

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۲۱۶-۲۰۵

تأثیر کم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب، عملکرد و اجزای آن در گیاه پنبه (رقم 'ورامین')

عباس رضایی استخرویبه^{۱*}، محسن ایراندوست^۲ و مجید کامبخش^۳

۱. استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲. استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده فنی و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران
۳. کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده فنی و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۱

چکیده

محدودیت منابع، استفاده بهینه آب در کشاورزی را الزامی کرده است. برای بهینه‌سازی مصرف آب گیاه پنبه، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در حاجی آباد (استان هرمزگان) اجرا شد. تیمارها سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) و دو سیستم آبیاری (قطره‌ای سطحی و زیرسطحی) بود. نتایج نشان داد در هر دو سیستم، گیاهان تحت تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد، به ترتیب ۳۲۰۰ و ۱۵۰۰ مترمکعب آب در هکتار نسبت به آبیاری کامل، صرفه‌جویی داشت. نسبت به تیمار شاهد (آبیاری کامل) بهره‌وری آب در گیاهان تحت تیمار ۸۰ درصد، ۰/۷ درصد افزایش و در تیمار ۶۰ درصد ۳/۸ درصد کاهش داشت. در عملکرد گیاهان تحت تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به آبیاری کامل، به ترتیب ۳۷/۲ و ۱۵/۶ درصد، تعداد غوزه ۳۷ و ۹/۵ درصد و وزن غوزه ۲۴/۵ و ۳ درصد کاهش داشت. عملکرد محصول، بهره‌وری آب، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به قطره‌ای سطحی ۱۲/۱، ۱۲/۷، ۲۷/۲ و ۱۷/۵ درصد بیشتر بود. بنابراین، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با ۸۰ درصد نیاز آبی در کشت پنبه راهکار مناسبی برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری در دوره‌های خشک‌سالی منطقه است.

کلیدواژه‌ها: آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، بهینه‌سازی مصرف آب، تنش خشکی، حاجی آباد، کارایی مصرف آب.

مقدمه

رشد جمعیت تقاضا و نیاز جهانی به غذا را افزایش می‌دهد. تا سال ۱۹۵۰ میلادی این نیاز از طریق افزایش سطح زیرکشت تأمین می‌شد، اما از سال ۱۹۶۰، سیاست‌ها به افزایش عملکرد در واحد سطح و در واحد حجم آب مصرفی معطوف شد. در سیستم‌های آبیاری سنتی، معمولاً آب در تمام سطح مزرعه پخش و تلفات آب به طرق مختلف افزایش می‌یابد (۱۱). روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) نوعی آبیاری تحت فشار است که در آن آب از طریق نوارهای پلاستیکی با روزنه‌هایی به فواصل مشخص، در مزرعه و باغ توزیع می‌شود (۳). در آبیاری قطره‌ای نیاز آبی روزانه گیاه تأمین می‌شود، لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه ثابت باقی می‌ماند و گیاه از نوسانات تنش آبی صدمه نمی‌بیند. در این سیستم به دلیل محدود بودن سطح خاک مرطوب، رشد علف‌های هرز در بین ردیف‌ها ناچیز است و از رشد حشرات، امراض و قارچ‌ها جلوگیری می‌شود. همچنین، هزینه مبارزه با آفات کاهش می‌یابد. گزارش شده است در زراعت گیاه پنبه در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، رشد علف‌های هرز ۸۵ درصد نسبت به سیستم آبیاری شیاری کمتر بود (۱۸). در حال حاضر، آبیاری قطره‌ای در هفتاد کشور جهان، در وسعتی بالغ بر ۶/۵ میلیون هکتار (۲ درصد اراضی فاریاب) استفاده می‌شود. وسعت اراضی تحت سیستم آبیاری قطره‌ای در ایران تا سال ۱۳۷۶ برابر ۴۵ هزار هکتار، در سال ۱۳۸۰، ۶۰ هزار هکتار، در سال ۱۳۹۰ برابر با ۲۱۰ هزار هکتار و در سال ۱۳۹۳ بیش از ۷۴۰ هزار هکتار گزارش شده است (۱۱ و ۲۸).

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یکی از گیاهان مناسب مناطق خشک و نیمه‌خشک، مقاوم به تنش شوری

و تنش خشکی است (۱۳). در حال حاضر، ۶ درصد از پروتئین و ۴۵ درصد از الیاف جهان به پنبه اختصاص دارد (۵). کل سطح زیر کشت پنبه در ایران ۱۵۰ هزار هکتار و سطح زیر کشت این گیاه در استان هرمزگان ۲۵۰۰ هکتار است. تنها رقم مورد کشت پنبه در منطقه حاجی‌آباد در استان هرمزگان رقم 'ورامین' است. این رقم با توجه به بومی بودن و موارد مصرف متنوع آن در بین کشاورزان منطقه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۱۴). رقم 'ورامین' دارای رشد متوسط، ارتفاع بین ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، زودرس، مقاوم به شوری، حساس به بیماری پژمردگی، دارای ریشه عمیق، ساقه اصلی مستحکم، غوزه‌های نوک‌تیز و درشت رنگ گلبرگ‌ها و دانه‌گرد کمرنگ، برگ‌ها نسبتاً درشت و لب‌دار، سطح زیر برگ و ساقه کم‌کرک، و طول دوره رویش آن ۱۴۰ روز است (۹). اجرای آبیاری قطره‌ای در زراعت پنبه از سال ۱۹۸۴ شروع شد. افزایش عملکرد، بهره اقتصادی و کاهش هزینه‌های تولید باعث گسترش این سیستم آبیاری شد (۱۵).

