

## 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 عابدین پور

#### 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 ۶ بار و برای قسمت نشتی ۵ بار انجام گرفت که میزان حجم آب مصرفی در روش آبیاری بارانی ۲۸۷۰ متر مکعب در هکتار و میزان مصرف در روش نشتی ۴۷۶۰ 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 ۷۴، ۸۴ و ۷۰ درصد و برای آبیاری نشتی مقادیر ۸۵ و ۹۱ و ۴۴ درصد حاصل شده است که میزان محصول توسط سیستم آبیاری بارانی ۳۵۷۲ کیلوگرم در هکتار و در قسمت نشتی ۲۹۴۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که به لحاظ فنی با توجه به صرفه‌جویی ۴۰ 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 ۶۵ درصد هکتار زمین را به زیر کشت برد که درآمدی معادل ۱/۷۲۹/۴۵۵ 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 گزینۀ آبیاری

نشستی 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 نشستی، 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 درستی که آن شخص از رحمت

خداوند به دور است. (امام علی<sup>(ع)</sup>)

#### مقدمه:

بدون شک تولید غذای کافی و مطلوب از اهداف توسعه ملی-امنیتی هر کشور محسوب می‌گردد. کشورهای که به دلیل توسعه شبکه‌های آبیاری بر تولیدات کشاورزی خود افزوده‌اند و از نظر غذا به کشورهای بزرگ یا همسایگان خود مخکی 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 (۲۵-۳۰) 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 ۲۰۹۱۳ 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 ۵۶۶۵ متر مکعب در هکتار و در آبیاری بارانی ۳۱۰۰ متر مکعب در هکتار برآورد گردید که میزان محصول در روش آبیاری نشتی ۱۴۳۰ 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<sup>۱</sup> (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<sup>۲</sup> که در آن هنگام کاهش نیمروزی فتوسنتز اتفاق می‌افتد می‌باشد.

پانچانا و همکاران<sup>۳</sup> (۲۵) گزارش نمودند که تنش رطوبتی خاک به مدت ۱۴-۲۱ 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 آبیاری 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 و ۷۲، ۷۵ درصد و برای آبیاری نشتی برابر ۹۳/۶ و

1- Zhenge, et al, 1994

2- Eritico level of Tryress

3- Patchana, et al, 1988

۵۲ و ۶۱ درصد حاصل شده است ضمن اینکه متوسط عملکرد ذرت در روش نشتی ۸۹۵۳ و در روش بارانی (سنترپیوت) ۷۴۰۹ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است.

کاتو و همکاران<sup>۱</sup> (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<sup>۲</sup> و همکاران (۲۶) 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<sup>۳</sup> (۲۷) گزارش نمودند که تیمار رژیم آبیاری بعد از ۷۰ میلیمتر تبخیر از طلشتک 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 ۰/۸۴-۰/۰۵ می‌باشد.



- 1- kato, et al, 1967
- 2- Doi.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 (میلی متر در ساعت)	دبی آبپاش (لیتر در ثانیه)
نلسون F۳۳	$\frac{3}{32} \times \frac{11}{16}$	۲/۹	۲۷/۸	۸/۶	۰/۴۳

تعیین زمان آبیاری با توجه به کمبود رطوبت خاک<sup>۱</sup> (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  $(\frac{78}{4} \text{ cm}^2)$  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<sup>۲</sup> (ABLQ)

1- Soil Moisture Deficit

2- Actually Efficiently of low Quarter

(د) تلفات پاششی (ER)  
 (ه) مقدار آب رسیده به زمین

الف) برای محاسبه DU که نشاندهنده چگونگی پخش آب از آبیاش‌ها 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.

$$DU = \frac{\text{متوسط یک چهارم کمترین عمق‌های دریافتی}}{\text{متوسط کل آب‌های دریافتی}} \times 100$$

ب) برای محاسبه CU از رابطه کریستانس (۱۹۴۲) به صورت زیر استفاده گردید:

$$CU = 100 - \left( 1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{\bar{x} \cdot N} \right)$$

