ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد پنبه در ارزوئیه استان کرمان

رسول اسدی[۱*]، فرزاد حسن‌پور[۱]، سید محمود طباطبایی[۱] و نادر کوهی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۳)

چکیده

یکی از راه‌های استفاده بهینه از آب، به‌کارگیری روش‌های مدرن آبیاری از جمله آبیاری قطره‌ای نواری است. در این تحقیق به منظور ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد پنبه، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ارزوئیه واقع در استان کرمان در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح آبیاری۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌عنوان عامل اصلی و دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به‌عنوان عامل فرعی می‌باشند. میزان صرفه‌جویی در آب مصرفی دو تیمار ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، به‌ترتیب به میزان ۳۲۰۰ و ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که عملکرد محصول ناشی از اعمال تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، به‌ترتیب به میزان ۳۷/۲ و ۱۵/۶ درصد کاهش وکارایی مصرف آب در دو تیمار مذکور به‌ترتیب ۳/۸ درصد کاهش و ۰/۷ درصد افزایش دارد. هم‌چنین عملکرد محصول و کارایی مصرف آب ناشی از اعمال تیمار سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی به‌ترتیب به میزان ۱۱ و ۱۱/۳درصد افزایش داشت. علاوه بر این نسبت منفعت به هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در حدود ۸ درصد نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی کمتر می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در قالب تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در کشت پنبه در منطقه ارزوئیه استان کرمان می‌تواند راهکاری مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب در دوره‌های خشک‌سالی باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، عملکرد پنبه، کارایی مصرف آب ، ارزوئیه

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲. بخش فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rakh_802@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه

پنبه که به حق طلای سفید نام گرفته، مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاه لیفی و یکی ازگیاهان مناسب برای کشت در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. این گیاه از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که علاوه بر تأمین مواد اولیه صنایع نساجی و روغن‌کشی، در اشتغال‌زائی بخش‌های کشاورزی، صنعت و بازرگانی نقش مهمی ایفا می‌کند (۴). در بازار جهانی در میان پنج دانه روغنی مهم یعنی سویا، آفتابگردان، پنبه، بادام زمینی و کلزا، پنبه بعد از سویا در مقام دوم قرار دارد، زیرا پنبه منبع غنی از روغن و پروتئین است که بیش از ۶ درصد پرتئین مورد نیاز دنیا و ۴۵ درصد از کل مصرف الیاف جهان را به‌خود اختصاص داده است (۶).

کل سطح زیر کشت پنبه در کشور حدود ۱۵۰ هزار هکتار می‌باشد. سطح زیر کشت پنبه در استان کرمان غالباً منحصر به منطقه مورد مطالعه این تحقیق (ارزوئیه) بوده که با مساحتی حدود ۲۵۰۰ هکتار، قابلیت تولید حدود ۲/۵ تن در هکتار را دارا می‌باشد (۳). تنها رقم مورد کشت پنبه در منطقه ارزوئیه، رقم ورامین است که با توجه به بومی بودن و موارد مصرف متنوع آن از جایگاه ویژه‌ای در بین کشاورزان این منطقه برخوردار است.

کاهش منابع آب موجود و افزایش بهای آن امروزه کشاورزان را به سمت استفاده از سیستم‌های آبیاری با راندمان بالا سوق داده است. با توجه به پیشرفت علم و اهمیت کشاورزی برای استفاده بهینه از آب، تجهیزات و روش‌های مختلف آبیاری ابداع گردیده است. این در حالیست که در صورت استفاده صحیح از آب علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح می‌توان سطح زیر کشت را نیز افزایش داد. یکی از راه‌های نیل به این اهداف کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری مانند استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری است. استفاده از این سیستم علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول را در پی دارد (۱۱). در چند دهه گذشته امکان استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای برای محصولات مختلف زراعی مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده است در شرایط معینی روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش‌های مرسوم آبیاری قادر به کاهش آب آبیاری و افزایش عملکرد برای محصولات مختلف می‌باشد (۱۰). به‌طوری‌که سیتن و بیلگت (۱۱) با مطالعه تأثیر سه روش آبیاری نواری، شیاری و بارانی در قسمتی از جنوب شرقی آنتالیا در ترکیه گزارش نمودند که عملکرد پنبه در سه روش یادشده به‌ترتیب ۲۹۸۰، ۲۲۳۰ و ۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده که در کل تولید محصول در روش نواری ۲۵ درصد بیشتر از روش شیاری و ۳۰ درصد بیشتر از روش بارانی بوده است. هم‌چنین ویتاکر و همکاران (۱۷) در آزمایشی عملکرد و کیفیت محصول پنبه را با استفاده از دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری بارانی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مقدار عملکرد پنبه ۸ درصد و کارایی مصرف آب ۱۵ درصد بیشتر از آبیاری بارانی بوده است، اما مقایسه این دو روش آبیاری بر روی کیفیت الیاف پنبه معنی‌دار نبود.

