه در ردیف تحت اثر متقابل روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۴)، بیشترین تعداد دانه در ردیف (۳۳/۱) در روش کشت کف جوی و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین تعداد دانه در ردیف (۲۳/۴) در روش کشت نوک پشته و عدم مصرف کود کمپوست به‌دست آمد. احتمالاً روش کشت کف جوی به‌دلیل فراهمی رطوبت بیشتر، باعث افزایش رشد و اجزای عملکرد از جمله صفت تعداد دانه در ردیف شد. در آزمایشی، با بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف جوی باعث افزایش تعداد دانه در ردیف بلال ذرت شد (Lack et al., 2016). افزایش تعداد دانه در ردیف با افزایش کاربرد کود کمپوست نیشکر را می‌توان به افزایش آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاه مثل نیتروژن نسبت داد که موجب افزایش

تشکیل و پرشدن دانه و در نتیجه، تعداد دانـه در ردیـف مـی‌شـود. در پژوهشی، با مطالعه اثر مقادیر مختلف کود ورمی‌کمپوست بر عملکـرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش مصـرف کـود ورمی‌کمپوست، صفت تعداد دانه در ردیف بـلال ذرت افـزایش یافـت (Mohammad-Khani & Roozbahani, 2015).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه ذرت دانه‌ای تحت اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر

Table 3- Mean comparison of the number of rows per ear and thousand-grain weight of corn under the effect of planting method and sugarcane residues compost

عوامل آزمایشی Experimental factors	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	وزن هزار دانه Thousand-grain weight (g)
روش کشت **Planting method**		
نوک پشته Ridge	13.6	244.6
داغ آب Watermark	13.5	254.3
کف جوی Furrow	15.8	278.0
مسطح Flat	14.3	264.1
حداقل تفاوت معنی دار (۵ درصد) LSD (%5)	0.71	15.1
کمپوست بقایای نیشکر **Sugarcane residue compost (t.ha^{-1})**		
0	14.0	249.4
10	13.9	246.3
20	14.3	259.0
30	14.9	286.7
حداقل تفاوت معنی دار (۵ درصد) LSD (%5)	0.68	16.1

وزن هزار دانه: تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر صفت وزن هزار دانه در سطح احتمـال یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها بر صفت وزن هزار دانـه معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین وزن هـزار دانـه تحـت اثـر روش کشت (جدول ۳) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانـه (۲۷۸/۳ گرم) در روش کشت کف جـوی و کمتـرین وزن هـزار دانـه (۲۴۴/۶ گرم) در روش کشت نوک پشته بود. در روش کشت کف جوی شرایط تغذیه‌ای و رشدی برای انجام فرآینـدهای حیـاتی گیـاه ماننـد جـذب عناصر، انتقال و اختصاص مواد و فتوسنتز مساعدتر شـده و منجـر بـه افزایش وزن هزار دانه ذرت می‌شـود (Hooshmand et al., 2014). در آزمایشی، با بررسـی اثـر الگـوی کشـت بـر رشـد و عملکـرد ذرت گزارش شد که روش کشت کف جوی، باعث افزایش وزن هـزار دانـه ذرت شد (Soleimanifard & Naseri, 2016).

از طرف دیگر، مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحـت اثـر میـزان کمپوست بقایـای نیشـکر نشـان داد کـه بـا افـزایش میـزان مصـرف کمپوسـت بقایـای نیشـکر، وزن هـزار دانـه ذرت افـزایش یافـت، به‌طوری‌که بیشترین وزن هزار دانه (۲۸۶/۷ گرم) در شـرایط مصـرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کمترین وزن هزار دانه (۲۴۶/۳ گرم) در شـرایط مصـرف ۱۰ تـن در هکتـار کـود کمپوسـت حاصل شد که با سطح عدم مصرف کود کمپوست اخـتلاف معنـی‌دار نداشت (جدول ۳). با مصـرف کـود کمپوسـت، خصوصـیات فیزیکـی، شیمیایی و بیولوژیک خاک بهبود یافته و موجب رشد بهتر گیاه شده و مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شده و به‌سمت دانه‌ها منتقل مـی‌شـود. همچنین با توجه به فراهمی بیشتر رطوبت خاک، طـول دوره پرشـدن دانه افزایش یافته و در نتیجه، وزن هـزار دانـه افـزایش مـی‌یابـد. در آزمایشی، طی ارزیـابی اثـر مقـادیر کمپوسـت نیشـکر و نیتـروژن بـر عملکرد ذرت دانه‌ای بیان شد که با افزایش مصرف کمپوست نیشـکر،

