

## بهره برداری و نگهداری از شبکه های آبیاری و زهکشی

(قسمتی از درسنامه نیم فصل اول سال تحصیلی ۸۹-۸۸، مرکز آموزش علمی - کاربردی جهادکشاورزی فارس)

### الف - بهره برداری

مهمترین خدمتی که یک طرح آبیاری و زهکشی ارائه می دهد توزیع آب آبیاری است.

بهترین صورت ارائه خدمت از دید یک بهره بردار (کشاورز) شرایط ذیل است:

۱. تعیین زمان استفاده از آب آبیاری توسط بهره بردار.

۲. برداشت از شبکه به میزان نامحدود.

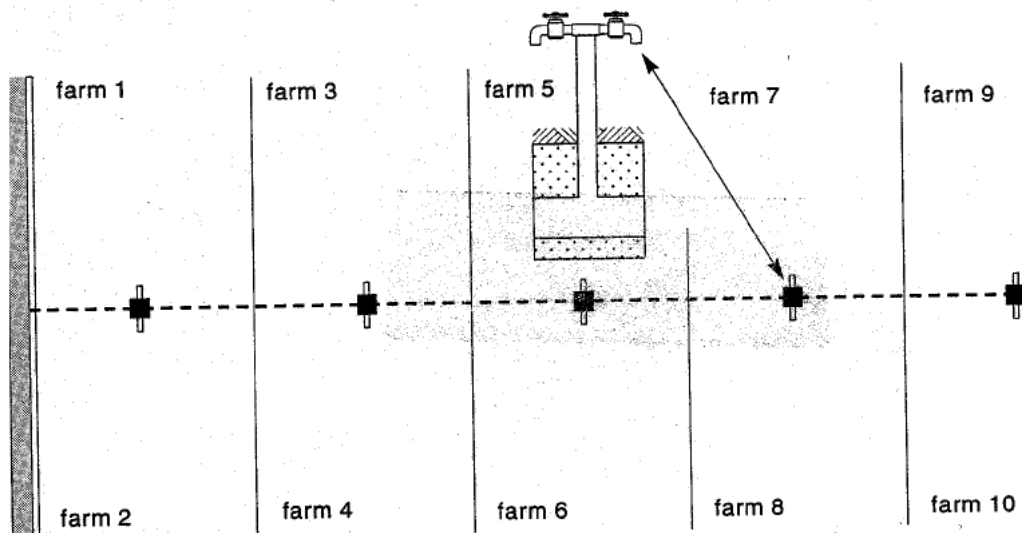
۳. برداشت از شبکه با مدت نامحدود.

شکل ۱- طرحی را نشان می دهد که به بهره بردار اجازه می دهد با هر میزان و به هر مدت زمان

که آب نیاز دارد از شبکه برداشت کند. این شبکه از لحاظ شکلی مشابه شبکه های تامین آب آشامیدنی

است؛ با این تفاوت که دبی خروجی جهت مصارف کشاورزی در محل هر شیر در مقایسه با یک

سیستم آبرسانی شهری بسیار بیشتر است.



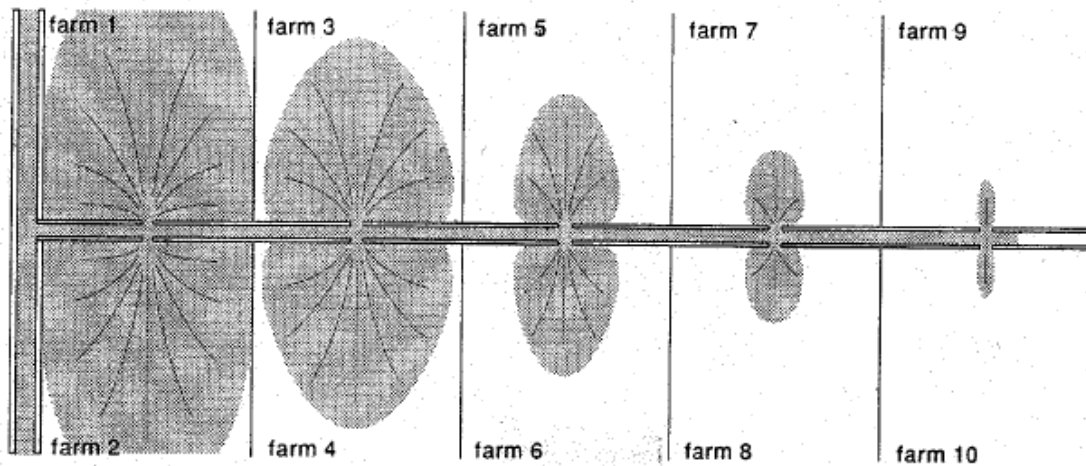
شکل ۱- لوله های زیرزمینی با رایزر و شیر مربوط جهت آبرسانی به ۱۰ مزرعه.

**مثال:** جهت آبیاری یک مزرعه ۱ هکتاری با ۵۰ میلیمتر آب آبیاری در ۸ ساعت شدت جریانی معادل:

$$\frac{100 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 0.05 \text{ m}}{8 \times 60 \times 60 \text{ sec}} = 0.0174 \text{ m}^3/\text{s} = 17.4 \text{ l/s}$$

نیاز است. این میزان تقریباً ۵۰ برابر ظرفیت بزرگترین شیر آبرسانی شهری است. بر این اساس می توان محاسبه کرد که هزینه چنین شیری تقریباً ۲۵ برابر یک شیر آب خانگی است.

