



راهنمای اندازه‌گیری چریان آب

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران



شماره انتشار ۱۴۴

بهار ۱۳۹۰



راهنمای اندازه‌گیری جریان آب

ترجمه:

مهرداد اسدی صلاح کوچک‌زاده عباس ستوده‌نیا



عنوان و نام پدیدآور: راهنمای اندازه‌گیری جریان آب / ترجمه مهرداد اسدی، صلاح کوچک‌زاده، عباس ستوده‌نیا
مشخصات نشر: تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری: ۴۶۴ ص
شابک: 9789646668850
قیمت: ۸۲۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: عنوان اصلی: Manual Water Measurement
موضوع: رودها -- اندازه‌گیری
موضوع: آبیاری -- مدیریت
شناسه افزوده: کوچک‌زاده، صلاح، ۱۳۳۷ - مترجم
شناسه افزوده: اسدی، مهرداد، ۱۳۵۲ - مترجم
شناسه افزوده: ستوده‌نیا، عباس، ۱۳۳۸ - مترجم
شناسه افزوده: ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی
رده‌بندی کنگره: TC/۱۷۵/۲/۱۳۹۰
رده‌بندی دیویی: ۶۲۸/۱۰۲۸۷
شماره کتابشناسی ملی: ۸۰۹۰۴۳۲

نام کتاب: راهنمای اندازه‌گیری جریان آب

مترجمین: مهرداد اسدی، صلاح کوچک‌زاده، عباس ستوده‌نیا

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

حروف چینی و صفحه آرایی: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

چاپ اول: ۱۳۹۰

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۸۲۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۶۸-۸۵-۰

نشانی: تهران، فیابان شهید دستگردی، فیابان شهید کارگزار، فیابان شهید شهرساز، پلاک ۱،

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸، شماره: ۲۲۲۷۲۲۸۵

<http://www.irncid.org>

Email: irncid@gmail.com

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

پیشگفتار رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شرایط اقلیمی کشور ایران به گونه‌ای است که بخش کشاورزی آن به شدت به آب برای تولید محصولات کشاورزی وابسته است. این وابستگی به حدی است که با وجود سطح نسبتاً یکسان اراضی سالانه زیر کشت دیم و فاریاب کشور، حدود ۹۰ درصد فرآورده‌های کشاورزی از زراعت آبی حاصل می‌شود. در چنین شرایطی تأثیرات اقلیمی ناشی از پدیده خشکسالی و یا ترسالی می‌تواند اثرات منفی یا مثبت زیادی بر تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی ایران داشته باشد.

شرایط متفاوت اقلیمی و منابع آب ایران طلب می‌کند که محققان، مدیران و مراکز علمی و پژوهشی کشورمان در بخش آبیاری و زهکشی نیز متفاوت‌تر از سایر کشورهای جهان که شرایط طبیعی نسبتاً پایداری دارند باشند. پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی ایران می‌بایست از پویایی، ابتکار، نوآوری و پژوهش محوری ویژه‌ای برخوردار باشند تا بتوانند کشور را در شرایط پایدار تولید حفظ نمایند.

کلیه کارشناسان و مراکز علمی و آموزشی که در خانواده بزرگ آب و خاک کشورمان فعال هستند مسئولیت بزرگی در تأمین امنیت آبی و غذایی برعهده دارند. یکی از مراکز علمی فعال در صنعت آب کشورمان، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران است که در سال ۱۳۷۰ پس از یک وقفه طولانی به طور رسمی آغاز به کار کرده است. این کمیته ملی طی دهه اخیر نقش مؤثری در اشاعه علوم و فنون آبیاری و زهکشی در ایران داشته است. اثربخشی علمی و فرهنگی بیش از ۱۳۰ کتاب و گزارش فنی این کمیته ملی به همراه برگزاری دهها سمینار و کارگاه‌های فنی در ادبیات کارشناسان و مدیران صنعت آب کشور به خوبی آشکار می‌باشد.

خودباوری کارشناسان ایرانی نه تنها تأثیر عمیقی بر توسعه و پیشرفت آبیاری و زهکشی کشورمان داشته است بلکه از نگاه بیرونی و در سطح بین‌المللی نیز به توفیقات زیادی دست یافته است. اگر بپذیریم که خودباوری و پویایی کارشناسان از ارکان رشد و توسعه هستند توفیق کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در این زمینه قابل ارزیابی است.

ب _____ راهنمای اندازه گیری جریان آب

در اینجا جا دارد از کلیه همکارانم در شورایعالی که نقش سیاست‌گذاری کلان را عهده‌دار می‌باشند و هیئت اجرایی که وظیفه نظارت و هدایت بدنه علمی کمیته ملی را به دوش دارند و کادر علمی و فنی متخصص در گروه‌های کار و در نهایت کارکنان دبیرخانه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران قدردانی و سپاسگزاری نمایم. از خداوند منان پیشرفت و توسعه کشور عزیزمان ایران را در کلیه امور، به ویژه اعتلای صنعت آب و کشاورزی مسئلت داریم.

