یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۰

عنوان مقاله:

بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی تأثیر روش‌های آبیاری بارانی و فارو بر عملکرد سویا

تألیف:

فریدون کاوه، علیرضا کیانی، میثم عابدین‌پور

چکیده

به منظور مقایسه فنی و اقتصادی روش‌های آبیاری بارانی و نشتی بر عملکرد سویا در منطقه گرگان طرحی در دو قسمت جداگانه (۱۵۰۰ متر مربعی) و به فاصله ۲۰ متری جهت جلوگیری از پاشش فواره‌های قسمت آبیاری بارانی به قسمت نشتی صورت گرفت. میزان آبیاری‌ها در قسمت آبیاری بارانی در طول فصل زراعی ٦ بار و برای قسمت نشتی ٥ بار انجام گرفت که میزان حجم آب مصرفی در روش آبیاری بارانی ۲۸۷۰ متر مکعب در هکتار و میزان مصرف در روش نشتی ٤٧٦٠ متر مکعب در هکتار برآورد گردید.

همچنین مقادیر متوسط توزیع یکنواختی (DU) و ضریب یکنواختی (CU) و راندمان حقیقی، با کاربرد کمترین ربع (AELQ) برای آبیاری بارانی به ترتیب ٧٤، ٨٤ و ٧٠ درصد و برای آبیاری نشتی مقادیر ٨٥ و ٩١ و ٤٤ درصد حاصل شده است که میزان محصول توسط سیستم آبیاری بارانی ۳۵۷۲ کیلوگرم در هکتار و در قسمت نشتی ۲۹٤۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که به لحاظ فنی با توجه به صرفه‌جویی ٤٠ درصدی میزان آب مصرفی توسط سیستم آبیاری بارانی و افزایش محصول بدست آمده روش آبیاری بارانی جهت آبیاری سویای تابستانه منطقه گرگان توصیه می‌گردد همچنین طی بررسی اقتصادی دو روش مذکور چنین استنباط می‌گردد که با انجام آبیاری بارانی مزارع سویا به میزان ۱۸۹۰ متر مکعب در هکتار نسبت به روش نشتی صرفه‌جویی شده که با این میزان آب می‌توان حدود ٦٥ درصد هکتار زمین را به زیر کشت برد که درآمدی معادل ۱/۷۲۹/٤٥٥ ریال برای نیروی کار و مدیریت بهره‌بردار ایجاد خواهد کرد لذا براساس نتایج حاصله مجموع درآمد نیروی کار و مدیریت مزارع سویا کار و در گزینه آبیاری

نشتی و بارانی به ترتیب ۲۶۴۹۱۵۰ و ۴۳۹۰۱۵۵ ریال می‌باشد. بنابراین با مقایسه مقادیر فوق می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد سیستم آبیاری بارانی در مزارع سویا با بهبود راندمان مصرف آب و نیز افزایش عملکرد در واحد سطح نسبت به روش آبیاری نشتی، اثر افزونتری بر میزان تولید سودآوری مزرعه داشته و توصیه می‌گردد.

من وجد ماء و ترابا ثم افتقر و ابعده الله من رحمه

کسی که آب و خاک در اختیار داشته باشد ولی همچنان نیازمند باشد، به درستیکه آن شخص از رحمت خداوند به دور است. (امام علی(ع))

مقدمه:

بدون شک تولید غذای کافی و مطلوب از اهداف توسعه ملی- امنیتی هر کشور محسوب می‌گردد. کشورهایی که به دلیل توسعه شبکه‌های آبیاری بر تولیدات کشاورزی خود افزوده‌اند و از نظر غذا به کشورهای بزرگ یا همسایگان خود متکی نیستند در سطح بین‌المللی از قدرت عمل بیشتر برخوردارند امروز حصر غذایی و اقتصادی حربه‌ای است که قدرتهای بزرگ برای تأمین خواسته‌های خود به کرات از آن استفاده نموده‌اند آبیاری از این جهت که در تولید مواد غذایی نقش حیاتی دارد به طور غیرمستقیم وسیله‌ای است در راه تأمین امنیت ملی، ولی این امر میسر نخواهد شد مگر با اتخاذ تدابیری مانند:

- افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی از طریق کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری
- بالا بردن مقدار تولید محصول در واحد سطح
- افزایش تولید در واحد سطح برای کشورهایی که به لحاظ آب محدودیت نداشته یا قیمت عمده تولیدات کشاورزی آنها از اراضی دیم حاصل می‌شود راه حل مطلوب و پسندیده است.

اما این روش در کشورهای کم آب جهان امری مفید و پایدار در توسعه کشاورزی نمی‌باشد زیرا تولید بیشتر در واحد سطح در گرو افزایش انرژی صرف شده در آن و استفاده زیادتر از نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سم و یا بذور اصلاح شده است که تنها به کمک آب و همراه با مصرف زیاد آن می‌تواند مؤثر واقع گردد.

در منطقه استان گلستان هر ساله حدود ۲ میلیارد متر مکعب آب از منابع سطحی و زیرزمینی برای اراضی کشاورزی مورد مصرف قرار می‌گیرد که بیش از ۶۰ درصد آن تحت شیوه‌های مختلف آبیاری سطحی به دلیل راندمان پائین آبیاری (۳۰-۲۵) درصد و رعایت نکردن اصول فنی در طراحی سیستم‌های آبیاری به هدر رفته و بسیاری از زمینهای کشاورزی در فصل تابستان به زیر کشت نمی‌رود. با توجه به اینکه کشت سویا در منطقه گرگان از اهمیت بسزائی برخوردار است و سطح زیر کشت این محصول در استان طبق آمار سال ۸۰-۷۹ سازمان جهاد کشاورزی استان ۳۰۹۱۳ هکتار می‌باشد لذا انجام چنین طرحی مبنی بر

بررسی روش بهینه مصرف آب توسط سیستم‌های مختلف آبیاری و مقایسه عملکرد محصول الزامی و نیاز است تا کارآیی این روش‌ها مورد کنکاش جدی قرار گیرند.

