

## يَسْمُ اللَّهُ الرَّحْمَنَ الرَّحِيمَ

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علمًا، واجعل هذا العمل خالصًا لوجهك الكريم.

### مقدمة:

هذا العمل هو ترجمة وشرح مبسط للمواصفة القياسية الأمريكية **ASTM D1557** الخاصة بطريقة الاختبار القياسية لخواص دمك التربة في المختبر باستخدام الطاقة المعدلة (Modified Proctor Test). وتعد هذه المواصفة من أهم اختبارات الجيوتكنيك هندسة التربة والأساسات حيث تستخدم لتحديد العلاقة بين محتوى الرطوبة وكثافة التربة المدموكة. تطبيق هذه المواصفة يتيح للمهندس تحديد أقصى كثافة جافة (MDD) والمحتوى المائي الأمثل (OWC) وهما قيمتان أساسيتان تستخدمان كمرجع لضبط جودة أعمال الدمك في الموقع مثل طبقات الإحلال والأساس للطرق والمطارات والمنشآت.

### وقد تم إعداد هذا الملف بهدف تسهيل فهم المواصفة من خلال:

- ترجمة دقيقة ومبسطة لكل بنود المواصفة من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية.
- شرح مبسط وواضح بأسلوب عملي يناسب الطلاب والمهندسين المبتدئين وفنيي المعامل.
- أمثلة تطبيقية رقمية توضح خطوات الحسابات وتفسير النتائج.
- عرض الجداول والرسومات التوضيحية مع شرح عملي خطوة بخطوة.
- تعريفات دقيقة للمصطلحات الفنية مثل: طاقة الدمك، منحني التشبع، وتصحيح النتائج.
- تحليل وشرح النتائج مع بيان كيفية استخدامها في تقييم جودة أعمال الدمك في الموقع.

### محتوى الملف:

- ترجمة المواصفة بندًا بندًا.
- شروحات مبسطة باللهجة المصرية العملية بعد كل بند لسهولة الفهم.
- أمثلة عملية ورقمية لحساب الكثافة ومنحنى الدمك ومعايير القبول.
- شرح عملي للأشكال والرسومات التوضيحية.
- تحليل الجداول الفنية مع تطبيقات واقعية من مختبرات التربة.
- شرح مفصل للملحق الخاص بمعايرة قالب الدمك.

نسأل الله أن يكون هذا العمل عونًا للمهندسين والفنيين وطلاب العلم في فهم هذه المواصفة الفنية الهامة وتطبيقها بدقة في مجال التصميم والتنفيذ والصيانة، وأن يجعله خالصًا لوجهه الكريم، نافعًا في الدنيا والآخرة. ومن وجد في هذا العمل خطأ أو سهوًا فليس عن عمد، وإنما هو من طبيعة البشر، والكمال لله وحده.

أخوكم في الله

محمد القصبى

# Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))<sup>1</sup>

**طرق الاختبار القياسية لتحديد خواص الدمك المعملية للتربة باستخدام  
الجهد المعدل (٥٦,٠٠٠ قدم-رطل/قدم<sup>٣</sup> (٢,٧٠٠ كيلونيوتن-متر/م<sup>٣</sup>))**

## 1. Scope

### ١.١ النطاق

1.1 These test methods cover laboratory compaction methods used to determine the relationship between molding water content and dry unit weight of soils (compaction curve) compacted in a 4- or 6-in. (101.6- or 152.4-mm) diameter mold with a 10.00-lbf. (44.48-N) rammer dropped from a height of 18.00 in. (457.2 mm) producing a compactive effort of 56 000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>).

### البند ١.١ الترجمة

تغطي طرق الاختبار هذه أساليب الدمك المعملية المستخدمة لتحديد العلاقة بين المحتوى المائي عند التشكيل والكثافة الوزنية الجافة للتربة (منحنى الدمك)، حيث يتم دمك التربة في قالب بقطر ٤ أو ٦ بوصات (١٠١,٦ أو ١٥٢,٤ مم) باستخدام مطرقة وزنها ١٠,٠٠ أرطال (٤٤,٤٨ نيوتن) تسقط من ارتفاع ١٨,٠٠ بوصة (٤٥٧,٢ مم)، مما يولد طاقة دك تبلغ ٥٦,٠٠٠ قدم-رطل/قدم<sup>٣</sup> (٢,٧٠٠ كيلونيوتن-متر/م<sup>٣</sup>).

### البند ١.١ الشرح

الاختبار ده اسمه بروكتور المعدل وهو ببساطة عبارة عن كثافة معملية بنعملها في المعمل عشان نعرف إزاي ندمك التربة في الموقع بأحسن طريقة ممكنة. تخيل إن التربة دي حبيبات بينها فراغات هوا عشان نخليها قوية وتستحمل أي مبنى أو طريق هيتبني فوقها لازم نقلل الفراغات دي ونخلي الحبيبات تقرب من بعضها على قد ما نقدر فالمية هنا بتشتغل زي مساعد للحبيبات بتخليها تتحرك وتتقرب من بعض بسهولة من غير ما تتلصق أو تتحك في بعضها و لو التربة ناشفة قوي الحبيبات هتحك في بعضها ومش هتندك كويس ولو التربة غرقانة مية المية نفسها هتاخذ مكان الحبيبات ومش هتخلي التربة مضغوطة. فالاختبار ده بيحدد لنا نسبة المية المثالية اللي لما نضيفها للتربة ونستخدم عليها طاقة دك معينة نوصل بيها لأعلى كثافة جافة ممكن يعني أقوى حالة للتربة. في المعمل بنجيب عينة من التربة ونحطها في قالب حديد ونفضل ندكها بمطرقة ثقيلة بتسقط من ارتفاع معين ونكرر ده كذا مرة مع تغيير نسبة المية لحد ما نوصل لأفضل نتيجة.

### البند ١.١ المثال العملي

لنفترض أننا بنبني طريق سريع جديد والأساس لازم يكون قوي جدًا عشان يستحمل أوزان الشاحنات الثقيلة لسنين طويلة بدون هبوط أو تشققات.

قبل البدء المهندس بياخذ عينات من التربة المخصصة لطبقات الأساس تحت الأسفلت ويرسلها للمختبر.

ثم يقوم بارسالها الى المختبر ليتم إجراء اختبار بروكتور المعدل **D1557** على العينات وبعد عدة محاولات بنسب مياه مختلفة يتوصل المختبر لنتيجتين رئيسيتين:

المحتوى المائي الأمثل OMC %١١

أقصى كثافة جافة MDD ٢,١٥ طن/م<sup>٣</sup>

هنا المهندس يعطي تعليمات للمقاول يرطب طبقات التربة بالماء للوصول لمحتوى رطوبة قريب من ١١%.

يستخدم الهراصات الثقيلة لدمك التربة حتى تصل كثافتها لنسبة معينة من القيمة القصوى لنقل ٩٥% على الأقل (٢,٠٤ طن/م<sup>٣</sup>).

بعد الدمك الفني بياخذ عينات من التربة في الموقع وقيس الكثافة الفعلية بختبار الساندكون أو النووي .

ولو الكثافة اكبر من او يساوي ٢,٠٤ طن/م<sup>٣</sup> هيكون الدمك ناجح ويمكن الانتقال للطبقة التالية.

ولو أقل يتم إعادة الدمك لحد الوصول للقيمة المطلوبة. بهذه الطريقة نضمن أن أساس الطريق قوي ومستقر ومطابق للمواصفات الهندسية وكل ده بفضل الدمك الصحيح اللي تم في المعمل.

NOTE 1—The equipment and procedures are the same as proposed by the U.S. Corps of Engineers in 1945. The modified effort test (see 3.1.3) is sometimes referred to as the Modified Proctor Compaction Test.

#### ملاحظة الترجمة

المعدات والإجراءات المستخدمة هي نفسها التي اقترحها فيلق المهندسين بالجيش الأمريكي في عام ١٩٤٥. يشار أحياناً إلى اختبار الجهد المعدل (انظر البند ٣.١.٣) باسم اختبار بروكتور للدمك المعدل.

#### ملاحظة الشرح

الملحوظة دي بتوضح نقطتين مهمين جداً عن أصل الاختبار ده:

##### ١. الأصل التاريخي:

الاختبار ده مش اختراع جديد أصله بيرجع لسنة ١٩٤٥ لما فيلق المهندسين في الجيش الأمريكي اقترحه ف بعد الحرب العالمية الثانية الطيارات والأوزان الثقيلة زادت والمعدات اللي بتدك التربة في المواقع اللي هي الهراسات بقت أقوى. الاختبار القديم اللي كان اسمه بروكتور القياسي مبقاش كافي لأنه كان بيدي كثافة قليلة ومش قادر يستحمل الأحمال الكبيرة دي.

عشان كده الجيش الأمريكي طور النسخة المعدلة دي بطاقة دك أعلى حوالي ٤,٥ مرات عشان تحاكي الواقع الجديد وتضمن إن التربة تكون قوية وكافية لتحمل الأحمال.

##### ٢. توحيد الأسماء:

الملحوظة كمان بتوضح إن اسم اختبار الجهد المعدل هو نفسه اختبار بروكتور المعدل يعني لو سمعت أي اسم منهم اعرف إنهم بيتكلموا عن نفس الاختبار **D1557** ومفيش داعي للارتباك.

يعنى باختصار الملحوظة دي بتنسب الفضل في تطوير الاختبار القوي ده للجيش الأمريكي لمواكبة تطورات الهندسة المدنية والعسكرية في منتصف القرن العشرين.

1.1.1 Soils and soil-aggregate mixtures are to be regarded as natural occurring fine- or coarse-grained soils, or composites or mixtures of natural soils, or mixtures of natural and processed soils or aggregates such as gravel or crushed rock. Hereafter referred to as either soil or material.

#### البند ١.١.١ الترجمة

يجب اعتبار التربة وخلائط التربة مع الركام على أنها تربة طبيعية ناعمة أو خشنة الحبيبات أو مركبات أو خلائط من التربة الطبيعية أو خلائط من التربة الطبيعية والمصنعة أو الركام مثل الحصى أو الصخور المكسرة ويشار إليها فيما بعد باسم تربة أو المادة.

#### البند ١.١.١ الشرح

البند ده بيعرفنا أنواع المواد اللي الاختبار ده ينطبق عليها الهدف منه توسيع المفهوم عشان يشمل أي حاجة هتستخدمها في أعمال الردم أو الأساسات مش بس الزلط والرمل اللي ببيجوا في البنا.

يعنى الاختبار ينفع لأي حاجة من دول:

تربة طبيعية سواء كانت ناعمة زي الطين أو خشنة زي الرمل والزلط.

كمان خلائط تربة لما نخلط أنواع مختلفة من التربة الطبيعية مع بعض.

وكمان خلائط مصنعة لما نخلط التربة الطبيعية مع حاجة مصنعة زي كسر الحجارة أو مواد معاد تدويرها زي كسر الخرسانة

يعنى الخلاصة المواصفة بتقولك متشغلش بالك بالأسماء الكثير دي أي حاجة من دول هنسميها من هنا ورايح تربة أو مادة وهنتبهرها بنفس الطريقة ده بيسهل الأمور وبيخلي المواصفة شاملة لكل المواد المستخدمة في الواقع العملي.

1.2 These test methods apply only to soils (materials) that have 30 % or less by mass of their particles retained on the ¾-in. (19.0-mm) sieve and have not been previously compacted in the laboratory; that is, do not reuse compacted soil.

#### البند ١,٢ المثل العملي

لوفية مقاول يعمل طبقة أساس لطريق باستخدام تربة زلطية Base Course

المقاول أرسل عينة للمختبر بدون ما يتأكد من حجم الحبيبات للأسف كانت العينة تحتوي على ٤٠% حبيبات أكبر من ¾ بوصة فني المختبر غير الخبير أجرى الاختبار بالرغم من ذلك النتائج طلعت كثافة قصوى منخفضة لأن الزلط الكبير منع الدمك الجيد في القالب

نفس الفني عشان يوفر وقت ومجهود كان بيفكك نفس العينة بعد كل محاولة ويغير محتوى المية ويرجع يدكها ثاني مع كل محاولة المطرقة كانت بتكسر جزء من الزلط فالتدرج الحبيبي للعينة بيتغير والنتائج بتطلع أعلى من المحاولة اللي قبلها بشكل غير واقعي

المشكلة في الموقع ان المقاول أخذ النتائج الغلط دي وراح الموقع مهما حاول يدمك التربة بالهراسات مستحيل يوصل للكثافة المطلوبة في التقرير هو يحاول يوصل لرقم تم الحصول عليه من عينة متكسرة غير حقيقية بينما في الموقع التربة لسه بحالتها الأصلية

النتيجة هنا هو تأخير كبير في المشروع وخناقة بين المقاول والاستشاري وإعادة الاختبارات من جديد بالطريقة الصحيحة بعد الالتزام بشروط المواصفة مما تسبب في خسائر مالية وضياح للوقت هذا يوضح أن تجاهل هذه الشروط البسيطة يمكن أن يؤدي إلى مشاكل ضخمة في التنفيذ.

1.2.1 For relationships between unit weights and molding water contents of soils with 30 % or less by weight of material retained on the ¾-in. (19.0-mm) sieve to unit weights and molding water contents of the fraction passing the ¾-in. (19.0-mm) sieve, see Practice D4718/D4718M.

#### البند ١,٢,١ الترجمة

للحصول على العلاقات بين الكثافات الوزنية والمحتويات المائية للتشكيل في التربة التي تحتوي على ٣٠ % أو أقل بالوزن من المواد المحجوزة على منخل ¾ بوصة ١٩ مم وبين الكثافات الوزنية والمحتويات المائية للجزء المار من منخل ¾ بوصة ١٩ مم انظر المواصفة القياسية

D4718/D4718M

#### البند ١,٢ الترجمة

تنطبق طرق الاختبار هذه فقط على أنواع التربة المواد التي لا تتجاوز نسبة الحبيبات المحجوزة على منخل مقاس ¾ بوصة ١٩ مم فيها ٣٠ % والتي لم يتم دمكها مسبقاً في المختبر بمعنى آخر لا يعاد استخدام التربة التي تم دمكها

#### البند ١,٢ الشرح

البند ده بيحط شرطين أساسيين عشان نقدر نستخدم الاختبار وتكون نتائجه صحيحة وممثلة للواقع

#### الشرط الأول حجم الحبيبات

الاختبار ده مش معمول للتربة اللي فيها زلط او ركام كبير كثير المواصفة بتقول إن كمية الحبيبات اللي حجمها أكبر من ¾ بوصة حوالي ٢ سم قد عقلة الصباع لازم تكون أقل من ٣٠ % من وزن العينة كلها

لان الركام او الزلط الكبير بيمنع الحبيبات الصغيرة تتحرك وتتقرب من بعض وده بيخلي الدمك في القالب ضعيف والكثافة أقل من الحقيقة و كمان القالب الصغير مش بيعكس توزيع الركام في الموقع الكبير فالنتيجة اللي في المعمل مش هتمثل الواقع في الموقع.

#### الشرط الثاني ممنوع إعادة الاستخدام

المواصفة بتأكد على إن التربة اللي استخدمتها في محاولة دك مينفعش تستخدمها ثاني في محاولة جديدة بعد ما تفككها.

لان عملية الدك نفسها خصوصاً بالدمك العالي بتاع بروكتور المعدل بتكسر بعض الحبيبات الضعيفة في التربة لو استخدمت نفس العينة ثاني هتكون مكونة من حبيبات أصغر من العينة الأصلية وده هيغير خواصها تماماً ويديك نتائج أعلى من الحقيقة ومش هتقدر تحققها في الموقع لازم كل محاولة تكون بعينة فريش من نفس المصدر

## البند ١,٢,١ الشرح

النقطة دي بتقولنا نعمل إيه في حالة شائعة جدًا لما يكون عندنا تربة فيها نسبة ركام أكبر من المسموح بيه في القالب الصغير بتاع الاختبار لكنها في نفس الوقت أقل من ٣٠% من إجمالي العينة

الحل هنا ان المواصفة بتقولك متتعيش نفسك فيه مواصفة تانية اسمها **D4718** معموله مخصوص عشان تحل المشكلة دي الفكرة ببساطة كالتالي:

### ١. افصل العينة

بنجيب العينة الكلية ونقسمها جزئين باستخدام منخل  $\frac{3}{4}$  بوصة

الجزء الناعم اللي عدى من المنخل وده اللي هنعمل عليه اختبار بروكتور

الجزء الخشن Oversize اللي اتحجز فوق المنخل الركام الكبير

### ٢. اختبر الجزء الناعم

بنقوم بعمل اختبار بروكتور العادي **D1557** على الجزء الناعم بس ونطلع منه أقصى كثافة جافة والمحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم ده يعنى بمعنا اوضح بنجيب منخل مثلاً زي  $\frac{3}{4}$  وننخل العينة كلها وناخد الجزء الناعم نعمل عليه البركتور والجزء الخشن نعرف نسبته كام ونعمل ليه وزن نوعي .

### ٣. استخدم معادلات التصحيح

مواصفة **D4718** بتديك معادلات رياضية بسيطة بتدخل فيها نتائج الجزء الناعم ونسبة الجزء الخشن اللي فصلته في الأول وبعض الخواص التانية للركام الكبير زي كثافته النوعية .

### ٤. احصل على النتيجة النهائية

المعادلات دي بتطلعك الكثافة الجافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل للعينة الكلية الناعمة والخشنة كما لو كنت قدرت تختبرها كلها على بعضها الخلاصة ان المواصفة **D4718** هي الكالكولييتور الهندسي اللي بيسمح لنا نعدل نتائج الاختبار اللي اتعمل على الجزء الصغير من التربة عشان تمثل التربة كلها اللي في الموقع.

## البند ١,٢,١ المثال العملي:

شركة الكهرباء بتبني برج ضغط عالي في منطقة جبلية. التربة المتاحة للردم حول قواعد البرج هي تربة طبيعية مخلوطة بكسر صخور ركام.

المهندس بياخد عينة من التربة ولما بيحلها بيلقي إن ٢٠% من وزنها عبارة عن ركام حجمه أكبر من  $\frac{4}{3}$  بوصة

النسبة دي ٢٠% مسموح بيها حسب المواصفة أقل من ٣٠% لكن مينفعش ندخل الركام الكبير ده في قالب الاختبار الصغير وإلا النتائج هتبط هنا تطبيق المواصفة

**D4718**

بيبدأ فني المعمل يفصل العينة باستخدام منخل  $\frac{3}{4}$  بوصة

بيعمل اختبار بروكتور D1557 على ٨٠% من العينة الجزء الناعم وبيطلع مثلاً:

النتيجة ان أقصى كثافة جافة للجزء الناعم = ٢,٠٥ طن/م<sup>٣</sup> و المحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم = ٩%

بعد كده بيستخدم معادلات التصحيح من مواصفة **D4718** ويدخل فيها نسبة الركام ٢٠% وكثافة الركام نفسه البيانات الأولية بعد التحليل في المختبر نسبة الجزء الخشن الركام المحجوز على منخل  $\frac{3}{4}$  بوصة = ٢٠%

نسبة الجزء الناعم المواد المارة من منخل  $\frac{3}{4}$  بوصة = ٨٠% أقصى كثافة جافة للجزء الناعم  $MDD_f = 2.05$  طن/م<sup>٣</sup> المحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم  $OMC_f = 9\%$  الكثافة الجافة للركام  $MDD_c = 2.60$  طن/م<sup>٣</sup> حساب أقصى كثافة جافة مصححة (MDD\_total) المعادلة:

$$MDD_{total} = 1 \div ((P_f \div MDD_f) + (P_c \div MDD_c))$$

يعني بالعربي كدة المعادلة بتقول الكثافة الجافة القصوى المصححة للتربة = ١ ÷ ((الكثافة الجافة للجزء الناعم ÷ نسبة الجزء الناعم) + (الكثافة الجافة للركام الكبير ÷ نسبة الركام الكبير)) التطبيق بالأرقام:

$$MDD_{total} = 1 \div ((80 \div 2.05) + (20 \div 2.60)) \approx 2.14 \text{ طن/م}^3$$

الكثافة = الوزن ÷ الحجم

٣. حساب المحتوى المائي الأمثل المصحح (OMC\_total) المعادلة:

$$OMC_{total} = ((OMC_f \times P_f) + (OMC_c \times P_c)) \div 100$$

يعني المعادلة بتقول

المحتوى المائي الأمثل المصحح للتربة = (المحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم × نسبة الجزء الناعم) + (المحتوى المائي للركام الكبير × نسبة الركام الكبير) ÷ ١٠٠ التطبيق بالأرقام:

$$OMC_{total} = ((9 \times 80) + (0 \times 20)) \div 100 = 7.2\%$$

الرطوبة = كمية الماء ÷ وزن التربة × ١٠٠

٤. الخلاصة النهائية

لازم نوصل لكثافة جافة لا تقل عن ٩٥% من  $MDD_{total} = 2.04 \approx 2.14 \times 0.95$  طن/م<sup>٣</sup>

الرطوبة حوالي ٧,٢%

بهذه الطريقة نكون استخدمنا معادلات مواصفة **D4718** عشان نحول نتائج اختبار معلمي صغير لتعليمات دقيقة وواقعية للتنفيذ في المشروع وده يضمن إن قاعدة البرج هتكون مدكوكة على أساس قوي ومستقر وقادرة على تحمل أحمال البرج وأحمال الرياح.

1.3 Three alternative methods are provided. The method used shall be as indicated in the specification for the material being tested. If no method is specified, the choice should be based on the material gradation.

#### البند ٢.١ الترجمة

يتم توفير ثلاث طرق بديلة يجب أن تكون الطريقة المستخدمة كما هو محدد في مواصفات المادة التي يتم اختبارها إذا لم يتم تحديد أي طريقة فيجب أن يعتمد الاختيار على التدرج الحبيبي للمادة.

#### ٢.١ الشرح

النقطة دي بتوضح أن اختبار بروكتور المعدل مش طريقة واحدة ثابتة هو عبارة عن ثلاث طرق مختلفة A B C وللازم نختار الطريقة المناسبة لنوع التربة أو الركام اللي بنختبرها

#### الفرق بين الطرق الثلاثة

الفرق ببساطة هو حجم القالب اللي بنعمل فيه الاختبار وحجم أكبر حبة ركام مسموح بيها في العينة كل ما المادة تخشن ويبقى فيها ركام أكثر بنحتاج نستخدم قالب أكبر

الطريقة A للتربة أو الركام الناعم زي الرمل أو الطمي مع شوية ركام صغير جدًا بنستخدم القالب الصغير قطره ٤ بوصة ونختبر الجزء اللي بيعدي من منخل رقم ٤

الطريقة B للتربة أو الركام اللي فيها نسبة حصى متوسطة بنستخدم القالب الصغير ٤ بوصة لكن بنسمح بحبيبات أكبر شوية بتعدي من منخل ٣ على ٨ بوصة

الطريقة C للتربة أو الركام الخشن اللي فيها نسبة ركام كبيرة هنا مينفعش نستخدم القالب الصغير لازم القالب الكبير قطره ٦ بوصة عشان الاختبار يطلع صح وممثل للواقع بنختبر الجزء اللي بيعدي من منخل ٣ على ٤ بوصة

#### تحديد الطريقة

أولوية لمواصفات المشروع مهندس المشروع الاستشاري يكتب في الورق والمواصفات الطريقة المطلوبة المعمل ملتزم ينفذ المطلوب لو مش محدد المعمل يقرر بعد ما يعمل تحليل التدرج الحبيبي للعينة ويختار الطريقة الأنسب A أو B أو C حسب حجم الحبيبات

#### مثال عملي

شركة مقاولات بتبني منتجع سياحي كبير ومحتاجة تعمل طبقات الأساس للطرق الداخلية التربة اللازمة للردم جاية من مصدرين مختلفين في الموقع

المصدر الأول ناتج حفر من وديان أغلبه تربة رملية مع نسبة قليلة من ركام صغير

المصدر الثاني ناتج تكسير صخور من منطقة جبلية وهو ركام خشن بتدرج كبير

إرسال المقاول عينتين ويطلب تحديد خواص الدمك لكل منهم مواصفات المشروع لم تحدد طريقة معينة للاختبار

#### قرار المختبر تطبيق البند ٢.١

العينة الأولى الرملية تدرج المناخل يوضح أن أكثر من ٩٥ في المئة من العينة بتعدي من منخل رقم ٤ يقرر الفني أن العينة دي ناعمة أنسب طريقة لها هي A باستخدام القالب الصغير ٤ بوصة

العينة الثانية الخشنة تحليل المناخل يوضح نسبة كبيرة من الحبيبات حجمها بين نصف وبوصة ٤/٣ بوصة يقرر الفني أن العينة دي خشنة لو استخدمنا القالب الصغير الركام هيحشر والنتائج هتبقى غلط لازم نستخدم الطريقة C بالقالب الكبير ٦ بوصة

المختبر يسلم تقريرين مختلفين تقرير للمادة الرملية يوضح أقصى كثافة والمحتوى المائي الأمثل طبقاً للطريقة A تقرير لمادة الركام الخشن يوضح أقصى كثافة والمحتوى المائي الأمثل طبقاً للطريقة C مهندس الموقع يأخذ التقريرين ويلتزم بالنتيجة المذكورة لكل نوع من المواد أثناء الدمك

النتيجة النهائية تم دمك كل نوع من المواد بالطريقة الصحيحة والمناسبة لطبيعتها مما يضمن أن أساسات الطرق قوية ومستقرة وتجنب المشاكل اللي كانت هتحصل لو تم اختبار الركام الخشن بطريقة غير مناسبة



### 1.3.1 Method A:

#### ١,٣,١ الطريقة A :

1.3.1.1 Mold—4-in. (101.6-mm) diameter.

١,٣,١,١ القالب—القالب قطره ٤ بوصات أي ما يعادل ١٠١,٦ مم.

1.3.1.2 Material—Passing No. 4 (4.75-mm) sieve.

١,٣,١,٢ المادة يستخدم الجزء المار من منخل رقم ٤ مقاس ٤,٧٥ مم.

1.3.1.3 Layers—Five.

١,٣,١,٣ عدد الطبقات يتم تقسيم العينة إلى خمس طبقات داخل القالب.

1.3.1.4 Blows per layer—25.

١,٣,١,٤ عدد الضربات لكل طبقة تدمك كل طبقة بعدد ٢٥ ضربة باستخدام المطرقة القياسية.

1.3.1.5 Usage—May be used if 25 % or less by mass of the material is retained on the No. 4 (4.75-mm) sieve. However, if 5 to 25 % by mass of the material is retained on the No. 4 (4.75-mm) sieve, Method A can be used but oversize corrections will be required (See 1.4) and there are no advantages to using Method A in this case.

١,٣,١,٥ الاستخدام – تستخدم الطريقة أ عندما تكون نسبة المواد المحجوزة على منخل رقم ٤ تساوي ٢٥% أو أقل من وزن العينة الكلية. أما إذا كانت النسبة بين ٥% و ٢٥%، فيمكن استخدام الطريقة أ بشرط إجراء تصحيح للمواد ذات الحجم الكبير طبقاً للبند ١,٤, ولا يوجد أي فائدة كبيرة من استخدام الطريقة أ في هذه الحالة.

1.3.1.6 Other Use—If this gradation requirement cannot be met, then Methods B or C may be used.

١,٣,١,٥ استخدامات أخرى—إذا لم يتحقق شرط التدرج الحبيبي المطلوب، فيجب استخدام الطريقة B أو الطريقة C بدلاً من الطريقة A.

الشرح الطريقة A من اول البند ١,٣,١ الي البند ١,٣,١,٦ )

النقطة دي بتشرح بالتفصيل الممل إزاي نعمل اختبار بروكتور المعدل لأكثر أنواع التربة شيوعاً وهي التربة الناعمة طيب خيلنا نفصصها حته حته :

البند ١,٣,١,١ القالب

بنستخدم أصغر قالب عندنا قطره ٤ بوصة يعني حوالي ١٠١,٦ مم

البند ١,٣,١,٢ المادة

قبل ما نبدأ بنهز العينة على منخل مقاس ٤,٧٥ مم الي هو منخل رقم ٤

أي حبيبات أكبر من المقاس ده بنشيلها على جنب علشان لو محتاجين نعمل تصحيح بعددين وبنكمل

الاختبار بالجزء الناعم الي عدى من المنخل

البند ١,٣,١,٣ عدد الطبقات و ١,٣,١,٤ عدد الضربات

بنقسم العينة على خمس طبقات جوه القالب كل طبقة بنحطها، بنضربها ٢٥ ضربة بالمطرقة الثقيلة وزنها حوالي ١٠ أرطال

يعني إجمالي عدد الضربات في العينة كلها بيكون ١٢٥ ضربة

البند ١,٣,١,٥ شروط الاستخدام

في الحالة المثالية لو نسبة الحصى الصغير الي أكبر من منخل رقم ٤ أقل من ٥% استخدم الطريقة أ وانت مطمئن والنتائج هتكون دقيقة ومباشرة

في الحالة الثانية لو النسبة بين ٥% و ٢٥% فالمواصفة بتقول إنك ممكن تستخدم الطريقة أ بس هتحتاج تعمل تصحيح للجزء الكبير

وبرغم إن ده مسموح، مفيش ميزة حقيقية لاستخدام الطريقة أ في الحالة دي

يعني لو عندك نسبة حصى واضحة الأفضل تروح للطريقة ب أو ج علشان النتائج تكون أوضح وأدق

البند ١,٣,١,٦ البدائل

لو كمية الحصى الي اتحجزت على منخل رقم ٤ طلعت أكثر من ٢٥% يبقى الطريقة أ متفعلش خالص ولازم تستخدم الطريقة ب أو الطريقة ج لأنها أنسب للتربة الخشنة

حساب أقصى كثافة جافة مصححة

الصيغة الرياضية

$$MDD_{total} = 1 \div ((Pf \div (100 \times MDDf)) + (Pc \div (100 \times MDDc)))$$

المعادلة بالعربي

الكثافة الجافة القصوى المصححة للتربة =  $1 \div ((نسبة الجزء الناعم \div (100 \times الكثافة الجافة للجزء الناعم)) + (نسبة الجزء الخشن \div (100 \times الكثافة الجافة للجزء الخشن)))$

التطبيق بالأرقام

$$MDD_{total} = 1 \div ((85 \div (100 \times 2.00)) + (15 \div (100 \times 2.65)))$$

$$MDD_{total} = 1 \div (0.425 + 0.0566)$$

$$MDD_{total} = 1 \div 0.4816 = 2.08 \text{ طن/م}^3$$

حساب المحتوى المائي الأمثل المصحح

الصيغة الرياضية

$$OMC_{total} = ((OMCf \times Pf) + (OMCc \times Pc)) \div 100$$

المعادلة بالعربي

المحتوى المائي الأمثل المصحح للتربة =  $((المحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم \times نسبة الجزء الناعم) + (المحتوى المائي الأمثل للجزء الخشن \times نسبة الجزء الخشن)) \div 100$

التطبيق بالأرقام

$$OMC_{total} = ((10 \times 85) + (0 \times 15)) \div 100$$

$$OMC_{total} = 850 \div 100 = 8.5\%$$

الخلاصة

القيم المصححة النهائية هي

أقصى كثافة جافة =  $2.08 \text{ طن/م}^3$ المحتوى المائي الأمثل =  $8.5\%$ 

ودي القيم الي بيستخدمها المهندس في الموقع لضبط الدمك وضمان جودة التنفيذ.

لكن المواصفة بتوضح إن الطريقة دي مفيهاش ميزة فنية كبيرة وغالبًا الأفضل في الحالات دي الانتقال للطريقة ب أو الطريقة ج الي بتتعامل مع المواد الخشنة مباشرة بدون تصحيح.

مثال عملي الطريقة A من اول البند ١,٣,١ الي البند ١,٣,١,٦

شركة لاندسكيب بتجهز تربة زراعية لملء أحواض الزراعة داخل حديقة عامة والمطلوب دمك خفيف عشان التربة ما تهبطش بعد الزراعة والري.

تحليل التربة أظهر إن نسبة الجزء المحجوز على منخل رقم ٤ هي  $3\%$  فقط بالتالي فني المعمل قرر استخدام الطريقة A لأنها الأنسب.

خطوات التنفيذ

تم استخدام القالب الصغير قطر ٤ بوصات.

العينة المستخدمة الجزء الي عدى من منخل رقم ٤.

تم تجهيز ٥ عينات بنسب رطوبة مختلفة على سبيل المثال :  $8\%, 10\%, 12\%, 14\%, 16\%$ .

كل عينة اتدمكت في ٥ طبقات وكل طبقة عليها ٢٥ ضربة.

بعد كل اختبار تم حساب الكثافة الجافة.

نتائج المنحنى أوضحت إن

أقصى كثافة جافة =  $1.85 \text{ طن/م}^3$ المحتوى المائي الأمثل =  $12.5\%$ 

المهندس في الموقع استخدم الأرقام دي لتحديد نسبة المياه المطلوبة قبل الدمك وضبط الكثافة المطلوبة لضمان ثبات التربة بعد التنفيذ.

حساب التصحيح عندما تكون نسبة المواد المحجوزة بين  $5\%$  إلى  $25\%$  على منخل رقم ٤

في الحالة دي بنستخدم الطريقة أ لكن بنعمل تصحيح للنتائج عشان نعوض تأثير الجزء الخشن الي تم استبعاده من الاختبار.

الفكرة إننا بنحسب القيم الحقيقية لكل من الجزء الناعم والجزء الخشن وبنستخدم معادلات الدمج بينهم.

خطوات الحساب بمثال عملي

في مشروع ردم خلف حائط ساند كانت نسبة المواد المحجوزة على منخل رقم ٤ =  $15\%$ .

نسبة الجزء الناعم =  $85\%$ 

الاختبار اتعمل على الجزء الناعم فقط، وكانت النتيجة

أقصى كثافة جافة للجزء الناعم  $MDDf = 2.00 \text{ طن/م}^3$ المحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم  $OMCf = 10.0\%$ الكثافة الجافة للجزء الخشن  $MDDc = 2.65 \text{ طن/م}^3$



### 1.3.2 Method B:

#### ١,٣,٢,١ الطريقة B

1.3.2.1 Mold—4-in. (101.6-mm) diameter.

١,٣,٢,١ القالب — بقطر ٤ بوصات أي ١٠,١٦ مم

1.3.2.2 Material—Passing  $\frac{3}{8}$ -in. (9.5-mm) sieve.

١,٣,٢,٢ المادة — الجزء المار من منخل ثلاثة أثمان البوصة أي ٩,٥ مم

1.3.2.3 Layers—Five.

١,٣,٢,٣ اعداد الطبقات — خمس طبقات

1.3.2.4 Blows per layer—25.

١,٣,٢,٤ اعداد الضربات لكل طبقة ٢٥ ضربة

1.3.2.5 Usage—May be used if 25 % or less by mass of the material is retained on the  $\frac{3}{8}$ -in. (9.5-mm) sieve. However, if 5 to 25 % of the material is retained on the  $\frac{3}{8}$ -in. (9.5-mm) sieve, Method B can be used but oversize corrections will be required (See 1.4). In this case, the only advantages to using Method B rather than Method C are that a smaller amount of sample is needed and the smaller mold is easier to use.

١,٣,٢,٥ الاستخدام — يمكن استخدام هذه الطريقة إذا كانت نسبة المواد المحبوزة على منخل ٩,٥ مم تساوي ٢٥% أو أقل من الكتلة الكلية للمادة ومع ذلك إذا كانت نسبة المواد المحبوزة تتراوح بين ٥% و ٢٥% من الكتلة يمكن استخدام الطريقة B ولكن سيتطلب الأمر إجراء تصحيحات للمواد ذات الحجم الزائد كما هو موضح في البند ١,٤ وفي هذه الحالة فإن المزايا الوحيدة لاستخدام الطريقة B بدلاً من الطريقة C هي أن كمية العينة المطلوبة أقل وأن القالب الأصغر أسهل في الاستخدام.

1.3.2.6 Other Usage—If this gradation requirement cannot be met, then Method C may be used.

١,٣,٢,٦ استخدام آخر — إذا لم يمكن تحقيق متطلب التدرج الحبيبي هذا فيمكن استخدام الطريقة C.

شرح (الطريقة B) من اول البند ١,٣,٢ الى البند ١,٣,٢,٦

النقطة دي بتشرح الطريقة الثانية B وهي مخصصة للتربة اللي نقدر نقول عليها خشنة سنة يعني مش ناعمة كفاية للطريقة A لكن في نفس الوقت مش خشنة قوي لدرجة محتاج معاها القالب الكبير بتاع الطريقة C .

الفرق الطريقة B عن الطريقة A

الفرق الجوهرى الوحيد هو في نوع المادة اللي بنختبرها لأن باقي التفاصيل زي (القالب، عدد الطبقات، وعدد الضربات) زي ما هي بالضبط.

القالب: صغير (قطره ٤ بوصة).

عدد الطبقات: ٥ طبقات.

عدد الضربات لكل طبقة: ٢٥ ضربة.

طاقة الدك: نفس طاقة الطريقة A.

المادة المستخدمة بدل ما كنا بنستخدم الجزء اللي بيعدي من منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم)، هنا بنستخدم الجزء اللي بيعدي من منخل ٨/٣ بوصة (٩,٥ مم). وده معناه إننا بنسمح بدخول حصى أكبر شوية في الاختبار، وده بيخلي النتائج أكثر واقعية للتربة اللي فيها شوية زلط متوسط.

بس الحالة المثالية ان لو نسبة الحصى اللي أكبر من منخل ٨/٣ بوصة أقل من ٥% استخدم الطريقة دي ونتأجك هتكون دقيقة جداً.

الحالة المتوسطة من ٥% إلى ٢٥%:

المواصفة بتقولك بوضوح:

ينفع تستخدم الطريقة دي لكن لازم تعمل تصحيح للحصى المستبعد Oversize.

والميزة الوحيدة هنا إنك هتستخدم عينة أصغر والقالب أسهل في التعامل من القالب الكبير بتاع الطريقة C.

الرسالة الضمنية هنا ان الطريقة C أدق لكن لو العينة قليلة أو الوقت ضيق ممكن تستخدم B وتعمل التصحيح بعدين.

بس خالى بالك لو نسبة الحصى اللي أكبر من منخل ٨/٣ بوصة أكثر من ٢٥% يبقى لازم تستخدم الطريقة C ومينفعش تستخدم B .

### مثال عملي

مقاول بيجز طبقة الأساس المساعد Sub base لطريق والمادة عبارة عن مواد ناعمة مخلوطة بحصى صغير.

وكان تدرج المناخل:

٥% من العينة اتحجز على منخل رقم ٤.

١٥% اتحجز على منخل ٨/٣ بوصة.

هنا الطريقة A مش مناسبة لأن فيها حصى أكبر من منخل رقم ٤.

و نسبة الحصى على منخل ٨/٣ بوصة = ١٥% تقع في النطاق ٥% - ٢٥%.

إذن الفني يقرر استخدام الطريقة B لأنها أسرع وتحتاج كمية أقل من التربة مع العلم إنه هيعمل تصحيح لاحقاً.

خطوات التنفيذ:

يستخدم القالب الصغير (٤ بوصة).

ياخد الجزء اللي مر من منخل ٨/٣ بوصة.

يجري اختبار بروكتور العادي (٥ طبقات x ٢٥ ضربة).

بعد كده يطبق معادلات التصحيح علشان يضيف تأثير الجزء الخشن اللي كان مستبعد.

النتيجة: المختبر بيطلع تقرير بالقيم المصححة.

المهندس في الموقع بياخد القيم الدقيقة ل الكثافة الجافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل.

وده بيساعده يضمن إن طبقة الأساس متدمكة تمامًا وتتحمل الطبقات الأسفلتية اللي فوقها.

