

ارزیابی اقتصادی روشهای آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد ارقام سیب زمینی در استان اصفهان

احمد سلیمانی پور^۱، ابوالقاسم باقری^۲، الهه واثقی^۳*

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۸

چکیده

در این پژوهش سه روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، بارانی و جویچه‌ای در ایستگاه تحقیقات رزوه فریدن در استان اصفهان مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفت. این آزمایش بصورت طرح آماری کرت‌های دوبار خرد شده نواری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی دو سال اجرا شد. سه روش آبیاری در کرت اصلی، دو روش کاشت یک ردیفه و دو ردیفه بعنوان کرت فرعی یکبار خرد شده و دو رقم تجارته سیب‌زمینی (آگریا و مارفونا) در کرت‌های فرعی دوبار خرد شده قرار گرفت. نتایج حاصل از بررسی دو ساله این آزمایش نشان داد که بین تیمارهای روش آبیاری و روش کاشت تفاوت معنی‌دار وجود دارد. نتایج آزمایش در سال اول برتری میانگین تولید در روش بارانی و تیپ نسبت به جویچه‌ای و در سال دوم برتری آبیاری بارانی به تیپ و روش تیپ به جویچه‌ای را نشان داد. مقایسه میانگین عملکرد ارقام نشان داد هر چند رقم آگریا در سال اول نسبت به رقم مارفونا برتری معنی‌دار داشته لیکن مقایسه میانگین عملکرد دوساله عدم تفاوت معنی‌دار بین رقم آگریا و مارفونا را به ترتیب با میانگین تولید ۲۴۰۸۳ و ۲۳۲۳۳ کیلوگرم در هکتار نشان داد. نتایج مقایسه میانگین دوساله عملکرد بین روشهای کاشت نشان داد که کشت یک ردیفه با میانگین تولید ۲۴۸۳۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت دوردیفه با ۲۲۹۲۷ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌دار داشته است. در سال اول و دوم نیز کشت یک ردیفه برتری معنی‌داری نشان داد. بررسی اثر متقابل دوساله تیمارها نشان داد به جز اثر رقم × سال هیچکدام از دیگر اثرهای متقابل معنی‌دار نگردید. میانگین مقادیر WUE در روش آبیاری تیپ حداکثر و برابر $4/92 \text{ kg/m}^3$ بدست آمد. ارزیابی اقتصادی طرح حاضر با استفاده از محاسبه شاخص‌های نسبت منفعت به هزینه و ارزش حال

۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

۲- هیأت علمی دانشگاه پیام نور واحد نطنز.

۳- مدرس دانشگاه پیام نور واحد سمیرم.

* نویسنده مسئول مقاله evaseghi@yahoo.com

خالص منافع، انجام گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، مقدار شاخص های مذکور در روش آبیاری بارانی نسبت به دو روش دیگر از مقدار قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده که این موضوع حاکی از برتری اقتصادی اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد و استفاده از روش های آبیاری قطره ای و سطحی برای کشت سیب زمینی در اولویت های بعدی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، آبیاری بارانی، آبیاری قطره‌ای نواری، ارزیابی اقتصادی، سیب‌زمینی.

طبقه بندی JEL: Q15, Q12, Q25

پیشگفتار

کاهش روزافزون منابع آب در طبیعت و نیاز بی‌پایان انسان به آب و مصرف عمده این ماده حیاتی در بخش کشاورزی محققان را وادار به بررسی و مطالعات مستمر در مورد روش‌های مختلف آبیاری نموده است تا بتوانند با بکارگیری تکنیک صحیح در امر کنترل مصرف آب از هدررفتن این ماده حیاتی و نتایج ناگواری که از مصرف غیراصولی آن برای گیاه و خاک به بار می‌آید جلوگیری بعمل آورند. با گذشت زمان، افزایش جمعیت و همچنین محدودتر شدن منابع موجود، موضوع استفاده نامناسب از منابع محدود بویژه آب بحث‌های فراوانی را در محافل علمی و در میان کشاورزان در پی داشته است. امروزه با بهره‌برداری فراوان و بی‌رویه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، مسئله کمبود آب جنبه بحرانی پیدا کرده است بطوریکه قرن آینده را می‌توان قرن مبارزه با مالکیت منابع آب نامگذاری کرد (بی‌نام، ۱۳۷۷). در اغلب مناطق مملکت، آب یکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده افزایش تولید بوده و روش‌های نامناسب آبیاری خصوصاً شیوه‌های سنتی همه‌ساله حجم کلانی از آب موجود را هدر می‌دهند. کشاورزی مهمترین بخش مصرف‌کننده منابع آب در استان اصفهان می‌باشد. این بخش حدود ۹۲ درصد از منابع آب در استان را بخود تخصیص داده است (بی‌نام، ۱۳۸۰). در این بخش به سیستم‌های آبیاری که آب را به مؤثرترین شیوه ممکن برای جلوگیری از تلفات غیرضروری و هرز آب بکار می‌برند؛ نیاز می‌باشد. از اینرو کاربرد روشهای آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری^۱ در استان که از قطب‌های سیب‌زمینی‌کاری بحساب می‌آید سالهاست رواج دارد. در استان اصفهان حدود ۱۵۰۰۰ هکتار طرح‌های آبیاری بارانی تا سال ۸۴ اجرا شده و روند توسعه این سیستم‌ها همچنان ادامه دارد. باغانی و همکاران (۱۳۸۵) به منظور بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری و سه آرایش کاشت در آبیاری قطره‌ای تیپ بر علمکرد سیب‌زمینی، آزمایشی را در سه منطقه مشهد، اردبیل و دماوند انجام دادند. نتایج نشان داد در هر سه منطقه، تیمار آرایش کاشت دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر روی پشته و یک نوار

^۱. Tape

آبیاری بین آنها بیشترین عملکرد کل و عملکرد قابل ارائه به بازار و غده‌های ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر را دارا بود. کشاورز و حیدری (۱۳۸۲) در مطالعات وسیعی که در سطح کشور انجام دادند میزان آب مصرفی در سیستم‌های آبیاری بارانی (سنتریپوت)، سطحی (نشتی) و قطره‌ای (تیپ) را در کشت سیب‌زمینی بترتیب ۷۶۳۵، ۱۱۶۰۰ و ۴۸۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کردند. همچنین میزان کارآیی مصرف آب برای این سیستم‌ها بترتیب ۲/۹۵، ۰/۹ و ۳/۳ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام شد. آواری و های‌ویس (۲۰۰۴) در یک مزرعه آزمایشی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی را روی محصول سیب‌زمینی با آب مصرفی ۱۰۰ درصد نیاز آبی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین محصول و کارآیی مصرف آب تحت سیستم قطره‌ای بدست می‌آید. کلینتون و همکاران (۱۹۹۹) در مزرعه‌ای با بافت سیلتی‌لوم، تأثیر مدیریت آرایش‌های مختلف آبیاری قطره‌ای و سطحی را روی عملکرد سیب‌زمینی بررسی کردند. نتایج نشان داد عملکرد کل محصول به سطوح کسر آبیاری و نحوه آرایش سیستم حساس بوده و در آرایش دو نوار تیپ با مکش رطوبتی 30 KPa بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. طاهر و همکاران (۲۰۰۲) باتوجه به وابستگی عملکرد محصول و کیفیت سیب‌زمینی به مقدار و روش آبیاری، آزمایشی را در مزرعه تحقیقاتی بوسالی^۱ در دو سال انجام دادند. نتایج نشان داد تأثیر معنی‌داری بین سه سطح آب مورد نیاز بر روی عملکرد کل محصول وجود ندارد ولی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای تأثیر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دارند. بالاترین عملکرد بمیزان متعلق به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی (T-Tape) در سطح ۱۲۵ درصد تبخیر و تعرق محصول بدست آمد. حداقل هزینه تولید واحد محصول برابر $55/1 \text{ LE/ton}$ محاسبه شد که متعلق به سیستم قطره‌ای سطحی (T-Tape) در سطح ۷۵ درصد تبخیر و تعرق محصول بود. پریاوشاک (۲۰۰۶) مدیریت آبیاری را برای دستیابی به استفاده بهینه از آب، تولید پربازده همراه با حفظ محیط زیست لازم می‌دانند. آنها معتقدند آب اضافی موجب بروز بیماری‌های غده‌ای در سیب‌زمینی شده و کم‌آبیاری منجر به کاهش محصول و تنزل کیفیت می‌گردد. نتایج تحقیقات نامبردگان در ایالت اورگان^۲ نشان داد باتوجه به مواردی همچون تخلیه رطوبتی مجاز، تنش آبی و تبخیر و تعرق محصول، آبیاری قطره‌ای به منظور آبیاری طرح‌های آزمایشی در فعالیتهای تحقیقاتی و در شرایط خاص تولید محصول بویژه در کشت‌های متراکم^۳ پیشنهاد شده است. جعفری (۱۳۷۶) با استفاده از معیار نرخ بازده داخلی به بررسی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در استان همدان پرداخته است. نتایج مطالعه او نشان داد که نرخ بازده داخلی در حالت سرمایه‌گذاری در روش آبیاری بارانی برای محصول سیب زمینی برابر $17/54$ درصد و برای روش

