تعیین کارایی مصرف آب پنبه با سامانه‌ی آبیاری خردنواری سطحی در منطقه‌ی ارزوئیه واقع در استان کرمان

رسول اسدی*[۱]، نادر کوهی[۲] و نجمه یزدان‌پناه[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۲۰

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت، بهره‌برداری بهینه را از منابع آب به‌ویژه در بخش کشاورزی ضروری ساخته است. به منظور تعیین کارایی مصرف آب پنبه با سامانه‌ی آبیاری خردنواری سطحی در منطقه ارزوئیه واقع در استان کرمان، آزمایشی به صورت 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 مزبور اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح آبیاری ۱۲۵، ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی(به ترتیب I_1، I_2 و I_3) به‌عنوان عامل اصلی و دو الگوی کارگذاری لوله‌های آبده شامل معمولی(r_1) و یک در میان(r_2) به‌عنوان عامل فرعی بودند. تیمارهای مورد مطالعه، از لحاظ میزان عملکرد محصول، آب مصرفی، کارایی مصرف آب و همچنین جنبه‌های اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد محصول ناشی از اعمال تیمار ۱۲۵درصد نیاز آبی نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵درصد نیاز آبی به ترتیب به‌میزان ۳۷۹ و ۱۲۰۴ کیلوگرم در هکتار افزایش داشت. همچنین مشخص گردید که عملکرد محصول پنبه در تیمار الگوی کارگذاری لوله آبده به صورت r_1 به‌میزان ۳۷۷ کیلوگرم در هکتار بیشتر از الگوی r_2 بود. به علاوه، اثر متقابل دو عامل بر عملکرد محصول نشان داد که تیمار I_1r_1 دارای بهترین عملکرد می‌باشد. به‌رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی در هر دو عامل فرعی، کارایی مصرف آب در تیمار r_1 حدود ۱۶درصد بیشتر از تیمار r_2 بود. ارزیابی اقتصادی دلالت بر این داشت که هزینه‌ی سامانه در تیمار r_2 در حدود ۱۱درصد نسبت به تیمار r_1 کمتر است.

واژه‌های کلیدی: خرد آبیاری، کارایی مصرف آب، عملکرد پنبه، ارزوئیه.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران
۲- عضو هیأت علمی، بخش فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان
۳- عضو هیأت علمی بخش مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان
* نویسنده‌ی مسوول: rakh_802@yahoo.com

مقدمه

پنبه از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که علاوه بر تأمین مواد اولیه صنایع نساجی و روغن‌کشی، در اشتغال‌زایی بخش‌های کشاورزی، صنعت و بازرگانی نقش مهمی را ایفا می‌کند(خدابنده، ۱۳۸۵). در بازار جهانی از میان پنج دانه‌ی 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 پروتئین مورد نیاز دنیا و مواد خام صنایع ریسندگی، بافندگی، روغن‌کشی، نظامی، بهداشتی، تغذیه‌ی انسان، کابل‌سازی و غیره را تشکیل می‌دهد. بیش از یک قرن است که روغن پنبه به‌صورت خوراکی مصرف می‌شود و هیچ اثر زیان‌آوری در آن مشاهده نشده است (کوچکی،۱۳۷۵). در نتیجه، کمتر محصول کشاورزی وجود دارد که از نظر قابلیت ایجاد ارزش افزوده و تنوع فرآورده‌ها، یارای برابری با پنبه را دارا باشد.

مهم‌ترین مناطق پنبه‌خیز کشور عبارتند از: گرگان، گنبد، بابل، ساری، ورامین، کرج، اهواز، فارس، خراسان، کرمان، کرمانشاه و قزوین. کل سطح زیرکشت پنبه در کشور حدود ۱۵۰ هزار هکتار می‌باشد. سطح زیرکشت پنبه در استان کرمان اغلب منحصر به منطقه‌ی ارزوئیه بوده که با مساحتی حدود ۲۵۰۰ هکتار، قابلیت تولید حدود ۲/۵ تن در هکتار را داراست(بی‌نام،۱۳۸۸). تنها رقم مورد کشت پنبه در منطقه ارزوئیه، رقم ورامین است که باتوجه 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 سامانه‌های آبیاری با بازده‌ی 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 حالی است 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 سامانه‌ی آبیاری خردنواری سطحی است. استفاده از این سامانه، علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول را در پی دارد(سیتن و بیلگت،۲۰۰۲). در چند دهه‌ی گذشته امکان استفاده از روش‌های آبیاری نواری برای محصولات مختلف زراعی مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده است که در شرایط معینی، روش آبیاری نواری نسبت به روش‌های مرسوم قادر به کاهش آب آبیاری برای محصولات مختلف می‌باشد(باسال و همکاران،۲۰۰۹).

