INSO
19433
1st.Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۹۴۳۳
چاپ اول
۱۳۹۳

هیدرومتری- انتخاب، استقرار و راه‌اندازی یک ایستگاه پایش

Hydrometry — Selection, establishment and operation of a gauging station

ICS:17.120.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمونگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« هیدرومتری- انتخاب، استقرار و راه‌اندازی یک ایستگاه پایش»

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
قادری، نوشین (دکترای مهندسی برق)	عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد
دبیر :	
نوریزاده دهکردی ، احسان (فوق‌لیسانس متالورژی)	شرکت اندیشه فاخر شهرکرد
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی مطلق، رضا (فوق لیسانس عمران)	وزارت نیرو
پایان، معصومه (لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد استان اصفهان
پوری‌رحیم، حسین (فوق‌لیسانس متالورژی)	اداره کل استاندارد استان اصفهان
جعفرپور، احسان (فوق‌لیسانس صنایع)	شرکت آریا کیفیت پارس
دایی جواد، حسین (لیسانس متالورژی)	اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری
دشتگرد، مجتبی (لیسانس صنایع)	شرکت نانو واحد صنعت پرشیا
صنایعی، سهراب (فوق‌لیسانس متالورژی)	دانشگاه صنعت‌ومعدن

فتوحی، رجبعلی (فوق‌لیسانس مهندسی آب‌های سطحی)	وزارت نیرو
قادری، مسعود (فوق‌لیسانس الکترونیک)	کارخانه صاایران اصفهان
محمودی‌نیا، مهدی (فوق‌لیسانس متالورژی)	کارخانه مس کرمان
مردانی، محمد (لیسانس عمران)	اداره کل استاندارد استان چهارمحال‌وبختیاری
نوریزاده دهکردی ، اشکان (فوق‌لیسانس مکانیک)	شرکت اندیشه فاخر شهرکرد

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ه
مقدمه		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات وتعاریف	۱
۴	ملاحظات و الزامات کلی	۲
۵	سطح آب(تراز(اشل)) که تنها مربوط به ایستگاه‌های پایش است	۳
۵-۱	بررسی مقدماتی و معیارهای انتخاب	۳
۵-۲	اندازه‌گیری تراز(اشل) و ثبت‌کردن	۵
۶	ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)- تراز(اشل)	۶
۶-۱	کلیات	۶
۶-۲	عناصر اصلی ایستگاه پایش تخلیه(دبی)- تراز(اشل)	۷
۷	ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)-تراز(اشل) با استفاده از سازه‌های هیدرولیکی	۹
۷-۱	کلیات	۹
۷-۲	انتخاب مکان	۹
۷-۳	انواع سازه‌های هیدرولیکی	۱۰
۸	ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)- سرعت	۱۱
۸-۱	کاربرد و انواع وسایل	۱۱
۸-۲	انتخاب مکان	۱۱
۸-۳	کالیبراسیون	۱۲
۸-۴	روش زمان انتقال (آکوستیک)	۱۲
۸-۵	داپلر	۱۳
۸-۶	سرعت‌سنج‌های مرتبط با آکوستیک(پژواک)	۱۴
۸-۷	روش الکترومغناطیسی (سیم‌پیچ پهن کانال کامل)	۱۵
۹	اندازه‌گیری در شرایط سخت	۱۵

۹-۱ شرایط برف و یخ‌بندان ۱۵
۹-۲ رشد علف‌های هرز ۱۵
۹-۳ شرایط رسوب‌گذاری شدید ۱۶
۱۰ عملیات و نگهداری ۱۶
۱۰-۱ کلیات ۱۶
۱۰-۲ ایستگایی که تنها سطح آب(تراز(اشل)) را پایش می‌کنند ۱۶
۱۰-۳ ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)-تراز(اشل) ۱۷
۱۰-۴ ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)-تراز(اشل) با استفاده از سازه‌های هیدرولیک ۱۷
۱۰-۵ ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)-سرعت ۱۷
پیوست الف (اطلاعاتی) شرایط قابل کاربرد برای انتخاب روش اندازه‌گیری تخلیه(دبی) ۱۹
پیوست ب (اطلاعاتی) کتاب‌نامه ۲۳

پیش گفتار

استاندارد « هیدرومتری- انتخاب، استقرار و راه‌اندازی یک ایستگاه پایش» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت مهندسی اندیشه فاخر شهرکرد تهیه و تدوین شده است و در۲۳۱ اجلاس کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۳/۱۰/۰۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 18365:2013, Hydrometry — Hydrometry — Selection,establishment and operation of a gauging station

هیدرومتری- انتخاب، استقرار و راه‌اندازی یک ایستگاه پایش

۱ هدف ودامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات استقرار و راه‌اندازی ایستگاه پایش به منظور اندازه‌گیری تراز(اشل)[۱] یا تراز(اشل) و تخلیه(دبی)[۲] دریاچه، مخزن، رودخانه یا آبرو[۳] یا سایر کانال‌های[۴] روباز احداثی است. هم‌چنین در این استاندارد چگونگی راه‌اندازی و تعمیرونگهداری ایستگاه پایشی را شرح می‌دهد که یکی از روش‌های اندازه‌گیری آورده شده را مورد استفاده قرار می‌دهد.

الزامات تنها برای تراز(اشل) ایستگاه‌های اندازه‌گیری، ایستگاه‌های تخلیه(دبی) - تراز(اشل) و ایستگاه‌های اندازه‌گیری تخلیه(دبی) مستقیم در کانال‌های طبیعی و هم‌چنین ایستگاه‌های تخلیه(دبی)- تراز(اشل) همراه با سازه‌های احداثی، در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این، برخی الزامات نیز برای اندازه‌گیرهای تحت شرایط سخت از جمله شرایط یخ‌بندان ارایه شده‌اند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد،اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 772, Hydrometry — Vocabulary and symbols

۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

در این استاندارد اصطلاحات، تعاریف و نمادهای ارایه شده در استاندارد ISO 772 به کار می‌روند.

1- Stage
2- Discharge
3- Canal
4- Channel

۴ ملاحظات و الزامات کلی

۴-۱ الزامات

پیش از کارهای مقدماتی استقرار و راه‌اندازی ایستگاه پایش، الزامات زیر باید مشخص شوند:

الف- گستره سطوح مورد نیاز اندازه‌گیری؛

ب- گستره شارش‌های مورد نیاز اندازه‌گیری؛

پ- الزامات متقاضی مربوط به نوع داده‌ها؛

ت- الزامات متقاضی در ارتباط با به موقع بودن داده‌ها؛

ث- عدم‌قطعیت مجاز داده‌ها؛

ج- سایر کاربران بالقوه داده‌ها؛

چ- عمر متوسط[1] ایستگاه؛

ح- بودجه موجود؛

خ- ترتیب دست‌رسی به زمین و مجوزهای ساخت.

۴-۲ سایر محدودیت‌ها

علاوه بر الزامات بند ۴-۱ سایر الزاماتی که باید مشخص شوند به قرار زیر هستند:

الف- مسائل محیطی موضعی؛

ب- قابل دست‌رس بودن مکان در هر شرایط شارش؛

پ- موجود بودن خطوط ارتباطی و برق؛

ت- پایداری خاک‌ریزهای مقابل آب‌راه‌ها[2]؛

ث- پایداری بستر آب‌راه؛

ج- شناسایی هر گونه اصلاحات هیدرولیکی پیشنهادی که برای آینده مطرح می‌شوند؛ بعنوان مثال پل‌ها، تونل‌ها(شامل معابر لوله‌ای)، لنگرگاه‌ها و پایه‌ها[3]؛

چ- خرابکاری‌های بالقوه؛

ح- تاثیر زیر آب رفتن محل پایش ناشی از سازه‌های ذخیره کننده جریان پایین‌دستی(دریاچه‌ها، سدها، سرریزه‌ها)؛

خ- تلفات بالقوه جریان در نواحی کارست[4]؛

د- رشد علف‌های هرزآبی در آب‌راه؛

1- Life expectancy
2- Watercourse
3- Pier
4- Karst

ذ- شرایط یخبندان در زمستان در نواحی شمالی و سرد.
آگاهی از الزامات بالا و محدودیت‌های موضعی، شرط اندازه‌گیری مناسب و تجهیزات ثبت‌کننده و همچنین اتخاذ فلسفه تعمیرونگهداری مناسب را تضمین خواهد می‌کند.