هر چند مطالعات متعددی در ارتباط با استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای برای کشت پنبه در دنیا انجام شده اما در ایران، تحقیقات چندانی در این زمینه صورت نگرفته است. آبیاری قطره‌ای در زراعت پنبه از سال ۱۹۸۴ در تگزاس شروع شد که افزایش عملکرد، بهره اقتصادی و کاهش هزینه‌های تولید محصول باعث گسترش این سیستم گردید (۸). باسال و همکاران (۱۰) به بررسی اثرات دو ساله رژیم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای بر عملکرد وکارایی مصرف آب در شرق ترکیه با چهار سطح آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) درصد نیاز آبی پرداختند. نتایج تجزیه آماری این تحقیق نشان داد که دو تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی از لحاظ عملکرد در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. هم‌چنین در این تجزیه آماری کارایی مصرف آب تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی دارای بهترین جایگاه آماری و بعد از آن دو تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی قرار گرفته‌اند. در پایان این محققین پیشنهاد اعمال تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در کشت پنبه نمودند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

کالفونتز و همکاران (۱۴)، در آزمایش دو ساله‌ای، ۴ سطح آبیاری۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه (حاصل ضرب تبخیر و تعرق گیاه مرجع (روش پنمن-مونتیت) و ضریب گیاهی پنبه) در دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد پنبه، مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد به‌رغم اختلاف ۳ درصدی در عملکرد تیمارهای ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی با تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی، نتایج تجزیه آماری نشان داد که عملکرد محصول در تیمارهای ۱۲۰، ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این در حالی بود که عملکرد محصول در سه تیمار یاد شده در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌صورتی بود که تجزیه آماری حکم به برتری دو تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه نسبت به تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی داد. این محققین دلیل این امر را آن دانستند که رطوبت اضافی باعث افزایش رشد رویشی از جمله سطوح برگ و ارتفاع گیاه شده که در نتیجه آن، عملکرد کاهش پیدا کرده است. این موضوع احتمالاً به این علت است که در این شرایط بزرگ شدن برگ تقدم بیشتری نسبت به رشد غوزه برای کربوهیدرات موجود دارد. از دیگر نتایج این تحقیق می‌توان به این موضوع اشاره کرد که عملکرد پنبه در دو تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری نواری زیرسطحی به طور معنی‌داری بیشتر از آبیاری نواری سطحی می‌باشد.

با توجه به بروز خشکسالی‌های مستمر و بحران آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور از جمله ارزوئیه کرمان از یک سو و راندمان بالای سیستم آبیاری قطره‌ای از سوی دیگر، در راستای استفاده بهینه از منابع آب کشور در بخش کشاورزی و در کشت پنبه انجام این تحقیق ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

الف) منطقه اجرای طرح

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان ارزوئیه واقع در استان کرمان در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. منطقه ارزوئیه در ۲۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمان و در محدوده جغرافیایی $28^{o}\ 19'$ تا $28^{o}\ 38'$ عرض شمالی و $57^{o}\ 7''$ تا $59^{o}\ 32'$ طول شرقی واقع و دارای ارتفاع ۱۰۴۴ متر بالاتر از سطح دریا می باشد (شکل ۱). اقلیم منطقه نیمه‌بیابانی خفیف و جزء نواحی گرم محسوب می‌گردد و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه در حدود ۳۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (۲).