¹. Bosaily

². Oregan

³. Intensive

آبیاری سطحی برابر ۳/۵۶ درصد بوده است. سالمی و همکاران (۱۳۸۴) روشهای آبیاری قطره ای (تیپ) و شیاری در کشت چغندر قند را مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار دادند. بررسی نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از روش قطره ای علیرغم تأثیر مهم و بسزای آن در افزایش راندمان استفاده از آب، دارای توجیه اقتصادی لازم نبوده است. این در حالی است که نسبت منفعت به هزینه در روش آبیاری سطحی بزرگتر از یک بوده است. در این خصوص از عواملی چون آگاهی پایین زارعین در خصوص نحوه صحیح اجرای سیستم و شرایط آب و هوایی و فیزیکی مزرعه در اقتصادی نبودن آبیاری قطره ای یاد شده است. اینامدار (۱۹۹۵) با استفاده از معیار نسبت منفعت به هزینه، سیستم آبیاری قطره ای را در مزارع نیشکر هند مورد ارزیابی اقتصادی قرار داد. بر اساس نتایج بدست آمده، آبیاری قطره ای یک روش مهم برای افزایش تولید و کارایی اقتصادی بوده است. در شرایط فعلی به علت اهمیت تولید محصول سیب زمینی در بین محصولات کشاورزی در شهرستان فریدن و افزایش سطح زیر کشت آن در استان و لزوم کاربرد سیستمهای آبیاری تحت فشار، اندازه گیری حجم آب مصرفی در سه روش آبیاری مورد مطالعه، تعیین کارایی مصرف آب (WUE) باتوجه به بررسی عملکرد ارقام تجارتي این محصول براساس دیسکریپتورهای CIP و NIAB از اهداف طرح حاضر بشمار می آیند. همچنین با مقایسه اقتصادی روشهای آبیاری نسبت به تعیین اقتصادی ترین تیمار تحت آزمایش اقدام شده است.

مبانی نظری و روش پژوهش

این مقاله تحقیقاتی به منظور ارزیابی و مقایسه فنی روشهای آبیاری قطره ای نواری (تیپ)، بارانی و جویچه ای و روشهای کاشت یک ردیفه و دو ردیفه روی ارقام تجاری سیب زمینی طی دو سال زراعی ۱۳۸۳-۸۴ و ۱۳۸۴-۸۵ در زمینی به مساحت تقریبی ۱۶۰۰ مترمربع در ایستگاه تحقیقات رزوه واقع در شهرستان فریدن که مهمترین منطقه سیب زمینی کاری استان می باشد بر روی ارقام اگریا و مارفونا انجام شد. این شهرستان بین ۵۵'-۴۹° تا ۵۰'-۵۱° طول شرقی ۲۰'-۳۲° تا ۳۰'-۳۲° عرض شمالی واقع شده است. دشت فریدن به وسعت کل ۳۲۸۰ کیلومترمربع در ۱۴۰ کیلومتری مرکز استان واقع شده و دارای سه بخش مرکزی، بوئین و میاندشت و چادگان می باشد. محل اجرای آزمایش از توابع بخش چادگان است. فریدن با سطح زیر کشت ۱۴۰۰۰ هکتار و تولید معادل ۱۲ درصد سیب زمینی کل کشور بیشترین سهم را در تولید این محصول در استان داراست. اراضی منطقه با قابلیت نفوذ متوسط دارای بافت خاک سطحی متوسط تا نسبتاً سنگین و بافت شنی و سنگریزه ای در اعماق بیشتر از ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتری بدون مشکل شوری و ماندابی است. شیب اراضی نسبتاً زیاد و حدود ۳-۱ درصد می باشد. وزن مخصوص

ظاهری در سطح خاک ۱/۴۵ و در عمق یکصد سانتی متری ۱/۵ گرم بر سانتی متر مکعب اندازه گیری شده است. همچنین میزان ظرفیت وزنی ذخیره خاک ($FC^1 - PWP^1$) از ۱۶ درصد در سطح خاک تا ۱۰ درصد در اعماق مختلف خاک متغیر می باشد. در این آزمایش روش های آبیاری بعنوان کرت اصلی، روش های کاشت یک ردیف و دو ردیفه بر روی هر پشته به عنوان کرت فرعی یکبار خرد شده و ارقام سیب زمینی شامل مارفونا (زودرس) و آگریا (میان رس) به عنوان کرت فرعی دو بار خرد شده در قالب بلوک های دو بار خرد شده نواری در نظر گرفته شد. آزمایش در سه تکرار در فاصله زمانی ۸۵-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات رزوه فریدن به اجرا درآمد. برای اجرای طرح، قطعه زمینی به مساحت تقریبی ۱۶۰۰ مترمربع با شیب یکنواخت انتخاب شد و با نمونه برداری از خاک و ارسال به آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب، توصیه کودی و خصوصیات فیزیکی خاک تعیین گردید. بعد از مراحل تهیه زمین شامل عملیات شخم، دیسک زنی و کودپاشی نسبت به پیاده نمودن تیمارهای آزمایشی اقدام شد. در کشت یک ردیفه در کلیه تیمارهای آبیاری پشته های با فواصل ۷۰ سانتی متر احداث و غده ها در اندازه های بذری (۳۵ تا ۵۵ میلی متر) با سن فیزیولوژیکی مناسب (مرحله چند جوانه ای) روی پشته هایی به فاصله ۲۵ سانتی متر کشت شد و لوله های آبد (نوارهای تیپ) روی پشته قرار گرفتند. در کشت دو ردیفه ابتدا پشته هایی با فواصل ۱۴۰ سانتی متر ایجاد گردید بطوریکه عرض پشته حدود ۸۰ سانتی متر شد. در دو طرف پشته ها با فاصله ۴۰ سانتی متر دو ردیف غده با مشخصات ذکر شده کشت گردید و لوله های تیپ در وسط پشته قرار گرفت و از دو طرف غده ها را آبیاری می نمود. این دو آرایش کاشت به صورت مشابه در تیمارهای آبیاری بارانی و جویچه ای اجرا شد. در تیمار آبیاری بارانی از آبپاش های تنظیم شونده VYR5001 با فواصل ۱۲×۸/۴ متر استفاده شد. نوارهای تیپ ساخت شرکت آفشان جنوب از نوع یکبار مصرف با فاصله روزنه ۳۰ سانتی متر و قطر اسمی ۱۶/۵ میلی متر انتخاب شد. آبدهی اسمی هر روزنه با فشار ۰/۶ بار برابر ۱/۳۵ لیتر در ساعت بود. با مشخص بودن مقدار تبخیر و تعرق گیاه (ETC) برحسب میلی متر در روز (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶) عمق آب آبیاری محاسبه و با استفاده از پارامترهای فیزیکی خاک مزرعه و با لحاظ نمودن عمق توسعه ریشه گیاه، در آبیاری بارانی و جویچه ای بصورت دور ۷ روزه و در روش تیپ ۴ روزه اعمال شد. خاطر نشان می سازد دور آبیاری در روش های جویچه ای و قطره ای نواری قبل از عملیات اسفار (اواسط تیرماه) ۱۲ روزه اعمال می شد. حجم آب ورودی به تیمارها با استفاده از کنتور حجمی ۳ اینچی در روش قطره ای تیپ و بارانی و WSC فلوم واسنجی شده در روش جویچه ای اندازه گیری شد. غده ها به وسیله