هرچند مطالعات متعددی در ارتباط با استفاده از سامانه های آبیاری خردنواری سطحی برای کشت پنبه در دنیا انجام شده است اما در ایران، تحقیقات چندانی در این زمینه صورت نگرفته است. آبیاری خردنواری سطحی در زراعت پنبه از سال ۱۹۸۴ در تگزاس شروع شد که افزایش عملکرد، بهره‌ی اقتصادی و کاهش هزینه‌های تولید محصول باعث گسترش این سامانه گردید(نخجوانی مقدم و همکاران،۱۳۸۶). باسال و همکاران(۲۰۰۹) به بررسی اثرات دو ساله روش‌های مختلف آبیاری خردنواری سطحی بر عملکرد، کارایی مصرف آب و کیفیت الیاف پنبه در شرق ترکیه با چهار سطح آبیاری(۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) درصد تخلیه‌ی رطوبت از خاک پرداختند. این محققان دریافتند که بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب به‌ترتیب در سطوح ۱۰۰ و ۲۵ درصد تخلیه رخ داده است. دوو و همکاران(۲۰۰۸) در بررسی دو ساله‌ی کارایی مصرف آب و واکنش عملکرد پنبه به دو نوع تیمار آبیاری نواری(آبیاری نواری معمولی و آبیاری نواری یک در میان) به این نتیجه رسیدند که کارایی مصرف آب در روش یک در میان بیشتر بوده و با توجه به مرحله‌ی مدیریت اجرای طرح مصرف آب آن بین ۳۱ تا ۳۳ درصد نسبت به آبیاری معمولی کمتر بوده است. باک و همکاران(۲۰۰۵) نشان دادند که استفاده از یک خط لوله آبده به ازای هر سه ردیف کشت، مصرف آب پنبه را به‌میزان ۱۵ تا ۳۳ درصد نسبت به روش یک خط لوله آبده به ازای دو ردیف کشت، کاهش می‌دهد؛ یکی از فرضیات در این تحقیق یکسان بودن زمان آبدهی در دو روش به محصول بود. کالفونتز و همکاران(۲۰۰۷) دو سال عملکرد سامانه‌های آبیاری نواری سطحی و زیرسطحی را بر عملکرد پنبه با ۴ سطح مختلف آبیاری مورد ارزیابی قرار دادند. در این آزمایش ۴ سطح (۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز واقعی گیاه) که از روش پنمن- مونتیت محاسبه گردیده بود، اعمال شد. نتایج

نشان داد که عملکرد محصول در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در هر دو سامانه‌ی آبیاری نواری سطحی و زیرسطحی، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این درحالی بود که عملکرد محصول در تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی در سامانه‌ی آبیاری نواری زیرسطحی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سطحی بود.

آبیاری پنبه به‌مقدار ۹۰ تا ۱۰۰ درصد بالقوه‌ی تبخیر و تعرق، به‌رغم افزایش جرم ماده‌ی خشک گیاهی، تفاوت معنی‌داری با آبیاری به میزان ۷۰ تا ۷۵ درصد بالقوه‌ی تبخیر و تعرق آن ندارد(برونسون و همکاران،۲۰۰۶). همچنین، براساس آزمایشی که به‌وسیله‌ی اوندر و همکاران(۲۰۰۹) با چهار سطح آبیاری با مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بالقوه‌ی تبخیر و تعرق انجام شد مشخص گردید که بالاترین عملکرد مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد بالقوه‌ی تبخیر و تعرق بوده است.

ویتاکر و همکاران(۲۰۰۸) در آزمایشی عملکرد و کیفیت محصول پنبه را با استفاده از دو روش آبیاری نواری زیرسطحی و آبیاری بارانی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که در روش آبیاری نواری زیرسطحی عملکرد پنبه ۸ درصد و کارایی مصرف آب ۱۵ درصد بیشتر از آبیاری بارانی بوده است، اما مقایسه این دو روش آبیاری در مورد کیفیت الیاف پنبه معنی‌دار نبود. سیتن و بیلگت (۲۰۰۲) با مطالعه‌ی 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 به ترتیب ۴۳۸۰، ۳۶۳۰ و ۳۳۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده که در کل تولید محصول در روش نواری ۲۱ درصد بیشتر از روش شیاری و ۳۰ درصد بیشتر از روش بارانی بوده است. کارایی مصرف آب برابر با ۴/۸۷، ۳/۸۷ و ۲/۳۶ کیلوگرم بر میلی‌متر در هکتار به ترتیب برای سه روش آبیاری گزارش گردید. همچنین، میزان ریزش غوزه‌ها نیز از الگوی فوق پیروی می‌کرد.

