



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۶۱۳

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18613

1st.Edition

2014

هیدرومتری - اندازه‌گیری شارش کانال باز با  
استفاده از سرریز مقطع مثلثی

**Hydrometry — Open channel flow  
measurement using triangular profile  
weirs**

ICS: 17.120.20

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه 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 و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، 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 می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته 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 در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت 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 شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 بین المللی بهره گیری می شود.

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 زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه 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، گواهینامه 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 - اندازه گیری شارش کانال باز با استفاده از سرریز مقطع مثلثی »

### رئیس :

قادری، نوشین  
دکتری برق

### سمت و / یا نمایندگی

هیئت علمی دانشگاه شهرکرد

### دبیر :

نوریزاده دهکردی ، اشکان  
(فوق لیسانس مکانیک)

شرکت اندیشه فاخر شهرکرد

### اعضاء : ( اسامی به ترتیب حروف الفبا )

احمدی مطلق، رضا  
فوق لیسانس مکانیک

وزارت نیرو

پایان، معصومه  
لیسانس فیزیک

اداره کل استاندارد استان اصفهان

پوری رحیم، حسین  
فوق لیسانس متالورژی

اداره کل استاندارد استان اصفهان

تمدن، حسین  
فوق لیسانس بیوشیمی

شرکت پیشگامان اندازه شناسی دقیق

جعفرپور، احسان  
فوق لیسانس 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

دانشگاه صنعت و معدن	صنایعی، سهراب فوق لیسانس متالورژی
کارخانه صایران اصفهان	قادری، مسعود فوق لیسانس الکترونیک
کارخانه مس کرمان	محمودی نیا، مهدی فوق لیسانس متالورژی
شرکت عمران سنجش	محوری، محمد لیسانس صنایع
اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری	مردانی، محمد لیسانس عمران
شرکت اندیشه فاخر شهرکرد	نوریزاده دهکردی، احسان (فوق لیسانس متالورژی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ نمادها
۲	۵ اصول
۳	۶ نصب
۳	۱-۶ کلیات
۳	۲-۶ انتخاب محل
۴	۳-۶ شرایط نصب
۷	۷ نگهداری
۸	۸ اندازه‌گیری هد(ها)
۸	۱-۸ کلیات
۸	۲-۸ محل اندازه‌گیری(های) هد
۸	۳-۸ چاه اندازه‌گیری
۱۱	۴-۸ تنظیم صفر
۱۲	۹ مشخصه‌های تخلیه
۱۲	۱-۹ علامت تخلیه
۱۲	۲-۹ ضرایب
۱۳	۳-۹ محدودیت‌ها
۱۵	۱۰ عدم قطعیت اندازه‌گیری شارش
۱۵	۱-۱۰ کلیات
۱۶	۲-۱۰ عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری مرکب
۱۷	۳-۱۰ عدم قطعیت ضریب تخلیه $u(C_d)$ برای سرریز مثلثی شکل

۱۷	بودجه‌بندی عدم قطعیت	۴-۱۰
۱۸	مثال	۱۱
۱۸	کلیات	۱-۱۱
۱۸	مشخصه‌ها - سازه اندازه‌گیر	۲-۱۱
۱۸	مشخصه‌ها - ابزار دقیق سنجش هد	۳-۱۱
۱۹	ضریب تخلیه	۴-۱۱
۱۹	محاسبه تخلیه	۵-۱۱
۱۹	بیانیه عدم قطعیت اندازه‌گیری	۶-۱۱
۲۲	پیوست الف (اطلاعاتی) مقدمه‌ای بر عدم قطعیت اندازه‌گیری	
۳۲	پیوست ب (اطلاعاتی) عملکرد اندازه‌گیری نمونه برای استفاده در مثال‌های عملی هیدرومتری	
۳۴	پیوست پ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه	

## پیش‌گفتار

استاندارد " هیدرومتری-اندازه‌گیری شارش کانال باز با استفاده از سرریز مقطع مثلثی " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت مهندسی اندیشه فاخر شهرکرد تهیه و تدوین شده است و در دویست و بیست و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۳/۰۲/۰۹ 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 می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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 مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

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

## هیدرومتری - اندازه‌گیری شارش کانال باز با استفاده از سرریز مقطع مثلثی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های اندازه‌گیری شارش آب در کانال‌های باز تحت شرایط شارش پایدار<sup>۱</sup>، با استفاده از سرریزهای مثلثی شکل است. شرایط شارش مد نظر در این استاندارد، شارش‌های دائمی است که منحصراً وابسته به هد بالادستی<sup>۲</sup> و شارش‌های غرق شده<sup>۳</sup> است که به ترازهای<sup>۴</sup> پایین دست و بالا دست بستگی دارد.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. 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 آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 772, Hydrometric determinations — Vocabulary and symbols

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ISO 772 به کار می‌رود.

---

1 - Steady flow  
2 - Upstream  
3- Drowned flow  
4 -Levels



۴ نمادها

مساحت کانال در دسترس	$m^2$	A
عرض کانال در دسترس	m	B
پهنای لبه سرریز عمود بر راستای شارش	m	b
ضریب تخلیه		C
ضریبی از تخلیه		Cd
ضریبی از سرعت		Cv
ضریب ترکیبی از سرعت		Cv f
بلندی سنسور فاصله هوایی التراسونیک بالای خط مبنای هیدرولیک	m	E
ضریب کاهش شارش غرق شده		f
شتاب حاصل از ثقل	$m^2/s$	g
ارتفاع کل نسبت به سطح لبه	m	H
ارتفاع سنجیده شده نسبت به سطح لبه (ارتفاع بالا دستی است چنانچه هیچ زیرنویسی استفاده نشده باشد)	m	h
تعداد اندازه‌گیری‌ها در یک مجموعه		N
ارتفاع سرریز (اختلاف بین میانگین سطح بستر و سطح لبه)	m	p
دبی شارش	$m^3/s$	Q
درصد عدم قطعیت در پارامتر		$u^*( )$
سرعت میانگین	m/s	v
درصد عدم قطعیت گسترش یافته	%	U

زیر نویس‌ها:

۱ بالادست

۲ پایین دست

c مرکب

p هد اندازه‌گیری شده تیپینگ لبه در بالای سطح لبه

۵ اصول

تخلیه در طول یک سرریز مثلثی شکل تابعی از ارتفاع بالا دست یک سرریز (برای شارش آزاد) ، ارتفاع بالا دست و پایین دست (در شارش غرق شده) ، ضریب‌های تعیین شده به صورت تجربی، خواص هندسی سرریز و کانال دسترسی<sup>۱</sup> و خواص مکانیکی آب است.

## ۶ نصب

### ۶-۱ کلیات

شرایط مورد نیاز در رابطه با انتخاب محل، شرایط نصب، ساختار اندازه‌گیری، کانال دسترسی و کانال پایین دست، نگهداری، اندازه‌گیری هد و چاه‌های شناور<sup>۲</sup> یا آرامش دهنده<sup>۳</sup> که عموماً برای اندازه‌گیری ضروری هستند در زیربندهای زیر ارائه شده‌اند.

### ۶-۲ انتخاب محل

باید بررسی‌های مقدماتی ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی محل پیشنهاد شده، برای بررسی انطباق با الزامات ضروری برای دقت اندازه‌گیری توسط یک سرریز انجام شود.

توصیه می‌شود در انتخاب محل به ویژگی‌های اشاره شده در زیر توجه ویژه‌ای شود.

الف) دسترسی به طول مناسبی از کانال با سطح مقطع منظم؛

ب) وجود توزیع سرعت ؛

پ) اجتناب از یک کانال شیب دار در حد امکان ؛

ت) اثرات هر گونه افزایش سطح آب بالادست به دلیل سازه اندازه‌گیری؛

ث) شرایط پایین دست شامل تأثیراتی مانند کشنده‌ها<sup>۴</sup>، اختلاط با دیگر شارش‌ها، دریچه‌های کشویی<sup>۵</sup>، سدهای

آسیاب<sup>۶</sup> و دیگر امکانات کنترلی که می‌تواند باعث ایجاد شارش مستغرق شود؛

ج) نفوذ ناپذیری از زمین که سازه روی آن پایه‌گذاری شده‌است و الزام برای گود برداری، تزریق و دیگر وسایل

کنترل نشستی ضروری است؛

چ) ضرورت سیل‌بند برای محدود کردن بیشینه تخلیه به کانال؛

ح) پایداری سیل بندها و ضرورت برای پیدایش و یا اصلاح در کانال طبیعی؛

---

1 -Approach channel

2 -Float

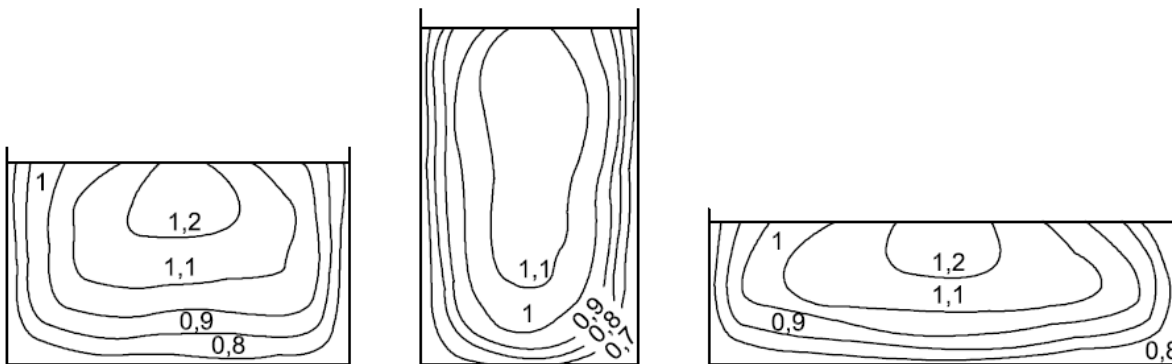
3 -Stilling

4 -Tides

5 - Sluice gates

6 -Mill dams

خ) پاکسازی بستر کانال دسترسی از سنگ‌ها و شن‌ها؛  
 د) اثر باد، باد می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی شارش در یک رودخانه و یا در طول یک سرریز داشته باشد، به ویژه هنگامی که اینها (رودخانه یا سرریز) وسیع شود و ارتفاع کوتاه باشد و هنگامی که باد غالب در راستای عرضی است؛  
 اگر محل، ویژگی‌های ضروری برای اندازه‌گیری مطلوب را ندارد این محل باید رد شود مگر آنکه بهسازی مفید، قابل اجرا باشد.  
 اگر یک بازرسی از شارش نشان دهد که توزیع سرعت موجود، منظم است، ممکن است فرض شود که توزیع سرعت بعد از ساختن یک سرریز به شکل مطلوب باقی خواهد ماند.  
 اگر توزیع سرعت غیر منظم است و هیچ محل دیگری برای اندازه‌گیری امکان پذیر نیست چنانچه ضروری است باید به بررسی توزیع بعد از نصب سرریز و بهبود آن، توجه شود.  
 روش‌های متنوعی برای بدست آوردن نشانه‌ای دقیق‌تر از توزیع سرعت نامنظم در دسترس است: میله‌های سرعت، رنگ و غلظت خطوط شناور و که می‌تواند در کانال‌های کوچک استفاده شود، روش دوم در بررسی شرایط در کف کانال مفید است. ممکن است ارزیابی کامل و کمی توزیع سرعت با استفاده از یک دستگاه شارش سنج یا اندازه‌گیری سرعت نقطه دیگری انجام شود. اطلاعات درباره استفاده از شارش سنج در استاندارد ISO 748 ارائه شده است. اطلاعات بیشتر از اندازه‌گیری سرعت رودخانه‌ها با استفاده از مقاطع صوتی داپلر در استاندارد ISO/TS 24154 می‌تواند استخراج شود.



