نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۷، مرداد – شهریور ۱۴۰۲، ص. ۴۳۷-۴۲۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.3, Vol. 17, Aug.-sEP. 2023, p. 429-437

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی عملکرد و بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف آب آبیاری و عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار در روش آبیاری قطره ای زیر سطحی

نادر کوهی چله‌کران[1*]، حمید نجفی‌نژاد[2]، الهه کنعانی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

چکیده

با توجه به نرخ رشد جمعیت و چالش‌های خشک‌سالی در حال و آینده و رقابت سایر بخش‌ها برای منابع آب، کاربرد سامانه‌های آبیاری با کارایی مصرف آب بالاتر، ازجمله راهکارهای مؤثر در جهت پایداری توسعه در بخش کشاورزی است. علی‌رغم شرایط خشک‌سالی و کمبود آب در اکثر نقاط ایران، ذرت علوفه‌ای منبع اصلی تولید علوفه سیلویی در کشور است. لذا تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تأثیر سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در زراعت ذرت علوفه‌ای و تعیین بهره‌وری آب پژوهشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جوپار کرمان به مدت دو سال زراعی اجرا شد. تیمارهای پژوهش شامل سه سطح آبیاری (I_1=۱۰۰، I_2=۷۵ و I_3=۵۰ درصد تامین نیاز آبی) به‌عنوان عامل اصلی و دو عمق لوله‌های زیرسطحی قطره‌چکان‌دار (داخل خط) (D_1=۳۰ و D_2=۴۰ سانتی‌متری) به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر روی عملکرد تر و خشک ذرت علوفه‌ای اثر معنی‌دار دارد تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با تولید ۷۷۲۵۰ کیلوگرم در هکتار علوفه تر و ۱۵۴۴۷ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک بیشترین عملکرد را در بین تیمارهای سطوح مختلف آبیاری به خود اختصاص داد. تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب اختلاف عملکرد ۲۰ و ۵۲ درصدی داشت. بین دو تیمار عمق کارگذاری ۳۰ و ۴۰ سانتیمتری خاک تفاوت معنی‌داری از لحاظ بهره‌وری مصرف آب مشاهده نشد. کمترین بهره‌وری آب در هر دو سال پژوهش به تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی (متوسط ۲/۱ کیلوگرم بر مترمکعب) اختصاص یافت. متوسط بهره‌وری آب در تیمارهای آبیاری بر مبنای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۳/۳ و ۳/۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین متوسط حجم آب مصرف‌شده در تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۳۲۰۰، ۴۱۰۰ و ۵۲۰۰ مترمکعب در هکتار بود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق تیمار عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متر با ۱۰۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با مصرف ۵۲۰۰ مترمکعب آب در هکتار برای تولید ذرت علوفه‌ای در منطقه جوپار کرمان توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، آب مصرفی، عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار، بهره‌وری مصرف آب

مقدمه

با توجه به نرخ رشد جمعیت و چالش‌های خشک‌سالی در حال و آینده و رقابت سایر بخش‌ها برای منابع آب، کاربرد سامانه‌های آبیاری با کارایی مصرف آب بالاتر، ازجمله راهکارهای مؤثر در جهت پایداری توسعه در بخش کشاورزی است. در بخش کشاورزی، مدیریت آبیاری مزارع و استفاده از روش‌های آبیاری با بازده آبیاری بالاتر با هدف پایداری و افزایش عملکرد ضروری است. استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، ازجمله راهکارهای کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد گیاه و بهره‌وری آب در کشاورزی است (اخوان، ۱۳۹۴؛ Cetin and Bilget, 2002؛ Albasha et al., 2015؛ Ayars et al., 2015؛ Lamm, 2016). در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی آب به‌طور مستقیم در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد و تلفات تبخیر و رواناب را به حداقل ممکن می‌رسد (کوهی و

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، البرز، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه بین‌الملل امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: nakch71@yahoo.com
DOR: 20.1001.1.20087942.1402.17.3.2.0