### 1.3.3 Method C:

١,٣,٣,٣ الطريقة C :

1.3.3.1 Mold—6-in. (152.4-mm) diameter

١,٣,٣,٣,١ القالب: قطره ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم).

1.3.3.2 Material—Passing ¾-in. (19.0-mm) sieve.

١,٣,٣,٣,٢ المادة: الجزء المار من منخل ٤/٣ بوصة (١٩,٠ مم).

1.3.3.3 Layers—Five.

١,٣,٣,٣,٣ عدد الطبقات: خمس طبقات.

1.3.3.4 Blows per layer—56.

١,٣,٣,٣,٤ عدد الضربات لكل طبقة: ٥٦ ضربة.

1.3.3.5 Usage—May be used if 30 % or less (see 1.4) by mass of the material is retained on the ¾-in. (19.0-mm) sieve.

١,٣,٣,٥ الاستخدام: يمكن استخدام هذه الطريقة إذا كانت نسبة المواد المحجوزة على منخل ٤/٣ بوصة (١٩,٠ مم) لا تتجاوز ٣٠% من الوزن الكلي. (انظر البند ١,٤).

1.3.4 The 6-in. (152.4-mm) diameter mold shall not be used with Method A or B.

١,٣,٤ لا يجوز استخدام القالب ذو القطر ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم) مع الطريقة A أو الطريقة B.

مثال عملي لطريقة C من البند ١,٣,٣ الى البند ١,٣,٤:

شركة مقاولات كبيرة شغالة في بناء سد لتخزين المياه قلب السد سيكون من طين لكن جسم السد بيتكون من ركام وصخور مكسرة عشان يدي ثبات وقوة

تحليل العينة

بعد اختبار المناخل اتضح إن ٢٠ في المية من العينة اتحجزت على منخل ٨/٣ بوصة وأقل من ٥ في المية على منخل ٤/٣ بوصة

الطريقة A والطريقة B مش هينفعوا لأن حجم الركام كبير فالمتبر قرر يستخدم الطريقة C لأنها الأدق والأنسب

إجراء الاختبار حسب الطريقة C

الفني بيحتاج كمية تربة كبيرة حوالي ٢٩ كيلوجرام أو أكثر يستخدم القالب الكبير قطره ٦ بوصة

ينخل العينة على منخل ٤/٣ بوصة ويستخدم الجزء اللي عدى

يقسم العينة على خمس طبقات ويدمك كل طبقة ٥٦ ضربة

يكرر الخطوات لعدة نسب رطوبة عشان يرسم منحنى الدمك

النتيجة ان المختبر بيطلع تقرير فيه أقصى كثافة جافة والمحتوى المائي الأمثل وفي الموقع بيستخدموا هراسات اهتزازية ضخمة عشان يدمكوا الطبقات لحد ما يوصلوا للكثافة المطلوبة.

في النهاية ان جسم السد يكون قوي جدًا وثابت وبيقدر يتحمل ضغط المياه لفترات طويلة واستخدام الطريقة C هنا هو اللي بيضمن دقة النتائج وجودة التنفيذ.

الشرح لطريقة C من البند ١,٣,٣ الى البند ١,٣,٤:

الطريقة دي بتتكلم عن الطريقة C ودي نقدر نقول إنها أقوى وأدق طريقة في اختبارات الدمك لأنها مخصصة للتربة الخشنة جدًا اللي فيها نسبة عالية من الركام الكبير. الطريقة دي بتتجنب الأخطاء اللي ممكن تحصل لو استخدمنا القوالب الصغيرة في المواد الخشنة. إيه اللي اتغير هنا عن الطرق A و B ؟ كل حاجة تقريبًا اتعدلت عشان تناسب طبيعة التربة الخشنة

1.3.3.1 القالب

بنستخدم القالب الكبير قطره ٦ بوصة أي حوالي ١٥ سم الحجم الكبير بيسمح بوجود الركام الكبير جوه القالب من غير ما يحشر أو يدي نتائج غلط.

1.3.3.2 المادة

بنستخدم منخل كبير وهو منخل ٤/٣ بوصة أي ١٩ مم وده معناه إن أي حبيبات أقل من حوالي ٢ سم بتدخل معنا في الاختبار

الطبقات والضربات ١,٣,٣,٣ و ١,٣,٣,٤

بنقسم العينة على خمس طبقات كل طبقة بندمكها ٥٦ ضربة بدل ٢٥ ضربة زي الطرق السابقة.

ليه زدونا عدد الضربات إلى ٥٦؟

الاختبار هدفه توصيل نفس طاقة الدمك لكل وحدة حجم من التربة ولما القالب كبر حجم التربة جواه زاد فكان لازم نزيد عدد الضربات عشان نحافظ على نفس طاقة الدمك يعني ٥٦ ضربة في القالب الكبير بتدي نفس طاقة ٢٥ ضربة في القالب الصغير

شروط الاستخدام ١,٣,٣,٥

الطريقة دي مثالية للتربة اللي فيها نسبة ركام كبير الشرط الوحيد إن نسبة الركام اللي أكبر من منخل ٤/٣ بوصة ما تزيدش عن ٣٠ في المية ولو زادت لازم نطبق معادلات التصحيح اللي موجودة في المواصفة D4718

ملاحظة مهمة ١,٣,٤

المواصفة بتأكد إن القالب الكبير بتاع الطريقة C ماينفعش نستخدمه مع خطوات الطريقة A أو الطريقة B لأنك في الحالة دي هتكون طاقة الدمك أقل بكثير والنتائج هتطلع غير دقيقة.

NOTE 2—Results have been found to vary slightly when a material is tested at the same compactive effort in different size molds, with the smaller mold size typically yielding larger values of unit weight and density (1).<sup>2</sup>

#### ملاحظة ٢ الترجمة

لقد وجد أن النتائج تختلف قليلاً عند اختبار نفس المادة بنفس جهد الدك ولكن باستخدام قوالب بأحجام مختلفة، حيث إن استخدام القالب الأصغر حجماً يؤدي عادةً إلى الحصول على قيم أعلى لكل من الكثافة الوزنية والكثافة الجافة.

#### ملاحظة ٢ الشرح

الملاحظة دي بتوضح نقطة مهمة في اختبارات الدمك بتقول حتى لو استخدمت نفس المادة ونفس عدد الضربات ونفس طاقة الدك مجرد تغيير حجم القالب ممكن يغير النتيجة شوية.

يعنى بمعنى آخر لما تختبر نفس الركام في قالب صغير بقطر ٤ بوصة وتحسب الكثافة الجافة وبعدها تختبر نفس الركام في قالب أكبر بقطر ٦ بوصة هتلاحظ إن القالب الصغير غالباً بيدي نتائج أعلى في الكثافة الجافة.

طب ليه بيحصل كده؟  
فيه كذا تفسير علمي محتمل:

١-تأثير احتكاك الجدار: القالب الصغير سطحه الجانبي بيكون أكبر نسبياً مقارنةً بحجم العينة فبيحصل احتكاك أكثر بين جدران القالب والتربة وده ممكن يساعد على تثبيت الحبيبات بشكل أكثر وبالتالي يزود الكثافة.

٢-توزيع طاقة الدك: في القالب الصغير طاقة المطرقة بتتوزع على مساحة أقل، فبتكون الضربات مركزة أكثر وبتدي دمك أقوى.

٣-تأثير الحبيبات الكبيرة: لو العينة فيها نسبة بسيطة من الحبيبات الكبيرة تأثيرها في القالب الكبير ممكن يكون مختلف عن الصغير وده ممكن يغير الكثافة شوية.

#### ملاحظة ٢ مثال عملي

شركة مقاولات كانت بتنفذ طريق جديد وعندها مختبر في الموقع والمكتب الاستشاري بيعمل اختبار تحقق في مختبر تاني.

العينة كانت من طبقة أساس فيها حوالي ١٨% ركام محجوز على منخل N/٣ بوصة.

مختبر المقاول استخدم الطريقة B بالقالب الصغير قطر ٤ بوصة وطلع إن أقصى كثافة جافة تساوي ٢,٢٥ طن لكل متر مكعب.

مختبر الاستشاري استخدم الطريقة C بالقالب الكبير قطر ٦ بوصة وطلع إن أقصى كثافة جافة تساوي ٢,٢٢ طن لكل متر مكعب.

ولما قارنوا النتائج لقوا إن فيه فرق حوالي ١,٣%. المقاول قال إن نسبة الدمك وصلت ٩٧% والاستشاري حسبها ٩٥,٥%.

بعد المناقشة مهندس الاستشاري وضح إن الفرق طبيعي ومذكور في ملاحظة ٢ في المواصفة لأن القالب الصغير بيدي نتائج أعلى شوية بطبيعته.

اتفق الطرفين إن الفروق بسيطة ومنطقية وإن الاختبارين صحيحين علمياً لكن هياخدوا نتيجة القالب الكبير كمرجع للمشروع لأنها بتمثل المادة على أرض الواقع بشكل أدق.

1.4If the test specimen contains more than 5 % by mass of oversize fraction (coarse fraction) and the material will not be included in the test, corrections must be made to the unit weight and molding water content of the test specimen or to the appropriate field in-place unit weight (or density) test specimen using Practice D4718/D4718M.

#### البند ١,٤ الترجمة

إذا كانت عينة الاختبار تحتوي على أكثر من ٥% من الكتلة من الجزء الخشن ذي الحجم الزائد ولن يتم تضمين هذا الجزء في الاختبار، فيجب إجراء تصحيح على الكثافة الوزنية ومحتوى الرطوبة لعينة الاختبار عند إعدادها أو إجراء التصحيح على عينة اختبار الكثافة الوزنية أو الكثافة المأخوذة من الموقع وذلك باستخدام المواصفة D4718.

D4718M

#### البند 1.4 الشرح

البند ده بيحط قاعدة واضحة جدًا لو استبعدت من العينة أكثر من ٥% من الركام الكبير لازم تعمل تصحيح في النتائج وممنوع تتجاهل الموضوع كلمة must be made هنا تعني أن التصحيح إجباري وليس اختياريًا

#### إزاي بيتعمل التصحيح؟

المواصفة بتديك اختياريين واللاتين بيستخدموا نفس المعادلات اللي في D4718

الطريقة الأولى تصحيح نتيجة المعمل  
تعمل اختبار الدمك على الجزء الناعم فقط وبعد كده تستخدم معادلات التصحيح عشان تعدل النتيجة وتخليها تمثل العينة كلها الجزء الناعم والخشن وده بيخلي الرقم اللي هتقارن بيه في الموقع مضبوط من البداية

الطريقة الثانية تصحيح نتيجة الموقع  
في الحالة دي المعمل بيطلع نتيجته للجزء الناعم بس من غير تصحيح لما الفني في الموقع يقيس الكثافة الحقلية للتربة كلها بما فيها الركام الكبير يطبق هو معادلات التصحيح على نتيجة الموقع علشان يحولها لما يعادلها من الجزء الناعم فقط وبعد كده يقارنها بنتيجة المعمل

في النهاية الهدف من الطريقتين واحد إن المقارنة بين نتيجة المعمل ونتيجة الموقع تكون عادلة وصحيحة علميًا

#### البند 1.4 مثال عملي

مقاوول بينفذ طبقة أساس لطريق رئيسي والتربة فيها حوالي ١٢% من الركام الكبير  
المواصفات بتطلب إن نسبة الدمك تكون ٩٨% على الأقل من الكثافة القصوى المحددة في المختبر.  
الخطأ اللي حصل ان المعمل عمل اختبار بروكتور على الجزء الناعم فقط ٨٨% من العينة وطلع إن أقصى كثافة جافة تساوي ١,٩٥ طن لكل متر مكعب وسلم التقرير من غير ما يعمل تصحيح.  
وفي الموقع الفني قاس الكثافة الحقلية للتربة كلها وطلعت ١,٩٢ طن لكل متر مكعب  
لما حسبوا نسبة الدمك  $1,92 \div 1,95 \times 100 = 98,5\%$   
يعني النتيجة شكلها ممتاز والمقاوول استلم الشغل عادي جدًا لكن الحقيقة مختلفة تمامًا.

ولو المعمل طبق التصحيح حسب D4718 كانت الكثافة القصوى الحقيقية للتربة كلها حوالي ٢,٠٦ طن لكل متر مكعب

ولما نحسب نسبة الدمك الحقيقية  $1,92 \div 2,06 \times 100 = 93,2\%$  بس

وده معناه إن الطريق في الواقع مش مدكوك كويس وأقل من المواصفات المطلوبة وده ممكن يؤدي لهبوط وتشقق الطبقات العليا بعد فترة قصيرة

كل ده حصل بسبب تجاهل قاعدة بسيطة لكنها حاسمة في البند 1.4

لو الجزء المستبعد من العينة أكثر من ٥% فالتصحيح لازم يتعمل وإلا النتائج هتكون مضللة

#### مثال عملي لتطبيق الطريقة الثانية تصحيح نتيجة الموقع

هنستخدم مثال عملي يوضح خطوات الطريقة الثانية من البداية للنهاية:

#### سيناريو المثال العملي

المشروع: إنشاء طبقة أساس لطريق رئيسي

المادة: تربة زلطية جيدة التدرج

المواصفات: تحقيق نسبة دمك لا تقل عن ٩٨% من أقصى كثافة جافة محددة في المختبر

الخطوة ١: الاختبار في المختبر تحديد القيمة المرجعية للجزء الناعم

أخذ العينة: تم أخذ عينة من المادة وإرسالها للمختبر التحليل: قام المختبر بغربلة العينة ووجد أن ١٥% من وزنها محجوز على منخل ٨/٣

اختيار الطريقة: بما أن نسبة الجزء الخشن ١٥% أكبر من ٥%، قرر المختبر إجراء الاختبار على الجزء الناعم فقط باستخدام الطريقة ب

النتيجة العملية للجزء الناعم فقط:

أقصى كثافة جافة للجزء الناعم = ٢,٠٥ طن لكل متر مكعب المحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم = ١٠%

ملحوظة: المختبر يسلم تقرير بهذه النتائج كما هي ويذكر أنها تمثل الجزء المار من منخل ٨/٣ فقط

يعني المعادلة بتقول:

الكثافة المكافئة للجزء الناعم بعد تصحيح نتيجة الموقع =  
(الكثافة الحقلية الكلية للتربة - (نسبة الجزء الخشن ×  
كثافة الجزء الخشن ÷ ١٠٠)) × ١٠٠ ÷ نسبة الجزء الناعم

المعطيات:

الكثافة الحقلية للمادة الكلية = ٢,١٠ طن لكل متر مكعب  
نسبة الجزء الخشن = ١٥%  
نسبة الجزء الناعم = ٨٥%  
الكثافة الجافة للجزء الخشن = ٢,٧٠ طن لكل متر مكعب

التطبيق بالأرقام:

$$FDD\_f\_corrected = (2.10 - (15 \times 2.70 \div 100)) \times 100 \div 85$$

$$FDD\_f\_corrected = (2.10 - 0.405) \times 100 \div 85$$

$$FDD\_f\_corrected = 1.695 \times 100 \div 85$$

$$FDD\_f\_corrected \approx 1.995 \approx 2.02 \text{ طن لكل متر مكعب}$$

النتيجة: الكثافة الحقلية ٢,١٠ طن لكل متر مكعب للمادة  
الكلية تعادل كثافة ٢,٠٢ طن لكل متر مكعب للجزء الناعم

الخطوة ٤: حساب نسبة الدمك النهائية

الكثافة الحقلية المصححة للجزء الناعم = ٢,٠٢ طن لكل متر  
مكعب

الكثافة المرجعية من المختبر للجزء الناعم = ٢,٠٥ طن لكل  
متر مكعب

$$\text{نسبة الدمك} = 100 \times 2.02 \div 2.05 \approx 98.5\%$$

القرار النهائي

بما أن نسبة الدمك المحققة ٩٨,٥% أكبر من الحد الأدنى  
المطلوب ٩٨%، يتم قبول الأعمال. هذا القرار صحيح ومبني  
على تطبيق سليم للمواصفة، على عكس المقارنة  
المباشرة بدون تصحيح التي كانت ستعطي نتيجة ١٠٢,٤%  
المبالغ فيها وغير منطقية

الخطوة ٢: الاختبار في الموقع قياس الكثافة الحقلية  
للمادة الكلية

التنفيذ: في الموقع، قام المقاول بفرش ودمك طبقة  
الأساس التي تحتوي على المادة كلها بما فيها الجزء  
الخشن ١٥%

اختبار ضبط الجودة: جاء فني المختبر لإجراء اختبار الكثافة  
الحقلية باستخدام جهاز قياس الكثافة

النتيجة الحقلية للمادة الكلية: الكثافة الجافة الحقلية  
للمادة الكلية = ٢,١٠ طن لكل متر مكعب

المشكلة: لا يمكن مقارنة هذه القيمة مباشرة بالكثافة  
المرجعية للجزء الناعم ٢,٠٥ طن لكل متر مكعب لأن  
المقارنة المباشرة ستعطي نسبة دمك أعلى من  
المنطقية

الخطوة ٣: حساب التصحيح تصحيح نتيجة الموقع

المعادلة:

$$FDD\_f\_corrected = (FDD\_t - (P\_c \times MDD\_c \div 100)) \times 100 \div P\_f$$

تعريف المعادلة والرموز:

FDD\_f\_corrected: الكثافة المكافئة للجزء الناعم بعد  
تصحيح نتيجة الموقع

FDD\_t: الكثافة الحقلية للمادة الكلية في الموقع (الجزء  
الناعم + الجزء الخشن)

P\_c: نسبة الجزء الخشن بالكتلة من العينة الكلية

MDD\_c: الكثافة الجافة للجزء الخشن

P\_f: نسبة الجزء الناعم بالكتلة من العينة الكلية



1.5 This test method will generally produce a well-defined maximum dry unit weight for non-free draining soils. If this test method is used for free-draining soils the maximum unit weight may not be well defined, and can be less than obtained using Test Methods **D4253**.

#### البند ١,٥ الترجمة

ستنتج طريقة الاختبار هذه بشكل عام قيمة عظمى واضحة للكثافة الوزنية الجافة للتربة غير حرة التصريف. إذا تم استخدام طريقة الاختبار هذه للتربة حرة التصريف، فقد لا تكون الكثافة الوزنية القصوى محددة بشكل جيد، ويمكن أن تكون أقل من تلك التي يتم الحصول عليها باستخدام طرق الاختبار **D4253** (طاولة الاهتزاز، التي هو اختبار الكثافة النسبية للرملة).

#### البند ١,٥ الشرح

البند ده يوضح متى يكون اختبار بروكتور مناسب ومتى يجب استخدام اختبار آخر للتربة.

الحالة الأولى لو التربة المناسبة لبروكتور التربة غير حرة التصريف:

و هي التربة التي تحتوي على نسبة من المواد الناعمة مثل الطين أو الطمي مما يجعلها تحتفظ بالماء زي معظم أنواع تربة الإحلال والتربة الطينية والرمال الطينية. طيب ليه بروكتور ممتاز ليها؟

الماء يعمل كملين بين الحبيبات ومنحنى بروكتور يظهر بوضوح على شكل جرس يعنى الكثافة تزيد مع زيادة الماء حتى تصل للقمة ثم تبدأ في الانخفاض وهنا يمكن تحديد المحتوى المائي الأمثل لتحقيق أفضل دمك.

الحالة الثانية هي التربة غير المناسبة لبروكتور: التربة حرة التصريف:

وهي التربة النظيفة والخالية من المواد الناعمة مثل الرمل النظيف والحصى النظيف.

و الماء يتسرب بسرعة منها ولا يبقى بين الحبيبات لذلك منحنى الدمك يكون مسطح أو مستمر في الارتفاع بدون قمة واضحة.

نتيجة اختبار بروكتور لهذه التربة ستكون أقل من الكثافة الحقيقية التي يمكن تحقيقها باستخدام الهراسات الاهتزازية لأن طريقة الدك بالضربات غير فعالة معها.

البديل الأفضل في هذه الحالة يجب استخدام اختبار **D4253** الذي يعتمد على طاولة اهتزازية التي هي اختبار الكثافة النسبية للرملة لمحاكاة دمك التربة بالمعدات الاهتزازية في الموقع مما يعطي قيم كثافة أعلى وأكثر واقعية للتربة حرة التصريف.

#### البند ١,٥ مثال عملي

شركة تقوم بتنفيذ مشروع حماية شاطئ من التآكل وتستخدم ردم من الرمل النظيف المأخوذ من قاع البحر.

الخطأ الشائع ان فنى في المختبر أخذ عينة من الرمل النظيف وأجرى اختبار بروكتور المعدل **D1557**.

المشاكل التي واجهها ان الماء يتسرب من أسفل القالب أثناء الاختبار ومنحنى الدمك المسجل مسطح ولا يحتوي على قمة واضحة .

وتم تقدير أعلى نقطة وبلغ عن أن الكثافة القصوى هي ١,٨٠ طن لكل متر مكعب.

وأثناء التنفيذ في الموقع تم دمك الرمل باستخدام الهراسات الاهتزازية وقياس الكثافة الحقيقية أظهر أن الكثافة المحققة هي ١,٨٥ طن لكل متر مكعب.

نسبة الدمك حسب اختبار بروكتور  $= 100 \times 1,80 \div 1,85 = 97,3\%$

النتيجة غير منطقية وتوضح وجود خطأ في الاختبار المرجعي.

هنا لاحظ مهندس خبير أن اختبار بروكتور غير مناسب للرمل النظيف وطلب إعادة الاختبار باستخدام طاولة الاهتزاز **D4253**.

الاختبار الجديد أظهر أن الكثافة القصوى الحقيقية للرمل هي ١,٩٥ طن لكل متر مكعب.

نسبة الدمك الحقيقية  $= 100 \times 1,95 \div 1,85 = 105,9\%$ .

النتيجة ان الرقم الجديد يعكس الحقيقة والمنطق ويوضح أن اختيار طريقة الاختبار الصحيحة لنوع التربة خطوة حاسمة مثل أهمية إجراء الاختبار نفسه.



1.6 All observed and calculated values shall conform to the guidelines for significant digits and rounding established in Practice D6026, unless superseded by these test methods.

#### البند ١,٦ الترجمة

يجب أن تتوافق جميع القيم المرصودة والمحسوبة مع الإرشادات الخاصة بالأرقام المعنوية والتقريب المنصوص عليها في المواصفة القياسية D6026 ما لم يتم تجاوزها بواسطة طرق الاختبار هذه

#### البند ١,٦ الشرح

البند ده بيقول قاعدة بسيطة ومهمة جدًا ان الأرقام اللي بتكتبها في تقريرك لازم تكون منطقية وتعكس دقة القياسات اللي عملتها مش مجرد أرقام طويلة بتطلعها الآلة الحاسبة.

فالمواصفة هنا بتوجهنا على دستور الأرقام في الهندسة الجيوتقنية وهي D6026 اللي بتوضح بالتفصيل إزاي نكتب الأرقام ونقربها بطريقة صحيحة

ليه ده مهم؟

لو كتبت أرقام كثير بعد العلامة العشرية ده بيعطي انطباع خاطئ بالدقة

مثال: لو ميزان المعمل دقته واحد جرام مينفعش تكتب إن وزن العينة ٥٤٣٢,١٢٥٧ جرام الرقمين الأخيرين مالهمش معنى لأن الجهاز أصلاً مش بيقيسهم الرقم الصحيح ٥٤٣٢ جرام يعكس الدقة الفعلية للشغل

قواعد D6026 بشكل مبسط:

الكثافة الجافة عادةً تقرب لأقرب واحد كجم لكل متر مكعب أو رقمين بعد العلامة العشرية مثل ٢,١٥ طن لكل متر مكعب

المحتوى المائي عادةً يقرب لأقرب ٠,١ بالمئة مثل ٨,٥ بالمئة

الأبعاد والقياسات تقرب لأقرب مليمتر أو حسب دقة أداة القياس

طيب امتى نقدر تجاهل D6026؟

البند بيقول ما لم يتم تجاوزها بواسطة طرق الاختبار هذه يعني لو المواصفة نفسها قالت لك سجل هذه القيمة لأقرب نصف بالمئة يبقى لازم تلتزم بتعليمات المواصفة الخاصة لأنها أخص وتتجاوز القاعدة العامة.

#### البند ١,٦ مثال عملي

مهندس استشاري يستلم تقرير اختبار بروتكتور من معمل ويجد النتائج مكتوبة كالتالي:

أقصى كثافة جافة ٢١٤٧,٨٥٢ كجم لكل متر مكعب

المحتوى المائي الأمثل ٩,٢٨٤ بالمئة

رد فعل المهندس

المهندس يلاحظ فوراً أن المعمل لم يلتزم بالمهنية الأرقام الطويلة تدل على أن الفني نسخ ولصق الأرقام مباشرة من شاشة الآلة الحاسبة أو برنامج الاكسل دون فهم لمعنى الأرقام المعنوية

الإجراء الصحيح تطبيقاً للبند ١,٦

المهندس يتواصل مع مدير المختبر ويشير إلى البند ١,٦ من المواصفة وأهمية الالتزام بالمواصفة D6026

يطلب إعادة إصدار التقرير بالأرقام المقربة بشكل صحيح والتي تعكس الدقة الفعلية للاختبار

التقرير المصحح

أقصى كثافة جافة ٢١٤٨ كجم لكل متر مكعب مقربة لأقرب كيلوجرام

المحتوى المائي الأمثل ٩,٣ بالمئة مقربة لأقرب ٠,١ بالمئة.

1.6.1 For purposes of comparing measured or calculated value(s) with specified limits, the measured or calculated value(s) shall be rounded to the nearest decimal or significant digits in the specified limits.

#### البند ١,٦,١ الترجمة

لأغراض مقارنة القيمة أو القيم المقاسة أو المحسوبة مع الحدود المحددة، يجب تقريب القيمة أو القيم المقاسة أو المحسوبة إلى أقرب منزلة عشرية أو عدد من الأرقام المعنوية الموجودة في الحدود المحددة.

#### البند ١,٦,١ الشرح

البند ده بيقدم قاعدة بسيطة ومباشرة للمقارنة: لما تيجي تقارن نتيجة اختبارك بمتطلبات المشروع لازم الأول تقرب نتيجتك عشان تكون شبه الرقم اللي بتقارن بيه بمعنى آخر لا تقارن تفاح بالبرتقال لازم تضبط شكل الأرقام قبل الحكم عليها.

طيب يعنى اية الحدود المحددة: دي الأرقام اللي مكتوبة في مواصفات المشروع مثل نسبة الدمك لا تقل عن ٩٨% أو المحتوى المائي لا يزيد عن ١٢,٠%

و القيمة المقاسة أو المحسوبة: دي النتيجة اللي طلعت معاك في المعمل أو في الموقع مثل نسبة الدمك ٩٧,٨٥٤%

يبقى القاعدة بتقول إنك قبل ما تقول ناجح أو فشل لازم تأخذ نتيجتك وتقربها عشان يكون لها نفس عدد الأرقام بعد العلامة العشرية زي الرقم المطلوب في المواصفات

1.6.2 The procedures used to specify how data are collected/recorded or calculated in this standard are regarded as the industry standard. In addition, they are representative of the significant digits that generally should be retained. The procedures used do not consider material variation, purpose for obtaining the data, special purpose studies, or any considerations for the user's objectives; it is common practice to increase or reduce significant digits of reported data to be commensurate with these considerations. It is beyond the scope of these test methods to consider significant digits used in analytical methods for engineering design.

#### البند ١,٦,٢ الترجمة

تعتبر الإجراءات المستخدمة لتحديد كيفية جمع أو تسجيل البيانات أو حسابها في هذه المواصفة القياسية هي المعيار الصناعي. بالإضافة إلى ذلك فهي تمثل الأرقام المعنوية التي يجب الاحتفاظ بها بشكل عام. لا تأخذ هذه الإجراءات في الاعتبار التباين في المواد أو الغرض من الحصول على البيانات أو الدراسات ذات الأغراض الخاصة أو أي اعتبارات لأهداف المستخدم. ومن الممارسات الشائعة زيادة أو تقليل الأرقام المعنوية في البيانات المبلغ عنها لتتناسب مع هذه الاعتبارات. ويعتبر النظر في الأرقام المعنوية المستخدمة في الطرق التحليلية للتصميم الهندسي خارج نطاق طرق الاختبار هذه.

#### البند ١,٦,٢ الشرح

البند ده مهم جداً لأنها بيوضح الفرق بين دور فني المختبر ودور المهندس المصمم. طيب تعالى نفصّل البند وحدة وحدة كدة :

الجزء الأول: المواصفة هي المعيار العام المواصفة بتأكد على مكانتها كمعيار صناعي يعني هي القاعدة الأساسية اللي المفروض الكل يمشي عليها في الحالات العادية عشان نوحّد الشغل بين المختبرات المختلفة و ده بيضمن إن تقرير من معمل في القاهرة يمكن مقارنته بتقرير من معمل في أسوان.

الجزء الثاني: لكل قاعدة استثناء المواصفة بتعترف إنها مش بتعرف كل حاجة عن مشروعك لانه مش عارفة طبيعة التربة عندك متغيرة إزاي ولا الغرض من الاختبار ولا لو المشروع لدراسة علمية دقيقة. لذلك المواصفة بتدي المهندس المسؤول صلاحية لتعديل دقة الأرقام حسب طبيعة المشروع وأهمية البيانات سواء بزيادة الأرقام المعنوية أو تقليلها.

الجزء الثالث: أنا اختبار مش تصميم المواصفة بتوضح إن دورها يقتصر على تنفيذ الاختبارات وإعطاء النتائج بشكل صحيح و كيفية استخدام هذه النتائج في حسابات التصميم الهندسي هي مسؤولية المهندس المصمم. يعنى بمعنى آخر المهندس هو اللي يقرر عدد الأرقام بعد العلامة في حساباته الهندسية.

بند رقم ١,٦,٢ المثلث العملي  
نفترض أن لدينا نفس نوع التربة ولكن سيتم  
استخدامها في مشروعين مختلفين:  
المشروع الأول: بناء قاعدة لمفاعل نووي  
المهندس يرسل طلب خاص للمختبر: نظرًا للحساسية  
الشديدة للمشروع أرجو الإبلاغ عن نتائج اختبار بروتكتور  
مع الاحتفاظ بثلاث أرقام بعد العلامة العشرية للكثافة  
ورقمين بعد العلامة للمحتوى المائي. المختبر يلتزم  
بالطلب الخاص لأن المشروع حساس جدًا ويتطلب دقة  
عالية لدراسات التحليل الإحصائي.

المشروع الثاني: ردم مؤقت لمسار معدات في موقع بناء  
مهندس الموقع يستلم تقرير بروتكتور القياسي الذي  
يحدد الكثافة القصوى ٢١٥٤ كجم لكل متر مكعب. لتسهيل  
التعامل اليومي مع المشرفين  
يقلل المهندس دقة الرقم إلى ٢١٥٠ كجم لكل متر مكعب.  
الفرق البسيط لا يؤثر على أداء الردم المؤقت.

النتيجة: بند ١,٦,٢ يعطي مرونة في الممارسة الهندسية.  
هو يضع معيارًا أساسيًا للالتزام في الحالات العادية  
ولكنه يتيح للمهندس تعديل هذا المعيار حسب  
متطلبات المشروع وأهدافه مع تحمل المسؤولية.

1.7 The values in inch-pound units are to be regarded as the standard. The values stated in SI units are provided for information only, except for units of mass. The units for mass are given in SI units only, g or kg.

البند ١,٧ الترجمة  
يجب اعتبار القيم بوحدات البوصة-الرطل هي الوحدات  
القياسية. القيم المقدمة بوحدات النظام الدولي تُعطى  
للمعلومات فقط، ما عدا وحدات الكتلة. وحدات الكتلة  
تعطى دائمًا بوحدات النظام الدولي، وهي الجرام أو  
الكيلوجرام.

البند ١,٧ الشرح  
البد ده بيوضح القاعدة الرسمية بخصوص الوحدات في  
المواصفة:

القاعدة الأساسية: النظام الأمريكي هو الأصل  
المواصفة أصلها أمريكي لذلك النظام الرسمي المعتمد  
هو البوصة-الرطل. ده معناه إن:

الأبعاد بالبوصة  
القوة بالرطل-قوة  
الكثافة بالرطل لكل قدم مكعب  
ودي هي القيم القياسية التي يتم الرجوع إليها في أي  
تفسير أو نزاع قانوني.

اما النظام الدولي: فهو للعلم فقط  
يعنى الأرقام بالمليمتر أو بالكيلوغرام لكل متر مكعب  
مجرد تحويلات رياضية لتسهيل الفهم للمتعاملين  
بالنظام المتري لكنها ليست القيم الأصلية للالتزام بها.

بس استثناء الكتلة  
للكتلة أو وزن العينة على الميزان، المواصفة تعتمد  
النظام الدولي فقط أي الجرام أو الكيلوجرام. استخدام  
الرطل-كتلة في الممارسة العملية ممكن لكنه ليس وحدة  
قياسية.

## الخلاصة

ان أبعاد و قوى و كثافات: الأصل فيها البوصة-الرطل  
و الكتلة: الأصل الجرام والكيلوجرام

## البند ١,٧ المثلث العملي

لو مثلا شركة في ألمانيا تصنع قوالب اختبار بروتكتور  
للسوق العالمي. المهندس يقرأ قطر القالب ١٠,٦ مليمتر  
وقد يصنعه ١٠,٢ مليمتر أو ١٠,٥ مليمتر معتقدًا أن الفرق  
بسيط.

التطبيق الصحيح: مهندس الجودة يوضح أن القيمة ١٠,٦  
مليمتر استرشادية والقيمة القياسية الفعلية هي ٤  
بوصة. المصنع يجب أن يضبط آلاته لإنتاج قالب قطره  
الداخلي ٤ بوصة بالضبط مع السماحيات المحددة في  
المواصفة لأن هذا هو المعيار المستخدم في أي فحص أو  
اعتماد.

مثال اخر ميزان المختبر  
مختبر في الولايات المتحدة يستخدم موازين قديمة تقيس  
بالرطل. عند تسجيل وزن عينة التربة يجب تحويل القراءة  
إلى كيلوجرام أو جرام في السجلات والحسابات، لأن هذه  
هي الوحدة القياسية للوزن حسب المواصفة.

النتيجة  
البند يضمن توحيد الأدوات والقياسات الأساسية للاختبار  
على القيمة القياسية الأصلية، مع السماح باستخدام  
النظام المتري لتسهيل العمل في المختبرات الحديثة.

1.7.1 It is common practice in the engineering profession to



concurrently use pounds to represent both a unit of mass (lbm) and a force (lbf). This implicitly combines two separate systems of units; that is, the absolute system and the gravitational system. It is scientifically undesirable to combine the use of two separate sets of inch-pound units within a single standard. These test methods have been written using the gravitational system of units when dealing with the inch-pound system. In this system, the pound (lbf) represents a unit of force (weight). However, the use of balances or scales recording pounds of mass (lbm) or the recording of density in lbm/ft<sup>3</sup> shall not be regarded as a nonconformance with this standard.

#### البند ١,٧,١ الترجمة

من الممارسات الشائعة في مهنة الهندسة استخدام كلمة رطل (pound) لتمثيل كل من وحدة الكتلة (lbm) ووحدة القوة (lbf) بشكل متزامن. هذا يدمج ضمناً نظامين منفصلين للوحدات؛ وهما: النظام المطلق (absolute system) والنظام الثقالي (gravitational system). ومن غير المرغوب فيه علمياً الجمع بين استخدام مجموعتين منفصلتين من وحدات البوصة-الرطل ضمن مواصفة واحدة. لقد تمت كتابة طرق الاختبار هذه باستخدام النظام الثقالي عند التعامل مع وحدات البوصة-الرطل. في هذا النظام، يمثل الرطل (lbf) وحدة للقوة (الوزن). ومع ذلك، فإن استخدام الموازين التي تسجل أرواط الكتلة (lbm) أو تسجيل الكثافة بوحدة lbm/ft<sup>3</sup> لا يجب اعتباره عدم مطابقة لهذه المواصفة.

#### البند ١,٧,١ الشرح

البند ده بيشرح الصداق التاريخي اللي سببته كلمة رطل في الهندسة ولية المواصفة حاولت تحل المشكلة دي.

المشكلة: كلمة رطل pound لها معنيان في النظام المتري (SI) الأمور واضحة الكيلوجرام (kg) للكتلة، والنيوتن (N) للقوة (الوزن).

وفي النظام الإنجليزي، كلمة رطل pound تستخدم للتعبير عن حاجتين مختلفتين:

رطل-كتلة (lbm): وحدة كتلة زي الكيلوجرام اللي بتقيس كمية المادة في الجسم.

رطل-قوة (lbf): وحدة قوة زي النيوتن اللي بتقيس قوة الجاذبية على الجسم.

الخلط بيحصل لأن على سطح الأرض، كتلة مقدارها ١ lbm تنتج وزناً حوالي ١ lbf، لكن لو أخذت نفس الكتلة على سطح القمر، كتلتها هتفضل ١ lbm ووزنها هيقبل ليصبح حوالي ٠,١٦٧ lbf.

المواصفة هنا بتقول إنه علمياً من الخطأ وغير المرغوب فيه استخدام نفس الكلمة لمعنيين مختلفين في نفس المستند. لذلك اعتمدت رسمياً النظام الثقالي وفيه كلمة رطل pound لما نستخدمها بنقصدها القوة فقط (lbf). ده بيظهر في تحديد طاقة الدمك (ft-lbf/ft<sup>3</sup>) ووزن المطرقة (lbf).

التساهل العملي : المواصفة تعترف بالواقع العملي حيث معظم الموازين في أمريكا مكتوب عليها pounds والمقصود بها كتلة (lbm) والناس متعوده تسجل الكثافة بوحدة lbm/ft<sup>3</sup>. لذلك لو استخدمت ميزان يقيس lbm أو سجلت الكثافة بال lbm/ft<sup>3</sup> ده مش هيعتبر مخالفة.

الخلاصة ان رسمياً ونظرياً: الرطل في هذه المواصفة يعني قوة (lbf).

و عملياً وواقعياً: مسموح استخدام الموازين التي تقيس كتلة بالرطل (lbm) وتسجل الكثافة بها، والمواصفة تتغاضى عن هذا الخلط الشائع.

#### البند ١,٧,١ المثال العملي

فني مختبر في أمريكا

فني في ولاية تكساس يقوم باختبار بروكتور:

وزن العينة: يضع التربة على ميزان رقمي مكتوب عليه lb والميزان يقرأ ١٢,٥ lb أي ١٢,٥ lbm. وحسب البند ١,٧,١ يجب تحويلها إلى كيلوجرام لتكون مطابقة لكن تسجيلها ١٢,٥ lbm مقبول.

و وزن المطرقة: مكتوب عليها ١٠,٠ lbf وهي قوة وليست كتلة.

و حساب الكثافة: بعد الاختبار يحسب الفني الكثافة ويجدها ١٣٢,٤ lbm/ft<sup>3</sup>.

كتابة التقرير

الطريقة المثالية: تحويل كل الوحدات إلى ما تتطلبه المواصفة رسمياً (كثافة بـ kg/m<sup>3</sup> وكتلة بـ kg).

الطريقة المقبولة (بفضل بند ٢,٥,١): يمكن كتابة الكثافة كما هي ١٣٢,٤ lbm/ft<sup>3</sup>، ويعتبر ذلك مقبولاً لأن المواصفة تفهم العرف الشائع في الصناعة الأمريكية ولا تعتبره مخالفة.

النتيجة

البند مثال على كيفية محاولة المواصفات القياسية الموازنة بين الدقة العلمية الصارمة والواقع العملي الذي يمارسه المهندسون والفنيون يومياً.

