وزارة التخطيط
الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية
دائرة السيطرة النوعية
قسم الصناعات الانشائية

تطبيقات عملية لاهم طرق تحليل وتقييم نتائج الفحوص للمواد الانشائية للمشاركة في اختبارات الكفاءة

اعداد
عبير غانم وادي / رئيس مهندسين أقدم

اصدار ٢٠٢٠

ت	المحتويات	الصفحة
1	عنوان الدراسة	-
٢	المحتويات	I
٣	اطار الدراسة	II
٤	الهدف من الدراسة	II
٥	الخلاصة	II
٦	المقدمة	III
٧	الجانب النظري/ مدخل الى الطرق الاحصائية لاختبار الكفاءة	1
٨	اهم الطرق المستخدمة في تحليل وتقييم نتائج القياس /الطريقة الاولى :طريقة تقدير التباين	٣
٩	الطريقة الثانية : اختبار فيشر – F Test	٦
١٠	الطريقة الثالثة : اختبار الكفاءة الفنية للمختبر (efficiency test) لتحديد مدى امكانية اعتماده في قيمة محددة	٨
١١	الطريقة الرابعة : استبعاد النتيجة المتباعدة وغير المتفقة مع نتائج المجموعة	٩
١٢	الطريقة الخامسة : X-Bar Chart اسلوب بياني احصائي للحكم على اداء النتائج المأخوذة بأنه تحت السيطرة والتحكم .	١٢
١٣	الطريقة السادسة :مخططات التحكم control chart	١٣
١٤	الطريقة السابعة : المقارنة المباشرة للنتائج مع عدة مختبرات احداهما مرجعي (Direct Comparison)	14
١٥	الجانب العملي	١٧-٢٦
١٦	الاستنتاجات	٢٧
١٧	التوصيات	٢٨
١٨	المصادر	٢٩

الاهداء

الشكر والامتنان الى منتسبي قسم الصناعات الانشائية ولا سيما مسؤولي المختبر الفيزياوي وذلك لدورهم الكبير اجراء المقارنات البينية والمشاركة في اختبارات الكفاءة .

اطار الدراسة

الفحوصات المختبرية في مختبرات دائرة السيطرة قسم الصناعات الانشائية للسمنت ، الطابوق ، الخرسانة ، الكاشي السيراميك ، والمشاكل التي تترتب على نتائج التقييم لتحديد مدى مطابقتها لمتطلبات المواصفات القياسية المعتمدة وذلك باستخدام الاساليب الاحصائية و الحيلولة دون اعادة الفحص في حالة شذوذ بعض القراءات والمشاركة في المقارنات البينية في اختبارات الكفاءة للمختبرات وتوكيد ضبط الجودة للحصول على موثوقية عالية في نتائج الفحوص المختبرية وتوسيع مجال الاعتماد لمختبرات دائرة السيطرة النوعية .
اما الاستنتاجات والتوصيات تم شرحها ضمن الفصول من خلال نتائج الفحوصات المختبرية .

الهدف من الدراسة

- تحديد المشاكل التي تترتب على نتائج التقييم وذلك باستخدام اهم الطرق المستخدمة في تحليل وتقييم نتائج الفحوص والحيلولة دون اعادة الفحص في حالة شذوذ بعض القراءات .
- المشاركة في المقارنات البينية والمشاركة في اختبارات الكفاءة للمختبرات وتوكيد ضبط الجودة للوصول الى موثوقية عالية في نتائج الفحوص المختبرية للحصول على اعتماد مختبرات دائرة السيطرة النوعية وتوسيع مجال الاعتماد للمختبرات المعتمدة .
- تمكين الفاحص من تعيين القيمة (أو القيم) المتطرفة (الشاذة) ضمن نتائج الفحص وكيفية استبعادها وبالأخص بعد تحديث المواصفة الدولية ISO17025:2017 التي تلزم المختبر بالمشاركة في قاعدة القرار.

الخلاصة

تم عرض اهم الطرق المستخدمة في تحليل وتقييم نتائج الفحوص ، تم استخدام طرق لضبط الجودة والاستعانة بالأساليب الاحصائية للحكم على صحة نتائج الاختبارات والطرق التي استخدمت لأجراء وتنفيذ عملية نمذجة السمنت.
تم عرض تجربة المختبرات في المشاركة باختبارات المقارنة البينية ، اضافة الى المشاركة في اختبارات الكفاءة و عرض نتائج عملية اجريت لاهم الطرق الاحصائية التي تم استخدامها في مختبرات قسم الصناعات الانشائية .

المقدمة

نظرا للتنوع الكبير في الطرق المستخدمة حاليا في مقارنة نتائج القياس و كذلك في تحليل البيانات المتعلقة بالقياس والمعايرة لا سيما الطرق الإحصائية منها و البيانية للمقارنة بين النتائج الواردة من المختبرات المختلفة والطرق المتعددة لنفس المقيس وغالبا في نفس الظروف وذلك للإيفاء بمهمة تحليل النتائج ومهمة اختبار الكفاءة او المقارنة بين نتائج المختبرات .

تم الخوض في هذه الدراسة لتحديد الطرق الاحصائية التي من الممكن استخدامها في المختبرات الانشائية للوقوف على مدى مطابقتها لمتطلبات المواصفات المعتمدة وذلك من خلال تحديد النقطة المركزية التي تتجمع حولها البيانات عن طريق استخدام مقاييس النزعة المركزية و كيفية انتشار البيانات و حساب التشتت اضافة الى استخدام المواصفات الدولية المعتمدة في مجال اعتماد المختبرات .

اصبح تأكيد جودة نتائج الاختبار من المعايير الاساسية في متطلبات المواصفة الدولية / ISO IEC 17025 حيث حددت بأن يكون لدى المختبر اجراءات لضبط الجودة لمراقبة صلاحية الاختبارات والفحوصات المنفذة وتطبيق الاساليب الاحصائية لمراجعة النتائج حيثما كان ذلك عملياً .

لقد حددت المواصفة القياسية الدولية تقييم المطابقة ـ المتطلبات العامة لاختبار الكفاءة ١٧٠٤٣ ISO / IEC واحتفظت في الملاحق من (أ) إلى (جـ) بمعلومات عن أنواع نموذجية من برامج اختبار الكفاءة وإرشادات بشأن الطرق الإحصائية المناسبة واستخدام برامج اختبار المهارة من قبل المختبرات وهيئات الاعتماد والهيئات التنظيمية والأطراف المعنية الأخرى .

وفقا لتوصيات اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس والمتعلقة بمصادر الخطأ فقد تم اقتراح ان يتم تجميع المصادر الخطأ في مجموعتين النوع (أ) الخاصة بمصادر الخطأ التي يتم تقديرها من خلال الطرق الاحصائية والنوع (ب) الخاصة بمصادر الخطأ المقدرة بطرق اخرى ويندمج النوعان معا لتشكيل التباين (مربع الانحراف المعياري) وفقا للمبادئ الرياضية في الاحصاء ويتم التعبير عن الانحراف المعياري الناتج على انه اللاتأكدية في القياس .

الجانب النظري

مدخل الى الطرق الاحصائية لاختبار الكفاءة

تستخدم المقارنات البينية بين المختبرات على نطاق واسع من أجل عدد من الأغراض ويتزايد استخدامها دولياً ، وتشمل الأغراض النموذجية للمقارنات البينية بين المختبرات الآتي:

أ) تقييم أداء المختبرات لإجراء اختبارات أو قياسات محددة ومراقبة استمرارية ادائها .

ب) التعرف على مشاكل المختبرات لوضع الأفعال الخاصة بتحسين فعالية تدريب الفاحصين ومعايرة الأجهزة ووضع طرق اختبار او قياس فعالة وقابلة للمقارنة وبالتالي توفير ثقة إضافية لزبائن المختبر ويكون ذلك بعد تحديد الاختلافات البينية بين المختبرات حيث يتم تصنيف المختبرات المشاركة استناداً إلى مخرجات هذه المقارنات .

بعض التعاريف المهمة

- لا تأكدية القياس measurement uncertainty

هو ذلك الجزء من نتيجة القياس الذي يعتقد ان القيم المقاسة تقع ضمنه بدرجة معينة من الثقة ، او المجال الذي يعتقد ان القيمة الحقيقية تقع ضمنه بدرجة معينة من الثقة او هو معامل ملازم للقيمة المقاسة يصف التشتت في القيمة والذي ممكن نسبه الى الجزء المقاس.

- حساب لا تأكدية القياس

يجب اولا عند حساب لا تأكدية القياس تحديد مصادر اللاتأكدية في القياس ، وثانيا تقييم حجم اللاتأكدية من كل مصدر ثم جمعها للحصول على الرقم النهائي لها.

