



Investigating the effect of deficit irrigation and mulching on the yield of fodder corn (*Zea mays*) under tape drip irrigation in KhorramAbad region

Seyed Hossein Mousavi¹ | Saeed Boroomand Nasab^{2✉} | Mehri Saeedi Nia³

1. Department of Irrigation and Drainage Faculty of Water and Environmental Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: hooseinmousavi8@gmail.com

2. Corresponding Author, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: boroomandsaeedi@yahoo.com

3. Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran. E-mail: mehri_saeedinia@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	In order to investigate the effects of deficit irrigation and organic mulch on wet matter, dry matter, plant height, wet yield productivity, dry yield productivity and leaf area of corn forage (SC. 704) in Khorramabad region, an experiment based on the factorial experiment with a basic design of randomized complete blocks with three replications was conducted. The first factor of the experiment consisted of four levels of irrigation (100, 80, 60 and 40% of water requirements) and the second factor included three levels of organic mulch (no mulch (control), using 7.5 ton/hectare and 15 ton/hectare mulch). In this research, drip irrigation system (Tape) was applied and class A evaporation pan was used to determine the water requirement of the plant. The results showed that the mutual effects of deficit irrigation and organic mulch were significant at the 5% probability level. The maximum amount of wet matter (99.05 ton/ha), dry matter (31.15 ton/ha), plant height (2.38 m) and leaf area (7511cm ²) were observed in the treatment of 100% water requirement and using mulch (15 ton/ha) which increased by 24.7%, 18.03%, 5.8% and 48.38% respectively compared to the control treatment. The maximum amount of water productivity for wet and dry matters were 14.56 and 4.57 kg/m ³ which were obtained in the treatment of 80% water requirement and using mulch (15 ton/ha). The minimum amount of water productivity for wet and dry matters were 10.09 and 3.35 kg/m ³ which were obtained in the treatment of 100% water requirement without using mulch. Thus, in this region, irrigation based on 80% water requirement and using mulch (15 ton/ha) may cause improvement in corn forage yield.
Article history:	
Received: May. 11, 2023	
Revised: Aug. 2, 2023	
Accepted: Aug. 12, 2023	
Published online: Sep. 23, 2023	
Keywords: Water Productivity, Maize, Mulch, Tape, Drip Irrigation.	

Cite this article: Mousavi, S. M., Boroomand nasab, S., Saeedi Nia, M. (2023). Investigating the effect of deficit irrigation and mulching on the yield of fodder corn (*Zea mays*) under strip drip irrigation in KhorramAbad region, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 54 (7), 1079-1093. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.359119.669499>

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.359119.669499>



بررسی اثر کم آبیاری و مالچ آلی بر عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea mays*) تحت آبیاری قطره‌ای نواری در منطقه خرم‌آباد

سید حسین موسوی^۱ | سعید برومند نسب^۲ | مهری سعیدی‌نیا^۳

۱. گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه:

hooseinmousavi8@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه:

boroomandsaeed@yahoo.co۳. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: mehri_saeedinia@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	به منظور بررسی اثرات کم آبیاری و مالچ آلی بر روی عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع بوته، بهره‌وری عملکرد تر، بهره‌وری عملکرد خشک و سطح برگ ذرت علوفه‌ای (SC. 704) در منطقه خرم‌آباد، تحقیقی در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول آزمایش شامل چهار سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی گیاه و فاکتور دوم شامل سه سطح مالچ آلی (بدون مالچ (شاهد)، ۷/۵ تن در هکتار و ۱۵ تن در هکتار) در نظر گرفته شد. در این تحقیق، سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) به کار برده شد و برای تعیین نیاز آبی گیاه از تست تبخیر کلاس A استفاده گردید. نتایج نشان داد که اثرات متقابل کم آبیاری و مالچ آلی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است. بیشترین میزان عملکرد تر (۹۹/۰۵ تن در هکتار)، عملکرد خشک (۳۱/۱۵ تن در هکتار)، ارتفاع بوته (۲/۳۸ متر) و سطح برگ (۷۵۱۱ سانتی‌متر مربع) در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی و میزان مالچ ۱۵ تن در هکتار مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۴/۷٪، ۱۸/۰۳٪، ۵/۸٪ و ۴۸/۳۸٪ افزایش داشتند. بیشترین میزان بهره‌وری عملکرد تر و عملکرد خشک به ترتیب ۱۴/۵۶ و ۴/۷۵ کیلوگرم به ازای یک متر مکعب آب حاصل گردید که در تیمار ۸۰٪ نیاز آبی و مالچ ۱۵ تن در هکتار به دست آمد. کمترین میزان بهره‌وری عملکرد تر و عملکرد خشک نیز به ترتیب ۱۰/۰۹ و ۳/۳۵ کیلوگرم به ازای یک متر مکعب آب بود که در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی و بدون مالچ به حاصل شد. بنابراین، در این منطقه آبیاری بر اساس ۸۰ درصد نیاز آبی و استفاده از مالچ به میزان ۱۵ تن در هکتار باعث بهبود عملکرد تولید ذرت علوفه‌ای می‌گردد.
واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، ذرت علوفه‌ای، مالچ، آبیاری قطره‌ای نواری.	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۲۱	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۵/۱۱	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۳۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۷/۱	

استناد: موسوی؛ سعیدحسین، برومندنسب؛ سعید، سعیدی‌نیا؛ مهری، (۱۴۰۲) بررسی اثر کم آبیاری و مالچ آلی بر عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea mays*) تحت آبیاری قطره‌ای نواری در منطقه خرم‌آباد، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۴ (۷)، ۱۰۷۹-۱۰۹۳.

