



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۸۸۷

چاپ اول

آبان ۱۳۹۲

INSO  
16887

1st. Edition

Nov.2013

قهوه سبز - روش کالیبراسیون دستگاه  
رطوبت سنج - روش معمول

Green Coffee- Procedure for calibration of  
moisture meters- Routine Method

ICS:67.140.20

## 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 پیشنهادات 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

" قهوه سبز - روش کالیبراسیون دستگاه رطوبت سنج - روش معمول "

### سمت و/یا نمایندگی

### رئیس:

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

روفه گری نژاد، لیلا  
(دکترای صنایع غذایی)

### دبیر:

دانشگاه فنی و حرفه ای کشور - آموزشکده فنی  
دختران ارومیه

اشرفی یورقانلو، رقیه  
(دکترای صنایع غذایی)

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

اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی

اسلامی فرد، فریده  
(لیسانس صنایع غذایی)

دانشگاه ارومیه - دانشکده علوم

پوراکبر، لطیفه  
(دکترای زیست شناسی)

گروه صنعتی نجاتی - آنا

توتونچی، هدا  
(فوق لیسانس تغذیه)

وزارت آموزش و پرورش استان اردبیل

جاهد، پوران  
(فوق لیسانس صنایع غذایی)

وزارت جهاد کشاورزی - مرکز تحقیقات جهاد  
کشاورزی استان آذربایجان غربی

حاتمی، سپیده  
(فوق لیسانس زیست شناسی)

دانشگاه فنی و حرفه ای کشور - آموزشکده فنی  
دختران ارومیه

خشتی، نسیم  
(فوق لیسانس صنایع غذایی)

معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی استان  
آذربایجان غربی

فاخرنیا، مریم  
(فوق لیسانس صنایع غذایی)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

طایفه، ماندانا  
(دکترای صنایع غذایی)

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد (ادامه)

### سمت و/یا نمایندگی

شرکت شیر پاستوریزه پگاه استان آذربایجان  
غربی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی

دانشگاه ارومیه- دانشکده کشاورزی

وزارت آموزش و پرورش استان اردبیل

### اعضاء: (ادامه)

مظفری، فرید  
(فوق لیسانس صنایع غذایی)

مهرافزا، الهام  
(لیسانس صنایع غذایی)

مهریار، لاله  
(دکترای صنایع غذایی)

نیک فال، علی  
(لیسانس مهندسی کشاورزی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
(ج)و(د)	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول
۲	۵ شناساگرها
۴	۶ تجهیزات
۶	۷ نمونه برداری
۶	۸ آماده سازی نمونه‌های آزمون
۷	۹ روش آزمون
۹	۱۰ محاسبه و بیان نتایج
۱۰	۱۱ دقت
۱۱	۱۲ گزارش آزمون
۱۲	پیوست الف (اطلاعاتی) نتایج آزمون بین آزمایشگاهی
۱۳	پیوست ب(اطلاعاتی) کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد " قهوه سبز- روش کالیبراسیون دستگاه رطوبت‌سنج- روش معمول " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در هزار و دویست و نوزدهمین اجلاس کمیته ملی خوراک و فرآورده های کشاورزی مورخ ۱۳۹۱/۱۲/۱۵ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

Iso24115:2012 Green Coffee- Procedure for calibration of moisture meters- Routine Method

## قهوه سبز - روش کالیبراسیون دستگاه رطوبت‌سنج - روش معمول

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روشی برای تنظیم و کالیبراسیون بعدی دستگاه رطوبت‌سنج دانه‌های قهوه سبز با استفاده از نمونه‌های مرجع (RSS<sup>۶</sup>) می باشد. نمونه‌های مرجع، دانه‌های قهوه سبز با میزان رطوبت مختلف می باشد که رطوبت آنها ، طبق استاندارد ملی شماره: ۱۱۰۷۵ تعیین شده است. یادآوری: تعیین افت جرم می‌تواند به عنوان روشی برای اندازه گیری رطوبت در نظر گرفته شود. این استاندارد برای دانه قهوه سبز کاربرد دارد.

### ۲ مراجع الزامی

مدرک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شوند. برای به کار گیری این استاندارد استفاده از استاندارد مرجع زیر الزامی است. برای مراجع شماره گذاری شده صرفاً ویرایش اشاره شده بکار رفته و برای مراجع شماره گذاری نشده ، آخرین ویرایش استاندارد مرجع بکار میرود. ۲ - ۱ استاندارد ملی ایران شماره : ۱۱۰۷۵، قهوه سبز - اندازه گیری میزان کاهش جرم در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس

### ۳ اصطلاح و تعریف

در این استاندارد، اصطلاح و تعریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

#### نمونه مرجع

نمونه دانه های قهوه سبزی می باشد که از نظر خواص ویژه به میزان کافی یکنواخت و پایدار بوده و برای اندازه گیری خواص ظاهری به کار می رود. یادآوری: پیوست الزامی الف را ببینید.

<sup>6</sup> Reference samples

#### ۴ روش آزمون

##### ۴-۱ اساس آزمون

از میان دانه‌های قهوه سبز، مجموعه‌ای از نمونه‌ها با مقدار رطوبت مختلف، به عنوان نمونه‌های مرجع تهیه می‌شود. مقادیر رطوبت هر یک از آنها (یا کسر جرمی) طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۷۵ تعیین می‌شود. این نمونه‌های مرجع با مقادیر رطوبت اندازه گیری شده برای کالیبراسیون دستگاه‌های رطوبت‌سنج بکار می‌رود.

##### ۴-۲ مواد لازم

##### ۴-۲-۱ قهوه سبز به صورت دانه

تعداد کافی نمونه مرجع، کمینه ۵ دانه، با کسر جرمی رطوبت در محدوده ۸/۵٪ و ۱۳/۵٪ بر اساس بند الف-۱ پیوست الزامی الف تهیه می‌شود.

##### ۴-۳ وسایل لازم

تجهیزات معمول آزمایشگاهی و، به ویژه، موارد زیر:

##### ۴-۳-۱ دماسنج

دماسنج در محدوده بین ۰ °C تا ۱۲۰ °C با کوچک ترین زیننه اندازه گیری ۰/۱ °C .  
یادآوری: دماسنج در صورتی لازم است که دستگاه رطوبت‌سنج مورد استفاده، دمای نمونه را نشان ندهد.

##### ۴-۳-۲ دستگاه رطوبت‌سنج

دستگاه رطوبت‌سنج مجهز به تمام لوازم مشخص شده توسط کارخانه سازنده می‌باشد. این دستگاه باید دارای کانالی برای قهوه سبز باشد تا کالیبره شود.