بادآوری - کانتورها مفادیر سرعت شارش محلی نسبت به سرعت متوسط سطح مقطع درجا شده اند.  
 شکل ۱- مثالی از توزیع سرعت های مناسب

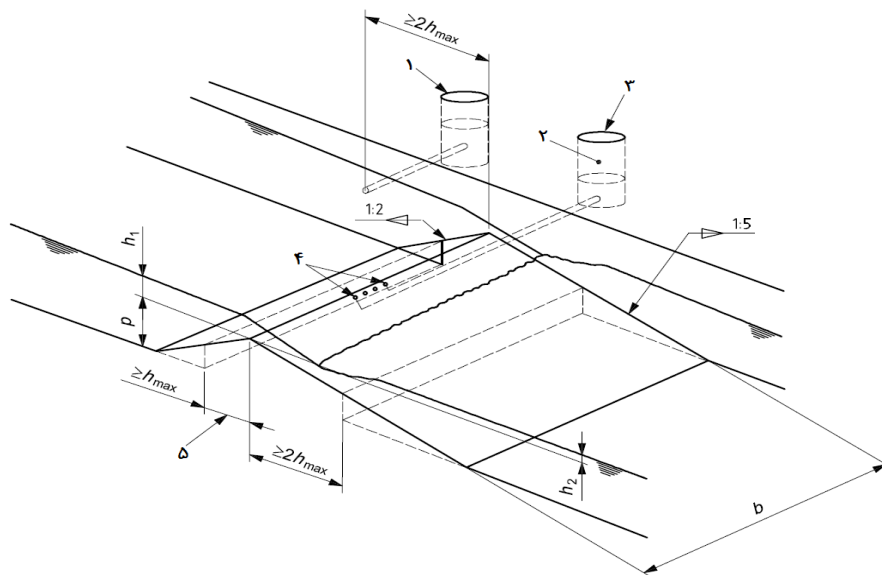
### ۳-۶ شرایط نصب ۱-۳-۶ کلیات

نصب اندازه‌گیری کامل از یک کانال دسترسی، سازه اندازه‌گیری و کانال شارش پایین دست تشکیل شده است. شرایط هر یک از این سه جزء بر روی دقت کلی اندازه‌گیری اثر گذار است.

الزامات نصب ویژگی‌هایی نظیر کیفیت سطح سرریز، شکل سطح مقطع کانال، زبری کانال و تأثیر دستگاه‌های کنترل بالادست یا پایین دست سازه اندازه‌گیری شامل می‌شود. توزیع و راستای سرعت تأثیر مهمی بر عملکرد سر ریز دارد، این عوامل توسط ویژگی‌های اشاره شده در بالا تعیین می‌شوند. زمانی که نصب انجام شد، کاربر باید از هر تغییری که می‌تواند بر مشخصه‌های تخلیه اثر بگذار جلوگیری کند.

### ۶-۳-۲ سازه اندازه‌گیری

سازه باید صلب، ضد آب و مقاوم در برابر شرایط شارش سیلابی بدون اعوجاج یا شکست باشد. سازه باید عمود بر راستای شارش باشد و باید با ابعاد ارائه شده در بند مربوط مطابق باشد. سرریز از یک شیب بالا دست از ۱ (عمودی) به ۲ (افقی) و یک شیب پایین دست از ۱ (عمودی) به ۵ (افقی) تشکیل شده است. تقاطع این دو سطح خط مستقیم لبه، افقی و عمود بر راستای شارش در کانال دسترسی را تشکیل می‌دهد. توجه ویژه‌ای باید به خود لبه شود، که دارای گوشه مناسبی از سازه بادوام باشد. ممکن است لبه از بخش‌های پیش‌ساخته که با دقت هم محور و متصل شده اند ساخته شده باشد و یا ممکن است یک فلز مقاوم در برابر خوردگی، به عنوان یک جایگزین در سرتاسر سازه در محل باشد. ابعاد یک سرریز و پایه‌های آن باید منطبق با الزامات نشان داده شده در شکل ۲ باشد. بلوک‌های سرریز می‌تواند کوتاه شوند اما ابعاد آن طوری کاهش پیدا نکند که ابعاد آن در طراحی، کمتر از  $h_{max}$  برای نسبت شیب ۱:۲ و  $2h_{max}$  برای شیب ۱:۵ شود.



راهنما:

- ۱ اندازه‌گیری هد بالادستی
- ۲ اندازه‌گیری هد تاپینگ لبه
- ۳ چاه‌های اندازه‌گیری
- ۴ تاپینگ‌های لبه<sup>۱</sup>
- ۵ حد بخش‌های کوتاه‌شده

شکل ۲ ترتیب عددی سرریز مثلثی شکل را نشان می‌دهد.

### ۳-۳-۶ کانال دسترسی

در تمام نصب‌ها، شارش در کانال دسترسی باید آرام، عاری از اغتشاش و باید دارای توزیع سرعت تا حد ممکن مناسب در کل سطح مقطع باشد، این مطلب معمولاً توسط بازرسی یا اندازه‌گیری تأیید می‌شود. در مورد شارش‌های طبیعی یا رودخانه‌ها این مطلب تنها می‌تواند توسط یک کانال دسترسی مستقیم و عاری از پیش‌آمدگی‌هایی در شارش باشد. شکل ۱ مثال‌هایی از توزیع سرعت مطلوب را نشان می‌دهد.

الزامات عمومی زیر باید رعایت شوند:

الف- همانطور که شرایط شارش به دلیل سازه سرریز تغییر می‌کند، ممکن است باعث ایجاد زیرآب‌ها<sup>۲</sup> از واریزه‌های<sup>۳</sup> بالادست سازه شود که در این زمان ممکن است بر شرایط شارش اثر گذار باشد، برای این منظور تغییرات مهم احتمالی در سطح آب در طراحی محل اندازه‌گیری باید در نظر گرفته شود.

---

1- Crest tappings  
2 -Shoals  
3 -Debris

ب- در یک کانال مصنوعی، سطح مقطع باید یک شکل باشد و کانال باید برای در طولی حداقل ۵ برابر عرض سطح آب آن مستقیم باشد.

پ- در یک شارش طبیعی یا رودخانه، سطح مقطع باید به طور منطقی یکنواخت باشد. و کانال باید در یک طول کافی برای اطمینان از توزیع سرعت منظم مستقیم باشد.

ت- اگر ورودی به کانال دسترسی از طریق زانو است (خم) یا اگر شارش به یک کانال از طریق یک مجرا یا یک کانال از سطح مقطع کوچکتر و یا در یک زاویه، تخلیه می‌شود بنابراین یک طول بزرگتر از کانال دسترسی سیستم برای رسیدن به توزیع سرعت منظم نیاز است.

ث- سپرها<sup>۱</sup> نباید در یک فاصله نزدیکتر از ۱۰ برابری بیشینه هد اندازه‌گیری شده از نقطه اندازه‌گیری نصب شوند.

ج- در شرایط خاصی، ممکن است یک موج ایستاده در بالا دست اندازه‌گیری رخ دهد. شبیه وقتی که کانال دسترسی شیب دار است. بشرطی که این موج در فاصله‌ای کمتر از ۳۰ برابر بیشینه هد بالادست نباشد شارش قابل اندازه‌گیری است و تایید این موضوع است که توزیع سرعت منظم در محل اندازه‌گیری وجود داشته و عدد فرود در این مقطع از ۰/۶ بیشتر نیست. توصیه می‌شود در حالت ایده‌آل از عددهای بالای فرود برای اندازه‌گیری دقیق شارش اجتناب شود.

اگر موج ایستاده داخل این فاصله رخ دهد، شرایط دسترسی و یا دستگاه اندازه‌گیری باید اصلاح شود.

#### ۶-۳-۴ کانال پایین دست

در صورتی که سرریزه به گونه‌ای طراحی شود که شارش، تحت شرایط عملیاتی مدولار باشد (یعنی تحت تاثیر تراز پایاب قرار نداشته باشد) شارش پایین دست کانال سازه معمولاً اهمیتی ندارد. زمانی که شارش غرق شده اتفاق بیفتد برای تعیین آن باید یک گیج پایین دست تدارک دیده شود تا سطوح تراز پایاب را اندازه‌گیری کند. در صورت امکان تمیز کاری پایین دست، که پدیده‌ای ممکن است منجر به ناپایداری سازه شود، اندازه‌گیری های ویژه‌ای برای جلوگیری از رخ دادن آنها ضروری است.

اگر سرریز برای کاربرد در شارش مستغرق طراحی شده باشد و یا اگر امکان اینکه سر ریز در آینده غرق شود وجود دارد، باید یک تاپینگ لبه و چاه آرامش دهنده مجزا نصب شوند.

شرایط دوم ممکن است بوجود آید اگر، شرایط شارش بدلیل تاثیر پذیری ساختار سرریز از ایجاد زیرآب‌های واریزه فوری پایین دست تغییر کند یا اگر تاثیرات رودخانه بر پایین دست در زمان‌های دیگری رخ دهد.

## ۷ نگهداری

نگهداری سازه اندازه‌گیری یا کانال دسترسی برای اطمینان از دقت اندازه‌گیری های مستمر مهم است.

کانال دسترسی باید عاری از لجن، جلبک، و موانعی باشد که ممکن است تأثیرات زیان آوری بر روی شرایط شارش تعیین شده برای نصب استاندارد داشته باشد. همچنین چاه شناور و ورودی از کانال دسترسی باید تمیز و عاری از رسوبات باشند. کانال شارش پایین دست باید عاری از موانعی که ممکن است باعث غرق شدن سرریز شود نگهداشته شود.

سازه سرریز باید تمیز و عاری از واریزه‌های چسبیده نگه داشته شود. باید مراقب بود در روند تمیز کاری از آسیب رسیدن به لبه سرریز جلوگیری شود.

پیزومترهای اندازه‌گیری هد، مجاری اتصال و چاه‌های آرام دهنده باید تمیز شده و از نظر نشتی چک شوند. قلاب یا نقطه گیج، مانومتر، شناور یا دیگر ابزار استفاده شده برای اندازه‌گیری هد برای اطمینان از دقت بصورت دوره‌ای بررسی شود.

اگر از یک مستقیم کننده شارش در کانال دسترسی استفاده شده است، صفحات سوراخ‌دار فلزی باید تمیز نگه داشته شوند بطوری که درصد مساحت باز باقی مانده بیشتر از ۴۰٪ درصد باشد.

## ۸ اندازه‌گیری هد(ها)

### ۱-۸ کلیات

در جایی که اندازه‌گیری نقطه‌ای مورد نیاز است، هدها می‌توانند با استفاده از گیج‌های عمودی، گیج‌های قلاب‌دار، نقطه‌ای، سیمی و نواری اندازه‌گیری شوند. زمانیکه ثبت‌های پیوسته مورد نیاز است، باید از گیج‌های ضبط کننده استفاده شود.

**یادآوری-** همچنان که اندازه سرریز و هد کاهش می‌یابد، اختلافات کوچک در ساخت و در تنظیم صفر و خوانش دستگاه اندازه‌گیری هد اهمیت نسبی بیشتری می‌یابد.

### ۲-۸ محل اندازه‌گیری(های) هد

#### ۱-۲-۸ شارش پیمان‌های(آزاد)

شارش هنگامی پیمان‌های است که مستقل از تغییرات در تراز پایاب است. این الزام زمانی برآورده می‌شود که هد کلی پایاب برابر یا کمتر از ۷۵٪ هد کل بالادست باشد.

