

1- The core test results on concrete columns are shown below. Find the average and characteristic strength of the tested concrete. Calculate according to ECP

§ "Estimated Actual concrete strength *or* Equivalent concrete strength *or* المقاومة الفعلية التقديرية".

§ "Estimated standard concrete strength".

§ If the required F_c is 250 kg/cm^2 , will you accept the concrete?

§ Comment on the results. (Calculate average, standard deviation, and coefficient of variation.

§ Evaluate concrete uniformity.

Point	Core length, cm	Diameter, cm	Load, ton	Direction
1	12.8	9.7	11.8	Horizontal
2	15.1	9.7	10.9	Horizontal
3	13.3	9.7	12.3	Horizontal
4	10.6	9.7	14.5	Vertical
5	10.9	9.7	15.3	Vertical

Note that:

a- Core No. 1 has reinforcement bar $\varnothing 10 \text{ mm}$, distance 50 mm from the upper face of the sample.

b- Core No. 3 has two steel bars $\varnothing 10 \text{ mm}$, 40 mm from upper face and $\varnothing 16 \text{ mm}$, 68 mm from upper face.

2- Calculate the average and standard deviation of the following Schmidt hammer test results. Apply ECP and ASTM C805 recommendations in dealing with the results. Calculate the average and standard deviation and comment on the results. Comment on concrete uniformity.

المتوسط	مقاومة الارتداد المقاسه	رقم النقطة
---	٤٩-٥٠-٤٦-٣٨-٤٠-٣٤-٤٢-٤٢-٣٧-٤٦-٥٢-٣٨	١
---	٣٩-٣٦-٣٤-٣٦-٤٢-٣٤-٣٨-٣٤-٣٧-٣٤-٣٧-٣٤	٢
---	٣٧-٣٩-٣٦-٣٦-٣٧-٣٧-٣٧-٣٦-٣٦-٤٦-٣٨-٣٨	٣
---	٣٦-٣٤-٤٨-٢٩-٣٤-٣٤-٣٢-٣٤-٣٢-٣٢-٤١-٤١-٣٤	٤

---	٣٤-٣٥-٣٥-٣٥-٣٤-٣٨-٤٠-٤٠-٣٤-٣٩-٣٤	٥
---	٤٥-٤٢-٤٥-٣٨-٣٨-٤٥-٤٢-٤٦-٤٢-٤٣-٣٨-٤٨-٤٠	٦
---	٣٤-٣٠-٣٤-٣٠-٣٠-٣٤-٣٤-٣٤-٣٩-٣٢-٣٠-٣٦-٣٤	٧
---	٤١-٤٠-٣٦-٣٨-٣٨-٣٤-٣٦-٤٠-٣٨-٣٦-٤٤-٣٨	٨
---	٣٥-٣٣-٣٦-٣٢-٣٢-٣٤-٣٥-٣٨-٣٥-٣٨-٣٠-٣٦	٩
---	٤١-٣٨-٣٦-٣٨-٣٨-٣٨-٣٧-٤٠-٤٤-٣٨-٣٨-٤٢	١٠
---	٣٣-٣٨-٣٥-٤٢-٣٦-٣٢-٣٧-٣٤-٣٦-٣٧-٣٦-٣٥	١١
---	٤٢-٤٠-٣٦-٣٨-٣٦-٣٨-٣٩-٣٩-٤٠-٤٢-٤٠-٥٠-٤٠	١٢
---	٣٨-٣٦-٣٦-٣٤-٤٠-٣١-٣١-٥٣-٣١-٣٤-٣٤	١٣
---	٣٨-٤٠-٣٤-٣٠-٣٥-٣٠-٣٠-٣٨-٣٢-٣٤-٤٠-٣٤-٣٠	١٤
---	٥٠-٤٥-٤٤-٣٦-٤٥-٤٢-٣٨-٣٨-٣٧-٤٨-٣٩-٣٥	١٥
---	٣١-٣٠-٢٩-١٨-٣٢-٣١-٢٩-٣٠-٢٥-٢٦-٢٧	١٦
---	٣٠-٢٩-٣٦-٣٤-٣٣-٣٥-٣٣-٣٣-٤٥-٤١-٣٩-٣٥	١٧
---	٤٦-٤٥-٤٠-٤٢-٤٢-٥١-٤٩-٤٨-٤٢-٤٥-٤٤-٤٨	١٨
---	٣٣-٣٢-٣٦-٣٧-٣٧-٣٩-٣٣-٣٥-٣٤-٣٣-٣٣-٣٣	١٩

