مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۶

**موضوع :**

# ارزیابی کمی و کیفی آب برگشتی در آبیاری نشتی

**توسط:**

**محمّد اسماعیل اسدی**

## چکیـــده

وقتی که پایاب[1] جزء تلفات به حساب نیآید. در راندمان کاربرد سیستمهای آبیاری شیاری بهبود عمده‌ای حاصل می‌شود. اما برای استفاده مجدد از این آب، باید ارزیابی دقیقی از کمیت و کیفیت آن صورت گیرد. در این طرح تحقیقاتی سعی شده این چنین ارزیابی در یکی از مزارع تحقیقاتی تحت کشت پنبه در منطقه گرگان و گنبد که عمده‌ترین تولیدکننده پنبه کشور می‌باشد، صورت گیرد که طی آن ۴ تیمار دبی ورودی پیوسته با میزانهای ۱/۷، ۱/۴، ۱/۱ و ۰/۸ لیتر در ثانیه در فاروهایی بطور ۱۲۰ متر از نوع نشتی‌های شیب‌دار با انتهای باز[2] و در ۴ تکرار بصورت طرح بلوکهای کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. حدود تغییرات دبی‌ها از جریانهای فرساینده تا غیرفرساینده تفاوت می‌کرد. کلیه عملیات زراعی کاشت، داشت و برداشت مطابق عملیات زراعی مرسوم کشت پنبه در منطقه و آبیاری براساس نیاز، توسط لوله‌های دریچه‌دار صورت گرفت. در هر آبیاری میزان رواناب از انتهای فاروها با پارشال فلوم های یک اینچی اندازه‌گیری، و نمونه‌های آب گرفته شده از رواناب، جهت تجزیه کامل به آزمایشگاه ارسال، و کیفیت آب و میزان رسوب حمل شده دقیقاً ارزیابی گردید.

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که از نظر کمیت رواناب، چون در سیستمهای استفاده مجدد از رواناب[3]، نیاز به احداث مخزن ذخیره در اراضی زراعی متناسب با حجم رواناب ناشی از هر قطعه می‌باشد و بنابراین بخشی از اراضی به خاطر این مسئله از بین می‌رود و با توجه به این امر که ارزش اراضی زراعی منطقه بالا است، لذا باید از مخازنی استفاده نمود که حداقل فضا را اشغال می‌نمایند. همچنین با توجه به این مسئله که بین

---

1 - Tailwater

2- Gradient furrow with open end.

3- Irrigation Runoff Recovery Systems (IRRS).

دبی‌های ۰/۸ و ۱/۱ لیتر در ثانیه اختلاف معنی‌داری از نظر ایجاد رواناب مشاهده نشده و هر دوی آنها کمترین رواناب را در بین تیمارهای آزمایش داشته‌اند به همین جهت استفاده از رواناب ناشی از دبی‌های حدود ۱/۱ لیتر در ثانیه و کمتر برای آبیاری مجدد دارای اولویت بیشتری هستند. زیرا دبی‌های از این حد بیشتر علاوه بر اینکه فرساینده بود، حجم رواناب بیشتری تولید کرده و در نتیجه به مخازن ذخیره بزرگتری نیاز دارند ضمن آنکه از نظر آماری، تأثیر معنی‌داری از نظر افزایش عملکرد محصول در واحد سطح نیز ندارند.

همچنین از نظر کیفیت، نتایج حاکی است که در اراضی مورد آزمایش، استفاده از رواناب برای آبیاری مجدد بسیار مناسب بوده و نوع کلاس آن $C_2 - S_1$ می‌باشد. اما چون برای انتقال و استفاده از آب رواناب پایین است در مزارع بالا دست از لوله و پمپ استفاده می‌گردد. بایستی برای جلوگیری از ته‌نشین شدن رسوبات معلق در خطوط لوله برگشتی که غالباً ذرات سیلت و رس می‌باشند. حوضچه ترسیب احداث گردد.

## مقدمه

سیستم آبیاری سطحی از هزاران سال پیش مورد استفاده بوده و در حال حاضر نیز ۹۵ درصد فعالیت‌ها و عملیات آبیاری به این روش صورت می‌گیرد(۹) دانشمندان زیادی برای پیشرفت و توسعه آن قدم برداشته و روشهای جدیدی برای طراحی آن ابداع نموده‌اند، استفاده مجدد از آب رواناب ناشی از آبیاری، یکی از شیوه‌هایی است که کشورهای پیشرفته جهان در جهت افزایش راندمان آبیاری سطحی و استفاده بهینه از آب، به‌کار می‌برند. در این شیوه آبی که بصورت رواناب از انتهای مزرعه خارج می‌گردد، در یک حوضچه ذخیره جمع‌آوری و مجدداً در اراضی پایین دست یا بالادست مورد استفاده قرار می‌گیرد و بدین طریق، ضمن اینکه توزیع یکنواختی مطلوبی حاصل می‌شود، رواناب نیز به طور کامل کنترل می‌گردد. بیشترین مطالعات و تحقیقات پژوهشگران علم آبیاری، در این زمینه بر روی سیستم‌های آبیاری فارو بوده است چراکه این سیستم قابل انعطاف‌ترین سیستم آبیاری سطحی بشمار رفته و نسبت به سیستم‌های دیگر سطحی از راندمان بالاتری برخوردار می‌باشد. ذخیره پایاب و استفاده مجدد از رواناب، روشهایی هستند که عملیات آبیاری فارو را بهبود می‌بخشند. وقتی که رواناب جزء تلفات آبیاری محسوب نشود، در راندمان کاربرد سیستمهای آبیاری نشتی بهبود عمده‌ای حاصل می‌گردد چراکه در سیستم آبیاری نشتی، تلفات آب به دو صورت نفوذ عمقی[1] و هرز آب سطحی[2] از انتهای شیار اتفاق می‌افتد، طرح چنین سیستمهایی بسیار پیچیده‌تر از سیستم آبیاری نشتی معمولی و یا سیستم‌های تقلیل جریان[3] خواهد بود. زیرا باید از دو منبع آب بطور همزمان استفاده مؤثر نمود. همچنین برآورد دقیق حجم [illegible]اب، و ارزیابی کیفیت آب بسیار مهم است چون در این سیستمها رواناب به عنوان یک منبع مکمل آبیاری محسوب شده و این آب در صورت داشتن کیفیت مطلوب، قابل کاربرد مجدد می‌باشد.

مطالعات انجام شده در مورد سیستمهایی که مجدداً از آب رواناب ناشی از آبیاری استفاده نموده‌اند، نشان داده که در مقایسه با سیستمهای معمولی، راندمان کاربرد و توزیع یکنواختی آب در سیستمهای استفاده مجدد به مراتب بیشتر بوده است.

فیش باخ[4] و سامرهالدر[5] (۶) طی آزمایشی که در مزرعه دانشگاه نبراسکا، روی مقایسه راندمانهای سیستم‌های استفاده از آب برگشتی و سیستم بدون استفاده از آب برگشتی انجام دادند نتیجه گرفتند که متوسط راندمان توزیع یکنواخی آب برای سیستم آب برگشتی ۹۱/۸ درصد و متوسط راندمان کاربرد ۹۱/۹ درصد بدست آمده است. متوسط راندمان کاربرد آب برای همین مزرعه در سیستم بدون استفاده از آب برگشتی ۶۴/۸ درصد بدست آمده. متوسط رواناب کل تکرارها ۲۷/۱ درصد بدون استفاده از متد کاهش جریان و یا استفاده از آب برگشتی بوده است ولی در سیسم استفاده مجدد از آب برگشتی این ۲۷/۱ درصد آب رواناب مورد استفاده مجدد قرار گرفته است.

---

1- Deep percolation.

2- Surface runoff.

3- Cut back method.

