



بهینه‌سازی مصرف آب با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار (Tape) و بیلان رطوبتی خاک در زراعت ذرت دانه‌ای در کرمان

نادر کوهی چله‌کران^۱، حمید نجفی‌نژاد^۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۵/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۰۶

برگرفته از طرح تحقیقاتی

چکیده

به دلیل قرار گرفتن موقعیت جغرافیایی کشور ایران در شرایط خشک و نیمه خشک، همواره کم‌آبی و خشکسالی کشاورزی را تهدید می‌کند. آبیاری نواری تحت فشار (Tape) نمونه‌ای از سیستم‌های آبیاری تحت فشار است که در استفاده بهینه از آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین زمان و مقدار آبیاری با در نظر گرفتن عوامل وابسته بسیار پیچیده است و از مشکلاتی است که همواره در پیش روی کشاورزان و کارشناسان بوده است. هدف از این طرح ارزیابی سطوح مختلف آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری نواری تحت فشار (Tape) و تعیین آب مورد نیاز با استفاده از تانسومتر در زراعت ذرت دانه‌ای بود. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و و چهار تیمار آبیاری که شامل ۳ تیمار مکش در $1/2 FC$ ، $1/5 FC$ و $1/8 FC$ و تیمار آبیاری برابر با نیاز آبی خالص گیاه (تیمار شاهد) بود که به مدت سه سال (۱۳۸۹-۱۳۹۱) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرمان اجرا شد. برای اعلام زمان آبیاری با استفاده از تانسومتر هنگامی که میزان تخلیه آب به حد نصاب آبیاری برای هر کدام از تیمارها رسید، عملیات آبیاری صورت گرفت. با توجه به دور و مقادیر آبیاری در تیمارها، تیمار شاهد بیشترین عملکرد محصول و بهترین کارایی مصرف آب را داشت. با این وجود تیمار $1/2 FC$ نسبت به سایر تیمارها عملکردی نزدیک به تیمار شاهد داشت. با توجه به این که میزان آب مصرفی در تیمارها تقریباً نزدیک به هم بوده و حتی تیمارهای $1/5 FC$ و $1/8 FC$ نسبت به تیمار $1/2 FC$ اندکی آب بیشتری نیز مصرف کرده‌اند اما به دلیل این که دور آبیاری در تیمار $1/2 FC$ نسبت به تیمارهای دیگر کمتر بوده است و کرت‌ها زودتر از تیمارهای دیگر آبیاری شدند عملکرد در غالب صفات مورد مطالعه بهتر گردیده است. با توجه به پارامترهای بررسی شده در این مطالعه می‌توان تیمار $1/2 FC$ را که نیازی به محاسبات عددی ندارد برای استفاده زارعین پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای نواری (Tape)، کم‌آبیاری، بیلان آب خاک، تانسومتر، ذرت دانه‌ای.

^۱ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. تلفن تماس: ۰۹۱۳۲۴۰۸۷۷۴ - پست الکترونیکی نگارنده مسئول: nakch71@yahoo.com

^۲ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت و کاهش سالانه نزولات جوی و محدود بودن منابع تامین کننده آب، استفاده بهینه از منابع آبی موجود برای کشت گیاهان زراعی در بخش کشاورزی می‌تواند یکی از بهترین گزینه‌ها برای ایجاد کشاورزی پایدار باشد. توسعه روزافزون استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای تیپ در زراعت‌های ردیفی و صیفی ایجاب می‌کند تا تحقیقات گسترده‌ای در رابطه با این سیستم‌ها از جنبه‌های گوناگون انجام شود. یکی از مشکلاتی که زارعین با آن سروکار دارند نحوه استفاده صحیح آب در سیستم‌های تحت فشار می‌باشد (مدیریت و بهره‌وری درست از سیستم). زیرا اکثر زارعین از دانش و اطلاعات علمی در زمینه کاربرد دقیق آب مورد نیاز گیاه بی‌بهره هستند لذا در استفاده از سیستم‌ها دچار مشکل شده و گاهی آب بیشتر از حد در اختیار گیاه قرار داده و گاهی هم آب کمتر، که با توجه به هزینه ایجاد سیستم تحت فشار و عدم به کارگیری صحیح از آن با نتایج نه‌چندان مناسب در عملکرد محصول مواجه می‌شوند. یکی از مسائل خاص دور و زمان آبیاری می‌باشد که برای زارعین مشکل ساز می‌باشد. استفاده از تانسیموتر جهت اعلام زمان آبیاری یکی از روش‌های ساده‌ای است که می‌تواند برای زارعین مفید و بی‌دغدغه باشد، چرا که فقط با یکبار مشخص نمودن منحنی رطوبتی خاک مزرعه می‌توان به سهولت هم زمان و هم حجم آب مصرفی برای مزرعه را به راحتی به دست آورد. به عنوان مثال اگر در مزرعه‌ای تانسیموتر عدد ۴۵ را نشان دهد با استفاده از منحنی رطوبتی خاک می‌توان حجم آب مورد نیاز تا ظرفیت زراعی مزرعه را بدست آورد و آبیاری را آغاز نمود. با مشخص نمودن اعداد

مختلف تانسیموتر و منحنی رطوبتی خاک در دفعات بعدی کار کشاورزان برای آبیاری راحت‌تر خواهد شد. یکی از روش‌های تعیین زمان آبیاری اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک و میزان آب تخلیه شده توسط گیاه (تبخیر و تعرق) می‌باشد که اصطلاحاً حدود Depletion در خاک تعریف گردیده‌است. چندین روش برای تعیین رطوبت خاک در منابع ذکر گردیده است. به عنوان مثال می‌توان مقدار آب موجود در خاک را توسط تانسیموتر، نمونه‌های وزنی خاک، بلوک‌های گچی، TDR، دستگاه رطوبت سنج (تراپیم) یا نوترون متر اندازه‌گیری کرد.