<https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.359119.669499>

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.359119.669499>

مقدمه

ذرت یکی از گیاهان زراعی مهم استراتژیک با تنوع ژنتیکی بالا می‌باشد که نقش مهمی در صنایع غذایی و دامی دارد (Khalili et al., 2013). باتوجه به اینکه میزان مصرف داخلی ذرت در کشور ایران بیش از تولید داخلی آن است، لذا کشت و توسعه آن ضروری به نظر می‌رسد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). در شرایط محدودیت منابع آب، کم‌آبیاری به‌عنوان یک روش مدیریتی بهینه محسوب می‌گردد. در این روش مدیریت، حذف آبیاری‌های کم بازده و کاهش میزان حجم آبیاری در هر نوبت آبیاری، باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود (اسدی و اسدی ۱۳۹۱). برای مدیریت بهتر آب در مزرعه، سیستم آبیاری مناسب نیز یکی دیگر از فاکتورهای مهم می‌باشد که باید مورد بررسی قرار بگیرد. سیستم آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌های مناسب و کاربردی برای مدیریت بهتر مصرف آب در کشاورزی و افزایش بهره‌وری آب آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (احمدآلی و خلیلی، ۱۳۸۸). برخی محققین عنوان کرده‌اند علی‌رغم مزایای آبیاری قطره‌ای، در این روش مقدار قابل توجهی از آب مصرفی با تبخیر از سطح خاک بین ردیف‌های کشت و همچنین تعرق توسط علف‌های هرز تلف می‌گردد (Mahajan et al., 2007). مالچ‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مواد اصلاحی که علاوه بر مبارزه با رشد علف‌های هرز، باعث نگهداشت بیشتر آب در خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک می‌شوند، توسط بسیاری از محققین (امینی و همکاران، ۱۳۹۴؛ پیروزفر و همکاران، ۱۳۹۹؛ Jordan et al., 2010؛ Xuant et al., 2021؛ Minhua et al., 2022؛ Zhang et al., 2022) از دیدگاه‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مالچ‌های آلی شامل بقایای گیاهی، تراشه‌های چوب و برگ درختان می‌باشد که اثرات متفاوتی را بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گذارند (احمدی مقدم و همکاران، ۱۳۹۵). فرزی و غلامی (۱۳۹۷) در یک آزمایش گلدانی به بررسی اثرات مالچ‌های مختلف شامل سنگریزه، پوسته خرده شده پسته، کاه و کلش، تفاله زیتون، هیدروژل و مالچ امولسیون‌ی بر میزان تبخیر و همچنین رشد زیتون پرداختند. در نهایت این محققین کاربرد مالچ پوست پسته و تفاله زیتون را به‌عنوان راهکار مناسب برای کاهش اثرات مخرب تنش خشکی پیشنهاد دادند. (Pervaiz et al (2009) طی یک تحقیقی گزارش کردند که کاه و کلش سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و افزایش رطوبت خاک می‌گردد. (Jordan et al (2010) از بقایای گیاهی گندم در طول سه سال به‌عنوان مالچ استفاده کردند و نتایج نشان داد استفاده از کاه و کلش در سطح بالای پنج تن بر هکتار سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. (Zhang et al (2017) طی یک تحقیق اثر تنش آبی بر روی میزان عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در چین، تحت آبیاری قطره‌ای نواری و مالچ پلاستیکی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد میزان رطوبت در عمق بالای ۶۰ سانتی‌متر تغییر پیدا کرد. بیشترین میزان عملکرد در تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد میزان تبخیر و تعرق به دست آمد و در نهایت بر اساس میزان کارایی مصرف آب تیمار ۸۰ درصد میزان تبخیر و تعرق را پیشنهاد دادند. همچنین (Bayat et al (2020) به منظور ارزیابی تاثیر انواع مالچ بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه ذرت علوفه‌ای، آزمایشی در سمنان انجام دادند. نتایج نشان داد که از پوشش پلاستیکی می‌توان برای کاهش اثرات شوری آب آبیاری و بهبود پارامترهای رشد ذرت علوفه‌ای بهره جست. (Wang et al (2019) بیان کردند اثر مالچ بر روی میزان تبخیر و تعرق و نوسانات انرژی در طول فصل رشد متفاوت است و استفاده از مالچ برای حفظ رطوبت و تعادل درجه حرارت خاک می‌تواند نقش مهمی را در افزایش رشد و عملکرد محصول داشته باشد. (Biswas et al (2022) نشان دادند برای کشت کلم در برخی از دشت‌های هند، تحت آبیاری سطحی و میزان مصرف ۱۲۵٪ از کودهای شیمیایی NPK، مالچ کاه و کلش باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گردید. (Zhang et al (2022) طی یک تحقیقی در مزارع چین به بررسی اثر ترکیب جدید مالچ (ساقه‌های خرد شده) و پلاستیک شفاف برای افزایش رشد ذرت بهاره تحت آبیاری قطره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد این ترکیب جدید نسبت به استفاده از فقط پلاستیک، باعث افزایش میزان عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در مزارع کشت ذرت گردید. نتایج نشان داد در تیمارهایی که از این ترکیب استفاده شد، میزان رطوبت خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری افزایش پیدا کرد، دمای خاک در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر حدود ۱/۲ سانتی‌متر افزایش یافت و میزان ماده خشک گیاه هم به صورت معناداری افزایش یافت. بررسی نتایج تحقیقات مختلف نشان داد، میزان عملکرد یک محصول تحت تاثیر اقلیم منطقه، نوع خاک، سیستم آبیاری و مدیریت‌های مختلف می‌باشد. با توجه به کمبود منابع آب و لزوم استفاده از مدیریت‌های مناسب در مزرعه، به نظر می‌رسد بررسی میزان عملکرد محصولات تحت شرایط مدیریت‌های مختلف به صورت منطقه‌ای ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه ذرت یکی از محصولات استراتژیک منطقه خرم‌آباد می‌باشد و در زمینه بررسی اثرات استفاده از مالچ بر روی میزان عملکرد ذرت علوفه‌ای در خرم‌آباد، تحقیق قابل استنادی انجام نشده است، لذا هدف از این تحقیق، بررسی اثرات مالچ آلی بر روی میزان عملکرد و سایر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت علوفه‌ای به منظور مدیریت بهتر آب در مزرعه و بهبود عملکرد ذرت علوفه‌ای در منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در شهر خرم‌آباد با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۴۷ متری از سطح دریا و در مزارع تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. در این تحقیق مالچ گیاهی از شرکت گیلدا خریداری گردید که شامل خرده چوب جنگلی و الیاف پوسیده درختان بود. سیستم آبیاری نیز بر اساس سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) با فواصل ۱۵ سانتی‌متر و دبی ۱/۶ لیتر در ساعت برای هر قطره‌چکان تنظیم گردید. جهت تعیین خصوصیات خاک مزرعه تحقیقاتی در ابتدای کار و قبل از کشت ذرت از نقاط مختلف مزرعه نمونه‌برداری صورت گرفت که نتایج آنالیز آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

PWP (% حجمی)	FC (% حجمی)	ρ_b (g/cm ³)	K% (ppm)	P% (ppm)	N% (ppm)	بافت خاک	عمق خاک
۱۰/۳۸	۱۹/۷۲	۱/۵۶	۳۶۰	۶/۰۲	۰/۱۳۱	Silty loam	۳۰-۰
۹/۹۸	۱۹/۲۱	۱/۸۶	۳۲۱	۵/۷۵	۰/۰۹۱	Silty loam	۶۰-۳۰
۱۰/۰۱	۱۹/۰۸	۱/۸۸	۳۹۸	۵/۶۴	۰/۰۲۴	Silty loam	۹۰-۶۰

در این پژوهش ذرت رقم SC-704 در تاریخ ۱۴۰۱/۴/۱۱ کشت شد. برای این منظور ابتدا بر اساس آزمایش حاصلخیزی خاک نیاز کودی خاک منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. میزان کود داده شده به زمین به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (یک سوم پایه و دو سوم سرک) و ۱۵۰ کیلوگرم بر هکتار سوپر فسفات تریپل بود که در زمان‌های مشخص داده شد. پس از مرحله شخم، دیسک، ماله کشی و تسطیح، فاروها ایجاد و کرت‌های آزمایشی به مساحت ۴×۴ متر ایجاد گردید. جهت کنترل اثرات تیمارهای آزمایش روی یکدیگر فاصله‌ی کرت‌های آزمایشی از هم ۱ متر در نظر گرفته شد. هر کرت فواصل پشته‌ها در هر کرت ۷۵ سانتی‌متر بود. در این تحقیق، بذر ذرت در عمق ۵ سانتی‌متر کشت شد. برخی خصوصیات کیفی آب مورد استفاده برای آبیاری در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب آبیاری در طول فصل

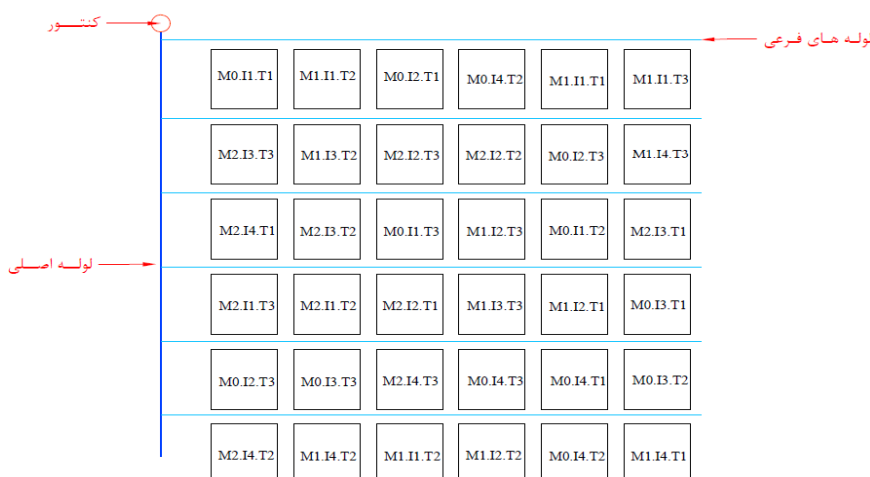
SAR	Na ⁺ (meq/l)	Mg ²⁺ (meq/l)	Ca ²⁺ (meq/l)	TDS (mg/l)	EC (dS/m)	PH
۰/۷۳	۱/۲۸	۱/۶	۴/۶	۳۹۷	۰/۶	۷

این تحقیق در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول تیمار آبیاری شامل ۴ سطح آبیاری (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (I100)، تامین ۸۰ نیاز آبی (I80)، تامین ۶۰ نیاز آبی (I60)، تامین ۴۰ نیاز آبی (I40)) (بود) (جدول ۳) که قابل ذکر است که در این تحقیق مقدار نیاز آبی بر اساس میزان تبخیر و تعرق واقعی که توسط تشت تبخیر محاسبه گردید به دست آمد.

فاکتور دوم شامل مدیریت کاهش تنش آبی با استفاده از مالچ گیاهی در ۳ سطح، ۷/۵ تن بر هکتار (M1)، ۱۵ تن بر هکتار (M2) و تیمار شاهد (M0) بدون استفاده از هیچ ماده‌ای در نظر گرفته شد (جدول ۳). آزمایش در مجموع شامل ۱۲ تیمار و ۳۶ کرت بود (شکل ۱).

