



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۲۰۵-۲۱۶

تأثیر کم‌آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب، عملکرد و اجزای آن در گیاه پنبه (رقم 'oramien')

عباس رضایی استخرویه^{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. کارشناسی 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 حاجی‌آباد (استان هرمزگان) اجرا شد. تیمارها سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) و دو سیستم آبیاری (قطراهای سطحی و زیرسطحی) بود. نتایج نشان داد در هر دو سیستم، گیاهان تحت تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد، بهترین نتایج را 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، بهترین نتایج 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، حاجی‌آباد، کارایی مصرف آب.

مقدمه

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 حاجی آباد در استان هرمزگان رقم 'ورامین' است. این رقم با توجه به بومی بودن و موارد مصرف متنوع آن در بین کشاورزان منطقه از جایگاه ویژه ای برخوردار است (۱۴). رقم 'ورامین' دارای رشد متوسط، ارتفاع بین ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی متر، زودرس، مقاوم به شوری، حساس به بیماری پژمردگی، دارای ریشه عمیق، ساقه اصلی مستحکم، غوزه های نوک تیز و درشت، رنگ گلبرگ ها و دانه گرده کم رنگ، برگ ها نسبتاً درشت و لبدار، سطح زیر برگ و ساقه کم کرک، و طول دوره رویش آن ۱۴۰ روز است (۹). اجرای آبیاری قطره ای در زراعت پنبه از سال ۱۹۸۴ شروع شد. افزایش عملکرد، بهره اقتصادی و کاهش هزینه های 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 تشكیل اندام های زایشی و زمان گرده افشاری موجب ریزش غوزه ها می شود. فراوانی رطوبت خاک در مرحله زایشی موجب تحریک رشد رویشی و محدودیت گلدهی گیاه می شود. در این میان، تعادل بین رشد رویشی و تعداد گل برای حصول حداقل عملکرد لازم است. در نتیجه رطوبت مناسب در خاک برای برقراری این تعادل اهمیت زیادی دارد (۱۳). کم آبیاری به مقدار ۸۰ درصد در سیستم آبیاری قطره ای (سطحی و زیر سطحی) در مقایسه با آبیاری کامل، باعث افزایش عملکرد، بهره وری آب، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه به ترتیب به مقدار ۸/۵، ۴، ۱۰ و ۲/۵ درصد و صرفه جویی ۱۳۰۰ متر مکعب آب (۲۰ درصد آب مصرفی) در هکتار

رشد جمعیت تقاضا و نیاز جهانی به غذا را افزایش می دهد. تا سال ۱۹۵۰ میلادی این نیاز از طریق افزایش سطح زیر کشت تأمین می شد، اما از سال ۱۹۶۰، سیاست ها به افزایش عملکرد در واحد سطح و در واحد حجم آب مصرفی معطوف شد. در سیستم های آبیاری سنتی، معمولاً آب در تمام سطح مزرعه پخش و تلفات آب به طرق مختلف افزایش می باید (۱۱). روش آبیاری قطره ای (تیپ)^۱ نوعی آبیاری تحت فشار است که در آن آب از طریق نوارهای پلاستیکی با روزنه هایی به فواصل مشخص، در مزرعه و باع توزیع می شود (۳). در آبیاری قطره ای نیاز آبی روزانه گیاه تأمین می شود، لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه ثابت باقی می ماند و گیاه از نوسانات تنش آبی صدمه نمی بیند. در این سیستم به دلیل محدود بودن سطح خاک مرطوب، رشد علف های هرز در بین ردیف ها ناچیز است و از رشد حشرات، امراض و قارچ ها جلوگیری می شود. همچنین، هزینه مبارزه با آفات کاهش می باید. گزارش شده است در زراعت گیاه پنبه در سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی، رشد علف های هرز ۸۵ درصد نسبت به سیستم آبیاری شیاری کمتر بود (۱۸). در حال حاضر، آبیاری قطره ای در هفتاد کشور جهان، در وسعتی بالغ بر ۶/۵ میلیون هکتار (۲) درصد اراضی فاریاب استفاده می شود. وسعت اراضی تحت سیستم آبیاری قطره ای 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 نیمه خشک، مقاوم به تنش شوری

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 آبیاری 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 ۳۰-۰، ۳۰-۳۰ و ۶۰-۶۰ سانتی‌متری در جدول ۲ و ۳ و خصوصیات آب آبیاری در جدول ۴ آمده است.