يتم تصنيف لا تأكدية القياس حسب الطريقة المتبعة في تقييم وتحديد قيمتها العددية الى نوعين :

Type A: والذي يتم تقديره باستخدام الاساليب الاحصائية (من تكرار القياسات) ويطلق عليها احيانا بـ "precision"

Type B: والذي يتم تقديره من معلومات اخرى على سبيل المثال قياسات سابقة ، شهادة المعايرة، مواصفات المجهز، من الحسابات، قيمة اقل تدريجه للجهاز، تأثيرات الخزن التأثيرات البيئية والمعلومات المنشورة.... الخ ويتم حسابها بطرق اخرى غير الاساليب الاحصائية.

- لا تأكدية القياس الممتدة expanding uncertainty U

لتلبية الحاجة في بعض التطبيقات التجارية او الصناعية وايضا المتطلبات المتعلقة بالسلامة والصحة يتم الحصول على لا تأكدية القياس الممتدة Uبضرب لا تأكدية القياس المركبة بمعامل التغطية k .

إثبات استقرارية وتجانس بند اختبار الكفاءة

- متطلبات المواصفة الدولية آيزو(١٧٠٤٣)تدعو إلى إثبات "تجانس كافٍ" مع أساليب إحصائية متحقق منها ، شاملة اختيار عشوائي إحصائي لعدد العينات الممثلة وذلك للحد من تأثير الانحرافات في القياسات وبالتالي تأثيرها على التقييم النهائي وهناك إجراءات خاصة بالتجانس موجودة بالتفصيل في المواصفة الدولية آيزو(١٣٥٢٨) والبروتوكول التوافقي الدولي الصادر عن الاتحاد الدولي للكيمياء النظرية والتطبيقية حيث يسمح بالاختبار الاحصائي لتقدير التجانس و الاستقرارية .

- عادةً يتم فحص الاستقرارية للتأكد من أن المُقاسات لا تتغير أثناء فترة توزيع النماذج فإنه ينبغي اختبار بنود اختبار الكفاءة تحت ظروف متنوعة تلك التي تحدث في التشغيل المعتاد لمخطط اختبار الكفاءة ، على سبيل المثال ظروف الشحن والمناولة عند التوزيع على المشاركين، معيار قبول عدم الاستقرارية هو نفس معيار عدم التجانس في المواصفة الدولية آيزو ١٣٥٢٨، على الرغم من أن عدد القياسات أو الاختبارات تكون عادةً اقل .

اهم الطرق المستخدمة في تحليل وتقييم نتائج القياس

الطريقة الاولى :طريقة تقدير التباين (evaluation of variance)

مقارنة قيمة متوسطة لمجموعة نتائج بقيمة معيارية من مختبر مرجعي

وهي إحدى الطرق الإحصائية التي تهدف إلى تقييم التأثيرات العشوائية في عملية القياس وتتم من خلال مقارنة كل من النتيجة المقاسة والنتيجة المعيارية والحكم عليهما من خلال اثبات مدى توافق النتيجتين .

تصلح هذه الطريقة في معالجة مصادر اللاتأكدية ذات الرتبة A (التي تستخدم في تعيينها الطرق الإحصائية و التي تعتمد أساسا على تكرار التجربة عدة مرات) ، بينما لا تصلح لمعالجة مصادر اللاتاكدية ذات الرتبة B ، وهذه الطريقة تعتمد في أسلوبها على استخدام توزيع ستيودنت وهي بالتالي تصلح لمقارنة نتائج اي نوع من انواع التجارب التي تخضع لهذا التوزيع أو التوزيع الطبيعي ونذكر في الادنى خطوات تنفيذ الطريقة لتحقيق توكيد صحة القياس.

خطوات تنفيذ طريقة الـ (ANOVA)

١- يتم إجراء تجربة القياس بما لا يقل عن عدد ٦ مرات (كلما زاد العدد كان ذلك أفضل) و يجب أن تكون جميع التجارب تحت نفس الظروف من الرطوبة ودرجة الحرارة والضغط الجوي والعوامل الأخرى حتى تكون المقارنة بين القيم وهي تخضع لنفس الظروف وذلك لتلافي أي أخطاء يصعب التعرف عليها أو تحديدها .

٢- يتم حساب المتوسط الحسابي من العلاقة (1) :

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{n=1}^{n} X$$

٣- نحسب كلا من التباين في القراءات ($\bar{X}$) S^2 وكذلك الانحراف المعياري التجريبي لهذا المتوسط ($\bar{X}$) S ممثلا في الجذر التربيعي للتباين والذي يتم حسابه من العلاقة (2) و (3):

$$S^2\left(\bar{X}\right)=\frac{1}{n-1}\sum(X-\bar{X})^2 \qquad \dots (2)$$

$$S\left(\bar{X}\right)=\left[\frac{1}{n-1}\sum(X-\bar{X})^2\right]^{0.5} \qquad \dots (3)$$

حيث ان :

S = الانحراف المعياري

n = عدد القراءات

$(n-1)$ = وعندما يكون عدد القراءات اقل من ٣٠ قراءة

X= الكمية المقاسة

$\bar{X}$ = المعدل الحسابي للكمية المقاسة

يمثل الانحراف المعياري احيانا بمقياس التكرارية او مؤشر التكرارية وان تكرارية عملية القياس تتناسب عكسيا مع الانحراف المعياري ويعرف الانحراف المعياري على انه القيمة الموجبة للجذر التربيعي لمتوسط مربعات الانحرافات عن المتوسط الحسابي .

٤- ان مصادر الخطأ (الرتبة B من مصادر اللاتأكدية) لا تؤخذ هنا بعين الاعتبار ، بل تصلح هذه الطريقة فقط لمعالجة مصادر الخطأ (الرتبة A من مصادر اللاتأكدية) مما يتطلب معه ضرورة ان تكون جميع النتائج المسجلة بالمختبر من نفس الظروف البيئية والمختبرية والتجهيزية قدر الامكان تجنبا لوجود مصادر الخطأ .

٥- نحسب الانحراف المعياري القياسي σ من العلاقة :

$$\sigma = \frac{S(\bar{X})}{\sqrt{n}} \qquad \ldots\ldots (4)$$

١- نحدد درجات الحرية من (n-1) حيث n عدد مرات القياس ومن هذه الدرجة وبالاستعانة بجدول توزيع ستيودينت (جدول 1) نحدد مقدار المعامل t عند مستوى الثقة المطلوب (المحددة مسبقاً من خلال بنود وبروتوكول المقارنة بين المختبرات المشتركة والمختبر القياسي المرجعي) وليكن مستوى الثقة 95% .

٢- نحدد قيم النهايتين العليا X_U.. والسفل X_L للقيمة المقاسة من العلاقتين :

$$X_U = \bar{X} + t.\ \sigma \qquad \ldots\ldots (5)$$

$$X_L = \bar{X} + t.\ \sigma \qquad \ldots\ldots (6)$$

٨- يمكننا الان الحكم على توافق النتائج اذا كانت القيمة المأخوذة لهذا المقيس من المختبر القياسي المرجعي (.pivot lab) والتي تمثل القيمة المعيارية الصحيحة لهذا المقيس ، واذا كانت هذه القيمة تقع بين المدى X_U ، X_L التي تم تعيينها في (5، 6) وبالتالي ذلك دليلاً على توافق النتائج المأخوذة من هذا المختبر مع القيمة المعيارية ، اما اذا وقعت القيمة اكبر او اقل من تلك الحدود فهذا يعني ان هذه القيمة المعيارية غير متفقة مع النتائج المأخوذة من هذا المختبر .

-الاحتمالات التي تجعل القيمة المقاسة غير متوافقة مع المعيارية

فاذا وقعت القيمة المعيارية خارج حدود المدى X_U ، X_L سيكون ذلك ناتجا عن الاسباب التالية :

١- حدوث خطأ (غير مقصود بالطبع) عند اجراء تجربة او مجموعة من التجارب التي اجريت لتحديد قيمة هذا المقيّس مما جعل القيمة المتوسطة تبتعد كثيرا عن القيمة المفروضة .

٢- القيمة المقيّسة قد حدث لها بعض التغييرات الطفيفة لطول الفترة البينية بين معايرتها في المختبر الدولي ومعايرتها في المختبر تحت الاختبار او خلال عملية انتقالها بين المختبرين لا سيما ان لم تتوفر الاحتياطات الفنية الكافية خلال مرحلة الانتقال.

٣- مدى الثقة ٩٥% غير مناسب وعندها يمكن استخدام مدى ثقة اخر يعطي مدى اوسع لمقدار القيمة المقاسة ويمكن ان تقع خلال القيمة المعيارية .

٤- وجود خطأ واضح وذو ثقل اعتباري كاختلاف شرط او اكثر من الشروط التي تمت فيها مجموعة التجارب مما ادى الى عدم توافق القيمتين المقاسة والمعيارية .