3- What are the factors that affect Schmidt hammer results?

4- Define the following terms;

مقاومة المكعب القياسي – مقاومة القلب الخرساني – المقاومة الفعلية – المقاومة الفعلية التقديرية

5- What are the main recommended applications of Schmidt Hammer, according to ECP?

6- What will you do to accurately evaluate the strength of concrete in a building which you do not have information about?

7- **For question 2:** if the estimated actual strength of concrete cores extracted from;

- a- Point 1 is 310 kg/cm²
- b- Point 3 is 270 kg/cm²
- c- Point 4 is 220 kg/cm²
- d- Point 16 is 190 kg/cm²,

Estimate concrete strength.

Hint:

Draw relationship between Rebound Number and estimated actual concrete strength.

Testing of Concrete in Structures

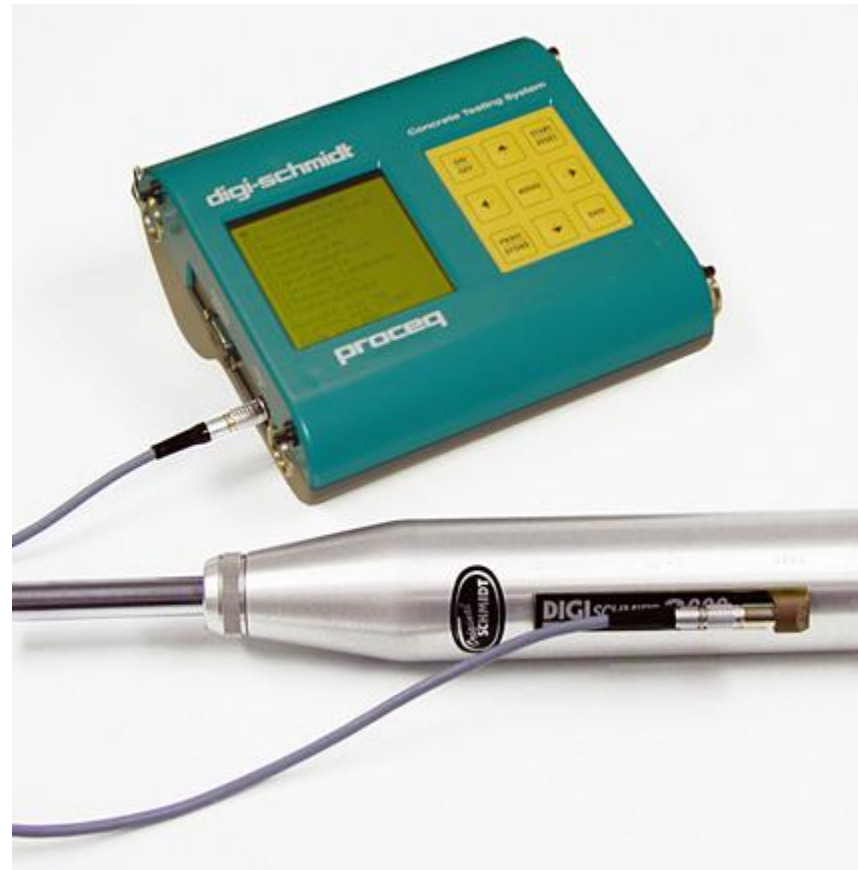










Table 1.5 Relative numbers of readings recommended for various test methods

Test method	No. of individual readings recommended at a location
'Standard' cores	3
Small cores	9
Schmidt hammer	12
Ultrasonic pulse velocity	1
Internal fracture	6
Windsor probe	3
Pull-out	4
Pull-off	6
Break-off	5