جدول ۳- تیمار مالچ

تیمار مالچ	مقدار مالچ در هر تیمار (ton/hect)
M ₀	۰
M _{7.5}	۷/۵
M ₁₅	۱۵



شکل ۱- جانمایی کلی طرح

دور آبیاری به طور متوسط ۳روز (دور آبیاری رایج منطقه برای آبیاری نواری قطره‌ای (تیپ)) در نظر گرفته شده است. برای تعیین عمق آبیاری نیز از تست تبخیر کلاس A تعبیه شده در مزرعه استفاده شد. راندمان آبیاری (Ea) ۹۵ درصد و با در نظر گرفتن ۵ درصد تلفات محاسبه شد. برای محاسبه‌ی آب مورد نیاز ذرت، تبخیر - تعرق گیاه ذرت به عنوان عمق خالص آبیاری و عمق ناخالص به عنوان میزان آب داده شده برای دستیابی به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی انجام شد. سایر تیمارها درصدی از نیاز کامل آبیاری بود. در ابتدا میزان آب بخار شده در هر دوره آبیاری محاسبه و میزان ET_0 به صورت زیر به دست آمد.

$$ET_0 = K_c \cdot (E_{pan}) \quad \text{رابطه ۱}$$

که در این رابطه، ET_0 : تبخیر - تعرق مرجع، K: ضریب تست که ما در این آزمایش ۰/۷ در نظر گرفتیم و E_{pan} : میزان عمق آب بخار شده از تست است. حال برای محاسبه تبخیر - تعرق گیاه ذرت فرمول زیر مورد استفاده قرار گرفت.

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \quad \text{رابطه ۲}$$

که در این فرمول، ET_c : تبخیر - تعرق گیاه ذرت، ET_0 : تبخیر - تعرق مرجع و K_c ضریب گیاهی ذرت علوفه‌ای است که از مجله فائو استخراج شد. میزان ضریب گیاهی در مراحل اولیه طبق اندازه موجود در برآورد صورت گرفته توسط قیصری و همکاران (۱۳۸۵) در نظر گرفته شد. اما برای مرحله میانی و پایانی رشد برای اقلیم خرم‌آباد کالیبره شد. نحوه کالیبره کردن ضریب گیاهی در دوره میانی رشد به صورت زیر است:

$$K_{c \text{ mid}} = K_{c \text{ mid(tab)}} + [0.004(u_2 - 2) - 0.0044(RH_{\min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad \text{رابطه ۳}$$

که $K_{c \text{ mid(tab)}}$: مقدار ضریب گیاهی در مجله فائو در مرحله میانی رشد، u_2 : میانگین سرعت باد روزانه در ارتفاع دو متری بالای سطح چمن در مرحله میانی رشد (متر بر ثانیه)، RH_{\min} : میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه در مرحله میانی رشد (درصد)، بین ۲۰ تا ۸۰ درصد، و h : میانگین ارتفاع گیاه در مرحله میانی رشد (متر).

حال برای مرحله پایانی رشد نیز به صورت زیر عمل می‌شود:

$$K_{c \text{ end}} = K_{c \text{ end(tab)}} + [0.004(u_2 - 2) - 0.0044(RH_{\min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad \text{رابطه ۴}$$

$K_{c \text{ end(tab)}}$: مقدار ضریب گیاهی در مجله فائو در مرحله پایانی رشد، u_2 : میانگین سرعت باد روزانه در ارتفاع دو متری بالای سطح چمن در مرحله پایانی رشد (متر بر ثانیه)، RH_{\min} : میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه در مرحله پایانی رشد (درصد)، بین ۲۰ تا ۸۰ درصد، و h : میانگین ارتفاع گیاه در مرحله پایانی رشد (متر). میزان K_c های محاسبه (جدول ۵) شده با میزان ضرایب گیاهی برآورد شده برای ذرت علوفه‌ای توسط قیصری و همکاران (۱۳۸۵) نیز همخوانی دارند.

با توجه به عدم بارش در تابستان (جدول ۴) و همچنین ناچیز بودن میزان آب خارج شده از منطقه گیاه، ET_c برابر عمق خالص آبیاری (d_n) در نظر گرفته شد. عمق ناخالص آبیاری برابر تقسیم عمق خالص بر راندمان است.

$$d_g = d_n / E_a \quad \text{رابطه ۵}$$

پس از محاسبه عمق آبیاری برای محاسبه حجم آب، میزان عمق در مساحت کرت‌ها ضرب شد و حجم به دست آمده توسط کنتور



حجمی با حداکثر دبی خروجی ۱۰ متر مکعب در ساعت کنترل شد. نتایج به دست آمده برای هر تیمار در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- داده‌های هواشناسی

میانگین سرعت باد منطقه (متر بر ثانیه)	میانگین حداقل رطوبت نسبی منطقه (%)	حداقل دما در طول دوره رشد (سلسیوس)	حداکثر دما در طول دوره رشد (سلسیوس)	میانگین بارش در طول فصل رشد (میلی‌متر)
۲/۲۸	۲۲/۴	۲۰	۴۰/۵	.

جدول ۵- ضرایب گیاهی و میانگین عمق آبیاری در طول دوره رشد

مرحله رشد	ضریب گیاهی مجله فائو	ضریب گیاهی محاسبه شده	میانگین عمق آبیاری
ابتدایی	۰/۳	۰/۵	۱۱/۳
میانی	۱/۲	۱/۱۶	۳۲/۱
پایانی	۰/۵۵	۰/۷	۱۶/۸

جدول ۶- میزان عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار آبیاری	مجموع آب آبیاری (mm)
I ₁₀₀	۷۰۶/۵
I ₈₀	۵۹۰
I ₆₀	۴۷۳/۵
I ₄₀	۳۵۷

در پایان فصل، برداشت محصول با حذف دو خط کاشت از اطراف هر کرت از سطحی معادل یک متر مربع از خطوط کاشت داخلی صورت گرفت. ارتفاع بوته در زمان برداشت در مزرعه و قبل از کف پر کردن بوته اندازه‌گیری شد. سپس با انتقال بوته‌ها به آزمایشگاه عملکرد تر، عملکرد بیولوژیک و سطح برگ اندازه‌گیری شد. در نهایت برای بررسی اثر تیمارهای مختلف روی بهره‌وری آب شاخص بهره‌وری آب با استفاده از معادله (۶) محاسبه گردید:

$$WP_1 = Y/I$$

رابطه ۶)

در رابطه بالا: Y: عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)، I: میزان آب آبیاری (متر مکعب در هکتار) و WP₁: بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم در متر مکعب) می‌باشد. در این تحقیق جهت آنالیز آماری نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودارها، نرم‌افزار EXCEL مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری و مالچ در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد، اثرات تیمارهای آبیاری و مالچ، هر کدام جداگانه بر صفات عملکرد خشک، عملکرد تر، ارتفاع بوته و سطح برگ در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد. علاوه بر این، اثر متقابل تیمارهای آبیاری و مالچ بر فاکتورهای فوق نیز در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. (جدول ۷)

جدول ۷- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای کم آبیاری و مالچ بر عملکرد و بهره‌وری آب ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				df	
		عملکرد خشک	عملکرد تر	ارتفاع بوته	سطح برگ		
آبیاری	۳	۲۷۲/۱۱*	۲۷۶۰/۱*	۰/۶۹۹۴*	۹۶۰۹۳۵۴*	۵/۶۷۵*	۰/۹۴۱۱*
مالچ	۲	۱۰/۴۱*	۱۳۷/۴*	۰/۰۰۱۳*	۳۷۴۱۵۴۷*	۱/۶۳۴*	۰/۱۱۸۳*
آبیاری. مالچ	۶	۱۲/۴*	۱۹۴/۶*	۰/۰۲۸۳*	۱۷۳۰۹۶۶*	۴/۷۸۵*	۰/۳۱۸۸*
خطا	۲۴	۱/۱۷	۴/۷	۰/۰۱۸۸	۴/۸۴	۰/۱۴۳	۰/۰۲۶۷
ضریب تغییرات		۴/۴۴	۲/۹۷	۵/۴۳	۴/۸۳	۳/۰۸	۳/۹۹

***، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

از این رو مقایسه‌ی میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن انجام شد (جدول ۸). نتایج مربوط به هر یک از صفات

اندازه گیری شده تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفته است

جدول ۸- جدول مقایسه میانگین خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه ذرت علوفه‌ای