4- P.E. Fischbach

5- Somerhalder

استرینگهام[1] و حمد[2] از دانشگاه ایالتی یوتا، ضمن ارائه معادلات طراحی برای سیستم‌های استفاده از رواناب آبیاری، بررسیهایی با استفاده از این معادلات بر روی یک مزرعه ۱۶ هکتاری تحت آبیاری فارو، با فواصل ۵۶ سانتی‌متر، و با خاک لومی شنی تحت کشت چغندرقند، با دو روش استفاده از آب برگشتی و بدون استفاده از آن نمودند. ابعاد زمین ۴۰۰ × ۴۰۰ متر، دبی موجود ۱۰۰ لیتر در ثانیه و دبی ورودی به فاروها ۱/۱۱ لیتر در ثانیه و تعداد کل فاروها ۷۲۰ عدد بوده است. نتایج بدست آمده حاکی است که در سیستم بدون استفاده از آب برگشتی میزان رواناب ۴۳ درصد و راندمان کاربرد آب ۴۷ درصد بوده است. اما در سیستم استفاده مجدد از رواناب راندمان کاربرد آب ۸۴ درصد شده است.

سیستم‌های استفاده مجدد از رواناب می‌تواند دارای تعداد قطعات مختلفی باشد و نیاز به محاسبات فراوانی دارد لذا استرینگهام و حمد برای سهولت کار یکسری جداول و گرافهایی ارائه داده‌اند که می‌توان از آنها تعداد فاروهای مورد احتیاج در قطعات متوالی، تعداد قطعات مورد احتیاج، تعداد فاروها در آخرین قطعه آبیاری، حجم آب رواناب از هر قطعه، حداکثر ذخیره آب ، سطح استخر ذخیره و میزان جریان پمپ برگشت دهنده آب رواناب را بدست آورد(۸).

جیمز باندورانت[3] طی مطالعات و آزمایشاتی که پیرامون کیفیت رواناب ۲۱۸ هکتار اراضی تحت آبیاری ۶ مزرعه در ناحیه پاول[4] ایالت آیداهو در سالهای ۱۹۶۶ ، ۱۹۶۷ و ۱۹۶۸ نموده است نتیجه گرفته که : غلظت‌های نیترات[5]، فسفات[6] و سدیم[7] در رواناب نواحی مطالعه شده تقریباً دارای همان غلظتهای موجود در آب آبیاری بکار رفته بودند. همچنین میزان رسوب در سال ۱۹۶۸ در آب آبیاری ۱۰۰/۴ قسمت در میلیون بوده که در رواناب بمقدار ۲۴۲/۳ قسمت در میلیون رسیده است. (۴) باندورانت از این مطالعه نتیجه گرفته است که بهبود راندمان همه جانبه آبیاری سطحی باعث کاهش اتلاف مواد غذایی و رسوب زیاد می‌گردد. این بهبود می‌تواند بوسیله بکارگیری سیستمهای استفاده مجدد از آب رواناب، کاربرد جریانهای غیرفرساینده و حداقل کردن نفوذ عمقی بدست آید. وی همچنین سیستمهای استفاده مجدد از آب رواناب را براساس کاربرد رواناب تقسیم‌بندی نموده است (۳ و ۷) بدین ترتیب که اگر آب رواناب به بالا دست همان مزرعه منتقل و استفاده شود، سیستم اصطلاحاً "جریان برگشتی"[8] نامیده می‌شود و اگر آب رواناب در مزرعه‌ای در پایین دست استفاده شود، سیستم اصطلاحاً "کاربرد متوالی"[9] نامیده می‌شود. وی همچنین سیستمها را مطابق با جمع‌آوری رواناب و ظرفیت ذخیره مخزن رواناب بقرار زیر تقسیم بندی نمود: سیستمهایی که رواناب جمع‌آوری شده را ذخیره می‌نمایند به سیستمهای مخزنی[10] موسومند و سیستمهایی که رواناب را فوراً برمی‌گردانند نیاز به مخزن ذخیره کوچکی دارند و دارای سیکلهای اتوماتیک پمپاژ می‌باشند بنام

---

1- Stringham.
2- Hamad
3- James. A. Bondurant.
4- Paul.
5- $NO_3$
6- $PO_4$
7- Na
8 - Return flow
9 - Sequence use.
10 - Reservoir system

سیستمهای مخزنی متناوب[1] معروفند.

یک مطالعه ۵ ساله از ۳ ناحیه بزرگ زراعی در منطقه راپرت[2] ایالت آیداهو بوسیله تایلر[3] و همکاران (۷) حاکی بوده که بطور متوسط ۱۸/۵ درصد از آبی که به مزارع تحویل داده می‌شود به صورت رواناب درمی‌آید.

مارش[4] و همکاران (۷) طی ۳۲ اندازه‌گیری جداگانه که در بین سالهای ۱۹۴۱ تا ۱۹۵۳ انجام دادند گزارش نمودند که متوسط رواناب، ۳۱ درصد آب کاربردی بوده است.

دیویس[5] (۵) در زمینه کیفیت آب رواناب می‌گوید که به عنوان یک قاعده کلی، کیفیت شیمیائی جریانهای رواناب ناشی از آبیاری در روی سطح خاک کاسته نمی‌شود. درجه حرارت آب معمولاً افزایش می‌یابد که روی رشد علفهای‌هرز، گیاهان آبزی و ماهیها اثر می‌گذارد، وی همچنین اظهار داشته که باید از فرسایش خاک ناشی از آبیاری اجتناب نمود و موقعی که این امر ممکن نیست بایستی به ذرات معلق در آب رواناب فرصت کافی برای رسوب در نهرهای جمع‌کننده رواناب یا منبع ذخیره داد تا از رسوب آنها در خطوط لوله برگشت آب جلوگیری نمود. همچنین ممکن است که لازم باشد مواد آلی را با وسائل شیمیائی از بین برد به علاوه اگر در مزارع عمل کودپاشی صورت می‌گیرد کیفیت بهداشتی آبهای رواناب باید دقیقاً بررسی گردد تا از تجمع نیترات در آب آشامیدنی و یا آب زیرزمینی جلوگیری گردد. دیویس همچنین سیستمهای برگشت دهنده آب رواناب را برای کاربرد تلفات کودهای مایع، یک روش موفقیت آمیز خوانده است.

لزوم استفاده از چنین سیستمهایی در کشور ما که در راستای استفاده صحیح و بهینه از منابع آب و خاک در امر کشاورزی، بالا بردن راندمان آبیاری و اصلاح و [illegible] روشهای قدیمی آبیاری سطحی صورت می‌گیرد مستلزم تحقیقات وسیع و کاربردی توسط علم مهندسی آبیاری است. در این راستا و به منظور برداشتن یک گام کوچک در امر تحقیقات سیستم‌های استفاده مجدد از آب رواناب، این طرح تحقیقاتی تهیه و اجرا شده است که هدف آن ارزیابی دقیق حجم رواناب ایجاد شده و نحوه استفاده از آن و همچنین بررسی کیفیت آن می‌باشد.

## مواد و روشها

بمنظور ارزیابی کمی و کیفی آب رواناب در آبیاری نشتی و امکان استفاده مجدد از آن به جهت بالا بردن راندمان آبیاری، آزمایشات صحرایی بر روی زراعت پنبه در یک دوره کامل رشد به عمل آمد و تیمارهای مختلفی از نظر دبی در نظر گرفته شد که برای این طرح، ۴ تیمار دبی ورودی در فاروهایی بطول ۱۲۰ متر و با فاصله ۸۰ سانتی‌متر در ۴ تکرار بصورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از :

---

1 - Cycling - sump systems.

2 - Rupert.