**نتیجه:** از آنجایی که آب رسانی به مزارع در مقایس کمیت های زیاد آب انجام می شود، طرح هایی مبتنی بر مجاری بسته و شیرهای خروجی معمولاً بسیار هزینه بر هستند. در نتیجه تعداد شبکه های آبیاری مبتنی بر لوله گذاری، انگشت شمار بوده و محدود به شرایط خاص است.



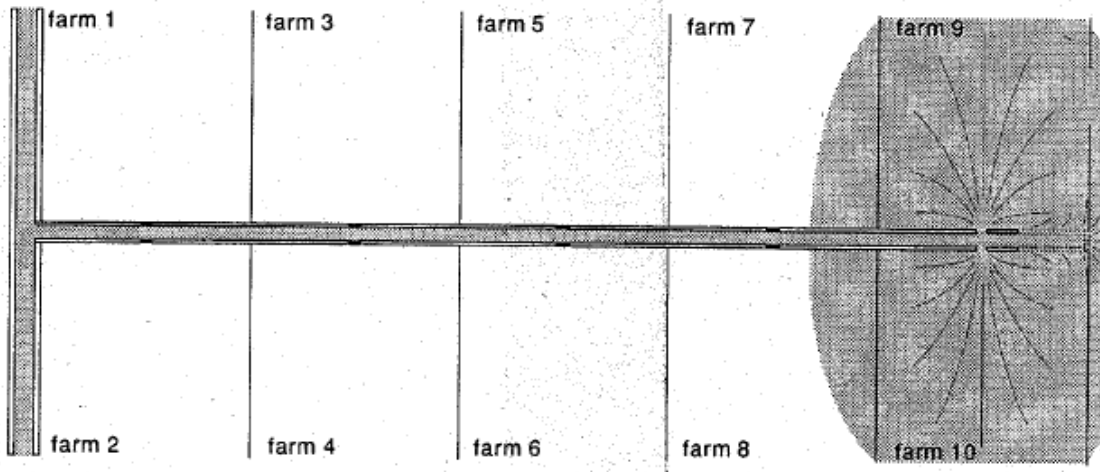
شکل ۲- شبکه آبیاری مبتنی بر کانال باز (توزیع نامتناسب، اضافه برداشت در سرآب).

**شکل ۲- یک نمونه شبکه آبیاری با کانال باز را نشان می دهد.**

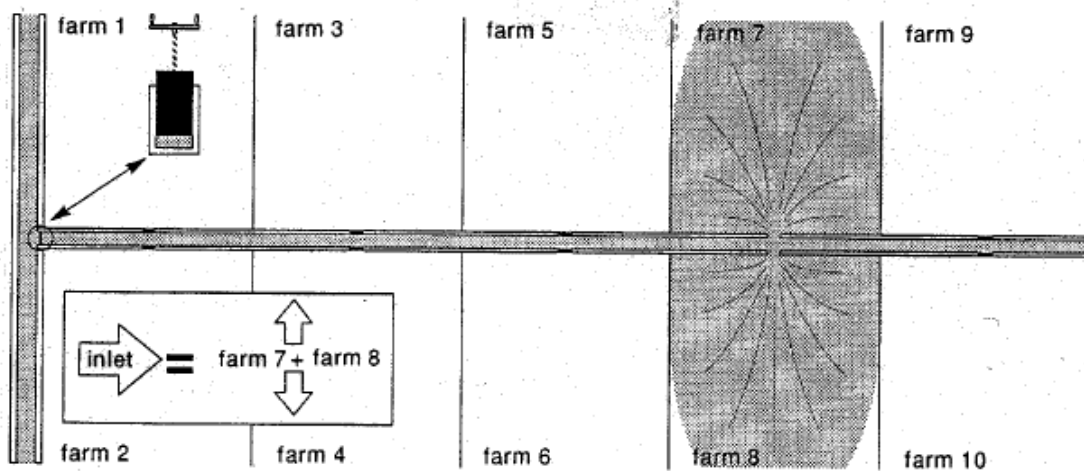
در چنین شبکه ای بهره برداران نمی توانند دریچه های آبیاری خود را باز یا بسته کنند. هرگاه در چنین شبکه ای بهره برداران بالادست اقدام به برداشت آب کنند در پایاب شبکه آبرسانی محدود و یا متوقف می شود (شکل ۲). در همین شبکه اگر بهره برداران سرآب آبیاری را متوقف کنند؛ ممکن است، در پایاب کانال سرریز<sup>۱</sup> نموده و اراضی مجاور دچار آبگرفتگی شود (شکل ۳).

<sup>1</sup> Overtopping

**نتیجه:** در یک شبکه آبیاری مبتنی بر کانال، جریان ورودی باید برابر میزان جریان توزیع شده در مزارع باشد (شکل-۴).



شکل-۳- شبکه آبیاری مبتنی بر کانال باز (توزیع نامتناسب-توقف آبیاری در سرآب).