تحقیق در زمینی به وسعت 21×21 مترمربع، در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات)^۱ با سه تکرار اجرا شد. سه عامل اصلی، سطوح آبیاری: I_۱ (آبیاری کامل)، I_۲ (آبیاری با 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 و R_۲) و (R_۳) انجام شد.

1. split plot

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 فتوستتری از طریق مخازن اندام‌های زایشی نسبت به مخازن اندام‌های رویشی می‌شود. این امر باعث بقای بیشتر غوزه‌ها و درنتیجه 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 قرار گیرد تا از رشد بی‌رویه آن جلوگیری شود. از طرفی، رسیدگی آن نیز تسريع 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 انجام شده، تاکنون در منطقه حاجی‌آباد در استان هرمزگان مطالعاتی در مورد

مدیریت آب و آبیاری

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

| میانگین سالانه | ماههای سال | | | | | | پارامترها |
|----------------|------------|--------|-------|------|-------|----------------|-----------------|
| | مهر | شهریور | مرداد | تیر | خرداد | | |
| ۲۸ | ۳۲/۳ | ۳۸/۴ | ۴۱/۵ | ۴۲/۵ | ۴۲/۸ | میانگین حداکثر | |
| ۲۲ | ۱۵ | ۲۴ | ۲۸/۰ | ۲۷ | ۲۴/۱ | میانگین حداقل | |
| ۴۳ | ۳۹ | ۴۴ | ۴۷ | ۴۷ | ۴۷/۵ | حداکثر مطلق | درجة حرارت (°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 | (mm) | بارندگی |
| ۳۰ | ۲۶/۵ | ۲۹ | ۳۱ | ۳۶/۶ | ۲۲/۱ | (%) | رطوبت نسبی |

جدول ۲. نتایج تجزیه فیزیکی خاک مزرعه

| بافت خاک | اجزای تشکیل‌دهنده 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 | آئیون‌ها 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 | ۷/۰۹ | ۲/۱۳ | ۶ | ۴ | ۴/۷۸ | ۴ | ۴ | ۷/۹ | ۳۰-۶۰ |
| ۰/۷۸ | ۷/۰۳ | ۱/۷۸ | ۴ | ۱۰ | ۴/۹۳ | ۲ | ۴ | ۵/۰۲ | ۶۰-۹۰ |

جدول ۴. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

| pH | EC (dS m ⁻¹) | آئیون‌ها (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-مونتیث-فائقو (رابطه ۱) و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد (۱۰).

(۱)

$$ET_o = \frac{89.0\gamma / (T + 273)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_r)} U_r (e_a - e_d) + 0.408\Delta(R_n - G)$$