باتوجه به بروز خشکسالی‌های مستمر و بحران آب در جهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران از یک سو و لزوم تحقیق در به‌کارگیری آبیاری نواری جهت استفاده بهینه از منابع آب کشور از سوی دیگر، ضرورت اجرای این تحقیق را توجیه می‌نماید.

مواد و روش‌ها

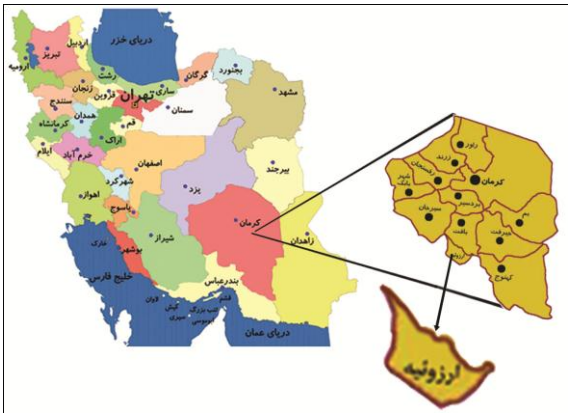
منطقه اجرای طرح

این تحقیق در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان ارزوئیه واقع در استان کرمان در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. منطقه‌ی ارزوئیه واقع در ۲۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمان و در محدوده جغرافیایی ´۱۹ °۲۸ تا ´۳۸ °۲۸ عرض شمالی و´۷ °۵۷ تا ´۳۲ °۵۹ طول شرقی با ارتفاع ۱۰۴۴ متر بالاتر از سطح دریا قرار گرفته است(شکل ۱). اقلیم منطقه نیمه‌بیابانی خفیف و جزء نواحی گرم محسوب می‌گردد. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه در حدود ۳۰ میلی‌متر در سال می‌باشد(بختیاری،۱۳۸۳).

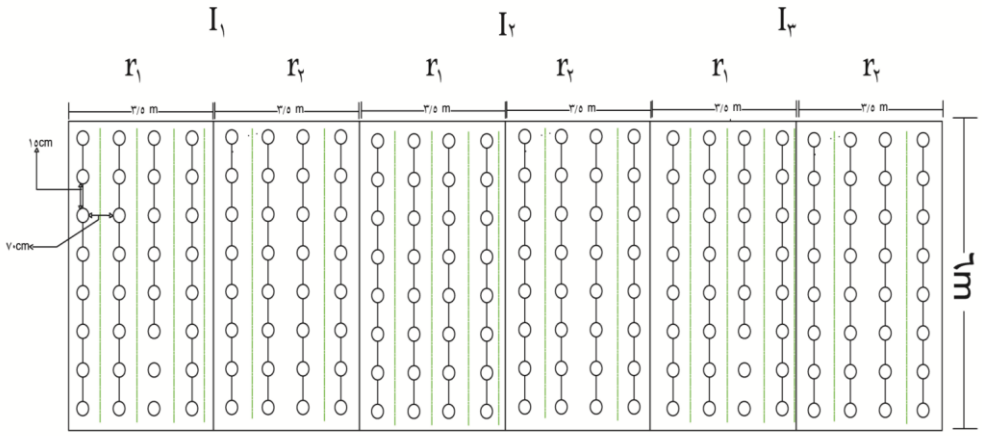
قالب طرح و روش اجرا

این تحقیق در زمینی به ابعاد ۲۱×۲۱ متر و به مساحت $۴۴۱m^2$ در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و در سه تکرار به اجرا در آمد. این آزمایش در قالب ۶ تیمار(سه سطح نیاز آبی: $I_۱$=۱۲۵، $I_۲$=۱۰۰ و $I_۳$=۷۵ به‌عنوان عامل اصلی و دو الگوی کارگذاری لوله‌های آبده شامل معمولی($r_۱$) و یک در میان ($r_۲$) به‌عنوان عامل فرعی) که هر کدام از تیمارها در کرتی به عرض ۳/۵ متر و طول ۶ متر که شامل ۴ ردیف کشت به فاصله ۷۰ سانتی‌متر از یکدیگر بودند، به اجرا در آمد (شکل ۲).