اگرچه پنبه گیاه سازگار معروفی است، مقادیر مختلف آب آبیاری تأثیر معناداری بر عملکرد آن دارد (۲۳). تنش شدید در مرحله تشکیل اندام‌های زایشی و زمان گرده‌افشانی موجب ریزش غوزه‌ها می‌شود. فراوانی رطوبت خاک در مرحله زایشی موجب تحریک رشد رویشی و محدودیت گلدهی گیاه می‌شود. در این میان، تعادل بین رشد رویشی و تعداد گل برای حصول حداکثر عملکرد لازم است. در نتیجه رطوبت مناسب در خاک برای برقراری این تعادل اهمیت زیادی دارد (۱۳). کم‌آبیاری به مقدار ۸۰ درصد در سیستم آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیرسطحی) در مقایسه با آبیاری کامل، باعث افزایش عملکرد، بهره‌وری آب، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه به ترتیب به مقدار ۸/۵، ۴، ۱۰ و ۲/۵ درصد و صرفه‌جویی ۱۳۰۰ مترمکعب آب (۲۰ درصد آب مصرفی) در هکتار

1. tape

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

تأثیر آبیاری قطره‌ای بر گیاه پنبه انجام نشده است. در این تحقیق، به بررسی تأثیر دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پنبه رقم 'ورامین' پرداخته‌ایم.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان واقع در شهرستان حاجی‌آباد استان هرمزگان و در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. حاجی‌آباد با ۴۶۴۰ کیلومترمربع وسعت، در ۱۶۵ کیلومتری شهر بندرعباس و در محدوده جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۱۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. متوسط آمار سی ساله اطلاعات هواشناسی منطقه در دوره رشد گیاه در جدول ۱، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در اعماق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری در جدول ۲ و ۳ و خصوصیات آب آبیاری در جدول ۴ آمده است.

تحقیق در زمینی به وسعت ۲۱×۲۱ مترمربع، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) با سه تکرار اجرا شد. سه عامل اصلی، سطوح آبیاری: I_۱ (آبیاری کامل)، I_۲ (آبیاری با ۸۰ درصد نیاز آبی) و I_۳ (آبیاری با ۶۰ درصد نیاز آبی) و دو عامل فرعی، سیستم آبیاری شامل S_۱ (آبیاری قطره‌ای سطحی، نوارهای دوجداره (تیپ) روی سطح خاک) و S_۲ (آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، نوارهای دوجداره (تیپ) در عمق ۲۰ سانتی‌متری سطح خاک) در سه تکرار (R_۱، R_۲ و R_۳) انجام شد.

شد (۱۲). کم آبیاری در مرحله رشد رویشی پنبه (مرحله چهار برگی تا اوایل گل‌دهی) نه تنها افزایش عملکرد محصول را به همراه دارد، بلکه منجر به صرفه‌جویی مقادیر قابل توجهی آب آبیاری می‌شود (۴). صرفه‌جویی ۱۱۵۰ مترمکعب در هکتار در آب مصرفی گیاه پنبه (۱۱/۷ درصد) کاهش ۷/۳ درصدی عملکرد محصول، ۷/۷ درصدی تعداد غوزه در بوته، ۱۱/۴ درصدی ارتفاع بوته و وزن غوزه و افزایش ۴/۸ درصدی بهره‌وری آب را به دنبال دارد (۱). مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سیستم آبیاری جویچه‌ای به نصف کاهش می‌یابد و عملکرد ۱/۳ برابر می‌شود (۲۱). عملکرد پنبه در سه روش آبیاری قطره‌ای نواری، شیاری و بارانی به ترتیب ۳۲۸۰، ۲۶۰۰ و ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (در آبیاری قطره‌ای نواری ۲۱ درصد بیش از شیاری و ۳۰ درصد بیش از بارانی) و بهره‌وری آب در سه روش به ترتیب برابر با ۰/۳۸، ۰/۲۹ و ۰/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (۱۷). در مقایسه تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری بر گیاه پنبه، آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای (تیپ) نسبت به آبیاری شیاری ۴۱ درصد کاهش و بهره‌وری آب محصول ۲۴ درصد افزایش داشت (۱۵). تنش خفیف در طول فصل رشد سبب جذب بهتر مواد فتوسنتزی از طریق مخازن اندام‌های زایشی نسبت به مخازن اندام‌های رویشی می‌شود. این امر باعث بقای بیشتر غوزه‌ها و در نتیجه افزایش تعداد و وزن غوزه‌ها و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (۲۶). توصیه شده است گیاه پنبه در طول دوره رشد رویشی و رسیدگی تحت تنش خشکی قرارگیرد تا از رشد بی‌رویه آن جلوگیری شود. از طرفی، رسیدگی آن نیز تسریع شود. اما، در طول دوره رشد زایشی به خصوص در دوره گل‌دهی و غوزه‌دهی بهتر است گیاه کمتر دچار تنش خشکی شود (۷). بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، تاکنون در منطقه حاجی‌آباد در استان هرمزگان مطالعاتی در مورد

