



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

معاهد العمارة والتشييد الثانوية

الحقيبة التدريبية:

مختبر الانشاءات المدنية

في تخصص الإنشاءات المدنية





مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على الله ثم على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التتموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتبلي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " مختبر الانشاءات المدنية " لمتدربي دبلوم " الإنشاءات المدنية " (برنامج العمارة والتشييد) للمعاهد الصناعية الثانوية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بالشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، مدعم بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج



الفهرس

رقم الصفحة	الموضوع
1	مقدمة
2	الفهرس
5	تمهيد
9	الوحدة الاولى : الموازين وتصنيف التربة
10	التعرف على انواع الموازين.
15	المخابير واستخداماتها .
17	اختبار تعيين الوزن النوعي للتربة .
22	اختبار تعيين الوزن الحجمي للتربة .
27	اختبار تعيين التدرج الحبيبي للتربة .
36	اختبار التآكل للركام .
40	الوحدة الثانية : قوام التربة
41	اختبار تعيين نسبة الرطوبة في التربة .
46	اختبار قوام التربة الطبيعية .
47	• تعيين حد السيولة للتربة .
50	• تعيين حد اللدونة للتربة .
53	اختبار تعيين نسبة الفراغات في التربة.
59	اختبار تعيين نسبة الطمي والمواد الناعمة في التربة.
59	• بطريقة المخبار المدرج.
61	• بطريقة الوزن والغسيل باستخدام المنخل رقم (200).



63	اختبار تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة.
66	الوحدة الثالثة : اختبارات الاسمنت
67	اولا - اختبارات العجينة الاسمنتية.
67	1- اختبار تعيين نعومة الاسمنت.
72	2- اختبار تعيين قوام الاسمنت.
74	3- اختبار تعيين زمن الشك الابتدائي.
77	4- اختبار تعيين زمن الشك النهائي.
80	ثانيا - اختبارات المونة الاسمنتية
80	1- اختبار تعيين مقاومة الضغط للاسمنت.
83	2- اختبار تعيين مقاومة الشد للاسمنت.
86	3- اختبار تعيين مقاومة الانحناء للاسمنت.
90	الوحدة الرابعة : اختبارات الخرسانة الطازجة
91	1- اختبارات القوام
91	• بطريقة الهبوط.
95	• بطريقة الانسياب.
97	2- اختبار تعيين درجة تشغيل الخرسانة.
99	3- اختبار تعيين نسبة الفراغات.
101	4- اختبار تعيين فصل مكونات الخرسانة.
106	الوحدة الخامسة : اختبارات الخرسانة المتصلدة وشد الحديد.
107	اولا - اختبارات الخرسانة المتصلدة



107	1- اختبار تعيين مقاومة الضغط .
112	2- اختبار مطرقة شميدت للضغط.
115	2- اختبار تعيين مقاومة الانحناء.
119	ثانيا - اختبار تعيين مقاومة الشد للحديد.
124	الوحدة السادسة : اختبار كثافة التربة ونسبة الدمك.
125	تعيين الكثافة للتربة بطريقة الرمل والقمع في الموقع.
129	اختبار تعيين المحتوى المائي للتربة بطريقة فرن التجفيف .
132	اختبار تعيين الكثافة الجافة للتربة في الموقع .
135	اختبار بروكتور للدمك .
142	اختبار تعيين نسبة تحمل كاليفورنيا.
148	الوحدة السابعة : البيتومين
150	اختبار تعيين درجة الاشتعال للبيتومين .
152	اختبار تعيين درجة الغرز للبيتومين .
154	اختبار تعيين الممتولية للبيتومين .
156	اختبار مارشال .
161	استخلاص نسبة البيتومين من الخلطة الاسفلتية
166	المراجع



تمهيد

الهدف العام من الحقيبة :

تهدف مهارات هذه الحقيبة إلى إكساب المتدرب المهارات الأساسية على إتقان استخدام الأجهزة والادوات وتطبيق قواعد السلامة عند استخدام هذه الأجهزة والادوات والتعرف على كيفية اخذ النتائج وعمل الحسابات اللازمة.

تعريف بالحقيبة :

تهتم الحقيبة بالتعرف والتدريب على أهم الأجهزة والادوات المستخدمة في الانشاءات المدنية الوقت المتوقع لإتمام الحقيبة التدريبية : 156 ساعة تدريبية

يتم التدريب على مهارات هذه الحقيبة في مائة وستة وخمسون ساعات تدريبية موزعة كالتالي :

1. الوحدة الأولى : الموازين وتصنيف التربة 26 ساعة
2. الوحدة الثانية : قوام التربة 26 ساعة
3. الوحدة الثالثة : اختبارات الاسمنت 32 ساعة
4. الوحدة الرابعة : اختبارات الخرسانة الطازجة 20 ساعة
5. الوحدة الخامسة : اختبارات الخرسانة المتصلدة وشد الحديد 16 ساعة
6. الوحدة السادسة : اختبار الكثافة الجافة ونسبة الدمك 16 ساعة
7. الوحدة السابعة : اختبارات البيتومين 20 ساعة

الأهداف التفصيلية للحقيبة :

بنهاية التدريب على هذه الحقيبة يكون المتدرب قادرا وبكفاءة على أن :-

1. يتقن يستخدم الموازين المختلفة.
2. يحول بين وحدات الأوزان ووحدات الحجم.
3. يعين الوزن النوعي للتربة.
4. قراءة المخبار المدرج.
5. يعين الوزن الحجمي للتربة.
6. مهارة تصنيف المناخل وترتيبها.



7. مهارة استخدام وتشغيل فرن التجفيف.
8. مهارة تشغيل جهاز لوس انجلوس وضبط عدد الدورات اللازمة.
9. مهارة تحديد نسبة التاكل.
10. مهارة تحديد حد سيولة ولدونة التربة.
11. مهارة تحديد نسبة الطمي والمواد الناعمة.
12. مهارة تحديد نسبة الشوائب العضوية في التربة.
13. مهارة معرفة وتحديد نوع ونعومة الاسمنت.
14. التعرف على استخدام جهاز فيكات وضبط الابر المستخدمة.
15. مهارة تحديد القوام القياسي للاسمنت.
16. مهارة ضبط الوقت لتحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي للاسمنت.
17. مهارة معرفة النسب المطلوبة لعمل المونة الاسمنتية.
18. مهارة معرفة القوالب وكيفية تجهيزها للاختبار المناسب.
19. مهارة العمل على كيفية وضع العينات في الجهاز وعمل الاختبار.
20. مهارة تحديد مقاومة الضغط والشد والانحناء للمونة الاسمنتية.
21. مهارة اخذ النتائج وعمل الحسابات اللازمة.
22. معرفة تجهيز مكونات الخلطة الخرسانية وطرق الخلط اللازمة.
23. معرفة تعين قوام الخلطة الخرسانية الطازجة.
24. مهارة تحديد درجة تشغيل الخرسانة الطازجة.
25. مهارة كيفية اخذ القراءة ومعرفة نسبة الفراغات في الخرسانة الطازجة.
26. مهارة فصل مكونات الخرسانة الطازجة واستنتاج البيانات من المنحنى الخاص بالمواصفات.
27. مهارة معرفة القوالب وكيفية تجهيزها للاختبار المناسب.
28. مهارة العمل على كيفية وضع العينات في الجهاز وعمل الاختبار.
29. مهارة تحديد مقاومة الضغط والانحناء للخرسانة المتصلدة.
30. مهارة تحديد الإجهادات التي تتعرض لها الخرسانة.
31. مهارة تحديد سلوك الكمرات تحت تأثير حمل الانحناء.
32. مهارة اخذ النتائج وعمل الحسابات اللازمة.
33. مهارة كيفية استخدام مطرقة شميدت وعمل الحسابات اللازمة.



34. مهارة معرفة نوع الحديد المستخدم وتعين قطر السليخ.
35. مهارة اخذ الطول للسليخ والتثبيت في الجهاز.
36. معرفة كيفية تثبيت قياس الانفعال على السليخ والغرض منه.
37. مهارة تشغيل الجهاز واخذ القراءة وعمل الحسابات اللازمة.
38. مهارة تحديد مكان العمل وطريقة اخذ العينة في الموقع.
39. مهارة تعيين حجم الحفرة والاستنتاج منها الكثافة الرطبة والمحتوى

المائي.

40. عمل الحسابات اللازمة لمعرفة وتحديد الكثافة الجافة للتربة في الموقع.
41. عمل الحسابات اللازمة لمعرفة وتحديد الكثافة الجافة للتربة في المعمل.
42. مهارة تحديد الكثافة الجافة القصوى والمحتوى المائي المثالي في المعمل.
43. مهارة تحديد نسبة الدمك (بركتور).
44. مهارة تحديد نسبة تحمل كاليفورنيا.
45. مهارة تعيين درجة الاشتعال للبيتومين .
46. مهارة تعيين درجة الغرز للبيتومين .
47. مهارة تعيين الممتطولية للبيتومين .
48. مهارة عمل اختبار مارشال .
49. مهارة استخلاص نسبة البيتومين من الخلطة الإسفلتية لحل الاختبار

المناسب.

اشتراطات السلامة عند التدريب على هذه الحقيقية :

عند التدريب على هذه الحقيقية يجب أتباع تعليمات واشتراطات السلامة التالية:

1. ارتداء ملابس العمل المناسبة .
2. وضع طفايات الحريق في أماكن يسهل الوصول إليها.
3. استخدام الكمامات اثناء عمل وتجهيز العينات.
4. استخداما لوسائل المساعدة إنشاء عملية نقل العينات.
5. الحذر عند استخدام الادوات والاوزية.
6. الحذر عند استخدام وتشغيل الاجهزة.
7. التأكد من الافياش ووصلات الكهرباء.



8. عمل الصيانة الدورية للأجهزة.
9. يجب التأكد من غلق مصدر التيار الكهربائي و مصدر المياه بعد كل اختبار .
10. يجب تنظيف المكان والأدوات بعد الانتهاء من إجراء التجربة.

مستوى الأداء المطلوب :

يجب أن يتمكن المتدرب في نهاية تدريبه في هذه الوحدة من استخدام جميع الأجهزة المستخدمة في هذه التجارب واخذ النتائج وعمل الحسابات اللازمة .



الوحدة الأولى

الموازن وتصنيف التربة



التعرف على أنواع الموازين

تستخدم الموازين في وزن العينات المستخدمة في التجارب وذلك عند إجراء التجربة، وتعتمد الموازين على دقة الميزان فكلما كانت دقة الميزان أقل كان الميزان أفضل. ويوجد العديد من أنواع الموازين فمنها ما يعمل يدوياً، ومنها ما يعمل بالكهرباء وفيما يلي بعض هذه الموازين.

وحدات الوزن :

يتم قياس الوزن بالجرام (جم) وأجزائه كالمللي جرام (ملجم) أو مضاعفاته كالكيلوجرام (كجم) والطن .

$$1 \text{ كجم} = 1000 \text{ جم}$$

$$1 \text{ طن} = 1000 \text{ كجم}$$

مثال:

$$4500 \text{ جم} = 4.5 \text{ كجم}$$

$$2.3 \text{ طن} = 2300 \text{ كجم} = 2300000 \text{ جم}$$

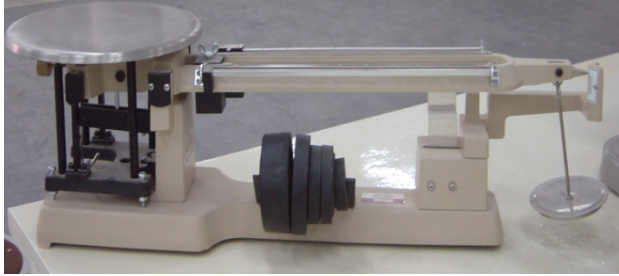
$$87 \text{ ملجم} = 0.087 \text{ جم}$$

أنواع الموازين:

هناك عدة أنواع للموازين ومنها:

أولاً - الميزان اليدوي:

وهو عبارة عن ميزان يستطيع أن يحمل أوزاناً وهي كالتالي:



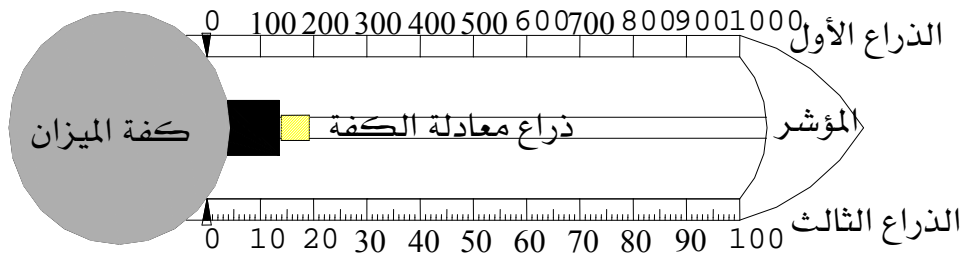
1- ميزان يزن حتى 20 كجم
ودقته 1 جرام



2- ميزان يزن حتى 2610 جرام
ودقته 0.1 جرام

كيفية استخدام الموازين اليدوية:

الميزان اليدوي مكون من كفة لوضع العينات وله ثلاثة أذرع لتسهيل عملية الوزن والقياس
الذراع الأول: وهو لحمل ثقل يقيس المئات (100 ، 200 ، 300 إلى 1000 جرام).
الذراع الثاني: وهو لحمل ثقل يقوم بمعادلة كفة الميزان.
الذراع الثالث: وهو لحمل ثقل يقيس 10 جرام وأكثر (10 ، 20 ، 30 إلى 100 جرام)
للعينات الأكثر من 1000 جم تستخدم أوزان 1 كجم و 2 كجم و 5 كجم و 10 كجم بحيث توضع في مكانها المخصص أسفل المؤشر.





الذراع الثاني يستخدم في حالة أن يكون على كفة الميزان وعاء ويراد معرفة ما يحتويه الوعاء من عينة بدون قياس وزن الوعاء.

ففي هذه الحالة سوف يتأرجح المؤشر عند وضع الوعاء على الكفة، عندها يتم تحريك الذراع معادلة الكفة (الثاني) حتى يرجع المؤشر إلى وضع الاستواء (الصفر).
أو بمعنى آخر يقوم بإلغاء وزن الوعاء.

ولمعرفة وزن العينة نقوم باستخدام الأذرع الأخرى حسب ما سيتم شرحه.

طريقة قياس الوزن:

- 1- يتم تجهيز الميزان للوزن وذلك بوضعه على سطح أفقي وضبط المؤشر على الصفر.
- 2- يتم وضع العينة المراد معرفة وزنها على كفة الميزان وعندها نجد أن مؤشر الميزان قد ارتفع إلى أعلى.
- 3- يتم وضع الكيلوجرامات في مكانها المخصص في الميزان حتى ينزل مؤشر الميزان إلى أسفل وليكن عند الوزن (6 كجم) وعندها نقلل الوزن إلى الوزن الذي قبله (5 كجم) إلى أن يرتفع المؤشر إلى أعلى وبذلك يكون الوزن محصوراً بين (5 كجم – 6 كجم).
- 3- يتم تحريك الذراع الأول بالجهاز (الخاص بالمئات) إلى أن ينزل مؤشر الميزان إلى أسفل وليكن عند الوزن (500 جرام) وعندها نقلل الوزن إلى الوزن الذي قبله (400 جرام) إلى أن يرتفع المؤشر إلى أعلى ، وبذلك يكون الوزن محصور بين (400 – 500 جرام) .
- 4- يتم تحريك الذراع الثالث بالجهاز (الخاص بالجرامات) وببطء حتى نصل بمؤشر الميزان إلى خط الصفر وليكن عند الوزن (43 جرام).
- 5- يتم الآن قراءة وزن العينة وهي كما يلي:
 - يؤخذ أولاً مقدار الثقل الموجود على الموضع الأول (الكيلوجرامات = 5 كجم).
 - ثم يؤخذ الثقل الموجود على الذراع الأول (بالمئات جرامات) = 400 جم.
 - ثم يؤخذ الثقل الموجود على الذراع الثالث (بالجرامات) = 43 جم.
 إذن وزن العينة = 5 كيلو و 443 جرام (5443 جرام)

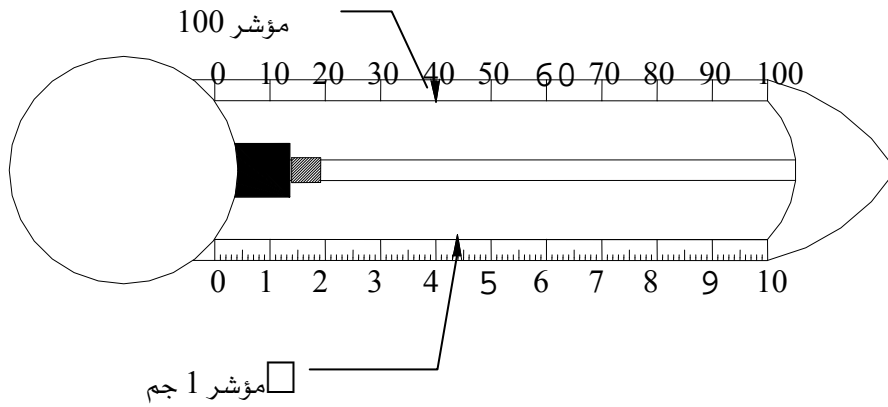


ملاحظة :

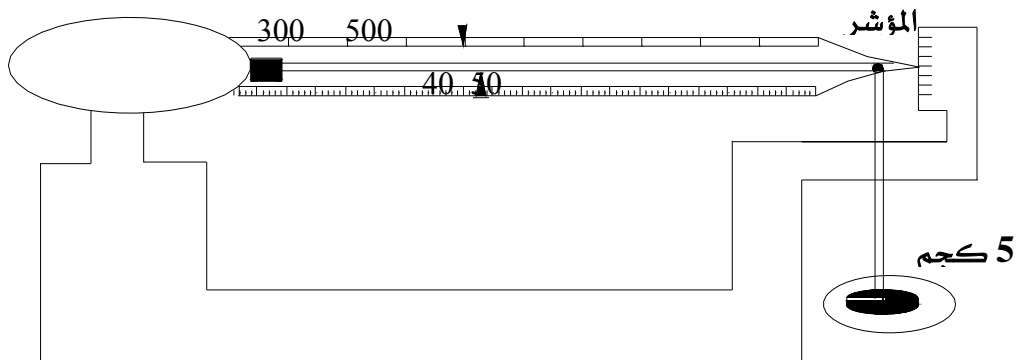
للوصول إلى الوزن الصحيح من حيث كيفية الوزن وأخذ القراءة يجب الترتيب بين المواضيع الثلاثة الأول ثم الثاني ثم الثالث (الكيلوجرامات ثم المئات من الجرامات ثم الجرامات)

مثال:

عينة وزنها 5443 جم يبين موضع مؤشر المئات ومؤشر الجرامات ونلاحظ أن مؤشر معادلة الكفة في موقع الصفر .



منظر لميزان سعة 20 كجم وقراءته 5443 جم





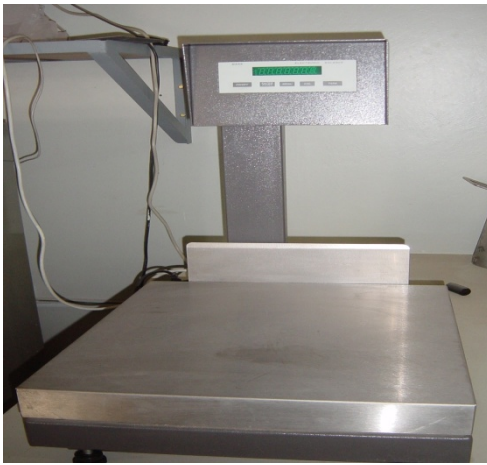
ثانياً: الموازين التي تعمل كهربائياً (إلكترونياً)

يقوم بعرض الوزن على شاشة إلكترونية بعد وضع العينة مباشرة، وتتراوح دقته حسب حجم الميزان من 0.001 إلى 1 جم. طريقة استخدامه بسيطة، حيث يتم تشغيل الميزان ثم ننتظر حتى تكون قراءة الشاشة صفراً، ثم نضع العينة، ويقرأ الوزن من الشاشة بالجرامات.

ملاحظة

يجب التأكد من التالي قبل استخدام الموازين:

1. أن يكون سطح الميزان مستوياً تماماً مع مستوى الأرض. وفي بعض الموازين توجد فقاعة هوائية لضبط المستوى الأفقي.
2. التأكد من نظافة السطح وخلوه من الغبار أو الشوائب.
3. أن يبدأ مؤشر القراءة من الصفر.



ميزان يزن حتى 60 كجم ودقته 1 جرام



ميزان يزن حتى 12000 جرام ودقته 0.1 جرام

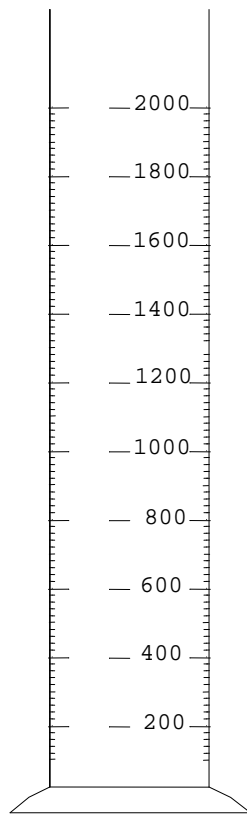


المخابير واستخداماتها

يتم اعتبار المخابير وحدة قياس الحجم وتستخدم في تجارب المواد.

وحدات الحجم:

يتم قياس الحجم المتر المكعب (م³) والليتر (لتر) وسنتيمتر المكعب (سم³).



1 لتر = 1000 سم³

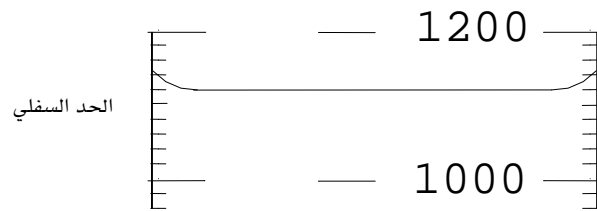
1 م³ = 1000 لتر

مخبر سعة 2000 سم³

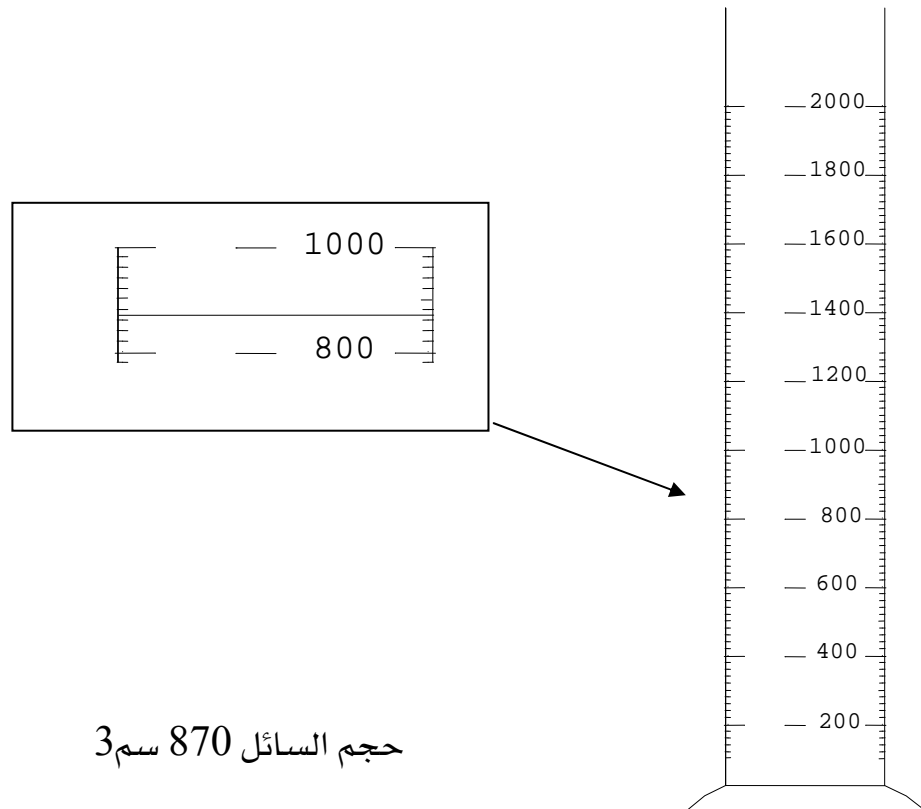


مثال على كيفية قراءة المخبار:

المخبار له تدرج على جانبه مقسم بالمئات بخطوط كبيرة. وبين كل خطين كبيرين مسافة تعبر عن 200 سم 3، حسب الشكل (2- 1)، وكل خطين كبيرين مقسم إلى عشرة خطوط صغيرة. وبذلك تعبر المسافة بين كل خطين صغيرين عن حجم مقداره 20 سم.



وعند قراءة الحجم يتم النظر إلى مستوى السائل في المخبار. وبصورة أدق إلى الحد السفلي لسطح السائل، شكل (2- 2). ثم يتم تقدير مستوى السائل وبالتالي قراءة حجمه.



تعيين الوزن النوعي للتربة

تعريف الوزن النوعي

هو وزن وحدة الحجم لحبيبات التربة بدون الفراغات بين الحبيبات.

الغرض من التجربة:

تعيين الوزن النوعي للتربة دون أخذ الفراغات البينية في الاعتبار، وكلما زاد الوزن النوعي للتربة دل ذلك على زيادة مقاومة التربة لأنواع الانهيارات المختلفة نتيجة قلة الفراغات فيها.

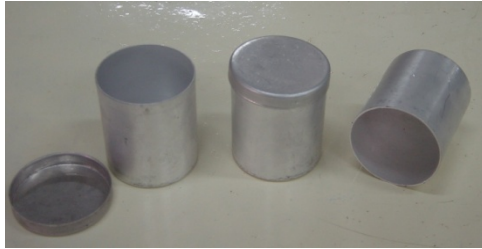
الأدوات المستخدمة



2- مخبر مدرج



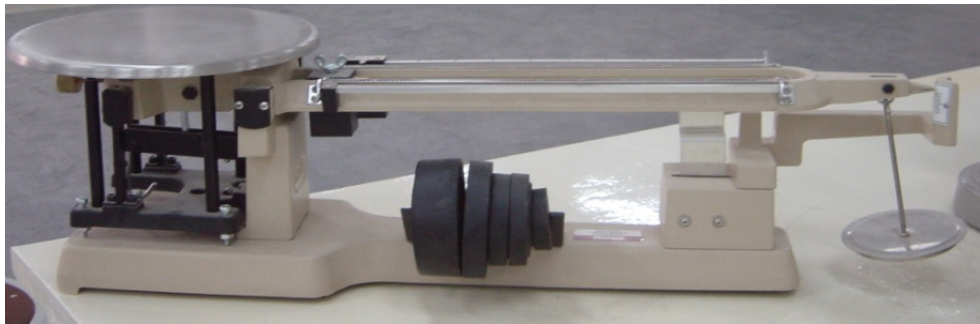
1- فرن تجفيف



4- علب عينات



3- جاروف يدوي



5- ميزان حساس



خطوات التجربة:

1. بوضع حجم معين من الماء في المخبار المدرج وليكن 500 سم³.
2. يجفف جزء من التربة المراد اختبارها في الفرن حتى تجف تماماً وتستخرج من الفرن ويؤخذ منها جزء معين وليكن وزنه 500 جم وتترك لتبرد في جو الغرفة العادي.
3. بوضع التربة في المخبار مع رج المخبار برفق لطرد فقاعات الهواء منه ثم نقرأ قراءة المخبار ونعين الحجم بعد الزيادة وليكن (ح) سم³.
4. الزيادة في حجم الماء داخل المخبار تعبر عن حجم التربة بدون الفراغات بين الحبيبات.
5. حجم العينة في المخبار = القراءة الثانية للخليط - القراءة الأولى للماء
6. الوزن النوعي للتربة يحسب من القانون التالي:

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن التربة}}{\text{حجم التربة}} = \text{جم/سم}^3$$



مثال (1):

عينة من التربة الجافة تم وزنها فكان يساوي 500 جم ، وكان حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة فيه يساوي 500 سم³ ، وبعد وضع التربة على الماء في داخل المخبر أصبح حجمه يساوي 750 سم³ . المطلوب حساب الوزن النوعي للتربة .