۵ سطح آب(تراز(اشل)) که تنها مربوط به ایستگاه‌های پایش است

۵-۱ بررسی مقدماتی و معیارهای انتخاب

۵-۱-۱ کلیات

مکان انتخابی تعیین تراز(اشل)، باید مطابق با هدفی باشد که قرائت‌ها در راستای آن انجام شود. در صورتی که دستگاه پایش از نوع غیر ثبت‌کننده باشد، قابلیت دست‌رسی به مکان و موجود بودن شاهد جزء معیارهای مهم هستند و در دستگاه پایش از نوع ثبت‌کننده معیارهای مهم عبارتند از: موجود بودن منبع تغذیه مناسب و قابلیت‌های ارتباطی داده‌ها.
دستگاه‌های پایش دریاچه‌ها و مخازن معمولاً در نزدیک کانال خروجی قرار داده می‌شوند در صورتی که باید به حد کافی دور از ناحیه‌ای قرار داده شوند که افزایش شدت در آن ناحیه سبب جریان پایین‌دست سطح آب می‌شود. هم‌چنین دستگاه‌های پایش مربوط به مناطق با حجم آب زیاد باید به نحوی قرار داده شوند که تاثیر بادهای قوی را کاهش دهد زیرا این بادها می‌توانند اطلاعات گمراه کننده‌ای را ایجاد کنند و این اطلاعات ممکن است نشان دهنده حجم آب اندازه‌گیری شده نباشند. شرایط هیدرولیکی(ترجیحاً کانال آب مبسوط یکواخت که به حد کافی طویل است و توپوگرافی[1] بستر آن هم یکنواخت است) عوامل مهم انتخاب مکان در کانال‌های روباز و مخصوصاً در جایی که سطوح آب را می‌توان بعداً در محاسبه تخلیه(دبی) مورد استفاده قرار داد، هستند. برای اطمینان از تکرارپذیری[2] قرائت‌ها، باید کانال یا بستر به صورت ایده‌آل کنترل شوند که این، خود باید پایدار و نسبت به تغییرات سطح آب حساس باشد و این نمی‌تواند الزام محدودکننده‌ای برای نظارت بر سطوح آب، به عنوان مثال اهداف اخطار سیلاب، باشد.

۵-۱-۲ بررسی مقدماتی

در مورد اول، بررسی دقیق نقشه منطقه با مقیاس۱:۵۰۰۰۰ (یک به پنجاه هزار) یا بزرگتر مورد نیاز است. بررسی‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای یا نقشه‌های موجود در حوزه عمومی مانند گوگل ارث[3] را می‌توان به عنوان پایه‌ای برای انتخاب مکان‌های بالقوه مورد استفاده قرار داد و سپس می‌توان توسط شناسایی زمینی به تخمین‌های دقیق‌تری دست یافت. این شناسایی زمینی شامل بررسی دیداری دقیق خواهد بود. جهت تعیین

1- Topography
2- Repeatability
3- Google Earth

این‌که آیا هریک از طرح‌های موجود در زمینه اصلاح حاشیه[1] رودخانه، نظام طبیعی بستر جریان را اصلاح می‌کند و تاثیری بر ایستگاه پایش پیشنهادی دارد یا خیر باید پرس‌وجوی لازم انجام شود.
همچنین برای آگاهی از تاریخچه شارش قبلی مشخص که شامل حوادث آبی ضعیف، سیلاب‌ها و سایر حوادث آبی قوی، وجود هر ناحیه طغیان که باعث شارش مسیر فرعی[2] مکان می‌شود و از همه مهم‌تر آگاهی از ناپایداری بستر، باید پرس‌وجوی لازم انجام شود.
برای کسب اطمینان از این‌که صاحبان مکان به تاسیسات پیشنهادی مایل هستند یا خیر، طرح و بیان پیشنهادهای مربوط به تراز(اشل) اولیه به آن‌ها می‌تواند مناسب باشد.
بررسی‌های هندسه کانال و الگوهای سرعت شارش با استفاده از پروفیلر جریان داپلر آکوستیک[3] می‌تواند اطلاعات سودمندی را به همراه داشته باشند.
مجموعه داده‌های ایستگاه‌های اندازه‌گیری هیدرومتریک تحت تاثیر استفاد از دورسنجی[4] قرار دارد. روش‌های موجود و کیفی انتقال داده‌ها باید تحت بررسی قرار گیرند.

۵-۱-۳ معیارهای انتخاب

فهرستی از مکان‌های بالقوه و مزیت‌های و معایب مشخص شده آن‌ها باید تهیه شود. بنابراین انتخاب مکان می‌تواند مطابق معیارهای مشخص شده در بند ۴ باشد. صفر دستگاه پایش باید به گونه‌ای انتخاب شود که از قرائت‌های منفی جلوگیری شود. بنابراین این مورد باید به خوبی در زیر سطح ویژگی کنترل تنظیم شود. این نقطه صفر باید از طریق بنچمارک[5] ایستگاه با داده ملی مرتبط شود و بهتر است بررسی سالانه با در نظر گرفتن این بنچمارک انجام گیرد. این امر اطمینان حاصل می‌کند که مورد اشاره شده می‌تواند با دقت جایگزین سطح مشابه شود البته بهتر است در مواقعی که ضرر یا آسیبی به دستگاه پایش مرجع وارد شود، این جایگزینی انجام شود.
خود بنچمارک باید به از نظر این‌که نشان‌هنده داده ملی است یا خیر باید منظم بررسی شود. بازه زمانی این بررسی‌ها باید وابسته دینامیک‌های خاک موضعی باشد.

1- Reach (مسیری از کانال با شرایط تقریبا یکسان)
2- By-passing
3- Acoustic Doppler Current Profiler
4- Telemetry
5- Benchmark

۵-۲ اندازه‌گیری تراز(اشل) و ثبت‌کردن

۵-۲-۱ کلیات

قرائت تراز(اشل) می‌تواند به عنوان یک اندازه‌گیری آنی منفرد، یک دنباله کوتاه اندازه‌گیری‌های آنی یا ثبت پیوسته یا عملاً پیوسته نوسانات تراز(اشل) ، مورد نیاز باشد. پایه هر یک از موارد بالا باید شامل نصب دستگاه پایش دستی عمودی(اشل قائم)[1]، شیب‌دار(اشل مورب)[2] یا وزنه- سیم(اشل وزنه-سیم)[3] باشد.

۵-۲-۲ دستگاه پایش دستی عمودی(اشل قائم)

دستگاه پایش دستی عمودی شامل مقیاسی(معمولا یک متر طول با درجه‌بندی‌ها یا تقسیمات مقیاسی ۵ mm یا۱۰mm) است که یا روی آن نشانه‌گذاری انجام شده و یا محکم به یک سطح عمودی پایدار و مناسب متصل شده است. دستگاه پایش باید از موادی با ضریب انبساط پایین ساخته شود. در جایی که گستره اندازه‌گیری مورد نیاز از ظرفیت دستگاه پایش عمودی تکی تجاوز می‌کند، سایر دستگاه‌های پایش باید بر روی خط مقطع عرضی قائم بر جهت شارش نصب شوند. هم‌پوشانی مقایس دنباله‌های مربوط به دستگاه‌های پایش مایل به منظور تداوم مطمئن قرائت‌ها و همچنین تایید سازگاری آن‌ها با یک‌دیگر نباید بیشتر از ۱۵cm باشد.

۵-۲-۳ دستگاه پایش شیب‌دار یا خمیده(اشل مورب یا خمیده)[4]

دستگاه پایش شیب‌دار یا خمیده شامل مقیاسی است که یا روی آن نشانه‌گذاری انجام شده و یا محکم به یک سطح خمیده پایدار و مناسب متصل شده که این سطح با حدفاصل حاشیه رودخانه به خوبی مطابق است. این دستگاه در سرتاسر طول خود ممکن است بر روی یک شیب پیوسته یا ترکیبی از دو یا چند شیب قرار گیرد. این دستگاه پایش شیب‌دار باید بر روی خط مقطع عرضی قائم بر جهت شارش قرار گیرد.

۵-۲-۴ دستگاه پایش وزنه نواری یا سیمی

این دستگاه پایش وزنه نواری یا سیمی شامل وزنه‌ای است که به صورت دستی و تا زمانی که وزنه سطح آب را لمس کند، پایین برده می‌شود. سیم یا نوار را می‌توان یا دور یک طبل متصل به سازوکار سیم‌پیچی، یا دور دست، پیچاند.

زمانی که فاصله عمودی بین نقطه اندازه‌گیری و سطح آب زیاد باسد، برای بهبود اندازه‌گیری‌ها می‌توان این دستگاه پایش وزنه نواری یا سیمی را به اتصالات الکتریکی مجهز کرد.

1- Vertical staff gauge
2- Ramp gauge
3- Wire-weight gauge
4- Inclined gauge

۵-۲-۵ سایر روش‌ها

می‌توان در برخی موارد تعیین تکی یا پیوسته سطح آب از روش‌های جایگزین استفاده کرد. این روش‌ها شامل دستگاه‌های پایش بیشترین سطح آب است که در استاندارد ISO 4373 به آن اشاره شده است.

۵-۲-۶ ثبت‌کننده تراز(اشل)

الزامات متقاضی تعیین کننده روش ثبت تراز(اشل) است. این روش می‌تواند شامل یک ثبت تکی تراز(اشل) باشد که به صورت روزانه انجام می‌پذیرد و به صورت دستی قرائت می‌شود که در این صورت بهتر است فرد مناسب انجام این کار مشخص شود.