Table 1.7 Typical coefficients of variation (COV) of test results and maximum accuracies of in-situ strength prediction for principal methods

Test method	Typical COV for individual member of good quality construction	Best 95% confidence limits on strength estimates
Cores — 'standard'	10%	± 10% (3 specimens)
'small'	15%	± 15% (9 specimens)
Pull-out	8%	± 20% (4 tests)
Internal fracture	16%	± 28% (6 tests)
Pull-off	8%	± 15% (6 tests)
Break-off	9%	± 20% (5 tests)
Windsor probe	4%	± 20% (3 tests)
Ultrasonic pulse velocity	2.5%	± 20% (1 test)
Rebound hammer	4%	± 25% (12 tests)

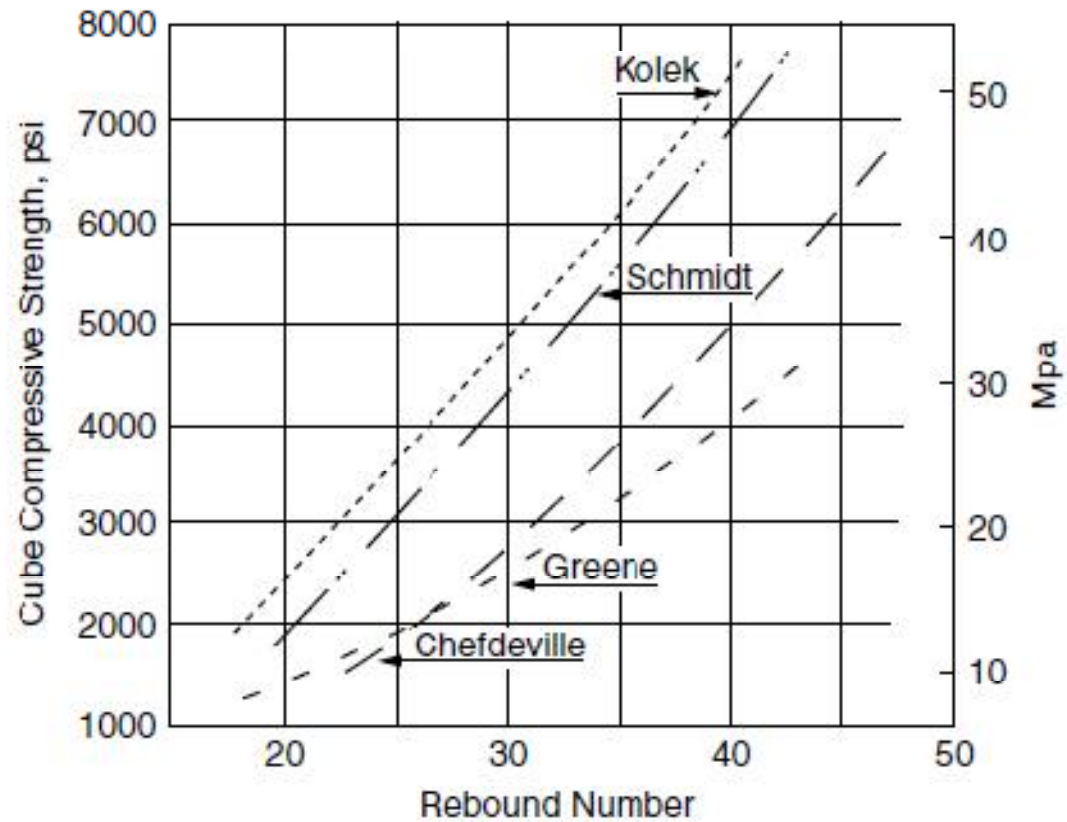


FIGURE 1.5 Correlation curves obtained by different investigators with a Schmidt rebound hammer Type N-2. Curve by Greene was obtained with Type N. (Adapted from Reference 5.)