الحل:

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن التربة جافة}}{\text{الحجم بعد وضع العينة} - \text{الحجم قبل وضع العينة}} \text{ جم / سم}^3$$

$$= \frac{500}{500 - 750} = 2 \text{ جم / سم}^3$$

النتائج العملية

تعيين الوزن النوعي للتربة			اسم التجربة
جم	500		وزن التربة جافة
سم ³	500		حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة
سم ³	750		حجم الماء في المخبر بعد وضع التربة
جم / سم ³	2		الوزن النوعي



مثال (2):

عينة من التربة الجافة تم وزنها فكان يساوي 600 جم ، وكان حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة فيه يساوي 500 سم³ ، وبعد وضع التربة على الماء في داخل المخبر أصبح حجمه يساوي 800 سم³ . المطلوب حساب الوزن النوعي للتربة .

الحل:

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن التربة جافة}}{\text{الحجم بعد وضع العينة} - \text{الحجم قبل وضع العينة}} = \frac{600}{500 - 800} = \frac{600}{-300} = -2 \text{ جم / سم}^3$$

النتائج العملية

تعيين الوزن النوعي للتربة			اسم التجربة
جم	600	وزن التربة جافة	
سم ³	500	حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة	
سم ³	800	حجم الماء في المخبر بعد وضع التربة	
جم / سم ³	2	الوزن النوعي	



تمارين على تعيين الوزن النوعي للتربة

تمرين (1):

عينة من التربة الجافة تم وزنها فكان يساوي 450 جم ، وكان حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة فيه يساوي 400 سم³ ، وبعد وضع التربة على الماء في داخل المخبر أصبح حجمه يساوي 600 سم³ المطلوب حساب الوزن النوعي للتربة .

تمرين (2):

عينة من التربة الجافة تم وزنها فكان يساوي 550 جم ، وكان حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة فيه يساوي 450 سم³ ، وبعد وضع التربة على الماء في داخل المخبر أصبح حجمه يساوي 650 سم³ المطلوب حساب الوزن النوعي للتربة .

تمرين (3):

عينة من التربة الجافة تم وزنها فكان يساوي 650 جم ، وكان حجم الماء في المخبر قبل وضع التربة فيه يساوي 500 سم³ ، وبعد وضع التربة على الماء في داخل المخبر أصبح حجمه يساوي 750 سم³ . المطلوب حساب الوزن النوعي للتربة .

تعيين الوزن الحجمي (الكثافة الكلية) للتربة

تعريف الوزن الحجمي

هو وزن وحدة الحجم لحبيبات التربة بالفراغات البينية بين الحبيبات.

الغرض من التجربة

تعيين وزن وحدة الحجم من التربة مع أخذ في الاعتبار الفراغات بين حبيبات التربة .

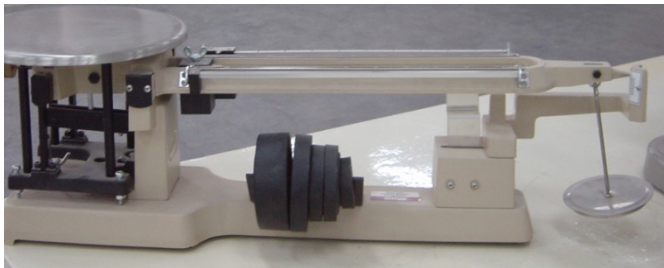
الأدوات المستخدمة :



وعاء معلوم الحجم



فرن تجفيف



ميزان حساس



جاروف يدوي



خطوات التجربة:

- 1- تحضر العينة من الموقع المراد اختباره ثم توضع في فرن التجفيف عند درجة حرارة من (105 - 110 °C) ولمدة 24 ساعة.
- 2- تخرج العينة من فرن التجفيف وتترك لتبرد. تكرر العملية حتى يثبت الوزن
- 3- يوزن الوعاء المعلوم الحجم وهو فارغ ويسجل وزنه (و 1) بالجرام.
- 4- يملأ الوعاء بالتربة على ثلاث طبقات مع دمك كل طبقة 25 مرة بقضيب الدمك ويراعى أن يصل القضيب إلى الطبقة الأسفل بدون اختراق.
- 5- يتم تسوية السطح، ثم يوزن الوعاء ويسجل وزنه مع الركاب (و 2).

$$\text{الوزن الحجمي (الكثافة الكلية)} = \frac{\text{وزن التربة داخل الوعاء}}{\text{حجم الوعاء}}$$

$$\text{الوزن الحجمي} = \frac{29 - 19}{\text{حجم الوعاء}} \text{ جم / سم}^3$$



مثال (1):

وعاء من الحديد حجمه يساوي 2000 سم³ مملوء بالتربة تم وزنه وهو مملوء فكان يساوي 3000 جم ، وكان وزن الوعاء فارغ يساوي 500 جم . المطلوب حساب الوزن الحجمي للتربة

الحل:

$$\begin{aligned} \text{الوزن الحجمي} &= \frac{\text{حجم الوعاء}^{19-20}}{\text{جم} / \text{سم}^3} \\ &= \frac{3000 - 500}{2000} \\ &= \frac{2500}{2000} \\ &= 1.25 \text{ جم} / \text{سم}^3 \end{aligned}$$

النتائج العملية :

تعيين الوزن الحجمي للتربة		اسم التجربة
سم ³	2000	حجم الوعاء .
جم	500	وزن الوعاء فارغ (و 1)
سم ³	3000	وزن الوعاء مملوء (و 2)
جم / سم ³	1.25	الوزن الحجمي



مثال (2):

وعاء من الحديد وزنه فارغ يساوي 500 جم وحجمه يساوي 2750 سم³ ، تم ملؤه بالتربة فكان وزنه وهو مملوء يساوي 4500 جم . المطلوب حساب الوزن النوعي للتربة .

الحل:

$$\begin{aligned} \text{الوزن الحجمي} &= \frac{\text{حجم الوعاء}^{19-20}}{\text{جم} / \text{سم}^3} \\ &= \frac{500 - 4500}{2750} \\ &= \frac{4000}{2750} \\ &= 1.45 \text{ جم} / \text{سم}^3 \end{aligned}$$

تعيين الوزن الحجمي للتربة		اسم التجربة
سم ³	2750	حجم الوعاء .
جم	500	وزن الوعاء فارغ (و 1)
سم ³	4500	وزن الوعاء مملوء (و 2)
جم / سم ³	1.45	الوزن الحجمي

**تمرين (1):**

وعاء فيه عينة من التربة الجافة وزنه يساوي 4000 جم ، وكان وزن الوعاء قبل وضع التربة فيه يساوي 450 جم . المطلوب حساب الوزن الحجمي للتربة إذا كان حجم الوعاء 2000 سم³ .

تمرين (2):

عينة من التربة الجافة في وعاء من الحديد تم وزنها فكان يساوي 4250 جم ، وكان حجم الوعاء يساوي 2750 سم³ ، ووزنه يساوي 400 جم . المطلوب حساب الوزن الحجمي للتربة.

تمرين (3):

عينة من التربة الرطبة في وعاء ، تم تجفيفها فكان وزنها يساوي 3050 جم ، أوجد الوزن الحجمي لها إذا كان حجم الوعاء 1500 سم³ ووزنه فارغ يساوي 300 ج



التدرج الحبيبي للتربة

مقدمة

التدرج الحبيبي هو توزيع الحجم الطبيعي للركام وذلك بفصل حبيباته بعضها عن بعض طبقاً لمقاساتها ويتم ذلك بواسطة مجموعة من المناخل القياسية مرتبة حسب مقاس فتحتها وموضوعة فوق بعضها بحيث يكون أكبرها مقاساً في الأعلى.

الفرض من التجربة














تحديد التوزيع الحجمي لحبيبات الركام الكبير (البحص) و الركام الصغير (الرمل) بواسطة التحليل بالمناخل القياسية.
بيان التدرج الحبيبي للركام بيانياً ومقارنته بالحدود المعطاة بالمواصفات القياسية لركام الخرسانة.

تحديد معايير المرونة والمقاس للاعتباري الأكبر للركام.
إيجاد التدرج الحبيبي الأمثل للركام المستخدم في الخلطات الخرسانية ليعطي خلطة خرسانية سهلة التشغيل ولها مقاومة ضغط عالية.

المناخل المستخدمة :

- يوجد مجموعة من المناخل القياسية المستخدمة جزء منها للبحص وجزء منها للرمل.
- ففي حالة الركام الصغير مجموعة المناخل القياسية المستخدمة هي:
- مقاس 0.075 ، 0.149 ، 0.291 ، 0.595 ، 1.190 ، 2.38 ، 4.76 مم
- وفي حالة الركام الكبير مجموعة المناخل القياسية المستخدمة هي:
- مقاس 4.76 ، 9.51 ، 19.05 ، 38.0 مم
- وفي حالة الركام الخليط تستخدم المجموعتان من المناخل سوياً.



رقم ٤		٤,٧٦ مم	رقم ١٥		٣٨ مم
رقم ٨		٢,٣٨ مم	١,٥ بوصة		١٩ مم
رقم ١٦		١,١٩٠ مم	٠,٧٥ بوصة		٩,٥ مم
رقم ٣٠		٠,٥٩٥ مم	٠,٣٧٥ بوصة		٤,٧٦ مم
رقم ٥٠		٠,٢٩١ مم	رقم ٤		
رقم ١٠٠		٠,١٤٩ مم			
رقم ٢٠٠		٠,٠٧٥ مم			
الرعاك					

مجموعة المناخل للركام الصغير

مجموعة المناخل للركام الكبير

تعريف:منخل 4.76 مم: يعني أن فتحة المنخل عبارة عن مربع أبعاده 4.76×4.76 **معايير النعومة :**

هو مجموع النسب المئوية للمحجوز على المناخل القياسية التسعة مقسوما على 100، وتحدد المواصفات معايير المرونة للركام المستخدم لعمل الخرسانة من (5 - 8)

المقاس الاعتباري الأكبر:

هو مقاس أصغر منخل يسمح بمرور 95 % على الأقل من الركام الكبير أو الخليط. تحدد المواصفات المقاس الاعتباري الأكبر للركام المستخدم في:

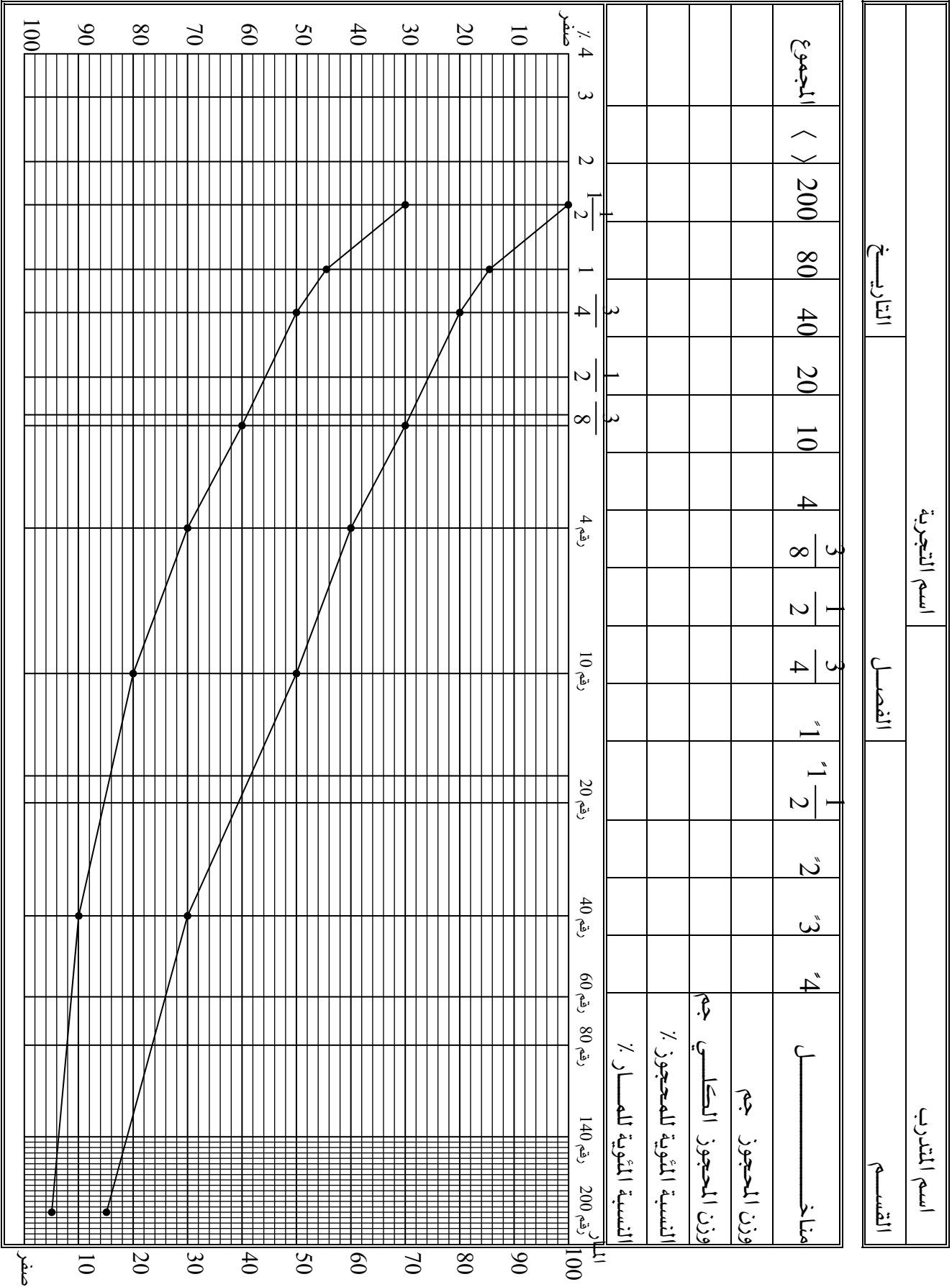
خرسانة المباني 20 - 40 مم

خرسانة الطرق 40 - 70 مم

خرسانة السدود حتى 150 مم



منحنى التدرج الحبيبي:



الأدوات المستخدمة:



هزاز ميكانيكي



فرن تجفيف



مقسم عينات



مناخل قياسية



ميزان حساس



جاروف يدوي



ملحوظة هامة:

يجب تدريب المتدرب على استخدام الأجهزة وطريقة التشغيل قبل البدء في إجراء الاختبار .

خطوات التجربة:

- 1- تجهز عينة الاختبار المراد اختبارها بطريقة التقسيم أولاً للحصول على عينات صغيرة، ثم تجفف في فرن التجفيف عند درجة حرارة 110° م لمدة 24 ساعة تقريباً، ثم يعين وزنها.
- 2- توضع مجموعة المناخل مرتبةً فوق بعضها حسب مقاس فتحتها بحيث يكون أكبرها مقاساً هو الأعلى.
- 3- توضع المناخل على جهاز الهز الميكانيكي. ثم توضع عينة الركam فوق المنخل العلوي، ويغطى المنخل بالغطاء الخاص.
- 4- يتم تشغيل الهزاز لمدة 20 دقيقة ثم نوقف الجهاز. ويتم وزن الركam المحجوز على كل منخل
- 5- يحسب المحجوز الكلي على كل منخل، ثم حسب الوزن المار من كل منخل كما يلي:

الوزن المار = الوزن الكلي للعينة - وزن المحجوز الكلي على كل منخل

- 6- تحسب النسبة المئوية للمار من كل منخل

$$\text{النسبة المئوية للمحجوز الكلي على كل منخل} = \frac{\text{الوزن الكلي المحجوز على كل منخل}}{1000} \times 100$$



المنخل ملم	وزن المحجوز	الوزن المحجوز الكلي	نسبة المحجوز	نسبة المار
38				
19				
9.5				
4.76				
2.38				
1.19				
0.60				
0.30				
0.15				
0.075				
الوعاء				

وزن المحجوز = وزن العينة المحتجز على كل المنخل

الوزن المحجوز الكلي = المحتجز على المنخل + المحتجز على المناخل الأكبر

نسبة المحجوز = $100 \times \frac{\text{وزن المحجوز الكلي}}{\text{وزن العينة الأصلي}}$

نسبة المار = $100 - \text{نسبة المحجوز}$

7- رسم منحنى التدرج الحبيبي ومقارنته بالمواصفات.

النسبة المئوية للفاقد = $100 \times \frac{\text{مجموع الأوزان المحجوزة على المناخل}}{\text{وزن العينة الأصلي}}$



مثال تطبيقي:

تم تجهيز عينة وزنها 3000 جم وهي عبارة عن خليط من الركام الصغير والكبير. ثم تم نخلها باستخدام المناخل المذكورة سابقا.

المطلوب:

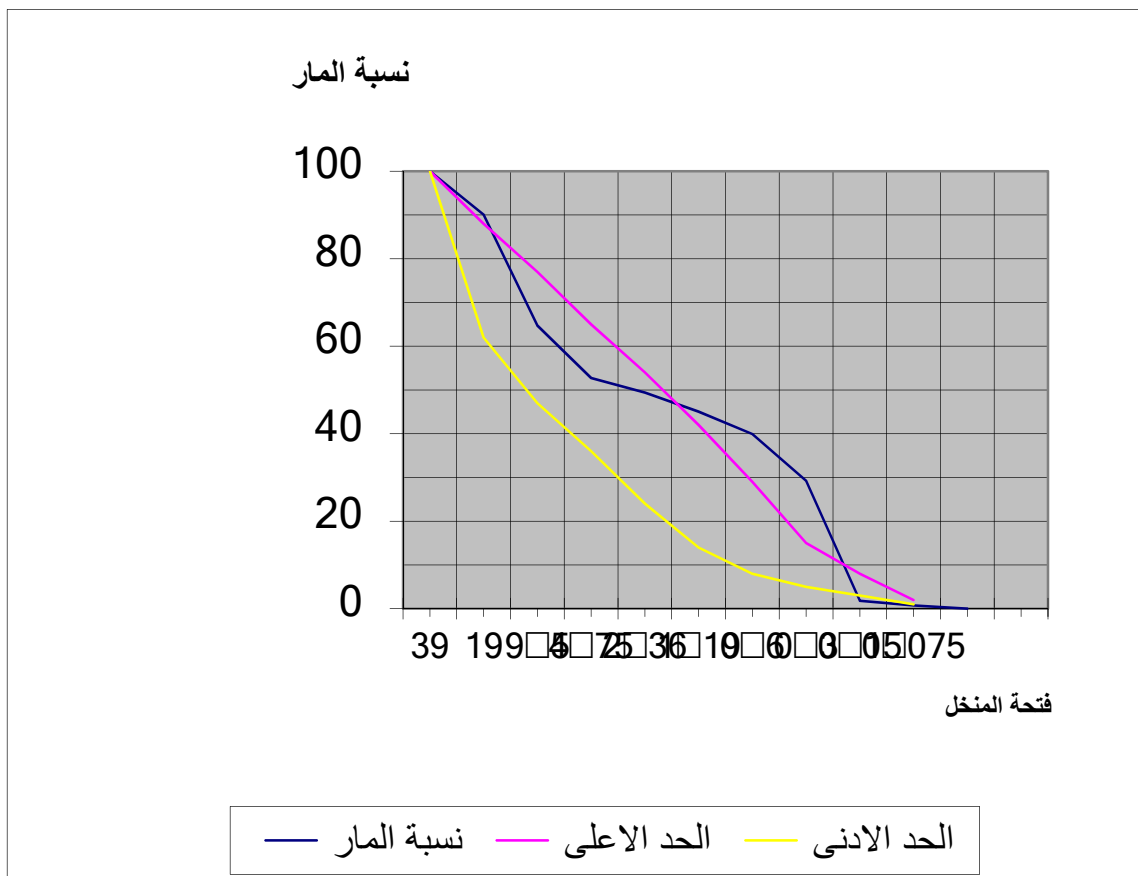
تقسيم العينة حسب حجم الحبيبات - رسم منحنى التدرج الحبيبي إيجاد معايير المرونة و المقاس الاعتباري الأكبر.

الحل:

نتائج التجربة:

المنخل ملم	وزن المحجوز	الوزن الكلي	نسبة المحجوز	نسبة المار %
38.0	0	0	0	100.0
19.05	297	297	9.91	90.09
9.50	760	1057	35.67	64.73
4.76	360	1417	47.28	52.72
2.38	100	1517	51.62	49.38
1.19	130	1647	54.95	45.05
0.600	154	1801	60.09	39.91
0.300	320	2121	70.09	29.91
0.150	822	2943	98.19	1.81
0.075	32	2975	99.27	00.73
الوعاء	22	2997	100	0.00

منحني التدرج الحبيبي



معايير النعومة =

$$6.28 = \frac{99.27 + 98.19 + 70.09 + 60.09 + 54.95 + 51.62 + 47.28 + 35.67 + 9.91}{100}$$

100

المقاس الاعتباري الأكبر هو 38 مم.



مثال:

عينة من التربة حجمها 1000 جم ، تم وضعها على جهاز الهزاز لمدة 8 دقائق ، فكانت نتائج المحجوز على المناخل كما في الجدول التالي :

النسبة المر	النسبة المحجوز	الوزن المحجوز الكل	وزن المحجوز	المنخل ملم
			0	38
			95	19
			155	9.5
			105	4.76
			95	2.38
			115	1.19
			85	0.60
			120	0.30
			110	0.15
			120	0.075
				الوعاء

باستخدام القوانين :

$$100 \times \frac{\text{الوزن الكلي المحجوز على كل منخل}}{1000} = \text{النسبة المئوية للمحجوز الكلي على كل منخل}$$

النسبة المئوية للمار من كل منخل = 100 - النسبة المئوية للمحجوز الكلي على كل منخل

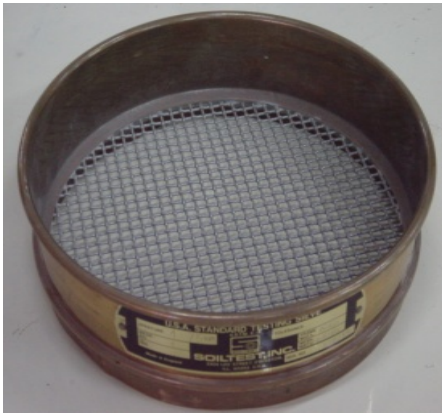
أكمل الجدول ثم يتم رسم منحنى التدرج الحبيبي ومقارنته بحدود المواصفات .

اختبار التآكل للركام

الغرض من الاختبار:

تعيين مقاومة الركام المستخدم في طبقات الرصف للبري والتآكل نتيجة احتكاك الحبيبات أثناء الخلط، ونتيجة إطارات السيارات . ويتم تعيين هذه المقاومة عن طريق اختبار عينة من الركام داخل ماكينة لوس أنجلوس .

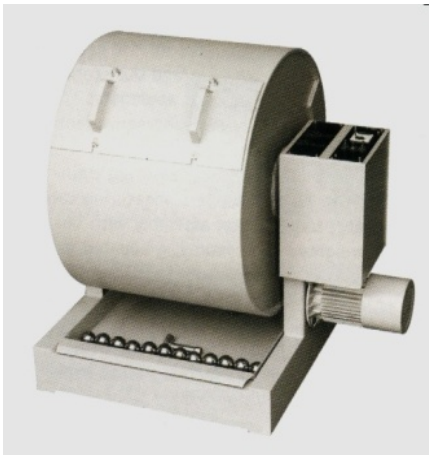
الأدوات المستخدمة:



مناخل رقم 12



ميزان حساس



جهاز لوس أنجلوس



فرن تجفيف



طريقة إجراء التجربة :

1. تجهيز عينة من الركام حسب التدرج التالي :

الوزن				فتحة المنخل	
د	ج	ب	أ	محجوز على	مار من
			1250	1	1 ¼
			1250	¾	1
		2500	1250	½	¾
	1250	2500	1250	¾	½
	2500			½	¾
				رقم 4	½
5000				رقم 8	رقم 4
5000	5000	5000	5000	الإجمالي	

2. تجفف العينة في فرن التجفيف بدرجة حرارة (105 - 110 °م) ، ثم يؤخذ منها وزن محدد يوضع في جهاز لوس أنجلوس ويوضع معها عدد من الكرات حسب الجدول التالي :

الترج	عدد الكرات	وزن العينة
أ	12	5000
ب	11	4584
ج	8	3330
د	6	2500

3. تشغيل الجهاز ليعمل دورات بعدد 500 لفة (دورة) بسرعة 33 لفة / دقيقة .

4. تستخرج العينة وتتخل على منخل رقم 12 ، و يوزن المار من المنخل .

النتائج :

$$100 \times \frac{\text{وزن المار من منخل رقم 12}}{\text{الوزن الأصلي للعينة}} = \text{نسبة التآكل}$$



المواصفات والمقاييس :

تقارن هذه النسبة بحدود المواصفات كما يلي :

- الطبقة السطحية لا تزيد عن 30 % .
- طبقة الأساس لا تزيد عن 40 % .
- طبقة ما تحت الأساس لا تزيد عن 50 % .

وتسجل النتائج للعينات المختبرة في الجدول التالي :

اختبار تعيين نسبة التآكل			اسم التجربة
			نوع العينة
3	2	1	رقم العلبة
			نوع الطبقة
			التدرج
			وزن العينة (جم)
			عدد الكرات
			وزن المار من منخل 12 (جم)
			النسبة المئوية للتآكل %
			مقارنة المواصفات



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(الموازين وتصنيف التربة)..... ، قوّم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه :(الموازين وتصنيف التربة)

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
1.	يتقن استخدام الموازين المختلفة.				
2.	يتقن التحويل بين وحدات الأوزان ووحدات الحجم.				
3.	يتقن تعيين الوزن النوعي للتربة.				
4.	يتقن تعيين الوزن الحجمي للتربة.				
5.	يتقن تعيين التدرج الحبيبي للتربة .				
6.	يتقن تصنيف التربة.				
7.	يتقن تعيين التاكل للتربة .				
8.	يتقن عمل الحسابات اللازمة .				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



الوحدة الثانية

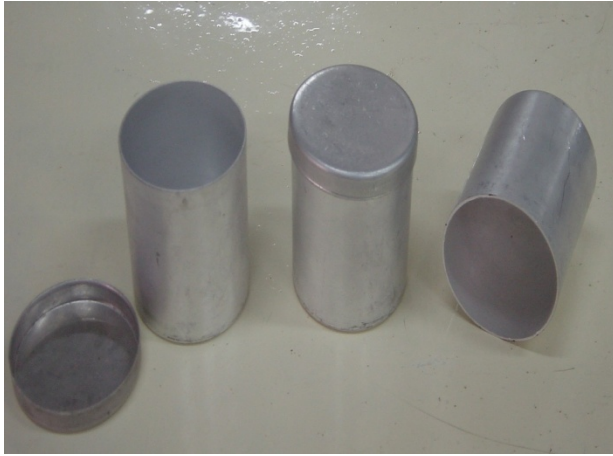
قوام التربة

تعيين نسبة الرطوبة في التربة

الغرض من التجربة

تعيين النسبة المئوية للرطوبة (المحتوى المائي) في التربة والتي على أساسها يتم تقدير كمية الماء الواجب إضافتها للتربة للوصول إلى أفضل نسبة تعطي أعلى كثافة للتربة بعد دمكها وهو اختبار مهم للتربة ولطبقات الرصف الحبيبية.