مولایی و همکاران (۱۳۹۱) پژوهشی در مورد اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای- تیپ و بارانی بر عملکرد و کرائی مصرف آب در سه بستر کاشت در شرایط مختلف مصرف کود آلی برای دو رقم سیب زمینی بورن و ساتینا انجام دادند. در تحقیق مذکور آبیاری بر اساس مقدار تخلیه مجاز رطوبت از خاک انجام شده است و حجم آب کاربردی برای آبیاری قطره‌ای در کل دوره رشد ۶۲۸۰ متر مکعب بر هکتار و برای آبیاری بارانی ۷۴۷۰ متر مکعب بر هکتار به دست آمده است. بیشترین عملکرد سیب‌زمینی ارقام بورن و ساتینا در آبیاری قطره‌ای- تیپ به ترتیب ۲۵/۲۹ و ۲۴/۹۵ تن بر هکتار و کمترین عملکرد در آبیاری بارانی ۱۶/۴۵ و ۱۷/۳۱ تن بر هکتار بدست آمد. آبیاری قطره‌ای- تیپ با مصرف ۱۶ درصد آب کمتر نسبت به آبیاری بارانی، برای ارقام سیب‌زمینی بورن و ساتینا به ترتیب ۳۴ درصد و ۳۰ درصد افزایش عملکرد در واحد سطح داشته است.

در تحقیقی که برای آبیاری خیار از تانسیموتر استفاده شده است و تیمارهای آبیاری شامل سه حد

¹ Time domain refractometry



همکاران (Shaozhong et al, 1998) در آزمایشی که در آن ضریب کارایی مصرف آب برای ذرت تحت کم‌آبیاری کنترل شده مورد مطالعه قرار گرفت و تیمارهای آبیاری بر اساس درصدهایی از ظرفیت زراعی (۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد) بوده است، بالاترین مقدار آب مصرفی را برابر با ۵۰۲ میلی‌متر و کمترین آن را برابر با ۳۵۰ میلی‌متر گزارش نموده‌اند که کارایی مصرف آب برای مقادیر فوق به ترتیب برابر با ۲/۶۱ و ۲/۳۱ گرم بر متر مربع بر میلی‌متر بوده است. همچنین یانگ‌کیانگ و همکاران (Yongqiang et al, 2004) در تحقیق دیگری اثر کمبود آب در خاک را بر روی تبخیر و تعرق، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در ذرت و گندم مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق برای ذرت دو تیمار متفاوت در نظر گرفته شده بود که برابر با ۰/۸ و $\theta / \theta_{Fc} = 1$ که θ متو سط حجم آب در خاک در ناحیه ریشه و θ_{Fc} متو سط ظرفیت زراعی در ناحیه ریشه می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد ذرت با مقدار ۶۱۷۰ کیلوگرم در هکتار و با کارایی مصرفی برابر با ۱/۷۲ کیلوگرم در هکتار که در تیمار $\theta / \theta_{Fc} = 1$ بدست آمد نسبت به تیمار ۰/۸ $\theta / \theta_{Fc} =$ با عملکرد ۳۵۳۰ کیلوگرم در هکتار و کارایی مصرفی برابر با ۱/۳۹ کیلوگرم در هکتار از افزایش قابل قبولی برخوردار بود.

روش تحقیق

به منظور ارزیابی سطوح مختلف آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری نواری تحت فشار (Tape) و تعیین آب مورد نیاز با استفاده تانسیموتر پژوهشی به مدت ۳ سال (۱۳۸۹-۱۳۹۱) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جوپار کرمان انجام گرفت. در این تحقیق از تانسیموترها

آستانه پتانسیل آب با مقادیر (hpa) ۶۰۰-، ۳۰۰- و ۱۵۰- بودند نتایج به دست آمده بیانگر افزایش قابل توجه عملکرد در تیمارهای (hpa) ۱۵۰- و ۳۰۰- نسبت به تیمار (hpa) ۶۰۰- بوده است، به طوری که پیشنهاد شده است برای آبیاری با استفاده از تانسیموتر در زراعت خیار برای منطقه مورد آزمایش از حد آستانه پتانسیل آب بین ۱۵۰- و ۳۰۰- (hpa) استفاده گردد (Suojala et al., 2005). باتاری و همکاران (Bhattarai et al., 2003) رشد پنبه را در شرایط آبیاری قطره‌ای زیرزمینی و فارو در استرالیا مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق که لاترال‌ها در عمق ۴۰ سانتی‌متری و به فاصله ۱۰۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار داشتند عملکرد محصول در آبیاری زیر زمینی با تأمین ۷۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه مشابه عملکرد محصول در آبیاری سطحی با ۱۰۰ تبخیر و تعرق بدست آمد.

در تحقیقی که در صربستان و مونته‌نگرو توسط بوسنجاک و همکاران (Bosnjak, et al., 1995) بر روی سبب زمینی انجام گرفت مقادیر ۶۰٪، ۷۰٪ و ۸۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه (FWC) که قبل از آبیاری اندازه‌گیری شده‌اند به عنوان تیمار آبیاری لحاظ گردیده است و ۵۵٪ آب موجود در خاک برای شروع آبیاری در نظر گرفته شده است. نتایج حاکی از تاثیر مثبت تیمارهای اعمال شده بر عملکرد غده‌ها و اندازه آنها بوده است به طوری که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار ۷۰ درصد (ظرفیت زراعی مزرعه) با مقدار آب ۴۷۰ میلی‌متر بوده است. رودس و همکاران (Rhoads et al. 1973) گزارش کردند که بالاترین عملکرد ذرت وقتی که پتانسیل آب خاک در لایه ۳۰ سانتی‌متری بالایی برابر با ۱۰ Kpa- (برای خاک شنی) و ۴۰ Kpa- (برای خاک رسی) باشد بدست می‌آید. شائوژانگ و

برای تهیه داده‌های آزمایش استفاده گردید. فاصله بین تکرارهای آزمایش که بصورت عمودی کنار هم قرار داشتند ۱/۵ متر و فاصله بین نوارهای آزمایش ۷۵ سانتی‌متر بود. رقم مورد استفاده ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود که با توجه به تحقیقات انجام شده در ۳۱ اردیبهشت با تراکم ۸۵۴۷۰ بوته در هکتار (فواصل ۱۸×۶۵ سانتی‌متر) کشت گردید.

