

یادداشت فنی

افزایش بهره‌وری آب کاربردی ذرت دانه‌ای در ارزوئیه استان کرمان

رسول اسدی^{۱*} و نادر کوهی چله‌کران^۲

چکیده

برای افزایش بهره‌وری آب کاربردی ذرت دانه‌ای، آزمایشی در قالب ۴ تیمار آبیاری (نیاز آبی خالص گیاه (تیمار شاهد) و سه تیمار مکش ۱/۲FC، ۱/۵FC و ۱/۸FC) روی رقم سینگل کراس ۷۰۴، به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی ارزوئیه استان کرمان در سال ۱۳۸۹ انجام شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، که در سه تیمار مکش ۱/۲FC، ۱/۵FC و ۱/۸FC نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۱، ۱۳ و ۱۷ درصد در میزان آب مصرفی صرفه‌جویی شده است. این در صورتی است که میزان عملکرد محصول در تیمارهای یاد شده نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۴/۵، ۲۸ و ۳۴ درصد کم شد. با این وجود بهره‌وری آب کاربردی در تیمار ۱/۲FC نسبت به تیمار شاهد ۶/۵ درصد افزایش داشت که نشان از توجه‌پذیرتر بودن این تیمار نسبت به سایر تیمارهاست. وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و ردیف دانه در بلال در تیمار مکش در ۱/۲FC نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۵، ۶/۵ و ۶/۵ درصد کاهش داشت. بنابراین به نظر می‌رسد، استفاده از روش کم‌آبیاری در کشت ذرت دانه‌ای با تیمار مکش در ۱/۲FC در منطقه ارزوئیه استان کرمان می‌تواند راهکاری مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب در شرایط خشک‌سالی باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، تانسیومتر، کرمان عملکرد ذرت.

ارجاع: اسدی ر. و کوهی چله‌کران ن. ۱۳۹۳. افزایش بهره‌وری آب کاربردی ذرت دانه‌ای در ارزوئیه استان کرمان. مجله پژوهش آب ایران. ۸(۱۵): ۲۳۵-۲۳۹.

۱- مدرس گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران.

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، کرمان.

* نویسنده مسئول: rakh_802@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۱۱

مقدمه

به‌دلیل حساس بودن گیاه ذرت به کم‌آبی (ککیر، ۲۰۰۴)، یکی از مهم‌ترین مشکلات کشاورزان در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک، فراهم ساختن شرایط مطلوب به‌خصوص تأمین آب کافی در طول دوره رشد است. یکی از راه‌های رسیدن به این هدف‌ها کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری مانند استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای است که علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول را در پی دارند (باسال و همکاران، ۲۰۰۹).

یانگ‌کیانگ و همکاران (۲۰۰۴)، در پژوهشی اثر کمبود آب در خاک را بر روی عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در ذرت و گندم مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش برای ذرت دو تیمار FC و $0/8FC$ در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان داد، که در تیمار FC عملکرد ذرت با مقدار 8170 کیلوگرم در هکتار و با کارایی مصرف آب $1/52$ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به تیمار $0/8FC$ با عملکرد 6530 کیلوگرم در هکتار و کارایی مصرف آب برابر با $1/39$ کیلوگرم بر مترمکعب از افزایش به نسبت خوبی برخوردار است.

منطقه ارزشی استان کرمان از قطب‌های کشاورزی کشور است که به‌دلیل استفاده بی‌رویه از آب، با بحران کم‌آبی روبرو شده است. همچنین آشنا نبودن کشاورزان منطقه به استفاده صحیح آب در سامانه‌های تحت فشار که دلیل آن نداشتن دانش و اطلاعات علمی در زمینه کاربرد دقیق آب مورد نیاز گیاه است، دچار مشکل شده‌اند. یکی از مسایل خاص دور و زمان آبیاری است که برای کشاورزان مشکل‌ساز است. لذا لزوم استفاده از تانسیمتر برای اعلام زمان آبیاری یکی از روش‌های ساده‌ای است که می‌تواند برای کشاورزان مفید و بدون نگرانی باشد.

مواد و روش‌ها

برای افزایش بهره‌وری آب کاربردی ذرت دانه‌ای، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار در مزرعه پژوهشی ارزشی استان کرمان در سال ۱۳۸۹ انجام شد. این آزمایش در قالب ۴ تیمار آبیاری (نیاز آبی خالص گیاه (تیمار شاهد) و سه تیمار، مکش در $1/2FC$ ، $1/5FC$ و $1/8FC$) انجام شد.