ثبت پیوسته تراز(اشل) که توسط حس‌گرهای سطح آب، ازجمله شناورها، مبدل‌های فشار و آوایاب‌های متصل به ثبت‌کننده‌های دیجیتالی(نگارنده[1] یا دورسنج) یا آنالوگ(نمودار)، فراهم می‌شود بسیار معمول‌تر است. جزئیات این سیستم‌ها شامل استفاده از چاهک‌های آرامش است که در استاندارد ISO 4373 به آن اشاره شده است. ایستگاه‌های اندازه‌گیری پیشرفته برای جهت جلوگیری یا کاهش اتلاف داده‌های مربوط به اندازه‌گیری تراز(اشل) نوعاً دو سیستم مستقل دارند.

در زمان استفاده از یک ثبت‌کننده، بهتر است برای کسب اطمینان از مناسب بودن عملکرد حس‌گر و ثبت‌کننده، بازدید گاه به گاه توسط ناظر انجام شود. توصیه می‌شود که ناظر، زمان و تاریخ این بررسی‌ها را به همراه دستگاه پایش دستی و مقادیر ثبت شده یادداشت نماید. ضروری است که قرارگیری دستگاه پایش دستی به نحوی باشد که دست‌رسی به آن راحت و برای ناظر خوانا باشد.

همچنین باید نظرات مربوط به محل کانال، حاشیه رودخانه، وجود هر گونه انسداد، شرایط شاراش متداول و غیره یادداشت شوند.

دوره زمانی این بازدیدها باید براساس الزامات ویژه کشوری باشد اما این نکته که مشاهده مکان باید برای تایید اندازه‌گیری پیوسته و ثبت داده‌ها مطابق با رخداد هیدرولیکی اصلی باشد هم مهم است.

۶ ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)- تراز(اشل)

۶-۱ کلیات

زمانی که موارد ثبت شده سطح آب به عنوان پایه‌ای در محاسبات تخلیه(دبی) مورد استفاده قرار گیرند، رابطه بین سطح و شارش(دبی-اشل) آب باید تعیین شود.

1- Logger

در یک کانال پایدار که ویژگی کنترلی مناسب آن پایدار و مناسب است، می‌تواند بین سطح آب و تخلیه(دبی) رابطه تکی وجود داشته باشد. در این صورت، رابطه را می‌توان توسط وارد کردن اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) در تمامی گستره سطوح و شارش‌های مورد نیاز، محاسبه کرد.
سازوکارهای مختلفی برای این منظور وجود دارد که شامل دستگاه جریان‌سنج و دستگاه پایش شناوری (مطابق استاندارد ISO 748)، اندازه‌گیری رقیق‌سازی(مطابق استانداردهای ISO 9555-1، ISO 9555-3 و ISO 9555-4)، روش‌های آکوستیک زمان انتقال(مطابق استاندارد ISO 6416)، سرعت‌سنج داپلر(مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹)،جریان‌سنج الکترومغناطیسی(مطابق استاندارد ISO/TS 15768)، یا جریان‌سنج‌های داپلر آکوستیک(مطابق استاندارد ISO/TR 24578) می‌شوند ولی تنها به این روش‌ها محدود نمی‌شوند.
بازه زمانی تعمیرونگهداری یا رفتار عملیاتی باید به گونه‌ای باشد که درستی و به موقع بودن داده‌ها مطابق با الزامات کاربر باشد.

۶-۲ عناصر اصلی ایستگاه پایش تخلیه(دبی)- تراز(اشل)

۶-۲-۱ کلیات

عناصر اصلی مورد نیاز برای تعیین تخلیه(دبی) جریان با استفاده از موارد ثبت شده سطح آب به قرار زیر هستند:
الف- وسیله پایش تراز(اشل) (مطابق بند ۵-۲-۱)؛
ب- وسیله ثبت‌کننده و حس‌گر تراز(اشل) (مطابق بند ۵-۲-۶)؛
پ- مقطع کنترل یا حاشیه (مطابق بند۶-۲-۲)؛
ت- مقطع مناسب اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی)(مطابق بندهای ۶-۱ و ۶-۲-۳)؛
ث- اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) مربوط به تعریف رابطه تخلیه(دبی)- تراز(اشل) (مطابق بند ۶-۲-۴).

۶-۲-۲ مقطع کنترل یا مقطع حاشیه

مقطع کنترل یا مقطع حاشیه یک کانال، مقطعی طبیعی یا ساختگی یا حاشیه‌ای است که برای تعیین ارتباط بین تراز(اشل) و تخلیه(دبی) می‌توان مشخصه‌های فیزیکی آن را اندازه‌گیری و مورد استفاده قرار داد.
در مقطع کنترل هر گونه تغییر جریان پایین‌دست تراز(اشل) کنترل تاثیری بر روی جریان بالادست تراز(اشل) کنترل ندارد. برای هر مقدار تخلیه(دبی) در مقطع کنترل می‌توان یک سطح بحرانی تعیین کرد.
این تراز(اشل) بحرانی باید پایدار باشد بدین معنی که به مرور زمان نباید تغییری در مشخصه‌های فیزیکی آن ایجاد شود. برای کسب اطمینان از اینکه هیچ گونه تغییری که رابطه بین تراز(اشل) و تخلیه(دبی) را در این مکان تغییر می‌دهد اتفاق نمی‌افتد، باید بازرسی منظم مقطع کنترل انجام شود.
برای اندازه‌گیری تخلیه(دبی) یک ایستگاه پایش به ویژه زمانی که گستره سطوح و شارش‌ها قابل توجه باشد، می‌تواند به بیش از یک مقطع کنترل نیاز باشد. به عنوان مثال تحت شرایط شارش مشخص، حاشیه کنترل

جریان پایین‌دست، سطح آبی ایجاد می‌کند و سرریزه جریان بالادست که به عنوان کنترل عمل می‌کند را به زیر آب فرو می‌برد.
حساسیت مقطع کنترل یا حاشیه باید به نحوی باشد که هر گونه تغییر قابل توجه در تخلیه(دبی) یا منتج به یک تغییر قابل اندازه‌گیری در تراز(اشل)(مربوط به مقطع‌های کنترل) یا یک تغییر قابل اندازه‌گیری در تراز(اشل) حدنهایی حاشیه کنترل شود.

۶-۲-۳ مقطع مناسب اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی)

بدون در نظر گرفتن روش اندازه‌گیری در گستره شارش‌های اندازه‌گیری شده، تخلیه(دبی) انجام شده از طریق مقطع اندازه‌گیری تخلیه(دبی) باید مشابه با تخلیه(دبی) عادی دستگاه پایش دستی مرجع باشد. برای پوشش گستره شارش‌های مورد نیاز می‌توان از مقطع‌های اندازه‌گیری متفاوت یا روش‌های متفاوت اندازه‌گیری استفاده کرد.
شرح کامل مکان مناسب اندازه‌گیری تخلیه(دبی) با استفاده از جریان‌سنج‌ها یا شناورها در استاندارد ISO 748 ارائه شده است. الزامات مکان اندازه‌گیری رقیق‌سازی در استاندارد ISO 9555-1،ISO 9555-3 و ISO 9555-4 ارائه شده است. الزامات مکان کاربرد سازوکارهای اندازه‌گیری سرعت زمان انتقال آکوستیک دراستاندارد ISO 6416 ارائه شده است. الزامات مکان کاربرد سرعت‌سنج‌های آکوستیک داپلر و پژواک مرتبط به سازوکارها در استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹ ارائه شده است. الزامات مکان کاربرد سازوکارهای الکترومغناطیس در استانداردISO 9213 ارائه شده است.

۶-۲-۴ اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی)

اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) با استفاده از سازوکارهای بالا باید مرتبط با قرائت ترازی(اشلی) باشد که در آغاز و پایان اندازه‌گیری تخلیه(دبی) و در حین اندازه‌گیری(اگر تراز(اشل) به سرعت یا بصورت نامتناقضی در حال تغییر باشد) انجام می‌شود. زمانی که تعداد کافی اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) انجام شد، می‌توان رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) را محاسبه کرد(مطابق استاندارد ISO 1100-2). پس از فرمول‌بندی این رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) و برای اثبات دوام آن و در صورتی که مکان در معرض شرایط کنترلی متغیر قرار نگیرد، تنها لازم است گاه به گاه شاراش‌ها تحت اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) قرار گیرند. به منظور گسترش رابطه تخلیه(دبی)- تراز(اشل) بهتر است از فرصت‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) در رخدادهای شدید استفاده کرد.
اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) انجام گرفته با استفاده از روش‌های مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت[1] را می‌توان با استفاده از جریان‌سنج‌های عنصر-چرخان، جریان‌سنج‌های الکترومغناطیسی، سرعت سنج‌های داپلر آکوستیک یا پروفیلرهای جریان داپلر آکوستیک انجام داد. این امر را می‌توان با به آب انداختن در یک جریان آب

1- Velocity-area methods

یا رودخانه کوچک یا به وسیله دستگاه پایش نصب شده به میله آب‌انداز[1] یا توسط معلق کردن دستگاه پایش و وزنه عمق‌یاب از پل، سیم نقاله[2](مطابق استاندارد ISO 437) یا قایق ساکن انجام داد. روش مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت با استفاده از شناورها گزینه دیگری است که در زمان حضور مواد زاید شناور یا شرایط بسیار آشفته که نمی‌توان از جریان‌سنج استفاده کرد، مطرح می‌شود. هم‌چنین می‌توان از پروفیلرهای جریان داپلر آکوستیک تولید شده از قایق‌های موتوری، قایق‌های کنترل از راه دور یا قایق الواری مهار شده(مطابق استاندارد ISO/TR 24578) استفاده کرد. شرایط قابل کاربرد برای استفاده از سازوکارها و تجهیزات متفاوت در پیوست الف آورده شده‌اند.

