

CODEX ALIMENTARIUS

INTERNATIONAL FOOD STANDARDS

منظمة الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة



منظمة
الصحة العالمية



A

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

الخطوط التوجيهية للمصطلحات التحليلية

CXG 72-2009

مقدمة

وافقت لجنة الدستور الغذائي المعنية بأساليب التحليل وأخذ العينات على المصطلحات التحليلية لاستخدامها من قبل هيئة الدستور الغذائي والحكومات. وقد تم تضمين عدد من هذه المصطلحات سابقاً في دليل إجراءات الدستور الغذائي. وفي معظم الحالات، تم اعتماد المصطلحات المستخدمة في دليل الإجراءات مع الوقت وفق تسلسل هرمي أساسي ويمكن العثور عليها حرفياً في إصدارات معينة من المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534 أو أدلة التعبير عن عدم اليقين في القياس" (المعروفة باسم GUM) أو المفردات الدولية للمصطلحات الأساسية والعامّة في علم القياس (VIM) أو الكتاب البرتقالي (Orange Book) الصادر عن الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) أو المواصفات الدولية الأخرى المعتمدة من قبل الدستور الغذائي. وتم تحديث تعريفات المصطلحات التي تغيرت مع الإصدارات الأحدث من المواصفات الدولية التي تم اعتماد تلك المصطلحات فيها في الأصل للحفاظ على التسلسل الهرمي الأصلي الموجود في دليل الإجراءات. وفي الحالات التي تمت فيها إضافة مصطلحات إلى تلك الموجودة أصلاً في دليل الإجراءات، بُدلت جهود للحفاظ على الاستمرارية المفاهيمية والعلاقة بين المصطلحات الأحدث والمصطلحات القائمة. وترد هذه المصطلحات أدناه، إلى جانب المصطلحات الواردة في البروتوكولات/الإرشادات الدولية المحددة التي اعتمدها الدستور الغذائي كمرجع.

المصطلحات التحليلية

يتم تعريف المصطلحات التحليلية التالية أدناه:

الدقة

المادة التحليلية

قابلية التطبيق

انحياز القياس

المعايرة

المادة المرجعية المعتمدة

القيمة الاصطلاحية للكمية

القيمة الحرجة

تحديد طريقة التحليل (التجريبية)

خطأ (القياس)

ارتياب القياس الممتد

الملاءمة للغرض

قيمة هوررات (HorRat)

دراسة مشتركة بين المختبرات

دراسة (كفاءة) أداء المختبر

حد الكشف

حد التقدير الكمي

الخطية

دراسة

دراسة اعتماد المواد

الكمية المراد قياسها

طريقة القياس

إجراء القياس

عدم اليقين في القياس
دراسة أداء الأسلوب
التتبع المترولوجي
قيمة عزلاء
الإحكام
ضمان الجودة
أسلوب التحليل المنطقي
الاستعادة (الاسترداد) / عوامل الاسترداد
المادة المرجعية
القيمة المرجعية
قابلية التكرار (الاستنساخ)
ظروف التكرار
حدود قابلية التكرار (الاستنساخ)
الانحراف المعياري لقابلية التكرار (الاستنساخ)
الانحراف المعياري النسبي لقابلية التكرار (الاستنساخ)
ظروف قابلية الاستنساخ
النتيجة
القوة (أو المتانة)
الانتقائية
الحساسية
المادة البديلة
الخطأ المنهجي
صحة القياس
القيمة الصحيحة
النطاق المصادق عليه
أسلوب اختبار مصادق عليه
التثبيت
التحقق

تعريفات المصطلحات التحليلية

الدقة: اقتراب التوافق بين نتيجة الاختبار أو نتيجة القياس والقيمة المرجعية.

ملاحظات:

يشمل تعبير الدقة، لدى تطبيقه على مجموعة من نتائج الاختبار أو نتائج القياس، توليفة من العناصر العشوائية وخطأ منهجياً شائعاً أو عنصر تحيز.

عند تطبيقه على أسلوب اختبار، يشير مصطلح الدقة إلى مزيج من صحة القياس والإحكام.

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

المادة التحليلية: المادة الكيميائية المتوخاة أو المحددة في عينة.

ملاحظة:

لا يسري هذا التعريف على طرق التحليل البيولوجي الجزيئي.

المرجع:

الخطوط الإرشادية الصادرة عن الدستور الغذائي بشأن الممارسات المختبرية الجيدة في تحليل المخلفات (CXG 40-1993)

قابلية التطبيق: المواد التحليلية، والمصفوفات والمركبات التي يمكن استخدام طريقة تحليل لها بشكل مرضٍ.

ملاحظة:

بالإضافة إلى بيان نطاق الأداء المرضي لكل عامل من العوامل، يمكن أن يتضمن بيان قابلية التطبيق (النطاق) أيضاً تحذيرات بشأن التأثير المعروف من مواد تحليلية أخرى، أو عدم قابلية التطبيق على مصفوفات وحالات معينة.

المرجع:

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

انحياز القياس: الاختلاف بين توقع نتيجة الاختبار أو نتيجة القياس والقيمة الصحيحة. من الناحية العملية، يمكن استبدال القيمة الإصطلاحية للكمية (VIM، 2007) بالقيمة الصحيحة.

ملاحظات:

الانحراف هو الخطأ المنهجي الإجمالي إذا ما قورن بالخطأ العشوائي. ويمكن أن يساهم عنصر خطأ منهجي أو أكثر في الانحراف. وكلما كان الاختلاف المنهجي أكبر بالنسبة إلى القيمة المرجعية المقبولة كلما كانت قيمة الانحراف أكبر.

عادةً ما يتم تقدير انحياز أداة القياس عن طريق قسمة متوسط الخطأ في القيمة المبيّنة على العدد المناسب للقياسات المتكررة. والخطأ في القيمة المبيّنة هو: "القيمة المبيّنة على أداة قياس مطروحاً منها القيمة الصحيحة لكمية المدخلات المقابلة".

والتوقع هو القيمة المتوقعة لمتغير عشوائي، مثل القيمة المسندة أو المتوسط الطويل الأمد { ISO 5725-1 }

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

المعايرة: عملية يتم من خلالها في خطوة أولى، وفي ظروف محددة، تحديد العلاقة بين القيم التي تنطوي على أوجه عدم يقين في القياس والتي توفرها معايير القياس من جهة، والقيم المبيّنة المقابلة التي تنطوي على أوجه عدم يقين في القياس من جهة أخرى، وهي تعتمد في خطوة ثانية إلى استخدام هذه المعلومات لتحديد علاقة بهدف الحصول على نتيجة قياس من القيمة المبيّنة.

ملاحظات:

يمكن التعبير عن المعايرة بتصريح نصي أو دالة معايرة أو مخطط معايرة أو منحني معايرة أو جدول معايرة. وفي بعض الأحيان،

يمكن أن تتضمن عملية المعايرة إعطاء قيمة تصحيحية مضافة أو مضاعفة للقيمة المبينة بالإضافة إلى عدم اليقين في القياس المرتبط بها.

يجب عدم الخلط بين المعايرة وضبط نظام القياس الذي غالباً ما تُطلق عليه من باب الخطأ تسمية "المعايرة الذاتية". كما يجب عدم الخلط بين المعايرة والتحقق من المعايرة.

غالباً ما يُنظر إلى الخطوة الأولى وحدها في التعريف أعلاه على أنها تختصر عملية المعايرة.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

المادة المرجعية المعتمدة: مادة مرجعية مصحوبة بوثائق صادرة عن جهة مخولة ومحضرة وفقاً لإجراءات سارية المفعول، بحيث تبيّن الوثائق قيمة واحدة محددة أو أكثر للكميات المقاسة مع أوجه عدم اليقين وإمكانيات التتبع المتصلة بها.

ملاحظات:

تُقدّم الوثائق في شكل "شهادة" (أنظر دليل ISO Guide 30:1992).