صفت وزن هزار دانه ذرت افزایش یافت (Zadeh-Omidi & Marashi, 2019).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و برخی خصوصیات خاک تحت اثر متقابل روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر

Table 4- Mean comparison of yield and yield components traits of corn and some soil properties under the interaction effect of planting method and sugarcane residues compost

روش کشت Planting method	کمپوست بقایای نیشکر Sugarcane residue compost (t.ha^{-1})	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	عملکرد دانه Grain yield (t.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	نیتروژن خاک Soil N (%)	ماده آلی خاک Soil organic matter (%)
نوک پشته Ridge	0	23.4	3870	10639	36.4	0.104	0.983
	10	25.8	4145	11653	35.6	0.093	0.983
	20	26.9	4255	11717	36.4	0.101	0.996
	30	27.6	4922	11282	43.8	0.110	1.970
داغ آب Watermark	0	24.4	4776	11850	40.3	0.084	0.980
	10	30.1	5153	11077	38.6	0.077	0.981
	20	27.2	4622	12569	36.9	0.089	0.981
	30	28.1	5170	13048	39.8	0.098	1.695
کف جوی Furrow	0	21.9	5545	13002	42.5	0.060	0.973
	10	33.1	5269	13264	39.7	0.064	0.969
	20	32.4	5952	13556	43.9	0.061	0.974
	30	31.7	6497	13945	46.6	0.077	0.983
مسطح Flat	0	27.2	5458	12420	43.9	0.069	0.973
	10	28.0	5005	12873	38.9b	0.088	0.975
	20	30.5	4693	12774	36.7	0.068	0.970
	30	28.5	5649	13180	42.8	0.085	0.989
حداقل تفاوت معنی دار (۵ درصد) LSD %5	-	2.2	318	465	3.2	0.010	0.091

عملکرد دانه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه تحت اثر متقابل روش کشت و کود کمپوست (جدول ۴) نشان داد که در تمام سطوح روش کشت؛ با افزایش مصرف کود کمپوست، عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه (۶۴۹۷ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد که با سطح مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر در روش کشت کف جوی اختلاف معنی‌دار نداشت و کمترین عملکرد دانه (۳۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت روی پشته و عدم کاربرد کمپوست بقایای نیشکر به‌دست آمد. بنابراین، کشت در کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست نیشکر نسبت به کشت در نوک پشته و عدم مصرف کود کمپوست، عملکرد دانه ذرت را حدود ۶۸ درصد افزایش داد. البته بر اساس نتایج حاصله در شرایط کشت در کف جوی جهت بازدهی اقتصادی بهتر می‌توان از سطح کمتر یعنی ۲۰ تن در هکتار به‌جای ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست برای دستیابی به عملکرد دانه مطلوب نیز استفاده کرد. همچنین بررسی ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۵) نشان داد که صفت عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه داشت. در روش کاشت ذرت در کف جوی احتمالاً به‌دلیل فراهمی شرایط رطوبتی بهتر و تجمع کمتر نمک در اطراف ریشه گیاه و کاهش خسارت به گیاه در مرحله رشد رویشی و زایشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ذرت افزایش یافت (Hooshmand et al., 2014). در آزمایشی، با بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کاشت کف جوی، باعث افزایش صفت عملکرد دانه شد، به‌طوری‌که عملکرد دانه در روش کاشت کف جوی (۶۸۱/۵ گرم در مترمربع) نسبت به روش کاشت روی پشته (۵۷۰/۵ گرم در مترمربع) ۱۷ درصد افزایش یافت (Lack et al., 2016). ایشان این