1.8 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility



of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

mercury containing products. See the applicable product Material Safety Data Sheet (MSDS) for details and EPA's website (<http://www.epa.gov/mercury/faq.htm>) for additional information. Users should be aware that selling mercury or mercury containing products or both into your state may be prohibited by state law.

#### البند ١,٨ الترجمة

لا تدعي هذه المواصفة معالجة جميع مسائل السلامة، إذا وجدت، المرتبطة باستخدامها. تقع على عاتق مستخدم هذه المواصفة مسؤولية وضع ممارسات مناسبة للسلامة والصحة والبيئة، وتحديد مدى تطبيق القيود التنظيمية قبل الاستخدام.

#### البند ١,٨ الشرح

البند ده مهم جدًا لأنها بيوضح دور المستخدم بالنسبة للسلامة:

يعنى المواصفة مش مسؤولية عن كل المخاطر كمان المواصفة تقدم طرق الاختبار والإجراءات الفنية فقط لكنها لا تهتم بكل المخاطر المحتملة أثناء استخدام المعدات أو المواد. و أي خطر مرتبط بالاستخدام الفعلي للمعدات أو العينات يبقى مسؤولية المستخدم نفسه.

يعنى مسؤولية المستخدم يجب قبل بدء أي اختبار:

١- يضع إجراءات مناسبة للسلامة في المختبر أو موقع العمل.

٢- يطبق ممارسات صحية جيدة لتجنب أي مشاكل صحية.

٣- يراعي البيئة ويتأكد من التعامل مع المخلفات بطريقة سليمة.

٣- يتحقق من أي قيود قانونية أو تنظيمية قبل البدء، زي قوانين حماية البيئة أو السلامة المهنية.

#### الخلاصة

المواصفة تحدد طريقة الاختبار لكن المستخدم هو المسؤول عن سلامته وسلامة فريقه، وضمان الالتزام بالقوانين واللوائح قبل الاستخدام.

#### البند ١,٩ الترجمة

تحذير - تم تصنيف الزئبق من قبل وكالة حماية البيئة والعديد من الهيئات الحكومية على أنه مادة خطيرة يمكن أن تسبب أضرارًا للجهاز العصبي المركزي والكلى والكبد. الزئبق أو أبخرته قد تكون خطيرة على الصحة وتسبب تآكل المواد. يجب توخي الحذر عند التعامل مع الزئبق ومنتجاته. راجع ورقة بيانات السلامة للمنتج (MSDS) للتفاصيل، وموقع وكالة حماية البيئة (<http://www.epa.gov/mercury/faq.htm>) لمعلومات إضافية. يجب أن يكون المستخدم على علم بأن بيع الزئبق أو المنتجات المحتوية على الزئبق في ولايته قد يكون محظورًا بموجب القانون المحلي.

#### البند ١,٩ الشرح

النقطة دي مهمة جدًا لأنها بتحذر من مخاطر الزئبق وتوضح واجب المستخدم: مخاطر الزئبق

الزئبق مادة خطيرة جدًا على الجسم، خصوصًا على:

الجهاز العصبي المركزي و الكلى و الكبد

أبخرة الزئبق أيضًا خطيرة وقد تسبب تآكل لبعض المواد.

احتياطات التعامل

عند التعامل مع الزئبق أو المنتجات التي تحتوي عليه، لازم:

استخدام معدات حماية شخصية مثل القفازات والنظارات الواقية والكمامات المناسبة.

التعامل مع الزئبق في مناطق جيدة التهوية لتقليل استنشاق الأبخرة.

مراجعة ورقة بيانات السلامة للمنتج (MSDS) لمعرفة كل التحذيرات والإجراءات الوقائية.

متابعة موقع وكالة حماية البيئة لأي تحديثات حول التعامل مع الزئبق.

القيود القانونية

بعض الولايات قد تمنع بيع الزئبق أو المنتجات التي تحتوي عليه، لذلك يجب على المستخدم التأكد من القوانين المحلية قبل أي شراء أو بيع.

1.10 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

**1.9 Warning**—Mercury has been designated by EPA and many state agencies as a hazardous material that can cause central nervous system, kidney, and liver damage. Mercury, or its vapor, may be hazardous to health and corrosive to materials. Caution should be taken when handling mercury and



**البند ١.١٠ الترجمة**

تم تطوير هذه المواصفة الدولية وفقًا للمبادئ المعترف بها دوليًا في مجال التقييس، والمحددة في قرار المبادئ لتطوير المواصفات الدولية، والأدلة، والتوصيات الصادر عن لجنة الحواجز الفنية للتجارة التابعة لمنظمة التجارة العالمية.

**البند ١.١٠ الشرح**

البند يقول ان المواصفة دي مش محلية أو خاصة بدولة معينة لكنها تم تطويرها وفقًا لمبادئ دولية معترف بها في التقييس لضمان توحيد الاختبارات والنتائج بين المختبرات والدول المختلفة. لجنة الحواجز الفنية للتجارة التابعة لمنظمة التجارة العالمية هي المسؤولة عن وضع المبادئ والتوصيات التي تهدف لتسهيل التجارة الدولية من خلال تطوير معايير موحدة يمكن اعتمادها عالميًا وتقديم أدلة لضمان التوافق بين الدول في تطبيق المعايير. الهدف من ذلك هو أن المواصفة مصممة بطريقة تضمن قبولها عالميًا وأن نتائج الاختبارات قابلة للمقارنة بسهولة بين مختبرات مختلفة، مما يقلل أي اختلافات قد تؤثر على التجارة أو جودة المنتجات.

- D4718/D4718M Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles
- D4753 Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing
- D4914/D4914M Test Methods for Density of Soil and Rock in Place by the Sand Replacement Method in a Test Pit
- D5030/D5030M Test Methods for Density of In-Place Soil and Rock Materials by the Water Replacement Method in a Test Pit
- D6026 Practice for Using Significant Digits and Data Records in Geotechnical Data
- D6913/D6913M Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
- E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves
- E319 Practice for the Evaluation of Single-Pan Mechanical Balances
- IEEE/ASTM SI 10 Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System.

**2 Referenced Documents****٢. المستندات المرجعية****2.3 ASTM Standards:<sup>3</sup>**

- C127 Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate
- C136/C136M Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
- D653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- D698 Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>))
- D854 Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer
- D2168 Practices for Calibration of Laboratory Mechanical-Rammer Soil Compactors
- D2216 Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
- D2487 Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- D2488 Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedures)
- D3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction
- D4220/D4220M Practices for Preserving and Transporting Soil Samples
- D4253 Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table

**بند رقم ٢.١ الترجمة**

المواصفات ASTM التالية مستخدمة في هذا الدليل:

- C127: طريقة الاختبار للكثافة النسبية (الجابذية النوعية) وامتصاص الركام الخشن**
- C136/C136M: طريقة الاختبار لتحليل المناخل للركام الناعم والخشن**
- C670: الممارسة لإعداد بيانات الدقة والانحياز لطرق اختبار مواد البناء**
- D653: المصطلحات المتعلقة بالتربة والصخور والسوائل المحتواة**
- D698: طرق اختبار خصائص الدمك المختبري للتربة باستخدام الجهد القياسي (600 kN- 12,400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>))**
- D854: طرق اختبار الجاذبية النوعية لصلبة التربة باستخدام بيكنومتر الماء**
- D2168: ممارسات معايرة أجهزة دمك التربة المختبرية**
- D2216: طرق تحديد محتوى الماء (الرطوبة) للتربة والصخور بالكتلة**
- D2487: ممارسة تصنيف التربة لأغراض الهندسة (نظام**

## التصنيف الموحد للتربة)

D2488: ممارسة وصف وتحديد التربة (إجراءات بصرية-يدوية)

D3740: الحد الأدنى لمتطلبات الوكالات المختصة بفحص واختبار التربة والصخور لاستخدامها في التصميم الهندسي والبناء

D4220/D4220M: ممارسات حفظ ونقل عينات التربة

D4253: طرق اختبار الكثافة المؤشرية القصوى والوزن النوعي للتربة باستخدام طاولة اهتزازية

D4718/D4718M: ممارسة تصحيح الوزن النوعي ومحتوى الماء للتربة المحتوية على جزيئات كبيرة الحجم

D4753: دليل تقييم واختيار وتحديد الموازين والكتل القياسية لاستخدامها في اختبار التربة والصخور ومواد البناء

D4914/D4914M: طرق اختبار كثافة التربة والصخور في الموقع بطريقة الاستبدال بالرمل في حفرة اختبار

D5030/D5030M: طرق اختبار كثافة التربة والصخور في الموقع بطريقة الاستبدال بالماء في حفرة اختبار

D6026: ممارسة استخدام الأرقام المعنوية وسجلات البيانات في البيانات الجيوتقنية

D6913/D6913M: طرق اختبار توزيع حجم الجسيمات (التدرج) للتربة باستخدام تحليل المناخل

E11: مواصفة قماش منخل الأسلاك المنسوجة والمناخل الاختبارية

E319: ممارسة تقييم الموازين الميكانيكية ذات الصينية الواحدة

IEEE/ASTM SI 10: معيار استخدام النظام الدولي للوحدات (SI): النظام المتري الحديث

## بند رقم ٢.١ الشرح

البند ده بيجمع كل المواصفات والمعايير ASTM الي بيتم الاعتماد عليها أثناء اختبار التربة والصخور ومواد البناء. الفكرة منه إن كل فني أو مهندس يستخدم نفس المواصفات لتوحيد الأساليب والنتائج. كل مواصفة ليها هدف محدد، زي تحديد الكثافة، محتوى الرطوبة، توزيع حجم الجسيمات، معايرة الأجهزة، أو وصف التربة. وجود كل المواصفات دي في بند واحد بيساعد على سهولة الرجوع لها والتأكد إن كل الاختبارات الي بتتعمل في المختبر أو في الموقع متوافقة مع المعايير الدولية، وده بيضمن دقة وموثوقية النتائج بين المختبرات المختلفة.

## بند رقم ٢.١ المثال العملي

شركة عندها فريق هندسي في المختبر وميداني. الفريق هيقوم باختبار كثافة التربة وامتصاصها للماء باستخدام طريقة C127، ويحلل حجم الحبيبات بالمناخل باستخدام C136. كل النتائج هتتسجل وفقًا لممارسات D6026 لاستخدام الأرقام المعنوية بشكل صحيح. قبل أي اختبار الفنيين هيسخدموا الموازين والمعايير حسب D4753 و E319 ويتأكدوا إن كل المعدات متوافقة مع المواصفات. ده يضمن إن نتائج الاختبارات دقيقة، قابلة للمقارنة، ومقبولة لأي جهة فنية أو هندسية أو تنظيمية.

### 3.Terminology

#### ٣.١ المصطلحات

##### 3.1 Definitions:

#### ٣.١ التعاريف:

3.1.1 See Terminology D653 for general definitions.

##### بند رقم ٣.١.١ الترجمة

راجع مصطلحات D653 للتعريفات العامة.

##### بند رقم ٣.١.١ الشرح

البند ده بيشرح ببساطة إن أي مصطلحات عامة مستخدمة في هذا الدليل أو في طرق الاختبار لازم نفهم معناها بالاعتماد على المواصفة D653 الخاصة بالمصطلحات المتعلقة بالتربة والصخور والسوائل المحتواة. الفكرة هنا إن بدل ما نكرر التعريفات لكل مصطلح في كل مواصفة بنرجع لمصدر موحد وواضح وده بيقلل أي لبس أو سوء فهم بين الفنيين والمهندسين. يعني كل واحد هيعرف المصطلح بالمعنى الدولي المعتمد سواء كان كتلة التربة الرطوبة أو الركام الخشن.

##### بند رقم ٣.١.١ المثال العملي

فني في المختبر يقرأ في طريقة اختبار الدمك D698 مصطلح الكثافة النسبية أو الجاذبية النوعية مش متأكد بالضبط معناها. بدل ما يحاول يخمن أو يسأل كل مرة بيرجع للمواصفة D653 للتعريف الرسمي والواضح للمصطلح وده يضمن إن كل القياسات اللي بيعملها متوافقة مع المعنى المعتمد عالمياً.

3.1.2 molding water content,  $n$ —the water content of the soil (material) specimen in the mold after it has been reconstituted and compacted.

##### بند رقم ٣.١.٢ الترجمة

محتوى رطوبة الدمك  $n$  — هو محتوى الماء في عينة التربة أو المادة داخل القالب بعد إعادة تكوينها ودمكها

##### بند رقم ٣.١.٢ الشرح

البند ده بيشرح معنى محتوى الرطوبة أثناء تكوينها في القالب بعد الدمك يعني بشكل واضح لما بنأخذ عينة تربة ونرجع نجهزها ونضعها في القالب وبعد ما نضغطها بالدمك المختبري كمية الماء الموجودة في العينة في اللحظة دي هي محتوى الماء أثناء التشكيل. الفكرة هنا إن تحديد محتوى الماء أثناء التشكيل مهم جداً لأنه بيأثر على الكثافة النهائية للعينة، وبيحدد كفاءة الدمك وقدرة التربة على تحمل الأحمال. كل المهندسين والفنيين لازم يعرفوا إن الرقم ده بيقاس بعد إعادة تكوين العينة ودمكها مش قبلها.

##### البند ٣.١.٣ الترجمة

الجهد المعدل— في اختبارات الدمك، هو مصطلح يعبر عن طاقة الدك البالغة ٥٦٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب ٢٧٠٠ كيلونيوتن-متر لكل متر مكعب والمطبقة بواسطة المعدات والطرق الخاصة بهذا الاختبار.

##### البند ٣.١.٣ الشرح

البند ده بيحدد رقم واضح وصريح لقوة الاختبار اللي بنتكلم عنه. هو بيقول إن كل الخطوات في اختبار بروكتور المعدل سواء باستخدام القالب الصغير أو الكبير وبعد الطبقات والضربات المحددة هدفها توصيل كمية طاقة ثابتة ومحددة للتربة.

و كمية الطاقة دي هي ٥٦٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب بوحدات البوصة-الرطل القياسية وما يعادل ٢٧٠٠ كيلونيوتن-متر لكل متر مكعب بوحدات النظام الدولي ده معناه إن الجهد المعدل مش مجرد اسم هو قيمة فيزيائية محسوبة. وهذه الطاقة تأتي من وزن المطرقة ١٠ رطل و ارتفاع السقوط ١٨ بوصة و عدد الضربات لكل طبقة ٢٥ أو ٥٦ و عدد الطبقات ٥ و حجم القالب المستخدم. يعني لما تضرب وتقسم كل العوامل دي في بعضها الناتج النهائي للطاقة المسلطة على كل وحدة حجم من التربة هو ٥٦٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب

طيب ليه الرقم ده مهم؟ لأنه يميز هذا الاختبار عن الاختبار الأقدم والأضعف وهو بروكتور القياسي. فبروكتور القياسي بطاقة دك حوالي ١٢٠٤٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب بينما بروكتور المعدل بطاقة دك ٥٦٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب و ده معناه إن الجهد المعدل بيطبق طاقة دك أعلى بحوالي ٤.٥ مرات من الجهد القياسي.



3.1.4 modified maximum dry unit weight,  $\gamma_{d,max}$  (lb/ft<sup>3</sup> (kN/m<sup>3</sup>))—in compaction testing, the maximum value defined by the compaction curve for a compaction test using modified effort.

#### البند ٣,١,٤ الترجمة

الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة  $\gamma_{d,max}$  رطل-قوة لكل قدم مكعب كيلونيوتن لكل متر مكعب - في اختبارات الدمك، هي القيمة القصوى المحددة بواسطة منحنى الدمك لاختبار دمك يستخدم الجهد المعدل.

#### البند ٣,١,٤ الشرح

البند ده بيعرف لنا الهدف الأسمى اللي بنسعى نوصلها من اختبار بروكتور المعدل.

طيب إيه هي الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة  $\gamma_{d,max}$  ؟

ببساطة، هي أعلى نقطة في منحنى الدمك اللي بنرسمه. لما بنعمل اختبار بروكتور بنجرب كذا نسبة مية مختلفة ومع كل نسبة بنحسب الكثافة الجافة اللي وصلنا لها. لما نرسم النتائج دي بنحصل على منحنى على شكل جرس

و الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة MDD هي أعلى كثافة ممكن نوصلها لنوع التربة ده باستخدام طاقة الدك العالية بتاعة الجهد المعدل عند نسبة الرطوبة المثالية اللي هي المحتوى المائي الأمثل OMC

#### ليه بنهتم بالكثافة الجافة؟

لأننا مهتمين بكمية حبيبات التربة الصلبة اللي قدرنا نحشرها في حجم معين، مش كمية التربة والمية والهوا مع بعض. كل ما زادت الكثافة الجافة كل ما قلت نسبة الفراغات الهوائية وكل ما كانت التربة أقوى وأكثر استقرارًا وأقل عرضة للهبوط في المستقبل

كلمة المعدلة modified هنا مهمة جدًا عشان تميزها عن الكثافة القصوى القياسية اللي بنحصل عليها من اختبار بروكتور القياسي الأضعف. ودائمًا، الكثافة القصوى المعدلة بتكون أعلى من الكثافة القصوى القياسية

باختصار، MDD هو الرقم الذهبي اللي بيمثل أقصى درجة من المتانة والقوة يمكن أن تصل إليها التربة، وهو الرقم اللي كل شغل الدمك في الموقع بيحاول يقرب منه قدر الإمكان

#### البند ٣,١,٤ المثال العملي

مقاول ينفذ طبقة أساس لموقف سيارات متعدد الطبقات و مواصفات المشروع تتطلب تحقيق نسبة دمك لا تقل عن ٩٥% من الكثافة القصوى المعدلة

نتيجة المختبر تقرير اختبار بروكتور المعدل D1557 للتربة المستخدمة يقول:

الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة MDD = 2.20 طن لكل متر مكعب

المحتوى المائي الأمثل المعدل OMC = 7.5%

العمل في الموقع المقاول يقوم بدمك التربة بالهراسات الثقيلة

ثم يأتي فني المختبر ويأخذ اختبار كثافة حقلية باستخدام جهاز الساند كون مثلًا ويحصل على النتائج التالية من الموقع:

الكثافة الجافة الحقلية = ٢,١٢ طن لكل متر مكعب

#### حساب نسبة الدمك:

المعادلة: نسبة الدمك = (الكثافة الحقلية / الكثافة القصوى من المختبر) × ١٠٠

نسبة الدمك = ١٠٠ × (٢,١٢ / ٢,٢٠) = ٩٦,٤%

القرار: بما أن نسبة الدمك المحققة ٩٦,٤% أكبر من النسبة المطلوبة في المواصفات ٩٥%، يتم قبول هذا الجزء من العمل

النتيجة ان الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة هي الرقم المرجعي الأساسي للحكم على جودة أعمال الدمك في الموقع. بدون هذا الرقم يصبح العمل عشوائي وبدون هدف واضح وتكون جودة المشروع في خطر.

3.1.5 modified optimum water content,  $w_{opt}$  (%)—in compaction testing, the water content at which the soil can be compacted to the maximum dry unit weight using modified compactive effort.

#### بند رقم ٣,١,٥ الترجمة

المحتوى المائي الأمثل المعدل  $w_{opt}$  % - في اختبارات الدمك، هو المحتوى المائي الذي يمكن عنده دمك التربة للوصول إلى أقصى كثافة وزنية جافة باستخدام طاقة الدك المعدلة

### ٣,٢ تعريفات المصطلحات الخاصة بهذه المواصفة :

3.2.1 *oversize fraction (coarse fraction),  $P_C$  (%)*—the portion of total specimen not used in performing the compaction test; it may be the portion of total specimen retained on the No. 4 (4.75-mm) sieve in Method A, 3/8-in. (9.5-mm) sieve in Method B, or 3/4-in. (19.0-mm) sieve in Method C.

#### البند ٣,٢,١ الترجمة

الجزء ذو الحجم الزائد الجزء الخشن PC % - هو الجزء من العينة الكلية الذي لا يتم استخدامه في إجراء اختبار الدمك؛ قد يكون هو الجزء من العينة الكلية المحجوز على منخل رقم ٤ ٤,٧٥ مم في الطريقة أ، أو منخل ٣/٨ بوصة ٩,٥ مم في الطريقة ب، أو منخل ٣/٤ بوصة ١٩,٠ مم في الطريقة C.

#### البند ٣,٢,١ الشرح

ببساطة شديدة، الجزء الخشن Oversize Fraction هو الركام أو الحصى الكبير الذي ينفصله ونخله على جنب لأنه أكبر من اللازم ومشم هيدخل معانا في قالب الاختبار

النقطة الجوهرية في التعريف ده هي أن كلمة كبير أو خشن نسبية وتعتمد على طريقة الاختبار اللي اخترناها:

في الطريقة A: أي حاجة أكبر من فتحة منخل رقم ٤ ٤,٧٥ مم تعتبر جزء خشن

في الطريقة B: أي حاجة أكبر من فتحة منخل ٣/٨ بوصة ٩,٥ مم تعتبر جزء خشن

في الطريقة C: أي حاجة أكبر من فتحة منخل ٣/٤ بوصة ١٩,٠ مم تعتبر جزء خشن

إدّا الجزء الخشن ليس له حجم ثابت بل حجمه يتغير حسب مقاس المنخل المستخدم في كل طريقة من طرق الاختبار الثلاث

#### بند رقم ٣,١,٥ الشرح

البند ده بيعرف لنا ببساطة النسبة المئوية للمياه في التربة خصوصاً لما نستخدم اختبار بروكتور المعدل. تخيل إنك بتعمل كيكة لو حطيت دقيق بس هتكون ناشفة ومفككة ولو غمرتها في المياه هتبقى طرية جداً. التربة هنا نفس الفكرة المحتوى المائي الأمثل المعدل هو النسبة اللي بتخلي حبيبات التربة تتحرك بسهولة تحت الدمك وتطرد أكبر كمية هوا وتوصل لأقصى كثافة جافة ممكنة. ولو المياه أقل من النسبة دي التربة هتكون ناشفة والدمك هيبقى صعب ولو المياه أكثر من النسبة دي التربة هتبقى طرية والماء نفسه بيمنع الحبيبات إنها تقرب من بعض فالكثافة تقل تاني. وكلمة المعدل هنا مهمة لأنها مرتبطة بنوع الاختبار لأن بروكتور المعدل بيستخدم طاقة دك أعلى بكثير من البروكتور القياسي وبالتالي بيوصل لأقصى كثافة أعلى والمحتوى المائي الأمثل بيكون مختلف.

باختصار المحتوى المائي الأمثل المعدل هو نسبة الرطوبة اللي نستهدفها في الموقع لما نبني طبقة أساس لمشاريع كبيرة زي مدارج مطار أو قاعدة كوبري باستخدام هراسات قوية جداً

#### بند رقم ٣,٢,٥ المثال العملي

مهندس موقع يشرف على دمك طبقة الأساس لطريق سريع وتقرير المختبر يقول:  
أقصى كثافة جافة معدلة ٢١٥٠ كجم/م<sup>٣</sup>  
المحتوى المائي الأمثل المعدل ٨,٠%

المهندس يعطي تعليمات واضحة للمقاول: التربة لازم تكون رطوبتها قريبة من ٨,٠% قبل بدء الدمك.

فني المختبر ياخد عينة سريعة وقيس محتوى الماء: في الحالة الاولى كانت ٦,٥% التربة جافة جداً، المهندس يطلب رش كمية محسوبة من المياه في الحالة الثانية كانت ١١,٠% التربة رطبة جداً المهندس يطلب تقلبيها وتجفيفها بالهواء والشمس

بمجرد ما رطوبة التربة توصل للنطاق المثالي مثل ٧,٥% إلى ٩,٥% تبدأ الهراسات عملية الدمك.

النتيجة ان العمل عند المحتوى المائي الأمثل المعدل يضمن استخدام طاقة الهراسات بأقصى كفاءة للوصول لأعلى كثافة بأقل مجهود وتكلفة، وطبقة الأساس تكون قوية ومستقرة ومطابقة للمواصفات.

3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.2 *test fraction (finer fraction),  $P_F$  (%)*—the portion of the





total specimen used in performing the compaction test; it may be fraction passing the No. 4 (4.75-mm) sieve in Method A, passing the 3/8-in. (9.5-mm) sieve in Method B, or passing the 3/4-in. (19.0-mm) sieve in Method C.

#### البند ٣,٢,٢ الترجمة

جزء الاختبار الجزء الأنعم PF % - هو الجزء من العينة الكلية المستخدم في إجراء اختبار الدمك قد يكون هو الجزء المار من منخل رقم ٤,٧٥ مم في الطريقة أ أو المار من منخل ٣% بوصة ٩,٥ مم في الطريقة ب أو المار من منخل ١/٤ بوصة ١٩,٠ مم في الطريقة ج

#### البند ٣,٢,٢ الشرح

ببساطة شديدة جزء الاختبار هو الجزء الناعم من التربة الذي نجح في المرور من المنخل وهو الجزء الفعلي الذي نأخذه ونجري عليه اختبار بروتكتور.

وهذا هو الجزء الذي نضيف إليه نسب مختلفة من الماء ونضعه في قالب بروتكتور وندمكه بالمطرقة ونحسب كثافته ومحتواه المائي.

وكما هو الحال مع الجزء الخشن فإن تعريف جزء الاختبار هو أيضاً نسبي ويعتمد على الطريقة التي تم اختيارها:

في الطريقة A هو كل شيء يمر من منخل رقم ٤

في الطريقة B هو كل شيء يمر من منخل ٣% بوصة

في الطريقة C هو كل شيء يمر من منخل ٣% بوصة

العلاقة بين الجزئين بسيطة جداً

جزء الاختبار = 100% PF - الجزء الخشن PC

#### البند ٣,٢,٢ مثال عملي

فني مختبر لديه عينة تربة وزنها الكلي الجاف مثلاً ٥٠٠٠ جرام قرر الفني بعد فحص التدرج الحبيبي أن الطريقة B هي الأنسب للاختبار.

ثم يقوم الفني بنخل كامل العينة ٥٠٠٠ جرام على منخل ٣% بوصة.

ثم اخذ الجزء المحجوز فوق المنخل الجزء الخشن Oversize وقام بوزنه ويجده ٧٥٠ جرام

$$PC = 750 / 5000 \times 100 = 15\%$$

يبقى النسبة الخشن PC ١٥ %

والجزء المار من المنخل جزء الاختبار وزنه الفني ويجدها ٤٢٥٠ جرام

$$PF = 4250 / 5000 \times 100 = 85\%$$

يبقى النسبة لجزء الناعم ٨٥ %

إجراء الاختبار

يتجاهل الفني تماماً ٧٥٠ جرام من الحصى الخشن

ويضعها جانباً

يأخذ ٤٢٥٠ جرام من التربة الناعمة جزء الاختبار ويبدأ في تنفيذ خطوات اختبار بروتكتور عليها إضافة الماء الخلط الدمك في القالب إلخ

النتيجة نتائج الكثافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل التي سيحصل عليها من هذا الاختبار تمثل خصائص جزء الاختبار فقط ٨٥% من العينة ولأن نسبة الجزء الخشن ١٥% أكبر من ٥% فإن المواصفة تجبره لاحقاً على استخدام هذه النسب PC = 15% و PF = 85% في معادلات التصحيح ASTM D4718 للحصول على النتائج النهائية التي تمثل العينة الكلية الأصلية

هذا التعريف الدقيق يضمن أن كل شخص يقرأ التقرير يفهم تماماً ما هو الجزء من التربة الذي تم اختباره بالفعل في المختبر

#### 4.Summary of Test Method

#### ٤. ملخص طريقة الاختبار

4.1 A soil at a selected molding water content is placed in five layers into a mold of given dimensions, with each layer compacted by 25 or 56 blows of a 10.00-lbf (44.48-N) rammer dropped from a distance of 18.00 in. (457.2 mm), subjecting the soil to a total compactive effort of about 56 000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>). The resulting dry unit weight is determined. The procedure is repeated for a sufficient number of molding water contents to establish a relationship between the dry unit weight and the molding water content for the soil. This data, when plotted, represent a curvilinear relationship known as the compaction curve. The values of optimum water content and modified maximum dry unit weight are determined from the compaction curve.

#### البند ٤,١ الترجمة

يتم وضع تربة عند محتوى مائي مختار للتشكيل في خمس طبقات داخل قالب ذي أبعاد معينة مع دمك كل طبقة بواسطة ٢٥ أو ٥٦ ضربة من مطرقة رامر وزنها ١٠ رطل قوة ٤٤,٤٨ نيوتن تسقط من مسافة ١٨ بوصة ٤٥٧,٢ مم مما يخضع التربة لطاقة دك كلية تبلغ حوالي ٥٦٠٠٠ قدم رطل لكل قدم مكعب ٢٧٠٠ كيلونيوتن متر لكل متر مكعب يتم تحديد الكثافة الوزنية الجافة الناتجة يتم تكرار الإجراء لعدد كاف من محتويات الماء عند التشكيل لإنشاء علاقة بين الكثافة الوزنية الجافة ومحتوى الماء عند التشكيل للتربة هذه البيانات عند رسمها تمثل علاقة منحنية تُعرف باسم منحنى الدمك يتم تحديد قيم المحتوى المائي الأمثل والكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة من منحنى الدمك

#### الشرح

البند ده هو وصفة الطبخ الكاملة لاختبار بروتكتور المعدل



لو حبينا نلخص المواصفة كلها في فقرة واحدة هتكون هي الفقرة دي:  
**نبدأ خطوة خطوة:**  
**تربة عند محتوى مائي مختار يعني نبدأ بتحضير عينة من التربة ونضيف ليها نسبة مية معينة دي أول نقطة على المنحنى بتاعنا**  
**في خمس طبقات داخل قالب يعني بنحط التربة الرطبة دي في القالب مش مرة واحدة لكن على خمس طبقات متساوية**  
**دمك كل طبقة بواسطة ٢٥ أو ٥٦ ضربة يعني بعد كل طبقة بنضربها بالمطرقة**  
**٢٥ ضربة لو بنستخدم القالب الصغير طرق A أو B**  
**٥٦ ضربة لو بنستخدم القالب الكبير طريقة C**  
**مطرقة وزنها ١٠ رطل يعني وزن المطرقة حوالي ٤,٥ كجم.**  
**تسقط من ١٨ بوصة حوالي ٤٥٧,٢ مم و دي هي مواصفات المطرقة المعدلة الثقيلة**  
**طاقة دك كلية تبلغ حوالي ٥٦٠٠٠ دي هي النتيجة النهائية لكل الخطوات اللي فاتت مجموع كل الضربات دي بيوصل طاقة محددة للتربة وهي دي القيمة اللي بتعرف الجهد المعدل**  
**تحديد الكثافة الوزنية الجافة الناتجة يعني بعد ما نخلص دمك بنوزن العينة ونأخذ جزء منها عشان نحدد محتواها المائي ومن الوزن والحجم والمحتوى المائي بنحسب الكثافة الجافة دي كده نتيجة أول نقطة**  
**يتم تكرار الإجراء لعدد كاف بنرمي العينة المدكوكة دي لأن مينفعش نستخدمها تاني ونرجع نحضر عينة جديدة بنسبة مية مختلفة أعلى شوية ونعيد كل الخطوات اللي فاتت من أول وجديد بنكرر الموضوع ده أربع أو خمس مرات على الأقل**  
**منحنى الدمك بنحط كل النقط اللي حصلنا عليها محتوى مائي مع كثافة جافة على رسم بياني المحور الأفقي هو المحتوى المائي والرأسي هو الكثافة الجافة النقط دي بتشكل منحنى على شكل جرس**  
**تحديد القيم المثلى من الرسم البياني ده بنحدد أعلى نقطة في المنحنى دي هي الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة MDD المحتوى المائي المقابل لأعلى نقطة ده هو المحتوى المائي الأمثل OMC**  
**النتيجة النهائية هذه الفقرة هي قلب المواصفة النابض هي تشرح باختصار العملية الكاملة من تحضير أول عينة وحتى الحصول على النتيجتين النهائييتين MDD و OMC اللتين هما الهدف الأساسي من كل هذا الاختبار**

pads, road bases) is compacted to a dense state to obtain satisfactory engineering properties such as shear strength, compressibility, or permeability. In addition, foundation soils are often compacted to improve their engineering properties. Laboratory compaction tests provide the basis for determining the percent compaction and molding water content needed to achieve the required engineering properties, and for controlling construction to assure that the required compaction and water contents are achieved.

#### البند ١٥ الترجمة

١٥ التربة التي تُستخدم ك ردم هندسي مثل السدود الترابية أو قواعد الأساسات أو طبقات أساس الطرق يتم دمكها إلى حالة كثيفة للحصول على خصائص هندسية مُرضية مثل مقاومة القص أو الانضغاطية أو النفاذية. بالإضافة إلى ذلك غالبًا ما يتم دمك تربة التأسيس لتحسين خصائصها الهندسية. توفر اختبارات الدمك العملية الأساس لتحديد نسبة الدمك ومحتوى الرطوبة عند التشكيل اللازمين لتحقيق الخصائص الهندسية المطلوبة وللتحكم في أعمال التنفيذ لضمان تحقيق الدمك ومحتوى المياه المطلوبين.

#### البند ١٥ الشرح

البند ده بيجابو على سؤال جوهري: إيه لزمة اختبار بروكتور وكل الشغل ده؟  
 الإجابة ببساطة إننا بنعمل الاختبار ده عشان نحمي شغلنا من الهبوط والتشققات والكوارث الهندسية اللي بتحصل لما التربة تكون ضعيفة أو فيها فراغات.  
 ليه بنضغط التربة او ندمكها؟  
 لأن التربة في حالتها الطبيعية بتكون هشة ومليانة فراغات هوائية زي قطعة إسفنج و لو بنينا عليها مبنى أو طريق مع الوقت الأحمال والمطر والفراغات دي هتتقل تدريجيًا والتربة هتهبط وبالتالي يحصل شروخ أو فشل في المنشأ.  
 و عملية الدمك دي هي ببساطة عصر التربة دي عشان نطلع الهوا منها ونخليها متماسكة وقوية.

المواصفة بتقول إننا بنعمل كده عشان نحسن ٣ خصائص هندسية أساسية:  
 ١-مقاومة القص: عشان التربة تقدر تقاوم الأحمال الجانبية ومنتزحلقش، وده مهم جدًا في السدود الترابية وجوانب الطرق.

٢-الانضغاطية: عشان نقلل الهبوط المستقبلي تحت وزن المباني أو الطرق. كل ما كانت التربة مدمكة أكثر كل ما

#### 5. Significance and Use

##### ٥. الأهمية والاستخدام

5.1 Soil placed as engineering fill (embankments, foundation

### كان الهبوط أقل.

٣-النفاذية: عشان نتحكم في حركة المياه داخل التربة. مثلاً في السدود الطينية عايزين نفاذية قليلة جداً لكن في الطرق محتاجين نفاذية معتدلة لتصريف مياه المطر.

إيه دور اختبار بروكتور في القصة دي؟

اختبار بروكتور هو اللي بيدينا الكتالوج أو الدليل الإرشادي للتربة بتاعتنا. هو اللي بيجابو على سؤايل مهمين جداً لمهندس الموقع:

ما هي أقصى قوة يمكن أن تصل إليها هذه التربة؟

(الإجابة: الكثافة القصوى (MDD))

و ما هي نسبة الرطوبة المثالية لتحقيق هذه القوة؟

(الإجابة: المحتوى المائي الأمثل (OMC)).

بناءً على الأرقام دي مهندس المشروع بيكتب في المواصفات حاجة زي:

يجب دمك طبقة الأساس لتحقيق ٩٥% على الأقل من الكثافة الجافة القصوى (MDD) المحددة بالاختبار عند

محتوى مائي في حدود  $\pm 2\%$  من المحتوى الأمثل (OMC).

بعد كده بييجي دور فرق ضبط الجودة في الموقع عشان يتأكدوا إن التربة اللي بتدمك فعلاً مطابقة للمواصفات دي.

النتيجة النهائية ان اختبار بروكتور مش مجرد إجراء روتيني لكنه أساس الجودة في مشاريع الردم والطرق والأساسات. هو الصلة اللي بتربط بين تصميم المهندس في المكتب وتنفيذ المقاول في الموقع، وبدونه مفيش ضمان إن المنشأ هيعيش بأمان واستقرار لسنين طويلة.

maximum dry unit weight using this test method, it may be practicable for testing to be performed using Test Method and to specify the degree of compaction as a percentage of the standard maximum dry unit weight. Since more energy is applied for compaction using this test method, the soil particles are more closely packed than when D698 is used. The general overall result is a higher maximum dry unit weight, lower optimum moisture content, greater shear strength, greater stiffness, lower compressibility, lower air voids, and decreased permeability. However, for highly compacted fine-grained soils, absorption of water may result in swelling, with reduced shear strength and increased compressibility, reducing the benefits of the increased effort used for compaction (2). Use of D698, on the other hand, allows compaction using less effort and generally at a higher optimum moisture content. The compacted soil may be less brittle, more flexible, more permeable, and less subject to effects of swelling and shrinking. In many applications, building or construction codes may direct which test method, D698 or this one, should be used when specifying the comparison of laboratory test results to the degree of compaction of the in-place soil in the field.

### ملاحظة ٣ الترجمة

ملاحظة ٣- غالباً ما يتم تحديد درجة دمك التربة المطلوبة لتحقيق الخصائص الهندسية المرغوبة كنسبة مئوية من الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة كما هو محدد باستخدام طريقة الاختبار هذه. إذا كانت درجة الدمك المطلوبة أقل بكثير من الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة باستخدام طريقة الاختبار هذه فقد يكون من العملي إجراء الاختبار باستخدام طريقة الاختبار D698 وتحديد درجة الدمك كنسبة مئوية من الكثافة الوزنية الجافة القصوى القياسية. نظراً لتطبيق طاقة أكبر للدمك باستخدام طريقة الاختبار هذه، فإن حبيبات التربة تكون متراصة بشكل أكبر مما هي عليه عند استخدام D698. والنتيجة الإجمالية العامة هي كثافة وزنية جافة قصوى أعلى، ومحتوى مائي أمثل أقل، ومقاومة قص أكبر، وصلابة أكبر، وانضغاطية أقل، وفراغات هوائية أقل، ونفاذية منخفضة. ومع ذلك، بالنسبة للتربة ناعمة الحبيبات عالية الدمك، قد يؤدي امتصاص الماء إلى حدوث انتفاخ مع انخفاض في مقاومة القص وزيادة في الانضغاطية، مما يقلل من فوائد الجهد الزائد المستخدم للدمك. من ناحية أخرى، يسمح استخدام D698 بالدمك باستخدام جهد أقل وبشكل عام عند محتوى مائي أمثل أعلى. قد تكون التربة المدكوكة أقل هشاشة، وأكثر مرونة، وأكثر نفاذية، وأقل عرضة لآثار الانتفاخ والانكماش. في العديد من التطبيقات، قد تحدد أكواد البناء أو التشييد أي طريقة اختبار، D698 أو هذه، يجب استخدامها عند تحديد مقارنة نتائج الاختبار العملي بدرجة دمك التربة في الموقع."

NOTE 3—The degree of soil compaction required to achieve the desired engineering properties is often specified as a percentage of the modified maximum dry unit weight as determined using this test method. If the required degree of compaction is substantially less than the modified

### ملاحظة ٣ الشرح

مش هتعرض لمية كتير.

بروكتور القياسي **D698**: استخدمه في معظم المشاريع العادية، وخصوصاً لو بتتعامل مع تربة طينية معرضة للرطوبة، أو لو مواصفات المشروع مش بتطلب كثافات عالية جداً. في النهاية، كود البناء أو مواصفات المشروع هو الحكم النهائي اللي بيحدد أي اختبار تستخدم.