إن الإجراءات المتبعة لإنتاج ومنح الشهادة للمواد المرجعية المعتمدة مبينة، على سبيل المثال، في الدليل ISO Guide 34 والدليل ISO Guide 35.

يغطي "عدم اليقين" المذكور في هذا التعريف كلاً من عدم اليقين في القياس وعدم اليقين المرتبط بقيمة الخاصية الاسمية، مثل الهوية والتسلسل. وتغطي قابلية التتبع كلاً من التتبع المترولوجي لقيمة معينة وتتبع قيمة الخاصية الاسمية.

تتطلب القيم المحددة للمواد المرجعية المعتمدة إمكانية التتبع المترولوجي مقترنة بعدم اليقين المرتبط بها {Accred. Qual. Assur., 2006}

تعتمد اللجنة المعنية بالمواد المرجعية التابعة للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس تعريفاً مماثلاً {Accred. Qual. Assur., 2006} ولكنها تستخدم المصطلح "مترولوجي" (metrological) و"مترولوجياً" (metrologically) للدلالة على كل من الكمية والخاصية الاسمية.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

تعريفات جديدة للمواد المرجعية، مجلة Accreditation and Quality Assurance، العدد 10، الصفحات 576-578، 2006

القيمة الاصطلاحية للكمية: قيمة يُتفق على إسنادها لكمية ما ولغرض معين.

ملاحظات:

يُستخدم المصطلح "القيمة الصحيحة الاصطلاحية" أحياناً بالمعنى نفسه لهذا المفهوم، إلا أن هذا الاستخدام غير محبّب.

في بعض الأحيان، تكون القيمة الصحيحة الاصطلاحية عبارة عن تقدير للقيمة الصحيحة.

عادةً ما تكون القيمة الاصطلاحية مقبولة باعتبارها مقترنة بعدم يقين طفيف في القياس يمكن أن يعادل صفرًا.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

القيمة الحرجة (L_C): قيمة صافي التركيز أو المقدار الذي يؤدي تجاوزه، عند وجود احتمال خطأ معين α ، إلى استنتاج مفاده أن تركيز أو كمية المادة التحليلية في المادة الخاضعة للتحليل أكبر من التركيز أو الكمية في العينة العُفّل. ويتم تعريف القيمة الحرجة على النحو التالي:

$$\Pr (\hat{L} > L_C | L=0) \leq \alpha$$

حيث تشير \hat{L} إلى القيمة المقدرة، و L إلى التوقع أو القيمة الصحيحة، و L_C إلى القيمة الحرجة.

ملاحظات:

يُعدّ تحديد القيمة الحرجة مهماً لتحديد حد الكشف (LOD).

يتم تقدير القيمة الحرجة L_c بواسطة المعادلة التالية:

$$L_c = t_{1-\alpha, \nu} s_0$$

حيث تشير $t_{1-\alpha, \nu}$ إلى اختبار Student's-t، وحيث تدل ν على درجات الحرية لفترة ثقة أحادية تبلغ $1-\alpha$ و s_0 هو الانحراف المعياري للعينة.

إذا كانت L موزعة بشكل طبيعي مع تباين معروف، أي $\nu = \infty$ مع قيمة α الافتراضية التي تساوي 0.05، عندئذ $L_c = 1.645s_0$. لا ينبغي تفسير النتيجة التي تقع ما دون قيمة L_c التي تؤدي إلى استنتاج "غير مكتشف" على أنها دليل على غياب المادة التحليلية. ولا يوصى بالإبلاغ عن مثل هذه النتيجة على أنها توازي "صفر" أو $LOD >$. ويجب دائماً الإبلاغ عن القيمة المقدرة وعدم اليقين المرتبط بها.

المراجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 11843: القدرة على الكشف: الجزء الأول، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1997

مصطلحات تقييم الطرق التحليلية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، 1995

تحديد أساليب التحليل (التجريبية/التقليدية): طريقة تُحدّد فيها الكمية المقاسة بالنتيجة التي يتم التوصل إليها من خلال اتباع الإجراء المحدد.

ملاحظات:

تُستخدم الأساليب التجريبية لأغراض لا يمكن تغطيتها بالأساليب المنطقية rational methods.

ويساوي التحيز في الأساليب التجريبية تقليدياً صفر.

المرجع:

الخطوط التوجيهية المنسقة للتحقق من طرق التحليل المعتمدة في مختبر واحد، 2002

خطأ القياس: قيمة الكمية المقاسة مطروحاً منها قيمة الكمية المرجعية.

ملاحظة:

يمكن استخدام مفهوم "خطأ القياس" في كلا الحالتين التاليين: عندما لا يوجد سوى قيمة مرجعية واحدة يمكن الرجوع إليها، وهو ما يحصل عند إجراء المعايرة باستخدام معيار قياس ذات قيمة مقاسة تنطوي على عدم يقين طفيف في القياس أو في حال وجود قيمة إصطلاحية حيث لا يكون خطأ القياس معروفاً؛ وإذا كان من المفترض أن يكون للكمية المراد قياسها قيمة حقيقية صحيحة فريدة أو مجموعة من القيم الصحيحة ضمن نطاق لا يكاد يُذكر، وفي هذه الحالة لا يكون خطأ القياس معروفاً.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 200: 2008

أرتياب القياس الممتد: حاصل ضرب أرتياب القياس المعياري المدمج بمعامل أكبر من الرقم واحد.

ملاحظات:

يعتمد المعامل على نوع التوزيع الاحتمالي للكمية الخارجة من نموذج القياس وعلى احتمالية التغطية المختارة.

يشير مصطلح "المعامل" في هذا التعريف إلى "معامل التغطية".

ويُستخدم مصطلح "الأرتياب الممتد" أيضاً للدلالة على أرتياب القياس الممتد.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 200: 2008

الملاءمة للغرض: مدى قدرة البيانات الناتجة عن عملية القياس على تمكين المستخدم من اتخاذ قرارات صحيحة تقنياً وإدارياً لغرض محدد.

المرجع:

الدليل الكيمائي الأوروبي: ملاءمة الطرق التحليلية للغرض منها: دليل مخبري للتحقق من صحة الطريقة والموضوعات ذات الصلة، 1998

قيمة هوررات (HorRat): نسبة الانحراف المعياري النسبي للتكرار إلى ذلك المحسوب من معادلة هورويتز،

الانحراف المعياري النسبي المتوقع: $(PRSD)_R = 2C^{-0.15}$:

$$\text{HorRat}(R) = \text{RSD}_R / \text{PRSD}_R$$

$$\text{HorRat}(r) = \text{RSD}_r / \text{PRSD}_R$$

حيث يشار بـ C إلى التركيز المعبر عنه ككسر كتلة (حيث يتم التعبير عن كل من البسط والمقام بالوحدات عينها). التركيز المعبر عنه ككسر من الكتلة (يتم التعبير عن كل من البسط والمقام في نفس الوحدات).

ملاحظات:

يدل مؤشر هوررات على أداء الأسلوب لغالبية ساحقة من الطرق المستخدمة في الكيمياء.

تقع القيم المقبولة بين 0.5 و 2.0. (للتحقق من حسن احتساب قيمة PRSD_R ، إن إسناد قيمة 10^{-6} للتركيز C يجب أن يفرض إلى PRSD_R بقيمة 16%).

يتراوح الهامش الطبيعي لمؤشر هوررات بين 0.3 و 1.3 إذا تم تطبيقه على الدراسات التي تجري داخل المختبرات.

بالنسبة إلى قيم التركيز التي تقل عن 0.12 ملغ/كغ، يجب استخدام الانحراف المعياري النسبي المتوقع الذي وضعه تومبسون (The Analyst) Thompson (2000) والبالغ 22%.

