اتاق بازرگانی، صنایع
معادن وکشاورزی شیراز

وزارت جهاد کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی
و منابع طبیعی استان فارس

معرفی ابزارهای اندازه گیری دبی آب کانال های آبیاری

نویسنده:
محمدعلی شاهرخ‌نیا

نشریه فنی، شماره ۴۳

سال ۱۳۹۵

اتاق بازرگانی، صنایع
معادن وکشاورزی شیراز

شیراز، خیابان قصردشت، بالاتر از چهار راه زرگری، نبش کوچه ۷۳ الف.
کدپستی: ۷۱۸۶۷-۸۹۵۶۵ صندوق پستی: ۷۱۳۴۵-۱۷۷۱
تلفن: ۹-۰۷۱-۳۶۲۹۴۹۰۱ فکس: ۰۷۱-۳۶۲۹۴۹۱۰
www.sccim.ir

معرفی ابزارهای اندازه گیری دبی آب کانال های آبیاری

نگارش: دکتر محمدعلی شاهرخ‌نیا
(موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی)

سال انتشار: ۱۳۹۵

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی شیراز

عنوان نشریه: معرفی ابزارهای اندازه گیری دبی آب کانال های آبیاری

نگارش: محمدعلی شاهرخ‌نیا

ناشر: اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی شیراز

سال انتشار: ۱۳۹۵

شمارگان: ۳۰۰۰

شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: ۴۹۹۲۸
مورخ ۹۵/۵/۴

طراحی و چاپ: انتشارات فرهنگ پارس / ۳۲۳۴۷۸۳۶-۰۷۱

شیراز ، خیابان قصرالدشت بالاتر از چهار راه زرگری نبش کوچه ۷۳ الف.

کد پستی: ۷۱۸۶۷-۸۹۵۶۵ صندوق پستی: ۱۷۷۱- ۷۱۳۴۵

تلفن: ۹-۳۶۲۹۴۹۰۱-۰۷۱ فکس: ۳۶۲۹۴۹۱۰ -۰۷۱

www.sccim.ir

مخاطبان نشریه:

کلیه کارشناسان آبیاری، مروجان، مهندسان ناظر و کشاورزان پیشرو

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با

- تعریف و واحدهای اندازه گیری آب
- انواع ابزارهای اندازه گیری آب در کانال ها

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

مقدمه	۷
تعاریف و واحدهای اندازه گیری دبی آب	۷
انواع ابزارهای اندازه گیری دبی آب کانال	۸
روزنه	۸
سرریز	۱۰
سرعت سنج پروانه ای (مولینه)	۱۳
رابطه دبی اشل	۱۵
جسم شناور	۱۵
سرعت سنج اولتراسونیک (فراصوت)	۱۶
انواع دریچه های تنظیم آب	۱۷
نتیجه گیری	۱۸
منابع	۱۹

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور، لزوم استفاده بهینه از آب برای آبیاری مزارع بر کسی پوشیده نیست. اگر میزان آبی که در مزارع و باغها مصرف می شود بیشتر از حد مورد نیاز باشد، نه تنها خسارت غیرقابل جبرانی به منابع آبی وارد می‌شود، بلکه هزینه‌های تولید افزایش یافته و ممکن است کمیت و کیفیت محصول نیز کاهش یابد.

با اندازه گیری آب ورودی به مزرعه و مقایسه آن با میزان آب مورد نیاز می‌توان از اتلاف یا کمبود آب در مزرعه جلوگیری کرد و در عین حال محصول مناسبی تولید نمود. برای اندازه گیری دبی آب ورودی به مزارع، بسته به نوع سیستم آبیاری و مکان اندازه‌گیری، روش‌ها و ابزارهای مختلفی وجود دارد.

اندازه‌گیری دبی آب می‌تواند در سیستم‌های آبیاری داخل مزرعه یا کانال‌ها و لوله‌هایی که آب را به ابتدای مزرعه انتقال می‌دهند انجام شود. آب انتقال یافته توسط کانال‌ها به مزرعه، ممکن است توسط سیستم‌های آبیاری سطحی یا تحت فشار در مزرعه پخش شود. در این نشریه به روش‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری دبی آب در کانال‌های انتقال دهنده آب به مزرعه پرداخته می‌شود.