### ملاحظة ٣ مثال عملي

شركة تبني منتج سياحي كبير المشروع يتضمن جزئين: أساسات الفندق الرئيسي: برج مكون من ١٥ طابقاً. و مناطق اللاندسكيب والردم حول حمام السباحة: مناطق خضراء ستتعرض للري المستمر. التربة في الموقع هي تربة طينية (Clay).

### قرار المهندس الاستشاري:

لأساسات الفندق: الأحمال ضخمة جداً ومحورية. يجب تحقيق أقصى قوة ممكنة لمنع الهبوط. يقرر المهندس استخدام بروكتور المعدل D1557 كمرجع، ويطلب تحقيق ٩٨% من الكثافة القصوى المعدلة، مع عزل الأساسات جيداً لمنع وصول المياه إليها.

لمناطق اللاندسكيب: الأحمال خفيفة والتربة معرضة للري المستمر. لو استخدم بروكتور المعدل، التربة ستنتفخ وتدمر الأرصفة والمشايات. لذلك، يتخذ المهندس قراراً حكيماً باستخدام بروكتور القياسي D698 كمرجع، ويطلب تحقيق ٩٥% من الكثافة القصوى القياسية، لتكون التربة مدكوكة بشكل جيد لكنها مرنة وقادرة على التعامل مع تغيرات الرطوبة دون مشاكل انتفاخ.

### النتيجة:

باستيعاب هذه الملحوظة المهندس يقدر يختار الأداة المناسبة لكل وظيفة فيضمن قوة واستقرار المبنى الضخم وفي نفس الوقت يضمن جمال واستدامة مناطق اللاندسكيب على المدى الطويل متجنباً مشاكل الصيانة المكلفة لو طبق الأقوى هو الأفضل بشكل أعمى.

5.2 During design of an engineered fill, testing performed to determine shear, consolidation, permeability, or other properties requires test specimens to be prepared by compacting the soil at a prescribed molding water content to obtain a predetermined unit weight. It is common practice to first determine the optimum water content ( $w_{opt}$ ) and maximum dry unit

الملاحظة دي بتقولك حكمة هندسية مهمة جداً: هي ان الأقوى ليس دائماً هو الأفضل. يعنى هي بتشرح لك إمتى تختار اختبار بروكتور المعدل القوي وإمتى تختار اختبار بروكتور القياسي الأضعف.

كأنك بتختار بين سيارتين: سيارة سباق اللي هي بروكتور المعدل وسيارة عائلية عادية اللي هي بروكتور القياسي. ف سيارة السباق أسرع وأقوى لكنها ناشفة جداً ومطباتها قاسية ومش مريحة. لكن السيارة العائلية أبطأ و لكنها أكثر مرونة وراحة يعنى اختيارك يعتمد على طبيعة الرحلة.

طيب مقارنة بين الاختبارين بشكل نصي سلس:

اولا طاقة الدمك: في بروكتور المعدل طاقة الدمك عالية جداً حوالي ٥٦,٠٠٠، بينما في بروكتور القياسي منخفضة حوالي ١٢,٤٠٠.

ثانيا الكثافة القصوى: التربة المدكوكة باستخدام بروكتور المعدل تصل لأعلى كثافة وزنية جافة أما باستخدام بروكتور القياسي فهي أقل.

ثالثا المحتوى المائي الأمثل: في بروكتور المعدل أقل وفي بروكتور القياسي أعلى.

رابعا التربة الناتجة: التربة بعد بروكتور المعدل كثيفة جداً وقوية و صلبة لكنها هشّة بينما بعد بروكتور القياسي كثيفة بشكل معقول لكنها أكثر مرونة.

خامسا أفضل استخدام: بروكتور المعدل للأحمال الثقيلة جداً مثل مدارج المطارات وقواعد الكباري أما بروكتور القياسي فهو مناسب للاستخدامات العامة مثل المباني السكنية و مواقف السيارات أو ردم الحدائق.

بس خذ بالك في التحذير الخطير:

هو لما تستخدم بروكتور المعدل على تربة ناعمة زي الطينية إنت بتضغط الحبيبات على بعضها بقوة لدرجة إنك بتخليها هشّة وعطشانة للمية. لو التربة دي في المستقبل تعرضت لمصدر مياه مطر او ري او تسريب هيحصلها انتفاخ عنيف وده ممكن يدمر كل القوة اللي بنيتها وتتحول التربة من صخرة صلبة إلى قطعة عجينة ضعيفة.

فاهنا باقى دور بروكتور القياسي هو الحل الأكثر أماناً أحياناً:

لان لما بتستخدم الاختبار الأضعف إنت بتدمك التربة عند نسبة رطوبة أعلى شوية ده بيخلق هيكل تربة مرّن شوية وأقل كثافة لكنه في نفس الوقت أقل حساسية للتغيرات في الرطوبة ومش بينتفخ بنفس الشراسة.

الخلاصة: إمتى أختار ده أو ده؟

بروكتور المعدل **D1557**: استخدمه لما تكون الأحمال ضخمة جداً (زي الطيارات) أو لما تكون متأكد إن التربة

weight ( $\gamma_{dmax}$ ) by means of a compaction test. Test specimens are compacted at a selected molding water content ( $w$ ), either wet or dry of optimum ( $w_{opt}$ ) or at optimum ( $w_{opt}$ ), and at a selected dry unit weight related to a percentage of maximum dry unit weight ( $\gamma_{dmax}$ ). The selection of molding water content ( $w$ ), either wet or dry of optimum ( $w_{opt}$ ) or at optimum ( $w_{opt}$ ) and the dry unit weight ( $\gamma_{dmax}$ ) may be based on past experience, or a range of values may be investigated to determine the necessary percent of compaction.

#### البند ٥.٢ الترجمة

أثناء تصميم الردم الهندسي، تتطلب الاختبارات التي تجرى لتحديد مقاومة القص، أو الانضغاط (التصلب)، أو النفاذية، أو غيرها من الخصائص، تحضير عينات اختبار عن طريق دمك التربة عند محتوى مائي محدد للتشكيل للحصول على كثافة وزنية محددة مسبقًا. من الممارسات الشائعة أولاً تحديد المحتوى المائي الأمثل ( $w_{opt}$ ) وأقصى كثافة وزنية جافة ( $\gamma_{dmax}$ ) عن طريق اختبار الدمك. يتم دمك عينات الاختبار عند محتوى مائي مختار للتشكيل ( $w$ )، إما على الجانب الرطب أو الجاف من المحتوى الأمثل أو عند المحتوى الأمثل نفسه، وعند كثافة وزنية جافة مختارة ترتبط بنسبة مئوية من أقصى كثافة وزنية جافة. قد يستند اختيار محتوى الماء للتشكيل والكثافة الوزنية الجافة إلى الخبرة السابقة، أو يمكن دراسة نطاق من القيم لتحديد نسبة الدمك اللازمة.

#### البند ٥.٢ الشرح

البند ده بيشرح استخدام آخر ومهم جدًا لنتائج اختبار بروكتور وهو استخدامه كوصفة تحضير لعينات الاختبارات الهندسية المعقدة.

الفكرة ببساطة لما مهندس التصميم يحتاج يعرف خصائص التربة بالتفصيل زي قوتها أو مقدار هبوطها بيطلب من المعمل يعمل اختبارات متقدمة زي اختبار القص الثلاثي أو اختبار التصلب. هذه الاختبارات لا يمكن إجراؤها على التربة كما هي بل يجب تحضير عينة اختبار قياسية وموحدة في المختبر عشان تكون النتائج قابلة للمقارنة وممثلة للحالة اللي هتكون عليها التربة في الموقع بعد الدمك.

(OMC و MDD).

#### الخطوات نعمل كالتالي:

أولاً عمل اختبار بروكتور: المعمل بيعمل اختبار بروكتور كالعادة عشان يحدد أقصى كثافة (MDD) والرطوبة المثلى (OMC) للتربة.

ثانياً المهندس يحدد حالة العينة المطلوبة و مهندس التصميم بناءً على خبرته وطبيعة المشروع يحدد للمعمل هو عايز يدرس التربة في أي حالة بالظبط. مش دايمًا بيطلب الحالة المثالية ١٠٠% من MDD عند OMC. ممكن يطلب حالات ثانية:

زي عند المحتوى الأمثل: حضروا لي عينة مدموكة ل ٩٥% من الكثافة القصوى عند المحتوى المائي الأمثل.

او على الجانب الرطب (Wet of Optimum): حضروا لي عينة مدموكة ل ٩٥% من الكثافة القصوى عند محتوى مائي أعلى من الأمثل ٢% لدراسة سلوك التربة لو تعرضت لمطر أو رطوبة زائدة.

او على الجانب الجاف (Dry of Optimum): حضروا لي عينة مدموكة ل ٩٨% من الكثافة القصوى عند محتوى مائي أقل من الأمثل ٢% لدراسة سلوك التربة في الظروف الجافة.

ثالثاً المعمل يحضر العينة وينفذ الاختبار المتقدم: المعمل بياخد وصفة التحضير دي ويجهز عينة التربة بدقة شديدة عشان تحقق الكثافة والرطوبة المطلوبتين وبعدين يجري عليها اختبار القص أو التصلب.

#### الخلاصة

ان اختبار بروكتور لا يعطينا فقط الأهداف التي نسعى لتحقيقها في الموقع بل يعطينا أيضًا الخريطة التي نستخدمها لتحضير عينات موحدة في المختبر مما يسمح لنا بدراسة سلوك التربة الهندسي في أي حالة محتملة خلال عمر المنشأ.

طيب من أين تأتي وصفة التحضير لهذه العينات القياسية؟  
الإجابة: من نتائج اختبار بروكتور المعدل او القياسي

#### البند ٥.٢ مثال عملي

مهندس جيوتقني يصمم أساسات خزان مياه ضخ.  
هو قلق من أمرين:

هل التربة قوية كفاية لتحمل وزن الخزان؟

كم سيهبط الخزان مع الوقت؟

تحديد الخصائص الأساسية (بروكتور):

يطلب من المختبر إجراء اختبار بروكتور المعدل (D1557)  
على تربة الموقع.

النتائج:  $MDD = 2.10$  طن/م<sup>3</sup>،  $OMC = 9.0\%$ .

طلب الاختبارات المتقدمة استخدام نتائج بروكتور  
كوصفة:

المهندس يرسل طلبًا جديدًا للمختبر:

الحالة ١ المتوقعة في الموقع: كثافة ٩٥% من MDD عند  
المحتوى المائي الأمثل (OMC).

الحالة ٢ أسوأ سيناريو - تسريب محتمل من الخزان:  
كثافة ٩٥% من MDD عند محتوى مائي أعلى من الأمثل ٢%  
(Wet of Optimum).

تنفيذ المختبر لتحضير العينة:

لحساب كثافة جافة مستهدفة للحالة ٢:  $1.995 = 2.10 \times 0.95$  طن/م<sup>3</sup>.

لحساب المحتوى المائي المستهدف:  $11.0\% = 2.0\% + 9.0\%$ .  
الفني يضبط محتوى التربة بدقة إلى ١١.٠% ثم يدمكها في  
قالب خاص بجهاز القص الثلاثي حتى تصل كثافتها  
الجافة إلى ١.٩٩٥ طن/م<sup>3</sup> بالضبط.

النتيجة النهائية:

المهندس الآن سيحصل على قيم مقاومة القص للتربة  
في حالتها المتوقعة وفي حالتها الأسوأ. باستخدام هذه  
البيانات الدقيقة، يمكنه تصميم أساسات آمنة وموثوقة  
قادرة على تحمل وزن الخزان في كل الظروف المحتملة،  
وكل هذا مبني على "وصفة التحضير" التي قدمها اختبار  
بروكتور.

5.3 Experience indicates that the methods outlined in 5.2 or the construction control aspects discussed in 5.1 are extremely difficult to implement or yield erroneous results when dealing with some soils. The following subsections describe typical problem soils, the problems encountered when dealing with such soils and possible solutions for these problems.

البند ٥.٣ الترجمة

تشير الخبرة إلى أن الطرق الموضحة في ٥.٢ أو جوانب التحكم في الإنشاءات التي نوقشت في ٥.١ تكون صعبة التنفيذ للغاية أو تسفر عن نتائج خاطئة عند التعامل مع بعض أنواع التربة. تصف الأقسام الفرعية التالية أنواع التربة التي تمثل مشاكل نموذجية، والمشاكل التي تتم مواجهتها عند التعامل مع هذه التربة، والحلول الممكنة لهذه المشاكل.

البند ٥.٣ الشرح

البند ده هو اعتراف صريح من واضعي المواصفة بأن: مش كل أنواع التربة سهلة ومباشرة زي اللي في الكتب. فيه أنواع تربة صعبة المراس أو ذات مشاكل والطرق القياسية اللي شرحناها ممكن تفشل معاها أو تدي نتائج غلط تمامًا.

المعنى ببساطة تخيل أنك طبيب والإجراءات القياسية اللي تعلمتها هي علاج الصداع والبرد. هذه الإجراءات فعالة ل ٩٠% من المرضى. لكن فجأة يدخل عليك مريض لديه أعراض غريبة جدًا لا تتناسب مع أي مرض تعرفه. هنا لا يمكنك أن تعطيه حبة أسبرين وتتوقع أن يشفى. يجب أن تعترف بأن هذه حالة خاصة وتتطلب تحاليل وفحوصات متقدمة.

البند هنا بيقول للمهندس والفني: انتبه لو لاحظت أن سلوك التربة غريب أثناء الاختبار أو أن النتائج غير منطقية لا تتجاهل الأمر. أنت على الأغلب تتعامل مع واحدة من الحالات الخاصة وتطبيق الإجراءات القياسية بشكل أعمى سيعطيك نتائج مضللة وخطيرة.

طيب ما هي هذه الحالات الخاصة أو التربة ذات المشاكل؟ المواصفة تمهد الطريق للحديث عن أنواع تربة مثل: التربة عالية اللدونة أو الانتفاخية: التي تنتفخ بشدة عند تعرضها للماء.

والتربة التي تتكسر حبيباتها أثناء الدمك: مثل الصخور الرسوبية الضعيفة.

والتربة ذات الفجوة في التدرج Gap Graded: التي تفتقر إلى أحجام معينة من الحبيبات مما يجعل من الصعب رصها جيدًا.

والتربة العضوية: التي تحتوي على مواد نباتية متحللة وتتصرف بشكل غير متوقع.

والتربة الرطبة جدًا: وهي التي تضخ الماء من جوانب القالب أثناء الدمك.

هذا البند هو بمثابة مقدمة للأقسام التالية التي ستشرح كل مشكلة من هذه المشاكل بالتفصيل وتقدم حلولًا مقترحة للتعامل معها.





5.3.1 Oversize Fraction—Soils containing more than 30 % oversize fraction (material retained on the 3/4-in. (19-mm) sieve) are a problem. For such soils, there is no ASTM test method to control their compaction and very few laboratories are equipped to determine the laboratory maximum unit weight (density) of such soils (USDI Bureau of Reclamation, Denver, CO and U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, MS). Although Test Methods D4914/D4914M and D5030/D5030M determine the “field” dry unit weight of such soils, they are difficult and expensive to perform.

#### البند ٣.١.٥ الترجمة

الجزء ذو الحجم الزائد- التربة التي تحتوي على أكثر من ٣٠% من الجزء ذي الحجم الزائد (المواد المحبوزة على منخل ٣/٤ بوصة (١٩ مم)) تمثل مشكلة. بالنسبة لهذه الأنواع من التربة، لا توجد طريقة اختبار ASTM للتحكم في دمكها، وعدد قليل جداً من المختبرات مجهز لتحديد الكثافة الوزنية القصوى (الكثافة) لمثل هذه التربة في المختبر (مكتب الاستصلاح بوزارة الداخلية الأمريكية، دنفر، كولورادو؛ وفيلق المهندسين بالجيش الأمريكي، فيكسبيرغ، مسيسيبي). على الرغم من أن طرق الاختبار D4914/D4914M و D5030/D5030M تحدد الكثافة الوزنية الجافة “الحقلية” لمثل هذه التربة، إلا أنها صعبة ومكلفة في التنفيذ.

#### البند ٣.١.٥ الشرح

البند ده يقول بوضوح شديد: إذا كانت التربة تحتوي على أكثر من ٣٠% حصى أكبر من ٣/٤ بوصة فإن اختبار بروكتور بكل طرقه وتصحيحاته يصبح غير صالح للاستخدام هنا إنا ندخل من عالم هندسة التربة إلى عالم هندسة الصخور. طيب ليه التربة دي مشكلة؟

لان لا يوجد اختبار معلمي قياسي فالمواصفة تعترف بصراحة أنه لا يوجد طريقة اختبار ASTM لتحديد الكثافة القصوى لهذه المواد في المختبرات العادية. قوالب بروكتور صغيرة جداً ولا تستطيع استيعاب هذا الكم الكبير من الصخور أي نتائج ستكون مضللة.

كمان معادلات التصحيح تفشل علشان المعادلات اللي بنستخدمها للتربة التي تحتوي على ٥-٣٠% حصى تصبح غير دقيقة عند تجاوز ٣٠%. الفرضيات اللي بنيت عليها المعادلات لم تعد صالحة.

كمان المختبرات المتخصصة نادرة: يعني توجد مختبرات ضخمة جداً (مثل فيلق المهندسين الأمريكي) مجهزة لتجربة هذه المواد، لكنها نادرة جداً وغير متاحة للمشاريع العادية وكمان الاختبارات الحقلية صعبة ومكلفة: مثل D4914 و D5030 و صعبة و بطيئة ومكلفة ولا تصلح للتحكم اليومي في الجودة.

#### طيب الحل اية ؟

بما أنه لا يمكن الحصول على قيمة كثافة قصوى من المختبر لا يمكن استخدام نسبة الدمك كهدف. الحل: الانتقال من مواصفات الأداء الى نسبة دمك ٩٥% إلى مواصفات الطريقة الى استخدام هذه المعدات بهذه الطريقة.

#### البند ٣.١.٥ مثال عملي

شركة إنشاءات تبني سد ضخمة في منطقة جبلية، والمواد المتاحة للردم هي خليط من التربة وكميات كبيرة من الصخور المكسرة أكبر من ٤٠% أكبر من ٣/٤ بوصة).

هنا المهندس الاستشاري يدرك أنه من المستحيل تحديد الكثافة القصوى لهذه المادة باستخدام اختبار بروكتور. أي محاولة ستكون مضيعة للوقت والمال.

هنا يطلب المهندس إنشاء حقل اختبار صغير بجوار موقع السد لتجربة إجراءات الدمك المختلفة:

التجربة ١: هراس اهتزازي وزن ٢٠ طن طبقات بسماكة ٥٠ سم ٤ اشواط .

التجربة ٢: نفس الهراس، طبقات ٤٠ سم، ٦ اشواط .

التجربة ٣: هراس أثقل ٣٠ طن، طبقات ٥٠ سم، ٤ اشواط . بعد كل تجربة يتم قياس الكثافة في الموقع باستخدام الطرق المكلفة مثل D4914 لتحديد أي طريقة أعطت أفضل النتائج.

و بناءً على نتائج حقل الاختبار المهندس يقرر أن التجربة ٢ هي الأفضل.

تصبح مواصفات المشروع: استخدم هراس اهتزازي  $20 \leq$  طن و ضع طبقات  $40 \geq$  سم وادمك كل طبقة ب ٦ اشواط كاملة.

هنا مهندس الجودة في الموقع الآن يراقب الالتزام بالطريقة هل وزن الهراس صحيح؟ هل سمك الطبقة صحيح؟ هل عدد التمريرات مطابق؟ النتيجة النهائية:

عندما تفشل الطرق المعملية القياسية تتحول الهندسة إلى حلول عملية مبنية على التجربة في الموقع. السيطرة على دمك المواد الصخرية تعتمد على تحديد الطريقة المثلى ومراقبتها، وليس على مقارنة النتائج بقيمة معملية غير موجودة.





such soils is to use a test fill to determine the required degree of compaction and the method to obtain that compaction. Then use a method specification to control the compaction. Components of a method specification typically contain the type and size of compaction equipment to be used, the lift thickness, acceptable range of molding water content, and number of passes.

#### البند ٥,٣,١,١ الترجمة

إحدى طرق تصميم والتحكم في دمك مثل هذه التربة هي استخدام حقل اختبار لتحديد درجة الدمك المطلوبة والطريقة اللازمة للحصول على هذا الدمك ثم استخدام مواصفات الطريقة للتحكم في عملية الدمك. تتضمن مكونات مواصفات الطريقة عادة نوع وحجم معدات الدمك التي سيتم استخدامها وسماكة الطبقة والنطاق المقبول لمحتوى الماء عند التشكيل وعدد التمريرات.

#### البند ٥,٣,١,١ الشرح

في البند السابق ٥,٣,١,١ واجهتنا مشكلة عويصة وهي لو لدينا تربة صخرية بنسبة حصى تفوق ٣٠% واختبار بروكتور لا يعمل فماذا نفعل هذا البند ٥,٣,١,١ يأتي ليقدم الحل العملي الوحيد لهذه المشكلة وهو حل يعتمد على التجربة الميدانية بدلاً من الاختبار المعملية الفكرة ببساطة هي إذا لم تستطع جلب المواقع إلى المختبر فإذهب بالمختبر إلى المواقع وهذا المختبر الميداني هو ما نسميه حقل الاختبار

خطوات الحل كما يشرحها هذا البند:

المرحلة الأولى: التصميم باستخدام حقل الاختبار الهدف ليس فقط تحديد الكثافة القصوى بل تحديد الطريقة المثلية للوصول إليها

التنفيذ يتم ببناء جزء تجريبي من الطريق باستخدام المواد الصخرية الفعلية وتجربة طرق مختلفة للدمك و كل طريقة هي مزيج من أربعة عوامل رئيسية:

نوع وحجم معدات الدمك: هل نستخدم هراس اهتزازي ٢٠ طن أم ٢٥ طن

سماكة الطبقة: هل نفرّد المواد على طبقات سمكها ٤٠ سم أم ٦٠ سم

محتوى الماء: هل نرش الماء على الصخور أم ندمكها جافة

عدد الاشواط : كم مرة يمر الهراس فوق نفس النقطة بعد كل تجربة نقيس الكثافة ونحلل النتائج لاختيار الطريقة الأفضل التي تحقق أعلى كثافة بأقل تكلفة

#### المرحلة الثانية: التحكم في الجودة باستخدام مواصفات الطريقة

بمجرد اختيار الطريقة الأفضل من حقل الاختبار يتم تسجيلها بشكل رسمي في مستندات المشروع و هذا المستند هو مواصفات الطريقة و تصبح هذه الطريقة هي العقد الملزم للمقاول وهي المرجع الذي يستخدمه مهندس ضبط الجودة.

و بدلاً من أن يقيس مهندس الجودة نسبة الدمك فإنه يراقب ويتأكد من أن المقاول يلتزم بكل مكون من مكونات الوصفة الأربعة التي حددها البند

#### البند ٥,٣,١,١ مثال عملي

البند ٥,٣,١ قال لدينا مشكلة هذه التربة صخرية جداً

البند ٥,٣,١,١ يقول إلكم الحل: اذهبوا للموقع ابنوا حقل اختبار و جربوا عدة طرق واختاروا الأفضل.

لنفترض أن أفضل طريقة كانت هراس ٢٥ طن طبقة ٥٠ سم مع رش الماء و ٨ اشواط

هذه النقاط الأربعة تصبح مواصفات الطريقة للمشروع بأكمله. ومهمة مهندس الجودة هي التأكد من أن كل طبقة ردم يتم تنفيذها بهذه الطريقة بالضبط. أي انحراف عن هذه الوصفة يعتبر عملاً مرفوضاً

بهذه الطريقة يوفر هذا البند إطاراً هندسياً وعملياً للتعامل مع أكثر أنواع التربة تحدياً حيث تتحول عملية ضبط الجودة من قياس النتيجة إلى مراقبة العملية

NOTE 4—Success in executing the compaction control of an earthwork project, especially when a method specification is used, is highly dependent upon the quality and experience of the contractor and inspector.

#### ملاحظة ٤ الترجمة

يعتمد نجاح تنفيذ التحكم في دمك مشروع ترابي، خاصة عند استخدام مواصفات الطريقة، اعتماداً كبيراً على جودة وخبرة كل من المقاول والاستشاري

#### ملاحظة ٤ الشرح

في البنود السابقة ٥,٣,١,١ و ٥,٣,١,٢ واجهنا مشكلة التربة الصخرية التي لا يمكن اختبارها في المختبر ووجدنا أن الحل الوحيد هو تصميم مواصفات طريقة تعتمد على حقل اختبار ميداني. هذه المواصفات تحولت من هدف رقمي مثل ٩٥% دمك إلى وصفة عمل دقيقة مثل هراس ٢٠ طن و طبقة ٥٠ سم و ٨ أشواط فهذه الملاحظة تأتي مباشرة بعد هذا الحل لتقول الحقيقة العملية الأهم و طالما أننا لم نعد نعلم على رقم واضح ومحدد وأصبحنا نعلم على وصفة أو طريقة عمل فإن نجاح المشروع بأكمله أصبح الآن في أيدي وخبرة الأشخاص الذين في الموقع المقاو الذي ينفذ والاستشاري الذي يراقب.

لماذا تزداد الأهمية عند استخدام مواصفات الطريقة؟ لأن الرقابة لم تعد قياساً بل أصبحت مراقبة سلوك لم يعد الاستشاري يحتاج فقط إلى جهاز قياس الكثافة بل أصبح يحتاج إلى خبرة واسعة وعين فاحصة ليحكم على جودة التنفيذ. و لم يعد يكفي أن يسأل الاستشاري نفسه هل وصلنا للرقم المطلوب بل أصبح يسأل هل يتم تنفيذ الأشواط الثمانية بالسرعة الصحيحة هل سمك الطبقة منتظم هل الهراس يعمل بكفاءة هل يغطي السائق المساحة بالكامل دون ترك فجوات

كمان دور جودة وخبرة المقاو مهمة جداً فالمقاو الخبير يدرك أن ٨ أشواط ليست مجرد رقم بل هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتستقر الصخور وتتشابك مع بعضها البعض. وهو يوجه فرقته لتنفيذ العمل بدقة وأمانة واما المقاو غير الخبير قد يرى أن ٨ أشواط هي مضيعة للوقت ويطلب من سائقيه عمل ٥ أو ٦ أشواط فقط معتمداً على أن الاستشاري قد لا يلاحظ الفرق وكمان دور جودة وخبرة الاستشاري دة الأهم فالاستشاري الخبير لا يكتفي بالعد هو يراقب جودة كل شوط ويلاحظ سرعة الهراس ويتحقق من عدم وجود مناطق ضعيفة و هو يفهم الهدف من وراء الطريقة وليس فقط خطوات الطريقة.

اما لو الاستشاري مبتدئ فقد يركز فقط على عد الأشواط من بعيد وقد لا يمتلك الخبرة الكافية ليحكم على ما إذا كانت هذه الأشواط فعالة أم لا

الخلاصة النهائية هذه الملاحظة هي خلاصة كل ما سبق هي تقول إن المواصفات والأجهزة مهما كانت دقيقة تظل أدوات صماء. والنجاح الحقيقي في المشاريع الهندسية وخصوصاً في الحالات المعقدة التي تتطلب مواصفات طريقة يعتمد في النهاية على كفاءة وخبرة وأمانة العنصر البشري ممثلاً في المقاو المنفذ والاستشاري المراقب.

5.3.1.2 Another method is to apply the use of density correction factors developed by the USDI Bureau of Reclamation (3,4) and U.S. Corps of Engineers (5). These correction factors may be applied for soils containing up to about 50 to 70 % oversize fraction. Both agencies use a different term for these density correction factors. The USDI Bureau of Reclamation uses  $D$  ratio (or  $D - \text{VALUE}$ ), while the U.S. Corps of Engineers uses Density Interference Coefficient ( $I_c$ ).

#### البند ٥,٣,١,٢ الترجمة

طريقة أخرى هي تطبيق استخدام معاملات تصحيح الكثافة التي طورها مكتب الاستصلاح بوزارة الداخلية الأمريكية وفيلق المهندسين بالجيش الأمريكي. يمكن تطبيق هذه المعاملات على التربة التي تحتوي على نسبة تصل إلى حوالي ٥٠ إلى ٧٠% من الجزء ذي الحجم الزائد. تستخدم كلتا الوكالتين مصطلحاً مختلفاً لمعاملات تصحيح الكثافة هذه. يستخدم مكتب الاستصلاح الأمريكي نسبة  $D$  أو قيمة  $D$ ، بينما يستخدم فيلق المهندسين بالجيش الأمريكي معامل تداخل الكثافة  $I_c$  أو Interference Coefficient

#### البند ٥,٣,١,٢ الشرح

البند السابق ٥,٣,١,١ قدم لنا حلاً عملياً ولكنه مكلف وبطيء وهو حقل الاختبار. هذا البند يقدم حلاً آخر وهو حل نظري ورياضي أسرع وأرخص لكنه يتطلب خبرة وثقة في البيانات التاريخية.

الفكرة هنا ببساطة يعني بدلاً من عمل تجارب ميدانية في كل مشروع نستفيد من الخبرة الكبيرة التي جمعناها أكبر هيئتين هندسيتين في أمريكا على مدار سنوات عديدة هاتان الهيئتان من خلال آلاف التجارب على أنواع التربة الصخرية لاحظوا وجود علاقة رياضية متكررة بين نسبة الحصى الكبير في التربة ومقدار التداخل الذي يسببه هذا الحصى لعملية دمك الجزء الناعم من التربة. بناءً على هذه الملاحظات قاموا بتطوير معاملات تصحيح جاهزة.

#### كيف يعمل الحل؟

١. تحدد نسبة الحصى في مشروعك، مثلاً ٤٥% من المواد أكبر من ٣ بوصة  
٢. تذهب إلى المنحنى الجاهز في دليل مكتب الاستصلاح أو فيلق المهندسين

٣. تجد معامل التصحيح المقابل لنسبة الحصى

٤. تطبق المعامل لتقليل الكثافة المطلوبة في الموقع على سبيل المثال إذا كانت مواصفات المشروع تتطلب دمك الجزء الناعم لتحقيق ٩٥% من كثافته القصوى فإن وجود ٤٥% حصى سيجعل من المستحيل تحقيق هذه النسبة للخليط كله.

فالمحنيات الجاهزة دي بتوضح أنه يجب خفض متطلب الدمك الإجمالي إلى ٩٢%  
أسماء مختلفة لنفس الفكرة  
مكتب الاستصلاح الأمريكي يسميه نسبة D أو قيمة D  
فيلق المهندسين بالجيش الأمريكي يسميه معامل تداخل الكثافة  $\gamma_{dmax}$   
حدود التطبيق  
هذه الطريقة مفيدة للتربة التي تحتوي على نسبة حصى تصل إلى ٥٠ أو حتى ٧٠%. إذا زادت النسبة عن ذلك، نعود إلى الحل الأول وهو مواصفات الطريقة وحقل الاختبار.

البند ٣.١.٢، ٥ مثال عملي  
مهندس استشاري يعمل في مشروع طريق جبلي والتربة تحتوي على ٤٠% حصى كبير. هنا لديه خياران للتحكم في جودة الردم

الخيار الأول: حقل الاختبار  
الإجراء: يطلب من المقاول عمل حقل اختبار مكلف لتحديد أفضل طريقة للدمك  
المميزات: نتائج دقيقة ومخصصة للمواد والمعدات المستخدمة في المشروع بالتحديد  
العيوب: مكلف جدًا و بطيء ويتطلب خبرة كبيرة في التصميم والتنفيذ

الخيار الثاني: معاملات التصحيح  
الإجراء: فتح دليل فيلق المهندسين إدخال نسبة الحصى ٤٠% على منحنى معامل تداخل الكثافة  $\gamma_{dmax}$  ووجد أن معامل التصحيح اللازم هو ٠.٩٨

التطبيق: إذا كان المطلوب تحقيق كثافة ٢.١٠ طن/م<sup>٣</sup>، فإنه الآن سيطلب من الموقع تحقيق كثافة لا تقل عن ٢.١٠ x ٠.٩٨ = ٢.٠٥٨ طن/م<sup>٣</sup>

المميزات: سريع، غير مكلف، ويعطي هدفًا رقميًا واضحًا يمكن قياسه في الموقع  
العيوب: يعتمد على بيانات عامة قد لا تمثل بدقة نوع الصخور المحدد في الموقع

القرار  
في كثير من المشاريع التجارية، يعتبر الخيار الثاني استخدام معاملات التصحيح هو الحل العملي والأكثر شيوعًا لأنه يوفر الوقت والمال ويقدم أساسًا هندسيًا مقبولًا للتحكم في الجودة طالما أن نسبة الحصى لا تتجاوز الحدود المذكورة

5.3.1.3 The use of the replacement technique (Test Method D1557–78, Method D), in which the oversize fraction is replaced with a finer fraction, is inappropriate to determine the maximum dry unit weight,  $\gamma_{dmax}$ , of soils containing oversize fractions (5).

البند ٣.١.٣، ٥ الترجمة

إن استخدام تقنية الاستبدال  $\gamma_{dmax}$  طريقة الاختبار 1557-78 D التي يتم فيها استبدال الجزء ذي الحجم الزائد بجزء أنعم، هو إجراء غير مناسب لتحديد أقصى كثافة وزنية جافة للتربة التي تحتوي على أجزاء ذات حجم زائد.

البند ٣.١.٣، ٥ الشرح

هذا البند هو تحذير واضح وصريح من واضعي المواصفة يقول: انتبهوا! الطريقة القديمة التي كانت تسمح برمي الحصى الكبير وتعويضه حصى أصغر هي طريقة خاطئة ومضلة ويجب عدم استخدامها نهائيًا.

ما هي تقنية الاستبدال أو الاستعواض القديمة؟  
في إصدار قديم من المواصفة عام ١٩٧٨ كانت هناك طريقة تسمى الطريقة D. كانت هذه الطريقة تقترح حلًا بسيطًا لمشكلة الحصى الكبير وهي كالتالي:

١. فصل الحصى الكبير عن العينة.
٢. وزن الجزء الخشن الذي فصلته.
٣. التخلص من الحصى الكبير.
٤. ثم يأتي بدل عنها بنفس الوزن من مادة أنعم من الجزء الذي يمر من منخل ٣/ بوصة ومحجوز من منخل رقم ٤.
٥. بعدين إضافة المادة البديلة إلى العينة الأصلية.
٦. ثم إجراء اختبار بروكتور على الخليط المعدل.

طيب ليه الطريقة D خاطئة وغير مناسبة؟

١. لأنها تغيير طبيعة التربة: يعني دلوقتي مش بتختبر التربة الأصلية بل خليطًا صناعيًا له خصائص مختلفة.
٢. كمان تأثير الهيكل العظمي: يعني الحصى الكبير يعمل كهيكل عظمي داخل التربة والحبيبات الناعمة تملأ الفراغات بينه وبين طريقة الإحلال أو الاستعواض تتجاهل هذا التفاعل المعقد تمامًا.
٣. نتائج غير واقعية: تؤدي غالبًا إلى قيم كثافة قصوى أعلى من الواقع مما يضع أهدافًا غير قابلة للتحقيق في الموقع ويؤدي إلى نزاعات بين المقاول والاستشاري

الخلاصة ان هذا البند هو بمثابة شهادة وفاة رسمية للطريقة D من إصدار عام ١٩٧٨. المواصفة الحالية 1557-12 D تقول بوضوح إياك أن تستخدم طريقة الاستبدال. بدلاً من ذلك إذا كانت التربة تحتوي على حصى كبير لديك حلان فقط: إذا كانت نسبة الحصى أقل من ٣٠% استخدم طريقة

التصحيح الرياضي ASTM D4718

و إذا كانت نسبة الحصى أكبر من ٣٠% اترك المختبر واذهب للموقع وقم بعمل حقل اختبار لتحديد مواصفات الطريقة أو استخدم معاملات التصحيح التجريبية D-ratio أو  $\gamma_{dmax}$

5.3.2 Degradation—Soils containing particles that degrade

during compaction are a problem, especially when more degradation occurs during laboratory compaction than field compaction, the typical case. Degradation typically occurs during the compaction of a granular-residual soil or aggregate. When degradation occurs, the maximum dry-unit weight increases (1) so that the resulting laboratory maximum value is not representative of field conditions. Often, in these cases, the maximum dry unit weight is impossible to achieve in the field.

#### البند ٥,٣,٢ الترجمة

التكسر- التربة التي تحتوي على حبيبات تتكسر أثناء الدمك تمثل مشكلة خاصة عندما يحدث تكسر في المختبر أكثر من الذي يحدث في الدمك الحقلي وهي الحالة النموذجية. يحدث التكسر عادةً أثناء دمك التربة الصخرية المتحللة granular-residual soil أو الركام. عندما يحدث التكسر، تزداد الكثافة الوزنية الجافة القصوى، بحيث تصبح القيمة القصوى العملية الناتجة غير ممثلة لظروف الحقل. في كثير من الأحيان، في هذه الحالات، يصبح من المستحيل تحقيق الكثافة الوزنية الجافة القصوى في الحقل

#### البند ٥,٣,٢ الشرح

هذا البند يتحدث عن التربة التي تغير طبيعتها تحت الدمك . المشكلة هنا أن طاقة مطرقة بروكتور المركزة والعنيفة تكون أقوى من قدرة تحمل بعض حبيبات التربة

#### طيب يعني اية التكسر Degradation؟

يعني أن حبيبات التربة خاصة الصخور الرسوبية الضعيفة أو الصخور المتحللة أو بعض أنواع الركام المعاد تدويره تتفتت وتتحول إلى حبيبات أصغر حجمًا تحت ضربات مطرقة بروكتور

#### طيب لية هي مشكلة كبيرة؟

المشكلة هنا هي في عدم تطابق ما يحدث في المختبر مع ما يحدث في الموقع.

في المختبر: مطرقة بروكور المعدنية الصغيرة تزن ١٠ رطل او وتسقط من ارتفاع ١٨ بوصة وتتركز كل طاقتها على مساحة صغيرة جدًا. و هذا الضغط الهائل يكسر الحبيبات الضعيفة ويملأ الفراغات بين الحبيبات الصغيرة الناتجة مما يعطي قيمة كثافة قصوى مرتفعة بشكل مصطنع وغير حقيقي. اما في الموقع: الهراس الضخم ذو الأسطوانة الكبيرة

يوزع وزنه على مساحة واسعة جدًا. الضغط عند أي نقطة تحت الأسطوانة أقل بكثير من الضغط تحت مطرقة بروكتور وبالتالي لا يكسر نفس كمية الحبيبات الكبيرة

النتيجة هنا هي ان المختبر يعطي تقريرًا يقول إن الكثافة القصوى للتربة هي ٢,٢٠ طن/م<sup>٣</sup>. يذهب المقاول إلى الموقع ويبدل قصارى جهده ولكنه لا يستطيع الوصول إلا إلى ٢,١٠ طن/م<sup>٣</sup>. هذا يؤدي إلى خلافات ومشاكل بين المقاول والاستشاري حول تحقيق الهدف المستحيل فيزيائيًا

#### الخلاصة

اختبار بروكتور قد يعطي نتائج متفائلة بشكل خاطئ عند التعامل مع المواد القابلة للتكسر. القيمة العملية للكثافة القصوى تصبح قيمة نظرية لا يمكن الوصول إليها ويجب على المهندس الخبير تعديل أهداف الدمك في الموقع لتكون واقعية وقابلة للتحقيق

#### البند ٥,٣,٢ مثال عملي

#### مشروع طريق يستخدم ركام البازلت

اختبار بروكور في المختبر: يقوم الفني بإجراء اختبار بروكتور المعدل ويلاحظ أن المادة تصبح أنعم مع كل نقطة جديدة في الاختبار وينتج عنه منحني دمك جيد وقيمة كثافة قصوى مرتفعة ٢,٢٠ طن/م<sup>٣</sup>

العمل في الموقع: المواصفات تطلب تحقيق ٩٥% من الكثافة القصوى أي  $2.0 \times 0.95 = 1.9$  طن/م<sup>٣</sup> بعد محاولات عديدة، أقصى قيمة تمكنا من الوصول إليها كانت ١,٩٩ طن/م<sup>٣</sup> فقط

الحل: المهندس الاستشاري يطلب أخذ عينة قبل وبعد اختبار بروكتور وتحليل التدرج الحبيبي

النتائج: نسبة المواد الناعمة كانت ٥% في العينة الأصلية و ١٢% بعد اختبار بروكتور هذا دليل على أن مطرقة بروكتور كسرت الحبيبات الكبيرة بشكل كبير مما أدى إلى ارتفاع غير واقعي في الكثافة القصوى.