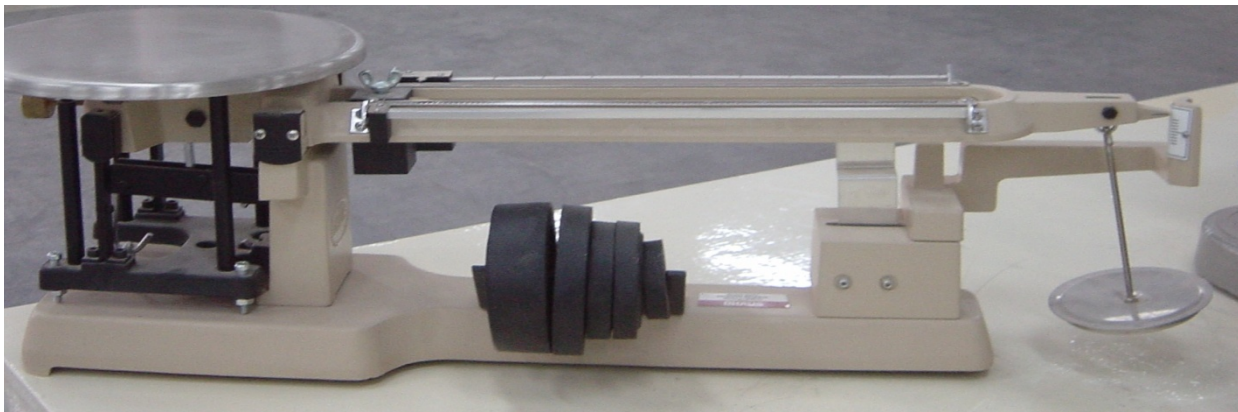
الأدوات المستخدمة :



أوعية للوزن



فرن تجفيف



ميزان حساس



خطوات التجربة

1. توزن علبة التجفيف وهي فارغة ويعين وزنها وليكن (و) جم .
2. تؤخذ عينة من التربة بحيث تمثل العينة الكلية الموجودة أفضل تمثيل وتوضع في علبة التجفيف ثم توزن والعينة رطبة وليكن وزنها (و 1) جم .
3. توضع العلبة في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة (105 - 110) م°
4. تستخرج العلبة من الفرن وتوزن ويعين وزنها والعينة جافة وليكن وزنها (و 2) جم .
5. النسبة المئوية للرطوبة تعين من القانون التالي:

$$\text{نسبة الرطوبة} = 100 \times \frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة جافة}}$$

$$= 100 \times \frac{29 - 19}{9 - 2}$$

النتائج العملية :

تعيين نسبة الرطوبة في التربة			اسم التجربة
جم			وزن العلبة فارغ (و)
جم			وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)
جم			وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)
%			النسبة المئوية للرطوبة



مثال (1):

عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 85 جم داخل علبة وزنها فارغة يساوي 10 جم ، تم وضعها في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة فكان وزن العينة جافة يساوي 70 جم . المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{نسبة الرطوبة} &= 100 \times \frac{29 - 19}{90 - 20} \\
 &= 100 \times \frac{70 - 85}{10 - 70} \\
 &= 100 \times \frac{15}{60} \\
 &= 100 \times 0.25 \\
 &= 25\%
 \end{aligned}$$

تعيين نسبة الرطوبة في التربة			اسم التجربة
جم	10	وزن العلبة فارغ (و)	
جم	85	وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)	
جم	70	وزن العلبة مع العينة جافه (و 2)	
%	25	النسبة المئوية للرطوبة	



مثال (2):

علبة فارغة وزنها يساوي 25 جم فيها عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 150 جم ،
تم وضعها في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة فكان وزن العينة بعد التجفيف يساوي 125 جم
. المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\begin{aligned} \text{نسبة الرطوبة} &= 100 \times \frac{29 - 19}{29 - 20} \\ &= 100 \times \frac{125 - 157}{25 - 125} \\ &= 100 \times \frac{32}{100} \\ &= 100 \times 0.32 \\ &= 32 \% \end{aligned}$$

تعيين نسبة الرطوبة في التربة		اسم التجربة
جم	25	وزن العلبة فارغ (و)
جم	155	وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)
جم	125	وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)
%	32	النسبة المئوية للرطوبة



تمارين على تعيين نسبة الرطوبة في التربة

تمرين (1) :

علبة فارغة وزنها يساوي 45 جم وضع فيه عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 170 جم ، تم تجفيفها في فرن التجفيف فكان وزن العينة يساوي 145 جم . المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\frac{170 - 45}{145} = \frac{125}{145} = 0.862$$

اسم التجربة	تعيين نسبة الرطوبة في التربة
وزن العلبة فارغ (و)	جم
وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)	جم
وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)	جم
النسبة المئوية للرطوبة	%

تمرين (2) :

عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 115 جم داخل علبة وزنها فارغة يساوي 15 جم ، تم تجفيفها في فرن التجفيف ، فكان وزن العينة جافة يساوي 85 جم . المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\frac{115 - 15}{85} = \frac{100}{85} = 1.176$$

اسم التجربة	تعيين نسبة الرطوبة في التربة
وزن العلبة فارغ (و)	جم
وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)	جم
وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)	جم
النسبة المئوية للرطوبة	%



اختبارات قوام التربة الطبيعية

تمهيد :

توجد التربة في الطبيعة على عدة حالات تبعاً لكمية الماء الموجودة في الفراغات بين الحبيبات وتسمى بقوام التربة، حيث أنه كلما زادت هذه النسبة زادت نسبة الترابط بين الحبيبات وإذا قلت قل الترابط بين الحبيبات، وتوجد التربة في الطبيعة على إحدى الحالات التالية:

- الحالة الصلبة . solid stat
- الحالة شبه الصلبة . semi solid stat
- الحالة اللدنة .plastic stat
- الحالة السائلة .liquid stat

وتنتقل التربة من حالة إلى أخرى كلما زاد المحتوى المائي، ولتعيين قوام التربة (مقدرة التربة على التشكل) يجب تحديد حدود أتبرج (atterberg limits) للتربة وهي الحدود الفاصلة بين الحالات السابقة الذكر وتعرف بما يلي:

- حد السيولة (liquid limit) .
- حد اللدونة (plastic limit)
- حد الانكماش (shrinking limit) .

اختبار تعيين حد السيولة للتربة

تعريف:

حد السيولة هو المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) الذي تتحول التربة عنده من حالة السيولة إلى حالة اللدونة . ويعبر عن هذا الحد بكمية الماء (المحتوى المائي) الذي يمكن عنده إغلاق شق في عينة من التربة عرضه نصف بوصة باستخدام جهاز كزجراند في 25 ضربة.

الغرض من التجربة:

تحديد حد السيولة للتربة الطبيعية.

الأدوات المستخدمة:



بوتقة من النحاس ، أداة الشق



جهاز كزجراند



فرن تجفيف

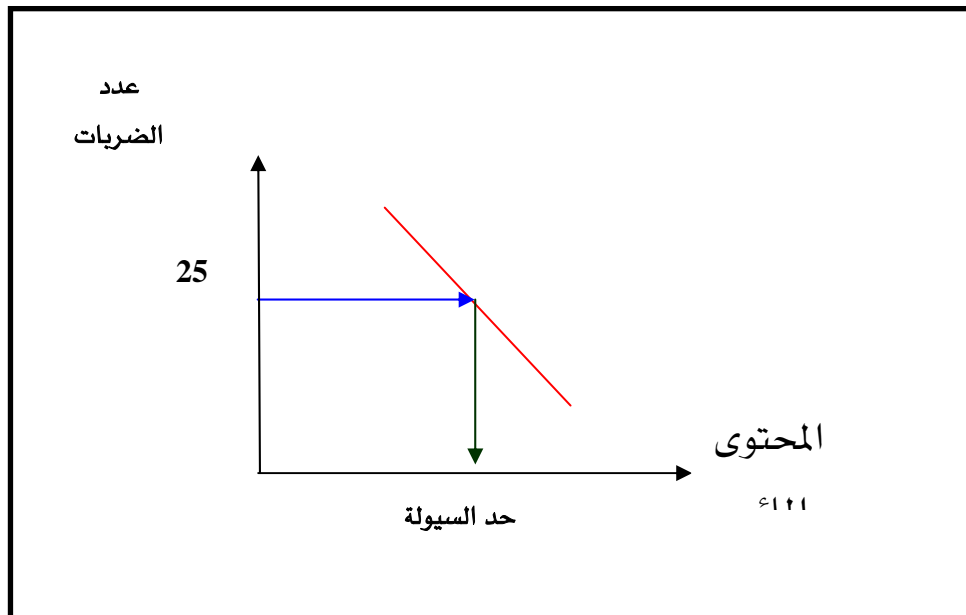


مناخل رقم 40



طريقة إجراء التجربة:

1. تجفيف عينة من التربة في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة، درجة حرارة 105-110م° ثم تستخرج العينة لتبرد في حرارة الغرفة .
2. تتخل العينة (المجففة) على منخل رقم 40 ويؤخذ مقدار 250 جرام من التربة المنخولة .
3. يضاف لها نسبة معلومة من الماء وتخلط حتى نحصل على قوام كثيف متجانس.
4. يوضع جزء من التربة في بوتقة الجهاز بحيث لا يزيد سمك التربة عن 1 ملم عند قاع البوتقة ثم يسوى سطح التربة.
5. عمل شق طولي بالعينة قطره السفلي 2 ملم باستخدام أداة الشق وبعمق لا يقل عن 8 ملم .
6. تشغيل الجهاز ليرفع البوتقة مسافة 10 ملم، وتترك لتسقط تحت تأثير وزنها لإغلاق الشق .
7. عند انغلاق الشق عند 25 ضربة تؤخذ عينة من منتصف الشق ويحدد لها المحتوى المائي في فرن التجفيف .
8. إذا لم يتم إغلاق الشق في عدد 25 ضربة، تعاد التربة لوعاء الخلط ويضاف لها قطرات من الماء وتخلط جيداً، ثم يجرى الاختبار مرة أخرى.
9. إذا لم تحدد النسبة اللازمة لغلق الشق في 25 ضربة يجرى الاختبار على عدد من العينات ويسجل نسبة الماء لها وعدد الضربات ثم ترسم علاقة ويحدد حد السيولة

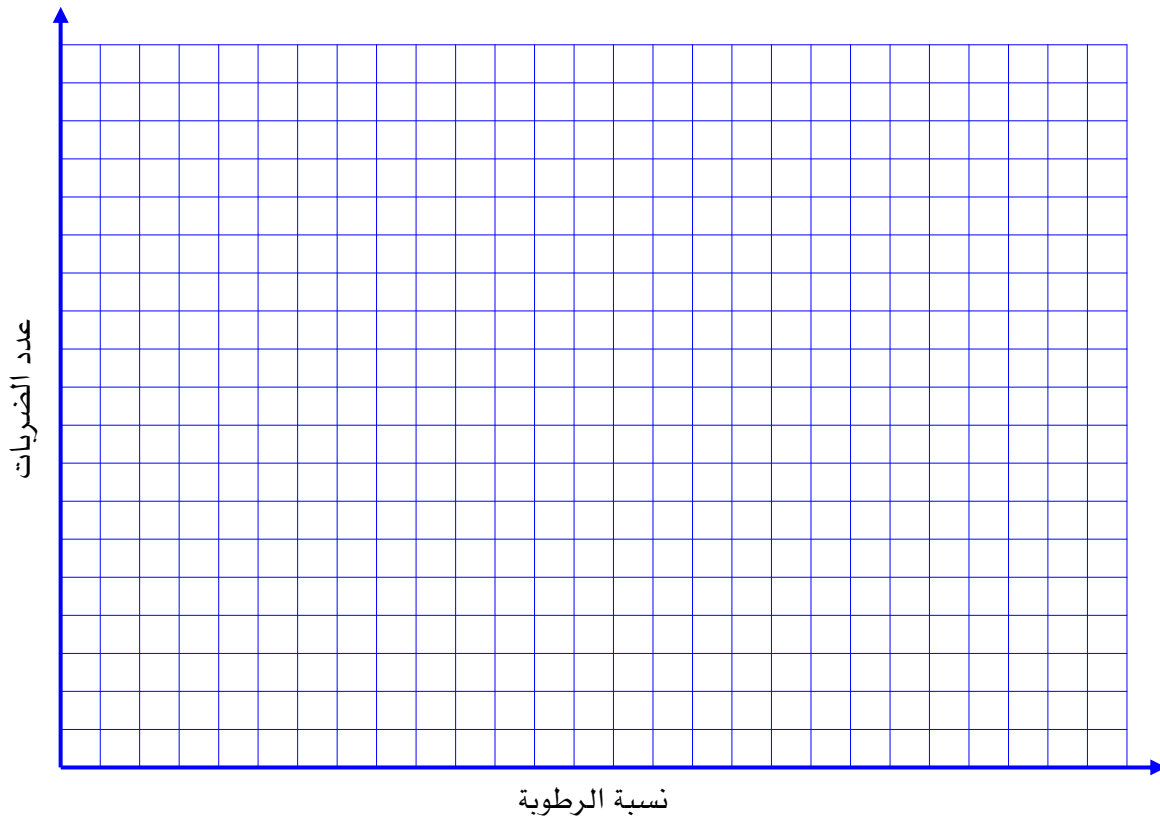




النتائج :

تدون نتائج الاختبار في الجدول ثم يرسم المنحنى ويحسب حد السيولة .

اختبار تعيين حد السيولة للتربة				اسم التجربة
				نوع العينة
	3	2	1	رقم العربة
وزن العربة فارغة				جم
وزن العربة + وزن العينة رطبة				جم
وزن العربة + وزن العينة جافة				جم
وزن الماء (الرطوبة)				جم
وزن العينة جافة				جم
المحتوى المائي				%
عدد الضربات				



اختبار تعيين حد اللدونة للتربة

تعريف:

حد اللدونة هو المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) الذي تتحول التربة عنده من حالة اللدونة إلى حالة شبه الصلبة . ويعبر عن هذا الحد بكمية الماء (المحتوى المائي) الذي يمكن عنده فتل خيط التربة إلى أن يصبح قطره (بوصة أو 3 ملم) دون أن يتشقق أو أن ينقطع .

الغرض من التجربة:

تحديد حد اللدونة للتربة الطبيعية.

الأدوات المستخدمة:



ميزان حساس



مجموعة حد اللدونة



فرن تجفيف



مناخل رقم 40



خطوات إجراء التجربة:

1. تجفف التربة في فرن التجفيف بدرجة حرارة 110 ± 5 م° لمدة 24 ساعة ، ثم تستخرج وتترك لتبرد في درجة حرارة الغرفة .
2. نخل التربة على منخل رقم 40 ويؤخذ منها وزن في حدود 25 جرام .
3. يضاف للعينة (25 جرام) مقدار من الماء قريب من حد السيولة وتخلط حتى يصبح قوامها متجانس .
4. تجزأ العينة إلى كميات صغيرة وتشكل على هيئة كرات صغيرة في حدود 8 جرام
5. فرك الكرات على اللوح الزجاجي تحت أصابع اليد برفق حتى يكون قطر الخيط 3 ملم .
6. يتم تقطيع الخيط المتشكل إلى أجزاء ثم تشكل على هيئة كرات ثم تفرك بالطريقة السابقة .
7. تكرار الخطوات (5 ، 6) إلى أن يتشقق الخيط قبل الوصول إلى قطر 3 ملم .
8. يؤخذ جزء من التربة (من الخيط المتشقق) ثم يوضع في فرن التجفيف لتعيين المحتوى المائي للعينة .

النتائج :

يكرر الاختبار على ثلاث عينات ثم يتم تحديد حد اللدونة كالتالي :

مجموع نسبة الرطوبة للعينات

عدد العينات

= حد اللدونة



المواصفات والمقاييس:

تكون التربة عديمة اللدونة في الحالات التالية :

1. إذا تساوى حد السيولة وحد اللدونة .
2. إذا كانت التربة تحتوى على كمية من الرمل .
3. إذا تعذر تشكيل خيط التربة وتقطعه دائماً قبل الوصول إلى قطر 3 ملم

وتدون نتائج الاختبار في الجدول التالي :

اختبار تعيين حد اللدونة للتربة				اسم التجربة
				نوع العينة
	3	2	1	رقم العربة
جم				وزن العربة فارغة
جم				وزن العربة + وزن العينة رطبة
جم				وزن العربة + وزن العينة جافة
جم				وزن الماء (الرطوبة)
جم				وزن العينة جافة
%				المحتوى المائي



تعيين نسبة الفراغات في التربة

الفرض من التجربة

معرفة نسبة الفراغات بين حبيبات التربة ، مع العلم أنه كلما زادت نسبة المواد الناعمة قلت نسبة الفراغات والعكس . ولتعيين نسبة الفراغات في التربة هناك طريقتان :

الطريقة الأولى:

وهي طريقة حسابية تعتمد أساساً على نتائج تجربة الوزن النوعي للتربة و تجربة الوزن الحجمي للتربة باستخدام القانون التالي :

$$\text{نسبة الفراغات} = 100 \times \frac{\text{الوزن النوعي للتربة} - \text{الوزن الحجمي للتربة}}{\text{الوزن النوعي للتربة}}$$

الطريقة الثانية :

وتعتبر طريقة تقريبية لتعيين نسبة الفراغات في التربة ، وذلك باستخدام مخبار مدرج مملوء بالماء ووعاء .

وسنستخدم الطريقة الثانية في تعيين نسبة الفراغات في التربة.

الأدوات المستخدمة:



وعاء معلوم الحجم



مخبار مدرج



خطوات التجربة

1. يملأ المخبار المدرج بكمية معلومة من الماء .
2. يتم ملء وعاء معلوم حجمه بكمية من التربة المراد اختبارها مع مساواة سطحها بسطح الوعاء مع مراعاة عدم رج الوعاء أو دمك التربة .
3. يسكب الماء من المخبار المدرج في الوعاء وننتظر حتى يتساوى سطح الماء مع سطح العينة وسطح الوعاء.
4. نحدد كمية الماء التي سكبت من المخبار ونعين حجمها من المخبار المدرج وتكون هي حجم الفراغات الموجودة بين الحبيبات مع إهمال امتصاص التربة للماء.
5. نسبة الفراغات تعين من العلاقة التالية:

$$\text{نسبة الفراغات} = \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي للعينة}} \times 100 = \%$$

النتائج العملية:

اسم التجربة	تعين نسبة الفراغات في التربة	
الحجم الكلي للعينة	سم ³	
حجم الفراغات (كمية الماء)	جم	
نسبة الفراغات	%	



مثال (1) :

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 2000 جم ، وبعد سكب الماء علي العينة تبقى في المخبار 90 جم . احسب نسبة الفراغات في التربة إذا كان المخبار مدرج مملوء بالماء لحجم 200 جم .

الحل:

$$\begin{aligned}
 & \text{نسبة الفراغات} = 100 \times \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي للعينة}} \\
 & = 100 \times \frac{90 - 200}{2000} \\
 & = 100 \times \frac{110}{2000} \\
 & = 100 \times 0.055 \\
 & = 5.5 \%
 \end{aligned}$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة		اسم التجربة
سم ³	2000	الحجم الكلي للعينة
جم	110	حجم الفراغات (كمية الماء)
%	5.5	نسبة الفراغات



مثال (2) :

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 1500 جم ، تم سكب كمية من الماء عليها بحجم 150 جم . أوجد نسبة الفراغات في التربة.

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{نسبة الفراغات} &= \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي للعينة}} \times 100 \\
 &= 100 \times \frac{150}{1500} \\
 &= 100 \times 0.1 \\
 &= 10\%
 \end{aligned}$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة		اسم التجربة
سم ³	1500	الحجم الكلي للعينة
جم	150	حجم الفراغات (كمية الماء)
%	10	نسبة الفراغات



تمارين على تعيين نسبة الفراغات في التربة

تمرين (1):

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 2750 جم ، وبعد سكب الماء على العينة تبقي في المخبار 135 جم . أوجد نسبة الفراغات في التربة .

الحل:

$$100 \times \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{حجم الكلي}} =$$

$$100 \times \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{حجم الكلي}} =$$

$$\% =$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة			اسم التجربة
سم ³			الحجم الكلي للعينة
جم			حجم الفراغات (كمية الماء)
%			نسبة الفراغات



تمرين (2) :

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 3500 جم ، تم سكب كمية من الماء عليها بحجم 250 جم . أوجد نسبة الفراغات في التربة .

الحل:

$$100 \times \text{—————} =$$

$$100 \times \text{————} =$$

$$\% \quad =$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة			اسم التجربة
سم ³			الحجم الكلي للعينة
جم			حجم الفراغات (كمية الماء)
%			نسبة الفراغات

تعيين نسبة الطمي والمواد الناعمة في التربة

الغرض من التجربة :

الغرض من هذه التجربة هو تعيين نسبة الطمي والمواد الشديدة النعومة والموجودة في الركام الصغير (الرمل) سواء المستخدم في أعمال الطرق أو الأعمال الإنشائية الأخرى نظراً لأن وجوده يعتبر مضرًا سواءً بالخرسانة الإسفلتية أو الأسمنتية خاصة إذا زادت نسبته عن الحدود المسموح بها .

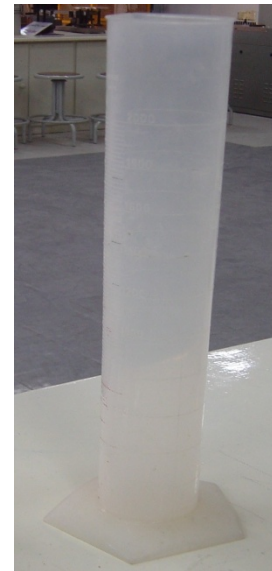
وتجرى هذه التجربة بطريقتين إما بالوزن أو بالحجم .

أولاً : بطريقة الحجم (المخبار المدرج) :

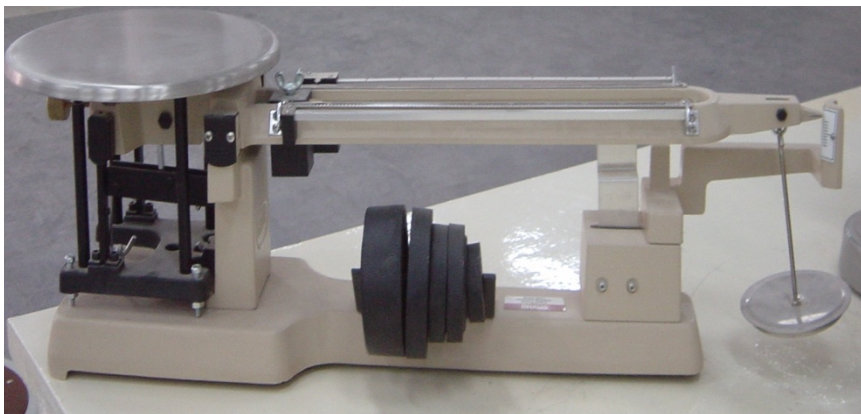
الأدوات المستخدمة :



فرن تجفيف



مخبار مدرج



ميزان حساس



منخل قياسي رقم (4)



خطوات التجربة

1. يوضع مقدار من الماء النقي في المخبار المدرج وليكن الحجم في حدود 800 سم³.
2. ينخل مقدار من الركام الجاف على منخل رقم (4) ويؤخذ من المار وزن مقداره 500 جم.
3. يوضع الركام في المخبار ثم يقفل بإحكام ويرج بشدة ثلاث مرات بين كل مرة والأخرى في حدود 20 دقيقة بحيث في النهاية يكون سطح الركام في المخبار أفقياً.
4. بعد مرور ساعة من بداية التجربة يتم تعيين حجم الطبقة الناعمة المترسبة أعلى الركام في المخبار.
5. إذا كان الماء في المخبار لم يزل غير رائق يترك لمدة 24 ساعة وتؤخذ القراءة.
6. النسبة المئوية لكمية المواد المترسبة.

$$\frac{\text{حجم المواد المترسبة} \times \text{كثافة المواد المترسبة}}{\text{وزن الركام}} = \text{النسبة المئوية للمواد المترسبة}$$

ملاحظة:

- ❖ كثافة المواد الناعمة بعد مرور (1) ساعة تؤخذ 0.6 جم / سم³.
- ❖ كثافة المواد الناعمة بعد مرور (24) ساعة تؤخذ 0.9 جم / سم³.

النتائج العملية :

تعيين نسبة الطمي والمواد الناعمة في التربة			اسم التجربة
وزن الركام	جم		
زمن أخذ العينة	وقت		
حجم المواد المترسبة	سم ³		
كثافة المواد المترسبة	جم / سم ³		
النسبة المئوية للمواد المترسبة	%		

ثانياً: بطريقة الوزن والغسيل باستخدام المنخل رقم (200) :

تعتبر هذه الطريقة أدق من الطريقة السابقة في النتائج ولكن تحتاج هذه الطريقة إلى وقت أطول من الطريقة الأولى .

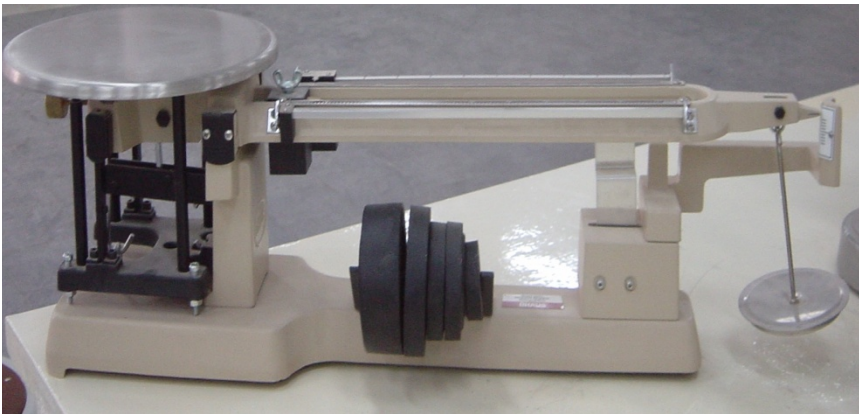
الأدوات المستخدمة :



فرن تجفيف



مخبار لسكب الماء



ميزان حساس



منخل قياسي رقم (200)



خطوات التجربة:

1. تحضر العينة المراد اختبارها ثم تجفف في فرن درجة حرارته تتراوح بين 105 – 110 درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن (1 و) جم.
2. توضع العينة في الوعاء وتغطي بالماء وتقلب جيداً لضمان فصل الطين والمواد الناعمة المختلطة بالرمل .
3. يتم سكب ماء في الوعاء مباشرة على منخل رقم (200) وتكرار العملية عدة مرات حتى يصبح الماء المار من المنخل رائق مما يدل على عدم وجود مواد ناعمة في العينة.
4. تعاد جميع الحبيبات المحجوزة على المنخل إلى الوعاء ثم تجفف في الفرن عند درجة 105 – 110 درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن (2 و) جم .
5. تحسب النسبة المئوية للمواد الناعمة والطين من القانون التالي:

$$\text{النسبة المئوية للمواد الناعمة والطين} = 100 \times \frac{2 \text{ و} - 1 \text{ و}}{2 \text{ و}}$$

النتائج العملية :

1. وزن الركام قبل الغسيل (1 و) = جم.
2. وزن الركام قبل الغسيل (2 و) = جم.

$$3. \text{ النسبة المئوية للمواد المترسبة} = 100 \times \frac{\quad}{\quad}$$

تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة

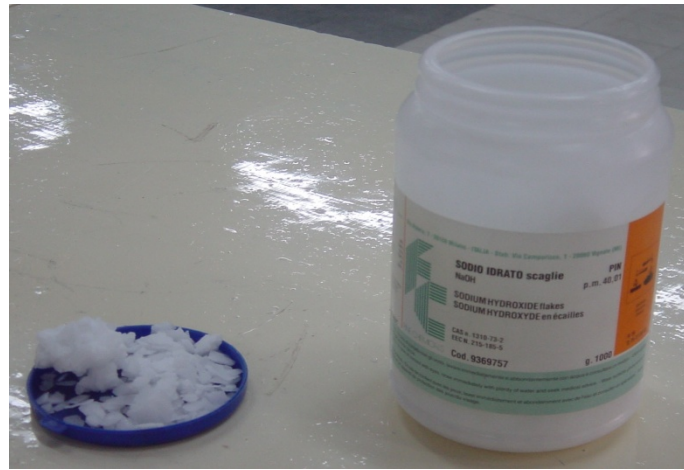
الغرض من التجربة

تعيين الشوائب العضوية الموجودة في التربة ومعرفة نسبتها حيث أن هذه النسبة إذا زادت في التربة أصبحت خواص رديئة لدرجة تجعلها لا تصلح لإنشاء الطرق فالتربة العضوية ضعيفة في تحملها للأحمال وقابلة للتغيرات الحجمية في وجود الماء وقابلة كذلك للانضغاط تحت تأثير الأحمال .