ب) قالب طرح و روش اجرا

به منظور ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد پنبه در ارزوئیه استان کرمان، آزمایشی در زمینی به ابعاد ۴۲×۱۰/۵ متر و به مساحت $441m^2$ در قالب طرح کرت‌های نواری خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی به‌صورت اسپلیت پلات و در سه تکرار به اجرا در آمد. این آزمایش در قالب ۶ تیمار (سه سطح آبیاری: I_1=۱۰۰، I_2=۸۰ و I_3=۶۰ درصد نیاز آبی به‌عنوان عامل اصلی و دو سیستم آبیاری شامل آبیاری قطره‌ای سطحی (S_1) و آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (S_2) به‌عنوان عامل فرعی) اجرا گردید. در این آزمایش تیمارها در کرت‌هایی به عرض ۳/۵ متر و طول ۶ متر که شامل ۴ ردیف کشت به فاصله ۷۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند (شکل ۲).

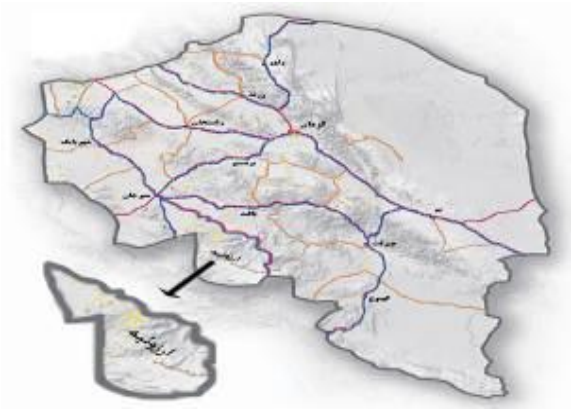
درسیستم آبیاری S_1، نوارهای دو جداره (تیپ) بر روی سطح خاک و در کنار ساقه گیاه قرار گرفتند ولی در سیستم آبیاری S_2، نوارهای دو جداره (تیپ) در عمق ۲۰cm از سطح خاک قرار گرفتند. در این آزمایش فاصله بوته‌های پنبه کشت شده در هر ردیف کشت ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارهای آزمایش که به‌صورت عمودی کنار هم قرار گرفتند، ۱/۵ متر بود و تعداد کل کرت‌ها با احتساب تکرارها به ۱۸ کرت رسید.

نیاز آبی گیاه با استفاده از فرمول پنمن–مونتیت اصلاح شده توسط فائو و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد (۷). پارامترهای مربوط به فرمول پنمن – مونتیت از ایستگاه هواشناسی حاجی آباد (در استان هرمزگان) در فاصله ۲۰ کیلومتری محل آزمایش،

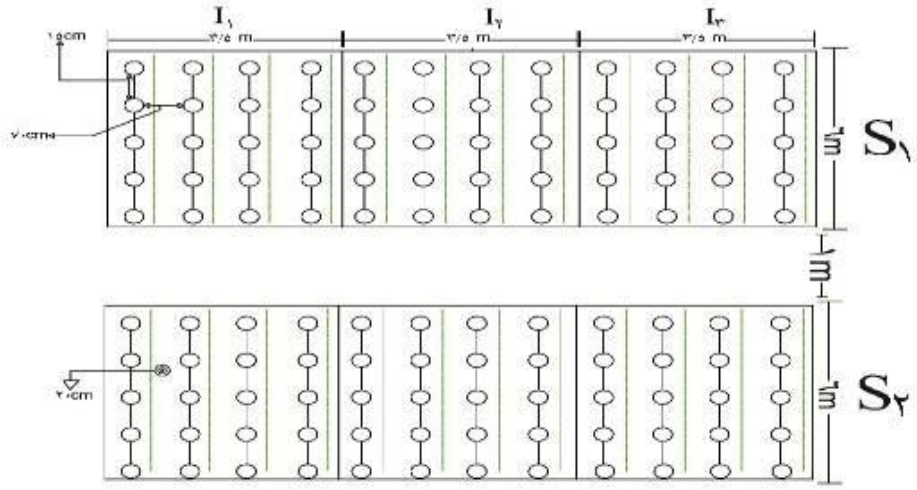
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به ایران و استان کرمان



شکل ۲. طرح الگوی روش آبیاری

اخذ گردید و ضریب گیاهی با توجه به منحنی تغییرات ضریب گیاهی پنبه در طول فصل رشد برای دوره‌های آبیاری با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ۵۶ فائو تعیین شد (۱۶). در این تحقیق دور آبیاری برای همه تیمارها ۳ روز یک بار در نظر گردید.