فصل اول

مروری بر تحقیقات انجام شده

از نتایج تحقیقات متعدد چنین استنباط می‌شود که گیاهان در شرایط محیطی متفاوت عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. البته در این خصوص در مورد گیاه سویا چنین تحقیقی در منطقه گرگان و دشت صورت نگرفته است لیکن بر روی گیاهانی مانند پنبه توسط کیانی، ع (۱۰) صورت گرفته است که نتیجه آن میزان آب مصرفی در آبیاری نشتی ٥٦٦٥ متر مکعب در هکتار و در آبیاری بارانی ۳۱۰۰ متر مکعب در هکتار برآورد گردید که میزان محصول در روش آبیاری نشتی ۱٤۳۰ کیلوگرم در هکتار و در آبیاری بارانی ۱۹۳۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

بحرانی، ب و جوان، م (۲) روش بارانی و شیاری را بر روی نخود و سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند. در هر ۲ روش مقدار آب یکسان داده شد ولی عملکرد دانه نخود و میزان کاه در آبیاری بارانی بیشتر از آبیاری شیاری بود. عملکرد و اندازه غده سیب زمینی در آبیاری بارانی بطور معنی‌داری بیشتر از روش شیاری بوده است.

جنگ و همکاران[1] (۲۸) اظهار نمودند که در روزهای گرم تابستان به دلیل اینکه رطوبت نسبی هوا کم و حرارت بالا می‌باشد، آبیاری بارانی باعث می‌شود تا میزان نیمروزی فتوسنتز در سویا رشد یافته در مزرعه به مقدار کمتری تقلیل یابد، همچنین می‌تواند میزان فتوسنتز کل را افزایش یابد علاوه بر آنکه موجب افزایش رطوبت نسبی و کاهش دما شود. در ادامه این گزارش آمده است که مناسب‌ترین زمان آبیاری برای سویا در روش بارانی، حد بحرانی خشکی[2] که در آن هنگام کاهش نیمروزی فتوسنتز اتفاق می‌افتد می‌باشد.

پانچاناو همکاران[3] (۲٥) گزارش نمودند که تنش رطوبتی خاک به مدت ١٤-٢١ روز موجب کاهش (طول ریشه، تعداد غده ریشه، برگ، گل و وزن خشک دانه) می‌شود ولی هنگامی که سویا به مدت ۲۸ روز تحت تنش آبی قرار گرفت یک افزایش آشکار در رشد ریشه از لحاظ طولی، تراکم ریشه مشاهده می‌شود.

کیانی، ع (۱۱) دو روش آبیارانی بارانی و نشتی را بر روی محصول ذرت مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که در روش بارانی مقدار ۳۳۱۰ متر مکعب آب صرفه‌جویی شده است و میانگین ضریب یکنواختی بازدهی واقعی، بالقوه برای آبیاری بارانی به ترتیب ۸۱ و۷۲، ۷٥ درصد و برای آبیاری نشتی برابر ٩٣/٦ و ٥٢ و ٦١ درصد حاصل شده است ضمن اینکه متوسط عملکرد ذرت در روش نشتی ۸۹٥۳ و در روش بارانی (سنترپیوت) ٧٤٠٩ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است.

1- Zhenge, et al ,1994
2- Eritico level of Tryress
3- Patchana, et al, 1988

کاتو و همکاران[1] (۲۲) نتیجه گرفتند برآوردهای مربوط به آب مصرفی سویا نشان می‌دهد که برای تولید یک گرم ماده خشک گیاهی به بیش از ۵۰۰ گرم آب نیاز دارد.

محاسبات انجام شده در مطالعات داس و تورلا[2] و همکاران (۲٦) نشان می‌دهد که آب لازم برای تولید یک گرم دانه سویا ۲ تا ۳ برابر این مقدار است و مطالعات ایشان می‌دهد که نیاز آبی سویا معمولاً برابر یا بیشتر از سایر محصولات ردیفی تابستانه است.

موسوی و همکاران[3] (۲۷) گزارش نمودند که تیمار رژیم آبیاری بعد از ۷۰ میلیمتر تبخیر از طشتک کلاس A بیشترین میزان عملکرد دانه سویا و راندمان کاربرد آب را داشته است در این گزارش آمده است که میزان تبخیر و تعرق محدوده ۰/۰۵-۰/۸٤ می‌باشد.

1- kato, et al, 1967
2- Dois.B.D; Thurlow.P.L. 1974
3- Mousavi, et al , 1988

فصل دوم

مواد و روش‌ها:

این طرح در دو قسمت جداگانه ۱۵۰۰ متر مربع از یک مزرعه ۳ هکتاری اراضی در روستای اوزینه گرگان با منبع تأمین آب (یک حلقه چاه) با دبی ۷ لیتر در ثانیه انجام پذیرفت که شرح هر کدام از سیستم‌های آبیاری به شرح زیر می‌باشد.

۱-۲- سیستم آبیاری بارانی طرح:

انتخاب نوع سیستم آبیاری طرح طبق آمار ۹ ساله مدیریت آب و خاک استان صورت پذیرفت سیستم کلاسیک متحرک به دلیل یکجا نبودن اراضی کشاورزی (پراکندگی اراضی) و ساده بودن سیستم (از لحاظ فنی) مورد علاقه بیشتر کشاورزان منطقه می‌باشد، عرض قطعه مورد آزمایش ۱۵ متر و طول آن ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد که توسط ۱ بال آبیاری (لوله فرعی) آلومینیمی ۳ اینچی با فواصل آبپاش ۱۲ متر که روی لوله فرعی ۷ عدد آبپاش با مشخصات زیر قرار داده شده بود آبیاری گردید.