در این تحقیق در هر سه سال مقدار نیتروژن استفاده شده از منبع کود اوره ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار و مقدار P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل در سال اول، دوم و سوم به ترتیب ۵۰، ۴۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی و رطوبت خاک در مکش‌های مختلف در سه عمق ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۶۰ در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. اولین و دومین آبیاری به فاصله ۱ هفته به صورت سطحی انجام گرفت و پس از آن با قرار دادن نوارهای تیپ در مزرعه آبیاری به صورت تحت فشار انجام گرفت. نوارهای تیپ (Tape) از نوع ۱۷۵ میکرون با روزه‌های ۳۰ سانتی‌متری ساخت داخل کشور بود. آبدهی این نوارها ۴/۵ لیتر در ساعت در هر متر طول در فشار کاری ۰/۷-۰/۳ اتم سفر بود. ضریب تغییرات نوارهای آبیاری ۱۷۵ میکرون تا طول ۱۰۰ متر کمتر از ۴/۵ درصد ذکر گردیده است. برای تعیین عملکرد دانه پس از حذف خطوط حاشیه بلال‌های دو خط وسط هر کرت برداشت شد و عملکرد دانه بر مبنای تن در هکتار و با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. اندازه‌گیری ارتفاع بوته با استفاده از هشت بوته تصادفی، قطر بلال، طول بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال با استفاده از هشت بلال تصادفی و وزن هزار دانه با استفاده از دو نمونه ۲۵۰ عددی انجام شد. کارائی مصرف آب (WUE) از تقسیم میزان دانه تولید شده

برای اعلام زمان آبیاری استفاده شد. تانسئومترها از نوع فلزی ثابت بودند که در سه عمق ۱۵، ۴۵ و ۶۵ سانتی‌متری و در وسط هر کرت و در بین دو خط کشت نصب گردیدند به طوری که از تانسئومتر عمق ۱۵ سانتی‌متری جهت قرائت در مراحل اولیه رشد، از تانسئومتر عمق ۴۵ سانتی‌متری جهت قرائت در مراحل میانی رشد و از تانسئومتر عمق ۶۵ سانتی‌متری جهت قرائت در مراحل پایانی رشد استفاده گردید. برای نصب تانسئومترها از اگر استفاده شد به طوری که با استفاده از این وسیله در وسط هر کرت و در سوراخی ایجاد شد و سپس تانسئومترها در عمق مورد نظر نصب گردیدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. چهار تیمار آبیاری شامل ۳ تیمار مکش (۱/۲FC، ۱/۵FC و ۱/۸FC) و تیمار آبیاری (تیمار چهارم) برابر با نیاز آبی خالص گیاه بود که از روی داده‌های هواشناسی و بر اساس فرمول پنمن-مونتیتم محاسبه و پس از اعمال ضریب گیاهی به صورت حجمی در اختیار گیاه قرار داده شد. برای مشخص کردن حجم آبیاری با استفاده از تانسئومتر، به کمک منحنی رطوبتی خاک رطوبت حجمی متناظر با مکش‌های فوق محاسبه شد و سپس با استفاده از رطوبت خاک در هر یک از تیمارها و رطوبت خاک در FC عمق آبیاری تعیین شد و سپس عدد به دست آمده در سطح کرت‌ها ضرب شد تا حجم آب آبیاری به دست آید. برای اعلام زمان آبیاری با استفاده از تانسئومتر هنگامی که میزان تخلیه آب به حد نصاب آبیاری برای هر کدام از تیمارها رسید عملیات آبیاری صورت گرفت. سیستم به کار گرفته شده در این تحقیق سیستم آبیاری نواری تحت فشار (Tape) بود. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۶ متر بود که پس از حذف حاشیه‌ها فقط از دو ردیف وسط



مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

در هر کرت بر میزان آب مصرف شده در هر کرت بر مبنای کیلوگرم دانه بر متر مکعب آب مصرفی به دست آمد. آمار و ارقام جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS.9.2 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و برای

جدول (۱): نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

| عمق خاک (سانتی متر) | شن (درصد) | سیلت (درصد) | رس (درصد) | EC (dS m ⁻¹) | pH |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|--------------------------|-----|
| ۳۰-۰ | ۸۶ | ۸ | ۶ | ۱/۴۵ | ۸ |
| ۳۰-۶۰ | ۸۱ | ۹ | ۱۰ | ۰/۸ | ۷/۶ |
| ۶۰-۹۰ | ۸۰ | ۱۱ | ۹ | ۰/۷۶ | ۷/۳ |

جدول (۲): رطوبت موجود در مکش‌های مختلف

| عمق خاک (سانتیمتر) | ظرفیت مزرعه (FC%) | نقطه پژمردگی (WP%) | ۱/۲ FC (%) | ۱/۵ FC (%) | ۱/۸ FC (%) |
|--------------------|-------------------|--------------------|------------|------------|------------|
| ۳۰-۰ | ۱۶/۳ | ۵/۸۴ | ۱۲/۵۷ | ۱۱/۴ | ۹/۹ |
| ۳۰-۶۰ | ۱۶/۵ | ۶/۶ | ۱۲/۸ | ۱۲ | ۱۰/۳ |
| ۶۰-۹۰ | ۱۷/۲ | ۷/۳ | ۱۳/۳ | ۱۲/۷ | ۱۱/۱ |

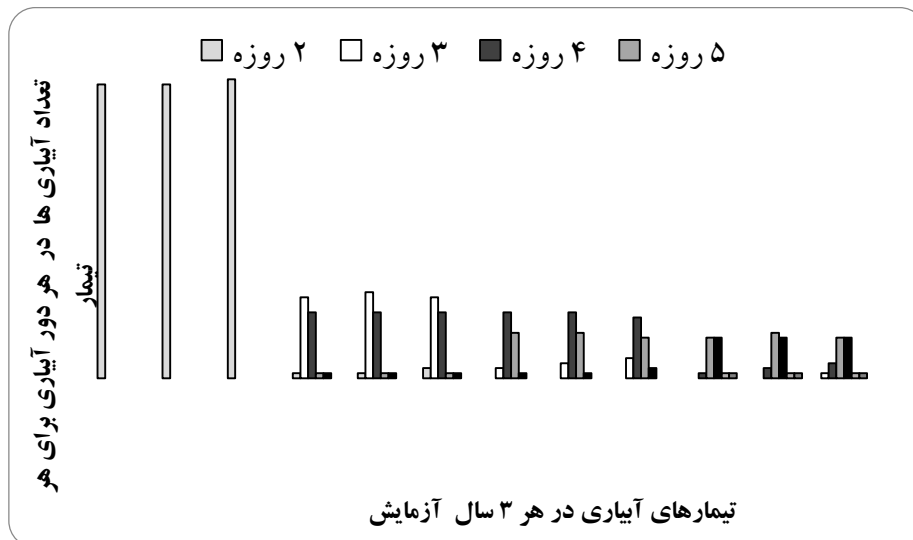
نتایج

دور آبیاری

در این تحقیق دور آبیاری برای تیمار شاهد به صورت یک روز در میان، اما برای ۳ تیمار دیگر (اعلام زمان آبیاری با استفاده از تانسیموتر) متغیر بود (شکل ۱). با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌گردد که تعداد آبیاری‌ها در تیمار شاهد که ۲ روزه بود در هر سه سال تقریباً به یک اندازه می‌باشد. بیشترین تعداد دور آبیاری ۳ روزه در هر سه سال متعلق به تیمار ۱/۲FC بود. در تیمار ۱/۵FC نیز به تعداد اندکی دور آبیاری سه روزه