جدول ۱. متوسط آمار هواشناسی منطقه (۱۳۶۱-۱۳۹۱)

میانگین سالانه	ماه‌های سال					پارامترها
	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	
۳۸	۳۲/۳	۳۸/۴	۴۱/۵	۴۲/۵	۴۲/۸	میانگین حداکثر
۲۲	۱۵	۲۴	۲۸/۵	۲۷	۲۴/۱	میانگین حداقل
۴۳	۳۹	۴۴	۴۷	۴۷	۴۷/۵	حداکثر مطلق (°C)
۵/۵	۱/۶	۱/۶	۰	۱۷	۱۳/۵	حداقل مطلق
۲۸/۵	۳۰	۲۷	۲۹/۳	۳۳/۴	۳۲	میانگین دما
۸	۵	۲/۸	۱۲/۷	۷/۷	۰	بارندگی (mm)
۳۰	۲۶/۵	۲۹	۳۱	۳۶/۶	۲۲/۱	رطوبت نسبی (%)

جدول ۲. نتایج تجزیه فیزیکی خاک مزرعه

بافت خاک	اجزای تشکیل دهنده خاک (درصد)			عمق خاک (سانتی‌متر)
	شن	سیلت	رس	
Si-C-L	۱۳	۵۸	۲۹	۰-۳۰
Si-C-L	۱۷	۵۱	۳۲	۳۰-۶۰
Si-C	۴	۵۹	۳۷	۶۰-۹۰

جدول ۳. نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه

EC (ds m ⁻¹)	PH	SAR	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (meq L ⁻¹)						عمق خاک (سانتی‌متر)
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Cl ⁻²	Hco ₃ ⁻	So ₄	
۰/۸۵	۸	۱/۶۵	۱۰	۱۰	۵/۲۱	۸	۲/۸	۸/۶۳	۰-۳۰
۰/۸	۷/۵۹	۲/۱۳	۶	۴	۴/۷۸	۴	۴	۷/۹	۳۰-۶۰
۰/۷۸	۷/۵۳	۱/۷۸	۴	۱۰	۴/۹۳	۲	۴	۵/۵۲	۶۰-۹۰

جدول ۴. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

pH	EC (dS m ⁻¹)	آنیون‌ها (meq L ⁻¹)					کاتیون‌ها (meq L ⁻¹)				
		CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Fe ⁺²	Mn ⁺²
۷/۱	۱/۷	-	۳/۲	۵/۲	۲/۴	۹/۱	۸/۴	-	۷	۰/۰۷۸	۰/۰۱۴

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

تأثیر کم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب، عملکرد و اجزای آن در گیاه پنبه

انجام شد. نیاز آبی گیاه با استفاده از فرمول پنمن - مونتیت - فائو (رابطه ۱) و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد (۱۰).

(۱)

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \left[\frac{0.79 \gamma}{(T + 273)} \right] U_v (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_v)}$$

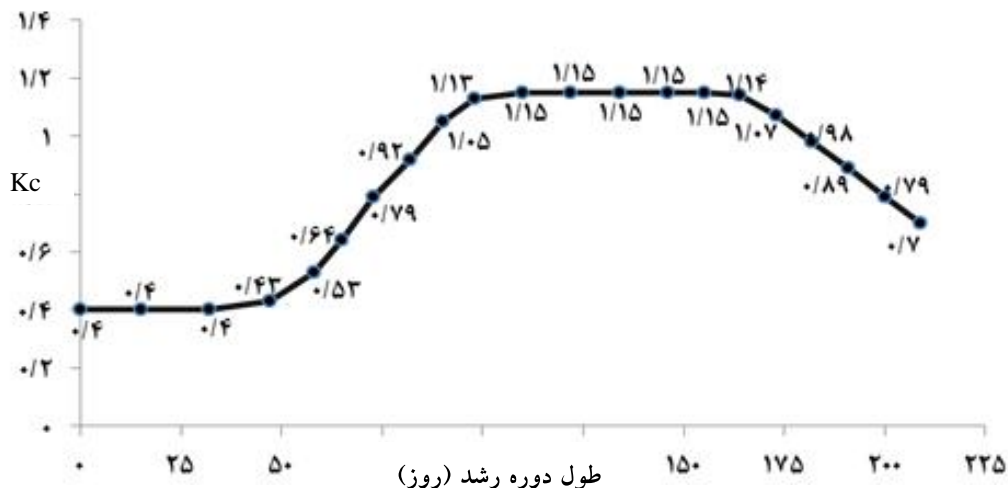
در این رابطه ET_o تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm day⁻¹)، R_n تابش خالص در سطح پوشش گیاهی (MJ m⁻² d⁻¹)، G شار گرما به داخل خاک (MJ m⁻² d⁻¹)، γ ضریب رطوبتی (KPa °C⁻¹)، T متوسط دمای هوا (°C)، U_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (m s⁻¹) و $e_a - e_d$ کمبود فشار بخار هوا (KPa) است.