■ تعاریف و واحدهای اندازه گیری دبی آب

به منظور اندازه گیری دبی آب، حجم آب عبور کرده از یک نقطه در طول یک زمان مشخص اندازه گیری می شود. واحدهای اندازه گیری دبی آب کانال ها معمولا لیتر بر ثانیه یا مترمکعب بر ثانیه می‌باشد.

به منظور اندازه‌گیری دبی آب می‌توان میزان سرعت جریان آب عبوری از یک مقطع کانال را اندازه‌گیری و در مساحت همان مقطع

ضرب نمود (فرمول ۱). یادآور می‌گردد که سرعت جریان آب در هر نقطه از مقطع متفاوت بوده و به همین دلیل لازم است در فرمول (۱) از سرعت متوسط استفاده شود.

اگر در این فرمول V سرعت متوسط جریان آب عبوری از مقطع بر حسب متربرثانیه و A سطح مقطع جریان عبوری برحسب متر مربع باشد، Q دبی جریان بوده که برحسب مترمکعب بر ثانیه به دست می‌آید.

$$Q = V.A \qquad (۱)$$

فرمول (۱) اساسی‌ترین فرمول برای اندازه‌گیری دبی آب در استفاده از ابزارهای مختلف می‌باشد.

■ انواع ابزارهای اندازه‌گیری دبی آب کانال

برای اندازه‌گیری دبی آب از ابزارهای مختلفی مانند روزنه، سرریز، دریچه، مولینه، سرعت سنج اولتراسونیک، روابط دبی اشل، جسم شناور و ... استفاده می‌شود.

هر کدام از این ابزارها دارای دقت، محاسن و معایبی است که در موقع انتخاب آن باید مورد توجه قرار گیرد.

■ روزنه

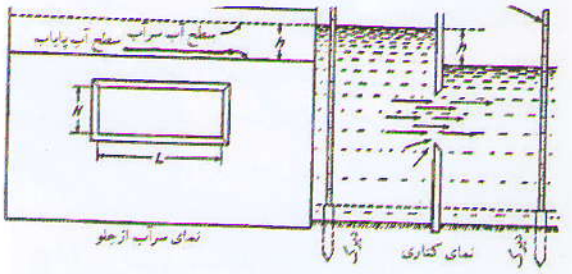
روزنه حفره‌ای است که در یک صفحه ایجاد می‌شود و با مسدود کردن کانال بوسیله این صفحه، آب فقط از داخل حفره عبور می‌نماید. روزنه می‌تواند آزاد یا مستغرق باشد. در روزنه مستغرق، سطح آب در کانال پایین‌دست (پایاب) روزنه، بالاتر از لبه روزنه است.

فرمول روزنه (فرمول ۲)، شکل تغییر یافته فرمول (۱) می‌باشد که در روزنه آزاد h فاصله سطح آب در بالادست (سرآب) روزنه تا مرکز روزنه (متر) و در روزنه مستغرق، اختلاف سطح آب در بالادست و پایین دست روزنه (متر) است. A، سطح بازشدگی روزنه(مترمربع)، g شتاب جاذبه زمین (۹/۸۱ متربرمجذور ثانیه)، Q دبی (مترمکعب بر ثانیه) و C ضریب دبی می‌باشد.

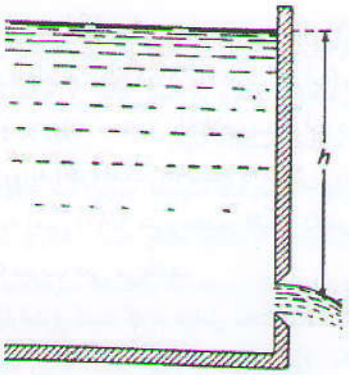
ضریب دبی پارامتری است که به عوامل مختلفی مانند جنس، شکل و ضخامت لبه روزنه بستگی دارد و حدودا معادل ۰/۶۰ می‌باشد. برای اطلاع از مقدار دقیق ضریب دبی می‌توان به راهنمای ارائه شده توسط شرکت سازنده یا سایر منابع علمی مراجعه نمود.