افزایش عملکرد دانه در الگوی کاشت کف جوی را به افزایش کارایی مصرف آب، کاهش میزان نمک در اطراف بوته ذرت و افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه نسبت داده‌اند که بر افزایش جذب آب و مواد غذایی و رشد و عملکرد دانه اثر داشت. کودهای کمپوستی به‌صورت مستقیم از طریق آزاد کردن عناصر پرمصرف (مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و کم‌مصرف و به‌صورت غیرمستقیم از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک مانند کاهش چگالی ظاهری خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب، در افزایش رشد و عملکرد دانه مؤثر هستند. همچنین کودهای کمپوست شده با تأمین بهتر عناصر غذایی همراه با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، شرایط برای افزایش جذب عناصر غذایی، بهبود تولید و عرضه مواد فتوسنتزی به بلال ذرت و در نهایت، افزایش عملکرد دانه در واحد سطح را فراهم می‌آورند (Mojab-Qasroldashti et al., 2014). در پژوهشی، با بررسی اثر کود کمپوست بر رشد و عملکرد ذرت بیان شد که کاربرد کود کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه ذرت گردید (Shirkhani et al., 2019).

عملکرد بیولوژیک: تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفت عملکرد بیولوژیک تحت اثر متقابل روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۴)، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۳۹۴۵ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۰۶۳۹ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت نوک پشته و عدم مصرف کود کمپوست به‌دست آمد. احتمالاً روش کشت کف جوی به‌دلیل فراهمی رطوبت بیشتر، باعث افزایش رشد رویشی و زایشی و عملکرد دانه و اجزای عملکرد (شامل تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه) شده و در نتیجه، منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. در آزمایشی، با بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف جوی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت شد (Hooshmand et al., 2014). از طرف دیگر، کاربرد کود کمپوست موجب افزایش فراهمی آب، تقویت محیط رشد گیاه، حاصلخیزی خاک و تغییرات مفید و چشمگیر در فعالیت‌های تنفسی و آنزیمی توده زیستی جمعیت میکروبی خاک شده و منجر به افزایش رشد و عملکرد بیولوژیک می‌شود. در پژوهشی، طی بررسی اثر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن، کود مرغی و کمپوست زباله شهری بر عملکرد ذرت شیرین نشان دادند که با افزایش مصرف کود کمپوست زباله شهری، صفت عملکرد بیولوژیک ذرت شیرین افزایش یافت (Fereidooni et al., 2018).

شاخص برداشت: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر روش کشت در سطح پنج درصد، اثر کمپوست بقایای نیشکر در سطح یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین صفت شاخص برداشت تحت اثر متقابل روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۴) نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۴۶/۶ درصد) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین شاخص برداشت (۳۵/۶ درصد) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست به‌دست آمد که با سطح عدم مصرف کود کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت. احتمالاً روش کشت کف جوی، به‌دلیل فراهمی شرایط رطوبتی بهتر و شوری کمتر، باعث افزایش عملکرد دانه و به تبع آن شاخص برداشت شد. در آزمایشی، با بررسی اثر الگوی کشت بر ذرت گزارش شد که الگوی کشت کف جوی باعث افزایش شاخص برداشت ذرت شد (Soleimanifard & Naseri, 2016). همچنین به نظر می‌رسد که احتمالاً مصرف کود کمپوست نیشکر با حفظ و ذخیره رطوبت خاک و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز رشد و نمو ذرت به‌خصوص نیتروژن، باعث افزایش عملکرد دانه و در نتیجه، شاخص برداشت شد. در پژوهشی، طی ارزیابی اثر مقادیر کمپوست نیشکر و نیتروژن بر عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش مصرف کمپوست نیشکر، صفت شاخص برداشت ذرت افزایش یافت (Zadeh-Omidi & Marashi, 2019).