الأدوات المستخدمة :



زجاجة بغطاء وبها تدرج لمعرفة الحجم



محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 3 %



منخل رقم 8



خطوات التجربة:

1. يتم نخل عينة التربة المراد اختبارها على منخل رقم (8) وذلك بعد أخذها بإحدى طرق التقسيم المعروفة .
2. يؤخذ من العينة المنخولة مقدار 500 جم .
3. توضع العينة في الزجاج المدرجة حتى حجم 130 سم .
4. يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 3% على التربة حتى حجم 200 سم3 ثم تغلق الزجاج بإحكام .
5. ترج الزجاج بشدة ثم تترك لمدة 24 ساعة .
6. يختبر لون المحلول الموجود فوق العينة داخل الزجاج بعد 24 ساعة .

ملاحظة :

هذا الاختبار فقط لمعرفة وجود شوائب عضوية في التربة ومقدارها دون التطرق لنوع هذه المواد العضوية ومنشئها الأصلي ونسبتها الفعلية في التربة .

النتائج العملية :

اسم التجربة	تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة
بعد 24 ساعة وجد أن لون المحلول	
لون المحلول	رائق
لونه المحلول	أصفر فاتح
لونه المحلول	بني إلى أحمر

تنص المواصفات والمقاييس إذا كان :

- لون المحلول رائق = لا توجد شوائب عضوية في التربة .
- لون المحلول أصفر خفيف = نسبة الشوائب العضوية قليلة وغير ضاره بالتربة
- لون المحلول بني إلى أحمر = نسبة الشوائب العضوية



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(قوام التربة)..... ، قوم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه : (قوام التربة)

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
9.	يتقن تعيين نسبة الرطوبة في التربة .				
10.	يتقن تحديد حد السيولة للتربة .				
11.	يتقن تحديد حد اللدونة للتربة .				
12.	تعيين نسبة الفراغات في التربة.				
13.	تعيين نسبة المواد الناعمة بطريقة المخبار المدرج.				
14.	تعيين نسبة المواد الناعمة بطريقة الوزن والغسيل.				
15.	تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة.				
16.					

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البندود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



الوحدة الثالثة

اختبارات الاسمنت

اولا - اختبارات العجينة الاسمنتية

1- اختبار تعيين نعومة الأسمنت

الغرض من التجربة :

هو تحديد نعومة الأسمنت عن طريق تحديد مقياس حبيباته من نتائج هذا الاختبار، ويمكن تحديد بعض خواص الأسمنت حيث أن نعومة الأسمنت تساعد على سرعة تفاعل الماء مع الأسمنت لكبر مساحة سطح حبيباته وانتشار الماء على هذه المساحة السطحية ويساعد الأسمنت على الحصول على قوته مبكراً وبالتالي تكون مقاومة الضغط للخرسانة عالية.

كما أن زيادة نعومة الأسمنت تزيد من قابلية الخرسانة للتشغيل وتحسن تماسك الخلطة الخرسانية.

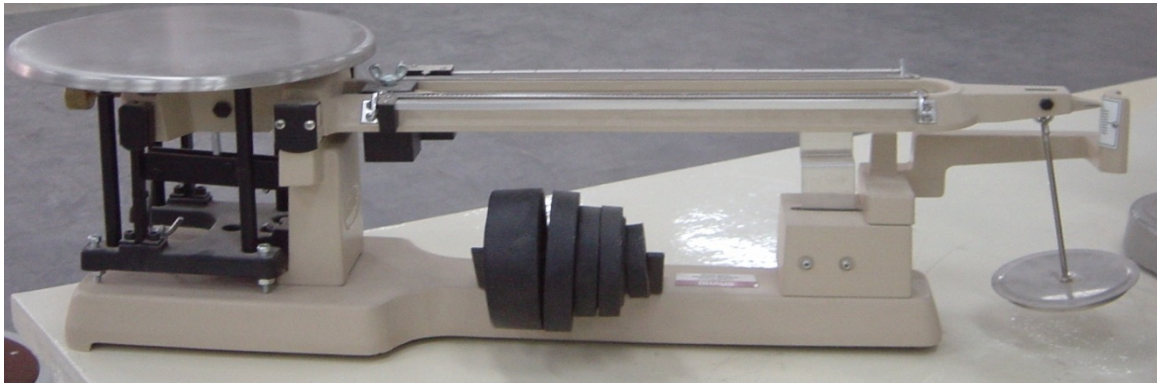
الأدوات المستخدمة :



ساعة إيقاف



منخل قياسي رقم (170)



ميزان حساس



خطوات التجربة:

1. توزن عينة من الأسمنت المراد اختباره وليكن حجمها 100 جم.
2. تتخل العينة على المنخل رقم 170 لمدة 15 دقيقة إذا كان النخل يدوياً ولمدة 5 دقائق إذا كان النخل ميكانيكياً مع مراعاة تغطية المنخل بغطاء محكم حتى لا يتسرب أي جزء من الأسمنت أثناء عملية النخل.
3. يوزن المحجوز على المنخل رقم 170.
4. تعيين نعومة الأسمنت من القانون التالي :

$$\text{نعومة الأسمنت} = \frac{\text{الوزن المحجوز}}{\text{الوزن الكلي}} \times 100$$

المواصفات والمقاييس

وتتص المواصفات القياسية على ألا تزيد نسبة المحجوز من الأسمنت على المنخل رقم 170 على التالي:

- بالنسبة للأسمنت البورتلاندي العادي عن 10 % بالوزن .
- بالنسبة للأسمنت البورتلاندي سريع التصلد عن 5 % بالوزن .

النتائج العملية

تعيين نعومة الأسمنت			اسم التجربة
سم ³			الوزن الكلي للعينة
جرام			الوزن المحجوز
%			نعومة الأسمنت



مثال (1):

عينة من الأسمنت البورتلاندي العادي وزنها الكلي يساوي 100 جم ، بعد نخلها على المنخل رقم 170 تبقي منها 4 جم على المنخل .
المطلوب تحديد نعومة الأسمنت وهل هو مطابق للمواصفات أما لا .

الحل (1):

$$\text{نعومة الأسمنت} = \frac{\text{الوزن المحجوز}}{\text{الوزن الكلي}} \times 100$$

$$= \frac{4}{100} \times 100$$

$$= 4 \%$$

بذلك يكون الأسمنت البورتلاندي العادي مطابق للمواصفات .

النتائج العملية

تعيين نعومة الأسمنت			اسم التجربة
سم ³	100		الوزن الكلي للعينة
جرام	4		الوزن المحجوز
%	4		نعومة الأسمنت



مثال (2):

عينة من الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد وزنها الكلي يساوي 120 جم ، بعد نخلها على المنخل رقم 170 تبقى منها 6 جم على المنخل .
المطلوب تحديد نعومة الأسمنت وهل هو مطابق للمواصفات أم لا .

الحل (1):

$$\text{نعومة الأسمنت} = 100 \times \frac{\text{الوزن المتبقي}}{\text{الوزن الكلي}}$$

$$= 100 \times \frac{6}{120} = 5\%$$

بذلك يكون الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد مطابق للمواصفات.

النتائج العملية

تعيين نعومة الأسمنت			اسم التجربة
سم ³	120	الوزن الكلي للعينة	
جرام	6	الوزن المحجوز	
%	5	نعومة الأسمنت	



تمارين على تعيين نعومة الأسمنت

تمرين (1):

عينة من الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد وزنها الكلي يساوي 240 جم ، بعد نخلها على المنخل رقم 170 تبقى منها 18 جم على المنخل .
المطلوب تحديد نعومة الأسمنت وهل هو مطابق للمواصفات أما لا .
الحل:

$$\times \quad \text{—————} \quad =$$

بذلك يكون الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد

تعيين نعومة الأسمنت			اسم التجربة
سم ³			الوزن الكلي للعينة
جرام			الوزن المحجوز
%			نعومة الأسمنت

تمرين (2):

عينة من الأسمنت البورتلاندي العادي وزنها الكلي يساوي 150 جم ، بعد نخلها على المنخل رقم 170 تبقى منها 6 جم على المنخل .
المطلوب تحديد نعومة الأسمنت وهل هو مطابق للمواصفات أما لا .
الحل:

$$\times \quad \text{—————} \quad =$$

بذلك يكون الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد

تعيين نعومة الأسمنت			اسم التجربة
سم ³			الوزن الكلي للعينة
جرام			الوزن المحجوز
%			نعومة الأسمنت

2- تعيين القوام القياسي للأسمنت

الغرض من التجربة :

الغرض من هذه التجربة هو تعيين نسبة الماء القياسية الواجب إضافتها للأسمنت عند تعيين زمن الشك الابتدائي والنهائي للأسمنت، وهذه النسبة تختلف حسب نوع الأسمنت المستخدم.

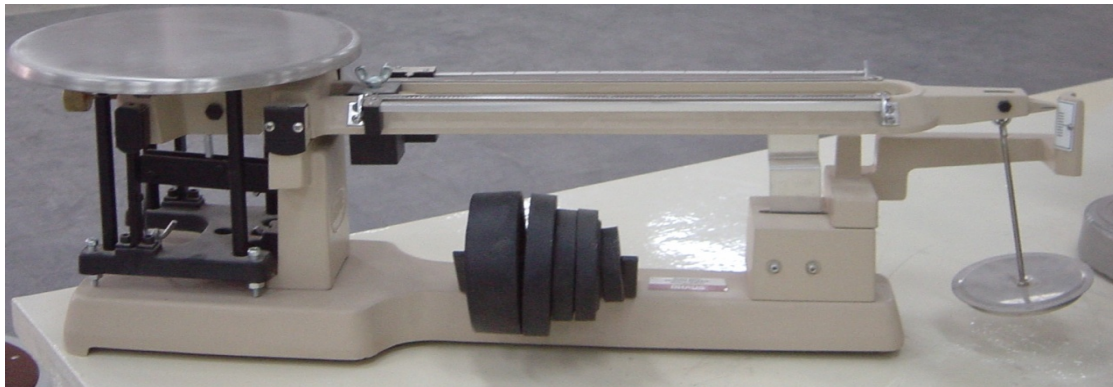
الأدوات المستخدمة :



خلاط ميكانيكي



جهاز فيكات



ميزان حساس



خطوات التجربة

1. يتم وزن مقدار من الأسمنت الجاف وليكن في حدود 500 جم .
2. يخلط هذا المقدار مع كمية من الماء ولتكن 25 % من وزن الأسمنت في خلاط ميكانيكي على أن ينتهي الخلط في حدود (4) دقائق من بداية عملية الخلط .
3. بعد الخلط مباشرة توضع العجينة الأسمنتية في قالب جهاز فيكات على لوح زجاجي غير منفذ للماء ويسوى سطحه .
4. يتم ضبط القضيب الذي وزنه 300 جم وقطره 105 ملم بحيث يكون ملامساً لسطح اللوح الزجاجي ويضبط مؤشر الجهاز على الصفر .
5. يوضع القالب أسفل القضيب على أن يكون ملامساً للسطح ويسمح له بالهبوط تحت تأثير وزنه ومنتظر حتى يثبت ونقرأ قراءة المؤشر .

المواصفات والمقاييس

تنص المواصفات والمقاييس على أنه إذا كانت قراءة المؤشر بين (5 - 7 ملم) تعتبر نسبة الماء المضافة هي نسبة الماء القياسية وإلا تعاد التجربة مع زيادة نسبة الماء المضاف أو إنقاصها حسب نتيجة التجربة.



تعيين زمن الشك الابتدائي للأسمنت

تعريف زمن الشك الابتدائي:

هو الزمن الذي يمضي من لحظة إضافة أول قطرة من الماء إلى الأسمنت الجاف حتى اللحظة التي تبعد الإبرة مسافة 5 ملم من قاع القالب .

الغرض من التجربة:

هو تعيين زمن الشك الابتدائي للأسمنت ومعرفة الزمن الذي يمضي من لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت حتى تبعد الإبرة عن القاع مسافة 5 ملم ، وقد نصت المواصفات القياسية على ألا يقل زمن الشك الابتدائي عن 45 دقيقة وذلك للأسمنت البورتلاندي العادي وسريع التصلد والحديدي .

الأدوات المستخدمة:



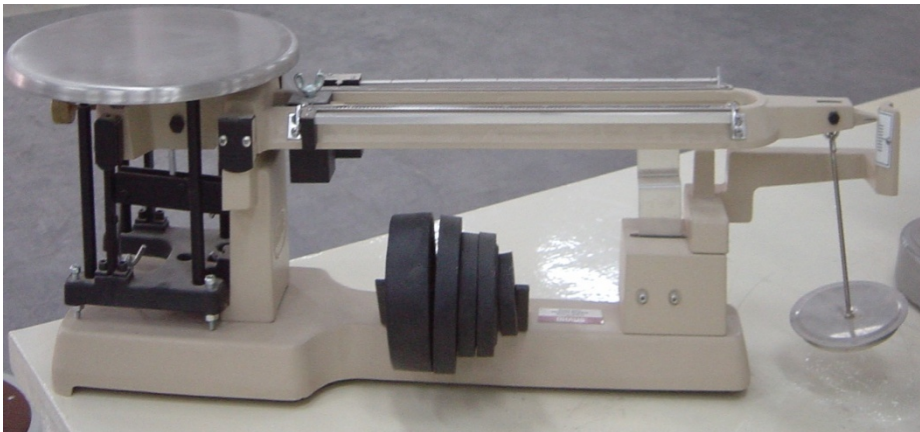
خلاط ميكانيكي



ساعة إيقاف



إبر جهاز فيكات



ميزان حساس



جهاز فيكات مع إبره



خطوات التجربة

1. نزن مقداراً من الأسمنت وليكن وزنه 500 جرام ونضيف مقداراً من الماء يكفي لعمل عجينة ذات قوام قياسي .
2. نضيف الماء إلى الأسمنت في الخلاط ويتم الخلط لمدة أربع دقائق ومدة الخلط تبدأ من لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف حتى يبدأ ملء قالب جهاز فيكات بالعجينة الأسمنتية وذلك بواسطة ساعة إيقاف .
3. يملأ قالب فيكات المرتكز على لوح غير مسامي ملاً تماماً ودفعاً واحدة بعجينة الأسمنت السابق تحضيرها ثم يسوى سطح العجينة مع حافة القالب بسرعة .
4. يضبط مؤثر الجهاز على صفر التدرج عندما يكون طرف الإبرة ملاصقاً لقاع القالب .
5. توضع عجينة الاختبار الموجودة داخل قالب فيكات والمرتكز على اللوح المستوي غير مسامي في المكان الخاص بالجهاز ثم تدلا الإبرة ببطء حتى تلمس سطح العجينة بالقالب وتترك الإبرة حرة لتنفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي للقضيب والإبرة معاً (يساوي 300 جرام) ونعين قراءة المؤشر على التدرج.
6. تترك العجينة فترة ثم يحرك القالب قليلاً حتى لا تهبط الإبرة في النقطة الواحدة أكثر من مرة وتكرر عملية نفاذ الإبرة بالعجينة في مواضع مختلفة إلى أن تنفذ الإبرة إلى مسافة مقدارها 5 ملم من قاع القالب عندها نعين زمن الشك الابتدائي بواسطة ساعة إيقاف .

المواصفات والمقاييس

تنص المواصفات والمقاييس على أن لا يقل زمن الشك الابتدائي عن 45 دقيقة.

النتائج العملية

زمن الشك الابتدائي = دقيقة.



4- تعيين زمن الشك النهائي للأسمنت

تعريف زمن الشك النهائي:

هو الفترة التي تمر بين لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف واللحظة التي تترك إبرة جهاز فيكات أثراً بعجينة الأسمنت بينما لا يظهر الأثر الدائري للجزء المثبت حول الإبرة.

الغرض التجربة:

هو معرفة الزمن الذي يمضي من لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف حتى اللحظة الذي يبدأ فيها شك الأسمنت شكاً نهائياً، حتى يكون هناك فرصة كافية لتشغيل وخلط الخرسانة ونقلها إلى مكان الصب قبل أن تفقد لدونتها وحتى لا تتأخر الخرسانة في الوصول إلى القوة والمقاومة المناسبة في الوقت المطلوب.



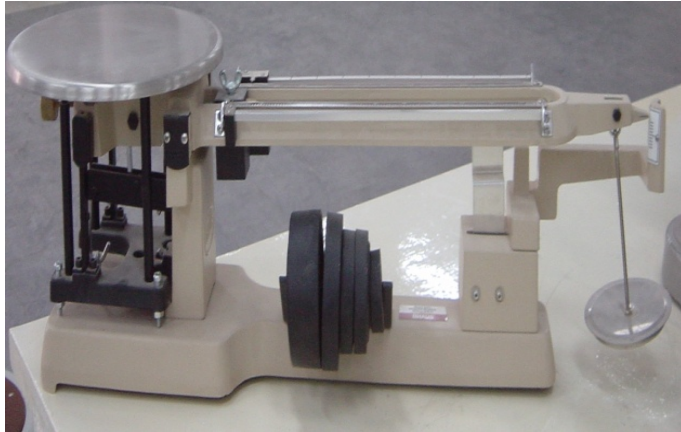
الأدوات المستخدمة:



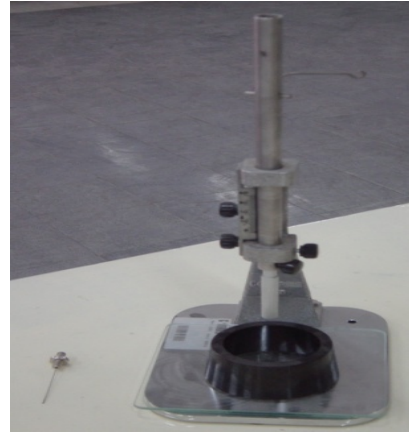
خلاط ميكانيكي



ساعة إيقاف



ميزان حساس



جهاز فيكات مع إبرة



إبرة زمن الشك النهائي



خطوات التجربة :

1. على نفس العينة التي سبق وعينا لها زمن الشك الابتدائي يتم تعيين زمن الشك النهائي.
2. تستبدل الإبرة بإبرة أخرى مزودة بالطرف الآخر ومثبت حولها جزء أسطواناني قطره 5 ملم .
3. يدلا القضيب والإبرة ببطء حتى تلمس سطح العجينة بالقالب وتترك لينفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي للقضيب والإبرة مع استمرار تشغيل ساعة الإيقاف.
4. تكرر العملية في مواضع مختلفة من سطح العجينة إلى أن تترك الإبرة أثراً بالعجينة بينما لا يظهر الأثر الدائري بالجزء المثبت حول الإبرة ويجب مراعاة عدم الهبوط للإبرة أكثر من مرة في المكان الواحد عندئذ يكون هو زمن الشك النهائي .

المواصفات والمقاييس

تنص المواصفات والمقاييس على أن لا يزيد زمن الشك النهائي عن عشر ساعات.

النتائج العملية

زمن الشك النهائي = ساعات

ثانياً - اختبارات المونة الأسمنتية

1- اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للضغط

الغرض من الاختبار:

تعيين مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية والتي تعتبر أهم خصائص الأسمنت، وكذلك يتم تحديد مقاومة الأسمنت للضغط للمقارنة بين أنواع الأسمنت المختلفة لتحديد مدى جودتها ومطابقتها للمواصفات .

الأدوات المستخدمة:

1. ماكينة الضغط (وسائل تحميل).
2. قوالب من الحديد المقاوم للصدأ $50 \times 50 \times 50$ ملم .



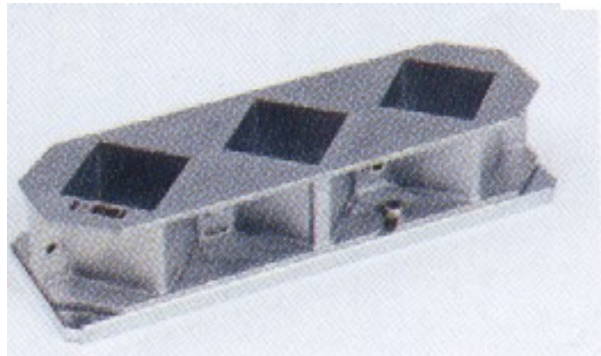
خلاط ميكانيكي



ماكينة الضغط



جهاز الهز الميكانيكي



قوالب المونة $50 \times 50 \times 50$ ملم



خطوات التجربة:

1. تجهيز قالب المونة بربط أجزائه ودهنه بطبقة رقيقة من الزيت .
2. تجهيز عينة من المونة الأسمنتية بنسبة 1 : 3 (أسمنت: رمل) تخلط خلطاً جيداً على الناشف لمدة دقيقة، ثم يضاف لها مقدار 10% ماء من مجموع وزني الأسمنت والرمل وتخلط جيداً لمدة أربع دقائق (كمية تكفي لعمل عدد 6 عينات).
3. توضع المونة في القوالب وبعد ملء القوالب تهز بالهزاز لمدة دقيقتين .
4. معالجة العينات على مرحلتين:
 - المرحلة الأولى: تحفظ العينات في جو لا تقل رطوبته عن 90% وبدرجة حرارة 20 ± 1 م° لمدة 24 ساعة، مع تغطية القوالب بغطاء غير منفذ للماء لتفادي التبخر.
 - المرحلة الثانية: تحفظ العينات في حوض المعالجة وتعلم بعلامات أو أرقام لحين اختبارها.
5. يتم اختبار عدد 3 عينات بعد 7 أيام، وعدد 3 عينات بعد 28 يوم، بحسب عمر العينات من نهاية عملية الهز.
6. توضع العينة في ماكينة الاختبار مع مراعاة الاحتياطات الفنية التالية:
 - 1- أن توضع العينة بحيث يتطابق مركز العينة مع مركز الماكينة .
 - 2- أن يكون سطح العينة مستوٍ (أملس) وأفقي.
7. التحميل على العينة حتى الكسر بحيث يكون التحميل (ساكن) متدرج يبدأ من الصفر ويتنهي بالكسر.



النتائج :

يتم تكسير عدد 3 عينات في كل مرحلة (7 أيام ، 28 يوم) وتحسب نتائجها على النحو التالي :

$$\text{حمل الكسر} = \frac{\text{مجموع أحمال الكسر للعينات}}{\text{عدد العينات (3)}}$$

$$\text{مقاومة المونة للضغط} = \frac{\text{حمل الكسر}}{\text{مساحة مقطع العينة}} \text{ نيوتن / ملم}^2$$

ويتم تسجيل نتائج الاختبار في الجدول التالي :

اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للضغط			اسم التجربة
3	2	1	رقم العينة
			عمر العينة
			حمل الكسر
			مقاومة الضغط
			مقاومة الضغط للمونة

2- اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للشد

الغرض من الاختبار:

تعيين مقاومة المونة الأسمنتية للشد المباشر وذلك بتعرض عينة من المونة لأحمال الشد ودراسة تأثير الحمل على العينة .
ويجرى هذا الاختبار للمقارنة بين أنواع الأسمنت المختلفة بحيث كلما كانت مقاومة الشد أكبر كلما كان الأسمنت أجود.

الأدوات المستخدمة:

1. ماكينة الشد للمونة الأسمنتية .
2. حوض معالجة .
3. جهاز الهزاز الميكانيكي .



فكي جهاز شد المونة



جهاز الشد لعينات الأسمنت



خلاط ميكانيكي



قالب عينات شد المونة



خطوات التجربة:

1. تجهيز قالب المونة بربط أجزائه ودهنه بطبقة رقيقة من الزيت .
2. تجهيز عينة من المونة الأسمنتية بنسبة 1 : 3 أسمنت: رمل تخلط خلطاً جيداً على الناشف لمدة دقيقة، ثم يضاف لها مقدار 10% ماء من مجموع وزني الأسمنت والرمل وتخلط جيداً لمدة أربع دقائق (كمية تكفي لعمل عدد 6 عينات).
3. توضع المونة في القوالب وبعد ملء القوالب تهز بالهزاز لمدة دقيقتين بمعدل 400 هزه في الدقيقة
4. معالجة العينات على مرحلتين:
 - المرحلة الأولى: تحفظ العينات في جو لا تقل رطوبته عن 90% وبدرجة حرارة 20 ± 1 °م لمدة 24 ساعة، مع تغطية القوالب بغطاء غير منفذ للماء لتفادي التبخر.
 - المرحلة الثانية: تحفظ العينات في حوض المعالجة وتعلم بعلامات أو أرقام لحين اختبارها.
5. يتم اختبار عدد 3 عينات بعد 7 أيام، وعدد 3 عينات بعد 28 يوم، بحسب عمر العينات من نهاية عملية الهز.
6. توضع العينة في ماكينة الاختبار مع مراعاة الاحتياطات الفنية التالية:
 - أن توضع العينة بحيث يتطابق مركز العينة مع مركز فكي الماكينة.
 - تثبت العينة بحرص لكي لا تنكسر (حتى يرتفع ذراع الجهاز إلى أعلى).
7. التحميل على العينة حتى الكسر بحيث يكون التحميل (ساكن) متدرج يبدأ من الصفر وينتهي بالكسر.



النتائج :

$$\text{حمل الكسر} = \frac{\text{مجموع أحمال الكسر للعينات}}{\text{عدد العينات (3)}}$$

$$\text{إجهاد الكسر} = \frac{\text{حمل الكسر}}{\text{مساحة مقطع العينة}} \text{ نيوتن / ملم}^2$$

ويتم تسجيل نتائج الاختبار في الجدول التالي :

اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للشد				اسم التجربة
	3	2	1	رقم العينة
نيوتن				حمل الكسر
نيوتن / ملم ²				مقاومة الشد

3- اختبار الانحناء للمونة الأسمنتية

الفرض من الاختبار :

تعيين مقاومة المونة الأسمنتية للانحناء وذلك بتعرض كمرّة من المونة لأحمال الانحناء ودراسة تأثير الحمل على الكمرّة. ويجرى هذا الاختبار للمقارنة بين أنواع الأسمنت المختلفة بحيث كلما كانت مقاومة الانحناء أكبر كلما كان الأسمنت أجود.

الأدوات المستخدمة :

1. ماكينة الانحناء .
2. قوالب الانحناء من الحديد المقاوم للصدأ $160 \times 40 \times 40$ ملم
3. حوض معالجة .