3 - Tyler

4 - Marsh

5 - John. R. Davis

$Q_1$ = ۱/۷ Lit / sec $R_1$

$Q_2$ = ۱/۴ Lit / sec $R_2$

×

$Q_3$ = ۱/۱ Lit / sec $R_3$

$Q_4$ = ۰/۸ Lit / sec $R_4$

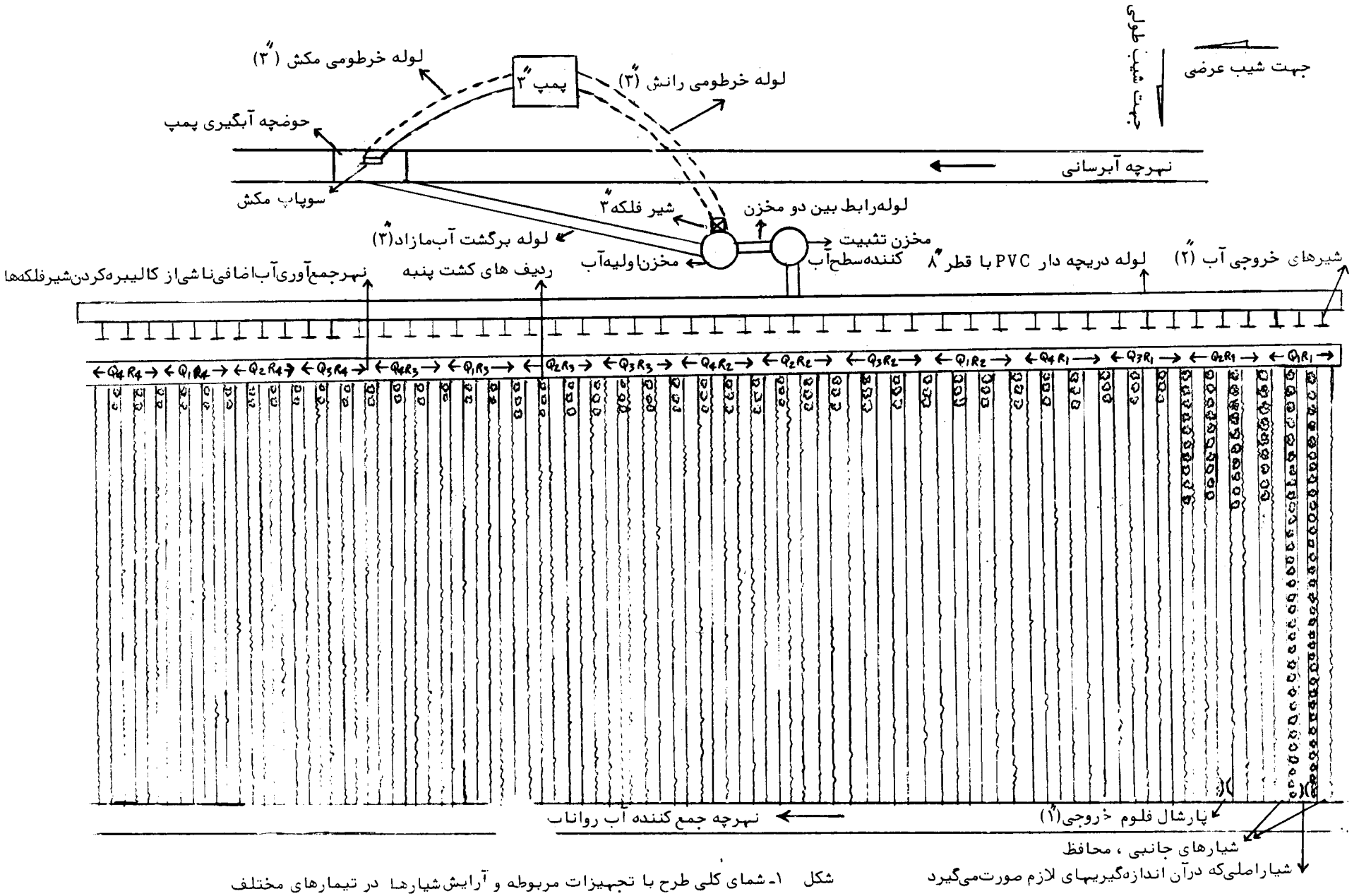
در کلیه آزمایشات برای هر تکرار ۳ شیار و در نتیجه برای هر تیمار ۱۲ شیار در نظر گرفته شد که در هر تکرار اندازه‌گیریهای لازم فقط در شیار وسط صورت می‌گرفت و دو شیار دیگر به عنوان محافظ [1] در نظر گرفته شدند.

اساس انتخاب دبی‌ها بشرح زیر بوده است.

ابتدا دبی طرح انتخاب گردید بدین ترتیب که دبی‌های مختلفی از ۰/۶ ، ۰/۷ ، ۰/۸، ۰/۹ ، ۱ ۱/۱ ، ۱/۲ و .... لیتر در ثانیه در شیارها هدایت شد که دبی ۱/۱ لیتر در ثانیه به عنوان حداکثر دبی مجاز غیرفرسایش انتخاب گردید. آنگاه در حد بیشتر و کمتر از دبی طرح یعنی ۱/۴ و ۰/۸ لیتر در ثانیه نیز به عنوان دو تیمار دیگر در نظر گرفته شدند. تیمار ۱/۷ لیتر در ثانیه نیز براساس مشاهدات و اندازه‌گیریهای مزرعه‌ای در شرایط زارعین منطقه به عنوان تیمار چهارم در نظر گرفته شد تا شرایط زارعین نیز در کنترل آزمایش قرار گیرد. البته این میزان دبی یعنی ۱/۷ لیتر در ثانیه فراتر از حد ماکزیمم مجاز روش کریدل یعنی $Q = \frac{۰/۶}{S}$ که در آن Q دبی ورودی به فاور برحسب لیتر در ثانیه و S شیب زمین برحسب درصد می‌باشد، بوده و دبی فرساینده محسوب شده که با آزمایشات صحرایی نیز این مسئله تأئید گردید. یعنی بازاء مقادیر متفاوت دبی ورودی که در شیارها هدایت شد این میزان دبی باعث حداکثر فرسایش در ابتدای شیار گردید. همچنین باید اضافه نمود که در شرایط زارعین دبی‌های مختلفی در آبیاری فارو مورد استفاده قرار می‌گیرد که این میزان به عنوان یک حد متوسط در نظر گرفته شد.

در شکل ۱ آرایش شیارها در تیمارهای مختلف و شمای کلی طرح دیده می‌شود.

1 - Buffer




شکل ۱ـ شمای کلی طرح با تجهیزات مربوطه و آرایش شیارها در تیمارهای مختلف

برای انجام این آزمایش وسائل و تجهیزات نشانداده شده در شکل ۱ در مزرعه نصب گردید که اجزاء اساسی آن عبارتند از : موتور، پمپ، مخزن تنظیم و کنترل سطح آب، لوله توزیع کننده آب به داخل شیارها (۸ اینچ PVC) با شیرهای کنترل نصب شده روی آن. پمپ آب را از نهر آبرسانی واقع در ابتدای مزرعه به مخزن آب (دو بشکه ۲۲۰ لیتری) انتقال می‌دهد. در قسمت فوقانی مخزن آب، سرریزی قرار دارد که آب مازاد از طریق آن به کانال بازگردانده می‌شود. مخزن آب از دو بشکه که با هم مرتبط می‌باشند تشکیل شده که آب درون منبع اول متلاطم بوده ولی درون منبع دوم بدون تلاطم و آرام است. بدین ترتیب فشار در سیستم در مدت آزمایش ثابت می‌ماند. با استفاده از پارشال فلوم‌های یک اینچی کالیبره شده که در انتهای فاروها نصب گردید دبی خروجی آب از هر شیار تعیین شد. قبل از شروع آزمایش با تنظیم شیرهای کنترل و اندازه‌گیریهای حجمی دبی‌های هر تیمار طوری تنظیم گردیدند که همه یکسان باشند.