برای تبدیل تبخیر و تعرق گیاه مرجع به تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر، از رابطه (۲) استفاده شد (۱۰).

$$ET_{crop} = K_c (ET_o) \quad (2)$$

در این رابطه ET_{crop} تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر، K_c ضریب گیاهی (شکل ۱) و ET_o تبخیر و تعرق گیاه مرجع است.

عرض هر کرت ۳/۵ و طول آن ۶ متر، درون هر کرت چهار ردیف به فاصله ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر انتخاب شد. شخم اولیه در دی ماه و شخم ثانویه در اواسط بهمن ماه ۱۳۹۰ انجام شد. بر اساس توصیه آزمایشگاه و با توجه به وسعت مزرعه، هم‌زمان با شخم ثانویه، ۳۰ کیلوگرم کود فسفات به‌طریق دستی به‌طور مساوی به تیمارها داده شد. عملیات کشت بذر پنبه رقم 'ورامین' پس از یک نوبت آبیاری غرقابی در تاریخ ۱۳۹۱/۰۳/۰۲، در ۸ الی ۱۰ سانتی‌متری عمق خاک انجام گرفت. پس از جوانه‌زدن بذرها، با وجین دستی فاصله بوته‌ها به ۱۵ سانتی‌متر (تراکم ۵۸۰۰۰ بوته در هکتار) رسانده شد. ۲۵ کیلوگرم کود ازت، پس از سبزشدن کامل بوته‌ها و ۲۵ کیلوگرم در مرحله نهایی رشد به‌وسیله تانک کود در آب حل و به سیستم آبیاری تزریق شد. در تاریخ ۱۳۹۱/۰۳/۱۰ پس از یک‌دست شدن بوته‌ها، عملیات پیاده‌سازی لوله‌های تیپ و اعمال تیمارهای آبیاری انجام گرفت. آبیاری مزرعه سه نوبت در هفته (روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه)



شکل ۱. منحنی تغییرات ضریب گیاهی پنبه در طول فصل رشد (۸)

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ شماره ۲ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

اندازه‌گیری و بهره‌وری آب با استفاده از معادله (۴) محاسبه شد.

$$WUE = \frac{Y_T}{V_T} \quad (4)$$

که در آن WUE بهره‌وری آب، Y_T عملکرد و V_T حجم آب مصرفی است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS(v.9.1) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۵ و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۶، ۷ و ۸ آمده است. بر اساس نتایج این جدول‌ها تأثیر تیمارهای اعمال شده بر آب مصرفی، عملکرد گیاه، بهره‌وری آب، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه بحث شده است.

الف) آب مصرفی در هر دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، مقدار آب مصرفی (نیاز ناخالص آب آبیاری) در تیمارهای ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی در این طرح به ترتیب برابر با ۹۲۰۰، ۷۳۶۰ و ۵۵۲۰ مترمکعب در هکتار بود. گزارش تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که مقدار آب مصرفی پنبه در آبیاری قطره‌ای ۷۰۰۲/۳۸ و در آبیاری شیاری ۱۴۱۱/۸ مترمکعب در هکتار است (۲). نیاز آبی به دست آمده برای گیاه پنبه در این تحقیق به نتایج گزارش‌های ذکر شده نزدیک است. به‌رغم یکسان بودن آب مصرفی در دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، میزان عملکرد محصول در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی ۱۱ درصد بیشتر بود. علت این امر کاهش تبخیر، کنترل بهتر علف‌های هرز و رساندن مستقیم آب به منطقه توسعه ریشه در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی است که محققان دیگر (۶) نیز به آن اشاره کرده‌اند.

در آبیاری قطره‌ای، تبخیر از سطح خاک مرطوب ناچیز و قابل‌صرف‌نظر است و فقط تعرق اهمیت دارد. بنابراین، در محاسبه نیاز آبی این فرض که تمام سطح مزرعه مرطوب باشد تعدیل می‌شود (۱۱). تعرق روزانه گیاه در آبیاری قطره‌ای تابعی است از سطح سایه‌انداز گیاه و با معادله (۳) محاسبه می‌شود (۱۱).