$\bar{x}$ : متوسط هر یک از داده‌ها (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

$$AELQ = \frac{\text{متوسط } 1/4 \text{ کمترین آب‌های دریافتی}}{\text{متوسط کل آب‌های خروجی از آبیاش‌ها}}$$

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

**SMD**

$$AELQ = \frac{\text{متوسط کل آب‌های خروجی از آبیاش‌ها}}{\text{SMD}}$$

و SMD نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$SMD = [(F_c - \theta_i) * D * P_h] / 100$$

SMD: کمبود رطوبت خاک، میلی‌متر

$F_c$  و  $\theta_i$ : 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:

$$I = \frac{q \cdot 3600}{SL \cdot S_m}$$

که q: دبی آبپاش، لیتر در ثانیه

SL: فواصل آبپاش‌ها (متر)

$S_m$ : 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 (۱۰ شیار) که با فواصل کاشت (۷۰×۵) سانتیمتر و طول ۲۰۰ متر از طریق روش SCS<sup>۱</sup> صورت پذیرفت خانواده نفوذ خاک طبق آزمایشات صحرائی مربوطه  $I_f = 0.7$

همچنین میزان حداکثر دبی غیر فرسایش ( $Q_{max}$ ) ( $Q_{max} = \frac{0.6}{s}$ )  $s = 0.0045$  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  $I_f = 0.7$  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 ۶ 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 یا 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	۱۶/۴	۱۷/۴	۱۷/۳	۱۹/۳	۱۹/۴
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری	درصد	۲۸/۷	۲۸/۳	۲۸/۴	۲۸/۲	۲۸/۴
عمق ریشه	سانتیمتر	۱۵	۲۵	۳۰	۴۵	۵۰
کمبود رطوبت خاک	میلیمتر	۲۶	۳۸	۴۸	۵۷	۶۷
زمان کل آبیاری	دقیقه	۱۴۶	۱۹۶	۲۳۲	۲۸۰	۳۳۱
حجم آب ورودی	شیار/لینر	۸۷۶۰	۱۱۷۶۰	۱۳۹۲۰	۱۶۸۰۰	۱۹۸۶۰
حجم آب خروجی	شیار/لینر	۱۸۴۲	۳۷۳۲	۴۵۵۰	۵۸۱۷	۸۲۸۷
حجم آب نفوذ یافته	شیار/لینر	۶۹۱۸	۸۰۲۸	۹۳۷۰	۱۰۹۸۳	۱۲۸۴۱
حجم آب ذخیره یافته	شیار/لینر	۳۵۶۸	۵۳۴۱	۶۵۲۶	۸۰۲۴	۸۸۲۰
حجم تلفات نفوذ عمقی	شیار/لینر	۳۳۵۰	۳۶۸۷	۲۸۴۴	۲۹۶۰	۲۷۵۳
یکنواختی توزیع (DU)	درصد	۷۸	۸۲	۸۸	۹۰	۹۱
ضریب یکنواختی (CU)	درصد	۸۶/۵	۹۰	۹۳	۹۴	۹۴/۵
بازدهی کاربرد (Ea)	درصد	۴۰	۴۵	۴۶	۴۸	۴۵
تلفات رواناب سطحی (TWR)	درصد	۲۱	۲۳	۲۲	۲۴/۶	۴۱
تلفات نفوذ عمقی (DPR)	درصد	۲۸	۲۳	۲۱	۱۷/۵	۱۴