المراجع:

طريقة بسيطة لتقييم البيانات من دراسة مشتركة بين المختبرات، مجلة رابطة أخصائيي التحليل الكيمائي المعتمدين (AOAC)، العدد 81(6)، الصفحات 1257-1265، 1998

الاتجاهات الحديثة في الإحكام بين المختبرات بالنسبة إلى قيم التركيز بأجزاء في البليون وأجزاء فرعية في البليون في ما يتعلق بمعايير الملاءمة للغرض في اختبار الكفاءة (Recent trends in inter-laboratory precision at ppb and sub-ppb) (concentrations in relation to fitness for purpose criteria in proficiency testing)، The Analyst، 125: 385-386، 2000

دراسة مشتركة بين المختبرات: دراسة تقوم من خلالها عدة مختبرات بقياس كمية في جزء واحد أو أكثر من أجزاء "متطابقة" من مواد متجانسة ومستقرة في ظل ظروف موثقة، ويتم تجميع نتائجها في وثيقة واحدة.

ملاحظات:

كلما زاد عدد المختبرات المشاركة، زادت موثوقية تقديرات المعلمات الإحصائية التي يتم الحصول عليها. ويدعو بروتوكول الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) لعام 1987 (مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث (Pure Appl. Chem.))، العدد 66، الصفحات 1903-1911 (1994)) إلى الاستعانة بما لا يقل عن ثمانية مختبرات لإجراء دراسات أداء الأسلوب.

المرجع:

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

دراسة (كفاءة) أداء المختبر: دراسة مشتركة بين المختبرات تتكون من قياس واحد أو أكثر تجريه مجموعة من المختبرات على عينة أو أكثر من عينات الاختبار المتجانسة والمستقرة وفقاً للطريقة المختارة أو المستخدمة من قبل كل مختبر. وتتم مقارنة النتائج المبلغ عنها مع النتائج الواردة من مختبرات أخرى أو مع القيمة المرجعية المعروفة أو المسندة، عادةً بهدف تحسين أداء المختبر.

ملاحظات:

يمكن استخدام دراسات أداء المختبرات لدعم اعتماد المختبرات أو لتدقيق أدائها. وفي حال إجراء دراسة من قبل منظمة تتمتع بنوع من الرقابة الإدارية على المختبرات المشاركة، سواء كانت تنظيمية أو متصلة بالاعتماد أو نظامية أو تعاقدية، قد يتم تحديد الأسلوب أو قد يقتصر الاختيار على قائمة من الأساليب المعتمدة أو ما يعادلها. وفي مثل هذه الحالات، لا تكفي عينة اختبار واحدة للحكم على الأداء.

ويمكن استخدام دراسة أداء المختبر لاختيار أسلوب التحليل الذي سيتم استخدامه في دراسة أداء الأسلوب. وفي حال كانت جميع المختبرات، أو مجموعة فرعية كبيرة بما فيه الكفاية من المختبرات، تستخدم الطريقة نفسها، يمكن أيضاً تفسير الدراسة على أنها دراسة أداء الأسلوب، بشرط أن تغطي عينات الاختبار نطاق تركيزات المادة التحليلية.

يتم التعامل مع مختبرات تابعة لمؤسسة واحدة ولكن ذات المرافق والأدوات ومعدات المعايرة المستقلة كمختبرات مختلفة.
المرجع:

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

حد الكشف: قيمة صافي التركيز الحقيقي أو كمية المادة التحليلية في المادة المراد تحليلها التي ستؤدي، مع احتمال $(1-\beta)$ ، إلى استنتاج تجاوز تركيز أو كمية المادة التحليلية في المادة التي تم تحليلها التركيز أو الكمية الموجودة في العينة العُمل. ويعرّف حدّ الكشف على النحو التالي:

$$\Pr(\hat{L} \leq L_C | L = LOD) = \beta$$

حيث تشير \hat{L} إلى القيمة المقدرة، و L إلى التوقع أو القيمة الصحيحة، و L_C إلى القيمة الحرجة.
ملاحظات:

يتم تقدير حد الكشف LOD بواسطة المعادلة التالية:

$$LOD \approx 2t_{1-\alpha, \nu} \sigma_0 \quad [\alpha = \beta]$$

حيث تشير $t_{1-\alpha, \nu}$ إلى اختبار Student's-t، وحيث تدل ν على درجات الحرية لفترة ثقة أحادية تبلغ $1-\alpha$ و σ_0 هو الانحراف المعياري للقيمة الصحيحة (التوقع).

$LOD = 3.29 \sigma_0$ عندما يكون عدم اليقين في متوسط القيمة (المتوقعة) للعينة العُمل ضئيلاً لدرجة لا تُذكر، و $\alpha = \beta = 0.05$ و L يتم توزيعها عادةً مع تباين ثابت معروف. ومع ذلك، لا يتم تعريف حدّ الكشف LOD ببساطة على أنه معامل ثابت (على سبيل المثال 3 أو 6 أو غيره) ضرب الانحراف المعياري لعينة مرجعية من المحلول الخالص، إذ يمكن أن يكون ذلك مضللاً للغاية. بل يجب أن يأخذ التقدير الصحيح لحدّ الكشف LOD في الاعتبار درجات الحرية، α و β ، وتوزيع L الذي يتأثر بعوامل مثل تركيز المادة التحليلية وتأثيرات المصفوفة والتداخل.

يوفر هذا التعريف أساساً يسمح بمراعاة الاستثناءات للحالة البسيطة الموضحة، أي التي تتضمن توزيعات غير طبيعية وتغاير في التباين (مثل عمليات العدّ Poisson) كتلك المستخدمة في تقنية تفاعل البوليمراز التسلسلي (PCR) في الوقت الحقيقي).

ومن الضروري تحديد عملية القياس المعتمدة، حيث يمكن أن تختلف التوزيعات والانحرافات المعيارية σ والعينات العُمل اختلافاً كبيراً تبعاً لعمليات القياس المختلفة.

وعند حدّ الكشف، يمكن التوصل إلى تحديد الهوية بشكل إيجابي بثقة معقولة و/أو محددة مسبقاً في مصفوفة محددة باستخدام طريقة تحليلية محددة.

المراجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 11843: القدرة على الكشف: الجزء الأول، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1997

مصطلحات تقييم الطرق التحليلية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، 1995

وثيقة توجيهية بشأن أساليب تحليل مخلفات مبيدات الآفات، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2007

حد التقدير الكمي (LOQ): خاصية أداء الأسلوب التي يتم التعبير عنها بشكل عام بواسطة الإشارة أو قيمة القياس (الصحيحة) التي تنتج تقديرات لها انحراف معياري نسبي محدد (RSD) يبلغ بالعادة 10 في المائة (أو 6 في المائة). ويتم تقدير حد التقدير الكمي L_Q بواسطة المعادلة التالية:

$$LOQ = k_Q \sigma_Q, \quad k_Q = 1/RSD_Q$$

حيث تشير LOQ إلى حد التكميم، و σ_Q هو مقدار الانحراف المعياري عند تلك النقطة، و k_Q هو المضاعف الذي يعادل معكوسه مقدار الانحراف المعياري النسبي المختار. (إن الانحراف المعياري النسبي لمقدار انحراف معياري σ مقدّر، على أساس ν درجات حرية، يبلغ $1/\sqrt{2\nu}$).

ملاحظات:

إذا كانت قيمة σ معروفة وثابتة، عندئذٍ σ_Q تساوي σ_0 بما أن الانحراف المعياري للكمية المقدرة مستقل عن التركيز. ويؤدي استبدال k_Q بـ 10% إلى المعادلة التالية:

$$LOQ = (10 * \sigma_0) = 10 \sigma_0$$

في هذه الحالة، يساوي حد التقدير الكمي LOQ 3.04 مرات فقط حد الكشف، بالنظر إلى الحالة الطبيعية و $\alpha = \beta = 0.05$

في ما يتعلق بـLOQ، يمكن التوصل إلى تعريف إيجابي من خلال ثقة معقولة و/أو محددة مسبقاً في مصفوفة محددة باستخدام أسلوب تحليلي معين.

يوفر هذا التعريف أساساً يسمح بمراعاة الاستثناءات للحالة البسيطة الموضحة، أي التي تتضمن توزيعات غير طبيعية وتغاير في التباين (مثل عمليات العدّ (Poisson) كتلك المستخدمة في تقنية تفاعل البوليمراز التسلسلي (PCR) في الوقت الحقيقي).