5.3.2.1 Again for soils subject to degradation, the use of test fills and method specifications may help. Use of replacement techniques is not correct.

#### البند ٥,٣,٢,١ الترجمة

مرة أخرى، بالنسبة للتربة المعرضة للتكسر، قد يساعد استخدام حقول الاختبار ومواصفات الطريقة. إن استخدام تقنيات الإحلال ليس صحيحًا.

#### البند ٥,٣,٢,١ الشرح

هذا البند قصير ومباشر ويعيد تأكيد نفس المبدأ الذي تعلمناه في التعامل مع التربة الصخرية ويطبقه على مشكلة التربة القابلة للتكسر

الفكرة الأساسية هو عندما يكون اختبار بروكتور في المختبر غير قادر على تمثيل ما سيحدث في الموقع، سواء بسبب الحصى الكبير جدًا أو بسبب تكسر الحبيبات نتخلّى عن الاعتماد على نتائج المختبر وننتقل إلى حلول ميدانية

الحل الأول زي قولنا قبل كدة هو : حقل الاختبار ومواصفات الطريقة  
كما فعلنا مع مشكلة الحصى الكبير الحل الأكثر دقة وموثوقية هو إنشاء حقل اختبار في الموقع. في حقل الاختبار هذا:

نستخدم نفس التربة القابلة للتكسر

نستخدم نفس الهراصات التي سيستخدمها المقاول نجرب طرق دمك مختلفة زي سماكة الطبقة و عدد الأشواط إلخ حتى نصل إلى أقصى كثافة عملية يمكن تحقيقها في الواقع دون تكسر مفرط للحبيبات بكدة تتحول هذه الطريقة المثلية إلى مواصفات الطريقة الملزمة للمشروع. وزي مقولنا فوق ان دور الاستشاري يتحول من قياس نسبة الدمك إلى مراقبة الالتزام بالطريقة.

كمان هنا تحذير بيقول : تقنية الإحلال خاطئة

البند يكرر التحذير الذي جاء في ٥,٣,١,٣: استخدام تقنيات الإحلال أو الاستعواض غير صحيح. أي محاولة لاستبدال الحبيبات القابلة للتكسر بحبيبات أقوى أو مختلفة الحجم تؤدي إلى نتائج مضللة لأنها لا تمثل التربة الأصلية خلاصة البند

هو عندما تواجه تربة ذات مشاكل سواء كانت صخرية جدًا أو قابلة للتكسر الحل الهندسي السليم هو:

الاعتراف بقصور الاختبار العملي

واللجوء إلى حلول ميدانية واقعية مثل حقول الاختبار وتجنب الحلول السهلة الخادعة مثل تقنية الإحلال

#### البند ٥,٣,٢,١ مثال عملي

مشروع فية تربة من صخور الحجر الجيري الضعيفة

المشكلة ان فية نسبة عالية من الحصى الكبير

والحصى ضعيف وبتفتت بسهولة تحت الضغط

فني المعمل يحاول عمل بروكتور النتائج غير منطقية. كمان تطبيق معادلات التصحيح لفرط الحجم يفشل لأن التربة تتغير أثناء الاختبار بسبب التكسر

المهندس الاستشاري يدرك أن هذه التربة لا يمكن تقييمها بقواعد بروكتور القياسية يتجاهل فكرة الحصول على قيمة كثافة قصوى من المختبر ويقرر الحل الميداني: إنشاء حقل اختبار

التنفيذ في حقل الاختبار:

تحديد أفضل طريقة للدمك: نوع الهراس و سماكة الطبقة و عدد الأشواط

الهدف: تحقيق أفضل توازن بين كثافة جيدة وتقليل تكسر الحبيبات  
النتيجة النهائية:

مواصفات طريقة واضحة مثال: الدمك باستخدام هراس مطاطي وزن ٢٠ طن و طبقات لا تزيد عن ٢٠ سم و ٦ أشواط لكل طبقة

في النهاية هذا البند يوفر حلاً موحدًا لمختلف أنواع التربة ذات المشاكل ويؤكد أن التجربة الميدانية هي الحكم النهائي عندما تفشل الأدوات المعملية

5.3.3 Gap Graded—Gap-graded soils (soils containing many large particles with limited small particles) are a problem because the compacted soil will have larger voids than usual. To handle these large voids, standard test methods (laboratory or field) typically have to be modified using engineering judgement.

#### البند ٥,٣,٣ الترجمة

التربة ذات التدرج المنقطع (Gap Graded)—التربة التي تحتوي على الكثير من الحبيبات الكبيرة مع عدد محدود من الحبيبات الصغيرة تمثل مشكلة، لأن التربة المدكوكة سيكون بها فجوات أكبر من المعتاد. للتعامل مع هذه الفجوات الكبيرة، عادة ما يجب تعديل طرق الاختبار القياسية، سواء في المختبر أو في الموقع، باستخدام التقدير الهندسي.



### ٥.٣.٣ الشرح

هذا البند يتكلم عن نوع غريب من التربة يشبه فريق كرة قدم مكون من عمالقة فقط وأقزام فقط بدون وجود لاعبين متوسطين.

ايه هي التربة ذات التدرج المنقطع؟

تخيل صندوق مليان كرات سلة الى هي حصى كبير وكرات بينج بونج الى هي رمل او مواد ناعمة لكن مفيش أي كرات متوسطة الحجم رمل خشن أو حصى صغير ده هو التدرج المنقطع: وجود أحجام كبيرة وصغيرة مع غياب شبه كامل للأحجام المتوسطة اللي المفروض تملأ الفجوات بين الحبيبات الكبيرة.

طيب ليه ده مشكلة؟

فجوات كبيرة جدًا: يعنى لما نحاول ندمك التربة الحبيبات الناعمة مش كفاية لملء الفجوات الكبيرة بين الحبيبات الكبيرة النتيجة هي هيكل تربة ضعيف ومليان فجوات.

عدم استقرار: يعنى تحت الأحمال أو الاهتزازات الحبيبات الصغيرة ممكن تتحرك داخل الفجوات الكبيرة مما يسبب هبوط مفاجئ وقد يزيد خطر التسييل أثناء الزلازل.

مشاكل طرق الاختبار القياسية:

اختبار بروكتور: منحني الدمك ممكن يكون غريب أو غير واضح لأن سلوك الدمك لا يتبع النمط الطبيعي.

اختبارات الكثافة الحقلية مثل الساند كون: الرمل المستخدم في الاختبار ممكن يضيع داخل الفجوات الكبيرة فيعطي نتائج خاطئة تمامًا للكثافة.

الحل: التقدير الهندسي

المواصفة بتقول إنه مفيش حل قياسي يناسب كل الحالات ولازم المهندس يستخدم خبرته زي :

انه يتعرف على المشكلة: يلاحظ المهندس منحني التدرج الحبيبي ويعرف أنه يتعامل مع تربة ذات فجوات كبيرة Gap Graded.

ثم يقوم بتقييم المخاطر: يحدد إذا كانت التربة ستستخدم في أساسات حساسة أو في ردم غير مهم.

ثم يتم تعديل طرق الاختبار: قد يغير أسلوب القياس ليتناسب مع الفجوات الكبيرة، مثل استخدام الحفرة الكبيرة بدل الساند كون العادي أو الاعتماد على الكثافة النسبية بدل بروكتور

تغيير تصميم الخليط: الحل الأفضل غالبًا هو تعديل التربة نفسها. يخلط المهندس التربة مع مادة أخرى تحتوي على الأحجام المفقودة لتحسين التدرج وجعلها جيدة التدرج قبل الاستخدام.

### البند ٥.٣.٣ مثال عملي

مقاوم يستخدم ناتج تكسير صخور للردم خلف حائط ساند ضخ.

المختبر ينفذ اختبار تدرج حبيبي ثم يرسم منحني التدرج الحبيبي ويلاحظ المهندس أن المنطقة الخاصة بالرمل الخشن والحصى الصغير شبه مفقودة يعنى فى فجوة كبيرة بينهم .

المهندس الاستشاري يشخص الحالة ويعرف أن المادة Gap Graded وبالتالي استخدام المادة كما هي يمثل خطورة.

القرار الهندسي:

الخيار أ: رفض المادة وطلب مادة جيدة التدرج.

الخيار ب: تعديل المادة بخلطها مع رمل خشن لإنتاج مادة جديدة ذات تدرج جيد، ثم اختبارها كأنها تربة عادية.

النتيجة النهائية:

المهندس يستخدم خبرته الى هي التقدير الهندسي لتشخيص المشكلة واختيار الحل الأنسب سواء تعديل طريقة الاختبار أو تعديل المادة نفسها لضمان سلامة المنشأ وأداء التربة على المدى الطويل. التركيز هنا على فهم ومعالجة الفجوات الكبيرة بين الحبيبات.

NOTE 5—The quality of the result produced by this standard is dependent on the competence of the personnel performing it, and the suitability of the equipment and facilities used. Agencies that meet the criteria of Practice D3740 are generally considered capable of competent and objective testing/sampling/inspection/etc. Users of this standard are cautioned that compliance with Practice D3740 does not in itself assure reliable results. Reliable results depend on many factors; Practice D3740 provides a means of evaluating some of those factors.

### الترجمة ملاحظة ه

ملاحظة ه إن جودة النتائج التي تنتجها هذه المواصفة القياسية تعتمد بشكل كبير على كفاءة الأفراد الذين يقومون بالاختبارات وعلى ملاءمة المعدات والمرافق المستخدمة الهيئات التي تفي بمعايير الممارسة D3740 تعتبر بشكل عام قادرة على إجراء الاختبارات وأخذ العينات والفحص وغيرها بكفاءة وموضوعية ومع ذلك يجب تحذير مستخدمي هذه المواصفة من أن الامتثال للممارسة D3740 لا يضمن وحده نتائج موثوقة لأن النتائج الموثوقة تعتمد على عدة عوامل بينما توفر الممارسة D3740 وسيلة لتقييم بعض هذه العوامل فقط



beneath it. The extension collar shall align with the inside of the mold. The bottom of the base plate and bottom of the centrally recessed area that accepts the cylindrical mold shall be planar within  $\pm 0.005$  in. ( $\pm 0.1$  mm).

### ملاحظة ه الشرح

ملاحظة ه دي شبه ما يكون مدرب قيادة بيقلك لمجموعة من المتدربين مبروك انتوا عارفين القواعد الأساسية لكن ده مش معناه إنكم محترفين القيادة الحقيقية تعتمد على خبرتكم وتركيزكم وحالة الطريق والسيارة الممارسة **D3740** هي مواصفة بتحدد الحد الأدنى الي لازم يكون موجود في أي مختبر أو هيئة فحص تربة وصخور عشان نعتبره مؤهل للاختبارات وتشمل نظام جودة تدريب وكفاءة الفنيين معايرة وصيانة الأجهزة والمعدات ومرافق مناسبة للاختبار الفكرة الأساسية للبند الكفاءة البشرية هي الأساس جودة نتيجة اختبار مثل بروكتور مش بس تعتمد على كتابة المواصفة أو الأجهزة بل على خبرة الفني الي بيجري الاختبار وحالته النفسية والمهنية ودقة أدواته **D3740** هي البداية وليس الضمان لو المختبر حاصل على اعتماد **D3740** ده معناه إنه عنده الهيكل الأساسي للجودة نظام موظفين مدربين ومعدات معايرة لكن ده مش كفاية عشان نضمن نتائج دقيقة 100% العوامل الي بتأثر على النتائج الموثوقة أمانة ونزاهة الفني والمختبر فهم الفني لروح الاختبار مش مجرد اتباع الخطوات تمثيل العينة هل العينة فعلاً ممثلة للتربة في الموقع والتواصل بين المختبر ومهندس الموقع الخلاصة الاعتماد على **D3740** مهم وضروري لأنه يفلتر المختبرات غير المؤهلة لكنه مش ضمان نهائي النتائج الموثوقة ناتجة عن تفاعل بين نظام جيد أفراد أكفاء معدات مناسبة وفهم عميق للغرض الهندسي من الاختبار المهندسين والملاك لازم يقيموا الأداء الفعلي للمختبر مش بس الشهادة الورقية

### البند ٦، الترجمة

يجب أن تكون مجموعة القالب أسطوانية الشكل ومصنوعة من معدن صلب، وأن تقع ضمن السعة والأبعاد الموضحة في البنود الفرعية ٦،١، ٦،٢ وفي الشكلين ١ و ٢، ويرجع أيضاً إلى الجدول ١.

يمكن أن تكون جدران القالب مصممة أو مشقوقة أو مسلوقة. القالب المشقوق قد يتكون من نصفين دائريين، أو من مقطع أنبوب مشقوق على طوله، بحيث يمكن قفلهما معاً بإحكام لتشكيل أسطوانة مطابقة لمتطلبات هذا البند. القالب المسلوب يجب أن يكون له ميل منتظم لا يزيد عن ٠،٢٠٠ بوصة لكل قدم من ارتفاع القالب أي ما يعادل ١٦،٧ مم لكل متر.

يجب أن يحتوي كل قالب على لوحة قاعدة وطوق تمديد، وكلاهما مصنوع من معدن صلب ومصمم بحيث يمكن تركيبه وفكه بسهولة وإحكام.

يجب أن يكون ارتفاع طوق التمديد فوق القالب ٢ بوصة أي ٥٠ مم على الأقل، ويمكن أن يكون له جزء علوي متسع للخارج يشبه القمع بشرط أن يوجد أسفله جزء أسطواني مستقيم بطول لا يقل عن ٠،٧٥ بوصة أي ١٩ مم.

يجب أن يكون طوق التمديد بمحاذاة السطح الداخلي للقالب.

يجب أن يكون الجزء السفلي من لوحة القاعدة، وكذلك الجزء السفلي من التجويف الذي يركب فيه القالب الأسطواني، مستويًا في حدود  $\pm 0.005$  بوصة أي  $\pm 0.1$  مم.

### البند ٦، الشرح

البند ده بيشرح بالتفصيل كل حاجة تخص القالب الي بنستخدمه في اختبار بروكتور والسبب في الدقة دي إن أي اختلاف بسيط في حجم القالب هياثر على نتيجة الكثافة وبالتالي على دقة الاختبار كله

### تفاصيل القالب

الشكل والمادة لازم القالب يكون أسطواني ومصنوع من معدن صلب عشان يستحمل الضربات الكثير بالمطرقة من غير ما يتغير شكله أو حجمه

### أنواع القوالب الي المواصفة بتسمح بيها

مصمت وده بيكون قطعة واحدة مقفولة وقوي جدًا لكنه صعب في إخراج العينة بعد الدمك وبيحتاج مكبس خاص مشقوق وده الأشهر وبيكون عبارة عن نصين بيتقفلا على بعض بقفل محكم وميزته إنه سهل الفك وإخراج

### 6 Apparatus

#### ٦. الأجهزة

**6.1 Mold Assembly**—The molds shall be cylindrical in shape, made of rigid metal and be within the capacity and dimensions indicated in 6.1.1 or 6.1.2 and Fig. 1 and Fig. 2. See also Table 1. The walls of the mold may be solid, split, or tapered. The “split” type may consist of two half-round sections, or a section of pipe split along one element, which can be securely locked together to form a cylinder meeting the requirements of this section. The “tapered” type shall have an internal diameter taper that is uniform and not more than 0.200 in./ft (16.7 mm/m) of mold height. Each mold shall have a base plate and an extension collar assembly, both made of rigid metal and constructed so they can be securely attached and easily detached from the mold. The extension collar assembly shall have a height extending above the top of the mold of at least 2.0 in. (51 mm) which may include an upper section that flares out to form a funnel, provided there is at least a 0.75-in. (19-mm) straight cylindrical section

العينة من غير ما تتكسر  
مسلوب وده قطره من فوق أكبر شوية من تحت وده  
بيسهل خروج العينة لكن المواصفة حددت إن الميل  
يكون بسيط جدًا علشان حجم القالب ما يتغيرش

الأجزاء اللي بتيجي مع القالب  
القاعدة ودي قطعة معدنية القالب بيركب عليها ولازم  
تكون مستوية جدًا بدقة عالية علشان مايقاش في أي  
فراغ تحت القالب ممكن يآثر على الحجم  
طوق التمديد وده الجزء اللي بيركب فوق القالب ووظيفته  
إنه يمنع التربة المفككة من الوقوع أثناء الدمك وكمان  
بيسمح إنك تدمك العينة لارتفاع أعلى شوية من القالب  
وبعدين تشيل الطوق وتسوي السطح بحيث يكون على  
نفس مستوى حافة القالب بالضبط وده بيضمن إن حجم  
العينة مضبوط

مواصفات طوق او وصلة التمديد  
لازم ارتفاعه يكون على الأقل ٢ بوصة يعني حوالي ٥ سم  
وممكن يكون ليه شفة أو جزء واسع من فوق زي القمع  
علشان يسهل صب التربة لكن لازم يكون تحته جزء  
مستقيم بنفس قطر القالب علشان الضربات تتوزع  
بالتساوي

6.1.1 Mold, 4 in.—A mold having a  $4.000 \pm 0.016$ -in. ( $101.6 \pm 0.4$ -mm) average inside diameter, a height of  $4.584 \pm 0.018$  in. ( $116.4 \pm 0.5$  mm) and a volume of  $0.0333 \pm 0.0005$  ft<sup>3</sup> ( $943.0 \pm 14.0$  cm<sup>3</sup>). A mold assembly having the minimum required features is shown in Fig. 1.

البند ٦,١,١ الترجمة  
قالب ٤ بوصة هو قالب له متوسط قطر داخلي  $4.016 \pm 0.016$   
بوصة أي  $101.6 \pm 0.4$  مم، وارتفاع  $4.584 \pm 0.018$  بوصة أي  
 $116.4 \pm 0.5$  مم، وحجم  $0.0333 \pm 0.0005$  قدم مكعب أي  $943.0 \pm 14.0$   
سم مكعب. يظهر الشكل رقم ١ مجموعة قالب  
بالحد الأدنى من المميزات المطلوبة.

البند ٦,١,١ الشرح  
البند ده خاص بالمقاسات الدقيقة للقالب الصغير اللي  
قطره ٤ بوصة. المواصفة هنا بتحدد الأبعاد بدقة شديدة  
علشان كل المعامل تشتغل بنفس الحجم بالضبط لأن  
الكثافة بتتحدد من العلاقة دي:

المعادلة:  
الكثافة = الوزن ÷ الحجم  
وأي فرق بسيط في الحجم هياثر مباشرة على النتيجة.  
تفاصيل الأرقام اللي في البند:  
القطر الداخلي:

المتوسط المطلوب هو ٤,٠٠٠ بوصة يعني ١٠١,٦ مم  
ومسموح بانحراف بسيط جدًا  $4.016 \pm 0.016$  بوصة يعني  $101.6 \pm 0.4$  مم  
وده معناه إن القطر الفعلي لازم يكون بين ٣,٩٨٤ و ٤,٠١٦  
بوصة ولازم نقيس القطر في كذا اتجاه وناخد المتوسط  
علشان نضمن إن القالب دايرة مضبوطة مش بيضاوية  
الارتفاع:

المطلوب ٤,٥٨٤ بوصة يعني ١١٦,٤ مم  
ومسموح بانحراف  $4.584 \pm 0.018$  بوصة يعني  $116.4 \pm 0.5$  مم  
وده الارتفاع اللي بيخلي الحجم النهائي مضبوط تمامًا  
حسب التصميم  
الحجم:

الحجم المطلوب  $0.0333 \pm 0.0005$  قدم مكعب يعني ٩٤٣ سم مكعب  
ومسموح بانحراف بسيط جدًا  $0.0333 \pm 0.0005$  قدم مكعب  
وده الحجم اللي على أساسه كل الحسابات في اختبار  
بروكتور بتتعمل

المعادلة الحسابية الأساسية للحجم:  
الحجم =  $(\pi \times \text{نصف القطر})^2 \times \text{الارتفاع}$   
متى نستخدم القالب ده؟

زي ما قولنا قبل كدة القالب ده بيستخدم في الطريقتين A  
و B من اختبار بروكتور المعدل  
الطريقة A للتربة اللي بتمر من منخل رقم ٤  
الطريقة B للتربة اللي بتمر من منخل ٨/٣ بوصة

البند ٦,١,١ مثال عملي  
فني المعمل بيعمل معايرة كل فترة لقوالب بروكتور  
علشان يتأكد إنها لسه مضبوطة بالحجم الصحيح

الأدوات:  
ميزان دقيق - فرجار دقيق - ماء مقطر - لوح زجاجي - شحم  
خفيف

الخطوات:  
يقيس الفني القطر الداخلي والارتفاع في كذا نقطة  
ويحسب المتوسط  
يحسب الحجم باستخدام المعادلة الرياضية  
الحجم =  $(\pi \times \text{نصف القطر})^2 \times \text{الارتفاع}$   
بعد كده بيتأكد من الحجم بالطريقة المئوية الدقيقة  
طريقة المعايرة بالماء:

يوزن القالب وهو فاضي  
يتدهن الحافة العلوية بطبقة شحم خفيفة  
يتم ملء القالب بالماء المقطر لحد ما يفيض شوية

يتقفل بقطعة زجاج مسطحة علشان يشيل الماء الزيادة

يتوزن القالب تاني وهو مليان

وزن الماء = الوزن بعد الملء - الوزن الفارغ

بما إن كثافة الماء = ١ جم لكل سم مكعب  
يبقى وزن الماء بالجرام = الحجم بالسـم مكعب

يعنى مثلا :

لو وزن الماء طلع ٩٤٥ جرام

يبقى الحجم الفعلي للقالب = ٩٤٥ سم مكعب

إذا الحجم المسموح في المواصفة = ٩٤٣ ± ١٤ سم مكعب

يعني النطاق المسموح من ٩٢٩ لحد ٩٥٧ سم مكعب

بما إن الحجم المقاس ٩٤٥ سم مكعب

إذن القالب مطابق للمواصفة وصالح للاستخدام

6.1.2 Mold, 6 in.—A mold having a  $6.000 \pm 0.026$ -in. ( $152.4 \pm 0.7$ -mm) average inside diameter, a height of  $4.584 \pm 0.018$  in. ( $116.4 \pm 0.5$  mm), and a volume of  $0.0750 \pm 0.0009$  ft<sup>3</sup> ( $2124 \pm 25$  cm<sup>3</sup>). A mold assembly having the minimum required features is shown in Fig. 2.

البند ٦.١.٢ الترجمة

قالب ٦ بوصة القالب له متوسط قطر داخلي  $6.000 \pm 0.026$  بوصة أي  $152.4 \pm 0.7$  ملمتر، وارتفاع  $4.584 \pm 0.018$  بوصة أي  $116.4 \pm 0.5$  ملمتر، وحجم  $0.0750 \pm 0.0009$  قدم مكعب أي  $2124 \pm 25$  سنتيمتر مكعب. تظهر مجموعة قالب بالحد الأدنى من المواصفات المطلوبة في الشكل رقم ٢.

البند ٦.١.٢ الشرح

البند ده بيوضح القالب الكبير اللي بنسميه قالب ٦ بوصة وده الأداة اللي بنستخدمها لما التربة يكون فيها حصى كبير لأن القالب الصغير ماينفعش يدي نتيجة صحيحة في الحالة دي. السبب إن الحصى الكبير بالنسبة لحجم القالب الصغير بيمنع التربة من الدمك الطبيعي وبسبب خطأ في نتيجة الكثافة علشان كده القالب الكبير بيوفر مساحة كافية للحصى والتربة إنها تتحرك وتتدمك كويس.

تفاصيل الأرقام

القطر الداخلي المتوسط  $6.000 \pm 0.026$  بوصة  
القيمة المطلوبة ٦ بوصات بالضبط أي  $152.4$  ملمتر  
الخطأ المسموح  $0.026 \pm$  بوصة أي  $0.7 \pm$  ملمتر  
يعني القطر الفعلي لازم يكون بين  $5.974$  و  $6.026$  بوصة

الارتفاع  $4.584 \pm 0.018$  بوصة

القيمة المطلوبة  $4.584$  بوصة أي  $116.4$  ملمتر  
وده نفس ارتفاع القالب الصغير بالضبط، وتوحيد الارتفاع ده ببسمل المقارنة بين الطريقتين ويحافظ على تناسق النتائج

الحجم  $0.0750 \pm 0.0009$  قدم مكعب

القيمة المطلوبة  $0.0750$  قدم مكعب

وده يعادل تقريبا  $2124$  سنتيمتر مكعب

الخطأ المسموح  $25 \pm$  سنتيمتر مكعب

استخدام القالب الكبير

القالب ده بيستخدم في الطريقة D من اختبار بروكتور المعدل، والطريقة دي مخصصة للتربة اللي فيها نسبة كبيرة من الحصى المار من منخل ثلاثة أرباع البوصة يعني حوالي  $19$  ملمتر.

البند ٦.١.٢ مثال عملي

مهندس شغال في مشروع طريق، والتربة بتاعة طبقة الأساس فيها نسبة كبيرة من الحصى حجمها لحد  $19$  ملمتر.

فيه فني مبتدئ قرر يستخدم القالب الصغير علشان يوفر وقت ولما حط التربة جوه القالب لقى الحصى الكبير واخذ مساحة كبيرة، ولما بدأ يدمك المطرقة كانت بتضرب على الحصى نفسه، يا إما بيكسر الحصى يا إما بترتد، وده خلا الدمك للتربة الناعمة حواليين الحصى مش كفاية. النتيجة كانت قيمة كثافة مش صحيحة، يا أقل من الحقيقة يا أعلى بسبب تكسر الحصى.

المهندس الاستشاري شاف التدرج الحبيبي للتربة، ووضح إن فيها كمية كبيرة من الحصى بين  $9.5$  و  $19$  ملمتر، فأكد إن الاختبار لازم يتعمل بالطريقة ج باستخدام قالب ٦ بوصة وعدد ٥٦ ضربة في كل طبقة.

الفني استخدم القالب الكبير فعلا، وده سمح إن الحصى والتربة الناعمة يتوزعوا كويس ويتدمكوا طبيعي، وطلعت النتيجة صحيحة وممثلة لسلوك التربة الحقيقي في الموقع.

الخلاصة

اختيار القالب الصح مش حاجة شكلية، ده شرط أساسي علشان الاختبار يطلع صح، والبنيين ٦.١.٢ و ٦.١.٢ حطوا أبعاد القوالب بدقة شديدة علشان النتائج تكون دقيقة ومتطابقة بين كل المختبرات وكل نوع تربة يتجرب بالأداة المناسبة ليه.

6.2 Rammer—A rammer, either manually operated as de-



scribed further in 6.2.1 or mechanically operated as described in 6.2.2. The rammer shall fall freely through a distance of  $18.00 \pm 0.05$  in. ( $457.2 \pm 1.3$  mm) from the surface of the Specimen. The weight of the rammer shall be  $10.00 \pm 0.02$  lbf ( $44.48 \pm 0.09$  N, or mass of  $4.5364 \pm 0.009$  kg), except that the weight of the mechanical rammers may be adjusted as described in Practices D2168 (see Note 6). The striking face of the rammer shall be planar and circular, except as noted in 6.2.2.1, with a diameter when new of  $2.000 \pm 0.005$  in. ( $50.80 \pm 0.13$  mm). The rammer shall be replaced if the striking face becomes worn or bellied to the extent that the diameter exceeds  $\pm 0.01$  in. ( $50.80 \pm 0.25$  mm).

#### البند ٦,٢ الترجمة

المطرقة - المطرقة تكون إما يدوية كما هو موضح في البند ٦,٢,١ أو ميكانيكية كما هو موضح في البند ٦,٢,٢ يجب أن تسقط المطرقة سقوطاً حراً لمسافة  $18.00 \pm 0.05$  بوصة ( $457.2 \pm 1.3$  ملمتر) من سطح العينة ويجب أن يكون وزن المطرقة  $10.00 \pm 0.02$  رطل-قوة ( $44.48 \pm 0.09$  نيوتن) أي كتلة  $4.5364 \pm 0.009$  كيلوجرام ويسمح بتعديل وزن المطارق الميكانيكية حسب تعليمات المعايير في الممارسة D2168 (انظر الملاحظة رقم ٦) يجب أن يكون وجه الطرق للمطرقة مستويًا ودائريًا بقطر عند التصنيع  $2.000 \pm 0.005$  بوصة ( $50.80 \pm 0.13$  ملمتر) ويجب استبدال المطرقة إذا أصبح وجه الطرق متآكلاً أو محدباً لدرجة أن القطر يتجاوز  $2.000 \pm 0.01$  بوصة ( $50.80 \pm 0.25$  ملمتر)

#### البند ٦,٢ الشرح

البند ده بيشرح بالتفصيل المطرقة اللي بنستخدمها في اختبار بروكتور المعدل واللي هي المسئولة عن توليد طاقة الدك اللي بتضغط التربة جوه القالب وكل رقم هنا ليه دور مباشر في حساب طاقة الدك وبالتالي في دقة الاختبار. تفاصيل الأرقام (مكونات طاقة الدك): ارتفاع السقوط:  $18.00 \pm 0.05$  بوصة القيمة المطلوبة: ١٨ بوصة بالضبط ( $457.2$  ملمتر) السماحية المسموح بها:  $\pm 0.05$  بوصة ( $\pm 1.3$  ملمتر) وده هو مشوار السقوط اللي بتكتسب منه المطرقة طاقتها قبل ما تضرب العينة وكل ما الارتفاع ثابت طاقة الدك تفضل ثابتة وزن المطرقة:  $10.00 \pm 0.02$  رطل-قوة القيمة المطلوبة: ١٠ أرطال-قوة حوالي  $4.54$  كيلوجرام السماحية:  $\pm 0.02$  رطل-قوة حوالي ٩ جرام وده الوزن اللي بيميز اختبار بروكتور المعدل عن بروكتور القياسي لأن القياسي بيستخدم مطرقة وزنها  $5.0$  رطل بس.

المواصفة كمان بتسمح بتعديل وزن المطارق الميكانيكية لو في احتكاك داخلي بيأثر على الطاقة وده حسب مواصفة D2168 الخاصة بالمعايرة قطر وجه الطرق:  $2.000 \pm 0.005$  بوصة القيمة المطلوبة: ٢ بوصة ( $50.8$  ملمتر) السماحية للمطرقة الجديدة:  $\pm 0.005$  بوصة ( $\pm 0.13$  ملمتر) القطر ده مهم جداً لأنه هو اللي بيحدد مساحة السطح اللي بتتوزع عليها طاقة الضربة فلو القطر زاد الضغط يقل وبالتالي طاقة الدك الفعلية تقل حد التآكل والاستبدال:

مع الوقت والاستخدام وجه المطرقة بيتآكل أو يبيق محدب المواصفة بتقول إن لو القطر زاد عن  $2.01$  بوصة ( $50.8$  ملمتر) لازم تتغير المطرقة فوراً وده لأن زيادة مساحة الوجه بتقلل الضغط على التربة وبتخلي الدمك أضعف وبالتالي الكثافة المقاسة أقل من الحقيقة

أنواع المطارق المستخدمة المواصفة بتسمح بنوعين:

مطرقة يدوية: تسقط داخل أنبوب توجيه وبتحتاج مجهود ومهارة علشان تفضل السقطة حرة من غير احتكاك

ومطرقة ميكانيكية: جهاز آلي بيرفع ويسقط المطرقة تلقائياً بانتظام ودقة وده النوع المنتشر في أغلب المختبرات الحديثة لأنه بيدي نتائج أكثر ثباتاً وأقل تأثراً بالعامل البشري

#### البند ٦,٢ مثال عملي

كبير الفنيين في المختبر بيعمل فحص دوري لمطرقة بروكتور ميكانيكية فحص الوزن يفك المطرقة من الجهاز ويوزنها على ميزان دقيق الوزن المقاس =  $4.540$  كجم النطاق المسموح به =  $4.5274$  إلى  $4.5404$  كجم القرار: الوزن مضبوط ضمن المدى

#### فحص ارتفاع السقوط

يشغل الجهاز ويقيس المسافة بين أسفل المطرقة وسطح القالب الفارغ الارتفاع المقاس =  $508.0$  ملمتر النطاق المسموح به =  $499.9$  إلى  $508.5$  ملمتر القرار: مقبول

#### فحص وجه الطرق



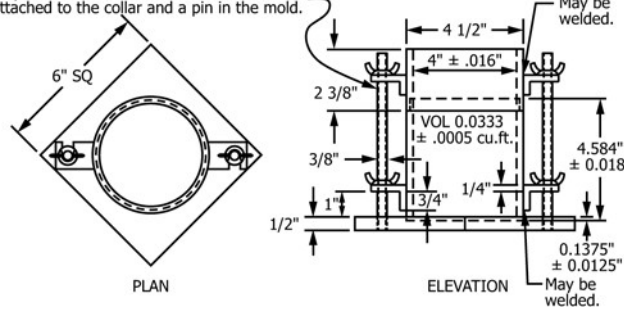
يقيس القطر بالفرجار في أكثر من اتجاه  
القطر المقاس = ٢,٠٠٨ بوصة (٥١,٠٠ ملمتر)  
الحد المسموح به = ٢,٠١ بوصة (٥١,٠٥ ملمتر)  
القرار: القطر لسه جوه الحد المسموح لكن قريب جدًا من  
الحد الأعلى فبيقرر الفني إنه يعيد الفحص بعد ٣ شهور  
بدل ٦ شهور  
الخلاصة  
الفحوصات الدقيقة دي هي اللي بتخلي طاقة الدك ثابتة  
ومطابقة للمواصفة وده معناه إن منحنيات بروكتور اللي  
بيطلعها المختبر تكون دقيقة ويمكن يعتمد عليها  
المهندس في التصميم وفي ضبط الجودة في الموقع  
العلاقة الحسابية بين عناصر الدك

الأرقام اللي اتكلمنا عنها في البند ده (الوزن - ارتفاع  
السقوط - عدد الضربات - عدد الطبقات) كلها بتدخل في  
حساب طاقة الدك الكلية اللي بتتطبق على العينة في  
اختبار بروكتور  
العلاقة الحسابية بتكون بالشكل ده

طاقة الدك = وزن المطرقة × ارتفاع السقوط × عدد  
الضربات × عدد الطبقات

يعني كل ما يزيد أي عنصر من دول سواء الوزن أو الارتفاع  
أو عدد الضربات أو الطبقات بتزيد طاقة الدك وده معناه  
إن التربة هتتقفل أكثر وكثافتها هتكون أعلى  
البند ده بيجهزنا للبند اللي بعده اللي هيتكلم عن طاقة  
الدمك وإزاي نحسبها بدقة.

As an option to the full length stud, a 2 1/2" x 3/8" stud may be used. Then as an alternative construction, the collar may be held down with a slotted bracket attached to the collar and a pin in the mold.



NOTE 1—See Table 1 for SI equivalents.

ملاحظة ١ - يرجى الرجوع إلى الجدول رقم ١ لمكافئات الوحدات بالنظام الدولي (SI).

FIG. 1 Cylindrical Mold, 4.0-in.

الشكل ١ قالب أسطواني، ٤،٠ بوصة.

ترجمة أجزاء شكل رقم ١  
النص العلوي الأيسر (خيارات التصنيع)

As an option to the full length stud, a 2 1/2" x 3/8" stud may be used  
كخيار بديل للمسمار كامل الطول، يمكن استخدام مسمار بأبعاد ٢/١ ٢ بوصة x ٨/٣ بوصة

Then as an alternative construction, the collar may be held down with a slotted bracket attached to the collar and a pin in the mold  
ثم بطريقة بناء بديلة، يمكن تثبيت الطوق (الرقبة) باستخدام شريحة تثبيت مشقوقة متصلة بالطوق ومسمار (دبوس) في القالب

المنظر العلوي (PLAN)

٦ SQ

٦ بوصة مربع (أبعاد القاعدة)

PLAN

منظر علوي أو مسقط أفقي

المنظر الجانبي (ELEVATION)

ELEVATION منظر جانبي أو مسقط رأسي

May be welded يمكن لحامه

٠١٦. ± ٤

بوصة ± ٠،٠١٦ (القطر الداخلي للقالب)

.VOL 0.0333 ± .0005 cu. Ft

الحجم ٠،٠٣٣٣ ± ٠،٠٠٠٥ قدم مكعب

٠،٠١٨ ± ٤،٥٨٤

٤،٥٨٤ بوصة ± ٠،٠١٨ (ارتفاع القالب)

الأبعاد الأخرى: هي مقاسات تفصيلية لأجزاء القالب مثل ارتفاع الطوق ٢ ٨/٣"، سماكة القاعدة ٢/١"، ومواقع المسامير



### الشرح لشكل رقم ١ القالب ٤ بوصة

هذا الرسم هو الترجمة للمواصفات المكتوبة في البند ٦.١.١ ويحدد بدقة متناهية كل ما يتعلق بالقالب الصغير ٤ بوصة لضمان توحيد الأداة عالميًا

#### المنظر العلوي (PLAN)

هذا المنظر يرينا القالب من الأعلى

القاعدة المربعة ٦" SQ

يوضح أن القالب مثبت على قاعدة معدنية مربعة توفر استقرار كبير أثناء عملية الدمك وتمنعه من الانقلاب أو الحركة

#### آلية التثبيت

يوضح كيف يتم تثبيت القالب على القاعدة بواسطة مسامير وصواميل مجهزة مما يضمن اتصال قوي وسهل الفك

#### المنظر الجانبي (ELEVATION)

أهم منظر لأنه يعرض الأبعاد الحرجة التي تحدد حجم العينة

القطر الداخلي ٤" ± ٠.١٦

يحدد قطر الفراغ الذي ستوضع فيه التربة، أي انحراف عن هذا الرقم يؤثر مباشرة على حساب الحجم

الارتفاع ٤.٥٨٤" ± ٠.١٨

هو ارتفاع القالب الفعلي، تم اختياره بعناية ليحقق مع القطر الحجم المطلوب

الحجم ٠.٠٠٠٥ ± ٠.٠٣٣٣ cu. Ft. VOL

الرقم الذهبي للقالب يعادل ٣٠/١ من القدم المكعب لتسهيل الحسابات اليدوية، الدقة في الحجم ± ٠.٠٠٠٥ تؤكد أهميته

#### طوق التمديد (Collar)

نرى الطوق الذي تركيب فوق القالب، وظيفته احتواء التربة أثناء دمك الطبقة العليا والسماح بكشط الزيادة بدقة

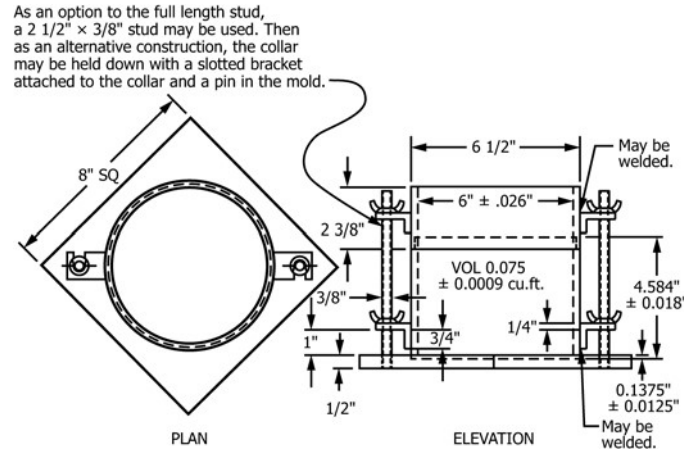
للحصول على عينة تملأ حجم القالب تمامًا

ملاحظة May be welded

تشير إلى أن مسامير التثبيت يمكن لحامها في القاعدة لتكون جزء ثابت منها مما يزيد متانة القالب

#### أهمية الرسم ككله:

هذا الرسم الهندسي هو العقد بين المواصفة ومصنع المعدات الذي يضمن أن أي قالب يحمل اسم قالب بروكتور ٤ بوصة في أي مكان في العالم هو نسخة طبق الأصل من أي قالب آخر مما يجعل النتائج قابلة للمقارنة والموثوقية عالية بغض النظر عن المختبر أي قالب لا يحترم هذه الأبعاد والسماحيات لا يصلح للاستخدام في اختبار هندسي قياسي.