##### ۴-۳-۳ ترازو

کوچک ترین زیننه اندازه گیری آن باید ۰/۱ گرم باشد.

##### ۴-۳-۴ دستگاه فور

برای اندازه گیری رطوبت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۷۵.

##### ۴-۴ شرایط آزمون

آزمون باید در دمای محیط و در رطوبت نسبی ۴۰٪ تا ۷۰٪ انجام گیرد. قبل از انجام آزمون، بگذارید تا نمونه‌های مرجع دانه قهوه سبز به دمای محیط برسند.

##### ۴-۵ هم ترازوی انحراف دستگاه



۴-۵-۱ قبل از تنظیم، تجهیزات را با استفاده از دستورالعمل‌های کارخانه سازنده تایید کنید.

یادآوری: برای اطمینان از اندازه‌گیری الکترونیکی، عمل تایید ضروری می‌باشد.

۴-۵-۲ برای دستگاه‌های رطوبت‌سنج با توانایی خواندن مستقیم، کانال دانه‌های قهوه سبز را انتخاب کنید.

۴-۵-۳ برای هر نمونه مرجع  $i$  ( $RS_i$ )، اختلاف بین کسر جرمی رطوبت نمونه مرجع ( $W_{RS_i}$ ) که طبق استاندارد ملی ایران شماره: ۱۱۰۷۵ به دست می‌آید (و عدد دستگاه رطوبت‌سنج  $W_{r_i}$ )، که  $i$  شماره نمونه مرجع می‌باشد) را مشخص کنید و آن را بصورت  $\Delta W_i = W_{RS_i} - W_{r_i}$  در ستونی که به نام "اختلاف" در جدول شماره ۱۱ این استاندارد می‌باشد ثبت کنید.

۴-۵-۴ میانگین اختلاف‌ها را محاسبه کرده و عمل تنظیم دستگاه رطوبت‌سنج را طبق راهنمای کاری کارخانه سازنده انجام دهید

جدول ۱- مقادیر ورودی برای به دست آوردن انحراف‌ها جهت تنظیم دستگاه رطوبت‌سنج

نمونه مرجع $RS_i, i=1 \dots n$	کسر جرمی رطوبت نمونه مرجع <sup>a</sup> $W_{RS_i}$	عدد دستگاه رطوبت سنج برای نمونه $W_{r_i}$	اختلاف $\Delta W_i = W_{RS_i} - W_{r_i}$
RS <sub>۱</sub>			
RS <sub>۲</sub>			
...			
RS(n-1)			
RS <sub>n</sub>			
$\overline{\Delta w}$			
a=میزان رطوبت (یا افت کسر جرمی یعنی $W_{RS_i}$ )، طبق استاندارد ملی ۱۱۰۷۵: سال ۱۳۸۷			

#### ۴-۶ کالیبراسیون دستگاه رطوبت‌سنج

۴-۶-۱ برای انجام کالیبراسیون دستگاه رطوبت‌سنج را بعد از تنظیم برای انجام کالیبراسیون، استفاده کنید (طبق بند ۴-۵).

۴-۶-۲ مقادیر رطوبت بدست آمده از فور در مورد نمونه‌های مرجع (طبق بند الف-۲ پیوست الزامی الف) را در خانه‌های  $W_{RS_i}$  وارد کنید.

۴-۶-۳ یک آزمون از نمونه مرجع ۱ ( $RS_1$ ) را با توجه به دستورالعمل‌های کارخانه سازنده دستگاه یا ظرفیت تجهیزات، برای آزمون بردارید و آن را به داخل دستگاه رطوبت‌سنج بریزید. عدد قرائت شده از دستگاه را در خانه‌ای که با ردیف اول،  $RS_1$ ، و ستون،  $W_{r_{1,1}}$ ، جدول ۲ هم‌خوانی دارد و برابر  $W_{r_{1,1}}$  می‌باشد ثبت کنید.

در صورتی که دستگاه نیاز به مقدار مشخصی از آزمون داشته باشد، از ترازوی تعیین شده در بند ۳-۳-۴ این استاندارد استفاده کنید.

۴-۶-۴ روش مشخص شده در بند ۳-۶-۴ این استاندارد را با آزمون مشابه دوبار تکرار کنید و اعداد خوانده شده را در خانه‌های بعدی که متناظر با  $w_{r1,2}$  و  $w_{r1,3}$  برای نمونه مرجع ۱ (RS1) می‌باشد، ثبت کنید. آزمون باید کمینه ۳ بار انجام گیرد.

۵-۶-۴ میانگین حسابی اعداد خوانده شده نمونه مرجع ۱ (RS1)،  $w_{r1,1}$ ،  $w_{r1,2}$  و  $w_{r1,3}$  را محاسبه کنید و آن را در خانه‌ای که متناظر با ستون  $w_{rij}$ ،  $i=1 \dots n$ ؛  $j=1, 2, 3$  از جدول ۲ می‌باشد، ثبت کنید.

۶-۶-۴ انحراف استاندارد تجربی ( $s_1$ ) را برای  $w_{r1,1}$ ،  $w_{r1,2}$  و  $w_{r1,3}$  محاسبه کنید و آن را در خانه‌ای که متناظر با ستون  $s_i$  از جدول ۲ می‌باشد، وارد کنید.

۷-۶-۴ دمای آزمون نمونه مرجع ۱ را اندازه‌گیری کنید و آن را در خانه‌ای که متناظر با ستون  $T_i$  از جدول ۲ می‌باشد، ثبت کنید.

۸-۶-۴ روش‌های تعیین شده در بندهای ۳-۶-۴ تا ۴-۶-۴ را با سایر نمونه‌های مرجع (نمونه مرجع ۲ تا n، RS2 تا RSn) و آزمون‌های آنها تکرار کنید.