الباب التاسع

الإختبارات غير المتلفة للخرسانة Non-Destructive Testing of Concrete

١-٩ الهدف والمجال Scope

تهدف الإختبارات غير المتلفة للخرسانة إلى إختبار العصور الخرساني دون حدوث أى تلف أو إنهيار به. وتتنوع الإختبارات تبعاً لنظرية إجرائها ومن أهم طرق هذه الإختبارات ما يلي:

- ١- طرق الإشعاع
- ٢- طرق الصلادة وتشمل نوعين من الإختبار:
 - أ - الإختبار بطريقة العلامة
 - ب- الإختبار بطريقة الإرتداد
- ٣- طرق النبضات
- ٤- طرق الرنين

□ أهم تطبيقات الإختبارات غير المتلفة

- ١- أختبار مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة.
 - ٢- إختبار صلادة السطح.
 - ٣- تحديد أماكن حديد التسليح.
 - ٤- كشف الشروخ الداخلية وتحديد أماكنها وأتساعها.
 - ٥- تعيين محتوى الرطوبة.
 - ٦- تعيين الكثافة.
 - ٧- قياس معايير المرونة للخرسانة.
- وتعتبر إختبارات مقاومة الضغط من أهم الإختبارات التي تساعد المهندس الإثنائي فى كتابة تقرير هندسى عن حالة مبنى قائم.

□ أسباب اللجوء لهذه الإختبارات

- ١- عدم إجراء إختبارات مقاومة الضغط للخرسانة.
- ٢- عند وجود مشكلة بالمشأ - مثل ظهور شروخ وتصدعات.
- ٣- عدم التزام المقاول ببعض التعليمات مثل فك الشدات المبكر والصب دون إشراف هندسى.

- ٤ - عدم قيام المقاول بإتمام أعمال المعالجة للخرسانة.
- ٥ - عند الشك في نوع الأسمنت المستخدم.
- ٦ - ورود نتائج إختبارات مقاومة الضغط غير مطابقة للمقاومة المطلوبة وقد يكون ذلك نتيجة ضعف الخرسانة أو نتيجة أسباب أخرى مثل:
 - طريقة أخذ مكعبات الخرسانة.
 - طريقة وضع المكعب في الماكينة ومعدل توقيع الحمل على العينة.
 - سقوط المكعب أثناء المناولة.
 - فك المكعب قبل مرور ٢٤ ساعة.
 - كسر المكعبات قبل مرور المدة المطلوبة (٧ أو ٢٨ يوم).
 - ترك المكعبات دون معالجة حتى تاريخ الإختبار.
 - عدم تجانس خرسانة المكعب (أثناء أخذها).
 - تكبير أحرف المكعب عند فك القوالب نتيجة عدم إستخدام مادة عازلة.

□ أهم الإختبارات الشائعة الإستعمال في مجال إختبارات الخرسانة

Schmidt Hammer	١- إختبار مطرقة شميدت
Ultrasonic Puls Velocity	٢- إختبار قياس سرعة النبضات
Core Test	٣- إختبار القلب الخرساني (نصف متلف)
Loading Test	٤- إختبار التحميل للعناصر الإنشائية

٢-٩ مطرقة شميدت Schmidt Hammer

تستخدم مطرقة شميدت لتعيين رقم الارتداد Rebound Number حيث يعتمد عمل الجهاز على النظرية التي تنص على أن قوة إرتداد كتلة مرنة يعتمد على قوة السطح الذي تصطدم به. ويستخدم رقم الارتداد هذا في الإسترشاد عن القيمة التقريبية لمقاومة الضغط للخرسانة.

□ مميزات مطرقة شميدت

- ١ - جهاز صغير الحجم يمكن إستعماله في المواقع وحمله في اليد.
- ٢ - يعطي نتائج سريعة لمقاومة الضغط وسهل الإستعمال.
- ٣ - لا يسبب تلف للخرسانة.
- ٤ - جهاز لا يتطلب إحتياطات معقدة.
- ٥ - أرخص الأجهزة المستخدمة لهذا الغرض.
- ٦ - يتحمل العمل الشاق في جو التنفيذ مقارنة بالأجهزة الأخرى.
- ٧ - سهولة معايرته من وقت لآخر.