پیزومترها یا یک ایستگاه اندازه‌گیری نقطه‌ای جهت اندازه‌گیری ارتفاع هد روی سرریزه برای جلوگیری از ناحیه فروکش سطحی، باید در یک فاصله مناسب بالا دست از سرریزه قرار داده شوند. از طرف دیگر، برای اینکه اطمینان از آن که تلاف انرژی بین مقطع اندازه‌گیری و مقطع کنترلی روی سرریزه باید ناچیز باشد، آن‌ها (پیزومترها و ایستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه‌ای) باید به اندازه کافی به سرریزه نزدیک باشند. در این استاندارد توصیه شده است که مقطع اندازه‌گیری ارتفاع هد در یک فاصله دو برابری هد بیشینه بالادست (یعنی  $h_{1,max}$ ) از سرریزه قرار داده شود.

## ۸-۲-۲ شارش غرق شده

اگر هد کلی پایاب بالای سطح لبه بیشتر از ۷۵٪ شود یک خطای مهم در محاسبه تخلیه ایجاد می‌شود، در غیر این صورت یک تایپینگ لبه فراهم شده و دو اندازه‌گیری هد مستقل انجام شود. موقعیت بهینه برای تینپگ لبه، مرکز سرریز است. تایپینگ می‌تواند در سرریزهای پهن تر ۲ m خارج از مرکز باشد به شرط آنکه فاصله از خط مرکز تایپینگ لبه به نزدیکترین وجه دیوار یا موج شکن بیشتر از ۱ m باشد.

## ۸-۳ چاه اندازه‌گیری

اندازه‌گیری هد بالادست در چاه اندازه‌گیری برای کاهش اثرات بی‌نظمی‌های سطح آب رایج است.

یادآوری ۱- وسایل برای اندازه‌گیری هد در استاندارد ISO 4373 تشریح شده است.

بازرسی‌های ادواری بر اندازه‌گیری هد در کانال دسترسی باید انجام شود.

در جایی که لبه برای عملکرد تحت شارش غرق شده طراحی شده است، دومین اندازه‌گیری هد مورد نیاز است. برای اندازه‌گیری دقیق شارش، هد باید درون پاکت مجزایی بلافاصله پایین دست لبه اندازه‌گیری شود. هد می‌تواند در کانال پایین دست سازه به صورت متناوب اما با دقت کمتر اندازه‌گیری شود.

چاه‌های اندازه‌گیری باید عمودی و عمق و ارتفاع کافی برای پوشش دهی کل گستره سطوح آب را داشته باشد. در زمینه نصب، آن‌ها باید دارای کمینه ارتفاع ۰٫۶ m بالای بیشینه تراز آب مورد انتظار باشند. چاه‌های اندازه‌گیری باید توسط لوله‌ها به موقعیت‌های مناسب اندازه‌گیری هد متصل شوند.

چاه و لوله‌های اتصال هر دو باید ضد آب باشند. در جایی که چاه برای استقرار تراز سنج شناور تهیه شده است باید عمق و اندازه مناسبی داشته باشد.

لوله باید دارای برگشت کمتر از ۰٫۱ m پایین تر از پایین ترین تراز نباشد تا سنجیده شود.

اتصالات لوله به موقعیت‌های اندازه‌گیری هد بالا دست و پایین دست باید قطع شده یا فسخ شده و یا عمود بر مرکز کانال دسترسی باشد. مرکز کانال باید تخت و نرم (معادل با بتن پرداخت شده با کیفیت) درون یک فاصله ۱۰ برابری قطر لوله‌ها از مرکز اتصال است. لوله‌ها فقط در صورتی می‌توانند با دیواره اریب شوند که با یک درپوش جداشدنی یا صفحه‌ای سوراخ‌دار که با تراز بر روی دیوار تنظیم شده، نصب شده باشد. لبه‌های این سوراخ‌ها نباید گرد شده یا برآمده باشد. صفحات پوششی سوراخ‌دار در جایی که احتمال وجود لجن و علف‌های هرز وجود دارد توصیه نمی‌شوند. هد استاتیکی در پاکت جداکننده پشته لبه سرریزه باید به این چاه اندازه‌گیری بصورت زیر انتقال یابد.

الف- یک آرایه سوراخ‌های تپینگ باید درون یک صفحه پوشش حفره در لبه بلوک سرریز تنظیم شود.

ب- قسمت زیرین صفحه باید روی یک منیفولد<sup>۱</sup> که هد استاتیک توسط یک آرایه از لوله‌های تغذیه مخابره می‌شود، پشتیبانی شود.



**یادآوری ۲-** هیچ قانون محکمی نمیتواند برای تعیین اندازه اتصال لوله‌ها به بالادست چاه وضع شود، به دلیل اینکه این مسئله وابسته به نصب خاصی است، برای مثال چه زمانی که محل بی حفاظ شده و در نتیجه در معرض موج است و چه زمانی که به قطر بزرگتری برای جای دادن شناور ثبت کننده نیاز است.

پ- یک رسانگه افقی باید از حفره از طریق بلوک سرریز در زیر لبه ایجاد شود و به چاه اندازه‌گیری ختم شود.

ت- یک لوله انتقال انعطاف پذیر باید هد استاتیکی درون منیفولد را به چاه اندازه‌گیری مخابره کند.

ث- یک واشر ضد آب در اطراف لوله انتقال باید از هد استاتیکی درون سوراخ در برابر تاثیر از هد استاتیکی منتقل شده از درون منیفولد جلوگیری کند.

**یادآوری ۳-** ممکن است بدلیل نشتی احاطه کننده صفحه پوشش در فشارهای متفاوتی باشد

این ترتیب ها وقوع لجن‌گیری درون مسیر مخابره بین پاکت مجزا و چاه اندازه‌گیری را کمینه می‌کند. و اجازه پاکسازی مؤثر لوله‌کشی توسط شستشوی معکوس<sup>۱</sup> گاه‌به‌گاه سیستم را می‌دهد؛ برای این منظور یک حجم از آب باید به صورت دوره‌ای به چاه اندازه‌گیری معرفی شود.

شکل ۳ ترتیب اولیه برای نصب تاپینگ لبه را نشان می‌دهد

تاپینگ لبه باید از پنج تا ده سوراخ که با قطر ۱۰ mm در بلوک سرریز سوراخ شده‌اند تشکیل شده است که فاصله مراکزشان بایکدیگر ۷۵ mm بوده و در شیب ۱:۵، ۲۰ mm پایین‌تر از لبه سرریز است. لبه سوراخ‌ها نباید گرد شده یا برنده باشد. تعداد سوراخ‌ها باید برای اطمینان از اینکه سطح آب در چاه آرامش‌دهنده تغییرات را در فشار پاکت جداکننده لبه بدون تاخیر قابل توجهی دنبال می‌کند.

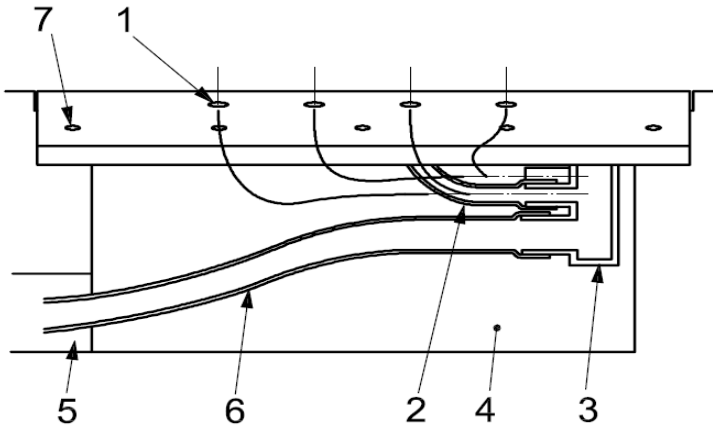
به‌منظور جلوگیری از خطر شناورهای پایه<sup>۲</sup> هم در کف و هم در هر تجمعی از لجن واریزه‌ها در چاه‌ها باید عمق اضافی مناسبی تهیه شود.

آرایش چاه اندازه‌گیری ممکن است شامل محفظه متوسطی با اندازه شبیه و متناسب با کانال دسترسی باشد برای قادر بودن به حل و فصل لجن و دیگر واریزه‌ها در جایی که ممکن است به سرعت دیده و حذف شوند.

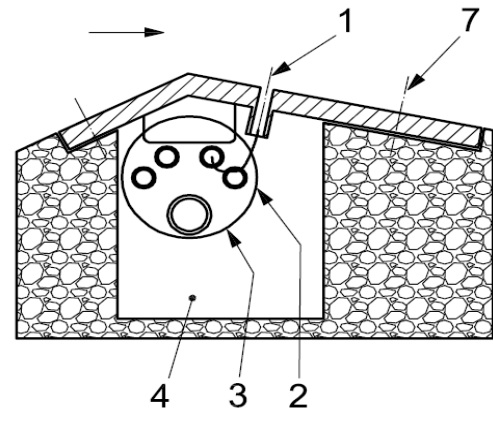
قطر لوله اتصال یا عرض شکاف بالادست چاه باید برای اجازه اینکه سطح آب در چاه بالا و پائیدن شدن هد را بدون تاخیر قابل توجهی دنبال کند، کافی باشد. به منظور اطمینان از سهولت نگهداری و میرایی<sup>۳</sup> هرگونه نوسانات ناشی از موج‌هایی با دوره کوتاه باید توجه شود هرچند به بزرگتر بودن اندازه لوله نیست.

---

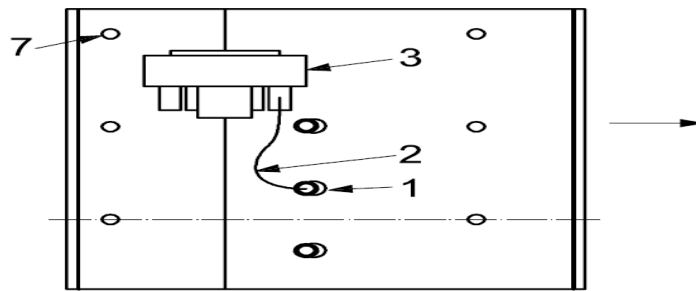
1 - Backflushing  
2 - Floats grounding  
3 - Damp out



ب- نمای جانبی ( عمود بر شارش )



الف- نمای جانبی ( در راستای شارش )



ج- نمای پایینگاهها از زیر سرریز

راهنما:

- ۱ تاپینگ‌های لبه
- ۲ لوله‌های تغذیه برقراری ارتباط هد لبه به منیفولد ( برخی تنها بصورت یک خط نشان داده شده‌اند)
- ۳ منیفولد ( به نمای ب مراجعه شود)
- ۴ سوراخ در لبه از سرریز بلوک
- ۵ مجرای منتهی به چاه اندازه‌گیری
- ۶ لوله‌های انتقال ( انتهاب دیگر آب بند شده درون رسانگاه اما هد در منیفولد به چاه اندازه‌گیری مخابره می‌شود)
- ۷ سوراخ‌هایی برای پیچ کردن صفحه لبه به بلوک سرریز

شکل ۳- آرایش کلی برای نصب تاپینگ لبه

#### ۸-۴ تنظیم صفر

تنظیم صفر دقیق و اولیه دستگاه‌های اندازه‌گیری هد با توجه به سطح لبه و پس از آن بازرسی منظم این تنظیمات ضروری است.

