



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



تأثیر کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی بر کارایی و بهره‌وری مصرف آب در نیشکر (واريته

(CP57-614

الهام زنگنه یوسف‌آبادی^{۱*}، اکبر کریمی^۲، علی شینی دشتگل^۳، شعبان زارعی^۴

۱- محقق گروه تحقیقات آبیاری و زهکشی، مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر خوزستان، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: ez1357h@yahoo.com

۲- محقق گروه تحقیقات به‌زراعی، مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر خوزستان، اهواز، ایران
۳- مدیر گروه تحقیقات آبیاری و زهکشی، مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر خوزستان، اهواز، ایران
۴- معاون تحقیقات و پایش کشاورزی، مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر خوزستان، اهواز، ایران

چکیده

استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی خاک مانند بیوجار و کمپوست بقایای گیاهی، می‌تواند در مدیریت مصرف آب مؤثر باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد بیوجار و کمپوست بر بهره‌وری و کارایی مصرف آب در نیشکر واریته-CP57-614 بود. این پژوهش در کشت و صنعت امیرکبیر خوزستان در شرایط لایسی‌متری در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل ۱- شاهد، ۲- کاربرد کمپوست بقایای نیشکر (در سطح ۳۰ تن در هکتار) و ۳- کاربرد بیوجار بقایای نیشکر (در سطح ۱۰ تن در هکتار) و در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مربوط به بیوجار و کمپوست قبل از کشت اعمال شدند. در یکی از لایسیمترها، چمن به‌عنوان گیاه مرجع و در نه لایسیمتر دیگر، نیشکر کشت شد. در پایان دوره رشد گیاه بهره‌وری و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر محاسبه شدند. نتایج نشان داد کاربرد بیوجار و کمپوست سبب افزایش معنی‌دار درصد بهره‌وری مصرف آب در تولید نیشکر (به‌ترتیب ۲۴/۷ و ۱۷/۶ درصد) و تولید شکر (به‌ترتیب ۲۴/۰ و ۱۶/۰ درصد) و نیز افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب در تولید نیشکر (به‌ترتیب ۲۵/۷ و ۱۷/۳ درصد) و تولید شکر (به‌ترتیب ۲۷/۲ و ۱۸/۲ درصد) شد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی بیوجار و کمپوست می‌تواند در افزایش بهره‌وری و کارایی مصرف آب در نیشکر واریته CP57-614 مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: بیوجار، کمپوست، ماده آلی، بهره‌وری مصرف آب

مقدمه

در سال‌های اخیر افزون بر توسعه روش‌های نوین آبیاری، برای افزایش بهره‌وری آب، استفاده از روش‌های مختلف به‌منظور بهبود شرایط خاک از نظر ظرفیت نگهداری رطوبت، مورد توجه قرار گرفته است (Cataldo et al., 2021). افزایش ماده آلی خاک با استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک از جمله بیوجار و کمپوست از جمله راهکارهای بهبود نگهداشت رطوبت خاک و مدیریت بهینه مصرف آب در مزرعه، است (Acharya et al., 2024).

کمبود ماده آلی خاک، یکی از عوامل محدود کننده کشاورزی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (El-Naggar et al., 2019). کاربرد بیوجار و کمپوست به‌عنوان یک اصلاح‌کننده آلی، جهت افزایش مواد آلی خاک و بهبود ویژگی‌های مختلف خاک در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (Siedt et al., 2021). بیوجار یک ماده متخلخل و غنی از کربن است که از تجزیه حرارتی زیست‌توده‌های مختلف در شرایط بدون اکسیژن و یا اکسیژن حداقل تهیه می‌شود. به این فرآیند پیرولیز یا گرماکافت گفته می‌شود (El-Naggar et al., 2019). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که با افزایش ماده آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک نیز افزایش می‌یابد. بیوجار به‌دلیل داشتن منافذ ریز، تخلخل و سطح ویژه زیاد، می‌تواند مقدار آب بیش‌تری را در خاک نگهداری کرده و ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش دهد (Acharya et al., 2024). Alfadil و همکاران (۲۰۲۱)، با انجام مطالعه مزرعه‌ای تأثیر کاربرد سطوح مختلف بیوجار در یک خاک قلیایی، گزارش کردند که کاربرد بیوجار سبب افزایش تخلخل کل خاک، افزایش آب قابل دسترس گیاه و افزایش بهره‌وری مصرف آب توسط گیاه، شد. آن‌ها همچنین گزارش کردند که ورود بیوجار به‌دلیل سطح ویژه بالا به منافذ ریز و درشت خاک، به‌عنوان یک لایه پوششی عمل نموده و سبب افزایش نگهداشت آب در خاک می‌شود. یکی دیگر از اصلاح‌کننده‌های آلی مؤثر بر وضعیت رطوبتی خاک کمپوست است. کاربرد کمپوست می‌تواند با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک افزون بر بهبود عملکرد گیاهان، سبب بهبود بهره‌وری مصرف آب شود (Yang et al., 2024).