در روش آبیاری $r_۱$ ، نوارهای دو جداره(تیپ) به‌صورت معمولی در هر ردیف کشت قرار گرفتند، ولی در روش آبیاری $r_۲$ ، نوارهای دو جداره(تیپ) به‌صورت یک در میان در ردیف‌های کشت قرار گرفتند. در این آزمایش فاصله‌ی بوته‌های پنبه کشت شده در هر ردیف کشت ۱۵سانتی‌متر و فاصله بین تکرارهای آزمایش که به صورت عمودی کنار هم قرار گرفتند، ۱/۵ متر بود و تعداد کل کرت‌ها با احتساب تکرارها به ۱۸ کرت رسید.



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



شکل ۲- طرح الگوی روش آبیاری

نیاز آبی گیاه با استفاده از رابطه‌ی پنمن– مونتیت اصلاح شده به‌وسیله‌ی فائو و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد(علیزاده،۱۳۸۷). فراسنج‌های مربوط به رابطه‌ی پنمن– مونتیت از ایستگاه هواشناسی حاجی آباد(در استان هرمزگان) که نزدیک به محل آزمایش بود، اخذ گردید و ضریب گیاهی با توجه به منحنی تغییرات ضریب گیاهی پنبه در طول فصل رشد برای دوره‌های آبیاری با استفاده از دستورالعمل نشریه‌ی شماره‌ی ۵۶ فائو تعیین شد(ریچارد و همکاران،۱۹۹۸). در این تحقیق دور آبیاری برای همه‌ی تیمارها ۳ روز در نظر گرفته شد و مقدار آب ورودی به هر کرت با استفاده از آب شمار حجمی اندازه‌گیری و متناسب با تیمار مورد نظر در اختیار گیاه قرار گرفت.

جدول‌های ۱ و ۲ برخی خصوصیات شیمیایی آب و خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهند. همچنین، مقدار کود شیمیایی مورد نیاز گیاه بر اساس توصیه آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان، ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۳۰ کیلوگرم پتاسیم بود که تمامی کود فسفاته و یک سوم کود ازته در زمان کشت و مابقی کود ازته در مرحله‌ی ۵ برگه شدن پنبه استفاده شد. فراسنج‌هایی 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 گردیدند و ب) بهره‌وری آب که از تقسیم کردن عملکرد محصول هر کرت بر حجم آب مصرفی در هر کرت به دست آمد. در این تحقیق، یاداشت برداری‌های مهم صحرایی نظیر ثبت تاریخ‌های مربوط به کاشت، اندازه‌گیری میزان آب مورد استفاده در هر کرت و غیره هر هفته یک بار انجام می‌شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	آنیونها (meq/L)				کاتیون‌ها (meq/L)					
		CO3-2	HCO3-	Cl^-	SO4-2	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{++}	Mn^{++}
۷/۱	۴	-	۵/۲	۵۷/۲	۴۱	۲۱/۴	۱۳/۴	-	۶۹	۰/۰۷۸	۰/۰۱۴

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

عمق خاک (سانتی‌متر)	شن (درصد)	لای (درصد)	رس (درصد)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (meq/L)						EC (ds/m)	pH	SAR
				Ca	Mg	Na	Cl	HCO3	SO4			
۳۰-۰	۲۲	۶۰	۱۸	۴	۶	۳/۶	۴	۴/۸	۷/۶	۰/۸۵	۸	۱/۶۵

جدول۳- خلاصه ی تجزیه واریانس طرح MS

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	کارایی مصرف آب
تکرار Rep	۲	۲۴۷/۷۲۲	۰/۰۰۰
آبیاری A	۲	۲۲۷۲۳۸۱/۰۵۶**	۰/۰۰۲**
خطا (E1)	۴	۴۰/۹۷۲	۰/۰۰۰
نوع سامانه ی آبیاری B	۱	۶۳۷۶۹۶/۸۸۹**	۰/۰۰۶**
اثر متقابل AB	۲	۶۳۳۴۳/۷۲۲**	۰/۰۰۰**
خطا (E2)	۶	۲۲/۶۶	۰/۰۰۰

**: معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین عملکرد وش پنبه‌ی حاصل از اثر تیمار عامل اصلی (به روش دانکن در سطح یک درصد)

تیمار	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
$I_۱$	۲۶۱۰A
$I_۲$	۲۲۳۱B
$I_۳$	۱۴۰۶C

جدول ۵- مقایسه‌ی میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل فرعی(به روش دانکن در سطح یک درصد)

تیمار	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
$r_۱$	۲۲۷۱A
$r_۲$	۱۸۹۴B

ارزیابی اقتصادی

با توجه به این که به‌کارگیری روش آبیاری خردنواری سطحی در محصولات زراعی هزینه زیادی را در بر دارد، لذا برای مقایسه اقتصادی تیمارهای دو الگوی کارگذاری لوله‌های آبده، یعنی $r_۱$ و $r_۲$ ، از روش اقتصادی نسبت منفعت به هزینه[1] (B/C) استفاده شد(سلطانی،۱۳۷۲).