جدول رقم (١)

جـــدول t

حـــدود الثـــقة المفروضـة فيهـا

عـدد القـراءات المتـسـوفـسرة	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

الطريقة الثانية : اختبار فيشر – F Test

للمقارنة بين طريقتين للقياس من حيث التماثل والحكم بأن لهما مستوى الدقة من عدمه تهدف الطريقة بشكل اساسي الى مقارنة بين طريقتين للقياس ببعضهما ، قد تكون الطريقة الاولى طريقة القياس التي اجريت في مختبر معين (تحت الاختبار والتقييم) لتحديد قيمة مقيس معين ، في حين ان الطريقة الثانية قد اجريت بمختبر معياري مرجعي لتحديد قيمة نفس المقيس ، وقد تكون الطريقتان قد اجريتا في مختبر واحد لكن خلال فترتين زمنيتين مختلفتين وبشكل عام فان اختبار فيشر سوف يحدد فيما اذا كانت الطريقتان متماثلتان ولهما نفس مستوى الدقة ام غير ذلك .

تصلح هذه الطريقة حين يتطلب الامر مقارنة دقة مجموعتين من التجارب او مقارنة طريقتين مختلفتين لتقدير قيمة مقيس واحد ويتم ذلك باستخدام كل من التباين Variance S(X) وعدد درجات الحرية Degrees of Freedom)V) لكل طريقة على حدة ، ثم استخدام اختبار فيشر لتحديد قيمة F عند مستوى ثقة معين ، وبالمقارنة عنده يمكن تحديد مدى تماثل الطريقتين وكما يلي :

<u>خطوات تنفيذ طريقة فيشر</u>

١- يقوم كل من المختبر المشارك (تحت التقييم) والمختبر المعياري المرجعي بأجراء تجربة القياس على نفس المقيس وفقا لبروتوكول توكيد صحة القياس المبرم بينهما .
٢- يقوم كل مختبر بحساب التباين في القراءات وفقا للمعادلة رقم (٢) الواردة أعلاه .
٣- بفرض ان تباين الطريقة الاولى S_1 وعدد درجات الحرية لها $\mathbf{v_1}$ وكذلك تباين الطريقة الثانية هو S_2 وعدد درجات الحرية لها $\mathbf{v_2}$ ، عندئذ نقوم بتحديد عدد فيشر الفعلي f من العلاقة التالية :

$$f\ (\ v_1\ ,v_2\ ) = \frac{S1^2}{S2^2} \qquad \ldots\ldots(7)$$

٤- عن طريق توزيع فيشر (جدول ٢) وبالاستعانة بنقطة تقاطع محوري $v_1\ , v_2$ في هذا الجدول يمكن تحديد عدد فيشر المثالي F عند مستوى ثقة معين (متفق عليه في البروتوكول) وليكن ٩٥% .

٥- نقارن عدد فيشر الفعلي f بعدد فيشر المثالي F فيصبح لدينا احتمالان :
أ- العدد الفعلي المحسوب f اكبر من العدد المثالي F المحدد من الجدول ٢ اي ان <u>(F < f)</u> عندها تكون الطريقتان غير متماثلتان وليس لهما نفس الدقة .

ب- العدد الفعلي والمحسوب من النتائج f اقل من العدد المثالي المحدد من الجدول F اي ان <u>(f < F)</u> عندها تكون الطريقتان متماثلتان وليس لهما نفس الدقة .

مثال

لتحديد عدد فيشر المثالي F عند درجات الحرية المحددة من الجدول ٢ فمثلا عندما تكون درجات الحرية للطريقتين هي ١٠ وعند مستوى ثقة ٩٥% نجد ان عدد فيشر المثالي هو F=2.97 ، كما يلاحظ ان هذا الاختبار يوصى بتطبيقه حين يكون عدد مرات القياس كبيراً .

جدول (٢)

Degrees of freedom for lesser mean square	Degrees of freedom for greater mean square										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	↓10	11
1	161 4052	200 4999	216 5403	225 5625	230 5764	234 5859	237 5928	239 5981	241 6022	242 6056	243 6082
2	18.51 98.49	19.00 99.01	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.36 99.34	19.37 99.36	19.38 99.38	19.39 99.40	19.40 99.41
3	10.13 34.12	9.55 30.82	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.13
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.27	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.96
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.19	3.44 6.03	3.39 5.91	3.34 5.82	3.31 5.74
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18
10 →	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.83	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.03	2.96 4.69	2.85 4.46	2.77 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.56 3.86
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73
16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.03	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61

الطريقة الثالثة : اختبار الكفاءة الفنية للمختبر (efficiency test) لتحديد مدى امكانية اعتماده في قيمة محددة

تعتمد هذه الطريقة على المختبرات التي ترغب في طلب الاعتماد دولياً أو محلياً عند قيمة مقاسة معينة او المختبر الذي قد تم اعتماده بالفعل مسبقاً ويحتاج الى متابعة له للتأكد من استمرارية تحقيقه لمبدأ الاعتماد ، وتعتبر الطريقة من الطرق البسيطة ولا تتطلب عمليات احصائية معقدة او رسومات بيانية ، والمطلوب فقط معرفة القيمة المقاسة للمختبر الذي يطلب الاعتماد والمختبر المرجعي ، وتتطلب ايضا معرفة قيمة اللاتأكدية الموسع المحسوبة في كل من المختبرين ، ثم استخدام معادلة رياضية يتم بعدها تحديد نجاح المختبر في اختبار الكفاءة من عدمه .

خطوات اجراء اختبار الكفاءة

١- تحدد القيمة المطروحة للقياس بين المختبرين (المراد تقييمه والمرجعي) تحديدا تاماً واضحاً ويشمل الظروف البيئية وعدد مرات القياس ومستوى الثقة المطلوب وطرق القياس والاجهزة المستخدمة وكلما تطابقت هذه البنود في المختبرين كلما كان افضل لتحقيق اختبار الكفاءة .

٢- يتم عمل القياسات في المختبر المرجعي المعتمد وذلك للقيم التي حددت مسبقاً بالبروتوكول حيث يتم تحديد كل من مقدار القيمة المقاسة R واللاتأكدية في قياسها $\pm U_R$.

٣- يقوم المختبر المطلوب عمل اختبار كفاءة له بأجراء القياس عند نفس القيم المحددة مسبقاً بالبروتوكول حيث يتم تعيين مقدار القيمة المقاسة L وقيمة اللاتأكدية في قياسها $\pm U_L$ بنفس وحدات القياس السابقة .

٤- ترسل النتائج كاملة مع جميع المعلومات الخاصة بالطرق المستخدمة في القياس والاجهزة المستخدمة وكيفية تقدير اللاتأكدية وميزانيته عند كل قيمة من القيم المقاسة ، وترسل جميع هذه البيانات الى المقييم لتحليل النتائج ليقوم بتعيين المقدار E_n الذي يحدد اجتياز اختبار الكفاءة من عدمه ويمكن تعيينه من العلاقة :

$$En = \frac{|L-R|}{\left(U_L^2+U_R^2\right)^{0.5}} \qquad \ldots\ldots(8)$$

٥- اذا كانت قيمة E_n المحسوبة من المعادلة (8) هي $1>E_n$ عندها يمكن اعتماد المختبر عند هذه القيمة واذا كانت $1<E_n$ سوف يتطلب استبعاد هذه القيمة المقاسة من جدول اعتماد المختبر واقتراح الاجراء التصحيحي لها .

الطريقة الرابعة : استبعاد النتيجة المتباعدة وغير المتفقة مع نتائج المجموعة

تهدف هذه الطريقة الى استبعاد القراءة الشاذة والمتطرفة او تلك شديدة التباعد عن باقي القراءات المأخوذة لنفس المقيس في نفس الظروف حتى لا تؤثر على دقة التقييم على القراءات السليمة في هذا الفحص .

عند تسجيل عدد كبير من النتائج وعند تكرار التجربة لمقيس واحد في نفس الظروف فقد تظهر نتيجة او اكثر من نتيجة شديدة التباعد عن باقي النتائج ، مما يؤثر سلبا على القيمة المتوسطة المأخوذة لهذه النتائج ، وقد يكون هذا التأثير كبيرا بحيث يخرج القيمة النهائية عن دقتها تماما وكذلك يؤثر على الانحراف المعياري لهذه النتائج ، ولكن يجب التنبيه الى ان استبعاد النتيجة شديدة التباعد عن باقي المجموعة لا يتم هكذا بدون مبررات قوية تدعو الى ذلك ، والمفروض ان يتم هذا الاستبعاد بعد اجراء عملية احصائية معينة يتم بعدها اتخاذ القرار المناسب تجاه هذه النتيجة ، لأننا في هذه الحالة نكون قد تأكدنا بطريقة احصائية من عدم صحة هذه التجربة ، مما يتطلب استبعادها نهائياً من حساباتنا وطريقتنا التالية هي الطريقة الاحصائية المناسبة التي تمكن مقيم النتائج من اتخاذ قراره النهائي بخصوص استبعاد النتائج المتباعدة .

<u>خطوات الطريقة :</u>

١- يتم تسجيل عدد n النتائج على المقيس الواحد وفي نفس ظروف التجربة بحيث لا يكون هناك شك في احدى النتائج المأخوذة .