از آنجایی‌که تاکنون مطالعات چندانی در زمینه تأثیر کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی خاک بر کارایی و بهره‌وری مصرف آب در نیشکر انجام نشده است، بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی بر کارایی و بهره‌وری مصرف آب در نیشکر واریته CP57-614، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرایط لایسی‌متری در کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی اهواز با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۶ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه ۱۸ دقیقه شرقی انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری تبخیر-تعرق گیاه نیشکر از ۱۰ لایسی‌متر حجمی زهکش‌دار به‌طول ۶ متر، عرض ۲ متر و مساحت ۱۲ مترمربع استفاده شد. آزمایش با سه تیمار ۱- شاهد (بدون کاربرد اصلاح‌کننده‌ها)، ۲- کاربرد کمپوست بقایای نیشکر در سطح ۳۰ تن در هکتار و ۳- کاربرد بیوجار بقایای نیشکر در سطح ۱۰ تن در هکتار و در سه تکرار انجام شد. کمپوست بقایای نیشکر در سایت تولید کمپوست نیشکر کشت و صنعت حکیم فارابی تولید شد و بیوجار بقایای نیشکر نیز در کوره الکتریکی در کشت و صنعت امام خمینی (ره) در شرایط پیرولیز آهسته و در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس تهیه شد. سپس ویژگی‌های بیوجار و کمپوست اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوجار و کمپوست مورد استفاده

ویژگی (واحد)	pH	EC (dS m ⁻¹)	جرم ویژه ظاهری (g cm ⁻³)	سطح ویژه (m ² g ⁻¹)	کربن (%)	نیترژن کل (%)	فسفر کل (%)	پتاسیم کل (%)
بیوجار	۶/۹۵	۴/۲۳	۰/۲۳	۵۶/۷	۵۳/۲	۱/۷۹	۱/۲۱	۵/۴۲
کمپوست	۶/۸۲	۳/۳۸	۰/۸۲	۱۴/۷	۲۶/۱	۱/۱۲	۱/۰۸	۲/۳۴

پس از اعمال تیمارهای بیوچار و کمپوست، کشت نیشکر واریته CP57-614 انجام شد. در هر یک از نه لایسیمتر، تعداد سه ردیف جوی و پشته به فواصل حدود ۱/۸۳ متر ایجاد شده و قلمه نیشکر به صورت دوردیفه در کف جویچه کشت شد. در این پژوهش به منظور تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET₀)، در یک لایسی متر گیاه مرجع چمن، کشت شد. یکی از شاخص‌های مدیریت آب در مزرعه، شاخص بهره‌وری آب به عنوان رابطه بین آب مصرفی و عملکرد گیاه می‌باشد. در این پژوهش، شاخص بهره‌وری آب آبیاری در تولید نیشکر و شاخص بهره‌وری آب آبیاری در تولید شکر برآورد شد. این شاخص در تیمارهای مختلف، با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (الفادیل و همکاران، ۲۰۲۱):

$$WP = \frac{Y}{I+R} \quad (1)$$

که در این رابطه: WP، بهره‌وری آب آبیاری (kg m⁻³)، Y، عملکرد نیشکر یا عملکرد شکر (kg ha⁻¹)، I: حجم آب آبیاری (m³ ha⁻¹) و R: حجم بارش (m³ ha⁻¹) است.

یکی دیگر از شاخص‌های مهم مدیریت آب در مزرعه، شاخص کارایی مصرف آب است. در این پژوهش، شاخص کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و تولید شکر برآورد شد. جهت محاسبه این شاخص، در تیمارهای مختلف از رابطه (۲)، استفاده شد (الفادیل و همکاران، ۲۰۲۱):

$$WUE = \frac{Y}{ET_a} \quad (2)$$

که در این رابطه WUE، کارایی مصرف آب (kg ha⁻¹ mm⁻¹)، Y: عملکرد نیشکر یا شکر (kg ha⁻¹) و ET_a، تبخیر و تعرق واقعی گیاه برای یک دوره معین (mm) است.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