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی هاشم‌آباد، یکی از مزارع تحقیقاتی وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد صورت گرفت. کلیه عملیات کشاورزی معمول منطقه شامل شخم و دیسک، کاشت باردیف کار، استعمال کود، وجین، تنک، ایجاد فارو، سمپاشی، استعمال هورمون پیکس و برداشت نیز در طول آزمایش روی زمین و محصول صورت گرفت. آبیاری بر اساس نیاز توسط لوله‌های دریچه‌دار، ۲ بار در طول فصل رشد صورت گرفت. در هر بار آبیاری، میزان رواناب خروجی اندازه‌گیری و هیدروگرافهای مربوطه رسم گردید. همچنین کیفیت آب ورودی و خروجی در هر آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفت و پارامترهای هدایت الکتریکی [1]، اسیدیته [2]، نسبت جذب سدیم [3]، میزان مواد غذایی شسته شده شامل ازت، فسفر، پتاسیم و میزان رسوب فاضلاب تعیین گردید. زمان آبیاری برای هر تیمار برابر بود با زمان پیشروی به اضافه زمان لازم جهت نفوذ عمق خالص آبیاری یعنی :

$$T_I = T_A + T_n$$

که در آن :

$T_I$ - زمان آبیاری

$T_A$ - زمان پیشروی

و $T_n$ زمان لازم جهت نفوذ عمق خالص آبیاری می‌باشد.

عمق خالص آبیاری بر اساس مطالعات خاکشناسی و نیاز آبی پنبه در آبیاری اول برابر ۴۰ میلی‌متر و در آبیاری دوم برابر ۸۰ میلی‌متر تعیین گردید.

با تعیین عمق خالص آب آبیاری و معادله نفوذ کوستیاکوف، زمان لازم جهت نفوذ عمق خالص آب آبیاری تعیین می‌شود. معادله نفوذ تعیین شده عبارتست از :

$$Z = ۳/۱۳۴T^{۰/۷۰۹} \text{ یا } F_n = ۳/۱۳۴T_n^{۰/۷۰۹}$$

که در آن : $Z$ - نفوذ تجمعی برحسب میلی‌متر

---

1 - EC

2 - PH

3 - SAR

و T زمان لازم برای نفوذ مقدار Z (برحسب دقیقه) می‌باشد.

بازاء $Z = ۴۰\ mm$ ⟶ در آبیاری اول ⟶ $T_n = ۳۶/۱۴ \approx$ دقیقه ۳۷

بازاء $Z = ۸۰\ mm$ ⟶ در آبیاری دوم ⟶ $T_n = ۹۶/۴۸ \approx$ دقیقه ۹۷

با مشخص شدن $T_n$ یعنی زمان لازم جهت نفوذ عمق خالص آبیاری در آبیاری اول و آبیاریهای بعدی، مدت زمان آبیاری ( $T_n$ ) مشخص می‌گردد. بدین ترتیب برای کلیه تیمارهای آبیاری با پایان پیشروی آب در طول ۱۲۰ متر فاروهای آزمایش به جهت نفوذ یکنواختی بین ابتدا و انتهای فاروها، آب بمدت $T_n$ دقیقه باید جریان می‌یافت که زمان $T_n$ برای کلیه تیمارها مساوی ولی زمان پیشروی متفاوت می‌باشد به همین خاطر مدت زمان آبیاری برای تیمارها متفاوت می‌باشد. در پایان برای کلیه تیمارها، مقایسه و ارزیابی‌های لازم از نظر کمیت و کیفیت رواناب صورت گرفت و اعداد و ارقام حاصله بوسیله روش آماری مناسب تجزیه و تحلیل گردید.

## نتایج و بحث

با استفاده از داده‌های بدست آمده در مرحله آزمایشات صحرایی و مزرعه‌ای طی ۲ مرحله آبیاری با ۴ میزان دبی ورودی و همچنین نتایج بدست آمده از تجزیه کیفی نمونه‌های آب، آنالیز کامل آماری بر روی این داده‌ها و نتایج، طبق تجزیه آماری طرح بلوکهای کامل تصادفی بدین ترتیب صورت گرفت که ابتدا نتایج بدست آمده در آبیاری اول تجزیه آماری شدند و آنگاه همین کار بر روی نتایج بدست آمده از آبیاری دوم صورت گرفت. برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون دانکن استفاده گردید. آنگاه برای مقایسه نتایج بدست آمده از آبیاری اول و دوم از آزمون t استفاده گردید. این تجزیه و تحلیل‌ها شامل ۲ بخش عمده ارزیابی کمی و کیفی آب رواناب در جهت استفاده مجدد از آن و در راستای افزایش راندمان آبیاری در آبیاری نشتی بوده است که ضمن آن پارامترهای دیگر نظیر راندمان کاربرد آب و عملکرد در واحد سطح نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

### ۱- کمیت آب رواناب

مهمترین پارامتری که در طراحی سیستمهای استفاده مجدد از آب رواناب آبیاری، مطرح است، حجم رواناب می‌باشد زیرا اساس و بنای این سیستمها بر استفاده از رواناب پایه‌ریزی شده است و تا حجم و کیفیت رواناب موجود را ندانیم، نمی‌توانیم یک طرح اساسی و مهندسی از این سیستمها را ارائه دهیم. در جداول ۱ و ۲ نتایج تجزیه آماری کمیت آب رواناب در آبیاری اول و دوم آمده است.

## ۲- کیفیت آب رواناب

منظور از کیفیت آب رواناب، مطلوبیت آن برای مصرف مجدد می‌باشد آب مطلوب امکان تولید حداکثر محصول را زیر نظر یک مدیریت صحیح آبیاری فراهم می‌کند ولی آبیاری با آب نامطلوب می‌تواند مسائلی را در خاک و کشت به دنبال داشته باشد که سبب کاهش محصول می‌شود.

در این طرح، برای سنجش کیفی آب رواناب، در زمانی که رواناب شروع می‌شد اقدام به نمونه‌گیری از آب در فواصل زمانی پانزده دقیقه تا خاتمه رواناب نموده و پس از تجزیه کامل نمونه‌های آب، پارامترهای هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، اسیدیته، مواد غذای شسته شده ومقدار رسوب، مورد توجه قرار گرفت که نتایج آن برای دو آبیاری اول و دوم به ترتیب در جداول شماره ۳ و ۴ آمده است.

### ۲-۱- هدایت الکتریکی یا شوری

با توجه به نتایج بدست آمده از ستون سوم جداول ۳ و ۴ تفاوت محسوسی بین شوری آب آبیاری و آب رواناب مشاهده نمی‌گردد. یعنی روانابهای سطحی در حین عبور از مزرعه فقط مقدار کمی املاح را در خود حل کرده و لذا به میزان بسیار ناچیزی کیفیت خود را از دست داده‌اند و می‌توان مجدداً از آنها استفاده نمود. براساس طبقه‌بندی آزمایشگاه شوری خاک آمریکا، آب رواناب کلیه تیمارها در کلاس $C_2$ قرار می‌گیرد.

### ۲-۲- نسبت جذب سدیم

نسبت جذبی سدیم فاکتور مناسبی برای شناخت قلیایی بودن آب آبیاری به حساب آمده و می‌تواند به عنوان معیاری برای تعیین خطرات ناشی از سدیک شدن خاک، مورد استفاده قرار گیرد. نسبت جذب کلیه تکرارها و تیمارهای طرح با توجه به جداول ۳ و ۴ در کلاس $S_1$ (درجه قلیایی کم) قرار می‌گیرند که از این آب می‌توان برای آبیاری غالب اراضی استفاده کرد.