جدول (۱) مشخصات آبپاش مورد استفاده در طرح

نوع	اندازه نازل اینچ	فشار کارکرد (بار)	قطر پراکنش (متر)	شدت پخش (میلی‌متردرساعت)	دبی آبپاش (لیتر در ثانیه)
نلسون F۳۳	$^{3}/_{32}\times^{11}/_{64}$	۲/۹	۲۷/۸	۸/۶	۰/۴۳

تعیین زمان آبیاری با توجه به کمبود رطوبت خاک[1] (SMD) با اندازه‌گیری درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری در اعماق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ و تا عمق توسعه ریشه و مراحل فیزیولوژی گیاه مورد نظر تعیین و انجام پذیرفت.

در هر آبیاری بسته به فاصله جابجایی لوله‌ها (۱۵ متر=sm) قوطی‌های آلومینیمی جمع‌آوری آب فواره‌ها با سطح مقطع (۷۸/۴ cm^2) و فواصل ۳×۳ متر روی زمین قرار داده شده بودند و در نظر گرفتن زمان‌های مشخصی (۱/۵ ساعت، ۲ ساعت، ۲/۵ ساعت و ...) ارزیابی صورت پذیرفت، در این روش در هر نوبت آبیاری عوامل زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند:

الف) توزیع یکنواختی (DU)

ب) ضریب یکنواختی (CU)

ج) بازدهی واقعی با کاربرد کمترین ربع[2] (AELQ)

1- Soil Moisture Deficit

2- Actually Efficiently of low Quarfer

د) تلفات پاششی (ER)

هـ) مقدار آب رسیده به زمین

الف) برای محاسبه DU که نشاندهنده چگونگی پخش آب از آبپاش‌ها در سطح مزرعه می‌باشد پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به حجم آب جمع شده در قوطی‌ها در بین لوله‌های فرعی از رابطه زیر استفاده گردید.

$$DU=\frac{\text{متوسط یک چهارم کمترین عمق‌های دریافتی}}{\text{متوسط کل آب‌های دریافتی}}\times ۱۰۰$$

ب) برای محاسبه CU از رابطه کریستانس (۱۹۴۲)

به صورت زیر استفاده گردید:

$$CU=100-(1-\frac{\Sigma|x_i-\bar{x}|}{\bar{x}.N})$$

$\bar{x}$: متوسط هر یک ازداده‌ها (حجم یا ارتفاع آب داخل قوطی‌ها)

N: تعداد قوطی‌های جمع‌آوری

x_i: حجم یا ارتفاع هر یک از داده‌ها

ج) برای محاسبه AELQ ابتدا یک چهارم کمترین آب‌های دریافتی کمتر از SMD باشد از رابطه

$$AELQ=\frac{\text{متوسط } ۱/۴ \text{ کمترین آب‌های دریافتی}}{\text{متوسط کل آب‌های خروجی از آبپاش‌ها}}$$

در صورتیکه یک چهارم کمترین آب‌های دریافتی بیشتر از SMD باشد از رابطه:

$$AELQ=\frac{\mathbf{SMD}}{\text{متوسط‌کل‌آب‌های‌خروجی‌از‌آبپاش‌ها}}$$

و SMD نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$SMD=[(F_c-\theta_i)*D*P_d]/۱۰۰$$

SMD: کمبود رطوبت خاک، میلیمتر

F_C و θ_i: درصد رطوبت وزنی خاک ظرفیت زراعی و قبل از آبیاری

D: عمق توسعه ریشه در هر مرحله، میلیمتر

P_d: جرم مخصوص ظاهری خاک، گرم بر سانتیمتر مکعب

د) تلفات پاششی: ER، درصد

$$ER=I-I'$$

I: شدت پخش آبپاش میلیمتر در ساعت از فرمول زیر:

$$I=\frac{q*3600}{SL*Sm}$$

که q: دبی آبپاش، لیتر در ثانیه

SL: فواصل آبپاش‌ها (متر)

Sm: فواصل جابجایی لوله‌های فرعی (متر)

و I' (شدت آب جمع شده در قوطی‌های نمونه‌گیری) از رابطه:

$$I'=\frac{\text{متوسط ارتفاع کل نمونه‌ها}}{\text{زمان آزمایش}}$$

که نتایج آبیاری بارانی در جدول (۳) آورده شده است.

۲-۲- طراحی سیستم آبیاری فارو در طرح:

طراحی قسمت فارو طرح به عرض ۷ متر (۱۰شیار) که با فواصل کاشت (۵×۷۰) سانتیمتر و طول ۲۰۰ متر از طریق روش SCS[1] صورت پذیرفت خانواده نفوذ خاک طبق آزمایشات صحرایی مربوطه I_f=۰/۷ همچنین میزان حداکثر دبی غیر فرسایش (Q_{max}) ($Q_{max}=\frac{0.6}{s}$) s=۰/۰۰۴۵ و با احداث ۳ شیار جداگانه برای این منظور و مقایسه دبی‌های ورودی مختلف (۱/۳ و ۱ و ۱/۵) لیتر در ثانیه که توسط پارشال WSC تیپ ۲ صورت پذیرفت.

سرانجام طبق مشاهدات دبی یک لیتر در ثانیه به عنوان دبی طرح انتخاب گردید.

بعد از مشخص شدن I_f=۰/۷ مربوطه از طریق مدل کامپیوتری (روش SCS) برای آبیاری شیاری با انتهای باز طراحی صورت پذیرفت.