المراجع:

مصطلحات تقييم الطرق التحليلية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، 1995

وثيقة توجيهية بشأن أساليب تحليل مخلفات مبيدات الآفات، منشورات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2007

الخطية: هي قدرة الطريقة التحليلية، في حدود نطاق معين، على إعطاء إجابة أو استخلاص نتائج للاختبارات تتناسب مع كمية المادة التحليلية الواجب تحديدها في العينة المخبرية. ويتم التعبير عن هذا التناسب بواسطة معادلة رياضية محددة مسبقاً. أما حدود الخطية فهي الحدود الاختبارية للمركبات التي يمكن بينها تطبيق نموذج معايرة خطية مع مستوى عدم يقين مقبول.

المرجع:

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

دراسة اعتماد المواد: دراسة مشتركة بين المختبرات تخصص قيمة مرجعية ("قيمة صحيحة") لكمية (تركيز أو خاصية) معينة في مادة الاختبار، عادةً مع عدم يقين محدد.

ملاحظة:

غالباً ما تستخدم دراسة اعتماد المواد مختبرات مرجعية مختارة لتحليل مادة مرجعية مرشحة من خلال طريقة (طرق) تُعدّ على الأرجح قدرة على توفير أقل تقديرات التركيز (أو خاصية مميزة) انحيازاً وأقل مستوى عدم يقين مرتبط بها.

المرجع:

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

الكمية المراد قياسها: هي الكمية المزمع قياسها.

ملاحظات:

يتطلب تحديد الكمية المراد قياسها معرفة نوع الكمية ووصف حالة المادة الحاملة للكمية، بما في ذلك أي مكون ذات الصلة والمواد الكيميائية المعنية.

في الكيمياء، يُستخدم مصطلح "المادة التحليلية" أو اسم المادة أو المركب أحياناً للتعبير عن الكمية المراد قياسها، علماً أن هذا الاستخدام خاطئ لأن هذه المصطلحات لا تشير إلى الكميات.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 200: 2008

طريقة القياس: وصف عام للترتيب المنطقي للعمليات المستخدمة في القياسات.

ملاحظة:

يمكن وصف طرق القياس بواسطة مصطلحات مختلفة مثل: طريقة القياس بالاستبدال، وطريقة القياس التفاضلية، وطريقة القياس الصفرية؛ أو طريقة القياس المباشرة وطريقة القياس غير المباشرة.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 200: 2008

إجراء القياس: وصف تفصيلي للقياس بناءً على مبدأ واحد أو أكثر من مبادئ القياس وطريقة قياس معينة، بالاستناد إلى نموذج قياس، وبما يشمل أي حسابات مستخدمة للحصول على نتيجة القياس.

ملاحظات:

يوثق إجراء القياس بتفاصيل كافية لتمكين المشغل من إجراء القياس. يمكن أن يتضمن إجراء القياس تصريحاً يتعلق بعدم يقين القياس المستهدف.

يُطلق على إجراء القياس أحياناً تسمية إجراء التشغيل القياسي.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

عدم اليقين في القياس: بارامتر غير سلبي يميز تشتت القيم المنسوبة إلى الكمية المراد قياسها، على أساس المعلومات المستخدمة.

ملاحظات:

يشمل عدم اليقين في القياس المكونات الناتجة عن التأثيرات المنهجية، مثل المكونات المرتبطة بالتصحيحات والقيم المخصصة لمعايير القياس، فضلاً عن عدم اليقين في التعريف. وفي بعض الأحيان لا يتم تصحيح التأثيرات المنهجية المقدره ولكن بدلاً من ذلك يتم تضمين مكونات عدم اليقين في القياس المرتبطة بها.

قد يكون البارامتر، على سبيل المثال، عبارة عن انحراف معياري يُسمى عدم اليقين في القياس القياسي (أو مضاعفاً معيناً منه)، أو نصف فترة الثقة ذات احتمال تغطية محدد.

يشتمل عدم اليقين في القياس، بشكل عام، على العديد من المكونات. ويمكن تقييم بعض هذه المكونات من خلال تقييم النوع A لعدم اليقين في القياس استناداً إلى التوزيع الإحصائي لقيم مجموعة من القياسات وتتميز بالانحرافات المعيارية التجريبية. ويمكن أيضاً تمييز المكونات الأخرى التي يمكن تقييمها من خلال تقييم النوع B لعدم اليقين في القياس من خلال الانحرافات المعيارية، وأن يتم تقييمها على أساس توزيعات احتمالية مفترضة بناءً على الخبرة المكتسبة أو معلومات أخرى.

بشكل عام، بالنسبة إلى مجموعة معينة من المعلومات، من المفهوم أن عدم اليقين في القياس مرتبط بقيمة الجودة المحددة والمنسوبة إلى الكمية المراد قياسها. ويؤدي تعديل هذه القيمة إلى تعديل في عدم اليقين المرتبط بها.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

دراسة أداء الأسلوب: دراسة بين المختبرات تتبع فيها جميع المختبرات البروتوكول المكتوب عينه وتستخدم طريقة الاختبار عينها لقياس الكمية في مجموعات من عينات الاختبار المتطابقة. ويتم استخدام النتائج المبلغ عنها لتقدير خصائص أداء الطريقة. وعادةً ما تكون هذه الخصائص دقة داخل المختبر وبين المختبرات، وعندما يكون ذلك ضرورياً وممكناً، خصائص أخرى ذات الصلة مثل الخطأ المنهجي، والاستعادة، ومعايير مراقبة الجودة الداخلية، والحساسية، وحد التقدير الكمي، وقابلية التطبيق.

ملاحظات:

عادةً ما تكون المواد المستخدمة في مثل هذه الدراسة للكميات التحليلية ممثلة للمواد المراد تحليلها في الممارسة الفعلية في ما يتعلق بالمصفوفات وكمية مكون الاختبار (التركيز) والمكونات والتأثيرات المتداخلة. وعادةً ما لا يكون المحلل على دراية بالتركيب الفعلي لعينات الاختبار ولكنه على دراية بالمصفوفة.

يتم تحديد عدد المختبرات وعدد عينات الاختبار وعدد التحديدات وتفصيل الدراسة الأخرى في بروتوكول الدراسة. ويتألف جزء من بروتوكول الدراسة من الإجراء الذي يوفر التوجيهات المكتوبة لإجراء التحليل.

وتتمثل السمة المميزة الرئيسية لهذا النوع من الدراسة في ضرورة اتباع البروتوكول المكتوب عينه وطريقة الاختبار عينها بالضبط.

ويمكن مقارنة عدة طرق باستخدام مواد الاختبار عينها. وإذا كانت جميع المختبرات تستخدم مجموعة التوجيهات نفسها لكل أسلوب من الأساليب، وإذا تم إجراء التحليل الإحصائي بشكل منفصل لكل أسلوب، تصبح الدراسة عبارة عن مجموعة من دراسات أداء الأسلوب. كما يمكن الإشارة إلى مثل هذه الدراسة على أنها دراسة مقارنة بين الأساليب.

المرجع:

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

التتبع المترولوجي: هي خاصية لنتيجة القياس حيث يمكن ربط النتيجة بمرجع من خلال سلسلة موثقة وغير منقطعة من المعايير، يساهم كل منها في عدم اليقين في القياس.

ملاحظات:

يمكن أن يكون "المرجع" تعريفاً لوحدة قياس من خلال التحقيق العملي لها، أو إجراءً للقياس يتضمن وحدة القياس للكميات غير الترتيبية، أو معياراً للقياس.

يتطلب تتبع القياسات وجود تسلسل هرمي ثابت للمعايرة.

يجب أن تتضمن مواصفات المرجع التاريخ الذي تم فيه استخدام هذا المرجع في التسلسل الهرمي للمعايرة، بالإضافة إلى أي معلومات متولوجية أخرى متعلقة بالمرجع، مثل وقت إجراء المعايرة الأولى في التسلسل الهرمي للمعايرة.