۹-۶-۴ ضریب تصحیح ( $C_{ri}$ ) را برای جبران یک تاثیر سیستماتیک (غیر تصادفی) ارزیابی شده رطوبت برای هر عدد قرائت شده رطوبت ( $w_{ri}$ ) با استفاده از معادله ۱ تعیین کنید.

$$C_{ri} = \overline{w_{RSi}} - w_{rij} \quad i=1 \dots n \quad j=1, 2, 3 \quad \text{فرمول (۱)}$$

یادآوری: به عنوان مثال جدول ت-۲ پیوست اطلاعاتی ت را ببینید

جدول ۲: مقادیر ورودی جهت کالیبراسیون دستگاه رطوبت‌سنج

نمونه مرجع $R_{Si}$	دمای نمونه (بر حسب °C) $T_i$	عدد دستگاه رطوبت‌سنج برای نمونه های مرجع و میانگین مربوطه				انحراف معیار عدد خوانده شده $S_i$	رطوبت نمونه مرجع <sup>a</sup> $W_{RSi}$	ضریب تصحیح دستگاه رطوبت‌سنج $C_{ri} = W_{RSi} - \overline{W_{rij}}$
		$W_{ri,1}$	$W_{ri,2}$	$W_{ri,3}$	$W_{ri,j}$			
$R_{S1}$								
$R_{S2}$								
...								
$RS(n-1)$								
$RS_n$								
$a =$ میزان رطوبت یا افت کسر جرمی یعنی $W_{RSi}$ , طبق استاندارد ملی ۱۱۰۷۵: سال ۱۳۸۷								

#### ۷-۴ تصحیح دما

۷-۴-۱ ضریب تصحیح عدد خوانده شده رطوبت ( $C_T$ ) که باعث دمای دانه می‌گردد را (اگر به طور خودکار به وسیله خود دستگاه انجام نشود) بر اساس دستورالعمل‌های کارخانه سازنده تجهیزات محاسبه کنید. در غیر این صورت مراحل ۷-۴-۲ تا ۷-۴-۵ را انجام دهید.

یادآوری: تعدادی از تولید کنندگان یک برنامه تصحیح دمایی خودکار را همراه با دستورالعمل مربوط ارائه می‌کنند.

۷-۴-۲ مقدار رطوبت نمونه‌های مرجع را با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج در یک دمای مورد نظر اندازه‌گیری کنید.

۷-۴-۳ دمای نمونه‌ها را حدود ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش دهید و مقادیر جدید رطوبت را از دستگاه رطوبت‌سنج خوانده و یادداشت کنید.

۷-۴-۴ برای هر نمونه مرجع، اختلاف مقادیر خوانده شده رطوبت را در دماهای آزمون، و اختلاف دماها را به دست آورید و نسبت مربوط را طبق معادله شماره ۲ محاسبه کنید:

$$\xi_i = \frac{\Delta w_{ri}}{\Delta T} \quad \text{فرمول (۲)}$$

۴-۷-۵ میانگین حسابی نسبت ( $\bar{\xi}$ ) را برای به دست آوردن ضریب تصحیح عدد خوانده شده رطوبت ( $C_T$ ) به دلیل دمای دانه محاسبه کنید.

$$C_T = \bar{\xi} (T_{ref} - T_s) \quad \text{فرمول (۳)}$$

یادآوری: به عنوان مثال به جدول ت-۴ پیوست اطلاعاتی ت را ببینید.

#### ۴-۸ محاسبه عدم قطعیت

هنگام گزارش، نتیجه اندازه‌گیری یک مقدار فیزیکی، ارائه شاخصی کمی از کیفیت نتایج الزامی است تا اینکه کاربران بتوانند قابلیت اطمینان آن را ارزیابی کنند. بدون ارائه چنین شاخص، نتایج اندازه‌گیری نمی‌تواند بین خود نمونه‌ها یا با مقادیر مرجع مربوط به یک ویژگی یا استاندارد، مورد مقایسه قرار بگیرد. بنابراین برای توصیف کیفیت نتیجه یک اندازه‌گیری به منظور ارزیابی و بیان عدم قطعیت آن، وجود روشی که به آسانی اجرا شود و قابل فهم و مورد پذیرش عموم باشد، ضروری است.<sup>۷</sup>

اجزای عدم قطعیت اندازه‌گیری رطوبت عبارت است از:

۴-۸-۱:  $U_{RSi}$ : عدم قطعیت مقدار (معین) نمونه مرجع؛

۴-۸-۲:  $s_{ri}/\sqrt{j}$ : عدم قطعیت نوع A بدست آمده از خواندن دستگاه رطوبت‌سنج که حاصل از انحراف استاندارد آزمایشی،  $s_{ri}$ ، با استفاده از ماده مرجع  $i$ ، با تکرارهای  $j=3$  می‌باشد (طبق بند ۴-۶-۶)؛

۴-۸-۳:  $u_{Ba}$ : عدم قطعیت نوع B به دلیل صحت دستگاه رطوبت‌سنج؛

۴-۸-۴:  $u_{Br}$ : عدم قطعیت نوع B به دلیل تفکیک پذیری دستگاه رطوبت‌سنج؛

۴-۸-۵:  $u_{BTi}$ : عدم قطعیت نوع B به دلیل دما (طبق بند ۴-۷ و ت-۴)؛

عدم قطعیت بسط یافته دستگاه رطوبت‌سنج ( $U_{mi}$ ) را برای هر نقطه رطوبت  $i$  با استفاده از معادله (۴) محاسبه کنید:

$$U_{mi} = k \sqrt{\left(\frac{U_{RSi}}{k}\right)^2 + \left(\frac{s_{ri}}{\sqrt{3}}\right)^2 + u_{Ba}^2 + u_{Br}^2 + u_{BTi}^2} \quad \text{فرمول (۴)}$$

که  $K$  فاکتور پوشش می‌باشد؛ که معمولاً در سطح احتمال ۰.۹۵، مقدار  $k$  معادل عدد ۲ می‌باشد. برای هر مورد مجزا، منبع احتمالی عدم قطعیت ضروری می‌باشد.

#### ۴-۹ منحنی‌های کالیبراسیون برای تجهیزات خواندن غیر مستقیم

<sup>۷</sup> در اغلب موارد، رگرسیون‌ها بصورت خطی می‌باشند، اگرچه کاربرد سایر انواع رگرسیون مانند رگرسیون درجه دوم نیز ضروری است.

چنان چه دستگاه، نتیجه اندازه‌گیری مقدار رطوبت را به طور مستقیم نشان ندهد و به صورت یک مقدار بدون بُعد باشد، در این صورت با انجام مقایسه مقادیر خوانده شده دستگاه برای هر نمونه با رطوبت نمونه‌های مرجع یک منحنی کالیبراسیون تهیه کنید.

برای به دست آوردن کالیبراسیون نموداری،  $n$  تعداد میانگین‌های قرائت شده ( $W_{ij}$ ) را در محور افقی و  $n$  عدد مقدار رطوبت نمونه ( $W_{RSi}$ ) را در محور عمودی با  $i = 1 \dots n$  برای نمونه‌ها و  $j = 1, 2, 3$  برای قرائت‌های تکرار شده قرار دهید و منحنی کالیبراسیون را رسم کنید.