جهت بالاتر رفتن دقت و اندازه‌گیری دبی ورودی برای هر شیار یکعدد شیر فلکه ۲ اینچی (مجموعاً ۱۰ عدد) که متصل به لوله PVC ٦ اینچی بودند توسط روش دبی حجمی $Q=\frac{V}{T}$ شیر فلکه‌ها در دبی یک لیتر در ثانیه ثابت (فیکسه) شده و توسط ۲ پارشال WSC تیپ ۱ نیز دبی ورودی به شیارها کنترل می‌گردد. زمان پیشروی نیز در هر ایستگاه (میخ با فواصل ۱۰ متری) یادداشت می‌گردید و میزان رواناب نیز توسط پارشال WSC انتهایی قرائت می‌گردید. که نتایج هر دو روش در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول (۲) عوامل ارزیابی آبیاری نشتی به تفکیک هر آبیاری

عوامل	نوبت آبیاری / واحد	۱	۲	۳	۴	۵
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری	درصد	۱۶/٤	۱۷/٤	۱۷/۳	۱۹/۳	۱۹/٤
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری	درصد	۲۸/۷	۲۸/۳	۲۸/٤	۲۸/۲	۲۸/٤
عمق ریشه	سانتیمتر	۱۵	۲۵	۳۰	٤۵	۵۰
کمبود رطوبت خاک	میلیمتر	۲٦	۳۸	٤۸	۵۷	٦۷
زمان کل آبیاری	دقیقه	۱٤٦	۱۹٦	۲۳۲	۲۸۰	۳۳۱
حجم آب ورودی	شیار/لیتر	۸۷٦۰	۱۱۷٦۰	۱۳۹۲۰	۱٦۸۰۰	۱۹۸٦۰
حجم آب خروجی	شیار/لیتر	۱۸٤۲	۳۷۳۲	٤۵۵۰	۵۸۱۷	۸۲۸۷
حجم آب نفوذ یافته	شیار/لیتر	٦۹۱۸	۸۰۲۸	۹۳۷۰	۱۰۹۸۳	۱۲۸٤۱
حجم آب ذخیره یافته	شیار/لیتر	۳۵٦۸	۵۳٤۱	٦۵۲٦	۸۰۲٤	۸۸۲۰
حجم تلفات نفوذ عمقی	شیار/لیتر	۳۳۵۰	۲٦۸۷	۲۸٤٤	۲۹٦۰	۲۷۵۳
یکنواختی توزیع (DU)	درصد	۷۸	۸۲	۸۸	۹۰	۹۱
ضریب یکنواختی (CU)	درصد	۸٦/۵	۹۰	۹۳	۹٤	۹٤/۵
بازدهی کاربرد (Ea)	درصد	٤۰	٤۵	٤٦	٤۸	٤۵
تلفات رواناب سطحی (TWR)	درصد	۲۱	۳۳	۳۲	۳٤/٦	٤۱
تلفات نفوذ عمقی (DPR)	درصد	۳۸	۲۳	۲۱	۱۷/۵	۱٤

جدول (۳) عوامل ارزیابی برای آبیاری بارانی به تفکیک هر آبیاری

عوامل	نوبت آبیاری / واحد	۱	۲	۳	۴	۵	۶
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری	درصد	۲۸/۷	۲۹	۲۸/۱	۲٦/٥	۲۷/۱	۲۷
درصدرطوبت خاک قبل از آبیاری	درصد	۱۷/۳	۱۹/۲	۱۸/٥	۱۷/۱	۱۷/۱	۱٦/۷
عمق ریشه	سانتیمتر	۱۰	۲۰	۲۲	۲۷	۳٥	٤٥/٥
کمبود رطوبت خاک	میلیمتر	۱۷	۳۰/۲	۳۲/۳٥	٤٤/٦	٥۷/۸	۷۹
دبی آبپاش	لیتر در ثانیه	۰/٤۳	۰/٤۳	۰/٤۳	۰/٤۳	۰/٤۳	۰/٤۳
زمان کل آبیاری	ساعت	۲	٤/٦۸	٥	۷	۸/۹٦	۱۲/۱٥
شدت پخش آبپاش	میلیمتر درساعت	۸/٦	۸/٦	۸/٦	۸/٦	۸/٦	۸/٦
شدت آب رسیده به زمین	میلیمتر درساعت	۸/۳	۸/۲	۷/۹	۸/۱	۷/۸	۸
یکنواختی توزیع (DU)	درصد	۷۸	۷٥/٤	۷٥	۷۲/۷	۷۱	۷۲
ضریب یکنواختی توزیع (DU)	درصد	۸٦	۸٥/۳	۸٥	۷۹/٦	۸٤	۸٤
بازدهی کاربرد (Ea)	درصد	۷۳	۷۲	۷۰	٦۸	٦۹	۷۰
تلفات پاششی	درصد	٤/٥	٤/۷	۸	۹/۳	۱۰	۷
آب جذب شده در عمق ریشه	میلیمتر	۱٦	۲۹/٦	۲۹/۲٦	۳٥/٥	٤۹	٦۷

T: زمان آبیاری در هر مرحله (ساعت)

I: شدت پخش آبپاش (میلیمتر در ساعت)

فصل سوم

نتایج و بحث

۱-۳- مقایسه دو روش از نظر فنی:

نتایج اخذ شده از ارزیابی دو روش نشان می‌دهد که از نظر میزان مصرف آب، آبیاری بارانی ۱۸۹۰ متر مکعب در هکتار نسبت به آبیاری نشتی آب کمتری مصرف کرده است یعنی در حدود ٤۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب ضمن اینکه آبیاری در حد کفایت انجام شده است.

متوسط مقادیر راندمان یکنواختی توزیع، ضریب یکنواختی توزیع و راندمان کاربرد برای آبیاری نشتی به ترتیب ۸٦، ۹۱، ٤٤ درصد و برای آبیاری بارانی مقادیر راندمان یکنواختی توزیع، ضریب یکنواختی توزیع و بازدهی کاربرد به ترتیب برابر ۷٤، ۸٤ ، ۷۰ درصد حاصل شده است.

یکنواختی توزیع و ضریب یکنواختی آبیاری بارانی نسبت به آبیاری نشتی پائین‌تر بوده است به دلیل اینکه در آبیاری بارانی عواملی از قبیل سرعت باد، شاخ و برگ گیاه سویا در عدم یکنواختی توزیع آب نقش مؤثری داشته‌اند که این موارد غیر قابل کنترل می‌باشد.