٢- في حالة كون اصغر النتائج هي النتيجة شديدة التباعد عن باقي المجموعة والمشكوك فيها ، هنا نرتب النتائج ترتيبا تصاعديا من الاصغر الى الاكبر :

$(X_1 < X_2 < X_3 < X_4 , \ldots\ldots < X_n)$

٣- اما في حالة كون اكبر النتائج هي شديدة التباعد عن باقي المجموعة ومشكوك فيها ، هنا نرتب النتائج ترتيبا تنازلياً من الاكبر الى الاصغر $(X_1 > X_2 > X_3 > X_4 , \ldots\ldots > X_n)$

٤- اننا بصدد الاحتمال الاول (اصغر النتائج هي النتيجة شديدة التباعد) وان عدد النتائج المأخوذة يقع بين ٣ الى ٧ قراءات . نحسب قيمة المدى بين المدى بين اصغر قيمة واكبر قيمة و لتكن $X_n - X_1$.

٥- نحسب النسبة بين المقدارين السابقين (r_{10}) كما يلي :

$$r_{10} = (X_2 - X_1) / (X_n - X_1) \qquad \ldots\ldots(9)$$

٦- نقارن بين قيمة r_{10} المحسوبة من العلاقة السابقة وبين قيمتها من الجدول رقم ٣ وعند درجة معنوية 5% (مستوى ثقة 95%) او عند درجة معنوية 1% (مستوى ثقة 99%) فاذا كانت القيمة المحسوبة من العلاقة رقم(9) اكبر من القيمة الموجودة في الجدول رقم (3) فانه من الافضل استبعاد هذه النتيجة لآنها غير صحيحة وسوف تؤثر حتماً على القيمة المتوسطة وكذلك في قيمة الانحراف المعياري لها ، اما اذا كانت اصغر من القيمة الجدولية فليس فيها خطأ ويجب ان تشملها الحسابات الخاصة بالمتوسط والانحراف المعياري.

ملاحظه هامة :

١- في حالة زيادة عدد التجارب عن (٧) فانه من المناسب استخدام علاقات اخرى تقابل هذه الزيادة في عدد النتائج فمثلا :

- عدد التجارب من ٨ الى ١٠ نستخدم العلاقة $r_{11}=(X_2 - X_1)$ / $(X_{n-1} - X_1)$
- عدد التجارب من ١١ الى ١٣ نستخدم العلاقة $r_{21}=(X_3 - X_1)$ / $(X_{n-1} - X_1)$
- عدد التجارب من ١٤ الى ٣٠ نستخدم العلاقة $r_{22}=(X_3 - X_1)$ / $(X_{n-2} - X_1)$

٢- الاساس يتم تحديد استخدام الدرجة المعنوية 5% او الدرجة المعنوية 1% .. لدينا هنا احتمالان:

الاول : احتمال ان يكون من الصعب اجراء المزيد من التجارب على نفس المقيس في نفس ظروف النتائج الاولى ، هنا يكون من الافضل والاكثر حيطة اختيار درجة معنوية 1% اي مستوى ثقة 95% ثم نقارن بما سبق كما في الخطوة رقم (٦).

الثاني : احتمال ان يكون اجراء المزيد من التجارب على نفس المقيس وبنفس الظروف امراً وارداً ، هنا نقوم بالإجراء المتسلسل التالي :

أ - نجري اختبارا عند درجة معنوية 5% ونقارن ، فاذا كانت القيمة المحسوبة اكبر من الجدولية نقوم بأجراء تجربة واحدة او اثنين اضافيتين .

ب- نعيد الحسابات عند العدد الجديد للنتائج ونقارن عند نفس الدرجة المعنوية 5% فان ظلت القيمة المحسوبة اكبر من القيمة الجدولية نكرر المقارنة ولكن عند درجة معنوية 1% .

ج- ان استمرت القيمة المحسوبة لـ r اكبر من الجدولية فانه من الاجدر استبعاد هذه القيمة أخيرا والحكم عليها بأنها غير صحيحة وانها ذات تأثير سلبي على بقية النتائج.

جدول رقم ٣
حساب قيمة r مع عدد التجارب

g	عدد التجارب	p= 5%	p= 1%
$r_{10} = \frac{x_2 - x_1}{x_n - x_i}$	3	0.941	0.988
	4	0.765	0.889
	5	0.642	0.780
	6	0.560	0.698
	7	0.507	0.637
	8	0.554	0.683
$r_{11} = \frac{x_2 - x_1}{x_{n-1} - x_i}$	9	0.512	0.635
	10	0.477	0.597
	11	0.576	0.679
$r_{21} = \frac{x_2 - x_1}{x_{n-1} - x_i}$	12	0.546	0.642
	13	0.521	0.615
	14	0.546	0.641
$r_{22} = \frac{x_3 - x_1}{x_{n-2} - x_i}$	15	0.525	0.616
	16	0.507	0.595
	17	0.490	0.577
	18	0.475	0.561
	19	0.462	0.547
	20	0.450	0.535
	21	0.440	0.524
	22	0.430	0.514
	23	0.421	0.505
	24	0.413	0.497
	25	0.406	0.489

الطريقة الخامسة : X-Bar Chart اسلوب بياني احصائي للحكم على اداء النتائج المأخوذة بأنه تحت السيطرة والتحكم .

الحكم على عملية قياس معينة من حيث كونها تحت التحكم والسيطرة او خارج التحكم والسيطرة وهو يشابه الى مدى كبير اختبار ما يعرف بـ (مدى الاستقرارية) لنتيجة قياس معين ومن امثلة تطبيق هذه الطريقة معايرة جهاز مرجعي او قيمة معيارية تتم دوريا خلال مدى عريض من الزمن قد تصل الى عام كامل ، كذلك يمكن تطبيقها على نتيجة متوسطة متمثلة من عدد كبير من النتائج بحيث يتكرر اخذ القيمة المتوسطة عدة مرات خلال فترة زمنية طويلة .

اول ظهور لهذا الاسلوب البياني الاحصائي كان عام ١٩٢٠ ليخدم قطاعات الصناعة خاصة في موضوعات ضبط ومراقبة الجودة غير انها حتى الان لم تعد بها كعنصر اساسي من عناصر طرق توكيد برامج القياس المختلفة حيث تتميز هذه الطرق بمميزات عديدة واهمها :

١- تكشف وتظهر هذه الطريقة التغييرات التي تحدث في اداء عملية القياس نتيجة الاخطاء اللاعشوائية ، بمعنى أنها تصلح لكشف التأثيرات التي تمثل الرتبة B من ميزانية حسابات اللاتأكدية في القياسات .. أي أنها مكملة للطريقة الاولى المختصة فقط بالأخطاء العشوائية ، غير أن طريقة الـ X - Bar Chart لا تكشف و لا تتعامل مع تلك الأخطاء النظامية التي تظل ثابتة (Systematic errors or uncompensated effects) مثل القيمة غير المصححة لقراءة الجهاز المرجعي بالمختبر أو الأخطاء غير المتوقعة الحدوث لحسابات برامج الـ Software المستخدمة في المعايرة الأتوماتيكية وما شابه ذلك .

٢- بسهولة شديدة يمكن الحكم على القراءات التي تكون خارج حدود مخططات هذه الطريقة بأنها نتائج خارج نطاق التحكم و السيطرة أو بأنها مرفوضة في الوقت الحالي لعملية القياس .

٣- البيانات التي نحصل عليها من خرائط ومخططات التحكم هذه يمكن الاستعانة بها بشكل أساسي لحسابات اللاتأكدية الكلي في القيمة المقاسة.

<u>خطوات تطبيق الطريقة</u>

١- نتائج مجتمعة لقيمة معيارية معينة خلال فترات زمنية طويلة .

٢- يجب تحديد عدد أولي من هذه النتائج لبدء تطبيق الطريقة عليه وهذا العدد يكون من ٤ الى ٢٤ قراءة متتالية على الاقل .

٣- نحسب كلا من المتوسط الحسابي للنتائج وكذلك الانحراف المعياري .

٤- نرسم القراءات كدالة مع الزمن ، ونحدد القيمة المتوسطة وقيم الحدود العليا والسفلى لمخطط العلاقةUCL وLCL .

٥- نقوم الآن بأسقاط جميع النتائج داخل المخطط فاذا وقعت جميع النتائج بين الحدين LCL UCL فهذا يعني أن عملية القياس تحت السيطرة والتحكم والا فلا تكون هناك سيطرة على عملية القياس .

الطريقة السادسة :مخططات التحكم control chart

طريقة إحصائية بيانية مستخدمة من سنوات عديدة وعلى نطاق واسع في الصناعة في فعاليات ضبط توكيد صحة القياس وهي اجمالا أسلوب تخطيطي للحكم على أداء عمليات القياس اذا كان هذا الأداء في حالة التحكم والسيطرة احصائيا من عدمه كما انها تفيد في حالات مقارنة التغيرات الحادثة في قيمة معيارية بحدود التحكم المسموح بها لهذه القيمة فالدور الرئيسي لهذه المخططات هو حساب تلك الحدود التي يجب ان تقع خلالها قيمة قياسية معينة حتى نحكم عليها انها في حالة الاستقرار الاحصائي و ان التغيرات التي يمكن ان تحدث بها في نطاق الموافقة و القبول .