در این روش نسبت میانگین منافع احتمالی سالانه و یا معادل یکنواخت منافع احتمالی سالانه به معادل هزینه‌ی یکنواخت سالانه طرح، محاسبه گشته و نسبت محاسبه شده با معیار یک مقایسه می‌گردد. چنانچه $B/C \geq 1$ باشد انجام طرح دارای توجیه اقتصادی و اگر $B/C < 1$ باشد انجام طرح زیانبار می‌باشد. در این روش برای مقایسه بین طرح‌های رقیب، لازم است که ابتدا نسبت منفعت به

[1] Benefit /Cost Ratio

هزینه هر طرح را طبق دستورالعمل فوق محاسبه کرده و هر طرح را که نسبت منفعت به هزینه آن کمتر از یک بود مردود شمرد، سپس طرح بهینه را در آنهایی که نسبت منفعت به هزینه آن‌ها بیشتر از یک می‌باشد، بر حسب هزینه‌ی اولیه مرتب ساخته و آنها را دو به دو مقایسه کرد (سلطانی،۱۳۷۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در پایان، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن(در سطح یک‌درصد) انجام گردید.

نتایج و بحث

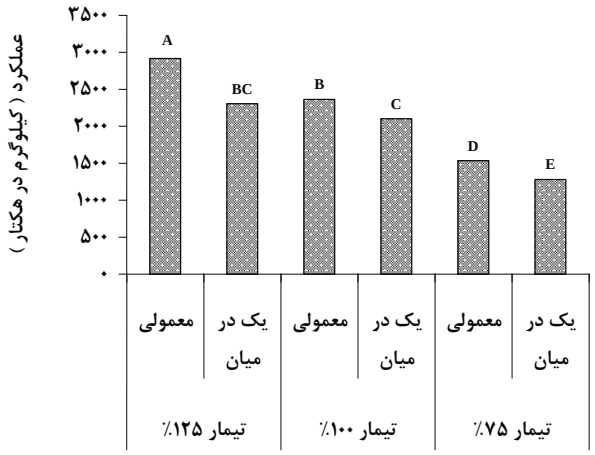
عملکرد

نتایج تجزیه‌ی واریانس مربوط به اثرات سه سطح نیاز آبی آبیاری و دو الگوی کارگذاری لوله‌های آبده و همچنین اثرات متقابل آنها بر عملکرد پنبه و کارایی مصرف آب در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. این نتایج حاکی از آنند که تیمار آبیاری و تیمار نوع سامانه‌ی آبیاری و همچنین اثر متقابل آنها بر عملکرد و کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

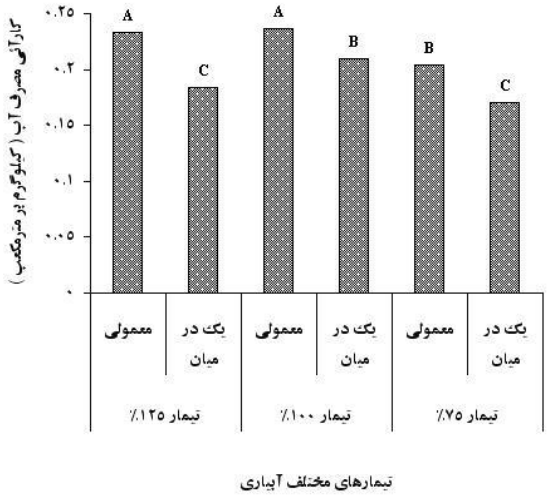
نتایج به‌دست آمده از مقایسه‌ی میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل اصلی در جدول ۴ نشان داده شده‌اند. طبق این جدول، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (I_1) با عملکرد ۲۶۱۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمارهای ۱۰۰ درصد (I_2) و ۷۵ درصد (I_3) نیاز آبی به‌ترتیب با عملکرد ۲۲۳۱ و ۱۴۰۶ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری در بالاترین جایگاه قرار گرفته است. به عبارتی، روند کاهش تأمین آب آبیاری با روند کاهش عملکرد محصول همسو بود. داگدلن و همکاران(۲۰۰۹) نیز در آزمایشی با چهار نیاز آبی(۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد) بر عملکرد پنبه به این نتیجه رسیدند که تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی دارای بالاترین عملکرد بوده و اختلاف معنی‌داری بین هر چهار تیمار نیاز آبی نیز مشاهده گردید.