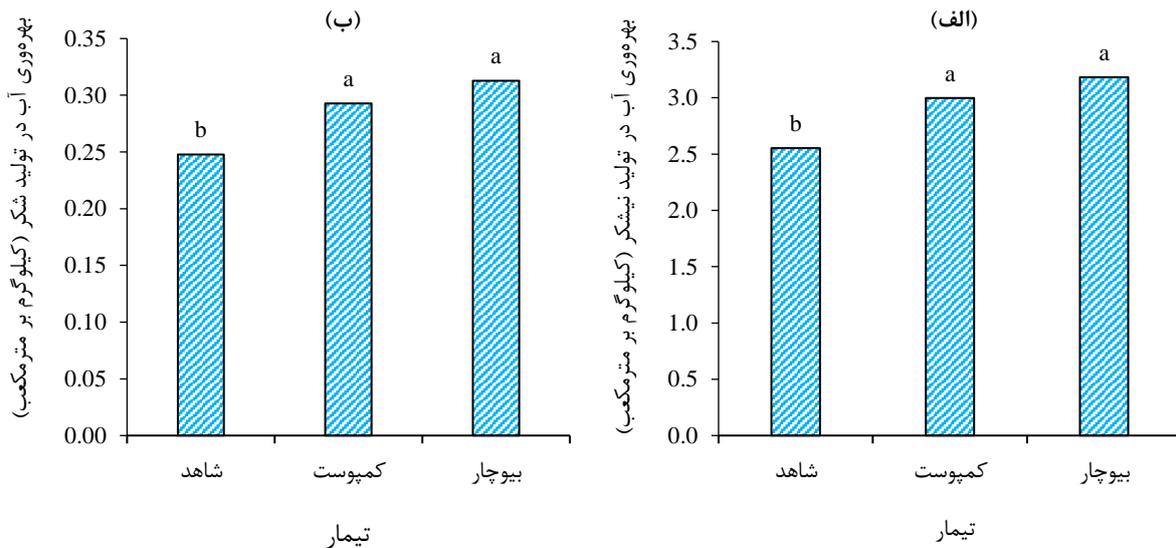
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار اصلاح‌کننده‌های آلی بر بهره‌وری آب در تولید نیشکر و شکر و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمارهای بیوچار و کمپوست، بهره‌وری و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر را به طور معنی‌داری افزایش داد. در تیمارهای کاربرد بیوچار و کمپوست، بهره‌وری مصرف آب در تولید نیشکر به ترتیب ۲۴/۷ و ۱۷/۶ درصد و بهره‌وری مصرف آب در تولید شکر به ترتیب ۲۴/۰ و ۱۶/۰ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد بود (شکل ۱). همچنین در این دو تیمار نسبت به تیمار شاهد کارایی مصرف آب در تولید نیشکر به ترتیب ۲۵/۷ و ۱۷/۳ درصد و در تولید شکر ۲۷/۲ و ۱۸/۲ درصد بیش‌تر بود (شکل ۲). نتایج همچنین نشان داد در تیمار کاربرد بیوچار بهره‌وری مصرف آب در تولید نیشکر و شکر به ترتیب ۶/۰ و ۶/۹ درصد و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر به ترتیب ۷/۲ و ۷/۹ درصد بیش‌تر از تیمار کاربرد کمپوست بود، اگرچه اختلاف این دو تیمار از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل‌های ۱ و ۲).

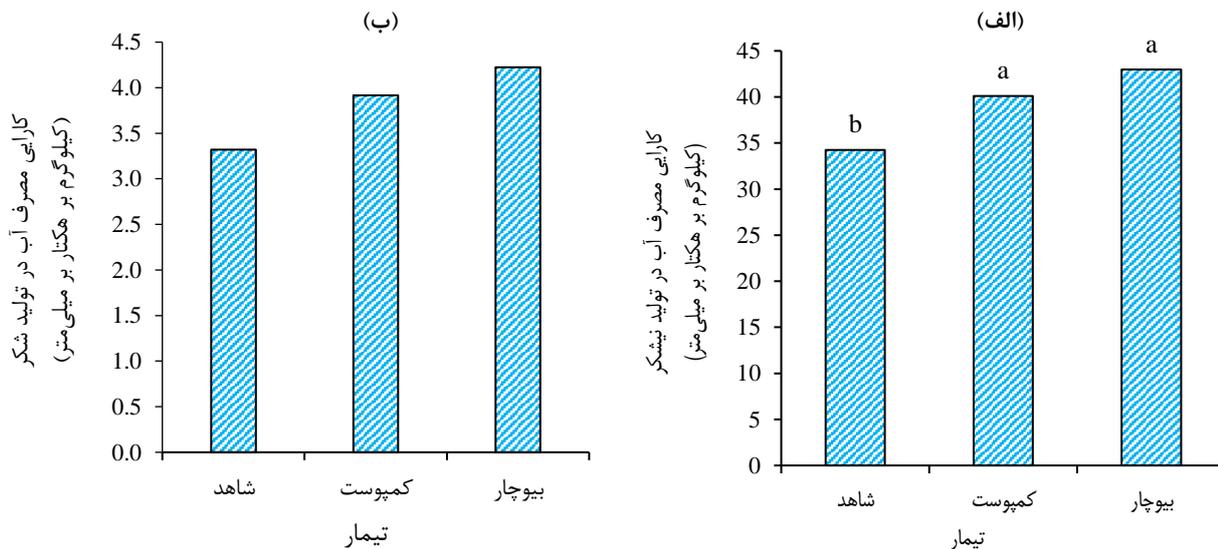
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارها بر بهره‌وری و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
کارایی مصرف آب	کارایی مصرف آب	بهره‌وری آب در	بهره‌وری آب در		
در تولید شکر	در تولید نیشکر	تولید شکر	تولید نیشکر		
۰/۰۰۶*	۰/۵۹**	۰/۰۰۳*	۰/۳۱**	۲	تیمار
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۴	خطا
۹/۸۲	۴/۱۶	۳/۰۹	۴/۵۵		ضریب تغییرات (%)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱- مقایسه میانگین بهره‌وری آب در تولید نیشکر (الف) و شکر (ب) در تیمارهای مختلف میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در تولید نیشکر (الف) و شکر (ب) در تیمارهای مختلف میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) ندارند.

نتایج این پژوهش نشان دهنده تأثیر مثبت اصلاح کننده‌های آلی بیوجار و کمپوست، در افزایش بهره‌وری و کارایی مصرف آب در نیشکر بود که این نتیجه به دلیل افزایش عملکرد گیاه به دلایل احتمالی مختلف از جمله بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و بهبود تغذیه در نیشکر و همچنین کاهش تبخیر و تعرق واقعی (نیاز آبی) گیاه در این تیمارها بود. افزایش تأثیر مثبت بیوجار و کمپوست در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و کاهش تبخیر از خاک، توسط برخی از پژوهشگران پیشین نیز گزارش شده است (Xiao et al., 2018).

به‌طور مشابه، Faloye و همکاران (۲۰۱۹)، نیز گزارش کردند که کاربرد بیوجار سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کارایی مصرف آب در ذرت، شد. Wan و همکاران (۲۰۲۵)، نیز با بررسی تأثیر کاربرد بیوجار کاه گندم و بقایای چوبی بر کارایی مصرف آب در ذرت، گزارش کردند که کاربرد تیمارهای بیوجار، کارایی مصرف آب در ذرت را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. Brown and Cotton (۲۰۱۱)، گزارش کردند که کاربرد کمپوست تهیه شده از بقایای گیاهی در یک خاک با بافت لوم رسی، ظرفیت نگه‌داشت آب و کارایی مصرف آب را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی بیوچار و کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر، بهره‌وری و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر بود. مقایسه تأثیر دو اصلاح‌کننده بیوچار و کمپوست بر بهره‌وری و کارایی مصرف آب در نیشکر واریته CP57-614 نشان‌دهنده تأثیر بیش‌تر بیوچار بر بهره‌وری و کارایی مصرف آب در تولید نیشکر و شکر بود. بر اساس این نتایج می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاربرد کمپوست و بیوچار، می‌تواند در بهبود بهره‌وری آب و عملکرد نیشکر در سال اول پس از کاربرد آن‌ها مؤثر باشد. بنابراین با توجه به کاهش منابع آب در سال‌های اخیر و همچنین تولید سالانه مقدار بسیار زیادی بقایای نیشکر در کشت و صنعت‌های نیشکر استان خوزستان، فرآوری این بقایای گیاهی و تولید بیوچار و کمپوست آن‌ها و به‌دنبال آن کاربرد آن‌ها در مزارع نیشکر واریته CP57-614، می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای بهبود بهره‌وری مصرف آب، مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