- تشمل خرائط الضبط و التحكم هذه ثلاث مخططات رئيسية :

أ- Control tendency و هو مخطط لقياس مدى ميول النتائج الناتجة للتوافق مع القيمة المركزية لهذه النتائج وقد وجد ان افضل تمثيل للقيمة المركزية هو المتوسط الحسابي لمجموعة النتائج ، بمعنى اخر فان هذا المخطط يبين هل نزعة النتائج للاقتراب من القيمة المتوسطة و التوافق معها نزعة إيجابية بحيث تقع جميعها داخل حدود معينة مسموح بها ام نزعة سلبية تجعل بعض النتائج خارج هذه الحدود.

ب- Spread for Ranges وهو مخطط لقياس وبيان مسلك انتشار هذه النتائج من جهة مدى القراءات .

ت- Spread for standard of deviations وهو مخطط قياس وبيان مسلك انتشار هذه النتائج من جهة الانحراف المعياري ويجدر بالذكر ان لكل مخطط من المخططات السابقة حدود تعرف بحدود مخططات التحكم او :- control chart limits وانه من السهولة حساب هذه الحدود باستخدام معادلات رياضية .

الطريقة السابعة : المقارنة المباشرة للنتائج مع عدة مختبرات احداهما مرجعي (Direct Comparison)

اجراء مقارنة سريعة وبسيطة لنتائج المختبرات المشتركة في حلقة قياس مغلقة حول قيمة معيارية معينة بحيث تشمل هذه المقارنة السريعة مقارنة كل من القيم المتوسطة للنتائج وكذلك اللاتأكدية الموسع المصاحب لهذه القيمة المتوسطة وذلك من خلال مخطط بياني بسيط كما سيتضح لاحقاً .

خطوات تطبيق الطريقة

١- الحالة الاولى : عدم وجود مختبر مرجعي محوري تستند اليه نتائج المختبرات المشتركة في هذه الحالة يجدر ان تكون المختبرات المشاركة مختبرات متقاربة في مستوى الدقة وكذلك في مستوى الامكانيات من جهة الانظمة واجهزة القياس المستخدمة و العنصر البشري المؤهل جيدا وذلك لان اخلال اي مختبر منها بهذه المتطلبات من شأنه ان يؤثر بشكل كبير على النتائج النهائية للمقارنات حيث تعتمد الطريقة اساسا على المتوسط الحسابي لقراءات مجموعة هذه المختبرات مجتمعة ، ويمكن تلخيص الخطوات كما يلي :

- يتم اختيار كمية معيارية معينة يمكن تداولها بين المختبرات المشاركة بحيث تصبح عنصرا يتم قياسه من خلال المختبرات المشاركة كل على حدة من خلال بروتوكول معين يتم الاتفاق على بنوده مسبقاً مع الجهة المنظمة.
- يتم تجميع النتائج التي سجلت في هذه المختبرات بواسطة تحليلها وكذلك إمدادها بمقدار اللاتأكدية المحسوبة (لا تاكدية القياس الممتدة uncertainty expanding U) المصاحب لهذه النتائج .
- يتم حساب المتوسط الحسابي الكلي للنتائج المجمعة من كل المختبرات المشاركة حيث يمثل هذا المتوسط الحسابي القيمة المعيارية الصحيحة التي تقارن بها قراءات المختبرات المشاركة .
- يتم حساب فروق انحرافات نتائج المختبرات المشاركة عن قيمة المتوسط الحسابي ، الكلي المحسوب في الخطوة السابقة حيث تمثل هذه الفروق الخطأ في قراءة المختبر وتبين مدى ابتعاد نتيجة المختبر عن القيمة المعيارية الصحيحة فلاحظ ان الفرق يتعين من العلاقة التالية :

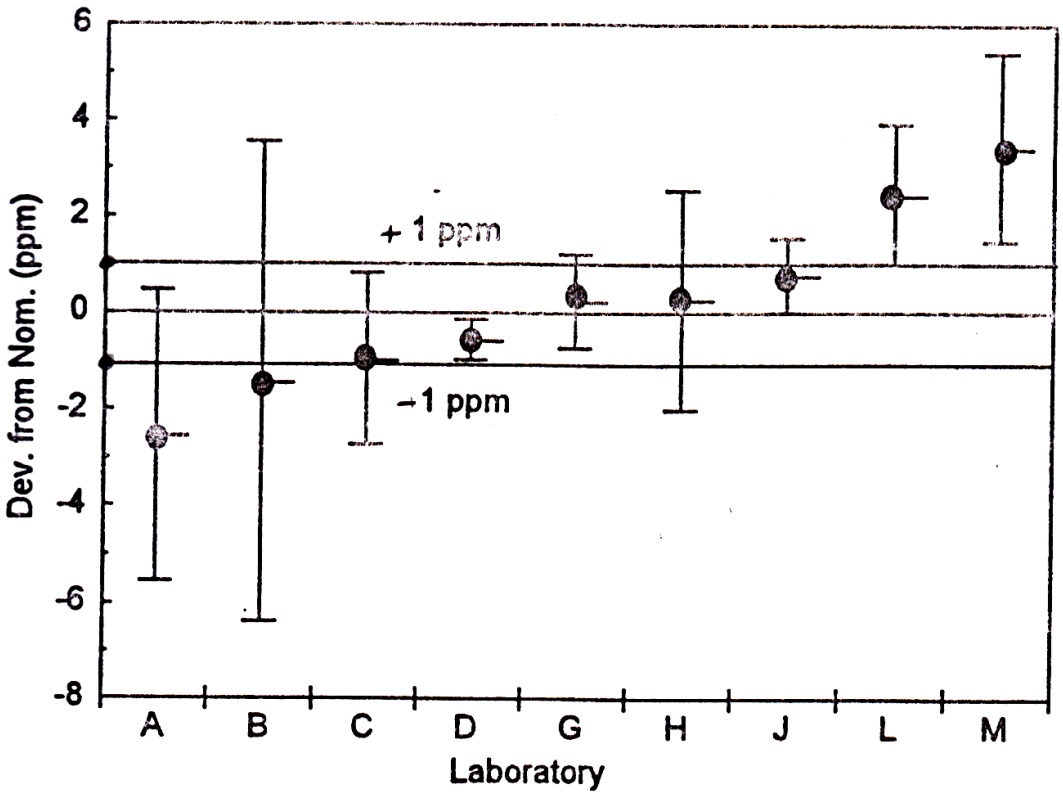
قيمة الفرق = المتوسط الحسابي الكلي – نتيجة المختبر

- يتم تمثيل نتائج القياس بيانياً بحيث يمثل المحور السيني مجموعة المختبرات المشاركة ، بينما يمثل المحور الصادي الفروق والانحرافات التي تم تعيينها في الخطوة السابقة مع ملاحظة ان موضع الصفر على المحور الصادي يمثل الموضع المثالي لقراءة المختبر حيث يمثل انحرافاً مقداره صفراً بين قراءة المختبر والمتوسط الحسابي الكلي الذي يمثل القيمة المعيارية الصحيحة للكمية المقاسة .

- يتم حساب ما يعرف بخط او شريط الخطأ (Error Bar) لكل مختبر وهو عبارة عن قيمة الانحراف في نتيجة المختبر مضاف اليه أو مطروحاً منه مقدار اللاتأكدية المصاحب لهذه النتيجة اي (Δ Eobs. ±U)
- نضيف شريط الخطأ هذا الى المخطط البياني في شكل خطوط رأسية بحيث يقع الانحراف في مركزه ويمتد من اعلاه واسفله بحدي اللاتأكدية المضافة الى قيمة الانحراف (مخطط بياني شكل ٣) .
- يتم مقارنة نتائج المختبرات بالخط الصفري الذي يمثل القيمة المرجعية الصحيحة فكلما قلت المسافة بين نتيجة المختبر وهذا الخط يدل ذلك على دقة القياس لهذا المختبر والعكس صحيح ، كما ان قصر شريط الخطأ يدل على كفاءة نظام القياس المتبع والأجهزة المستخدمة في هذا المختبر حيث يعني ذلك صغر ميزانية اللاتأكدية في القياسات .

مخطط رقم (١)

تمثيل نتائج القياس بيانياً



ملاحظة : في معظم الاحوال يضاف الى المخطط البياني السابق خطين يمثلان الحدود العليا والدنيا التي يجب ان لا يتعداها شريط الخطأ لكل مختبر مشارك ويتم اختيار هذه الحدود تبعا لمواصفة قياسية معينه او اتفاقا مع المختبرات المشاركة حسب دقة القياس المطلوبة لهذه الكمية المقاسة ، فمثلا في المخطط البياني السابق هناك حدود (1ppm+، 1ppm-) يجب ان لا تتعداها أشرطة الخطأ للمختبرات المشاركة .