مشاهده گردید که در سال سوم این تعداد بیشتر از بقیه سال‌ها بود. در تیمار ۱/۸FC دور آبیاری سه روزه مشاهده نگردید. دور آبیاری ۴ روزه بیشترین دور آبیاری بود که در دو تیمار ۱/۲FC و ۱/۵FC مشاهده گردید و تقریباً در هر سه سال آزمایش در تیمارهای فوق برابر بود. بیشترین دور آبیاری ۵ روزه در تیمار ۱/۵FC و ۱/۸FC مشاهده گردید. دوره‌های آبیاری ۶، ۷ و ۸ روزه به تعداد اندک و فقط در دو تیمار ۱/۵FC و ۱/۸FC مشاهده گردید. این اختلاف در دوره‌های آبیاری با رشد گیاه نیز در ارتباط بود به طوری که با ادامه رشد گیاه علیرغم گرم بودن هوا دور آبیاری طولانی‌تر شد که ناشی

از توسعه عمقی ریشه‌های گیاه و استفاده گیاه از ذخیره
آبی بیشتر خاک بود



شکل ۱- تعداد آبیاری و دور آبیاری برای تیمارهای مختلف در سه سال

جدول (۳): جدول تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری نواری در سه سال

| منبع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد دانه | وزن هزار دانه | تعداد دانه در ردیف | تعداد ردیف دانه |
|-------------------------|------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------|
| سال | ۲ | ۱۱۳۳۵۶۷/۳۶ | ۱۲۸۰/۴۲۸۶ | ۱۱/۸۶۱ | ۱/۱۵۵ |
| تکرار در سال | ۶ | ۳۹۰۰۷۱/۵۳ | ۸۷۳/۳۰۱۹ | ۱/۷۹۱ | ۰/۷۷۱ |
| آبیاری | ۳ | ۳۰۸۹۳۴۴۶/۹۹** | ۷۵۸۹/۲۲۶۹** | ۹۶/۱۶۱** | ۸/۵۵۳** |
| اثر متقابل سال × آبیاری | ۶ | ۲۸۸۶۶۳/۶۶** | ۱۹/۶۳۶۳ | ۲/۲۶۵* | ۰/۰۰۱ |
| خطا | ۱۸ | ۵۹۸۴۵/۶ | ۳۰۵/۸۲۳۸ | ۰/۵۸۸ | ۰/۰۷۵ |
| ضریب تغییرات (%) | - | ۶/۰۶ | ۸/۲۶ | ۴/۸۱ | ۱/۹۱ |

ادامه جدول (۳)

| منبع تغییرات | درجه آزادی | قطر بلال | طول بلال | ارتفاع بوته | کارائی مصرف آب |
|-------------------------|------------|----------|----------|-------------|----------------|
| سال | ۲ | ۰/۴۵۳۹ | ۲/۴۷۹۱** | ۷۱۸/۶۱۴۵** | ۰/۰۰۳۸۳۶ |
| تکرار در سال | ۶ | ۰/۱۷۶۰ | ۰/۰۲۴۹ | ۱۵/۴۳۰۶ | ۰/۰۰۳۳۹۱ |
| آبیاری | ۳ | ۱/۵۵۷۵** | ۶/۳۳۲۱** | ۶۸۹/۳۳۱۰** | ۰/۲۱۴۳۷۴** |
| اثر متقابل سال × آبیاری | ۶ | ۰/۰۰۱۲ | ۰/۰۰۲۰ | ۰/۲۷۵۳ | ۰/۰۰۴۰۹۹** |
| خطا | ۱۸ | ۰/۰۷۹۰ | ۰/۰۲۴۹ | ۰/۳۲۶۶ | ۰/۰۰۰۵۶۵ |
| ضریب تغییرات (%) | - | ۶/۸ | ۱/۹ | ۲/۵۷ | ۶ |

**, ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد



جدول (۴): مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت تحت تأثیر برهمکنش سال در سطوح مختلف آبیاری

| سال | سطوح آبیاری | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | کارایی آب مصرفی | تعداد دانه در ردیف | تعداد ردیف دانه | وزن هزار دانه (گرم) | قطر بلال (سانتی‌متر) | طول بلال (سانتی‌متر) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) |
|------|-------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| ۱۳۸۹ | شاهد | ۹۷۰۰ bc | ۰/۹۴۷ a | ۴۱/۷۰۰ b | ۱۹/۴۱ aa | ۲۴۹/۹ a | ۴/۶۳ a | ۱۵/۷۸ a | ۲۴۰/۷۴ a |
| | ۱/۲FC | ۹۴۱۵ c | ۰/۹۷ a | ۴۱/۵۰۰ b | ۱۹/۲۸ a | ۲۳۷/۲ a | ۴/۵۹ a | ۱۵/۵۴ ab | ۲۳۷/۶ b |
| | ۱/۵FC | ۶۳۳۰ f | ۰/۶ d | ۳۵/۶۳۳ e | ۱۷/۷۹ d | ۲۰۶/۲ bcd | ۴/۲۵ ab | ۱۴/۸۷ c | ۲۲۹/۳ c |
| | ۱/۸FC | ۵۵۰۰ g | ۰/۵۷ e | ۳۳/۸۶۶ f | ۱۷/۴۹ ed | ۱۹۳/۵ cde | ۳/۶۸ cde | ۱۳/۸۷ d | ۲۲۰/۴ g |
| ۱۳۹۰ | شاهد | ۱۰۱۳۳ a | ۰/۹۶۷ ab | ۴۳/۲۶۰ a | ۱۹/۲۳ ab | ۲۴۳/۴ a | ۴/۳ ab | ۱۵/۷۰ ab | ۲۲۹/۷ c |
| | ۱/۲FC | ۹۴۵۰ c | ۰/۹۳۳ a | ۴۲/۶۳۰ ab | ۱۹/۱۰ abc | ۲۳۱/۰ ab | ۴/۲۹ ab | ۱۵/۴۶ b | ۲۲۶/۷ d |
| | ۱/۵FC | ۷۳۸۳ e | ۰/۷۴۷ c | ۳۷/۶۰۰ cd | ۱۷/۶۰ ed | ۱۹۲/۵ cde | ۳/۹۸ bc | ۱۴/۸۰ c | ۲۱۸/۸ h |
| | ۱/۸FC | ۶۴۱۶ f | ۰/۶۵۷ d | ۳۶/۴۶۰ de | ۱۷/۳۰ ef | ۱۷۹/۴۳ ed | ۳/۴۴ ed | ۱۳/۸۱ d | ۲۱۰/۳ g |
| ۱۳۹۱ | شاهد | ۹۹۰۰ ab | ۰/۹ ab | ۴۱/۹۳۳ b | ۱۸/۷۷ bc | ۲۳۲/۴۰ ab | ۴/۲۳ ab | ۱۴/۹۱ c | ۲۲۵/۱ e |
| | ۱/۲FC | ۸۸۵۰ d | ۰/۸۳ b | ۴۱/۶۳۰ b | ۱۸/۶۴ c | ۲۲۰/۴۳ abc | ۴/۱۹ ab | ۱۴/۶ c | ۲۲۲/۲ f |
| | ۱/۵FC | ۶۹۸۰ e | ۰/۷۳ c | ۳۸/۱۶۰ c | ۱۷/۲۲ ef | ۱۸۳/۹۳ cd | ۳/۸۸ bcd | ۱۴/۰ d | ۲۱۴/۴ i |
| | ۱/۸FC | ۶۱۶۰ f | ۰/۶۴ d | ۳۷/۴۰۰ cd | ۱۶/۹۳ f | ۱۶۷/۶ e | ۳/۳۶ e | ۱۳/۱ e | ۲۰۶/۱۸ k |

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول (۵): مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

| سال | طول بلال (سانتی‌متر) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | قطر بلال (سانتی‌متر) | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد ردیف دانه | تعداد دانه در ردیف | کارایی آب مصرفی | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|-------------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------------------|
| ۱۳۸۹ | ۱۹/۰۱۶۶۷ a | ۲۳۲/۰۵ a | ۴/۲۹۳ a | ۲۲۱/۷۵ a | ۱۴/۴۹۷۵ a | ۳۸/۱۷۵ b | ۰/۷۸۰ a | ۷۷۳۶/۳ a |
| ۱۳۹۰ | ۱۸/۹۴۱۶۷ a | ۲۲۱/۴۲ b | ۴/۰۱۴ a | ۲۱۱/۶۰ a | ۱۴/۳۲۵۰ a | ۳۹/۹۹۱ a | ۰/۸۱۳ a | ۸۳۴۵/۸ a |
| ۱۳۹۱ | ۱۸/۱۹۴۵۸ b | ۲۱۶/۹۹ c | ۳/۹۱۹ a | ۲۰۱/۰۹ a | ۱۳/۸۹۵۰ a | ۳۹/۷۸۳ a | ۰/۷۸۴ a | ۷۹۷۲/۵ a |
| سطوح آبیاری | | | | | | | | |
| شاهد | ۱۹/۴۶۵ a | ۲۳۱/۸۶ a | ۴/۳۹۸ a | ۲۴۱/۹۲ a | ۱۵/۱۴۲۲ a | ۴۲/۳۰۰ a | ۰/۹۲۴ a | ۹۹۱۱/۱ a |
| ۱/۲FC | ۱۹/۲۳۵۵ b | ۲۲۸/۸۵ b | ۴/۳۶۲ a | ۲۲۹/۵۶ a | ۱۵/۰۰۸۹ a | ۴۱/۹۲۲ a | ۰/۹۲۱ a | ۹۲۳۸/۳ b |
| ۱/۵FC | ۱۸/۵۷۶۶ c | ۲۲۰/۸۶ c | ۴/۰۴۱ b | ۱۹۴/۲۳ b | ۱۳/۵۵۱۱ b | ۳۷/۱۳۳ b | ۰/۷۰۶ b | ۶۸۹۷/۸ c |
| ۱/۸FC | ۱۷/۵۹۳۳ d | ۲۱۲/۳۵ d | ۳/۵۰۰ c | ۱۸۰/۲۰ b | ۱۳/۲۵۴۴ c | ۳۵/۹۱۱ c | ۰/۶۱۹ c | ۶۰۲۵/۶ d |

کارایی آب مصرفی

کارایی آب مصرفی عبارت است از میزان ماده خشک تولید شده بر حسب کیلوگرم به ازای آب مصرف شده بر حسب متر مکعب. این پارامتر در مناطقی که آب یک عامل محدودکننده عملکرد محصول است بسیار مهم می‌باشد. کارایی آب مصرفی تحت تاثیر تیمار آبیاری و برهمکنش سال در تیمار آبیاری معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین کارایی آب مصرفی تحت تاثیر برهمکنش سال در تیمار آبیاری در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به جدول فوق در هر سه سال آزمایش تیمارهای شاهد و $1/2FC$ در یک گروه آماری قرار گرفتند و بیشترین کارایی آب مصرفی را داشتند درحالی‌که کمترین کارایی آب مصرفی به تیمار $1/8FC$ تعلق داشت. این وضعیت در جدول ۵ نیز قابل مشاهده است. در تیمار آبیاری بر مبنای $1/2FC$ علیرغم عملکرد محصول پایین‌تر این تیمار نسبت به تیمار شاهد، کارایی آب مصرفی آن در سطح تیمار شاهد بود (جدول ۴) که ناشی از مصرف آب کمتر در این تیمار می‌باشد (جدول ۶). کمتر بودن کارایی آب مصرفی در تیمارهای $1/5FC$ و $1/8FC$ را می‌توان به دور آبیاری طولانی‌تر این دو تیمار (شکل ۱) به خصوص در مراحل بحرانی اولیه رشد گیاه مرتبط دانست. در بحث اثر آبیاری بر عملکرد گیاه بایستی توجه نمود که با آبیاری برای رسیدن به حداکثر عملکرد، حداکثر کارایی مصرف آب به دست نمی‌آید (Howell, 1990). به نظر می‌رسد اعمال کم آبیاری و تنش برای ذرت چندان مثرثمر نباشد، همچنان‌که نتایج تحقیقات اک (Eck, 1984) نشان داده است کم آبیاری ذرت باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد. موزیک و دوسک (Musick and Dusek, 1980) بیان نمودند که حداکثر کارایی مصرف آب وقتی حاصل می‌شود که آبیاری در شرایط تنش ملایم و یا در دوره‌های خشکی انجام شود. گونه‌های مقاوم به تنش