جدول‌های ۱ و ۲ برخی خصوصیات شیمیایی آب و خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهد. هم‌چنین مقدار کود شیمیایی مورد نیاز گیاه براساس توصیه آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان، ۱۱۰ کیلوگرم اوره، ۴۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۲۰ کیلوگرم پتاسیم بود که تمامی کود فسفاته و یک سوم کود ازته در زمان کشت و مابقی کود ازته در مرحله ۵ برگه شدن پنبه استفاده شد. پارامترهایی که در این مطالعه اندازه‌گیری شدند عبارت بودند 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) میزان آب مصرفی که از طریق کنتور حجمی اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین معیار کارایی مصرف آب از رابطه ۱ محاسبه گردید:

$$WUE = \frac{YT}{VT} \qquad [۱]$$

که در این رابطه:

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۱. برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	آنیون‌ها (meq/L)				کاتیون‌ها (meq/L)					
		CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	$SO4^{2-}$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{2+}	Mn^{2+}
۷/۱	۴	-	۵/۲	۵۷/۲	۴۱	۲۱/۴	۱۳/۴	-	۶۹	۰/۰۸	۰/۰۱

جدول ۲. نتایج آنالیز برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بافت خاک مورد مطالعه

عمق خاک (سانتی متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی اکیوالان در لیتر)						EC (dS/m)	PH	SAR
				Ca	Mg	Na	Cl	HCO_3	SO_4			
۳۰-۰	۲۲	۶۰	۱۸	۴	۶	۴/۲	۴	۲/۸	۷/۶	۰/۸	۸	۱/۶

WUE : کارایی مصرف آب (kg/m^3hec)، Y_T : میزان پنبه برداشت شده در واحد سطح (Kg) و V_T : حجم آب مصرفی (m^3) می‌باشند.

ج) مقایسه اقتصادی تیمارهای تحقیق

با توجه به این‌که به‌کارگیری روش آبیاری قطره‌ای در محصولات زراعی هزینه زیادی را در بر دارد لذا، در این تحقیق برای مقایسه اقتصادی میزان عملکرد تیمارهای مختلف به ازای میزان آب مصرفی آنها، از تکنیک اقتصادی نسبت منفعت به هزینه (Benefit /Cost Ratio) استفاده شد (۵). در این روش نسبت میانگین منافع احتمالی سالانه و یا معادل یکنواخت منافع احتمالی سالانه به معادل هزینه یکنواخت سالانه هر تیمار، محاسبه می‌شود و نسبت محاسبه شده با معیار یک مقایسه می‌گردد. چنانچه $B/C \geq 1$ باشد انجام طرح اقتصادی و اگر $B/C < 1$ باشد انجام طرح غیراقتصادی می‌باشد. در این روش برای مقایسه بین تیمارهای مختلف، لازم است که ابتدا نسبت منفعت به هزینه هر تیمار را طبق دستورالعمل فوق محاسبه کرده و هر تیمار را که نسبت منفعت به هزینه آن کمتر از یک بود مردود شمرد، سپس تیمار بهینه را در آنهایی که نسبت منفعت به هزینه آنها بیشتر از یک می‌باشد، بر حسب هزینه اولیه مرتب ساخته و آنها را دو به دو مقایسه کرد (۵).

د) تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده تحقیق در پایان کشت با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (در سطح یک درصد) انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات تیمار نیاز آبی، سیستم آبیاری قطره‌ای و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد پنبه و کارایی مصرف آب در جدول ۳ نشان داده شده است. این نتایج حاکی از آن است که اثر تیمار آبیاری بر صفت عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و بر صفت کارایی مصرف آب اثر غیرمعنی‌داری گذاشت. اثر نوع سیستم آبیاری روی هر دو صفت مورد بررسی معنی‌دار اما اثر متقابل دو تیمار روی دو صفت غیرمعنی‌دار است.