منحنی کالیبراسیون رسم شده، قرائت‌های دستگاه را به مقدار رطوبت (یا افت کسر جرمی) نمونه‌های مرجع مربوط می‌کند.

در اغلب موارد برای محاسبه، یک رگرسیون خطی مناسب می‌باشد.

## ۸ بیان نتایج

مقدار رطوبت یک نمونه ( $W_{H_2O}$ ) که با استفاده از یک رطوبت‌سنج کالیبره شده با روش مندرج در این استاندارد اندازه‌گیری می‌شود، باید به صورت زیر بیان شود:

$$W_{H_2O} = (W_r + C_r + C_T) \pm U_m$$

فرمول (۵)

که در آن :

$W_r$  = مقدار رطوبت خوانده شده از دستگاه؛

$C_r$  = ضریب تصحیح عدد خوانده شده از دستگاه رطوبت‌سنج؛

$C_T$  = ضریب تصحیح دستگاه رطوبت‌سنج به دلیل دما؛

$U_m$  = عدم قطعیت بسط داده شده برای کسر جرمی رطوبت در نمونه.

تمامی مقادیر به صورت درصد های کسر جرمی می باشد.

**یادآوری:** بند ت-۶ پیوست اطلاعاتی ت مثالی از محاسبه نهایی ارائه می‌دهد.

## پیوست الف

### (الزامی)

## آماده‌سازی نمونه مرجع و اندازه‌گیری مقدار رطوبت به صورت افت کسر جرمی

### الف-۱ آماده‌سازی نمونه مرجع

الف-۱-۱ تعداد نمونه‌های مرجع، ( $n$ ) برای استفاده در فرآیند کالیبراسیون را طوری مشخص کنید که مقدار  $n \geq 5$  باشد.

الف-۱-۲ ماده اولیه، دانه قهوه سبز را از یک گونه و دارای ویژگی‌های مشابه، با کسر جرمی رطوبت اولیه بین ۱۴٪ تا ۱۶٪ انتخاب کنید.

یادآوری ۱ بسته به اصول کلی اندازه‌گیری که بر اساس آن دستگاه رطوبت‌سنجی کالیبره می‌شود و دقت مورد نیاز، انجام کالیبراسیون‌های جداگانه برای قهوه‌ها با ویژگی‌های اصلی یا توده‌ای مختلف دانه‌ها مانند شکل، اندازه یا هر گونه عمل آوری مقدماتی بخار ضروری به نظر می‌رسد.

یادآوری ۲ در تعدادی از دستگاه‌های رطوبت‌سنج، امکان نصب موازی کانال‌های قهوه سبز که برای آنالیز قهوه‌های ویژه‌ای در نظر گرفته شده است.

الف-۱-۳ وزن کلی از قهوه سبز لازم را برای آماده‌سازی  $n$  نمونه مرجع به مقدار ( $n \times 600$ ) گرم تهیه کنید، برای هر نمونه مرجع، ۵۰۰ گرم برای دستگاه رطوبت‌سنج و ۱۰۰ گرم اضافی برای تکرار اندازه‌گیری‌های رطوبت طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۰۷۵ مورد نیاز می‌باشد.

با توجه به اینکه اغلب رطوبت‌سنج‌های تجاری در دسترس، ظرفیت پذیرش ۴۰۰ g را دارند، مقدار جرم ۵۰۰ g به دلیل افت جرم طی فرآیند خشک کردن توصیه می‌شود.

الف-۱-۴ یک قسمت از نمونه را در یک دمای  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$  در فور (طبق بند ۴-۳-۴) قرار دهید. بعد از خشک کردن، RS1 (نمونه مرجع شماره ۱) را برچسب کنید.

الف-۱-۵ مراحل بند الف-۱-۴ را دوباره با نمونه‌های مرجع دیگر با اعمال زمان‌های مختلف خشک کردن برای به دست آوردن نمونه مرجع ( $RS_i, i=1 \dots n$ ) با مقدار رطوبت مختلف تکرار کنید. نمونه‌های مرجع بعدی را به صورت RS2، RS3 ... RS $n$  تا زمانی که محدوده رطوبت مطلوب، پوشش داده شود، برچسب زنی کنید.

یادآوری: دامنه کسر جرمی صحه گذاری شده بر اساس استاندارد ملی شماره : ۱۱۰۷۵، ۸/۵٪ تا ۱۳/۵٪ می‌باشد.

توصیه میشود تفاوت‌های مقدار رطوبت،  $\Delta w$ ، به صورت درصد وزنی، بین دو نمونه مرجع متوالی در محدوده  $0/7 \leq \Delta w \leq 1/3$  قرار گیرد.

الف-۱-۶ به منظور توزیع یکنواخت رطوبت در هر نمونه مرجع هر نمونه مرجع را به طور جداگانه در یک ظرف غیر قابل نفوذ به هوا یا یک کیسه پلاستیکی دو جداره درز بندی شده قرار دهید و آنها را به مدت ۷۲ ساعت نگه داری کنید .

#### الف-۲ اندازه گیری مقدار رطوبت به وسیله آون (افت کسر جرمی)

الف-۲-۱ در صورت آمادگی، از هر نمونه مرجع ( $RS1, RS2 \dots RSn$ ) کمینه سه نمونه برای انجام آزمون طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۰۷۵ بردارید. هر نمونه را بصورت  $O_{1,1}, O_{1,2}, O_{1,3}$  و  $O_{2,1}, O_{2,2}, O_{2,3}$  و ... و  $O_{n,1}, O_{n,2}, O_{n,3}$  ( که  $O$  به معنی فور<sup>۴</sup> ) می باشد، نشانه گذاری کنید.

الف-۲-۲ مقدار رطوبت (افت کسر جرمی)  $RS1$  را طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۰۷۵ تعیین کنید. از جدول الف-۱ برای ثبت مقادیر  $w_{O1,1}, w_{O1,2}$  و  $w_{O1,3}$  در ستون های کسر جرمی مناسب استفاده کنید.

الف-۲-۳ میانگین حسابی سه مقدار بدست آمده برای  $RS1$  در بند الف-۲-۲ را محاسبه کنید و آن را در جدول الف-۱، ستون  $w_{RSi}$  ثبت کنید.