در این پژوهش برای تعیین زمان آبیاری از تانسیمترهایی از نوع فلزی ثابت استفاده شد به طوری که در دو عمق ۱۵ و ۴۵ سانتی‌متری، در وسط هر کرت و در بین دو بوته نصب شدند. جهت قرائت میزان رطوبت موجود در خاک در مرحله اولیه رشد از تانسیمتری استفاده شد که در عمق ۱۵ سانتی‌متری نصب شده و از تانسیمتری که در عمق ۴۵ سانتی‌متری نصب شد برای قرائت در مراحل میانی و پایانی رشد استفاده شد. برای مشخص کردن حجم آبیاری، با استفاده از تانسیمتر و به کمک منحنی رطوبتی خاک، رطوبت حجمی متناظر با مکش‌های فوق را بدست آورده و سپس رطوبت خاک در هر یک از تیمارها را به رطوبت خاک در حد FC رسانده تا عمق آبیاری بدست آید و سپس عدد بدست آمده را در سطح هر کرت ضرب کرده تا حجم آب آبیاری برای هر کرت مشخص شود.

نیاز آبی گیاه (برای تیمار شاهد) با استفاده از فرمول پنمن- مونتیت اصلاح شده توسط فائو و اعمال ضریب گیاهی مشخص شد (علیزاده، ۱۳۸۷).

در این پژوهش دور آبیاری به جزء برای تیمار شاهد که هر ۲ روز یک مرتبه در طول فصل رشد بوده است، برای ۳ تیمار دیگر در طول فصل رشد متغیر است.

جدول‌های ۱ و ۲ برخی ویژگی‌های شیمیایی آب و خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهند. پارامترهایی که در این مطالعه اندازه‌گیری شدند عبارتند از الف) عملکرد محصول که برای اندازه‌گیری آن در هر کرت از دو ردیف کشت شده وسط استفاده شد و دو ردیف کناری به‌عنوان حاشیه حذف شدند ب) بهره‌وری آب کاربردی، که از تقسیم نمودن عملکرد محصول هر کرت بر میزان آب مصرفی در هر کرت به دست آمد و ج) سایر اندازه‌گیری‌ها شامل وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف که بر روی ۱۰ بلال که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند اندازه‌گیری شد. همچنین در این آزمایش منحنی رطوبتی خاک در آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان و تحت مکش‌های مختلف در دو عمق به دست آمد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی آب مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	آنیون ها (mEq/L)				کاتیون ها (mEq/L)					
		CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Fe ⁺²	Mn ⁺²
۷/۱	۲/۴	-	۵/۲	۵۷/۲	۴۱	۲۱/۴	۱۳/۴	-	۶۹	۰/۰۷۸	۰/۰۱۴

جدول ۲- نتایج تحلیل برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

SAR	PH	EC (ds/m)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی اکیوالان در لیتر)						رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	عمق خاک (سانتی‌متر)
			Ca	Mg	Na	Cl	Hco ₃	So ₄				
۱/۶۵	۷/۵	۰/۸۵	۴/۲	۵/۹	۴/۲۱	۴/۱	۲/۷۹	۷/۶۳	۶	۸	۸۶	۰-۳۰
۱/۸۱	۷/۲	۰/۸۱	۴/۵	۵/۷	۴/۱۱	۳/۸	۲/۵۴	۷/۵۱	۱۰	۹	۸۱	۳۰-۶۰

جدول ۳- میانگین رطوبت موجود در مکش‌های مختلف

عمق خاک (سانتی‌متر)		ظرفیت زراعی (درصد)		نقطه پژمردگی (درصد)		۱/۲FC (درصد)		۱/۵FC (درصد)		۱/۸FC (درصد)	
۰-۳۰	۱۶/۳	۵/۸	۱۲/۶	۱۱/۴	۹/۹	۳۰-۶۰	۱۶/۵	۶/۶	۱۲/۸	۱۱/۹	۱۰/۳

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر صفات مورد بررسی در جدول ۴ نشان داده شده است. این نتایج نشان از آن دارد که اثر تیمارهای آبیاری

بر روی تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. در جدول ۵ مقایسه میانگین صفات مذکور در اثر تیمارهای آبیاری که با آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد بررسی شده‌اند، آمده است.