¹. Permanent Wilting Point

². Field Capacity

ماشین در عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر کاشته شد. تاریخ کاشت در سالهای اول و دوم به ترتیب ۸ و ۱۵ خرداد و تاریخ برداشت ۱۴ و ۱۰ مهر بود. با علفهای هرز در این آزمایش به طریق شیمیایی با استفاده از سموم تراکرون، رورال T-S و آمبوش در تیرماه مبارزه شد. کوددهی به روش دستی و به میزان ۱۰ کیلوگرم اوره، ۲۰ کیلوگرم پتاس و ۱۸ کیلوگرم فسفات قبل از کاشت و کود سرک در دو نوبت (۲۰ تیر و ۱۵ مرداد) به میزان ۲۵ کیلوگرم اوره انجام شد. پس از رسیدن محصول با حذف خطوط حاشیه‌ای، عملکرد در کرت‌های آزمایشی اندازه‌گیری شد. در پایان تجزیه واریانس داده‌ها براساس کرت‌های خرد شده نواری و آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام و سپس ارزیابی اقتصادی طرح حاضر با استفاده از محاسبه شاخص‌های نسبت منفعت به هزینه و ارزش حال خالص منافع، انجام گرفت. تجزیه واریانس سالیانه صفت عملکرد محصول به تفکیک دو سال آزمایش (۸۵ و ۱۳۸۴) و مقایسه میانگین‌های مربوطه همچنین تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مرکب دو ساله مورد ارزیابی قرار گرفت و با توجه به اهمیت بررسی توأم عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر کارایی مصرف آب (WUE) برای روش‌های مختلف آبیاری محاسبه گردید. از دید اقتصادی، تحلیل سرمایه‌گذاری به ارزیابی ارزش حال منافع بدست آمده از سیستم نوین آبیاری و یا تغییرات این سیستم در برابر ارزش حال هزینه‌های برخاسته از خرید، تعمیر و افزایش کیفیت ابزار سیستم آبیاری گفته می‌شود (دایوتر و همکاران، ۱۹۹۵). به طوری که منافع بدست آمده از سرمایه‌گذاری در سیستم نوین آبیاری تابعی از سیستم کنونی آبیاری است که در مقایسه با سیستم نوین، عواملی مانند کارایی، قیمت‌های انتظاری نهاده‌ها و محصولات، منبع آب و مقدار آن، نوع خاک، توپوگرافی و نرخ تنزیل بر آن تأثیر می‌گذارد. بر این اساس ارزیابی منافع بدست آمده از بهبود کارایی مصرف آب نیاز به تحلیل ریشه‌ای دارد و اصولاً اگر میزان افزایش در ارزش حال درآمدهای حاصل از سرمایه‌گذاری با ارزش حال هزینه‌ها برابر باشد، سرمایه‌گذاری کاملاً اقتصادی خواهد بود. قبل از انجام هر ارزیابی اقتصادی، نیاز به جمع‌آوری اطلاعات اقتصادی می‌باشد. در این پژوهش، اطلاعات جمع‌آوری شده شامل اطلاعات مربوط به هزینه‌های سرمایه‌گذاری جهت اجرای پروژه، اطلاعات مربوط به هزینه‌های جاری کشت سیب زمینی در هر یک از تیمارهای اصلی و فرعی، اطلاعات مربوط به درآمدهای حاصل از کشت سیب زمینی در هر یک از تیمارهای اصلی و فرعی و اطلاعات مربوط به طول عمر پروژه و هزینه‌های استهلاک و سرویس و نگهداری سیستم می‌باشد. پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات اقتصادی مذکور، از آنجا که قسمتی از درآمدها (ارزش اسقاط) یا هزینه‌های پروژه (هزینه‌های جایگزینی) در سالهای بعد از اجرای طرح ایجاد می‌شود، اینگونه هزینه‌ها و درآمدها با استفاده از فرمول پرداخت یکبار به سال پایه تبدیل می‌شوند (سلطانی، ۱۳۸۰).

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} = F(P/F, i, n) \quad (1)$$

فرمول پرداخت یکبار که در آن، P درآمدها و یا هزینه‌های تبدیل شده به سال پایه و F درآمدها و یا هزینه‌ها در سالهای مختلف می‌باشد. همچنین، ارزش اسقاط سیستمهای آبیاری بارانی و قطره ای در پایان عمر مفید اقتصادی به عنوان نوعی درآمد به معادل یکنواخت سالانه تبدیل و در محاسبات دخالت داده شد. در بخشی از محاسبات اقتصادی، لازم به تبدیل معادل یکنواخت هزینه‌ها یا درآمدهای سالانه به سال پایه بود. به این منظور از رابطه ارزش کنونی اسقاط سالانه استفاده شد.

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = A(P/A, i, n) \quad (2)$$

در این رابطه، A معادل یکنواخت سالانه هزینه‌های سرمایه‌گذاری و یا درآمدها، P ارزش کنونی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و یا درآمدها، n عمر مفید سیستم و i نرخ تنزیل می‌باشد که در این مطالعه نرخ‌های تنزیل ۵ تا ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. پس از برآورد هزینه‌ها، درآمدها، معادل یکنواخت سالانه منافع و هزینه‌های سیستم، با استفاده از روشهای اقتصاد مهندسی تحلیل طرحها به ارائه معیارهای اقتصادی جهت مقایسه طرحها پرداخته شد. در تحلیلهای اقتصاد مهندسی از معیارها و ملاکهای مختلفی برای مقایسه پروژه‌ها می‌توان استفاده کرد. با توجه به اهداف طرح، معیارهایی که در مطالعه جاری به منظور ارزیابی اقتصادی طرح استفاده گردید؛ به قرار زیر می‌باشند (جعفری، ۱۳۷۶):

الف- ارزش حال خالص^۱: معیاری است که با توجه به نرخ تنزیل، ارزش حال تفاضل منافع و هزینه‌ها را محاسبه می‌کند. در صورتی که مقدار محاسباتی آن مثبت باشد، گویای توجیه پذیری طرح می‌باشد.

$$NPV = \sum \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} \quad (3)$$

ب- روش نسبت منفعت به هزینه^۲: نشان دهنده بهره‌وری هزینه‌های انجام شده طرح است.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum B_i / (1+r)^i}{\sum C_i / (1+r)^i} \quad (4)$$

ج- روش نرخ بازده داخلی^۳: نشان دهنده حداکثر نرخ بهره ای است که می‌توان با آن سرمایه گذاری کرد.

$$\sum \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (5)$$

¹ Net Present value

² Benefit - Cost Ratio

³ Internal Rate of Return Method

در مطالعه جاری این نرخ بیان کننده نرخ بازدهی هزینه‌های انجام شده بر روی سیستمهای آبیاری مورد نظر است که از روش میان یابی محاسبه می‌گردد.

$$(۶) \quad \text{تفاوت مطلق بین دو ارزش کنونی/ ارزش کنونی خالص پایین} = (\text{تفاوت دو نرخ فرضی}) + \text{نرخ پایین} = \text{IRR}$$

لازم به ذکر است منافع طرح شامل بازده حاشیه‌ای یک هکتار محصول سیب زمینی و همچنین ارزش اسقاطی سرمایه گذاری در سیستم های مختلف آبیاری در پایان عمر مفید پروژه می‌باشد. هزینه ها نیز شامل هزینه های سرمایه گذاری اعم از تجهیزات، تأسیسات، اجرا و نصب سیستم و همچنین هزینه های مربوط به تعمیرات و نگهداری سالانه (معادل ۵ درصد ارزش اولیه سرمایه گذاری) طرح می‌باشد. به منظور محاسبه بازده حاشیه‌ای^۱ کافی است هزینه های تولید سیب زمینی از کل درآمد ناخالص کشت این محصول کسر شود که نحوه محاسبه آن به صورت زیر می باشد.

$$(۷) \quad \text{GM} = \sum_{i=1}^n (\text{Yield}_i * \text{PYield}_i) - \sum_{i=1}^n \text{VCI}$$

که در آن Yield_i : عملکرد در واحد سطح محصول i ، PYield_i : قیمت واحد محصول i ، VCI : هزینه های متغیر شامل زراعی و نهادهای تولید در یک هکتار محصول i

نتایج و بحث

نتایج حاصله از آزمایش به تفکیک در دو سال و همچنین بصورت مرکب دو ساله بررسی شد و در نهایت نتایج بررسی اقتصادی روشهای آبیاری ارائه گردید.