الف-۲-۴ انحراف استاندارد ( $s_{O1}$ ) را برای  $w_{O1,1}, w_{O1,2}$  و  $w_{O1,3}$  محاسبه کنید و آن را در جدول الف-۱، ستون  $s_{RSi}$  ثبت کنید.

الف-۲-۵ عدم قطعیت استاندارد ( $u_1$ ) را برای  $w_{O1,1}, w_{O1,2}$  و  $w_{O1,3}$  به صورت  $u_1 = s_{O1}/\sqrt{3}$  محاسبه کنید و آن را در جدول الف-۱، ستون  $u_i$  ثبت کنید.

الف-۲-۶ عدم قطعیت بسط داده شده را محاسبه کنید:  $U_{RS1}$  به صورت  $ku_1$  و آن را در جدول الف-۱ ستون  $U_{RSi}$  ثبت کنید.

الف-۲-۷ مراحل کار مشخص شده در بند الف-۲-۲ تا الف-۲-۶ را با  $RS2$  تا  $RSn$  تکرار کنید.

یادآوری: جدول ب-۱ مثالی از کاربرد جدول الف-۱ را ارائه می دهد.

الف-۲-۸ باقی مانده مواد از هر  $RS$  را در یک ظرف غیر قابل نفوذ به هوا یا یک کیسه پلاستیکی دو جداره غیر قابل نفوذ بسته بندی کنید.

آنها را همان طوری که در بند الف-۳ مشخص شده است، برچسب زنی کنید.

الف-۲-۹ اگر بین اندازه گیری رطوبت آون و استفاده از نمونه های مرجع برای کالیبراسیون دستگاه رطوبت سنج تأخیری وجود داشته باشد، امکان دارد بررسی مجدد رطوبت آون نیاز باشد. زمان انقضاء به شرایط نگه داری بستگی دارد.

#### الف-۳ برچسب زنی نمونه مرجع

برچسب گذاری نمونه های مرجع باید به طور مشخص نشان دهنده مطالب زیر باشد:

<sup>4</sup> Oven

- الف-۳-۱ گونه‌های قهوه (به عنوان مثال کافه آرابیکا<sup>۹</sup> یا کافه کانه فوراً<sup>۱۰</sup>)
- الف-۳-۲ این که کافئین زدایی شده است یا نه؛
- الف-۳-۳ مقدار رطوبت هر نمونه مرجع و روش استاندارد مورد استفاده برای تعیین آن؛
- الف-۳-۴ عدم قطعیت محت مقدار رطوبت نمونه مرجع؛
- الف-۳-۵ تاریخ آماده‌سازی نمونه مرجع؛
- الف-۳-۶ زمان انقضاء نمونه مرجع

---

<sup>9</sup> *Coffea Arabica*  
<sup>10</sup> *C. canephora*



جدول الف.۱- مقادیر ورودی برای محاسبه رطوبت طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۰۷۵: سال ۱۳۸۷

نمونه مرجع، RSi	آزمونه برای رطوبت آن	شماره ظرف و سرپوش	وزن ظرف $m_D$ (برحسب گرم)	وزن نمونه $m_0$ (برحسب گرم)	وزن سرپوش mL (برحسب گرم)	جرم کل		$(m_1 - m_2)$ $m_0$ $\times 100$ (برحسب درصد وزنی)	میزان رطوبت میانگین طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۰۷۵: سال ۱۳۸۷ $W_{RSi}$ (برحسب درصد وزنی)	انحراف استاندارد $S_{RSi}$ (برحسب درصد وزنی)	عدم قطعیت $Y_t$ (برحسب درصد وزنی)	عدم قطعیت بسط داده شده $U_{RSi}$ (برحسب درصد وزنی)
						$a_{m1}$ اولیه (برحسب گرم)	$b_{m2}$ نهایی (برحسب گرم)					
RS1	O <sub>1,1</sub>											
	O <sub>1,2</sub>											
	O <sub>1,3</sub>											
RS2	O <sub>2,1</sub>											
	O <sub>2,2</sub>											
	O <sub>2,3</sub>											
RSi	O <sub>3,1</sub>											
	O <sub>3,2</sub>											
	O <sub>3,3</sub>											
RSn	O <sub>n,1</sub>											
	O <sub>n,2</sub>											
	O <sub>n,3</sub>											

$a =$  وزن کل ظرف، سرپوش و نمونه قبل از قرار دادن در فور عبارت است از  $m_1 = m_D + m_0 + m_L$

پیوست ب  
(اطلاعاتی)

نمونه مثال برای اندازه گیری رطوبت نمونه‌های مورد استفاده به عنوان مرجع

ب-۱ نمونه مثال برای پردازش داده‌های مربوط به رطوبت نمونه مرجع  
جدول صفحه بعد این استاندارد داده‌های واقعی برای اندازه گیری رطوبت به عنوان نمونه‌های مرجع (RS) را  
طبق روش شرح داده شده در پیوست الزامی الف ، نشان می‌دهد. داده‌ها به صورت افت جرم طبق استاندارد ملی  
شماره: ۱۰۷۵ در یک آزمایشگاه محل انجام آزمون، بدست آمده است.

جدول ب-۱ داده‌های تجربی مربوط به اندازه گیری رطوبت طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۰۷۵: سال ۱۳۸۷ و محاسبه نتایج