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	۲۶/۵	۲۷/۱	۲۷
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری	درصد	۱۷/۳	۱۹/۲	۱۸/۵	۱۷/۱	۱۷/۱	۱۶/۷
عمق ریشه	سانتیمتر	۱۰	۲۰	۲۲	۲۷	۳۵	۴۵/۵
کمبود رطوبت خاک	میلیمتر	۱۷	۳۰/۲	۳۲/۳۵	۴۴/۶	۵۷/۸	۷۹
دبی آبیاش	لیتر در ثانیه	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
زمان کل آبیاری	ساعت	۲	۴/۶۸	۵	۷	۸/۹۶	۱۲/۱۵
شدت پخش آبیاش	میلیمتر در ساعت	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۸/۶
شدت آب رسیده به زمین	میلیمتر در ساعت	۸/۳	۸/۲	۷/۹	۸/۱	۷/۸	۸
یکنواختی توزیع (DU)	درصد	۷۸	۷۵/۴	۷۵	۷۲/۷	۷۱	۷۲
ضریب یکنواختی توزیع (DU)	درصد	۸۶	۸۵/۳	۸۵	۷۹/۶	۸۴	۸۴
بازدهی کاربرد (Ea)	درصد	۷۳	۷۲	۷۰	۶۸	۶۹	۷۰
تلفات پاششی	درصد	۴/۵	۴/۷	۸	۹/۳	۱۰	۷
آب جذب شده در عمق ریشه	میلیمتر	۱۶	۲۹/۶	۲۹/۲۶	۳۵/۵	۴۹	۶۷

T: زمان آبیاری در هر مرحله (ساعت)

A: شدت پخش آبیاش (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 ۴۰ 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 ۸۶، ۹۱، ۴۴ درصد و برای آبیاری بارانی مقادیر راندمان یکنواختی توزیع، ضریب یکنواختی توزیع و بازدهی کاربرد به ترتیب برابر ۷۴، ۸۴، ۷۰ درصد حاصل شده است.

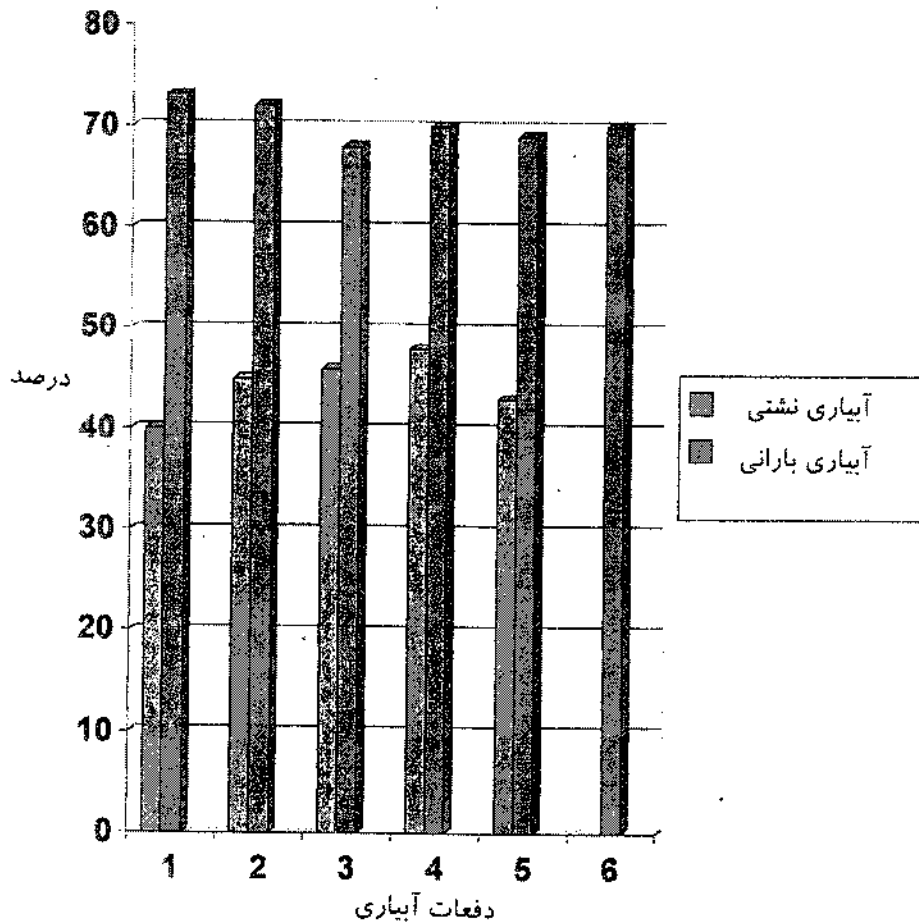
یکنواختی توزیع و ضریب یکنواختی آبیاری بارانی نسبت به آبیاری نشتی پائین‌تر بوده است به دلیل اینکه در آبیاری بارانی عواملی از قبیل سرعت باد، شاخ و برگ گیاه سویا در عدم یکنواختی توزیع آب نقش مؤثری داشته‌اند که این موارد غیر قابل کنترل می‌باشد.