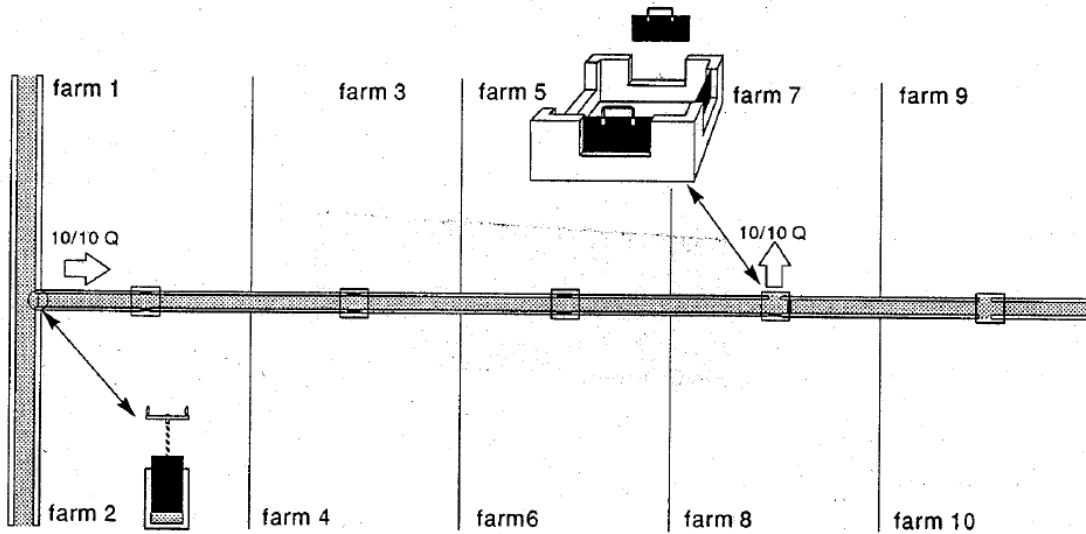


شکل-۳- شبکه آبیاری مبتنی بر کانال باز (توزیع مناسب-جریان ورودی = مصرف شبکه).

اینکه به سادگی یا به سختی از شبکه بهره برداری شود، بسته به انتخاب روش توزیع آب در سطح شبکه آبیاری و زهکشی است.

## روشهای توزیع جریان:

۱- روش تقسیم جریان<sup>۲</sup> (توزیع متناسب<sup>۳</sup>): هر کشاورز شدت جریان برابری از شبکه برداشت خواهد کرد به عنوان مثال در مزرعه شکل-۴ از ۶۰ لیتر بر ثانیه دبی تحویلی سهم هر کشاورز ۶ لیتر بر ثانیه خواهد بود. در این شیوه سازه مورد نیاز جهت توزیع آب جعبه تقسیم<sup>۴</sup> با خروجی برابر است. این شیوه آبرسانی نیاز به انجام عملیات خاصی از سوی بهره‌دار و یا اپراتور شبکه ندارد.

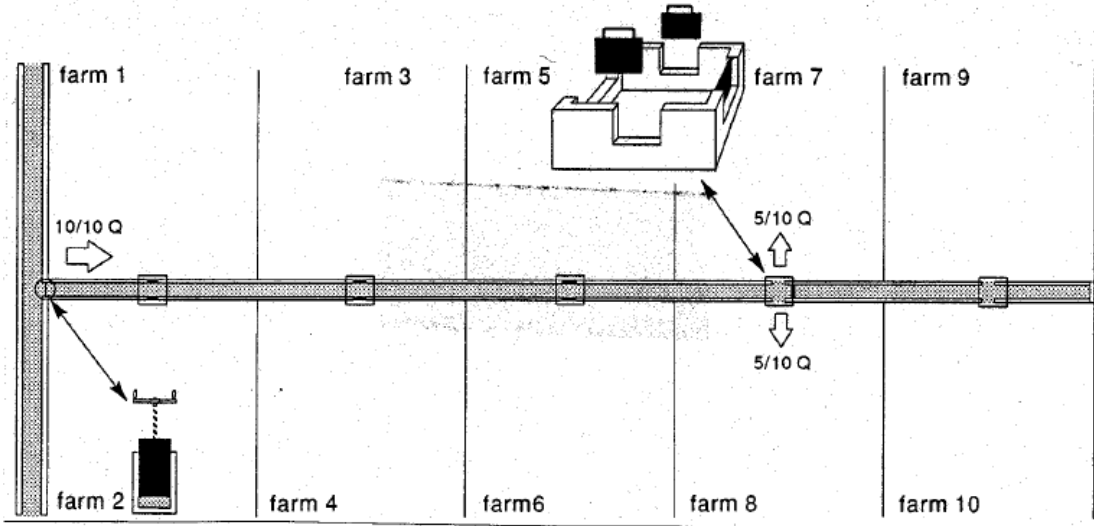


شکل-۴- روش تقسیم جریان.