□ طريقة عمل الجهاز

- 1- بالضغط الخفيف على زرار بالجهاز تخرج الرأس المتحرك Plunger.
- 2- يوضع الجهاز عمودياً على المكان المراد إختباره ثم يضغط الجهاز فتتزلق الرأس إلى داخل لجهاز وقيل إختفانها ينفك الشاكوش ويحدث طريقة على الرأس (صدمة).
- 3- عند حدوث الصدمة يجب أن يكون الجهاز عمودياً تماماً على السطح المختبر ولا يلمس الزرار Button الموجود على الجهاز.
- 4- عند الاصدام يرتد الشاكوش الطارق بمقدار يتناسب مع صلادة السطح المختبر محركاً مؤشر يتحرك على مقياس لتعيين قيمة الإرتداد.
- 5- ينقل الجهاز إلى نقطة أخرى وتكرر العملية.
- 6- بعد إنتهاء العمل يعاد الجهاز إلى وضعه الأصلي بجعل الرأس داخل الجهاز.

□ أنواع الأجهزة

تختلف الأجهزة من حيث قراءة رقم الإرتداد إلى نوعين كما في شكل (٩-١):

- أ - أجهزة تقرأ النتيجة على تدرج بجسم الجهاز.
- ب - أجهزة مزودة بأداة تسجيل للقراءة على شريط ورقي.

يفضل النوع الثاني للأسباب الآتية:

- 1- يمكن لشخص واحد إستخدامه حيث أن تسجيل القراءة يتم أوتوماتيكياً.
- 2- يعتبر أسهل في الإستخدام و يمكن الرجوع إلى التسجيل البياني للقراءة في أى وقت.
- 3- منع التلاعب أثناء إستخدام الطريقة الأولى عند تدوين القراءة بواسطة شخص آخر غير الذى يقوم بأخذ القراءات.
- 4- نسبة الخطأ أقل من الحالة الأولى.

□ طريقة الإختبار وإعداد النتائج

- 1- تحدد مساحة على العضو الإثناني في حدود ٣٠ × ٣٠ سم.
- 2- يؤخذ عدد من القراءات حوالي ١٥ قراءة موزعة داخل المساحة.
- 3- لا تقل المسافة بين كل قرانين عن ٢,٥ سم.
- 4- يعمل كروكي للجزء المراد إختباره وتحدد عليه مواقع النقاط.
- 5- لكل نقطة على حدة يحسب متوسط رقم الإرتداد وتحذف القراءات الشاذة بحيث لا يزيد الفرق بين أى رقم إرتداد و المتوسط عن ٥ وحدات. ويعتبر رقم الإرتداد مقبول إذا كان ثلثي القراءات لا تتحرف عن المتوسط بمقدار $\pm ٢,٥$ وحدة.
- 6- يتم تحويل رقم الإرتداد المتوسط الخاص بكل نقطة إلى مقاومة ضغط نيوتن/مم^٢ أو كج/سم^٢ بإستخدام جدول (٩-١) أو شكل (٩-٢).
- 7- توضع النتائج الخاصة بجميع النقاط في جدول وتحسب مقاومة الضغط المتوسطة للخرسانة بحيث لا يزيد معامل الإختلاف لمفردات مقاومة الضغط عن ١٥ %.



(أ) مطرقة عادية.