الف)عملکرد محصول

نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه حاصل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول۳. خلاصه تجزیه واریانس طرح

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	کارایی مصرف آب
تکرارRep	۲	۲۵۱۰/۱۸	۰/۰۰۰۱
آبیاریA	۲	۱۴۵۵۱۴۱/۱۷**	۰/۰۰۰۵ns
خطا (E_1)	۴	۱۱۴۷۳/۵۸	۰/۰۰۰۵
نوع سیستم آبیاریB	۱	۲۷۶۰۲۴/۵۶**	۰/۰۰۵**
اثر متقابل AB	۲	۲۲۲۶/۱۸ns	۰/۰۰۰۱ns
خطا (E_2)	۶	۶۵۶۶/۷۹	۰/۰۰۰۵

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns: غیرمعنی‌دار

از اثر تیمار عامل اصلی در شکل ۳ نشان داده شده است. بر این اساس مشخص می‌شود که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_1) با عملکرد ۲۶۳۸ کیلوگرم در هکتار و با اختلافی در حدود ۱۵/۶ و ۳۷/۲ درصد به‌ترتیب نسبت به تیمارهای ۸۰ درصد (I_2) و ۶۰ درصد (I_3) نیاز آبی دارای بالاترین عملکرد می‌باشد و هم‌چنین اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بین این سه تیمار وجود دارد. به عبارتی، روند کاهش اعمال آب آبیاری با روند کاهش عملکرد محصول همسو می‌باشد. داگدلن و همکاران (۱۲) نیز در آزمایشی چهار تیمار (۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰) درصد نیاز آبی بر عملکرد پنبه را مورد بررسی قرار دادند. تجزیه آماری عملکرد محصول در این تحقیق نشان از هم‌گروه بودن دو تیمار ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی داد. هم‌چنین عملکرد محصول در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی با اختلاف ۱۳ درصدی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی از دیگر نتایج این تحقیق بود که با نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، هم‌خوانی دارد.

شکل ۴ مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه را نشان می‌دهد که توسط آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد به‌دست آمده است. با توجه به این شکل می‌توان گفت که تیمار سیستم آبیاری زیرسطحی در گروه آماری (A) و تیمار سیستم آبیاری سطحی در گروه آماری (B) قرار گرفته است. بنابراین با توجه به شکل۴ به رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی در تیمار عامل فرعی، میزان عملکرد محصول در تیمار سیستم آبیاری نواری زیرسطحی نسبت به سیستم آبیاری نواری سطحی در حدود ۱۱ درصد بیشتر می‌باشد، دلیل این امر را می‌توان آن دانست که سیستم آبیاری زیرسطحی به‌دلیل کاهش تبخیر، کنترل بهتر علف‌های هرز و رساندن مستقیم آب به منطقه توسعه ریشه نقش بسزایی در افزایش عملکرد دارد (۱۲). اوندر و همکاران (۱۵)، در تحقیق جهت مقایسه چهار سطح آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق) با استفاده از دو سیستم آبیاری نواری (سطحی و زیرسطحی) بر عملکرد پنبه به این نتیجه رسیدند که سیستم آبیاری نواری زیرسطحی در حدود ۱۵ درصد عملکرد بهتری نسبت به سیستم آبیاری نواری سطحی دارد.

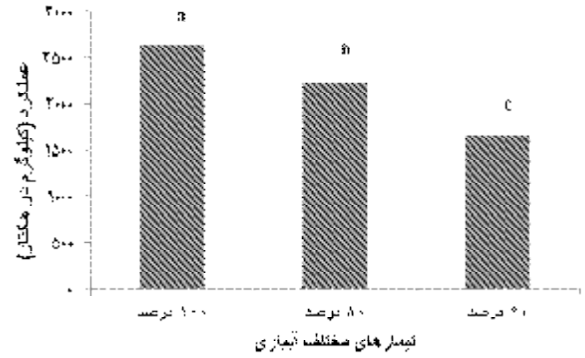
ب) میزان آب مصرفی

در این تحقیق میزان آب مصرفی تیمارهای فرعی اعمال شده در هر تیمار اصلی یکسان بود (جدول ۴)، به‌طوری‌که میزان آب مصرفی در تیمارهای ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب برابر با ۹۲۰۰، ۷۷۰۰ و ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد. نتایج رحیمیان و کاخکی (۹) نیز نشان داد که آب مورد نیاز پنبه در طول دوره رشد حدود ۶۰۰۰ تا ۹۰۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد و در مناطقی که دمای هوا زیاد و خاک منطقه شنی باشد، آب مورد نیاز پنبه به ۱۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار نیز خواهد رسید.