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه تحت تاثیر تیمار آبیاری و برهمکنش سال در تیمار آبیاری معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر برهمکنش سال در تیمار آبیاری در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به جدول فوق ملاحظه می‌گردد که تیمار شاهد در هر سه سال مطالعه در مقایسه با سایر تیمارهای آبیاری از بیشترین و تیمار $1/8FC$ از کمترین عملکرد دانه برخوردار بوده است. سایر تیمارهای آبیاری از عملکرد دانه متوسطی برخوردار بودند. با توجه به جدول ۶ و شکل ۱ کمترین حجم آب مصرف شده، بیشترین دور آبیاری و کمترین تعداد آبیاری متعلق به تیمار $1/8FC$ و بیشترین حجم آب مصرف شده با کمترین دور آبیاری به تیمار شاهد تعلق داشت. بنابراین کمتر بودن عملکرد دانه در تیمار $1/8FC$ را می‌توان به دور آبیاری طولانی‌تر و حجم آب مصرف شده کمتر این تیمار نسبت به سایر تیمارها مرتبط دانست. محققان زیادی رابطه بین عملکرد و مقدار آب مصرف شده را خطی گزارش نموده‌اند، اما در بحث اثر آبیاری بر عملکرد گیاه بیان شده است که با آبیاری برای رسیدن به حداکثر عملکرد، حداکثر کارایی مصرف آب به دست نمی‌آید (Bordovsky and Lyle, 1996; Tolck and Howell, 2003). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج برخی محققین که کاهش عملکرد اقتصادی محصول ذرت را تحت شرایط کم آبیاری گزارش نموده‌اند مطابقت دارد (Musick and Dusek, 1980; Najafinezhad, 2014).



تیمارهای کم آبیاری در کل فصل رشد گیاه ذرت می‌توان بیان نمود که تنش اعمال شده در طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه با محدود نمودن شرایط مطلوب فتوسنتزی و انتقال مواد فتوسنتزی اندک برای رشد دانه به کاهش وزن هزار دانه ذرت در تیمارهای آبیاری $1/5FC$ و $1/8FC$ منجر شده است. کاهش وزن هزار دانه ذرت تحت تنش کم آبی در مطالعات زیادی گزارش شده است. (Kamara et al., 2003)

تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال

تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال نقش تعیین کننده‌ای در عملکرد نهایی گیاه ایفا می‌نمایند. تعداد دانه در ردیف بلال تحت تاثیر تیمار آبیاری و برهمکنش سال در تیمار آبیاری معنی‌دار بود، اما تعداد ردیف دانه در بلال فقط تحت تاثیر تیمار آبیاری معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی برهمکنش سال در تیمار آبیاری نشان داد که تیمارهای شاهد و $1/2FC$ در هر سه سال نسبت سایر تیمارهای آبیاری برتری معنی‌داری داشته و از تعداد دانه در ردیف بیشتری برخوردارند (جدول ۴). در سال اول تیمار آبیاری $1/5FC$ از تعداد دانه در ردیف بیشتری نسبت به تیمار آبیاری $1/8FC$ برخوردار بود اما در سال دوم و سوم تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای فوق نبود (جدول ۴). تعداد ردیف دانه در بلال از دیگر اجزاء تشکیل دهنده عملکرد در ذرت بوده و کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. از لحاظ تعداد ردیف دانه در بلال تیمارهای آبیاری شاهد و $1/2FC$ در یک گروه آماری قرار گرفتند و بیشترین مقدار را داشتند و تیمار آبیاری $1/8FC$ کمترین تعداد ردیف دانه را داشت (جدول ۵). تحت تنش قرار گرفتن دو تیمار آبیاری $1/8FC$ و $1/5FC$ در مراحل اولیه رشد گیاه به خاطر دور آبیاری طولانی‌تر می‌تواند علت اصلی اختلاف با تیمارهای شاهد و $1/2FC$ باشد. در این خصوص

خشکی راند مان مصرف آب را از طریق کاهش تلفات آب حفظ می‌نمایند ولی به هر حال در مواقعی که رشد گیاه به مقدار زیادی تحت تاثیر تلفات آب قرار می‌گیرد کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد. در این مطالعه به نظر می‌رسد کم آبیاری با دور آبیاری طولانی‌تر در تیمارهای $1/5FC$ و $1/8FC$ توانسته با کاهش رشد رویشی و زایشی گیاه و تحمیل تنش شدید بر گیاه ضمن کاهش عملکرد اقتصادی منجر به کاهش کارایی آب مصرفی شود اما در تیمار $1/2FC$ به دلیل دور آبیاری کمتر و مصرف آب بیشتر و اعمال تنش ملایم در گیاه اگر چه عملکرد دانه آن نسبت به شاهد کاهش داشته است اما کارایی آب مصرفی افزایش یافته و در سطح تیمار شاهد قرار گرفته است. در شرایط تنش ملایم با بسته شدن جزئی روزنه‌ها چون کاهش تعرق بیش از کاهش غلظت CO_2 در داخل سلول تحت تاثیر قرار می‌گیرد بنابراین تعرق بیشتر از فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد، اما در تنش شدید چون روزنه‌ها به طور کامل بسته می‌شوند کارایی مصرف آب به دلیل کاهش قابل توجه فتوسنتز کاهش می‌یابد (Taiz and Zeiger, 1998).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه یکی از اجزای عملکرد دانه ذرت بوده که تحت تاثیر مدیریت مزرعه می‌تواند تغییر نماید. این صفت تحت تاثیر سال و تیمارهای مختلف آبیاری به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بود (جدول ۳). همان طور که از جدول ۵ مشخص است تیمارهای شاهد و $1/2FC$ در یک گروه آماری قرار گرفته و در مقایسه با سایر تیمارهای آبیاری از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند. کمتر بودن وزن هزار دانه در تیمارهای $1/5FC$ و $1/8FC$ را می‌توان به دور آبیاری بیشتر (شکل ۱) و همچنین مصرف آب کمتر در تیمارهای فوق مربوط دانست (جدول ۶). با توجه به اعمال