۲- روش مالکیت زمانی<sup>۵</sup> (گردشی<sup>۶</sup>): براساس این روش، در مثال قبل هر مزرعه به نوبت می‌تواند بیشینه دبی یعنی ۶۰ لیتر بر ثانیه را در اختیار داشته باشد. مدت زمان آبیاری بر اساس نیاز آبی مزرعه و زمان مناسب برای بهره‌بردار تعیین می‌شود. در این روش سازه‌ای برای تقسیم جریان مورد نیاز نیست و تنها قطع جریان و یا برقراری آن در ورودی مزرعه مورد نظر است. لذا، استفاده از انواع دریچه‌های در این روش مد نظر است. این روش نیازمند کنترل از سوی اپراتور و یا بهره‌بردار است.

<sup>2</sup> Flow Sharing  
<sup>3</sup> Proportional Delivery  
<sup>4</sup> Diversion Box  
<sup>5</sup> Time Sharing  
<sup>6</sup> Rotation

۳- **روش ترکیبی:** در این شیوه ترکیبی از روش های فوق اعمال می شود. بر این اساس در عوض انتقال تمامی جریان (۶۰ لیتر بر ثانیه) به یک مزرعه در یک بازه زمانی این جریان بین دو مزرعه به صورت همزمان تقسیم می شود (شکل-۵).



شکل-۵- روش ترکیبی.

**سوال:** برای یک گروه ۱۰ نفری از کشاورزان که نیازمند تقسیم ۶۰ لیتر بر ثانیه جریان هستند، کدام روش را می توان توصیه کرد؟

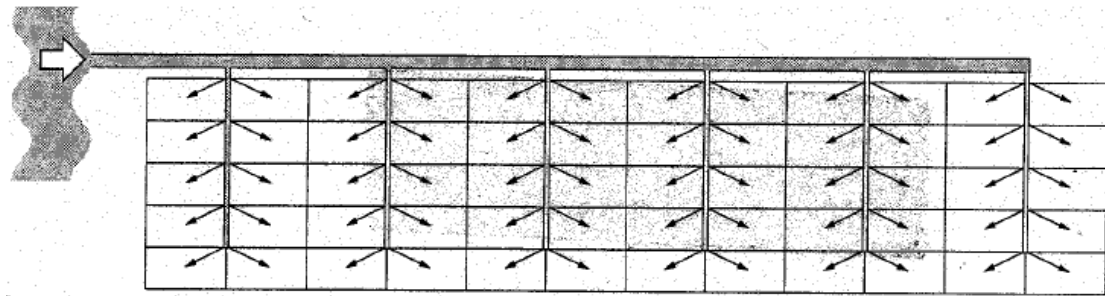
**پاسخ:** در روش نخست سهم هر مزرعه ۶ لیتر بر ثانیه است، که یک آبیاری خیره بیش از این مقدار آب را می تواند مدیریت کند.

در روش دوم سهم هر مزرعه ۶۰ لیتر بر ثانیه است، در این شیوه کنترل آب در مزرعه و جلوگیری از فرسایش خاک بسیار مشکل خواهد بود.

در نتیجه، بهترین گزینه ترکیبی از موارد فوق و آبرسانی به میزان قابل کنترل و کافی است. در این مورد و بسیاری از موارد روش ترکیبی راه حل بهینه مسئله است.

### روشهای آبرسانی به زیرمجموعه های شبکه (واحدهای ثالث<sup>۷</sup>):

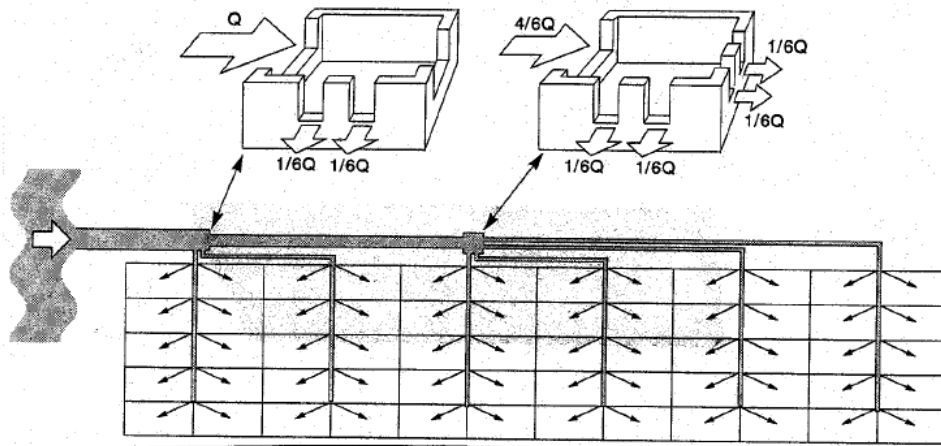
گفته شد به منظور کاهش هزینه های آبرسانی به هر تعداد مزرعه معین یک خروجی واحد اختصاص می دهیم، این کار هزینه های بهره برداری را نیز کاهش خواهد داد. شکل ۶- ترکیب یک شبکه آبیاری را برای شصت مزرعه که در گروههای زیرمجموعه ده تایی تقسیم بندی شده اند مشاهده می شود. در این روش تنها ۶ خروجی برای انجام عملیات بهره برداری لازم است. در ادامه ۴ روش آبرسانی به طرح شکل ۶- را بررسی می کنیم:



شکل ۶- آبرسانی به شصت مزرعه در ۶ گروه ده تایی.