NOTE 1—See Table 1 for SI equivalents.

ملاحظة ١ - يُرجى الرجوع إلى الجدول رقم ١ لمكافئات الوحدات بالنظام الدولي (SI).

FIG. 2 Cylindrical Mold, 6.0-in.

الشكل ٢ قالب أسطواني، ٦.٠ بوصة.

ترجمة أجزاء شكل رقم ٢

النص العلوي الأيسر (خيارات التصنيع)

As an option to the full length stud, a 2 1/2" x 3/8" stud may be used

كخيار بديل للمسمار كامل الطول، يمكن استخدام مسمار بأبعاد ٢ ١/٢ بوصة × ٨/٣ بوصة

Then as an alternative construction, the collar may be held down with a slotted bracket attached to the collar and a pin in the mold

ثم كطريقة بناء بديلة، يمكن تثبيت الطوق (الرقبة) باستخدام شريحة تثبيت مشقوقة متصلة بالطوق ومسمار (دبوس) في القالب

المنظر العلوي (PLAN)

٨" SQ

٨ بوصة مربع (أبعاد القاعدة)

PLAN

منظر علوي أو مسقط أفقي

المنظر الجانبي (ELEVATION)

ELEVATION منظر جانبي أو مسقط رأسي

May be welded يمكن لحامه

٠.٢٦ ± ٠.٠١

بوصة ± ٠.٠٢٦ (القطر الداخلي للقالب)

.VOL 0.075 ± 0.0009 cu. Ft

الحجم ٠.٠٧٥ ± ٠.٠٠٠٩ قدم مكعب

٤.٥٨٤ ± ٠.٠١٨

٤.٥٨٤ بوصة ± ٠.٠١٨ (ارتفاع القالب)

الأبعاد الأخرى: هي مقاسات تفصيلية لأجزاء القالب مثل ارتفاع الطوق، سماكة القاعدة، ومواقع المسامير

## الشرح لشكل رقم ٢

هذا الرسم (الشكل ٢) هو المستند الفني الرسمي لل قالب الكبير (٦ بوصة) وهو الأداة المخصصة لإجراء اختبار بروكتور المعدل على التربة التي تحتوي على حصى أكبر وتحديداً الطريقة (C)

### المنظر العلوي (PLAN)

قاعدة أكبر (٨" SQ)

القاعدة هنا أكبر من قاعدة القالب الصغير (٨ × ٨ بوصة بدلاً من ٦ × ٦ بوصة)، وهو ضروري لأن القالب أثقل وكمية التربة أكبر وطاقة الدك أعلى (٥٦ ضربة لكل طبقة بدلاً من ٢٥) القاعدة الأكبر توفر استقراراً فائقاً وتمنع أي اهتزاز أو حركة للقالب أثناء الاختبار

### المنظر الجانبي (ELEVATION)

القطر الداخلي ٦" ± ٠.٠٦٠

يوفر مساحة كافية لاستيعاب الحصى الذي يصل حجمه إلى ¼ بوصة (١٩ مم) دون تأثير على الدمك ويمنع "تأثير الحافة" لضمان أن تكون العينة ممثلة للواقع

الارتفاع ٤.٥٨٤" ± ٠.٠١٨

نفس ارتفاع القالب الصغير وهذا التوحيد يحافظ على ثبات بعض المتغيرات في حسابات طاقة الدك ويسهل المقارنة بين النتائج المختلفة

الحجم VOL 0.075 ± 0.0009 cu. Ft

بسبب زيادة القطر مع ثبات الارتفاع، الحجم أكبر بكثير (حوالي ٢١٢٤ سم³) وهو ضروري لاحتواء كمية كافية من التربة الخشنة ليكون الاختبار ممثلاً، والدقة العالية (± ٠.٠٠٠٩) تؤكد أهميته في حساب الكثافة

### طوق التمديد والقاعدة

يؤديان نفس الوظيفة كما في القالب الصغير: توفير الثبات واحتواء التربة الزائدة لضمان الحصول على عينة تملأ القالب بدقة

### أهمية الرسم ككله

هذا الرسم يضمن أن القالب الكبير ليس مجرد نسخة مكبرة من القالب الصغير بل هو أداة هندسية مصممة بعناية لتحقيق الاختبار الدقيق للتربة التي تحتوي على نسبة كبيرة من الحصى

### باختصار، يمثل الشكل ٢

الأداة القياسية التي تسمح للمهندسين بالحصول على بيانات دمك موثوقة للتربة الخشنة وهي مهمة لبناء طبقات الأساس للطرق والسدود والمطارات و بدون هذا القالب الكبير ستكون نتائج الاختبار غير دقيقة وغير قابلة للتطبيق

TABLE 1 SI Equivalents for Figs. 1 and 2

جدول ١: المكافئات في النظام الدولي (SI) للشكلين ١ و ٢

in.	mm
0.016	0.41
0.026	0.66
0.032	0.81
0.028	0.71
1/2	12.70
2 3/4	60.33
2 1/2	63.50
2 3/8	66.70
4	101.60
4 1/2	114.30
4.584	116.43
4 3/4	120.60
6	152.40
6 1/2	165.10
6 3/4	168.30
6 7/8	171.40
8 1/4	208.60
ft <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
1/40 (0.0333)	943
0.0005	14
1/13.333 (0.0750)	2,124
0.0011	31



## منع أخطاء التحويل:

يوفر الجدول قيمة تحويل رسمية ومعتمدة من ASTM. هذا يمنع كل شخص من استخدام معامل تحويل مختلف قد يكون لديه عدد مختلف من الخانات العشرية، مما قد يؤدي إلى فروقات صغيرة ولكنها مؤثرة في الأبعاد النهائية.

على سبيل المثال يحدد الجدول أن حجم القالب الكبير هو ٢,١٢٤ سم<sup>٣</sup> بالضبط وهذا هو الرقم الذي يجب استخدامه في كل الحسابات المترية.

أمثلة على استخدام الجدول

لفهم الشكل ١ قالب ٤ بوصة:

عندما ترى على الرسم ٤ يخبرك الجدول أن هذا يعني ١٠١,٦٠ mm.

عندما ترى سماحية الخطأ  $\pm 0.016$  يوضح الجدول أن هذا يعادل  $\pm 0.41$  mm.

عندما ترى الحجم  $0.0333$  ft<sup>3</sup> يؤكد الجدول أن هذا هو ٩٤٣ cm<sup>3</sup>.

لفهم الشكل ٢ (قالب ٦ بوصة):

عندما ترى على الرسم ٦، يخبرك الجدول أن هذا يعني ١٥٢,٤٠ mm.

عندما ترى الحجم  $0.0750$  ft<sup>3</sup> يؤكد الجدول أن هذا هو ٢,١٢٤ cm<sup>3</sup>.

## الخلاصة

هذا الجدول هو جزء لا يتجزأ من المواصفة فهو يضمن أن اللغة الهندسية للأبعاد والمقاييس تكون واحدة ومفهومة ومتسقة في جميع أنحاء العالم بغض النظر عن نظام القياس المحلي المستخدم مما يعزز من موثوقية وقابلية مقارنة نتائج الاختبارات عالمياً.

## الشرح للجدول ١

هذا الجدول ليس مجرد قائمة أرقاء، بل هو أداة حيوية لضمان التطبيق العالمي والموحد لمواصفة ASTM D1557.

ما هو الغرض من هذا الجدول؟

الجسر بين أنظمة القياس:

مواصفات ASTM تكتب أساساً في الولايات المتحدة وبالتالي فإن الوحدات الأصلية والرسمية لها هي الوحدات الإمبراطورية البوصة و القدم والرطل. لكن معظم دول العالم بما في ذلك المنطقة العربية تستخدم النظام الدولي للوحدات (SI) أو النظام المتري.

هذا الجدول يعمل ك جسر رسمي وموثوق يترجم كل بعد مذكور في المواصفة إلى ما يكافئه بالمليمتر والسنتيمتر المكعب.

وبفضل هذا الجدول يمكن لمصنع في ألمانيا أو مختبر في مصر استخدام أدوات القياس المترية مثل الفرجار بالمليمتر للتحقق من أبعاد قوالب بروكتور والتأكد من مطابقتها للمواصفة الأمريكية بدقة.

على سبيل المثال عندما يريد فني التحقق من قطر القالب الصغير فإنه لا يحتاج إلى البحث عن مسطرة بالبوصة يمكنه ببساطة استخدام الفرجار والتأكد من أن القطر هو ١٠١,٦٠ مم.



NOTE 6—It is a common and acceptable practice to determine the weight of the rammer using either a kilogram or pound balance and assume 1 lbf is equivalent to 0.4536 kg, 1 lbf is equivalent to 1 lbm, or 1 N is equivalent to 0.2248 lbf or 0.1020 kg.

### الملاحظة ٦ الترجمة

ملاحظة ٦ – من الممارسات الشائعة والمقبولة تحديد وزن المطرقة باستخدام ميزان بالكيلوجرام أو بالرطل وافترض أن:

١ رطل-قوة (lbf) يعادل ٠,٤٥٣٦ كجم،

أو أن ١ رطل-قوة (lbf) يعادل ١ رطل-كتلة (lbm)،

أو أن ١ نيوتن (N) يعادل ٠,٢٢٤٨ رطل-قوة (lbf) أو ٠,١٠٢٠ كجم.

### الشرح للملاحظة ٦

هذه الملاحظة هي بمثابة تصريح عملي من واضعي المواصفة يعترفون فيه بالواقع ويقدمون حلاً بسيطاً لمشكلة فيزيائية معقدة.

جوهر المشكلة الكتلة مقابل القوة:

الكتلة (Mass): هي كمية المادة في جسم ما. و وحدتها هي الكيلوجرام (kg) أو الرطل-كتلة (lbm). الكتلة ثابتة لا تتغير سواء كنت على الأرض أو على القمر.

القوة (Force) أو الوزن (Weight): هي قوة الجاذبية التي تؤثر على كتلة معينة. وحدتها هي النيوتن (N) أو الرطل-قوة (lbf). وزنك على القمر أقل من وزنك على الأرض لأن جاذبية القمر أضعف على الرغم من أن كتلتك لم تتغير.

المواصفة تحدد وزن المطرقة بوحدة قوة (١٠,٠٠ رطل-قوة) لكن معظم الموازين في المختبرات تقيس الكتلة (بالكيلوجرام أو بالرطل و هنا تحدث المشكلة.

ماذا تسمح به هذه الملاحظة؟

هذه الملاحظة تسمح للفنيين والمهندسين باستخدام افتراضات عملية للتحويل بين الوحدات لتسهيل عملية التحقق من وزن المطرقة حتى لو كانت هذه الافتراضات ليست دقيقة فيزيائياً ١٠٠%.

دعنا نحل كل افتراض:

١ رطل-قوة (lbf) يعادل ٠,٤٥٣٦ كجم="

المعنى الحرفي أو الخاطئ فيزيائياً: هذا يساوي بين وحدة قوة ووحدة كتلة وهذا لا يجوز.

المعنى العملي المقصود: الكتلة التي ينتج عنها وزن مقداره ١ رطل-قوة تحت تأثير جاذبية الأرض هي ٠,٤٥٣٦ كجم وهي نفسها كتلة ١ رطل-كتلة.

التطبيق: إذا كان لديك ميزان يقرأ بالكيلوجرام وتريد التأكد من أن المطرقة وزنها ١٠ رطل-قوة يمكنك ببساطة أن تضرب  $10 \times 0.4536 = 4.536$  كجم. إذا أعطاك الميزان هذا الرقم ضمن السماحية فالمطرقة مقبولة.

أما بالنسبة إلى ١ رطل-قوة (lbf) يعادل ١ رطل-كتلة (lbm) المعنى الحرفي أو بردو الخاطئ فيزيائياً: هذا أيضاً يساوي بين قوة وكتلة.

المعنى العملي المقصود: "على سطح الأرض الكتلة التي مقدارها ١ رطل-كتلة، يكون وزنها عملياً ١ رطل-قوة. هذا هو الافتراض الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة.

التطبيق: إذا كان لديك ميزان يقرأ بالرطل وهو يقيس الكتلة lbm وتريد التأكد من أن المطرقة وزنها ١٠ رطل-قوة فيكفي أن تقرأ على الميزان ١٠ رطل .

أما بالنسبة أيضاً إلى ١ نيوتن (N) يعادل ٠,٢٢٤٨ رطل-قوة (lbf) أو ٠,١٠٢٠ كجم

المعنى العملي المقصود: هذه معاملات تحويل تقريبية ومقبولة للاستخدام العملي.

١ lbf  $\approx 0.2248$  N هو تحويل مباشر بين وحدتي قوة.

١ kg  $\approx 0.1020$  N هو افتراض عملي يعني أن الكتلة التي وزنها ١ نيوتن على الأرض هي حوالي ٠,١٠٢٠ كجم يعني ١٠٢ جرام.

### ملاحظة ٦ مثال عملي:

أنت فني مختبر ومطلوب منك التأكد من أن وزن مطرقة بروكتور المعدل هو  $10.00 \pm 0.2$  رطل-قوة.

السيناريو ١: لديك ميزان ديجيتال يقرأ بالكيلوجرام.

تستخدم الافتراض الأول:  $10 \times 0.4536 = 4.536$  كجم.

تضع المطرقة على الميزان. إذا كانت القراءة بين ٤,٥٢٧ و ٤,٥٤٥ كجم مع حساب السماحية فهي مقبولة.

السيناريو ٢: لديك ميزان يقرأ بالرطل (lbm).

تستخدم الافتراض الثاني:  $1 \text{ lbf} = 1 \text{ lbm}$ .

تضع المطرقة على الميزان. إذا كانت القراءة بين ٩,٩٨ و ١٠,٠٢ رطل، فهي مقبولة.

السيناريو ٣: لديك ميزان يقرأ بالنيوتن (نادر).

تستخدم الافتراض الثالث:  $1 \text{ lbf} \approx 4.448 \text{ N}$ .

$10 \times 4.448 = 44.48 \text{ N}$ .

تضع المطرقة على الميزان. إذا كانت القراءة بين ٤٤,٣٩ و ٤٤,٥٧ نيوتن (مع حساب السماحية)، فهي مقبولة.

### الخلاصة

هذه الملاحظة هي لمسة واقعية من ASTM، تهدف إلى تبسيط الحياة اليومية في المختبر. تقول إنه لأغراض هذا الاختبار، لا داعي للدخول في تعقيدات الفيزياء الفلكية للتمييز بين الكتلة والوزن، ويمكن استخدام هذه التحويلات العملية الشائعة والمقبولة للحكم على صلاحية المطرقة.

6.2.1 Manual Rammer—The rammer shall be equipped with a

guide sleeve that has sufficient clearance that the free end of the rammer shaft and head is not restricted. The guide sleeve shall have at least four vent holes at each end (eight holes total) located with centers  $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$  in. ( $19 \pm 2$  mm) from each end and spaced  $90^\circ$  apart. The minimum diameter of the vent holes shall be  $\frac{3}{8}$  in. (9.5 mm). Additional holes or slots may be incorporated in the guide sleeve.

D1557 – 12 (2021)

mechanical rammer shall meet the standardization/calibration requirements of Practices D2168. The mechanical rammer shall be equipped with a positive mechanical means to support the rammer when not in operation.

#### البند ٦.٢.١ الترجمة

المطرقة اليدوية يجب أن تكون المطرقة مزودة بجلبة توجيه Guide Sleeve بها خلوص clearance كافٍ بحيث لا يُقيد السقوط الحر لعمود ورأس المطرقة يجب أن تحتوي جلبة التوجيه على أربع فتحات تهوية على الأقل في كل طرف مجموع ثماني فتحات تقع مراكزها على بعد  $\frac{1}{16} \pm \frac{3}{4}$  بوصة  $19 \pm 2$  مم من كل طرف ومتباعدة عن بعضها بزاوية  $90^\circ$  درجة يجب أن يكون القطر الأدنى لفتحات التهوية  $\frac{3}{8}$  بوصة  $9.5$  مم يمكن دمج فتحات أو شقوق إضافية في جلبة التوجيه.

#### الشرح للبند ٦.٢.١

البند ٦.٢.١ دليل تصميم لمكون مهم جدًا في المطرقة اليدوية وهو الغلاف الخارجي أو جلبة التوجيه Guide Sleeve وظيفته الجلبة هي ضمان أن المطرقة تسقط بشكل رأسي تمامًا لكن المشكلة أن الجلبة ممكن تعيق السقوط الحر لما ترفع الثقل داخل الجلبة تحبس كمية هواء أسفلها وعند سقوط المطرقة الهواء المضغوط يعمل كوسادة هوائية يبطئ سرعة السقوط ويقلل طاقة الصدمة النهائية وهذا تأثير المكبس الذي يفسد نتيجة الاختبار لذلك الحل الهندسي هو وجود فتحات تهوية لتسمح للهواء بالخروج بسرعة أثناء السقوط وللدخول أثناء رفع المطرقة هذه الفتحات تزيل تأثير الوسادة الهوائية وتضمن سقوط حر كامل العدد والموقع أربع فتحات في كل طرف إجمالي ٨ فتحات وجود فتحات في الأعلى والأسفل يضمن التهوية عند رفع المطرقة وعند إسقاطها على بعد  $\frac{3}{4}$  بوصة من كل طرف لضمان الفعالية متباعدة بزاوية  $90^\circ$  درجة لتوزيع التهوية حول محيط الجلبة القطر الأدنى  $\frac{3}{8}$  بوصة  $9.5$  مم يسمح بتدفق الهواء دون قيود الشرط الأول والأهم الخلوص الكافي يجب أن يكون القطر الداخلي للجلبة أكبر من قطر عمود المطرقة بمسافة كافية لمنع الاحتكاك والتأكد من نظافة المطرقة وخلوها من الصدأ وأنها تنزلق بسلاسة داخل الجلبة.

#### البند ٦.٢.٢ الترجمة

٦.٢.٢ المطرقة الميكانيكية ذات الوجه الدائري يجب أن تعمل المطرقة ميكانيكيًا بطريقة توفر تغطية منتظمة وكاملة لسطح العينة يجب أن يكون هناك خلوص clearance مقداره  $0.10 \pm 0.03$  بوصة  $2.5 \pm 0.8$  مم بين المطرقة والسطح الداخلي لل قالب عند أصغر قطره يجب أن تفي المطرقة الميكانيكية بمتطلبات التوحيد القياسي المعايير الخاصة بالممارسة D2168 يجب أن تكون المطرقة الميكانيكية مزودة بوسيلة ميكانيكية مؤكدة positive لدعم المطرقة عند عدم تشغيلها.

#### الشرح للبند ٦.٢.٢

البند ٦.٢.٢ ينتقل من المجهود البشري إلى الدقة الميكانيكية ويضع أربعة شروط أساسية لضمان أن الآلة ليست مجرد بديل مريح بل بديل متفوق ودقيق التغطية المنتظمة والكاملة المشكلة في الطريقة اليدوية تعتمد على مهارة الفني في توزيع الضربات بالتساوي على سطح التربة وهو أمر صعب الحل الميكانيكي يضمن الآلة تغطية منتظمة عادة عن طريق تدوير قاعدة القالب بعد كل ضربة بينما تسقط المطرقة في نفس المكان هذا يضمن أن كل جزء من سطح التربة يتلقى نفس قدر طاقة الدك ويؤدي إلى نتائج متسقة وقابلة للتكرار الخلوص بين المطرقة والقالب المعنى هو المسافة الصغيرة بين حافة وجه المطرقة والجدار الداخلي للقالب المواصفة تحددها  $2.5$  مم مع سماحية  $0.03$  مم لماذا هذا الرقم؟ لأنه يوازن بين مشكلتين خلوص قليل جدًا يؤدي لاحتكاك المطرقة بالجدار وسرقة طاقة السقوط وخلوص كبير جدًا يترك حلقة من التربة غير مدكوكة الخلوص المحدد هو الحل الهندسي الأمثل يضمن السقوط الحر وتقليل الحلقة غير المدكوكة المعايير وفقًا لـ D2168 المطرقة الميكانيكية تحتوي على تروس وسلاسل وأدلة تسبب احتكاك داخلي يبطئ سقوط المطرقة ويقلل طاقة الدك الفعلية المعايير D2168 تعني إجراء اختبار بروكتور على نفس العينة مرتين مرة بالمطرقة اليدوية الدقيقة ومرة بالمطرقة الميكانيكية ومقارنة منحنى الدمك إذا كانت كثافة المطرقة الميكانيكية أقل يقوم الفني بتعديل وزنها حتى تتطابق النتائج يتم التكرار دوريًا لضمان موثوقية النتائج وسيلة دعم مؤكدة شرط سلامة يمنع سقوط المطرقة بشكل غير متوقع أثناء توقف الآلة لحماية الفني والمعدات

6.2.2 Mechanical Rammer-Circular Face—The rammer shall operate mechanically in such a manner as to provide uniform and complete coverage of the specimen surface. There shall be  $0.10 \pm 0.03$ -in. ( $2.5 \pm 0.8$ -mm) clearance between the rammer and the inside surface of the mold at its smallest diameter. The



6.1.1.1 *Mechanical Rammer-Sector Face*—The sector face can be used with the 6.0-in. (152.4-mm) mold, as an alternative to the circular face mechanical rammer described in 6.2.2. The striking face shall have the shape of a sector of a circle of radius equal to  $2.90 \pm 0.02$  in. ( $73.7 \pm 0.5$  mm) and an area about the same as the circular face (see 6.2). The rammer shall operate in such a manner that the vertex of the sector is positioned at the center of the specimen and follow the compaction pattern given in Fig. 3(b).

#### البند ٦,٢,٢,١ الترجمة :

٦,٢,٢,١ المطرقة الميكانيكية—ذات الوجه القطاعي يمكن استخدام الوجه القطاعي مع القالب ذي القطر ٦,٠ بوصة (١٥٢,٤ مم) كبديل للمطرقة الميكانيكية ذات الوجه الدائري الموصوفة في ٦,٢,٢. يجب أن يكون لوجه الطرق شكل قطاع من دائرة نصف قطرها  $2.90 \pm 0.02$  بوصة ( $73.7 \pm 0.5$  مم)، ومساحته تقريباً مساوية لمساحة الوجه الدائري (انظر ٦,٢). يجب أن تعمل المطرقة بطريقة يكون فيها رأس القطاع موضوعاً في مركز العينة، وتتبع نمط الدمك الموضح في الشكل ٣ (ب).

#### البند ٦,٢,٢,١ الشرح :

يقدم هذا البند تصميمًا بديلاً للمطرقة الميكانيكية مخصص للاستخدام فقط مع القالب الكبير (٦ بوصة) في طريقة C.

شكل الوجه القطاعي: يمكن تخيله كشريحة بيتزا أو قطعة فطيرة حيث يكون الطرف المدبب الرأس موجهًا دائمًا نحو مركز القالب.

الغرض من الشكل: الهدف هو تحقيق تغطية منتظمة وكاملة لسطح التربة بكفاءة أعلى مقارنة بالمطرقة الدائرية.

في المطرقة الدائرية: تحتاج الآلة إلى تدوير القالب لضمان عدم ترك أجزاء غير مدكوكة.

في المطرقة القطاعية: يتم تثبيت رأس القطاع في مركز القالب ثم يتم تغطية كل شريحة من التربة على حدة عن طريق تدوير المطرقة لتغطي الدائرة بالكامل.

شروط التصميم الحاسمة:

نصف القطر (٢,٩٠ بوصة /  $73.7$  مم): يغطي المسافة من مركز القالب حتى الحافة مع ترك الخلوص المطلوب.

المساحة: يجب أن تكون مساحة "شريحة البيتزا" مساوية تقريباً لمساحة الوجه الدائري القياسي لضمان ثبات الضغط والطاقة المطبقة.

نمط الدمك: يجب اتباع نمط محدد (الشكل ٣ (ب)) لضمان توزيع ٥٦ ضربة بشكل متساوٍ على جميع القطاعات.

#### ٦,٢,٢,١ مثال عملي:

لدينا عينة تربة خشنة ونريد إجراء اختبار بروكتور بطريقة C بوصة و ٥٦ ضربة.

#### الآلة (أ) - المطرقة الدائرية:

تضرب بالقرب من الحافة.

تدور القاعدة بزاوية صغيرة (مثلاً ١٥°).

تستمر هذه العملية حتى إتمام ٥٦ ضربة موزعة على دوائر متحدة المركز لتغطية السطح بالكامل.

#### الآلة (ب) - المطرقة القطاعية:

يتم وضع رأس القطاع في مركز القالب.

تسقط عدة ضربات لتغطية القطاع الأول مثلاً ٧ ضربات.

تدوير ذراع المطرقة بزاوية محددة مثلاً ٤٥° للقطاع التالي.

تكرار العملية ٨ مرات ٨ قطاعات  $7 \times$  ضربات = ٥٦ ضربة لتغطية الدائرة بأكملها.

#### الخلاصة:

كلا النظامين يحققان نفس الهدف: توصيل ٥٦ ضربة بطاقة متساوية وتوزيعها بشكل منتظم على سطح العينة. المطرقة القطاعية تعد حلاً ميكانيكياً مبتكراً وأكثر كفاءة في القوالب الكبيرة مع الالتزام الدقيق بنصف القطر والمساحة ونمط الدمك.

6.3 *Sample Extruder (optional)*—A jack, with frame or other device adapted for the purpose of extruding compacted specimens from the mold.

#### البند رقم ٦,٣ الترجمة

جهاز إخراج العينات (اختياري)—وهو رافعة أو إطار أو أي جهاز آخر مصمم خصيصاً بغرض إخراج العينات المضغوطة من القالب.

#### البند رقم ٦,٣ الشرح

الجهاز ده عبارة عن رافعة أو هيكل ممكن يكون مثبت عليه مكبس أو أي وسيلة ثانية بتساعدك إنك تطلع العينة المضغوطة اللي تم دمكها جوا القالب من غير ما تتكسر أو تتشوه. يعني بدل ما تحاول تطلع العينة بإيدك أو بأي أداة عادية وتبهلها أو تكسرها، بتستخدم الجهاز ده عشان يطلعها كاملة وسليمة برا القالب. وساعات في ناس بتستغنى عنه لو بتعرف تطلع العينات من غير مشاكل عشان كده هو مكتوب عليه اختياري.

6.4 Balance—A Class GP5 balance meeting the requirements of Specification D4753 for a balance of 1-g readability. If the water content of the compacted specimens is determined using a representative portion of the specimen, rather than the whole specimen, and if the representative portion is less than 1000 g, a Class GP2 balance having a 0.1-g readability is needed in order to comply with Test Methods D2216 requirements for determining water content to 0.1 %.



D1557 – 12 (2021)

NOTE 7—Use of a balance having an equivalent capacity and a readability of 0.002 lbm as an alternative to a class GP5 balance should not be regarded as nonconformance to this standard.

#### البند رقم ٦,٤ الترجمة

ميزان—ميزان من الفئة GP5 يحقق متطلبات المواصفة D4753 ويكون بدقة قراءة ١ جرام. ولو هتحدد محتوى الماء في العينة المضغوطة باستخدام جزء ممثل من العينة (ومش العينة كلها)، ولو كان الجزء ده وزنه أقل من ١٠٠٠ جرام، يبقى لازم تستخدم ميزان من الفئة GP2 بدقة قراءة ٠,١ جرام علشان تلتزم بمتطلبات طرق الاختبار D2216 الخاصة بتحديد محتوى الماء بنسبة دقة تصل لـ ٠,١%.

#### البند رقم ٦,٤ الشرح

الفكرة هنا عن الميزان اللي لازم تستخدمه وإن بتوزن عينات التربة بعد ما تضغطها. فيه نوعين: لو هتوزن العينة كلها أو العينة وزنها تقيل أكثر من ١ كيلو تقريباً الميزان العادي اللي بيقرا لأقرب ١ جرام كفاية. ده غالباً موجود في معظم المعامل وبيغطي أغلب الشغل. لكن لو هتحدد نسبة المياه في العينة باستخدام جزء صغير منها أقل من ١٠٠٠ جرام يبقى لازم دقة أعلى، يعني تجيب ميزان حساس بيقرا لأقرب ٠,١ جرام. وده ضروري علشان النتيجة تبقى مضبوطة ومايقاش فيه أخطاء في حساب نسبة الرطوبة، خصوصاً لما العينة صغيرة، لأن أي فرق صغير في الوزن هياثر في الحساب بشكل كبير. وكل ده ميسي مع المواصفات الدولية اللي بتحددك نسبة الدقة.

#### البند رقم ٦,٤ مثال عملي

واحد في معمل التربة عايز يقيس نسبة المياه في عينة تربة بعد الدك. لو العينة وزنها ١٢٠٠ جرام ممكن يوزنها بميزان عادي GP5 اللي بيقرا لأقرب ١ جرام ويطلع النتيجة وتماثل لكن لو العينة صغيرة أو هتستعمل جزء منها بس، وليكن وزن الجزء ده ٢٠٠ جرام، لازم يستخدم ميزان حساس GP2 بدقة ٠,١ جرام. بيحط العينة أو الجزء الممثل في الميزان يقرأ الوزن قبل وبعد التجفيف، يطرح الوزنين ويقسم على الوزن بعد التجفيف علشان يطلع نسبة المياه بدقة عالية.

مثلاً: وزن الجزء قبل التجفيف: ٢٠٠,٥ جرام وزن الجزء بعد التجفيف: ١٨٥,٣ جرام الفرق: ١٥,٢ جرام  
نسبة المياه =  $100 \times (185,3 \div 15,2) = 122,2\%$  تقريباً ٨,٢%  
بدقة ٠,١% زي اللي بتطلبه المواصفات الدولية.

#### ملاحظة ٧ الترجمة

ملاحظة ٧—استخدام ميزان له نفس السعة ودقة قراءة تبلغ ٠,٠٠٢ رطل (lbm) كبديل لميزان الفئة GP5 لا يُعتبر مخالفاً لهذا المعيار.

#### ملاحظة ٧ الشرح

بطريقة تفصيلية المواصفة دي بتقولك لو عندك ميزان في المعمل بيقراً بدقة ٠,٠٠٢ رطل ممكن تستخدمه بدل ميزان فئة GP5 اللي بيقراً كل ١ جرام من غير ما تكون مخالف للمعيار.

وخليني أوضح لك: الرطل (lbm) وحدة قياس وزن بتستخدم في النظام الإنجليزي، والجماعة بتتوع الاختبارات ساعات بيشتغلوا بيها. كل رطل يساوي تقريباً ٤٥٣,٦ جرام. لو عايز تحول الدقة دي للجرام:

$$٠,٠٠٢ \text{ رطل} = ٤٥٣,٦ \times ٠,٠٠٢ = ٠,٩١ \text{ جرام تقريباً}$$

يعني لو الميزان بيقراً لأقرب ٠,٩١ جرام تقريباً، ده مناسب زي ميزان الفئة GP5 في الدقة يبقى لو لقيت ميزان في المعمل بيقراً رقم عشري بسيط في النظام الإنجليزي زي ٠,٠٠٢ lbm في القراءة وتقدر تزن العينات بدقة في الحدود دي، استخدمه وانت مطمئن. المواصفة بتأكد إنك ماشي سليم، أهم حاجة تكون الدقة والسعة مكافئة للميزان المطلوب في المعيار.

#### ملاحظة ٧ مثال عملي

يعني لو في المعمل عندك ميزان مكتوب عليه إنه بيقراً لأقرب ٠,٠٠٢ رطل وعليه سعة كبيرة، لو جيت تزن عينة تربة وزنها مثلاً ٨٠٠ جرام هتلاقي أصغر فرق بالوزن بيطلع معاك حوالي أقل من ١ جرام، بالضبط تقريباً ٠,٩١ جرام. تقدر تعمل اختبارات التربة زي الدمك أو تحديد نسبة المياه وتكتب النتيجة بالثقة إن الميزان دقته مناسبة للمطلوب في المواصفة الدولية. لو حد راجع تقريرك وسألك عن نوع الميزان، تقدر تقول إن المواصفة تسمح باستخدام ميزان بالسعة والدقة دي وما فيش مخالفة.

6.5 Drying Oven—Thermostatically controlled oven capable of maintaining a uniform temperature of  $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$  ( $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) throughout the drying chamber. These requirements typically require the use of a forced-draft type oven. Preferably the oven should be vented outside the building.

#### البند ٦,٥ الترجمة

فرن التجفيف-فرن متحكم في درجة حرارته تلقائيًا، ويقدر يحافظ على درجة حرارة موحدة داخل غرفة التجفيف مقدارها  $230 \pm 9$  درجة فهرنهايت ( $110 \pm 5$  درجة مئوية). المتطلبات دي غالبًا بتحتاج لاستخدام فرن من نوع الطرد القسري . ويفضل أن يكون الفرن مزود بفتحة تهوية للخارج.

#### البند ٦,٥ الشرح

البند ده بيشرح لنا إيه نوع الفرن اللي لازم نستخدمه لتجفيف العينات. لازم يكون الفرن ده متحكم فيه بالترموستات علشان يطلع حرارة ثابتة جوا الغرفة حوالي  $110$  درجة مئوية مع فرق بسيط ممكن يوصل له درجات. في العادة الفرن بيكون من نوع طرد قسري يعني فيه مروحة بتوزع السخونة كويس جوا الفرن علشان كل العينات تنشف بشكل متساوي وكمان يفضل يكون للفرن تهوية تطلع البخار برا المعمل.

#### البند ٦,٥ مثال عملي

لو معملنا بيعمل تجفيف لعينات تربة بندخل العينات دي جوه فرن. الفرن متضبط على الحرارة المطلوبة والمروحة بتوزع الهواء الساخن جوا الفرن وعلشان البخار ما يتجمعش جوا المعمل في فتحة تهوية تطلع البخار برا. بعد الوقت المحدد للتجفيف العينات بتكون ناشفة وجاهزة للاختبار. كده احنا متأكدين إن العينات اتحفظت بشكل صحيح ونتايجنا في الاختبارات مضبوطة.

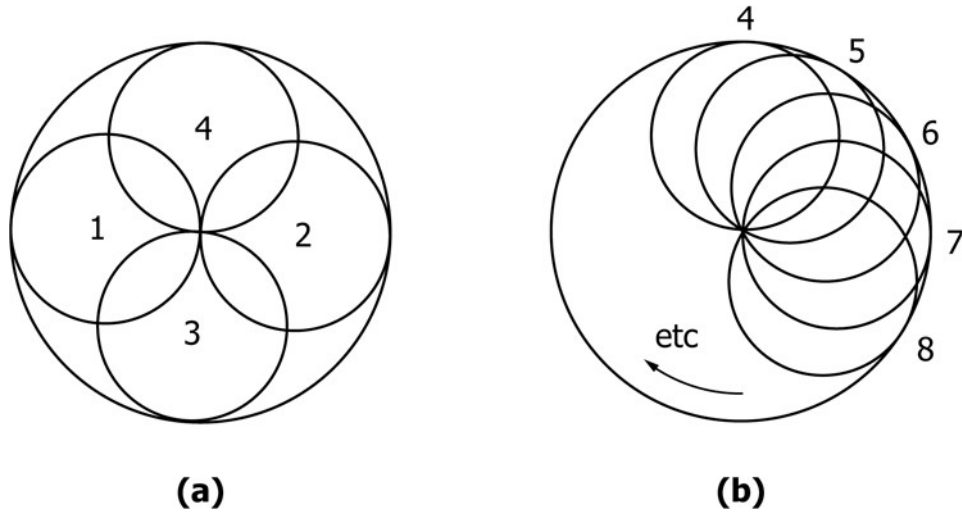


FIG. 3 Rammer Pattern for Compaction in 4-in. (101.6-mm) Mold

### الشكل ٣. نمط الدك للضغط في قالب مقاس ٤ بوصات (١٠١,٦ مم).

توضح هذه الصورة الطريقة الرسمية لتوزيع ضربات المطرقة على كل طبقة أثناء اختبار الدمك في قالب صغير قطر ٤ بوصة وهو أمر أساسي لضمان توزيع متساوٍ للطاقة على كامل سطح العينة.

شرح وتفسير أجزاء الشكل:

الشكل (a): الدوائر المرقمة (١، ٢، ٣، ٤)

تمثل مواقع ضربات المطرقة لكل طبقة أثناء الدمك اليدوي أو الميكانيكي ذي الوجه الدائري.

كل دائرة في الرسم تمثل منطقة تغطية وجه المطرقة عند إسقاطها على سطح التربة.

الضربات موزعة لتغطي المركز وأطراف القالب مع تداخل بين الدوائر لضمان تلقي كل نقطة تقريباً نفس كمية الطاقة. يجب على الفني تبديل أماكن سقوط المطرقة بدقة وفق هذا النمط لتجنب تركيز الطاقة في منطقة معينة أو عدم دمك مناطق أخرى جيداً.

الشكل (b): الدوائر المرقمة من ٤ حتى ٨

يمثل نمط توزيع الضربات عند زيادة عدد الضربات في الطبقة أو عند استخدام دمك قطاعي متحرك مثل المطرقة ذات الوجه القطاعي أو الآلات الميكانيكية المتقدمة.

يبدأ الإسقاط من أقرب مكان لمركز القالب موقع ٤ ثم يتحرك بشكل منهجي لتغطية بقية المناطق (٥ → ٦ → ٧ → ٨ ...). يظهر السهم في الرسم كيفية التنقل بين الضربات بطريقة حلزونية أو دوائر لضمان تغطية كاملة للطبقة دون تداخل زائد أو ترك مناطق فارغة.

الأهمية العملية لشكل ٣:

النتيجة لن تكون صحيحة إذا رُكّز الفني الضربات في المركز فقط أو عند الحافة فقط.

التوزيع وفق هذا النمط ضروري للحفاظ على انتظام كثافة التربة في كل نقطة من العينة.

يساعد على اكتشاف أي أخطاء تشغيلية، مثل تركيز الهبوط في جانب معين بعد انتهاء الاختبار.

ملاحظات تشغيلية للفنيين:

يجب دائماً اتباع هذا النمط وعدم الدمك العشوائي.

هذا النمط أو الشكل يضمن مقارنة العينات بشكل عادل وخاصة عند حساب أقصى كثافة جافة حقيقية.

الانحراف عن النمط يؤدي غالباً إلى منحنيات دمك منحرفة أو نتائج كثافة منخفضة غير دقيقة.