نتایج سال اول عملکرد:

نتایج حاصله از آزمایش سال اول (۱۳۸۴) نشان داد که بین تیمارهای روش آبیاری در سطح یک درصد و بین تیمارهای روش کاشت و ارقام سیب زمینی در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار وجود دارد. همچنین نتایج مندرج در جدول مقایسه میانگینها^۲ (جدول ۱) نشان می‌دهد که سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری (تیپ) بترتیب با عملکرد ۲۵۸۷۸ و ۲۵۱۳۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به سیستم آبیاری جویچه‌ای برتری معنی دار دارند. در این سال روش کاشت یک ردیفه با عملکرد ۲۴۷۳۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به روش کشت دوردیفه با عملکرد ۲۳۴۴۵ کیلوگرم در هکتار برتری معنی داری نشان می‌دهد. نتایج آزمایش حاکی از برتری معنی دار عملکرد رقم آگریا با تولید ۲۴۸۸۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم مارفونا با تولید ۲۳۲۹۵ کیلوگرم در

^۱. Gross Margin

^۲- مقایسه میانگینها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شده و میانگینهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار می‌باشد.

هکتار می‌باشد. براساس نتایج تجزیه واریانس صفت عملکرد، اثر متقابل آبیاری × روش کاشت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل آبیاری × رقم معنی‌دار نگردید. همچنین اثر متقابل روش کاشت × رقم و آبیاری × روش کاشت × رقم معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین دوطرفه آبیاری × روش کاشت نشان داد عملکرد محصول سیب‌زمینی در روش آبیاری جویچه‌ای در کشت دو ردیفه بیشترین کاهش محصول را داشته که این کاهش بترتیب در روش آبیاری قطره‌ای، نواری و بارانی بحداقل می‌رسد.

نتایج سال دوم عملکرد :

نتایج تجزیه واریانس عملکرد محصول در سال دوم آزمایش نشان داد که بین تیمارهای روش آبیاری و روش کاشت و اثر متقابل روش آبیاری × روش کاشت در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بین دو رقم مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج حاصله از مقایسه میانگین روش‌های آبیاری، روش کاشت و ارقام مورد بررسی (جدول ۲) نشان داد روش آبیاری بارانی با میانگین تولید ۲۶۴۲۶ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری نسبت به روش آبیاری قطره‌ای نواری با تولید ۲۲۸۱۰ کیلوگرم در هکتار دارد. آبیاری جویچه‌ای با تناژ ۲۰۳۶۴ کیلو در هکتار کمترین میزان تولید در هکتار را داشت. مقایسه میانگین روشهای کاشت نشان داد که کشت یک ردیفه با تولید ۲۴۰۴۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت دو ردیفه با میانگین عملکرد ۲۲۳۵۴ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری داشته است. بین میانگین عملکرد ارقام اگریا و مرفونا بترتیب با تولید ۲۳۲۲۸ و ۲۳۱۷۲ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج حاصل از جدول ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل روش آبیاری × روش کاشت نشان می‌دهد که روش آبیاری بارانی × روش کاشت دو ردیفه با تولید ۲۷۴۳۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان تولید را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بوده است. تیمارهای آبیاری بارانی، روش کاشت یک ردیفه و همچنین تیمار آبیاری قطره‌ای × روش کاشت یک ردیفه بترتیب با میزان تولید ۲۵۴۳۰ و ۲۵۳۰۰ پس از تیمار روش بارانی × کاشت دو ردیفه به سایر تیمارها برتری داشتند.

نتایج مرکب دو ساله :

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مرکب دوساله نشان داد که روش آبیاری و روش کاشت در سطح ۵ درصد و اثر رقم × سال در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. اثر رقم و همچنین اثر متقابل روش کاشت × روش آبیاری، رقم × روش آبیاری، رقم × روش کاشت، رقم × روش کاشت × روش آبیاری و رقم × روش آبیاری × روش کاشت × سال معنی‌دار نگردید. نتایج حاصل از جدول ۴ نشان داد که روش آبیاری بارانی با میانگین عملکرد ۲۶۱۵۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به روش آبیاری قطره‌ای نواری با تولید ۲۳۹۷۴ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری دارد. همچنین روش آبیاری

جویچه‌ای با تولید ۲۰۸۴۸ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان محصول را تولید نموده است. بین ارقام اگرچه و مارفوتا بترتیب با تولید ۲۴۰۸۳ و ۲۳۲۳۳ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین روشهای کاشت نشان داد که کشت یک ردیفه با میانگین تولید ۲۴۸۳۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت دو ردیفه با میانگین تولید ۲۲۹۲۷ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین اثر سال نشان داد بین سالهای اول و دوم بترتیب با میانگین تولید ۲۴۱۱۶ و ۲۳۱۹۹ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. مقایسه میانگین‌های اثر رقم \times سال مندرج در جدول شماره ۵ نشان داد در سال اول رقم اگریا با تولید ۲۴۹۳۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم مارفونا با تولید ۲۳۲۹۵ کیلوگرم در هکتار و همچنین ارقام اگریا و مارفونا در سال دوم بترتیب با تولید ۲۳۲۲۹ و ۲۳۱۷۱ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری دارد. باتوجه به مقادیر آب آبیاری و میانگین عملکرد محصول در روشهای آبیاری جویچه‌ای، بارانی و قطره‌ای نواری که بترتیب برابر ۲۱۳۳۲، ۲۵۸۷۷ و ۲۵۱۳۹ کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد مقدار WUE در روش‌های آبیاری فوق بترتیب برابر ۲/۵۱، ۳/۵۸ و ۴/۹۲ کیلوگرم در مترمکعب بدست آمد.

نتایج اقتصادی

به منظور ارزیابی اقتصادی گزینه‌های مختلف آبیاری، می‌بایست به بررسی هزینه‌ها و درآمدهای جاری ناشی از کشت سیب زمینی برای روشهای مختلف کشت با در نظر گرفتن نوع رقم محصول پرداخته شود (جدول ۶). همانطور که ملاحظه می‌شود رقم اگریا در مقایسه با مارفونا در تمام سیستم‌های آبیاری و نوع کشت از عملکرد و درآمد بالاتری برخوردار بوده است. علاوه بر این صرف نظر از نوع سیستم آبیاری و رقم، کشت به صورت یک ردیفه در روش آبیاری بارانی عملکردهای نسبتاً بالاتری در مقایسه با کشت دوردیفه در روشهای آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری در پی داشته است. همچنین محاسبات جدول ۶ نشان می‌دهد صرف نظر از نوع کشت و رقم، استفاده از سیستم آبیاری بارانی عملکردهای بالاتری را در مقایسه با سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری و جویچه‌ای ایجاد نموده است. به طوری که میزان عملکرد محصول در شرایط استفاده از سیستم آبیاری بارانی به طور متوسط ۲۶۱۵۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. این میزان در مورد آبیاری قطره‌ای نواری و جویچه‌ای به ترتیب معادل ۲۳۹۷۴ و ۲۰۸۰۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است. درآمد ناخالص حاصل از فروش محصول در هر یک از روشهای آبیاری جویچه‌ای، بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب ۲۲۸۸۷، ۳۱۳۸۲ و ۳۱۱۶۶ هزار ریال بوده است. بررسی هزینه‌های متغیر تولید شامل هزینه‌های عملیات زراعی و تأمین نهاده‌ها در هر هکتار نشان می‌دهد در روش آبیاری قطره‌ای میزان این هزینه‌ها ۱۶۹۶۷ هزار ریال بوده که در مقایسه با دو روش دیگر آبیاری از مقدار کمتری برخوردار بوده است. این میزان در روشهای آبیاری بارانی و جویچه‌ای به

ترتیب ۱۷۱۳۲ و ۱۷۷۴۳ هزار ریال بوده است. علاوه بر این جدول ۶ درآمد خالص را در تیمارهای مورد بررسی نشان می دهد. همانطور که نتایج نشان می دهد، میزان درآمد خالص محصول در روش آبیاری سطحی در مقایسه با روشهای دیگر از میزان بسیار کمتری برخوردار است (۵۱۴۳۵۳۷ ریال). این میزان در روشهای آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب معادل ۱۴۲۴۹۶۰۰ و ۱۴۱۹۹۷۹۵ ریال بدست آمده است.