جدول ۴- خلاصه تجزیه واریانس طرح

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در تعداد ردیف دانه	تعداد ردیف دانه در بلال
تکرار	۲	۲۳۷۰۰	۰/۰۱۲	۶۰۸/۹۳۱	۴۵/۲۵	۱/۳۳۳
آبیاری	۳	۷۶۵۵۸۵۲/۷۷۸ ^{**}	۰/۰۷۸ ^{**}	۴۵۵۷/۹۲۶ ^{**}	۸۱ ^{**}	۱۰ ^{**}
خطا	۶	۱۱/۱۱	۰/۰۰۰۱	۴۲/۲۶۳	۱/۵	۰/۰۰۰۱

** معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در تعداد ردیف دانه	تعداد ردیف دانه در بلال	آب کاربردی
شاهد	۹۳۹۳a	۱/۳۱b	۳۰۵a	۴۸a	۱۶a	۷۱۰۰
۱/۲FC	۸۹۸۳a	۱/۴۰a	۲۹۳a	۴۵a	۱۵a	۶۴۰۰
۱/۵FC	۶۷۷۶b	۱/۰۸c	۲۵۷b	۴۱b	۱۳b	۶۱۸۳
۱/۸FC	۶۲۳۶c	۱/۰۵c	۲۱۸c	۳۶b	۱۲b	۵۹۳۰

عملکرد دانه

با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین عملکرد دانه ذرت حاصل از اثر تیمار آبیاری (جدول ۵)، مشخص شد که با وجود اختلاف در حدود ۴ درصد در عملکرد دانه دو تیمار، نیاز آبی خالص گیاه (شاهد) و مکش در ۱/۲FC، از نظر آماری در یک گروه (a) قرار دارند، اما دو تیمار

۱/۵FC و ۱/۸FC با اختلاف ۲۸ و ۳۴ درصد در عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد در گروه‌های آماری b و c قرار گرفتند. لازم به ذکر است که عملکرد دانه ذرت بر اساس رطوبت ۱۴ درصد دانه محاسبه شده است. همچنین در این پژوهش میزان آب مصرفی برای تیمارهای مختلف از ۵۹۳۰ تا ۷۱۰۰ مترمکعب در هکتار متغیر بود. مشابه

طوری که کاهش مصرف آب در زراعت ذرت باعث کاهش تعداد ردیف دانه می‌شود (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان می‌دهد، که در سه تیمار مکش $1/2FC$ ، $1/5FC$ و $1/8FC$ نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۱، ۱۳ و ۱۷ درصد در میزان آب مصرفی صرفه‌جویی شده است. این در صورتی است که میزان عملکرد محصول در تیمارهای یاد شده نسبت به تیمار شاهد به ترتیب $4/5$ ، ۲۸ و ۳۴ درصد کم شد. با وجود این بهره‌وری آب کاربردی در تیمار $1/2FC$ نسبت به تیمار شاهد $6/5$ درصد افزایش داشت که نشان از توجه‌پذیرتر بودن این تیمار نسبت به سایر تیمارهاست. وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و ردیف دانه در بلال در تیمار مکش در $1/2FC$ نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۵، $6/5$ و $6/5$ درصد کاهش داشت.

حال با توجه به مصرف آب کمتر (حدود ۱۱ درصد) تیمار $1/2FC$ نسبت به تیمار شاهد و عملکرد به نسبت خوب این تیمار و همچنین قرار گرفتن این تیمار از نظر بهره‌وری آب کاربردی در بهترین جایگاه می‌توان گفت که برای مدیریت بهینه آب، این تیمار دارای توجه قابل قبول‌تری جهت اجرا در منطقه مورد مطالعه و سایر منطقه‌های که از نظر خصوصیات آب و هوایی شبیه منطقه مورد مطالعه هستند، است.

منابع

۱. آذری ا. برومندنسب س. بهزادی م و معیری م. ۱۳۸۶. بررسی عملکرد گیاه ذرت در روش آبیاری قطره‌ای نواری. مجله علمی کشاورزی. ۳۰: ۸۱-۸۸.
۲. علیزاده ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. مشهد، دانشگاه امام رضا. ۳۰۹ ص.
3. Basal H. Dagdelen N. Unay A. and Yilmaz E. 2009. Effects of deficit drip irrigation on Cotton yield and fiber quality. *Agronomy and Crop Science*. 159:19-29.
4. Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops*. 89: 1-16.
5. Cheong M. M. Kim K. N. Pandey G. K. Gupta R. Grant J. J. and Luan S. 2003. Calcium sense that differentially regulates salt, drought, and

این نتایج را لام و تروین (۲۰۰۳)، هرناندز و همکاران (۲۰۱۰) و ککیر (۲۰۰۴) به دست آوردند.