ابزار دقیقی برای بررسی صفر در فاصله‌های زمانی منظم باید تهیه شود. محک‌هایی<sup>۱</sup>، به صورت صفحات فلزی افقی باید در بالای وجه عمودی دیواره‌ها و در چاه‌های اندازه‌گیری نصب شوند. این وسایل برای حصول اطمینان از اینکه ارتفاعشان نسبت به سطح لبه شناخته می‌شود باید به دقت تراز شوند.

یادآوری - صفرهای ابزار می‌توانند نسبت به این محک‌ها بدون نیاز به مساحی مجدد لبه در هر زمان بررسی شوند. با این حال، هرگونه تعدیل ساختار ممکن است بر رابطه بین لبه و سطح محک‌ها اثر بگذارد، بهتر است که بازرسی‌های گاه‌به‌گاهی در این روابط صورت گیرد.

بررسی صفر براساس سطح آب (چه زمانی که شارش متوقف می‌شود یا شروع می‌شود) در معرض خطرهای جدی به دلیل تاثیرات کشش سطحی است و نباید استفاده شود.

ارتفاع لبه باید باتوجه به محک‌ها در فواصل زمانی منظم در سراسر پهنای سرریز اندازه‌گیری شود البته اندازه‌گیری‌ها نباید کمتر از ده مرتبه باشند. میانگین این اندازه‌گیری ارتفاع لبه باید برای تعیین صفر اندازه‌گیری استفاده شود.

## ۹ مشخصه‌های تخلیه

### ۹-۱ علامت تخلیه

#### ۹-۱-۱ شارش پیمانه‌ای (آزاد)

در عبارت هد کل، معادله تخلیه پایه برای یک سرریز ملثی شکل که تحت شرایط شارش پیمانه‌ای عمل می‌کند عبارتست از :

$$Q = C_d \sqrt{g} b H^{3/2} \quad (1)$$

هد کل H توسط عبارت زیر بدست می‌آید.

$$H = h + \frac{\bar{v}^2}{2g} \quad (2)$$

معادله هد کلی توسط تکرار حل می‌شود. یک فرض اولیه آنست که  $H=h$  و یک مقدار اولیه Q محاسبه می‌شود. پس سرعت دسترسی،  $\bar{v}$ ، از مقدار Q و A که مساحت سطح مقطع کانال دسترسی است، محاسبه می‌شود. سپس معادله (۲) یک مقدار اصلاح شده ارائه می‌دهد. این فرآیند تکرار می‌شود تا مقادیر متوالی H درون محدوده دقت مورد نیاز باشد.

معادله شارش پیمانه‌ای ممکن است توسط عبارت‌هایی از هد اندازه‌گیری شده توسط معرفی یک ضریب سرعت وابسته به هندسه شارش و سرریز به روش دیگری بیان شود.

$$Q = C_d C_v \sqrt{g} b H^{3/2} \quad (3)$$

که در آن  $C_v$  ضریب اجازه‌ای است برای اثر سرعت دسترسی  $(H/h)^{3/2}$  (بدون بعد)

## ۹-۱-۲ شارش غرق شده

در عبارت هد کل، معادله تخلیه پایه برای سرریز مثلثی شکل که تحت شارش غرق شده عمل می‌کند، عبارت است از

$$Q = C_d f \sqrt{g} b H^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

که در آن  $f$  ضریب کاهنده شارش غرق شده است (بدون بعد).  
 بصورت جایگزین، معادله تخلیه شارش غرق شده ممکن است در بیانی از هد اندازه‌گیری شده توسط معرفی یک ضریب از سرعت، وابسته به هندسه شارش و سرریز بیان شود.

$$Q = C_d C_v f \sqrt{g} b H^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

### ۲-۹ ضرایب

#### ۱-۲-۹ ضریب تخلیه $C_d$

مقدار ضریب تخلیه برابر ۰٫۶۳۳ است (بدون بعد).

$C_d$  تقریباً مستقل از  $h$  است، به جز در هدهای بسیار کم که خواص سیال را تحت تاثیر قرار می‌دهد.  
 $C_d$  توسط معادله زیر ارائه می‌شود.

$$C_d = 0.633 \left( 1 - \frac{0.003}{h} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (6)$$

که در آن  $h$  بر حسب متر است، برای اهداف عملی  $C_d$  می‌تواند برابر با ۰٫۶۳۳ تنظیم شود برای  $h \geq 0.1 \text{ m}$ .

#### ۲-۲-۹ ضریب سرعت $C_v$

ضریب سرعت،  $C_v$  برای معادله شارش آرام از شکل ۴ به دست می‌آید، که در آن  $A$  مساحت کانال دسترسی است.

#### ۳-۲-۹ ضریب سرعت مرکب $C_v f$

ضریب مرکب  $C_v f$  برای معادله شارش غرق شده از شکل‌ها به دست می‌آید که در آن  $h_p$  هد تپینگ لبه اندازه‌گیری شده بالای تراز لبه است. تحت شرایط شارش پیمانه‌ای مقدار  $\frac{h_p}{h}$  مقدار ثابت ۰٫۲ است و مقدار  $f$  برابر ۱ است. بنابر این تحت این شرایط، مقدار  $C_v f$  خوانده شده از شکل ۵ با مقدار  $C_v$  از شکل ۴ منطبق است.

### ۳-۹ محدودیت‌ها

محدودیت‌های عمومی زیر توصیه می‌شود.

$$h \geq 0.3 \text{ m} \quad (\text{برای مقطع لبه مواد نرم یا معادل آن})$$

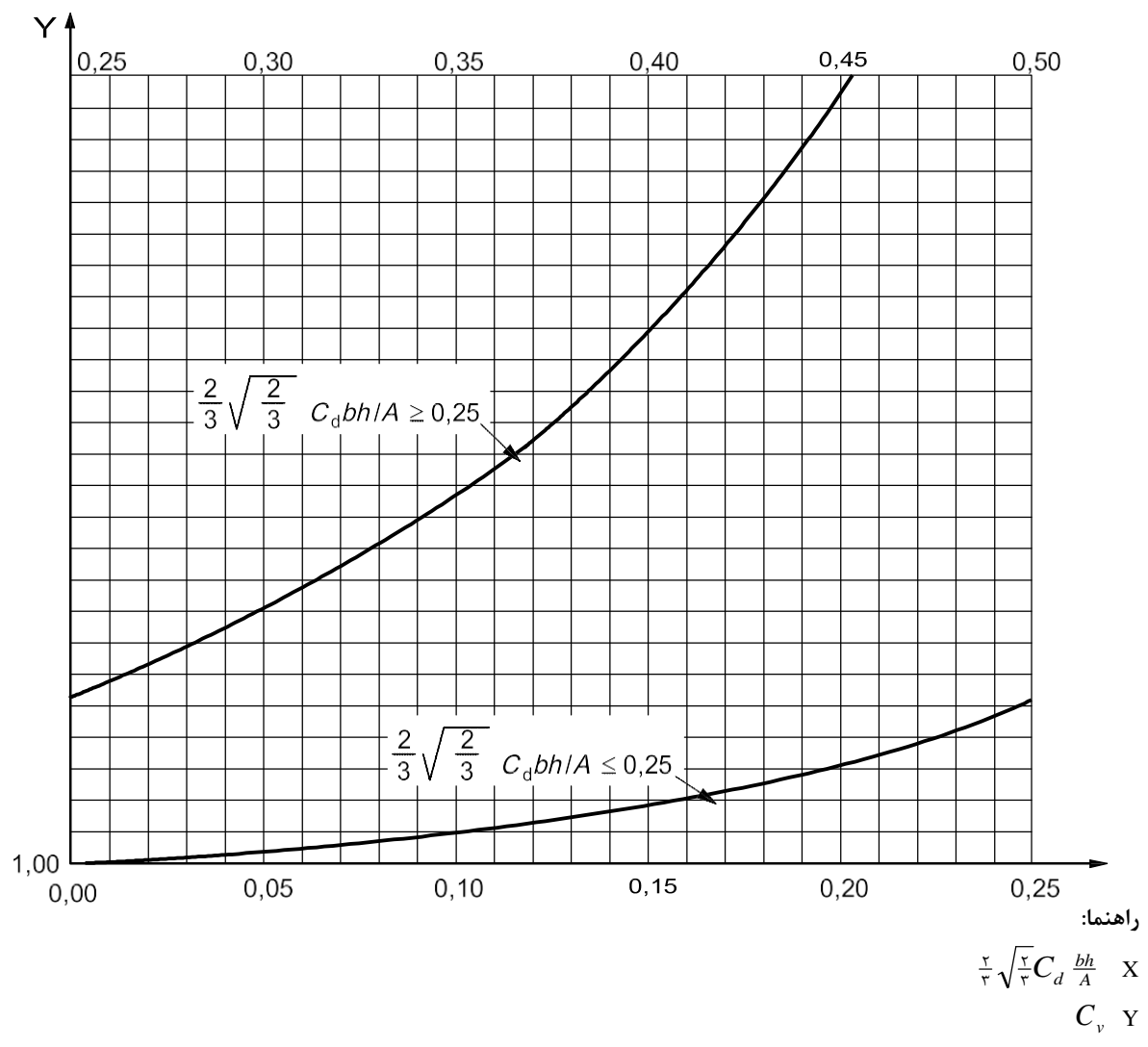
$$h \geq 0.6 \text{ m} \quad (\text{برای مقطع لبه از بتن مرغوب یا معادل آن})$$

$$p \geq 0.6 \text{ m}$$

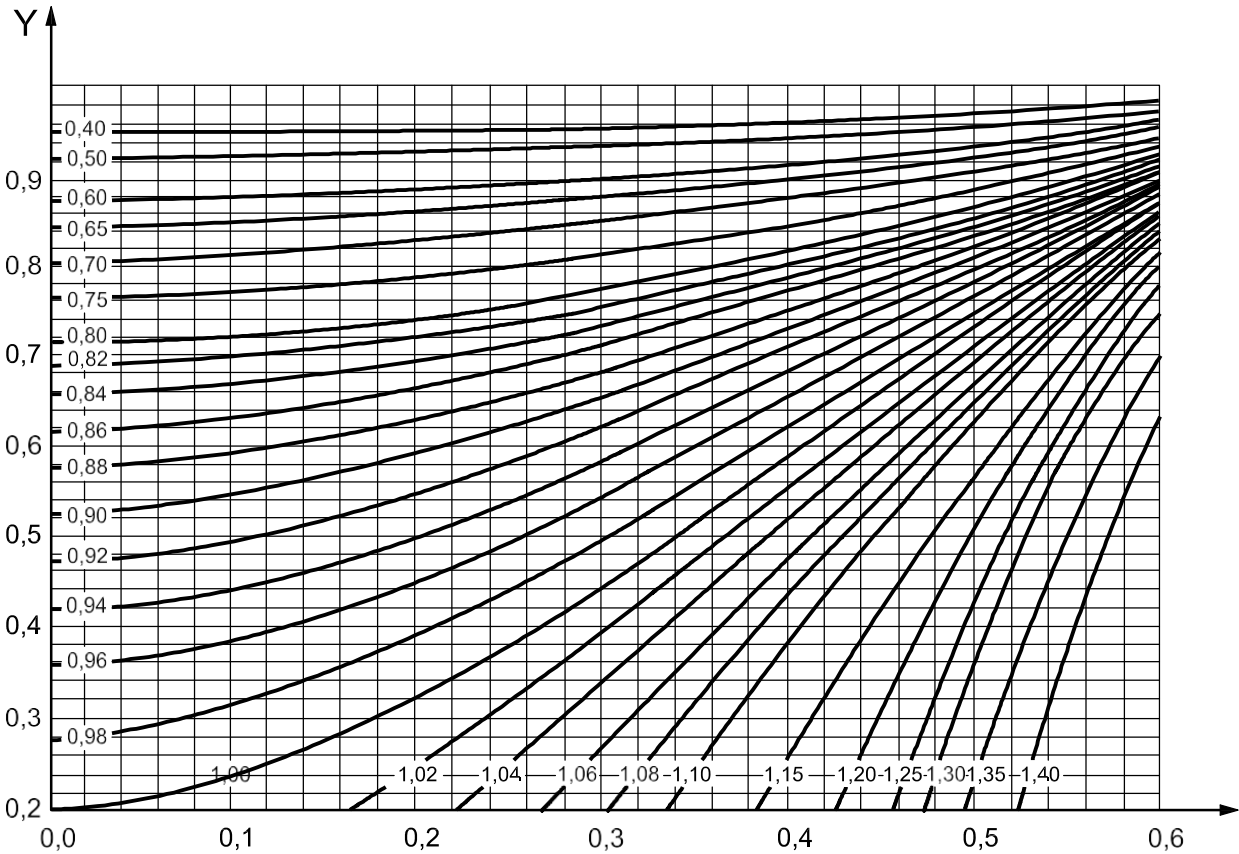
$$b \geq 0,1m$$

$$h/p \leq 4,5$$

$$b/h \leq 2,0$$



شکل ۴- ضرایبی از سرعت،  $C_v$ ، بر حسب  $C_d \frac{bh}{A}$



راهنما:

$$C_d \frac{bh}{A} \quad X$$

$$\frac{h_p}{P} \quad Y$$

شکل ۵- ضرایب مرکب از سرعت،  $C_v f$ ، برحسب  $C_d \frac{bh}{A}$  و  $\frac{h_p}{P}$