نتایج به‌دست آمده از مقایسه‌ی میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل فرعی(جدول ۵) نشان داد که عملکرد در تیمار الگوی کارگذاری لوله آبده به‌صورت معمولی(r_1) بیش از ۱۶ درصد بیشتر از عملکرد در تیمار نحوه کارگذاری لوله آبده به صورت یک در میان(r_2) است. دوو و همکاران(۲۰۰۸) در بررسی دو ساله‌ی کارایی مصرف آب و واکنش عملکرد پنبه در دو نوع تیمار آبیاری نواری (آبیاری نواری معمولی و آبیاری نواری یک در میان) به این نتیجه رسیدند که عملکرد محصول در روش معمولی بیش از ۱۵ درصد بیشتر از روش یک در میان است که با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

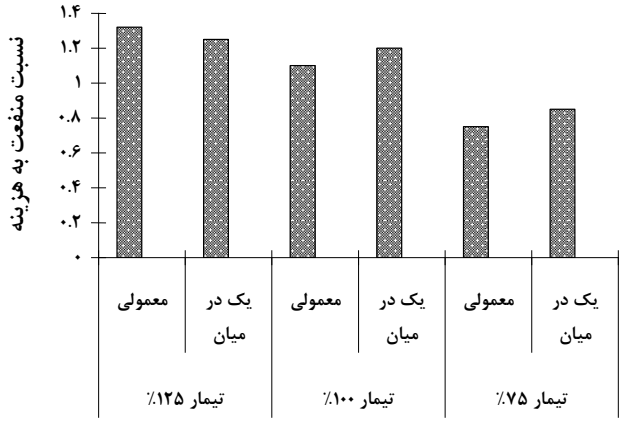
نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر متقابل تیمارهای عامل اصلی و فرعی(شکل ۳) نشان داد که تیمار I_1r_1 دارای بالاترین عملکرد(۲۹۱۷ کیلوگرم در هکتار) و تیمارهای I_2r_1، I_1r_2 و I_2r_2 با اختلاف عملکرد نسبتاً کمی نسبت به یکدیگر(۲۳۶۳، ۲۳۰۳ و ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در جایگاه‌های بعدی قرار گرفته‌اند؛ همچنین، تیمار I_3r_2 با عملکرد ۱۲۸۰ کیلوگرم در هکتار دارای پایین‌ترین عملکرد می‌باشد.



شکل ۳- مقایسه‌ی میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر متقابل تیمارهای اصلی و فرعی(به روش دانکن در سطح یک درصد)



شکل ۴- مقایسه‌ی کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف(به روش دانکن در سطح یک درصد)



شکل ۵- نسبت منفعت به هزینه در تیمارهای مختلف

مقدار آب مصرفی

حجم آب داده شده برای تیمارهای ۱۲۵، ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی در هر دو نحوه‌ی کارگذاری لوله آبده به‌ترتیب ۱۲۵۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۷۵۰۰ متر مکعب در هکتار بود(جدول۶). تانکون و میلروی(۲۰۰۳) از روش تراز روزانه آب برای محاسبه‌ی تبخیر و تعرق و بازده ی آبیاری در زراعت پنبه در استرالیا استفاده کردند. کل آب مصرفی در هکتار ۱۲۰۰۰ مترمکعب بود که ۸۵۰۰ مترمکعب آن از طریق آبیاری تأمین می‌شد. میانگین تبخیر وتعرق برآورد شده در این تحقیق۸۳۵ میلی‌متر بود و میانگین بازده آبیاری ۵۷ درصد به‌دست آمد. نتایج رحیمیان و کاخکی(۱۳۸۶) نیز نشان داد که آب مورد نیاز پنبه در طول دوره رشد حدود ۶۰۰۰ تا ۹۰۰۰ مترمکعب در هکتار است. در مناطقی که دمای هوا زیاد و خاک منطقه شنی باشد، آب مورد نیاز پنبه به ۱۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار نیز خواهد رسید. در تحقیق حاضر نیز میزان آب مصرفی در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی(آبیاری کامل گیاه)، ۱۰۰۰۰ مترمکعب در هکتار بود که با نتایج به‌دست آمده از سایر تحقیقات همخوانی دارد.