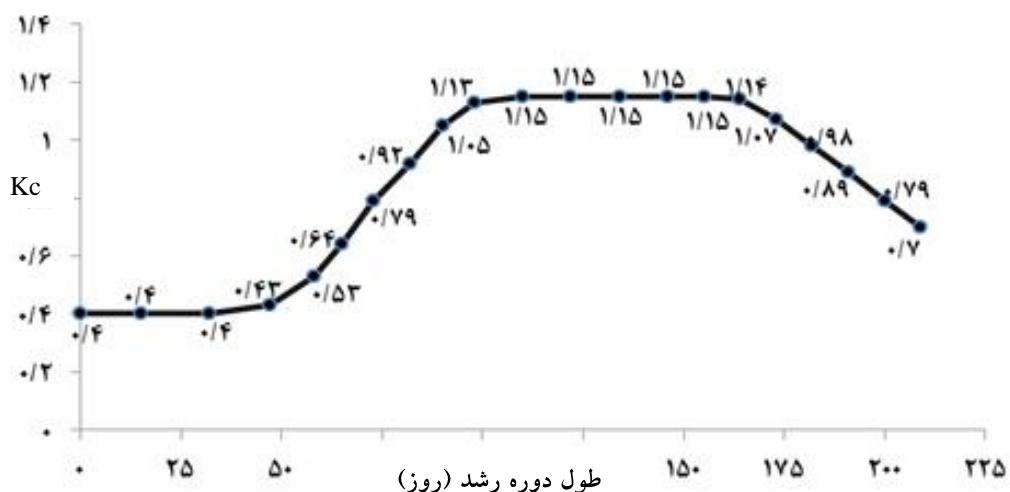
در این رابطه ET_o تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm day⁻¹)، R_n تابش خالص در سطح پوشش گیاهی (MJ m⁻² day⁻¹)، G شار گرما به داخل خاک (MJ m⁻² d⁻¹)، γ ضریب رطوبتی (KPa °C⁻¹)، T متوسط دمای هوا (°C)، U_r سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (m s⁻¹) و $e_a - e_d$ کمبود فشار بخار هوا (KPa) است.

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 سانتی متر و فاصله بین بوته ها روی ردیف ۱۵ سانتی متر 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 به طریق دستی به طور مساوی به تیمارها داده شد. عملیات کشت بذر پنبه رقم 'oramien' پس از یک نوبت آبیاری غرقابی در تاریخ ۱۳۹۱/۰۳/۰۲، در ۸ الی ۱۰ سانتی متری عمق خاک انجام گرفت. پس از جوانهدن بذرها، با وجودین دستی فاصله بوته ها به ۱۵ سانتی متر (تراکم ۵۸۰۰ بوته در هکتار) رسانده شد. ۲۵ کیلوگرم کود ازت، پس از سبزشدن کامل بوته ها و ۲۵ کیلوگرم در مرحله نهایی رشد به وسیله تانک کود در آب حل و به سیستم آبیاری تزریق شد. در تاریخ ۱۳۹۱/۰۳/۱۰، پس از یک دستشدن بوته ها، عملیات پیاده سازی لوله های 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 نرم افزار 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 و ۸ آمده است. بر اساس نتایج این جدول‌ها تأثیر تیمارهای اعمال شده بر آب مصرفی، عملکرد گیاه، بهره‌وری آب، تعداد غوز 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 پنهان در آبیاری قطره‌ای ۷۰۰۲۳۸ و در آبیاری شیاری ۱۴۱۱۱/۸ مترمکعب در هکتار است (۲). نیاز آبی به دست آمده برای گیاه پنهان در این تحقیق به نتایج گزارش‌های ذکر شده نزدیک است. به رغم 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 ناجیز و قابل صرف‌نظر است و فقط تعرق اهمیت دارد. بنابراین، در محاسبه نیاز آبی این فرض که تمام سطح مزرعه مرطوب باشد تعديل می‌شود (۱۱). تعرق روزانه گیاه در آبیاری قطره‌ای تابعی است از سطح سایه‌انداز گیاه و با معادله (۳) محاسبه می‌شود (۱۱).

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

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 درنظر 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، کم آبیاری 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 پنهان 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 R₁I₁S₂ و کمترین آن ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تحت تیمار R₂I₂S₁ اتفاق افتاد. گزارش شده است که سیستم آبیاری قطره‌ای R₂I₂S₁ 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 قرارداشت. اما، اثر متقابل آبیاری و سیستم آبیاری بر عملکرد گیاه معنادار نبود. تنفس 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، ۳/۷/۲ درصد کاهش نسبت به آبیاری کامل) در تنفس 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** |
| Aثر متقابل AB | ۲ | ۱۸۰۳/۵۵ ^{ns} | ۰/۰۰۰۷ ^{ns} | ۰/۰۰۰ ^{ns} | ۰/۰۳۵* |
| خطا (E2) | ۶ | ۸۷۲۲/۸۳ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۶۶ | ۰/۰۰۷ |