هذه الصورة هي الدليل الرسمي لتوزيع ضربات المطرقة في قالب ٤ بوصة وفق المواصفة ASTM D1557، ويعتمد عليها كل مختبر محترم لضبط الجودة والدقة.

6.6 Straightedge—A stiff metal straightedge of convenient length but not less than 10 in. (250 mm). The total length of the straightedge shall be machined straight to a tolerance of  $\pm 0.005$  in. ( $\pm 0.1$  mm). The scraping edge shall be beveled if it is thicker than  $\frac{1}{8}$  in. (3 mm).

#### البند ٦,٦ الترجمة

مسطرة معدنية مستقيمة—مسطرة معدنية صلبة بأي طول مناسب لكن لا يقل عن ١٠ بوصة (٢٥٠ ملم). يجب أن يكون طول المسطرة كله مشغول بدقة بحيث يكون مستقيم مع سماحية  $\pm 0.005$  بوصة ( $\pm 0.1$  ملم). إذا كان طرف المسطرة المستخدم في الكشط أو التسوية سُمكه أكبر من ٨/١ بوصة (٣ ملم)، يجب أن يكون الطرف مشطوف (beveled).

#### البند ٦,٦ الشرح

البند ده بيشرح لنا المسطرة اللي هنستخدمها في التسوية أو الكشط أثناء تحضير أو اختبار العينات. المسطرة دي لازم تكون معدن قوي مش بتتلوي وطولها ميقاش أقل من ٢٥ سم. أهم حاجة إن المسطرة تكون مستقيمة جدًا لأن أي تعويج فيها هيسبب مشكلة في تسوية سطح العينة أو تحديد مستوى الصح. المواصفة سامحة بفارق صغير قوي في الاستقامة، حوالي ٠,١ ملم بس. ولو طرف المسطرة التخين عن ٣ ملم، لازم يكون مشطوف عشان يسهل عملية الكشط أو التسوية من غير ما يبقى الطرف حاد أو يجرح العينة.

6.7 Sieves— $\frac{3}{4}$  in. (19.0 mm),  $\frac{3}{8}$  in. (9.5 mm), and No. 4 (4.75 mm), conforming to the requirements of Specification E11.

#### البند ٦,٧ الترجمة

المناخل —مناخل  $\frac{3}{4}$  بوصة (١٩,٠ ملم)،  $\frac{3}{8}$  بوصة (٩,٥ ملم) ورقم ٤ (٤,٧٥ ملم)، مطابقة لمتطلبات مواصفة E11.

#### البند ٦,٧ شرح

البند ده بيوضح لنا أهمية وأنواع المناخل المطلوبة. يتطلب اختبار بروكتور المعدل وجود ثلاثة أنواع أساسية من المناخل الشبكية ذات فتحات سلكية دقيقة: ١. منخل  $\frac{3}{4}$  بوصة (١٩,٠ ملم) الفتحة بين الأسلاك: ١٩ مم بالضبط. يستخدم لتحديد الجزء الأكبر من التربة الحصى الكبير خاصة عند التعامل مع القالب الكبير ٦ بوصة. يستخدم أيضًا لفصل الجزء الذي يمر من هذا المنخل لإجراء اختبار الدمك عليه في الطريقة C.

٢. منخل  $\frac{3}{8}$  بوصة (٩,٥ ملم)

الفتحة: ٩,٥ مم بالضبط.

المستخدم في الطريقة B من اختبار بروكتور.

يفصل الطبقات الوسطى من التربة ويصنف الحصى متوسط الحجم.

٣. منخل رقم ٤ (No. 4 = 4.75 مم)

الفتحة: ٤,٧٥ مم بالضبط.

المنخل القياسي لفصل التربة إلى الجزء الناعم المستخدم في الطريقة A والجزء الخشن.

التوافق مع المواصفة E11

ليس كل منخل في السوق يمكن الوثوق بأبعاده.

E11 تحدد بدقة حجم الفتحات استقامة الأسلاك أبعاد الإطار وسماك ونوعية المعدن.

استخدام منخل بدون شهادة E11 قد يؤدي إلى اختلاف بسيط في حجم الفتحة، وهذا يؤثر بشكل مباشر على نتائج اختبار التدرج الحبيبي وبالتالي على نتائج اختبار الدمك.

الاستخدام في الاختبار

قبل الدمك

يتم نخل وتجهيز العينة بالكامل

تحديد نسبة كل جزء يمر أو يحتجز على المناخل الثلاثة  $\frac{3}{4}$  بوصة  $\frac{3}{8}$  بوصة ورقم ٤

أثناء التحليل بعد الدمك

أحيانًا تحلل التربة المستخرجة من القالب على نفس المناخل للتحقق من أي تغيير في توزيع الأحجام بسبب الدك أو التفتت

لماذا التشدد في الأرقام والمواصفة؟

كل حسابات تصحيح الكثافة أو نسبة الفقد في الأجزاء الكبيرة تعتمد كليًا على دقة المناخل لذلك نصت المواصفة صراحة على رقم المواصفة E11 وعدم قبول أي منخل غير مطابق لها

#### الخلاصة

الفني الذي لا يستخدم منخل عليه ختم أو شهادة ASTM E11 قد ينتج تقرير دمك يبدو سليمًا لكن دقته العلمية غير مضمونة أي استشاري محترف أو أي مراجعة جودة قد ترفض هذه النتائج و استخدام الأدوات المطابقة للمواصفة هو الطريق الوحيد للعمل الهندسي السليم والدقيق

6.8 Mixing Tools—Miscellaneous tools such as mixing pan, spoon, trowel, spatula, spray device (to add water evenly), and (preferably, but optional) a suitable mechanical device for thoroughly mixing the subspecimen of soil with increments of water.

7.1 Perform standardizations before initial use, after repairs or other occurrences that might affect the test results, at intervals not exceeding 1000 test specimens, or annually, whichever occurs first, for the following apparatus:

٧.١ قبل الاستخدام الأول للجهاز وبعد أي إصلاحات أو أي أحداث قد تؤثر على دقة النتائج، يجب إجراء معايرة شاملة للجهاز يجب بعد ذلك إجراء المعايرة بشكل دوري بحيث لا تتجاوز فترة التكرار ١٠٠٠ عينة اختبار أو مرة واحدة سنوياً أيهما يأتي أولاً تنطبق هذه التعليمات على الأجهزة التالية:

7.1.1 Balance—Evaluate in accordance with Specification D4753 or Practice E319.

البند ٧.١.١ الترجمة:

الميزان - يتم تقييم الميزان طبقاً لمتطلبات المواصفة D4753 أو دليل العمل E319

البند ٧.١.١ الشرح

الموضوع كله بيتكلم عن إزاي نتأكد إن الميزان اللي بنستخدمه في المعمل شغال مضبوط ومطابق للمواصفات المطلوبة. عندنا اختياريين: يا إما نمشي على المواصفة D4753 اللي فيها كل التفاصيل عن أنواع الموازين ودقتها ومعايرتها أو نستعمل دليل العمل E319 اللي بيوضح طرق تقييم وضبط وصيانة الموازين بشكل عام.

يعني مش كفاية يكون الميزان موجود وخلص لازم نتأكد إنه مضبوط ومطابق للمعايير دي وده بيحصل عن طريق الفحص الدوري أو المعايرة اللي بتتم حسب واحدة من الطريقتين دول.

البند ٧.١.١ مثال عملي

أنت شغال في معمل تربة وعندك ميزان جديد أو حتى قديم. قبل ما تستخدمه في الوزن الدقيق، لازم تراجع وتعمله اختبار أو معايرة حسب D4753 أو حسب الخطوات اللي في E319. لو اكتشفت إن الميزان فيه فرق في الوزن أو مش مضبوط، ترجع تعاليره أو تصلحه عشان النتائج اللي تطلع صحيحة ومعتمدة في التقارير. كده أي حد تراجع شغلك أو يفتش على المعمل يلاقيك ملتزم بالمواصفات الدولية ومتبع الخطوات اللي تضمن الدقة في الشغل.

البند ٦.٨ الترجمة

أدوات الخلط - أدوات متنوعة مثل صينية الخلط ملعقة مجرفة سباتولا جهاز لرش الماء بشكل متساوٍ ويفضل استخدام جهاز ميكانيكي مناسب للخلط الجيد لعينة التربة مع دفعات الماء.

البند ٦.٨ الشرح

لما تيجي عينة تربة وتبدأ تضيف الماء عشان توصل للرطوبة المطلوبة للدمك، لازم يكون عندك أدوات تساعدك تمزج التربة والمياه كويس

صينية الخلط وعاء كبير يكفي عشان تستوعب العينة وتمكنك من خلطها كويس.

ملعقة ومجرفة تستخدم للتحريك والخلط اليدوي للتربة مع الماء وتقلب كويس لتوزيع الماء بالتساوي

سباتولا أداة أسهل للتحكم في تحريك أجزاء العينة ونقلها وتنظيف الأطراف

جهاز رش بدل ما تسكب الماء فجأة الجهاز ده بيخليك تضيف الماء على شكل رذاذ ناعم ومتوزع بحيث كل جزء من التربة ياخذ نصيبه بدون تركيز أو تجمعات مياه

جهاز ميكانيكي اختياري بعض المختبرات الكبيرة أو المتقدمة بيستخدموا جهاز خلط ميكانيكي دقيق يخلي الخلط عميق ومتجانس بدرجة عالية خصوصاً مع العينات الكبيرة أو لأغراض الجودة العالية

الخلاصة

وجود الأدوات دي مهم جداً عشان الماء يتوزع متساوي في العينة وده يدك منحنيات دمك دقيقة تعكس سلوك التربة الطبيعي بدل ما يكون في أجزاء ناشفة أو رطبة زيادة أو مناطق متكتلة



### البند ٧.١.٢ الترجمة

القوالب-يتم تحديد الحجم حسب الطريقة الموضحة في الملحق A1

### البند ٧.١.٢ الشرح

البند ده بيتكلم عن ازاى نعرف حجم القالب اللي بنستخدمه في اختبار الدمك أو التحضير. المواصفة بتطلب منا نمشي على خطوات موجودة في ملحق اسمه A1 فيه شرح مكتوب أو خطوات عملية لتحديد حجم القالب بالضبط. ليه الموضوع ده مهم؟ لأن الحجم الصح للقالب هو الأساس في الحسابات اللي بعد كده، زي الكثافة أو الوزن الجاف للتربة. القالب لو مش معروف حجمه بدقة، النتائج كلها هتطلع غلط ومش هتنتفع تعتمد عليها في التقارير أو أي مشروع.

7.1.3 Manual Rammer—Verify the free fall distance, rammer weight, and rammer face are in accordance with 6.2. Verify the guide sleeve requirements in accordance with 6.2.1.

### البند ٧.١.٣ الترجمة

لمطرقة اليدوية تحقق من مسافة السقوط الحر ووزن المطرقة ووجه المطرقة طبقاً لما هو محدد في البند ٦.٢ وتأكد أيضاً من أن متطلبات أنبوب التوجيه مطابقة للبند ٦.٢.١.

### البند ٧.١.٣ الشرح

البند ده بيطلب منا قبل ما نستخدم المطرقة اليدوية في اختبار الدمك إننا نراجع شوية حاجات مهمة يعني لازم نتأكد إن المطرقة لما بنسيبها تقع على العينة المسافة اللي بتقع فيها حرة تكون زي المواصفة بالضبط مش أقل ولا أكثر. كمان ضروري نوزن المطرقة ونشوف وزنها فعلاً مطابق اللي مكتوب في المواصفة لأن وزن المطرقة بيأثر في قوة الدمك وكمان لازم نبص على وجه المطرقة يعني هل هو مسطح أو مقوس ونتأكد إن الشكل هو المطلوب بالضبط في المواصفة

### البند ٧.١.٣ الترجمة

المطرقة الميكانيكية تحقق واضبط إذا لزم الأمر أن المطرقة الميكانيكية مطابقة لممارسات D2168 بالإضافة إلى ذلك تأكد من أن الخلوص بين المطرقة وسطح القالب الداخلي مطابق للبند ٦.٢.٢.

### البند ٧.١.٣ الشرح

البند ده بيتكلم عن المطرقة اللي بتشتغل بشكل أوتوماتيك وبيقول لازم نتأكد إنها شغالة وبتطبق نفس الشروط والمواصفات المكتوبة في معايير D2168 يعني مثلاً عدد الضربات قوة الضربة وارتفاع السقوط كل ده لازم يكون مضبوط زي ما المواصفة بتقول وكمان لازم نبص كويس على المسافة بين المطرقة وجدار القالب من جوه الخلوص لأن لو المطرقة قريب قوي من الجدار أو بعيد قوي الموضوع ده ممكن يآثر على توزيع الدمك جوه العينة ولازم يكون الخلوص ده مطابق للبند ٦.٢.٢ ولو فيه فرق أو مشكلة لازم نعدل الوضع أو نضبط المطرقة لغاية ما كله مضبوط قبل ما نبدأ الاختبار

### 8. Test Specimen

#### ٨. عينة الاختبار

8.1 The minimum test specimen (test fraction) mass for Methods A and B is about 16 kg, and for Method C is about 29 kg of dry soil. Therefore, the field sample (see Practices D4220/D4220M for practices of preserving and transporting soil samples) should have a moist mass of at least 23 kg and 45 kg, respectively. Greater masses would be required if the oversize fraction is large (see 10.2 or 10.3) or an additional molding water content is taken during compaction of each point (see 10.4.1)

### البند ٨.١ الترجمة

٨.١ وزن العينة الحد الأدنى لوزن العينة المختبرة (الجزء المختبر) في الطريقتين A و B هو حوالي ١٦ كجم، وفي الطريقة C هو حوالي ٢٩ كجم من التربة الجافة لذلك يجب أن تكون وزن العينة الحقلية (انظر المواصفة D4220/D4220M الخاصة بالحفاظ ونقل عينات التربة) لا تقل عن ٢٣ كجم للطريقتين A و B، ولا تقل عن ٤٥ كجم للطريقة C، على أن تكون التربة رطبة وإذا كان الجزء الكبير من التربة كبير قد تحتاج عينات أكبر (انظر البنود ١٠.٢ أو ١٠.٣)، أو لو في اختبار محتوى ماء إضافي أثناء دمك كل نقطة (انظر البند ١٠.٤.١)، فقد تحتاج كتلة زيادة.

### البند ٨.١ الشرح

البند ده بيحدد أقل وزن لازم يكون موجود في العينة اللي

7.1.3 Mechanical Rammer—Verify and adjust if necessary that the mechanical rammer in accordance with Practices D2168. In addition, the clearance

## البند ٨,٢,١ الترجمة

اختر طريقة تسمح بنسبة أكبر من المادة المحتجزة B أو C.

## البند ٨,٢,١ الشرح

النص ده بيقولك لو عندك نسبة الحصى أو القطع الكبيرة في العينة قريبة من الحد بين طريقتين اختار دائماً الطريقة اللي تتحمل نسبة أكبر من الحصى يعني لو الشك بين A و B اختار B ولو بين B و C اختار C ده بيضمن إن الدمك هيكون دقيق وتمثيل التربة كامل بدون تجاهل أي جزء كبير من الحصى.

## مثال عملي (٨,٣,١):

لو عندك عينة ووجدت إن نسبة الحصى على منخل رقم ٤ تقريباً على الحد اللي يفرق بين الطريقة A و B بدل ما تختار A اختار B علشان كل جزء من الحصى الكبير يتم أخذه في الاعتبار في اختبار الدمك نفس الشيء لو كانت النسبة على منخل ٣/٤ بوصة قريبة من الحد بين B و C اختار C.

8.2.2 Using the sieve size designated for the Method of interest, process the specimen in accordance with 10.2 or 10.3 herein. This determines the percentage of material retained for that method. If the percentage retained is acceptable, proceed. If the percentage retained is not acceptable, go to Method B or C using the next larger sieve size.

## البند ٨,٢,٢ الترجمة

٨,٢,٢ باستخدام فتحة المنخل المخصصة للطريقة المطلوب تطبيقها، يتم تجهيز العينة طبقاً للبند ١٠,٢ أو ١٠,٣ في هذه المواصفة. هذه الخطوة تحدد نسبة الجزء المحتجز على المنخل لتلك الطريقة. إذا كانت النسبة المحتجزة ضمن الحدود المقبولة، يتم الاستمرار في الاختبار. أما إذا لم تكن النسبة المحتجزة مقبولة، فيجب الانتقال إلى الطريقة B أو C باستخدام المنخل ذي الفتحة الأكبر مباشرة.

## البند ٨,٢ الترجمة

٨,٢ إذا لم تتوفر بيانات التدرج الحبيبي قدر نسبة المادة بالوزن المحتجزة على منخل رقم ٤ ٤,٧٥ مم أو منخل ٣/٨ بوصة ٩,٥ مم أو منخل ٣/٤ بوصة ١٩,٠ مم حسب ما يناسب اختيار طريقة A أو B أو C. إذا بدا أن نسبة المادة المحتجزة قريبة من الحد المسموح به للطريقة المختارة A أو B أو C حينها تكمل الإجراءات كما هو مذكور في الفقرة التالية:

هنتشتغل عليها في اختبارات الدمك. ولو هنتشتغل بالطريقة A أو B لازم العينة الجافة وزنها يكون حوالي ١٦ كيلو على الأقل أما الطريقة C محتاجة وزن أكثر تقريباً ٢٩ كيلو تربة جافة ولأن العينات اللي بتتجاب من الموقع بتكون فيها مياه فالمواصفة بتقول العينة الحقلية نفسها لازم وزنها يكون أكبر حوالي ٢٣ كيلو للطريقة A أو B وحوالي ٤٥ كيلو للطريقة C يعني العينة وهي لسه فيها رطوبة لو فيه نسبة حصى أو قطع كبيرة في التربة داخل العينة عالية أحياناً لازم تزود الوزن عن الحد الأدنى وده موجود شرح أكثر في بنود ١٠,٢ و ١٠,٣ وكمان لو هتعمل اختبار لنسبة المياه لكل نقطة دمك خلال التجربة هتحتاج عينات بوزن أكبر زي ما بيتوضح في البند ١٠,٤,١.

## البند ٨,١ مثال عملي

لو أنت في الموقع وعازب تاخذ عينات تربة للدمك لازم تجمع عينة وزنها وهي رطبة حوالي ٢٣ كيلو لو هنتشتغل بطريقة A أو B أو ٤٥ كيلو لو طريقة C العينة دي بتجيبها وتخزنها بعناية حسب المواصفة D4220/D4220M علشان الرطوبة تفضل زي ما هي وما تتغيرش قبل ما توصل للمعمل لو اكتشفت إن التربة فيها حصى كثير أو قطع كبيرة لازم تجمع أكثر من الحد الأدنى في الوزن علشان بعد الغربة تلاقي عندك الكمية الكافية للجفاف والاختبار وكمان لو هتعمل اختبارات زيادة على العينات في نقطة معينة من الدمك يبقى تجمع وزن أكثر علشان كل اختبار يكون ليه جزء كافي من العينة.

8.2 If gradation data is not available, estimate the percent- age of material (by mass) retained on the No. 4 (4.75-mm), 3/8-in. (9.5-mm), or 3/4-in. (19.0-mm) sieve as appropriate for selecting Method A, B, or C, respectively. If it appears the percentage retained of interest is close to the allowable value for a given Method (A, B, or C), then either:

8.2.1 Select a Method that allows a higher percentage retained (B or C).

8.4.2D Determine percentage retained values using a representative portion from the total sample, and performing a simplified or complete gradation analysis using the sieve(s) of interest and Test Method **D6913/D6913M** or **C136/C136M**. It is only necessary to calculate the retained percentage(s) for the sieve or sieves for which information is desired.

**الترجمة للبند ٨,٢,٣**  
يتم تحديد نسب المواد المحتجزة (نسب التمرير والاحتجاز) باستخدام جزء ممثل من العينة الكلية، وذلك بإجراء تحليل تدرج حبيبي مبسط أو كامل باستخدام المناخل المطلوبة، طبقاً لطريقة الاختبار **D6913/D6913M** أو **C136/C136M**. ويكتفى بحساب نسبة الاحتجاز فقط على المنخل أو المناخل التي يُراد الحصول على بياناتها.

**الشرح للبند ٨,٢,٣**  
بص البند ده بيتكلم عن خطوة بسيطة لكنها مهمة جداً في شغل المعمل وهي إنك تحدد نسبة الحبيبات اللي بتتجز على منخل معين أو أكثر وده بيبقى جزء من تحليل التدرج الحبيبي .  
الي المواصفة بتقوله هنا إنك مش لازم كل مرة تعمل تحليل تدرج كامل لكل المناخل من أول الكبيرة لحد الصغيرة.  
لأ ساعات بيكون المطلوب بس تعرف نسبة الاحتجاز على منخل أو اثنين زي مثلاً منخل رقم ٤ أو منخل ٨/٣ بوصة لو ده المنخل اللي يهم الاختبار بتاعك زي ما بنحتاج نعرف في اختبار بروكتور عشان نحدد الطريقة A أو B أو C.  
فبيقولك ببساطة خذ جزء ممثل من العينة الكلية يعني تكون واخده بطريقة مضبوطة يمثل العينة كلها.  
اعمل عليه هز بالمناخل المطلوبة فقط مش لازم كل المجموعة.  
بعد كده احسب نسبة المحجوز على المنخل اللي انت محتاجه وخلاص كده كفاية مش لازم تكمل باقي التحليل لو مش ضروري.  
يعني الفكرة كلها إنك توفر وقت وجهد وتركز بس على البيانات اللي محتاجها فعلاً.

#### الشرح للبند ٨,٢,٢

البند ده بيشرح إنك لما تيجي تختار طريقة الدمك المناسبة A أو B أو C بتبدأ الأول بمخل كل طريقة وتشوف نسبة الركام الكبير الي اتحجز عليه.

لو النسبة المحتجزة مناسبة للطريقة بتكمل بنفسها.  
لكن لو النسبة مش في المدى المطلوب بتنتقل للطريقة الي بعدها وتستخدم منخل أكبر.

المناخل المخصصة لكل طريقة:

الطريقة A → منخل رقم ٤ (فتحة ٤,٧٥ مم)

الطريقة B → منخل ٨/٣ بوصة (فتحة ٩,٥ مم)

الطريقة C → منخل ٤/٣ بوصة (فتحة ١٩,٠ مم)

#### البند ٨,٣,٢ مثال عملي:

نفترض إن عندك عينة تربة، وبدأت بالتحليل بالطريقة A (منخل رقم ٤).

بعد النخل طلعت إن نسبة الركام الي اتحجز على منخل رقم ٤ حوالي ٢٨٪.

النسبة المسموح بيها للطريقة A من ٥ إلى ٢٥٪.

بما إن النسبة عندك ٢٨٪ فهي أعلى من الحد المسموح، يبقى لازم تسبب الطريقة A وتروح للطريقة الي بعدها وهي B.

تستخدم منخل ٨/٣ بوصة للطريقة B وتشوف النسبة الجديدة.

لو النسبة المرة دي طلعت مثلاً ١٨٪ وهي ضمن المدى المسموح للطريقة B يبقى تكمل اختبار الدمك بالطريقة B.

لكن لو النسبة برضو مش مناسبة، هتنتقل للطريقة C الي بتستخدم منخل ٤/٣ بوصة.

في النهاية البند ده بيوضح

إن اختيار الطريقة A أو B أو C مش بيكون على حسب الرغبة، لكن بناءً على نسبة الركام الكبير المحتجز على المنخل المناسب. ولو النسبة مش في المدى المسموح لازم تغير الطريقة وتستخدم منخل أكبر عشان تضمن إن عملية الدمك تتم بشكل صحيح ومتناسق مع حجم الركام في العينة.

#### البند ٨,٢,٣ مثال عملي

البند ٩,١ الشرح :  
 بص البند ده بيقول قبل ما تبدأ اختبار الدمك لازم تختار القالب الصح حسب الطريقة اللي شغال بيها: لو شغال بطريقة A أو B استخدم القالب ٤ بوصة. ولو شغال بطريقة C يبقى لازم القالب ٦ بوصة. بعد كده تأكد من كذا حاجة مهمة:  
 إن حجم القالب معروف ومتسجل، وكمان لازم تعرف هل الحجم ده متقاس وهو راكب على القاعدة ولا من غيرها. وإن القالب سليم ومفيهوش أي خبط أو انبعاج. وإن القالب والطوق والقاعدة بيركبوا على بعض كويس ومفيش فاصل أو ميل فيهم.  
 يعني ببساطة البند ده بيقولك تتأكد إن أدواتك مضبوطة ١٠٠٪ قبل ما تبدأ الدمك علشان أي خطأ في القالب أو تركيبه ممكن ييؤثر نتيجة الاختبار كلها.

9.2 Check that the manual or mechanical rammer assembly is in good working condition and that parts are not loose or worn. Make any necessary adjustments or repairs. If adjustments or repairs are made, the rammer must be restandardized.

البند ٩,٢ الترجمة :  
 تحقق من أن مجموعة المطرقة اليدوية أو الميكانيكية بحالة تشغيل جيدة، وأن أجزائها غير مرتخية أو متآكلة. قم بإجراء أي تصليحات أو ضبط إذا لزم الأمر. وفي حالة إجراء أي تصليح أو تعديل، يجب إعادة معايرة المطرقة قبل استخدامها مرة أخرى.

البند ٩,٢ الشرح :  
 بص هنا قبل ما تبدأ عملية الدمك لازم كمان تتأكد إن المطرقة سواء يدوية أو ميكانيكية شغالة كويس ومفيهاش أي مشكلة. يعني تتأكد إن كل الأجزاء ماسكة في بعضها ومفيش حاجة مفكوكة أو فيها تأكل من كتر الاستخدام. ولو لاحظت إن في حاجة محتاجة تتضبط أو تتصلح، تمام، صلحها الأول. بس خد بالك، لو عملت أي تعديل أو صيانة للمطرقة لازم تعيد معايرتها يعني تتأكد إن وزنها وارتفاع السقوط وعدد الضربات كلهم مطابقين للمواصفة.

البند ده بيبأكد إنك تشتغل بأداة سليمة ومعايرة علشان النتائج تبقى دقيقة، لأن أي خلل في المطرقة هياثر على طاقة الدك وبالتالي على الكثافة اللي هتوصلها العينة.

#### 9. Preparation of Apparatus

##### ٩. تحضير الجهاز

Select the proper compaction mold(s), collar, and base plate in accordance with the Method (A, B, or C) being used. Check that the volume of the mold is known and whether the volume was determined with or without the base plate. Also, check that the mold is free of nicks or dents, and that the mold will fit together properly with the collar and base plate.

##### البند ٩,١ الترجمة

اختر قالب الدمك المناسب مع الطوق والقاعدة طبقاً للطريقة المستخدمة (A أو B أو C). في الطريقة A و B يُستخدم قالب قطره ٤ بوصة (١٠١,٦ مم)، أما في الطريقة C فيُستخدم قالب قطره ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم). تحقق من أن حجم القالب معلوم، وحدد ما إذا كان هذا الحجم قد تم قياسه مع أو بدون القاعدة. تأكد أيضاً من أن القالب خالي من الخدوش أو الانبعاجات، وأنه يُرُغَّب بشكل محكم مع الطوق والقاعدة دون أي فراغات أو عدم اتزان.

## 10.Procedure

### ١٠. الإجراء

#### 10.1 Soils:

#### ١٠.١ التربة:

10.1.1 Do not reuse soil that has been previously compacted in the laboratory. The reuse of previously compacted soil yields a significantly greater maximum dry unit weight (1).

#### البند ١٠.١.١ الترجمة

١٠.١.١ لا تعد استخدام التربة التي تم دمكها مسبقاً في المختبر. إن إعادة استخدام التربة المدموكة سابقاً يؤدي إلى الحصول على وزن وحدة جاف أقصى أكبر بشكل ملحوظ (١).

#### البند ١٠.١.١ الشرح

بص النقطة دي تعتبر قاعدة ذهبية في اختبارات الدمك في المعمل. الموضوع بسيط ومباشر ان التربة اللي استخدمتها في اختبار دمك مرة إرميها وماتستخدمهاش ثاني أبداً في اختبار جديد. طب ليه؟ إيه الحكمة من كده؟ تخيل إن حبيبات التربة دي عبارة عن كراتين صغيرة فاضية بأشكال وأحجام مختلفة. أول مرة بتدمكها: لما بترش عليها الماية وتيجي تدمكها بالمطرقة زي في اختبار بروكتور أنت بتبذل طاقة كبيرة عشان تكسر الروابط اللي بين الحبيبات دي وتطردها الهوا اللي محبوس بينها وتجبرها إنها تعشق في بعضها وتترتب بشكل يخلي الفراغات أقل ما يمكن في العملية دي بعض الحبيبات الضعيفة أو الزوايا الحادة بتاعتها بتتكسر يعنى باختصار أنت بتغير من الهيكل الداخلي للتربة.

ولما تيجي تستخدمها ثاني التربة دي خلاص اتربت وعرفت طريقها. الحبيبات بتاعتها بقت مكسرة وجاهزة والترتيب بتاعها بقى أسهل. فلما تيجي تدمكها ثاني بنفس الطاقة هتديك كثافة أعلى بسهولة لأنها مش محتاجة نفس المجهود الأولاني عشان تترتب.

الخلاصة: لو استخدمت تربة مدموكة قبل كده، هتديك نتائج أعلى من الحقيقة. يعني هتطلع "أقصى كثافة جافة" في التقرير بتاعك أعلى من اللي ممكن نوصلها في الموقع فعلاً، وده خداع كبير وممكن يسبب مشاكل ضخمة في المشروع. كأنك بتغش في الامتحان وبتجيب درجة أعلى من مستواك الحقيقي.

#### البند ١٠.١.١ مثال عملي

تخيل أنك مهندس معمل وعندك كمية تربة قليلة جداً جاية من موقع مهم والمفروض تعمل عليها اختبار بروكتور.

السيناريو الخاطئ هنا هو إعادة الاستخدام:

أنت بدأت الاختبار وعملت أول نقطة دمك عند نسبة رطوبة مثلاً ١٠%.

بعد ما خلصت طلعت التربة من القالب وبدل ما ترميها قلت الكمية قليلة خياني أفنتها وأجففها أو أستخدمها ثاني لنقطة ثانية.

أخذت نفس التربة دي زودت عليها مية عشان توصلها لرطوبة ١٢% وعملت بيها نقطة الدمك الثانية.

كررت الموضوع ده لكل نقاط الاختبار.

النتيجة؟ الكيرف اللي هترسمه هيطلع متشفت لفوق وعلى الشمال وهديك كثافة جافة قصوى Maximum Dry Density عالية جداً ومحتوى مائي أمثل OMC قليل. المهندس في الموقع هياخد الأرقام دي ويبيني عليها شغله وهيفضل يحاول يوصل للكثافة العالية دي ومش هيعرف لأنها ببساطة مش حقيقية.

السيناريو الصحيح هنا هو الالتزام بالمواصفة:

قبل ما تبدأ هتأكد إن عندك كمية تربة كافية لكل نقطة من نقاط الاختبار زي ما المواصفة اللي فانت قالت حوالي ٢,٥ كيلو لكل نقطة لو هتستخدم الطريقة A أو B.

هتعمل أول نقطة دمك عند رطوبة ١٠%.

بعد ما تخلص هتأخذ التربة اللي في القالب دي تأخذ منها عينة صغيرة عشان تحدد نسبة الرطوبة الفعلية بدقة وترمي الباقي.

هتجيب دفعة جديدة تماماً من التربة فريش اللي عمرها ما اتمكت قبل كده وتجهزها لرطوبة ١٢% وتعمل بيها النقطة الثانية.

وهكذا، كل نقطة اختبار بتتعمل بتربة فريش.

النتيجة؟ هتحصل على منحنى دمك حقيقي وموثوق يعبر عن السلوك الفعلي للتربة. الأرقام اللي هتطلعها هي اللي مهندس الموقع يقدر يحققها فعلاً، وبكده تضمن جودة الشغل وسلامة المنشأ.



10.1.2 When using this test method for soils containing hydrated halloysite, or in which past experience indicates that results will be altered by air-drying, use the moist preparation method (see Section 10.2). In referee testing, each laboratory has to use the same method of preparation, either moist (preferred) or air-dried.

#### البند ١٠.١.٢ الترجمة

١٠.١.٢ عند استخدام طريقة الاختبار هذه للتربة التي تحتوي على معدن الهالوسيت المميه (hydrated halloysite)، أو في الحالات التي تشير فيها الخبرة السابقة إلى أن النتائج سوف تتأثر بالتجفيف الهوائي، استخدم طريقة التحضير الرطب (انظر القسم ١٠.٢). في الاختبارات المرجعية (للتحكيم)، يجب على كل مختبر استخدام نفس طريقة التحضير، سواء كانت الطريقة الرطبة (وهي المفضلة) أو طريقة التجفيف الهوائي.

#### البند ١٠.١.٢ لشرح

يا هندسة النقطة دي بتتعامل مع أنواع معينة من التربة الحساسة أو المزاجية اللي بتغير رأيها وسلوكها لو اتعاملنا معها غلط وخصوصاً لو سبناها تنشف في الهواء.

#### طيب إيه القصة؟

في العادي لما بتجيلنا عينة تربة من الموقع لو فيها مية زيادة بنفردها على مشمع ونسييها تنشف في الهواء براحتها لغاية ما توصل لنسبة الرطوبة اللي نقدر نبدأ نشغل بيها و دي الطريقة التقليدية السهلة.

لكن في أنواع تربة معينة لو عملت معها كده خواصها بتتغير بشكل دائم كأنك طبختها وغيّرت طبيعتها للأبد. أشهر مثال على التربة دي هي اللي بتحتوي على معدن اسمه الهالوسيت Halloysite.

إيه حكاية الهالوسيت ده؟ تخيل إن حبيبات المعدن ده عاملة زي أنابيب أو مكرونة صغيرة جداً وجواها جزيئات مية محبوسة دي اللي بنسميها مياه مميهة ولو سبت التربة دي تنشف في الهواء الماية اللي جوه الأنابيب دي بتتبخّر وتطلع المشكلة إن الأنابيب دي بعد ما الماية تطلع منها بتنكمش على نفسها وبتطبق ومش بتراجع تتملي مية تاني أبداً بنفس الطريقة حتى لو غرقتها مية.

النتيجة: خواص التربة كلها بتتغير و قدرتها على امتصاص المية حد اللدونة بتاعها وسلوكها في الدمك كل ده بيبوظ و الاختبار اللي هتعمله على العينة الناشفة دي هيديك نتائج مختلفة تماماً عن سلوك التربة الحقيقي في الموقع وهي لسه رطبة.

**الحل إيه؟ طريقة التحضير الرطب Moist Preparation**  
المواصفة بتقولك: لو شاكك إن التربة بتاعتك من النوع الحساس ده ممنوع تنشفها في الهواء. لازم تشتغل بيها وهي لسه بحالتها الرطبة الطبيعية اللي جاية بيها من الموقع.

إزاي يعني؟ بدل ما تنشفها وبعدين ترجع تزود مية لأنت بتبدأ من حالتها الرطبة دي وتقسمها عينات، وكل عينة تزود عليها كمية المية المطلوبة على طول. لو هي أصلاً طرية جداً؟ ممكن تخلطها بكمية صغيرة من نفس التربة بس تكون أنشف شوية لو متوفرة لكن الأفضل إنك تبدأ شغلك من حالتها الطبيعية قدر الإمكان. الطريقة دي اسمها التحضير الرطب وهي الأفضل دايماً لضمان نتائج دقيقة.

#### نقطة التحكيم Referee Testing:

لو فيه خلاف على نتائج اختبار بين معملين مثلاً معمل الاستشاري ومعمل المقاول لازم المعملين يستخدموا نفس طريقة التحضير بالظبط و لو واحد اشتغل بالطريقة الجافة والثاني بالطريقة الرطبة طبيعي النتائج هتطلع مختلفة والمقارنة بينهم هتبقى ظلم المواصفة بتقول إن الطريقة الرطبة هي اللي ليها الأفضلية في الحالة دي.

10.1.3 Prepare the soil specimens for testing in accordance with 10.2 (preferred) or with 10.3.

#### البند ١٠.١.٣ الترجمة

قم بتحضير عينات التربة للاختبار وفقاً للقسم ١٠.٢ (المفضل) أو وفقاً للقسم ١٠.٣.

#### البند ١٠.١.٣ لشرح

يا هندسة النقطة دي عاملة زي مفترق الطرق أو الالفة الإرشادية في المواصفة و هي جملة قصيرة جداً لكنها بتقولك بوضوح: الخطوة الجاية هي تحضير العينات وعندك طريقين تمشي فيهم واحد منهم هو الأحسن. إيه هما الطريقين دول؟

الطريق الأول المفضل في القسم ١٠.٢ ودي طريق

التحضير الرطب .

زي ما شرحنا في البند اللي فات و الطريق دي هي الأفضل والأكثر دقة لأنها بتحافظ على طبيعة التربة زي ما هي جاية من الموقع و أنت بتشتغل على التربة بحالتها الرطبة وبتضيف عليها مية بس حسب الحاجة.

المواصفة بتشجعك وبتقولك: لو سمحت خد الطريق ده. ده الأمان والأضمن.



تدرج حبيبي بالفعل. انظر القسم ١١ الخاص بالحسابات.

البند ١٠,٢ الشرح

رالبند ده باقى يعتبر هو غرفة العمليات بتاعة طريقة التحضير الرطب. هنا بنفصص التربة حنة حنة ونجهزها للاختبار كل ده وهي لسه بنداوتها ومن غير ما تنشف.

الخطوة الأولى: النخل

أول حاجة بنعملها هي فصل الناعم عن الخشن. بنجيب العينة الرطبة زي ما هي ونبدأ ننخلها على منخل سلك معين.

أنهي منخل؟ ده بيعتمد على نوع القالب اللي هتستخدمه في اختبار الدمك:

منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم): لو هتستخدم القالب الصغير (الطريقة A).

منخل ٨/٣ بوصة (٩,٥ مم): لو هتستخدم القالب الصغير برضه بس بتربة فيها زلط أكبر شوية (الطريقة B).

منخل ٤/٣ بوصة (١٩,٠ مم): لو هتستخدم القالب الكبير (الطريقة C).

الخطوة الثانية: فصل الأجزاء ووزنها

بعد النخل بقى عندنا جزئين:

الجزء الخشن و ده الزلط الكبير اللي اتحجز فوق المنخل وبنسميه المحجوز.

الجزء الناعم: ودي التربة الناعمة اللي عدت من المنخل ودي اللي هنعمل عليها اختبار الدمك وبنسميها المار.

المواصفة بتقولك: اوزن كل جزء منهم وهو لسه رطب وسجل الوزن بالجرام.

الخطوة الثالثة: التعامل مع الجزء الخشن و الجزء الخشن ده مش بنرميه علطول. لازم نعرف وزنه وهو ناشف عشان حساباتنا تبقى دقيقة.

خده زي ما هو وحطه في الفرن عشان ينشف تمامًا.

وبعد ما ينشف اوزنه تاني وسجل الوزن الجاف للمحجوز. ملحوظة مهمة جدًا حنة فنية كدة :

وانت بتطلع الزلط او الركام ده ممكن تلاقي كتل طين لازقة عليه لو حسيت إن كمية الطين اللي لازقة دي كتيرة أكثر من ٠,٥% من وزن العينة كلها مينفعش تتجاهلها.

لازم تغسل الزلط ده عشان تنزل كل الطين اللي لازق فيه وبعدين تاخذ الزلط النضيف ده وتجففه وتوزنه و الطين اللي نزل مع مية الغسيل ده بيرجع تاني للجزء الناعم عشان منخسرش أي جزء من العينة يعنى بنجففه ونرجعه للعينة تاني الى هو الجزء الناعم .