اما بازدهی کاربرد در آبیاری بارانی حدود ۲٤ درصد نسبت به آبیاری نشتی افزایش نشان می‌دهد و این مقدرا در حالتی که بتوان از رواناب انتهایی در روش نشتی به نحوی جلوگیری نموده کمتر خواهد بود.

در هر حال بازدهی معقول در روش آبیاری بارانی از مشخصه‌های بارز آن می‌باشد جهت مقایسه راندمان کاربرد برای دو روش نمودار ۳ ارائه می‌گردد، علت افزایش میزان یکنواختی توزیع در آبیاری نشتی در مراحل آبیاری ۱ تا ٦، مربوط به کمتر شدن کاهش ضریب زبری بستر شیار که منجر به افزایش سرعت پیشروی آب در شیار می‌شود بوده همچنین سله شکنی شیارها نیز بر افزایش سرعت پیشروی آب در شیارها مؤثر می‌باشد لیکن در آبیاری بارانی افزایش شاخ و برگ گیاهان در مرحله (توسعه و میانی) و برخورد قطرات آب پاشیده شده از فواره‌ها با شاخ و برگ گیاه سویا و همینطور جذب قطرات آب توسط برگ گیاه سویا (برگاب) باعث کاهش مقادیر توزیع یکنواختی در آبیاری بارانی گردیده است.

همچنین با بررسی‌های متعدد وضعیت گلدهی دو روش چنین نشان می‌دهد که روند گلدهی در هر دو روش یکسان است اما میزان گلدهی در روش بارانی (آخرین مرحله) بیشتر از مزرعه تحت آبیاری نشتی است. اندازه‌گیری‌های ارتفاع بوته سویا نشان می‌دهد که ارتفاع بوته در آبیاری بارانی بیشتر از ارتفاع آن در روش نشتی است بطوریکه میانگین ارتفاع بوته سویا در آخرین اندازه گیری در آبیاری بارانی ۱۲٤/۵ سانتیمتر و در آبیاری نشتی ۱۱٦ سانتیمتر حاصل گردید همچنین تعداد غلاف‌ها در آبیاری بارانی ۵۱/٦ عدد و در آبیاری نشتی ٤٦ عدد حاصل همچنین تعداد دانه در غلاف‌ها در آبیاری بارانی ۳/۵ عدد و در روش نشتی ۳ عدد بدست آمد که در این شرایط به دلیل دور آبیاری کمتر در آبیاری بارانی نسبت به روش نشتی میزان محصول بدست آمده (عملکرد) در روش بارانی ۳۵۷۲ کیلوگرم در هکتار و در روش نشتی ۲۹۲٤ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

از نتایج بدست آمده فوق چنین استنباط می‌شود که از لحاظ فنی آبیاری بارانی صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ٤٠ درصد دارای افزایش محصولی در حدود ٦٥٠ کیلوگرم در هکتار نیز بوده و در منطقه گرگان جهت کشت تابستانه سویا آبیاری به روش بارانی توصیه می‌گردد.

۲-۳- بررسی و مقایسه اقتصادی تأثیر روش‌های آبیاری بارانی و نشتی

آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه فعالیت‌های کشاورزی در ایران است. لذا مصرف بهینه آن از جهات فنی و اقتصادی نقش بسزایی در افزایش تولید محصولات کشاورزی و بالتبع نیل به امنیت غذایی و خودکفایی نسبی در بخش کشاورزی خواهد داشت. امروزه به موازات پیشرفت علوم و فنون گوناگون، فن‌آوری‌های مختلفی نیز برای بهره‌گیری مناسب از منابع محدود و کمیاب آب کشاورزی و بهبود راندمان آبیاری مزارع در مراحل استحصال، انتقال، توزیع و مصرف ابداع و توصیه می‌شود.

بدیهی است که هر نوع تغییر در ساختار و سازمان تولید مزارع، به ویژه بکارگیری شیوه‌های جدید تولید، اثرات مختلف اقتصادی، اجتماعی و فنی بر بهره‌برداران و مزارع آنان خواهد داشت. لذا ضروری است که در بکارگیری شیوه‌های نوین در مناطق مختلف، ویژگی‌های اقلیمی، فنی، اجتماعی و اقتصادی نیز مدنظر قرار گیرد.

در ارتباط با مصرف بهینه منابع آب کشاورزی، روش‌های گوناگونی تحت عنوان آبیاری تحت فشار سیستم آبیاری بارانی کلاسیک، ویل‌مو، قرقره‌ای، سنتر پیوت و غیره ابداع شده و بعنوان شیوه‌های جدید تولید در شرایط کشاورزی ایران معرفی و اجرا همانگونه که بیان گردید عملاً این شیوه‌های بهره‌برداری و مصرف منابع آب به لحاظ داشتن هزینه‌های اجرا و کاربرد، مستقیماً هزینه‌ها و درآمدهای مزرعه را نیز تحت تأثیر قرار خواهند داد. لذا لازم و ضروری است که قبل از بکارگیری این روش‌ها میزان تغییرات هزینه و درآمد و بالتبع سودآوری مزرعه نسبت به روش‌های موجود اندازه‌گیری و مقایسه شود و آنگاه با بدست آوردن یک مبنا و معیار قابل قبول اقتصادی، نسبت به انتخاب تصمیم‌گیری شود.