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد محصول بر کل آب مصرفی برای تیمارهای مختلف به‌دست آمد. تجزیه‌ی آماری داده‌های کارایی مصرف آب آبیاری، نشان داد(شکل ۴) که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار I_2r_1 به مقدار ۰/۲۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب بر هکتار رخ داده و بعد از آن، تیمارهای I_1r_1، I_2r_2 و I_3r_1 به‌ترتیب با کارایی مصرف آب ۰/۲۳۳، ۰/۲۱ و ۰/۲۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب جای گرفته‌اند. در این تجزیه‌ی آماری کمترین کارایی مصرف آب در تیمار I_2r_2 به مقدار ۰/۱۷کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار رخ داد. برپایه‌ی گزارش‌های پیشین، میانگین کارایی مصرف آب در مناطق خشک آریزونا و کالیفرنیا بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب بر هکتار می‌باشد (گریسمر، ۲۰۰۲).

ارزیابی اقتصادی

در این تحقیق با در نظر گرفتن هر مترمکعب آب(بدون اعمال یارانه‌ها) ۳۲۰ ریال(اسلامی و همکاران،۱۳۸۷)، هر کیلوگرم بذر پنبه ۴۷۰۰ ریال، هر کیلوگرم کود شیمیایی ۲۶۰۰ ریال، هر متر لوله‌ی آبده ۷۵۰ ریال، هر متر عملیات نصب و کارگذاری لوله‌های آبده ۲۵۰ ریال، هر متر عملیات وجین ۲۰۰ ریال و هر کیلوگرم وش پنبه ۱۲۵۰۰ ریال(بر اساس گزارشهای هفتگی کمیته‌ی فنی بذر پنبه استان کرمان)، تحلیل اقتصادی انجام گرفته است (جداول ۷ و ۸). با توجه به نتایج حاصل، بیشترین نسبت منفعت به هزینه را تیمار I_1r_1 (۱/۳۲) به خود اختصاص داده است و بعد از آن، تیمارهای I_1r_2 و I_2r_2 به‌ترتیب با مقادیر ۱/۲۵ و ۱/۲ قرار گرفته‌اند؛ دو تیمار نیاز آبی ۷۵٪ نیز به‌دلیل مقدار کمتر از یک نسبت B/C دارای توجیه اقتصادی نمی‌باشند(شکل ۵). همچنین ارزیابی اقتصادی در این تحقیق نشان داد که هزینه‌ی سامانه، در تیمار الگوی کارگذاری لوله‌های آبده به صورت یک در میان در حدود ۱۲ درصد نسبت به حالت معمولی کمتر است. سایر تحقیقات نیز نشان می‌دهند که در دو تیمار فاصله‌ی کارگذاری لوله‌ی آبده معمولی و یک در میان، عملکرد مشابه بوده، اما هزینه‌ی سامانه در تیمار یک در میان ۳۰ درصد کاهش یافته است(بوسک وهمکاران، ۲۰۰۵).

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل نتایج نشان از اختلاف ناچیز(۳۷۹ کیلوگرم در هکتار) عملکرد محصول بین دو تیمار عامل اصلی I_1 و I_2 می‌دهد و همچنین، یکسان بودن میزان آب مصرفی در دو تیمار عامل فرعی r_1 و r_2 و به‌رغم اختلاف ۱۲ درصدی در هزینه‌های این دو تیمار، تنها اختلاف ۳۷۷ کیلوگرم در هکتار، در عملکرد محصول بین این دو تیمار مشاهده شد. حال با توجه به محدودیت کمی و کیفی منابع آب و همچنین عملکرد و کارایی مصرف آب نسبتاً خوب تیمار I_2r_2 و از همه مهم‌تر، جایگاه خوب این تیمار در ارزیابی اقتصادی، می‌توان گفت که جهت افزایش بهره‌وری از آب، سامانه‌ی این تیمار دارای توجیه قابل قبول‌تری جهت راه‌اندازی در منطقه‌ی موردمطالعه و سایر مناطق که از نظر خصوصیات آب و هوایی شبیه منطقه‌ی موردمطالعه می‌باشند، نسبت به سایر تیمارهاست.

جدول ۶- میانگین مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف

تیمار ۷۵٪ نیاز آبی		تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی		تیمار ۱۲۵٪ نیاز آبی	
زیر سطحی	سطحی	زیر سطحی	سطحی	زیر سطحی	سطحی
۷۵۰۰	۷۵۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۲۵۰۰	۱۲۵۰۰

جدول ۷- میزان اقلام مصرفی و هزینه آنها در هر کرت

تیمار	متوسط میزان آب		متوسط میزان لوله		متوسط میزان بذر		متوسط میزان کود		مجموع
	هزینه (ریال) مصرفی (m^3)		هزینه (ریال) مصرفی (m)		هزینه (ریال) مصرفی (gr)		هزینه (ریال) مصرفی (kg)		(ریال)
I_1r_1	۲۶/۲۵	۸۴۰۰	۲۵	۱۸۷۵۰	۱۰/۵	۵۰۰	۸/۱	۲۱۰۰۰	۷۵۶۵۰
I_1r_2	۲۶/۲۵	۸۴۰۰	۱۲/۵	۹۳۷۵	۱۰/۵	۵۰۰	۸/۱	۲۱۰۰۰	۴۸۲۷۵
I_2r_1	۲۱	۸۴۰۰	۲۵	۱۸۷۵۰	۱۰/۵	۵۰۰	۸/۱	۲۱۰۰۰	۵۵۹۷۰
I_2r_2	۲۱	۸۴۰۰	۱۲/۵	۹۳۷۵	۱۰/۵	۵۰۰	۸/۱	۲۱۰۰۰	۴۶۵۹۵
I_3r_1	۱۳/۶۵	۸۴۰۰	۲۵	۱۸۷۵۰	۱۰/۵	۵۰۰	۸/۱	۲۱۰۰۰	۵۳۶۲۰
I_3r_2	۱۳/۶۵	۸۴۰۰	۱۲/۵	۹۳۷۵	۱۰/۵	۵۰۰	۸/۱	۲۱۰۰۰	۴۴۲۴۵

هزینه نصب لوله‌های آبده و وجین کاری برای هر کرت به ترتیب ۵۰۰۰ و ۴۰۰۰ (ریال) در نظر گرفته شده است.

جدول ۸-تحلیل درآمد در هر کرت

تیمار	عملکرد در هر کرت (kg)	قیمت پنبه (ریال)	درآمد در هر کرت (ریال)
I_1r_1	۶/۱۲	۱۲۵۰۰	۷۶۵۰۰
I_1r_2	۴/۸۵	۱۲۵۰۰	۶۰۶۲۰
I_2r_1	۴/۹۶	۱۲۵۰۰	۶۲۰۰۰
I_2r_2	۴/۴۸	۱۲۵۰۰	۵۶۰۰۰
I_3r_1	۳/۲۲	۱۲۵۰۰	۴۰۲۵۰
I_3r_2	۲/۶۹	۱۲۵۰۰	۳۳۶۲۵

منابع

۱- ابریشمی ج، حسینی م. ۱۳۸۴. هیدرولیک کانال‌های باز. چاپ دوازدهم انتشارات آستان قدس رضوی.

۲- جلودار ز، ح گلمایی، م ضیاءتباراحمدی و ع رحمانی فیروزجانی.۱۳۸۷.تعیین پروفیل سطح آزاد جریان آب روی سرریزهای اوجی با استفاده از روش اجزای محدود، سومین کنفرانس هیدرولیک ایران دانشگاه تهران.

۳- دستورانی، م. ۱۳۸۶. تاثیر رسوبات پشت سرریز اوجی بر ضریب تخلیه و شرایط جریان، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۴- سبک روح، م. ۱۳۸۶ ، تعیین الگوی جریان خروجی از باکت قسمتی از مدل سد سلمان فارسی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد.

۵- شفاعی بجستان م. ۱۳۸۴ . مبانی و کاربرد مدل‌های هیدرولیکی- فیزیکی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۶- بی‌نام،۱۳۷۲ مهندسین مشاور سکو. مطالعات مرحله اول سد و شبکه آبیاری و زهکشی سیبویه، سیمای طرح سد سیبویه، وزارت نیرو سازمان آب و منطقه‌ای فارس جلد ششم. ص ص۱تا۴۰ .

۷- نجفی ع، م یاسی، س صباغ یزدی. ۱۳۸۷. اثر پایه‌های تاج سرریز در خصوصیات جریان بر روی یک سرریز بلند در شرایط با و بدون هوادهی مصنوعی، هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران دانشگاه شهید عباسپور.

8-Arndt , R.E. A., Holl, J.W., Bohn ,J.C.,Bechtel,W.T. 1979.Influence of surface irregularities on cavitaion performance, Journal of Ship Research, 23: 157-170.

9- Bradley, J. N. and A. J. Peterka. 1957.The hydraulic design of stilling basins. Proc. ASCE, 83:1401-1406.

10- Barker, C.L. and Deoringsfeld,T. H. A. 1941. Pressure momentum theory applid to the broad- crested weir ,Trans. ASCE,106:934-969.

11-Falvey, H. T.1982.Prediction cavitation in tunnell spillways. Water Power and Dam Construction, 34:13-15.

12-Pagliara-Hager-Minor,Stefano-Willih-Erwin.2006.Hydraulic of planpool scour ASCE, 132: 450-461.

13-Savege, M. and M . Johnson. 2001. Flow over ogee spillway:Physical and numerical model cast study. ASCE,127:640-649.