- ۱- روش توزیع متناسب.
  - ۲- کنترل سرآب توسط دریچه های کشویی.
  - ۳- کنترل سرآب توسط سرریزها.
  - ۴- کنترل پایاب.
- نکته:** توزیع جریان در واحدهای زیرمجموعه نظیر شکل ۵- است.
- توزیع متناسب (شکل ۷-):**

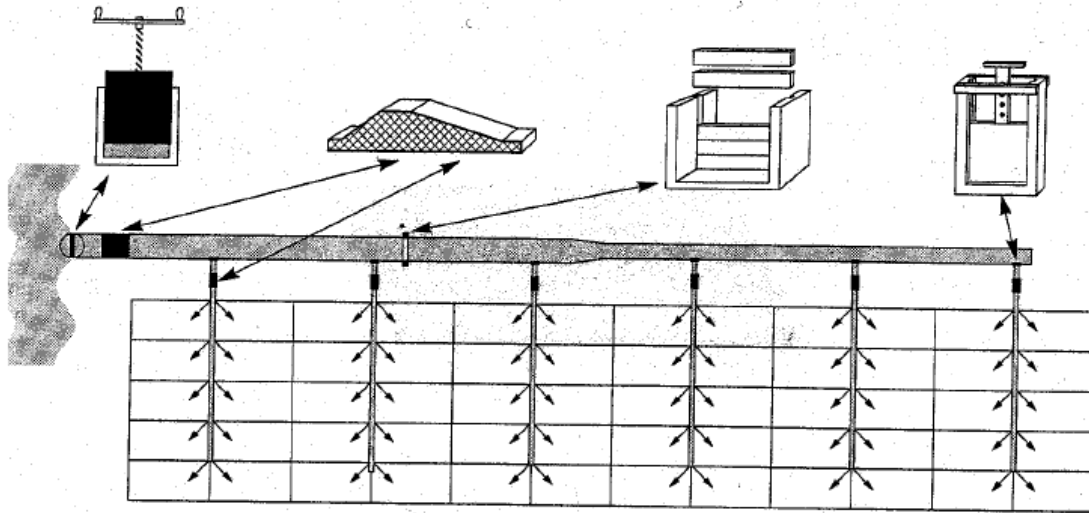
در این روش هر واحد ثالث (زیرمجموعه) جریانی مساوی از کانال دریافت خواهد کرد. جریان به وسیله سرریزها تقسیم می شود. ابعاد سرریزها از لحاظ هیدرولیکی متشابه است.



شکل-۷- توزیع متناسب.

**نکته:** دلیل تلفیق خروجی های برای دو زیرمجموعه شبکه: (۱) کاهش هزینه ها و (۲) تعداد سازه های بیشتر باعث نیاز به ارتفاع بیشتر جریان در مسیر کانال و به تبع افزایش هزینه ها می شود (هر سازه به طور متوسط ۵ تا ۱۰ سانتیمتر آب در بالادست خود نیاز دارد).

در این طرح خروجی های ثابت و نیازی به نظارت بهره بردار ندارند. در پایان هر فصل آبیاری از آنها بازدید به عمل آمده و در صورت نیاز تعمیر می شوند. توزیع آب در بین بهره برداران دقیق و منظم است. آب آبیاری بدون توجه به الگوی کشت به سمت مزارع سرازیر می شود و این به عهده بهره بردار است که بهترین برنامه برای بهره برداری آن را تهیه کند. در رابطه با راندمان آبیاری باید گفت، اگر با میزان آب کم در سطح هکتار عملیات زراعی انجام شود راندمان آبیاری مناسب خواهد بود ولی اگر این پارامتر افزایش یابد راندمان آبیاری پائین است. چرا که در شرایطی که نیاز به آب وجود ندارد جریان متوقف نمی شود. به منظور بهبود این نقیصه می توان ورودی هر زیرمجموعه را توسط آب بند<sup>۸</sup> مسدود کرد.



شکل ۸-۱- کنترل سرآب توسط دریچه های کشویی.