تیمار	عملکرد خشک (تن در هکتار)	عملکرد تر (تن در هکتار)	ارتفاع بوته (متر)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	بهره‌وری بیولوژیک (کیلوگرم در متر مکعب)	بهره‌وری تر (کیلوگرم در متر مکعب)
I100 M0	۲۶/۳۹ ^c	۷۹/۴۳ ^c	۲/۲۶ ^{ab}	۵۰۶۳ ^c	۳/۳۵ ^g	۱۰/۰۹ ^f
I100 M7.5	۲۹/۴۲ ^b	۸۹/۵۲ ^b	۲/۲۷ ^{ab}	۵۰۲۵ ^d	۳/۷۳ ^f	۱۱/۳۷ ^{de}
I100 M15	۳۱/۱۵ ^a	۹۹/۰۵ ^a	۲/۳۸ ^a	۷۵۱۱ ^a	۳/۹۵ ^{ef}	۱۲/۵۸ ^{bc}
I80 M0	۲۵/۷ ^c	۷۵/۱۹ ^d	۲/۱۰ ^{bc}	۴۱۶۸ ^b	۳/۸۷ ^{ef}	۱۱/۳۴ ^{de}
I80 M7.5	۲۹/۳۸ ^b	۸۶/۰۹ ^b	۲/۱۸ ^{ab}	۴۹۱۳ ^c	۴/۴۳ ^{bc}	۱۲/۹۹ ^b
I80 M15	۳۱/۱۳ ^a	۹۶/۵۲ ^a	۲/۲۵ ^{ab}	۶۰۴۴ ^b	۴/۷۵ ^a	۱۴/۵۶ ^a
I60 M0	۲۲/۵۶ ^d	۶۷/۹۰ ^e	۱/۹۳ ^{cd}	۴۴۴۱ ^f	۴/۱۳ ^{de}	۱۲/۶۱ ^{bc}
I60 M7.5	۲۱/۲۸ ^d	۶۴/۲۹ ^f	۱/۸ ^d	۴۲۱۵ ^g	۳/۹۵ ^{ef}	۱۱/۹۴ ^{cd}
I60 M15	۲۰/۸۳ ^d	۵۸/۰۹ ^g	۱/۷۶ ^{de}	۴۰۸۹ ⁱ	۳/۸۶ ^{fe}	۱۰/۷۹ ^e
I40 M0	۱۸/۹۸ ^e	۵۴/۷۶ ^{gh}	۱/۷۹ ^d	۳۵۵۲ ^j	۴/۵۸ ^{ab}	۱۳/۲۳ ^b
I40 M7.5	۱۷/۸ ^e	۵۴/۲۹ ^h	۱/۷۶ ^{de}	۳۲۸۴ ^k	۴/۳۰ ^{bce}	۱۳/۱۱ ^b
I40 M15	۱۷/۳ ^e	۵۰/۲۸ ⁱ	۱/۵۹ ^e	۳۵۵۰ ^j	۴/۱۵ ^{cde}	۱۲/۱۷ ^c

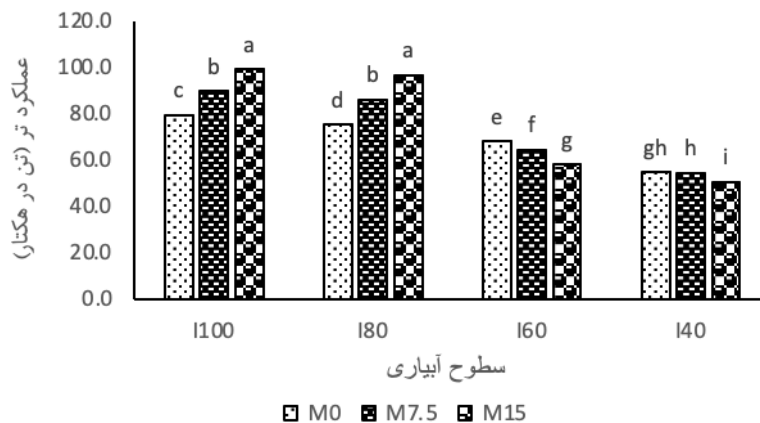
I100: تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، I80: تامین ۸۰ نیاز آبی، I60: تامین ۶۰ نیاز آبی، I40: تامین ۴۰ نیاز آبی، M0: بدوم مالچ، M7.5: مالچ ۷/۵ تن در هکتار، M0: مالچ ۱۵ تن در هکتار

عملکرد تر

همان‌طور که نمودار مربوط به عملکرد تر در شکل ۲ نشان می‌دهد، در تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبی، میزان عملکرد تر در تیمار I100M15 یعنی تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مالچ ۱۵ تن در هکتار (۹۹/۰۵ تن در هکتار) با سطح اصمینان ۹۵ درصد، بیشتر از تیمار I100M7.5 یعنی تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مالچ ۷/۵ تن در هکتار (۸۹/۵۲ تن در هکتار) و همچنین، میزان عملکرد تر در هر دو تیمار، با سطح اصمینان ۹۵ درصد، بیشتر از تیمار I100M0 یعنی ۱۰۰ درصد نیاز آبی و بدون مالچ (۷۹/۴۳) می‌باشد. همین روند در تیمارهای تحت آبیاری ۸۰ درصد نیز برقرار بود، به گونه‌ای که عملکرد تر در I80M15 با سطح اصمینان ۹۵ درصد، بیشتر از I80M7.5 و عملکرد تر در هر دو تیمار مذکور نیز با سطح اصمینان ۹۵ درصد، بیشتر از I80M0 می‌باشد. این نتایج مشخص می‌کند که تحت آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، کاربرد مالچ باعث افزایش میزان عملکرد شده است. امینی و همکاران (۱۳۹۴) و بهزادنژاد و همکاران (۱۳۹۷) نیز نشان دادند که بیشترین میزان عملکرد محصول در شرایط آبیاری کامل و استفاده از مالچ به دست می‌آید. علت این امر می‌تواند به اثرات وجود مالچ در کاهش میزان تبخیر (رطوبت موجود صرف تهرق می‌گردد)، جلوگیری از نوسانات درجه حرارت و تعدیل میزان تابش به سطح خاک دانست (امینی و همکاران، ۱۳۹۴). تفاوت میزان عملکرد تر تحت تیمارهای I100M15 و I80M15 و همچنین تیمارهای I100M7.5 و I80M7.5 معنی‌داری نگردید. اما در تیمار شاهد، تفاوت بین عملکرد در تیمارهای I100M0 و I80M0 معنی‌دار شد. با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که اگر از مالچ استفاده شود، می‌توان میزان نیاز آبی را به اندازه بیست درصد کاهش داد. نتایج به دست آمده با یافته‌های بهزاد نژاد و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی دارد. نتایج تحقیقات Zhang et al (2017) که برای کشت گوجه فرنگی از مالچ استفاده کردند نیز نشان داد می‌توان با به کاربردن مالچ، نیاز آبی را به ۸۰ درصد کاهش داد. به نظر می‌رسد علت این امر به اثرات کاربرد مالچ در جهت نگهداشت رطوبت خاک برگردد. در تیمارهای ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، نتایج متفاوت به دست آمد. در سطح نیاز آبی ۶۰ درصد، میزان عملکرد تر در تیمار حاوی مالچ ۷/۵ تن در هکتار (I60M7.5) برابر ۶۴/۲۹ تن در هکتار و در تیمار حاوی مالچ ۱۵ تن در هکتار (I60M15) برابر ۵۸/۰۹ تن در هکتار به دست آمد، که هردوی این مقادیر از میزان عملکرد تر در تیمار شاهد (۶۷/۹ تن در هکتار) کمتر بود. مقایسه بین میزان عملکرد تر در تیمارهای حاوی مالچ نشان می‌دهد که عملکرد تر در تیمار مالچ ۷/۵ تن در هکتار، به صورت معنی‌داری بیشتر از تیمار مالچ ۱۵ تن در هکتار می‌باشد. در سطح نیاز آبی ۴۰ درصد نیز، میزان عملکرد تر در تیمار حاوی مالچ ۷/۵ تن در هکتار (I40M7.5) برابر ۵۴/۲۹ تن در هکتار و در تیمار حاوی مالچ ۱۵ تن در هکتار (I40M15) برابر ۵۰/۳۸ تن در هکتار به دست آمد، که هردوی این مقادیر از میزان عملکرد تر در تیمار شاهد (۵۴/۷۶ تن در هکتار) کمتر بود. در این سطح نیاز آبی نیز، میزان عملکرد تر در تیمار مالچ ۷/۵ تن در هکتار، به صورت معنی‌داری بیشتر از تیمار مالچ ۱۵ تن در هکتار، می‌باشد.