درصد نیتروژن خاک: تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر صفت درصد نیتروژن خاک در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین صفت درصد نیتروژن خاک تحت اثر متقابل روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳) نشان داد که در تمامی سطوح روش کاشت، با افزایش میزان مصرف کود کمپوست، درصد نیتروژن خاک افزایش یافت و بیشترین درصد نیتروژن خاک (۰/۱۱ درصد) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین درصد

نیتروژن خاک (۰/۰۶ درصد) در روش کشت کف جوی و عدم مصرف کود کمپوست به‌دست آمد. در روش کاشت کف جوی به‌دلیل فراهمی بیشتر آب و کاهش میزان شوری در اطراف ریشه، گیاه رشد بیشتری کرده و لذا، عناصر غذایی مورد نیاز رشد مثل نیتروژن به‌میزان بیشتری توسط گیاه جذب می‌شود و بنابراین، در این روش، بعد از برداشت گیاه درصد نیتروژن کمتری در خاک باقی می‌ماند (Li et al., 2008). از طرف دیگر، کاربرد کود کمپوست موجب افزایش فراهمی و قابلیت نگهداری عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گیاه می‌شود. در پژوهشی گزارش شد که کودهای کمپوست منجر به بهبود ساختمان خاک، افزایش نیتروژن خاک، بهبود هوادهی، نگهداری رطوبت و میزان آب مورد نیاز گیاه به‌میزان لازم در خاک می‌شود (Coulibaly et al., 2016).

درصد ماده آلی خاک: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر روش کشت، کود کمپوست بقایای نیشکر و اثر متقابل آن‌ها بر صفت درصد ماده آلی خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین صفت درصد ماده آلی خاک تحت اثر متقابل روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳)، در تمامی سطوح روش کاشت، با افزایش میزان مصرف کود کمپوست، درصد ماده آلی خاک افزایش یافت و بیشترین درصد ماده آلی خاک (۱/۹۷۰ درصد) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین درصد ماده آلی خاک (۰/۹۶۹ درصد) در روش کشت کف جوی و عدم مصرف کود کمپوست به‌دست آمد. در روش کاشت کف جوی به‌دلیل فراهمی بیشتر آب، تجزیه کود کمپوست و میزان آزادسازی عناصر غذایی مورد نیاز رشد در خاک و مصرف آن‌ها توسط گیاه بیشتر بوده و لذا در این روش، درصد ماده آلی خاک بعد از برداشت گیاه کاهش می‌یابد (Li et al., 2008). در اثر کاربرد کود کمپوست، فعالیت آنزیمی و فعالیت میکروبی خاک زیاد می‌شود، در نتیجه فعالیت میکروبی جهت تولید دی اکسید کربن افزایش می‌یابد و منجر به افزایش ماده آلی خاک می‌گردد (Marinari et al., 2000). در آزمایشی، طی مطالعه اثر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر عملکرد ذرت شیرین گزارش شد که با افزایش مصرف کمپوست؛ صفت درصد ماده آلی خاک افزایش یافت (Mojab-Qasroldashti et al., 2014).

همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده: بررسی ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۵) نشان داد که صفت عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه داشت. همچنین صفت عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد ردیف در بلال داشت. به علاوه صفت درصد نیتروژن باقی‌مانده خاک همبستگی منفی و معنی‌دار بیشتری با عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت، یعنی هر چه درصد نیتروژن باقی‌مانده در خاک کمتر بود، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بیشتری داشت. به عبارت دیگر، هر چه درصد نیتروژن باقی‌مانده در خاک کمتر بود، نشان‌دهنده جذب و استفاده بیشتر آن توسط گیاه جهت تولید ماده خشک کل گیاه و عملکرد دانه است. در آزمایشی، با ارزیابی اثر روش کاشت بر صفات رشد و عملکرد ذرت شیرین گزارش شد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف داشت (Faridi et al., 2013). همچنین، در پژوهش دیگری با بررسی اثر محل کاشت بر صفات رشد و عملکرد ذرت شیرین گزارش کردند که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات شاخص برداشت و تعداد دانه در ردیف داشت (Nasrollah-Alhoseini et al., 2015).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج نشان داد که اثر روش کشت و سطوح مختلف کمپوست بقایای نیشکر بر صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد نیتروژن خاک و درصد ماده آلی خاک معنی‌دار شد و اثر متقابل روش کشت و سطوح مختلف کمپوست بقایای نیشکر بر تمام صفات اندازه‌گیری شده فوق (به‌جز تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه) معنی‌دار بود. همچنین حداکثر مقدار صفات اندازه‌گیری شده فوق (به‌جز درصد نیتروژن خاک و درصد ماده آلی خاک) در روش کشت کف جوی مشاهده شد. به‌علاوه در تمام روش‌های کشت، با افزایش میزان مصرف کود کمپوست بقایای نیشکر و فراهمی آب و عناصر غذایی برای گیاه، مقدار صفات مذکور افزایش یافت و در سطح مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر به حداکثر رسید. در مجموع، بیشترین عملکرد دانه (۶۴۹۷ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد که با سطح مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست بقایای