همکاران، ۱۳۹۹؛ دهقانی‌سانیج و همکاران، ۱۳۹۵؛ Kosari et al., 2013). با توجه به این مهم، تعیین نحوه کارگذاری لاترال‌ها و قطره-چکان‌ها در اطراف ریشه گیاهان به عنوان یکی از دغدغه‌های این سامانه به شمار می‌رود. استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری برای محصولات زراعی در سال‌های اخیر موردتوجه زیادی قرار گرفته است و تحقیقات مختلفی در این زمینه در ایران و نقاط مختلف جهان صورت گرفته است. صداقتی و همکاران (۱۳۹۱) که به بررسی کارگذاری دو عمق نصب ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر لوله‌های قطره‌چکان دار زیرسطحی در گیاه پسته پرداخته بودند نشان دادند که بهره‌وری آب پسته در عمق ۳۰ سانتی‌متری لوله‌های قطره‌چکان‌دار از سطح خاک نسبت به عمق ۵۰ سانتی‌متری افزایش داشت. کوهی و همکاران (۱۳۹۹) تحقیقی را با هدف بررسی تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری (سه رژیم آبیاری ۱۰۰=I_1، ۷۵=I_2 و ۵۰=I_3) به عنوان فاکتور اصلی و دو عمق کارگذاری لوله های قطره چکان¬دار زیرسطحی (۳۰=D_1 و ۴۰=D_2 سانتی‌متری) بر بهره‌وری آب کلزا رقم اُکاپی (Okapi) در دو سال متوالی انجام دادند. نتایج به‌دست‌آمده در هر دو سال پژوهش نشان داد که تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، بیشترین عملکرد را در مقایسه با بین تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی از خود نشان داد. همچنین بیشترین بهره‌وری آب در هر کدام از اعماق کارگذاری لوله قطره چکان‌دار به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی اختصاص یافت. عباسپور و یزدان پناه (۱۴۰۰) نیز با بررسی سه دور آبیاری شامل آبیاری پس از ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی متر تبخیر از سطح تشت تبخیر و دو روش آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیرسطحی) بر ویژگی‌های رشدی گیاه کلزادر ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی حاجی‌آباد نشان دادند که استفاده از روش آبیاری قطره ای زیرسطحی ، باعث افزایش عملکرد محصول، بهره‌وری مصرف آب و تعداد خورجین در بوته می¬شود. همچنین این محققان نشان دادند که به طورکلی در شرایط کمبود آب منطقه موردمطالعه، می‌توان دور آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت اعمال‌شده در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی را به‌عنوان تیمار برتر پیشنهاد کرد. در پژوهش دیگری که در سال ۲۰۱۱ در کشور تونس به‌منظور بررسی عملکرد گیاه ذرت را تحت دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در دو عمق ۲۰ و ۳۵ سانتی‌متری خطوط قطره‌چکان در یک خاک رسی شنی مورد ارزیابی قرار گرفت حاکی از افزایش عملکرد ۱۹ و ۳۰ درصدی به ترتیب برای دو عمق ۲۰ و ۳۵ سانتی‌متری تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بود (Douh and oujelben, 2011). ابوعرب و همکاران در تحقیقات خود نشان دادند که عملکرد ذرت تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیر-سطحی در مقایسه با سیستم قطره‌ای سطحی در یک خاک لوم رسی شنی در عمق خطوط قطره‌چکان ۲۰ سانتی‌متر دارای افزایش ۳۸ درصدی بود (Abuarab et al., 2013). در تحقیق دیگری در سائوپائولوی برزیل، نتایج حاکی از آن بود که در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با فاصله قطره¬چکان¬های ۵۰ سانتی¬متر، دبی قطره-چکان‌ها یک لیتر در ساعت و عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار ۲۵ سانتی‌متر در راتون نیشکر بیشترین بازده شکر حاصل شد (Uribe et al., 2013). دوسانتوس و همکاران نیز به بررسی عمق کارگذاری لاترال‌ها در سامانه آبیاری قطره‌ای در دو عمق ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متری برای گیاه نیشکر پرداختند و نشان دادند که در عمق نصب ۲۰ سانتی-متری لوله‌های قطره‌چکان‌دار از سطح خاک، بالاترین بهره‌وری آب نیشکر حاصل شد (Dos Santos et al., 2016). لئوناردو و همکاران باهدف ارزیابی میزان ذخیره آب در خاک در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، در دو عمق ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متری قطره‌چکان‌ها و دو نوع آب فاضلاب تصفیه‌شده و آب شیرین بر روی گیاه نیشکر در برزیل، پژوهشی انجام دادند و نشان دادند که نصب لوله قطره چکان‌دار در عمق ۲۰ سانتی‌متری، باعث توزیع بهتر آب در منطقه توسعه ریشه و کاهش تلفات تبخیر و نفوذ عمقی شده و کیفیت آب تأثیری در توزیع آب در خاک ندارد (Leonardo et al., 2016). در تحقیقات انجام شده دیگری که بر روی محصول ذرت و در استان البرز انجام شد، نتایج حاکی از آن بود که که بین روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین میزان عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی حاصل شد (Dehghanisanij et al., 2020, Kanani et al., 2022). ازآنجاکه بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب در استان کرمان به شمار می‌آید، تلفات عمده آب نیز به این بخش تعلق دارد. از مهم‌ترین عوامل تلفات آب در بخش کشاورزی استان می‌توان به پایین بودن راندمان انتقال آب از منبع تا محل مصرف، تلفات زیاد آب در مزارع کشاورزی، نامناسب بودن الگوی کشت و همین‌طور عدم استفاده از روش‌های آبیاری مناسب اشاره نمود. با توجه به شرایط کم‌آبی و کمبود شدید علوفه برای پرورش دام در استان کرمان هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده آبیاری از سیستم قطره‌ای زیرسطحی در عمق بهینه کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار از سطح خاک به‌منظور صرفه‌جویی در حجم آب مصرفی برای تولید ذرت علوفه‌ای و تعیین بهره‌وری آب در شرایط آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی ۱۳۹۸- ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه شهید زنده روح جوپار متعلق به مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان کرمان با موقعیت طول جغرافیایی ´۱۴ °۵۷، عرض جغرافیایی ´۷ °۳۱ و ارتفاع ۱۷۴۹ متری از سطح دریا انجام شد. بنا بر اطلاعات ایستگاه هواشناسی کرمان، این منطقه دارای اقلیم نیمه-

خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل است. داده‌های هواشناسی موردنیاز شامل دمای حداقل و حداکثر، مقدار بارندگی، سرعت باد و ساعات آفتابی از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کرمان در ۱۵ کیلومتری محل آزمایش، اخذ شد. جهت تعیین خصوصیات خاک نمونه‌گیری از اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰، ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک انجام شد (جدول ۱). با توجه به این جدول، بافت خاک در عمق‌های مختلف شنی‌لومی است. جدول ۲ خصوصیات شیمیایی آب را بر اساس نمونه‌برداری انجام‌شده نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک موردمطالعه

عمق خاک (cm)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (meq/lit)					EC (dS/m)	pH
					HCO_3^-	Cl^-	Na^+ SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}		
۰-۳۰	۸۶	۸	۶	شنی لومی	۸/۶۳	۲/۸	۵/۲۱	۱۰	۱۰	۱/۸۵	۸
۳۰-۶۰	۸۱	۹	۱۰	شنی لومی	۷/۹	۴	۴/۷۸	۴	۶	۰/۸	۷/۵۹
۶۰-۹۰	۸۰	۱۱	۹	شنی لومی	۵/۵۲	۴	۴/۹۳	۱۰	۴	۰/۷۸	۶/۵۳

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی آب مورداستفاده در طرح

کاتیون‌ها (meq/lit)					آنیون‌ها (meq/lit)				EC (dS/m)	pH
Mn^{++}	Fe^{++}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}	
۰/۰۱۴	۰/۰۷۸	۳/۲	–	۱/۴	۲/۴	۱/۶	۲	۳/۲	–	۰/۶۳	۷/۹

پژوهش حاضر به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به مدت دو سال زراعی اجرا شد. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح آبیاری (I_1=۱۰۰، I_2=۷۵ و I_3=۵۰ درصد تامین نیاز آبی) به‌عنوان عامل اصلی و دو عمق لوله‌های زیرسطحی قطره‌چکان‌دار (داخل خط) (D_1=۳۰ و D_2=۴۰ سانتی‌متری) به‌عنوان عامل فرعی بود. لوله‌های مذکور ساخت کارخانه ایران دریپ است و فشار کاری آن‌ها ۶ اتمسفر و دبی خروجی قطره‌چکان‌ها، ۴ لیتر در ساعت بود. عملیات آماده‌سازی زمین در اواخر فروردین‌ماه صورت گرفت. با توجه به گرم بودن هوا در طول مدت رشد گیاه (اوایل اردیبهشت تا آخر مرداد) دور آبیاری برای گیاه ذرت علوفه‌ای دو روز انتخاب گردید.

جدول ۳- میانگین ماهیانه پارامترهای هواشناسی در دو سال آزمایش

ماه	سال اول						سال دوم					
	سرعت باد در ارتفاع ۲ متری	بارندگی (میلی‌متر)	دمای کمینه (درجه)	دمای بیشینه (درجه)	رطوبت نسبی (درصد)	ساعات آفتابی (ساعت)	سرعت باد در ارتفاع ۲ متری	بارندگی (میلی‌متر)	دمای کمینه (درجه)	دمای بیشینه (درجه)	رطوبت نسبی (درصد)	ساعات آفتابی (ساعت)
اردیبهشت	۲/۶۰	۰	۱۴/۴	۲۸/۶	۲۲	۹/۱	۲/۷۸	۰	۱۳/۱	۲۷/۸	۲۱	۸/۸
خرداد	۳/۱۵	۰	۱۵/۳	۳۱/۹	۲۰	۹/۴	۳/۳۲	۰	۱۴/۲	۳۰/۵	۱۹	۹/۱
تیر	۳/۵	۰	۱۴/۷	۳۳/۱	۲۱/۷	۱۰/۲	۴	۰	۱۴/۸	۳۲/۳	۱۷	۹/۸
مرداد	۳/۴	۰	۱۹/۳	۳۷	۱۶/۹	۱۱/۴۲	۳/۸۵	۰	۱۵/۷	۳۳	۲۲/۲	۱۰/۷۵

تراکم محصول کشت شده با در نظر گرفتن فواصل ۷۵×۱۴ سانتی‌متر برابر با ۹۵۲۰۰ بوته در هکتار بود. ابعاد کرت‌ها با توجه به فواصل کشت ۳×۵ بودند. کل کرت‌های آزمایشی با احتساب تکرار برابر با ۱۸ کرت بود. برای محاسبه حجم آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره ای، تبخیر – تعرق پتانسیل (ET_o) با استفاده از اطلاعات روزانه ایستگاه هواشناسی استان کرمان و با روش فائو پنمن – منتیث (PM) تعیین گردید (Allen et al., 1998)، سپس با استفاده از ضریب گیاهی (Kc) ذرت اصلاح‌شده برای منطقه کرمان با استفاده از دستور¬العمل نشریه فائو ۵۶ ، تبخیر و تعرق گیاه (ET_c) مطابق معادله (۱) به دست آمد:

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (۱)$$

در معادله (۱)، ET_c: تبخیر –تعرق روزانه گیاه (mm/day)، ET_o:

تبخیر –تعرق گیاه مرجع (mm/day)، K_c: ضریب گیاهی روزانه ذرت علوفه‌ای در دوره‌های مختلف رشد است که با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ۵۶ فائو (Allen et al., 1998) تعیین شد.