٢- الحالة الثانية : وجود مختبر معياري محوري تستند اليه المختبرات المشاركة لا تختلف هذه الحالة كثيراً عن الحالة السابقة الا في أمرين :

أ- طريقة حساب الخط الصفري المحوري الذي ستقارن به بقية النتائج ، في هذه الحالة يتم تعيين القيمة المعيارية الموضوعة تحت الاختبار بالمختبر المعياري المحوري (Pivot Lab.) مرتين احدهما في بداية حلقة القياس المغلقة والاخرى في نهاية الحلقة بعد انتهاء القياس بالمختبرات الاخرى المشاركة ، ثم يحسب المتوسط الحسابي لنتيجتي المختبر المعياري المحوري ويتخذ هذا المتوسط كقيمة معيارية صحيحة تحسب منها فروق وانحرافات قياسات المختبرات الاخرى وهكذا مع بقية التسلسلات الواردة في الحالة الاولى.

ب- طريقة حساب حدي المواصفات القياسية الاعلى والادنى المطلوب انحصار جميع القياسات بينهما ، في هذه الحالة يتم استخدام المقدارين ($\pm 2\sigma$) لتمثيل الحدين المطلوبين حيث σ هي قيمة الانحراف المعياري لنتائج المختبر المعياري المرجعي ويتم تعيينها باستخدام العلاقة رقم ٣ السابقة (في بعض التطبيقات يتم استخدام الحدين $\pm 1\sigma$) ثم يتم اسقاط الحدين بعدها على المخطط البياني واجراء التحليل والمقارنات البينية اللازمة بين النتائج كما سبق .

الجانب العملي

١- نموذج عملي للتحقق من عملية التجانس :

تم الحصول على الاعتماد فيما يخص نمذجة السمنت من قبل هيئة الاعتماد العراقية وذلك بعد مطابقة الاجراء حيث تحدد متطلبات المواصفة الخاصة بنمذجة السمنت المواصفة الاوربية BS/EN 196-7 : حاليا دليل طرق اخذ وتهيئة نماذج السمنت رقم ٢٠١٨/١٣٥٣ الية للتحقق من الوقت الخاص بمجانسة السمنت وتم التحقق من كفاءة التجانس وذلك بأخذ كميتان متساويتان تقريبا من نوعين من السمنت مختلفان في الخواص الفيزيائية والكيميائية و يخلط النموذجان بوقت محدد ويأخذ ١٥ نموذج صغير وفي حالة حصول نتائج غير مرضية تؤخذ الخطوات المناسبة للوصول الى التجانس ومنها زيادة مدة الخلط ، وهذا ما تم العمل به حيث كان الوقت في التجربة الاولى ٣ دقائق والنتائج متباعدة وتم اعادة التجربة بزيادة مدة الخلط .

رقم التجربة ١

المواصفة المستخدمة : دليل طرق اخذ وتهيئة نماذج السمنت رقم ١٣٥٣

تم اعداد ١٥ نموذج من خلط مادتين مختلفة من السمنت (سمنت عادي + سمنت مقاوم) لمدة ٣ دقائق وتم نمذجتها الى ١٥ عينه لفحص النعومة وكانت النتائج كما يلي :

نتائج فحص النعومة تجربة (١)

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
٢٢٠	٢٧٠	٢٥٠	٤٣٠	٥٢٠	٦٨٠	٦٣٠	٣١٢	٢٧٠	٥٦٠	٤٨٠	٤٦٠	٣٤٠	٣٨٠	٢١٠

وكان قرار التقييم غير مقبول وذلك لتباعد النتائج :

جدول تقييم تجربة (١)

رمز النموذج الاول	**110 - سمنت مقاوم**	**الوزن/ غم**	**١٥٠٠ غم**
رمز النموذج الثاني	**109- سمنت عادي**	**الوزن/ غم**	**١٥٠٠ غم**
الطريقة المستخدمة للخلط	يدويا	زمن الخلط /دقيقة	٣ دقائق
الفحص المستخدم للتحقق	فحص النعومة	اسم القائم بالمجانسة	اسم الفاحص
المختبر	الفيزياوي	عدد العينات المأخوذة بعد المجانسة	١٥ عينة
مقارنة نتائج الفحص	متباعدة	قرار القبول	غير مقبول

رقم التجربة ٢

المواصفة المستخدمة : دليل طرق اخذ وتهيئة نماذج السمنت رقم ١٣٥٣

تمت اعادة التجربة بزيادة الوقت لخلط المادتين المختلفتين من السمنت (سمنت عادي + سمنت مقاوم) لمدة ٧ دقائق وتم نمذجتها الى ١٥ عينه لفحص النعومة وكانت النتائج كما يلي :

نتائج فحص النعومة تجربة (٢)

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
٤٥٧	٤٥٦	٣٩٩	٣٩٧	٣٩٠	٤٢٠	٤١٠	٣٩٠	٤١٥	٤٢٠	٣٨٠	٣٩٠	٣٩٥	٣٨٥	٣٨٨

وكان قرار التقييم مقبول وذلك لتقارب النتائج :

جدول تقييم تجربة (٢)

رمز النموذج الاول	**110- سمنت مقاوم**	**الوزن/ غم**	**١٥٠٠ غم**
رمز النموذج الثاني	**109- سمنت عادي**	**الوزن/ غم**	**١٥٠٠ غم**
الطريقة المستخدمة للخلط	يدويا	زمن الخلط /دقيقة	٧ دقائق
الفحص المستخدم للتحقق	فحص النعومة	اسم القائم بالمجانسة	اسم الفاحص
المختبر	الفيزياوي الاول	عدد العينات المأخوذة بعد المجانسة	١٥ عينة
مقارنة نتائج الفحص	متقاربة	قرار القبول	مقبول

الاستنتاجات

تم اعتماد الوقت ٧ دقائق وهو الوقت الذي كانت عنده النتائج متقاربة حيث تم تدريب الفاحصين على الالتزام بالألية لضمان التأكد من مجانسة السمنت وقد وضعت خطة للتدريب واختبار الفاحصين لاستكمال اجراءات التخويل .

٢- نموذج عملي باستخدام تحليل فيشر (F-TEST)

تحدد المواصفة القياسية العراقية المعتمدة الخاصة بالطابوق سمك محدد للخشب المستخدم في اجراء فحص تحمل الضغط للطابوق وللمقارنة بين النتائج باستخدام اسماك مختلفة للخشب تم اجراء عملية الفحص بين ثلاث انواع من اسماك الخشب لاستخدامه في فحص نفس النوع والصنف من الطابوق وكانت النتائج كالاتي :

أ- نتائج فحص قوة تحمل الضغط للطابوق باستخدام الواح خشب سمك (2.5) مم

سمك ٢,٥ مم	F	L	W	A	F/A
1	346000	244.7	116.1	28409.67	12.17895
2	460000	243.6	117.1	28525.56	16.12589
3	340000	249.7	118.9	29689.33	11.45193
4	358000	246.9	117.1	28911.99	12.38241
5	375000	244.6	115.7	28300.22	13.25078
6	340000	243.7	116	28269.2	12.02722
7	330000	244	114.6	27962.4	11.80156
8	435000	244.5	115.6	28264.2	15.39049
9	383000	246.8	115.8	28579.44	13.40124
10	398000	243.3	116.4	28320.12	14.05361
x	376500				13.20641
б					1.57156

ب- نتائج فحص قوة تحمل الضغط للطابوق باستخدام الواح خشب سمك (3.5) مم

سمك٣,٥مم	F	L	W	A	F/A
1	394000	245.3	117.2	28749.16	13.70475
2	381000	244.5	115.3	28190.85	13.51502
3	380000	245.5	115.3	28306.15	13.42464
4	380000	244.5	117.6	28753.2	13.21592
5	288000	247	115.4	28503.8	10.10392
6	310000	246.1	115.7	28473.77	10.88721
7	359000	240.2	116.7	28031.34	12.80709
8	319000	241.2	116.4	28075.68	11.36215
9	359000	243.3	116.9	28441.77	12.62228
10	445000	243.1	115.8	28150.98	15.80762
x	369357.1				12.74506
б					1.63079

ج- نتائج فحص قوة تحمل الضغط للطابوق باستخدام الواح خشب سمك (٣) مم

سمك٣مم	F	L	W	A	F/A
1	394000	245.3	116.2	28503.86	13.82269
2	340000	244.2	117.1	28595.82	11.88985
3	455000	246.1	117.8	28990.58	15.69475
4	334000	244.6	115.4	28226.84	11.83271
5	343000	243.6	116.4	28355.04	12.09661
6	310000	245.4	115.9	28441.86	10.89943
7	385000	246.9	115.8	28591.02	13.46577
8	310000	247.4	117.3	29020.02	10.68228
9	318000	245.6	117.8	28931.68	10.99141
10	356000	245.9	115.7	28450.63	12.5129
X	354500				12.38884
б					1.559463

حيث ان :