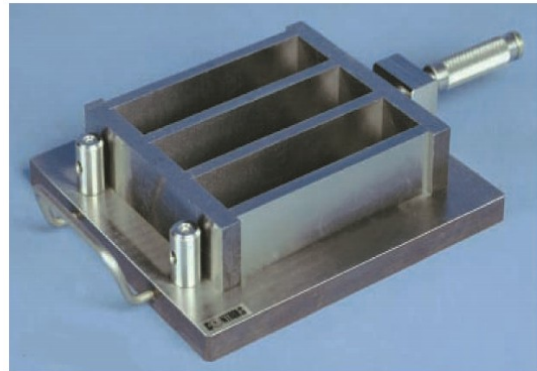
خلاط ميكانيكي



ماكينة الانحناء



جهاز الهز الميكانيكي



قوالب انحناء للمونة $160 \times 40 \times 40$ ملم



خطوات التجربة:

1. تجهيز قالب المونة بربط أجزائه ودهنه بطبقة رقيقة من الزيت .
 2. تجهيز عينة من المونة الأسمنتية بنسبة (1 أسمنت : 3 رمل) تخلط خلطاً جيداً على الناشف لمدة دقيقة، ثم يضاف لها مقدار 10% ماء من مجموع وزني الأسمنت والرمل وتخلط جيداً لمدة أربع دقائق (كمية تكفي لعمل عدد 6 عينات)
 3. توضع المونة في القوالب وبعد ملء القوالب تهز بالهزاز لمدة دقيقتين .
 4. معالجة العينات على مرحلتين:
- المرحلة الأولى: تحفظ العينات في جو لا تقل رطوبته عن 90% وبدرجة حرارة 1 ± 20 م° لمدة 24 ساعة، مع تغطية القوالب بغطاء غير منفذ للماء لتفادي التبخر.
 - المرحلة الثانية: تحفظ العينات في حوض المعالجة وتعلم بعلامات أو أرقام لحين اختبارها.
5. يتم اختبار عدد 3 عينات بعد 7 أيام، وعدد 3 عينات بعد 28 يوم،
 6. توضع العينة في ماكينة الاختبار مع مراعاة الاحتياطات الفنية التالية:
- أن تكون المسافة بين حافة العينة والركيزة تساوي نصف عرض العينة (20 ملم)
 - اختيار سطحين أملسين من أوجه العينة للاختبار.
7. التحميل على العينة حتى الكسر بحيث يكون التحميل (ساكن) متدرج يبدأ من الصفر وينتهي بالكسر.



النتائج :

$$\text{حمل الكسر} = \frac{\text{مجموع أحمال الكسر للعينات}}{\text{عدد العينات (3)}}$$

$$\text{إجهاد الانحناء (نيوتن/ملم}^2\text{)} = \frac{3 \times \text{حمل الكسر} \times \text{المسافة بين الركيزتين}}{2 \times \text{عرض الكمره} \times (\text{ارتفاع الكمره})^2}$$

إجهاد الانحناء = نيوتن / ملم²

المسافة بين الركيزتين = ملم

حمل الكسر = نيوتن

ارتفاع الكمره = ملم

عرض الكمره = ملم

ويتم تسجيل نتائج الاختبار في الجدول التالي :

اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للانحناء				اسم التجربة
	3	2	1	رقم العينة
نيوتن				حمل الكسر
نيوتن / ملم ²				مقاومة الانحناء



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(اختبارات الاسمنت)..... ، قوّم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه : (اختبارات الاسمنت)

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
17.	يتقن تعيين درجة نعومة الاسمنت.				
18.	يتقن تحديد قوام الاسمنت.				
19.	يتقن تعيين زمن الشك الابتدائي.				
20.	يتقن تعيين زمن الشك النهائي.				
21.	يجري اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للضغط				
22.	يجري اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للشد.				
23.	يجري اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للانحناء.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



الوحدة الرابعة

اختبارات الخرسانة الطازجة

اختبارات الخرسانة الطازجة

1- قوام الخلطة الخرسانية:

يعبر قوام الخلطة الخرسانية الطازجة عن درجة بلل الخرسانة فيقال "خرسانة جافة القوام أو صلبة القوام أو مبتلة القوام أو رخوة القوام"، ويمكن القول بأن قوام الخرسانة يعبر عن السيولة النسبية للخرسانة كما أنه يبين النسبة بين كمية ماء الخلط وكمية المواد الجافة بالخرسانة.

ويمكن تعيين قوام الخرسانة عن طريق اختبار الهبوط أو اختبار الانسياب.

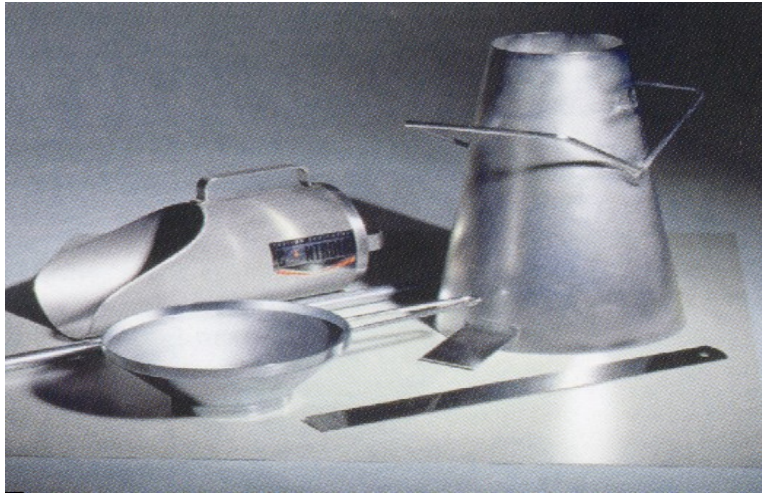
• اختبار الهبوط

الغرض من الاختبار:

تعيين قوام الخرسانة الطازجة ويعبر عنه بدرجة بلل الخرسانة الطازجة وهي النسبة بين كمية ماء الخلطة وكمية المواد الجافة بالخرسانة.

الأدوات المستخدمة:

1. مخروط الهبوط.
2. قضيب الدمك القياسي.
3. أدوات خلط (جاروف ، وعاء خلط) .
4. مسطرة قياس



الأدوات المستخدمة

خطوات التجربة:

1. تثبيت المخروط على قاعدته بواسطة مسامير الربط ثم توضع على سطح مستو.
2. رش حواف المخروط الداخلية بالماء لكي لا تلتصق الخرسانة أثناء إجراء الاختبار.
3. تعبئة المخروط بالعينة على ثلاث طبقات متساوية السمك (ثلث ارتفاع المخروط تقريباً) ثم تدمك كل طبقة دمكاً قياسياً (25 ضربة بقضيب الدمك القياسي).
4. تسوية سطح المخروط بقضيب الدمك أو بالمسطرين .
5. فك مسامير الربط ثم يرفع المخروط رأسياً للسماح للخرسانة بالهبوط.
6. قياس المسافة بين سطح المخروط وبين سطح الخرسانة الهابطة وهذه المسافة تعبر عن قوام الخرسانة .

النتائج :

أثناء الاختبار يجب ملاحظة شكل هبوط الخرسانة وقت رفع المخروط ، وتحديد نوع الهبوط هل هو هبوط حقيقي أم هبوط انهيار أم هبوط جاف أم هبوط صلب.

والأشكال التالية توضح أشكال الهبوط:



قوام صلب



قوام جاف



هبوط انهيار

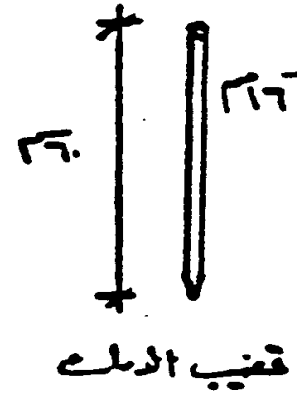
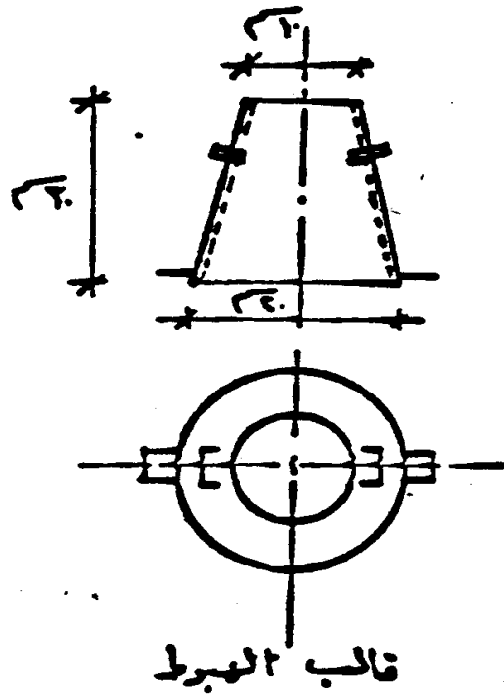


هبوط حقيقي

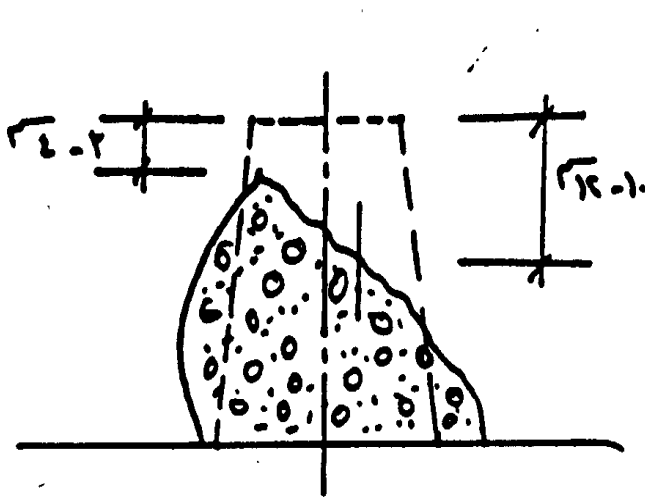


بعد قياس مقدار الهبوط يتم تحديد قوام الخرسانة من الجدول التالي:

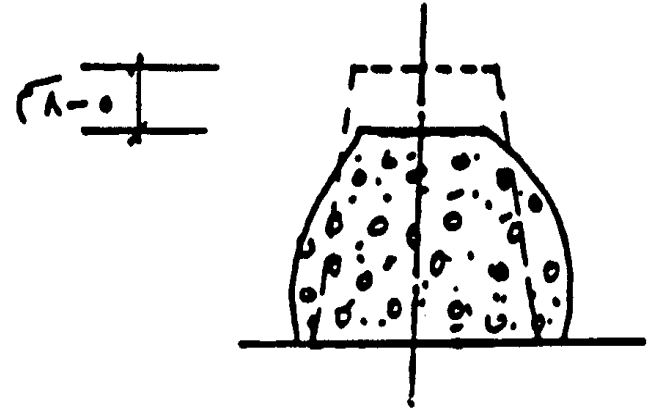
مقدار الهبوط (ملم)	قوام الخرسانة
صفر - 20	جاف
10 - 40	صلب
30 - 120	لدن
100 - 180	رخو
180 - 220	مبتل



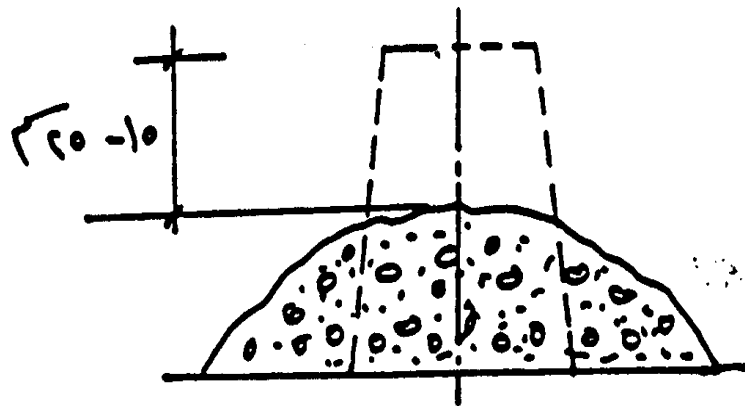
نضيب الدمك و قالب الهبوط



هبوط قص Shear slump



هبوط حقيقي Toe slump



هبوط انهيار Collapse slump

أشكال الهبوط المختلفة

• اختبار الانسياب :

يجرى اختبار الانسياب بوضع الخرسانة الطازجة عقب الخلط مباشرة داخل مخروط ناقص بأبعاد قياسية كما بالشكل فوق قرص جهاز الانسياب المبين . فإذا رفع القرص ثم تعرضت الخرسانة لاهتزازات ترددية معينة برفع قرص الجهاز وخفضه لمسافة معينة عدة مرات محددة فإن الخرسانة تنساب على القرص حيث يقل الانسياب إذا كان القوام جافاً ويزداد إذا كان مبتلاً .

ويقاس قطر الخرسانة ثم يحسب مقدار الانسياب عن طريق حساب النسبة المئوية للزيادة التي حدثت لقطر القالب الخرساني عند قاعدته .

الادوات المستخدمة:

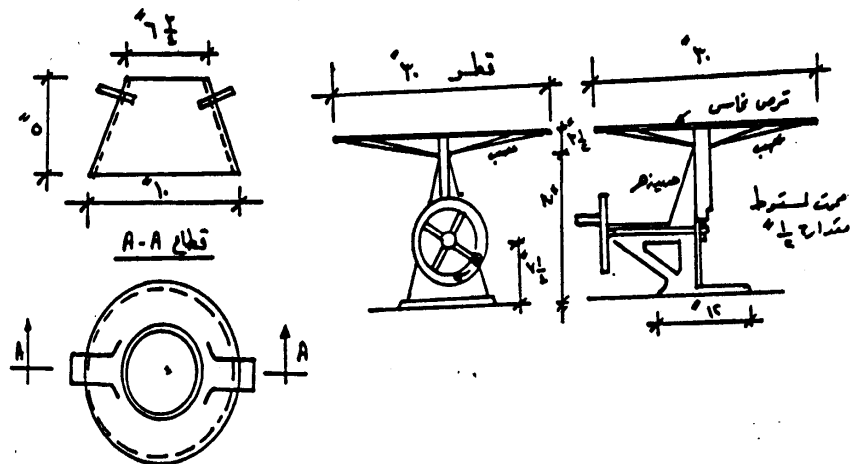
- 1- مخروط ناقص قاعدته الكبرى 10 بوصة والصغرى 6.75 بوصة وارتفاعه 5 بوصة
- 2- جهاز قرص الانسياب بقطر (30 بوصة) وسقوط (0.5 بوصة) .



قالب جهاز الانسياب



جهاز الانسياب



أبعاد جهاز الانسياب



خطوات التجربة:

- 1- يملأ المخروط الناقص على طبقتين وتدك كل طبقة بقضيب الدمك القياسي .
- 2- يرفع المخروط وتترك الخرسانة تتساقب أعلى القرص النحاس .
- 3- ترج المنضدة أو القرص النحاس (15 مرة في 15 ثانية) فينتج عن ذلك انتشار الخرسانة .
- 4- يقاس قطر انتشار الخرسانة المتوسط بأخذ القطر في أكثر من مكان ثم أخذ متوسط القياسات.
- 5- يحسب معامل الانسياب من المعادلة :

$$\text{معامل الانسياب} = \frac{(\text{قطر الخرسانة المنسابة بالبوصة} - 10)}{10} \times 100$$

النسبة المئوية للانسياب عن درجة قوام الخرسانة الطازجة كما يتبين من الجدول التالي :

درجات قوام الخرسانة الطازجة	
النسبة المئوية للانسياب	قوام الخرسانة
صفر – 20 %	جاف
15 – 60 %	صلب
50 – 100 %	لدن
90 – 120 %	مبتل
110 – 150 %	رخو

2- اختبار درجة تشغيل الخرسانة (عامل الدمك)

الغرض من الاختبار:

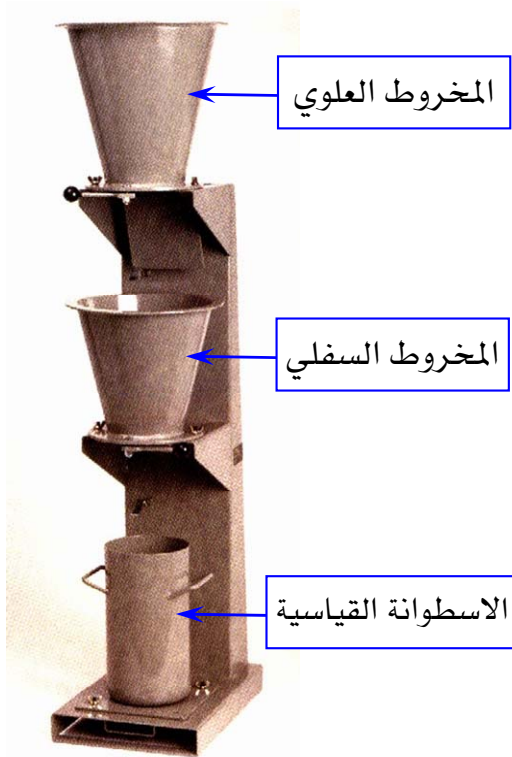
تحديد الخاصية التي تعطي خلطة متجانسة سهلة المناولة قليلة الفراغات ومقاومة للانفصال الحبيبي ، ويجرى هذا الاختبار لتحديد درجة قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة لتحديد الجهد اللازم لعملية الدمك.

الأدوات المستخدمة:

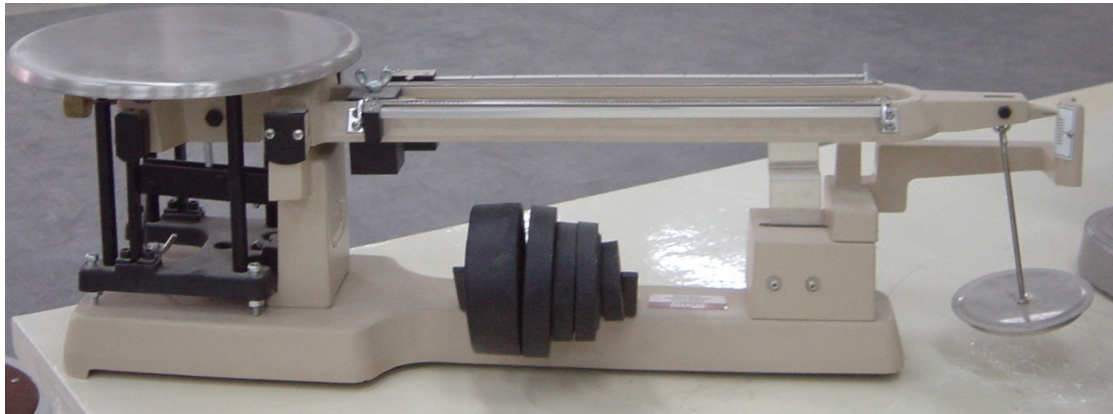
- 1- جهاز عامل الدمك ويتكون من :
مخروط علوي قطر قاعدته الكبرى 10" وقاعدته الصغرى 5" وارتفاعه 11" .
- مخروط سفلي قطر قاعدته الكبرى 9" وقاعدته الصغرى 5" وارتفاعه 9" .
- أسطوانة قياسية بقطر 6" وارتفاع 12"

2- قضيب الدمك.

3- ميزان حساس.



جهاز عامل الدمك



ميزان حساس



خطوات التجربة:

1. يملأ المخروط العلوي بالخرسانة بدون دمك ويحرص ثم يسوى سطح الخرسانة مع حافة المخروط .
2. يفتح باب المخروط من أسفل بحيث تنزل الخرسانة منه إلى المخروط السفلي تحت تأثير وزنها فقط وبدون أي اهتزازات .
3. يفتح باب المخروط السفلي لتنزل الخرسانة وتملأ الأسطوانة القياسية .
4. تسوية سطح الاسطوانة وتنظيف جوانبها وحوافها الخارجية من الخرسانة العالقة ثم توزن لتحديد وزن الخرسانة المدموكة جزئياً .
5. تفرغ الاسطوانة و تنظف من الخرسانة ثم يعاد ملؤها مرة أخرى من نفس العينة على 6 طبقات تدمك كل طبقة دمكاً قياسياً (25 ضربة) بقضيب الدمك القياسي .
6. تسوية سطح الاسطوانة وتنظف جوانبها وحوافها الخارجية من الخرسانة العالقة ثم توزن لتحديد وزن الخرسانة المدموكة كلياً .
7. يحسب عامل الدمك ثم يحدد درجة قابلية التشغيل .

النتائج :

$$\text{عامل الدمك} = \frac{\text{وزن الخرسانة المدموكة جزئياً}}{\text{وزن الخرسانة المدموكة كلياً}}$$

وتحدد درجة قابلية الخرسانة للتشغيل من الجدول التالي :

عامل الدمك	درجة قابلية التشغيل
0.78	منخفضة جداً
0.85	منخفضة
0.92	متوسطة
0.95	عالية

3- اختبار تعيين نسبة الفراغات بالخرسانة

الفرض من الاختبار :

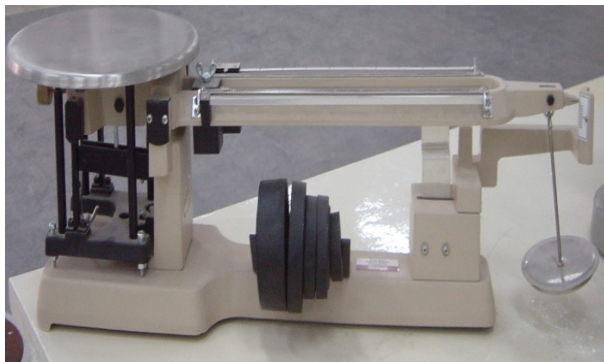
تعيين كمية الهواء المحبوس داخل الخرسانة الطازجة بعد استكمال عملية الدمك القياسية وتعتبر هذه الخاصية من أهم الخصائص التي ينبغي مراعاتها بدقة متناهية لأن الفراغات تكون مملوءة بالماء أثناء الخلط مما يقلل من تفاعل الأسمنت مع الماء ثم تملأ بالهواء بعد جفاف الخرسانة وتصلدها مما يضعف الخرسانة بحيث لا تستطيع مقاومة أحمال المنشآت.

ويتم تحديده بطريقة توازن الضغوط على أساس قانون بويل للغازات :

$$\text{الحجم} \times \text{الضغط} = \text{ثابت}$$

الأدوات المستخدمة :

1. جهاز تحديد نسبة الفراغات .
2. قضيب الدمك القياسي.
3. هزاز ميكانيكي.





خطوات التجربة:

1. تعبئة وعاء الجهاز بالخرسانة الطازجة ثم تدمك دمكاً قياسيًّا حتى تكون لها نفس الكثافة النوعية باستعمال المكعب .
2. تسوية سطح الوعاء جيداً بقطعة قماش لإزالة جميع ما علق به من الخرسانة للتأكد من إغلاق الغطاء عليه بإحكام .
3. تغطية الوعاء بإحكام وذلك بربط مسامير التثبيت ثم يملأ الفراغ بين الغطاء والوعاء بالماء بحيث يفتح صمام دخول الماء ويفتح صمام خروج الهواء حتى يخرج الماء بدون فقاعات هواء ثم يقفل صمام الخروج وبعده مباشرةً صمام دخول الماء .
4. توليد ضغط على الماء أعلى العينة باستخدام المكبس حتى يتحرك المؤشر من علامة 100% من التدرج إلى علامة الصفر .
5. الضغط على زر الاختبار لمعادلة الضغوط حتى يثبت المؤشر تماماً .
6. قراءة نسبة الفراغات مباشرة من التدرج .

المواصفات والمقاييس:

- يجب ألا تزيد نسبة الفراغات في الخرسانة الطازجة عن 7 % .

4- اختبار فصل مكونات الخرسانة الطازجة

الغرض من الاختبار :

1. تحديد نسبة الأسمنت في الخلطة الخراسانية بطريقة سريعة وفورية ومقارنته بالنسب المطلوبة .
2. معرفة التدرج الحبيبي للخلطة الخراسانية للتأكد من نسب الخلط .

الأدوات المستخدمة :



ماكينة فصل مكونات الخرسانة



جهاز الهز الميكانيكي



فرن تجفيف



خطوات التجربة:

1. غسل الجهاز جيداً وتنظيفه من أية عوالق من الاختبارات السابقة .
2. وزن عينة من الخرسانة بمقدار 8 كجم بعد تمام خلطها مباشرة وبحرص شديد لكي لا يحصل انفصال حبيبي لها .
3. وضع العينة في القيسون الخاص بها (الدائرة الطبيعية) ثم ينزع القمع المستخدم لوضع العينة .
4. توصيل مصدر ماء مستمر للجهاز ثم يتم تشغيل الجهاز فيقوم بفصل الركام (الزلط ، الرمل) عن الملاط الأسمنتي (الماء والأسمنت) طبيعياً بالماء وتحت تأثير الجاذبية .
5. نستمر في الغسل حتى يخرج الماء رائقاً من أعلى القيسون ويجمع في الدائرة الصناعية.
6. يضاف المحلول (agent1) للملاط الأسمنتي لفصل الأسمنت عن الماء ثم يضاف (agent2) لفصل حبيبات الأسمنت عن بعضها البعض .
7. يجمع المحجوز من الدائرة الصناعية في وعاء أسفل القيسون ويوضع في فرن ميكروويف لتجفيف الأسمنت ثم يوزن بالميزان الحساس .
8. يتم تصريف الماء الموجود بالدائرة الطبيعية ثم يجمع الركام ويوضع في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة 110 ± 5 م° ثم يستخرج ويوزن ثم يتم عمل تحليل منخلي لتحديد نسبة الزلط والرمل.