## ۱۰ عدم قطعیت اندازه‌گیری شارش

### ۱-۱۰ کلیات

۱-۱۰ این بند اطلاعاتی را برای کاربر این استاندارد برای بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری تخلیه ارائه می‌دهد.

یادآوری - مطابق با رفتار گذشته در هیدرومتری، بیان عدم قطعیت، برای بیان در سطح اطمینان ۹۵٪ برای ضریب تخلیه و تعیین نرخ شارش ادامه می‌یابد.

۱-۱۰-۲ پیوست الف معرفی اندازه‌گیری عدم قطعیت است. این پیوست اطلاعات پشتیبانی را بر اساس HUG و GUM ارائه می‌نماید.

۱-۱۰-۳ نتیجه اندازه‌گیری شامل موارد زیر است:

الف- تخمینی از مقدار اندازه‌گیری شده و  
ب- بیانیه‌ای از عدم قطعیت در اندازه‌گیری

۱۰-۱-۴ یک بیانیه از عدم قطعیت در اندازه‌گیری شارش در یک کانال ۴ مولفه مجزای عدم قطعیت دارد.

الف-عدم قطعیت اندازه‌گیری هد در کانال

ب-عدم قطعیت ابعاد سازه

پ-عدم قطعیت ضریب تخلیه اعلام شده این استاندارد از آزمایشگاه کالیبراسیون سازه شارش در نظر گرفته شده است.

ت-عدم قطعیت توزیع سرعت کانال مربوط به ضریب سرعت  $C_v$

این بند جزء چهارم را در خود جای نمی‌دهد (در بر نمی‌گیرد) فرض است که کانال‌های هیدرولیکی به طور قابل ملاحظه‌ای معادل اند با آنهایی که در مراکز کالیبراسیون در زمان استخراج قرار دارند.

ث-بصورت تعریف شده در بند ۶-۳-۲

۱۰-۱-۵ تقریب اندازه‌گیری عدم قطعیت به کار رفته در موارد ۱ و ۲ در بند ۱۰-۱-۳ در پیوست ب ارائه شده است.

مقادیر گرفته شده از پیوست ب در مثال بند ۱۱ بکار رفته است. این مقادیر تنها برای اهداف روشن‌نگرایانه است، توصیه می‌شوند از این مقادیر بعنوان یک معیار عملکرد برای انواه تجهیزات فهرست شده استفاده نشود. در عمل تخمین‌های عدم قطعیت باید از گواهی آزمون تجهیزات که ترجیحاً از آزمایشگاه اکر دیته شده بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵ بدست آمده‌اند، استفاده شود.

## ۱۰-۲ عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری مرکب

به بند الف-۷ رجوع شود.

نسبتی که در آن هر پارامتر معادله شارش منجر به عدم قطعیت اندازه‌گیری شارش  $U(Q)$  می‌شود، از راه حل تحلیلی با استفاده از دیفرانسیل‌های جزئی معادله تخلیه بدست می‌آید. معادله کلی تخلیه برای شارش پیمان‌های و شارش غرق‌شده معادله ۵ است

$$Q = c_d c_v f \sqrt{g b h^3}$$

که در آن  $f = 1$  برای شرایط شارش آرام است.

تأثیر بر روی مقدار  $Q$  بعلا پراکندگی‌های کوچک  $\Delta c_d$ ،  $\Delta c_v$  (یا  $\Delta c_v f$ ) و  $\Delta b$  و  $\Delta h_1$  برابر است با:

$$\Delta Q = \frac{\partial Q}{\partial c} \Delta c + \frac{\partial Q}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial Q}{\partial h_1} \Delta h_1 \quad (7)$$

توجه شود، فرض شده است که مقادیر بدون خطای  $\Delta c_v$  یا  $\Delta c_v f$  بترتیب از شکل ۴ و شکل ۵ تعیین شده اند. مشتقات جزئی ضرایب حساسیت از پیوست الف-۷ می باشد که مربوط به معادله تخلیه هستند.  $\Delta Q$ ، نتیجه حاصل از پراکندگی  $Q$  است.

با ارزیابی دیفرانسیل های جزئی و استفاده از معادله ۳ میتوان رابطه زیر را نوشت:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta b}{b} + 1,5 \frac{\Delta h_1}{h_1} \quad (8)$$

بنابراین ضرایب حساسیت بصورت زیر می باشند:

$$\frac{\partial Q}{\partial c} = 1$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b} = 1$$

$$\frac{\partial Q}{\partial h_1} = 1,5$$

مقادیر  $\frac{\Delta h_1}{h_1}$ ،  $\frac{\Delta c}{c}$ ،  $\frac{\Delta b}{b}$ ،  $\frac{\Delta Q}{Q}$  به صورت عدم قطعیت های استاندارد بدون بعد معرفی شده و در نوشتار  $u^*(c)$ ،  $u^*(b)$ ،  $u^*(h)$  ارائه شده اند. از آنجا که عدم قطعیت های  $b$ ،  $c$ ،  $h_1$  مستقل از یکدیگر هستند احتمالاً نیازمند به جای یک جمع ساده نیازمند جمع مجذور هستند.

$$u^*(Q) \cong \sqrt{u^*(c)^2 + u^*(b)^2 + [1,5 u^*(h_1)]^2} \quad (9)$$

### ۳-۱۰ عدم قطعیت ضریب تخلیه $u(c_d)$ برای سرریز مثلثی شکل

ضریب تخلیه  $\frac{\delta}{d}$  از یک سری از آزمونهای هیدرولیک با استفاده از امکانات کالیبراسیون، با وضوح بالا تعیین شده است. برای سرریز هلی مثلثی خوب ساخته شده که در کانالی نصب شده اند و شرایط دسترسی مطابق با بند ۶-۳-۱۳ ت عدم قطعیت استاندارد نسبی ضریب تخلیه بصورت زیر خواهد بود:

$$u^*(C) = (5c_v - 4,5) \%$$

### ۴-۱۰ بودجه بندی عدم قطعیت

در گزارشها می توان یک جدول بودجه عدم قطعیت برای ارائه اطلاعات زیر برای هر منبع از عدم قطعیت ارائه کرد. (یا ارجاع شده باشد).

الف) روش ارزیابی (به پیوست الف رجوع شود).

ب) مقدار تعیین شده عدم قطعیت استاندارد نسبی  $u^*(c)$ ،  $u^*(b)$ ،  $u^*(h)$  شامل عدم قطعیت مبنایی  $u^*(h)$

پ) ضرایب حساسیت نسبی

پس مقادیر هر منبع مطابق با معادله ۹ برای ارائه عدم قطعیت استاندارد ترکیب شده  $u^*(Q)$  اعمال می شود.



سپس یک عامل پوشش  $K=2$  به تعریف عدم قطعیت در ۹۵٪ سطح اطمینان اعمال می‌شود. ارائه این مراحل به شکل جدولی یا یک سطر برای هر منبع و یک سطر برای هر مورد از الف تا پ مندرج در بالا رایج است.

در جایی که مناسب است ممکن است جدول شامل تفکر انتقادی در پشت اختصاص ذهن از عدم قطعیت به مقادیر  $b, h$  باشد. این بخش از جدول ممکن است برای یک گستره از مقادیر  $h_1$  برای تعیین یک رابطه بین  $u$  و  $h_1^*$ ،  $(Q)$  تکرار شود.

## ۱۱- مثال

### ۱-۱۱ کلیات

در مثال‌های ارائه شده یا معادله‌های داده شده در بند ۷ رابطه بین پارامترهایی تعیین کننده نرخ شارش تعریف می‌شوند.

عدم قطعیت ضریب تخلیه یک عدم قطعیت اساسی است و توسط معادله ۱۰ تعریف می‌شود. برای تعیین عدم قطعیت کلی اندازه گیری شارش، باید برآوردهای عملی از عدم قطعیت اندازه‌گیری هد و عدم قطعیت اندازه‌گیری ابعاد فیزیکی ایجاد شود.

### ۲-۱۱ مشخصه‌ها – سازه اندازه گیر

مثال مربوط به شرایط شارش پیمان‌های است، بنابراین:  $f=1$

ارتفاع لبه بالای بستر کانال دسترسی،  $p$ ، بدون تغییرات اندازه‌گیری در طول لبه برابر  $0.060$  m است.

عرض لبه سرریز یک مقدار کمینه از  $0.149$  m تا بیشینه  $0.151$  m متغیر است.

فرض شده است که کانال دسترسی دارای عرض مشابه یا عرض متوسط سرریز ( $0.150$  m) است.

### ۳-۱۱ مشخصه‌ها – ابزار دقیق سنجش هد

در این مثال، یک سنسور الکترو سونیک طیف هوا برای تعیین هد استفاده شده است.

سنسورها در یک ارتفاع  $0.340$  m بالای مبنای هیدرولیکی (میانگین سطح لبه سرریز) ثابت شده است.

این روش مبنای ارتفاع بین  $0.3405$  و  $0.3469$  را تعیین می‌کند.

با ارجاع به پیوست الف، عدم قطعیت مبنایی نسبی، با فرض توزیع احتمالی مثلثی برابر است با:

$$u(E) = 0.0004 \text{ m}$$

محدوده صوتی از سنسور تا سطح آب، اندازه‌گیری اولیه سنسورهاست، مقدار محدوده برابر است با  $0.140$  m

بنابراین نتیجه اندازه‌گیری هد برابر است با  $h = 0.20$  m.

از جدول پ - ۱ در HUG: 2007 ، عدم قطعیت اندازه گیری هد بصورت درصد یک محدوده از ۱٪ تعیین شده است . این مقدار ۱٪ از ۹۵٪ محدوده اطمینان است و برابر است با ۰/۵٪ بصورت یک عدم قطعیت استاندارد. این مقدار برابر است با ۰/۰۰۷ m  
عدم قطعیت هد ترکیب شده برابر است با

$$u(h) = \sqrt{(0,0004^2 + 0,0007^2) m}$$

$$u(h) = 0,0008 m$$

و یا به صورت درصدی از  $h = 0,200 m$  بصورت زیر بیان شود:

$$u^*(h) = 0,403\%$$

اگر لبه با جلبک یا دیگر زائده‌های قابل رشد درگیر شده است، عدم قطعیت مقدار اندازه گیری هد باید بر این اساس افزایش یابد.