به نظر می‌رسد دلیل این امر به اثر میزان جذب رطوبت توسط پوشش مالچ در تیمارهای کم آبیاری ۶۰ و ۴۰ درصد برگردد که در

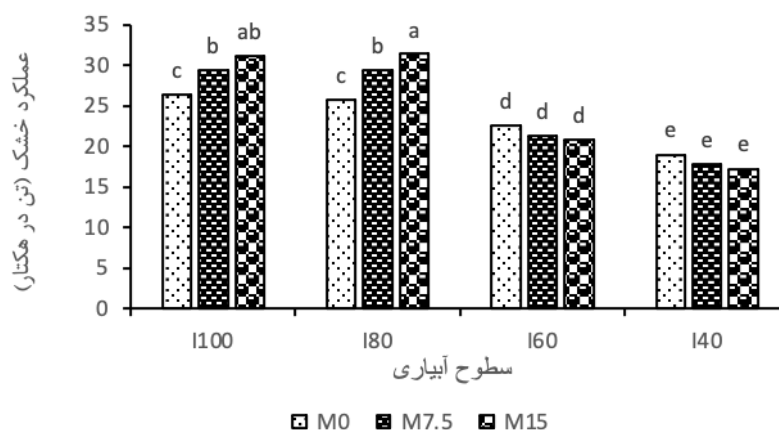
مزرعه مشاهده گردید. به این صورت که در تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، رطوبت به اندازه کافی بوده است، به گونه‌ای که میزان آب جذب شده توسط پوشش مالچ ۱۵ تن در هکتار باعث کمبود رطوبت خاک نشده است. بنابراین در این حالت افزایش میزان پوشش مالچ از ۷/۵ به ۱۵ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد نیز شده است ولی در تیمارهای آبیاری ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، میزان رطوبت کاهش بیشتری پیدا کرده و افزایش میزان پوشش مالچ، نه تنها اثر مثبتی نداشته، بلکه اثر منفی نیز داشته است. چون افزایش میزان مالچ آبی، خود باعث افزایش میزان جذب رطوبت موجود شده و در نتیجه رطوبت بیشتر صرف اشباع شدن پوشش مالچ شده است تا نفوذ در خاک و قرار گرفتن در دسترس ریشه گیاه. بنابراین برای تیمارهای ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، پوشش مالچ آبی پیشنهاد نمی‌گردد. با توجه به توضیحات ارائه شده برای دستیابی به میزان بهینه عملکرد تر، تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی با مدیریت مالچ ۱۵ تن در هکتار پیشنهاد می‌گردد. بیگلویی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی نشان دادند که با اعمال کم‌آبیاری، می‌توان ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد، کشت ذرت علوفه‌ای را توسعه داد. پیروفر و همکاران (۱۳۹۹) نیز با بررسی اثر آبیاری قطره‌ای نواری پوشش‌دار و بدون پوشش دریافتند که میزان وزن تر و خشک زمانی که آبیاری قطره‌ای پوشش‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرد بالاتر است.



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین عملکرد تر ذرت علوفه‌ای

عملکرد خشک

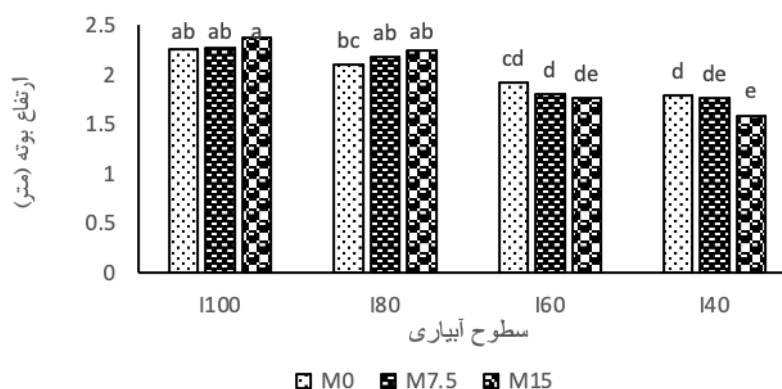
روند تغییرات در میزان عملکرد خشک تحت تیمارهای مختلف، تقریباً مشابه عملکرد تر می‌باشد. همان‌طور که نمودار مربوط به عملکرد خشک در شکل ۳ نشان می‌دهد، در تیمارهای مالچ با تامین ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، کاربرد مالچ گیاهی، اثر معنی‌داری بر روی میزان عملکرد خشک داشته است. به این گونه که با افزایش میزان مصرف مالچ، میزان عملکرد خشک نیز به شکل معنی‌داری افزایش یافته است. میزان عملکرد خشک تحت تیمارهای آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی، یعنی I100M15 (۳۱/۱۵ تن در هکتار)، I100M7.5 (۲۹/۴۲ تن در هکتار) و I100M0 (۲۶/۳۹ تن در هکتار) به ترتیب با تیمارهای تحت آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی، یعنی I80M15 (۳۱/۵۲ تن در هکتار)، I80M7.5 (۲۹/۳۸ تن در هکتار) و I80M0 (۲۵/۷ تن در هکتار) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این نتایج با نتایج امینی و همکاران (۱۳۹۴) و بهزادنژاد و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی دارد. بنابراین به صورت کلی می‌توان به جای ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی را پیشنهاد داد. بر اساس توضیحات ارائه شده، می‌توان نتیجه گرفت که میزان بهینه عملکرد خشک نیز تحت تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی و مدیریت مالچ ۱۵ تن در هکتار به دست آمد. همچنین طبق مطالعات مرادی طالب‌بیگی و همکاران (۱۳۸۷)، کاربرد مالچ بر ماده خشک نهایی ذرت تأثیر معنی‌دار مثبتی دارد. بررسی دیگری نشان داد که کاربرد مالچ کاه به صورت سطحی با حفظ رطوبت خاک به صورت طولانی مدت، سبب افزایش عملکرد و کاهش تبخیر در خاک شده و از افت شدید عملکرد در شرایط کم‌آبیاری، جلوگیری می‌کند (Girdthai et al., 2010).



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین عملکرد خشک ذرت علوفه‌ای

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه‌ی میانگین مربوط به ارتفاع بوته (شکل ۴) نشان داد، هرچند بیشترین مقدار ارتفاع در تیمار I100 M15 (۲/۳۸ متر) حاصل شد، اما تفاوت معنی‌داری با میزان ارتفاع در تیمار I80M15 نداشت. به طور کلی در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، تفاوت معنی‌داری بین میزان ارتفاع در سطوح مختلف مالچ مشاهده نگردید. در سطح آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی، نیز تفاوت معنی‌داری بین میزان ارتفاع در سطوح مختلف مالچ مشاهده نگردید هرچند که در این سطح آبیاری، میزان ارتفاع در سطح مالچ ۱۵ تن در هکتار یعنی تیمار I60M15 (۱/۷۶ متر) کمتر از سایر تیمارها بود. در تیمارهای سطح آبیاری ۴۰ درصد نیاز آبی، نیز همین روند برقرار بود، با این تفاوت که استفاده از مالچ ۱۵ تن در هکتار در تیمار I40M15 (با میزان ارتفاع ۱/۵۹ متر) باعث کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار بدون مالچ I40M0 (با میزان ارتفاع ۱/۷۹ متر) شد. کریمی و همکاران (۱۳۸۸) بررسی کردند که هرچه مقدار تنش خشکی بیشتر شود ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد که این موضوع با نتایج گزارش شده در این پژوهش مطابقت دارد. بر اساس نتایج تحقیقات دیگری اختلاف صفات ارتفاع، وزن خشک بوته و طول غلاف بیشتر بین سطح تنش شدید و نرمال معنی‌دار بود و افزایش ارتفاع و قطر ساقه تحت تاثیر عوامل زیادی از جمله تنش خشکی قرار دارد. (Abdzaad Gohari *et al.*, 2017).

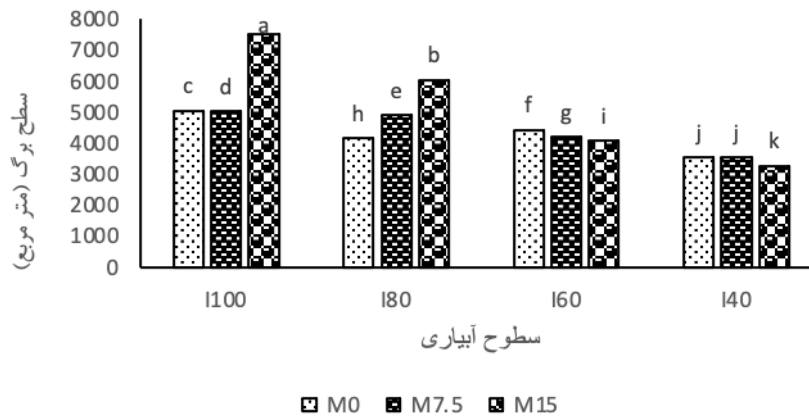


شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای

سطح برگ

همان طور که شکل ۴ نشان می‌دهد، روند تغییرات برگ در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبیاری تا حدودی مانند روند تغییرات سایر پارامترها می‌باشد. به این گونه که در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبیاری، میزان سطح برگ مربوط به تیمار ۱۵ تن در هکتار، بیشترین مقدار را دارد. یعنی در این تیمارها، با افزایش میزان مصرف مالچ، میزان سطح برگ هم افزایش پیدا کرده است. در حالی که در سطوح آبیاری ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، این روند برعکس می‌باشد. یعنی با افزایش میزان مصرف مالچ، سطح برگ هم کاهش پیدا کرده است. نتایج در این پژوهش نشان داد که بیشترین مقدار سطح برگ در تیمار I100 M15 حاصل شد (شکل ۴) به طوری که این میزان برابر

با ۷۵۱۱ سانتی متر مربع به دست آمد. تفاوت تیمار I100 M15 با تمامی تیمارها در سطح پنج درصد معنی دار بود. در سطح برگ کمترین میزان مربوط به تیمار I40 M15 بود که میزان آن برابر ۳۲۸۴ سانتی متر مربع بود و نسبت به تیمار شاهد ۶۴/۸۷ درصد کاهش داشت. نیکبخت و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که استفاده از خاکپوش پلاستیکی شفاف سبب افزایش ۱۱/۲ درصدی سطح برگ نسبت به تیمار شاهد گردید. این محققین علت افزایش سطح برگ را حفظ رطوبت خاک توسط خاکپوش پلاستیکی و جذب راحت تر مواد مغذی خاک توسط گیاه عنوان کردند که در نتیجه آن، با افزایش پتانسیل فشاری آب در سلول و افزایش تقسیم سلولی در بافت برگ، سطح آن نیز بزرگ تر می گردد. عزیزی و همکاران (۱۳۹۴) و صدقاتی و همکاران (۱۳۹۴) نیز با بررسی میانگین سطح برگ گیاه نعنا فلفلی و پسته تحت شرایط استفاده از انواع خاکپوش، نشان دادند که استفاده از خاک پوش باعث افزایش سطح برگ می گردد.