روزنه ها در کانال‌هایی که دارای شیب کمی هستند نیز مناسب است. شکل ۱ نمای روبرو و کناری از یک روزنه مستغرق مستطیل شکل و شکل ۲ نمای کناری یک روزنه آزاد را نشان می‌دهد. [۲].

$$Q = C.A\sqrt{2gh} \qquad (۲)$$



شکل ۱- روزنه مستغرق



شکل ۲- روزنه آزاد

■ سرریز

سرریز صفحه‌ای فلزی یا بتنی است که به شکل‌های مستطیلی، ذوزنقه‌ای یا مثلثی برش داده شده و بطور قائم جلوی جریان آب قرار می‌گیرد به طوری که آب بتواند از روی قسمت برش داده شده عبور کند. این وسیله برای کانال‌هایی که دارای شیب کم هستند مناسب نیست. دبی عبوری از سرریزها با توجه به عمق آب عبوری از روی سرریز (H) و طول تاج سرریز (L) از طریق فرمول‌های ۳ تا ۶ قابل اندازه‌گیری است.

اگر طول تاج سرریز به اندازه عرض کانال در بالادست باشد سرریز بدون فشردگی جانبی و اگر کمتر از عرض کانال بالادست باشد با فشردگی جانبی خواهد بود. سرریز مثلثی می‌تواند زوایای مختلفی داشته باشد لیکن معمولا از سرریز ۹۰ درجه‌ای استفاده می‌شود. [۲]

$Q = ۰/۰۱۸۴ LH^{\frac{۳}{۲}}$

(۳) سرریز مستطیلی بدون فشردگی جانبی (۲/۳)

$Q = ۰/۰۱۸۴ (L۰/۲- H)H^{\frac{۳}{۲}}$

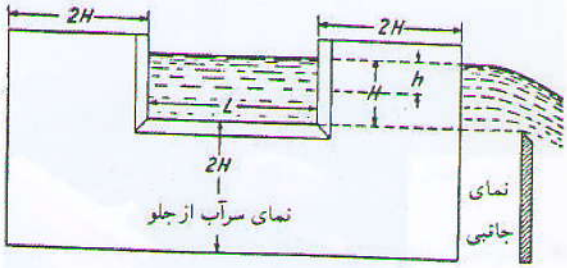
(۴) سرریز مستطیلی بافشردگی جانبی (۲/۳)

$Q = ۰/۰۱۸۶ LH^{\frac{۳}{۲}}$

(۵) سرریز ذوزنقه ای (۲/۳)

$Q = ۰/۰۱۳۸ H^{\frac{۵}{۲}}$

(۶) سرریز مثلثی ۹۰ درجه (۲/۵)

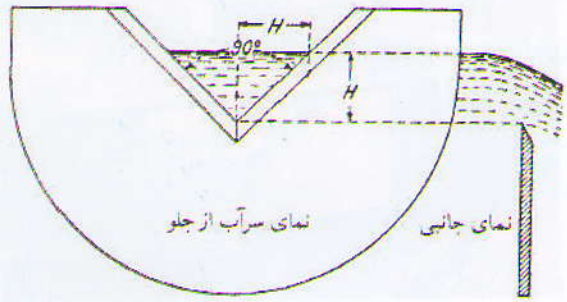


شکل ۳- سرریز مستطیلی با فشردگی جانبی

شکل ٤- نمایی از سرریز مستطیلی کارگذاری شده

شکل ٥- سرریز ذوزنقه‌ای

شکل ٦-سرریز ذوزنقه ای کارگذاری شده



شکل ۷- سرریز مثلثی ۹۰ درجه

شکل ۸- سرریز مثلثی با زاویه بیشتر از ۹۰ درجه

■ سرعت سنج پروانه‌ای (مولینه)

سرعت سنج پروانه‌ای یا مولینه وسیله‌ای است الکتریکی که از یک پروانه و یک دستگاه قرائت‌گر که بوسیله کابل به پروانه متصل است تشکیل گردیده است(شکل ۹). وقتی که پروانه در مسیر حرکت آب قرار می‌گیرد در اثر سرعت آب می چرخد و تعداد چرخش های پروانه در زمان مورد نظر توسط دستگاه قرائت گر شمارش می‌شود.

فرمول‌هایی توسط کارخانه سازنده مولینه ارائه می‌شود که بر اساس تعداد چرخش پروانه در واحد زمان(N)، سرعت جریان به صورت نقطه‌ای (V)محاسبه می‌گردد(فرمول ۷). a,b اعداد ثابتی است که برای مولینه‌های مختلف متفاوت است و توسط کارخانه سازنده دستگاه یا آزمایشگاههای هیدرولیک که دستگاه را واسنجی کرده باشند ارائه می‌شود. در دستگاه‌های قدیمی‌تر بجای پروانه از یک سری فنجانک استفاده می‌شد.