#### ۱۱-۴ ضریب تخلیه

مقدار ضریب تخلیه برای مقادیر هد بیشتر از ۰/۱ mm ، به مطابق با بند ۹-۲-۱ برابر است با  $C_d = 0,633$ .

#### ۱۱-۵ محاسبه تخلیه

نرخ شارش توسط معادله ۳ محاسبه می‌شود.

$$Q = C_d C_v \sqrt{g b h^{3/2}}$$

همراه با یک مقدار  $C_v$  که توسط تکرار یا ارجاع به شکل ۴ ایجاد شده و برابر است با :

$$C_d \frac{bh}{A} = C_d \frac{h}{h+p} = 0,487$$

که از آن  $C_v = 0,139$

اعمال این مقادیر به معادله ۳ نتیجه خواهد داد :

$$Q = 0,633 \times 1,329 \times \sqrt{g \times 0,150 \times (0,2)^{3/2}}$$

$$Q = 0,353 \frac{m^3}{s}$$

#### ۱۱-۶ بیانیه عدم قطعیت اندازه‌گیری

از معادله ۱۰ مقدار عدم قطعیت ضریب تخلیه برابر است با :

$$u_{95}^*(C_d) = (10 \times 1,329) - 9 = 4,29\%$$

که با یک عامل پوشش  $k=2$  داریم:

$$u_{95}^*(C_d) = 2,145\%$$

۱۱-۶-۲ از معادله (الف-۴) مقدار عدم قطعیت عرض لبه ممکن است برابر باشد با :

$$u(b) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left( \frac{\text{کمترین عرض} - \text{بیشترین عرض}}{2} \right)$$

$$u(b) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left( \frac{0.151 - 0.149}{2} \right)$$

$$u(b) = 0.00041 m$$

یا

$$u^*(b) = \frac{0.00041}{0.150}$$

$$u^*(b) = 0.27\%$$

۱۱-۶-۳ مقدار عدم قطعیت ترکیب شده توسط معادله ۹ تعیین شده است:

$$u_c^*(q) = \sqrt{u^*(C_d)^2 + u^*(b)^2 + [1.5u^*(h)]^2}$$

$$u_c^*(q) = \sqrt{2.145^2 + 0.27^2 + [1.5 \times 0.403]^2}$$

$$u_c^*(q) = 2.24\%$$

یا با استفاده از عامل پوشش ۲ داریم:

$$U_c^*(q) = 4.49\%$$

در سطح اطمینان ۹۵٪.

۱۱-۶-۴ بیانیه تخلیه بصورت زیر است:

- نرخ شارش برابر است با:  $0.353 \frac{m^3}{s}$

- با یک عدم قطعیت سطح اطمینان ۴۴٪ در ۹۵٪ همراه با ضریب پوشش  $k=2$

۱۱-۶-۵ محاسبات مورد استفاده در مثال در جدول ۱ بصورت خلاصه در آورده شده اند (بودجه عدم قطعیت).

جدول ۳- یک بودجه عدم قطعیت برای مثال

توضیح	ضرایب	مقدار	نوع / برآورد
-------	-------	-------	--------------

	حساسیت	$u, u^*$		
از آزمون‌های آزمایشگاه	۱,۰	۲,۱۴۵٪	ب / عادی	$u^*(C_d)$
با استفاده از بند الف-۶-۲	۱,۰	۰,۲۷٪	ب / مثلثی	$u^*(b)$
از بند ب-۱	—	$۰,۰۰۰۴ m$	ب / مثلثی	$u(E)$
از جدول ب-۱	—	۰/۵٪ / از محدوده	ب / کارخانه	$u(h)$
از بند ۱۱-۶-۳	۱,۵	۰,۴۰۳٪	ترکیبی	$u^*(h)$
با استفاده از معادله (۹)	—	۲,۲۴٪	ترکیبی	$u_c^*(Q)$

پیوست الف  
(اطلاعاتی)

## مقدمه‌ای بر عدم قطعیت اندازه‌گیری

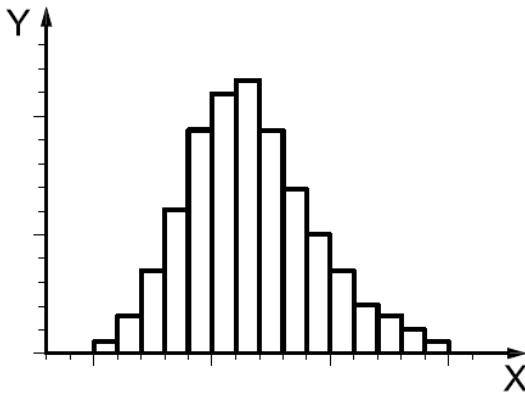
### الف-۱ کلیات

نتایج اندازه‌گیری‌ها یا تحلیل‌ها نمی‌تواند دقیق باشد. اختلاف بین مقدار واقعی، مقداری که غیر قابل فهم است، و مقدار اندازه‌گیری شده همان خطای اندازه‌گیری است. مفهوم عدم قطعیت راهی برای بیان این فقدان دانش است. برای مثال، اگر آب در شارش با یک نرخ کنترل شود، در این صورت شارش‌سنج برای یک مقدار متوسط، پهنه‌ای از اندازه‌گیری‌ها را نمایش خواهد داد. اگر به ماهیت عدم قطعیت داده‌ها توجهی نشود، تصمیمات ناصحیح می‌توانند عواقب قضایی و مالی را به همراه داشته باشند. بیان حقیقی از عدم قطعیت، اطلاعات در این مورد را افزایش می‌دهد و آن را مفیدتر می‌کند.

عدم قطعیت اندازه‌گیری نشان‌دهنده یک پراکندگی مقداری است که می‌توان به آن نسبت داد. روش‌های آماری بر اساس بکاربردن تئوری، مقادیر عملی را عرضه می‌کنند.

عدم قطعیت استاندارد بصورت زیر تعریف می‌شود:

عدم قطعیت استاندارد معادل پراکندگی اندازه‌گیری‌های است که بعنوان یک انحراف استاندارد شرح داده می‌شود. از این تعریف می‌توان به سادگی عدم قطعیت را برای یک مجموعه اندازه‌گیری محاسبه کرد.

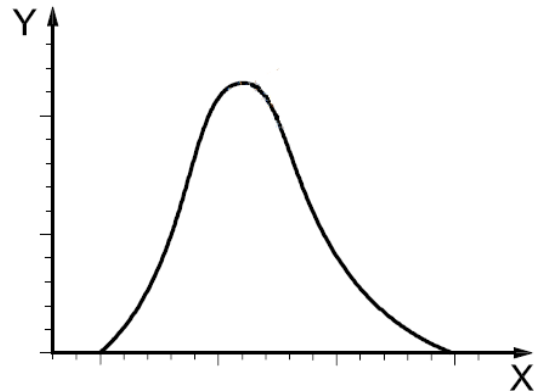


(ب)

راهنما

X مقدار شارش

Y تعداد نمونه‌ها



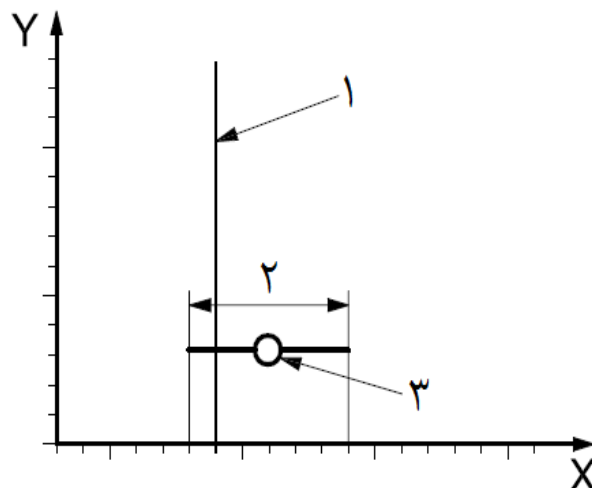
(الف)

راهنما

X مقدار شارش

Y احتمال

شکل الف-۱ نمایش تصویری برخی پارامترهای عدم قطعیت



(پ)

راهنما	
حد	۱
انحراف استاندارد	۲
مقدار متوسط	۳
مقدار شارش	X
تعداد نمونه‌ها	Y

#### شکل الف-۱- ادامه

شکل الف-۱- الف احتمال اتخاذ یک مقدار خاص توسط اندازه‌گیری شارش تحت شرایط پایدار، بدلیل عدم قطعیت‌های اجزا متفاوت فرآیند اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

شکل الف-۱- ب اندازه‌گیری‌های شارش نمونه را نشان می‌دهد.

شکل الف-۱- پ انحراف استاندارد اندازه‌گیری‌های نمونه در مقایسه با یک مقدار حدی را نشان می‌دهد. مقدار متوسط بمنظور تجاوز از مقدار حدی نشان داده می‌شود اما این مقدار متوسط در دسته عدم قطعیت است (بصورت انحراف استاندارد از مقدار متوسط بیان شده است).

#### الف-۲ سطوح اطمینان و عوامل پوشش

برای توزیع احتمال عادی، تحلیل‌ها نشان می‌دهند که ۶۸٪ یک مجموعه بزرگ اندازه‌گیری در یک انحراف استاندارد از مقدار متوسط قرار می‌گیرند. بنابراین، گفته می‌شود عدم قطعیت استاندارد سطح اطمینان ۶۸٪ دارد. اما برای برخی از نتایج اندازه‌گیری مرسوم است که عدم قطعیت در سطح اطمینانی که پوشش دهنده پخش بزرگی از اندازه‌گیری‌ها خواهد بود، شرح داده شود: برای مثال سطح اطمینان ۹۵٪ (مطابق شکل ۴). این امر برای مقادیر محاسبه شده عدم قطعیت استاندارد، از طریق بکاربردن یک فاکتور که همان فاکتور پوشش  $k$  است، انجام می‌شود.

برای یک توزیع احتمال عادی،  $95/45\%$  (بطور موثر  $95\%$ ) اندازه‌گیری‌ها برای مقدار  $k = 2$  پوشش داده می‌شوند. بنابراین، عدم قطعیت در سطح اطمینان  $95\%$  دوبرابر مقدار عدم قطعیت استاندارد است. در عمل اختلافات اندازه‌گیری بندرت توزیع احتمال عادی را بخوبی دنبال می‌کنند. مجاز است که آن‌ها با توزیع‌های احتمال دومی<sup>۱</sup>، مستطیلی و مثلثی بصورت بهتری ارائه شوند و تنها گاهی اوقات بصورت توزیع عادی تقریب زده شوند.

بنابراین یک توزیع احتمال برای مدل‌سازی اختلافات مشاهده شده نیاز به انتخاب شدن دارد. بمنظور تشریح عدم قطعیت این‌گونه مدل‌ها در سطح اطمینان  $95\%$  نیاز به یک فاکتور پوشش است که  $95\%$  مشاهدات را ارائه دهد. اما فاکتور مشابه  $k = 2$  برای تمامی مدل‌ها استفاده می‌شود و در عین حال که از ثبات کاربرد در حدود قابل قبول اطمینان حاصل می‌کند که سبب تسهیل روش هم می‌شود.