جایی که مقطع عرضی از پیش ساخته شده برای اندازه‌گیری تخلیه(دبی) مورد استفاده قرار گیرد، مقطع باید مطابق با حوادث هیدرولیکی اصلی بررسی شود به عنوان مثال بر روی یا بالای شارش کامل حاشیه‌ای.

۶-۲-۵ روش‌های رقیق‌سازی ردیاب‌کننده تخلیه(دبی) اندازه‌گیری

سازوکارهای رقیق‌سازی که در آن‌ها از ردیاب‌کننده‌های فلورسانس[3] یا شیمیایی استفاده می‌شود را می‌توان در جریان‌های آشفته اندازه متوسط یا کوچک مورد استفاده قرار داد که این سازوکارها از حاشیه‌های مناسبی به منظور اندازه‌گیری تخلیه(دبی) با استفاده از روش‌های مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت برخوردار نیستند. برای شرایط قابل کاربرد پیوست الف را مشاهده کنید.

۷ ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)-تراز(اشل) با استفاده از سازه‌های هیدرولیکی

۷-۱ کلیات

زمانی که شرایط هیدرولیکی و فیزیکی،کنترل ساختگی که شامل جزء ثابت است، اجازه دهند، می‌توان یک سازه هیدرولیکی غیر قابل تغییر شکل تولید کرد. بنابراین رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) باید وابسته به مشخصه‌های هندسی این سازه باشد و هم‌چنین باید توسط موارد زیر تعریف شود:

الف- کاربرد استاندارد مربوطه یا

ب- کالیبراسیون با استفاده از سایر روش‌ها.

1-Wading rod
2-Cableway
3-Fluorescent

۷-۲ انتخاب مکان

به منظور بررسی اینکه آیا مکان پیشنهاد شده مطابق(یا ممکن است به گونه‌ای ساخته شده یا تغییر داده شده که مطابق باشد) با الزامات ضروری اندازه‌گیری تخلیه(دبی) با استفاده از سازه مشخص شده در استاندارد مربوطه است یا خیر باید ویژگی‌های هیدرولیکی و فیزیکی آن تحت بررسی مقدماتی قرار گیرند.

اگر مکان مشخصه‌های ضروری مربوط به اندازه‌گیری‌های کافی را دارا نباشد یا در صورتی که بازرسی آب‌راه نشان دهد که توزیع سرعت در کانال دسترسی انحراف قابل ملاحظه‌ای از یکنواخت بودن دارد، بهتر است مکان مورد استفاده قرار نگیرد.

۷-۳ انواع سازه‌های هیدرولیکی

تعدادی سازه پایش هیدرولیکی وجود دارد که موضوع استانداردها هستند و در زیر و پیوست الف آورده شده‌اند.

الف- سرریزه‌های لبه تیز فاقی[1]؛

ب- سرریزه‌های لبه تیز مستطیلی؛

پ- سرریزه‌های لبه پهن با گوشه جریان بالادست تیز؛

ت- سرریزه‌های لبه پهن با لبه جریان بالادست مدور؛

ث- سرریزه‌های پروفیلی مثلثی؛

ج- سرریزه‌های پروفیلی مثلثی ساده؛

چ- سرریزه‌های v شکل- تخت پروفیل مثلثی؛

ح- سرریزه‌های لبه پهن v شکل؛

خ- سرریزه‌های پروفیلی ذوزنقه‌ای؛

د- ناودان‌های[2] مستطیلی؛

ذ- ناودان‌های ذوزنقه‌ای؛

ر- ناودان‌های u شکل؛

ز- ناودان‌های پارشال[3]؛

ژ- ناودان‌های سانیری[4]؛

س- محل‌های ریزش[5] آزاد مستطیلی؛

ش- محل‌های ریزش آزاد غیر مستطیلی؛

ص- دریچه‌های شارش زیر سطحی عمودی؛

1- Thin-plate, sharp crest, v-notch weirs
2- Flumes
3- Parshall flumes
4- SANIIRI flumes
5- Overfalls

ض- سازه‌های اندازه‌گیری مرکب.
انتخاب سازه می‌تواند تحت تاثیر معیارهای تنظیم شده در بند ۴ و استاندارد استاندارد ملی ایران شماره ۹۶۷۶ باشد. بهتر است از سازه‌هایی که بر روی کانال‌های جریان طبیعی تاثیرات زیست‌محیطی و محیطی منفی دارند، جلوگیری به عمل آید.
استفاده از سازه‌های غیر استاندارد با این شرط که توسط روش مورد تاییدی کالیبره شوند، مجاز است. هم‌چنین استفاده ترکیبی از سازه‌های متفاوت نیز مجاز است.
معمولاً ثبت‌کننده سطح آب نصب می‌شود تا ثبت پیوسته تراز(اشل) را فراهم کند تا بتوان تخلیه(دبی) را محاسبه کرد. موقعیت حس‌گر سطح آب در استاندارد مربوطه مورد بحث قرار گرفته است.

۸ ایستگاه‌های اندازه‌گیری تخلیه(دبی)- سرعت

۸-۱ کاربرد و انواع وسایل

در روش‌های رایج اندازه‌گیری شارش از روابط تخلیه(دبی)-تراز(اشل) مربوط به مقطع‌های درجه‌بندی شده کانال روباز یا سازه‌های کالیبره شده‌ای که همیشه عملی نیستند استفاده می‌شود. این امر می‌تواند به دلیل اندازه کانال، روابط تخلیه(دبی) تراز(اشل) ناپایدار یا سایر ملاحظات محیطی، هیدرولیکی یا فیزیکی(از جمله آکوستیک، تاثیرات ناشی از دریانوردی یا شیلات) و هزینه‌ها باشد. این بند با سازوکارهای اندازه‌گیری سرعت الکترومغناطیس و آکوستیک زیر ارتباط دارد.
الف- زمان انتقال(استاندارد ISO 6416)
ب- داپلرهای فرا صوت
- سیستم‌های نصب شده در بستر(استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹)
- سیستم‌های جستجوکننده جانبی
پ- سرعت‌سنج‌های مرتبط با آکوستیک(پژواک) (استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹)
ت- دستگاه‌های پایش شارش رودخانه‌ای الکترومغناطیس(استاندارد ISO 9213)

۸-۲ انتخاب مکان

در ایستگاه‌های اندازه‌گیری تخلیه(دبی) سرعت اگر برای نگهداری کمترین عمق در شارش‌های پایین نیازی به وسیله بالابرنده هد ساده نباشد، معمولاً وجود مقطع کنترل یا حاشیه ضروری نیست. بنابراین آن‌ها در این موارد وسیله اندازه‌گیری شارش جریانی را فراهم می‌کنند که فاقد موانع مربوط به شارش، دریانوردی یا عبور ماهی باشد. ضوابط انتخاب مکان ویژه مربوط به هر نوع وسیله در استاندارد مناسب خود شرح داده شده است.

الف- کانال واقع در مکان اندازه‌گیری باید به منظور حداقل کردن توزیع سرعت غیر طبیعی، مستقیم، شیب‌دار و دارای مقطع عرضی یکنواخت باشد. زمانی که طول کانال محدود است توصیه می‌شود که جریان بالادست طویل مستقیم باید حداقل دوبرابر جریان پایین‌دست باشد؛

ب- برای مقطع اندازه‌گیری، جهت‌های شارش مربوط به تمامی نقاط روی هر قائم موجود در سرتاسر عرض باید موازی یک‌دیگر باشند و در زوایای قائمه قرار داشته باشند.

پ- به منظور تسهیل اندازه‌گیری درستی مقطع عرضی، بستر و لبه کانال باید پایدار و در تمامی ترازها(اشل‌ها) به خوبی تعریف شده باشند. مقطع عرضی باید با گذشت زمان ثابت بماند.