### ۲-۳- اسیدیته

در این طرح کلیه تکرارها و تیمارها در pH بین ۷ تا ۸ قرار دارند که چون pH نمونه‌ها کمتر از ۸/۵ می‌باشد وتجزیه نمونه‌ها حاکی است که آب دارای یونهای کربنات $(CO_3^{--})$ نمی‌باشد این آبها کربناته نبوده و برای استفاده مجدد هیچ گونه محدودیتی ندارد.

## ۲-۴- تلفات ازت

ازت به دو صورت یون نیترات ($NO_3^-$) و یون آمونیوم ($NH_4^+$) قابل جذب بوسیله گیاه می‌باشد شستشوی ازت نیتراتی یکی از مهمترین روشهای تلف شدن ازت خاک است. از کل ازت تلف شده ۹۹ درصد معمولاً نیترات و ۱ درصد سایر اشکال ازت می‌باشد (۲). از مجموع کودهای ازتی و ازت معدنی شده خاک، فقط ۵۰ درصد مورد استفاده گیاه قرار گرفته و بقیه یا بصورت گاز از خاک خارج می‌شود و یا اینکه با آب آبیاری و باران از خاک خارج می‌گردد (۲) با توجه به نتایج جدول ۳ که در آن ازت نیتراته ($NO_3^-$ - N) در آب رواناب برای کلیه تیمارها و تکرارهای طرح، اندازه‌گیری شده است، معلوم می‌شود که مقدار تلفات ازت برای کلیه تیمارها وجود داشته و مقدار شستشوی ازت نیتراته با افزایش مقدار دبی ورودی رابطه خطی دارد. در جدول ۵ نتایج تجزیه آماری میزان نیترات شسته شده آمده است که با توجه به این نتایج می‌توان گفت که میزان شستشوی ازت نیتراتی با دبی‌های ۱/۷ و ۱/۴ یکسان و با دبی‌های ۱/۱ و ۰/۸ نیز تقریباً یکسان می‌باشد.

ازت موجود در آب آبیاری عیناً مانند ازت موجود در کودهای شیمیائی عمل کرده و مقادیر زیاد آن در آب آبیاری عیناً همانند مقادیر زیاد آن در کودهای شیمیائی ایجاد مسئله خواهد کرد. موقعی که در آب آبیاری میزان ازت معادل نیترات کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر باشد هیچگونه محدودیتی از نظر استفاده نداشته و معمولاً هیچگونه مسئله‌ای که ناشی از کیفیت آب باشد در خاک یا زراعت ایجاد نخواهد کرد. غلظتهای کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر ازت حتی بر گیاهانی که در برابر آن حساس هستند اثر زیادی نخواهد گذاشت. اما جلبکها و نباتات آبزی موجود در نهرها، دریاچه‌ها، آبگیرها و کانالها اغلب در موقعی که حرارت، نور آفتاب و سایر مواد غذایی گیاهی، در حد مطلوب باشند با این میزان ازت فعال گردیده و سریعاً رشد و نمو کرده و یا ممکن است این میزان ازت سبب افزایش ناگهانی جلبکها شود (۱). موقعی که این میزان بین ۵ تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر باشد شدت مسئله رو به افزایش است. زمانی که میزان نیترات بیشتر از ۳۰ میلی‌گرم در لیتر باشد استفاده کننده آب با مسائل خاک و زراعت که ناشی از کاربرد چنین آب نامطلوبی هستند، روبرو خواهد شد و انتظار بروز مسائل وخیم در گیاهان که در برابر ازت حساس هستند، می‌رود. در گیاهان مقاوم وجود بیش از ۳۰ میلی‌گرم در لیتر ازت در آبیاری احتمالاً برای تولید یک محصول خوب کافی بوده و در این صورت به کودهای ازته نیاز چندانی نخواهد بود (۱).

با توجه به ارقام جدول ۳ مشخص می‌شود که میزان ازت نیتراته که از طریق آب رواناب خارج شده در کلیه تیمارها بین ۵ تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر بوده و نشاندهنده افزایش شدت مسئله مخصوصاً با افزایش دبی می‌باشد. اما جهت استفاده مجدد از این رواناب برای آبیاری پنبه که حساسیت زیادی به میزان ازت ندارد مشکلی وجود نداشته و فقط باید در میزان کودی که قرار است استفاده شود، مورد توجه قرار گیرد.

## ۲-۵- فسفر

فسفر بعد از ازت مهمترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه بوده و به دو صورت $HPO_4^{--}$ و $H_2PO_4^-$ قابل جذب

بوسیله گیاه می‌باشد. نتایج جداول ۳ و ۴ حاکی است که مقدار فسفر در آب رواناب در هر دو مرحله آبیاری اول و دوم صفر بوده و هیچگونه فسفری در اثر آبشویی از دست نرفته است و این به واقعیت نزدیکتر است چرا که غلظت فسفر در محلول خاک در حدود ۰/۱ قسمت در میلیون است (۲). و به ندرت دیده شده است که این رقم حتی به نزدیک ۱ قسمت در میلیون برسد. با چنین غلظت کم، آبشوئی فسفر از خاک آن قدر ناچیز است که در غالب موارد باید آن را نادیده گرفت. در خاکهایی که کود فسفره دریافت دارند، غلظت فسفر در محلول خاک گاهی چندین برابر می‌شود و بنابر این تلفات فسفر نیز افزایش می‌یابد ولی با این حال مقدار تلفات، همیشه کمتر از میزان توقع است زیرا در بیشتر خاکها، فسفر محلول کودها فوراً بصورت غیرمحلول درآمده و از ترک آن در خاک کاسته می‌شود.

## ۲-۶- پتاسیم

در جداول ۶ و ۷ به ترتیب نتایج تجزیه آماری میزان پتاسیم شسته شده در آبیاری اول و دوم آمده است.

همانطور که از نتایج جداول ۶ و ۷ مشخص است. آبشویی پتاسیم به مقدار قابل ملاحظه‌ای در کلیه تیمارها وجود داشته است و هرچه مقدار دبی ورودی افزوده شود میزان پتاسیم شسته شده نیز زیاد می‌شود به حدی که در آبیاری اول و دوم با دبی ۱/۷ لیتر در ثانیه نزدیک به ۵۰ درصد پتاسیم موجود در لایه سطحی خاک توسط آبشویی سطح خارج شده است. در مورد آبشویی پتاسیم باید گفت برای آنکه پتاسیم شسته شود بایستی بصورت محلول باشد. همانطوری که پتاسیم در نیمرخ خاک پایین می‌رود. باکاتیون‌های خاک بحالت تعادل در می‌آید پتاسیم مدت طولانی را بصورت قابل تبادل و مدت بسیار کوتاهی را بصورت محلول می‌باشد و بنابر این حرکت نزولی پتاسیم در نتیجه وجود رس در خاک به تأخیر می‌افتد. تاخیر حرکت پتاسیم بستگی به ظرفیت تبادلی خاک و سهولت جانشینی آن بوسیله کاتیون‌های دیگر دارد. بنابر این در خاک شنی تلفات پتاسیم سریع و زیاد خواهد بود. وقتی سایر شرایط مساوی باشند هرچه میزان پتاسیم بیشتر باشد میزان تلفات نیز بیشتر است. همچنین تلفات پتاسیم بوسیله فرسایش غیرقابل توجه است و چون قسمت عمده پتاسیم همراه ذرات رس است بنابر این فرسایش می‌تواند مقدار قابل ملاحظه‌ای پتاسیم را از خاک خارج کند. از آنجا که فرسایش خاک سطحی مزراعی را تلف می‌کند بطور نسبی مقدار بیشتری ازت با خود می‌برد تا پتاسیم چون میزان ازت سطح الارض بیشتر از سایر قسمت‌های خاک است .