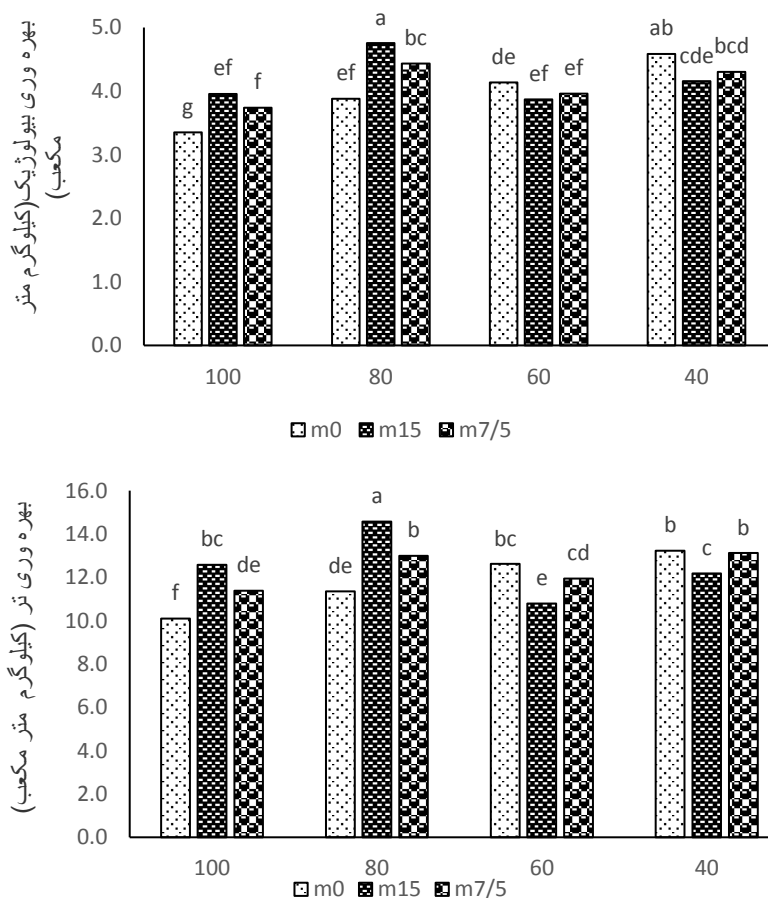


شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین سطح برگ ذرت علوفه‌ای

بهره‌وری بیولوژیک و تر

با توجه به شکل ۵ بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار I80M15 یعنی ۸۰٪ نیاز آبی و ۱۵ تن در هکتار مالچ می‌باشد. اختلاف این تیمار با تمامی تیمارها در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. روند این تغییرات در تیمارهای ۱۰۰٪ به این صورت بود که کمترین بهره‌وری آب متعلق به تیمار شاهد یعنی تیمار I100M0 است و با تیمارهای I100M7.5 و I100M15 اختلاف معنی دار وجود دارد. اگرچه تیمار مالچ ۱۵ تن در هکتار در ۱۰۰ درصد نیاز آبی بهره‌وری بیشتری داشت اما بین تیمارهای مالچ ۱۵ تن در هکتار و ۷/۵ تن در هکتار اختلاف معنی داری وجود ندارد. در تیمارهای ۶۰ درصد نیاز آبی در هیچ کدام از سطوح مالچ تفاوت چشمگیری مشاهده نگردید. در سطح ۴۰ درصد نیاز آبی بیشترین بهره‌وری آب مختص به تیمار شاهد بود و با تیمارهای I40M15 و I40M7.5 تفاوت معنی داری مشاهده گردید اما بین سطوح مالچ ۱۵ تن در هکتار و ۷/۵ تن در هکتار اختلاف زیادی مشاهده نشد. پیروزفر و همکاران (۱۳۹۹) نیز بهترین میزان کارایی مصرف آب برای ذرت تحت آبیاری قطره‌ای پوشش دار را مختص به تیمار ۸۰٪ نیاز آبی دانستند.

در نهایت نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مالچ در سطوح بالاتر (۱۵ تن در هکتار) در زمانی که آبیاری کامل و یا به صورت ۸۰ درصد نیاز آبی صورت می‌گیرد باعث افزایش عملکرد تر و خشک، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و بهره‌وری آب می‌شود و عملاً در صورت استفاده از مالچ، می‌توان به جای تامین ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی را به کار برد. در این سطح آبیاری نیز، با افزایش میزان مالچ، میزان عملکرد نیز افزایش پیدا کرد. در سطوح آبیاری کمتر (۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی)، کاربرد مالچ باعث افزایش معنی دار، پارامترهای فیزیولوژیکی نگردید و عملاً استفاده از مالچ در این شرایط توصیه نمی‌گردد. این نتایج با یافته‌های امینی و همکاران (۱۳۹۴)، بهزادنژاد و همکاران (۱۳۹۷) و Jordan et al., 2010 مطابقت ندارد. دلیل تفاوت نتایج ممکن است به نوع سیستم آبیاری برگردد. این محققین از سیستم آبیاری سطحی استفاده کرده‌اند. در حالی که در این تحقیق، سیستم آبیاری قطره‌ای نواری استفاده شده است. با توجه به اینکه آب به صورت قطره قطره وارد محیط مالچ گیاهی و خاک شده است، لذا به نظر می‌رسد این رطوبت کم بیشتر جذب خرده‌های چوب شده است تا در خاک نفوذ کند. از سوی دیگر چون کشت تابستانه بوده است، فرایند تبخیر نیز یکی دیگر از فاکتورهای موثر بر عدم دسترسی گیاه به آب شده است. برخی محققین مانند Zhang et al (2017) از پلاستیک به عنوان مالچ استفاده کرده‌اند و یا Zhang et al (2022) از ترکیب مالچ آلی و پلاستیکی استفاده کرده‌اند و این را به عنوان یک راهکار مناسب برای کاهش تبخیر و افزایش عملکرد و بهره‌وری آب معرفی کرده‌اند.



شکل ۵- نمودار مقایسه میانگین بهره وری بیولوژیک و تر ذرت علوفه‌ای

نتیجه‌گیری

بررسی اثر کم‌آبیاری و مالچ بر عملکرد ذرت علوفه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای نواری در منطقه خرم‌آباد، نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری و مالچ، میزان عملکرد (تر و خشک)، ارتفاع بوته، سطح برگ و بهره‌وری آب ذرت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج همچنین نشان داد که استفاده از مالچ در زمانی که آبیاری کامل و یا به صورت ۸۰ درصد نیاز آبی صورت می‌گیرد، کارایی خوبی دارد. اما در شرایط تنش آبی بالاتر مثل تامین ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، تحت شرایط آبیاری قطره‌ای، استفاده از مالچ‌های گیاهی نه تنها باعث افزایش محصول نمی‌شوند، در شرایط تنش آبی ۴۰ درصد نیاز آبی، باعث کاهش محصول نیز می‌گردند. در نهایت نتایج نشان داد می‌توان با اعمال کم‌آبیاری به میزان ۸۰٪ نیاز آبی و پوشش مالچ به مقدار ۱۵ تن در هکتار، عملکرد و بهره‌وری آب ذرت را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. قابل ذکر است که مالچ آلی پس از پوسیده شدن به کود آلی تبدیل شده و باعث بهبود وضعیت خاک نیز می‌گردد. برای کسب نتایج کاربردی و اجرایی بهتر است در مراحل بعدی به بررسی و مقایسه اثرات انواع مالچ‌ها بر میزان رشد و عملکرد محصولات مختلف پرداخته شود. به عنوان مثال مالچ‌های آلی را با مالچ‌هایی با ماهیت شیمیایی، مالچ‌های پلاستیکی و یا ترکیب مالچ‌های پلاستیکی و آلی مقایسه نمود. با توجه به اینکه کاربرد مالچ می‌تواند تحت تأثیر روش آبیاری قرار بگیرد، بررسی اثرات انواع مالچ تحت سیستم‌های آبیاری مختلف نیز می‌تواند نتایج کاربردی و مهمی را دربر داشته باشد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

احمدآلی، جمال و خلیلی، معروف (۱۳۸۸). بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و جوی پشته‌ای در وضعیت کشت یک ردیفه و دو ردیفه در ذرت دانه‌ای. *مجله آبیاری و زهکشی ایران*، ۳(۲)، ۷۸-۷۱.