النتائج :

يتم تحديد وزن الأسمنت من القانون التالي:

وزن الأسمنت = وزن العينة الكلي - وزن الركام (الزلط + الرمل)

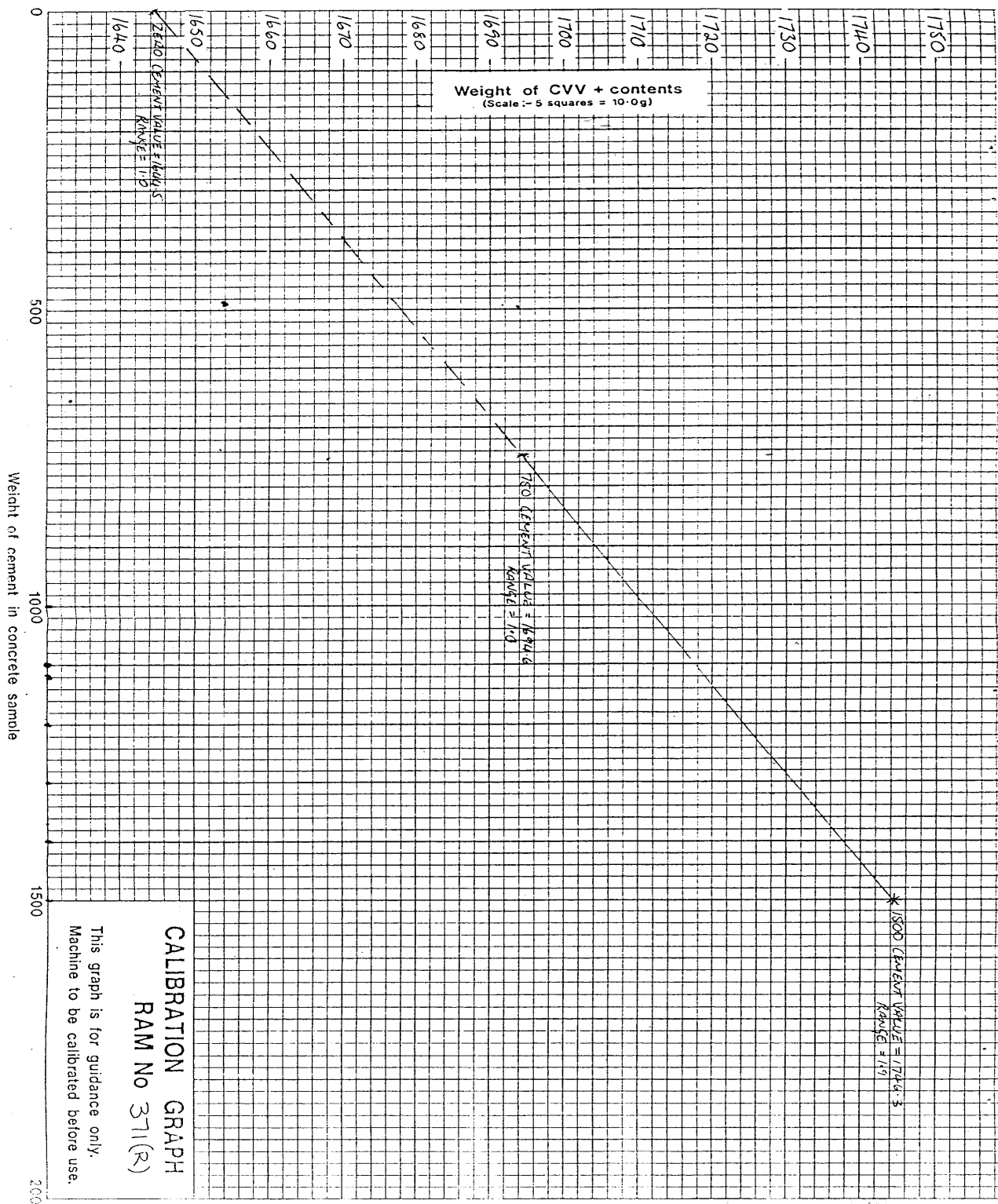
$$100 \times \frac{\text{وزن الأسمنت}}{\text{وزن العينة الكلي}} = \text{نسبة الأسمنت}$$

النتائج العملية:

وزن العينة الكلي	جرام
وزن علبة (CVV)	جرام
وزن الأسمنت	جرام
نسبة الأسمنت	%
وزن الركام بعد الغسيل والتجفيف	جرام
مطابقة الركام للمواصفات	



منحنى (CVV) :





نموذج تقويم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(اختبارات الخرسانة الطازجة)..... ، قوم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه :(اختبارات الخرسانة الطازجة)

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
24.	يجري اختبار الخرسانة للقوام بطريقة الهبوط.				
25.	يجري اختبار الخرسانة للقوام بطريقة الانسياب.				
26.	يجري اختبار عامل الدمك.				
27.	يتقن تعيين نسبة الفراغات للخرسانة الطازجة.				
28.	يتقن فصل مكونات الخلطة الخرسانية الطازجة.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البندود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



الوحدة الخامسة

اختبارات الخرسانة المتصلدة وشد الحديد

اولا - اختبارات الخرسانة المتصلدة

1- اختبار مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة

الغرض من الاختبار:

تعيين مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة ، وتعتبر مقاومة الضغط أهم خاصية للخرسانة المتصلدة ويعطي الاختبار فكرة عن جودة الخرسانة للاطمئنان بأن الخرسانة وصلت إلى المقاومة المطلوبة منها ويجرى هذا الاختبار بعد مرور 7 أيام ، وبعد مرور 28 يوم من تاريخ الصب لأن الخرسانة في هذه المرحلة تكتسب قدراً كبيراً من مقاومتها الفعلية .

الأدوات المستخدمة:

1. ماكينة الضغط.
2. قوالب من الحديد المقاوم للصدأ وهي نوعين :
 - قوالب مكعبة (15×15×15سم)
 - قوالب اسطوانية (15×30سم)
3. أدوات خلط.
4. جهاز دمك (هزاز).



قالب مكعبة (15×15×15سم)



ماكينة الضغط وعينات الاختبار



خطوات الاختبار :

1. تجميع أجزاء القالب (مكعب ، أسطوانة) وربطها بشكل محكم وتنظف أسطحها الداخلية من الشوائب ثم تدهن بطبقة رقيقة من الزيت .
2. تجهيز كمية من الخرسانة تكفي لعمل ثلاث عينات على الأقل .
3. صب الخرسانة في القالب على ثلاث طبقات تدمك كل طبقة دمكاً جيداً (يدوياً 25 وخزرة بقضيب الدمك القياسي ، ميكانيكاً بالهزاز) دون حدوث انفصال حبيبي للعينة .
4. تحفظ العينات في جو رطب خالٍ من الاهتزازات مع تغطيتها إن أمكن لتقليل عملية تبخر الماء من العينة لمدة 24 ساعة.
5. بعد مضي 24 ساعة تفك القوالب وتستخرج العينات وتوضع في حوض المعالجة لحين إجراء الاختبار عليها .
6. تخرج العينات من الحوض ثم تنشف من قطرات الماء العالقة وتوضع في آلة الاختبار لإجراء الاختبار عليها .
7. عند الاختبار يراعى أن يكون محور العينة منطبقاً على المحور الرأسي للآلة وأن يكون سطحها العينة المعرضين للضغط أملسين وناعمين .
8. يتم التحميل على العينة تدريجياً حتى الكسر .



دمك كل طبقة بقضيب الدمك وتسوية
السطح



ملاً القالب بالخرسانة على ثلاثة طبقات



اخذ القراءة ومعرفة شكل الكسر الناتج



التحميل تدريجياً حتى الكسر



النتائج :

بعد الانتهاء من الاختبار يتم تحديد مقاومة العينة للضغط كما يلي :

$$\text{مقاومة الخرسانة للضغط} = \frac{\text{حمل الكسر}}{\text{مساحة مقطع العينة}} \text{ كجم / سم}^2$$

ملاحظة :

إذا كانت العينة مكعبة الشكل تكون مساحة مقطع العينة = الطول × العرض
 إذا كانت العينة اسطوانية الشكل تكون مساحة مقطع العينة = $3.14 \times (\text{نصف القطر})^2$

وتسجل نتائج اختبار العينات في الجدول التالي :

اختبار الضغط للخرسانة المتصلدة				اسم التجربة
	3	2	1	رقم العينة
				نوع العينة
سم				أبعاد العينة
كجم				حمل الكسر
سم ²				مساحة مقطع العينة
كجم/سم ²				مقاومة العينة للضغط
كجم/سم ²				مقاومة الخرسانة للضغط



مثال 1 :

عند إجراء اختبار مقاومة الضغط على مكعب خرسانة متصلة أبعاد $15 \times 15 \times 15$ كان حمل الكسر = 500 كيلو نيوتن . احسب مقاومة الضغط للخرسانة .

الحل :

$$\text{مساحة مقطع العينة} = 15 \times 15 = 225 \text{ سم}^2$$

$$\text{حمل الكسر} = 500 \text{ كيلو نيوتن}$$

$$\text{مقاومة الخرسانة للضغط} = \frac{\text{حمل الكسر بالكيلو نيوتن} \times 100}{\text{مساحة مقطع العينة عند الكسر}} = \frac{500 \times 100}{225} = 222.22 \text{ كجم / سم}^2$$

$$\text{مقاومة الخرسانة للضغط} = \frac{100 \times 500}{225} = 222.22 \text{ كجم / سم}^2$$

مثال 2 :

احسب مقاومة الضغط لمكعب خرسانة عادية بأبعاد $(15 \times 15 \times 15)$ سم ، إذا علمت أن حمل الكسر = 55 طن .

الحل :

$$\text{مساحة مقطع العينة} = 15 \times 15 = 225 \text{ سم}^2$$

$$\text{حمل الكسر} = 55 \times 1000 = 55000 \text{ كج}$$

$$\text{مقاومة الخرسانة للضغط} = \frac{\text{حمل الكسر بالكيلو جرام}}{\text{مساحة مقطع العينة عند الكسر}} = \frac{55000}{225} = 244.4 \text{ كجم / سم}^2$$

2- اختبار مطرقة شميدت

الغرض من الاختبار :

تعيين مقاومة الخرسانة المتصلة لأحمال الضغط بطريقة غير متلفة . ويتم هذا الاختبار في المنشآت المكتملة الإنشاء لتحديد جودة الخرسانة بطريقة سريعة وفورية.

الأجهزة والأدوات :

1. جهاز مطرقة شميدت .
2. أداة تنظيف وتنعيم .



مطرقة شميدت العادية



مطرقة شميدت الرقمية

خطوات الاختبار :

1. تنظيف السطح المراد اختباره من طبقات الدهان واللياسة وتنعيمه بأداة التنعيم (حجر الصنفرة) حتى الوصول إلى سطح الخرسانة.
2. تحديد مساحة من سطح الخرسانة لإجراء الاختبار عليها بمساحة لا تقل عن 200 سم².
3. تحديد زاوية المطرقة والتي يجب أن تكون رأسية على سطح الخرسانة المحدد لإجراء الاختبار .
4. الضغط تدريجياً على المطرقة حتى يتم سماع صوت الصدمة ثم يؤخذ رقم الارتداد على شاشة المطرقة .
5. تكرار الخطوة السابقة حتى نحصل على 10 قراءات في مساحة 200 سم² .
6. يؤخذ متوسط القراءات العشر ويسمى رقم الارتداد (R) .
7. من منحنيات شميدت يتم تحديد مقاومة الخرسانة للضغط بمعرفة رقم الارتداد وأيضاً زاوية المطرقة .



الضغط تدريجيا حتى سماع صوت الصدمة



المطرقة رأسية على سطح الخرسانة

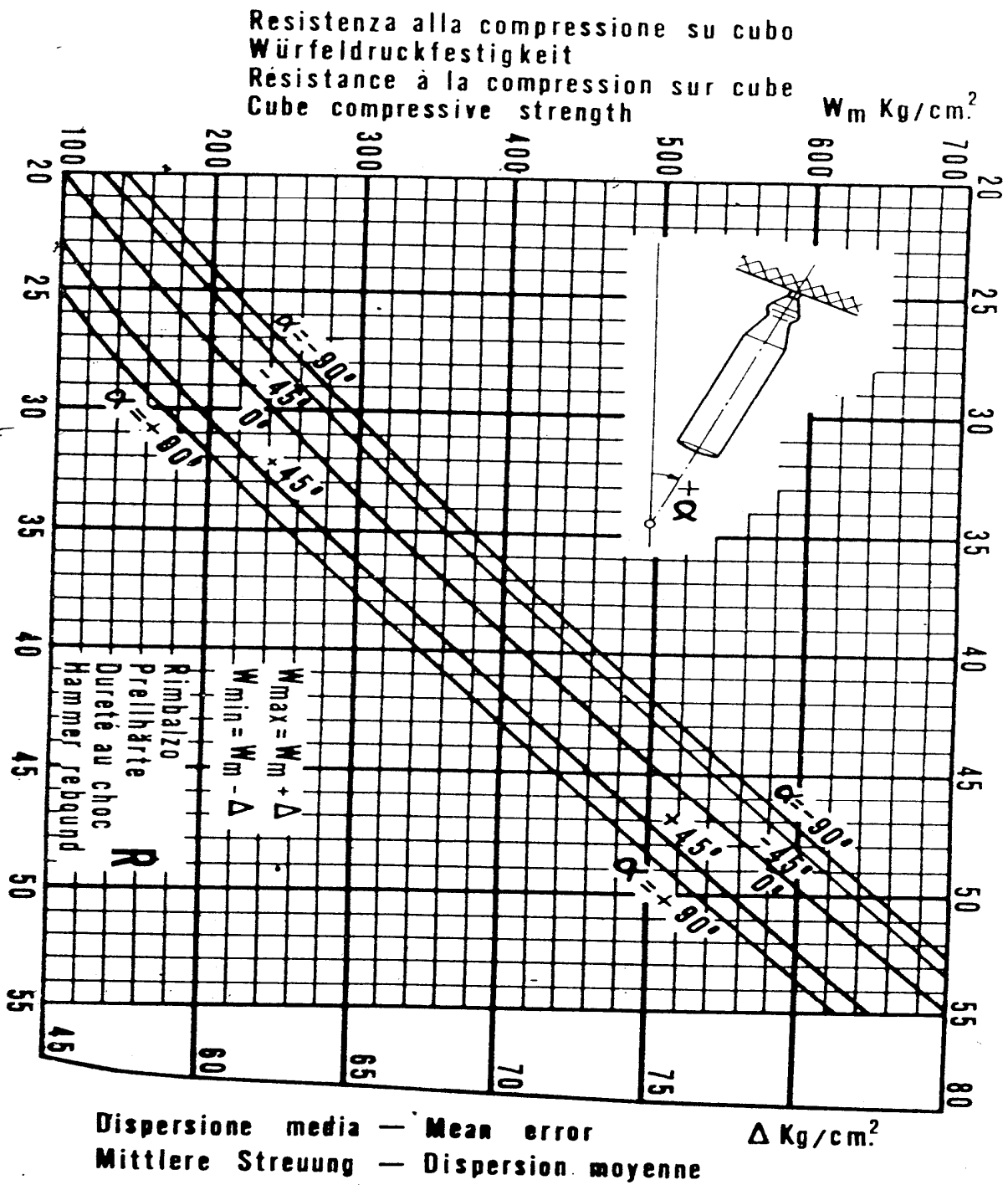
النتائج :

يتم إيجاد المقاومة المتوسطة (W_m) من منحني شميدت للمكعب أو الاسطوانة ثم تحدد نتائج العينة كما يلي :

$$\begin{aligned} \text{المقاومة القصوى (} W_{\max} \text{)} &= \text{المقاومة المتوسطة} + \text{معامل التصحيح} \\ \text{المقاومة الصغرى (} W_{\min} \text{)} &= \text{المقاومة المتوسطة} - \text{معامل التصحيح} \\ \Delta &= \text{معامل التصحيح} \end{aligned}$$

ويتم تسجيل النتائج العملية في الجدول التالي :

اسم التجربة	اختبار مطرقة شميدت للخرسانة المتصلة
زوايا المطرقة	
رقم الارتداد (R)	
المقاومة المتوسطة (W_m)	
معامل التصحيح (Δ)	
المقاومة الصغرى (W_{\min})	
المقاومة القصوى (W_{\max})	



منحنى مطرقة شميدت

3- اختبار مقاومة الانحناء للخرسانة المتصلدة

الغرض من الاختبار :

تعيين مقاومة الخرسانة المتصلدة للانحناء الناتج من أحمال الضغط. ولأن الخرسانة مادة لا تقبل التغير في الشكل فان أي قوة سواءً كانت أفقية أو رأسية تؤثر على الخرسانة مما يستوجب مقاومتها.

الأدوات المستخدمة :

1. ماكينة الانحناء .
2. قالب الانحناء بأبعاد :
 - $10 \times 10 \times 40$ سم .
 - $10 \times 10 \times 50$ سم .
 - $15 \times 15 \times 75$ سم .
3. أدوات خلط .



ماكينة الانحناء



قالب الاختبار



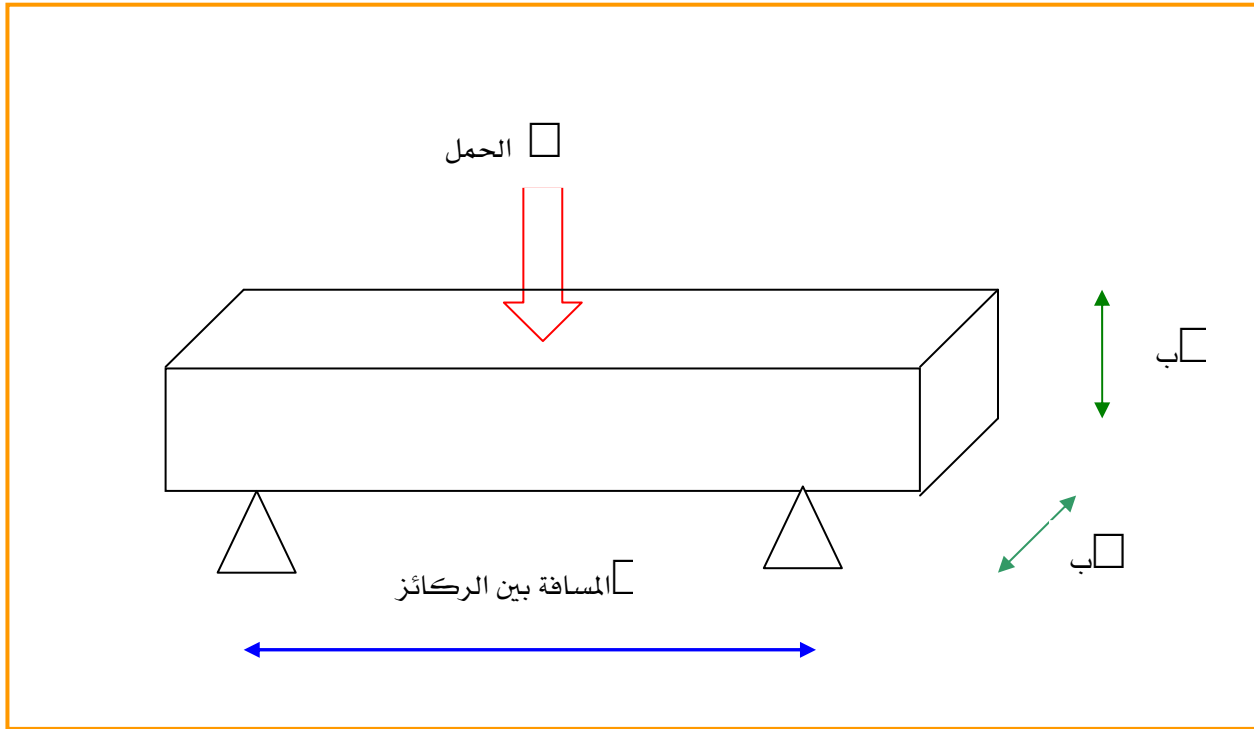
خطوات التجربة:

1. تجهيز القوالب (كمرات) بتجميع أجزائها بإحكام ثم تدهن بطبقة رقيقة من الزيت لتفادي التصاق الخرسانة بالقالب أثناء الصب .
2. تجهيز عينة من الخرسانة بالنسب المطلوبة وتخلط جيداً على الناشف حتى تتجانس ثم تضاف إليها نسبة المياه المطلوبة وتخلط إما يدوياً أو ميكانيكاً حتى نحصل خلطة متجانسة .
3. ملأ القوالب (الكمرات) بالخرسانة على طبقات متساوية بسمك بوصتين تدمك كل طبقة دمكاً تاماً (يدوياً بقضيب الدمك ، ميكانيكاً بالهزاز)
4. تسوية أسطح العينات ثم حفظها في جو لا تقل رطوبته عن 90% ودرجة حرارة بين 15 إلى 20م° لمدة 24 ساعة ، مع مراعاة عدم تعرضها لاهتزازات .
5. تفك القوالب بعد مرور 24 ساعة ثم تعلم العينات وتغمر في حوض المعالجة حتى وقت اختبارها
6. توضع العينة في الماكينة بحيث لا يتم التحميل على السطح العلوي المصبوب (الذي تم تسويته عند صب العينات) وتترك مسافة متساوية بين حافة العينة وبين الركائز التي توضع عليها العينة .
7. التحميل على العينة بحمل تدريجي منتظم يبدأ من الصفر وينتهي بكسر العينة إلى نصفين .

النتائج :

يجرى الاختبار على عدد ثلاث عينات بعد مرور 7 أيام ، وثلاث عينات بعد مرور 28 يوم من تاريخ الصب . ثم تحسب نتائجها كما يلي:

$$\text{مقاومة الخرسانة للانحناء} = \frac{3 \times \text{حمل الكسر} \times \text{المسافة بين الركيزتين}}{2 \times \text{عرض الكمرة} \times (\text{ارتفاع الكمرة})^2} = \frac{\text{كجم/سم}^2}{\text{كجم/سم}^2}$$



ويتم تسجيل النتائج بالجدول التالي :

اختبار الانحناء للخرسانة المتصلدة									اسم التجربة
3			2			1			رقم العينة
									عمر العينة
ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع	عرض	طول	أبعاد العينة
									المسافة بين الركائز
									حمل الكسر كن
									مقاومة الانحناء
						مقاومة الخرسانة الانحناء			



مثال (1) :

في اختبار مقاومة الانحناء للخرسانة المتصلدة تم اختبار عينة على شكل كمره أبعادها ($10 \times 10 \times 50$ سم) وكان حمل الكسر للعينة يساوي 1250 كجم .
احسب إجهاد الانحناء للعينة بعد 7 أيام .

الحل :

حمل الكسر (ح) = 1250 كجم
الطول بين الركيزتين (ل) = 40 سم
عرض مقطع الكمره (ب) = 10 سم
ارتفاع الكمره (ع) = 10 سم

$$\text{إجهاد الانحناء} = \frac{3 \times \text{ح} \times \text{ل}}{2 \times \text{ب} \times (\text{ع})^2} = \frac{3 \times 1250 \times 40}{2 \times 10 \times 10^2} \text{ كجم / سم}^3$$

$$\text{إجهاد الانحناء} = \frac{40 \times 1250 \times 3}{10 \times 10 \times 10 \times 2}$$

$$= 75 \text{ كجم / سم}^3$$

ثانيا - اختبار شد الحديد

الغرض من الاختبار:

تعيين مقاومة حديد التسليح للشد ، ودراسة سلوك حديد التسليح تحت تأثير حمل الشد وتعيين الانفعال ومدى التغير الناتج من الشد .
وتستخدم هذه البيانات لتصميم القطاعات الخرسانية وكذلك لتحديد كمية الحديد بالقطاع .

الادوات المستخدمة:



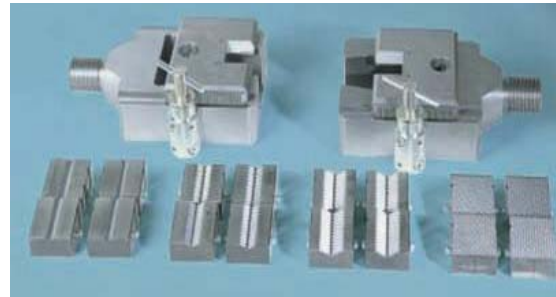
ماكينة الشد



حساس يدوي



حساس الكتروني



ماسك عينات الشد

خطوات التجربة:

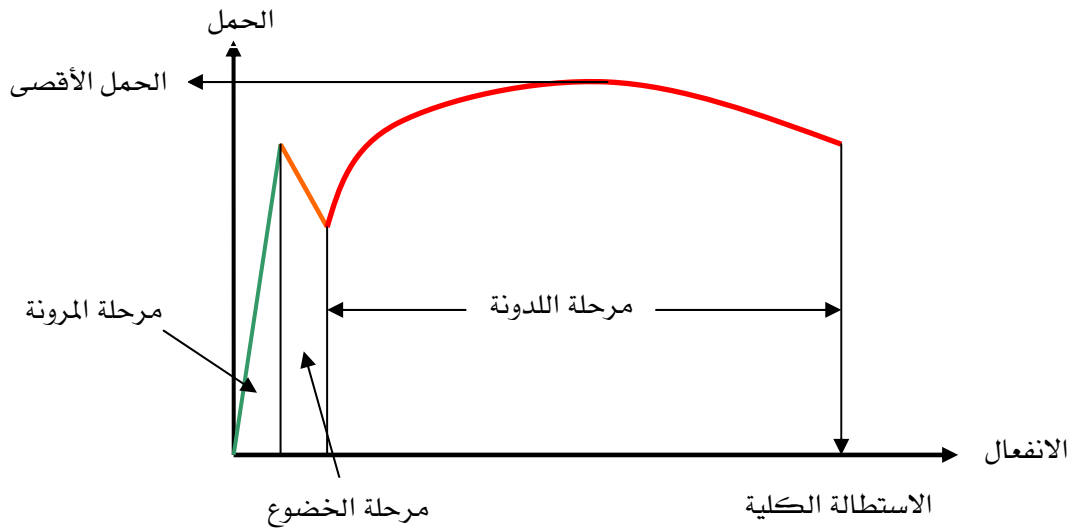
1. تجهيز عينة من الحديد وذلك بتعيين طولها الابتدائي وكذلك قطرها .
2. تثبيت العينة بين فكي الماكينة بحيث :
 - ينطبق محور العينة على محور الفكين (محور الماكينة) وذلك بتثبيتها عند النقطتين الحمراء الموجودتين على الفكين (مركز الماكينة).
 - تكون الفتحات الموجودة بالسيخ في اتجاهات فك الماكينة لزيادة التماسك بين العينة والفك
3. إدخال بيانات العينة في وحدة إدخال البيانات وكذلك معدل التحميل.
4. التحميل على العينة بحمل ابتدائي بسيط لتثبيت العينة، ثم يوضع حساس الاستطالة على العينة.
5. تشغيل الماكينة للتحميل على العينة بحمل تدريجي وبمعدل تحميل ثابت من بداية الاختبار حتى حدوث الكسر بالعينة .
6. عند حدوث الكسر وانقسام العينة إلى جزأين (ليس بالضرورة يكونان متماثلين) يحدد الحمل المسبب للكسر، ثم تحسب النتائج.





النتائج :

- عند التحميل على عينة الحديد يجب ملاحظة أن السيخ يمر بالمراحل التالية:
- مرحلة المرونة : تكون عند بداية التحميل على العينة ويصاحبها تغير طفيف في الطول وتعود العينة إلى وضعها الطبيعي بعد زوال الحمل المؤثر .
 - مرحلة الخضوع: وتبدأ بعد مرحلة المرونة بحيث تقل مقاومة السيخ للشد مع زيادة واضحة في طول العينة ويبقى التغير في الطول بعد زوال الحمل المؤثر ولكن بدون نقص يذكر في مقطع العينة .
 - مرحلة اللدونة : وتبدأ بعد مرحلة الخضوع وتتميز بزيادة ملحوظة في مقاومة العينة للشد مع زيادة في الطول يصاحبها نقص واضح في مقطع العينة (تشكل الرقبة) وتنتهي هذه المرحلة بكسر العينة إلى جزئين .



وبعد الانتهاء من الاختبار تحدد نتائجها كالتالي:

$$\text{مقاومة الحديد للشد} = \frac{\text{أقصى حمل}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$\text{مقاومة الحمل الخضوع} = \frac{\text{حمل الخضوع}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$\text{الانفعال} = \frac{\text{الاستطالة الكلية}}{\text{الطول الأصلي للعينة}}$$



مثال:

احسب مقاومة عينة من الحديد بقطر 8 ملم للشد ، ثم عين مقدار الانفعال بها إذا كان طول العينة الابتدائي 22سم . وكانت نتائج اختبار الشد كالتالي:

الحمل طن	0	0.1	0.5	0.9	1.12	1.5	1.3	1.6	1.9	2.3	2.8
الاستطالة ملم	0	0.04	0.2	1	1.5	2	4	8	10	14	17

الحل:

مساحة مقطع العينة = ط x نق²

$$= 3.14 \times (0.4)^2$$

$$= 3.14 \times 0.16$$

$$= 0.50 \text{ سم}^2$$

$$\text{مقاومة الحديد للشد} = \frac{\text{أقصى حمل}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$= \frac{1000 \times 2.8}{0.50}$$

$$= 5600 \text{ كجم / سم}^2$$

$$\text{مقاومة الحمل الخضوع} = \frac{\text{حمل الخضوع}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$= \frac{1.3 \times 1000}{0.50}$$

$$= 2600 \text{ كجم / سم}^2$$

$$\text{الانفعال} = \frac{\text{الاستطالة الكلية}}{\text{الطول الأصلي للعينة}}$$

$$= \frac{17 \div 10}{22}$$

$$= \frac{1.7}{22}$$

$$= 0.077 \times 100 = 7.7\%$$



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(اختبارات الخرسانة المتصلدة وشد الحديد)..... ، قوّم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه :(اختبارات الخرسانة المتصلدة وشد الحديد).....