لازم به توضیح است که به جز هزینه سرمایه گذاری اولیه سیستم، سایر هزینه های در سالهای مختلف شامل هزینه های تعمیرات و نگهداری، برق و انرژی و جمع آوری و پهن کردن نوارهای آبیاری، براساس فرمول پرداخت یکبار به ارزش کنونی در سال پایه تبدیل شدند و همچنین از آنجا که حجم آب مصرفی در سه روش آبیاری مورد بررسی با یکدیگر متفاوت است و لازمه ارزیابی اقتصادی آن است که بدانیم با آب مصرفی توسط روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، حداکثر چه مساحتی از سیب زمینی را می توان توسط روشهای آبیاری بارانی و جویچه‌ای به زیر کشت برد. لذا در این مطالعه معادل سازی سطح زیر کشت براساس حجم آب مصرفی نیز انجام شد. در نهایت براساس هزینه های سرمایه گذاری، هزینه ها و درآمدهای سالیانه کشت سیب زمینی در تیمارهای مختلف مورد بررسی و با استفاده از روشهای مختلف نسبت منفعت به هزینه، ارزش حال خالص منافع و نرخ بازده داخلی، نتایج اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه بررسی شد.

شاخص نسبت منفعت به هزینه طرح حاضر در جدول ۷ ارائه شده است. همانطور که در تعریف این شاخص عنوان گردید، مادامی که نسبت منفعت به هزینه یک طرح بزرگتر از یک باشد می توان اقتصادی بودن آن را انتظار داشت. معذالک توجه به نرخ که در آن این نسبت برابر یک می گردد در تصمیم به اجرای طرح از اهمیت خاص برخوردار است. هر چه نرخ مذکور بالاتر باشد می توان در اقتصادی بودن طرح با قطعیت بیشتر اظهار نظر نمود.

بر اساس نتایج جدول ۷، شاخص نسبت منفعت به هزینه طرح در روش آبیاری بارانی نسبت به دو روش دیگر از مقدار قابل ملاحظه‌ای برخوردار می باشد. معذالک استفاده از روشهای قطره‌ای نواری و جویچه‌ای تا نرخ ۲۵ درصد از توجیه اقتصادی برخوردار می باشد. ولی چنانچه برای سرمایه گذاران با توجه به ریسک های فیزیکی و قیمتی موجود در فعالیت های کشاورزی نرخ مذکور مناسب نباشد، تنها می توان اجرای سیستم های بارانی را در منطقه اقتصادی دانست چرا که استفاده از این روش بازدهی سرمایه گذاری بالاتری را برای بهره برداران در پی خواهد داشت به طوری که با نرخ ۵۰ درصد، نسبت منفعت به هزینه بزرگتر از یک می باشد. علاوه بر این نرخ برابری هزینه ها و درآمدها در دو روش جویچه‌ای و قطره‌ای نواری بین ۲۵ و ۳۰ درصد و برای روش بارانی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد خواهد بود که این موضوع نیز حاکی از برخوردار شدن پروژه های سرمایه گذاری ایجاد و

اجرای سیستم های آبیاری بارانی از توجیه اقتصادی لازم در مناطق مورد مطالعه است. علاوه بر روش های آبیاری، تأثیر نوع کشت و نوع رقم در ارزیابی اقتصادی طرح مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۸ آمده است. بر پایه اطلاعات این جدول، در تمام تیمارهای مختلف مورد بررسی، شاخص نسبت منفعت به هزینه رقم آگریا نسبت به مارفونا از میزان بیشتری برخوردار بوده است. کشت رقم آگریا به صورت یک ردیفه و آبیاری آن به صورت جویچه ای با توجه به اینکه شاخص نسبت منفعت به هزینه آن حداکثر تا نرخ ۵۰ درصد بزرگتر از یک می باشد، از توجیه اقتصادی بالایی برخوردار است. در مقابل کشت این رقم به صورت دو ردیفه در روش آبیاری مذکور به لحاظ اقتصادی توجیه لازم را ندارد. با استفاده از روش آبیاری جویچه ای، کشت رقم مارفونا به صورت یک ردیفه تا نرخ ۳۵ درصد دارای توجیه اقتصادی بوده است. این در حالی است که کشت این رقم به صورت دو ردیفه حتی در حداقل نرخ تنزیل نیز اقتصادی نخواهد بود. در روش آبیاری بارانی کشت هر دو نوع رقم به صورت یک ردیفه و دو ردیفه آن دارای صرفه اقتصادی لازم می باشد. البته برتری اقتصادی رقم آگریا نسبت به مارفونا در این روش همچنان باقی است. مقایسه نوع کشت در روش مذکور نشان می دهد کشت رقم مارفونا به صورت دو ردیفه بر خلاف روش جویچه ای، نسبت به حالت کشت یک ردیفه آن از برتری نسبی اقتصادی برخوردار بوده است. معذالک، شاخص نسبت منفعت به هزینه کشت یک ردیفه آگریا نسبت به دو ردیفه آن کماکان از میزان بالاتری برخوردار است. در روش آبیاری قطره ای نواری، تنها کشت یک ردیفه ارقام دارای توجیه اقتصادی است و این توجیه حداکثر تا نرخ ۳۵ درصد معتبر می باشد.

علاوه بر نسبت منفعت به هزینه، شاخص ارزش حال خالص منافع در این طرح محاسبه گردید (جدول ۹). براساس نتایج بدست آمده، این شاخص در روش آبیاری بارانی با در نظر گرفتن نرخ های مختلف تنزیل از اعتبار اقتصادی به نسبت بالاتری برخوردار است. جدول ۱۰ اولویت اجرایی تیمارهای مختلف مورد بررسی طرح را از نظر اقتصادی نشان می دهد.

این بررسی بر اساس نرخ ۲۵ درصد به عنوان نرخ قابل قبول سرمایه گذاری در فعالیت های کشاورزی می باشد. همانطور که جدول نشان می دهد، تیمارهای کشت ارقام آگریا به صورت یک ردیفه و دوریفه با استفاده از سیستم آبیاری بارانی به ترتیب رتبه اول و دوم را از لحاظ داشتن توجیه اقتصادی به خود اختصاص داده اند. به گونه ای که هر یک ریال سرمایه گذاری در استفاده از روش بارانی، به ترتیب ۲/۲۸ و ۲/۲۰ ریال منفعت در حالت های کشت یک ردیفه و دو ردیفه رقم آگریا به همراه خواهد داشت که این میزان در مقایسه با سایر تیمارها قابل توجه می باشد. کشت دو ردیفه و یک ردیفه رقم مارفونا با استفاده از روش آبیاری بارانی به لحاظ اولویت بندی اقتصادی در مکانهای سوم و چهارم قرار دارند. مکانهای پنجم و ششم مربوط به کشت یک ردیفه ارقام در

روش جویچه‌ای و مکانهای هفتم و هشتم مربوط به کشت یک ردیفه ارقام در روش آبیاری قطره‌ای نواری بوده است. کشت دو ردیفه ارقام در روش قطره‌ای در اولویت نهم و دهم و نهایتاً کشت دو ردیفه ارقام مورد بررسی در روش جویچه‌ای در اولویت‌های آخر قرار گرفتند.

References

1. Anonymous. 1998. The National management Strategies of water resources in Iran, Quarterly of water and development, 8th year, no. 17.
2. Anonymous. 2001. The report of critical situation of water resource in Zayanderood zone, Isfahan regional water company publication.
3. Anonymous. 2001. The report of Technical and economical evaluation in sugar beet trickle irrigation, Abfeshan jonoub technical engineering company, Tehran, p, 30.
4. Awari, H.W., and S.S Hiwase. 2004. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Annals of plant physiology, No. 8 (2).
5. Baghani, j., Sadrghaen, H., and A. Kanooni. 2006. The Effects of Plant Arrangement and water measurement on potatoes yield in tape irrigation. The second micro technical irrigation workshop. The institute of technical researches and agricultural engineering, Karaj.
6. Brown, T., Detar, R., Sanden, L., and J. Phene. 2002. Comparison of drip and sprinkler irrigation systems for applying managing stemroton potato. Plant Disease Journal, Vol. 86 No. 11, 1211-1218. U. S. A.
7. Clinton, C.S., Eldredge, E., Feibert, E. B. G., and L.D Saunders. 1999. Management factors enhancing the feasibility of drip irrigation for potato. Malheur Experiment Station, Oregon State University, U. S. A.
8. Dhuyvetter. K.C., Lammn, F.R. and D.H Rogers. 1995. Subsurface drip irrigation for field Corn: An economic analysis. Micro irrigation for a changing world, proceeding of the Fifth international micro irrigation congress, Florida.
9. Inamdar, P. 1995, Economic efficiency of bewail drip irrigation sugarcane production. Bharatiya sugar, 22(2): 43-48.
10. Jafari, A.M. 1997. Economic analysis of investment in water store technology, Hamadan province case study, Master of science theses, agricultural collage, Shiraz university.
11. Keshavarz, A. and N. Heidari. 2003. A view of national water resources waste in agricultural production and consumption