محمدرضا عطارزاده

معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا

و رئیس شورایعالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار دبیر کل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

محدودیت منابع آب از یک سو و افزایش نیاز برای مصارف مختلف از سوی دیگر توجه خاص به افزایش بهره‌وری آب را بیش از پیش ایجاب کرده است. اولین گام در شناخت وضعیت موجود و تدوین برنامه‌های بهبود بهره‌وری آب، اطلاع از کمیت‌های تحویل و توزیع آب در شبکه‌ها می‌باشد. احداث شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی که از حدود پنج دهه قبل آغاز شده است منجر به ایجاد شبکه‌های وسیع در نقاط مختلف ایران شده است که امروز یکی از عوامل اصلی تولید گیاهی بوده و نقش عمده‌ای در امنیت غذایی مملکت دارند. این شبکه‌ها معمولاً مجهز به سازه‌ها و وسایل اندازه‌گیری جریان در سطوح مختلف هستند، اما در گذشته به دلایل مختلف مورد استفاده مطلوب قرار نمی‌گرفتند.

از سویی در بسیاری از شبکه‌ها پدیده کهنلت نمایان شده است و از سوی دیگر افزایش نیاز به آب و ضرورت بهبود وضعیت بهره‌وری آب، توجه را به سوی بهسازی و بازسازی سازه‌های موجود معطوف کرده است. در فرایند بهسازی و بازسازی باید علاوه بر هدف استمرار کارایی شبکه‌ها و افزایش طول عمر آن‌ها، به افزایش بهره‌وری توجه ویژه شود. دستیابی به نکته اخیر بدون عنایت به تجهیزات اندازه‌گیری و تحویل حجمی آب غیرممکن می‌باشد. در فرایند بهسازی و بازسازی در کنار استفاده از فنآوری‌های جدید باید به تجهیزات و سازه‌های اندازه‌گیری موجود توجه شود. بطوریکه علاوه بر حفظ سرمایه‌های عظیم، گامی در جهت تامین اهداف استفاده مطلوب‌تر از منابع آبی برداشته شود.

در این راستا کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران بر آن شد که کتاب راهنمای اندازه‌گیری جریان آب را ترجمه و در اختیار بهره‌برداران، مدیران شبکه‌ها و مهندسين دست‌اندرکار طرح و اجرا قرار دهد. تدوین کتاب حاضر بر اساس تقریباً یک قرن تجربه کارشناسان میدانی، مهندسين مشاور و پژوهشگران عرصه اندازه‌گیری جریان آب استوار

ث راهنمای اندازه‌گیری جریان آب

شده است و یکی از منابع اصلی و معتبر اندازه‌گیری جریان آب در دنیا است. این کتاب می‌تواند به مدیران شبکه‌ها و بهره‌برداران کمک کند تا از عوامل ایجاد کننده خطا در اندازه‌گیری آگاه شوند و روش‌های اجتناب از این عوامل را به کار بندند. همچنین به عنوان راهنمای کاربردی برای مهندسين طراحي که در طرح‌های بازسازی و بهسازی شبکه‌ها فعالیت دارند، مورد استفاده قرار گیرد.

سیداسداله اسدالهی

دبیرکل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقدمه مولف

ماموریت اکثر سازمان‌های منابع آب عمومی و خصوصی، اداره کردن و حفظ ذخایر موجود آب است. این تلاش‌های مدیریتی شامل اتخاذ تصمیم‌های فنی و اقتصادی قوی می‌شود که با حفظ یا احیاء اکوسیستم‌های آبی (که ممکن است مصنوعی باشد) به احتیاجات آبی موجود و جدید محیط زیست، مرتبط است. یک شاخص برای انجام مدیریت بهتر (از جمله صرفه‌جویی آب)، اندازه‌گیری قابل اعتماد و دقیق آب است. اصطلاح "اندازه‌گیری آب" که در این کتابچه راهنما بکار رفته است به اندازه‌گیری جریان اشاره دارد (واحد حجم در واحد زمان). پیشرفت‌های زیاد در فن‌آوری اندازه‌گیری همراه با درخواست مداوم برای کتابچه راهنمای اندازه‌گیری، دلایلی برای آغاز تجدید نظر در ویرایش‌های قبلی است.

ویرایش اول کتابچه راهنمای اندازه‌گیری آب (۱۹۵۳) ۱۱۰۰۰ نسخه چاپ و توزیع شده بود و از روی نشریه اندازه‌گیری آب آبیاری USBR (۱۹۴۶) تالیف شده بود. کتابچه اولیه، پنج ویرایش قدیمی‌تر داشت که از سال ۱۹۱۳ تا ۱۹۴۰ بطول انجامیده بود. درخواست مداوم برای کتابچه راهنمای اندازه‌گیری آب و نیاز به بروزرسانی، منجر به چاپ دوم (۱۹۶۷) شد. از سال ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۴، دو مرتبه تجدید چاپ همراه با تجدید نظر بعلاوه پنج مرتبه تجدید چاپ ویرایش دوم منتشر شده بود. درخواست و نیاز به ویرایش دوم، بدلیل ضرورت حفظ منابع آب و رقابت مصرف‌کننده برای آب، افزایش یافته بود؛ بنابراین ویرایش سوم برای تکمیل و بروزرسانی اطلاعات مندرج در ویرایش دوم تهیه شده بود.

روند جدید تجارب فنی به همراه پیشرفت کامپیوترهای شخصی، منجر به تاکید فزاینده در خصوص استفاده از سازه‌های اندازه‌گیری گلوگاه طولانی مطابق درخواست کاربر، منجر شده است که می‌تواند برای اندازه‌گیری جریان، طراحی شود و ساخت آن ساده‌تر باشد. در نتیجه، در تاسیسات جدید استفاده از فلوم‌های کوتاه، کمتر مورد توجه است. بنابراین، اطلاعات مربوط به پارشال فلوم‌ها کاهش یافته و در یک فصل کلی‌تر "فلوم‌ها" مطرح شده است که توصیه می‌کند فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی برای تاسیسات جدید به پارشال فلوم‌ها ارجحیت دارد.

در این ویرایش، اطلاعات اصلی پارشال فلوم در ارتباط با الزامات نگهداری و بهره‌برداری از فلوم‌های موجود از جمله ابعاد فلوم، اندازه‌گیری جریان آزاد، اندازه‌گیری جریان مستغرق و تلفات بارآبی، کماکان حفظ شده است. در این ویرایش، بخش‌های مربوط به انتخاب اندازه و تنظیم ارتفاع تاج پارشال فلوم، حذف یا کاهش یافته است. در مکان‌هایی که ممکن است پارشال فلوم‌ها مطلوب باشد یا در جایکه قوانین ایالتی، استفاده از پارشال فلوم را الزام می‌کند می‌توان برای انتخاب اندازه و تنظیم ارتفاع تاج به مثال‌های موجود در ویرایش قبلی این کتابچه رجوع کرد.

فصول و بخش‌های جدیدی اضافه شده است برای اینکه ویرایش سوم از نظر فن‌آوری، جدیدتر و برای سایر سازمان‌های دولتی، مفیدتر باشد. فصل‌های اضافه شده عبارتند از:

- مفاهیم پایه مرتبط با اندازه‌گیری جریان آب
- انتخاب وسایل اندازه‌گیری آب
- دقت اندازه‌گیری
- بازبینی سیستم‌های اندازه‌گیری آب
- اندازه‌گیری صوتی جریان
- اندازه‌گیری دبی با استفاده از ردیاب‌ها

در این ویرایش، روس دودگه، نویسنده و ویراستار اصلی برای تجدید نظرها بود. USBR بطور خاص از تلاش‌های جان ریپلوگل و آلبرت کلمنس (از آزمایشگاه حفاظت آب اداره تحقیقات کشاورزی آب) بابت نوشتن قسمت عمده‌ای از فصول یا جداسازی بخش‌های مرتبط با انتخاب وسایل، فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی، سرریزهای آبگرد، و سایر وسایل بعلاوه برای مرور تجدید نظرهای تمام کتابچه قدردانی می‌کند.

USBR همچنین مرهون کمک‌های اداره حفاظت منابع طبیعی امریکا (که قبلاً اداره حفاظت خاک نامیده می‌شد) بابت مساعدت کافی و بازنگری توسط لیلاند هاردی و توماس اسپوفورد است. علاوه بر افراد خارج از سازمان، چندین نفر از داخل سازمان نیز در بازنگری بخش‌ها و فصول جدید شرکت داشته‌اند. وارن فریزیل، تجدید نظر مربوط به فصل اندازه‌گیری و ثبت تراز آبی یا بارآبی را انجام داده است و نیز مرور دقیق کتابچه را بعهده گرفته بود. ترسی ورمین فصل مربوط به اندازه‌گیری صوتی جریان را نوشته است.

برنت میفورد بیشتر فصل مربوط به انتخاب وسایل اندازه‌گیری آب را نوشته است. داو روگرس بخش مربوط به اندازه‌گیری‌های جریان با دریچه قطاعی و کاربرد برنامه کامپیوتری رادگیت را نوشته است. تونی واحل، جداول ضمیمه را گردآوری کرده است. کلایف پوگ، هماهنگی مونتاژ، بازنگری‌ها و انتشار را انجام داده است. جری فیتزواتر، تولید و اصلاح بسیاری از ترسیم‌ها و شکل‌ها را انجام داده است. تام هاولند، سردبیر فنی و متصدی انتشار سازمان بود و تری مانروس، نشر کامپیوتری و ویرایش کپی را انجام داد. جیم هاگیس، نسخه اینترنتی کتابچه را ایجاد کرد که در وب سایت www.usbr.gov/pmts/hydraulics-lab/pubs/wmm در دسترس است.

به اسامی حرفه‌ای مشخصی در کتابچه اشاره شده است. ذکر چنین نام‌هایی نباید بعنوان یک تائیدیه یا توصیه‌نامه تولید بوسیله USBR، اداره تحقیقات کشاورزی، اداره حفاظت منابع طبیعی، تعبیر شود.

مقدمه مترجمین

بالاترین مقدار مصرف آب در کشور متعلق به بخش کشاورزی است. هر بهبود اندکی هم که در بهره‌وری آب این بخش صورت گیرد آثار بزرگی را به دنبال خواهد داشت. اما بهره‌وری مطلوبتر از منابع بدون کسب اطلاع از کمیت آب توزیع شده ممکن نیست. در سال‌های اخیر مباحث بهسازی و بازسازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور به طور جدی مطرح شده است. شاید یکی از ضروری ترین اقدامات لازم در بهسازی شبکه‌ها تجهیز آن‌ها با سازه‌های اندازه گیری حجمی کاراً و قابل اعتماد باشد تا به این ترتیب ثبت مقادیر توزیع شده آب با درستی^۱ مطلوب، میسر باشد.

کتاب‌ها و راهنماهای مربوط به تجهیزات اندازه گیری آب که در دنیا منتشر شده است محدود است. یکی از این کتاب‌ها کتاب حاضر است که در طول یک دوره بسیار طولانی در دست آبیاران و مسئولین توزیع آب قرار داشته و اعتماد کاربران را جلب کرده است. این کتاب در طول دوره بهره‌برداری ویرایش‌های متعددی به خود دیده و به تدریج متکامل شد. اما سیستم واحدهای آن انگلیسی می‌باشد. در این ترجمه حتی الامکان سعی شده است که روابط و جداول به سیستم واحدهای بین المللی تبدیل شود تا استفاده از آن برای کاربران ایرانی میسر شود. مترجمان امید دارند که این اثر بتواند در معرفی روش‌های متداول برای اندازه گیری آب کشاورزی کمک نماید و در مدیریت توزیع و بهسازی شبکه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

¹ Accuracy

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران	الف
پیشگفتار دبیر کل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران	ت
مقدمه مؤلف	ج
مقدمه مترجمین	د

فصل اول

مقدمه	۱
۱. ضرورت	۱
۲. مزایای اندازه‌گیری بهتر آب	۲
۳. هدف	۳
۴. استفاده از راهنما	۳
۵. منابع	۵

فصل دوم

مفاهیم بنیادی اندازه‌گیری جریان آب	۷
۱. مقدمه	۷
۲. انواع جریان	۸
۳. اصول اساسی اندازه‌گیری جریان آب	۸
۴. روابط دبی-سرعت-مساحت	۱۲
۵. تعیین حجم جریان	۱۳

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶. نمونه‌های دیگری از وسایل اندازه‌گیری سرعت	۱۳
۷. مفهوم بارآبی سرعت	۱۴
۸. روابط روزنه	۱۵
۹. روابط سرریز لبه تیز	۱۶
۱۰. روابط تعادل انرژی جریان	۱۷
۱۱. عمق متوسط و شعاع هیدرولیکی	۲۰
۱۲. روابط عدد فرود و جریان بحرانی	۲۱
۱۳. معادله دبی جریان در سرریزهای مستطیلی لبه پهن	۲۵
۱۴. کاربرد اصل انرژی در جریان‌سنج‌های نوع لوله‌ای	۲۷
۱۵. ضرایب معادله	۳۰
۱۶. معادلات جریان یکنواخت و افت بار اصطکاکی	۳۲
۱۷. شرایط رسیس جریان	۳۵
۱۸. منابع	۳۶
فصل سوم	
درستی اندازه‌گیری	۳۷
۱. مقدمه	۳۷
۲. تعاریف اصطلاحات مربوط به درستی اندازه‌گیری‌ها	۳۸
۳. اصطلاحات توانایی	۴۴
۴. استانداردهای مقایسه	۴۶
۵. نمونه‌های روش‌های واسنجی و درستی محاسبات	۴۷
الف) تعداد ارقام معنی‌دار در محاسبات	۴۷
ب) واسنجی روزنه	۴۸

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۱	ج) تحلیل خطای معادله واسنجی.....
۵۳	د) آنالیز خطای اندازه‌گیری بارآبی.....
۵۴	ه) تعیین اثر اندازه‌گیری بارآبی روی درستی.....
۵۵	و) محاسبات مرتبط با انتخاب وسیله اندازه‌گیری بارآبی.....
۵۶	ز) روابط بین مقیاس کامل و واقعی.....
۵۸	ح) واسنجی درصد ثبت.....
۶۰	۶. منابع.....

فصل چهارم

۶۱	انتخاب وسایل اندازه‌گیری آب.....
۶۱	۱. ملاحظات کلی.....
۶۱	۲. انواع وسایل اندازه‌گیری.....
۶۲	۳. ملاحظات انتخاب.....
۶۳	درستی.....
۶۴	هزینه.....
۶۴	محدودیت‌های قانونی.....
۶۴	حدود تغییرات جریان.....
۶۵	افت بارآبی.....
۶۵	سازگاری با شرایط محل.....
۶۶	سازگاری با شرایط متنوع بهره‌برداری.....
۶۷	انواع اندازه‌گیری‌ها و ثبت‌های مورد نیاز.....
۶۷	الزامات بهره‌برداری.....
۶۸	توانایی عبور دادن رسوب و مواد حمل شده.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۹	محیط اطراف وسیله
۷۰	نیازهای نگهداری
۷۰	نیازهای ساخت و نصب
۷۰	واسنجی و استانداردسازی وسیله
۷۱	بازرسی میدانی، عیب‌یابی و تعمیرات
۷۲	پذیرش کاربر از روش‌های جدید
۷۲	امکان خرابکاری
۷۲	اثرات محیط
۷۳	۴. راهبردهای انتخاب
۷۳	الف) فهرست کوتاه وسایل بر اساس کاربرد
۷۹	ب) مثال
۸۱	۵. منابع

فصل پنجم

۸۳	بازرسی از سیستم‌های اندازه‌گیری جریان آب
۸۳	۱. سابقه و هدف
۸۴	۲. وسایل استاندارد در مقابل وسایل غیر استاندارد
۸۵	۳. ریش جریان
۸۷	۴. تلاطم
۸۹	۵. سطح ناهموار آب
۹۲	۶. بارآبی نظیر سرعت در حین ریش
۹۴	۷. الگوهای جریان نامناسب
۹۵	۸. شرایط جریان خروجی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹۶	۹. شرایط اقلیمی و فرسودگی تجهیزات
۹۸	۱۰. مهارت و نصب نامناسب
۱۰۳	۱۱. روش‌های کاهش دهنده درستی اندازه‌گیری
۱۰۴	الف) اندازه‌گیری معیوب بارآبی
۱۰۶	ب) اندازه‌گیری موردی
۱۰۷	ج) استفاده از وسایل اندازه‌گیری نامناسب
۱۰۸	۱۲. منابع

فصل ششم

۱۰۹	اندازه‌گیری و ثبت تراز آب یا بارآبی
۱۰۹	۱. مقدمه
۱۰۹	۲. مبنای اشل
۱۱۰	۳. روش اندازه‌گیری
۱۱۰	۴. اشل‌های غیر ثبات
۱۱۱	۵. اشل‌های ثبات
۱۱۲	الف) ثبات‌های گرافیکی-آنالوگ
۱۱۶	ب) ثبات‌های دیجیتال
۱۲۰	۶. نصب ثبات‌های تراز آب
۱۲۰	۷. ملاحظات چاهک اندازه‌گیری
۱۲۵	۸. کارگذاری مبناء
۱۲۸	۹. عملکرد، نگهداری و مراقبت از ثبات‌های سطح آب
۱۳۰	۱۰. منابع

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل هفتم	
سرریزها	۱۳۱
۱. مقدمه	۱۳۱
۲. تعریف سرریزها	۱۳۲
۳. طبقه بندی و اصطلاحات سرریز	۱۳۳
۴. انواع مختلف سرریزها با صفحه نازک	۱۳۸
۵. شرایط مورد نیاز تمام انواع مختلف سرریزهای لبه تیز	۱۳۹
۶. سرریزهای مستطیلی با فشردگی کامل و جزئی	۱۴۱
حدود کاربرد و اندازه سرریزها:	۱۴۵
۷. سرریزهای V شکل با هر زاویه ای	۱۴۵
۸. برخی از سرریزهای مثلثی استاندارد آبیاری	۱۴۹
۹. سرریزهای مستطیلی فشرده استاندارد	۱۴۹
الف) معادله دبی در سرریزهای مستطیلی استاندارد با فشردگی کامل	۱۴۹
ب) دبی سرریزهای مستطیلی فشرده استاندارد	۱۵۰
ج) محدودیت های سرریزهای مستطیلی کاملاً فشرده استاندارد	۱۵۱
۱۰. سرریزهای مستطیلی استاندارد بدون فشردگی	۱۵۱
الف) معادله سرریزهای مستطیلی استاندارد بدون فشردگی با انقباض کامل بستر	۱۵۲
ب) دبی سرریزهای مستطیلی استاندارد بدون فشردگی	۱۵۳
ج) محدودیت های سرریزهای مستطیلی استاندارد بدون فشردگی	۱۵۳
۱۱. سرریزهای مثلثی ۹۰ درجه کاملاً فشرده	۱۵۴
الف) معادله کلاسیک سرریزهای V شکل ۹۰ درجه استاندارد فشرده شده	۱۵۴
ب) دبی سرریزهای مثلثی ۹۰ درجه فشرده شده	۱۵۴
ج) محدودیت های سرریزهای مثلثی ۹۰ درجه فشرده شده	۱۵۵

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۵۵	۱۲. سرریز سیپولتی
۱۵۶	الف) معادله سرریزهای سیپولتی
۱۵۷	ب) دبی سرریزهای سیپولتی
۱۵۷	ج) محدودیت‌های سرریز سیپولتی
۱۵۸	۱۳. سرریزهای ویژه
۱۵۸	الف) سرریزهای مرکب
۱۶۰	ب) جعبه سرریز کوتاه در دهانه‌های آبگیر
۱۶۶	ج) سرریزهای لبه پهن
۱۶۷	د) سرریزهای متحرک و سرریزهای قابل تنظیم
۱۶۸	ح) اندازه‌گیری جریان با استفاده از یک دریچه آبگرد
۱۷۲	و) سرریزهای مثلثی با تاج کوتاه
۱۷۳	۱۴. تصحیح سرعت رَسِش
۱۷۴	۱۵. استغراق سرریز
۱۷۵	۱۶. انتخاب سرریز
۱۷۶	۱۷. ساخت و نصب سرریزهای لبه تیز
۱۸۰	۱۸. نگهداری از سرریزها
۱۸۱	۱۹. منابع
فصل هشتم	
۱۸۳	فلوم‌ها
۱۸۳	۱. کلیات
۱۸۴	۲. طبقه‌بندی فلوم‌ها
۱۸۴	الف) فلوم‌ها با گلوگاه طولانی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۸۵	ب) فلوم با گلوگاه کوتاه
۱۸۷	۳.فلوم‌های ویژه
۱۸۸	الف) H- فلوم
۱۸۹	ب) فلوم‌های گلو بریده
۱۸۹	ج) فلوم‌های پالمر بولز
۱۹۰	د) فلوم‌های ذوزنقه‌ای با بستر مسطح
۱۹۰	ه) فلوم‌های ویژه عبور رسوب
۱۹۱	۴.استغراق
۱۹۳	۵.مشخصات موقعیت مرتبط با جایابی، انتخاب و استقرار فلوم‌ها
۱۹۳	الف) شرایط ریش
۱۹۵	ب) مشخصات کانال جریان و ملزومات قابل استفاده
۱۹۶	ج) فرسایش و آبشویی
۱۹۷	۶.مهارت
۱۹۸	۷.اندازه‌گیری بارآبی
۱۹۹	الف) محل اندازه‌گیری بارآبی
۱۹۹	ب) انتخاب وسیله اندازه‌گیری بارآبی
۲۰۰	ج) اشل‌های دستی
۲۰۲	د) چاهک‌های اندازه‌گیری
۲۰۴	ه) نصب اشل و تنظیم صفر
۲۰۵	۸.فلوم‌های اندازه‌گیری دارای گلوگاه طولانی
۲۰۶	الف) مشخصات فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی
۲۱۰	ب) خلاصه‌ای از مزیت‌های فلوم دارای گلوگاه طولانی
۲۱۱	ج) مراحل کلی طراحی فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
د) تعیین شکل و اندازه سازه.....	۲۱۱
ه) طراحی کامپیوتری در مقابل تنظیم فلوم‌های گلو طولانی از قبل واسنجی شده..	۲۱۲
۹. جدول انتخاب و طراحی از قبل محاسبه شده برای فلوم‌های گلو طولانی.....	۲۱۳
الف) فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی برای کانال‌های پوشش‌دار دوزنقه‌ای.....	۲۱۵
ب) فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی برای کانال‌های بدون پوشش.....	۲۲۴
ج) اندازه‌گیری جریان در مجاری مدور نسبتاً پر.....	۲۳۰
د) ساخت فلوم‌های دارای گلوگاه طولانی قابل حمل برای مجاری مدور و نیم‌دایره.....	۲۳۵
۱۰. پارشال فلوم‌ها.....	۲۳۵
الف) معادلات و جداول دبی جریان آزاد.....	۲۳۸
ب) تعیین جریان مستغرق.....	۲۳۹
۱) جریان مستغرق در فلوم‌های ۱ تا ۳ اینچی.....	۲۴۰
۲) تعیین جریان مستغرق با فلوم‌های ۶ و ۹ اینچی.....	۲۴۵
۳) تصحیح استغراق برای فلوم‌های ۱ تا ۸ فوتی.....	۲۴۶
۴) تصحیح استغراق برای فلوم‌های ۱۰ تا ۵۰ فوتی.....	۲۴۸
ج) تعیین افت بارآبی.....	۲۴۹
۱) افت بارآبی برای عرض گلوگاه ۱۰ تا ۵۰ فوتی.....	۲۵۰
۲) افت بارآبی در عرض گلوگاه ۱ تا ۸ فوتی.....	۲۵۰
۳) افت بارآبی در گلوگاه‌های ۹ اینچی و کوچک‌تر.....	۲۵۲
اطلاعات بیشتر در مورد پارشال فلوم‌ها.....	۲۵۲
۱۱. منابع.....	۲۵۴
فصل نهم	
روزنه‌های مستغرق.....	۲۵۷

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۵۷	۱. تعریف و طبقه‌بندی روزنه‌ها
۲۵۸	۲. مزایا و معایب
۲۵۹	۳. روزنه‌های مستغرق کاملاً فشرده
۲۶۰	۴. شرایط برای دقت روزنه‌های مستغرق مستطیلی کاملاً فشرده شده
۲۶۲	۵. دبی عبوری از یک روزنه مستطیلی مستغرق
۲۶۴	۶. ابعاد روزنه‌های مستطیلی مستغرق کاملاً فشرده
۲۶۵	۷. ساخت و نصب روزنه‌های مستغرق کاملاً فشرده استاندارد
۲۶۵	۸. تنظیم دبی برای حذف فشردگی در روزنه‌های مستغرق
۲۶۷	۹. ملزومات روزنه‌های مستطیلی مستغرق بدون فشردگی
۲۶۷	۱۰. سرعت رسش اضافی
۲۶۸	۱۱. دهانه آبیگیر روزنه‌ای با بارآبی ثابت (CHO)
۲۶۸	الف) توصیف کلی
۲۷۲	ب) واسنجی‌های دبی
۲۷۴	ج) اثرات عمق جریان بالادست
۲۷۵	د) اثرات عمق آب بالادست و پائین‌دست
۲۷۶	ه) اثرات رسوب و علف‌های هرز
۲۷۷	و) اثرات شرایط رسش جریان
۲۷۸	ظ) اندازه‌گیری بارآبی
۲۷۹	۱۲. سازه‌های تنظیم‌کننده روزنه‌ای
۲۸۱	۱۳. دریچه قطاعی تنظیم‌کننده بکار رفته در وسایل اندازه‌گیری
۲۸۳	۱۴. دریچه‌های اندازه‌گیری
۲۸۸	۱۵. منابع

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل دهم	
جریان سنج‌ها	۲۸۹
۱. مقدمه	۲۸۹
۲. انواع جریان سنج‌ها	۲۸۹
الف) جریان سنج‌های پروانه‌دار و فنجان‌ی	۲۹۰
ب) جریان سنج‌های الکترومغناطیسی	۲۹۱
ج) جریان سنج‌های دوپلر	۲۹۱
د) سرعت سنج‌های نوری	۲۹۲
۳. استفاده از ایستگاه‌های جریان سنجی	۲۹۲
۴. موقعیت ایستگاه‌های جریان سنجی	۲۹۴
۵. انواع اندازه‌گیری‌های جریان سنجی	۲۹۵
۶. ایستگاه‌های جریان سنجی و وسیله حمل و نقل	۲۹۸
۷. زیر مجموعه‌های جریان سنج‌های پروانه‌دار - فنجان‌ی	۳۰۱
الف) جریان سنج‌های نوع پرایس (محور قائم)	۳۰۴
ب) جریان سنج پیگمی (محور قائم)	۳۰۶
ج) جریان سنج‌های پروانه‌دار (با محور افقی)	۳۰۹
۸. میله‌های داخل آب شونده	۳۱۰
۹. مراقبت از جریان سنج پروانه‌دار	۳۱۲
۱۰. دستوالعمل‌های کلی و اقدامات احتیاطی	۳۱۳
۱۱. روش اندازه‌گیری	۳۱۴
۱۲. روش‌های تعیین سرعت متوسط	۳۱۵
۱۳. محاسبه دبی	۳۱۷
۱۴. روش میانگین ساده	۳۱۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۵. روش حد فاصل.....	۳۱۹
۱۶. قانون سهموی سیمسون.....	۳۲۰
۱۷. منحني‌های دبی کانال.....	۳۲۵
۱۸. قرائت‌های اشل.....	۳۲۶
۱۹. محاسبه دبی‌ها.....	۳۲۶
۲۰. جدول سنجه.....	۳۲۸
۲۱. دبی‌های روزانه و ماهانه.....	۳۲۸
۲۲. اندازه‌گیری دبی درون لوله‌ها با پروانه‌های آبی.....	۳۲۹
۲۳. منابع.....	۳۳۰

فصل یازدهم

اندازه‌گیری صوتی جریان.....	۳۳۱
۱. جریان‌سنج‌های صوتی زمان-گذر.....	۳۳۱
الف) جریان‌سنج با مسیر قطری.....	۳۳۲
ب) جریان‌سنج با مسیر وتری.....	۳۳۳
ج) مزایا.....	۳۳۳
د) معایب.....	۳۳۳
۲. تئوری.....	۳۳۴
۳. دانش فنی موجود.....	۳۳۵
الف) دستگاه اصلی.....	۳۳۵
ب) مقطع اندازه‌گیری.....	۳۳۶
ج) ترانس‌دیوسرها.....	۳۳۶
د) مسیرهای صوت.....	۳۳۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
ه) دستگاه ثانویه	۳۳۶
۴. خطاهای سیستم	۳۳۷
۵. ملاحظات نصب	۳۳۹
الف) طول و زاویه مسیر صوت	۳۳۹
ب) سیگنال یابی	۳۳۹
ج) جریان های ثانویه	۳۴۰
د) انتگرال گیری از پروفیل سرعت	۳۴۰
ه) واسنجی	۳۴۰
۶. راهبردهای انتخاب جریان سنج	۳۱۴
الف) جریان سنج های تک مسیره در مقابل چند مسیره	۳۴۱
ب) کارگذاری خارجی در مقابل کارگذاری توکار ترانسدیوسرها	۳۴۱
۷. جریان سنج های صوتی کانال باز	۳۴۲
الف) سرعت سنج های صوتی تک مسیره	۳۴۳
ب) جریان سنج چند مسیره	۳۴۴
ج) محدودیت ها	۳۴۴
د) قابلیت دسترسی	۳۴۵
ه) انتخاب محل	۳۴۵
و) الزامات کارگذاری ترانسدیوسر	۳۴۶
ز) تحلیل محل	۳۴۶
ح) واسنجی	۳۴۷
ط) درستی	۳۴۷
ی) بهره برداری و نگهداری	۳۴۷
۸. جریان سنج های صوتی نوع دوپلر	۳۴۸

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۳۴۸	۹. جریان سنج فرا صوتی با همبستگی متقاطع.....
۳۵۰	۱۰. منابع.....

فصل دوازدهم

۳۵۱	اندازه گیری دبی با استفاده از ردیاب ها.....
۳۵۱	۱. کلیات.....
۳۵۱	۲. انواع ردیاب های استفاده شده.....
۳۵۳	۳. روش های کلی کاربرد.....
۳۵۴	۴. معادلات دبی برای روش های ردیاب.....
۳۵۴	الف) معادله دبی برای ردیابی به روش مساحت- سرعت.....
۳۵۴	ب) معادله دبی در روش ترقیق ردیاب.....
۳۵۵	۵. منابع مشترک خطا.....
۳۵۷	۶. روش های مساحت- سرعت- ردیاب.....
۳۵۷	الف) اندازه گیری های مساحت- سرعت- نمک.....
۳۶۱	ب) اندازه گیری های سرعت- رنگ.....
۳۶۲	۷. روش های ترقیق ردیاب.....
۳۶۴	۸. منابع.....

فصل سیزدهم

۳۶۵	روش های اندازه گیری ویژه ی کانال های باز.....
۳۶۵	۱. مقدمه.....
۳۶۵	۲. جریان سنج های پروانه ای.....
۳۶۶	۳. جریان سنج های پیچشی.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۶۷	۴. کنترل‌های اندازه‌گیری برای کانال‌ها
۳۶۸	۵. واسنجی دریاچه‌ها و دریاچه‌های کنترل
۳۶۹	۶. روش مساحت-شیب
۳۷۰	۷. لوله پیتو
۳۷۱	۸. محاسبه جریان ورودی و خروجی از ذخیره‌سازی مخزن
۳۷۲	۹. میله‌های سرریز
۳۷۳	۱۰. اندازه‌گیری با اجسام شناور
۳۷۵	۱۱. منابع

فصل چهاردهم

۳۷۷	اندازه‌گیری در مجاری تحت فشار
۳۷۷	۱. مقدمه
۳۷۷	۲. توضیحات کلی در مورد جریان‌سنج‌های خط لوله
۳۷۸	۳. جریان‌سنج‌های بارآبی تفاضلی
۳۸۰	الف) جریان‌سنج‌های ونتوری
۳۸۲	ب) جریان‌سنج‌های نازلی
۳۸۳	ج) جریان‌سنج روزنه‌ای
۳۸۵	۱) معادله شدت جریان
۳۸۵	۲) استانداردسازی محل شیر
۳۸۷	۳) الزامات صفحه روزنه و سوراخ آن
۳۸۷	۴) ملزومات تقرب و خروجی جریان‌سنج
۳۸۸	۵) ضریب دبی
۳۹۰	۴. جریان‌سنج‌های پروانه‌ای

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۹۴	۵. جریان سنج‌های کنارگذر.....
۳۹۵	۶. جریان سنج‌های مغناطیسی.....
۳۹۶	۷. جریان سنج‌های انحرافی.....
۳۹۷	۸. جریان سنج‌های مساحت- متغیر.....
۳۹۸	۹. جریان سنج گردابی.....
۳۹۸	۱۰. اندازه‌گیری‌های سرعت با لوله پیتو.....
۴۰۱	۱۱. روش‌های مساحت سرعت نقطه‌ای.....
۴۰۴	۱۲. روش لوله کالیفرنیا.....
۴۰۶	۱۳. روش‌های منحنی خط سیر.....
۴۰۶	الف) لوله‌های قائم.....
۴۰۹	ب) لوله‌های افقی.....
۴۱۵	۱۴. سیفون‌ها یا لوله‌های کوچک.....
۴۱۹	۱۵. روش زمان-فشار.....
۴۱۹	۱۶. واسنجی توربین‌ها، پمپ‌ها، دریچه‌ها و شیرها.....
۴۲۰	۱۷. جریان سنج‌های صوتی.....
۴۲۱	۱۸. منابع.....
۴۲۳	جریان سنج‌های زانویی.....
۴۲۷	لیست انتشارات.....



WATER MEASUREMENT MANUAL

Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID)



ISBN: 978-964-6668-85-0

Publication Issue: 144

2011