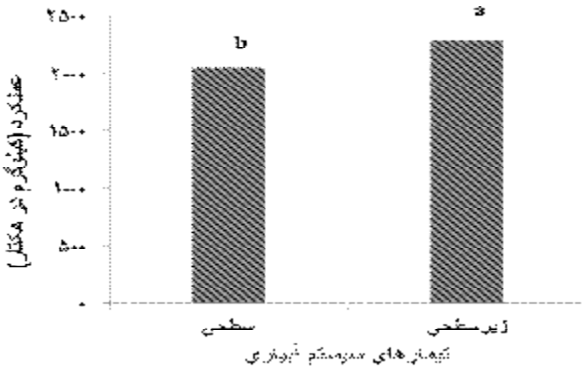
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۳. مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل اصلی



شکل ۴. مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل فرعی

جدول ۴. میانگین مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف برحسب مترمکعب در هکتار

تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی		تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی		تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی	
زیر سطحی	سطحی	زیر سطحی	سطحی	زیر سطحی	سطحی
۶۰۰۰	۶۰۰۰	۷۷۰۰	۷۷۰۰	۹۲۰۰	۹۲۰۰

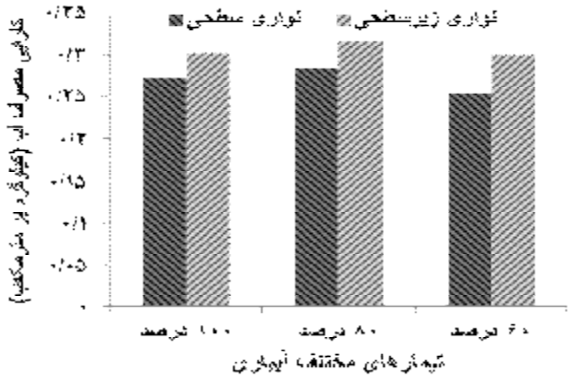
ج)کارایی مصرف آب

به رغم غیرمعنی‌دار بودن اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و نوع سیستم آبیاری بر کارایی مصرف آب در تجزیه آماری داده‌ها، کارایی مصرف آب در تیمارهای I_1S_2، I_2S_2 و I_3S_2 بالاتر از سایر تیمارها می‌باشند، که نشان از برتری کامل آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی می‌دهد (شکل ۵). در تحقیق دو ساله کالفونتز و همکاران (۱۴) نیز کارایی مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بیشتر از آبیاری قطره‌ای سطحی بود. هم‌چنین گزارش‌های به‌دست آمده، میانگین کارایی مصرف آب در مناطق خشک آریزونا و کالیفرنیا بین ۰/۲۱ تا ۰/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار می‌باشد (۱۳).

د) مقایسه اقتصادی

این تحقیق با بهاء، هر مترمکعب آب (بدون اعمال یارانه‌ها) ۳۲۰ ریال (۱)، و هم‌چنین هزینه بهره‌برداری که شامل هر کیلوگرم بذر پنبه ۴۷۰۰ ریال، هر کیلوگرم کود شیمیایی ۲۶۰۰

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۵. مقایسه کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری

جدول ۵. میزان اقلام مصرفی و هزینه آن‌ها در هر کرت

مجموع (ریال)	متوسط میزان کود		متوسط میزان بذر		متوسط میزان و عملیات نصب لوله	متوسط میزان آب		تیمار
	هزینه (ریال)	مصرفی (کیلوگرم)	هزینه (ریال)	مصرفی (گرم)	هزینه (ریال)	مصرفی (متر)	هزینه (ریال)	مصرفی (مترمکعب)	
۵۵۴۳۲/۴	۲۱۰۰۰	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۸۷۵۰	۲۵	۶۱۸۲/۴	۱۹/۳۲	I_1S_1
۵۷۴۳۲/۴	۲۱۰۰۰	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۲۰۲۵۰	۲۵	۶۱۸۲/۴	۱۹/۳۲	I_1S_2
۵۴۴۲۴/۴	۲۱۰۰۰	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۸۷۵۰	۲۵	۵۱۷۴/۴	۱۶/۱۷	I_2S_1
۵۶۴۲۴/۴	۲۱۰۰۰	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۲۰۲۵۰	۲۵	۵۱۷۴/۴	۱۶/۱۷	I_2S_2
۵۳۲۸۲	۲۱۰۰۰	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۸۷۵۰	۲۵	۴۰۳۲	۱۲/۶	I_3S_1
۵۵۲۸۲	۲۱۰۰۰	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۲۰۲۵۰	۲۵	۴۰۳۲	۱۲/۶	I_3S_2