### کنترل سرآب توسط دریچه های کشویی (شکل ۸-۱):

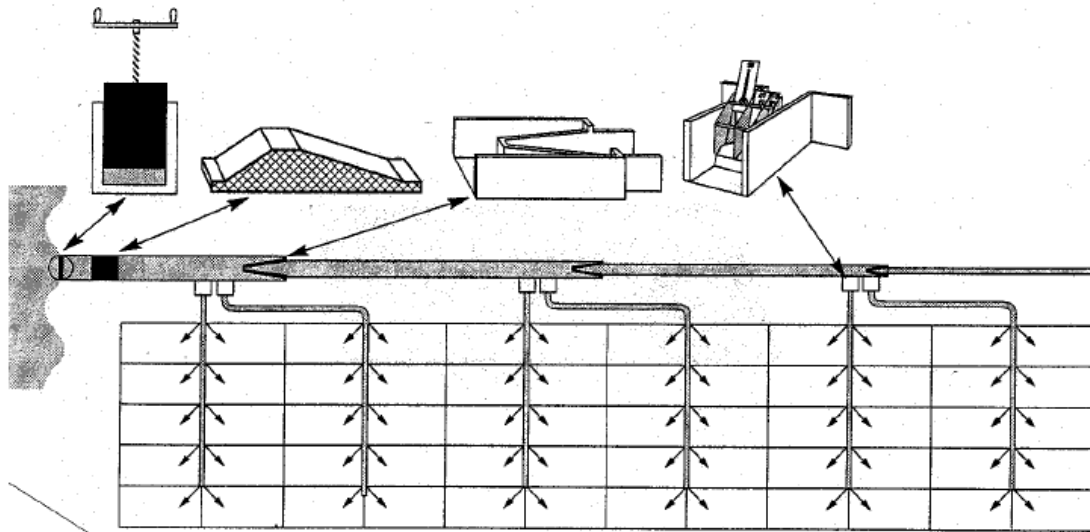
در این روش آوردِ کانال در هر خروجی توسط یک دریچه کشویی کنترل می شود. دریچه ای نیز در سرآب، مجموع آب در حال تغذیه به واحدهای ثالث را کنترل می کند. سازه های تنظیمی سطح آب را در مسیر کانال اصلی ثابت نگه می دارند. سازه خروجی دریچه کشویی در این طرح برای گذر ۶۰ لیتر بر ثانیه می تواند دستی باشد ولی برای جریان های بیشتر نظیر دریچه ورودی ۳۶۰ لیتر بر ثانیه از دریچه های کشویی با چرخ دستی<sup>۹</sup> استفاده می شود. در پایاب هر دریچه یک سازه اندازه گیری اعم از سرریز و یا فلوم با گلوگاه طولانی (نظیر پارشال فلوم) نصب خواهد شد (با خطای اندازه گیری کمتر از ۲٪). در این طرح سازه های تنظیمی به صورت «تیرک های مسدودکننده»<sup>۱۰</sup> تعبیه شده ولی برای دبی های بالاتر از دریچه جهت تنظیم سطح آب استفاده می شود. روش صحیح بهره برداری از این طرح بستگی زیادی به تیم بهره برداری دارد. چراکه این طرح نیازمند تعیین دقیق نیاز آبی در هر زیرمجموعه و تنظیم جدول زمانبندی «رها سازی- توقف» جریان است. تنظیم جریان در ورودی هر زیرمجموعه نیز

Hand Wheel<sup>۹</sup>  
Stop Log<sup>۱۰</sup>

عملیات نسبتاً مشکلی است. جریان در این محل وابسته به میزان ارتفاع جریان در کانال اصلی و آن نیز متقابلاً تحت تاثیر گشودگی دریاچه ورودی زیرمجموعه است. این مورد تنظیم جریان را مشکل خواهد کرد. سودمندی این روش در تنظیم متناسب آب ورودی به مزرعه بر اساس نیاز بهره بردار است. کارایی این نوع از شبکه وابسته به تخصص تیم بهره بردار و همکاری بهره برداران است. راندمان آبیاری مناسب در این نوع شبکه قابل دستیابی است (چرا؟).

### کنترل سرآب توسط سرریزهای نوک اردکی<sup>۱۱</sup> (شکل-۹):

این طرح توزیع آب به واحدهای ثالث را با دقت بهتری نسبت به طرح قبل انجام می دهد (با توجه به نیاز آبی) و عملکرد ساده تری دارد. این سادگی به علت ثابت بودن سطح آب در نزدیکی دریاچه های خروجی به علت استفاده از سرریزهای «نوک اردکی» و استفاده از مُقسّم های دبی ثابت می باشد. این مقسم ها برای دبی صفر تا مثلاً ۶۰ لیتر بر ثانیه براساس ضریبی از ۵ قابل تنظیم هستند. این سازه ها، پیچیدگی توزیع و تقسیم آب در روش قبل را مرتفع می سازد.



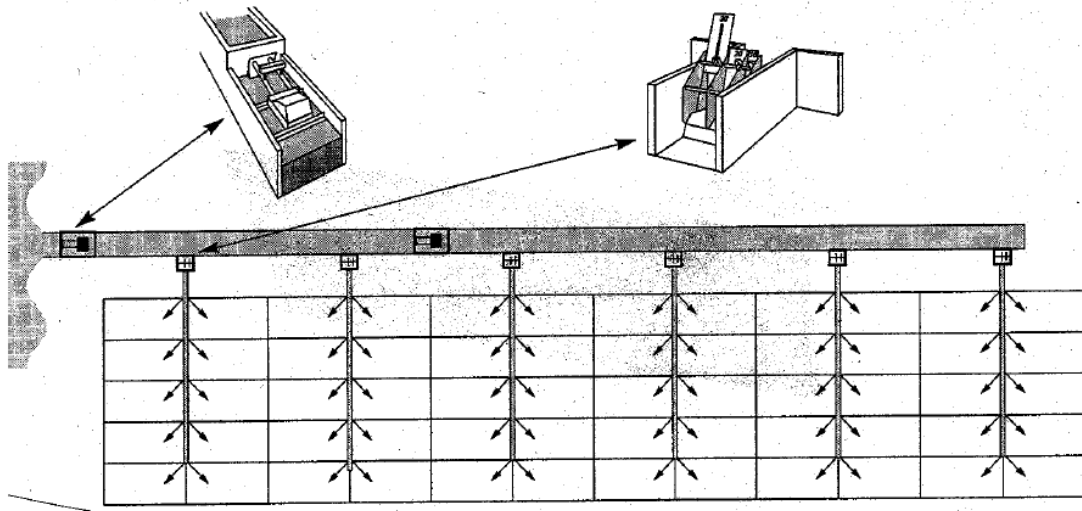
شکل-۹- کنترل سرآب توسط سرریزهای نوک اردکی.