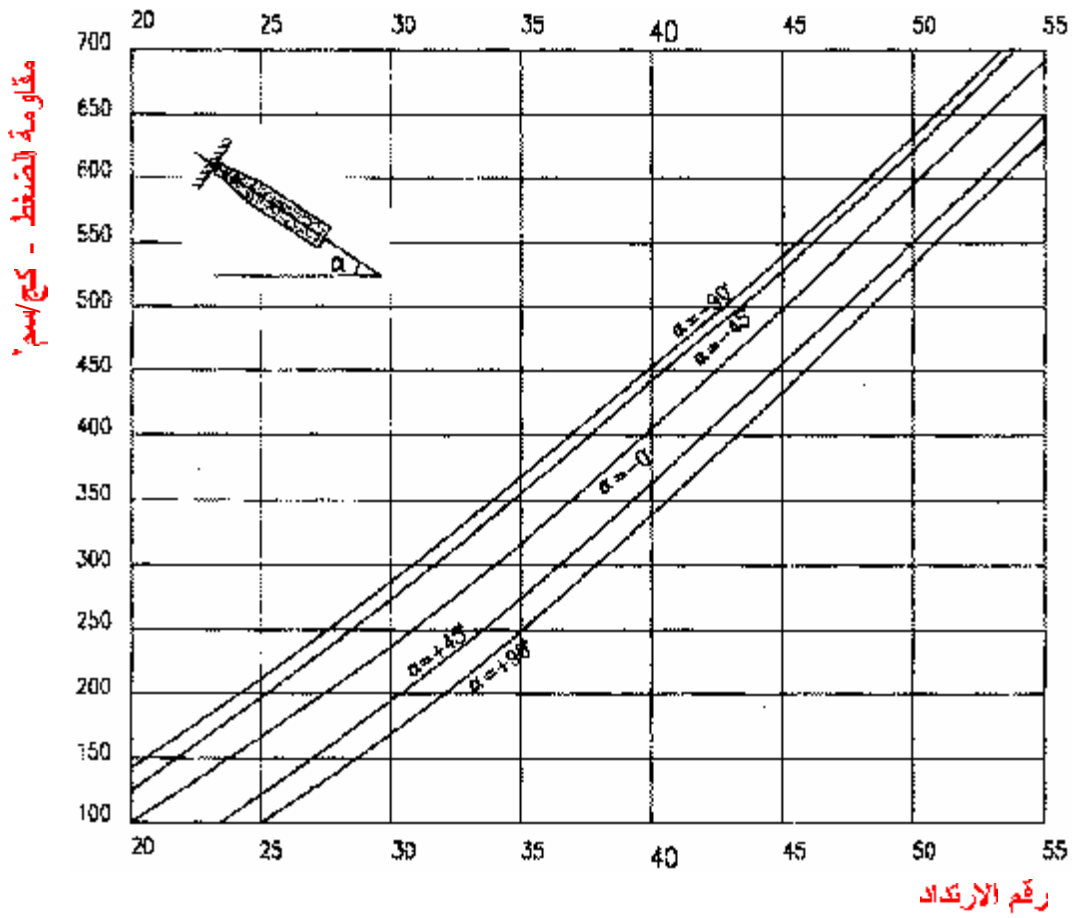


(ب) مطرقة مزودة بشرط ورقى لكتابة النتائج.

شكل (٩-١) الأشكال الشائعة من مطرقة شميدت.

جدول (٩-١) مقاومة الضغط بدلالة رقم لترداد المطرقة (R).