بالنسبة إلى القياسات التي تتضمن أكثر من كمية مدخلة واحدة في نموذج القياس، يجب أن تكون قيمة كل كمية مدخلة قابلة للتتبع المتولوجي ويمكن أن يكون التسلسل الهرمي للمعايرة على شكل تركيبة متفرعة أو شبكة. ويجب أن تكون الجهود المبذولة في تأمين التتبع المتولوجي لكل كمية مدخلة متناسبة مع مساهمتها النسبية في نتيجة القياس.

لا يضمن التتبع المتولوجي لنتيجة القياس أن عدم اليقين في القياس مناسب لغرض معين أو عدم ارتكاب أخطاء أن هناك عدم وجود أخطاء في القياس.

يمكن النظر إلى المقارنة بين معيارَي قياس على أنها معايرة إذا كان الهدف منها هو التحقق من قيمة عدم اليقين المنسوبة إلى أحد المعيارين، وكذلك تصحيح هذه القيمة إذا لزم الأمر.

تعتبر هيئة التعاون الدولي لاعتماد المختبرات (ILAC) أن العناصر المطلوبة لتأكيد التتبع المتولوجي هي عدم انقطاع سلسلة التتبع المتولوجي إلى مستوى معيار القياس الدولي أو معيار القياس الوطني، وتوفر إجراء قياس موثق، وتوفر كفاءة فنية معتمدة، وتوفر تتبع متولوجي لوحدة القياس الدولية فواصل معايرة (أنظر ILAC P-10:2002).

يُستخدم المصطلح المختصر "التتبع" أحياناً للإشارة إلى "التتبع المتولوجي" بالإضافة إلى مفاهيم أخرى مثل تتبع العينات أو تتبع الوثائق أو تتبع الأدوات أو تتبع المواد، حيث يُقصد بذلك تتبع البيانات التاريخية. لذلك، يُفضل استخدام المصطلح الكامل "التتبع المتولوجي" في الحالات التي قد ينشأ عنها أي التباس.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المتولوجية (JCGM) 200: 2008

الخطوط التوجيهية المنسقة للرقابة الداخلية على الجودة في مختبرات الكيمياء التحليلية، 1995

هيئة التعاون الدولي لاعتماد المختبرات (ILAC)، وثيقة سياسات P-10، 2002

قيمة عزلاء: قيمة تبدو غير متنسقة مع قيم أخرى من المجموعة.

ملاحظة:

يوصى باتباع الممارسات التالية للتعامل مع القيم العزلاء:

(أ) تطبيق اختبارات مثل اختبار كوشران أو اختبار غرويز لتحديد القيم المتطرفة أو العزلاء؛

- إذا كانت نتيجة الاختبار إحصائياً أقل من أو تساوي 5 في المائة من القيمة الحرجة، يتم قبول العنصر الخاضع للاختبار على أنه صحيح؛

- إذا كانت نتيجة الاختبار إحصائياً أكبر من 5 في المائة من القيمة الحرجة وأقل من أو تساوي 1 في المائة من القيمة الحرجة، يُسمى العنصر الخاضع للاختبار بالقيمة المتطرفة ويشار إليه بعلامة نجمة واحدة؛

- إذا كانت نتيجة الاختبار إحصائياً أكبر من 1 في المائة من القيمة الحرجة، يُسمى العنصر بالقيمة العزلاء إحصائياً ويشار إليه بعلامة النجمة المزدوجة.

(ب) يتم التحقق بعد ذلك في ما إذا كان يمكن تفسير القيم المتطرفة و/أو القيم العزلاء إحصائياً ببعض الأخطاء الفنية، مثل:

- خطأ في القياس؛

- خطأ في الحساب؛

- خطأ مطبعي بسيط في نسخ نتيجة الاختبار؛

- تحليل العينة الخاطئة.

في الحالات التي يكون فيها الخطأ خطأ حسابياً أو مطبعياً، يجب استبدال النتيجة المشبوهة بالقيمة الصحيحة؛ أما حيث يكون الخطأ ناجماً عن تحليل عينة خاطئة، فيجب وضع النتيجة في الخانة الصحيحة. وبعد إدخال هذه التصحيحات، يجب إعادة فحص القيم المتطرفة أو العزلاء. وإذا كان تفسير الخطأ الفني يستحيل معه استبدال نتيجة الاختبار المشبوهة، يجب استبعادها باعتبارها قيمة عزلاء حقيقية لا تنتمي إلى التجربة المناسبة.

(ج) عند بقاء أي قيمة متطرفة و/أو قيم عزلاء من الناحية الإحصائية من دون أن يتم شرحها أو رفضها على أنها تنتمي إلى مختبر ذات النتائج غير الموثوقة، يتم الاحتفاظ بالقيم المتطرفة على أنها صحيحة، ويتم التخلص من القيم العزلاء إحصائياً ما لم يكن لدى

الإحصائي أسباب وجيهة للاحتفاظ بها.

المراجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-1: دقة (صحة وإحكام) طرق القياس والنتائج – الجزء 1: المبادئ العامة والتعريفات، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1994

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-2: دقة (صحة وإحكام) طرق القياس والنتائج – الجزء 2: الطريقة الأساسية لتحديد إمكانية التكرار وإعادة القياس بالنسبة لطريقة قياس معيارية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1994

الإحكام: درجة التوافق بين نتائج الاختبار/القياس المستقلة التي يتم الحصول عليها في ظل الشروط المنصوص عليها.

ملاحظات:

يعتمد الإحكام فقط على توزيع الأخطاء العشوائية ولا يتصل بالقيمة الصحيحة أو القيمة المحددة.

عادةً ما يُقاس الإحكام بمدى عدم الإحكام ويُحسب كإحرف معياري لنتائج الاختبار. فكلما نقص مستوى الإحكام ازداد مقدار الانحراف المعياري.

تعتمد المقاييس الكمية للإحكام بشكل حاسم على الشروط المنصوص عليها. وتُعتبر ظروف التكرار وقابلية الاستنساخ مجموعات خاصة من الظروف البالغة المنصوص عليها.

يمكن أيضاً تصور وجود ظروف وسيطة بين هذين الطرفين البالغين، عندما يُسمح بتبديل عامل واحد أو أكثر داخل المختبر (العوامل داخل المختبر مثل المشغل، والمعدات المستخدمة، ومعايرة المعدات المستخدمة، والبيئة، ومجموعة الكواشف، والوقت المنقضي بين عمليات القياس) ويكون هذا التغيير مفيداً في ظروف محددة.

يتم التعبير عن الإحكام عادةً من خلال الانحراف المعياري.

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-3: دقة (صحة وإحكام) طرق القياس والنتائج – الجزء 3: القياسات المرحلية لدقة طريقة القياس المعيارية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1994

ضمان الجودة: جميع الإجراءات المخططة والمنهجية اللازمة لتوفير الثقة الكافية باستيفاء النتائج التحليلية متطلبات معينة للجودة.

المرجع:

الخطوط التوجيهية المنسقة للرقابة الداخلية على الجودة في مختبرات الكيمياء التحليلية، 1995

أسلوب التحليل المنطقي: طريقة تحدد مادة (مواد) كيميائية أو مادة (مواد) تحليلية قد يكون لها عدة طرق تحليلية معادلة متوفرة.

المرجع:

الخطوط التوجيهية المنسقة بشأن استخدام المعلومات المسترجعة في القياسات التحليلية، 1998

المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس واللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية ISO/IEC Guide 17025:2005: الشروط العامة لكفاءة مختبرات المعايرة والاختبار، جنيف، 2005

الاستعادة (الاسترداد): عوامل الاسترداد: النسبة المئوية لكمية المادة التحليلية التي تكون موجودة في المقادير التحليلية أو مضافة إليها أو موجودة فيها ومضافة إليها، والتي يتم عرضها للقياس.

ملاحظات:

يتم تقييم الاسترداد من خلال المعادلة $R = C_{obs} / C_{ref}$ وهي نسبة التركيز أو الكمية الملاحظة C_{obs} التي يتم الحصول عليها من خلال تطبيق إجراء تحليلي إلى مادة تحتوي على مادة تحليلية عند مستوى مرجعي C_{ref} .