در این بررسی ضمن بررسی اثرات فنی، تأثیرات اقتصادی روش آبیاری بارانی در مقایسه با روش آبیاری نشتی در مزارع سویاکاری استان گلستان محاسبه و اندازه‌گیری می‌شود تا معین گردد آیا بکارگیری سیستم آبیاری بارانی در مقایسه با آبیاری نشتی اثر مثبتی بر سودآوری مزرعه خواهد داشت یا خیر؟

برای این منظور از معیار مقایسه درآمد نیروی کار و مدیریت (سود خالص) مزرعه بهره گرفته شده است. در این روش درآمد نیروی کار و مدیریت بهره‌بردار صورت تفاوت درآمد ناخالص و کلیه هزینه‌های کشت محصول اعم از متغیر و ثابت تعریف می‌شود و در واقع آنچه که محاسبه می‌شود حاصل و یا بازده نیروی کار و مدیریت زارع در مزرعه خویش است. پس این درآمد و بازدهی در گزینه‌های مختلف اندازه‌گیری و محاسبه شده و با یکدیگر مقایسه می‌شوند. گزینه‌ای که دارای بیشترین درآمد نیروی کار و مدیریت باشد، تأثیر مثبت‌تری با کارآیی مزرعه و بهره‌وری عوامل تولید داشت و در نتیجه درآمد و سود بیشتری را برای بهره‌برداری به همراه خواهد داشت.

در کاربرد این معیار درآمد (بازدهی) نیروی کار و مدیریت، درآمد ناخالص، درآمد خالص در هکتار به صورت زیر تعریف می‌شوند.

قیمت واحد محصول × عملکرد محصول = درآمد ناخالص در هکتار

[هزینه‌های ثابت نقدی + هزینه‌های متغیر]- درآمد خالص = درآمد خالص (سود ناخالص) در هکتار

هزینه‌های ثابت غیر نقدی - درآمد خالص = درآمد نیروی کار و مدیریت زارع

نتایج بررسی و مقایسه اثرات اقتصادی کاربرد روش‌های آبیاری بارانی و نشتی در کشت محصول سویا با بهره‌گیری از روش یاد شده در جداول ٤ و ٥ منعکس شده‌اند. داده‌های جداول مذکور بیانگر آنست که مقدار درآمد یا بازدهی بررسی کار و مدیریت بهره‌بردار با اجرا و بکارگیری سیستم آبیاری بارانی بیشتر از درآمد گزینه دیگر (آبیاری نشتی) می‌باشد. علت مهم و اساس این موضوع، افزایش راندمان آبیاری مزرعه سویا و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری آب مصرفی نشان می‌دهد که با انجام آبیاری بارانی مزارع سویا به میزان ۱۸۹۰ متر مکعب نسبت به روش آبیاری نشتی در مصرف آب صرفه‌جویی شده که با این میزان آب می‌توان حداقل ٦٥٪ هکتار زمین دیگر را به زیر کشت سویا برد که درآمدی معادل با ۱/۷۲۹/٤٥٥ ریال برای نیروی کار و مدیریت بهره‌بردار ایجاد خواهد کرد.

براساس نتایج حاصله و داده‌های جداول ٤ و ٥ ملاحظه می‌گردد که مجموع درآمد نیروی کار و مدیریت مزارع سویاکار و در گزینه آبیاری نشتی و بارانی به ترتیب ٢٦٤٩١٥٠ و ٤٣٩٠١٥٥ ریال می‌باشد. بنابراین با مقایسه این مقادیر می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد سیستم آبیاری بارانی در مزرعه سویا با بهبود راندمان مصرف آب و نیز افزایش عملکرد در واحد سطح نسبت به روش آبیاری نشتی، اثر افزونتری بر میزان تولید و سودآوری مزرعه داشته و لذا با استفاده از این نتایج و نیز لزوم بهره‌گیری بهینه از منابع محدود و پرارزش آب توسعه فن‌آوری سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مزارع سویا توصیه می‌شود. اما مجدداً لازم به ذکر است که در توصیه و بکارگیری این فن‌آوری بایستی علاوه بر ملاحظات اقتصادی، ویژگی‌های دیگر مناطق، مزارع و کشاورزان و به ویژه پذیرش داوطلبانه آن در مزارع نسبتاً بزرگ توأم با ارائه تسهیلات مالی و اعتباری ارزان و بلند مدت مدنظر قرار گرفته و در ارائه آموزشهای کافی و جامع در خصوص استفاده صحیح از تجهیزات آبیاری بارانی، ارتقاء کیفیت اجزاء و تجهیزات سیستم، ارائه خدمات تجهیز و نگهداری از سوی شرکت‌های سازنده و مجری طرح تلاش‌های شایسته‌ای صورت گیرد تا تمایل و رغبت کافی برای پذیرش این نوع فن‌آوری استفاده بهینه از منابع آب کشور فراهم شده و گام‌های اساسی و جدی در توسعه فعالیت‌های کشاورزی برداشته شود.