بهره‌وری آب کاربردی

همان‌طور که در جدول ۵ مشخص شده است، با وجود عملکرد بهتر تیمار نیاز آبی خالص گیاه (شاهد)، نسبت به تیمار $1/2FC$ ، بهره‌وری آب کاربردی در این تیمار در حدود $6/5$ درصد نسبت به تیمار مذکور کمتر است. همچنین تجزیه آماری داده‌های بهره‌وری آب کاربردی نشان می‌دهد که تیمار $1/2FC$ با بهره‌وری آب کاربردی $1/40$ کیلوگرم بر مترمکعب، در بهترین جایگاه آماری و دو تیمار، $1/5FC$ و $1/8FC$ در بدترین جایگاه آماری قرار گرفته‌اند. نتایج بدست آمده از پژوهش آذری و همکاران (۱۳۸۶) با این پژوهش هم‌خوانی دارد.

اجزای عملکرد

همان‌طور که از مقایسه میانگین وزن هزار دانه حاصل از اثر تیمار آبیاری مشخص است (جدول ۵)، با وجود اختلاف ۴ درصدی در وزن هزار دانه بین دو تیمار، نیاز آبی خالص گیاه (شاهد) و $1/2FC$ ، از نظر آماری در یک گروه آماری (a) قرار گرفته‌اند. تیمار $1/5FC$ با وزن هزار دانه ۲۵۷ گرم در هکتار در گروه آماری (b) و تیمار $1/8FC$ با اختلاف ۲۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد، در بدترین جایگاه آماری (c) قرار گرفته است. اوسبورنس و همکاران (۲۰۰۲) و چونگ و همکاران (۲۰۰۳) نتایج مشابهی با پژوهش حاضر بدست آوردند.

از جدول ۵ مشخص است که با وجود اختلاف $6/5$ درصدی وزن هزار دانه بین تیمار شاهد و تیمار $1/2FC$ ، از نظر آماری تفاوتی وجود ندارد. همچنین به دلیل دور آبیاری طولانی‌تر گیاه در مراحل اولیه رشد، در دو تیمار $1/5FC$ و $1/8FC$ ، اثر بر روی صفت ذکر شده در بالا به ترتیب به میزان ۱۵ و ۲۵ درصد نسبت به تیمار شاهد ضعیف‌تر بوده که باعث کاهش شدید تعداد دانه در ردیف، این دو تیمار شده است.

تعداد ردیف دانه در هر بلال از دیگر اجزاء تشکیل دهنده عملکرد در ذرت بوده و به عنوان یک صفت ارثی کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (شاکرمی و رفیعی، ۲۰۰۹). با این حال همان‌طور که از جدول ۴ مشخص است تیمار آبیاری بر روی صفت بالا اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشته است. به

- cold responses in Arabidopsis. *The Plant Cell*. 15:1833-1845.
6. Howel T. A Tolc D. S. and Everrt R. 1998. Evapotranspiration, Yield and Water Use efficiency of corn hybrids in maturity. *Agronomy Journal*. 90:3-9.
 7. Hernandez B. Avila E. C. Olan J. J. Lopez J. F. and Navarro L. A. 2010. Morphological quality of sweet corn ears as response to soil moisture tension and phosphate fertilization in Campech, Mexico. *Agricultural Water Management*. 97:1365-1374.
 8. Lamm F. and Trooien T. 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: a review of 10 years of research in Kansas. *Agricultural Water Management*. 22: 195-200.
 9. Osborn S. L. Schepers J. S. Franas D. and Schlcmer M. R. 2002. Use of spectral radiance to in-scason biomass and grain yield in nitrogen and water stressed corn. *Crop science*. 42:165-186.
 10. Shakarami G. and Rafiee M. 2009. Response of corn to planting pattern and density in Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environ*. 5:69-73.
 11. Yongqiang Z. Eloise K. and Qiang Y. 2004. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China Plain. *Agricultural Water Management*. 64:107-122.