نمونه مرجع، RSi	آزمونه برای رطوبت آن	شماره ظرف و سرپوش	وزن ظرف $m_D$	وزن نمونه $m_0$	وزن سرپوش mL	وزن کل		$(m_1 - m_2)$ $m_0$ $\times 100$	میزان رطوبت میانگین $W_{RSi}$	انحراف استاندارد $S_{RSi}$	عدم قطعیت $U_i$	عدم قطعیت بسط داده شده $U_{RSi}$
						$a_{m1}$ اولیه	$b_{m2}$ نهایی					
			(بر حسب گرم)	(بر حسب گرم)	(بر حسب گرم)	(بر حسب گرم)	(بر حسب گرم)	(بر حسب درصد وزنی)	(بر حسب درصد وزنی)	(بر حسب درصد وزنی)	(بر حسب درصد وزنی)	(بر حسب درصد وزنی)
RS1	O <sub>1,1</sub>	۳۱	۲۸/۹۴۳ ۶	۱۰/۰۷۷۵	۴۳/۵۶۸ ۳	۸۳/۲۸۶ ۴	۸۲/۳۳۳ ۶	۸/۸۴	۸/۸۸	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۴
	O <sub>2,1</sub>	۳۳	۳۱/۴۹۶ ۵	۱۰/۳۵۶ ۳	۳۳/۸۲۱ ۶	۷۵/۶۷۴ ۷	۷۴/۷۵۱ ۱	۸/۹۲				
	O <sub>3,1</sub>	۴	۳۲/۰۷۹ ۵	۱۰/۰۴۵ ۸	۳۴/۷۹۰ ۱	۷۶/۹۱۵ ۹	۷۶/۰۲۲ ۷	۸/۸۹				
RS2	O <sub>2,1</sub>	۲۰	۳۱/۲۴۱ ۷	۱۰/۷۴۰ ۵	۳۷/۵۵۴ ۴	۷۹/۵۳۶ ۳	۷۸/۴۹۸ ۶	۹/۶۶	۹/۶۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳
	O <sub>2,2</sub>	۶	۴۲/۷۹۶ ۳	۱۰/۰۶۱ ۲	۳۹/۴۲۱ ۳	۹۲/۲۷۸ ۹	۹۱/۳۱۲ ۸	۹/۶۰				
	O <sub>2,3</sub>	۱۰	۴۱/۳۲۷ ۵	۱۰/۵۰۲ ۵	۳۷/۶۰۲ ۵	۸۹/۴۳۳ ۰	۸۸/۴۲۲ ۱	۹/۶۳				
RS3	O <sub>3,1</sub>	۹	۳۳/۶۲۶ ۰	۱۰/۲۱۷ ۲	۴۲/۵۶۵ ۱	۸۶/۴۰۸ ۱	۸۵/۲۸۵ ۹	۱۰/۹۸	۱۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳
	O <sub>3,2</sub>	۳۰	۴۳/۸۶۵ ۴	۱۰/۳۱۲ ۴	۴۴/۶۸۸ ۲	۹۸/۶۸۵ ۸	۹۷/۵۴۹ ۴	۱۱/۰۲				
	O <sub>3,3</sub>	۱۴	۴۲/۵۰۲ ۴	۱۰/۴۳۲ ۷	۴۳/۳۲۵ ۸	۹۶/۲۶۱ ۱	۹۵/۱۱۵ ۹	۱۰/۹۸				
RS4	O <sub>4,1</sub>	۲۵	۴۳/۵۵۱ ۳	۱۰/۳۰۴ ۲	۳۴/۳۳۹ ۱	۸۸/۱۹۵ ۰	۸۶/۹۷۹ ۸	۱۱/۷۹	۱۱/۷۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴
	O <sub>4,2</sub>	۲	۳۲/۰۲۴ ۳	۱۰/۴۹۱ ۹	۳۲/۷۴۷ ۲	۷۵/۲۶۳ ۰	۷۴/۰۳۲ ۵	۱۱/۷۳				
	O <sub>4,3</sub>	۲۱	۳۲/۵۵۴۸	۱۰/۶۷۲ ۷	۳۶/۴۹۳ ۲	۷۹/۷۱۳ ۸	۷۸/۵۴۹ ۴	۱۱/۷۵				
RS5	O <sub>5,1</sub>	۳	۴۲/۱۴ ۹	۱۰/۴۷۳ ۸	۷۳/۸۰۰ ۹	۹۶/۴۲۳ ۱	۹۵/۱۱۰ ۲	۱۲/۵۴	۱۲/۴۹	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۴
	O <sub>5,2</sub>	۱۲	۳۳/۲۵۳ ۴	۱۰/۳۵۹ ۰	۳۴/۵۵۰ ۲	۷۸/۱۶۲ ۳	۷۶/۸۷۱ ۷	۱۲/۴۶				
	O <sub>5,3</sub>	۵	۳۲/۵۴۸ ۷	۱۰/۶۴۴ ۹	۳۵/۰۸۳ ۵	۷۸/۲۷۶ ۹	۷۶/۹۴۷ ۹	۱۲/۴۸				
RS6	O <sub>6,1</sub>	۷	۳۱/۵۷۶ ۷	۱۰/۸۵۸ ۳	۳۷/۱۲۸ ۱	۷۹/۴۶۱ ۹	۷۷/۹۸۱ ۴	۱۳/۶۳	۱۳/۶۶	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳
	O <sub>6,2</sub>	۱	۴۱/۲۱۱ ۲	۱۰/۷۹۰ ۶	۳۷/۱۹۵ ۱	۸۹/۱۹۷ ۰	۸۷/۷۲۰ ۵	۱۳/۶۶۸				
	O <sub>6,3</sub>	۱۱	۳۱/۹۶۲ ۵	۱۰/۰۹۱ ۶	۴۲/۵۸۴ ۳	۸۴/۶۳۸ ۴	۸۳/۲۵۹ ۴	۱۳/۶۶				

**پیوست پ**  
**(اطلاعاتی)**  
**نتایج آزمون‌های بین آزمایشگاهی**

**پ-۱ آزمون‌های بین آزمایشگاهی، تعیین رطوبت با استفاده از استاندارد ملی ایران شماره: ۱۱۰۷۵**

روش کالیبراسیون در چندین آزمون بین آزمایشگاهی ارزیابی شده است. برای رویه تعیین رطوبت، اولین سری آزمون به موازات کار برای انتشار ISO 6673: 2003 اجرا گردید. اعتبار آزمون در اصل محدوده کسر جرمی ۸/۵٪ تا ۱۱/۴٪ را پوشش داد؛ جدول ج.۱ نتایج را نشان می‌دهد.

**جدول پ-۱ نتایج آزمون بین آزمایشگاهی استاندارد ملی ایران شماره: ۱۱۰۷۵**

فراسنج	نمونه				
	A	B	C	D	E
تعداد آزمایشگاه‌های باقی مانده بعد از حذف داده‌های پرت و دور افتاده	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
میانگین ، (بر حسب درصد وزنی)	۸/۵۰	۹/۱۱	۹/۱۴	۱۱/۱۰	۱۱/۴۰
انحراف استاندارد تکرارپذیری ، Sr ، (بر حسب درصد وزنی)	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۶	۹/۰۹	۰/۱۲
ضریب تغییرات تکرارپذیری ، (بر حسب درصد وزنی)	۱/۱	۰*۴	۰/۷	۰/۸	۱/۱
حد تکرار پذیری ، $I = 2.8 * Sr$ (بر حسب درصد وزنی)	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۳۴
انحراف استاندارد تجدیدپذیری ، SR ، (بر حسب درصد وزنی)	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۲۲
ضریب تغییرات تجدیدپذیری ، (بر حسب درصد وزنی)	۲/۵	۴/۶	۳/۶	۱/۷	۱/۹
حد تجدیدپذیری ، $R = 2.8 * SR$ (بر حسب درصد وزنی)	۰/۵۹	۱/۱۹	۰/۹۳	۰/۵۴	۰/۶۲