همچنین در مقایسه میزان پتاسیم شسته شده آبیاری اول و دوم مشخص شد که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. یعنی در هر بار آبیاری مقداری مشخص پتاسیم خاک توسط آبشویی سطحی از بین می‌رود که فقط در صورت استفاده مجدد از اب رواناب می‌توان از هدر رفت مقدار پتاسیم شسته شده جلوگیری نمود.

## ۲-۷- میزان رسوب

برطبق تجزیه آماری میزان رسوب مشخص شد که در آبیاری اول بین تیمارهای $Q_1$ و $Q_2$ و همچنین $Q_3$ و $Q_4$ اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود ندارد. به علاوه از مقایسه میزان متوسط رسوب حمل شده در آبیاری اول و دوم معلوم شد که در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند که مبین این امر است که در هر بار آبیاری مقداری خاک

شسته شده و از مزرعه خارج شده است. به عبارت ساده‌تر باید گفت که در آبیاری با هر میزان دبی ورودی جابجائی ذرات خاک و باصطلاح فرسایش وجود دارد. امّا با افزایش دبی ورودی، میزان فرسایش و جابجائی ذرات خاک نیز بیشتر است و چون میزان تلفات فسفر و پتاسیم رابطه مستقیمی با فرسایش خاک دارد (برای مثال باید گفت که قسمت عمده پتاسیم همراه ذرات رس است و در تجزیه دو نمونه خاک شسته شده و فرسایش یافته انتهای فاروها با دبی ورودی ۱/۷ لیتر در ثانیه میزان پتاسیم قابل جذب ۳۵۰ قسمت در میلیون و میزان فسفر قابل جذب ۱۲ قسمت در میلیون بدست آمد. (بافت خاک مذکور سیلتی کلی با ۴۴ درصد سیلت و ۴۶ درصد رس بود) می‌بینیم که انتقال رسوب نه تنها ذرات خاک، بلکه مواد غذایی مورد نیاز گیاه را نیز از بین می‌برد. بعد از تجزیه ذرات خاک رسوب معلوم گردید که بیشترین درصد ذرات را سیلت و رس تشکیل داده‌اند. به همین خاطر برای استفاده مجدد از آب رواناب مخصوصاً موقعی که انتقال و توزیع آب توسط لوله‌های دریچه‌دار صورت می‌گیرد. ایجاد یک حوضچه رسوبگیر قبل از مخزن ذخیره لازم و ضروری است و احداث آن برای هر میزان دبی ورودی فارو لازم است.

## ۳- راندمان آبیاری

در جداول ۸ و ۹ نتایج تجزیه آماری راندمانهای مصرف آب [1] در آبیاری اول و دوم آمده است. با مقایسه راندمانها در آبیاری اول و دوم معلوم شد که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری با هم دارند و این به دلیل بهبود راندمان آبیاری در آبیاری دوم بوده است دلایل این بهبود عبارتند از: کم شدن زمان پیشروی، افزایش عمق ریشه و در نتیجه افزایش عمق خالص آب آبیاری.

در آبیاری اول متوسط راندمان آبیاری برای [illegible]مارها ۲۶/۰۶۹ درصد بدست آمد که رقم بسیار پایینی است و مبین تلفات حدود ۷۴ درصد آب بصورت رواناب و نفوذ عمقی می‌باشد. تلفات عمقی در آبیاری نشتی را ممکن است با اعمال مدیریتهای صحیح آبیاری از جمله آبیاری موجی [2] کاهش داد اما در هر صورت وجود داشته و بطور کامل از بین نمی‌رود اما تلفات رواناب را می‌توانیم با طرح یک سیستم استفاده مجدد از آب رواناب از بین ببریم و در حقیقت رواناب تلف شده نخواهیم داشت چون مجدداً از آن برای آبیاری قطعات باقیمانده بالا دست و یا پایین دست استفاده می‌نمائیم. برای مثال در آبیاری اول متوسط حجم رواناب برای دبی ۱/۷ لیتر در ثانیه به مقدار ۱۴۱۰ لیتر بدست آمده است که با فرض اینکه هر قطعه آبیاری از ۲۰ فارو به عرض ۰/۸ و طول ۱۲۰ متر تشکیل شده باشد و در هر بار آبیاری یک قطعه آبیاری گردد. حجم کل رواناب یک قطعه (۲۰ فارو) بالغ بر ۶۸۲۰۰ لیتر می‌گردد. اگر تعداد کل قطعات مزرعه ۱۰ عدد باشد [3] (یک مزرعه ۲ هکتاری). کل رواناب حاصل از ۱۰ قطعه بالغ بر ۶۸۲ متر مکعب می‌گردد، که در صورت عدم استفاده از چنین روانابی آب بسیاری را تلف نموده‌ایم. اما اگر برنامه‌ای برای استفاده مجدد از همین رواناب داشته باشیم با احداث یک مخزن ذخیره و یک حوضچه رسوبگیر، می‌توانیم مبادرت به اینکار نمائیم که گنجایش مخزن ذخیره باید کمی بیشتر از ۶۸/۲ متر مکعب باشد (در صورتیکه سیستم پمپاژ، پیوسته باشد). برای مثال مخزنی با ابعاد ۱/۵ × ۶ × ۸ متر که حجم آن ۷۲ متر مکعب می‌شود این مخزن ذخیره در انتهای پایین دست مزرعه حفر شده و آب رواناب کلیه قطعات در آن جمع می‌شود که جهت استفاده آن برای قطعات

---

1 - Application Efficiency.

2 - Surge Irrigation

3 - 10 set.

بعدی اراضی بالادست، بعد از تعویض آبیاری هر قطعه، بلافاصله آب رواناب مخزن از طریق لوله به بالادست پمپ منتقل شده و برای تکمیل آبیاری قطعات بعدی همراه با جریان آب آبیاری استفاده می‌گردد.

جدول ۱ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی کمیت آب رواناب در آبیاری اول

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | میزان متوسط رواناب هر تیمار lit | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 3410.005 | $A^+$ | | |
| Q2 = 1.4 | 2298.33 | B | | |
| Q3 = 1.1 | 1670.752 | C | | |
| Q4 = 0.8 | 1417.710 | C | ** | 6.44 |

+ حروف مشابه در هر ستون نمایانگر معنی‌دار نبودن اختلاف تیمارها در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (براساس آزمون دانکن)

** معنی دار در سطح ۱٪

بین تکرارهای هر تیمار اختلاف معنی دار وجود ندارد.

جدول ۲ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی کمیت آب رواناب در آبیاری دوم

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | میزان متوسط رواناب هر تیمار lit | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 7163.317 | A | | |
| Q2 = 1.4 | 5935.102 | B | | |
| Q3 = 1.1 | 4097.880 | C | | |
| Q4 = 0.8 | 3744.525 | C | ** | 3.44 |