ns بهترین معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون معناست **، * و ns بهترین 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 | ۲۲/۶۷ ^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 | ۱S۲I |
| ۳/۷۶ ^c | ۱۵/۳۳ ^a | ۰/۲۹۹ ^a | ۱۷۹۳/۳۳ ^a | ۲S۲I |
| 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 قرار گرفت، اما مقدار آب آبیاری و تأثیر متقابل مقدار آب آبیاری و سیستم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب معنادار نبود. 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 R₁I₁S_۲ و کمترین آن (۰/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب) در گیاهان تحت تیمار R_۳I_۳S_۱ 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 روزنه‌ها سبب افزایش بهره‌وری آب در گیاه پنبه می‌شود

مدیریت آب و آبیاری

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 قرارگرفتن 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 قرارگرفتن در نزدیکی ساقه اصلی و اختصاص ماده فتوستزی بیشتر به غوزه است (۲۰). با توجه به معنadar 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 برغم 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 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 رئیتیکی پنبه محسوب می‌شود. این صفت در اوقات 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 معنadar نبود (جدول ۵). بیشترین تعداد غوزه در بوته (۲۵ عدد) در گیاهان تحت تیمار R₁I₂S₂ و کمترین آن (۱۱ عدد) در گیاهان تحت تیمار R₁I_۳S_۱ اتفاق افتاد. از نظر آماری مقدار آب آبیاری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن بر تعداد غوزه در بوته تأثیر معنadar دارد. بیشترین تعداد (۲۱/۳۳) در گیاهان تحت

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

نتیجه‌گیری

در صدی 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 $\frac{35}{3}$ در صدی عملکرد محصول، $\frac{35}{3}$ در صدی تعداد غوزه در بوته و $\frac{25}{25}$ در صدی 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 دوره‌های خشکسالی خواهد بود. این نتیجه با توصیه‌هایی همانگ است که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی را بهترین تیمار برای آبیاری گیاه پنبه معرفی کرده‌اند (۲۳).

منابع

۱. افراصیاب 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): 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): 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): ۱۴۵-۱۵۲.

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ نیاز آبی، عملکردی به ترتیب به مقدار ۲۵۰۴ و ۲۷۷۱ کیلوگرم در هکتار داشت. عملکرد این دو سیستم به ترتیب $\frac{1}{2}$ و $\frac{9}{8}$ در صد 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 در صد بیش از گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی است. تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه در گیاهان تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به ترتیب 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 $\frac{1}{3}$ در صد و صرفه‌جویی 1500 مترمکعب در هکتار آب (20 در صد 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 3200 مترمکعب در هکتار آب (40 در صد 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 16 در صدی عملکرد محصول، $8/5$ در صدی تعداد غوزه در بوته، $2/4$

مدیریت آب و آبیاری

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

۱۴. ناصری ف. (۱۳۷۴) پنبه، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۹۰۱ ص.
۱۵. نخجوانی مقدم م.م. صدرقائی ح. و دهقانی سانیچ ح. (۱۳۸۶) کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای بر بهبود کارایی مصرف آب محصولات ریفی. مجموعه مقالات سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار: ۵۹۷-۵۹۱.
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. Yilmaz 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.
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 کارآیی آبیاری زیرسطحی در میزان رشد و تولید درختان پسته. *علوم و صنایع کشاورزی*، (۲۲): ۴۷-۳۵.
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): ۵۶۹-۵۶۱.
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): ۱۴۵-۱۴۱.
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 آبده در افزایش بهرهوری مصرف آب پنبه. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷(۲): ۱۴۹-۱۵۷.
۱۳. کوچکی ع. (۱۳۸۸) زراعت در مناطق خشک. چاپ دهم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی، مشهد، ۲۰۲ ص.

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۵

22. Kalfountzos D. Alexiou I. Kotsopoulos S. Zavakos G. and Vyrlas 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-eqtesad.com/news/829476](http://donya-e-eqtesad.com/news/829476)