- process. Articles from the first national Conference of investigation of agricultural products waste, Tarbiat Modares University. Tehran. (in Persian)
12. pereira, A. B. and C.C. Shock. 2006. Development of irrigation best management practices for patato from a research perspective in the United States. Sakia. Orge-Publish, Vol. 1, 1-20. U. S. A.
 13. Salemi, H.R., Nikooei, A.R. and M.R. Jahadakbari. 2005. Evaluation and technical-economical comparation of tape and Furrow irrigation method in sugar beet plant. Final report of researching plan, no 343. Agricultural researches and education organization. Tehran. (in Persian)
 14. Shariati, Jarelahi, R., Shahabifar, M. and M. Tavallaei. 1997. Estimation of water needs for country major plant and garden crops. Volume 1, crops. Soil and water investigation organization. Agricultural training publication. Karaj. (in Persian)
 15. Soltani, Gh.R. 2001. Engineering Economy. Print 4. Shiraz university publication. Shiraz: P 295

پیوست‌ها

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد محصول در روشهای آبیاری، روش کاشت و ارقام مورد بررسی (سال اول آزمایش)

عملکرد غده (kg/ha)	الف) روش آبیاری
۲۱۲۴۹ b	سیستم آبیاری جویچه‌ای (I _۱)
۲۵۸۷۸ a	سیستم آبیاری بارانی (I _۲)
۲۵۱۳۹ a	سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (I _۳)
ب) رقم	
۲۴۸۸۲ a	اگریا (V _۱)
۲۳۲۹۵ b	مارفونا (V _۲)
ج) روش کاشت	
۲۴۷۳۲ a	یک ردیفه (P _۱)
۲۳۴۴۵ b	دو ردیفه (P _۲)

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد محصول در روشهای آبیاری، روش کاشت و ارقام مورد بررسی (سال دوم آزمایش)

میانگین عملکرد غده (kg/ha)	الف) روش آبیاری
۲۰۳۶۴ c	سیستم آبیاری جویچه‌ای (I _۱)
۲۶۴۲۶ a	سیستم آبیاری بارانی (I _۲)
۲۲۸۱۰ b	سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (I _۳)
ب) رقم	
۲۳۲۲۸ a	اگریا (V _۱)
۲۳۱۷۲ a	مارفونا (V _۲)
ج) روش کاشت	
۲۴۰۴۶ a	یک ردیفه (P _۱)
۲۲۳۵۴ b	دو ردیفه (P _۲)

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت × روش آبیاری

روش آبیاری	روش کاشت	میانگین عملکرد (kg/ha)
جویچه‌ای	یک ردیفه	۲۱۴۲۰
جویچه‌ای	دو ردیفه	۱۹۳۱۰
بارانی	یک ردیفه	۲۵۴۳۰
بارانی	دو ردیفه	۲۷۴۳۰
قطره‌ای- نواری	یک ردیفه	۲۵۳۰۰
قطره‌ای- نواری	دو ردیفه	۲۰۳۲۰

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دو ساله روشهای آبیاری، روش کاشت و ارقام مورد بررسی

روش آبیاری	میانگین عملکرد غده (kg/ha)
سیستم آبیاری جویچه‌ای (I_1)	۲۰۸۴۸ c
سیستم آبیاری بارانی (I_2)	۲۶۱۵۲ a
سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (I_3)	۲۳۹۷۴ b
ب) رقم	
اگریا (V_1)	۲۴۰۸۳ a
مارفونا (V_2)	۲۳۲۳۳ a
ج) روش کاشت	
یک ردیفه (P_1)	۲۴۳۸۸ a
دو ردیفه (P_2)	۲۲۹۲۷ b
د) سال	
۱۳۸۴ (سال اول)	۲۴۱۱۶ a
۱۳۸۵ (سال دوم)	۲۳۱۹۹ b

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سال × رقم

رقم	سال	میانگین عملکرد (kg/ha)
مارفونا	۱۳۸۴	۲۴۹۳۸ a
اگریا	۱۳۸۵	۲۳۲۹۵ b
مارفونا	۱۳۸۴	۲۳۲۲۹ b
اگریا	۱۳۸۵	۲۳۱۷۱ b

جدول ۶- درآمد و هزینه‌های مربوط به کشت یک هکتار سیب زمینی در تیمارهای مختلف مورد بررسی (ریال)

تیمار اصلی	نوع کشت	نوع رقم	عملکرد (Kg)	درآمد ناخالص	کل هزینه های متغیر	درآمد خالص
آبیاری جویچه‌ای	یک ردیفه	آگریا	۲۲۷۶۰	۲۵۰۳۶۱۸۳	۱۷۲۸۹۰۰۰	۷۷۴۷۱۸۳
		مارفونا	۲۱۴۳۸	۲۳۵۸۲۵۳۳	۱۷۲۸۹۰۰۰	۶۲۹۳۵۳۳
		میانگین	۲۲۰۹۹	۲۴۳۰۹۳۵۸	۱۷۲۸۹۰۰۰	۷۰۲۰۳۵۸
	دو ردیفه	آگریا	۲۰۲۴۴	۲۲۲۶۸۷۶۶	۱۸۱۲۳۵۰۰	۴۱۴۵۲۶۶
		مارفونا	۱۸۷۸۳	۲۰۶۶۱۶۶۶	۱۸۲۷۳۵۰۰	۲۳۸۸۱۶۶
		میانگین	۱۹۵۱۳	۲۱۴۶۵۲۱۶	۱۸۱۹۸۵۰۰	۳۲۶۶۷۱۶
	مجموع	آگریا	۲۱۵۰۲	۲۳۶۵۲۴۷۵	۱۷۷۰۶۲۵۰	۵۹۴۶۲۲۵
		مارفونا	۲۰۱۱۱	۲۲۱۲۲۱۰۰	۱۷۷۸۱۴۵۰	۴۳۴۰۸۵۰
		میانگین	۲۰۸۰۶	۲۲۸۸۷۲۸۷	۱۷۷۴۳۷۵۰	۵۱۴۳۵۳۷
	آبیاری بارانی	یک ردیفه	آگریا	۲۶۲۸۱	۳۱۵۳۷۶۰۰	۱۶۵۲۴۰۰۰
مارفونا			۲۵۱۹۶	۳۰۲۳۵۲۰۰	۱۶۵۲۴۰۰۰	۱۳۷۱۱۲۰۰
میانگین			۲۵۷۳۸	۳۰۸۸۶۴۰۰	۱۶۵۲۴۰۰۰	۱۴۳۶۲۴۰۰
دو ردیفه		آگریا	۲۶۸۰۴	۳۲۱۶۵۰۰۰	۱۷۷۴۱۵۰۰	۱۴۴۲۳۵۰۰
		مارفونا	۲۶۳۲۶	۳۱۵۹۱۶۰۰	۱۷۷۴۱۵۰۰	۱۳۸۵۰۱۰۰
		میانگین	۲۶۵۶۵	۳۱۸۷۸۳۰۰	۱۷۷۴۱۵۰۰	۱۴۱۳۶۸۰۰
مجموع		آگریا	۲۶۵۴۲	۳۱۸۵۱۳۰۰	۱۷۱۳۲۷۵۰	۱۴۷۱۸۵۵۰
		مارفونا	۲۵۷۶۱	۳۰۹۱۳۴۰۰	۱۷۱۳۲۷۵۰	۱۳۷۸۰۶۵۰
		میانگین	۲۶۱۵۱	۳۱۳۸۲۳۵۰	۱۷۱۳۲۷۵۰	۱۴۲۴۹۶۰۰
آبیاری قطره‌ای نواری		یک ردیفه	آگریا	۲۵۳۳۹	۳۲۹۴۱۱۳۳	۱۶۸۸۸۰۰۰
	مارفونا		۲۵۳۱۹	۳۲۹۱۵۷۸۳	۱۶۸۸۸۰۰۰	۱۶۰۲۷۷۸۳
	میانگین		۲۵۳۲۹	۳۲۹۲۸۴۵۸	۱۶۸۸۸۰۰۰	۱۶۰۴۰۴۵۸
	دو ردیفه	آگریا	۲۲۹۰۰	۲۹۷۷۰۸۶۶	۱۷۰۴۶۰۰۰	۱۲۷۲۴۸۶۶
		مارفونا	۲۲۳۳۸	۲۹۰۳۹۴۰۰	۱۷۰۴۶۰۰۰	۱۱۹۹۳۴۰۰
		میانگین	۲۲۶۱۹	۲۹۴۰۵۱۳۳	۱۷۰۴۶۰۰۰	۱۲۳۵۹۱۳۳
	مجموع	آگریا	۲۴۱۲۰	۳۱۳۵۶۰۰۰	۱۶۹۶۷۰۰۰	۱۴۳۸۹۰۰۰
		مارفونا	۲۳۸۲۹	۳۰۹۷۷۵۹۲	۱۶۹۶۷۰۰۰	۱۴۰۱۰۵۹۱
		میانگین	۲۳۹۷۴	۳۱۱۶۶۷۹۶	۱۶۹۶۷۰۰۰	۱۴۱۹۹۷۹۶