برای استفاده از این استاندارد ، توسعه دامنه صحه گذاری استاندارد ملی ایران شماره: ۱۱۰۷۵ برای کالیبراسیون دستگاه‌های رطوبت‌سنج الزامی می‌باشد که در این استاندارد به آن پرداخت شده است. نمونه‌های با رطوبت‌های مختلف مورد نیاز برای آزمون از یک ماده آغازگر بر اساس بند الف.۱ تهیه شده و بین ۹ آزمایشگاه مشارکت کننده در آزمون حلقه کالیبراسیون توزیع شد. در جدول پ - ۲ نتایج و داده‌های دقت اندازه گیری رطوبت بر اساس بند الف-۲ با گسترش دامنه صحه گذاری شده به ۱۳/۵٪، ارائه شده است.

جدول پ-۲ آزمون بین آزمایشگاهی: اندازه گیری رطوبت استاندارد ملی ایران شماره: ۱۱۰۷۵  
(دامنه درصد وزنی رطوبت بین ۹/۳۷٪ تا ۱۳/۵۲٪)

فراسنج	نمونه				
	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>
تعداد آزمایشگاههای باقی مانده بعد از حذف داده های پرت و دور افتاده	۷	۷	۷	۷	۷
میانگین ، (برحسب درصد وزنی)	۱۳/۵۲	۱۲/۵۳	۱۱/۴۲	۱۰/۵۲	۹/۳۷
انحراف استاندارد تکرارپذیری ، Sr ، (برحسب درصد وزنی)	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴
ضریب تغییرات تکرارپذیری ، (برحسب درصد وزنی)	۰/۸	۰/۶	۰/۵	۱/۰	۱/۵
حد تکرار پذیری ، $I = 2.8 * Sr$ (برحسب درصد وزنی)	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۳۹
انحراف استاندارد تجدیدپذیری ، SR ، (برحسب درصد وزنی)	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۷
ضریب تغییرات تجدیدپذیری ، (برحسب درصد وزنی)	۰/۹	۱/۱	۱/۱	۱/۳	۱/۸
حد تجدیدپذیری ، $R = 2.8 \times SR$ (برحسب درصد وزنی)	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۸

## پیوست ت

### (اطلاعاتی)

#### نمونه مثال‌هایی برای مراحل جداگانه روش آزمون

##### ت-۱ کلیات

جدول ت-۱ تا ت-۶ نمونه مثال‌هایی را برای کاربرد ویژه و مرحله به مرحله این استاندارد، با داده‌های واقعی حاصل شده طی آزمون‌های حلقه و از گواهی نامه‌های کالیبراسیون سازندگان ارائه می‌دهد. جدول به مراحل مربوط روش آزمون ارجاع شده است. داده‌ها با استفاده از یک دستگاه رطوبت سنج (A) از مجموعه آزمون، با قدرت تفکیک نمایی  $0.1\%$  و دقت  $0.3\%$  (بر اساس اعلام تولید کننده) به دست آمد و به وسیله مواد مرجع شرح داده شده در پیوست اطلاعاتی ب کالیبره شد. داده‌های جدول مراحل روش آزمون را نشان می‌دهد.

##### ت-۲ تنظیم دستگاه رطوبت‌سنج طبق بند ۴-۵ این استاندارد

جدول ت-۱ را ببینید.

در مورد دستگاه رطوبت‌سنج، انحراف  $1/4\%$  - تعیین شد.

##### ت-۳ کالیبراسیون دستگاه رطوبت‌سنج بر اساس بند ۴-۶ این استاندارد

جدول ت-۲ را ببینید.

##### ت-۴ جدول تصحیح ایجاد شده در دامنه یک کالیبراسیون

عبارت‌های تصحیح رطوبت در جدول تصحیح ارائه شده است.

داده‌های جدول ت-۳ از نمونه مثال واقعی و از یک دستگاه رطوبت‌سنج (A) در آزمون، با دمای  $21/8^{\circ}\text{C}$  و دامنه کالیبراسیون  $9\%$  تا  $13/5\%$  به دست آمده است.

##### ت-۵ محاسبه تصحیح دما طبق بند ۴-۷، و روش اجرایی مربوط به دستورالعمل سازنده

جدول ت-۴ را ببینید.

ضریب حساسیت دما  $0.3\%$  وزنی بر زینه سلسیوس تعیین شده است.

تصحیح دما در دمای نمونه ( $T_s$ ) طبق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$C_T = 0,03 \times (21,8 \text{ }^\circ\text{C} - T_s)$$

جدول ت-۲ را ببینید.

### ت-۶ محاسبه عدم قطعیت بسط داده شده

محاسبه اجزای عدم قطعیت برای هر یک از نمونه‌های مرجع در جدول ت-۵ خلاصه شده است.

عدم قطعیت بسط داده شده حاصل از معادله (۴) این استاندارد در جدول ت-۶ برای هر یک از نمونه‌ها فهرست وار آمده است.

### د.۷ بیان نتایج

با استفاده داده‌های رطوبت که قبلا ارائه شد و دمای نمونه ( $T_s$ ) معادل  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ، و یک قرائت  $9,6\%$  مقدار تصحیح رطوبت نمونه به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$w_{\text{H}_2\text{O}} = (w_r + C_r + C_T) \pm U_m$$

$$w_{\text{H}_2\text{O}} = (9,6 + 0,1 + 0,1) \pm 0,4$$

که منجر به درصد وزنی زیر می‌شود:

$$w_{\text{H}_2\text{O}} = (9,8 \pm 0,4) \%$$

### جدول ت-۱- تعیین انحراف دستگاه رطوبت سنج برای تنظیم

نمونه مرجع $RS_i$	درصد وزنی رطوبت در نمونه های مرجع $w_{RSi}$	مقادیر خوانده شده از دستگاه در نمونه های مرجع $w_{ri}$	اختلاف $\Delta w_i = w_{RSi} - w_{ri}$
RS1	۸/۸۸	۱۰/۱	-۱/۲
RS2	۹/۶۳	۱۰/۹	-۱/۳
RS3	۱۰/۹۹	۱۲/۴	-۱/۴
RS4	۱۱/۷۶	۱۳/۴	-۱/۶
RS5	۱۲/۴۹	۱۳/۹	-۱/۴
RS6	۱۳/۶۶	۱۵/۰	-۱/۳
$\overline{\Delta w}$			-۱/۴