عمق خالص آب آبیاری (d_n) بر اساس ET_c و با احتساب سطح سایه‌انداز و دور آبیاری (f = دو روز در میان) از رابطه (۲) محاسبه شد. عمق ناخالص آبیاری (dg) بر حسب (mm) از معادله (۳) به دست آمد:

$$d_n = f \times ET_c \quad (۲)$$

$$\mathrm{dg} = \frac{\mathrm{dn}}{\mathrm{Ea}} \quad ۳)$$

مقدار راندمان آبیاری مورد انتظار در سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ۹۵ درصد تعیین و در محاسبه عمق ناخالص آبیاری اعمال شد. حجم آب ورودی به کرت‌ها با استفاده از کنتور حجمی کنترل گردید. بهره‌وری آب (WP) بر حسب (Kg/m^3) از تقسیم میزان عملکرد خشک ذرت علوفه‌ای در هر کرت بر میزان آب مصرف‌شده (آب آبیاری و بارش مؤثر) در هر کرت بر مبنای کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی و با استفاده از معادله ۴ به دست آمد:

$$WP = \frac{Y}{I} \quad (۴)$$

که در این معادله، Y = کل عملکرد محصول (Kg/ha) و I = کل آب مصرف‌شده (m^3/ha) است.

نتایج و بحث

بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار بر عملکرد ذرت و بهره‌وری مصرف آب

اثر سال و تیمار سطوح مختلف آبیاری در سطح احتمال ۱ درصد بر روی عملکرد تر و خشک ذرت علوفه‌ای و بهره‌وری آب معنی‌دار بود. این در حالی است که تیمارهای عمق کارگذاری لوله‌های قطره-چکان‌دار و اثر متقابل سال در سطوح مختلف آبیاری بر روی بر روی عملکرد تر و خشک ذرت علوفه‌ای و ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما بر روی بهره‌وری آب اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد که اثر عمق کارگذاری لوله‌های قطره-چکان‌دار بر روی عملکرد خشک و تر ذرت در سطح ۵ درصد و بر روی ارتفاع بوته و بهره‌وری آب ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تاثیر سال در عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار بر همه‌ی صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. و تاثیر متقابل سه‌گانه سطوح مختلف آبیاری، عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار و سال نیز بر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. با توجه به اینکه اثر سال بر همه‌ی صفات مورد بررسی در این پژوهش در سطح یک درصد معنی‌دار بود؛ لذا مقایسه میانگین تیمارها به صورت جداگانه در هر کدام از سال‌های مورد پژوهش انجام شد.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثرات مربوط به تیمار سال، سطوح مختلف آبیاری و عمق کارگذاری لوله آبده بر صفات ذرت علوفه‌ای

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد تر	عملکرد خشک	ارتفاع بوته	بهره‌وری آب
سال (A)	۱	۱۰۶۳۸۴۶۹۴۴**	۴۲۶۶۲۶۶۹/۴**	۱۲۳۵۸/۰۲۷**	۱/۶۰۰۲۲**
تکرار (سال)	۴	۱۷۵۱۹۸۶۱	۶۷۴۶۳۸/۹	۸۴۹/۸۸	۰/۰۳۲۳۷۲۲۲
آبیاری (I)	۲	۴۹۸۱۲۶۱۳۱۹**	۱۹۸۸۳۰۵۳۳/۳**	۲۸۴۶۸/۶۶**	۱/۷۹۸۱۴**
سال×آبیاری (A×I)	۲	۴۱۷۲۰۰۶۹*	۱۷۰۹۰۱۱/۱*	۲۴۰/۸۸*	۰/۰۱۶۲۳۳۳۳^{ns}
تکرار× آبیاری (سال)	۸	۲۱۳۷۵۶۹۴	۸۶۴۳۲۶/۴	۱۶۶/۷۷	۰/۰۳۷۵۰۵۵۶
عمق کارگذاری (D)	۱	۵۷۲۵۴۴۴۴*	۲۳۶۶۴۶۹/۴*	۲۸۳/۳۶۱**	۰/۱۲۸۴۰۲**
آبیاری× عمق کارگذاری (D×I)	۲	۷۷۷۷۹۸۶^{ns}	۲۹۲۴۱۱/۱^{ns}	۴۸/۲۲^{ns}	۰/۰۱۵۷۴۴۴۴^{ns}
سال× عمق کارگذاری (A×D)	۱	۳۸۰۲۷۸ ^{ns}	۹۶۶۹/۴ ^{ns}	۲/۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۳۳۶۱۱ ^{ns}
سال×آبیاری× عمق کارگذاری (A×I×D)	۲	۱۶۳۴۰۳ ^{ns}	۸۸۴۴/۴ ^{ns}	۰/۶۶۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۵۴۴۴۴ ^{ns}
خطا	۱۲	۳۱۶۹۵۸۳	۱۵۵۱۳۰۰	۱۲۴	۴۹/۴۳

به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد : *، **

در جدول‌های ۵، ۶، ۷ و ۸ مقایسه میانگین صفات موردمطالعه به ترتیب در اثر تیمارهای سال، تیمارهای سطوح مختلف آبیاری، تیمار-های عمق‌های مختلف کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای و اثر متقابل عوامل که با آزمون دانکن مورد تجزیه قرار گرفته‌اند، ارائه شده است که در ادامه به تحلیل و تفسیر این جدول‌ها پرداخته می‌شود. بیشترین میزان عملکرد تر (۶۳۹۶۴ کیلوگرم در هکتار) عملکرد خشک (۱۲۷۹۲/۸ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته (۲۱۸/۲ سانتی‌متر) و بهره‌وری مصرف آب (۲/۹۲) در سال اول آزمایش مشاهده شد (جدول ۵). با توجه به این‌که در این طرح از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی استفاده گردید در سال دوم به خاطر ممانعت از آسیب دیدن احتمالی لوله های زیرسطحی، عملیات آماده سازی زمین با دست و کارگر انجام گردید. در اثر عدم انجام شخم عمیق و جابجایی زیرین خاک، در سال دوم عملکرد علوفه کمتری نسبت به سال اول تولید شد.