F	قراءة الجهاز N
L	طول الطابوقة (مم)
W	عرض الطابوقة (مم)
A	المساحة المعرضة للحمل (مم^2)
F/A	قوة تحمل الضغط N/mm^2
б	الانحراف المعياري

التحليل الاحصائي للنتائج

تم استخدام الاسلوب الاحصائي فيشر في المقارنة بين الحالات باستخدام العلاقة التالية :

$$f\ (\ v_1\ ,v_2\ )=\frac{S1^2}{S2^2}$$

حيث ان :

S_1 **الانحراف المعياري للحالة الاولى**

S_2 **الانحراف المعياري للحالة الثانية**

- حيث بلغت قيمة f عند مقارنة الانحراف المعياري لتحمل انضغاط الطابوق باستخدام الواح خشب سمك (٣) مم مع الواح خشب سمك (2.5) مم

$f= (1.571)^2 / (1.559)^2 =1.015$

- قيمة f عند مقارنة الانحراف المعياري لتحمل انضغاط الطابوق باستخدام الواح خشب سمك (٣)مم مع الواح خشب سمك (3.5)مم

$f = (1.630)^2/ (1.559)^2= 1.09$

- قيمة f عند مقارنة الانحراف المعياري لتحمل انضغاط الطابوق باستخدام الواح خشب سمك (2.5)مم مع الواح خشب سمك (3.5)مم

$f = (1.630)^2/ (1.571)^2= 1.07$

الاستنتاجات

وبالرجوع الى توزيع فيشر واستخراج قيمة F المثالية عند مستوى ثقة ٩٥% حيث ان F=3.18 وبمقارنة عدد فيشر الفعلي f بعدد فيشر المثالي F تبين ان

f<F وهذا يعني ان الطريقتان متماثلتين ولهما نفس الدقة

وبهذه الطريقة يكون المختبر قد استخدم الاسلوب الاحصائي الذي يسهل عمله بالإمكانيات المتوفرة وللحيلولة دون ايقافه عن العمل بسبب عدم توفر سمك تحدده المواصفة المعتمدة في الاسواق المحلية.

٣- نموذج عملي لاستخدام اسلوب المقارنة البينية

أ- تم اجراء فحص معاير الكسر في المختبرات المشاركة وفق المواصفة المعتمدة الخاصة بالكاشي السيراميك متطلب انشائي رقم ٨ (ISO13006) وطريقة الفحص الخاصة بمعاير الكسر وبواقع ستة مجاميع حيث كانت النتائج كالتالي :

ت	رمز المختبر المختبر	معاير الكسر N/mm^2 Average	MAD	z	z'
1	م١	23.6	7.9	0.9397	-0.84
٢	م٢	22.1	9.4	1.1181	-1.00
٣	م٣	31.57	0.07	-0.0085	0.01
٤	م٤	31.43	0.07	0.0085	-0.01
٥	م٥	40.41	8.91	-1.0603	0.94
٦	م٦	44.79	13.29	-1.5809	1.41
	assigned value	31.5			
	MADe	8.41			

assigned value	MADe	0.3 ϭ
31.5	8.41	2.522186
Uc	4.2903	

ت- تم اجراء فحص مقاومة الانضغاط للطابوق في المختبرات المشاركة وفق المواصفة المعتمدة الخاصة بطريقة الفحص رقم ٢٤ و بواقع ستة مجاميع حيث كانت النتائج كالتالي :

ت	رمز المختبر المختبر	مقاومة الانضغاط N/mm^2 Average	MAD	z	z'
1	م١	20.8	3.6335	0.9087	-0.81
٢	م٢	20.07	4.3635	1.0913	-0.97
٣	م٣	29.08	4.65	-1.1623	1.04
٤	م٤	21.14	3.30	0.8244	-0.73
٥	م٥	36.70	12.27	-3.0678	2.73
٦	م٦	27.73	3.30	-0.8244	0.73
	assigned value	24.4335			
	MADe	4.00			

assigned value	MADe	0.3 б
24.4335	4	1.19955
Uc	2.0405	

التحليل الاحصائي للنتائج :

١- تم احتساب قيمة المعدل لـ (معاير الكسر N/mm^2) لكون المعدل يعبر عن القيمة الاقل تشتت ويمثل مجموعة نتائج الفحص .
٢- تم تحديد قيمة الوسيط (median value) لمعدلات نتائج النماذج الستة واعتمادها كقيمة مرجعيه (assigned value)
٣- تم احتساب الانحراف المعياري معبرا عنة بقيم (MAD) لتحديد مدى تقارب او ابتعاد القيم المحسوبة في (١) من القيمة المرجعية .
٤- تم احتساب MADeوذلك عن طريق استخراج قيمة الوسيط median للانحرافات المحسوبة في ٣ .
٥- تم حساب قيمة z-score وهي المعيار المعتمد في تقييم النتائج النهائية .
٦- لتقييم نتائج المختبرات المشاركة يجب ان تقارن مع قيمة قياسية يتم تحديدها كمعيار للقبول او الرفض ، حيث يتم حسابها من المعادلة التالية :

$$Z=(X-\chi)/б$$

الاستنتاجات

يتم تقييم النتائج وفق متطلبات المواصفة الدولية الخاصة بتقييم المطابقة - المتطلبات العامة لاختبار الكفاءة ISO١٧٠٤٣

والتي تحدد التالي :

- $|z| \geq ٢،٠$ تشير إلى أداء " مقبول" ولا ينتج أية إشارة.
- $٢،٠ < |z| < ٣،٠$ تشير إلى أداء " مشكوك فيه " وينتج إشارة تنبيه.
- $|z| \leq ٣،٠$ تشير إلى أداء " غير مقبول " وينتج إشارة فعل.

- تقييم النتائج بالتجربة (أ) نلاحظ ان جميع النتائج لفحص الكاشي السيراميك هي ضمن حدود القبول وذلك لكونها اقل من (٢) رغم التباين في نتائج الفحوصات بين المختبرات المشاركة .

- تقييم النتائج بالتجربة (ب) نلاحظ نتائج الفحص للطابوق الطيني في المختبر رقم ٥ غير مقبول وذلك لكون النتيجة لـZ اكبر من (٢) والحالة تتعدى اشعار التنبيه وذلك لكونها اكبر من (٣) ايضاً .

4- نموذج عملي للمشاركة في اختبار الكفاءة

تمت المشاركة باختبار الكفاءة الذي نظمته وزارة التخطيط الهيأة العراقية للاعتماد لفحص المكعبات الخرسانية وبواقع ١٤ مختبر.

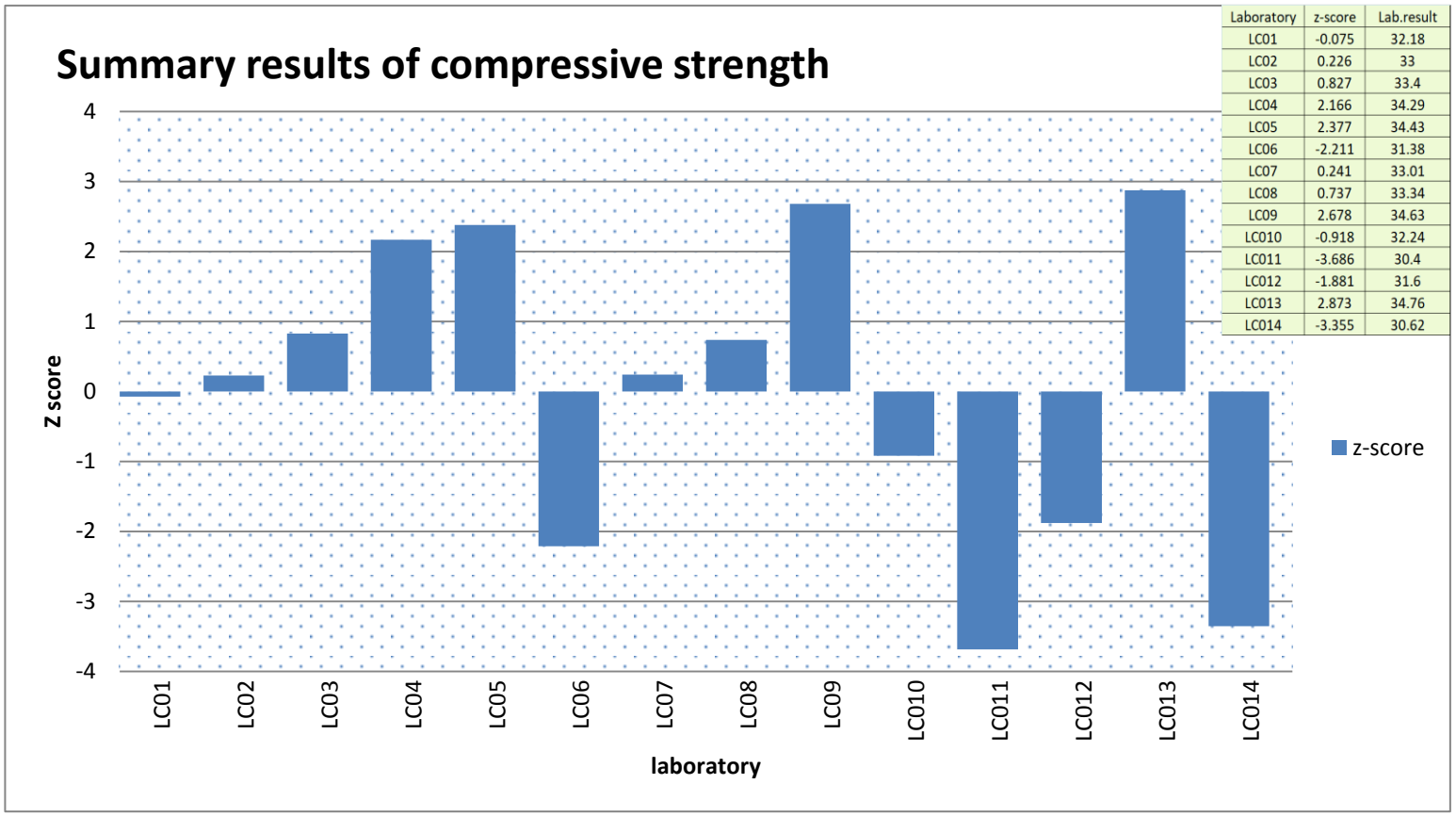
التحليل الاحصائي للنتائج :