حيث المستوى المرجعي C_{ref} (أ) هو قيمة مرجعية معتمدة لمادة، (ب) تُقاس باستخدام طريقة نهائية بديلة، (ج) تُحدد بإضافة مادة معيارية أو (د) معدل استرداد هامشي.

يُستخدم الاسترداد بشكل أساسي في الأساليب التي تعتمد على نقل المادة التحليلية من مصفوفة معقدة إلى محلول أبسط، حيث يمكن توقع ما سيفقد من المادة التحليلية.

المرجع:

الخطوط التوجيهية المنسقة بشأن استخدام المعلومات المسترجعة في القياسات التحليلية، 1998
استخدام مصطلحي "الاسترداد" و "الاسترداد الظاهري" في الإجراءات التحليلية، 2002

مادة مرجعية: مادة متجانسة ومستقرة بدرجة كافية، في ما يتعلق بوحدة أو أكثر من الخصائص المحددة، تم تحديدها لتكون مناسبة للاستخدام المقصود في عملية القياس أو في فحص الخصائص الاسمية.

ملاحظات:

يوفر فحص الخاصية الاسمية قيمة اسمية للخاصية وما يرتبط بها من عدم اليقين. ويختلف عدم اليقين هذا عن عدم اليقين في القياس. يمكن استخدام المواد المرجعية سواء كان لديها القيم مخصصة أو لا لضبط دقة القياس، بينما يمكن استخدام المواد المرجعية ذات القيم المخصصة في المعايرة أو لضبط صحة القياس.

لدى بعض المواد المرجعية قيم مخصصة لها يمكن تتبعها مترولوجياً إلى وحدة قياس من خارج نظام الوحدات. وفي بعض القياسات، يمكن استخدام مادة مرجعية معينة فقط إما للمعايرة أو لضمان الجودة.

يجب أن تتضمن مواصفات المادة المرجعية إمكانية تتبعها المادية، مع الإشارة إلى مصدرها وعملية المعالجة التي خضعت لها { Accred. Qual. Assur. }

تعتمد اللجنة المعنية بالمواد المرجعية التابعة للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس تعريفاً مماثلاً ولكنه يستخدم مصطلح "عملية القياس" (measurement process) للدلالة على الفحص الذي يغطي كلاً من قياس الكمية وفحص الخاصية الاسمية.

المراجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM) - المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

تعريفات جديدة للمواد المرجعية، مجلة Accreditation and Quality Assurance، العدد 10، الصفحات 576-578، 2006

القيمة المرجعية: قيمة الكمية المستخدمة كأساس للمقارنة مع قيم الكمية من النوع نفسه.

ملاحظات:

يمكن أن تكون قيمة الكمية المرجعية قيمة كمية صحيحة لمادة تحليلية، وفي هذه الحالة تكون هذه القيمة غير معروفة، أو قيمة إصطلاحية للكمية، وفي هذه الحالة تكون معروفة.

وعادةً ما تُذكر قيمة الكمية المرجعية التي تنطوي على عدم يقين في القياس المرتبط بها مع الإشارة إلى:

(أ) مادة، كمادة مرجعية معتمدة على سبيل المثال؛

(ب) إجراء قياس مرجعي

(ج) مقارنة بين معايير القياس.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM) - المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

قابلية التكرار (الاستنساخ): تعني الإحكام في ظروف التكرار (الاستنساخ).

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-1: Statistics, vocabulary and symbols (الإحصاءات والمفردات والرموز)، القسم الأول: المصطلحات الإحصائية العامة والمصطلحات المستخدمة في الاحتمالات، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، 1993

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 78-2: الكيمياء - طرق عرض المواصفات - الجزء الثاني: طرق التحليل الكيميائي، 1999

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

إرشادات اللجنة المعنية بالأساليب الدولية في رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC) للتحقق من صحة أساليب التحليل الميكروبيولوجية للأغذية على المستويين النوعي والكمي، 2002

ظروف التكرار: هي ظروف المراقبة حيث يتم الحصول على نتائج الاختبار/القياس المستقلة بالطريقة نفسها باستخدام عناصر اختبار/قياس متطابقة في مرافق الاختبار أو القياس نفسها وبواسطة المشغل نفسه باستخدام المعدات نفسها خلال فترات زمنية قصيرة.

ملاحظة:

تشمل ظروف التكرار ما يلي: إجراء القياس أو إجراء الاختبار نفسه؛ المشغل نفسه؛ معدات القياس أو الاختبار نفسها المستخدمة في الظروف ذاتها؛ المكان نفسه والتكرار نفسه خلال فترة زمنية قصيرة.

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

حدود قابلية التكرار (الاستنساخ): هي القيمة القصوى التي يسجلها، مع احتمالية 95 بالمائة، الفرق المطلق بين القيم النهائية التي يمثل كل منها سلسلة من نتائج الاختبار أو نتائج القياس التي يتم الحصول عليها في ظل ظروف التكرار (الاستنساخ).

ملاحظات:

الرمز المستخدم هو $r [R]$. {ISO 3534-2}

عند فحص نتيجتي اختبار فرديتين يتم الحصول عليهما في ظل ظروف التكرار (الاستنساخ)، يجب إجراء مقارنة مع حد التكرار (الاستنساخ)، $r [R] = 2.8\sigma[R]$. {ISO 5725-6, 4.1.4}

عندما يتم استخدام مجموعات من القياسات كأساس لحساب حدود التكرار (الاستنساخ) (وهو ما أصبح يُسمى الآن بالاختلاف الحرج)، تبرز الحاجة إلى صيغ أكثر تعقيداً في مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-6: 1994، 4.2.1 و 4.2.2.

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-6: دقة (صحة وإحكام) طرق القياس والنتائج – الجزء 6: الاستخدام العملي لقيم الدقة، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1994

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

الانحراف المعياري لقابلية التكرار (قابلية الاستنساخ): الانحراف المعياري لنتائج الاختبار أو نتائج القياس الذي يحصل في ظل ظروف التكرار (قابلية الاستنساخ).

ملاحظات:

إنه مقياس لتشتت توزيع نتائج الاختبار أو القياس في ظل ظروف التكرار (قابلية الاستنساخ).

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

الانحراف المعياري النسبي للتكرار (قابلية الاستنساخ) (معامل الاختلاف): الانحراف المعياري للتكرار (قابلية الاستنساخ) مقسوماً على المتوسط.

يتم حساب الانحراف المعياري النسبي للتكرار $RSD_{r[R]}$ بقسمة الانحراف المعياري للتكرار (قابلية الاستنساخ) على المتوسط.

ملاحظات:

إن الانحراف المعياري النسبي (RSD) هو مقياس مفيد لمدى الدقة في الدراسات الكمية.

وهو يسمح بمقارنة الاختلافات بين المجموعات باستخدام طرائق مختلفة. وقيم الانحراف المعياري النسبي مستقلة عن كمية المادة التحليلية على نطاق معقول وتسهل مقارنة تغيرية قراءات التركيزات مختلفة.

يمكن تلخيص نتيجة الاختبار التعاوني من خلال حساب الانحراف المعياري النسبي RSD للتكرار (RSDr) ولقابلية الاستنساخ (RSDR).

ويُعرف حساب الانحراف المعياري النسبي RSD أيضاً باسم معامل الاختلاف.

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الأول: المصطلحات الإحصائية العامة والمصطلحات المستخدمة في الاحتمالات، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

إرشادات اللجنة المعنية بالأساليب الدولية في رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC) للتحقق من صحة أساليب التحليل الميكروبيولوجية للأغذية على المستويين النوعي والكمي، 2002

ظروف قابلية الاستنساخ: هي ظروف المراقبة حيث يتم الحصول على نتائج الاختبار/القياس المستقلة بالطريقة نفسها على عناصر اختبار/قياس متطابقة في مرافق اختبار أو قياس مختلفة وبواسطة مشغلين مختلفين باستخدام معدات مختلفة.