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
1.	يتقن تعين مقاومة الضغط باستخدام ماكينة الضغط.				
2.	يتقن تعين مقاومة الضغط باستخدام مطرقة شميدت.				
3.	يتقن تعين مقاومة الانحناء.				
4.	يقارن الاختبارات بالمواصفات القياسية.				
5.	تحديد نوع الحديد.				
6.	اتقان تثبيت السيخ بالماكينة.				
7.	اتقان عمل الاختبار واخذ القراءات.				
8.	عمل الحسابات اللازمة.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



الوحدة السادسة

اختبار كثافة التربة ونسبة الدمك

تعيين الكثافة للتربة بطريقة الرمل والقمع

مقدمة

إن تعيين كثافة التربة في الموقع له أهمية في الموضوعات التي لها علاقة بالأعمال الترابية مثل السدود الترابية والجسور وبأعمال الرصف مثل الطرق والمطارات ويمكن قياس هذه الكثافة بعدة طرق أهمها طريقة القاطع الأسطواني وطريقة وعاء الرمل والقمع

الغرض من التجربة

هو تعيين كثافة التربة في الموقع في حالتها الطبيعية أو بعد الدمك . والمساعدة في إيجاد الكثافة الجافة في الموقع والتي من خلالها يمكن إيجاد نسبة الدمك المطلوبة.

الأدوات المستخدمة



أدوات حفر وتنظيف



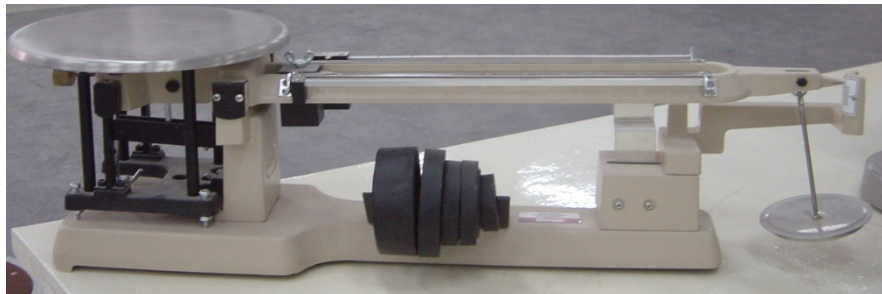
جهاز المخروط الرمي مع القاعدة



أوعية



فرن تجفيف



ميزان حساس



خطوات التجربة:

- 1- يتم تسوية سطح الموقع بعمق 5 سم تقريباً وتزال جميع المواد السطحية غير المرغوب فيها في المكان المراد حساب كثافة الحقل فيه .
- 2- توضع القاعدة الخاصة بالجهاز فوق المكان المراد حساب الكثافة عنده على أن تثبت القاعدة بالأرض جيداً وتحفر حفرة بقطر الثقب وبعمل الطبقة المدموكة وفي حالة الأرض الطبيعية يكون العمق في حدود 15 سم إلى 20 سم .
- 3- يجمع ناتج الحفر في وعاء غير منفذ للرطوبة والماء ويتم وزن العينة فور إخراجها .
- 4- يوزن القمع الرملّي والإناء وهو مملوء بالرمل قبل إجراء التجربة ، بعد ذلك يوضع الإناء مع القمع والرمل مقلوباً فوق الحفرة ثم يفتح الصنبور لإنزال الرمل في الحفرة .
- بعد امتلاء الحفرة والقمع بالرمل القياسي يقفل الصنبور ، ثم يرفع القمع الرملّي والإناء ، ويوزن ما تبقى من الرمل القياسي .
- 5- يتم حساب وزن الرمل الذي ملأ الحفرة بعناية تامة .

وزن الرمل الذي ملأ الحفرة =

وزن الرمل الذي يملأ الإناء - وزن الرمل المحجوز - وزن الرمل الذي يملأ القمع

- 6- يتم تعيين كثافة الرمل القياسي المستخدم في إجراء التجربة وذلك بأن يملأ وعاء معلوم الحجم بالرمل القياسي ويسوى سطحه ثم يوزن .

$$\text{كثافة الرمل القياسي} = \frac{\text{وزن الرمل في الوعاء}}{\text{حجم الوعاء}} \quad \text{جم/سم}^3$$

يتم تعيين حجم الحفرة وذلك كالتالي:

$$\text{حجم الحفرة} = \frac{\text{وزن الرمل الذي يملأ الحفرة}}{\text{كثافة الرمل القياسي}} \quad \text{سم}^3$$

يتم حساب الكثافة الموقعية للتربة في الموقع وذلك كالتالي:

$$\text{الكثافة الموقعية (الرطوبة) للتربة} = \frac{\text{وزن التربة المستخرجة من الحفرة}}{\text{حجم الحفرة}} \quad \text{جم/سم}^3$$

النتيجة : نستفيد من هذا القانون في إيجاد الكثافة الجافة .

**الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء التجربة :**

- يجب أثناء إجراء التجربة عدم لمس أو هز الجهاز.
- يجب حفظ العينة المستخرجة من الحفرة في وعاء غير منفذ للماء.
- إذا كان الاختبار على طبقة الأساس وما تحت الأساس تؤخذ الحفرة بكامل عمق الطبقة المدموكة .
- إذا كان الاختبار على طبقة الأرض الطبيعية تؤخذ الحفرة بعمق من 15 سم إلى 20 سم
- يجب تعيين المحتوى المائي للتربة بسرعة حتى لا تفقد التربة رطوبتها في فرن درجة حرارته من 105° إلى 110° ولمدة 24 ساعة.
- يجب التأكد من ضبط الميزان قبل الوزن عليه.
- أي أحجار كبيرة ترجع إلى الحفرة مرة ثانية.



النتائج العملية

تعيين الكثافة للتربة بطريقة الرمل والقمع في الموقع ASTM-68-AASHTO-T-191-61						الشارع:	
						المقاول:	
رقم العينة:		مقطع:		نوع العمل:			
التاريخ:		رقم التجربة:		نوع المواد:			

						المقطع	1
						بالنسبة لمحور الشارع	2
						المقطع الممثل	3
						الطبقة	4
						عمق الطبقة	5
						عمق الحفرة	6
						رقم الإناء	
				جم		وزن التربة الرطبة + الإناء	أ
				جم		وزن الإناء	ب
				جم		وزن التربة الرطبة	ج
				جم		وزن الرمل والإناء في البداية	د
				جم		الوزن المحجوز من الرمل + الإناء	هـ
				جم		وزن الرمل المستخدم	و
				جم		وزن الرمل الذي يملأ القمع	ز
				جم		وزن الرمل الذي يملأ الحفرة	ح
						كثافة الرمل	ط
						حجم الحفرة	ي
						كثافة التربة الرطبة	ك
						رقم العلبة	
				جم		وزن العلبة + التربة الرطبة	ل
				جم		وزن العلبة + التربة الجافة	م
				جم		وزن الماء	ن
				جم		وزن العلبة	س
				جم		وزن التربة الجافة	ع
				%		نسبة الماء %	ف
						كثافة التربة الجافة	ص
						رقم بروكتور المنسوب إليه	ق
						الكثافة الجافة العظمى	ر
						الرطوبة عن الكثافة العظمى	ش
						الرص الحاصل	ذ
						الرص المطلوب	ت

ملاحظات:

.....

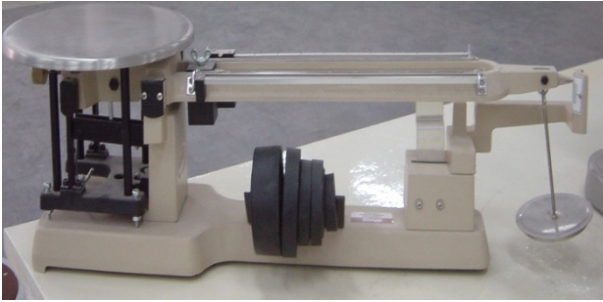
.....

تعيين المحتوى المائي للتربة بطريقة فرن التجفيف

الغرض من التجربة

تعيين نسبة الرطوبة التي تحتويها التربة المراد اختبارها في الموقع لمعرفة مدى مطابقتها مع نسبة الرطوبة المثلى المحسوبة من اختبار الدمك "اختبار بروكتور" وحساب الكثافة الجافة للتربة في الموقع .

الأدوات المستخدمة



ميزان حساس



فرن تجفيف



أوعية



جاروف يدوي



خطوات التجربة

1. يتم وضع العينات في علب صغيرة معلومة الوزن مع ترقيمها ووزنه مملوءة بالعينة الرطبة.
 3. وضع العلب وهي مملوءة بالعينة الرطبة مفتوحة الغطاء في فرن التجفيف درجة حرارته بين 105 ~ 110 ° م لمدة 24 ساعة حتى يثبت وزنها .
 4. تستخرج العينة من فرن التجفيف بعد 24 ساعة ، ثم يعين وزنها وهي جافة .
 5. يحسب وزن الماء من القانون التالي :
- وزن الماء = وزن العينة رطبة – وزن العينة جافة
6. يتم حساب المحتوى المائي من القانون التالي :

$$\text{المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) في التربة} = 100 \times \frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة جافة}}$$



النتائج العملية

تعيين المحتوى المائي للتربة بطريقة فرن التجفيف						الشارع:	
						المقاول:	
رقم العينة:		مقطع:		نوع العمل:			
التاريخ:		رقم التجربة:		نوع المواد:			

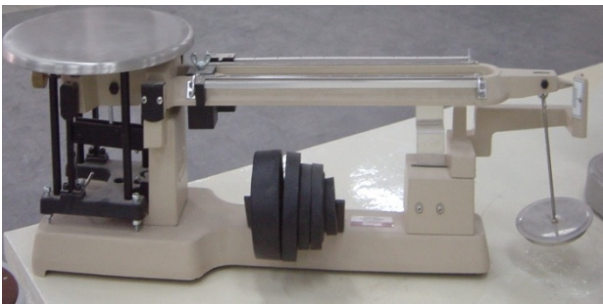
						المقطع	1
						بالنسبة لمحور الشارع	2
						المقطع الممثل	3
						الطبقة	4
						عمق الطبقة	5
						عمق الحفرة	6
						رقم الإناء	
				جم		وزن التربة الرطبة + الإناء	أ
				جم		وزن الإناء	ب
				جم		وزن التربة الرطبة	ج
				جم		وزن الرمل والإناء في البداية	د
				جم		الوزن المحجوز من الرمل + الإناء	هـ
				جم		وزن الرمل المستخدم	و
				جم		وزن الرمل الذي يملأ القمع	ز
				جم		وزن الرمل الذي يملأ الحفرة	ح
						كثافة الرمل	ط
						حجم الحفرة	ي
						كثافة التربة الرطبة	ك
						رقم العلبة	
				جم		وزن العلبة + التربة الرطبة	ل
				جم		وزن العلبة + التربة الجافة	م
				جم		وزن الماء	ن
				جم		وزن العلبة	س
				جم		وزن التربة الجافة	ع
				%		نسبة الماء %	ف
						كثافة التربة الجافة	ص
						رقم بروكتور المنسوب إليه	ق
						الكثافة الجافة العظمى	ر
						الرطوبة عن الكثافة العظمى	ش
						الرص الحاصل	ذ
						الرص المطلوب	ت
ملاحظات:							
.....							
.....							

تعيين الكثافة الجافة للتربة في الموقع

الغرض من التجربة

هو تعيين الكثافة الجافة للتربة في الموقع ثم مقارنتها بالكثافة الجافة القصوى بالمعمل الناتجة من اختبار بروكتور للدمك لإيجاد نسبة الدمك المطلوبة للطريق حيث يجب ألا تقل نسبة الدمك عن 95% للطرق الفرعية و 100 % للطرق الرئيسية .

الأدوات المستخدمة



ميزان حساس



فرن تجفيف



أوعية



جاروف يدوي

خطوات التجربة:

1. يتم حساب الكثافة الرطبة (الموقعية) من تجربة الكثافة الموقعية .
2. يتم حساب المحتوى المائي للتربة بطريقة فرن التجفيف .
3. يمكن إيجاد الكثافة الجافة في الموقع من القانون التالي :

$$\text{الكثافة الجافة في الموقع} = \frac{100 \times \text{الكثافة الرطبة}}{100 + \text{المحتوى المائي}} \text{ كجم/سم}^3$$



الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء التجربة

1. التأكد من أن درجة الحرارة تتراوح بين 105 درجة إلى 110 درجة مئوية .
2. التأكد من أن العلب الصغيرة نظيفة وخالية من أي رطوبة .
3. وضع العلب في الفرن وهي مفتوحة الغطاء .
4. التأكد من أن الميزان صالح للعمل .



النتائج العملية

تعيين الكثافة الجافة للتربة						الشارع:	
						المقاول:	
رقم العينة:		مقطع:		نوع العمل:		نوع المواد:	
التاريخ:		رقم التجربة:					

						المقطع	1
						بالنسبة لمحور الشارع	2
						المقطع الممثل	3
						الطبقة	4
						عمق الطبقة	5
						عمق الحفرة	6
						رقم الإناء	
				جم		وزن التربة الرطبة + الإناء	أ
				جم		وزن الإناء	ب
				جم		وزن التربة الرطبة	ج
				جم		وزن الرمل والإناء في البداية	د
				جم		الوزن المحجوز من الرمل + الإناء	هـ
				جم		وزن الرمل المستخدم	و
				جم		وزن الرمل الذي يملأ القمع	ز
				جم		وزن الرمل الذي يملأ الحفرة	ح
						كثافة الرمل	ط
						حجم الحفرة	ي
						كثافة التربة الرطبة	ك
						رقم العلبة	
				جم		وزن العلبة + التربة الرطبة	ل
				جم		وزن العلبة + التربة الجافة	م
				جم		وزن الماء	ن
				جم		وزن العلبة	س
				جم		وزن التربة الجافة	ع
				%		نسبة الماء %	ف
						كثافة التربة الجافة	ص
						رقم بروكتور المنسوب إليه	ق
						الكثافة الجافة العظمى	ر
						الرطوبة عن الكثافة العظمى	ش
						الرص الحاصل	ذ
						الرص المطلوب	ت

ملاحظات:

.....

.....



اختبار بروتور للدمك

تعريف الدمك

هو عملية تقليل الفراغات في التربة ويتم ذلك بوسائل ميكانيكية مختلفة .

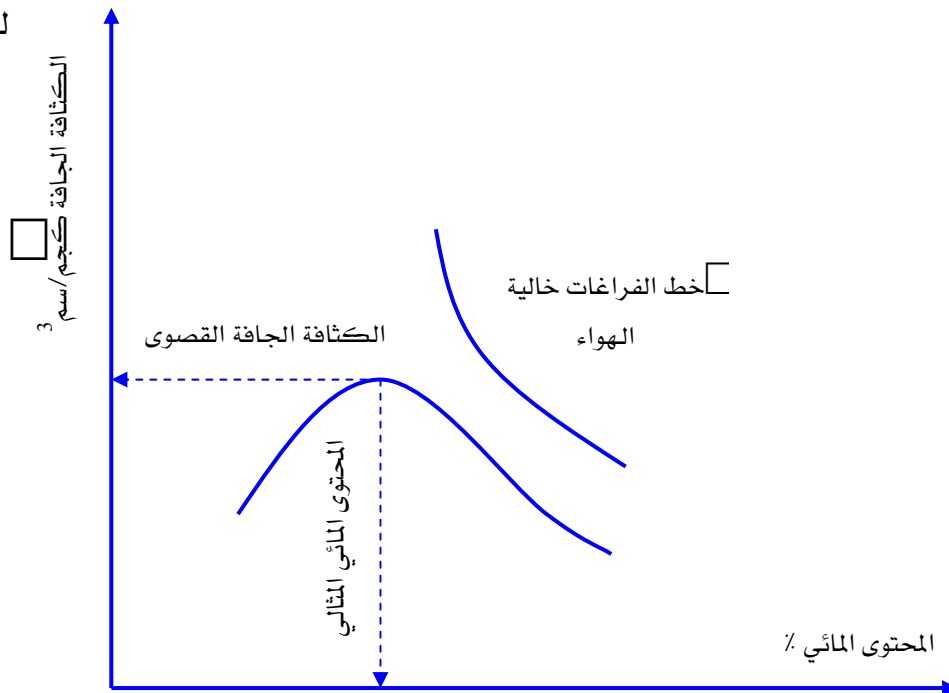
الأهداف الرئيسية من عملية الدمك :

1. تقليل الفراغات في التربة وبالتالي تقليل نفاذية التربة للماء .
2. زيادة مقاومة التربة لجميع الانهيارات المختلفة .
3. زيادة كثافة التربة وبالتالي تقليل التغيرات الحجمية التي تحدث في التربة .
4. مقاومة الهبوط تحت تأثير الأحمال المختلفة .

الفرض من التجربة

1. هو تعيين الكثافة الجافة القصوى للتربة لنستطيع إيجاد نسبة الدمك المطلوبة للطريق
2. تعيين نسبة الرطوبة المثلى الواجب إضافتها للتربة للحصول على الكثافة القصوى

للتربة .



الأدوات المستخدمة:



أوعية



أدوات خلط يدوية



فرن تجفيف



قالب بركتور



جهاز إخراج العينات



منخل قياسي رقم 4



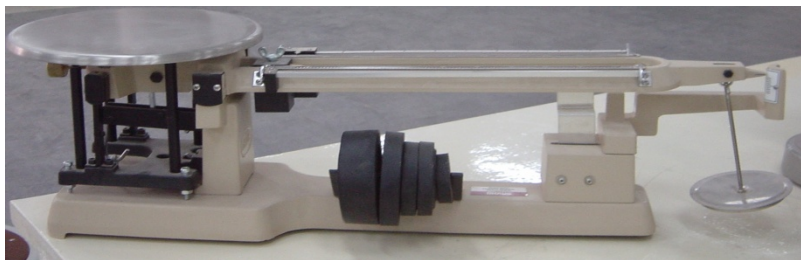
مسطرة معدنية



مندالة الدمك القياسية



مخبار مدرج



ميزان حساس



خطوات التجربة

1. تجفف عينة من التربة في الهواء أو في فرن التجفيف إذا كان بها رطوبة وتستخرج من الفرن وتفكك حبيباتها .
2. تتخل العينة على منخل رقم 4 ويؤخذ المار من المنخل ويوضع في وعاء .
3. تضاف كمية من الماء ولتكن 3% من وزن التربة (7 كجم) وتخلط خلطاً جيداً حتى يصبح القوام متجانساً للتربة .
4. توضع العينة في قالب الدمك على " 5 " طبقات وتدمك كل طبقة 56 ضربة بواسطة مندالة الدمك موزعة بانتظام على سطح التربة .
5. تزال الحلقة الموضوعة في أعلى القالب ويسوى سطح التربة المدموكة بواسطة المسطرة
6. يوزن القالب بما يحويه من التربة الرطبة وذلك لحساب الكثافة الرطبة.

$$\text{الكثافة الرطبة} = \frac{\text{وزن العينة الرطبة}}{\text{حجم القالب}} \quad \text{جم/سم}^3$$

7. تستخرج العينة المدموكة في القالب ويتم تعيين المحتوى المائي للتربة بتجفيف جزء صغير من العينة وسط القالب في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة ودرجة 105°م إلى 110°م.

$$\text{المحتوى المائي للتربة} = \frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة الجافة}} \times 100$$

8. تحسب الكثافة الجافة كما يلي :

$$\text{الكثافة الجافة للتربة} = \frac{100 \times \text{الكثافة الرطبة}}{100 + \text{المحتوى المائي}} \quad \text{جم/سم}^3$$



9. تتكرر الخطوات السابقة بإضافة كمية أكبر من الماء ورسم العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي للتربة ومن هذه العلاقة تحسب كلاً من الكثافة الجافة القصوى وكذلك المحتوى المائي المثالي الواجب إضافته للتربة.

10. تحسب نسبة الدمك المطلوبة طبقاً لمواصفات .

$$100 \times \frac{\text{الكثافة الجافة في الموقع}}{\text{الكثافة الجافة القصوى في المعمل}} = \text{نسبة الدمك}$$



المواصفات والمقاييس

تتص المواصفات والمقاييس على أن:

- أ- لا تقل نسبة الدمك عن 95% للطرق الفرعية .
- ب- وتصل إلى 100% للطرق الرئيسية .

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء التجربة

1. يجب أن يكون القالب نظيفاً خالياً من أية شوائب قبل إجراء التجربة.
2. التأكد من استخدام المندالة ذات الوزن 4.5 كجم .
3. يجب أن تسقط المندالة سقوطاً حراً من ارتفاع 45سم .
4. يجب أن تكون علب العينات خالية من أية رطوبة عند تعيين المحتوى المائي للتربة .
5. تجنب زيادة نسبة الرطوبة المحتواة في التربة كل تجربة.
6. إذا كان المحتوى المائي المثالي في المعمل أقل من المحتوى المائي في الموقع يجب تجفيف الطبقة بحرثها وتعريضها للشمس ثم الدمك .
7. إذا كان المحتوى المائي المثالي في المعمل أكبر من المحتوى المائي في الموقع يتم حرث التربة وإضافة نسبة من الماء مع الدمك .
8. إذا كانت نسبة الدمك أقل من المطلوب يجب زيادة الدمك .



النتائج العملية

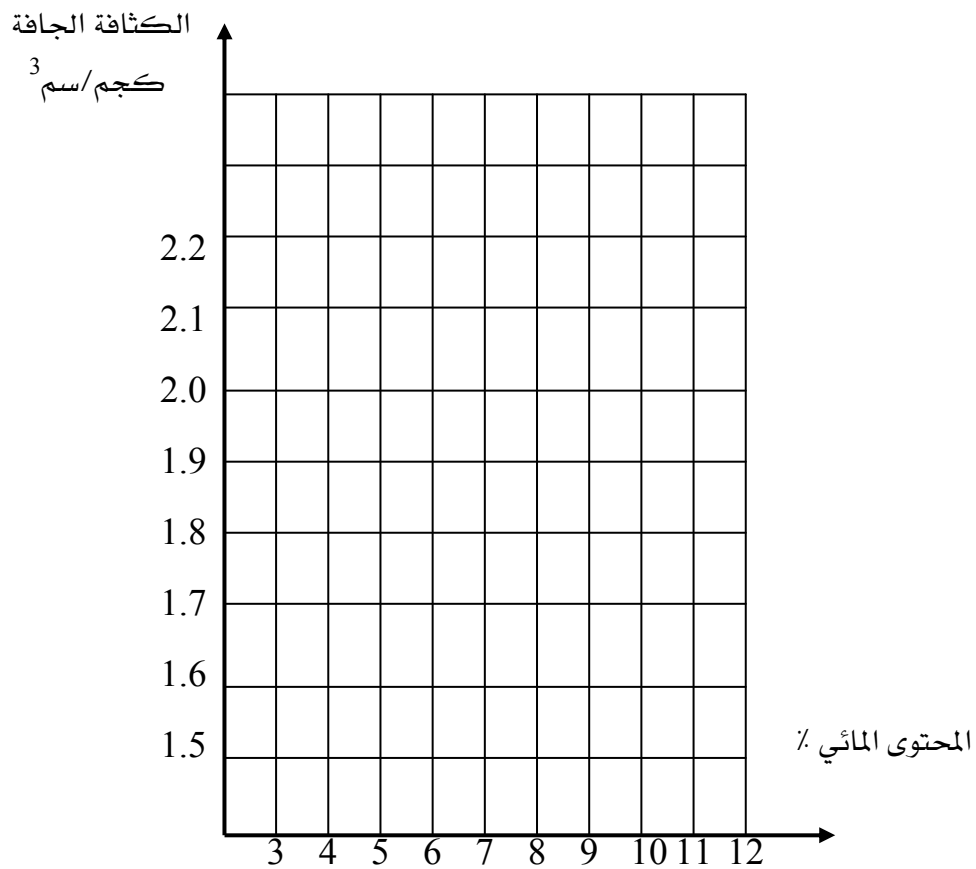
اختبار الدمك		علاقة كثافة التربة مع الرطوبة (بروكتور المعدل) (بروكتور القياسي)				
رقم العينة:	وصف العينة:	القسم:				
التاريخ:	عدد الضربات: عدد الطبقات:	اسم الشركة:				
رقم التجربة:	وزن المطرقة:	مقطع:				
	أبعاد القالب: القطر: الارتفاع:					

أ	القالب	رقم	1	2	3	4
ب	وزن القالب والتربة رطبة	جم				
ج	وزن القالب	جم				
د	وزن التربة الرطبة	جم				
هـ	حجم القالب	سم ³				
و	الكثافة الرطبة	جم / سم ³				

ز	العلبة	رقم	1	2	3	4
ح	وزن العلبة + التربة الرطبة	جم				
ط	وزن العلبة + التربة الجافة	جم				
ي	وزن الماء	جم				
ك	وزن العلبة	جم				
ل	وزن التربة الجافة	جم				

م	المحتوى المائي %	%
ن	الكثافة الجافة	جم / سم ³

الكثافة الجافة العظمى =	جم / سم ³	كمية الرطوبة القصوى % =
-------------------------	----------------------	-------------------------





تعيين نسبة تحمل كاليفورنيا

تعريف نسبة تحمل كاليفورنيا

هي الحمل اللازم لدفع مكبس قياسي قطرة (5سم) في التربة بسرعة معينة لعمق 0.1 بوصة أو 0.2 بوصة منسوباً إلى التربة الأصلية في كاليفورنيا .

الغرض من التجربة

التأكد من مدى تحمل التربة المدموكة للأحمال الإضافية الناتجة من ثقل الطريق ، وطبقات الرصف وكذلك الأحمال والإجهادات الناتجة من المرور الحالي وحجم المرور مستقبلاً على الطريق .

الأدوات المستخدمة :



مخبار مدرج



جهاز C.B.R.



فرن تجفيف



مندالة الدمك القياسية



قرص اتساع قطر 6 بوصات



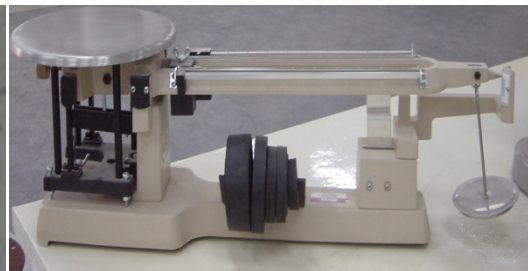
منخل قياسي رقم 4



قالب C.B.R. قطر 6



حلقات معدنية



ميزان حساس



خطوات التجربة

أولاً : في حالة العينات غير المغمورة في الماء

1. تجفف عينة من التربة المراد اختبارها في الهواء أو في فرن التجفيف ثم تنخل على منخل رقم 4 أو ثلاثة أرباع بوصة حسب حجم الحبيبات .
2. يوزن مقدار من التربة يكفي لعمل قالب من قوالب C.B.R ثم تضاف كمية من الماء تكفي للوصول إلى المحتوى المائي المثالي المحسوبة من تجربة بروكتور.
3. توضع العينة في القالب بعد تجهيزه بوضع قرص الاتساع على قاعدة ووضع ورقة الترشيح فوق القرص .
4. تدمك العينة على خمس طبقات على أن تدمك كل طبقة 56 ضربة بالمندالة القياسية
5. بعد الدمك تفك رقبة التطويل ويسوى سطحه ثم يقلب لإخراج قرص الاتساع بعد وضع ورقة الترشيح على القاعدة .
6. يوزن القالب والتربة المدموكة الرطبة وذلك لتحديد الكثافة الرطبة.
7. توضع أوزان إضافية على شكل حلقات فوق العينة المختبرة المدموكة بحيث لا يقل وزنها عن 4.5 كجم وهذه تمثل وزن طبقات الرصف المنتظرة في الطبيعة .
8. يوضع القالب في ماكينة الاختبار ويضبط المكبس بحيث يلامس سطح العينة المدموكة وكذلك يضبط المؤشر فوق القالب الذي يقيس مقدار الاختراق بحيث يكون معدل الاختراق 0.05 بوصة / دقيقة .
9. يتم تشغيل الجهاز وتؤخذ قراءة الحمل على مؤشر الحمل عند الاختراق : 0.025 ، 0.050 ، 0.075 ، 0.1 ، 0.2 ، 0.3 ، 0.4 ، 0.5 .
10. ترسم العلاقة بين الاختراق وكذلك الحمل ثم الحمل عند الاختراق 0.1 ، 0.2 على التوالي .
11. تحسب نسبة تحمل كاليفورنيا من القانون :

$$100 \times \frac{\text{الحمل المسبب للاختراق } 0.1}{\text{الحمل القياسي 3000 رطل}} = \text{أ - نسبة تحمل كاليفورنيا عند } 0.1$$

$$100 \times \frac{\text{الحمل المسبب للاختراق } 0.2}{\text{الحمل القياسي 4500 رطل}} = \text{ب - نسبة تحمل كاليفورنيا عند } 0.2$$

2. استخراج العينة من القالب وأخذ عينات لحساب المحتوى المائي .