نیشکر در روش کشت کف جوی اختلاف معنی‌دار نداشت و کمترین عملکرد دانه (۳۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت روی پشته و عدم کاربرد کمپوست بقایای نیشکر به‌دست آمد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده (n=٦٤)

Table 5- Simple correlation coefficients between measured traits (n=64)

	صفت Trait	1	2	3	4	5	6	7
1	تعداد ردیف در بلال Number of spike per ear	1.00						
2	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	0.18ns						
3	وزن هزار دانه Thousand grain weight	0.47**	0.30*					
4	عملکرد دانه Grain yield	0.45**	0.32**	0.56**				
5	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	0.51**	0.42**	0.52**	0.62**			
6	شاخص برداشت Harvest index	0.22ns	0.14ns	0.35**	0.82**	0.09ns		
7	درصد نیتروژن خاک Soil N percent	-0.34**	-0.30*	-0.10ns	-0.41**	-0.46**	-0.21ns	
8	درصد ماده آلی خاک Soil organic matter percent	0.14ns	-0.06ns	0.20ns	0.02ns	-0.17ns**	0.17ns	0.46**

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

ns, * and **: non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

لذا، با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که کشت ذرت در کف جوی و مصرف ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر، باعث افزایش عملکرد دانه ذرت در منطقه شوشتر شد. همچنین با توجه به اثر روش کاشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر رشد و عملکرد ذرت، پیشنهاد می‌شود، اثر روش کاشت و کود کمپوست بقایای نیشکر در ترکیب با مقادیر مختلف کود شیمیایی بر رشد و عملکرد و میزان آب مصرفی ذرت و سایر گیاهان منطقه نیز بررسی شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که قسمتی از هزینه‌های اجرای این آزمایش را تأمین کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Barzegari, M., Afarinesh, A., Eslamizadeh, R., Ghanbari-Birgani, D., Zadeh-Dabagh, G., Mirza-Shahi, K., Salimpoor, S., & Khoramian, M. (2007). Corn Production in Khuzestan. *Agriculture Organization of Khuzestan Press, Iran*. (In Persian)
2. Bremner, J.M. (1996). Nitrogen-Total. In D.L. Sparks (Ed). Methods of Soil Analysis: Part3- Chemical Methods. SSSA Book Series, Madison. p. 1085-1121.
3. Chattha, M.U., Hassan, M.U., Barbanti, L., Chattha, M.B., Khan, I., Usman, M., Ali, A., & Nawaz, M.(2019). Composted sugarcane by-product press mud cake supports wheat growth and improves soil properties. *International Journal of Plant Production, 13*, 241-249. https://doi.org/10.1007/s42106-019-00051-x