اما بازدهی کاربرد در آبیاری بارانی حدود ۲۴ درصد نسبت به آبیاری نشتی افزایش نشان می‌دهد و این مقدار 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 ۶، 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 اندازه‌گیری در آبیاری بارانی ۱۲۴/۵ سانتیمتر و در آبیاری نشتی ۱۱۶ سانتیمتر حاصل گردید همچنین تعداد غلاف‌ها در آبیاری بارانی ۵۱/۶ عدد و در آبیاری نشتی ۴۶ 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 ۲۹۲۴ 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 ۴۰ درصد دارای افزایش محصولی در حدود ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز بوده و در منطقه گرگان جهت کشت تابستانه سویا آبیاری به روش بارانی توصیه می‌گردد.



نمودار ۳- مقایسه راندمان کاربرد در دو روش آبیاری نشتی و بارانی

## 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  $\times$  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 ۴ و ۵ 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 ۶۵٪ هکتار زمین دیگر را به زیر کشت سویا برد که درآمدی معادل با ۱/۷۲۹/۴۵۵ ریال برای نیروی کار و مدیریت بهره‌بردار ایجاد خواهد کرد.

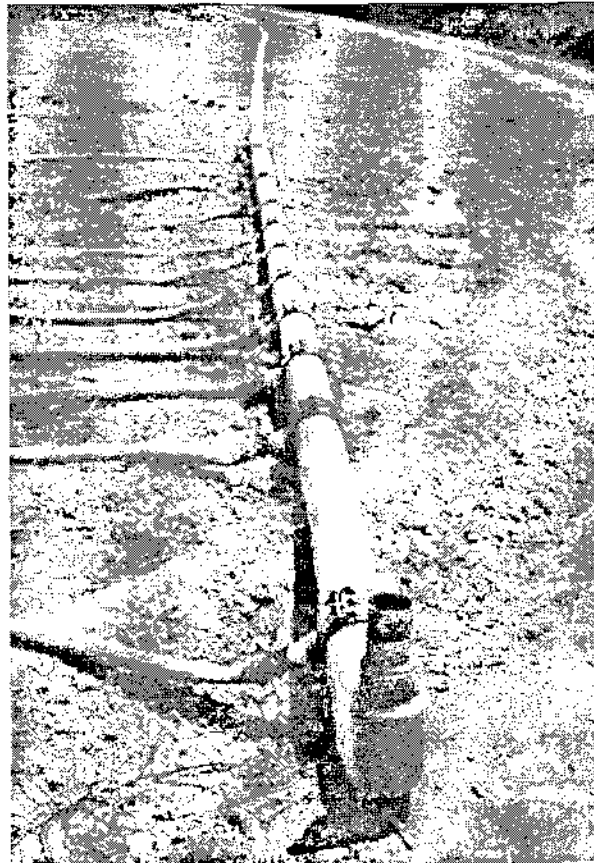
براساس نتایج حاصله و داده‌های جداول ۴ و ۵ ملاحظه می‌گردد که مجموع درآمد نیروی کار و مدیریت مزارع سویاکار و در گزینه آبیاری نشتی و بارانی به ترتیب ۲۶۴۹۱۵۰ و ۴۲۹۰۱۵۵ ریال می‌باشد. بنابراین با مقایسه این مقادیر می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد سیستم آبیاری بارانی در مزرعه سویا با بهبود راندمان مصرف آب و نیز 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 ۴ هزینه و درآمدهای کشت سویا با روش آبیاری بارانی در سطح یک هکتار