ت- منحنی‌های توزیع سرعت‌ها باید در صفحات افقی و عمودی اندازه‌گیری، منظم باشند؛

ث- از مکان‌های نمایش دهنده گردابه‌ها، شارش معکوس یا آب راکد اجتناب شود؛

ج- از مکان‌های بالای سرریزه‌های متحرک باید اجتناب شود؛

چ- بهتر است شارش در حاشیه اندازه‌گیری آرام باشد بدین معنی که بهتر است از مقطع‌های بسیار آشفته، مکان‌هایی که در آن‌ها آب زلال قابل مشاهده و امواج قابل توجه وجود داشته باشند، اجتناب شود؛

ح- برای انجام اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) بهتر است یا یک مقطع عرضی مناسب وجود داشته باشد یا در یک فاصله قابل قبول از موقعیت وسیله قرار داشته باشد.

۸-۳ کالیبراسیون

تمامی وسایل به استثنای سیستم‌های فراصوت زمان انتقال چند مسیره همراه با تعداد قابل توجهی مسیر عملیاتی(مطابق بند ۸-۴)، توسط این مورد نیاز کالیبراسون پوشش داده می‌شوند.

داپلرهای اولتراسونیک و سیستم‌های مرتبط پژواک برای زمان مسیر محدود یا تکی نور تنها سرعت را در بخش مقطع عرضی اندازه‌گیری می‌کنند. به این ترتیب برای هر شارش و تراز(اشل) ارائه شده نیاز است که سرعت اندازه‌گیری شده مرتبط با سرعت متوسط مقطع اندازه‌گیری باشد. هم‌چنین نیاز است که بین تراز(اشل) و ناحیه مقطع عرضی هم ارتباط وجود داشته باشد. به منظور ایجاد این رابطه، اندازه‌گیری‌های مستقل تخلیه(دبی) با استفاده از سازوکار اندازه‌گیری مانند جریان‌سنج انجام می‌شوند. قرائت‌های تراز(اشل) و سرعت باید یادداشت شوند. در صورتی که تخلیه(دبی) حاصل شده از اندازه‌گیری در وسیله حس‌گر سرعت توسط نواحی مقطع عرضی، یعنی نواحی حاصل از رابطه ناحیه-تراز(اشل)، تقسیم‌بندی شود، سرعت متوسط مقطع اندازه‌گیری وسیله به دست می‌آید. می‌توان سرعت متوسط را توسط رابطه‌ای از سرعت اندازه‌گیری به دست آورد. سرعت اندازه‌گیری شده اغلب به صورت نمایه سرعت نشان داده می‌شود. معمولا دو نوع رابطه وجود دارد که مورد استفاده قرار می‌گیرد یعنی سرعت متوسط تابعی از نمایه سرعت یا سرعت متوسط تابعی از نمایه سرعت و تراز(اشل).

دستگاه پایش شارش رودخانه‌ای الکترومغناطیس، سرعت متوسط را در سرتاسر مقطع عرضی تخمین می‌زند، اما نظریه‌ای که دستگاه پایش بر آن پایه‌گذاری شده کاملا به واقعیت تبدیل نمی‌شود. بنابراین، کالیبراسیون کارخانه می‌تواند نیازمند تنظیم کردن باشد. الزامات کالیبراسون در استاندارد ISO 9213 شرح داده شده است.

۸-۴ روش زمان انتقال (آکوستیک)

این سازوکار اصل بنا نهاده شده که زمان سپری شده برای پالس‌های صوتی مورد انتقال از خلال آب در در طول یک مسیر مشخص، با مدت زمانی که پالس در همان مسیر و در زمان ساکن بودن آب، سپری می‌کند، متفاوت است. زمانی که پالس‌ها با زاویه‌ای مشخص نسبت به جهت شارش منتقل می‌شوند سرعت پالس در جهت جریان پایین‌دست تحت تاثیر سرعت آب در حال شارش افزایش خواهد یافت. این در حالی است که سرعت پالس در جهت جریان بالادست کاهش خواهد یافت. تفاوت زمان‌های حرکت در هرجهت بین نقاط مشابه متناسب با جزء برداری سرعت آب در طول «مسیر در رو» است که توسط نشانه طی می‌شود است. زمانی که جزء سرعت آب در طی « مسیر در رو » به دست آورده شود می‌توان سرعت آب را در طول خط شارش با استفاده از زاویه مشخص مسیر نوری و با در نظر گرفتن جهت شارش محاسبه کرد. پالس‌های صوتی توسط مبدل‌های فرا صوتی که در هر حاشیه آبراه به صورت مورب و مخالف یکدیگر قرار داده شده‌اند منتقل و دریافت می‌شوند. می‌توان از سیستم‌های بازتاب‌دهنده استفاده کرد که به موجب آن مبدل‌های حاشیه‌ای دوردست توسط بازتاب‌دهنده تابع، جایگزین می‌شوند. این امر نیاز مربوط به عبور دادن کابل‌ها از میان دریاچه را برطرف می‌کند. سیستم‌های مسیر عرضی اغلب در جایی نصب می‌شوند که شارش مورب به صورت یک مشکل است. و این در زمانی است که مبدل‌ها برای جبران هرگونه خطای مربوط به تعیین زاویه بین خط مبدل‌ها و جهت شارشی مورد نیاز تخمین زدن سرعت معمولی مقطع اندازه‌گیری به صورت هندسی، مخالف یکدیگر نصب می‌شوند.

ضوابط روش همراه با الزامات انتخاب مکان، طراحی، ساخت و عملیات در استاندارد ISO 6416 شرح داده شده است.

۸-۵ داپلر

این سازوکار اندازه‌گیری سرعت، و بنابراین تخمین شارش، بر مبنای ضابطه «جابه‌جایی داپلر[1]» که تفاوت،یا تغییر، در فرکانس امواج صوتی بازتابی از جسم متحرک را شرح می‌دهد، قرار دارد.

حس‌گرهای سیستم‌های داپلر معمولا در بردارنده وسیله منتقل و دریافت کننده هستند. موج صوتی فرکانس بالا به شارش آب انتقال داده می‌شود و توسط ذرات ریز یا حباب‌های هوا(بازتاب دهنده‌ها) با فرکانس‌های متفاوت به عقب بازتابانده می شود. تغییر بین فرکانس‌های انتقالی و دریافتی متناسب با حرکت ذرات مربوط به موقعیت منبع صوت(یعنی حس‌گر) است. فرض می‌شود که سرعت ذرات مشابه با سرعت آب در طول جهت ذرات است.

تمامی داپلرها بر مبنای روش انجام محاسبات در یکی از جهار دسته‌بندی کلی قرار داده می‌شوند:

- داپلرهای موجی پیوسته؛
- داپلرهای پروفیلی نامتناجس پالسی(شامل نوارهای باریک)؛

1- Doppler Shift

- متجاس پالس به پالس؛
- نوارهای پهن یا طیف گسترده.

سه دسته‌بندی آخر که در بالا آورده شده همگی در گستره محفظه‌دار[1] هستند. گستره محفظه‌دار بودن نشان‌ها را به بخش‌های متوالی تبدیل و هر بخش را مستقل از سایر بخش‌ها پردازش می‌کند. این امر اجازه می‌دهد وسیله پروفیل سرعت را در فواصل متفاوت نسبت به خود و با آگاهی دقیق از هر محل اندازه‌گیری سرعت، اندازه‌گیری کند. پروفیلرهای جریان داپلرهای آکوستیک افقی/جستجوکننده جانبی(ADCPs)[2] از این شیوه برای به کار انداختن تعدادی از وسایل نصب شده در بستر پیچیده‌تر استفاده می‌کنند. داپلرهای موجی پیوسته معمولا وسایل نصب‌شده در بستر هستند در حالی که سه نوع دیگر می‌توانند یا در بستر یا در کنار نصب شوند.

مورداول تمایل به قرار دادن نمونه به صورت عمودی روبه بالا دارد در حالی که مورد دوم تمایل به قرار دادن نمونه به صورت افقی و در عرض کانال دارد.

قابلیت کاربرد سیستم داپلر وابسته به طراحی وسیله، ماهیت مکانی که نیاز به اندازه‌گیری دارد و تجربه عملیاتی کاربر است. در هر حال موارد زیر به عنوان راهنمای کلی‌اند:

الف- داپلرهای نصب شده در بسترموج پیوسته نوعاً با عرض کانال: ۰٫۵m -۳٫۰ mو عمق۰٫۱m -۲٫۰ m؛

ب- داپلرهای ADCP/ پروفیلی نصب شده در بستر: نوعاً با عرض کانال: ۰٫۵m -۵٫۰ mو عمق۰٫۲m -۴٫۰ m؛

پ- کاوش‌گرهای-جانبی/ ADCPsافقی با عرض کانال: ۰٫۵m -۵۰۰ m و بزرگتر از آن و عمق۰٫۵ mتا ۵۰ m؛

در اینجا تعدادی عوامل که بهتر است در انتخاب مکان در نظر گرفته شوند آورده شده است و این عوامل می‌توانند بر روی عملکرد محل انتخاب شده موثر باشند(برای جزئیات بیشتر استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹ را مشاهده کنید).