Laboratory test result , Z score and tolerance limits

No.	Sample name	Lab.code	Measurement description	Lab result	Z score	lower tol. limit	Upper tol.limit
1	CONCRETE	LC01	Compressive strength	32.18	-0.075	31.52	34.18
2	CONCRETE	LC02	Compressive strength	33	0.226	31.52	34.18
3	CONCRETE	LC03	Compressive strength	33.4	0.827	31.52	34.18
4	CONCRETE	LC04	Compressive strength	34.29	2.166	31.52	34.18
5	CONCRETE	LC05	Compressive strength	34.43	2.377	31.52	34.18
6	CONCRETE	LC06	Compressive strength	31.38	-2.211	31.52	34.18
7	CONCRETE	LC07	Compressive strength	33.01	0.241	31.52	34.18
8	CONCRETE	LC08	Compressive strength	33.34	0.737	31.52	34.18
9	CONCRETE	LC09	Compressive strength	34.63	2.678	31.52	34.18
10	CONCRETE	LC010	Compressive strength	32.24	-0.918	31.52	34.18
11	CONCRETE	LC011	Compressive strength	30.4	-3.686	31.52	34.18
12	CONCRETE	LC012	Compressive strength	31.6	-1.881	31.52	34.18
13	CONCRETE	LC013	Compressive strength	34.76	2.873	31.52	34.18
14	CONCRETE	LC014	Compressive strength	30.62	-3.355	31.52	34.18

مخطط رقم (٢)

المخطط البياني للنتائج :



Laboratory	z-score	Lab.result
LC01	-0.075	32.18
LC02	0.226	33
LC03	0.827	33.4
LC04	2.166	34.29
LC05	2.377	34.43
LC06	-2.211	31.38
LC07	0.241	33.01
LC08	0.737	33.34
LC09	2.678	34.63
LC010	-0.918	32.24
LC011	-3.686	30.4
LC012	-1.881	31.6
LC013	2.873	34.76
LC014	-3.355	30.62

الاستنتاجات

بعد اجراء الرسم البياني للجداول وتحديدها من خلال المخطط البياني نجد من السهولة تحديد المختبرات المنحرفة عن الحدود المطلوبة للقبول ، حيث نلاحظ ان ما يلي :

- النتائج التي تكون فيها قيمة $|z| \geq ٢،٠$ فهي تمثل النتائج المقبولة ومختبراتها ذات موثوقية وعددها ٧ مختبرات من ١٤ مختبر مشارك.
- بالنسبة لبقية المختبرات بعضها نتائجها تقع بين $٢،٠ < |z| > ٣،٠$ وهذه تمثل المختبرات الحرجة وهي ٥ مختبرات .
- اما بقية المختبرات التي قيمة $|z| \leq ٣،٠$ فهذه غير مقبولة وعددها مختبرين .

الاستنتاجات

١- طرق واساليب النمذجة تكون فق مواصفة المنتج المعتمدة فبالنسبة للسمنت تم اعتماد الوقت ٧ دقائق وهو الوقت الذي كانت عنده النتائج متقاربة وتدريب الفاحصين على الالتزام بالألية لضمان التأكد من مجانسة السمنت .

٢- يستخدم الاسلوب الاحصائي فيشر للمقارنة بين حالتين ويبين فيما اذا كانتا متقاربتان بالنتائج اي ان في حالة **f<F** وهذا يعني ان الطريقتان متماثلتين ولهما نفس الدقة وحسب مستوى الثقة المحدد .

٣- في حالة اجراء فحص الكفاءة يكون التقييم وفق متطلبات المواصفة الدولية الخاصة بتقييم المطابقة ـ المتطلبات العامة لاختبار الكفاءة ISO ١٧٠٤٣

والتي تحدد التالي :

- $|z| \geq ٢,٠$ تشير إلى أداء " مقبول"
- $٢,٠ < |z| < ٣,٠$ تشير إلى أداء " مشكوك فيه "
- $|z| \leq ٣,٠$ تشير إلى أداء " غير مقبول "

٤- في حالة تعذر المشاركة في اختبارات الكفاءة نلجأ الى المقارنة البينية بين المختبرات وذلك لبيان امكانية المخبر في اجتياز اختبارات الكفاءة مستقبلاً.

٥- في حالة السمنت يمكن استخدام السمنت القياسي المعلوم النتائج ومقارنة نتائج المختبر مع نتائج السمنت القياسي المدرجة في الشهادة المرفقة وهو احد الاساليب المستخدمة لضبط جودة نتائج الفحوص للمختبرات ،

التوصيات

١- اجراء اختبار الكفاءة وإرشادات بشأن الطرق الإحصائية المناسبة واستخدام برامج اختبار المهارة من قبل المختبرات وهيئات الاعتماد والهيئات التنظيمية والأطراف المعنية الأخرى .

٢- تحديد المشاكل التي تترتب على نتائج التقييم وذلك باستخدام اهم الطرق المستخدمة في تحليل وتقييم نتائج الفحوص واستبعاد حالة شذوذ بعض القراءات باستخدام الاسلوب الاحصائي المناسب الذي يجيز ذلك ويكون بمثابة دعم للمقيم.

٣- المشاركة في المقارنات البينية والمشاركة في اختبارات الكفاءة للمختبرات وتوكيد ضبط الجودة للوصول الى موثوقية عالية في نتائج الفحوص المختبرية للحصول على اعتماد مختبرات دائرة السيطرة النوعية وتوسيع مجال الاعتماد للمختبرات المعتمدة .

٤- مدخل للفاحص في تعيين القيمة (أو القيم) المتطرفة (الشاذة) ضمن نتائج الفحص وكيفية استبعادها وبالأخص بعد تحديث المواصفة الدولية ISO17025:2017 التي تلزم المختبر بالمشاركة في قاعدة القرار.

٥- تطبيق اهم الطرق الاحصائية المستخدمة في تحليل وتقييم نتائج الفحوص .

٦- التعرف والاستعانة بتطبيقات المواصفة الدولية الخاصة بالأساليب الإحصائية المستخدمة في اختبارات الكفاءة الفنية والمقارنات البينية بين المختبرات ISO_13528:2005 .

٧- تأكيد جودة نتائج الاختبار لكونها من المعايير الاساسية في متطلبات المواصفة الدولية ISO / IEC 17025 لمراقبة صلاحية الاختبارات والفحوصات المنفذة وتطبيق الاساليب الاحصائية لمراجعة النتائج .

المصادر

المصادر العربية

١- دليل طرق اخذ وتهيئة نماذج السمنت رقم ١٣٥٣سنة ٢٠١٩ (صفحة ٥)
٢- المعجم الدولي للمترولوجيا (المفاهيم الاساسية والعامة والمصطلحات المتعلقة بها) / الطبعة الثالثة ٢٠١٢ / مجلس ابو ظبي للجوده والمطابقة / ترجمة م.اسامه احمد ملحم (الصفحات ٨٥،٤٩،٤٨) .
٣- المواصفة الدولية ISO\IEC 17025:2017 (المتطلبات العامة لأهلية مختبرات الفحص و/و المعايرة) (النسخة المترجمة).
٤- ملزمة تقدير لا تأكدية القياس في مختبرات المعايرة والفحص / وزارة التخطيط الهيأة العراقية للاعتماد.

المصادر الاجنبية

1- ISO17043 Conformity assessment — General requirements for proficiency testing

2- ISO_13528:2005
Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons

3- United Kingdom accreditation service, M3003, "the expression of uncertainty and confidence in measurement" 2nd, January 2007.

4- Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.