ردیف	هزینه های متغیر	هزینه ریال / هکتار	شرح
۱	شخم و دیسک	۱۵۰/۰۰۰	
۲	کود و کودپاشی	۴۰/۰۰۰	
۳	بذر و بذرپاشی	۲۰۷/۰۰۰	
۴	تنک و وجین	۲۴۰/۰۰۰	هزینه ۲۰ روز نفر نیروی کارزن
۵	سم و سمپاشی	۱۵۰/۰۰۰	
۶	آبیاری	۹۰/۰۰۰	۶ روز نفر نیروی کار با دستمزد ۱۵۰ ریال
۷	سوخت مصرفی موتور پمپ	۱۶۰/۰۰۰	۸۰۰ لیتر گازوئیل مصرفی
۸	حمل محصول	۷۰/۰۰۰	هزینه حمل هر تن محصول ۲۰/۰۰۰ ریال
۹	برداشت محصول (دستی و ماشینی)	۲۷۰/۰۰۰	هزینه کمباین و ۱۰ روز نفر نیروی کار
۱۰	نگهداری تجهیزات سیستم آبیاری بارانی	۷۷/۰۰۰	یک درصد هزینه اولیه اجرای سیستم در مزرعه
۱۱	هزینه های پیش بینی نشده	۷۲/۷۰۰	۵ درصد کل هزینه اقلام فوق
۱۲	جمع هزینه های متغیر	۱/۵۲۶/۷۰۰	
	هزینه های ثابت نقدی و غیرنقدی	-	-
۱۳	آب بهاء	۴۰/۰۰۰	
۱۴	کارمزد تسهیلات اعتباری اجرای سیستم در سطح یک هکتار	۱/۷۰۰/۰۰۰	با کارمزد ۱۰ درصد و مدت زمان باز پرداخت ۵ ساله
۱۵	استهلاک تجهیزات سیستم آبیاری بارانی	۶/۴۱/۰۰۰	با عمر مفید ۱۲ سال
۱۶	هزینه فرصت زمین	۱/۰۰۰/۰۰۰	هزینه فرصت یک هکتار زمین معادل با اجاره یک هکتار زمین برای کشت سویا
۱۷	جمع هزینه های ثابت نقدی و غیرنقدی		
۱۸	درآمد ناخالص یک هکتار سویا	۷۵۶۸۴۰۰ = ۲۵۷۰ × ۲۹۲۰	با عملکرد ۲۵۷۰ کیلوگرم در هکتار و قیمت واحد ۲۹۲۰ ریال
۱۹	درآمد خالص (سود ناخالص) یک هکتار سویا	۴/۳۰۱/۷۰۰	[هزینه های ثابت نقدی + هزینه های متغیر] - درآمد ناخالص = درآمد خالص
۲۰	درآمد کار و مدیریت (سود خالص) یک هکتار سویا	۲/۶۶۰/۷۰۰	هزینه های ثابت غیرنقدی - درآمد خالص = درآمد کار و مدیریت
۲۱	درآمد کار و مدیریت ۶۵٪ هکتار سویا قابل کشت با آب صرفه جویی شده (۱۸۹۰ مترمکعب) ناشی از کاربرد روش آبیاری بارانی	۱/۷۲۹/۴۵۵	
	جمع کل درآمد (بازده) کار و مدیریت	۴/۳۹۰/۱۵۵	