شکل ۹- مولینه پروانه‌ای

$$V = a+b.N \qquad (۷)$$

نکته مهم در خصوص دستگاه مولینه این است که این وسیله سرعت نقطه‌ای جریان آب را اندازه‌گیری می کند. برای اندازه‌گیری دبی بایستی سرعت متوسط محاسبه و از فرمول (۱) استفاده شود. برای محاسبه سرعت متوسط، بایستی سرعت نقطه‌ای در نقاط مختلف مقطع اندازه‌گیری گردد. دستورالعمل‌هایی برای تعیین نحوه و تعداد نقاط انتخابی جهت محاسبه سرعت متوسط و دبی وجود دارد.

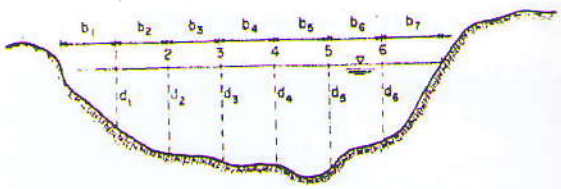
ساده‌ترین روش این است که مطابق شکل ۱۰، مقطع مورد نظر را حتی اگر به صورت شکل هندسی منظمی نباشد، به چند کانال فرضی مستطیلی کوچک تقسیم می‌شود. دبی کل عبوری از کانال برابر با مجموع دبی عبوری از این کانال های کوچک خواهد بود. در هر کانال کوچک، سطح مقطع جریان از ضرب عمق آب و عرض کانال فرضی کوچک بدست می‌آید.

سرعت متوسط جریان در هر کانال فرضی کوچک، از متوسط

سرعت‌های اندازه‌گیری شده در آن همان کانال فرضی به دست می‌آید. معمولا در مواردی که عمق آب کمتر از ۷۰ سانتیمتر است، اندازه‌گیری سرعت در یک عمق از کانال فرضی کوچک و در حدود عمق وسط کافی است. در صورتی که عمق آب بیشتر از ۷۰ سانتی متر باشد، سرعت آب در دو عمق (به اندازه ۰/۲ عمق کانال کوچک بالاتر از کف و پایین تر از سطح آب) اندازه‌گیری و متوسط این دو عدد به عنوان سرعت متوسط لحاظ می‌گردد.

می‌توان برای دقت بیشتر، اندازه‌گیری سرعت را در سه نقطه انجام داد و میانگین سه نقطه را در نظر گرفت (در فواصلی به اندازه ۰/۱۵، ۰/۵ و ۰/۸۵ برابر عمق آب از سطح آب).

بعنوان نمونه در شکل ۱۰ مقطع کانال اصلی توسط ۶ خط فرضی عمودی به ۷ کانال فرضی کوچکتر تقسیم شده‌است. دبی کل کانال برابر با مجموع دبی این ۷ کانال کوچک که دارای عرض های b۱ تا b۷ می‌باشند خواهد بود. [۱].



شکل ۱۰- نحوه تقسیم مقطع یک کانال به کانال‌های فرضی مستطیلی

■ رابطه دبی اشل

اشل خط کش یا صفحه‌ای مدرج است که در رودخانه، کانال و یا سازه‌های آبیاری برای اندازه‌گیری عمق آب نصب می‌شود(شکل ۶ و۱۳). اگر برای یک نقطه از کانال، رابطه دبی اشل موجود باشد،

می‌توان با اندازه‌گیری اشل و استفاده از آن رابطه ریاضی، دبی کانال را تخمین زد.

رابطه دبی اشل معمولا رابطه‌ای توانی به شکل کلی فرمول ۸ است که در آن a,b,c اعدادی است که برای هر مقطع از کانال مقدار مخصوص به خود را دارد. [۱]

$$Q=a\,(H-c)^{b} \qquad (۸)$$

■ جسم شناور

در این روش می‌توان یک تکه چوب یا یک بطری نیمه‌پر از آب را داخل آب انداخته و سرعت حرکت آن را بین دو نقطه مشخص از مسیر آب اندازه‌گیری نمود. این روش، روشی ساده و با دقت کم است. محدود انتخابی برای اندازه گیری سرعت از این روش باید عاری از علف یا گیاهان آبی باشد.