داشت (جدول ۵). کمتر بودن صفات فوق در تیمارهای آبیاری $1/5FC$ و $1/8FC$ در مقایسه با تیمارهای آبیاری شاهد و $1/2FC$ را می‌توان به تنش اعمال شده در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی ذرت به واسطه دور آبیاری بیشتر و همچنین حجم آب مصرفی کمتر در تیمارهای فوق مرتبط دانست. تحت تنش کم آبی کاهش ارتفاع گیاه و طول بلال ذرت گزارش شده است (Zhao et al., 2006). کاهش رطوبت خاک با ایجاد طیف وسیعی از تغییرات هورمونی، بیوشیمیایی و مورفولوژیک و همچنین کاهش مقدار آنزیم‌های فتوسنتزی نهایتاً زیست توده گیاه را کاهش می‌دهد (Najafinezhad, 2014).

شوسلر و وستگیت (۱۹۹۱) اظهار داشتند که تنش آبی در مراحل گل‌دهی و اوایل پر شدن دانه باعث تلقیح ناقص بلال و کم شدن تعداد دانه در ردیف بلال می‌شود.

ارتفاع بوته، طول بلال و قطر بلال

تاثیر تیمار آبیاری بر ارتفاع بوته، طول بلال و قطر بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). تیمار شاهد بیشترین ارتفاع بوته و طول بلال و تیمار $1/8FC$ از کمترین ارتفاع بوته و طول بلال برخوردار بود. از لحاظ قطر بلال تیمارهای شاهد و $1/2FC$ با بیشترین قطر بلال در یک گروه آماری قرار گرفتند و تیمار $1/8FC$ کمترین قطر بلال را

جدول (۶): مقادیر آب آبیاری، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری برای سه سال آزمایش

| سال آزمایش | مقدار آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | کارایی مصرف آب (WUE) (کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب) | تیمارها |
|------------|--|--------------------------------------|--|---------|
| ۱۳۸۹ | ۱۰۲۰۰ | ۹۷۰۰ | ۰/۹۵ | شاهد |
| ۱۳۹۰ | ۱۱۰۰۰ | ۱۰۱۰۰ | ۰/۹۲ | |
| ۱۳۹۱ | ۱۰۸۵۰ | ۹۹۰۰ | ۰/۹۱ | |
| ۱۳۸۹ | ۹۴۶۰ | ۸۳۵۰ | ۰/۸۸ | $1/2FC$ |
| ۱۳۹۰ | ۱۰۰۶۰ | ۹۱۶۰ | ۰/۹۱ | |
| ۱۳۹۱ | ۹۹۸۰ | ۸۸۵۰ | ۰/۸۹ | |
| ۱۳۸۹ | ۹۵۸۰ | ۶۳۳۰ | ۰/۶۵ | $1/5FC$ |
| ۱۳۹۰ | ۹۸۸۰ | ۷۳۶۴ | ۰/۷۵ | |
| ۱۳۹۱ | ۹۷۹۰ | ۶۹۸۰ | ۰/۷۱ | |
| ۱۳۸۹ | ۹۶۶۰ | ۵۵۰۰ | ۰/۵۷ | $1/8FC$ |
| ۱۳۹۰ | ۹۷۷۰ | ۶۴۱۳ | ۰/۶۵ | |
| ۱۳۹۱ | ۹۷۰۰ | ۶۱۶۰ | ۰/۶۳ | |



نتیجه‌گیری

در برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده از تانسیمتر، دوره‌های آبیاری کاملاً متغیر بودند به طوری که دوره‌های ۲ تا ۸ روزه در طول فصل مشاهده گردید. دوره‌های آبیاری کوتاه‌تر مربوط به اوایل دوره رشد و دوره‌های آبیاری طولانی‌تر مربوط به اواخر فصل رشد بودند. از نظر تعداد، دوره‌های آبیاری ۳ و ۴ روزه در تیمار ۱/۲FC، دوره‌های آبیاری ۴ و ۵ روزه در تیمارهای ۱/۵ FC و دوره‌های آبیاری ۵ و ۶ در تیمار ۱/۸FC از همه بیشتر بودند (شکل ۱). به نظر می‌رسد می‌توان در آبیاری ذرت با استفاده از تیپ از دوره‌های آبیاری ۳ و ۴ روزه استفاده مطلوب‌تر نمود. علیرغم دوره‌های متفاوت،

مقادیر آب آبیاری به هم نزدیک بود به طوری که تیمار ۱/۲FC با حجم آب مصرفی برابر با ۹۸۳۰ متر مکعب خیلی نزدیک به تیمار شاهد با حجم آب مصرفی برابر با ۱۰۶۰۰ متر مکعب بود اما دلیل تفاوت در عملکرد مربوط به دوره‌های آبیاری طولانی‌تر می‌باشد که به خصوص در مراحل حساس رشد خیلی حائز اهمیت است. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد تنش رطوبتی برای ذرت در مراحل حساس رشد می‌تواند در کاهش عملکرد و سایر خصوصیات گیاهی اثرگذار باشد. با توجه به پارامترهای بررسی شده در این مطالعه می‌توان تیمار ۱/۲FC را که نیازی به محاسبات عددی ندارد برای استفاده زارعین پیشنهاد داد.