- احمدی مقدم، زینب؛ قربانی، بهزاد و نوری امام زاده‌ای، محمدرضا (۱۳۹۵). تاثیر زمانی چند مالچ روی خصوصیات فیزیکی خاک. علوم مهندسی و آبیاری (مجله علمی کشاورزی)، ۳۹(۲)، ۱۵۸-۱۴۹
- امینی، روح اله؛ دباغ محمدی نسب، عادل، و قلندرزاده، الناز (۱۳۹۴). اثر مالچ و تنش رطوبتی بر برخی صفات فیزیولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris L.*). پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۳(۴)، ۶۹۹-۶۸۷
- اسدی، رسول و اسدی، روح اله (۱۳۹۱). تاثیر کم آبیاری ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۶(۲ (ب))، ۲۰۹-۱۹۷
- امینی نجف آبادی، مظاهر؛ فتاحی، روح اله؛ قربانی، بهزاد و سالمی، حمیدرضا (۱۳۹۹). تاثیر انواع نوارهای آبیاری قطره‌ای (تیپ) و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای. پژوهش آب ایران، ۱۴(۴)، ۱۷۹-۱۸۷
- بهزادنژاد، جهانبخش؛ طهماسبی سروسستانی، زین العابدین؛ آیین، احمد و مختصی بیدگلی، علی (۱۳۹۷). اثر تنش خشکی و خاکپوش کاه و کلش گندم بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک کجند. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی)، ۱۲(۳ (پیاپی ۴۷))، ۴۱۰-۳۹۳
- پیروزفر، وحیدرضا؛ برومندنسب، سعید و صالحی، فرشاد (۱۳۹۹). اثر آبیاری قطره‌ای نوری پوشش‌دار و بدون پوشش بر عملکرد و راندمان مصرف آب ذرت (*Zea mays L.*) تحت شرایط آب و هوایی اهواز. نشریه دانش آب و خاک، ۳۰(۴)، ۳۹-۴۱
- صابری، علی‌رضا؛ کیانی، علی‌رضا و اکاتی، مدینه (۱۴۰۰). مطالعه واکنش‌های فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ۷۰۴، ۷۰۵ و ۷۰۶ ذرت تحت تاثیر مقادیر آبیاری به روش نواری تحت فشار. تولید گیاهان زراعی، ۱۵(۳)، ۶۱-۷۸
- صداقتی، ناصر؛ علی زاده، امین؛ انصاری، حسین و حسینی فرد، سیدجواد. (۱۳۹۴). اثر استفاده از خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای بر رشد، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پسته. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۹(۴ (ب))، ۴۹۵-۴۸۳
- عزیزی، مجید؛ شهریار، سهیلا؛ آروبی، حسین و انصاری حسین (۱۳۹۴). بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۱)، ۲۱-۱۱
- فرزی، روح اله و غلامی، مهدیه (۱۳۹۷). اثر انواع مالچ بر برخی پارامترهای فتوسنتزی و روابط آبی زیتون رقم مانزانایلا در شرایط تنش آبی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۸(۳)، ۱۱۷-۱۳۱
- فریدونی، محمدجواد و فرجی، هوشنگ (۱۳۹۶). تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays var. saccharata*) با استفاده از کشت نشا زیر پلاستیک. تحقیقات غلات دانشگاه گیلان، ۷(۱)، ۱۱۵-۱۲۷
- قیصری، مهدی؛ میرلطیفی، سیدمجید؛ همایی، مهدی و اسدی، محمداسماعیل (۱۳۸۵). تعیین نیاز آبی ذرت علوفه‌ای و ضریب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۷(۲۶)، ۱۴۲-۱۲۵
- کریمی، مجتبی؛ اصفهانی، مسعود؛ بیگلویی، محمدحسن؛ ربیعی، بابک و کافی قاسمی، علی (۱۳۸۸). تاثیر کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲)، ۱۱۰-۹۱
- مرادی طالب بیگی، ر؛ پیرسته انوشه، ه؛ احمدی لاهیجانی، م.ج و امام، ی (۱۳۹۲). ارزیابی تاثیر بقایای گندم و خاکورزی در روز و شب بر جامعه علف‌های هرز و عملکرد دانه ذرت (*Zea mays L.*) سینگل کراس ۷۰۴. بوم‌شناسی کشاورزی، ۵(۳)، ۲۶۲-۲۵۵
- مقصودی، عیسی؛ قلاوند، امیر و آقاعلیخانی، مجید (۱۳۹۳). تاثیر سطوح مختلف کودی (آلی، شیمیایی و زیستی) بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل-کراس ۷. پژوهش‌های کاربردی زراعی (پژوهش و سازندگی)، ۱۳۵(۱۰۴)، ۱۲۹-۱۳۵
- نیکبخت، جعفر؛ محمدی، فاطمه و برزگر، طاهر (۱۴۰۰). اثر کاربرد خاک پوش پلاستیکی شفاف در شرایط کم آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب لوبیا سبز. مدیریت آب در کشاورزی، ۸(۲)، ۱۶۶-۱۵۱

REFERENCES

- Abdzad Gohari, A. H., Babazadeh, E., Amiri, & H. Hossein Sedghi. (2017). Estimate of Peanut Production Function under Irrigated Conditions and Salinity. *Pol. J. Environ. Stud.* 27 (4): 1503-1512.
- AhmadAli, J. & Khalili, M. (2009). Study on yield and water use efficiency of drip tape and furrow irrigation systems in single and two-row planting systems of grain corn. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 2(3), 71-78. (In Persian with English abstract)
- Ahmadi Moghadam, Z., Ghorbani, B., & Nouri Emamzadei, M. R. (2016). The effects of different mulches on temporal changes on the some soil physical properties. *Irrigation Sciences and Engineering*, 39(2), 149-158. (In Persian).
- Amini najafabadi, M., Fatahi, R., Ghorbani, B. & Salemi, H. (2021). The effect of types of strip drip irrigation (type) and irrigation levels on the yield and yield components of fodder corn. *Iranian Water Research*