جدول ٤ هزینه و درآمدهای کشت سویا با روش آبیاری بارانی در سطح یک هکتار

ردیف	هزینه‌های متغیر	هزینه ریال/ هکتار	شرح
۱	شخم و دیسک	۱۵۰/۰۰۰	
۲	کود و کودپاشی	٤۰/۰۰۰	
۳	بذر و بذرپاشی	۲۰۷/۰۰۰	
٤	تنک و وجین	۲٤۰/۰۰۰	هزینه ۲۰ روز نفر نیروی کارزن
٥	سم و سمپاشی	۱۵۰/۰۰۰	
٦	آبیاری	۹۰/۰۰۰	٦ روز نفر نیروی کار با دستمزد ۱۵۰ ریال
۷	سوخت مصرفی موتور پمپ	۱٦۰/۰۰۰	۸۰۰ لیتر گازوئیل مصرفی
۸	حمل محصول	۷۰/۰۰۰	هزینه حمل هر تن محصول۲۰/۰۰۰ ریال
۹	برداشت محصول (دستی و ماشینی)	۲۷۰/۰۰۰	هزینه کمباین و۱۰ روز نفر نیروی کار
۱۰	نگهداری تجهیزات سیستم آبیاری بارانی	۷۷/۰۰۰	یک درصد هزینه اولیه اجرای سیستم در مزرعه
۱۱	هزینه‌های پیش بینی نشده	۷۲/۷۰۰	٥ درصد کل هزینه اقلام فوق
۱۲	جمع هزینه‌های متغیر	۱/٥۲٦/۷۰۰	
	هزینه‌های ثابت نقدی و غیرنقدی	–	–
۱۳	آب بهاء	٤۰/۰۰۰	
۱٤	کارمزد تسهیلات اعتباری اجرای سیستم در سطح یک هکتار	۱/۷۰۰/۰۰۰	با کارمزد ۱۰ درصد و مدت زمان باز پرداخت ٥ ساله
۱٥	استهلاک تجهیزات سیستم آبیاری بارانی	٦/٤۱/۰۰۰	با عمر مفید ۱۲ سال
۱٦	هزینه فرصت زمین	۱/۰۰۰/۰۰۰	هزینه فرصت یک هکتار زمین معادل با هزینه اجاره یک هکتار زمین برای کشت سویا
۱۷	جمع هزینه‌های ثابت نقدی و غیرنقدی		
۱۸	درآمد ناخالص یک هکتار سویا	=۷٥٦۸٤۰۰ ۳٥۷۰*۲۱۲۰	با عملکرد ۳٥۷۰ کیلوگرم در هکتار و قیمت واحد ۲۱۲۰ ریال
۱۹	درآمد خالص (سود ناخالص) یک هکتار سویا	٤/۳۰۱/۷۰۰	[هزینه‌های ثابت نقدی + هزینه‌های متغیر]- درآمد ناخالص = درآمد خالص
۲۰	درآمد کار و مدیریت (سود خالص) یک هکتار سویا	۲/٦٦۰/۷۰۰	هزینه‌های ثابت غیرنقدی- درآمد خالص = درآمد کار و مدیریت
۲۱	درآمد کار و مدیریت ٦٥٪ هکتار سویا قابل کشت با آب صرفه‌جویی شده (۱۸۹۰ مترمکعب) ناشی از کاربرد روش آبیاری بارانی	۱/۷۲۹/٤٥٥	
	جمع کل درآمد (بازده) کار و مدیریت	٤/۳۹۰/۱٥٥	

جدول ۵ هزینه و درآمدهای کشت سویا با روش آبیاری نشتی در سطح یک هکتار

ردیف	هزینه‌های متغیر	هزینه ریال/ هکتار	شرح
۱	شخم و دیسک و جوی و پشته	۲۵۰/۰۰۰	
۲	کود و کودپاشی	٤۰/۰۰۰	
۳	بذر و بذرپاشی	۲۰۷/۰۰۰	
٤	آبیاری	۲۷۰/۰۰۰	۱۸ روز نفر با هزینه‌دستمزد ۱۵۰۰۰ ریال
۵	تنک و وجین	۲٤۰/۰۰۰	دو بار تنک و وجین با ۲۰ روز نیروی کارزن
٦	اصلاح سطح زمین (ماله‌کشی با تراکتور)	۵۰/۰۰۰	ماله‌کشی
۷	سله‌شکنی	۳٦۰/۰۰۰	برای ۳ بار آبیاری با ۳۰ روز نفر نیروی کار با دستمزد ۱۲۰۰۰ریال
۸	سم و سمپاشی	۱۵۰/۰۰۰	
۹	برداشت محصول	۲۷۰/۰۰۰	
۱۰	حمل محصول	٦۰/۰۰۰	هزینه حمل هر تن محصول ۲۰/۰۰۰ ریال
۱۱	هزینه‌های پیش‌بینی نشده		۵ درصد کل هزینه اقلام فوق
۱۲	جمع هزینه‌های متغیر	۱/۹۹۱/۸۵۰	
	هزینه‌های ثابت نقدی و غیرنقدی		
۱۳	آب بهاء	٤۰/۰۰۰	
۱٤	هزینه فرصت زمین استهلاک تسطیح زمین	۱/۰۰۰/۰۰۰ ۳۰۰/۰۰۰	معادل اجاره یک هکتار زمین برای کشت سویا ۱۰٪ هزینه تسطیح اولیه
۱۵	استهلاک تجهیزات آبیاری نشتی	۲۲۰/۰۰۰	با احتساب عمر مفید ۵ سال و هزینه اجرای سیستم در سطح یک هکتار ۱/۱۰۰/۰۰۰ ریال
۱٦	درآمد ناخالص یک هکتار سویا	۲۱۲۰=٦/۲۰۱/۰۰۰ *۲۹۲۵	با احتساب عملکرد ۲۹۲۵ کیلوگرم در هکتار و قیمت واحد سویا ۲۱۲۰ ریال
۱۷	درآمد خالص (سود ناخالص)	٤/۱٦۹/۱۵۰	[هزینه‌های ثابت نقدی + هزینه‌های متغیر]- درآمد ناخالص = درآمد خالص
	درآمد (بازده) کار و مدیریت (سود خالص)	۲/٦٤۹/۱۵۰	هزینه‌های ثابت غیرنقدی-درآمد خالص = درآمد کار و مدیریت

نمایی از سیستم توزیع‌کننده جریان آب در شیارها

قرائت زمان پیشروی آب در شیار

قرائت فلوم WSC جهت اطمینان از دبی ورودی (۱ لیتر در ثانیه) به شیارها

اندازه گیری فشار سرآبپاش‌ها توسط فشار سنج پیتو

منابع:

۱- اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی- ۱۳۷۸- شناسنامه تصویری سویا- صفحات ۲۰-۱۱

۲- بحرانی، ب- جوان، م، ۱۳٤٤، مقایسه روش‌های آبیاری بارانی و شیاری بر نخود و سیب‌زمینی- مرکز تحقیقات کشاورزی کرج

۳- خدام باشی، م، کریمی، م- ۱۳٦٦- اثرات تنش رطوبتی خاک بر عملکرد ارقام سویا، مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۱، شماره ۱ و ۲

٤- دانشیان، م- جنوبی، پ- ۱۳۸۱- بررسی تأثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سویا، مجله علمی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی، سال هشتم شماره ۱، صفحه ۹۵