<sup>11</sup> Duckbill Weirs

سرریزهای «نوک اردکی» دقیقاً در پایاب خروجی ها قرار دارند به منظور کاهش هزینه‌ها خروجی‌ها به صورت جفتی لحاظ شده‌اند. وجود سرریز «نوک اردکی» باعث نوسان سطح آب در کانال به میزان کمتر از ۱۰ سانتیمتر می‌شود. این طرح نیز نیازمند تهیه جدول نیاز آبی است، اما تنظیم آن جهت بهره‌برداری بسیار آسان‌تر از روش قبلی است. سرریزها و مقسم‌ها معمولاً بتنی هستند، کل طرح نیازمند بازدید متناوب در طول فصل و تعمیر احتمالی است. در رابطه با افزایش راندمان آبیاری این طرح راندمایی بالایی را فراهم می‌آورد.

### کنترل پایاب (شکل-۱۰):

این طرح امکان تغییر دبی در محل خروجی‌ها، در هر زمانی را فراهم خواهد آورد. با استفاده از دریچه‌هایی که سطح معینی از آب در پایاب ایجاد می‌کنند، جریان ورودی به کانال اصلی به صورت خودکار به این تغییرات پاسخ داده و تنظیم می‌شود. خروجی‌ها شبیه خروجی‌های طرح قبلی است و دریچه‌های در مسیر کانال اصلی وظیفه تنظیم سطح آب در مسیر کانال تغذیه کننده را به عهده دارند. با کاهش آب در قسمت پایاب هر کدام از این سازه‌ها، دریچه مذکور باز شده و جریان را به مسیر مورد بحث (پایاب) جاری می‌سازد. این طرح نیازی به تنظیم توسط بهره‌برداران و یا تیم فنی ندارد. تیم فنی بهره‌برداری باید به شکل منظم تنظیمات خودکار دریچه‌ها و عملکرد آنها را کنترل نماید. تنظیم دریچه‌های ورودی به سمت واحدهای ثالث نیازی به هماهنگی با تیم فنی ندارد و توسط بهره‌برداران ممکن است. در رابطه با راندمان آبیاری این طرح راندمان بالایی به دست می‌دهد ولی باید دقت کرد که کانال مسیر اصلی (تغذیه کننده) مشکل نشت نداشته باشد، چرا که دریچه‌های خودکار آن را به عنوان افت دبی لحاظ کرده و دریچه سرآب به طور دائم -هرچند به میزان اندک- باز خواهد بود.



شکل-۱۰- کنترل پایاب.

### (ب) نگهداری

یک پروژه آبیاری جدید برای یک دوره زمانی ۳۰ ساله و بیشتر طراحی می شود. عملیات نگهدار یک

شبکه آبیاری و زهکشی در سه دسته تقسیم بندی می شود:

۱- نگهداری منظم و دوره ای (روتین)<sup>۱۲</sup>

۲- عملیات اضطراری<sup>۱۳</sup>

۳- بهبود طرح<sup>۱۴</sup>

#### نگهداری منظم و دوره ای:

به مجموعه عملیاتی گفته می شود که در طول دوره بهره برداری و عمر طرح به صورت منظم و

با یک دوره زمانی مشخص انجام می شود. بعضی از این عملیات کارهای روزمره است که احتیاجی به

تخصص معینی ندارد:

<sup>۱۲</sup> Routine Maintenance

<sup>۱۳</sup> Emergency Works

<sup>۱۴</sup> Scheme Improvement

○ روغن کاری دریچه‌ها

○ پاکسازی گیاهان و علف‌های هرز

○ لایروبی کانال‌ها و سازه‌ها

این عملیات می‌تواند توسط بهره‌برداران و یا تیم فنی انجام شود. بعضی کارهای دیگر عملیاتی است که نیاز به تخصص و تجربه دارد مانند:

○ تعمیر دریچه‌ها و سازه‌های اندازه‌گیری

○ رنگ آمیزی دریچه و قسمت‌های فلزی

○ نصب ادوات اندازه‌گیری سطح آب

○ نگهداری و تعمیراتی جزئی پمپ‌ها و موتورها

عملیات نگهداری با حجم و زمان عملیاتی بیشتر در فاصله بین فصول آبیاری انجام می‌شوند:

○ تعمیرات کلی و جایگزینی دریچه‌ها، پمپ‌ها و موتورها

○ عملیات گسترده لایروبی از کانال‌ها

○ عملیات گسترده بهسازی و تعمیر جاده‌ها و خاکریزها

در بعضی موارد ممکن است جهت انجام عملیات تخصصی و گسترده‌تر نیاز به عقد قرار داد با پیمانکار حرفه‌ای داشته باشیم.