المرجع:

مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006

النتيجة: مجموعة من القيم التي تُنسب إلى مادة تحليلية مع أي معلومات أخرى متاحة ذات الصلة.

ملاحظات:

تحتوي نتيجة القياس بشكل عام على "معلومات ذات صلة" حول مجموعة القيم، بحيث قد يكون بعضها أكثر تمثيلاً للقياس من البعض الآخر. ويمكن التعبير عن هذا في شكل دالة كثافة الاحتمال.

وعادةً ما يتم التعبير عن نتيجة القياس كقيمة مقياسة واحدة وعدم اليقين في القياس. إذا تم اعتبار عدم اليقين في القياس ضئيلاً لدرجة لا تُذكر لبعض الأغراض، فيمكن التعبير عن نتيجة القياس بواسطة قيمة مقياسة واحدة. فهذه هي الطريقة الشائعة للتعبير عن نتيجة القياس في العديد من المجالات.

في الأدبيات التقليدية وفي الإصدار السابق للمعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)، تم تعريف النتيجة على أنها قيمة تُنسب إلى مقياس وتعبّر عن إشارة أو نتيجة غير مصححة أو نتيجة مصححة وفقاً للسياق.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM) - المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

القوة (أو الصلابة): مقياس لقدرة إجراء تحليلي على عدم التأثر بالاختلافات الصغيرة ولكن المتعمدة في بارامترات الطريقة، وهو يوفر مؤشراً على موثوقيته أثناء الاستخدام العادي.

المرجع:

المجلس الدولي لمواءمة المتطلبات التقنية لتسجيل الأدوية المعدة للاستخدام البشري (ICH)، الموضوع Q2 التثبيت من الأساليب التحليلية، الوكالة الأوروبية لتقييم الأدوية: ICH Topic Q 2 A - التعريف والمصطلحات (CPMP/ICH/38 1/95)، 1995

الخطوط التوجيهية المنسقة للتحقق من طرق التحليل المعتمدة في مختبر واحد، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث (Pure Appl. Chem.)، 2002

الانتقائية: مدى قدرة طريقة ما على أن تحدد مادة (مواد) معينة مراد تحليلها في خليط (خلائط) أو مصفوفة (مصفوفات) من دون تداخلات من المكونات الأخرى المتماثلة في سلوكها.

ملاحظة:

الانتقائية هي المصطلح الذي يوصى باستخدامه في الكيمياء التحليلية للتعبير عن مدى مساهمة طريقة معينة في تحديد مادة (مواد) تحليلية في ظل حصول تداخلات مع مكونات أخرى. ويمكن تصنيف الانتقائية. ولا ينصح باستخدام مصطلح الخصوصية لهذا المفهوم بما أن ذلك يؤدي في معظم الأحيان إلى التباس.

المرجع:

Selectivity in analytical chemistry (الانتقائية في الكيمياء التحليلية)، الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية (IUPAC)، مجلة الكيمياء التطبيقية البحثية، 2001

هيئة الدستور الغذائي، Alinorm 04/27/23، 2004

هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، 2007

الحساسية: نسبة التغير في مؤشرات نظام القياس وما يقابل ذلك من تغيير في قيمة الكمية المقاسة {المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)}

ملاحظات:

يمكن أن تعتمد الحساسية على قيمة الكمية المقاسة.

يجب أن يكون التغيير في قيمة الكمية التي يتم قياسها كبيراً مقارنةً بدقة نظام القياس.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

بدیل: مركب أو عنصر نقي يُضاف إلى مادة الاختبار، ويُعتبر سلوكه الكيميائي والفيزيائي ممثلاً لمادة التحليل الأصلية.

المرجع:

الخطوط التوجيهية المنسقة بشأن استخدام المعلومات المسترجعة في القياسات التحليلية، 1998

الخطأ المنهجي: هو عنصر من خطأ القياس يظل ثابتاً في القياسات المكررة أو يتغير بطريقة يمكن توقعها.

ملاحظات:

إن القيمة المرجعية لخطأ منهجي هي قيمة كمية صحيحة، أو قيمة مقاسة لمعيار قياس ذات مستوى عدم يقين لا يُذكر في القياس، أو قيمة اصطلاحية.

يمكن أن يكون الخطأ المنهجي وأسبابه معروفين أو غير معروفين. ويمكن إجراء تصحيح للتعويض عن خطأ منهجي معروف.

يساوي الخطأ المنهجي خطأ القياس مطروحاً منه خطأ القياس العشوائي.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

صحة القياس: اقتراب التوافق بين متوسط عدد لا نهائي من قيم كمية متكررة مقاسة وقيمة الكمية المرجعية.

ملاحظة 1: صحة القياس ليست كمية وبالتالي لا يمكن التعبير عنها عددياً، ولكن المواصفة القياسية ISO 5725 تورد مقاييس تقارب الاتفاق.

ملاحظة 2: ترتبط صحة القياس ارتباطاً عكسياً بخطأ القياس المنهجي، ولكنها غير مرتبطة بخطأ القياس العشوائي.

ملاحظة 3: لا ينبغي استخدام مصطلح "دقة القياس" بدلاً من "صحة القياس" والعكس صحيح.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

القيمة الصحيحة: هي قيمة كمية متوافقة مع تعريف الكمية.

ملاحظات:

في نهج الخطأ لوصف القياس، تُعتبر القيمة الصحيحة للكمية فريدة وغير معروفة من الناحية العملية. ويقضي نهج عدم اليقين بالاعتراف بأنه نظراً لنقص التفاصيل في تعريف الكمية، لا توجد قيمة صحيحة واحدة للكمية، بل مجموعة من القيم التي تتفق مع تعريف الكمية. ومع ذلك، فإن هذه المجموعة من القيم غير معروفة، من حيث المبدأ والممارسة. وتستغني نهج أخرى تماماً عن مفهوم القيمة الصحيحة للقيمة وتعتمد على مفهوم التوافق المترولوجي لنتائج القياس لتقييم صحتها.

عندما يُعتبر عدم اليقين في التعريف المرتبط بالقياس شبه معدوم مقارنةً بالمكونات الأخرى لعدم اليقين في القياس، يمكن اعتبار أن للمقياس قيمة صحيحة "فريدة" بشكل أساسي.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامية والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

التثبيت: التحقق، حيثما تكون المتطلبات المحددة كافية للاستخدام المقصود.

المرجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامية والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

أسلوب الاختبار المصادق عليه: طريقة اختبار مقبولة أجريت لها دراسات التثبيت لتحديد مدى دقة وموثوقية هذه الطريقة لغرض معين.

المرجع:

الخطوط التوجيهية للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالتثبيت من الطرق البديلة (ICCVAM)، بشأن ترشيح وتقديم طرق اختبار جديدة ومنقحة وبديلة، 2003.

النطاق المصادق عليه: هو الجزء من نطاق التركيز الخاص بأسلوب تحليلي الذي خضع للتثبيت.

المرجع:

الخطوط التوجيهية المنسقة للتحقق من طرق التحليل المعتمدة في مختبر واحد، 2002

التحقق: تقديم دليل موضوعي على أن عنصراً معيناً يفي بمتطلبات محددة.

ملاحظات:

ينبغي مراعاة عدم اليقين في الطريقة، إذا لزم الأمر.

قد تكون المادة على سبيل المثال عملية أو إجراء قياس أو مادة أو مركباً أو نظام قياس. وقد يكون الشرط المحدد هو تلبية مواصفات الشركة المصنعة.

يرتبط التحقق في علم القياس القانوني، على النحو المحدد في المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM) وفي تقييم المطابقة بشكل عام بالفحص والتسويق و/أو إصدار شهادة التحقق لنظام القياس.

يجب عدم الخلط بين التحقق والمعايرة. ولا يمكن اعتبار أن كل عملية تحقق هي عملية تثبيت.