منابع

- صدرقائن، ح. شفیع‌آج‌بیشه، ر. و شهریاری، د. ۱۳۸۱. "ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری میکرو (تراوا، لوله‌های دو جداره و قطره‌ای) و بررسی کاربرد این سیستم‌ها و مقادیر مختلف آب مصرفی در مقایسه با آبیاری سطحی بر روی میزان آلودگی گیاه فلفل سبز به بیماری بوته میری". گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مشترک.
- مولایی، م. مصطفی‌زاده‌فرد، ب. و قیصری، م. ۱۳۹۱. بررسی آبیاری قطره‌ای T-Tape و بارانی از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب برای دو رقم سیب زمینی بورن و ساتینا تحت شرایط مختلف مصرف کود آلی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- باغانی، ج. و ر. خوشبزم. ۱۳۸۶. بررسی تولید و کارایی مصرف آب آبیاری در محصولات زراعی چغندر قند، سیب زمینی، گوجه فرنگی و ذرت علوفه‌ای در روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی. گزارش نهایی ۸۶/۱۳۶۶: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

Bhattarai, S., J. McHugh, G. Lotz, and D. Midmore. 2003. Physiological responses of cotton to subsurface drip irrigation on a heavy soil. In Solutions for a Better Environment. Proc. 11th Australian Agronomy Conf. '03. ISBN 0-9750313-0-9

Bordovsky, J. P. and Lyle, W.M. 1996. Protocol for planned soil water depletion or irrigated cotton. Proceedings of the International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. San Antonio, TX. Pp: 201-206.

Bosnjak, D. et al., 1998. "Potato yield and quality depending on pre-irrigation moisture level in chernozem soil". ISHS 659 .

Clark., R. N., 1979. "Furrow sprinkler, and drip irrigation efficiencies in corn". ASAE paper No. 79-2111. St. Joseph, Mich.: ASAE

Eck, H. V., 1984. "Irrigated corn yied response to nitrogen and water". Agron. J. 76 (3): 421-428.

Gencoglan, C., 1996. " Misir Bitkisinin Su -Verim Iliskileri, Kook Dagilimi Ile Bitki Su Stresi Indeksini Belirlenmesi Ve CERES - Maize Bitki Buyume Modelinin Yoreye Uyumlulugunun



Irdelenmesi. C.U. Fen Balmier Enstitusu, Tarimsal Yapilar Ve Sulama Anabilim Dali". Ph.D. Thesis, Adana, Turkey (in Turkish, With English abstract)

Howell, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*. 93:281-289.

Howell, T.A., Tolk, J.A., Arland, D.S., Evertt, R., 1998. "Evapotranspiration, yield and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity". *Agron. J.* 90, 3-9.

Howell, T.A., Solomon, K.H. (Eds.), *Management of Farm Irrigation Systems*". ASAE Monograph. pp.155-372 .

Lamm, f. R., D. H. Royers, and H. L. manges., 1994. "Irrigation scheduling with planed soil water depletion". *Transaction of the ASAE* 37 (5): 1491-1497.

Lamm, f. R., H. L. Manges, L. R. Stone, A. H. Khan, D. H. Rogers., 1995. "Water requirement of subsurface drip-irrigated zorn in northwest kansas". *Transaction of the ASAE* 38 (2).

Martin, D.L., Stegman, E.C., Freres, E., 1990. "Irrigation scheduling principals. In: Hoffman, G.L.,

Musick, L.T., Dusek, D.A., 1980. "Irrigated corn yield response to water". *Trans. ASAE.* 23 92-98.

Najafinezhad, H. 2014. Evaluation of crop residues, superabsorbent polymer and zeolite application in decreasing of drought stress on maize (*Zea mays L.*) and sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) [PhD dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University; p. 228. (in Persian)

Shaozhong, K., Wenjuan, S., Jianhua, Z., 1998. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Agric. Water Manage* 38:69-76.

Schussler, J. R., and M. E. Westgate. 1991b. Maize kernel set at low water potential: I. Sensitivity to reduced assimilates at pollination. *Crop Sci.* 31:1196-1203.

Suojala, T., Salo, T., 2005. "Growth and yield of pickling cucumber in different soil moisture circumstances". *Scientia Horticulturæ* 107: 11-16.

Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology*. Second Edition, Sinauer Associates: Sunderland, Massachusetts, pp:792.

Tollefson, S., 1985. "Subsurface drip irrigation of cotton and small grains. In drip/Trickle Irrigation in Action". *Proc. of the Third Int. Drip/Trickl Irrigation congress.* Fresno, calif

Tolk, J. A. and Howell, T. A. 2003. Water use efficiency of grain sorghum grown in three USA southern Great Plains soils. *Agricultural Water Management.* 59:97-111.

Yongqiang, Z., Eloise, K., Yu Qiang, 2004. "Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China Plain". *Agric. Water Manage* 64:107-122 .

Zhao, T. J., Sun, S., Liu, Y., Liu, J. M., Liu, Q., Yan, Y. B. and Zhou, H. M. 2006. Regulating the drought-responsive element (DRE) mediated signaling pathway by synergic functions of trans-inactive and transactive DRE binding factors in *Brassica napus*. *Journal of Biological Chemistry.* 281:10752-10759.



Yield evaluation and determine the thermal requirements of maize maturity groups in the region of Kerman- Orzooyeh

Nader Kouhi Chelehkaran,^۱ Hamid Najafinezhad^۲

Abstract

Due to the geographical location of Iran and its location in arid and semi-arid, dehydration and agricultural drought are always threatening it. Drip tape irrigation (Tape) is an example of pressurized irrigation systems used for efficient use of water. To determine the timing and amount of irrigation is very complex because of dependent factors. This complexity is one of the problems that farmers and experts confront it. The purpose of this study is to evaluate the different levels of irrigation using drip tape irrigation (Tape) and to determine the required water using Tensiometer in corn cultivation. A complete randomized block design experiment was conducted at Kerman Agricultural Research Station with three replications and four irrigation treatments. It included 3 suction treatments 1.2FC, 1.5FC or 1.8FC and the 4th treatment- irrigation water requirement of the plant (the control treatment)-for three years (2010-2012). To determine the irrigation time using tensiometer when the water extraction for each of the treatments reached to 1.2FC, irrigation was done. With regard to the interval and amount of irrigation in treatments, the control treatment had the highest yield and the most efficient water use. However, the treatment of 1.2FC had the closer performance to the control treatment than other treatments. The amount of water used in treatments was almost equal. Although treatments 1.5FC and 1.8 FC had a little more water consumption than the treatment 1.2FC, the yield of treatment 1.2FC was better in all plant parameters because its irrigation interval was lower than other treatments and the plots were irrigated sooner. According to the findings, the treatment FC1/2 which needs no calculation can be recommended to the farmers.

Keywords: drip tape irrigation (Tape), Deficit irrigation, Soil water balance, Tensiometer & zea maize

^۱Research Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

^۲Research 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