ثانيا : في حالة العينات المغمورة في الماء

- يتم عمل الخطوات من " 1 إلى 5 " .
6. ضع اللوحة المثقبة ذات الساق المتغير على التربة المدموكة ملاصقة لورقة الترشيح.
7. ضع الأوزان الإضافية على شكل حلقات فوق اللوح المثقب بحيث لا يقل وزنها عن 4.5 كجم وهذه تمثل طبقات الرصف المنتظرة مستقبلاً .
8. اغمر القالب والأوزان الإضافية في وعاء مائي بحيث يمكن للماء الوصول إلى أعلى وأسفل العينة ثم ضع القرص المدرج الذي يقيس الانتفاخ واضبطه على الصفر وقت ابتداء الاختبار.
9. اترك العينة مغمورة في الماء لمدة أربعة أيام " 96 ساعة " على أن يبقى منسوب الماء ثابتاً خارج وداخل القالب .
10. ارفع القالب من الماء وصب الماء من داخل العينة ثم ارفع الأحمال الزائدة واللوح المثقب وورقة الترشيح واترك العينة تصريف المياه لمدة 15 دقيقة .
11. زن العينة لتحديد كثافة التربة وتصبح الآن العينة جاهزة لاختبار الاختراق .
12. ضع الأوزان الإضافية بحيث لا يقل وزنها عن 4.5 كجم لتمثيل طبقات الرصف ثم أعد الخطوات من " 8 إلى 11 " لحساب نسبة تحمل كاليفورنيا .
13. استخرج العينة من القالب وخذ عينات من التربة لحساب المحتوى المائي .

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء التجربة

1. التأكد من نظافة قالب الدمك وخلوه من أي آثار عالقة به .
2. وزن مندالة الدمك : 4.5 كجم ، قطرها 2 بوصة ، تسقط من ارتفاع 45 سم .
3. التأكد من وضع ورقة الترشيح أسفل وأعلى العينة .
4. التأكد من وضع الأوزان الإضافية بحيث لا يقل وزنها عن 45 كجم .
5. يكون معدل الاختراق 0.05 بوصة / دقيقة .
6. يعدل المنحنى غير المصحح إلى المنحنى القياسي .
7. أن تكون مدة غمر العينة في الماء أربعة أيام .

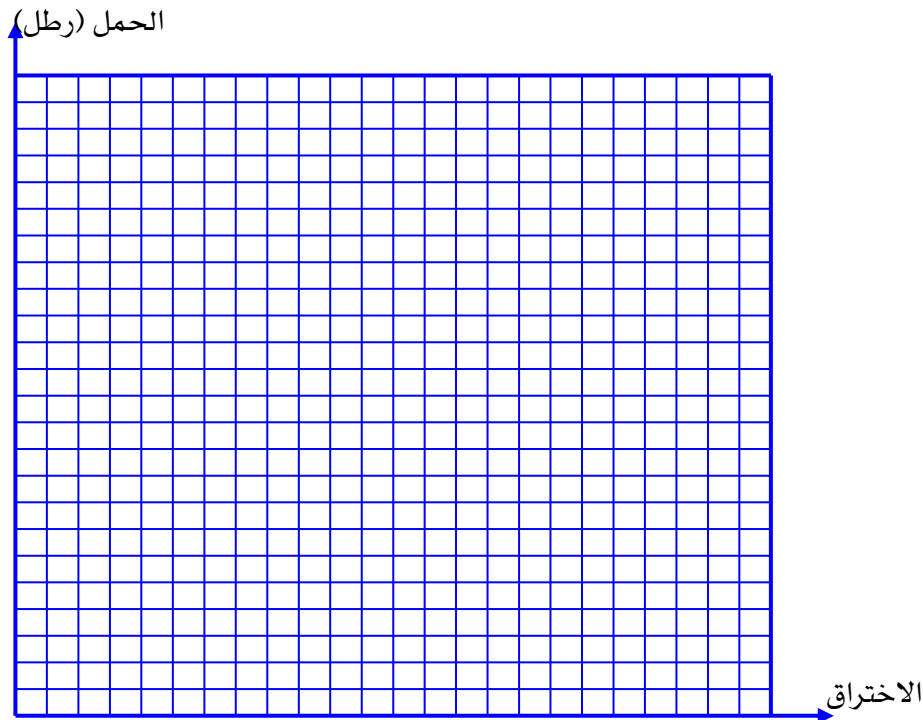


النتائج العملية

تعيين نسبة تحمل كاليفورنيا			اسم التجربة:
اجري الاختبار بـ	تاريخ الاختبار:	مصادر المواد:	

California Bearing Ratio (C.B.R.)
ASTM 1883 – AASHTO – TI 93

0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.075	0.050	الاختراق (بوصة)
							قراءة الجهاز
							الحمل (رطل)



$$100 \times \frac{\dots\dots}{3000} \diamond \text{C.B.R.} = 0.1^{\text{عند}}$$

$$= 100 \times \frac{\dots\dots}{4500} \diamond \text{C.B.R.} = 0.2^{\text{عند}}$$



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(اختار كثافة التربة ونسبة الدمك)..... ، قوم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه :(اختبار كثافة التربة ونسبة الدمك)

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كلية
29.	يتقن تحديد كثافة التربة الرطبة.				
30.	يتقن تحدد المحتوى المائي بالتربة.				
31.	يتقن تحديد كثافة التربة الجافة.				
32.	يتقن تحدد نسبة الدمك بطريقة بركتور.				
33.	يتقن تحدد مدى تحمل التربة المدوكة للأحمال				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



الوحدة السابعة

اختبارات البيتومين



اختبارات البيتومين

البيتومين

مقدمة :

البيتومين مادة تستخرج طبيعياً أو من تقطير زيت البترول (صناعياً) فهو موجود بصفته الطبيعية مختلطاً ببعض الأتربة والصخور البركانية ويعرف باسم الأسفلت . والإسفلت عبارة عن مخلوط من البيتومين وبعض المواد الغريبة وبعض الأحجار .

والبيتومين مادة نقية غير مختلطة بأي مواد ، وعند اكتشاف البترول وبعد استخلاص الزيت منه عرف البيتومين حيث يمكن استخراج مزيد من المواد المذيبة والمتطايرة . للحصول على أصناف مختلفة وعديدة من البيتومين تصلح لجميع الأغراض ولجميع الأجواء الباردة والحارة .

وكلما زاد تبخر المواد المتطايرة زادت صلابة ، وعلى هذا الأساس يمكن تصنيف الأنواع المختلفة من البيتومين حسب درجة الصلابة ، ولذلك استعملت أجهزة لقياس هذه الصلابة أو السيولة ، ويمكن تقسيم البيتومين إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :

- أ - سريعة التصلب $Rc_0 - Rc_1 - Rc_2 \dots \dots \dots Rc_5$
- ب - متوسطة التصلب $Mc_0 - Mc_1 - Mc_2 \dots \dots \dots Mc_5$
- ج - بطيئة التصلب $Sc_0 - Sc_1 - Sc_2 \dots \dots \dots Sc_5$

وسوف يتم إجراء التجارب الآتية على البيتومين :

1. درجة الاشتعال .
2. درجة الغرز .
3. الممتولية .

1- تعيين درجة اشتعال البيتومين

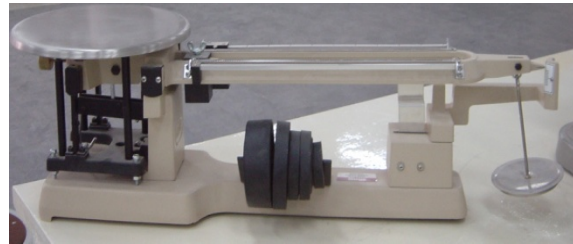
الغرض من التجربة :

عند تسخين البيتومين في محطات الخلط الأسفلتية تجب معرفة درجة الحرارة التي لا ينبغي الوصول إليها ، والتي عندها يمكن أن تشتعل الأبخرة الناتجة من التسخين .

الأدوات المستخدمة :



جهاز كليفلاند



ميزان حساس



ترمو متر

خطوات التجربة

1. يسخن البيتومين المراد اختباره لدرجة السيولة ثم يسكب في البوتقة حتى العلامة الموجودة فيها من الداخل ويجب ألا يمتلأ فوق هذه العلامة خوفاً من انسكابه بعد أن يسخن ويتمدد .
2. تثبت البوتقة في مكانها في الجهاز فوق مصدر الحرارة ويتم وضع ترمومتر في وضع رأسي بداخل البوتقة وفي منتصف المسافة بين مركز وقاع الطبق .
3. يتم تشغيل الجهاز فيبدأ البيتومين في التسخين نستمر في التسخين حتى تصل درجة حرارته إلى 160° عندها يتم إمرار شعلة اللهب على سطح البوتقة لمدة ثانية ، نكرر إمرار الشعلة كل 2.8° .
4. مع استمرار التسخين نلاحظ ظهور لهب فوق سطح البيتومين عند إمرار الشعلة وهذا يعني أن الأبخرة قد احترقت نتركها تحترق لمدة 5 ثواني على الأقل .
5. يتم تسجيل درجة الحرارة التي سجلها الترمومتر فوراً فتكون هي درجة الاشتعال



النتائج العملية

تعيين درجة اشتعال البيتومين		اسم التجربة
اجري الاختبار بـ	تاريخ الاختبار:	مصادر المواد:
		درجة اشتعال البيتومين

2- اختبار تعيين درجة الغرز للبيتومين

الغرض من التجربة

هو معرفة درجة الغرز للبيتومين التي تبين قوام المواد البيتومينية من الصلابة والليونة المطلوب استعمالها في الرصف ويعبر عنها بمقدار المسافة التي تخترقها إبرة قياسية عمودية في العينة تحت ظروف معينة من التحميل والوقت ودرجة الحرارة. الوزن = 100 جم ، الزمن يساوي 5 ثوان ، درجة الحرارة تساوي 25° م .

الأدوات المستخدمة



حمام مائي



ساعة إيقاف



جهاز الغرز مزود بإبرة



علب اختبار (وعاء)



ترمو متر



خطوات التجربة

1. يتم تسخين البيتومين بعناية إلى درجة حرارة تجعل صبه في الوعاء ممكناً .
2. رفع درجة الحرارة مع مزج العينة مزجاً دائرياً حتى يتم الوصول إلى درجة التجانس المطلوبة والخلو من الفقاعات الهوائية .
3. تصب العينة بعد ذلك في العلب الخاصة بذلك إلى عمق يسمح بتحديد الغرز بالإبرة على أن يكون طرف الإبرة على بعد لا يقل عن 10 ملم من القاع بعد تحديد درجة الغرز .
4. يتم تغطية العينة لحمايتها من دخول الأجسام الغريبة ونتركها تبرد لدرجة حرارة الغرفة إلى مدة لا تقل عن ساعة ونصف .
5. بعد ذلك يتم رفع الغطاء من على العينة ثم توضع بعد ذلك لمدة تتراوح من ساعة ونصف ولا تزيد عن ساعتين في حمام مائي درجة حرارته 25° م وذلك لحين إجراء التجربة .
6. بعد مضي المدة المحددة يتم إخراج العينة من الحمام المائي وننشف سطح العينة ثم نضع فوق قاعدة جهاز الغرز وتدلي الإبرة حتى تلامس سطح العينة وتضبط قراءة المؤشر على الصفر.
7. السماح للإبرة بالهبوط تحت تأثير وزنها مع القضيب (100 جرام) لتخترق العينة لمدة 5 ثوان بعدها تؤخذ القراءة من على المؤشر .
8. تكرار العملية في أماكن مختلفة على العينة وتؤخذ القراءة لها ، ثم نأخذ المتوسط ليعبر عن درجة غرز البيتومين (قوام البيتومين) .

النتائج العملية

اسم التجربة	اختبار تعيين درجة الغرز للبيتومين
مصادر المواد:	
تاريخ الاختبار:	
اجري الاختبار بـ	
القراءة الأولى	
القراءة الثانية	
القراءة الثالثة	
درجة الغرز = مجموع القراءات ÷ 3	

3- اختبار تعيين المبطولية للبيتومين

الغرض من التجربة

هو قياس قابلية البيتومين للسحب والاستطالة ومعرفة مدى مرونة البيتومين ليعطى خلطة أسفلتية مطابقة للمواصفات . ويقاس مقدار الاستطالة بمقدار سحب العينة في الجهاز قبل أن تنقطع تحت سرعة معينة وفي درجة حرارة معينة .

الأدوات المستخدمة



□ حمام مائي



جهاز كليفلاند



سكين معدنية



قالب الاختبار

خطوات التجربة

1. يركب القالب بأجزائه الأربعة ويوضع على قاعدة ثم يدهن من الداخل بطبقة من الزيت لتسهيل فكه بعد ذلك .
2. يتم تسخين البيتومين إلى درجة حرارة تجعل من السهل صبه في القالب .
3. يصب البيتومين في القالب إلى أن يمتلأ تماماً ويكشط الزائد من البيتومين بسكين ساخنة حتى يستوي سطح البيتومين مع القالب .
4. يترك البيتومين ليبرد تماماً إلى درجة حرارة الغرفة لمدة تتراوح من 30 إلى 40 دقيقة .



5. يوضع القالب وبه العينة في حمام مائي درجة حرارته 25° م وهي درجة حرارة الغرفة ولمدة من 85 إلى 95 دقيقة .
6. تفك أجزاء القالب المصبوب فيه العينة أي الأجزاء الجانبية فقط وكذلك القاعدة .
7. يوضع الجزآن الباقيان من القالب بما فيها من بيتومين في ماسكين في الجهاز .
8. يتم ضبط درجة الحرارة على 25° م والسرعة 5 سم / دقيقة ثم يتم سحب العينة بهذه السرعة فيتحرك أحد الماسكين ويسحب العينة .
9. نستمر في سحب العينة حتى قرابة أن ينقطع جزأي العينة عند ذلك يتم قياس الطول الذي وصلت إليه العينة .
10. يقاس هذا الطول الذي يعبر عنه بقابلية البيتومين للاستطالة والمرونة على أساس أن أقل مرونة للبيتومين تساوي 50 سم .

النتائج العملية

اسم التجربة	اختبار تعيين المبطولية للبيتومين
مصادر المواد:	
تاريخ الاختبار:	
اجري الاختبار بـ	
مقدار المبطولية للبيتومين	



اختبار مارشال

تصميم الخلطة الإسفلتية

مقدمة

الهدف من تصميم الخلطة الأسفلتية هو اختيار الأمثل والمناسب للمواد اللازمة والمكونة للخلطة الأسفلتية بمواصفات قياسية علمية والتأكد من صلاحيتها لتكوين خلطة توضع على التربة الأساسية الحاملة للطريق بسمك تصميمي وذلك لنقل الأحمال من سطح الطريق والنااتجة من حركة المرور إلى طبقة التربة الأساسية موزعة على مساحة أكبر من خلال طبقات الرصف المختلفة .

وبمجرد تجهيز المواصفات تكون الخطوة الأولى للبدء بعملية الرصف جمع المواد اللازمة للخلطة الأسفلتية وطبقات الرصف لذلك يجب:

1. طلب نوع البيتومين المناسب .
 2. جلب الأحجار وتكسيورها للحصول على الركام المطلوب .
 3. توفير الرمل اللازم للتأكد من صلاحيته .
 4. توفير جميع المعدات اللازمة للإنشاء وتواجدها في منطقة العمل .
- العوامل المؤثرة في تصميم الخلطة الإسفلتية

1. كسر الأحجار
يتم اختبار الأحجار ذات الصلابة وقوة التحمل العالية مع الأخذ في الاعتبار إمكانية الحصول عليها بسهولة مع قلة تكاليف شرائها ونقلها للموقع .

2. التدرج الحبيبي للركام
كلما كبر حجم الحبيبات كلما حصلنا على خلطة أكثر استقراراً . ففي طبقة الأساس يجب أن يتراوح حجم الحبيبات الكبيرة ما بين 1.25 سم إلى 1.87 سم .

3. الوزن النوعي لمكونات الخلطة
كسر أحجار - رمل - بودرة - بيتومين بمعرفة الوزن النوعي لكل منها يمكن حساب الوزن النوعي النظري الأقصى والوزن النوعي الفعلي للخلطة وبالتالي يمكن استنتاج نسبة المسام في الخلطة .



4. نسب كسر الأحجار المختلفة المكونة للخلطة
فالرمل يملأ الفراغ بين كسر الأحجار والبودرة تملأ الفراغ بين الرمل وتكون مع البيتومين عجينة (مونة) تعطي للخلطة صلابة واستقراراً ومقاومة للسيولة .
5. الدمك
يؤثر على استقرار وثبات الخلطة الأسفلتية .
6. نسبة البيتومين بالخلطة ونوعيته
يجب اختيار نوع البيتومين المناسب وكذلك نسبة البيتومين المثلى للخلطة والتي تعطي أقصى استقرار للخلطة وأقصى كثافة .
وأفضل الطرق في اختبار نسبة البيتومين المثلى وتصميم الخلطات الأسفلتية هي طريقة مارشال.

اختبار مارشال

الغرض من التجربة :

1. تصميم خلطة أسفلتية بمواصفات قياسية علمية توضع هذه الخلطة الأسفلتية بسمك تصميمي على طبقة الأساس للتربة.
2. تعيين نسبة البيتومين المثلى التي يجب إضافتها في الخلطة الأسفلتية .
3. الوصول إلى أكبر قيمة ثبات للخلطة الأسفلتية طبقاً للمواصفات.
4. الوصول إلى أقل قيمة في الفاقد في الثبات يطابق المواصفات.
5. تعيين مقدار للانسياب يطابق المواصفات وكذلك الفراغات الهوائية والفراغات المملوءة بالبيتومين في حدود المواصفات القياسية حسب نوع كل خلطة أسفلتية .

الأدوات المستخدمة :



جهاز استخلاص العينات



ماكينة مارشال



ماكينة الدمك للعينات



قالب دمك



خلاط ميكانيكي



حمام مائي



خطوات التجربة :

1. يتم تجهيز كميات متساوية من الركام المتدرج تكفي لعمل عدة عينات من قوالب مارشال ويكون وزن كل كمية في حدود (1200 جرام).

0,075	0,6	2,0	4,75	9,5	12,5	19	فتحة المنخل "مم"
7	20	40	65	80	95	100	النسبة المئوية للمار

2. تجفف عينات الركام المتدرج بعد خلطها في فرن التجفيف عند درجة حرارة 105° إلى 110° م لمدة 24 ساعة حتى يثبت وزنها ثم يسخن البيتومين عند درجة حرارة 165° م .
3. تتم إضافة البيتومين إلى الركام المتدرج بنسب مختلفة (4%، 4.5%، 5%، 5.5%، 6%، 6.5%، 7%) من الوزن الكلي للعينة ويعمل عدد ست قوالب لكل نسبة بيتومين ، يتم خلط البيتومين مع الركام عند درجة حرارة تتراوح من 160° إلى 165° م خلطاً جيداً حتى يصبح الخليط متجانساً .
4. بعد تمام الخلط يتم ملأ قالب مارشال وننتظر حتى تصبح درجة حرارة الخلطة 135° م عندئذ توضع مباشرة في ماكينة الدمك وتدمك العينة 75 مرة على الوجهين مع مراعاة وضع ورقة نشاف في أسفل القالب قبل استعماله .
5. بعد تمام الدمك يترك القالب ليبرد في الهواء ، بعد ذلك تستخرج العينة من قالب مارشال وتوضع في الهواء لمدة 24 ساعة قبل اختبارها .
6. بعد مرور 24 ساعة يتم وزن العينة في الهواء وكذلك وزن العينة في الماء و وزنها مجففة السطح ومنها يمكن إيجاد الكثافة الكلية من القانون التالي :

$$\text{الكثافة الكلية} = \frac{\text{وزن العينة في الهواء جافة}}{\text{الحجم}} \quad \text{جم / سم}^3$$

7. بعد مرور 24 ساعة تتم معالجة القوالب في حمام مائي درجة حرارته 60° م لمدة 30 دقيقة لعدد ثلاث عينات ولمدة 24 ساعة لعدد ثلاث عينات أخرى وذلك لجميع النسب .



8. بعد مضي 30 دقيقة يتم استخراج العينات من الحمام المائي ويجفف سطحها ويجرى عليها الاختبار مباشرة بوضعها في جهاز مارشال بين فكي الماكينة ويتم التشغيل ونسجل قراءة المؤشر عند الانهيار ونعين مقدار الثبات للخلطة وكذلك نعين مقدار الانسياب من مؤشر الانسياب .

9. بعد مضي 24 ساعة يتم إخراج باقي العينات ويجفف سطحها ويجرى عليها الاختبار ونسجل قراءة المؤشر عند الانهيار ومنه يوجد الفاقد في الثبات من القانون التالي :

$$\text{الفاقد في الثبات} = \frac{\text{الثبات بعد 30 دقيقة} - \text{الثبات بعد 24 ساعة}}{\text{الثبات بعد 30 دقيقة}} \times 100$$

10. يتم تكرار هذه الخطوات لجميع العينات بنسب البيتومين المختلفة المذكورة سابقا وذلك للحصول على اكبر قيمة لثبات الخلطة ومقدار الانسياب وكذلك الفراغات الهوائية والمملوءة بالبيتومين في حدود المواصفات القياسية .

11. بعد الحصول على النتائج يتم رسم المنحنيات الخاصة وذلك لحساب نسبة الأسفلت المثلّي التي تجب إضافتها للخلطة الإسفلتية.

النتائج العملية

اختبار تعيين المبطولية للبيتومين			اسم التجربة
			مصادر المواد:
			تاريخ الاختبار:
			اجري الاختبار بـ
6 %	5 %	4 %	نسبة الأسفلت
			قراءة الثبات
			قراءة الانسياب
			الثبات (كجم)
			الانسياب "ملم"
			الكثافة الكلية
			الفاقد في الثبات



استخلاص نسبة البيتومين من الخلطة الإسفلتية

مقدمة

يتم إجراء اختبار استخلاص نسبة البيتومين من الخلطة الأسفلتية بثلاث طرق هي:

1. باستخدام البنزين .
2. باستخدام الترايكلون .
3. باستخدام الفرز وهي الأحدث.

وسوف نتحدث عن الطريقة الثانية حيث إنها الأكثر استخداماً في استخلاص نسبة البيتومين من الخلطة الأسفلتية.

الفرض من التجربة:

1. تحديد نسبة البيتومين بواسطة استخلاص من الخلطة الأسفلتية الساخنة ومقارنتها بالنسب المطلوبة طبقاً للمواصفات.
2. معرفة التدرج الحبيبي للمواد الحصوية التي استخلصت من هذا الاختبار ومعرفة مدى مطابقتها للمواصفات القياسية.

الأدوات المستخدمة :



فرن كهربائي



جهاز استخلاص نسبة البيتومين



ميزان حساس



جهاز التدرج المنخلي



وعاء تسخين



حمام مائي



خطوات التجربة

1. يتم تحريك عمود وضع المناخل جانبياً ويرفع غطاء وحدة الطرد المركزي .
2. يتم وضع ورقة داخل أسطوانة الطرد المركزي ولفها على الجسم الداخلي للأسطوانة ثم توزن وتوضع في مكانها داخل وحدة الطرد المركزي برفق .
3. يتم تسخين عينة الخلط الأسفلتية عند درجة حرارة 130° م تقريباً ثم توزن هذه العينة .
4. يوضع غطاء وحدة الطرد المركزي في مكانه مرة أخرى ويعاد عمود المناخل إلى مكانه مع جعل الأنبوبة البلاستيكية داخل الغطاء ويتم إغلاق العمود بإحكام .
5. يرفع غطاء المناخل ثم يتم وضع العينة الساخنة بعد ذلك يثبت الغطاء فوق المناخل تثبيتاً جيداً ويغلق بإحكام ويوضع مخبر أو وعاء تحت فتحة الصرف لجمع ناتج الاستخلاص.
6. يتم فتح صمام الماء ثم نبدأ تشغيل وحدة الكهرباء وذلك بوضع مفتاح التشغيل "Main" على وضع التشغيل "on" .
7. نجعل المفتاح "Function" على وضع "Auto" .
8. يتم ضبط وقت التشغيل على المفتاح "Active" ويتوقف تحديد الزمن على نوع الخلطة الأسفلتية المستخدمة في التجربة ويكون الزمن كالتالي:
 أ- طبقة أساس: 25 دقيقة - 30 دقيقة .
 ب- طبقة سطحية: 30 دقيقة - 35 دقيقة .
9. يتم ضبط مفتاح "Finish" على زمن 5 دقائق .
10. يضبط مفتاح الهزاز "Vibration" على رقم "7-9" .
11. يوضع مفتاح "Alarm" على الوضع "On" .
12. عندئذ يتم التعامل مع وحدة المذيب وذلك بجعل المفتاح Heating على الوضع Hi على أن تضاف أثناء الدوران مادة مذيبة للبيتومين مثل "محلول كربون تتراكلوريدا" أو "البنزين" لسهولة توفيره .
13. يتم تشغيل مفتاح "Start" الموجود على اللوحة الكهربائية مع التأكد من أن المفتاح الأحمر "Emergency" على اللوحة الكهربائية في وضع التشغيل أولاً أي للخارج فتبدأ الماكينة في العمل وتتوقف أوتوماتيكياً بعد انتهاء العمل.



14. يتم حساب نسبة البيتومين بالخلطة الأسفلتية كالآتي:

$$\text{نسبة البيتومين} = \frac{\text{وزن البيتومين}}{\text{وزن العينة الكلي}} \times 100$$

15. يتم معرفة التدرج الحبيبي للركام المحجوز عن طريق اختبار التدرج المنخلي ثم رسم المنحنى الخاص به ومقارنته بالحدود المعطاة بالمواصفات القياسية وذلك لمعرفة صلاحية الركام وتدرجه .

النتائج العملية

اختبار تعيين المبطولية للبيتومين		اسم التجربة
		مصادر المواد:
		تاريخ الاختبار:
		اجري الاختبار بـ
وزن العينة الكلي	جرام	
وزن المواد الحصوية المستخلصة	جرام	
الزيادة في الوزن ((المواد))	جرام	
وزن الحصمة الناعمة جداً	جرام	
وزن البيتومين	جرام	
نسبة البيتومين بالخلطة	%	



نموذج تقويم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(اختبار البيتومين)..... ، قوّم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه :(اختبار البيتومين).....

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
34.	يتقن اجراء تجارب تعيين درجة الاشتعال للبيتومين				
35.	يتقن اجراء اختبار تعيين درجة الغرز للبيتومين .				
36.	يتقن اجراء اختبار تعيين الممتطولية للبيتومين .				
37.	يتقن اجراء اختبار مارشال .				
38.	يتقن بإلمام المواصفات ومقاييس النسب البيتومين في الخلطة الإسفلتية .				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البندود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.



المراجع

اسم المرجع	المؤلف
تكنولوجيا الخرسانة (مواد الخرسانة و صناعتها)	أ . د / عبد الحكيم عطا أ . د / أحمد العريان
تكنولوجيا الخرسانة (خواص الخرسانة و تصميم خلطاتها).	أ . د / عبد الحكيم عطا أ . د / أحمد العريان
تقنية صناعة الخرسانة	د / حبيب مصطفى زين العابدين
المواصفات القياسية السعودية	هيئة المواصفات و المقاييس 1977م
منهج تقنية المواد المدنية	