ماخذ: یافته های تحقیق

جدول ۷- نسبت منفعت به هزینه در روش های مختلف آبیاری با در نظر گرفتن نرخ های مختلف تنزیل

نرخ تنزیل	آبیاری سطحی	آبیاری بارانی	آبیاری قطره ای
۵ درصد	۲/۳۸	۵/۰۵	۱/۴۶
۱۲ درصد	۱/۶۹	۳/۵۸	۱/۳۰
۱۸ درصد	۱/۳۲	۲/۷۸	۱/۱۸
۲۰ درصد	۱/۲۲	۲/۵۸	۱/۱۴
۲۵ درصد	۱/۰۳	۲/۱۷	۱/۰۶
۳۰ درصد	۰/۸۸	۱/۸۶	۰/۹۸
۳۵ درصد	۰/۷۷	۱/۶۳	۰/۹۱
۴۰ درصد	۰/۶۹	۱/۴۴	۰/۸۵
۴۵ درصد	۰/۶۲	۱/۳۰	۰/۸۰
۵۰ درصد	۰/۵۶	۱/۱۷	۰/۷۵
۶۰ درصد	۰/۴۷	۰/۹۹	۰/۶۷
۷۰ درصد	۰/۴۱	۰/۸۵	۰/۶۱
۸۰ درصد	۰/۳۶	۰/۷۵	۰/۵۶
۹۰ درصد	۰/۳۲	۰/۶۷	۰/۵۱
۱۰۰ درصد	۰/۲۹	۰/۶۰	۰/۴۷

ماخذ : داده های مورد بررسی

جدول (۸). نتایج محاسبه کارایی تخصیصی پنبه کاران شهرستان گرگان

نرخ تنزیل (درصد)	آبیاری جویچه‌ای				آبیاری بارانی				آبیاری قطره ای نواری			
	کشت یک ردیفه		کشت دو ردیفه		کشت یک ردیفه		کشت دو ردیفه		کشت یک ردیفه		کشت دو ردیفه	
	رقم آگریا	رقم مارفونا	رقم آگریا	رقم مارفونا	رقم آگریا	رقم مارفونا	رقم آگریا	رقم مارفونا	رقم آگریا	رقم ارفونا	رقم آگریا	رقم مارفونا
۵	۴/۲۴	۳/۲۲	۱/۶۵	۰/۴۱	۵/۳۲	۴/۸۶	۵/۱۱	۴/۹۱	۱/۶۴	۱/۶۴	۱/۳۱	۱/۲۴
۱۲	۳/۰۱	۲/۲۹	۱/۱۷	۰/۲۹	۳/۷۷	۳/۴۴	۳/۶۲	۳/۴۸	۱/۴۷	۱/۴۷	۱/۱۷	۱/۱۱
۱۸	۲/۳۵	۱/۷۸	۰/۹۱	۰/۲۲	۲/۹۳	۲/۶۸	۲/۸۱	۲/۷۰	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۰۶	۱
۲۰	۲/۱۸	۱/۶۵	۰/۸۵	۰/۲۱	۲/۷۲	۲/۴۸	۲/۶۱	۲/۵۰	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۳	۰/۹۷
۲۵	۱/۸۴	۱/۳۹	۰/۷۱	۰/۱۷	۲/۲۸	۲/۰۹	۲/۲۰	۲/۱۱	۱/۱۹	۱/۱۹	۰/۹۵	۰/۹۰
۳۰	۱/۵۸	۱/۲۰	۰/۶۱	۰/۱۵	۱/۹۶	۱/۷۹	۱/۸۹	۱/۸۱	۱/۱۱	۱/۱۰	۰/۸۸	۰/۸۳
۳۵	۱/۳۸	۱/۰۵	۰/۵۴	۰/۱۳	۱/۷۲	۱/۵۷	۱/۶۵	۱/۵۸	۱/۰۳	۱/۰۳	۰/۸۲	۰/۷۷
۴۰	۱/۲۳	۰/۹۳	۰/۴۸	۰/۱۱	۱/۵۲	۱/۳۹	۱/۴۶	۱/۴۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۷۷	۰/۷۲
۴۵	۱/۱۰	۰/۸۳	۰/۴۳	۰/۱۰	۱/۳۶	۱/۲۵	۱/۳۱	۱/۲۶	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۷۲	۰/۶۸
۵۰	۱	۰/۷۶	۰/۳۹	۰/۰۹	۱/۲۴	۱/۱۳	۱/۱۹	۱/۱۴	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۶۸	۰/۶۴
۶۰	۰/۸۴	۰/۶۴	۰/۳۳	۰/۰۸	۱/۰۴	۰/۹۵	۱	۰/۹۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۶۰	۰/۵۷
۷۰	۰/۷۲	۰/۵۵	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۹۰	۱/۸۲	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۵۵	۰/۵۲
۸۰	۰/۶۴	۰/۴۸	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۷۹	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۶۳	۰/۶۲	۱/۵۰	۰/۴۷
۹۰	۰/۵۷	۰/۴۳	۰/۲۲	۰/۰۵	۱/۰	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۴۳
۱۰۰	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۴۲	۰/۴۰

ماخذ: داده های مورد بررسی

جدول ۹- ارزش حال منافع تیمارهای مختلف طرح با نرخ های مختلف تنزیل (ریال)