$$Td = ET_{crop} [0.1(Pd)^{0.5}] \quad (3)$$

در این رابطه Td نیاز آبی یا تعرق روزانه در آبیاری قطره‌ای (mm day^{-1})، ET_{crop} تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر (mm day^{-1}) و Pd درصد سطح سایه‌انداز گیاه است. با در دست داشتن اطلاعات روزانه هواشناسی منطقه و با استفاده از معادلات (۱) و (۲) نیاز آبی روزانه گیاه محاسبه شد. برای انجام آبیاری با توجه به دور آبیاری (دو یا سه روزه) نیاز خالص آبی گیاه به دست می‌آید. درصد سطح سایه‌انداز، نسبت سایه گیاه در ظهر به سطح زمین متعلق به هر گیاه است. اندازه‌گیری‌های لازم برای محاسبه سطح سایه‌انداز در مراحل مختلف رشد گیاه در مزرعه انجام شد. با در نظر گرفتن راندمان کاربرد آب در مزرعه برای آبیاری قطره‌ای برابر ۹۰ درصد، فاصله بین ردیف‌ها، فاصله بین بوته‌ها، دور آبیاری و تعداد بوته در ردیف، و ارتفاع ناخالص آب آبیاری مورد نیاز هر ردیف محاسبه و بر اساس طرح (آبیاری کامل، کم‌آبیاری در سطح ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) محاسبه و با کنتور حجمی به گیاهان در هر تیمار داده شد. برای مبارزه با تریپس پنبه از سم آندوسولفان در دو مرحله (۲۵ و ۵۲ روز بعد از کاشت) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد.

برداشت محصول با دست و پس از حذف آثار حاشیه‌ای در روزهای ۱۵ و ۱۶ مهرماه ۱۳۹۱ (۱۳۷ روز پس از کاشت) انجام شد. آب مصرفی، عملکرد محصول، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه با روش‌های معمول

مدیریت آب و آبیاری

تأثیر کم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب، عملکرد و اجزای آن در گیاه پنبه

گیاه مؤثر بود. سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی عملکرد بیشتری (۲۲۹۷ کیلوگرم در هکتار) نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی (۲۰۴۹ کیلوگرم در هکتار) داشت. در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین عملکرد (۲۸۹۵ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تحت تیمار $R_1I_2S_2$ و کمترین آن (۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تحت تیمار $R_3I_3S_1$ IR اتفاق افتاد. گزارش شده است که سیستم آبیاری قطره‌ای نواری زیرسطحی ۱۵ درصد عملکرد بهتری نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی دارد (۲۲).

ب) عملکرد گیاه، بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) با احتمال ۱ درصد تحت تأثیر مقدار و سیستم آبیاری قرار داشت. اما، اثر متقابل آبیاری و سیستم عملکرد گیاه معنادار نبود. تنش آبی تأثیر آماری معناداری بر عملکرد گیاه داشت، به گونه‌ای که بیشترین عملکرد گیاه (۲۶۳۷ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری کامل و کمترین آن (۱۶۵۶ کیلوگرم در هکتار، ۳۷/۲ درصد کاهش نسبت به آبیاری کامل) در تنش شدید (آبیاری بر اساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) حاصل شد. سیستم آبیاری نیز بر عملکرد

جدول ۵. خلاصه تجزیه واریانس نتایج طرح

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	بهره‌وری آب	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه
تکرار Rep	۲	۲۱۷۶/۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۶ ^{ns}	۹/۷۲۲ ^{**}	۰/۰۶۵ ^{**}
آبیاری A	۲	۹۷۹۱۷/۱۷ ^{**}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۹۹/۳۸۸ ^{**}	۲/۴۴۶ ^{**}
خطا (E1)	۴	۷۵۴۹/۱۳	۰/۰۰۰۲	۱/۵۵۵	۰/۰۰۹
نوع سیستم آبیاری B	۱	۲۵۱۹۴۶/۸۸ ^{**}	۰/۰۰۵ ^{**}	۸۴/۵ ^{**}	۲/۰۶۷ ^{**}
اثر متقابل AB	۲	۱۸۰۳/۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۵۰۰ ^{ns}	۰/۰۳۵ [*]
خطا (E2)	۶	۸۷۲۲/۸۳	۰/۰۰۰۱	۰/۱۶۶	۰/۰۰۷

***، * و ns به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون معناست

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای عامل اصلی

تیمارها	عملکرد (kg ha ⁻¹)	بهره‌وری آب (kg m ⁻³)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (gr)
I _۱	۲۶۳۷/۶۷ ^a	۰/۲۸۷ ^a	۲۱/۳۳ ^a	۴/۶۵ ^a
I _۲	۲۲۲۵ ^b	۰/۲۸۹ ^a	۱۹/۳۳ ^b	۴/۵۲ ^a
I _۳	۱۶۵۶/۸۳ ^c	۰/۲۷۶ ^a	۱۳/۵ ^c	۳/۵۱ ^b
میانگین	۲۱۷۳/۱۷	۰/۲۸۴	۱۸/۰۵	۴/۲۳

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنادار نیست.

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای عامل فرعی

وزن غوزه (gr)	تعداد غوزه در بوته	بهره‌وری آب (kg m ⁻³)	عملکرد (kg ha ⁻¹)	تیمارها
۳/۸۹ ^b	۱۵/۸۹ ^b	۰/۲۶۷ ^b	۲۰۴۹/۳۳ ^b	۱S
۴/۵۷ ^a	۲۰/۲۲ ^a	۰/۳۰۱ ^a	۲۲۹۷ ^a	۲S
۴/۲۳	۱۸/۰۵	۰/۲۸۴	۲۱۷۳/۱۷	میانگین

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنادار نیست.