نتایج به‌دست‌آمده در هر دو سال پژوهش نشان داد که تیمارهای مختلف سطوح آبیاری اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر روی عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع بوته و بهره‌وری آب ذرت داشتند. تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی با متوسط عملکردی برابر با ۷۷۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد تر را در بین تیمارهای سطوح مختلف آبیاری داشت (جدول ۶). اختلاف ۲۰ و ۵۲ درصدی عملکرد تیمارهای ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی با تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی گویای این برتری است. متوسط عملکرد تر ذرت علوفه‌ای در منطقه توسط زارعین منطقه (که به‌صورت سنتی کشت و آبیاری نیز به روش سطحی انجام می‌شد) برابر با ۵۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار با کل آب مصرفی برابر با ۸۳۰۰ مترمکعب گزارش شده است (آمارنامه جهاد کشاورزی کرمان، ۱۳۹۶).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه تحت تأثیر تیمارهای اثر سال

تیمارها	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
سال اول	۶۳۹۶۴ a	۱۲۷۹۲/۸ a	۲۱۸/۲ a	۲/۹۲ a
سال دوم	۵۳۰۹۲ b	۱۰۶۱۵/۶ b	۱۸۱/۲ b	۲/۵ b
میانگین کل	۵۸۵۲۸	۱۱۷۰۴/۲	۱۹۹/۷	۲/۷۱

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه تحت تأثیر تیمارهای سطوح مختلف آبیاری

تیمارها	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
I_1	۷۷۲۵۰ a	۱۵۴۴۷/۵ a	۲۳۴/۹ a	۲/۹۱ a
I_2	۶۱۵۰۰ b	۱۲۲۹۴/۲ a	۱۹۸/۲ b	۲/۹۵ a
I_3	۳۶۸۳۰ c	۷۳۷۰/۸ b	۱۶۶/۱ c	۲/۲۶ b
میانگین کل	۵۸۵۲۵/۶۶	۱۱۷۰۴/۱۶	۱۹۹/۷	۲/۹۷

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه تحت تأثیر عمق‌های مختلف کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای

تیمارها	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
D_1	۵۹۷۸۸/۹ a	۱۱۹۶۰/۶ a	۲۰۲/۵ a	۲/۷۷ a
D_2	۵۷۲۶۶/۷ b	۱۱۴۴۷/۸ b	۱۹۶/۹ b	۲/۶۵ b
میانگین کل	۵۸۵۲۷/۸	۱۱۷۰۴/۲	۱۹۹/۷	۲/۷۱

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه تحت تأثیر تیمارهای اثر متقابل سال در سطوح مختلف آبیاری

تیمارها	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
A_1I_1	۸۴۳۵۰ a	۱۶۸۰۰ a	۲۵۶/۶ a
A_1I_2	۶۷۳۰۰ b	۱۳۴۶۰ b	۲۱۶/۶ b
A_1I_3	۴۰۲۵۰ d	۸۰۵۰ d	۱۸۱/۵ c
A_2I_1	۷۰۱۵۰ b	۱۴۰۵۰ b	۲۱۳/۱ b
A_2I_2	۵۵۷۰۰ c	۱۱۱۳۰c	۱۷۹/۸ c
A_2I_3	۳۳۴۰۰ e	۶۶۹۰e	۱۵۰/۶ d
میانگین کل	۵۸۵۲۵	۱۱۷۴۶	۱۹۹/۷

در این پژوهش کاهش ۳۸/۵ درصدی مقدار آب مصرفی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی نسبت به آبیاری سنتی مشاهده گردید. این موضوع در تحقیق قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۰) در استان همدان نیز گزارش شده است که سیستم آبیاری قطره‌ای با کاهش ۴۶ درصدی در آب مصرفی، مقدار عملکرد نسبتاً یکسانی با روش آبیاری شیاری داشت. بیشترین میزان عملکرد خشک ذرت علوفه ای نیز با مقدار ۱۵۴۴۷/۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی و کمترین مقدار آن برابر با

۷۳۷۰/۸ در ۵۰٪ نیاز آبی مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان ارتفاع بوته و بهره‌وری آب به ترتیب با مقادیر ۲۳۴/۹ سانتی‌متر و ۲/۹۵ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی مشاهده شد.