۸-۶ سرعت‌سنج‌های مرتبط با آکوستیک(پژواک)

سرعت‌سنج مرتبط با آکوستیک(پژواک) از نظر اندازه و شکل و کاربرد بسیار شبیه به داپلر نصب شده در بستر است. اما، حتی اگر این وسیله وابسته به پالس‌های صوتی انتقالی باشد که از ذرات متحرک در آب بازتاب می‌شوند، بر مبنای ضابطه‌ای کار می‌کند که تاحدودی متفاوت است.

مبدل فراصوت، یک پالس فراصوت کوتاه (یا کد پالس) را به درون آب انتقال می‌دهد. این پالس‌ها توسط ذرات یا حباب‌های هوا بازتاب داده می‌شوند. پژواک فراصوت بازتابی از اولین پالس به صورت الگوی مشخصه دریافت می‌شود. این پالس به صورت اولین روبش الگوی پژواک دارای تاریخ به رقم تبدیل شده و ذخیره می‌شود. بنابراین سایر پالس‌های فراصوت منتقل می‌شوند و الگوهای پژواک ورودی به رقم تبدیل شده و ذخیره می‌شوند. این دومین الگوی روبش است. با استفاده از تفاوت زمان حرکت بین زمان انتقال و دریافت، موقعیت ذرات در مقطع عرضی شارش را می‌توان تعیین کرد. با استفاده از ارتباط عرضی، الگوهای پژواک برحسب توافق در تعدادی از

1- Gated
2- Side looking/horizontal Acoustic Doppler Current Profilers

پنجره‌های زمانی متفاوت بررسی می‌شوند. همچنین ارتباط عرضی حرکت موقتی الگوی مشخصه در روبش دوم را منتقل می‌کند. این حرکت موقتی الگو تحت نظر را می‌تواند مستقیماً سرعت شارش مربوط به این پرتو خاص تبدیل کرد. فرآیند مذکور به تعداد دفعات زمانی زیاد و بر حسب ثانیه تکرار می‌شود و سرعت‌های تکی در فواصل متفاوت در زمان حقیقی محاسبه می‌شوند. وسیله به طور موثری ستون آب جلویی را به تعدادی از سلول‌هایی تقسیم می‌کند تا تعیین درست پروفیل سرعت عمودی ممکن باشد.
ضوابط روش همراه با الزامات انتخاب مکان، طراحی، ساخت و عملیات در استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹شرح داده شده است.

۸-۷ روش الکترومغناطیسی (سیم‌پیچ پهن کانال کامل)

دستگاه پایش الکترومغناطیس بر اساس ضابطه مشابه با دینام الکتریکی کار می‌کند. اگر طولی از هادی در یک میدان مغناطیسی حرکت کند، بین دو سر هادی ولتاژی تولید می‌شود.
در دستگاه پایش الکترومغناطیسی، میدان مغناطیسی توسط یک سیم‌پیچ افقی که یا بر روی رودخانه، آب‌رو یا دیگر بدنه آبی نصب شده یا در زیر آن، تولید می‌شود. در این صورت هادی سیالی است که درمیدان مغناطیسی حرکت می‌کند. ولتاژهای کوچک تولید شده توسط الکترودهایی که در حاشیه قرار دارند دریافت می‌شوند. با حرکت سریع‌تر سیال، ولتاژ بزرگتری تولید می‌شود. این سازوکار برای تولید سرعت متوسط، تمام سرعت را در مقطع عرضی جمع می‌کند.
ضوابط روش همراه با الزامات انتخاب مکان، طراحی، ساخت و عملیات در استاندارد ISO 9213 شرح داده شده است.

۹ اندازه‌گیری در شرایط سخت

۹-۱ شرایط برف و یخبندان[1]

۹-۱-۱ کلیات

شرایط آب‌وهوایی از جمله یخ و برف مانعی در برابر وسیله حسگر تراز(اشل) یا ثبت‌کننده است بنابراین بر روی پایداری رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) موثر است.

۹-۱-۲ چاهک آرامش

هر چاهک آرامش و لوله خروجی باید به صورتی ساخته شود که سیستم در حین دوره‌های زمانی دماهای انجمادی به صورت عملیاتی باقی بماند.

1- Ice and frost conditions

۹-۱-۳ حس‌گر فشار دیافراگم

بهتر است برای محافظت از حس‌گر فشار دیافراگم در شرایط یخبندان، احتیاط لازم انجام شود.

۹-۲ رشد علف‌های هرز

رشد علف‌های هرز در آبراه‌ها می‌تواند شرایط شارش هیدرولیکی را در حاشیه اندازه‌گیری تغییر دهد و از این رو رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) نیز تغییر می‌کند. رشد گیاهان فصلی می‌تواند انجام اصلاح داده‌های تخلیه(دبی) محاسبه شده را به منظور مطابق بودن با تغییرات رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل)، ضروری کند. این امر را می‌توان با انجام اندازه‌گیری جریان کافی یا سایر اندازه‌گیری‌های شارش محقق کرد تا محاسبه انحراف مجاز شود. در بعضی موارد الگوهای رشد علف هرز می‌توانند به صورت یک الگوی تکرارپذیر و منظم تغییر کنند که بتوان رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) فصلی را تعریف کرد.

۹-۳ شرایط رسوب‌گذاری شدید

باید مراقبت لازم را انجام دهید تا از تشکیل لجن به میزان قابل توجه در لوله ورودی و/یا خود چاهک آرامش جلوگیری و یا در صورت تشکیل آن را برطرف کنید. خطر تشکیل لجن به میزان زیادی وابسته به شرایط محلی است.

روابط تخلیه(دبی)-تراز(اشل) ایستگاه‌هایی که در کانال‌های آبرفتی فعالیت می‌کنند در معرض شرایط کنترلی-تغییری است و برای تعریف خانواده منحنی‌های تغییر نیاز به اندازه‌گیری‌های تکراری بیشتر است(مطابق استانداردهای ISO 1100-2 وISO/TR 11332).

۱۰ عملیات و نگهداری

۱۰-۱ کلیات

سطح نگهداری عملیاتی ارائه شده در ایستگاه‌های اندازه‌گیری هیدرومتری متناسب با عدم‌قطعیت محصول نهایی، سطح یا شارش مورد اندازه‌گیری خواهد بود. این سطح مطابق با ضوابط تنظیم شده در بند ۴ تغییر خواهند کرد.

۱۰-۲ ایستگاه‌هایی که تنها سطح آب(تراز(اشل)) را اندازه‌گیری می‌کنند

بخش‌های عملیات و نگهداری زیر باید در نظر گرفته شوند:

الف- پشتیبانی ازدست‌رسی توافق شده به مکان با در نظر گرفتن امنیت است؛

ب- تمیزکاری دستگاه‌های پایش دستی؛

پ- شستشو و لجن‌زدایی[1] چاهک‌های آرامش ؛

ت- نگهداری تجهیزات ثبت‌کننده اطلاعات مطابق با دفترچه راهنمای تولیدکننده؛

ث- بررسی عملکرد ثبت‌کننده دیجیتالی و/یا دورسنج؛

ج- بررسی عملکرد حس‌گرهای سطح آب(حس‌گرهای دوتایی که می‌توانند برای انعطاف‌پذیری نصب شوند) شامل کالیبراسیون در مکان ضروری؛

چ- دسترسی به تجهیزات یدکی؛

ح- بازرسی کیفی کامل دوره‌ای از تمام ویژگی‌های ایستگاه شامل بررسی داده مربوط به ایستگاه، شرایط مربوط به هریک از ساختمان‌ها، نرده‌ها و دریچه‌ها و هر علامت راهنمای عمومی مردم که در مورد هر خطر مربوط به امنیت عمومی مطرح است.

خ- ثبت بررسی‌های انجام گرفته بر روی مکان با استفاده از هر گونه کاری که به وضوح ثبت شده است. باید تصویر سندی از این مورد در مکان حفظ شود.

۱۰-۳ ایستگاه‌های پایش تخلیه(دبی)-تراز(اشل)

اغلب ایستگاه‌هایی که در این دسته‌بندی قرار می‌گیرند امکانات اندازه‌گیری سطح آبی را خواهند داشت که به عنوان بخشی از تجهیزات در نظر گرفته می‌شوند. بهتر است عملیات و نگهداری این تجهیزات مطابق بند ۱۰-۲ باشد. علاوه بر این انجام اقدامات زیر نیز ضروری است.