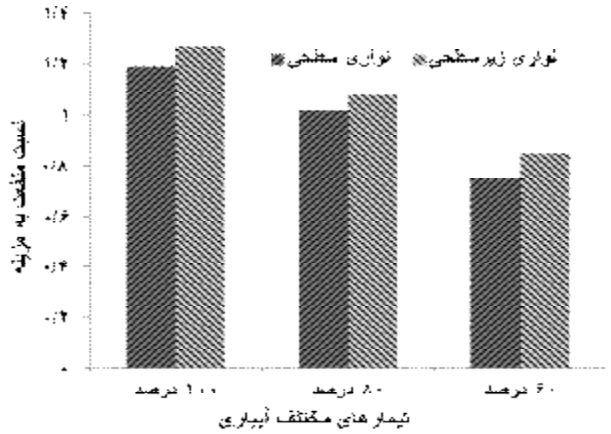
به‌دلیل عدم وجود علف هرز در مزرعه متوسط هزینه عملیات وجین در هر دو سیستم آبیاری یکسان و در حدود ۵۰۰۰ ریال محاسبه گردید.

جدول ۶. آنالیز درآمد در هر کرت

درآمد در هر کرت (ریال)	عملکرد در هر کرت (کیلوگرم)	تیمار
۶۵۷۵۰	۵/۳	I_1S_1
۷۲۷۵۰	۵/۸	I_1S_2
۵۵۷۵۰	۴/۵	I_2S_1
۶۱۲۵۰	۴/۹	I_2S_2
۴۰۰۰۰	۳/۲	I_3S_1
۴۷۱۲۵	۳/۸	I_3S_2

ریال، هر متر لوله آبده ۷۵۰ ریال، هر متر عملیات نصب و کارگذاری لوله‌های آبده ۲۵۰ ریال و هر کیلوگرم وش پنبه ۱۲۵۰۰ ریال (براساس گزارشات هفتگی کمیته فنی بذر پنبه استان کرمان)، مورد ارزیابی قرار گرفت (جداول ۵ و ۶). با توجه به نتایج حاصل از محاسبات انجام شده از لحاظ اقتصادی، بیشترین نسبت منفعت به هزینه را تیمار I_1S_2 (۱/۲۷)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۶. نسبت منفعت به هزینه در تیمارهای مختلف

به خود اختصاص داده است و بعد از آن تیمارهای I_1S_1 و I_2S_2 به‌ترتیب با مقادیر ۱/۱۹ و ۱/۰۸ قرار گرفته‌اند. هم‌چنین دو تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی نیز به‌دلیل مقدار کمتر از یک نسبت منفعت به هزینه دارای توجیه اقتصادی نمی‌باشند (شکل ۶). از دیگر نکات ارزیابی اقتصادی در این تحقیق می‌توان به این موضوع اشاره کرد که هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در هر تیمار آبیاری در حدود ۸ درصد نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی بیشتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی که برای اولین بار در کشت پنبه در ارزوئیه استان کرمان مورد استفاده قرار گرفتند، توانستند در تیمار ۱۰۰ نیاز آبی عملکرد خوبی را به‌ترتیب به میزان ۲۵۰۴ و ۲۷۷۱ کیلوگرم در هکتار داشته باشند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که عملکرد محصول ناشی از اعمال تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، به‌ترتیب به میزان ۹۸۱ و ۴۱۳ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد.

بررسی شاخص‌های مختلف میزان عملکرد محصول، آب مصرفی، کارایی مصرف آب و معیار اقتصادی نسبت منفعت به هزینه گویای برتری سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر سیستم آبیاری سطحی در کشت پنبه به دلایل زیر می‌باشد:

۱- عملکرد محصول پنبه در تیمار سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به میزان ۲۴۸ کیلوگرم در هکتار بیشتر از سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی است.