٥- رحیم‌زادگان، رحمان- ۱۳۷۲- طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی- انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان- صفحات ۸۰-٦٥

٦- سپه‌وند، مراد، ۱۳۷۸- گزارش نهایی طرح تحقیقاتی تعیین آب مصرفی سویا با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان

۷- سلامت، علیرضا، ۱۳۷۸، اصول طراحی آبیاری بارانی، انتشارات درج، صفحات ٦۱-٥٥

۸- سلطان زاده، حمیدرضا، ۱۳۷۲، ارزیابی و مقایسه روش‌های مختلف طراحی آبیاری شیاری و انتخاب بهینه- پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان صفحات ۲۸-۲۰

۹- قاسم‌زاده مجاوری، فرهاد- ۱۳٦۹- ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع، انتشارات آستان قدس رضوی، صفحات ۲۲٦-۱۷۸

۱۰-کیانی، علیرضا، ۱۳۷۹، بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی روش‌های آبیاری بارانی و نشتی برخواص کمی و کیفی پنبه، مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی- جلد ٥- شماره ۹- صفحات ٦۷-٥۹

۱۱-کیانی، علیرضا، ۱۳۷٦- مقایسه فنی آبیاری عقربه‌ای (سنترپیوت) با جویچه‌ای بر عملکرد ذرت، مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد

۱۲-عسکری تشکری، ۱۳۷٥، تعیین بهترین دور آبیاری سویای تابستانه (رقم پرشینگ) به روش بارانی در شرق مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران- صفحه ۱

۱۳-علیزاده، امین-۱۳۷۷- اصول طراحی سیستم‌های آبیاری، انتشارات آستان قدس رضوی- صفحات ۲۲٥-۲۸۰

۱٤-علیزاده، امین، ۱۳۷۲- کیفیت آب آبیاری (چاپ پنجم)- انتشارات آستان قدس رضوی- صفحات ٥۰-٥۱

۱٥-موسوی، فرهاد، ۱۳۷٥- آبیاری سطحی (تئوری و عمل)-

۱٦-نجفی، م- ۱۳۷٥- گزارش نهایی ارزیابی و مقایسه آبیاری بارانی و نشتی بر خواص کمی و کیفی پنبه- مرکز تحقیقات کشاورزی لرستان

17- De Souza, D.I.,D.B.Egli, and W.P.Braeming. 1997. Water stress during seed filling and eat senescece in soybean. Agron. J.89: 807-812
18- Egli, D.B., R.D.Guffy, and J.E.Leggett. 1985. Partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in soybean. Agron. J. 77.917-922
19- Heatherly, L.G., and C.D.Elmore. 1983. Response of soybeans to Planting in untilled, weedy seed bed on clay soil. weed sci. 31: 93-99
20- Kadhem, F.A., J.E. Specht, and J.H. Williams. 1985. Soybean imigation serially timed during stages R1 to R6. II. Yield component responeses. Agron. J. 77: 299-304
21- Carter, T.E., and T.W.Ruflly. 1993. Soybean plant introductions exhibiting drought and aluminium tolerance.P.335-346. Inc.G.kuo (ed). Adaptation of food crops to temperature and water stress: International symposium proceeding, Taiwan. 13-18 Aug. 1992
22- Kato, I: Takai- kinki nat. 1967. Agr. EXP. Stn. 14 pp
23- Korte, L.L.,J.H.Williams, and R.C Sorensen. 1983. Irrigation of soybeam genotypes during reproductive ontogeny.I. Agronomic responses. Crop sci. 23: 521-527
24- Kramer, P.j.1983. Water Relations of plants.
25- Patchana, sakskulkiart, 1988. Effect of soil moisture stress on Growth, total nitrogen and non structural carbohydrate in 3 varieties of soybean. Bangkok (Thailand). 194 leaves
26- Thurlow, D.L, B.D.Doss. 1974. Agron. J.66: p. 620
27- Mousavi,s ; Karimi. M; khaddam bashi. M. 1988. Effect of Irrigation Regimes on water use Efficiency of Two soybean culticars. Agricultural- Science -and Technology (Iran Islamic Republic) V.2 (2): P. 13-22.
28- Zheng- Gousheng; Zou-Qi; Zhao- Shijie. 1994. Inhibiting photosynthetic midday Depression of field- grown soybean By spray Irrigation. Acta- Agriculture- Boreali-Sinica (China). (Mar). V.9 (1): P: 44-47

Summary:

In order to compare the technological and economic methods of sprinkler and furrow irrigation of soybeans in Gorgan region, there has been two separate (1500 square meter) programs and with the distance og gom. From each other to prevent the sprinlereing of sprinlere irrigation anto the furrow part. The irrigation during the cultivation seaven was 6 times, in the sprinkler irrigation part and five times in the furrow irrigation. It was estimated that the amount of water used in the sprinker irrigation method was 2870 cubic meter per heatar and 4760 cubic meter for the furrow method.

The average amount of distribution uniformity and coefficient uniformiting and actual application efficiency of lower quarter for sprinker irrigation. Were 74, 84 and 70 per cent and for furrow irrigation 85, 91, and 44 precent. The Yield for sprinker irrigation 3572 kilo gram. : Pre hectar and 2942 k.g Pre hectar for furrow irrigation, which from technological point of view because there has been a 40 percent saving of water in sprinkler irrigation system and increase yield, this method is recomwnded for the irrigation of soyabean fields in Gorgan region. And also accoring to the economical studies of these two methods, it is thought that with sprinkler irrigation of soyabeen fields it uses about 1890 cubic meter in a hectar which with furrow irrigation it can only cover 65 per cent of a hectar and an income of 1729455 Rials. For work force and management for the producer. So according to the results, the total income of work force and the management of the soya farm for the furrow and sprinkler irrigation was respectively 2649150 and 4390155 Rials. So with the comparing of the two amount it can be thought that the use of sprinkler irrigation in soya Farms is recommened.