4. Coulibaly, S., Tondoh, E., Kouassi, K., Barsan, N., Nedeff, V., Zoro, A., & Bi, I., (2016). Vermicomposts improve yields and seeds quality of *Lagenaria siceraria* in Côte d'Ivoire. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 8*, 26-37.
5. Davani, D., Nabipoor, M., & Roshanfekr-Dezfooli, H.A., (2016). Effect of auxin, cytokinin and planting pattern on grain yield and salt tolerance indicators of maize. *Journal of Crop Production*, *9*, 191-209. (In Persian with English Summary)
6. Emam, Y., (2011). Cereal Production. *Shiraz University Press, Shiraz, Iran*. 194 p. (In Persian)
7. Faezizadeh, A., & Shokohfar, A.R., (2020). Effect of filter cake levels on morphological traits and corn yield (S.C.704) under different irrigation regimes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *13*, 805-814. (In Persian with English Summary). http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2208.1553
8. Faridi, F., Ramroudi, M., Galavi, M., Siahsar, B.A., & Khavari Khorasani, S., (2013). Effects of planting method on agronomic characteristics, yield and yield components of sweet and super sweet corn (*Zea mays* L.) varieties under saline conditions. *Journal of Agroecology*, *5*, 188-197. (In Persian with English Summary)
9. Fereidooni, M., Maghsoudi, E., Mojabghasroldashti, A., & Behzadi, Y., (2018). Effect of different levels of nitrogen fertilizer, poultry manure and municipal waste compost on yield and grain quality of sweet corn. *Journal of Plant Ecophysiology*, *10*, 79-89. (In Persian with English Summary)
10. Hooshmand, A., Frutan, M., & Boroomand Nasab, S., (2014). Evaluation of deficit irrigation and sown pattern on yield and water use efficiency of maize (KSC-704). *Journal of Irrigation Sciences and Engineering*, *37*, 43-52. (In Persian with English Summary)
11. Lack, S., Dashti, H., & Abadooz, G., (2016). Assessment of water consumption and planting pattern on edaphic soil properties and grain yields of corn in Khuzestan province. *Journal of Plant Ecophysiology*, *8*, 114-126. (In Persian with English Summary)
12. Li, Q., Chen, Y., Liu, M., Zhou, X., Dong, B., & Yu, S., (2008). Effects of irrigation and planting patterns on radiation use efficiency and yield of winter wheat in North China. *Agricultural Water Management*, *95*, 469-476. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.11.010
13. MAJ (Ministry of Agriculture Jihad), (2020). Statistical Yearbook. Available at web site http://www.maj.ir (verified 15th August 2021). (In Persian)
14. Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., & Grego, S., (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, *72*, 9-19.
15. Moaieri, M., (2018). Irrigation of Corn in Khuzestan. *Publication of Agricultural Education, Karaj, Iran*. 40 p. (In Persian)
16. Mohammad-Khani, E., & Roozbahani, A., (2015). Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, *7*, 123-131. (In Persian with English Summary)
17. Mojab-Qasroldashti, A., Balouchi, H.R., Yadavi, A.R., & Qobadi, M., (2014). Effect of application of different levels of municipal waste compost and nitrogen fertilizer on the concentration of some grain elements and soil properties in sweet corn. *Journal of Agroecology*, *6*, 118-129. (In Persian with English Summary)
18. Nasrolah-Alhossini, M., Rahmani, A., & Khavari Khorasani, S., (2014). Investigation of planting method and plant density on some of morphological treats, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.var Saccharata) varieties. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, *103*, 84-95. (In Persian with English Summary)
19. Nassiri, S.M., Sepaskhah, A.R., & Maharlooei, M.M., (2016). The effect of planting methods on maize growth and yield at different irrigation regimes. *Iranian Journal of Agricultural Research*, *35*, 27-32. (In Persian with English Summary)
20. Sajadinik, R., Yadavi, A., Balouchi, H.R., & Farajee, H., (2011). Effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *21*, 87-110. (In Persian with English Summary)
21. Shirkhani, A., Nasrolahzadeh, S., & Zehtab-Salmasi, S., (2019). Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on yield and seed quality of corn under normal irrigation and drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *12*, 781-791. (In Persian with English Summary). http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.542.1332
22. Soleimanifard, A., & Naseri, R., (2016). The effects of irrigation regimes and planting patterns on seed yield and some agronomic traits of maize (S.C. 604). *Journal of Crop Ecophysiology*, *10*, 201-212. (In Persian with English

Summary)
23. Sullivan, D., Bary, A., Thomas, D., Fransen, S., & Cogger, C., (2002). Food waste compost effect on fertilizer nitrogen effectively, available nitrogen and tall fescue yield. *Soil Science Society of America Journal*, *66*, 154-161.
24. Walkley, A., & Black, I.A., (1934). An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, *63*, 251-263.
25. Zadeh-Omidi, F., & Marashi, S.K., (2019). Effect of amount of sugarcane compost and nitrogen on quantitative and qualitative yield of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Environmental Physiology*, *14*, 12-20. (In Persian with English Summary)