- Journal*, (4)14, 179-187. (In Persian).
- Amini, R., Dabbagh mohammadi nasab, A., & Ghalandarzadeh, E. (2016). Effect of mulch and water stress on some physiological traits, yield components and grain yield of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian journal of field crops research*, 13(4), 687-699. (In Persian).
- Asadi, R. & Asadi, R. (2012). Impact of deficit irrigation of corn using drip irrigation system on yield, yield components and water use efficiency. *Journal of Water Research in Agriculture*, 2(26), 197-209. (In Persian with English abstract)
- Azizi, M., Shahriari, S., Aravii, H. & Ansari, H. (2014). Investigating the effect of different irrigation regimes and types of mulch on vegetative characteristics and the amount of essential oil of peppermint (*Mentha piperita*). *Journal of Horticultural Sciences*, 29 (1), 11-21. . (In Persian).
- Bayat, Z., Sadeghi poor, A., Yazdani, M. R. & Zolfaghazri, A.A. (2020). Fodder production and morphological characteristics of corn at different levels of water salinity and types of mulch. *Marta Scientific Journal*, 2, 248-271. (In Persian).
- Behzad nejad, J., Tahmasebi Sarvestani, Z., Aeen, A. & Mokhtassi bidgoli, A. (2018). Effect of Drought Stress and Straw Mulch of Wheat on Morpho-Physiological Characteristics of Sesame. *Journal of crop ecophysiology (Agriculture science)*, 12(3 (47)), 393-410. (In Persian).
- Biglouei, M., Kafi Ghasemi, A., Javaherdashti, M. & Isfahani, M. (2013). Effect of irrigation regimes on yield and quality of forage maize (KSC 704) in Rasht region in Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(3), 196-206. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3>. (In Persian).
- Biswas, T., Bandyopadhyay, P. K., Nandi, R., Mukherjee, S., Kundu, A., Reddy, P., ... & Kumar, P. (2022). Impact of mulching and nutrients on soil water balance and actual evapotranspiration of irrigated winter cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Agricultural Water Management*, 263, 107456.
- Farzi, R., & Gholami, M. (2018). The effect of different mulch types on some photosynthesis and water relation parameters of olive cultivar 'Manzanilla' under water stress conditions. *Isfahan University of Technology- Journal of Crop Production and Processing*, 8(3), 117-131. (In Persian).
- Fereydouni, M.G. & Faraji, H. (2017). The effect of different levels of irrigation on yield and performance of sweet corn (*Zea mays* var. *Saccharta*) using seedling cultivation under plastic. *Grain research at Gilan University*, 7(1), 115-127. (In Persian).
- Gheysari, M., Mirlatifi, S. M., Homae, M., & Asadi, M. E. (2006). Determination of crop water use and crop coefficient of corn silage based on crop growth stages. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 7(26), 125-142. (In Persian).
- Girdthai, T., S. Jogloy, C. Akkasaeng, N. Vorasoot, S. Wongkaew, C.C, Holbrook, & A. Patanothai. (2010). Heritability of, and genotypic correlations between, aflatoxin traits and physiological traits for drought tolerance under end of season drought in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Res.* 118: 169–176.
- Hajirad, A., Mirlotfi, S.M., Dehghani sanij, H. & Mohammadi, S. (2021). Investigating the effect of deficit irrigation on the yield and water efficiency of fodder corn in the case of using two different types of management in the drip irrigation system. *Iranian Water Research Journal*, 15(3), 15-22. (In Persian).
- Jordan, A., Zavala, L.M. & J. Gil. (2010). Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena Journal*, 81:77- 85.
- Jorooni, A., Alinezhadiane bidabadi, A. & Maleki, A. (2017). Determining the production function and yield response of total dry matter and grain to water deficit in corn plants. *Journal of Water and Irrigation Management*, (2)7, 241-256. (In Persian).
- Karimi, M., Esfahani, M., Biglouei, M., Rabiei, B. & Kafi Ghasemi, A. (2011). Effect of deficit irrigation on morphological traits and growth indicators of fodder corn in Rasht weather conditions. *Electronic journal of crop production*, 2, 91-100. (In Persian).
- Khalili, M., Naghavi, M.R., Aboughadareh, A. & Rad, H. (2013). Effects of drought stress on yield and yield components in maize cultivars (*Zea mays* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(4), 809 812.
- Maghsudi, E., Ghalavand, A., & Aghaalikhan, M. (2014). The effect of different levels of fertilizer (organic, biological and chemical) on morphological traits and yield of maize single cross hybrid 704. *Applied Field Crops Research*, 27(104), 129-135. (In Persian).
- Minhua, Y., Yanlin, M., Yanxia, K., Qiong, J., Guangping, Q., Jinghai, W., Changkun, Y. & Jianxiong, Y. (2022). Optimized farmland mulching improves alfalfa yield and water use efficiency based on meta-analysis and regression analysis. *Agricultural Water Management*, 267, p.107617.
- Moradi taleb beigi, R., Emam, y., Ehsanjo, M. A. & Peyvaste Anosheh, h. (2008). Evaluating the effects of wheat residues and day and night tillage on weed suppression and grain corn yield response. *Scientific*



- paper of the 3rd Iran Weed Science Conference. . (In Persian).
- Nikbakht, J., Mohammadi, F., & Barzegar, T. (2022). Effect of Using Transparent plastic mulch in deficit irrigation conditions on yield and water productivity Green Beans. *Journal of water management in agriculture*, 8(2), 151-166. (In Persian).
- Palash, M., Bafkar, A., Farhadie bansoule, B. & Ghobadi, M. (2022). Investigating the effects of deficit irrigation on the quantitative, qualitative and water productivity characteristics of Single Cross 706 seed corn in Kermanshah. *Advanced technologies in water efficiency*, (1)2, 16-37. (In Persian).
- Pervaz, M.A., Iqbal, M., Shahzad, K.H. & Hassan. A.U. (2009). Effect of mulch on soil physical properties and N, P, K concentration in maize (*Zea mays*) shoots under two tillage systems. *Agriculture and Biology, International Journal*, 11:119-124.
- Piroozfar, V.R., Boroumand nasab, S. & Salehi, F. (2021). The effect of drip irrigation with and without cover on the yield and water use efficiency of maize (*Zea mays* L.) under the climatic conditions of Ahvaz. *Water and Soil Science Journal*, (4)30, 29-41. (In Persian).
- Saberi, A.R. & Kiani, A.R. (2021). Studying the physiological reactions & performance of 704, 705 and 706 corn hybrids under the influence of irrigation amounts using the strip method under pressure. *Journal of crop production*, 15(3), 61-78. (In Persian).
- Sedaghati, N., Alizadeh, A., Ansari, H. & Hoseini, F. S. J. (2016). Effect of Using Plastic Mulch in Drip Irrigation on Growth, Yield, and Water Use Productivity of Pistachio. *Water research in agriculture (soil and water sciences)*, 29(4), 483-495. . (In Persian).
- Wang, P., Deng, Y., Li, X. Y., Wei, Z., Hu, X., Tian, F., ... & Wang, J. (2019). Dynamical effects of plastic mulch on evapotranspiration partitioning in a mulched agriculture ecosystem: Measurement with numerical modeling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 268, 98-108.
- Xuan, C., Ding, R., Shao, J. & Liu, Y. (2021). Evapotranspiration and quantitative partitioning of spring maize with drip irrigation under mulch in an arid region of northwestern China. *Water*, 13(22), 3169.
- Zhang, S. L., L. Lövdahl, H. Grip, H., Y.A. Tong, X.Y. Yang, & Q.J. Wang. (2009). Effects of mulching and catch cropping on soil temperature, soil moisture and wheat yield on the Loess Plateau of China. *Soil Tillage Research*. 102: 78-86.
- Zhang, H., Xiong, Y., Huang, G., Xu, X., & Huang, Q. (2017). Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the Hetao Irrigation District. *Agricultural Water Management*, 179, 205-214.
- Zhang, S., Zhang, G., Xia, Z., Wu, M., Bai, J. & Lu, H. (2022). Optimizing plastic mulching improves the growth and increases grain yield and water use efficiency of spring maize in dryland of the Loess Plateau in China. *Agricultural Water Management*, 271, p.107769.

Investigating the effect of deficit irrigation and organic mulching on the yield of maize (*Zea mays*) under tape drip irrigation in Khorramabad region

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Iran is located in the dry belt of the earth and its average rainfall is about one third of the global average, so the limitation of water resources requires proper management and planning in water consumption. Based on this, the correct management of water consumption in corn production is one of the priorities of researchers in this field. Deficit irrigation as an optimal method to produce agricultural products in conditions of water shortage can increase the water use efficiency by eliminating low efficiency irrigations and reducing the volume of irrigation in each irrigation cycle. On the other hand, drip irrigation is considered a suitable and practical method for managing water consumption in agriculture and increasing the productivity of irrigation water in arid and semi-arid areas.

Materials and Methods

The current research was carried out under the climatic conditions of Khorramabad in Spring of 2022 with the geographic coordinates of the region 48 degrees 15 minutes east and 33 degrees 26 minutes north and an altitude of 1147 meters above the sea level. To investigate the performance and water productivity of fodder corn in the form of a factorial experiment in three repetitions with the application of deficit irrigation at four levels of 100%, 80%, 60% and 40% of the water requirement, also with mulch coverage at three levels of zero (control), 7.5 and 15 tons mulch per hectare was done under drip irrigation in Khorramabad. Class A evaporation pan was used to determine the water requirement of the corn. For each treatment and repetition, wet yield, dry yield, plant height, wet weight productivity, dry weight productivity and leaf area index were measured and data were collected.

Results and Discussion

In general, the results showed that the main and reciprocal effect of deficit irrigation and mulch was significant at the 5% probability level. After analyzing the data of the research, it was observed that the yield in the treatment of 100% water requirement and 15 tons mulch per hectare was the highest in terms of wet yield that was 99.05 tons per hectare and also in terms of biological yield that was 31.15 tons per hectare. In this case, the wet and dry weight yield increased by 24.7% and 18.03%, respectively, compared with the control treatment. Also, the plant height and leaf area were the highest in 100% water requirement with 15 tons mulch per ha treatment (2.38 meters and 7511 square centimeters respectively). But in terms of dry and wet water productivity, the highest amounts belonged to the treatment of 80% of water requirement and mulch of 15 tons per hectare (4.75 and 14.56 kg /m³).

Conclusion

By investigating the effect of deficit irrigation and mulching on the yield of fodder corn under strip drip irrigation in Khorramabad region, the results showed that the different irrigation and mulching treatments affect the yield (wet and dry), plant height, leaf area index and water productivity of the corn. The results also showed increasing mulch in the conditions of high drought stress does not increase the yield, but it has a significant positive effect in the conditions of no drought stress. It is possible to significantly increase the corn yield and water productivity by applying deficit irrigation and mulch to the level of 80% of the water requirement and 15 tons per hectare, respectively.

Keywords: Water Productivity, Maize, Mulch, Tape, Drip Irrigation.