R	الخرسانة العادية				الخرسانة المسلحة			
	kg/cm	MPa	kg/cm	MPa	kg/cm	MPa	kg/cm	MPa
20	101	9.9	54	5.3	121	11.9	74	7.3
21	113	11.1	64	6.3	132	12.9	83	8.1
22	126	12.4	75	7.4	145	14.2	94	9.2
23	139	13.6	86	8.4	157	15.4	104	10.2
24	152	14.9	98	9.6	169	16.6	115	11.3
25	166	16.3	110	10.8	183	18.0	127	12.5
26	180	17.7	122	12.0	196	19.2	136	13.3
27	195	19.1	135	13.2	210	20.6	150	14.7
28	210	20.6	149	14.6	225	22.1	164	16.1
29	225	22.1	163	16.0	239	23.4	177	17.4
30	241	23.6	176	17.3	254	24.9	191	18.7
31	257	25.2	193	18.9	269	26.4	205	20.1
32	274	26.9	209	20.5	285	28.0	220	21.6
33	291	28.5	225	22.1	300	29.4	234	23.0
34	307	30.1	240	23.5	315	30.9	248	24.3
35	324	31.8	256	25.1	331	32.5	263	25.8
36	342	33.6	273	26.8	348	34.1	279	27.4
37	360	35.3	290	28.4	365	35.8	295	28.9
38	377	37.0	307	30.1	381	37.4	311	30.5
39	395	38.7	324	31.8	398	39.0	327	32.1
40	413	40.5	341	33.5	416	40.8	344	33.7
41	432	42.4	359	35.2	434	42.6	361	35.4
42	450	44.1	377	37.0	451	44.2	378	37.1
43	469	46.0	395	38.7	470	46.1	396	38.8
44	488	47.9	414	40.6	488	47.9	414	40.6
45	507	49.7	432	42.4	507	49.7	432	42.4
46	526	51.6	451	44.2	526	51.6	451	44.2
47	546	53.5	470	46.1	546	53.5	470	46.1
48	565	55.4	489	48.0	565	55.4	489	48.0
49	584	57.3	508	49.8	584	57.3	508	49.8
50	604	59.3	527	51.7	604	59.2	527	51.7
51	623	61.1	546	53.6	623	61.1	546	53.6
52	643	63.1	565	55.4	643	63.1	565	55.4
53	663	65.0	584	57.3	663	65.0	584	57.3
54	683	67.0	593	58.2	683	67.0	603	59.2
55	703	69.0	622	61.0	703	69.0	622	61.0



شكل (٩-٢) العلاقة بين مقاومة الضغط ورقم الإرتداد (R).

□ زاوية ميل الجهاز

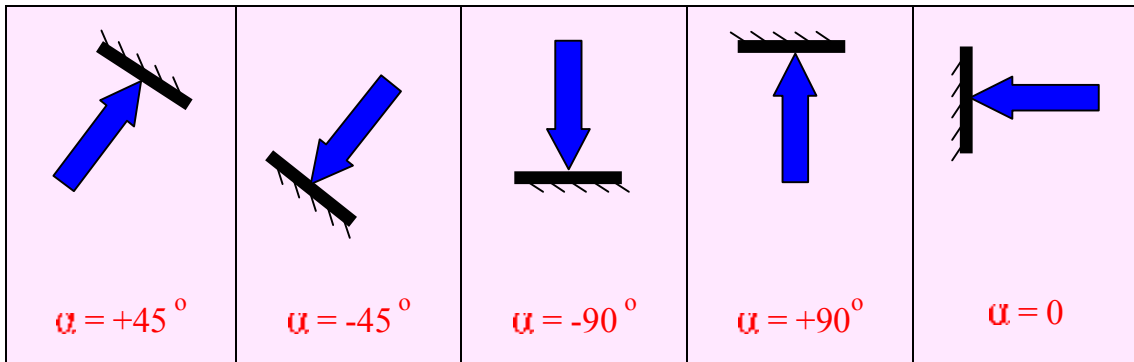
تمت معايرة هذه الأجهزة على الوضع الأفقى أى لإختبار أسطح رأسية مثل الحوائط والأعمدة وبذلك اعتبرت زاوية ميل الجهاز بالنسبة للمستوى الأفقى $\alpha =$ (شكل ٣-٩).

يمكن استخدام الجهاز للأسطح المائلة بزوايا $\alpha = \pm 45^\circ$:
 أوفى الوضع رأسيا لإختبار الأسقف $\alpha = +90^\circ$
 أو الأرضيات وفي هذه الحالة $\alpha = -90^\circ$

يتم تصحيح القراءات طبقا للمنحنيات المناسبة (شكل ٢-٩) أو جدول (٢-٩).
 فى حالة الزوايا الموجبة يتم التصحيح بطرح بعض القيم من قراءة المؤشر نتيجة تأثير الجاذبية الأرضية أما فى حالة الزوايا السالبة فيتم التصحيح بإضافة بعض القيم الى قراءة المؤشر.