جدول ت-۲- مقادیر ورودی برای بذست آوردن کالیبراسیون دستگاه رطوبت سنج

نمونه مرجع RSi	دمای نمونه بر حسب $\square c$ Ts	خوانده های تجهیزات در PΣ ها و میانگین مربوطه				انحراف استاندارد خوانده ها	رطوبت نمونه های مرجع حاصل از دستگاه فور wRSi	تصحیح دستگاه رطوبت سنج Cri
		wr1	wr2	wr3	Wri			
RS1	۲۱/۷	۸/۷	۸/۷	۸/۶	۸/۶۷	۰/۰۶	۸/۸۸	۰/۲۱
RS2	۲۱/۹	۹/۵	۹/۶	۹/۶	۹/۵۷	۰/۰۶	۹/۶۳	۰/۰۶
RS3	۲۱/۸	۱۱	۱۰/۹	۱۱/۱	۱۱/۰۰	۰/۱۰	۱۰/۹۹	-۰/۰۱
RS4	۲۱/۹	۱۱/۷	۱۱/۹	۱۱/۹	۱۱/۸۳	۰/۱۲	۱۱/۷۶	-۰/۰۷
RS5	۲۱/۶	۱۲/۶	۱۲/۷	۱۲/۴	۱۲/۵۷	۰/۱۵	۱۲/۴۹	-۰/۰۸
RS6	۲۱/۶	۱۲/۶	۱۲/۷	۱۲/۴	۱۲/۵۷	۰/۱۵	۱۲/۴۹	-۰/۰۴

جدول ت-۳- جدول تصحیح های لازم برای دستگاه رطوبت سنج

خواندن wr	تصحیح Cr	خواندن Wr	تصحیح Cr	خواندن wr	تصحیح Cr
۹/۰	۰/۲	۱۰/۵	۰/۰	۱۲/۱	-۰/۱
۹/۱	۰/۱	۱۰/۶	۰/۰	۱۲/۲	-۰/۱
۹/۲	۰/۱	۱۰/۷	۰/۰	۱۲/۳	-۰/۱
۹/۳	۰/۱	۱۰/۸	۰/۰	۱۲/۴	-۰/۱
۹/۴	۰/۱	۱۰/۹	۰/۰	۱۲/۵	-۰/۱
۹/۵	۰/۱	۱۱	۰/۰	۱۲/۶	-۰/۱
۹/۶	۰/۱	۱۱/۱	۰/۰	۱۲/۷	-۰/۱
۹/۷	۰/۱	۱۱/۲	۰/۰	۱۲/۸	-۰/۱
۹/۸	۰/۱	۱۱/۳	۰/۰	۱۲/۹	-۰/۱
۹/۹	۰/۱	۱۱/۴	۰/۰	۱۳	-۰/۱
۱۰	۰/۰	۱۱/۵	-۰/۱	۱۳/۱	-۰/۱
۱۰/۱	۰/۰	۱۱/۶	-۰/۱	۱۳/۲	-۰/۱
۱۰/۲	۰/۰	۱۱/۷	-۰/۱	۱۳/۳	-۰/۱
۱۰/۳	۰/۰	۱۱/۸	-۰/۱	۱۳/۴	-۰/۱
۱۰/۴	۰/۰	۱۱/۹	-۰/۱	۱۳/۵	-۰/۱



جدول ت-۴- اندازه گیری ضریب حساسیت دما

$\frac{\Delta w_r}{\Delta T}$	$W_r T_2$	دما (بر حسب $^{\circ}C$ ) $T_2$	$W_r T_1$	دما (بر حسب $^{\circ}C$ ) $T_1$
۰/۰۳	۸/۸	۲۷/۷	۸/۶	۲۱/۷
۰/۰۲	۹/۷	۲۷/۶	۹/۶	۲۱/۹
۰/۰۳	۱۱/۳	۲۷/۸	۱۱/۱	۲۱/۸
۰/۰۴	۱۲/۱	۲۷/۵	۱۱/۹	۲۱/۹
۰/۰۳	۱۲/۶	۲۷/۴	۱۲/۴	۲۱/۶
۰/۰۴	۱۳/۸	۲۷/۳	۱۳/۶	۲۱/۷
۰/۰۳	$\delta - \left( \frac{\Delta w_r}{\Delta T} \right)$			

جدول ت-۵- محاسبه اجزای ( فراسنج های ) عدم قطعیت

مفهوم	نوع	اجرای عدم قطعیت	مقادیر	نتایج
عدم قطعیت برای نمونه مرجع $RSi()$	B	$uRSi = \frac{URSi}{k}$ $K=2$	$U_{RS1}=0/04$ $U_{RS2}=0/03$ $U_{RS3}=0/03$ $U_{RS4}=0/04$ $U_{RS5}=0/04$ $U_{RS6}=0/03$	0/020 0/015 0/015 0/020 0/020 0/015
عدم قطعیت استاندارد برای خواندن رطوبت سنج $\alpha$	A	$\frac{sri}{\sqrt{J}}$ $\varphi=3$	$S_{r1}=0/15$ $S_{r2}=0/15$ $S_{r3}=0/15$ $S_{r4}=0/15$ $S_{r5}=0/15$ $S_{r6}=0/15$	0/035 0/035 0/058 0/069 0/087 0/058
عدم قطعیت برای دستگاه رطوبت سنج	B	$uBe = \frac{a+ + a-}{\sqrt{12}}$	$a = \pm 0/3^a$	0/173
عدم قطعیت برای قدرت تفکیک پذیری دستگاه رطوبت سنج ، $rmm$	B	$uBrmm = \frac{rmm}{4\sqrt{3}}$	$rmin = 0/1^a$	0/014
عدم قطعیت برای دمای دستگاه رطوبت سنج	B	$uBTi = \frac{UT}{k} \bar{\xi}$	$U_T = 0/5^b$ $K=2$ $\bar{\xi} = 0/03$	0/008
<p>a براساس مستندات تولید کننده. b مقدار بدست آمده از گواهی کالیبراسیون ترمومتر دستگاه رطوبت سنج.</p>				

جدول ت-۶- عدم قطعیت بسط داده شده

عدم قطعیت بسط داده شده (بر حسب درصد وزنی)	
Um1	۰.۳۶
Um۲	۰.۳۶
Um۳	۰.۳۷
Um۴	۰.۳۸
Um۵	۰.۳۹
Um۶	۰.۳۷