



Effect of Deficit Irrigation, Fertilizers and Vermicompost on Forage Maize (*Zea mays* L.)

Donya Behrouzi¹ | Marjan Diyanat^{2✉} | Eslam Majidi³ | Mohammad Javad Mirhadi⁴ | Ali Shirkhani⁵

1. Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: donyabehrouzi@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: m.diyant@srbiau.ac.ir
3. Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: majidi_e@yahoo.com
4. Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: mj_mirhadi@yahoo.com
5. Department of Crop Horticulture Research, Kermanshah Agricultural Resources Research and Education Center (AREEO), Kermanshah, Iran. E-mail: ali.shirkhani@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 08 August 2021

Received in revised form:

20 December 2021

Accepted: 27 December 2021

Published online:

17 December 2022

Keywords:

Acid detergent fiber,
fresh forage yield,
leaf area index,
percentage of protein,
relative water content.

ABSTRACT

Drought is one of the most important factors limiting corn production in the world. On the other hand, the use of renewable resources and inputs such as vermicompost is one of the principles of sustainable agriculture. Therefore, in order to investigate the effect of deficit irrigation, chemical fertilizers and vermicompost an experiment has been performed in the form of split split plots in a randomized complete block design with 3 replications for two years (2017 and 2018) in Kermanshah Agricultural Research and Training Center. Irrigation treatment include optimum, 80% and 60% of water requirement. Chemical fertilizer include 100% and 50% recommended and vermicompost include 0, 2, 4, and 6 ton ha⁻¹ arranged as main plots, sub plots, and sub sub plots, respectively. Results show that leaf area index is decreased from 4.51 to 1.6 from normal irrigation to intense drought stress. The highest yield of fresh forage (82.5 ton ha⁻¹) is obtained in optimal irrigation treatment and combined use of 100% chemical fertilizer and 6 ton ha⁻¹ of vermicompost and the lowest rate (30.1 ton ha⁻¹) is related to 60% water requirement and no use of vermicompost chemical fertilizers. At all irrigation treatments, the percentages of forage protein increase with the use of fertilizers and vermicompost, and the highest percentage of forage protein (10.2%) is obtained in complete irrigation treatment and 100% fertilizer application and 6 ton ha⁻¹ vermicompost. Based on the results in irrigation treatment by 60% of water requirement and application of 50% of chemical fertilizer, application of vermicompost at the rate of six tons per hectare, compared to no application, increases fresh forage by 26.26% and protein by 6.9%.

Cite this article: Behrouzi, D., Diyanat, M., Majidi, E., Mirhadi, M. J., & Shirkhani, A. (2022). Effect of Deficit Irrigation, Fertilizers and Vermicompost on Forage Maize (*Zea mays* L.). *Journal of Crops Improvement*, 24 (4), 1069-1084. DOI: <http://doi.org/10.22059/jci.2021.328509.2594>



**تأثیر کم آبیاری، کودهای شیمیایی و ورمی کمپوست بر ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.)**دنیا بهروزی^۱ | مرجان دیانت^۲ | اسلام مجیدی^۳ | محمد جواد میرهادی^۴ | علی شیرخانی^۵

۱. دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. رایانامه: donyabehruz@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. رایانامه: m.diyanat@srbiau.ac.ir
۳. دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. رایانامه: majidi_c@yahoo.com
۴. دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. رایانامه: mj_mirhadi@yahoo.com
۵. بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران. رایانامه: ali.shirkhani@gmail.com

اطلاعات مقاله**چکیده**

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده تولید ذرت در جهان است. از طرفی کاربرد منابع و نهاده‌های تجدیدپذیر مثل ورمی کمپوست یکی از اصول کشاورزی پایدار است. بنابراین به منظور بررسی اثر کم آبیاری، کودهای شیمیایی و ورمی کمپوست آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به مدت دو سال در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل آبیاری کامل، ۸۰ درصد نیاز آبی و ۶۰ درصد نیاز آبی به عنوان فاکتور اصلی و کود شیمیایی در دو سطح شامل مصرف ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده براساس آزمون خاک و ۵۰ درصد این میزان در کرت‌های فرعی و سطوح مختلف کود ورمی کمپوست در سه سطح شامل صفر، سه و شش تن در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ از آبیاری کامل تا ۶۰ درصد نیاز آبی از ۴/۵۱ به ۱/۶ کاهش یافت. بیش‌ترین میزان عملکرد علوفه تر (۸۲/۵ تن در هکتار) در تیمار آبیاری کامل و مصرف هم‌زمان ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و شش تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد و کم‌ترین میزان آن (۳۰/۱ تن در هکتار) مربوط به تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی، ۵۰ درصد کودهای شیمیایی و عدم مصرف ورمی کمپوست بود. در همه سطوح آبیاری درصد پروتئین علوفه با استفاده از کود شیمیایی و ورمی کمپوست افزایش یافت و بیش‌ترین درصد پروتئین علوفه (۱۰/۲ درصد) در تیمار آبیاری کامل و ۱۰۰ درصد کود و شش تن هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. براساس نتایج در تیمار آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی، استفاده از ورمی کمپوست به میزان شش تن در هکتار نسبت به عدم مصرف، علوفه تر را ۱۹/۲۶ درصد و پروتئین را ۶/۹ درصد افزایش داد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

کلیدواژه‌ها:

درصد پروتئین،
شاخص سطح برگ،
عملکرد علوفه تر،
فیبر نامحلول در حلال اسیدی،
محتوای نسبی آب.

استناد: بهروزی، د.، دیانت، م.، مجیدی، ا.، میرهادی، م. ج. و شیرخانی، ع (۱۴۰۱). تأثیر کم آبیاری، کودهای شیمیایی و ورمی کمپوست بر ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.). *به زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۴)، ۱۰۶۹-۱۰۸۴. DOI: <http://doi.org/10.22059/jci.2021.328509.2594>



۱. مقدمه

گیاهان علوفه‌ای دارای نقش عمده‌ای در تغذیه دام بوده و از مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیا محسوب می‌شوند، از سوی دیگر افزایش روزافزون جمعیت کشور نیاز به فرآورده‌های دامی را افزایش داده است. ذرت یکی از محصولات مهم با کاربردهای متنوعی به‌عنوان ماده غذایی، خوراک دام، علوفه و کاربردهای صنعتی است و سطح زیر کشت آن در ایران و در همین سال بیش از ۱۷۴ هزار هکتار و تولید یک میلیون و ۲۲۳ هزار تن بوده است (FAO, 2019).

کاربرد کودهای شیمیایی در کشاورزی رایج مشکلات شدید زیست‌محیطی، مصرف انرژی فسیلی، افزایش هزینه‌های تولید و اثرات مخرب بر چرخه‌های زیستی را در پی دارد (Savci, 2012). کاربرد منابع و نهاده‌های تجدیدپذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کم‌ترین خطرات زیست‌محیطی می‌شود. مصرف کودهای زیستی از جمله ورمی‌کمپوست می‌تواند علاوه بر تأمین نیاز کودی گیاه باعث بهبود حاصلخیزی خاک نیز شوند. در میان کودهای زیستی، ورمی‌کمپوست جایگاه متمایزی داشته و از مزیت‌های نسبی بیشتری برخوردار است. ورمی‌کمپوست حاصل فعالیت اکسیداسیون زیستی و تثبیت مواد آلی توسط کرم‌های خاکی می‌باشد، به‌طوری‌که این کرم‌ها به‌عنوان یک ماشین عمل کرده و باعث تغییر ماهیت و شکل مواد آلی از لحاظ فیزیکی و شیمیایی می‌شوند و به‌تدریج باعث کاهش نسبت کربن به نیتروژن و افزایش سطح ذرات خاکی می‌شوند که در معرض میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرد (Ravindran *et al.*, 2008). میزان بیش‌تر نیتروژن، فسفر و پتاس در ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی در بیش‌تر منابع تأیید شده است (Arancon & Edwards, 2009; Srivastava & Beohar, 2004).

استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی بهترین گزینه در زراعت ذرت بوده و بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار مصرف ۲۵ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده به‌همراه استفاده از کمپوست، ازتوباکتر و کود سبز مشاهده شده است (Kalhapure, 2013). Sujatha *et al.* (2008) گزارش دادند که مصرف هم‌زمان کودهای زیستی و شیمیایی در شرایط دیم هندوستان، بهترین عملکرد ذرت را در پی داشته است. همچنین کاهش مصرف کود نیتروژن و افزایش عملکرد ذرت علوفه‌ای با مصرف هم‌زمان کود نیتروژن و کود حیوانی گزارش شده است (Oad *et al.*, 2004). Azarpoor *et al.* (2012) در بررسی اثر ورمی‌کمپوست و کود زیستی نیتروکسین روی گیاه سویا اظهار داشتند که اثر متقابل نیتروکسین با ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد غلاف در گیاه شد. نتایج پژوهش‌ها در گندم نیز نشان داده است که کاربرد هم‌زمان ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار ورمی‌کمپوست و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بیش‌ترین عملکرد را نسبت به مصرف ورمی‌کمپوست یا مقادیر مختلف کودهای شیمیایی داشت (Dastmozd *et al.*, 2015). Gholipoor *et al.* (2014) اعلام کردند که ورمی‌کمپوست اثرات مخرب تنش خشکی بر عملکرد نخود را کاهش می‌دهد. Nazarideljou *et al.* (2014) اعلام کردند که در شرایط کم‌آبیاری ورمی‌کمپوست می‌تواند عملکرد گل آهار (*Zinnia elegance*) را افزایش داده و اثرات منفی تنش خشکی را کاهش دهد. Maleki Farahani & Chaichi (2012) نیز با انجام آزمایشی نشان دادند استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و زیستی (ورمی‌کمپوست و باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت) بهترین گزینه در زراعت جو و در شرایط کم‌آبیاری می‌باشد. Doan *et al.* (2015) هم بیان کردند که استفاده از کمپوست و ورمی‌کمپوست در مزارع ذرت سبب افزایش عملکرد گیاه به‌ویژه در شرایط کمبود رطوبت و تنش آبی می‌شود. Ghasemi *et al.* (2011) نیز گزارش کردند که عملکرد دانه و وزن هزاردانه در ذرت زمانی بالاترین مقدار را داشت که کود زیستی با کود شیمیایی به‌صورت تلفیقی مورد استفاده قرار گرفت. اثر مثبت و مؤثر استفاده هم‌زمان از کودهای زیستی و شیمیایی در پژوهش‌ها مورد تأیید قرار گرفته است. Namazi *et al.* (2015) گزارش دادند که با مصرف ۷۵ درصد کود شیمیایی براساس آزمون خاک و پنج تن در هکتار

ورمی کمپوست حداکثر عملکرد دانه در ذرت به‌دست می‌آید. کمبود آب به‌طور قابل‌توجهی رشد، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و سیستم ریشه ژنوتیپ‌های ذرت را کاهش می‌دهد (Karasu *et al.*, 2015 ; Kamara *et al.*, 2003). در مناطق با رطوبت کم و نیمه‌مرطوب، دوره‌های غیرقابل‌پیش‌بینی خشکی کاهش‌های معنی‌داری در عملکرد ذرت ایجاد می‌کنند (Kamara *et al.*, 2002). Khadem *et al.* (2010) اعلام کردند تنش خشکی محتوای نسبی آب برگ ذرت را به‌شدت کاهش می‌دهد، زیرا محتوای نسبی آب برگ ذرت همبستگی مثبت و معنی‌داری با میزان رطوبت خاک دارد.

خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده تولید ذرت در جهان است که هر ساله عملکرد جهانی ذرت را به‌طور متوسط ۱۷ درصد کاهش می‌دهد و در بعضی مناطق این کاهش تا ۷۰ درصد نیز گزارش شده است (Dastbandan Nejad *et al.*, 2010). براساس نظر Karasu (2015) در دسترس‌بودن آب کافی، تأمین نیاز کودی، استفاده از ارقام پر محصول و تکنیک‌های زراعی بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه ذرت دارند. به عقیده پژوهش‌گران مرکز تحقیقات بین‌المللی ذرت و گندم، کمبود آبیاری و نیتروژن اصلی‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد ذرت در دنیا می‌باشند (Kgasago, 2006). اثر مخرب تنش خشکی به‌عنوان یک تنش غیرزنده بر رشد و نمو گیاهان از سوی پژوهش‌گران پذیرفته شده است (Chaves & Oliveira, 2004) و مهم‌ترین تنش غیرزنده مؤثر بر تولید محصولات زراعی در دنیا محسوب می‌شود (Valliyodan & Nguyen, 2006). در شرایط تنش خشکی، رشد زایشی گیاه به‌اتکای ذخایر برگ و ساقه انجام می‌شود و عدم تشکیل مناسب دانه می‌تواند به‌دلیل ناکافی‌بودن مواد فتوسنتزی در زمان گرده‌افشانی، پرشدن دانه و یا پیش از آن باشد (Payero *et al.*, 2009). در بسیاری از مناطق به‌دلیل خشک‌سالی و کمبود منابع آبی و هم‌چنین افزایش هزینه آب، کشاورزان چاره‌ای جز کاهش حجم آب آبیاری و استفاده از کم‌آبیاری ندارند (Karasu *et al.*, 2015).

خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده تولید ذرت در جهان است. از طرفی کاربرد منابع و نهاده‌های تجدیدپذیر مثل ورمی کمپوست یکی از اصول کشاورزی پایدار است. بنابراین به‌منظور بررسی اثر کم‌آبیاری، کودهای شیمیایی و ورمی کمپوست بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت آزمایشی در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری در استان کرمانشاه انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. مشخصات و موقعیت محل اجرای طرح

آزمایش به‌مدت دو سال (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه واقع در اسلام‌آباد غرب (۶۳ کیلومتری غرب کرمانشاه) انجام شد. این ایستگاه در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۸ دقیقه شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۶ متر می‌باشد و از لحاظ آب‌وهوایی در منطقه معتدل قرار دارد. ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال آزمایش	بافت خاک	فسفر قابل‌جذب (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب (ppm)	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	منگنز (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	pH
اول	سیلتی رسی	۱۰/۵	۵۴۳	۰/۰۹	۰/۸۷	۱۳/۵	۳/۸۵	۰/۷۸	۷/۸
دوم	سیلتی رسی	۹/۹	۵۵۵	۰/۱	۰/۹۸	۱۴/۲	۳/۸۸	۰/۷۲	۷/۷

۲.۲. طرح آماری و تیمارهای اجرا شده

آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل آبیاری کامل، ۸۰ درصد نیاز آبی و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌عنوان فاکتور اصلی و کود شیمیایی در دو سطح شامل مصرف ۱۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده براساس آزمون خاک و ۵۰ درصد این میزان در کرت‌های فرعی و سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست در سه سطح شامل صفر، سه و شش تن در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. به این ترتیب هر بلوک شامل ۱۸ کرت و در کل آزمایش دارای ۵۴ کرت بود.

هیبرید ذرت مورد بررسی در این آزمایش هیبرید سینگل کراس KSC703 بود. طول هر کرت ۷ متر و عرض آن ۳ متر شامل چهار خط کاشت بوده و بین پلات‌های فرعی به‌منظور ممانعت از نفوذ تیمارهای مجاور یک ردیف به‌عنوان حاشیه کشت شد. جهت کنترل میزان آب و ممانعت از نفوذ آب و کود به پلات‌های مجاور، کنترل آبیاری با استفاده از سیستم هیدروفیکس و کنتور صورت گرفت. جهت کنترل دقیق آب هر کرت چهار لوله با شیر کنترل جداگانه داشت. ورمی‌کمپوست قبل از کاشت به کرت‌ها اضافه شده و با استفاده از روتواتر و تراکتور باغی کامل با خاک مخلوط شد. تراکم توصیه‌شده برای ذرت علوفه‌ای ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار بود که در این آزمایش نیز اجرا شد. کودهای شیمیایی شامل سوپرفسفات‌تریپل برای تأمین فسفر، اوره برای تأمین نیتروژن و سولفات پتاسیم برای تأمین پتاسیم بود. براساس آزمون خاک میزان کودهای توصیه‌شده شامل ۱۰۰ کیلوگرم پتاس، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۴۵۰ کیلوگرم کود اوره (معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) بود. مشخصات ورمی‌کمپوست مورد استفاده در جدول (۲) آورده شده است.

نیاز آبی گیاه براساس معادله پنمن-منتیث-فائو^۱ با استفاده از نرم‌افزار اُپتی‌وات^۲ و نت‌وات^۳ در دوره‌های ده روزه با توجه به آمار هواشناسی منطقه محاسبه شد، دوره آبیاری رایج در منطقه کرمانشاه ده روز یک‌بار بوده و انتخاب این دور آبیاری براساس شرایط کشاورزان بود. نرم‌افزار اُپتی‌وات بر پایه داده‌های هواشناسی درازمدت و با استفاده از روش پنمن-مانتیث-فائو میزان نیاز آبی روزانه گیاهان را در شرایط آب‌وهوایی اقلیم‌های مختلف ایران محاسبه کرده و می‌توان از آن به‌عنوان مرجعی در تعیین نیازهای آبی گیاهان استفاده کرد. اما جهت دقت بیشتر در محاسبه نیاز آبی از نرم‌افزار نت‌وات استفاده شد. این نرم‌افزار براساس ورودی داده‌های هواشناسی ده روز یک‌بار و فرمول پنمن-منتیث-فائو نیاز آبی گیاه را محاسبه می‌کند. این معادله توسط کارشناسان فائو جهت محاسبه نیاز آبی گیاهان زراعی معرفی شده است (Allen et al., 1998). آب آبیاری نیز طبق فرمول مساحت کرت (m²) × نیاز آبی روزانه × mm/day دور آبیاری تعیین شد. معادله پنمن-منتیث-فائو از اصلاحات انجام‌شده توسط کارشناسان فائو روی معادله پنمن-مانتیث به‌دست آمده و تبخیر و تعرق مرجع (ET_o) را با استفاده از اطلاعات اقلیمی اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه هواشناسی برآورد می‌کند.

جدول ۲. مشخصات ورمی‌کمپوست مصرفی

pH	شوری (ds ^m - ¹)	کربن آلی (%)	ازت (%)	پتاسیم (%)	فسفر (%)	آهن (ppm)	منگنز (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)
۷/۳	۲/۶۱	۱۴/۸۶	۰/۹۵	۱/۴۳	۰/۸	۲۱۴۱	۳۰۸	۳۸۷	۱۱/۵

$$ET_o = \frac{0.408 \left[\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_s - e_a) \right]}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)}$$

1. FAO Penman-Monteith equation

2. Optiwat

3. Netwat

که در آن، ETO: تبخیر و تعرق مرجع، $\Delta(\text{mm.d}^{-1})$: شیب منحنی تغییرات فشار بخار اشباع (es) نسبت به درجه حرارت (T) $(\text{KPa}^{\circ}\text{C}^{-1})$ ، Rn: میزان تابش خالص خورشیدی $(\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1})$ ، G: چگالی شار حرارتی خاک $(\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1})$ ، U2: میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (m.s^{-1}) و es و ea: فشار بخار اشباع و فشار واقعی بخار آب در هوا (Kpa) ، γ : ثابت سایکرومتری $(\text{Kpa}^{\circ}\text{C}^{-1})$ است. آب آبیاری نیز طبق فرمول مربوطه (مساحت کرت $(\text{m}^2) \times$ نیاز آبی روزانه $\text{mm/day} \times$ دور آبیاری) تعیین شد.

۳.۲. صفات مورد ارزیابی گیاه زراعی

در مرحله خمیری نرم پس از حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت با استفاده از کواترات به مساحت دو مترمربع انجام شده و بلافاصله پس از برداشت، وزن بخش هوایی بوته‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. بعد از ظهور کامل گل تاجی و هم‌زمان با تشکیل کامل بلال، رشد طولی گیاه ذرت متوقف شده که در این هنگام در هر کرت ارتفاع شش بوته برحسب سانتی‌متر به‌طور تصادفی از سطح زمین (پایه گیاه) تا اولین شاخه فرعی گل تاجی (تاسل) اندازه‌گیری و یادداشت شد، میانگین شش بوته به‌عنوان ارتفاع گیاهان آن کرت محسوب شد.

در مرحله گل‌دهی که سطح برگ کامل شده است، با استفاده از دستگاه SunScan canopy analysis (مدل Delta-T UK) شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد. برای این منظور حس‌گر دستگاه سه‌بار به‌صورت عمود بر ردیف‌های کاشت، در جهت ردیف‌های کاشت و با زاویه ۴۵ درجه با ردیف‌های کاشت در کف کانوپی قرار گرفت و میانگین سه قرائت در نظر گرفته شد (Wilhelm *et al.*, 2000). در این حالت نورسنج دستگاه هم‌ارتفاع با کانوپی و به‌صورت شرقی غربی در خارج و نزدیک کرت قرار می‌گرفت. محاسبات را مینی کامپیوتر دستگاه انجام می‌داد. به‌منظور دقت در اندازه‌گیری و شرایط یکنواخت نوری، اندازه‌گیری در ساعت ۱۰ صبح تا دو بعدازظهر انجام شد. تمام اطلاعات در مینی کامپیوتر دستگاه ذخیره شده و با اتصال آن به دستگاه چاپ‌گر اطلاعات چاپ شد.

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل برگ توسط دستگاه کلروفیل‌متر (مدل SPAD-502) صورت گرفت. این دستگاه کلروفیل را به‌روش غیرتخریبی در محدوده‌ای به‌اندازه 2×3 میلی‌متر از برگ با دقت ± 1 واحد SPAD، به‌وسیله دو منبع دیودی انتشار نور در طول موج‌های ۶۵۰ نانومتر (نور قرمز) و ۹۴۰ نانومتر (نور قرمز دور) با دو دکتور حساس به نور قرمز و حساس به تشعشعات مادون‌قرمز برآورد می‌نماید (Ghobadi *et al.*, 2011).

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، نمونه‌برداری روز قبل از انجام آبیاری از تمام کرت‌ها در مرحله گل‌دهی و از برگ پرچم در ساعت ۱۰ صبح صورت گرفت. سپس نمونه‌ها در پاکت قرار داده شد و پس از انتقال به آزمایشگاه دیسک‌های برگی به قطر یک سانتی‌متر تهیه و وزن‌تر آن‌ها با ترازوی دقیق دیجیتالی تعیین شد. این نمونه‌ها به‌مدت چهار ساعت در شدت نور کم در آب مقطر قرار داده شدند. سپس وزن نمونه‌های برگی در حالت تورژسانس تعیین شد، در نهایت نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند و وزن خشک آن‌ها تعیین شد. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان آب نسبی برگ برحسب درصد محاسبه شد (Ghobadi *et al.*, 2011).

$$\text{RWC} = \frac{\text{FW} - \text{DW}}{\text{TW} - \text{DW}} \times 100$$

در رابطه فوق FW وزن تر برگ (وزن تازه برگ)، DW وزن خشک برگ و TW وزن برگ در حالت اشباع است. برای اندازه‌گیری فیبر محلول در حلال اسیدی مقدار 0.3 گرم از نمونه‌هایی که قبلاً خشک و آسیاب شده بودند در داخل کروسیل‌های اندازه‌گیری ریخته شد و در داخل دستگاه اندازه‌گیری فیبر خام (مدل 22A ساخت ایران) قرار داده شد. سپس به نمونه‌ها محلول اسیدی اضافه شد تا حدی که حجم محلول برای هر نمونه به ۱۰۰ سی‌سی برسد. این محلول بایستی به جوش آید و به‌مدت یک ساعت با اسید بجوشد. پس از این مرحله مواد باقیمانده در داخل کروسیل با

آب مقطر جوش شست‌وشو داده شد. کروسبیل‌های حاوی باقیمانده نمونه به آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد منتقل و وزن کشتی انجام شد. در مرحله بعد کروسبیل‌های حاوی نمونه به مدت سه ساعت به کوره الکتریکی با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد منتقل و نمونه‌ها سوزانده شدند، در ادامه کوره خاموش شد و در دمای آزمایشگاه وزن کشتی نهایی صورت گرفت. در نهایت درصد فیبر محلول در حلال اسیدی نمونه‌ها با فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{ADF}\% = \frac{100 \times (\text{Dry Crucible or Filter} + \text{Residue}) - (\text{Dry Crucible or Filter})}{(\text{Sample Wt}) (\text{lab corrected DM})}$$

در اندازه‌گیری میزان فیبر محلول در حلال خنثی وسایل و دستگاه‌های موردنیاز و روش کار مشابه اندازه‌گیری فیبر محلول در حلال اسیدی است، اما مواد شیمیایی مورد استفاده متفاوت می‌باشد. ابتدا برای ساختن محلول فیبر محلول در حلال خنثی، مقدار ۳۰ گرم سدیم لوریل فسفات، ۶/۸۱ گرم ای سدیم اتیلن دی آمین تترا استات (EDTA)، ۶/۸۱ گرم سدیم بورات ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)، ۴/۵۶ گرم دی سدیم هیدروژن فسفات (Na_2HPO_4) و ۱۰ سی‌سی از محلول اتواکسی اتانول تهیه و با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شد. منظور تعیین میزان NDF به هر کدام از نمونه‌ها به مقدار ۰/۳ گرم در داخل کروسبیل‌ها اضافه و به مدت یک ساعت جوشانده شد. بقیه مراحل انجام کار دقیقاً مشابه روش اندازه‌گیری میزان ADF می‌باشد.

درصد پروتئین نمونه‌ها توسط دستگاه کج‌دال (مدل K1100 ساخت کمپانی Hanon چین) تعیین شد. برای این منظور پس از آسیاب کردن نمونه‌های خشک میزان ۰/۵ گرم از هر نمونه را در لوله آزمایش ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور و ۷ سی‌سی اسید سولفوریک ۹۸ درصد به آن اضافه شد. پس از روشن کردن دستگاه هضم و زمانی که دمای آن به ۴۰۰ تا ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید، لوله‌های آزمایش به مدت یک ساعت و نیم در دستگاه هضم پروتئین و زیر هود قرار داده شدند. پس از سرد شدن به هر لوله ۵۰-۲۵ سی‌سی آب مقطر اضافه شده و سپس هر یک از نمونه‌ها در دستگاه تقطیر قرار گرفتند، بخارات نیترات نمونه توسط ماده گیرنده دستگاه (اسید بوریک) جذب شده و میزان پروتئین از حاصل ضرب نیتروژن در ضریب ۶/۲۵ به دست آمد.

۴.۲. محاسبات آماری

پس از دو سال آزمایش نتایج جمع‌آوری شده و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون بارتلت مورد بررسی قرار گرفت. قبل از تجزیه مرکب، آزمون همگنی واریانس (سال) براساس آماره لاون با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام گرفت. بین سال‌ها یکنواختی و هموزنی وجود داشته و تجربه مرکب تأیید شد. پس از آن تجزیه مرکب دوساله براساس مدل اسپلیت اسپلیت پلات انجام شد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسات میانگین به روش دانکن توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C (نسخه ۱۰) انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. عملکرد علوفه تر

نتایج تجزیه واریانس داده‌های دوساله نشان داد که عملکرد علوفه تر ذرت که مهم‌ترین صفت تجاری ذرت علوفه‌ای می‌باشد، تحت تأثیر آبیاری، کودهای شیمیایی، ورمی‌کمپوست، اثر متقابل آبیاری × کودهای شیمیایی، آبیاری × ورمی‌کمپوست، کودهای شیمیایی × ورمی‌کمپوست و اثر متقابل سه‌جانبه آبیاری × کودهای شیمیایی × ورمی‌کمپوست قرار گرفت (جدول ۳). در تمام سطوح آبیاری با افزایش میزان مصرف کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست، عملکرد علوفه تر

افزایش یافت (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد علوفه تر (۸۲/۵ تن در هکتار) در تیمار آبیاری مطلوب و مصرف هم‌زمان ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد و کم‌ترین میزان آن (۳۰/۱ تن در هکتار) مربوط به تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی و ۵۰ درصد کودهای شیمیایی و عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود. علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، ورمی‌کمپوست با تولید هیومیک‌اسید باعث افزایش مقاومت به تنش خشکی در گیاهان می‌شود. اسیدهای هومیک طبیعی می‌توانند یک جایگزین زیست‌محیطی برای افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی، به‌دلیل سنتز پروتئین در اندام‌های مختلف گیاهی و سنتز آنزیم و یا افزایش فعالیت آنزیم‌ها باشند (Hussain Shah *et al.*, 2018). مطالعات سایر پژوهش‌گران نیز نشان می‌دهد تنش آبی عملکرد دانه و علوفه ذرت را به‌شدت کاهش می‌دهد (Song *et al.*, 2019). علاوه بر این نتایج نشان داد که مصرف هم‌زمان شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد کودهای شیمیایی براساس نیاز کودی گیاه، با تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست در شرایط آبی کامل و تنش تفاوت معنی‌داری نداشت و این موضوع نشان داد که با مصرف شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست می‌توان تا ۵۰ درصد مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد که توجه به تأثیرات سوء کودهای شیمیایی بر محیط زیست و سلامت موجودات زنده بسیار با اهمیت می‌باشد (جدول ۴). Yadav *et al.* (2016) هم عنوان کردند که بیش‌ترین عملکرد ذرت با مصرف هم‌زمان پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۷۵ درصد کود شیمیایی به میزان توصیه‌شده به‌دست آمد. کمپوست و ورمی‌کمپوست علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشد که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی (Chen, 2006) و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی (Nardi *et al.*, 2002)، باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Tartoura, 2010). Kumar *et al.* (2011) و Anwar *et al.* (2005) در مطالعه خود به‌ترتیب در سورگوم و گیاه دارویی نعناع مشاهده نمودند که کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در مقایسه با کنترل به‌طور قابل‌توجهی عملکرد بیولوژیکی را بهبود بخشید.

۳.۲. ارتفاع بوته

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری مصرف، کودهای زیستی، شیمیایی، اثر متقابل آبیاری × کودهای شیمیایی، آبیاری × ورمی‌کمپوست، کودهای شیمیایی × ورمی‌کمپوست و اثر متقابل سه‌جانبه آبیاری × کودهای شیمیایی × ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته ذرت معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ارتفاع بوته بیانگر آن است که کم‌ترین ارتفاع بوته با ۱۴۸/۵ سانتی‌متر در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، ۵۰ درصد کود شیمیایی و عدم مصرف ورمی‌کمپوست و بیش‌ترین ارتفاع بوته با ۲۲۴/۸ سانتی‌متر در تیمار آبیاری کامل و مصرف هم‌زمان ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی و شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد که نشان‌دهنده افزایش ۳۴ درصدی این صفت بود (جدول ۴). در هر سه تیمار آبیاری استفاده از کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش ارتفاع بوته شد. Woldesenbet & Haileyesus (2016) نیز گزارش دادند کود نیتروژن ارتفاع بوته ذرت را افزایش داد. با این‌حال، افزایش ارتفاع در مقادیر بالای ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم استفاده از آن در تمام سطوح کودهای شیمیایی مشهود و معنی‌دار بود. از سوی دیگر در شرایط آبیاری کامل و مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی استفاده از ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت، درحالی‌که در شرایط تنش خشکی شدید و ملایم و مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی استفاده از ورمی‌کمپوست اثر مثبتی بر این صفت داشت که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت کودهای زیستی در شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول ۴). Rafiee & Koonani (2019) گزارش دادند که ورمی‌کمپوست، با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و هم‌چنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع ذرت شد.

جدول ۳. میانگین صفات مورد بررسی ذرت تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری، کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه آزادی	علوفه تر	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	محتوی کلروفیل	محتوی آب نسبی	حلال نشی	حلال محلول در فیبر اسیدی	پروتئین
Y	۱	۴۶/۶۷ ns	۲۰/۰۸ ns	۰/۰۶ ns	۴۲/۹ ns	۰/۶۸ ns	۵/۴ ns	۴۰/۳۳ ns	۰/۳۱ ns
W	۲	۱۴۳۳۶/۱ **	۱۶۳۶۰/۹ **	۴۵/۶۱ **	۱۳۰۰/۶ **	۴۷۳۳/۶ **	۴۶۵/۶ **	۱۶۱/۸ **	۲۳/۸ **
W × Y	۲	۲ ns	۱/۳۶ ns	۰/۱۸ ns	۵/۰۳ ns	۱/۳ ns	۰/۵۲ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۰۷ ns
Rep (W × Y)	۶	۴/۰۸	۸۲/۵۵	۰/۰۳۴	۳۴/۹۲	۴/۰۶	۱۱/۶۴	۰/۷۷	۱/۴۲
NPK	۱	۱۹۳۰/۴ **	۲۷۳۶۰/۷ **	۳/۹۲ **	۷۰۶/۸ **	۳۰/۷۲ **	۲۵۶/۱ **	۹۰/۸۳ **	۷۳/۷ **
Y × NPK	۱	۰/۲۱۳ ns	۴/۸۹ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۶۷ ns	۰/۰۵۳ ns	۰/۳۰۱ ns	۰/۱۶۳ ns	۰/۰۰۹ ns
W × NPK	۲	۸۲/۳۸ **	۳۳۷۰/۵ **	۰/۲۵۶ *	۵۸/۱۴ **	۱۴/۵۴ **	۲۳۴/۱ **	۲/۶۵ *	۵۳/۶ **
Y × W × NPK	۲	۰/۰۰۴ ns	۰/۲۸ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۳۰۱ ns	۰/۰۲۹ ns	۰/۰۰۹ ns
Rep × AZ (Y × W)	۶	۲/۶۴	۴/۸۹	۰/۰۸۶	۷/۷۸	۰/۵۳	۴/۷	۴/۴۳	۰/۴۶
VC	۲	۴۹۰/۰۹ **	۶۷۰/۷ **	۱/۰۶ **	۳۱/۸ **	۳۸/۹۶ **	۴۵/۶ **	۲۸/۲۳ **	۱۳/۲ **
VC × Y	۲	۰/۰۳۳ ns	۰/۳۳ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۹۴۴ ns	۰/۰۲۱ ns	۰/۰۰۳ ns
VC × W	۴	۱۶/۹۶ **	۹۱/۰۶ **	۱/۰۹ **	۹/۶۹ **	۴۱/۳ **	۲۶/۴ **	۳۳/۲۳ **	۵۳/۶ **
VC × W × Y	۴	۰/۰۰۱ ns	۰/۱۱۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۴۵۵ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۱۰۱ ns
NPK × VC	۲	۳۹۲/۹ **	۶۴/۱۱۱ **	۰/۹۹۴ **	۶/۴۴ **	۴۴/۷ **	۵۴/۲ **	۲۲/۹ **	۳۶/۶ **
Y × NPK × VC	۲	۰/۰۹۵ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۲۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۴۳ ns	۰/۰۳۲ ns	۰/۴۰ ns
W × NPK × VC	۴	۱۲/۳۲ *	۹/۲۷ *	۱/۱۱ *	۵/۷۲ **	۵۶/۳ **	۲۸/۳ **	۴۴/۳ **	۸۷/۴ **
Y × NPK × W × VC	۴	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۲۶ ns	۱/۴۲ ns	۰/۲۴ ns	۰/۱۱ ns	۰/۴۵ ns
Error	۱۰۷	۸/۵۲	۵۷/۳۵	۹/۹۴	۳/۴۲	۶/۳	۳/۳	۲/۹۱	۱/۳۱
CV (%)	-	۵/۳۵	۴/۲۵	۹/۵۵	۲/۰۱	۸/۸	۱۰/۱	۷/۶	۸/۸

ns: * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد (W: آبیاری، NPK: کود شیمیایی، VC: ورمی‌کمپوست، Y: سال و Rep: تکرار می‌باشد).

جدول ۴. میانگین صفات مورد بررسی ذرت در تیمارهای مختلف آبیاری، ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی

آبیاری	کود شیمیایی (مقدار توصیه‌شده) (%)	ورمی‌کمپوست (ton ha ⁻¹)	علوفه تر (ton ha ⁻¹)	ارتفاع بوته (cm)	شاخص سطح برگ	محتوی کلروفیل برگ (mg g ⁻¹)	محتوی آب نسبی آب برگ (%)	فیبر محلول در حلال نشی (%)	فیبر نامحلول در حلال اسیدی (%)	پروتئین (%)	قلیائیت همگم علوفه (%)
کامل (۱۰۰ درصد)	۵۰ درصد	۳	۶۷/۲۲ c	۱۷۵/۸ e	۳/۸۸ ab	۴۱/۱ c	۸۱/۲ a	۶۳/۷ ef	۴۱/۸ e	۷/۳۵ ef	۴۵/۵ fgh
	۱۰۰ درصد	۳	۸۱/۸ ab	۲۲۴/۳ a	۴/۲۸ a	۴۶/۵ a	۸۲ a	۵۶/۹ i	۳۶/۲ i	۹/۹۶ b	۵۰/۵ a
	۶	۸۲/۵ a	۲۲۴/۸ a	۴/۵۱ a	۴۶/۶ a	۸۲/۳ a	۵۶/۹ i	۳۶/۲ i	۱۰/۲ a	۱۰/۲ a	۵۰/۸ a
۸۰ درصد	۵۰ درصد	۳	۴۳/۵ f	۱۵۲/۷ hi	۲/۴۳ de	۳۲/۴ g	۶۶/۷ e	۵۹/۸ j	۴۶/۴ gh	۶/۴ gh	۴۳/۷ i
	۵۰ درصد	۳	۴۴/۵ f	۱۵۲/۸ hi	۲/۵۶ de	۳۲/۴ g	۶۷/۴ de	۵۹/۷۸ j	۴۴/۵ c	۶/۷ fg	۴۵/۹ fgh
	۶	۵۵۴/۳	۱۶۷ f	۲/۶۳ de	۳۵/۳ e	۶۹/۹ c	۵۹/۳۳ jh	۴۴/۱ cd	۸/۱ c	۸/۱ c	۴۶/۸ fgh
آبیاری کامل	۱۰۰ درصد	۳	۵۵/۵ e	۱۹۳/۳ c	۲/۸ cd	۳۹/۷ d	۶۵/۷ f	۶۲/۴ g	۳۸/۵ h	۸/۵۵ bc	۴۶/۷ bcd
	۶	۵۵/۸ e	۲۰۴/۲ b	۲/۸ cd	۴۱/۲ c	۶۷/۸ d	۶۰/۱ h	۶۲/۴ g	۳۸/۵ h	۸/۹ b	۴۶/۸ bcd
	۳	۳۰/۱ h	۱۴۸/۵ i	۱/۴۶ g	۳۰/۳ hi	۵۹/۱ h	۶۹/۵۷ b	۴۸/۱ a	۵/۷ gh	۵/۷ gh	۴۱/۶ j
۶۰ درصد	۵۰ درصد	۳	۳۲ h	۱۵۲/۲ hi	۱/۶ fg	۳۰/۶ hi	۵۹/۷ h	۷۰/۸۷ a	۲۶/۲ b	۵/۸ i	۴۵/۲ ghi
	۶	۳۵/۹ g	۱۵۶ h	۲/۰۳ efg	۳۰/۸ h	۶۱/۹ g	۶۸/۴ c	۴۵/۸ b	۶/۲ ghi	۶/۲ ghi	۴۴/۴ hi
	۳	۳۷/۴ g	۱۶۱/۳ g	۲/۰۳ efg	۳۲/۷ g	۵۷/۵ i	۶۴/۱ e	۴۱/۷ e	۷/۴ de	۷/۴ de	۴۳/۸ i
آبیاری کامل	۱۰۰ درصد	۳	۳۹/۲ g	۱۶۱/۳ g	۲/۱۰ defg	۳۳ fg	۵۸/۱ i	۶۴/۲ e	۳۹/۸ g	۷/۴ de	۴۵/۸ efg
	۶	۳۹/۸ g	۱۶۴/۳ fg	۲/۲۰ def	۳۳/۷ f	۵۹/۸ h	۶۴ e	۳۹/۷ g	۷/۸ cd	۷/۸ cd	۴۵/۵ efg

* حروف مشابه در ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

۳.۳. شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ نیز تحت تأثیر سطح آبیاری، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ از تیمار آبیاری کامل تا ۶۰ درصد آبیاری از ۴/۵۱ به ۱/۴۶ کاهش یافته است (جدول ۴). عملکرد ذرت به شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بستگی دارد که کارایی جذب تابش خورشیدی را برای فرایند فتوسنتز فراهم می‌کنند. در اکثر گونه‌های گیاهی کمبود نیتروژن یا آب باعث کاهش رشد سطح برگ، تغییر در ترکیب بافت برگ، ساختار سلول برگ و محتوای آب گیاهان می‌شود (Casa, 2003)، خشکسالی باعث کاهش سطح برگ، محتوای کلروفیل برگ، فتوسنتز و در نهایت عملکرد دانه ذرت می‌شود (Athar, 2005). از سوی دیگر نتایج نشان داد که با افزایش سطح کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست، شاخص سطح برگ افزایش یافت و حداکثر شاخص سطح برگ (۴/۵) در تیمار مصرف هم‌زمان شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد، در حالی که در تیمار مصرف شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست و مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی شاخص سطح برگ ۴/۱۸ بود که به میزان که نشان‌دهنده کاهش ۷ درصدی بود (جدول ۴). (Yadav et al., 2003) نشان دادند که کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص سطح برگ گیاه اسفرزه (*Plantago ovate*) شد. افزایش شاخص سطح برگ ذرت با استفاده از ورمی‌کمپوست توسط بسیاری از پژوهش‌گران گزارش شده است (Tripathi et al., 2007; More et al., 2013). براساس گزارش Kolari et al. (2014) مصرف ورمی‌کمپوست سطح برگ ذرت را افزایش داد و از سوی دیگر استفاده تلفیقی از ورمی‌کمپوست و کود نیتروژن، شاخص سطح برگ ذرت را بیش‌تر افزایش داد.

۳.۴. محتوای کلروفیل برگ

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که محتوای کلروفیل برگ نیز تحت تأثیر آبیاری، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار کلروفیل برگ در تیمار شش تن ورمی‌کمپوست و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد. با این حال، اختلاف بین سطوح ورمی‌کمپوست در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در شرایط آبیاری نرمال معنی‌دار نبود. ارزیابی تغییرات کلروفیل برگ مؤید آن بود که با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست، مقدار کلروفیل برگ افزایش یافته است، اما این تفاوت بیش‌تر در سطوح ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی قابل مشاهده است و با بالا رفتن مقادیر کودها، افزایش در مقدار کلروفیل به‌کندی صورت گرفته است (جدول ۴). (Ebrahimia et al., 2014) کاهش میزان کلروفیل در برگ آفتابگردان را در اثر کمبود آب گزارش کرده‌اند. کاهش میزان کلروفیل تحت شرایط کمبود آب می‌تواند به‌علت افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و اختلال در سیستم‌های آنزیمی کاهش دهنده فعالیت رادیکال‌های آزاد باشد (Santos, 2004) هم‌چنین با افزایش مقدار تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اتیلن و آبسزیک‌اسید در اثر کمبود آب، فعالیت کلروفیل‌لاز و پراکسیداز تحریک شده که منجر به تسریع تجزیه کلروفیل می‌شود (Kaewsuksaeng, 2011). Choudhary & Kumar (2013) با بررسی اثر ورمی‌کمپوست، کود مرغی، کمپوست کود گاو، کود خوکی و کود دامی بر میزان کلروفیل برگ ذرت، اعلام کردند بیش‌ترین میزان قرائت کلروفیل متر با ۵۲/۶ در تیمار استفاده از ورمی‌کمپوست و کم‌ترین میزان آن با ۴۱/۵ در تیمار شاهد بدون مصرف کود آلی به‌دست آمد.

۳.۵. محتوای نسبی آب برگ

نتایج نشان داد که اثر آبیاری، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها روی میزان نسبی آب برگ معنی‌دار بود

(جدول ۳). در شرایط ۶۰ و ۸۰ درصد آبیاری، محتوای نسبی آب برگ به‌شدت کاهش یافت. کم‌ترین میزان محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۱۰۰ درصد میزان توصیه‌شده و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست مشاهده شد، درحالی‌که بیش‌ترین میزان این صفت در تیمار آبیاری کامل و مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی و شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۴). در شرایط نرمال استفاده از کودهای شیمیایی محتوای نسبی آب برگ را تا حدودی افزایش داد، درحالی‌که در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. در تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد آبیاری افزایش مصرف کودهای شیمیایی محتوای نسبی آب برگ را کاهش داد که احتمالاً به دلیل افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش تبخیر و تعرق در شرایط تنش خشکی می‌باشد. اما در شرایط تنش، کود ورمی‌کمپوست به میزان شش تن محتوای نسبی آب برگ را افزایش داد که این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنی‌دار ورمی‌کمپوست در شرایط کم آبی می‌باشد (جدول ۴). Jones (2006) گزارش کرد که با افزایش یک درصد کربن آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد. Reicosky (2005) نیز گزارش داد که برخی از انواع مواد آلی می‌توانند تا ۲۰ برابر وزن خود آب نگهداری نمایند. محتوای نسبی آب برگ بالا نقش مهمی را در تحمل به خشکی در ذرت بازی می‌کند و شاخص مناسبی برای بررسی تحمل به تنش خشکی است. در اغلب آزمایش‌ها کاهش محتوای نسبی آب برگ در واکنش به خشکی بیان شده است (Terzi & Kadioglu, 2006).

۳.۶. درصد فیبر محلول در حلال خنثی و درصد فیبر نامحلول در حلال اسیدی

درصد فیبر محلول در حلال خنثی و درصد فیبر نامحلول در حلال اسیدی نیز تحت تأثیر سطوح آبیاری، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفتند (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی کیفیت علوفه به‌شدت کاهش یافته و میزان فیبرهای نامحلول افزایش یافت (جدول ۴). همچنین در همه سطوح آبیاری با افزایش استفاده از کودهای شیمیایی از ۵۰ درصد به ۱۰۰ درصد میزان فیبرهای نامحلول کاهش و در نتیجه کیفیت علوفه ذرت افزایش یافت. از سوی دیگر، استفاده از ورمی‌کمپوست نیز در تمام سطوح تیمار آبیاری و سطوح مختلف مصرف کودهای شیمیایی باعث افزایش کیفیت علوفه شد. بیش‌ترین میزان فیبرهای نامحلول در تیمار ۶۰ درصد آبیاری و عدم مصرف ورمی‌کمپوست و مصرف ۵۰ درصد کودهای شیمیایی مشاهده شد و کم‌ترین آن در تیمار آبیاری کامل و مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی و همچنین شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. اما نتایج نشان داد در مورد کیفیت علوفه مصرف کودهای شیمیایی تأثیر بیش‌تری نسبت به ورمی‌کمپوست داشته و بین تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی و شش تن ورمی‌کمپوست از یک سو و تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و عدم مصرف ورمی‌کمپوست از سوی دیگر تفاوت وجود داشته و در تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی کیفیت علوفه مطلوب‌تر است که احتمالاً به دلیل وجود مقادیر بیش‌تری از کود ازت می‌باشد (جدول ۴). درصد فیبر محلول در حلال خنثی و درصد فیبر نامحلول در حلال اسیدی به ترتیب نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام و قابلیت هضم می‌باشند. وقتی درصد فیبر محلول در حلال خنثی افزایش می‌یابد، مصرف ماده خشک به‌طور کلی کاهش می‌یابد (Piri *et al.*, 2018). Darby & Lauer (2002) معتقدند که درصد فیبر محلول در حلال خنثی و درصد فیبر نامحلول در حلال اسیدی مهم‌ترین شاخص‌های بررسی کیفیت علوفه در ذرت می‌باشند. بین فیبر محلول در حلال خنثی و کیفیت علوفه ارتباط معکوسی وجود دارد. به این صورت که هرچه غلظت فیبر محلول در حلال خنثی کم‌تر باشد، کیفیت علوفه بالاتر می‌رود (Piri *et al.*, 2018). وقتی فیبر محلول در حلال خنثی افزایش می‌یابد مصرف ماده خشک به دلیل افزایش میزان سیرکنندگی علوفه کاهش می‌یابد. بنابراین، درصد پایین فیبر محلول در حلال خنثی مطلوب است (Bingol *et al.*, 2007).

۷.۳. درصد پروتئین علوفه

اثرات ساده آبیاری، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد پروتئین علوفه ذرت معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که تنش خشکی درصد پروتئین علوفه ذرت را به‌شدت کاهش داد (جدول ۴). حداکثر پروتئین علوفه (۱۰/۲ درصد) در تیمار آبیاری کامل و مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی و شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد، درحالی‌که کم‌ترین مقدار این صفت (۵/۷ درصد) در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، ۵۰ درصد کودهای شیمیایی و عدم مصرف ورمی‌کمپوست مشاهده شد. براساس نتایج استفاده از ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی در شرایط آبیاری نرمال و تنش مقدار پروتئین علوفه را افزایش می‌دهند. در تیمار آبیاری مطلوب استفاده از ورمی‌کمپوست حتی در شرایطی که ۱۰۰ درصد نیاز گیاه با کودهای شیمیایی نیز تأمین شد موجب افزایش ۶/۳ درصدی پروتئین علوفه ذرت شد (جدول ۴). از عوامل مهم تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای، بالابودن کیفیت علوفه می‌باشد. افزایش کیفیت علوفه، موجب افزایش راندمان تغذیه می‌شود. عوامل متعددی از جمله عوامل مدیریتی و عوامل محیطی بر کیفیت علوفه اثر می‌گذارند (Shakarami et al., 2019). Amanullah et al. (2012) نیز گزارش نمودند تلفیق کودهای بیولوژیکی با ۵۰ درصد کودهای نیتروژن و فسفر باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گندم بین ۱۱ تا ۵۹ درصد و افزایش عملکرد دانه گندم بین ۲۰ تا ۴۶ درصد در مقایسه با شرایط کنترل شد.

۷.۳. قابلیت هضم علوفه

کیفیت علوفه را نمی‌توان تنها با توجه به عملکرد ماده خشک آن در واحد سطح مشخص نمود. در واقع آنچه در علوفه اهمیت دارد مقدار ماده‌ای است که قابل استفاده دام است. فاکتورهای اصلی در تعیین کیفیت علوفه شامل درصد پروتئین، درصد دیواره سلولی و قابلیت هضم آن می‌باشد. در بین این معیارها قابلیت هضم از اهمیت بیش‌تری برخوردار است (Saeed Nejad et al., 2011). نتایج نشان داد با کاهش میزان آب آبیاری و وقوع تنش خشکی، درصد قابلیت هضم علوفه کاهش می‌یابد. در تمام سطوح آبیاری هم با مصرف کودهای شیمیایی و هم ورمی‌کمپوست درصد پروتئین علوفه افزایش می‌یابد که نقش کودهای شیمیایی در افزایش این صفت مشخص‌تر می‌باشد. بیش‌ترین قابلیت هضم علوفه با ۵۰/۸ درصد متعلق به تیمار آبیاری کامل و مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و شش تن ورمی‌کمپوست در هکتار بود (جدول ۳). در تیمار آبیاری کامل و ۱۰۰ درصد مصرف کود شیمیایی استفاده از ورمی‌کمپوست نتوانست افزایش معنی‌داری در قابلیت هضم علوفه ایجاد کند، اما در تیمار ۶۰ درصد آبیاری و ۵۰ درصد مصرف کود شیمیایی استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان شش تن در هکتار نتوانست قابلیت هضم علوفه را ۶/۷ درصد افزایش دهد (جدول ۳). Mohammadabadi et al. (2011) نشان دادند که استفاده از کودهای آلی قابلیت هضم علوفه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) را افزایش داد. Saeed Nejad et al. (2011) نیز با بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر کیفیت علوفه سورگوم علوفه‌ای اعلام کردند که مصرف ورمی‌کمپوست قابلیت هضم علوفه سورگوم را افزایش داد. Assefa & Ledin (2001) نیز گزارش کردند که قابلیت هضم ماده آلی یولاف با کاربرد تیمار ترکیبی کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بیش‌تر شد. نتایج پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران نیز نشان داده است که تنش خشکی قابلیت هضم علوفه را کاهش می‌دهد (Karimian et al., 2014).

۴. نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد کود زیستی ورمی‌کمپوست نتوانست عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت و همچنین شاخص‌های فیزیولوژیکی مانند شاخص سطح برگ و محتوای کلروفیل برگ را در شرایط آبیاری کامل و تنش

خشکی افزایش دهد. با استفاده از ورمی‌کمپوست می‌توان تا ۵۰ درصد مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد. از این‌رو، کاربرد ورمی‌کمپوست ضمن کاهش قابل‌توجه مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای احتمالی اقتصادی و زیست‌محیطی آن، توانست در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به‌تنهایی اثرات مطلوب‌تری را بر رشد ذرت به‌همراه داشته باشد.

۵. تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه به‌خاطر فراهم‌کردن امکانات این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع مورد استفاده

- Allen, R. G., Clemments, A. J., Burt, C. M., Solomom, K., & Ohlloran, T. (2005) Rediction Accuracy for Project Wide Evapotranspiration Using Crop Coefficient and Reference Evapotranspiration. *Journal of Irrigation and Drainage Engreeing*, 13(1), 24-36.
- Amanullah, A., Saifullah Khan, M. A., & Jahangir Khan, A. (2012). Biofertilizer a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochiistan. *Pakistan Journal of Agriculture Research*, 25(1), 25-39.
- Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K. Nagvi, A. A., & Khanuja, S. P. S. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient. Accumulation, and oil quality of French basil. *Communication in Soils and Plant Analysis*, 36, 1737-1746.
- Aranon, Q. N., & Edwards, C. A. (2009). The utilization of vermicompost in Horticulture and Agriculture. In: Edwards CA, Jeyaraaj R, Indira AJ (Eds.) Vermitechnology in Human welfare. Rohini Achagam, Coimbatore, Tamil Nadu, India, 98-108.
- Assefa, G., & Ledin, I. (2001). Effect of variety, soil types and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intakes by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixture. *Animal Feed and Technology*, 92, 95-111.
- Athar, H.R., & Ashraf, M. (2005). *Photosynthesis under drought stress*. In: Pessarakli, M. (ed.), Handbook of Photosynthesis, pp: 793-804. Taylor and Francis, New York.
- Azarpoor, E., Moradi, M., & Bozorgi, H. R. (2012). Effect of Vermicompost application and seed inoculation with biological nitrogen fertilizer under different plant densities in Soybean (*Glycin max L. cultivar, Williams*). *African Journal of Agricultural Research*, 7, 1534-1541.
- Bingol, N. T., Karsli, M. A., Yilmaz, I. H., & Bolat, D. (2007). The effects of planting time and combination on the nutrient composition and digestible dry matter yield of four mixtures of vetch varieties intercropped with barley. *Journal of Veterinary Animal Science*, 31, 297-302.
- Casa, R. (2003). Multiangular remote sensing of crop canopy structure for plant stress monitoring. PhD thesis. University of Dundee. www.unitus.it/.../dpv/R.Casa-PhD%20Thesis,2003.pdf
- Chaves, M. M., & Oliveira, M. M. (2004). Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2365-2384.
- Chen, H. J. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizers for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, Bangkok, Thailand. Pp. 1-11.

- Choudhary, V., & Kumar, P. (2013). Maize production, economics and soil productivity under different organic source of nutrients in eastern himalayan region. *Indian International Journal of Plant Production*, 7 (2), 167-186.
- Darby, H. M., & Lauer, J. G. (2002). Planting date hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, 94, 281-289.
- Dastbandan Nejad, S., Saki, T., & Lack, S. (2010). Study effect drought stress and different levels potassium fertilizer on K⁺ accumulation in corn. *Nature and Science*, 8(5), 23-27.
- Dastmozd, G., Ebrahimi, H., & Haghighi, B. (2015). Combined application of Vermicompost and NPK fertilizers on Wheat production in Marvdasht. *Research Journal of Fisheries and Hydrology*, 10(10), 153-156.
- Doan, T. T., Henry-des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J. L., & Jouquet, P. (2015). Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. *Science of the Total Environment*, 514, 147-154.
- Ebrahimia, M., Khajehpour, M. R., Naderi, A., & Majde Nassiri, B. (2014). Physiological responses of sunflower to water stress under different levels of zinc fertilizer. *International Journal of Plant Production*, 8(4), 483-504.
- Fao. (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Ghasemi, S., Siavoshi, K., Choukan, R., & Khavazi, K. (2011). Effect of biofertilizer phosphate on grain yield and its components of maize (*Zea mays* L.) cv. KSC704 under water deficit stress conditions. *Seed Plant Production Journal*, 27 (2), 219-233.
- Ghobadi, M., Khosravi, S., Kahrizi, D., & Shirvani, F. (2011). Study of Water Relations, Chlorophyll and their Correlations with Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *World Academy of Science Engineering and Technology*, 78, 582-585.
- Gholipour, M., Karamzadeh, A., & Gholami, A. (2014). Vermicompost as a soil supplement to relieve the effects of low-intensity drought stress on Chicklea yield. ISHS Acta Horticulturae 1018: I International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture.
- Hussain Shah, Z., Rehman, H., Akhtar, T., Alsamandany, H., Hamooh, B., Mujtaba, T., Daur, I., Zahrani, Y., Alzahrani, H., Ali, Sh., Yang, S., & Chung, G. (2018). Humic substances: determining potential molecular regulatory processes in plants. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1-12.
- Jones, C. E. (2006). Aggregate or aggravate? Creating soil carbon. YLAD Living Soils seminars, Eurongilly and Young, NSW, Australian, 14 & 15 February 2006.
- Kaewsuksaeng, S. (2011). Chlorophyll degradation in horticultural crops. *Walailak Journal of Science and Technology*, 8, 9-19.
- Kalhature, A., Shete, B., & Dhonde, M. (2013). Integrated nutrient management in maize (*Zea mays* L.) for increasing production with sustainability. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4, 195-206.
- Kamara, A., Menkir, A., Badu-Apraku, B., & Ibikunle, O. (2003). Reproductive and stay green trait responses of maize hybrids, improved open-pollinated varieties and farmers local varieties to terminal drought stress. *Maydica*, 48, 29-37.
- Kamara, A., Menkir, Badu-Apraku, A., & Ibikunle, O. (2002). The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes. *Journal of Agriculture Science*, 144, 43-50.
- Karasu, A., Kuscü, H., & Gamze Bayram, G. (2015). The Effect of Different Irrigation Water Levels on Grain Yield, Yield Components and Some Quality Parameters of Silage Maize (*Zea mays*) in Marmara Region of Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1), 138-145.

- Karimian, M., Golavi, M., Dehmardeh, M., & Kafi, M. (2014). The effect of drought stress and different levels of potassium fertilizer on the quantitative and qualitative yield of *Kochia scoparia* (*Kochia scoparia* L.). *New Agricultural Findings*, 8, 239-250.
- Kgasago, H. (2006). Effect of planting dates and densities on yield and yield components of short and ultra-short growth period maize (*Zea mays* L.). In the faculty of natural and agricultural sciences department of plant production and soil science, University of Pretoria. Submitted in compliance with the requirements for the degree M. Inst. Agrar: Agronomy.
- Khadem, S., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S., Rousta, J., & Rezvani-moghadam, P. (2010). Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4(8), 642-647.
- Kolari, F., Barzegar, A., & Bakhtiari, S. (2014). Phenology, growth aspects and yield of Maize affected by defoliation rate and applying nitrogen and vermicompost. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4(3), 61-71.
- Kumar, G. A., Bishwas, R., Mahendra, P. S., Vibha, U., & Chandan, K. S. (2011). Effect of fertilizers and vermicompost on growth, yield and biochemical changes in *Abelmoschus esculentus*. *Plant Archives*, 11(1), 285-287.
- Maleki Farahani, S., & Chaichi, M. (2012). Application of biological and integrated fertilizers mitigates the adverse effects of drought stress on barley. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (7), 1508-1519.
- Mohammadabadi, A., Rezvani Moghadam, P., Fallahi, J., & Boroumand Rezazadeh, Z. (2011). Investigation of the effect of organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek forage (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Agricultural Ecology*, 3, 499-491.
- More, S., Deshmukh, S., Shinde, P., & Deshmukh, V. (2013). Effect of integrated nitrogen management with vermiwash in corn (*Zea mays* L.) on growth and yield. *African Journal of Agricultural Research*, 8(38), 4761-4765.
- Namazi, E., Lak, S., & Fathinejad, E. (2015). Effect of vermicompost and chemical nitrogen fertilizer application on the various functioning of Maize seeds. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3(3), 261-268.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527-1536.
- Nazarideljou, M., & Heidari, Z. (2014). Effects of Vermicompost on Growth Parameters, Water Use Efficiency and Quality of Zinnia Bedding Plants (*Zinnia elegance* 'Dreamland Red') under Different Irrigation Regimes. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1, 141-150.
- Oad, F. C., Buriro, U. A., & Agha, S. K. (2004). Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production. *Asian Journal of Plant Science*, 3, 375- 377.
- Payero, J. O., Tarkalson, D. D., Irmak, S., Davison, D., & Petersen, J. L. (2009). Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. *Agricultural Water Management*, 96, 1387-1397.
- Piri, H., Ansari, H., & Parsa, M. (2018). The Interaction Effect of Salinity, Drought and Harvesting Dates on Yield, Quality and Efficiency of Forage Sorghum in Subsurface Drip Irrigation (Case Study: Sistan Plain). *Irrigation Sciences and Engineering*, 41, 99-114.
- Rafiee, M., & Koonani, A. R. (2019). Effect of vermicompost and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative yield of corn (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50, 151-159.

- Ravindran, B., Dinesh, S. L., Kennedy, L., & Sekaran, G. (2008). Vermicomposting of solid waste generated from Leather Industries using epigeic earth worm *eiseniafetida*. *Applied Biochemical Biotechnology*, 151, 480-488.
- Reicosky, D. C. (2005). Alternatives to mitigate the greenhouse effect: emission control by carbon sequestration. In: Simposio sobre Plantio direto e Meio ambiente; Seqüestro de carbono equalidade da agua: 20-28. Anais. Foz do Iguaçu, 18-20 de Maio 2005.
- Savci, S. (2012). An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3, 1-4.
- Saeed Nejad, A., Rezvani Moghadam, P., Khazaee, H., & Nasiri Mahallati, M. (2011). Investigation of the effect of organic matter application, biological fertilizers and chemical fertilizers on digestibility and protein content of forage sorghum of Speedfeed cultivar. *Iranian Journal of Crop Research*, 9, 630-623.
- Shakarami, G., Rahim Zadeh, Khoyi, F., Rafiei, M., & Mirshakari, B. (2019). Evaluation of Forage Quality of Corn and Cowpea Intercropping as Affected by vermicompost and urea Foliar Application. *Plant Ecophysiology*, 11, 137-151.
- Song, L., Jin, J., & He, J. (2019). Effects of severe water stress on Maize growth processes in the field. *Sustainability*, 11, 1-18.
- Santos, C. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulture*, 103, 93-99.
- Sujatha, M. G., Lingaraju, B. S., Palled, Y. B., & Ashalatha, K. V. (2008). Importance of integrated nutrient management practices in maize under rainfed condition. *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 21, 334-338.
- Srivastava, R. K., & Beohar, P. A. (2004). Vermicompost as an organic manure. A good substitute of fertilizers. *International Journal of Current Science*, 5, 141-143.
- Tartoura, A. H. (2010). Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *American-Eurasian Journal of Agricultural Environmental Science*, 9(2), 208-216.
- Terzi, R., & Kadioglu, A. (2006). Drought stress tolerance and the antioxidant enzyme system in *Ctenathea setosa*. *Acta Biologica Cracoviensia*, 48(2), 89-96.
- Tripathi, S., Joshi, H C., Sharma, D. K., & Singh, J. P. (2007). Response of wheat and corn to biocompost prepared from distillery effluent and pressmud. *Indian Journal of Agricultural Science*, 77(4), 208-211.
- Yadav, R. L., Keshwa, G. L., & Yadav, S. S. (2003). Effect of integrated use of FYM and sulphure on growth and yield of isabgol. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25, 668-671.
- Yadav, A. K., Chand, S., & Thenua, O. (2016). Effect of integrated nutrition management on productivity of Maize with Mungbean intercropping. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*, 5(1), 115-118.
- Valliyodan, B., & Nguyen, H. T. (2006). Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 9, 189-195.
- Wilhelm, W., Ruwe, K., & Schlemmer, M. (2000). Comparison of three leaf area index meters in a corn canopy. *Crop Science*, 40, 1179-1183.
- Woldesenbet, M., & Haileyesus, A. (2016). Effect of nitrogen fertilizer on growth, yield and yield components of Maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Research-Granthaalayah*, 4, 95-100.