جدول (٢-٩) التصحيح الخاص بزوايا ميل مطرقة الإرتداد.

	$+90^\circ$	$+45^\circ$	-45°	-90°
	- 5.4	- 3.5	+ 2.4	+ 3.2
	- 4.7	- 3.1	+ 2.5	+ 3.4
	- 3.9	- 2.6	+ 2.3	+ 3.1
	- 3.1	- 2.1	+ 2.0	+ 2.7
	- 2.3	- 1.6	+ 1.6	+ 2.2
			+ 1.3	+ 1.7



شكل (٣-٩) إستخدام المطرقة بزوايا مختلفة.

□ إحتياطات عامة عند إجراء الإختبار

- ١- أن يكون الجهاز المستخدم معايير قبل الإستخدام.
- ٢- يكون السطح المختبر نظيف خالي من التعشيش أو المسامية.
- ٣- يكون السطح خالي من الفتوات ويعيد عن أماكن أعمال الخرسانة.
- ٤- تنظف الأسطح المختبرة باحجار الكاربورندوم المزودة مع الجهاز.
- ٥- لا توضع مقدمة الجهاز على زلط أو حديد تسليح في الخرسانة المتصلدة.
- ٦- تزال أي مونة أو طبقات بيض قبل إجراء الإختبار وينظف مكان أخذ القراءات.
- ٧- في حالة الأسطح الأفقية تزال طبقة الخرسانة الضعيفة (الجزء الزائد بالماء نتيجة النضح).
- ٨- في حالة الخرسانة القديمة يتم إزالة السطح المتصدد لمسافة واحد سنتيمتر بواسطة صاروخ يدوي ذو قرص حوالى ١٢.٥ سم حيث أن هذه الطبقة لا تمثل الخرسانة.
- ٩- حيث أن الخرسانة تكون أكثر دمكا في الأجزاء السفلية من العضو الإثنائي فيتم أختبار النقط في المناطق العلوية.
- ١٠- يفضل إستخدام الأسطح الرأسية لإجراء الإختبارات - أعمدة - حوائط خرسانية - جوانب كمرات - جوانب قواعد.
- ١١- في حالة الأعمدة النحيفة (أسقف ١٠ سم - أعمدة ١٥ سم) تؤخذ إحتياطات خاصة حيث أن مرونة هذه الأعمدة قد تؤثر على رقم الإرتداد.
- ١٢- الأسطح المبللة: قد تضطر الى إستخدام الجهاز في حالة الأسطح المبللة وذلك في الأماكن القريبة من مصادر المياه (مثل دورات المياه) وفي المنشآت المائية وكذلك في أحواض السباحة. وفي هذه الحالة فإن المطرقة تعطى نتائج مضللة تقل بحوالى ٣٠% عن القيمة الحقيقية. ولذلك تستخدم جداول خاصة بالتصحيح (أو إجراء إختبارى مطرقة شميدت وسرعة النيضات معا).

□ معايرة الجهاز

يتم معايرة الجهاز في الحالات الآتية :

- ١- عند تغيير نوع الركام المستخدم (دولوميت - باتلت - جرانيت - حجر جيرى)
- ٢- يتم معايرة الجهاز كل ٢٠٠٠ صدمة على الأكثر.
- ٣- كل فترة زمنية وعند ترك الجهاز مدة دون إستعمال.
- ٤- بعد عمل أى صيانة للجهاز.

□ مصادر الأخطاء

- ١- إستخدام ركام مختلف
- ٢- الأجزاء النحيفة
- ٣- وجود فراغات وتعشيش
- ٤- الخرسانة الرطبة حديثة الصب سطحها أقل صلادة من داخلها (رقم إرتداد أقل من الحقيقة).
- ٥- الخرسانة الجافة القديمة سطحها أكثر صلادة من داخلها ويكون رقم الإرتداد أكبر من حقيقته.