نرخ تنزیل (درصد)	آبیاری جویچه‌ای					آبیاری بارانی					آبیاری قطره ای نواری				
	کشت یک ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت یک ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت یک ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت یک ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت یک ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت دو ردیفه	کشت یک ردیفه	کشت دو ردیفه
	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria	رقم مازفونا	رقم آگria
۵	۳۸۸۹۹۰	۱۸۴۱۹۶۰	۵۴۱۱۵	-۴۸۹۵۸۲	۹۱۱۵۰۴۵	۸۱۴۳۸۷	۸۸۶۵۵۵۳	۸۲۴۸۰۷	۶۶۸۶۶۰۳	۶۶۸۶۶۰۳	۶۶۸۶۶۰۳	۶۶۸۶۶۰۳	۳۳۹۸۵۹	۳۳۹۸۵۹	۳۳۹۸۵۹
۱۲	۱۵۴۰۰۹۵	۹۸۴۹۶۰	۱۳۲۰۸۵	-۵۴۴۹۱۸	۵۴۰۳۳۹۰	۴۷۶۶۲۷۷	۵۱۱۴۸۱۳	۴۸۴۴۰۴	۳۵۷۷۳۴۵	۳۵۷۷۳۴۵	۳۵۷۷۳۴۵	۳۵۷۷۳۴۵	۱۳۱۰۵۶۰	۱۳۱۰۵۶۰	۸۱۳۳۶۳
۱۸	۹۸۸۵۸۷	۵۷۳۵۶۰	-۶۴۰۶۱	-۵۷۰۱۹۹	۳۶۱۸۵۴	۳۱۴۳۷۸۹	۳۴۰۳۳۱۰	۳۱۳۵۷۷	۲۰۸۶۸۹۴	۲۰۸۶۸۹۴	۲۰۸۶۸۹۴	۲۰۸۶۸۹۴	۴۹۲۱۳۹	۴۹۲۱۳۹	۱۹۶۸۰
۲۰	۸۵۴۶۶۹	۴۷۳۹۳۰	-۱۱۱۴۷۴	-۵۷۶۱۶۳	۳۱۸۶۹۸۲	۲۷۶۹۳۱۳	۲۹۸۸۴۰۶	۲۷۸۵۹۳۶	۱۷۳۶۰۵۰	۱۷۳۶۰۵۰	۱۷۳۶۰۵۰	۱۷۳۶۰۵۰	۱۷۰۰۸۴	۱۷۰۰۸۴	۱۷۱۸۷۴
۲۵	۵۹۲۲۰۸	۲۷۹۱۷۷	-۲۰۴۰۴۷	-۵۸۱۶۲۷	۲۳۴۰۷۰۰	۱۹۷۹۸۲۶	۲۱۷۷۱۹۷	۲۰۰۸۲۳۲	۱۰۰۱۱۰۵۸	۱۰۰۱۱۰۵۸	۱۰۰۱۱۰۵۸	۱۰۰۱۱۰۵۸	-۴۶۳۵۲۹	-۴۶۳۵۲۹	۵۵۵۸۰۹
۳۰	۴۰۴۶۶۴	۱۳۸۲۰۴	-۲۷۰۹۱۶	-۵۹۵۷۵۱	۱۷۳۸۵۵۷	۱۴۴۶۵۹	۱۵۹۰۰۹۵	۱۴۵۵۵۵۱	۵۱۰۸۶۷	۵۱۰۸۶۷	۵۱۰۸۶۷	۵۱۰۸۶۷	-۵۷۶۸۱۱	-۵۷۶۸۱۱	۸۱۵۸۵۲
۳۵	۲۶۳۰۶۶	۳۳۸۱۲	-۳۲۰۹۳۵	-۶۰۱۷۳۶	۱۴۶۹۵۷	۱۰۰۵۷۸۵	۱۱۵۰۲۶۴	۱۰۰۳۳۵۸	۱۴۹۰۵۸	۱۴۹۰۵۸	۱۴۹۰۵۸	۱۴۹۰۵۸	-۸۱۱۱۷۹	-۸۱۱۱۷۹	۱۰۰۱۷۸۱۶
۴۰	۱۵۴۱۲۴	-۴۸۳۳۶	-۵۵۹۳۸۳	-۶۰۶۲۸۹	۹۱۷۰۷۹	۶۸۲۹۹۴	۸۱۱۸۳۴	۱۰۰۳۳۵۸	-۱۶۶۶۰۳	-۱۶۶۶۰۳	-۱۶۶۶۰۳	-۱۶۶۶۰۳	-۹۹۱۳۵	-۹۹۱۳۵	۱۱۷۳۰۳۹
۴۵	۶۷۹۰۰	-۱۱۲۵۵۳	-۳۸۹۷۹۱	-۶۰۹۸۵۹	۶۳۷۷۵۶	۴۳۰۷۲۰	۵۴۴۵۱	۷۰۵۶۷	-۳۶۶۶۸	-۳۶۶۶۸	-۳۶۶۶۸	-۳۶۶۶۸	-۱۱۳۳۸۷	-۱۱۳۳۸۷	۱۲۹۵۷۹۲
۵۰	-۲۰۱۸	-۱۶۶۲۲	-۴۱۴۳۶	-۶۱۷۳۶	۴۱۱۳۹	۳۳۶۸۲	۳۳۶۸۲	۴۵۲۸۰۰	-۵۸۵۲۰	-۵۸۵۲۰	-۵۸۵۲۰	-۵۸۵۲۰	-۱۲۴۹۳۰	-۱۲۴۹۳۰	۱۳۹۵۲۷۶
۶۰	-۱۰۷۳۸	-۲۴۲۰۵۵	-۴۵۱۵۶۶	-۶۲۰۱۲۵	۶۹۹۷۶	-۸۵۷۲۲	-۵۶۹	۲۴۵۷۸	-۸۶۹۱۲۲	-۸۶۹۱۲۲	-۸۶۹۱۲۲	-۸۶۹۱۲۲	-۱۴۲۲۷۹	-۱۴۲۲۷۹	۱۵۴۵۰۶۷
۷۰	-۱۸۴۵۷	-۲۹۲۵۳	-۴۷۸۱۶	-۶۲۰۱۲۵	-۱۷۵۰۰۵	-۳۰۸۵۶۸	-۳۳۵۱۲	-۶۹۱۱۷	-۱۰۷۳۹۲	-۱۰۷۳۹۲	-۱۰۷۳۹۲	-۱۰۷۳۹۲	-۱۰۵۶۸۰۹۳	-۱۰۵۶۸۰۹۳	۱۶۵۵۵۱
۸۰	-۳۳۸۲۶	-۳۴۱۷۰۳	-۴۹۸۲۰۵	-۶۲۴۳۵	-۳۵۳۰۶	۴۴۷۱۷۹	-۴۱۳۳۶	-۴۴۳۱۵	-۱۳۳۵۹۸	-۱۳۳۵۹۸	-۱۳۳۵۹۸	-۱۳۳۵۹۸	-۱۶۴۱۷۰	-۱۶۴۱۷۰	۱۷۳۳۳۸۹
۹۰	-۲۸۴۱۱۶	-۳۷۶۷۱	-۵۱۳۷۶۶	-۶۲۴۳۲	-۵۰۳۷۸۲	-۶۰۶۶۷۸	-۵۴۸۵۶	-۵۹۵۹۸	-۱۳۳۵۶۲	-۱۳۳۵۶۲	-۱۳۳۵۶۲	-۱۳۳۵۶۲	-۱۷۱۵۰۴۵	-۱۷۱۵۰۴۵	۱۷۶۶۲۱۳
۱۰۰	-۳۱۹۵۵۳	-۴۰۱۰۵۶	-۵۲۶۷۲۳	-۶۲۵۶۶۸	-۶۱۷۶۱۰	-۷۱۱۱۱۹	-۶۵۹۹۷۸	-۷۰۱۱۴۷	-۱۴۴۰۷۰۹	-۱۴۴۰۷۰۹	-۱۴۴۰۷۰۹	-۱۴۴۰۷۰۹	-۱۷۳۳۵۲۶	-۱۷۳۳۵۲۶	۱۸۴۶۶۷۰

جدول ۱۰- تحلیل و اولویت اقتصادی تیمارهای مورد آزمون در نرخ تنزیل ۲۵ درصد (ریال)

اولویت	نسبت منفعت به هزینه	ارزش حال خالص	ارزش کنونی هزینه سرمایه گذاری	ارزش کنونی بازده برنامه ای	نوع رقم	نوع کشت	روش آبیاری
۵	۱/۸۴	۵۹۳۷۰۸۰	۷۱۰۰۲۵۱	۱۳۰۳۷۳۲۷	آگریا	یک	
۶	۱/۳۹	۲۷۹۱۷۷۰	۷۱۰۰۲۵۱	۹۸۹۲۰۲۱	مارفونا	ردیفه	جویچه‌ای
۱۱	۰/۷۱	-۲۰۴۰۴۷۰	۷۱۰۰۲۵۱	۵۰۵۹۷۷۶	آگریا	دو	
۱۲	۰/۱۷	-۵۸۷۶۲۷۰	۷۱۰۰۲۵۱	۱۲۲۳۹۸۰	مارفونا	ردیفه	
۱	۲/۲۸	۲۳۴۰۷۰۰۰	۱۸۲۱۸۰۱۹	۴۱۶۲۵۰۱۸	آگریا	یک	بارانی
۴	۲/۰۹	۱۹۷۹۸۳۶۰	۱۸۲۱۸۰۱۹	۳۸۰۱۶۳۷۷	مارفونا	ردیفه	
۲	۲/۳۰	۲۱۷۷۱۹۷۰	۱۸۲۱۸۰۱۹	۳۹۹۸۹۹۹۱	آگریا	دو	
۳	۲/۱۱	۲۰۱۸۳۲۲۰	۱۸۲۱۸۰۱۹	۳۸۴۰۱۲۳۶	مارفونا	ردیفه	
۷	۱/۱۹	۱۰۲۰۸۴۱۰	۵۳۱۳۸۷۹۰	۶۳۳۴۷۱۹۹	آگریا	یک	قطره‌ای
۸	۱/۱۹	۱۰۱۱۰۵۸۰	۵۳۱۳۸۷۹۰	۶۳۲۴۹۳۷۳	مارفونا	ردیفه	
۹	۰/۹۵	-۲۶۳۵۳۹۰	۵۳۱۳۸۷۹۰	۵۰۵۰۳۴۰۵	آگریا	دو	نواری
۱۰	۰/۹۰	-۵۴۵۸۰۹۰	۵۳۱۳۸۷۹۰	۴۷۶۸۰۷۰۱	مارفونا	ردیفه	

مأخذ: داده های مورد بررسی