جدول ۸. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثر متقابل دو عامل

وزن غوزه (gr)	تعداد غوزه در بوته	بهره‌وری آب (kg m ⁻³)	عملکرد (kg ha ⁻¹)	تیمارها
۴/۲۷ ^b	۱۹ ^a	۰/۲۷۲ ^a	۲۵۰۴/۳۳ ^a	۱S۱I
۵/۰۳ ^a	۲۳/۶۷ ^a	۰/۳۰۱ ^a	۲۷۷۱ ^a	۲S۱I
۴/۱۳ ^b	۱۷ ^a	۰/۲۷۶ ^a	۲۱۲۳/۳۳ ^a	۱S۲I
۴/۹۱ ^a	۲۱/۶۷ ^a	۰/۳۰۲ ^a	۲۳۲۶/۶۷ ^a	۲S۲I
۳/۲۶ ^d	۱۱/۶۷ ^a	۰/۲۵۳ ^a	۱۵۲۰/۳۳ ^a	۱S۳I
۳/۷۶ ^c	۱۵/۳۳ ^a	۰/۲۹۹ ^a	۱۷۹۳/۳۳ ^a	۲S۳I
۴/۲۳	۱۸/۰۵	۰/۲۸۴	۲۱۷۳/۱۷	میانگین

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنادار نیست.

(۱۹ و ۲۴). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد که بهره‌وری مصرف آب با احتمال ۱ درصد تحت تأثیر نوع سیستم آبیاری قرارگرفت، اما مقدار آب آبیاری و تأثیر متقابل مقدار آب آبیاری و سیستم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب معنادار نبودند. گیاهان تحت تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در هر دو سیستم آبیاری دارای بهره‌وری آب بهتری نسبت به دو تیمار دیگر بودند. در بین تیمارها، بیشترین بهره‌وری آب (۰/۳۲) کیلوگرم بر مترمکعب) در گیاهان تحت تیمار R₁I₁S₂ و کمترین آن (۰/۲۳) کیلوگرم بر مترمکعب) در گیاهان تحت تیمار R₃I₃S₁ اتفاق افتاد.

در تحقیق دیگری، برتری ۱۲ درصدی عملکرد محصول پنبه در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی اعلام شد (۲۷). بیشترین عملکرد گیاه پنبه در آبیاری شیاری ۳۷۵۵/۸ و در روش تیپ ۲۸۲۱/۲ کیلوگرم در هکتار گزارش شده (۲) که به نتایج این تحقیق نزدیک است. در تحقیق دیگری نیز بیشترین عملکرد گیاه پنبه در آبیاری کامل گزارش شده و با نتایج این تحقیق هماهنگ است (۲۳).

ج) بهره‌وری آب. کاهش رطوبت خاک از طریق انسداد روزه‌ها سبب افزایش بهره‌وری آب در گیاه پنبه می‌شود

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

تأثیر کم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب، عملکرد و اجزای آن در گیاه پنبه

آبیاری کامل و کمترین آن (۱۸/۰۵) در گیاهان تحت تنش شدید اتفاق افتاد. گیاهان تحت تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با کاهش ۹/۵ و ۳۷ درصدی در تعداد غوزه در بوته به ترتیب در گروه‌های آماری b و c قرار گرفت. اعمال کم آبیاری زیاد (ایجاد تنش شدید) باعث کاهش ۳۷ درصدی در تعداد غوزه در بوته در گیاهان تحت تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی شد. تعداد غوزه در بوته در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برابر با ۲۰/۲۲ و در آبیاری قطره‌ای سطحی ۱۵/۸۹ عدد (با ۲۱/۵ درصد اختلاف) بود که در دو گروه آماری متفاوت قرار دارد. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های دیگر (۲۷ و ۲۲) همخوانی دارد.

ه) وزن غوزه. محل قرار گرفتن غوزه در ساقه اصلی در افزایش وزن غوزه‌ها اهمیت دارد. وزن غوزه‌هایی که در نزدیک‌ترین گره به ساقه اصلی روی شاخه زایا وجود دارد، به ترتیب ۱۴ و ۲۱ درصد بیش از غوزه‌هایی است که در گره دوم و سوم شاخه زایا تشکیل می‌شود. افزایش وزن غوزه به دلیل قرار گرفتن در نزدیکی ساقه اصلی و اختصاص ماده فتوسنتزی بیشتر به غوزه است (۲۰). با توجه به معنادار بودن اثر متقابل عوامل اصلی و فرعی بر صفت وزن غوزه در سطح احتمال ۵ درصد، همچنین ارزیابی مقایسه میانگین این صفت با آزمون دانکن، می‌توان گفت که به‌رغم اختلاف ۲/۵ درصدی در وزن غوزه گیاهان تحت تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، از لحاظ تجزیه آماری در گروه آماری a و گیاهان تحت تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی با اختلاف ۳ درصدی نسبت به یکدیگر در گروه آماری b قرار گرفت. این مطلب نشان از تأثیر مثبت کم آبیاری بر وزن غوزه، همچنین برتری ۱۵ درصدی گیاهان تحت تیمار سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به تیمار سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی است.