به نظر می‌رسد در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به ازای یک واحد آب مصرفی محصول کمتری در مقایسه با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تولید شده است و این امر باعث بالا رفتن مقدار بهره‌وری آب در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی (با توجه به عملکرد و مصرف آب واقعی) شده است. برخی مطالعات نیز حداکثر بهره‌وری آب را در شرایط تنش ملایم گزارش نموده‌اند که با نتیجه حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (Musick and Dusek, 1971; Howell, 1990). همچنین یافته‌های دیگر محققان نیز نشان داد که رابطه مستقیمی بین کاهش محصول و کاهش آب موردنیاز گیاه در کلیه مراحل رشد محصول وجود دارد. اکثر فرآیندهایی که در گیاه صورت می‌گیرد، چه به‌صورت مستقیم و چه غیرمستقیم به وجود آب بستگی دارد (کوهی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Sander et al., 2004). افزایش عمق لوله قطره‌چکان دار تأثیر منفی در عملکرد و نیز بهره‌وری آب ذرت داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان هرکدام از صفات نامبرده در عمق D_1 (۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۸). همانطوری که مشاهده میشود در عمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک میزان عملکرد تر و خشک، ارتفاع بوته و بهره‌وری آب ذرت به ترتیب ۵۹۷۸۸/۹ کیلوگرم در هکتار،۶ /۱۱۹۶۰ کیلوگرم در هکتار، ۲۰۲/۵ سانتی‌متر و ۲/۷۷ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شد. در عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متر اختلاف ۱۷ درصدی با عمق کارگذاری ۴۰ سانتیمتری برای صفت ارتفاع بوته مشاهده میگردد. با توجه به این‌که ریشه‌های ذرت عمدتاً تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک توسعه میابند (نجفی نژاد و همکاران، ۱۳۹۸).

بنابراین عملکرد و ارتفاع بیشتر در عمق کارگذاری لوله ی آبده ۳۰ سانتی‌متر نسبت به ۴۰ سانتیمتری می‌تواند ناشی از تأمین رطوبت بیشتر در ناحیه عمق توسعه ریشه با توجه به بافت سبک خاک، تهویه بهتر خاک و حرکت بهتر آب به سمت لایه های فوقانی در تیمار عمق ۳۰ سانتی‌متری نسبت به تیمار عمق ۴۰ سانتی‌متری دانست. این موضوع بیانگر این است که اختلاف ۱۰ سانتی‌متری در استقرار لوله‌ها در عمق خاک با توجه به بافت سبک خاک تفاوت زیادی در عملکرد ذرت نداشته است. عملکرد و ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل سال آزمایش و مقادیر آبیاری (در سطح احتمال ۵ درصد) قرار گرفتند. همانطوری که مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد ذرت علوفه‌ای در سال اول آزمایش با مقدار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی با متوسط عملکرد تر برابر با ۸۴۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در سال دوم آزمایش و مقدار آبیاری ۵۰٪ نیاز آبی با متوسط عملکرد برابر با ۳۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.

همچنین بیشترین ارتفاع بوته در سال اول متعلق به تیمار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه و کمترین آن در سال دوم و در تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد. افزایش عملکرد و ارتفاع بوته در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه را می‌توان به تأمین رطوبت کافی برای رشد گیاه مرتبط دانست. در شرایط تنش خشکی کاهش انتقال هورمون سیتوکینین از ریشه به شاخساره و افزایش مقدار آبسیزیک اسید در شاخساره به تغییر تعادل هورمونی، کاهش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و نهایتاً کاهش زیست‌توده گیاه منجر می‌شود (Faroog et al., 2008). همچنین کاهش عملکرد و ارتفاع بوته گیاه تحت تنش می‌تواند ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، کاهش ورود دی‌اکسید کربن به داخل برگ، کاهش محتوی نسبی آب برگ و کاهش فتوسنتز در پاسخ به کاهش رطوبت خاک باشد. کاهش عملکرد علوفه ذرت تحت تنش خشکی در مطالعات دیگران گزارش شده است (Najafinezhad et al., 2015).

میزان آب مصرفی در هر کدام از تیمارهای سطح آبیاری نیز در جدول (۹) ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل شده، میزان آب مصرفی در هر کدام از تیمارهای سطح آبیاری، در دو عمق کارگذاری لوله‌های آبیاری تقریباً یکسان بود، به‌طوری‌که میزان آب مصرفی در تیمارهای ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی در سال اول برابر با ۵۴۰۰، ۴۲۰۰ و ۳۳۰۰ و در سال دوم برابر با ۵۲۰۰، ۴۱۰۰ و ۳۲۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

جدول ۹- میانگین مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف

سال پژوهش	عمق لوله قطره‌چکان‌دار	تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی	تیمار ۷۵٪ نیاز آبی	تیمار ۵۰٪ نیاز آبی
سال اول	عمق ۳۰ سانتی‌متری استقرار لوله آبده	۵۴۰۰	۴۲۰۰	۳۳۰۰
	عمق ۴۰ سانتی‌متری استقرار لوله آبده	۵۴۰۰	۴۲۰۰	۳۳۰۰
سال وم	عمق ۳۰ سانتی‌متری استقرار لوله آبده	۵۲۰۰	۴۱۰۰	۳۲۰۰
	عمق ۴۰ سانتی‌متری استقرار لوله آبده	۵۲۰۰	۴۱۰۰	۳۲۰۰

نتیجه‌گیری

با توجه به مقایسه ارقام حاصل شده برای میانگین عملکرد خشک ذرت علوفه‌ای (۱۴۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) و میانگین آب مصرفی (۵۱۰۰ مترمکعب در هکتار) در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و

مقایسه‌ی آن با میانگین منطقه ۱۴۰۰۰ کیلوگرم به ازای ۸۳۰۰ مترمکعب در هکتار در روش آبیاری سنتی (غرقابی)، مشاهده می‌شود که استفاده از این روش آبیاری با عملکردی مشابه با روش آبیاری سنتی منجر به کاهش ۳۲۰۰ مترمکعب در هر هکتار آب مصرفی خواهد شد (کاهش ۳۸/۵ درصدی). بنابراین سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مخصوصاً برای مزارعی که با ارائه مدیریت مناسب خواهان عملکرد بالاتری هستند، قابل‌توصیه است. لازم به ذکر است در عملکردهای پایین‌تر از میزان متوسط با توجه به هزینه‌های آبیاری قطره‌ای استفاده از این سیستم توجیه اقتصادی ندارد. در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با توجه به معنی‌دار شدن تمامی صفات، می‌توان تیمار عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متر با ۱۰۰ درصد نیاز آبی را به‌عنوان تیمار برتر توصیه نمود. با توجه به سطحی بودن ریشه‌های ذرت که عمدتاً تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک گسترش می‌یابند و نیز بافت سبک خاک که در این مطالعه شنی لومی بود، کارگذاری لوله‌ها در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در شرایط کم‌آبی در کرمان توصیه می‌گردد. با توجه به لزوم تغییر سامانه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور و ترویج و توسعه روش‌های مدرن سازگار با محیط جهت صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد محصول، ضرورت استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر سیستم آبیاری سنتی در کشت ذرت علوفه‌ای در استان کرمان توصیه میشود. همچنین با توجه به چالش‌های کمبود آب در استان و همچنین جهت سهولت در انجام عملیات شخم برای سال‌های بعد، اجرای تحقیق با هدف بررسی تأثیر قرار گرفتن لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در اعماق پایین‌تر (۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری) بر عملکرد محصول ضروری می‌باشد.

منابع

اخوان، ک. ۱۳۹۴. کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در زراعت گندم. نشریه فنی، شماره ۸۳.

دهقانی‌سانیج، ح. ۱۳۹۲. گزارش نهایی بررسی بیلان انرژی به‌منظور تبخیر–تعرق گیاه ذرت و اجرای آن در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

دهقانی‌سانیج، ح.، کنعانی، ا. و حمامی، م. ۱۳۹۵. کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و پارامترهای مدیریت آن در زراعت ذرت. مجله مدیریت آب در کشاورزی. ۳ (۲): ۵۲–۳۹.

صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج. و محمدی محمدآبادی، ا. ۱۳۹۱. مقایسه اثر دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته. مجله آب‌وخاک ۲۶ (۳): ۵۷۵–۵۸۵ .

عباسپور، ر. و یزدان پناه، ن. ۱۴۰۰. تعیین دور مناسب آبیاری کلزا در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در منطقه حاجی‌آباد. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۵(۲): ۴۵۴–۴۴۴

قدمی فیروزآبادی، ع.، سیدان، س.م. و مظاهری لقاب، ح.۱۳۹. ارزیابی فنی و اقتصادی اثر دو روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) و شیاری بر عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب در چهار رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۲): ۳۲۵۰۳۳۵.

کوهی چله¬کران، ن.، دهقانی سانیج، ح.، علیزاده، ا. و کنعانی، ا. ۱۳۹۹. اثر توأم رژیم‌های آبیاری و کود نیتروژن بر تغییرات رطوبتی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای با سامانه آبیاری قطره‌ای تیپ. مجله آب‌وخاک مشهد. ۳۳ (۴): ۵۶۳–۵۴۹.

نجفی نژاد، ح.، جواهری، م.ح.، کوهی، ن و شاکری، پ. ۱۳۹۸. عملکرد و کیفیت علوفه و بهره‌وری مصرف آب کوشیا، ارزن، سورگوم و ذرت در شرایط تنش کم آبی. مجله بهزراعی نهال و بذر. ۳۵(۲): ۲۶۱–۲۸۳.

Abuarab, M., Mostafa, E. and Ibrahim, M. 2013. Effect of air injection under subsurface drip irrigation on yield and water use efficiency of corn in a sandy clay loam soil. Journal of advanced research. 4(6):493-499.

Albasha, R., Dejean, C., Mailhol, J.C., Weber, J., Weber, J., Bollègue, c. and Lopez, J.M. 2015. Performances of subsurface drip irrigation for maize under mediterranean and temperate oceanic climate conditions. 26th Euro-mediterranean Regional Conference and Workshops. 12-15 October 2015, Montpellier, France.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. No, 56. FAO, Rome.

Ayars, J.E., Fulton, A. and Taylor, B. 2015. Subsurface drip irrigation in California-Here to stay?. Agricultural Water Management. 157: 39-47

Cetin, O. and Bilget, L. 2002. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of Cotton. Agricultural Water Management. 54: 1-15

Dehghanisanij, H., Kanani, E. and Akhavan, S., 2020. Evapotranspiration and components of corn (Zea mays L.) under micro irrigation systems in a semi-arid environment. Spanish journal of agricultural research, 18(2): pp.e1202-e1202.

Douh, B. and Boujelben, A. 2011. Effects of surface and subsurface drip irrigation on agronomic parameters

drip irrigation: Evaluating two installation depths of emitters and two water qualities, Agricultural Water Management. 170. 91-98.

dos Santos, L.N., Matsura, E.E., Gonçalves, I.Z., Barbosa, E.A., Nazário, A.A., Tuta, N.F., Elaiuy, M.C., Feitosa, D.R. and de Sousa, A.C. 2016. Water storage in the soil profile under subsurface drip irrigation: Evaluating two installation depths of emitters and two water qualities, Agricultural Water Management. 170. 91-98.

Musick, J. T. and Dusek, D. A. 1971. Grain sorghum response to number, timing, and size of irrigation in the southern High Plains. Transactions, ASAE. 14:401-410.

Najafinezhad, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Modarres Sanavy, S.A.M. and Naghavi, H., 2015. Evaluation of yield and some physiological changes in corn and sorghum under irrigation regimes and application of barley residue, zeolite and superabsorbent polymer. Soil Science. Archives of Agronomy and soil science. 61(7):891-906.

Sander J.Z. and Bastiaanssen W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management. 69 (2): 115-133.

Uribe, R. A. M., DE C. Gava, G. J., Saad, J. C. C. and Kolln, O. T. 2013. Ratoon sugarcane yield integrated drip irrigation and nitrogen fertilization. Engenharia Agrícola, Jaboticabal. 33 (6):1124-1133.

of maize (Zea mays L.) under Tunisian climatic condition. Journal of Natural Product and Plant Resources. 1(3):8-14.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. 2008. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy of Sustainable Development. 29: 185-212.

Howell, T. A., Cuenca, R. H. and Solomon, K. H. 1990. Crop yield response. In: Hoffman, G.J., Howell, T.A., Solomon, K.H. (Eds.), Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, MI, pp. 93-122.

Kanani, E., Dehghanisanij, H. and Akhavan, S., 2022. Variation in actual corn (Zea mays L.) evapotranspiration, single, and dual crop coefficient under different point source irrigation systems in a semiarid region. Theoretical and Applied Climatology, 148(1), pp.303-315.

Kosari, H., Dehghanisanij, H., Mirzaei, F. and Liaghat, A.M. 2013. Soil and canopy energy balances in a maize field with subsurface drip irrigation. IAHS-AISH publication. 278-282.

Lamm, F.R. 2016. Cotton, tomato, corn, and onion production with subsurface drip irrigation: A review. Transactions of the ASABE. 59(1): 263-278.

Leonardo N.S. dos Santosa, Edson E. Matsura, IvoZ. Gonc¸alves, Eduardo A.A. Barbosa, Aline A. Nazário, Natalia F. Tuta, Marcelo C.L. Elaiuy, Daniel R.C. Feitosa, Allan C.M. de Sousa. 2016. Water storage in the soil profile under subsurface

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.3, Vol. 17, Aug.-sEP. 2023, p. 429-437

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۷، مرداد - شهریور ۱۴۰۲، ص. ۴۳۷-۴۲۹

Examining the yield and water efficiency of corn at different levels of irrigation water and the depth of drip pipes under subsurface drip irrigation

N. Kouhi chelleh karan[1*], H. Najafi Nejad[2], E. Kanani[3]

Recived: Dec.08, 2022 Accepted: Mar.13, 2023

Abstract

The growing population, drought challenges in the present and future, and competition from other sectors for water resources have made irrigation systems that use less water an effective solution for ensuring sustainable development in agriculture. In spite of the drought conditions and lack of water in most parts of Iran, fodder corn is the major source of silage fodder. For the purpose of investigating the effects of subsurface drip irrigation systems on fodder corn cultivation and determining the efficiency of water consumption, a split plot design was conducted at Jopar Kerman Agricultural Research Station for a period of two crop years using randomized complete block designs with three replications. In the research, three levels of irrigation (I1=100, I2=75, and I3=50 percent of the water requirement) were assessed as the main factor, and two depths of subsurface pipes with drippers (inline) were assessed as the sub-main factor. According to the results, the effects of year and irrigation level are significant at the probability level of 1% on the dry and wet yields of fodder corn. Among the treatments of different irrigation levels, the treatment of 100% water requirement obtained the highest yield by producing 77250kg/ha of wet fodder and 15447kg/ha of dry fodder. A 20% and 52% yield difference was observed between the 100% water requirement treatment and the 75% and 50% water requirement treatments. In terms of WP, there was a significant difference between the two treatments of 30 cm soil depth and 40 cm soil depth; the highest WP was observed in the 30 cm soil depth treatment. In both years of the study, the irrigation treatment of 50% of the water requirement had the lowest WP (average 1.2 kg/m^3). Additionally, the average amount of water consumed by the treatments of 50, 75, and 100% of fodder corn water requirements was 3200, 4100, and 5200 m^3/ha, respectively. As a result of the results of this research, it has been recommended that for the production of fodder corn in the Jopar Kerman region, a planting depth of 30 cm with a 100% water requirement under subsurface drip irrigation with a water consumption of 5200 m^3/ha will be used.

Keywords: Depth of drip line, Sub-surface drip irrigation, Water consumption, Water productivity

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO),Kerman, Iran
2- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran
3 - Ph.D. Student, Department of Irrigation and Drainage, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
(*Corresponding Author Email: nakch71@yahoo.com)