بین تکرارهای هر تیمار اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۳ - نتایج آنالیز کیفیت آب آبیاری و آب رواناب در آبیاری اول

| شماره تکرارها | دبی ورودی (تیمارها) | هدایت الکتریکی | نسبت جذب سدیم | طبقه بندی آب | اسیدیته | ازت* نیتراته | فسفر** قابل جذب | پتاسیم*** قابل جذب | رسوب حمل شده |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Rep.No | $Q_{in}$ lit/sec | EC × $10^6$ | SAR | Class | pH | $No_3$ - N (PPM) | P (PPM) | K (PPM) | Sediment gr/lit |
| آب آبیاری رواناب | — | 594 | 0.6 | C2 - S1 | 7.4 | — | 0 | 50 | — |
| تکرار 1 | 1.7 | 596 | 0.7 | " | 7.9 | 13.9 | " | 235 | 14.73 |
| 2 " | " | 639 | " | " | " | 12.7 | " | 280 | 34.12 |
| 3 " | " | 630 | " | " | 7.8 | 11.8 | " | 205 | 12.34 |
| 4 " | " | 640 | " | " | 7.8 | 10.4 | " | 185 | 17.46 |
| آب آبیاری رواناب | — | 514 | 0.8 | C2 - S1 | 7.9 | — | 0 | 50 | — |
| تکرار 1 | 1.4 | 559 | " | " | 7.4 | 9.9 | " | 195 | 9.53 |
| 2 " | " | 547 | " | " | 7.7 | 10.2 | " | 213 | 14.25 |
| 3 " | " | 547 | " | " | 7.7 | 12.1 | " | 199 | 10.10 |
| 4 " | " | 560 | " | " | 7.8 | 10.1 | " | 202 | 10.58 |
| آب آبیاری رواناب | — | 570 | 0.7 | C2 - S1 | 7.7 | — | 0 | 50 | — |
| تکرار 1 | 1.1 | 589 | 0.8 | " | 7.8 | 9.2 | " | 190 | 8.72 |
| 2 " | " | 607 | 0.7 | " | 7.8 | 9.4 | " | 193 | 7.09 |
| 3 " | " | 625 | 0.7 | " | 7.9 | 8.2 | " | 186 | 3.84 |
| 4 " | " | 578 | 0.7 | " | 8.0 | 7.8 | " | 226 | 6.82 |
| آب آبیاری رواناب | — | 514 | 0.8 | C2 - S1 | 7.9 | — | 0 | 50 | — |
| تکرار 1 | 0.8 | 603 | 0.8 | " | 7.6 | 7.5 | " | 120 | 1.58 |
| 2 " | " | 587 | 0.9 | " | 7.8 | 6.4 | " | 100 | 1.35 |
| 3 " | " | 610 | 0.9 | " | 7.8 | 7.3 | " | 175 | 2.92 |
| 4 " | " | 646 | 0.8 | " | 7.7 | 7.6 | " | 150 | 5.90 |

* از طریق دستگاه اسپکتروفتومتر (متد بروسین) اندازه‌گیری شده است.

** روش اولسن

*** استفاده از فیلم فتومتر (Flamephotometry)

جدول ۴ - نتایج آنالیز کیفیت آب آبیاری و آب رواناب در آبیاری دوم

| شماره تکرارها<br>1<br>Rep.No | دبی ورودی (تیمارها)<br>2<br>$Q_{in}$<br>lit/sec | هدایت الکتریکی<br>3<br>EC × $10^6$ | نسبت جذب سدیم<br>4<br>SAR | طبقه بندی آب<br>5<br>Class | اسیدیته<br>6<br>pH | ازت نیتراته<br>7<br>$No^-_3$ - N<br>(PPM) | فسفر قابل جذب<br>8<br>P<br>(PPM) | پتاسیم قابل جذب<br>9<br>K<br>(PPM) | رسوب حمل شده<br>10<br>Sediment<br>gr/lit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آب آبیاری | — | 598 | 0.8 | C2 - S1 | 7.9 | — | 0 | 50 | — |
| رواناب تکرار 1 | 1.7 | 604 | 0.9 | " | 7.4 | — | " | 236 | 11.37 |
| 2 " | " | 625 | 0.8 | " | 7.6 | — | " | 276 | 9.60 |
| 3 " | " | 633 | 0.8 | " | 7.4 | — | " | 225 | 12.21 |
| 4 " | " | 629 | 0.9 | " | 7.7 | — | " | 212 | 10.65 |
| آب آبیاری | — | 532 | 0.8 | C2 - S1 | 7.7 | — | 0 | 50 | — |
| رواناب تکرار 1 | 1.4 | 557 | " | " | 7.7 | -- | " | 213 | 7.12 |
| 2 " | " | 562 | " | " | 7.7 | — | " | 193 | 8.91 |
| 3 " | " | 560 | " | " | 7.7 | — | " | 201 | 11.25 |
| 4 " | " | 580 | " | " | 7.8 | — | " | 181 | 6.45 |
| آب آبیاری | — | 586 | 0.8 | C2 - S1 | 7.8 | — | 0 | 60 | — |
| رواناب تکرار 1 | 1.1 | 606 | " | " | 7.5 | — | " | 160 | 3.47 |
| 2 " | " | 625 | " | " | 7.7 | — | " | 167 | 5.23 |
| 3 " | " | 641 | " | " | 7.7 | — | " | 173 | 4.18 |
| 4 " | " | 609 | " | " | 7.8 | — | " | 173 | 3.37 |
| آب آبیاری | — | 589 | 0.8 | C2 - S1 | 7.3 | — | 0 | 50 | — |
| رواناب تکرار 1 | 0.8 | 656 | 0.7 | " | 7.7 | — | " | 150 | 1.50 |
| 2 " | " | 640 | 0.7 | " | 7.6 | — | " | 160 | 1.62 |
| 3 " | " | 642 | 0.8 | " | 7.4 | — | " | 145 | 2.12 |
| 4 " | " | 632 | 0.7 | " | 7.7 | — | " | 140 | 1.72 |

جدول ۵ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی میزان نتیرات شسته شده در آبیاری اول

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | میزان متوسط نیترات شسته شده در هر تیمار mg/lit | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 12.20 | A | | |
| Q2 = 1.4 | 10.57 | A | | |
| Q3 = 1.1 | 8.65 | B | | |
| Q4 = 0.8 | 7.20 | B | * | 10.63 |

جدول ۶ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی میزان پتاسیم شسته شده در آبیاری اول

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | میزان متوسط پتاسیم شسته شده در هر تیمار P.P.M | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 226.25 | A | | |
| Q2 = 1.4 | 202.25 | A | | |
| Q3 = 1.1 | 198.75 | A | | |
| Q4 = 0.8 | 136.25 | B | * | 16.89 |

بین تکرارهای هر تیمار اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۷ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی میزان پتاسیم شسته شده در آبیاری دوم

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | میزان متوسط پتاسیم شسته‌شده در هر تیمار P.P.M | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 237.25 | A | | |
| Q2 = 1.4 | 197.00 | B | | |
| Q3 = 1.1 | 168.25 | C | | |
| Q4 = 0.8 | 148.75 | C | * | 8.19 |

بین تکرارهای هر تیمار اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۸ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی راندمان کاربرد اب در آبیاری اول

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | متوسط راندمان کاربرد آب در هر تیمار % | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 26.025 | B | | |
| Q2 = 1.4 | 27.550 | A | | |
| Q3 = 1.1 | 26.325 | B | | |
| Q4 = 0.8 | 24.375 | C | ** | 1.71 |

بین تکرارهای هر تیمار اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۹ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی راندمان کاربرد آب در آبیاری دوم

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | متوسط راندمان کاربرد آب در هر تیمار % | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 40.900 | D | | |
| Q2 = 1.4 | 46.325 | C | | |
| Q3 = 1.1 | 52.125 | B | | |
| Q4 = 0.8 | 58.775 | A | ** | 0.41 |

بین تکرارهای هر تیمار اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۱۰ - مقایسه اثر تیمارهای مورد مطالعه بر روی میزان محصول در واحد سطح

| مقادیر دبی ورودی lit/sec | متوسط عملکرد در واحد سطح ton / ha | | مقدار F Q | %CV |
|---|---|---|---|---|
| Q1 = 1.7 | 2.252 | A | | |
| Q2 = 1.4 | 2.767 | A | | |
| Q3 = 1.1 | 3.100 | A | | |
| Q4 = 0.8 | 3.023 | A | $NS^+$ | 19.70 |

+ غیر معنی‌دار (Not significant)