### الف-۳ خطا تصادفی و سیستماتیک

در استانداردهای رطوبت‌سنجی، اصطلاحات "تصادفی" و "سیستماتیک" به منظور تمایز ایجاد کردن بین موارد زیر، بکار برده شده‌اند:

- ۱- خطاهای تصادفی که پراکندگی ذاتی مقادیر را تحت شرایط باثبات ارائه می‌دهند، و
- ۲- خطاهای سیستماتیک که مربوط به محدوده‌های ذاتی ناشی از تعیین کمیت‌های اندازه‌گیری شده، هستند.

یک مشکل با مفهوم خطای سیستماتیک این است که خطای سیستماتیک را نمی‌توان بدون آگاهی قبلی از مقادیر حقیقی تعیین کرد. در صورتی که وجود این خطا، مشخص یا مورد شک باشد، باید هم با واسنجی مجدد تجهیزات و هم با عکس کردن تاثیر آن در شیوه محاسبه، قدم‌هایی برای کم کردن این خطا برداشت. در این مرحله، خطای سیستماتیک به همان طریق اجزاء تصادفی عدم قطعیت، در عدم قطعیت مشارکت می‌کند. به همین منظور، GUM تمایزی بین رفتار<sup>۲</sup> عدم قطعیت‌های سیستماتیک و تصادفی ایجاد نمی‌کند. بطور کلی، در هنگام تعیین یک تخلیه تکی، خطاهای تصادفی غالب هستند و نیازی به جداسازی خطاهای تصادفی و سیستماتیک نیست. اما، در جایی که (گفته می‌شود) حجم کامل شده برای یک مبنای دراز مدت ایجاد می‌شود، خطای سیستماتیک حتی در زمانی که کاهش داده می‌شود هم می‌تواند در تخمین عدم قطعیت غالب باقی بماند.

---

1- Bimodal  
2- Treatment

## الف-۴ استانداردهای اندازه‌گیری

GUM و HUG قوانینی برای استفاده از ضوابط عدم قطعیت اندازه‌گیری، بخصوص در مورد شناسایی اجزا خطا، کمی‌سازی<sup>۱</sup> عدم قطعیت‌های مطابق آن‌ها و چگونگی این‌که با استفاده از روش‌های اخذ شده از نظریه آماری با یک نتیجه سراسری مربوط به فرآیند پردازش، ترکیب می‌شوند، را فراهم می‌آورند.

اجزا عدم قطعیت با تخمین انحرافات استاندارد مشخص می‌شوند. در این‌جا دو روش تخمین آورده شده است:

الف- تخمین نوع-الف (با تحلیل‌های آماری از اندازه‌گیری‌های مکرر که از آن یک انحراف استاندارد معادل منتج می‌شود).

ب- تخمین نوع-ب (با استفاده از نسبت دادن یک توزیع احتمالی به فرآیند اندازه‌گیری).

این تخمین برای موارد زیر قابل کاربرد است.

- ۱- قضاوت انسانی در مورد یک اندازه‌گیری دستی (فاصله یا وزن)،
- ۲- قرائت‌های انسانی از کاربرد وسایل سنجش (تخمین‌های تولیدکننده)، یا
- ۳- اطلاعات واسنجی (از تولیدکننده).

## الف-۵ ارزیابی عدم قطعیت نوع الف

اصطلاح "عدم قطعیت استاندارد" که در بند الف-۱ تعریف شده است معادل با پراکندگی اندازه‌گیری‌هایی است که مطابق با انحراف استاندارد شرح داده شده‌اند. بنابراین، بوسیله تعریف یک عدم قطعیت، هر اندازه‌گیری تکی از یک مجموعه شامل  $n$  اندازه‌گیری را به همراه دارد:

$$u(x) = t_e \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{الف-۱})$$

در این‌جا به‌ترتیب تخمین،  $\bar{x}$ ، یک میانگین صحیح است:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad (\text{الف-۲})$$

و  $t_e$  فاکتوری که جهت محاسبه عدم قطعیت افزایشی در زمان تعداد کم اندازه‌گیری‌ها، از تئوری آماری استخراج می‌شود؛ به جدول پ-۱ ارجاع شود.

اگر عدم قطعیت بجای یک اندازه‌گیری تکی از یک مجموعه، برای میانگین تمام  $n$  مقدار استفاده شود:

$$u(x) = \frac{t_e}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{الف-۳})$$



برای اندازه‌گیری‌های مداوم، مجاز است که ارزیابی‌های نوع الف بصورت تابعی از یک متغیر پیوسته مربوط به اندازه‌گیری اولیه استخراج شود، یعنی از سطح آب یا سرعت آب. در مقایسه با عدم قطعیت  $u(x)$  یک اندازه‌گیری انفرادی، عدم قطعیت مقدار میانگین  $u(\bar{x})$  حاصل از میانگین‌گیری تعداد زیادی  $n$ ، اندازه‌گیری، با یک عامل  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  کاهش داده می‌شود. به همین منظور، بهتر است تجهیزات نظارت کننده عملکرد برای نشان دادن وسعتی که از آن میانگین گرفته شده است، اندازه‌گیری را در اصطلاحات شامل  $u(x)$  و  $u(\bar{x})$  مشخص کنند.

جدول پ-۱ فاکتورهای  $t_c$  در سطح اطمینان ۹۰٪، ۹۵٪ و ۹۹٪

سطح اطمینان %			درجه آزادی
۹۹	۹۵	۹۰	
۶۳٫۶۶	۱۲٫۷۱	۶٫۳۱	۱
۹٫۹۲	۴٫۳۰	۲٫۹۲	۲
۵٫۸۴	۳٫۱۸	۲٫۳۵	۳
۴٫۶۰	۲٫۷۸	۲٫۱۳	۴
۴٫۰۳	۲٫۵۷	۲٫۰۲	۵
۳٫۱۷	۲٫۲۳	۱٫۸۱	۱۰
۲٫۹۵	۲٫۱۳	۱٫۷۵	۱۵
۲٫۸۵	۲٫۰۹	۱٫۷۲	۲۰
۲٫۷۹	۲٫۰۶	۱٫۷۱	۲۵
۲٫۷۵	۲٫۰۴	۱٫۷۰	۳۰
۲٫۷۰	۲٫۰۲	۱٫۶۸	۴۰
۲٫۶۶	۲٫۰۰	۱٫۶۷	۶۰
۲٫۶۳	۱٫۹۸	۱٫۶۶	۱۰۰
۲٫۵۸	۱٫۹۶	۱٫۶۴	بی‌نهایت

## الف-۶ ارزیابی عدم قطعیت نوع ب

### الف-۶-۱ کلیات

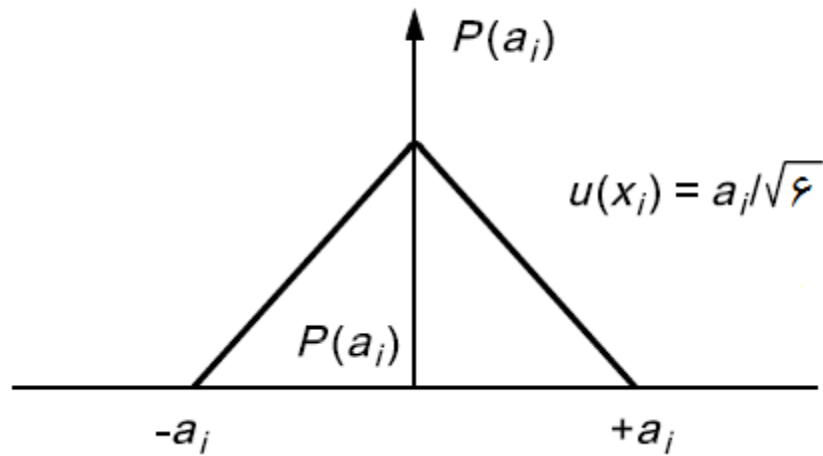
زمانی که دستیابی به یک شارش مداوم از داده‌های اندازه‌گیری شده ممکن نباشد یا در صورتی که یک مجموعه بزرگ اندازه‌گیری موجود نباشد، روش تخمین نوع ب بصورت زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

الف- اختصاص یک توزیع احتمال به فرایند اندازه‌گیری جهت نشان دادن احتمال مقدار صحیح ارائه شده توسط هر مقدار اندازه‌گیری شده تکی.

- ب- تعریف مرزهای بالایی و پایینی اندازه‌گیری، و سپس
- پ- تعیین عدم قطعیت استاندارد از یک انحراف استاندارد اشاره شده توسط توزیع احتمال اختصاص داده شده. روش‌های نوع ب اجازه می‌دهند که تخمین‌های مربوط به مقادیر مرزی بالایی و پایینی در استخراج کردن انحراف استاندارد معادل مورد استفاده قرار گیرند.

### الف-۶-۲ توزیع مثلثی

توزیع مثلثی در شکل الف-۲ نشان داده می‌شود.



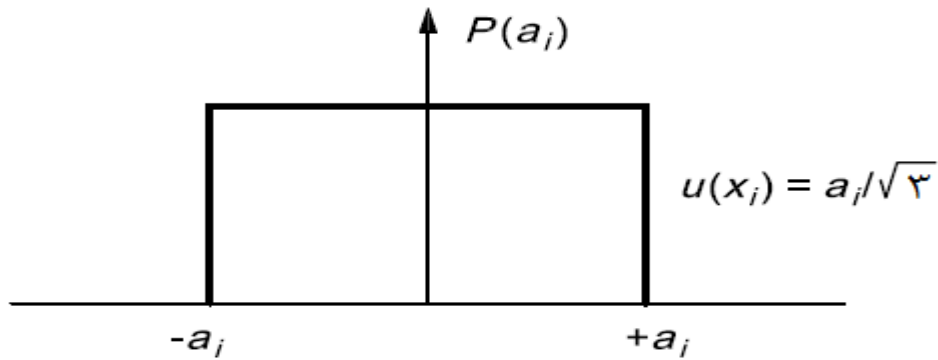
شکل الف-۲ توزیع مثلثی

$$u(x_{\text{mean}}) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left( \frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{2} \right) \quad (\text{الف-۴})$$

معادله بالا معمولاً در اندازه‌گیری‌های دستی مربوط به موردی که بسیار محتمل است که مقدار میانگین نسبت به سایر مقادیر بین حدود اندازه‌گیری بالایی و پایینی قابل تشخیص، به مقدار صحیح نزدیکتر باشد، بکار برده می‌شود.

### الف-۶-۳ توزیع مستطیلی

توزیع مستطیلی در شکل الف-۳ ارائه می‌شود.