بهره‌وری مصرف آب گیاه پنبه در گیاهان تحت تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) ۰/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب، در گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۰/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب، در گیاهان تحت تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و سیستم آبیاری قطره‌ای ۰/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (۲، ۱۹ و ۲۵).

در شرق ترکیه بهره‌وری آب برای گیاه پنبه ۰/۱۵ تا ۰/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب، در مناطق خشک آریزونا و کالیفرنیا بین ۰/۱۷ تا ۰/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار و در شهرستان ارزوییه در استان کرمان بین ۰/۲۹۶ تا ۰/۳۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (۲۵، ۱۶ و ۱). در این طرح برتری ۱۱/۳ درصدی بهره‌وری مصرف آب سیستم قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی وجود دارد. برتری ۱۵ درصدی بهره‌وری آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی نیز گزارش شده است (۲۷ و ۲۲). گزارش‌ها در مورد بهره‌وری آب در گیاه پنبه با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.

د) تعداد غوزه و اندازه آن از اجزای عملکرد و صفات ژنتیکی پنبه محسوب می‌شود. این صفت در ارقام مختلف متفاوت است. شرایط محیطی در موقع رشد بر تعداد غوزه در بوته، محل تشکیل غوزه روی ساقه اصلی و اندازه غوزه پنبه تأثیر می‌گذارد. مقدار آب آبیاری و نوع سیستم آبیاری در سطح ۱ درصد بر صفت تعداد غوزه در بوته مؤثر است، اما تأثیر متقابل مقدار آب آبیاری و سیستم آبیاری بر این صفت معنادار نبود (جدول ۵). بیشترین تعداد غوزه در بوته (۲۵ عدد) در گیاهان تحت تیمار $R_2I_1S_2$ و کمترین آن (۱۱ عدد) در گیاهان تحت تیمار $R_1I_3S_1$ اتفاق افتاد. از نظر آماری مقدار آب آبیاری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن بر تعداد غوزه در بوته تأثیر معنادار دارد. بیشترین تعداد (۲۱/۳۳) در گیاهان تحت

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

نتیجه گیری

درصدی وزن غوزه را ایجاد کرد، اما کم آبیاری در گیاهان تحت تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاهش ۳۵/۳ درصدی عملکرد محصول، ۳۵/۳ درصدی تعداد غوزه در بوته و ۲۵/۲۵ درصدی وزن غوزه را نشان داد. با توجه به برتری سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی در زمینه‌های مورد بررسی در این تحقیق استفاده از روش کم آبیاری در کشت پنبه در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در منطقه حاجی آباد استان هرمزگان راهکاری مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب در دوره های خشک‌سالی خواهد بود. این نتیجه با توصیه‌هایی هماهنگ است که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی را بهترین تیمار برای آبیاری گیاه پنبه معرفی کرده‌اند (۲۳).

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ نیاز آبی، عملکردی به‌ترتیب به مقدار ۲۵۰۴ و ۲۷۷۱ کیلوگرم در هکتار داشت. عملکرد این دو سیستم به‌ترتیب ۰/۲ و ۹/۸ درصد بیش از میانگین عملکرد منطقه (۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) است. بررسی شاخص‌های مختلف از قبیل عملکرد محصول، بهره‌وری آب، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه گویای برتری سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی است. عملکرد محصول پنبه در گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به میزان ۲۴۸ کیلوگرم در هکتار بیش از سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی بود. علی‌رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی، بهره‌وری آب در گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ۱۱/۳ درصد بیش از گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی است. تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه در گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌ترتیب ۲۱/۵ و ۱۵ درصد نسبت به گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی بیشتر است. تیمار کم آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی سبب افزایش بهره‌وری آب به میزان ۰/۳۳ درصد و صرفه‌جویی ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار آب (۲۰ درصد آب مصرفی) شد. تیمار کم آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث صرفه‌جویی ۳۲۰۰ مترمکعب در هکتار آب (۴۰ درصد آب مصرفی) شد، اما افزایش بهره‌وری آب را نشان نداد. کم آبیاری در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاهش ۱۶ درصدی عملکرد محصول، ۸/۵ درصدی تعداد غوزه در بوته، ۲/۴

منابع

۱. افراسیاب پ. دلیری م. اسدی ر. و محمدی ا. (۱۳۹۴) تأثیر مکش خاک و شوری آب بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه. پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۲(۳): ۲۹۵-۳۱۱.
۲. افشار ه و مهرآبادی ح.ر. (۱۳۸۶) بررسی عملکرد پنبه و اجزای آن در دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری. نهال و بذر، ۲۳(۴): ۵۵۷-۵۷۰.
۳. انصاری ح. شریفان ح. و داوری ک. (۱۳۸۸) اصول و عملیات آبیاری عمومی. انتشارات جهاد دانشگاهی، ۳۱۶ ص.
۴. جعفر آقایی م. و جلالی ا.ه. (۱۳۹۱) تأثیر کم آبیاری بر تولید دو رقم پنبه در استان اصفهان. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۲(۶): ۱۴۵-۱۵۲.