با استفاده از رواناب حاصله، راندمان آبیاری در آبیاری اول تا حد ۵۰٪ قابل افزایش است زیرا آب رواناب جزو تلفات به حساب نیامده و به راندمان کاربرد آب افزوده می‌شود. مثلاً برای همان دبی ۱/۷ لیتر در ثانیه، متوسط راندمان کاربرد آب ۲۶/۰۲۵ درصد بدست آمده است و متوسط نسبت رواناب ۲۳/۱۵ درصد می‌باشد که اگر با استفاده مجدد از این آب، آنرا جزو تلفات به حساب نیاوریم خواهیم داشت :

$$۲۶/۰۲۵ + ۲۳/۱۵ = ۴۹/۱۷۵ \approx ٪۵۰$$

محاسبات مشابهی را برای بقیه تیمارها می‌توان انجام داد. در هر صورت با به حساب نیاوردن تلفات رواناب (بخاطر استفاده مجدد از آن) راندمان مصرف آب به حد قابل توجهی، افزایش می‌یابد. مخصوصاً در آبیاری دوم که نسبتهای رواناب تا حد ۳۹ درصد نیز داریم. یعنی از کل آب کاربردی ۳۹ درصد فقط بصورت رواناب سطحی از مزرعه خارج شده است با استفاده مجدد از آب رواناب می‌توان راندمان آبیاری را در آبیاری دوم تا حد ۷۹ درصد در تیمار ۱/۷ لیتر در ثانیه افزایش داد.

## ۴- عملکرد در واحد سطح

برداشت پنبه در این طرح در دوچین صورت گرفت و بعد از تبدیل ارقام طرح برحسب تن در هکتار و تجزیه آماری. نتایج در جدول ۱۰ درج گردیده است.

تجزیه آماری هیچگونه اختلاف معنی‌داری [illegible] تکرارها و تیمارها نشان نمی‌دهد (در سطح ۵ درصد) یعنی بازاء دبی‌های متفاوت ورودی در مزرعه، میزان برداشت محصول تفاوت معنی‌داری ندارد. اما نکته‌ای که حائز اهمیت می‌باشد این است که این مقادیر محصول بازاء مصارف متفاوت آب بدست آمده‌اند. برای مثال با دبی ۱/۷ لیتر در ثانیه میزان متوسط مصرف آب ۳۴۹۰/۳ متر مکعب در هکتار شده است اما با دبی ۱/۱ لیتر در ثانیه که بیشترین عملکرد در واحد سطح را دارد میزان متوسط مصرف اب ۳۰۵۰/۷ متر مکعب در هکتار شده است. اگر میزان متوسط محصول را بر میزان آب مصرف شده تقسیم نمائیم و باصطلاح تولید محصول را بازاء واحد مصرف آب محاسبه نمائیم برای دبی ۱/۷ عدد $\frac{۶}{۱۰۰۰۰}$ و برای دبی ۱/۱ عدد $\frac{۱۰}{۱۰۰۰۰}$ بدست می‌آید که معنا و مفهوم آن این است که بازاء مصرف یکسان آب، دبی ۱/۱ محصول بیشتری را عاید ساخته است و این همان مسئله مطلوبی است که همگان بر روی آن اتفاق نظر دارند یعنی تولید بیشتر محصول بازاء مصرف آب کمتر، به عبارتی دیگر می‌توان چنین نتیجه گرفت که با حجم آب بیشتر نمی‌توان به عملکرد بیشتری دست یافت. در هر صورت با برداشت ۳/۱۰۰ تن وش در هکتار بازاء دبی طرح یعنی ۱/۱لیتر درثانیه، این میزان محصول در مقایسه با متوسط محصول برداشت‌شده پنبه آبی منطقه که حدود ۲ تن در هکتار است رقم بالایی است بویژه اگر میزان مصرف آب را نیز مورد توجه قرار دهیم.

## سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این طرح از محل اعتبارات طرحهای تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی سازمان تحقیقات کشاورزی تأمین شده است که به همین خاطر از آقای مهندس عباس کشاورز سرپرست وقت محترم مؤسسه سپاسگزاری می‌گردد. همچنین در انجام کارهای پژوهشی این طرح از مشورت و راهنمایی‌های ارزنده استادان عالیقدر گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران، آقایان دکتر حسین فرداد، دکتر علی ولی خوجینی و دکتر تیمور سهرابی برخوردار بوده‌ام که در اینجا از زحمات ایشان صمیمانه قدردانی می‌گردد. در پایان نیز از آقای مهندس داود نادری کارشناس و مسئول آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز گرگان بخاطر تجزیه نمونه‌های آب و خاک صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

## مراجع مورد استفاده :


۱ - حاج رسولیها، شاپور، ۱۳۶۴ . کیفیت آب برای کشاورزی (ترجمه)، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۷ ص.

۲ - سالاردینی، علی اکبر، ۱۳۶۶. حاصلخیزی خاک، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۷۳۹، تهران ۴۴۱ ص.

3 - Bondurant, J. A. 1969 Design of recirculating irrigation systems. transactions of the ASAE, Vol. 12 (2) : 195 - 198.

4 - Bondurant , J.A. 1971. Quality of surface irrigation runoff water. Transactions of the ASAE, Vol. 14 (2) : 1001 - 1003.

5 - Davis, J.R. 1964. Design of irrigation tailwater systems. Transactions of the ASAE , Vol. 7 (3) : 336 - 338.

6 - Fischbach. P.E & R. Somerhalder. 1971. Efficiencies of an automated surface irrigation systems with and without a runoff re-use system. Transactions of the ASAE, Vol. 14 (4) : 717 - 719.

7 - Pope, L.D & A.D. Barefoot. 1973. Reuse of surface runoff from furrow irrigation. Transactions of the ASAE, Vol. 16(6) : 1088 - 1091.

8 - Stringham, G.E & S. N. Hamad. 1975. Irrigation runoff recovery in the design of constant furrow discharge irrigation systems. Transactions of the ASAE,

9 - Walker, W. R. 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. No. 45. FAO paper. 137 PP.

## *Evaluation of Quantity and Quality of Return Flow in Furrow Irrigation*

*ABSTRACT :*

Substantial improvements in the application efficiency of furrow irrigation sysyems are possible when tailwater is no longer a waste. But there muut be a precise evaluation of the quantity and quality of runoff water before its reuse, therefore it was attempted to make such an evaluation at cotton farms under study in the Gorgan and Gonbad regions which are the major cotton producing regions in the country. During this research four treatments of continuous inflow with rates of 1.7 , 1.4, 1.1 and 0.8 liters per second, in gradient furrow 120 meters long with open end, were investigated in complete randomized block design with 4 replications per treatment. The range of discharge from erosive flow to none erosive flow was different. All planting, and harvesting operations was done in the conventional fashion of cotton farming and irrigation was done according to requirement by gated pipe. During each irrigation the quantity of runoff water was measured with 1 inch parshal flume and samples of the runoff water was sent to the labratory for analysis and the sediments carried by the water precisely evaluated.

The results show that the quantity of runoff water requires the construction of reservoir suitable with the volume of runoff water in each area in order to enable its reuse, thus some of the farm land must be allocated to reservoirs and since the cost of farm land is high, the reservoirs must be designed to occupy the minimum amount of land. Also since there was no statistically significant differene between the runoff water of 1.1 and 0.8 liters per second discharge and since these were the smallest capacities under study, hence the use of about 1.1 liters per second discharge or less is recomended for reuse of irrigation, becouse higher rates of discharge are erosive and produce a larger volume of runoff water and hence need larger reservoirwhilst they do not significantly increase yields per unit area.

Also, qulaitatively, the results show that the reuse of runoff water for irrigation from

the stand point of salinity, acidity, SAR, SSP and the quantity of nutrients contained in it is quite desirable, and that runoff water together with irrigation water can be classified as C2-Sl. But since a pump and pipes are necessary to transport and reuse runoff water from down ground in up grounds, in order to prevent settling down of precipitates, which are commonly particles of silt and clay, within the return pipes, it is necessary to construct precipitation pools.