جدول ۵ هزینه و درآمدهای کشت سویا با روش آبیاری نشستی 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	۴۰/۰۰۰	
۳	بذر و بذرپاشی	۲۰۷/۰۰۰	
۴	آبیاری	۲۷۰/۰۰۰	۱۸ روز نفر با هزینه دستمزد ۱۵۰۰۰ ریال
۵	تنک و وجین	۲۴۰/۰۰۰	دو بار تنک و وجین با ۲۰ روز نیروی کارزن
۶	اصلاح سطح زمین (ماله‌کشی با تراکتور)	۵۰/۰۰۰	ماله‌کشی
۷	سله‌شکنی	۳۶۰/۰۰۰	برای ۳ بار آبیاری با ۲۰ روز نفر نیروی کار با دستمزد ۱۲۰۰۰ ریال
۸	سم و سمپاشی	۱۵۰/۰۰۰	
۹	برداشت محصول	۲۷۰/۰۰۰	
۱۰	حمل محصول	۶۰/۰۰۰	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	۴۰/۰۰۰	
۱۴	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 نشستی	۲۲۰/۰۰۰	با احتساب عمر مفید ۵ سال و هزینه اجرای سیستم در سطح یک هکتار ۱/۱۰۰/۰۰۰ ریال
۱۶	درآمد ناخالص یک هکتار سویا	$۲۱۲۰ = ۶/۲۰۱/۰۰۰ \times ۲۹۲۵$	با احتساب عملکرد ۲۹۲۵ کیلوگرم در هکتار و قیمت واحد سویا ۲۱۲۰ ریال
۱۷	درآمد خالص (سود ناخالص)	۴/۱۶۹/۱۵۰	[هزینه‌های ثابت نقدی + هزینه‌های متغیر] - درآمد ناخالص = درآمد خالص
	درآمد (بازده) کار و مدیریت (سود خالص)	۲/۶۴۹/۱۵۰	هزینه‌های ثابت غیرنقدی - درآمد خالص = درآمد کار و مدیریت



نمایی از سیستم توزیع کننده 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، ۱۳۴۴، مقایسه روش‌های آبیاری بارانی و شیاری بر نخود و سیب‌زمینی- مرکز تحقیقات کشاورزی کرج
- ۳- خدام باشی، م، کریمی، م- ۱۳۶۶- اثرات تنش رطوبتی خاک بر عملکرد ارقام سویا، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۱، شماره ۱ و ۲
- ۴- 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،
- ۵- صفوحی‌زادگان، رحمان- ۱۳۷۲- طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی- انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان- صفحات ۸۰-۶۵
- ۶- 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 ۶۱-۵۵
- 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- ۱۳۶۹- ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع، انتشارات آستان قدس رضوی، صفحات ۲۲۶-۱۷۸
- 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 ۵- شماره ۹- صفحات ۱۱-۶۷- کیانی، علیرضا، ۱۳۷۶- مقایسه فنی آبیاری عقربه‌ای (سنتریوت) با جویچه‌ای بر عملکرد ذرت، مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد
- ۱۲- عسکری تشکری، ۱۳۷۵، 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 ۲۸۰-۲۲۵
- ۱۴- علیزاده، امین، ۱۳۷۲- کیفیت آب آبیاری (چاپ پنجم)- انتشارات آستان قدس رضوی- صفحات ۵۱-۵۰
- ۱۵- موسوی، فرهاد، ۱۳۷۵- آبیاری سطحی (تئوری و عمل)-
- ۱۶- نجفی، م- ۱۳۷۵- 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 cat senescence 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 irrigation serially timed during stages R1 to R6. II. Yield component responses. *Agron. J.* 77: 299-304
- 21- Carter, T.E., and T.W. Ruffly. 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 soybean 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 cultivars. *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 of 500 m. From each other to prevent the overlapping of sprinkler irrigation into the furrow part. The irrigation during the cultivation season 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 sprinkler irrigation method was 2870 cubic meter per hectare and 4760 cubic meter for the furrow method.

The average amount of distribution uniformity and coefficient of uniformity and actual application efficiency of lower quarter for sprinkler irrigation. Were 74, 84 and 70 per cent and for furrow irrigation 85, 91, and 44 percent. The Yield for sprinkler irrigation 3572 kilo gram. : Per hectare and 2942 k.g Per hectare 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 recommended for the irrigation of soybean fields in Gorgan region. And also according to the economical studies of these two methods, it is thought that with sprinkler irrigation of soybean fields it uses about 1890 cubic meter in a hectare which with furrow irrigation it can only cover 65 per cent of a hectare 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 recommended.