۲- کارایی مصرف آب در تیمار سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی علی‌رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی، حدود ۱۴ درصد بیشتر از تیمار سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی است.

۳- نسبت منفعت به هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در حدود ۸ درصد نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی کمتر است.

بنابراین در محدوده شاخص‌های مورد بررسی استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر سیستم آبیاری سطحی در کشت پنبه در ارزوئیه کرمان ارجحیت دارد. اما با توجه به این‌که احتمال گرفتگی منافذ موجود در لوله‌های آبده در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سطحی بیشتر است، به منظور بررسی گرفتگی منافذ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در درازمدت مطالعات بیشتر در این زمینه توصیه می‌گردد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

منابع مورد استفاده

۱. اسلامی، الف.، ل. شفیعی و ن. حیدری. ۱۳۸۷. تعیین اولویت‌های کشت محصولات مختلف زراعی براساس محاسبه شاخص کارایی ریالی مصرف آب در سیستم آبیاری دوار مرکزی در منطقه بردسیر کرمان. مجله آبیاری و زه‌کشی ۲: ۱۲۲- ۱۱۵.

۲. بختیاری، س. ۱۳۸۳. اطلس گیتاشناسی استان‌های ایران. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، تهران.

۳. بی‌نام. ۱۳۸۸. چهار محصول زراعی و صنعتی چغندر، پنبه، آفتابگردان و نیشکر. اداره کل آمار و اطلاعات کشور، تهران.

۴. خدابنده، ن. ۱۳۸۵. *زراعت گیاهان صنعتی*. مرکز نشر سپهر، تهران.

۵. سلطانی، غ. ۱۳۷۲. *اقتصاد مهندسی*. دانشگاه شیراز.

۶. شهبازیان، د.، ن. شهبازیان، ح. جباری، غ. اکبری و ج. دانشیان. ۱۳۸۶. اثر تنش کم‌آبی بر خصوصیات زراعی هیبریدهای آفتابگردان. مجله کشاورزی ۹: ۲۲-۱۳.

۷. علیزاده، الف. ۱۳۸۷. *رابطه آب و خاک و گیاه*. انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.

۸. نخجوانی‌مقدم، م.، ح. صدر قائن و ح. دهقانی سانیچ. ۱۳۸۶. کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای بر بهبود کارآیی مصرف آب محصولات ردیفی. مجموعه مقالات سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، صفحات ۵۹۷–۵۹۱.

۹. رحیمیان، م. و ع. کاخکی. ۱۳۸۶. محاسبه نیاز آبی گیاه پنبه به روش لایسیمتر در منطقه کاشمر. مجله علوم آب و خاک ۲۱: ۱۴۵-۱۴۱.

10. Basal, H., N. Dagdelen, A. Unay and E. Yilmaz. 2009. Effects of deficit drip irrigation ratios on Cotton (Gossypium Hirsutum) yield and fiber quality. Agron. and Crop Sci. 159: 19–29.
11. Cetin, O. and L. Bilget. 2002. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of Cotton. Agric. Water Manage. 54: 1–15.
12. Dagdelen, N., H. Basal, E. Yılmaz, T. Gurbuz and S. Akcay. 2009. Different drip irrigation regimes affect Cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. Agric. Water Manage. 69: 111–120.
13. Grismer, M. E. 2002. Regional cotton lint Yield, Etc and water value Arizona and California. Agric. Water Manage. 54: 227–242.
14. Kalfountzos, D., I. Alexiou, S. Kotsopoulos, G. Zavakos and P. Vyrlas. 2007. Effect of subsurface drip irrigation on Cotton plantations. Water Resour. Manage. 21: 1341–1351.
15. Onder. D., Y. Akiscan, S. Onder and M. Mert. 2009. Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. Afr. J. Biotechnol. 8: 1536–1544
16. Richard, G., S. Allen, D. Pereira and S. Martin. 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO irrigation and drainage paper.
17. Whitaker, R. J., L. G. Ritchie, W. C. Bednarzand and I. C. Mills. 2008. Cotton subsurface drip and overhead irrigation efficiency, maturity, yield, and quality. Am. Soc. Agron. 100: 1763–1768.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1392.17.63.2.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com