الف- تعیین شارش منظم باید در ارتباط با سطح آب در زمان اندازه‌گیری انجام شود. روش‌هایی که می‌توان مورد استفاده قرار داد در بند ۶-۱ آورده شده‌اند. بازه زمانی این اندازه‌گیری‌ها احتمالاً پس از آن که رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) مورد تایید قرار گرفت، کاهش خواهد یافت. بهتراست هر گونه تردید در مورد درستی رابطه تخلیه(دبی)-تراز(اشل) در اندازه‌گیری‌های بعدی که باید انجام بگیرند و همچنین بعد از لبریز شدن یا حادثه سیلابی بزرگتر، در نظر گرفته نشود.

ب- ویژگی کنترلی شرح داده شده در بند ۶-۲-۲ باید در فواصل زمانی منظم و پس از هر حادثه شارشی بزرگ بصورت مجدد تحت بازرسی قرار گیرد. هرگونه آسیب یا اختلال در کنترل طبیعی یا ساختگی که شامل پوشش گیاهی یا رشد علف‌های هرز موثر بر عملکرد کنترل است باید به سرپرست یا مقام مسئول گزارش داده شود تا بتوان چاره اندیشی کرد.

پ- هم‌چنین باید هر عامل موثر بر پیمانه ویژگی کنترل از جمله تغییرات جریان پایین‌دست نظام طبیعی رودخانه مربوط به ویژگی کنترل با اشاره خاص به رشد علف‌های هرز در کانال گزارش داده شوند.

1- Flushing and desilting

۱۰-۴ ایستگاه‌های اندازه‌گیری تخلیه(دبی)-تراز(اشل) با استفاده از سازه‌های هیدرولیک

اغلب ایستگاه‌هایی که در این دسته‌بندی قرار می‌گیرند امکانات اندازه‌گیری سطح آبی را خواهند داشت که به عنوان بخشی از تجهیزات در نظر گرفته می‌شوند. بهتر است عملیات و نگهداری این تجهیزات مطابق بند ۱۰-۲ باشد. علاوه بر این انجام اقدامات زیر نیز ضروری است.

الف- لبه و دیواره‌های محافظ سازه باید تا حد امکان عاری از رشد جلبک باشند که می‌تواند بر روی درستی اندازه‌گیری سطح موثر باشد و بنابر این بر روی شارش محاسبه شده نیز اثر می‌گذارد؛

ب- همچنین کانال دست‌رسی هم باید در یک فاصله چهار برابری عرض کانال عاری از رسوب‌گذاری و علف هرز و سایر پوشش‌های گیاهی بیش از حد باشد؛

پ- برای کسب اطمینان از این‌که سازه تحت شرایط پیمانه‌ای کار خواهد کرد، باید بررسی سطح آب جریان پایین دست یادداشت شود؛

ت- برای تایید رابطه تخلیه(دبی)- تراز(اشل)، باید تعیین شارش با استفاده از روش‌های آورده شده در بند ۶-۱ انجام شود؛

ث- بررسی ابعاد مقادیر مربوط به داده سازه باید به صورت دوره‌ای انجام شود؛

ج- همچنین ظرفیت مهندسی باید به‌صورت دوره‌ای انجام شود.

۱۰-۵ ایستگاه‌های اندازه‌گیری تخلیه(دبی)-سرعت

اغلب ایستگاه‌هایی که در این دسته‌بندی قرار می‌گیرند امکانات اندازه‌گیری سطح آبی را خواهند داشت که به عنوان بخشی از تجهیزات در نظر گرفته می‌شوند. بهتر است عملیات و نگهداری این تجهیزات نیز مطابق بند ۱۰-۲ باشد. علاوه بر این انجام اقدامات زیر نیز ضروری است.

الف- بستر و مقطع عرضی مربوط به حاشیه اندازه‌گیری باید در فواصل زمانی منظم و بعد از لبریز شدن یا حادثه سیلابی بزرگتر بررسی شوند. برای رهایی از تغییرات مشخص شده که احتمالا عامل عدم‌درستی تعیین شارش هستند، این تغییرات باید مطابق با تغییرات نرم‌افزار تجهیزات باشند.

ب- بهتر است رشد علف هرز در کانال که می‌تواند بر روی عملکرد دستگاه پایش نوع داپلر یا فرا صوت موثر باشد، برطرف شود. علاوه بر این، بهتر است هر گونه پوشش گیاهی که احتمالا دریافت نشان را از مسیرهایی که در حال حاضر بالای سطح آب هستند با مشکل مواجه می‌کند، برطرف شود.

پ- برای تایید عملکرد تجهیزات باید شارش گاه به گاه و با استفاده از روش‌های آورده شده در بند ۶-۱ انجام شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

شرایط قابل کاربردی مربوط به انتخاب روش اندازه‌گیری تخلیه(دبی)

جدول الف-۱ شرایط قابل کاربرد مربوط به انتخاب روش اندازه‌گیری تخلیه(دبی)

روش	استاندارد مرتبط	عرض	عمق	سرعت	بار رسوب	شرایط دست رسی	عامل زمان	حداقل عدم‌قطعیت تخمینی ٪	نظر
روش‌های‌مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت									
دستگاه‌هایپایش جریان الکترومغناطیس‌یا عنصر چرخان									
به آب انداختن	استاندارد ISO 748	L,M,S	S	S		b,c,d	J,K	۵	A,B
پل یا سیم‌کابل نقاله	استاندارد ISO 748	L,M,S	L,M,S	L,M,S		b,c,d	J,K	۵	A,B,C,D
قایق	استاندارد ISO 748	L,M,S	L,M	L,M,S		b,c,d	J,K	۵	A,B,C,E
دستگاه‌ها پایش آکوستیک									
به آب انداختن	استاندارد ISO 748	L,M,S	S	S		b,c,d	J,K	۵	A,B
کنترل از راه دور با قایق موتوری	استاندارد ISO/TR 24578	L,M,S	L,M	L,M,S		b,c,d	J,K	۵	E
قایق الواری مهار شده	استاندارد ISO/TR 24578	L,M,S	L,M	L,M,S		b,c,d	J,K	۵	E
شناورها	استاندارد ISO 748	L,M,S	L,M,S	L,M,S		b,c,d	J,K	۱۰	F
روش نواحی شیب‌دار	استاندارد ملی ایران شماره ۹۶۷۸	L,M	L,M	L,M		b,c,d	K,N	۱۰	Q
روش رقیق‌سازی									
ردیاب شیمیایی	استاندارد ISO 9555-1 استاندارد ISO 9555-3 استاندارد ISO/TR 11656	M,S	M,S	M,S		c,g,k	K	۵	

جدول الف-۱ (ادامه)

روش	استاندارد مرتبط	عرض	عمق	سرعت	بار رسوب	شرایط دست رسی	عامل زمان	حداقل عدم‌قطعیت تخمینی ٪	نظر
ردیاب فلورسانس	استاندارد ISO 9555-1 استاندارد ISO 9555-4 استاندارد ISO/TR 11656	M,S	M,S	M,S		c,g,k	K	۵	
سازه‌ها									
سرریزه‌های لبه تیز فاقی	استاندارد ISO 1438	S	S	S	I	a,b,e,j	J,G	۱	
سرریزه‌های لبه تیز مستطیلی	استاندارد ISO 1438	M,S	S	S	I	a,b,e,f,j	J,G	۳	
سرریزه‌های لبه پهن با گوشه تیز	استاندارد ISO 3846	M,S	S	M,S	I	a,b,e,f,j	J,G	۳	
سرریزه‌های لبه پهن با لبه جریان بالادست مدور	استاندارد ISO 3847	M,S	S	M,S	I	a,b,e,h,j	J,G	۵	
سرریزه‌های پروفیلی مثلثی	استاندارد ISO 4360	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e,h,j	J,G	۵	
سرریزه‌های پروفیلی مثلثی ساده	استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۷	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e,j	J,G	۵	
سرریزه‌های v شکل- تخت پروفیل مثلثی	استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۷۷	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e,j	J,G	۵	
سرریزه لبه پهنv شکل	استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۳۳	M,S	M,S	M,S	I	a,b,i	J,G	۵	
سرریزه پروفیلی ذوزنقه‌ای	استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۶۲	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e	J,G	۵	
ناودانی مستطیلی	استاندارد ISO 4359	M,S	M,S	M,S	I	a,b	J,G	۵	
ناودان ذوزنقه‌ای	استاندارد ISO 4359	M,S	M,S	M,S		a,b	J,G	۵	
ناودانی U شکل	استاندارد ISO 4359	M,S	M,S	M,S	I	a,b,i	J,G	۵	
ناودانی پارشال	استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۶	M,S	S	M,S	I	a,b,e,I	J,G	۵	

جدول الف-۱ (ادامه)