مدیریت آب و آبیاری

تأثیر کم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب، عملکرد و اجزای آن در گیاه پنبه

۵. خدابنده ن. (۱۳۸۵) زراعت گیاهان صنعتی. چاپ سوم، انتشارات سپهر، ۵۰۴ ص.
۶. دستورانی م.ت. صادق‌زاده م.ع. و حشمتی م. (۱۳۸۶) بررسی کارایی آبیاری زیرسطحی در میزان رشد و تولید درختان پسته. علوم و صنایع کشاورزی، ۲۲(۱): ۳۵-۴۷.
۷. دهقانی م.، جعفر آقایی م. و طباطبایی س.ح. (۱۳۹۳) بررسی تأثیر برنامه آبیاری بر عملکرد و برخی اجزای آن در دو رقم پنبه در اصفهان. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۸(۳): ۵۶۱-۵۶۹.
۸. رحیمیان م.ح. و کاخکی ع. (۱۳۸۶) نیاز آبی گیاه پنبه و ضریب گیاهی kc مربوط به آن روش لایسیمتر در منطقه کاشمر. علوم آب و خاک، ۲۱(۱): ۱۴۱-۱۴۵.
۹. رستگار م.ع. (۱۳۸۵) زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات برهمند، تهران، ۴۷۹ ص.
۱۰. علیزاده ا. (۱۳۸۴) رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ هفتم، دانشگاه امام رضا، مشهد، ۴۷۰ ص.
۱۱. علیزاده ا. (۱۳۸۸) اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۴۹۴ ص.
۱۲. کریمی گوغری ش. اسدی ر. و محمدرضا خانی م.ر. (۱۳۹۲) تأثیر کم آبیاری و شیوه کارگزاری لوله آبدار در افزایش بهره‌وری مصرف آب پنبه. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷(۲): ۱۴۹-۱۵۷.
۱۳. کوچکی ع. (۱۳۸۸) زراعت در مناطق خشک. چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی، مشهد، ۲۰۲ ص.
۱۴. ناصری ف. (۱۳۷۴) پنبه. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۹۰۱ ص.
۱۵. نخجوانی مقدم م.م. صدرقائن ح. و دهقانی سانچ ح. (۱۳۸۶) کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای بر بهبود کارایی مصرف آب محصولات ردیفی. مجموعه مقالات سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار: ۵۹۱-۵۹۷.
16. Ayars J.E. Hutmacher R.B. Vail S.S. and Schoneman R.A. (1991) Cotton response to nonuniform and varying depths of irrigation. *Agricultural Water Management*, 19(2): 151-166.
17. Cetin O. and Bilget L. (2002) Effects of different irrigation methods on shedding and yield of Cotton. *Agricultural Water Management*, 54(1): 1-15.
18. Chun-yan W. Akihiro I. Mao-song L.I. and Dao-Long W. (2007) Growth and eco-physiological performance of cotton under Water stress conditions. *Agricultural Sciences in China*, 6(8): 949-955.
19. Dagdelen N. Basal H. Yılmaz E. Gurbuz T. and Akcay S. (2009) Different drip irrigation regimes affect Cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. *Agricultural Water Management*, 69(1): 111-120.
20. Jenkins J.N. Mccarty J.C. and Parrott W.L. (1990) Effectiveness of fruiting sites in cotton yield. *Crop Science*, 30: 365-369.
21. Jensen M. (1993) Water management and conservation: Is Yuma ready for drip. Arizona published, 1(2): 55-62.

22. Kalfountzos D. Alexiou I. Kotsopoulos S. Zavakos G. and Vyrilas P. (2007) Effect of subsurface drip irrigation on cotton plantations. *Water Resource Management*, 21(8): 1341-1351.
23. Onder D. Akiscan Y. Onder S. and Mert M. (2009) Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. *African Journal of Biotechnology*, 8(8): 1536-1544.
24. Sander J.Z. and Bastiaanssen W.G.M. (2004) Review of measured crop water productivity values for irrigation wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69(2): 115-133.
25. Unlu M. Kanber R. Levent D.K. Tekin S. and Kapur B. (2010) Effect of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigation cotton in Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 98(4): 597-605.
26. White S.C. and Raine S.R. (2004) Identifying the potential to apply deficit irrigation strategies in cotton using large mobile irrigation machines. 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September-1 October.
27. Whitaker J.R. Ritchie G.L. Bednarz C.W. and Mills C.I. (2008) Cotton subsurface drip and overhead irrigation efficiency, maturity, yield, and quality. *American Society of Agronomy*, 100(6): 1763-1768.
28. [www.http://donya-e-eqtasad.com/news/829476](http://donya-e-eqtasad.com/news/829476)

Archive of SID