1. Acharya, B. S., Dodla, S., Wang, J. J., Pavuluri, K., Darapuneni, M., Dattamudi, S., Maharjan, B. Kharel, G. (2024). Biochar impacts on soil water dynamics: knowns, unknowns, and research directions. *Biochar*, 6(1), 34.
2. Alfadil, A. A., Shaghaleh, H., Alhaj Hamoud, Y., Xia, J., Wu, T., Hamad, A. A. A., Wang, Y., Oumarou Abdoulaye, A., Sheteiwy, M. S. (2021). Straw Biochar-induced Modification of the Soil Physical Properties Enhances Growth, Yield and Water Productivity of Maize under Deficit Irrigation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1-17.
3. Brown, S., & Cotton, M. (2011). Changes in soil properties and carbon content following compost application: Results of on-farm sampling. *Compost Science & Utilization*, 19(2), 87-96.
4. Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., Masciandaro, G., Manzi, D., Masini, C. M. and Mattii, G. B. (2021). Application of zeolites in agriculture and other potential uses: A review. *Agronomy*, 11(8): 1547.
5. El-Naggar, A., Lee, S. S., Rinklebe, J., Farooq, M., Song, H., Sarmah, A. K., Zimmerman, A. R., Ahmad, M., Shaheen, S. M., Ok, Y. S. (2019). Biochar application to low fertility soils: a review of current status, and future prospects. *Geoderma*, 337, 536-554.
6. Faloye, O. T., Alatise, M. O., Ajayi, A. E., Ewulo, B. S. (2019). Effects of biochar and inorganic fertiliser applications on growth, yield and water use efficiency of maize under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 217, 165-178.
7. Siedt, M., Schäffer, A., Smith, K. E., Nabel, M., Roß-Nickoll, M. van Dongen, J. T. (2020). Comparing straw, compost, and biochar regarding their suitability as agricultural soil amendments to affect soil structure, nutrient leaching, microbial communities, and the fate of pesticides. *Science of the Total Environment*, 751, 141607.
8. Wan, H., Wei, Z., Liu, C., Yang, X., Wang, Y., Liu, F. (2025). Biochar amendment modulates xylem ionic constituents and ABA signaling: its implications in enhancing water-use efficiency of maize (*Zea mays* L.) under reduced irrigation regimes. *Journal of Integrative Agriculture*, 24(1), 132-146.
9. Yang, K., Hu, J., Ren, Y., Zhang, Z., Tang, M., Shang, Z., Zhen, Q., Zheng, J. (2024). Enhancement of soil organic carbon, water use efficiency and maize yield (*Zea mays* L.) in sandy soil through organic amendment (Grass peat) incorporation. *Agronomy*, 14(2), 353.

The effect of organic amendments on water use efficiency and productivity in sugarcane (CP57-614 variety)Elham Zanganh-Yusefabadi^{1*}, Akbar Karimi², Ali Shini-Dashtegol³, Shaban Zarei⁴

1. Researcher, Department of Irrigation and Drainage, Khuzestan Sugarcane Research and Training Institute, Ahvaz, Iran. *Corresponding Author, Email: ez1357h@yahoo.com
2. Researcher, Department of Agronomy, Khuzestan Sugarcane Research and Training Institute, Ahvaz, Iran.
3. Director of Department of Irrigation and Drainage, Khuzestan Sugarcane Research and Training Institute, Ahvaz, Iran.
4. Deputy of Agricultural Monitoring and Research, Khuzestan Sugarcane Research and Training Institute, Ahvaz, Iran.

Abstract

The application of soil organic amendments such as biochar and compost derived from crop residue can be effective in managing water use and improving soil moisture retention. The present study aimed to investigate the effect of biochar and compost application on water productivity and water use efficiency in sugarcane CP57-614. This study was conducted in Khuzestan Amirkabir Agro-Industry, under lysimeter conditions based on a completely randomized design with three treatments including 1- control, 2- application of sugarcane residue compost (at a level of 30 tons per hectare) and 3- application of sugarcane residue biochar (at a level of 10 tons per hectare) and in three replications. In one of the lysimeters, grass was grown as a reference plant and in the other nine lysimeters, sugarcane cv. CP57-614 was grown. Biochar and compost treatments were applied before planting. At the end of the plant growth period, water productivity and water use efficiency in sugarcane and sugar production were calculated. The results indicated that the application of biochar and compost significantly increased the percentage of water use efficiency in sugarcane (24.7 and 17.6 percent, respectively) and sugar production (24.0 and 16.0 percent, respectively) and also significantly increased water use efficiency in sugarcane (25.7 and 17.3 percent, respectively) and sugar production (27.2 and 18.2 percent, respectively). In general, the results revealed that the application of organic amendments biochar and compost can be effective in increasing the water productivity and water use efficiency in sugarcane cv. CP57-614.

Keywords: Biochar, Compost, Organic matter, Soil water retention