روش	استاندارد مرتبط	عرض	عمق	سرعت	بار رسوب	شرایط دست رسی	عامل زمان	حداقل عدم‌قطعیت تخمینی ٪	نظر
ناودانی سانیری	استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۶	M,S	S	M,S	I	a,b,e,I	J,G	۵	
محل‌های ریزش آزاد، کانال‌های مستطیلی	استاندارد ISO 3847	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e,j	J,G	۱۰	
محل‌های ریزش آزاد، کانال‌های غیر مستطیلی	استاندارد ISO 4371	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e,j	J,G	۱۰	
دریچه‌ها عمودی	استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۰	M,S	M,S	M,S		a,b,e,j	J,G	۱۰	
سازه‌های مرکب	استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۳۹	M,S	M,S	M,S	I	a,b,e,j	J,G	۵	
زمان انتقال چند مسیره فراصوت	استاندارد ISO 6416	L,M,S	L,M	L,M,S	R	b,c,d	G,J	۵	T,U
حجم مکعب	استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۲۵						K	۱۰	H

یادآوری‌ها:			
a	بهتر است شارش زیر مقدار بحرانی باشد	E	خطای عمده می‌تواند به دلیل رسوب سست،انسداد قایق و فعالیت سنگین باشد
b	بهتر است شارش جریان عرضی نداشته باشد	F	توصیه می شود این روش تنها در زمانی که تاثیر باد ناچیز و در مکانی که سایر روش‌ها کارایی ندارند استفاده شود. این شرایط احتمالا به گونه‌ای متغیر هستند که نتوان هیچ درستی نماینده‌ای را بیان کرد اما معمولا درستی این روش پایین‌تر از روش‌های رایج مورد استفاده در دستگاه‌های پایش جریان و بالاتر از روش ناحیه شیب‌دار است
c	بهتر است کانال نسبتا عاری از پوشش گیاهی	G	این روش برای اندازه‌گیری‌های تخلیه(دبی) مداوم بیشتر مناسب است
d	بهتر است کانال در مقطع عرضی نسبتا مستقیم و یکنواخت باشد	H	این روش برای شارش‌های معکوس مناسب است
e	بهتر است کانال در مقطع عرضی مربوط به جریان بالادست عرض کانال ۱۰ نسبتا مستقیم و متقارن باشد	I	تجمع رسوب سنگین در مقطع دست‌رسی روش را از اعتبار ساقط خواهد کرد
f	زمانی که فاصله جریان بالادستی کمتر از ۱۰ برابر عرض تیغه آب در بیشترین ارتفاع هد نباشد بهتر است کانال دریچه‌های عمودی و کف هم‌سطح داشته باشد	J	روش سریع(کمتر از ۱h)
g	برای کسب اطمینان از مخلوط شدن، بهتر است شارش داخل کانال آشفته باشد(حتی شامل جهش هیدرولیکی باشد)	K	روش آهسته(۱hتا ۶h)
h	اگر فاصله جریان بالادستی حداقل دوبرابر بیشترین ارتفاع هد باشد بهتر است کانال مستطیلی باشد	L	عرض بزرگ(بیشتر از ۵۰m) یا سرعت بالا(بیشتر از ۳ m/s) یا عمق زیاد(بیشتر از ۵ m)
i	بهتر است کانال تقریبا U-شکل باشد	M	عرض متوسط(بین ۵ m و ۵۰ m) یا سرعت متوسط (بین ۱ m/s و ۳m/s) یا عمق متوسط (بین ۱ m و ۵ m)
j	بهتر است توزیع سرعت نسبتا یکنواخت باشد	N	روش بسیار آهسته (بیشتر از ۶h)
k	بهتر است کانال در حاشیه‌ها و بستر به ترتیب عاری از پس رفتگی و تو رفتگی باشد	Q	زمانی که روش مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت قابل استفاد نباشد و بتوان شیب را با درستی مناسبی تعیین کرد روش تقریبی استفاده می‌شود
A	کمترین عدم‌قطعیت مربوط به روش مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت با سرعت مشاهده ۰٫۶ برابر عمق یا روش دو نقطه‌ای، می‌تواند تا ٪۵ هم باشد	R	برای جلوگیری از گم شدن نشان آکوستیکی نیاز است که تجمع مواد معلق به حد کافی کم باشد؛ به همین دلیل بهتر است شارش عاری از حباب باشد
B	کمترین عدم‌قطعیت مربوط به روش مساحت(سطح مقطع ایستگاه)-سرعت با سرعت مشاهده در سطح، می‌تواند تا ٪۱۰ هم باشد	S	عرض باریک(کمتر از ۵ m) یا عمق سطحی(کمتر از ۱ m) یا سرعت پایین (کمتر از ۱ m/s)
C	به دلیل تاثیرات خط رطوبت یا هوا می‌توان نیاز به انجام اصلاحات باشد	T	می‌تواند در دریاچه‌هایی با رشد علف‌های هرز یا مواد معلق موجود در بستر مورد استفاده قرار گیرد
D	خطای عمده می‌تواند به دلیل تاثیرات پایه ایجاد شود	U	مقطع اندازه‌گیری باید بستری پایدار داشته باشد

پیوست ب
(اطلاعاتی)
کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۹۶۷۸، اندازه‌گیری جریان مایع در کانال‌های باز- روش شیب-مساحت

[۲] استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۲۵، هیدرومتری- اندازه‌گیری شارش مایع در کانال‌های باز تحت شرایط جزرومد

[۳] استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۶۲، تعیین هیدرومتری- اندازه‌گیری شارش در کانال‌های باز با استفاده از ساختارها- کانال‌های عریض ذوزنقه‌ای

[۴] استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۷۷، تعیین هیدرومتری- اندازه‌گیری شارش در کانال‌های باز با استفاده از ساختار سرریزه‌های تخت V شکل

[۵] استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۳۳، اندازه‌گیری شارش مایع در کانال باز بوسیله سرریزه‌ها و کانال‌های عریض V شکل

[۶] استاندارد ملی ایران شماره ۹۶۷۶، هیدرومتری- اندازه‌گیری جریان در کانال‌های باز با استفاده از سازه‌ها- رهنمودهایی برای انتخاب سازه

[۷] استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۶، اندازه‌گیری شارش مایع در کانال‌های باز- کانال‌های پارشال و سانیری

[۸] استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۷، اندازه‌گیری شارش مایع در کانال‌های باز بوسیله کانال‌ها و سرریزه‌ها- سرریزه‌های خطی شکل و مثلثی

[۹] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۰، تعیین هیدرومتری- اندازه‌گیری شارش در کانال‌های باز با استفاده از ساختارها- استفاده از دریچه‌های پایین ریز عمودی

[۱۰] استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۳۹، اندازه‌گیری شارش در کانال‌های باز با استفاده از ساختارها- ساختارهای گیج مرکب

[۱۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۷۶۹، هیدرومتری- رهنمودهایی برای کاربرد سرعت‌سنج‌های آکوستیک با استفاده از روش انعکاس صدا و داپلر

[12] ISO 748, Hydrometry — Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats

[13] ISO 1100-2:2010, Hydrometry — Measurement of liquid flow in open channels — Part 2: Determination of the stage-discharge relationship

[14] ISO 1438:2008, Hydrometry — Open channel flow measurement using thin-plate weirs

[15] ISO 3846:2008, Hydrometry — Open channel flow measurement using rectangular broad-crested weirs for estimation of flow in rectangular channels with a free overfall

[16] ISO 3847:1977, Liquid flow measurement in open channels by weirs and flumes — End-depth method

[17] ISO 4359:2013, Flow measurement structures — Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes

[18] ISO 4360:2008, Hydrometry — Open channel flow measurement using triangular profile weirs

[19] ISO 4371:1984, Measurement of liquid flow in open channels by weirs and flumes — End depth method for estimation of flow in non-rectangular channels with a free overfall (approximate method)

[20] ISO 4373:2008, Hydrometry — Water level measuring devices

[21] ISO 4374:1990, Liquid flow measurement in open channels — Round-nose horizontal broad-crested weirs

[22] ISO 4375:2000, Hydrometric determinations — Cableway systems for stream gauging

[23] ISO 6416:2004, Hydrometry — Measurement of discharge by the ultrasonic (acoustic) method

[24] ISO 9213:2004, Measurement of total discharge in open channels — Electromagnetic method using a full-channel-width coil

[25] ISO 9555-1:1994, Measurement of liquid flow in open channels — Tracer dilution methods for the measurement of steady flow — Part 1: General

[26] ISO 9555-3:1992, Measurement of liquid flow in open channels — Tracer dilution methods for the measurement of steady flow — Part 3: Chemical tracers

[27] ISO 9555-4:1992, Measurement of liquid flow in open channels — Tracer dilution methods for the measurement of steady flow — Part 4: Fluorescent tracers

[28] ISO/TR 11332:1998, Hydrometric determinations — Unstable channels and ephemeral streams

[29] ISO/TR 11656:1993, Measurement of liquid flow in open channels — Mixing length of a tracer

[30] ISO/TS 15768:2000, Measurement of liquid velocity in open channels — Design, selection and use of electromagnetic current meters

[31] ISO/TR 24578:2012, Hydrometry — Acoustic Doppler profiler — Method and application for measurement of flow in open channels