في الكيمياء، يتطلب التحقق من هوية الكيان المعني أو النشاط وصفاً لهيكل ذلك الكيان أو النشاط وخصائصه.

المراجع:

المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامية والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200

المراجع

1. طريقة بسيطة لتقييم البيانات من دراسة مشتركة بين المختبرات، مجلة رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC)، العدد (6)81، الصفحات 1257-1265، 1998
2. إرشادات اللجنة المعنية بالأساليب الدولية في رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC) للتحقق من صحة أساليب التحليل الميكروبيولوجية للأغذية على المستويين النوعي والكمي، مجلة رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC)، العدد (5)85، الصفحات 1187-1200، 2002
3. هيئة الدستور الغذائي، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، منظمة الصحة العالمية، Alinorm 04/27/23، تقرير الدورة الخامسة والعشرين لهيئة الدستور الغذائي المعنية بأساليب التحليل وأخذ العينات، 2004
4. هيئة الدستور الغذائي، دليل الإجراءات، الطبعة السابعة عشرة، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، منظمة الصحة العالمية، 2007
5. هيئة الدستور الغذائي، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، منظمة الصحة العالمية، الخطوط الإرشادية بشأن

الممارسات المخبرية الجيدة في تحليل المخلفات (CXG 40-1993)

6. قرار المفوضية المؤرخ 14 آب/ أغسطس 2002 المتعلق بتنفيذ توجيه مجلس الاتحاد الأوروبي رقم 96/23/EC بشأن أداء الأساليب التحليلية وتفسير النتائج، المفوضية الأوروبية، 2002
7. موجز المصطلحات التحليلية، القواعد النهائية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية، الطبعة الثالثة، 1997
8. الدليل الكيميائي الأوروبي: ملاءمة الطرق التحليلية للغرض منها: دليل مخبري للتحقق من صحة الطريقة والموضوعات ذات الصلة، 1998
9. وثيقة توجيهية بشأن أساليب تحليل مخلفات مبيدات الآفات، منشورات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن الصحة والسلامة، السلسلة رقم 72 حول الاختبار والتقييم والسلسلة رقم 39 حول مبيدات الآفات، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، باريس، 2007
10. دليل التعبير عن عدم اليقين في القياس (GUM)، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1993
11. الخطوط التوجيهية المنسقة للتحقق من طرق التحليل المعتمدة في مختبر واحد، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحتة (Pure Appl. Chem.)، العدد (5)74، الصفحات 835-855، 2002.
12. الخطوط التوجيهية المنسقة بشأن استخدام المعلومات المسترجعة في القياسات التحليلية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)/ المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس/ رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC International)/ التقرير الفني لشبكة Eurachem، 1998
13. الخطوط التوجيهية للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالثبوت من الطرق البديلة، بشأن ترشيح وتقديم طرق اختبار جديدة ومنقحة وبديلة، لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالثبوت من الطرق البديلة (ICCVAM)، المعهد الوطني لعلوم الصحة البيئية، وزارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية، 2003.
14. المجلس الدولي لمواءمة المتطلبات التقنية لتسجيل الأدوية المعدة للاستخدام البشري (ICH)، الموضوع Q2 التثبوت من الأساليب التحليلية، الوكالة الأوروبية لتقييم الأدوية: ICH Topic Q 2 A – التعاريف والمصطلحات (CPMP/ICH/38) (1/95)، 1995
15. هيئة التعاون الدولي لاعتماد المختبرات (ILAC)، وثيقة سياسات P-10، سياسة هيئة التعاون الدولي لاعتماد المختبرات بشأن إمكانية تتبع نتائج القياس، 2002
16. دليل المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس واللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية ISO/IEC Guide 17025:2005: الشروط العامة لكفاءة مختبرات المعايرة والاختبار، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2005
17. مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 11843: القدرة على الكشف: الجزء الأول، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1997
18. مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-1: Statistics, vocabulary and symbols (الإحصاءات والمفردات والرموز)، القسم الأول: المصطلحات الإحصائية العامة المستخدمة في الاحتمالات، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، 2006
19. مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 3534-2: Vocabulary and Symbols (المفردات والرموز)، القسم الثاني: الإحصاءات التطبيقية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 2006
20. مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-1: دقة (صحة وإحكام) طرق القياس والنتائج – الجزء 1: المبادئ العامة والتعريفات، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1994
21. مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5725-3: دقة (صحة وإحكام) طرق القياس والنتائج – الجزء 3: القياسات المرئية لدقة طريقة القياس المعيارية، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، جنيف، 1994
22. مواصفة المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 78-2: الكيمياء – طرق عرض المواصفات - الجزء الثاني: طرق التحليل الكيميائي، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، الطبعة الثانية، 1999
23. تعريفات جديدة للمواد المرجعية، مجلة Accreditation and Quality Assurance، العدد 10، الصفحات 576-578، 2006
24. مصطلحات عرض نتائج التحليل الكيميائي، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحتة (Pure Appl. Chem.)، العدد (3)66، الصفحات 595-608، 1994
25. مصطلحات تقييم الطرق التحليلية بما في ذلك قدرات الكشف والقياس الكمي، الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية

- (IUPAC)، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث (Pure Appl. Chem.)، العدد (10)67، الصفحات 1699-1723، 1995
26. المنظمة الدولية لعلم القياس القانوني، المجلد 1: 2000، المصطلحات الدولية للمترولوجيا (International vocabulary of terms in legal metrology)، 2000
27. تقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل كأداة تحليلية في التكنولوجيا الحيوية الزراعية، مجلة رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC)، العدد (1)88، الصفحات 128-135، 2005.
28. الإجراءات العملية للتحقق من أداء الأساليب ونتائجها لتحليل مبيدات الآفات ومخلفات العقاقير البيطرية والملوثات العضوية في الأغذية، أ. أمبروس، حلقة عمل دولية حول مبادئ وممارسات التحقق من الأسلوب، منظمة الأغذية والزراعة/الوكالة الدولية للطاقة الذرية/رابطة أخصائيي التحليل الكيميائي المعتمدين (AOAC)/الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية (IUPAC)، الصفحة 37، بودابست، 1999
29. البروتوكول الخاص بتصميم وإجراء وتفسير دراسات أداء الطرق، الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث (Pure Appl. Chem.)، العدد (2)67، الصفحات 331-343، 1995
30. مفردات إدارة الجودة وضمن الجودة - ISO 8402، الطبعة الثانية، 1994
31. الاتجاهات الحديثة في الإحكام بين المختبرات بالنسبة إلى قيم التركيز بأجزاء في البليون وأجزاء فرعية في البليون في ما يتعلق بمعايير الملاءمة للغرض في اختبار الكفاءة (Recent trends in inter-laboratory precision at ppb and)
The (sub-ppb concentrations in relation to fitness for purpose criteria in proficiency testing)، Analyst، 125: 386-385، 2000
32. Selectivity in analytical chemistry (الانتقائية في الكيمياء التحليلية)، الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية (IUPAC)، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث، 2001
33. المصطلحات والتعاريف المستخدمة في ما يتعلق بالمواد المرجعية، ISO Guide 30، 1992
34. الخطوط التوجيهية المنسقة للرقابة الداخلية على الجودة في مختبرات الكيمياء التحليلية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث، العدد 67، الصفحات 649-666، 1995
35. البروتوكول الدولي المنسق لاختبار كفاءة مختبرات التحاليل (الكيميائي)، الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث، العدد 65، الصفحات 2123-2144، 1993
36. استخدام مصطلحي "الاسترداد" و"الاسترداد الظاهري" في الإجراءات التحليلية، الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية، مجلة الكيمياء التطبيقية والبحث، العدد (11)74، الصفحات 2201-2205، 2002
37. المعجم الدولي للمترولوجيا (VIM)- المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات الخاصة بها، الطبعة الثالثة، اللجنة المشتركة للأدلة المترولوجية (JCGM) 2008: 200، وقد تم نشره أيضاً في دليل المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس واللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية ISO/IEC 99-12:2007