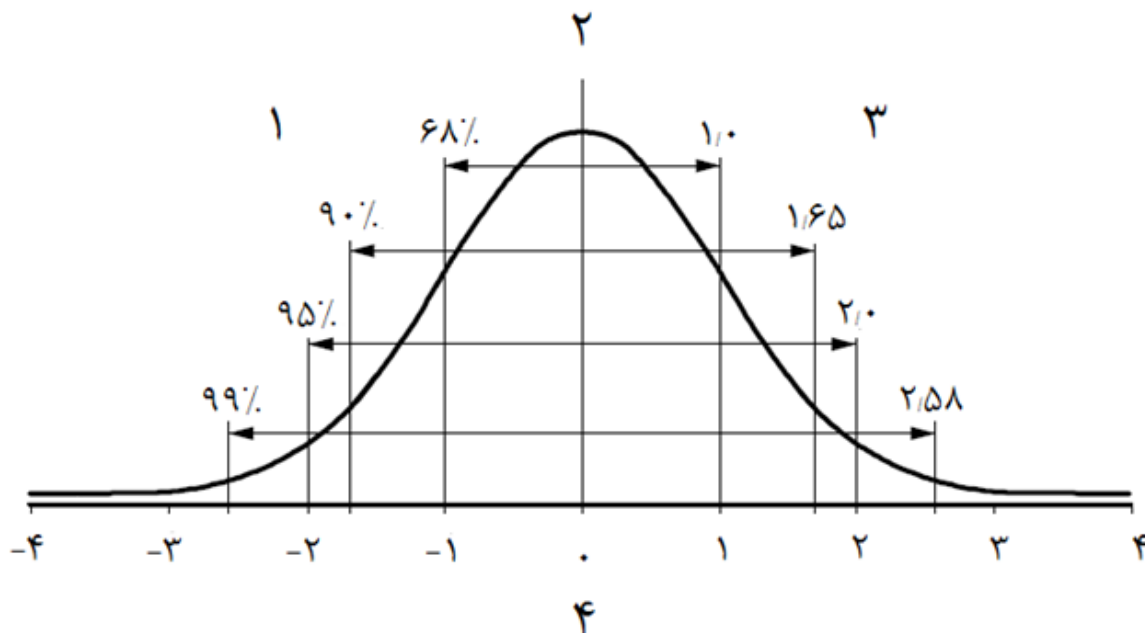
شکل الف-۳- توزیع مستطیلی

$$u(x_{\text{mean}}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left( \frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{2} \right) \quad (\text{الف-۵})$$

این توزیع احتمال معمولاً برای حد تفکیک‌پذیری کاربرد ابزار سنجش اندازه‌گیری (یعنی تفکیک‌پذیری نشان داده شده یا تفکیک‌پذیری مبدل‌های دیجیتال/آنالوگ<sup>۱</sup> داخلی) بکار برده می‌شود. اما، این تنها منبع عدم قطعیت تجهیزات اندازه‌گیری نیست. وجود عدم قطعیت برآمده از چرخه اندازه‌گیری مورد استفاده و/یا از فرآیند واسنجی مجاز است. همچنین اگر تجهیزات مقادیر نسبی را اندازه‌گیری کنند، در این صورت عدم قطعیت در تعیین داده خود هم وجود خواهد داشت.

#### الف-۶-۴- توزیع احتمال عادی

توزیع احتمال عادی در شکل الف-۴ نشان داده می‌شود.



راهنما

۱ درصد قرائت‌ها در پهنای باند

۲ احتمال

۳ عامل پوشش

۴ انحرافات استاندارد

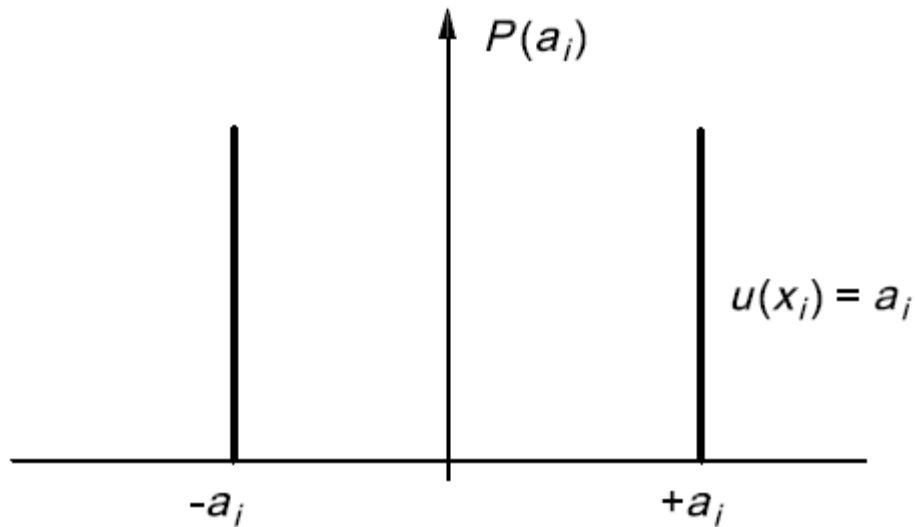
شکل الف-۴ توزیع احتمال عادی

$$u(X_{\text{mean}}) = \frac{\text{مشخص شده}}{k} \quad (\text{الف-۶})$$

در اینجا  $k$  فاکتور پوشش است که برای مقدار عدم قطعیت مشخص شده بکار برده می‌شود. در اینجا عدم قطعیت‌های بیان شده بر اساس تحلیل‌های آماری برون‌خطی<sup>۱</sup> معمولاً بصورت قسمتی از یک فرآیند واسنجی در جایی که با استفاده از فرآیند نوع الف استخراج شده‌اند، هستند. مقدار عدم قطعیت زمانی که بصورت عدم قطعیت استاندارد بیان می‌شود مستقیماً با یک عامل پوشش  $k = 1$  مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### الف-۶-۵ توزیع احتمال دومی

توزیع احتمال دومی در شکل الف-۵ نشان داده می‌شود.



شکل الف-۵ توزیع احتمال دونمایی

$$u(x_{\text{mean}}) = \frac{(x_{\text{max}} - x_{\text{min}})}{2} \quad (\text{الف-۷})$$

تجهیزات اندازه‌گیری همراه با پسماند<sup>۱</sup> تنها می‌تواند مقادیر را در مرزهای بالایی و پایینی اندازه‌گیری نشان دهد.

#### الف-۷ مقدار عدم قطعیت سرهم، $u_c$

برای اکثر سیستم‌های اندازه‌گیری یک نتیجه اندازه‌گیری از چندین متغیر استخراج می‌شود. بعنوان مثال، اندازه‌گیری شارش،  $Q$ ، در یک کانال مستطیلی را می‌توان بعنوان تابعی از متغیرهای مستقل شرح داد:

$$Q = b \times h \times \bar{V} \quad (\text{الف-۸})$$

که در آن:

$b$  عرض کانال است؛

$h$  عمق آب در کانال است؛

$\bar{V}$  سرعت متوسط است؛

این سه جز برای تعیین مقدار  $Q$  بصورت مستقل از هم اندازه‌گیری و ترکیب می‌شوند.

تنها  $b$ ،  $h$  و  $\bar{V}$  برای تعیین مقدار  $Q$  ترکیب می‌شوند و در این صورت هر جز عدم قطعیت باید برای تعیین یک مقدار برای  $u_c(Q)$  باهم ترکیب شوند. این کار بوسیله تخمین زدن حساسیت  $Q$  به تغییر کوچک،  $\Delta$ ، در  $b$ ،  $h$  یا  $\bar{V}$  است بنابراین:

$$\Delta Q = \frac{\partial Q}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial Q}{\partial h} \Delta h + \frac{\partial Q}{\partial \bar{V}} \Delta \bar{V} \quad (\text{الف-۹})$$

در این جا دیفرانسیل های جزئی  $\frac{\partial Q}{\partial b}$ ،  $\frac{\partial Q}{\partial h}$  و  $\frac{\partial Q}{\partial \bar{v}}$  ضرایب حساسیت اند. برای معادله  $Q = b \times h \times \bar{v}$  این معادل است با:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta \bar{v}}{\bar{v}} \quad (\text{الف-۱۰})$$

در تحلیل های عدم انطباق، مقادیر  $\frac{\Delta h}{h}$ ،  $\frac{\Delta \bar{v}}{\bar{v}}$ ،  $\frac{\Delta b}{b}$ ،  $\frac{\Delta Q}{Q}$  مطابق عدم قطعیت های استاندارد بدون بعد هستند. آنها بصورت نوشتاری  $u^*(Q)$ ،  $u^*(b)$ ،  $u^*(V)$  و  $u^*(h)$  ارائه می شوند.

بدلیل این که عدم قطعیت ها  $b$ ،  $V$  و  $H$  مستقل از یکدیگر هستند، ملاحظات احتمال نیازمند مجذور مجموع این موارد است.

$$u_c^*(Q) = \sqrt{u^*(\bar{v})^2 + u^*(b)^2 + u^*(h)^2} \quad (\text{الف-۱۱})$$

پیوست ب

(اطلاعاتی)

عملکرد اندازه‌گیری نمونه برای استفاده در مثال‌های عملی هیدرومتری

جدول ت- ۱- عملکرد اندازه‌گیری نمونه برای استفاده در مثال‌های عملی رطوبت‌سنجی

تجهیزات نصب شده جهت در اختیار داشتن مقادیر مطابق تائید شده توسط تولیدکننده													فین آوری‌های اندازه‌گیری				
عدم قطعیت استاندارد مطابق (حد اعتماد/۶)													سرعت (مداوم)		توضیح		
بیشترین			کمترین			بیشترین			کمترین			الف	ب	نماد			
۷۵٪	۵۰٪	۲۵٪	۷۵٪	۵۰٪	۲۵٪	بیشترین	کمترین	۷۵٪	۵۰٪	۲۵٪	کمترین				الف	ب	نماد
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			
۰٫۲۰۴	۰٫۲۰۳	۰٫۲۰۲	۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹۰	u(v)	گردهنده	سرعت نقطه
۰٫۲۰۶	۰٫۲۰۵	۰٫۲۰۴	۰٫۲۰۳	۰٫۲۰۲	۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	u(v)	الکترومغناطیسی	
۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹۰	۰٫۱۸۹	۰٫۱۸۸	۰٫۱۸۷	u(v)	زاویه مسیر سرعت ردیاب‌صوتی	سرعت مسیر
۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹۰	۰٫۱۸۹	۰٫۱۸۸	۰٫۱۸۷	u(v)	قدرت نفوذ سرعت پایین وابسته به ذره	ردیاب‌صوتی
۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹۰	۰٫۱۸۹	۰٫۱۸۸	۰٫۱۸۷	u(v)	وابسته به ذره	همبستگی
۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹۰	۰٫۱۸۹	۰٫۱۸۸	۰٫۱۸۷	u(v)	جهت‌یابی	ردیاب‌صوتی
۰٫۲۰۱	۰٫۲۰۰	۰٫۱۹۹	۰٫۱۹۸	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۵	۰٫۱۹۴	۰٫۱۹۳	۰٫۱۹۲	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹۰	۰٫۱۸۹	۰٫۱۸۸	۰٫۱۸۷	u(v)	درجه	EM
<b>سطح آب (مداوم)</b>																	
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(E)	فرایند دستی	داده نسبی (جهت بکاربردن در تمام روش‌ها)
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(h <sub>1</sub> )	نیازمند تجهیزات منظم	کدنگار سیستم شاوور
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(h <sub>1</sub> )	انحراف چشم داده	میدال فشار
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(h <sub>1</sub> )	تأثیرات موج سطحی	ردیاب‌صوتی
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(R)	تأثیرات موج سطحی	فراموت پرواک
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(R)	چیران‌دهای هوا	ضربه‌ای
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(R)	تأثیرات موج سطحی	رادار چشمی
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(B)	مستطیلی	پژواک ضربه‌ای
<b>برش عمودی مقطع عرضی (اندازه‌گیری فاصله)</b>																	
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(B)	مستطیلی	دستگاه اندازه‌گیری شیب یا
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(B)	مستطیلی	ردیاب‌صوتی / GPRS یا پیگیری
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(B)	مستطیلی	اندازه‌گیری دستی
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(B)	مستطیلی	کابل ساخته
۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۰۰	u(B)	مستطیلی	دست انسان



پیوست پ

کتابنامه

(اطلاعاتی)

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

[2] ISO 4373, Hydrometry — Water level measuring devices

[3] ISO 5168, Measurement of fluid flow — Procedures for the evaluation of uncertainties

[4] ISO/IEC Guide 98-3 1), Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty

in measurement (GUM:1995)

[5] ISO/TS 24154, Hydrometry — Measuring river velocity and discharge with acoustic Doppler profilers

[6] ISO/TS 25377:2007, Hydrometric uncertainty guidance (HUG)

[7] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories