

## تعیین کارایی مصرف آب پنبه با سامانه‌ی آبیاری خردنواری سطحی

### در منطقه‌ی ارزوئیه واقع در استان کرمان

رسول اسدی<sup>۱\*</sup>، نادر کوهی<sup>۲</sup> و نجمه یزدان‌پناه<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۰

#### 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 آبدار شامل معمولی ( $T_1$ ) و یک در میان ( $T_2$ ) 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 ۱۲۵ درصد نیاز آبی نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد 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 آبدار به صورت  $T_1$  به‌میزان ۳۷۷ کیلوگرم در هکتار بیشتر از الگوی  $T_2$  بود. به علاوه، اثر متقابل دو عامل بر عملکرد محصول نشان داد که تیمار  $I_1 T_1$  دارای بهترین عملکرد می‌باشد. به‌رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی در هر دو عامل فرعی، کارایی مصرف آب در تیمار  $T_1$  حدود ۱۶ درصد بیشتر از تیمار  $T_2$  بود. ارزیابی اقتصادی دلالت بر این داشت که هزینه‌ی سامانه در تیمار  $T_2$  در حدود ۱۱ درصد نسبت به تیمار  $T_1$  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 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 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 سامانه‌های آبیاری خردنواری سطحی برای کشت پنبه در دنیا انجام شده است اما در ایران، تحقیقات چندان 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 به ترتیب 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 آبدار به ازای هر سه ردیف کشت، مصرف آب پنبه را به میزان ۱۵ تا ۳۳ درصد نسبت به روش یک خط لوله آبدار به ازای دو ردیف کشت، کاهش می‌دهد؛ یکی از فرضیات در این تحقیق یکسان بودن زمان آبدهی در دو روش به محصول بود. کالفونتر 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

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  $19^{\circ}$  تا  $28^{\circ}$  عرض شمالی و  $7^{\circ}$  تا  $57^{\circ}$  تا  $32^{\circ}$  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  $21 \times 21$  متر و به مساحت  $441 \text{ m}^2$  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:  $I_1=125$ ،  $I_2=100$  و  $I_3=75$  به‌عنوان عامل اصلی و دو الگوی کارگذاری لوله‌های آبدۀ شامل معمولی ( $I_1$ ) و یک در میان ( $I_2$ ) به‌عنوان عامل فرعی) که هر کدام از تیمارها در کرتی به عرض  $3/5$  متر و طول ۶ متر که شامل ۴ ردیف کشت به فاصله ۷۰ سانتی‌متر از یکدیگر بودند، به اجرا در آمد (شکل ۲).

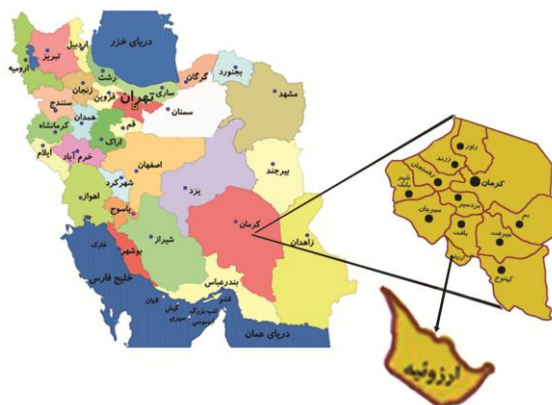
در روش آبیاری  $I_1$ ، نوارهای دو جداره (تیپ) به‌صورت معمولی در هر ردیف کشت قرار گرفتند، ولی در روش آبیاری  $I_2$ ، نوارهای دو جداره (تیپ) به‌صورت یک در میان در ردیف‌های کشت قرار گرفتند. در این آزمایش فاصله‌ی بوته‌های پنبه کشت شده در هر ردیف کشت ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارهای آزمایش که به صورت عمودی کنار هم قرار گرفتند،  $1/5$  متر بود و تعداد کل کرت‌ها با احتساب تکرارها به ۱۸ کرت رسید.

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.

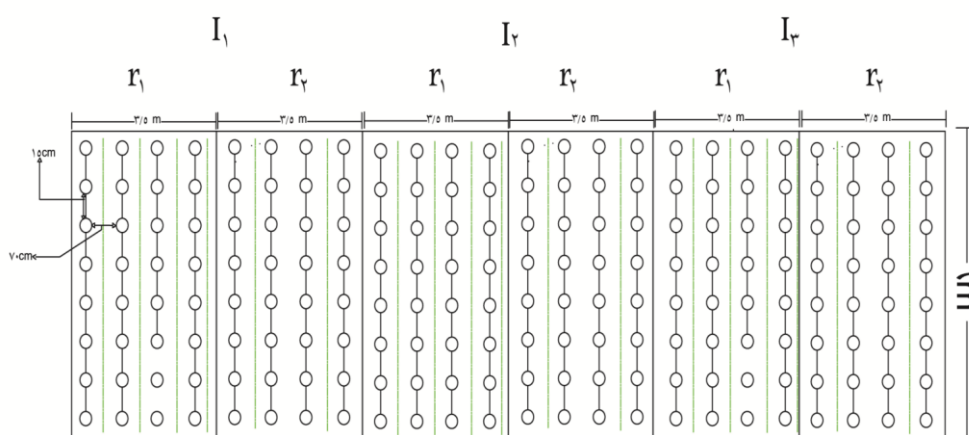
آبیاری پنبه به‌مقدار ۹۰ تا ۱۰۰ درصد بالقوه‌ی تبخیر و تعرق، به‌رغم افزایش جرم ماده‌ی خشک گیاهی، تفاوت معنی‌داری با آبیاری به میزان ۷۰ تا ۷۵ درصد بالقوه‌ی تبخیر و تعرق آن ندارد (برونسون و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین، براساس آزمایشی که به‌وسیله‌ی اوندرو و همکاران (۲۰۰۹) با چهار سطح آبیاری با مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ 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  $4/87$ ،  $3/87$  و  $2/36$  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



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



شکل ۲- طرح الگوی روش آبیاری

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 مرحله 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، یادداشت 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.

نیاز آبی گیاه با استفاده از رابطه پنمن-مونتیت اصلاح شده به‌وسیله فائو و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد (علیزاده، ۱۳۸۷). فراسنج‌های مربوط به رابطه 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 نشریه شماره ۵۶ فائو تعیین شد (ریچارد و همکاران، ۱۹۹۸). در این تحقیق دور آبیاری برای همه 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

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	آنیونها (meq/L)				کاتیونها (meq/L)					
		CO <sub>3</sub> -2	HCO <sub>3</sub> -	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> -2	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>
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

SAR	pH	EC (ds/m)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (meq/L)						رس (درصد)	لای (درصد)	شن (درصد)	عمق خاک (سانتی‌متر)
			Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>				
۱/۶۵	۸	۰/۸۵	۴	۶	۳/۶	۴	۴/۸	۷/۶	۱۸	۶۰	۲۲	۳۰-۰

جدول ۳- خلاصه‌ی تجزیه واریانس طرح MS

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

\*: معنی‌دار در سطح ۱٪

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

تیمار	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
I <sub>۱</sub>	۲۶۱۰A
I <sub>۲</sub>	۲۲۳۱B
I <sub>۳</sub>	۱۴۰۶C

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

تیمار	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
r <sub>۱</sub>	۲۲۷۱A
r <sub>۲</sub>	۱۸۹۴B

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

### ارزیابی اقتصادی

با توجه به این که به‌کارگیری روش آبیاری خردنوازی سطحی در محصولات زراعی هزینه زیادی را در بر دارد، لذا برای مقایسه اقتصادی تیمارهای دو الگوی کارگذاری لوله‌های آبه، یعنی r<sub>۱</sub> و r<sub>۲</sub>، از روش اقتصادی نسبت منفعت به هزینه<sup>۱</sup> (B/C) استفاده شد (سلطانی، ۱۳۷۲).

<sup>۱</sup> Benefit / Cost Ratio

معنی داری در بالاترین جایگاه قرار گرفته است. به عبارتی، روند کاهش تأمین آب آبیاری با روند کاهش عملکرد محصول همسو بود. داگدن 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 معنی داری بین هر چهار تیمار نیاز آبی نیز مشاهده گردید.

نتایج به دست آمده از مقایسه ی میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل فرعی (جدول ۵) نشان داد که عملکرد در تیمار الگوی کارگذاری لوله آبد به صورت معمولی (I<sub>1</sub>) بیش از ۱۶ درصد بیشتر از عملکرد در تیمار نحوه کارگذاری لوله آبد به صورت یک در میان (I<sub>2</sub>) است. دوو و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی دو ساله ی 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 می باشد.

نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر متقابل تیمارهای عامل اصلی و فرعی (شکل ۳) نشان داد که تیمار I<sub>1</sub>I<sub>1</sub> دارای بالاترین عملکرد (۲۹۱۷ کیلوگرم در هکتار) و تیمارهای I<sub>2</sub>I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub>I<sub>2</sub> و I<sub>2</sub>I<sub>3</sub> با اختلاف عملکرد نسبتاً کمی نسبت به یکدیگر (۲۳۶۳، ۲۳۰۳ و ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در جایگاه های بعدی قرار گرفته اند؛ همچنین، تیمار I<sub>2</sub>I<sub>2</sub> با عملکرد ۱۲۸۰ کیلوگرم در هکتار دارای پایین ترین عملکرد می باشد.

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 می باشد، بر حسب هزینه ی اولیه مرتب ساخته و آنها را دو به دو مقایسه کرد (سلطانی، ۱۳۷۲).

### تجزیه و تحلیل داده ها

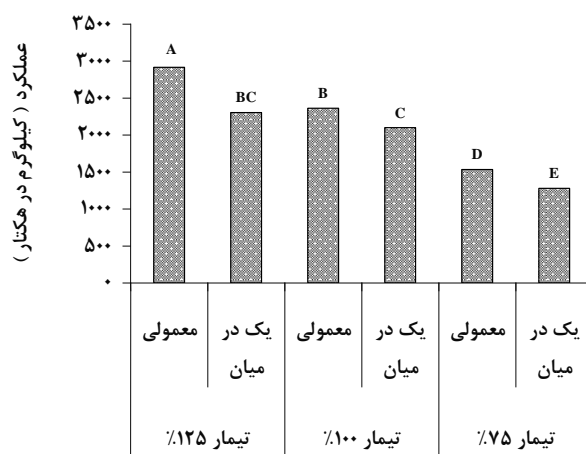
در پایان، داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن (در سطح یک درصد) انجام گردید.

### نتایج و بحث

#### عملکرد

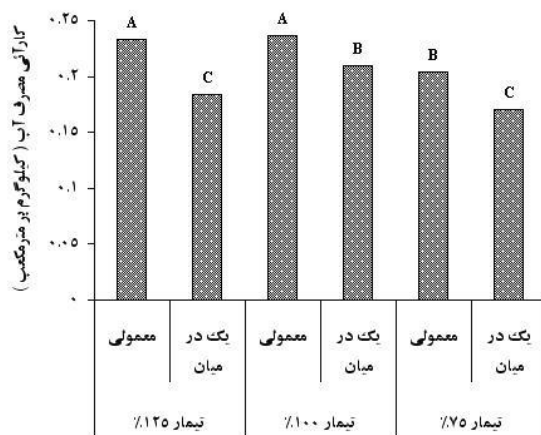
نتایج تجزیه ی واریانس مربوط به اثرات سه سطح نیاز آبی آبیاری و دو الگوی کارگذاری لوله های آبد و همچنین اثرات متقابل آنها بر عملکرد پنبه و کارایی مصرف آب در جدول ۳ نشان داده شده اند. این نتایج حاکی از آنند که تیمار آبیاری و تیمار نوع سامانه ی آبیاری و همچنین اثر متقابل آنها بر عملکرد و کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد.

نتایج به دست آمده از مقایسه ی میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل اصلی در جدول ۴ نشان داده شده اند. طبق این جدول، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (I<sub>1</sub>) با عملکرد ۲۶۱۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمارهای ۱۰۰ درصد (I<sub>2</sub>) و ۷۵ درصد (I<sub>3</sub>) نیاز آبی به ترتیب با عملکرد ۲۲۳۱ و ۱۴۰۶ کیلوگرم در هکتار به طور



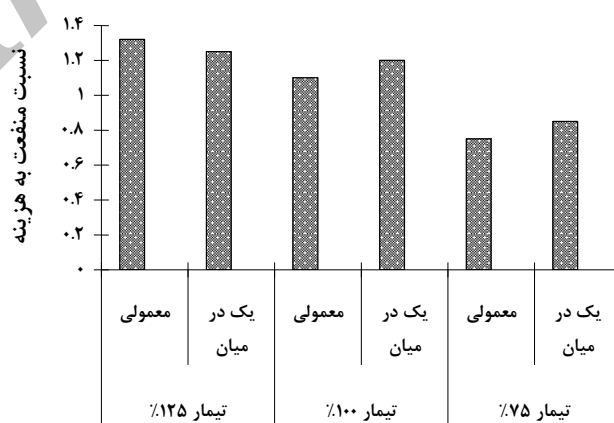
تیمارهای مختلف آبیاری

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



تیمارهای مختلف آبیاری

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 نحوه ی کارگذاری لوله آبد به ترتیب ۱۲۵۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۷۵۰۰ متر مکعب در هکتار بود (جدول ۶). تانکون و میلروی (۲۰۰۳) از روش تراز روزانه آب برای محاسبه ی 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 می شد. میانگین تبخیر و تعرق برآورد شده در این تحقیق ۸۳۵ میلی متر بود و میانگین بازده آبیاری ۵۷ درصد به دست 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 به دست آمده از سایر تحقیقات همخوانی دارد.

## کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد محصول بر کل آب مصرفی برای تیمارهای مختلف به دست آمد. تجزیه ی آماری داده های کارایی مصرف آب آبیاری، نشان داد (شکل ۴) که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار I<sub>2</sub>I<sub>1</sub> به مقدار ۰/۲۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب بر هکتار رخ داده و بعد از آن، تیمارهای I<sub>1</sub>I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub>I<sub>2</sub> و I<sub>2</sub>I<sub>1</sub> به ترتیب با کارایی مصرف آب ۰/۲۳۳، ۰/۲۱ و ۰/۲۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب جای گرفته اند. در این تجزیه ی آماری کمترین کارایی مصرف آب در تیمار I<sub>2</sub>I<sub>2</sub> به مقدار ۰/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار رخ داد. برپایه ی گزارش های پیشین، میانگین کارایی مصرف آب در مناطق خشک آریزونا و کالیفرنیا بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب بر هکتار می باشد (گریسمر، ۲۰۰۲).

## ارزیابی اقتصادی

در این تحقیق با در نظر گرفتن هر مترمکعب آب (بدون اعمال یارانه ها) ۳۲۰ ریال (اسلامی و همکاران، ۱۳۸۷)، هر کیلوگرم بذر پنبه ۴۷۰۰ ریال، هر کیلوگرم کود شیمیایی ۲۶۰۰ ریال، هر متر لوله ی آبد ۷۵۰ ریال، هر متر عملیات نصب و کارگذاری لوله های آبد ۲۵۰ ریال، هر متر عملیات وجین ۲۰۰ ریال و هر کیلوگرم وش پنبه ۱۲۵۰۰ ریال (بر اساس گزارش های هفتگی کمیته ی فنی بذر پنبه استان کرمان)، تحلیل اقتصادی انجام گرفته است (جدول ۷ و ۸). با توجه به نتایج حاصل، بیشترین نسبت منفعت به هزینه را تیمار I<sub>1</sub>I<sub>1</sub> (۱/۳۲) به خود اختصاص داده است و بعد از آن، تیمارهای I<sub>1</sub>I<sub>2</sub> و I<sub>2</sub>I<sub>2</sub> به ترتیب با مقادیر ۱/۲۵ و ۱/۲ قرار گرفته اند؛ دو تیمار نیاز آبی ۷۵٪ نیز به دلیل مقدار کمتر از یک نسبت B/C دارای توجیه اقتصادی نمی باشند (شکل ۵). همچنین ارزیابی اقتصادی در این تحقیق نشان داد که هزینه ی سامانه، در تیمار الگوی کارگذاری لوله های آبد به صورت یک در میان در حدود ۱۲ درصد نسبت به حالت معمولی کمتر است. سایر تحقیقات نیز نشان می دهند که در دو تیمار فاصله ی کارگذاری لوله ی آبد معمولی و یک در میان، عملکرد مشابه بوده، اما هزینه ی سامانه در تیمار یک در میان ۳۰ درصد کاهش یافته است (بوسک و همکاران، ۲۰۰۵).

## نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل نتایج نشان از اختلاف ناچیز (۳۷۹ کیلوگرم در هکتار) عملکرد محصول بین دو تیمار عامل اصلی I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> می دهد و همچنین، یکسان بودن میزان آب مصرفی در دو تیمار عامل فرعی I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> و به رغم اختلاف ۱۲ درصدی در هزینه های 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<sub>2</sub>I<sub>2</sub> و از همه مهم تر، جایگاه خوب این تیمار در ارزیابی اقتصادی، می توان گفت که جهت افزایش بهره وری از آب، سامانه ی این تیمار دارای توجیه قابل قبول تری جهت راه اندازی در منطقه ی مورد مطالعه و سایر مناطق که از نظر خصوصیات آب و هوایی شبیه منطقه ی مورد مطالعه می باشند، 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 ارقام مصرفی و هزینه آنها در هر کرت

تیمار	متوسط میزان کود هزینه (ریال) مصرفی (kg)	متوسط میزان بذر هزینه (ریال) مصرفی (g)	متوسط میزان لوله هزینه (ریال) مصرفی (m)	متوسط میزان آب هزینه (ریال) مصرفی (m <sup>3</sup> )	مجموع (ریال)
I <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۸۷۵۰	۷۵۶۵۰
I <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۲/۵	۴۸۲۷۵
I <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۲۵	۵۵۹۷۰
I <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۲/۵	۴۶۵۹۵
I <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۲۵	۵۳۶۲۰
I <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	۸/۱	۵۰۰	۱۰/۵	۱۲/۵	۴۴۲۴۵

هزینه نصب لوله‌های آبد 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	درآمد در هر کرت (ریال)	قیمت پنبه (ریال)	عملکرد در هر کرت (kg)
I <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	۷۶۵۰۰	۱۲۵۰۰	۶/۱۲
I <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	۶۰۶۲۰	۱۲۵۰۰	۴/۸۵
I <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	۶۲۰۰۰	۱۲۵۰۰	۴/۹۶
I <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	۵۶۰۰۰	۱۲۵۰۰	۴/۴۸
I <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	۴۰۲۵۰	۱۲۵۰۰	۳/۲۲
I <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	۳۳۶۲۵	۱۲۵۰۰	۲/۶۹

## منابع

۵- شفاعی بجزستان م. ۱۳۸۴. مبانی و کاربرد مدل‌های هیدرولیکی- فیزیکی، دانشگاه شهید چمران اهواز.  
 ۶- بی‌نام، ۱۳۷۲ مهندسی 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 ص ۱ تا ۴۰.  
 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 cavitation performance, Journal of Ship Research, 23: 157-170.

۱- ابریشمی ج، حسینی م. ۱۳۸۴. هیدرولیک کانال‌های باز. چاپ دوازدهم انتشارات آستان قدس رضوی.  
 ۲- جلو دار ز، ح گلمایی، م ضیاءتبار احمدی 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.

12-Pagliari-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.

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.

Archive of SID