فاصله زمانی که جسم بین دو نقطه از مسیر را طی می کند (T) اندازه‌گیری و سرعت سطحی آب (Vs)از فرمول ۹ به دست می‌آید. در این فرمول L فاصله بین دو نقطه اندازه‌گیری می‌باشد. بین سرعت متوسط آب (Vm) و سرعت سطحی رابطه‌ای به شکل فرمول ۱۰ وجود دارد. K، ضریبی بین ۰/۶ و ۰/۹ می‌باشد که معمولا ۰/۸ در نظر گرفته می‌شود. [۱]

$$V\text{-}s = L/T \qquad (۹)$$

$$V\text{-}m = K.V\text{-}s \qquad (۱۰)$$

■ سرعت‌سنج فراصوت (اولتراسونیک)

این وسیله نیز مانند مولینه الکتریکی و دارای حسگرهایی برای اندازه‌گیری سرعت و عمق آب می‌باشد. حسگر این وسیله در کف

کانال قرار داده می‌شود.

با ارسال امواجی توسط حسگر، عمق و سرعت متوسط آب در کانال اندازه‌گیری می‌گردد (شکل ۱۱ و ۱۲). با اندازه‌گیری سرعت، می‌توان دبی را مشابه آنچه در مورد مولینه توضیح داده شد به دست آورد.

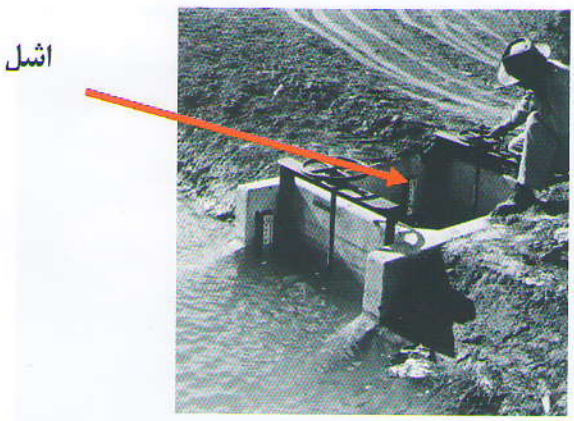
شکل ۱۱- یک نوع سرعت سنج اولتراسونیک

شکل ۱۲- نحوه نصب و استفاده از سرعت سنج اولتراسونیک

انواع دریچه های تنظیم آب

در شبکه‌ها و کانال‌های آبیاری از انواع دریچه‌ها برای کنترل و تنظیم آب ورودی به کانال‌های فرعی و مزارع استفاده می‌شود. دریچه ها انواع مختلفی دارد که می‌توان دریچه‌های کشویی (شکل ۱۳)، دریچه‌های قوسی (قطاعی) و دریچه های دایروی را نام برد[۳]. در هر کدام از این دریچه ها، دبی عبوری از زیر دریچه تابع عوامل مختلفی مانند میزان بازشدگی دریچه، عمق آب بالادست دریچه، عمق آب پایین دست دریچه (در دریچه های مستغرق)، عرض دریچه و ضریب دبی دریچه می‌باشد.

در دریچه‌های قوسی علاوه بر عوامل فوق، شعاع قوس دریچه و فاصله محور دریچه تا کف کانال نیز می‌تواند بر دبی عبوری از دریچه موثر باشد. به دلیل تنوع دریچه ها و تعدد روابط دبی موجود برای آنها در شرایط جریان مستغرق و آزاد، در این نشریه به همین میزان بسنده می‌شود. ان شا الله در نشریات بعدی جزییات بیشتری در این زمینه ارائه خواهد شد.



شکل ۱۳- نمایی از یک دریچه کشویی تخت

نتیجه گیری

همانگونه که مشاهده گردید، روش‌ها و ابزارهای مختلفی برای اندازه‌گیری دبی کانال های آبیاری وجود دارد. استفاده از این ابزارها با توجه به هدف و امکانات موجود برای برآورد دبی آب کانال ها و یا تحویل حجمی آب ضروری است.

منابع

[۱] علیزاده، ا. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ شانزدهم، دانشگاه امام رضا، مشهد، ۱۳۸۲.

[۲] حسینی ابریشمی، س.م. اصول و عملیات آبیاری. چاپ اول، معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۷۱.

[3] Bos, M.G. « Discharge measurement structures»,Third revised, Publication 20, ILRI, 1989.

سپاسگزاری

نگارنده از همکاری موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و همچنین از اتاق بازرگانی، صنایع، معادن وکشاورزی شیراز در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می نماید.