### عملیات اضطراری:

اجرای عملیات اضطراری نیازمند اقدام هماهنگ و سریع تیم فنی و بهره‌برداران جهت کاهش

اثرات اتفاقات ناخواسته‌ای نظیر موارد ذیل است:

○ تخریب و یا سرریز خاکریز کانال و یا خاکریز حفاظتی رودخانه، در نتیجه وقوع سیلاب.

○ خرابی پمپ‌ها و یا سازه‌های اصلی سرآب و خطر آسیب به محصولات در اثر اختلال در

عملیات آبیاری

○ بلایای طبیعی نظیر سیلاب، زلزله و طوفان.

تیم فنی آموزش دیده و با تجربه در کنار امکانات مناسب (ارتباط بی‌سیم، ادوات و ملزومات ایمنی و

...) در چنین شرایطی یک مزیت برای سیستم است.

### بهبود طرح:

موارد فوق در جهت حفظ طرح موجود در شرایط اولیه است. اما به دلایل ذیل هر طرحی

نیازمند بهبود تدریجی است:

- ۱- طرح‌های جدید در بیشتر مواقع کامل نیست. **تغییرات جهت تکمیل** طرح ضروری است.
- ۲- بهتر است طرح‌ها در مقیاس و هزینه‌های کم ساخته شوند و در صورت موفق بودن و مساعد بودن شرایط **تدریجاً گسترش** یابند.
- ۳- شرایط داخل و خارج طرح تغییر می‌کند، **هماهنگی با تغییرات** کلید مدیریت متناسب با گذشت زمان است.

**تغییرات جهت تکمیل طرح:** محاسبه نفوذ و نشت، راندمان آبیاری مورد انتظار، ضریب زبری مورد

انتظار دیواره‌ها و بستر کانال، ظرفیت باربری خاک (ژئوتکنیک خاک)؛ علیرغم تحقیقات و بررسی

دامنه‌دار نمی‌توانند کاملاً صحیح باشند. بر اساس تجربه طرح می‌توانند تمامی موارد فوق را به شکل

مطلوب اصلاح کرد.

**توسعه تدریجی:** افزایش ظرفیت کانال و پوشش دار کردن مسیر کانال از مواردی است که قبلاً در مورد آن صحبت شده است.

**هماهنگی با تغییرات:** طرحی که در زمان شروع به کار مناسب و کارا بوده با گذشت زمان به تدریج از کیفیت، راندمان و هدفمندی آن کاسته می شود موارد ذیل مثالهایی از این مورد هستند.

- تغییر الگوی کشت به علت تغییر قیمت محصولات کشاورزی.
  - ایجاد موقعیت های شغلی جدید بیرون از حیطه کشاورزی می تواند نیروی کار کشاورزی را کاهش دهد.
  - تغییر سبک زندگی باعث شود که کشاورزان مایل نباشند، شبها اقدام به آبیاری مزرعه کنند.
  - افزایش تقاضای آب برای صنعت و مصارف خانگی و به تبع کاهش آب آبیاری.
- در چنین شرایطی سیستم باید تغییر کند. به عنوان مثال سیستمی که برای آبیاری برنج در طول ۲۴ ساعت شبانه روز و به براساس «توزیع متناسب واحدهای ثالث» طرح شده برای آبیاری محصولات صیفی آنهم با محدودیت زمانی (آبیاری فقط در روز) مناسب نیست.

### مدیریت عملیات نگهداری:

هدف مدیریت عملیات نگهداری در سطح یک شبکه آبیاری و زهکشی موارد ذیل است:

- نگهداری سیستم در وضعیت مناسب به منظور عدم توقف در سرویس دهی شبکه.
- افزایش عمر مفید شبکه.
- تامین اهداف فوق با حداقل هزینه.

تصمیم برای تعمیر سیستم ممکن است پس از یکی از موارد ذیل اتخاذ شود:

- بازدید منظم توسط تیم فنی.
- بازدید دوره‌ای تیم نگهداری.
- شکست و از کارافتادگی.
- شرایط اضطراری.

بدیهی است دو مورد اول عملیات نگهداری پیشگیرانه و دارای هزینه‌های کمتری نسبت به دو مورد بعدی است.

### طرح عملیات نگهداری:

این مسئله که جهت نگهداری شبکه آبیاری چه فعالیتی، در چه زمانی و توسط چه فرد یا افرادی انجام شود **طرح عملیات نگهداری** گفته می‌شود. هر شبکه به صورت مجزا نیازمند دستورالعمل معین جهت اجرا است. بدین مفهوم که قبل از هرچیز یک «برنامه نگهداری پیشگیرانه»<sup>۱۵</sup> تهیه شود. این برنامه در نهایت تعریف «طرح عملیات نگهداری» را پوشش می‌دهد. تعیین زمان‌بندی بازدید و بازرسی‌ها جهت تصمیم‌گیری نیز یکی دیگر از موارد فوق هستند. تمامی موارد تعیین شده از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند. تعیین اولویت‌ها براساس مواردی نظیر:

○ ایمنی (خطر جانی و یا ریسک آسیب شدید به تاسیسات)

○ تاثیر بر روی تولید محصول.

باید مد نظر قرار گیرد.