الطريق الثاني البديل : القسم ١٠,٣ و ده طريق التحضير الجاف .

وفي الطريق ده أنت بتبدأ بتجفيف التربة كلها في الهوا أو في فرن بحرارة منخفضة وبعدين تطحنها وتكسر أي تكتلات وبعد كده تبدأ تضيف الماية من الصفر عشان توصل لنسب الرطوبة المختلفة اللي أنت عايزها.

الطريق ده أسهل في الشغل والتحكم لكنه محفوف بالمخاطر مع أنواع التربة الحساسة اللي خواصها بتتغير مع التجفيف، زي ما شفنا مع معدن الهالوسيت.

الخلاصة: المواصفة هنا بتلخص لك الموضوع وبتقول: أنت دلوقتي هتبدأ تجهز العينات بتاعتك و قدامك الطريقة الرطبة (١٠,٢) والطريقة الجافة (١٠,٣). أنا بقولك إن الطريقة الرطبة هي الأفضل والأدق ولكن لو ظروفك أو نوع التربة بتاعتك يسمح ممكن تستخدم الطريقة الجافة.

10.2 Moist Preparation Method (preferred)—Without previously drying the sample/specimen, process it over a No. 4 (4.75-mm), 3/8-in. (9.5-mm), or 3/4-in. (19.0-mm) sieve, depending on the Method (A, B, or C) being used or required as covered in 8.2. For additional processing details, see Test Method D6913/D6913M. Determine and record the mass of both the retained and passing portions (oversize fraction and test fraction, respectively) to the nearest g. Oven dry the oversize fraction and determine and record its dry mass to the nearest g. If it appears more than 0.5 % of the total dry mass of the specimen is adhering to the oversize fraction, wash that fraction. Then determine and record its oven dry mass to the nearest g. Determine and record the water content of the processed soil (test fraction). Using that water content, determine and record the oven dry mass of the test fraction to the nearest g. Based on these oven dry masses, the percent oversize fraction,  $P_C$ , and test fraction,  $P_F$ , shall be determined and recorded, unless a gradation analysis has already been performed. See Section 11 on Calculations.

البند ١٠,٢ الترجمة

طريقة التحضير الرطب (المفضلة) – بدون تجفيف العينة مسبقًا، قم بمعالجتها (نخلها) فوق منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم)، أو ٨/٣ بوصة (٩,٥ مم)، أو ٤/٣ بوصة (١٩,٠ مم)، اعتمادًا على الطريقة (A ، B ، أو C) المستخدمة أو المطلوبة كما هو موضح في القسم ٨,٢. للحصول على تفاصيل معالجة إضافية، انظر طريقة الاختبار D6913/D6913M. حدد وسجل كتلة كل من الجزء المحجوز والجزء المار (الجزء ذو الحجم الزائد وجزء الاختبار، على التوالي) لأقرب جرام. جفف الجزء ذا الحجم الزائد في الفرن وحدد وسجل كتلته الجافة لأقرب جرام. إذا بدا أن أكثر من ٠,٥% من إجمالي الكتلة الجافة للعينة ملتصق بالجزء ذي الحجم الزائد، فاغسل هذا الجزء. ثم حدد وسجل كتلته الجافة في الفرن لأقرب جرام. حدد وسجل محتوى الماء للتربة المعالجة (جزء الاختبار). باستخدام محتوى الماء هذا، حدد وسجل كتلة جزء الاختبار الجافة في الفرن لأقرب جرام. بناءً على هذه الكتل الجافة في الفرن، يجب تحديد وتسجيل النسبة المئوية للجزء ذي الحجم الزائد (PC) وجزء الاختبار (PF)، ما لم يكن قد تم إجراء تحليل

## النتيجة النهائية:

أنت الآن جاهز معاك ٤١ كيلو من التربة الناعمة الرطبة بنسبة رطوبة ٢% و دي اللي هتبدأ تقسمها وتضيف عليها مية عشان تعمل نقاط الدمك المختلفة.

ومعك معلومة مهمة جدًا: العينة الأصلية فيها حوالي ٢٢% المعلومة دي هتستخدمها لاحقًا في الحسابات النهائية للاختبار. بكده أنت جهزت العينة بالطريقة الرطبة المفضلة وحافظت على طبيعتها وجمعت كل البيانات اللي محتاجها عشان تكمل اختبارك صح.

10.2.1 From the test fraction, select and prepare at least four (preferably five) sub specimens having molding water contents such that they bracket the estimated optimum water content. A sub specimen having a molding water content close to optimum should be prepared first by trial additions or removals of water and mixing (see Note 8). Select molding water contents for the rest of the sub specimens to provide at least two sub specimens wet and two sub specimens dry of optimum, and molding water contents varying by about 2 %. At least two molding water contents are necessary on the wet and dry side of optimum to define the dry-unit-weight compaction curve (see 10.5). Some soils with very high optimum water content or a relatively flat compaction curve may require larger molding water content increments to obtain a well-defined maximum dry unit weight. Molding water content increments should not exceed about 4 %.

## البند ١٠.٢.١ الترجمة

١٠.٢.١ من جزء الاختبار الجزء الناعم المار من المنخل اختر وحضر أربع عينات فرعية على الأقل (يفضل خمسة) بحيث تكون محتويات رطوبة التشكيل الخاصة بها تقع حول المحتوى المائي الأمثل التقديري (أي قبله وبعده). يجب تحضير عينة فرعية ذات محتوى رطوبة تشكيل قريب من المحتوى الأمثل أولاً عن طريق إضافات أو إزالات تجريبية للماء والخلط. اختر محتويات رطوبة التشكيل لبقية العينات الفرعية لتوفير عينتين فرعيتين على الأقل في الجانب الرطب (أعلى من الأمثل) وعينتين فرعيتين في الجانب الجاف (أقل من الأمثل) من المحتوى الأمثل، وبحيث تختلف محتويات رطوبة التشكيل بحوالي ٢% من الضروري وجود محتويين للرطوبة على الأقل على كل من الجانب الرطب والجاف من المحتوى الأمثل لتحديد منحنى دمك الوزن النوعي الجاف (انظر ١٠.٥). بعض أنواع التربة ذات المحتوى المائي الأمثل المرتفع جدًا أو منحنى الدمك المسطح نسبيًا قد تتطلب زيادات أكبر في محتوى رطوبة التشكيل للحصول على وزن وحدة جاف أقصى محدد جيدًا. يجب ألا تتجاوز الزيادات في محتوى رطوبة التشكيل حوالي ٤%.

الخطوة الرابعة: التعامل مع الجزء الناعم تربة الاختبار الجزء الناعم اللي عدى من المنخل ده هو بطل القصة بتاعتنا و لازم نعرف عنه معلومتين مهمتين: محتوى الرطوبة الحالي بتاعه كام؟ هناخد منه عينة صغيرة حوالي ١٠٠ جرام ونحطها في الفرن عشان نحدد نسبة المية اللي فيها دلوقتي بالضبط.

وزنه الجاف كام؟ بما إننا عرفنا وزنه وهو رطب في الخطوة ٢ وعرفنا نسبة المية اللي فيه نقدر بالمعادلات نحسب وزنه الجاف من غير ما نحتاج نحطه كله في الفرن لأننا لو نشفناه يبقى بوظنا طريقة التحضير الرطب.

## الخطوة الخامسة: الحسابات النهائية

دلوقتي بقى معانا كل الأرقام: الوزن الجاف للجزء الخشن الزلط والوزن الجاف للجزء الناعم التربة و نقدر نحسب نسبة كل واحد منهم من الوزن الكلي للعينة. دي اللي سماها PC Percent Coarse و IPF Percent Finer الأرقام دي مهمة جدًا عشان لو حبيننا نعمل تصحيح للكثافة في الآخر بسبب وجود الركام الخشن .

## البند ١٠.٢ مثال عملي

تخيل إنك في المعمل و جالك كيس تربة رطبة وزنه ٥٠ كيلو جرام ومطلوب منك تجهزه لاختبار بروكتور باستخدام القالب الكبير الطريقة C.

هتجيب منخل مقاس ٤/٣ بوصة و هتخط التربة الرطبة عليه وتبدأ تنخلها ممكن بإيدك أو باستخدام نخل ميكانيكي.

بعدين الجزء الخشن الزلط اللي اتحجز فوق المنخل المحجوز وزنته وهو رطب طلع ٩ كيلو جرام.

التربة الناعمة اللي عدت من المنخل المار وزنتها وهي رطبة طلعت ٤١ كيلو جرام و بكدة مجموعهم ٥٠ كيلو يبقى كده تمام.

أخذت الجزء الخشن الزلط ده وحطيته في الفرن تاني يوم وزنته لقيته بقي ٨,٥ كيلو جرام ده وزنه الجاف.

بصيت على الزلط بعد ما طلع من الفرن لقيته نضيف ومفيش طين كثير كان لازم فيه الحمد لله مش هحتاج أغسله.

بعدين أخذت عينة صغيرة حوالي ١٠٠ جرام من التربة الناعمة دي عشان نحدد نسبة الرطوبة. بعد ما حطيتها في الفرن اكتشفت إن نسبة المية فيها ٢%.

دلوقتي تقدر تحسب الوزن الجاف للتربة الناعمة كلها بالمعادلة:

$$\text{الوزن الجاف} = \frac{\text{الوزن الرطب}}{(1 + \text{نسبة الرطوبة})}$$

$$\text{الوزن الجاف للجزء الناعم} = \frac{41 \text{ كيلو}}{(1 + 0.02)} = 40.2 \text{ كيلو}$$

جرام تقريبًا.

## الشرح للبند ١٠.٢.١

البند ده هو الخطة اللي بنرسمها في المعمل قبل ما نبدأ اختبار الدمك و بعد ما جهزنا الجزء الناعم من التربة اللي عدى من المنخل مش بنشتغل عليه كله مرة واحدة لأ احنا بنقسم العينة لعدة محاولات كل محاولة ليها مهمة محددة الهدف هو تجهيز مجموعة من العينات اللي هتساعدنا نرسم منحنى الدمك بشكل دقيق.

**الخطوة الأولى: تحديد عدد العينات**  
المواصفة بتقولك: جهز ٤ عينات على الأقل والأفضل يكونوا ٥. طيب ليه؟ لأنك محتاج عدد كافي من النقاط عشان ترسم منحنى واضح وتقدر تحدد القمة بتاعته بسهولة و لو استخدمت نقطتين أو ثلاثة بس المنحنى هيطلع مش دقيق.

**الخطوة الثانية: تجهيز العينة المحورية**  
يعنى بدل ما تبدأ بشكل عشوائي المواصفة بتقولك ابدأ بأهم عينة وهي العينة اللي نسبة المية فيها قريبة من النسبة المثالية المتوقعة .

طيب إزاي؟ عن طريق التجربة والخطأ هتأخذ جزء من التربة وتبدأ تضيف عليه مية بالتدريج مع التقليب المستمر أو تسييه ينشف لو كان رطب زيادة او العينة فى مية كثيرة يعنى الهدف هو الوصول لحالة مثالية تقديرية و دي أهم عينة لأنها هتكون هي قمة المنحنى اللي هنرسمه.

**الخطوة الثالثة: باقي العينات**  
بعد ما جهزت " العينة اللي في النص هتبني حواليه باقي المنحنى بشكل منظم:

**اولا الجانب الجاف Dry Side:** بعد ما حضرت عينة القمة هتخضر عينتين كمان بس هتخلي نسبة المية فيهم أقل من عينة القمة .

**ثانيا الجانب الرطب Wet Side:** هتخضر عينتين تانيين وهتخلي نسبة المية فيهم أعلى من عينة القمة .

بكده عينة في المنتصف وعينتين على يمينها أكثر رطوبة وعينتين على شمالها أكثر جفافاً او اقل محتوي مية و هذا التوزيع هو اللي بيضمن رسم منحنى له قمة واضحة.

**الخطوة الرابعة: تحديد فروق الرطوبة**  
عشان المنحنى يكون منظم، لازم المسافات بين العينات تكون متساوية تقريباً.

المواصفة بتقترح إن الفرق في نسبة الرطوبة بين كل عينة والثانية يكون حوالي ٢%.

مثال: لو قدرت إن العينة المحورية اللي هي عينة القمة نسبة رطوبتها حوالي ٦%.

هتجهز عيناتك عند النسب التالية: ٢% و ٤% ودة الجانب الجاف اللي اتكلمنا عنه و ٦% دي هتكون المنتصف بعد المنتصف و ٨% و ١٠% وده الجانب الرطب اللي ايضا اتكلمنا عنه .

هذا التوزيع (٢، ٤، ٦، ٨، ١٠) بيضمن لك تغطية كاملة للمنحنى من بدايته لقمته ولنهايته.

بس فية استثناء خاص للتربة المختلفة:

في بعض أنواع التربة اللي بتشرب مية كتير أو اللي منحنى الدمك بتاعها مفلطح ومش بتظهر له قمة حادة فرق ال ٢% ده ممكن يكون صغير جداً وميظهرش تغيير يذكر في الكثافة. في الحالة دي المواصفة بتديك مرونة وبيقولك ممكن تكبر الفرق ده وتخليه مثلا ٤% عشان تظهر الفروقات وترسم منحنى واضح.

**البند ٢.٢، أمثال عملي**  
أنت فني معمل وقدامك عينة من التربة الناعمة.

قررت إنك هتعمل ه عينات عشان تطلع شغل دقيق تحضير العينة الأولى المحورية: أخذت جزء من التربة وبدأت تضيف له مية بالبخاخة مع التقليب. بعد عدة محاولات وصلت لقوام حسيته مناسب ليكون قريب من القمة. عزلت الكمية دي حوالي ٢.٥ كيلو في طبق وسميتها العينة ٣.

بعدين أخذت جزء ثاني من التربة الأصلية وجهرته بحيث تكون رطوبته أقل بحوالي ٢% من العينة ٣.

العينة ١ جهزتها لتكون رطوبتها أقل بحوالي ٤% من العينة ٣.

العينة ٤ جهزتها لتكون رطوبتها أعلى بحوالي ٢% من العينة ٣.

العينة ٥ جهزتها لتكون رطوبتها أعلى بحوالي ٤% من العينة ٣.

النتيجة أصبح لديك الآن ه اطباق كل طبق يمثل نقطة او محاولة مستقبلية على منحنى الدمك وموزعة بشكل استراتيجي حول القمة المتوقعة. هذه الاطباق جاهزة الآن للخطوة التالية وهي التخمير.

NOTE 8—With practice it is usually possible to visually judge a point near optimum water content. Typically, cohesive soils at the optimum water content can be squeezed into a lump that barely sticks together when hand pressure is released, but will break cleanly into two sections when "bent." They tend to crumble at molding water contents dry of optimum; they tend to stick together in a sticky cohesive mass wet of optimum. For cohesive soils, the optimum water content is typically slightly less than the plastic limit. For cohesionless soils, the optimum water content is typically close to

### الترجمة الملاحظة ٨

ملاحظة ٨- مع الممارسة، عادةً ما يكون من الممكن تقدير نقطة قريبة من المحتوى المائي الأمثل بصريًا. بشكل نموذجي، يمكن ضغط التربة المتماسكة عند المحتوى المائي الأمثل لتكوين كتلة بالكاد تتماسك عند رفع ضغط اليد، لكنها ستتنقسم بنظافة إلى قسمين عند "ثنيها". تميل هذه التربة إلى التفتت عند محتويات الرطوبة الأقل من المحتوى الأمثل؛ وتميل إلى الالتصاق ببعضها البعض في كتلة لزجة متماسكة عندما يكون محتوى الرطوبة أعلى من المحتوى الأمثل. بالنسبة للتربة المتماسكة، يكون المحتوى المائي الأمثل عادةً أقل بقليل من حد اللدونة. أما بالنسبة للتربة غير المتماسكة، فإن المحتوى المائي الأمثل يكون عادةً قريبًا من الصفر أو عند النقطة التي يحدث فيها النزف (Bleeding).

### الشرح الملاحظة ٨

بص معايا الكلام ده كله عن إزاي نعرف إن التربة اللي بنشتغل بيها دي فيها كمية مية مضبوطة عشان نوصل لأحسن دمك وكمان نحدد بيها المية المثالية عشان الاستخدام ليها في الموقع او المختبر بص تخيل معايا إنك ماسك حطة طينة في إيدك وعازي تعرف إذا كانت الماية اللي فيها دي مناسبة للشغل ولا لأ.

النقطة الأولى: إزاي تعرفها بعينك ومن غير أجهزة؟ مع الخبرة المهندس الشاطر بيقدر يعرف التربة دي مضبوطة ولا لأ بمجرد النظر ولمس الإيد. الفكرة كلها في المحتوى المائي الأمثل ودي أفضل نسبة مية تكون في التربة عشان لما ندمكها بالمعدات زي الهراسات توصل لأعلى كثافة ممكنة وتبقى قوية ومستقرة.

النقطة الثانية: التربة الطينية المتماسكة التربة الطينية أو الطفيلية cohesive soils ليها سلوك مميز عند نسبة المية المثالية دي؛ لو ضغطت عليها في إيدك هتعمل كورة أو كتلة متماسكة بالعافية.

و أول ما تشيل إيدك الكتلة دي مش هتفتت بسهولة لكن لو حاولت تتنيها أو تشدها هتنكسر نصين بشكل نضيف زي ما تكون بتقطع قطعة شيكولاتة.

ولو الماية أقل من اللازم جافة عن الأمثل: هتلاقيها بتفتت وتنفروا في إيدك أول ما تضغط عليها.

ولو الماية أكثر من اللازم طرية عن الأمثل: هتلاقيها بتلرز في إيدك وتبقى عبارة عن كتلة لزجة ومعجونة ومش هتنكسر بشكل نضيف.

فية ملحوظة فنية: بيقولك إن المحتوى المائي الأمثل ده بيكون عادةً أقل بشوية من حد اللدونة Plastic Limit وده مصطلح هندسي كلنا اكيد عرفينه وهو معناه نسبة

الماية اللي عندها التربة بتبدأ تتصرف كأنها مادة لدنة بلاستيكية بدلًا من مادة صلبة.

النقطة الثالثة: التربة الرملية غير المتماسكة التربة الرملية cohesionless soils وضعها مختلف:

دي تربة مفككة بطبيعتها زي الرمل و أحسن حالة دمك ليها بتكون يا إما وهي جافة تمامًا محتوي مائي صفر أو لما تكون مشبعة تمامًا بالماية لدرجة إن الماية بتبدأ تطلع على السطح ودي الظاهرة اللي بنسميها النزف Bleeding وأي نسبة مية بين الحالتين دول بتخلي حبيبات الرمل تتزلق على بعضها وصعب دمكها كويس.

### مثال عملي الملاحظة ٨

تخيل أنك مهندس في مشروع طريق صحراوي والمطلوب منك تعمل طبقة أساس base course للطريق و قبل ما الهراسات تبدأ تشتغل العربية اللي بتوزع الماية رشت كمية معينة على التربة و أنت كمهندس نزلت من عربيتك عشان تتأكد إن نسبة المية مناسبة.

أخذت عينة من التربة في إيدك وحاولت تضغط عليها. الحالة الأولى فشلت: لقيت التربة بتنفروا في إيدك ومش بتعمل كتلة متماسكة. استنتاجك ان التربة دي لسه جافة dry of optimum هتكلّم بتاع فنتاس الماية وتقوله زود رش الماية بشوية يا ريس.

الحالة الثانية برّدو فشلت: بعد ما رشوا مية زيادة أخذت عينة ثانية المرة دي التربة عملت كتلة لزجة ولطخت إيدك كلها ولما حاولت تكسرها مطت معاك زي العجينة. استنتاجك الماية زادت عن اللزوم wet of optimum هنا باقى هتقول للمقاول سيب التربة دي تنهوى في الشمس ساعة ولا ساعتين قبل ما ندمكها عشان الماية الزيادة تتبخّر.

الحالة الثالثة نجحت: بعد فترة أخذت عينة تالّثة ضغطت عليها عملت كتلة متماسكة بالكاد لما شلت إيدك وفضلت ماسكها فضلت زي ما هي. لما جيت تتنيها براحة انكسرت نصين بشكل واضح ونضيف. استنتاجك: دي النقطة المثالية و هتدي إشارة لسواق الهراست وتقوله تمام كده ابدأ دمك على بركة الله.

بكده أنت استخدمت خبرتك وحواسك عشان توصل لجودة دمك عالية وده هيضمن إن الطريق اللي بتعمله هيكوّن قوي ومستقر ومش هيجصل فيه هبوط مع الوقت.

10.2.2 Thoroughly mix the test fraction, then using a scoop select representative soil for each subspecimen (compaction point). Select about 2.3 kg when using Method A or B, or about kg for Method C. Test Method D6913/D6913M section on Specimen and Annex A2 give additional details on obtaining representative soil using this



procedure and the reason it is the preferred method. To obtain the subspecimen's molding water contents selected in 10.2.1, add or remove the required amounts of water as follows: To add water, spray it into the soil during mixing; to remove water, allow the soil to dry in air at ambient temperature or in a drying apparatus such that the temperature of the sample does not exceed 140°F (60°C). Mix the soil frequently during drying to facilitate an even water content distribution. Thoroughly mix each subspecimen to facilitate even distribution of water throughout and then place in a separate covered container to stand (cure) in accordance with Table 2 prior to compaction. For selecting a standing time, the soil may be classified using Practice D2487, Practice D2488 or data on other samples from the same material source. For referee testing, classification shall be by Practice D2487.

#### الترجمة البند ١٠.٢.٢

اخلط جزء الاختبار جيدًا، ثم باستخدام مغرفة، اختر تربة ممثلة لكل عينة فرعية (نقطة دمك). اختر حوالي ٢,٣ كجم عند استخدام الطريقة (A) أو (B)، أو حوالي ٥,٩ كجم للطريقة (C). يقدم قسم "العينة" والملحق (A2) من طريقة الاختبار D6913/D6913M تفاصيل إضافية حول الحصول على تربة ممثلة باستخدام هذا الإجراء والسبب في كونه الطريقة المفضلة. للحصول على محتويات رطوبة التشكيل للعينة الفرعية التي تم اختيارها في ١٠.٢.١، أضف أو أزل الكميات المطلوبة من الماء كما يلي: لإضافة الماء، قم برشه على التربة أثناء الخلط؛ لإزالة الماء، اسمح للتربة بأن تجف في الهواء عند درجة حرارة الغرفة أو في جهاز تجفيف بحيث لا تتجاوز درجة حرارة العينة ١٤٠ درجة فهرنهايت (٦٠ درجة مئوية). اخلط التربة بشكل متكرر أثناء التجفيف لتسهيل توزيع محتوى الماء بشكل متساوٍ. اخلط كل عينة فرعية جيدًا لتسهيل التوزيع المتساوي للماء في جميع أنحاءها، ثم ضعها في حاوية منفصلة مغطاة لتترك (تعالج/تخمّر) وفقًا للجدول ٢ قبل عملية الدمك. لاختيار وقت الانتظار (التخمير)، يمكن تصنيف التربة باستخدام المواصفة D2487، أو المواصفة D2488، أو بيانات من عينات أخرى من نفس مصدر المواد. في حالة الاختبارات المرجعية (للتحكيم)، يجب أن يتم التصنيف وفقًا للمواصفة D2487.

#### الشرح للبند ١٠.٢.٢

فكرين البند الي فات ١٠.٢.١ كان هي عبارة عن المنيو الي خططنا فيه العينات. والبند دي بقى هي الي بنشمر فيها إيدينا ونبدأ نجهز غية كل عينة لوحدها.

الخطوة الأولى: تحضير طبق كل عينة

بعد ما جهزنا الجزء الناعم من التربة بنخلطه كويس جدًا عشان يبقى كله زي بعضه و بعدين بنبدأ نجهز أطباقنا الي هي العينات الفرعية.

الكمية قد إيه؟ المواصفة محددة جدًا:

لو هتستخدم القالب الصغير الطريقة A أو B خذ حوالي ٢,٣ كيلو جرام لكل عينة.

ولو هتستخدم القالب الكبير الطريقة C خذ حوالي ٥,٩ كيلو جرام لك. عينة طيب إزاي تاخذ العينة؟ استخدم مغرفة Scoop وخذ من أماكن مختلفة من كومة التربة الكبيرة عشان تضمن إن عينتك ممثلة للكومة كلها مش مجرد حبة من على الوش.

#### الخطوة الثانية: ضبط كل طبق بنسبة المية

هنا بنرجع للخطة الي عملناها في ١٠.٢.١ كل عينة ليها نسبة رطوبة مستهدفة.

ولو عايز تزود مية استخدم بخاخة مية لان رش المية وانت بتقلب التربة في نفس الوقت ده بيضمن إن المية تتوزع زي الرذاذ ومتعملش كتل طين معجنة في مكان واحد قلب و قلب و قلب... لحد ما تحس إن المية اتوزعت تمامًا. طيب لو عايز تقلل مية لازم تافرد التربة على مشمع في درجة حرارة الغرفة العادية وسيبها للهوا.

ممكّن تستخدم فرن تجفيف لكن هنا فيه تحذير خطير جدًا: لازم تتأكد إن درجة حرارة الفرن لا تتجاوز ٦٠ درجة مئوية ولو الحرارة زادت ممكّن التربة تغير خواصها ويؤثر الاختبار كله.

السر في الحالتين: لازم تقلب التربة كل شوية وهي بتنشف ده بيمنع إن السطح ينشف ويسبب القلب رطب وبيضمن تجفيف متجانس.

الخطوة الثالثة: تعتيق الطبق او التخمير و دي أهم خطوة بعد ضبط الماية وكثير من الناس بتستعجل فيها. الإجراء: بعد ما تخلص خلط وتقليب كل عينة حطها في وعاء منفصل ليه غطاء محكم أو كيس بلاستيك سميكة ومحكم الغلق.

الهدف هنا هو أنت بتدي فرصة للماية إنها تتغلغل جوه أصفر حببيات التربة و ده بيضمن إن الرطوبة تكون متوزعة توزيع مثالي مش بس على السطح الخارجي للحببيات. العملية دي اسمها التخمير أو المعالجة .

المدة قد إيه؟ المواصفة بتقولك بص على جدول ٢. المدة دي بتعتمد على نوع التربة و التربة الرملية ممكّن متحتجش وقت لكن التربة الطينية ممكّن تحتاج ١٦ ساعة أو أكثر. عشان تعرف نوع التربة ممكّن تستخدم مواصفات التصنيف زي D2487 وده الأدق والمطلوب في حالة الخلافات وبعد انتهاء مدة التخمير العينة بتاعتك بتكون وصلت لأفضل حالة ممكّنة وجاهزة لعملية الدمك الفعلية.

#### مثال عملي للبند ١٠.٢.٢

أنت في المعمل وقدامك ٥ أطباق فاضية مرقمة من ١ إلى ٥، وكومة كبيرة من الجزء الناعم من التربة.

**تحضير العينة رقم ٣ الي عند الماية المثالية :**  
وزنت ٥,٩ كيلو جرام من التربة لأنك تستخدم القالب الكبير الطريقة C.  
بعدين حطيتهم في طبق خلط كبير. نسبة الرطوبة الحالية ١١% وأنت عايز توصلها ل ١٤%.

و حسبت كمية المية الي محتاج تضيفها حوالي ١٦٠ مل.  
بدأت ترش المية بالبخاخة مع التقليب المستمر بإيدك (لابس جوانتي طبعًا) لمدة ٥ دقائق لحد ما حسيت إن اللون بقى واحد ومفيش أي كتل.

حطيت الخليط ده في الكيس رقم ٣، قفلته كويس وكتبت عليه "جاهز للتخمير".

**تحضير العينة رقم ١ (الأكثر جفافًا):**  
وزنت ٥,٩ كيلو كمان و نسبة الرطوبة ١١% وأنت عايز توصلها ل ١٠%.

فردت التربة دي على مشمع كبير تحت مروحة عشان تسرع عملية التجفيف شوية كل ١٠ دقائق كنت بتروح تقلبها و بعد حوالي نص ساعة أخذت عينة سريعة وقست الرطوبة لقيتها وصلت ل ١٠% المطلوبة.

لميت التربة دي وحطيتها في الكيس رقم ١ وقفلته. التخمير: كررت العملية دي لكل العينات الخمسة.

بصيت في تقرير تصنيف التربة لقيتها (CL) يعني طين منخفض اللدونة. رجعت **لجدول ٢** لقيت إن النوع ده محتاج ١٦ ساعة تخمير على الأقل.

حطيت الاطباق الخمسة على رف وعلقت ورقة: اختبار بروكتور - عينات جاهزة للعمل غدًا الساعة ٩ صباحًا.

بكده أنت طبقت كل خطوة بحرفية ودقة وضمنت إن شغلك بكرة هيكون مبني على أساس سليم ١٠٠%.

**10.3 Dry Preparation Method**—If the sample/specimen is too damp to be friable, reduce the water content by air drying until the material is friable. Drying may be in air or by the use of drying apparatus such that the temperature of the sample does not exceed 140°F (60°C). Thoroughly break up the aggregations in such a manner as to avoid breaking individual particles. Process the material over the appropriate sieve: No. 4 (4.75 mm), 3/8 in. (9.5 mm), or 3/4 in. (19.0 mm). When preparing the material by passing over the 3/4-in. sieve for compaction in the 6-in. mold, break up aggregations sufficiently to at least pass the 3/8 in. sieve in order to facilitate the distribution of water throughout the soil in later mixing. Determine and record the water content of the test fraction and all masses covered in 10.2, as applicable to determine the percent oversize fraction,  $P_C$ , and test fraction,  $P_F$ .

محتوى الماء عن طريق التجفيف الهوائي حتى تصبح المادة قابلة للتفتيت. قد يكون التجفيف في الهواء أو باستخدام جهاز تجفيف بحيث لا تتجاوز درجة حرارة العينة ١٤٠ درجة فهرنهايت (٦٠ درجة مئوية). فتت التكتلات جيدًا بطريقة تتجنب تكسير الحبيبات الفردية. قم بمعالجة (نخل) المادة فوق المنخل المناسب: رقم ٤ (٤,٧٥ مم)، أو ٨/٣ بوصة (٩,٥ مم)، أو ٤/٣ بوصة (١٩,٠ مم). عند تحضير المادة بتمريرها فوق منخل ٤/٣ بوصة للدمك في القالب ٦ بوصة، فتت التكتلات بشكل كافٍ لتمريرها على الأقل من منخل ٨/٣ بوصة من أجل تسهيل توزيع الماء في جميع أنحاء التربة في عملية الخلط اللاحقة. حدد وسجل محتوى الماء لجزء الاختبار وجميع الكتل المذكورة في ١٠,٢، حسب الاقتضاء، لتحديد النسبة المئوية للجزء ذي الحجم الزائد (PC) وجزء الاختبار (PF).

#### الشرح للبند ١٠,٣

البند ده باقى دي الورشة بتاعتنا بيقول لو الطريقة الرطبة كانت زي التعامل مع عجينة طرية فالطريقة دي أشبه بشغل النجارة أو النحت لازم نبدأ بمادة خام جافة وبعدين بنشكلها زي ما احنا عايزين و الطريقة دي أسهل في التعامل مع بعض أنواع التربة لكنها ممنوعة مع التربة الحساسة زي ما قولنا و اتفقنا قبل كدة .

الخطوة الأولى: التنشيف والتفتيت الوصول لنقطة الصفر هنا بنعمل عكس الطريقة الرطبة تمامًا هدفنا الأول هو نوصل التربة لحالة قابلة للتفتيت.

إيه هي الحالة دي؟ هي الحالة الي بتكون فيها التربة جافة كفاية بحيث لو مسكت كتلة منها وضغطت عليها بصوابك تتفتت بسهولة من غير ما تعجن أو تلزق في إيدك.

طيب إزاي نوصلها؟ افرد التربة على مشمع في الهواء أو استخدم فرن على درجة حرارة لا تزيد عن ٦٠ درجة مئوية. بعد ما تنشف وتجاف هتلاقيها عملت كتل أو قلاقليل. لازم تكسر الكتل دي. فتتها بالراحة و استخدم مطرقة كاوتش أو بإيدك الهدف هو تفكيك الكتل من بعضها مش تكسير الحبيبات الأصلية نفسها لو كسرت الحبيبات أنت كده بتغير التدرج الطبيعي للتربة وبتبوظ الاختبار.

**الترجمة للبند ١٠,٣**  
١٠,٣ طريقة التحضير الجاف – إذا كانت العينة رطبة جدًا لدرجة أنها غير قابلة للتفتيت (friable)، قم بتقليل

**الخطوة الثانية: الغريلة النخل**  
بعد ما التربة بقت جافة ومفتتة بنبدأ ننخلها على المنخل المناسب حسب حجم القالب الي هنستخدمه (نفس



مقاسات المناخل الي فاتت: #٤، ٨/٣، ٤/٣.)

ملحوظة فنية: لو بتجهز تربة عشان تستخدم القالب الكبير يعني بتنخل على منخل ٤/٣ بوصة المواصفة بتديك نصيحة إضافية. بتقولك بعد ما تفتت الكتل اتأكد إنها بقت ناعمة كفاية لدرجة إنها تقدر تعدي من منخل أصغر (٨/٣ بوصة). ليه؟ عشان لما تيجي تضيف المية بعد كده المية تقدر تتوزع بسهولة وتوصل لكل الحبيبات و لو الكتل لسه كبيرة المية هتبلل السطح الخارجي للكتلة وتسبب قلبها ناشف.

الخطوة الثالثة: الحسابات نفس شغل المرة الي فاتت بعد ما فصلت الجزء الخشن الحصى عن الجزء الناعم تربة الاختبار هتعمل نفس الخطوات الحسابية الي عملناها في الطريقة الرطبة: توزن الجزء الخشن وتجففه وتوزنه تاني. توزن الجزء الناعم الي هو دلوقتي جاف تمامًا. تحسب نسبة كل واحد منهم (PC و PF). النتيجة: بقى عندك كومة من التربة الناعمة الجافة تمامًا، ومعاك كل المعلومات عن نسبة الزلط الي كانت فيها. الكومة دي هي نقطة الصفر الي هتبدأ منها تحضر كل العينات بتاعتك عن طريق إضافة كميات محسوبة من الماء من البداية.

مثال عملي للبند ١٠.٣

أنت في المعمل و جالك كيس تربة رملية طينية Silty Sand وكانت طرية جدًا قررت إن الطريقة الجافة هتكون أسهل في التعامل. فردت التربة كلها على مشمع كبير في غرفة جيدة التهوية. تاني يوم كانت التربة نشفت وبقت عبارة عن كتل صلبة.

جبت مطرقة كاوتش وبدأت تكسر الكتل دي بالراحة. هدفك مش الطحن هدفك هو تفكيك الكتل لحبيباتها الأصلية.

بما إنك هتستخدم القالب الصغير الطريقة A جبت منخل رقم ٤ نخلت التربة المفتتة كلها.

شوية حصى صغير اتحجز فوق المنخل. أخذتهم وزنتهم جففتهم هم أصلًا جافين بس للتأكيد ووزنتهم تاني.

المار: كومة كبيرة من الرمل الناعم الجاف عدت من المنخل وزنتها.

التربة الجافة دي وتحسب كمية المية المطلوبة عشان توصلها لـ ٨% وتضيفها وتقلب. وتحطها في طبق.

بعدين تاخذ ٢,٣ كيلو تانيين وتضيف كمية مية أكبر عشان توصلها لـ ١٠% وتقلب وتحطها في كيس. وهكذا... لحد ما تجهز عيناتك عند (٨%، ١٠%، ١٢%، ١٤%، ١٦%).

بعدها هتدخلهم مرحلة التخمير زي الطريقة الرطبة بالظبط وتكمل شغلك و الطريقة دي بتديك تحكم كامل في نسبة المية من البداية لكن على حساب المخاطرة بتغيير خواص التربة لو كانت من النوع الحساس.

10.3.1 From the test fraction, select and prepare at least four (preferably five) subspecimens in accordance with 10.2.1 and 10.2.2, except for the following: Use either a mechanical splitting or quartering process to obtain the subspecimens. As stated in Test Method D6913/D6913M, both of these processes will yield non-uniform subspecimens compared to the moist procedure. Typically, only the addition of water to each subspecimen will be required.

#### الترجمة البند ١٠.٣.١

١٠.٣.١ من جزء الاختبار، اختر وحضر أربع عينات فرعية على الأقل (يفضل خمسة) وفقًا للبندين ١٠.٢.١ و ١٠.٢.٢، باستثناء ما يلي: استخدم إما عملية التقسيم الميكانيكي أو التقسيم الرباعي للحصول على العينات الفرعية. كما هو مذكور في طريقة الاختبار D6913/D6913M، كلتا العمليتين ستنتجان عينات فرعية غير متجانسة مقارنة بالإجراء الرطب. بشكل نموذجي، ستكون هناك حاجة فقط لإضافة الماء إلى كل عينة فرعية.

كدة بقى عندك دلوقتي مادة خام" ممتازة وهي كومة كبيرة من تربة الاختبار الجافة تمامًا. هتبدأ تحضر العينات الخمسة بتاعتك. هتاخذ ٢,٣ كيلو من

#### الشرح للبند ١٠.٣.١

البند ده يبدو وكأنه تكرار، لكنه في الحقيقة تنبيه وتحذير



مهم جدًا عند استخدام طريقة التحضير الجاف Dry Preparation Method.

تخيل أنك قررت تمشي في الطريق البديل الطريقة الجافة ١٠,٣ وجففت التربة كلها وبقي عندك كومة كبيرة من التربة الناعمة الجافة البند ده بقولك: تمام، بما إنك اخترت الطريق الجاف خد بالك من النقطة دي لما تيجي تقسم الكومة الكبيرة دي لعينات صغيرة.

إيه هو الاستثناء أو التغيير؟

البند بيقولك ارجع للخطوات ١٠,٢,١ تخطيط العينات و ١٠,٢,٢ تحضير العينات لكن مع تعديل بسيط في طريقة غرف التربة.

في الطريقة الرطبة كنا بناخد بالمغرفة scoop من أماكن متفرقة.

أما باقى في الطريقة الجافة الموصفة هنا بتقولك استخدم طريقة تقسيم أكثر منهجية:

التقسيم الميكانيكي : باستخدام جهاز اسمه مقسم العينات Sample Splitter وهو عبارة عن جهاز فيه فتحات متقابلة يقسم أي كمية تحطها فيه لنصين متساويين تمامًا بتفضل تكرر العملية دي لحد ما توصل للكمية اللي أنت عايزها.

التقسيم الرباعي Quartering: ودي طريقة يدوية بتعمل كومة مخروطية من التربة وبعدين تبسطها وتقسمها بعلامة زائد (+) لأربع أرباع متساوية وبعدين بتشيل ربعين متقابلين وتخلط الربعين الباقيين وتكرر العملية لحد ما توصل للكمية المطلوبة.

بس خالي بالك في التحذير الخفي :

بعد ما قالت لك استخدم الطرق دي الموصفة بترجع تقولك خد بالك كلتا العمليتين ستنتجان عينات فرعية غير متجانسة مقارنة بالإجراء الرطب.

إزاي يعني؟ لما التربة بتكون جافة الحبيبات الكبيرة والثقيلة بتميل إنها تترسب لتحت أو تتدحرج على جوانب الكومة دي ظاهرة اسمها Segregation أو الانفصال الحبيبي فلما تيجي تقسمها حتى بالطرق المنهجية دي فيه احتمال كبير إن عينة تطلع فيها حبيبات خشنة أكثر من الثانية.

جدًا إنه ينفصل و عشان كده لما كنا بنغرف بالمغرفة في الطريقة الرطبة كانت العينة بتطلع ممثلة بشكل أفضل. الجملة الأخيرة: بشكل نموذجي ستكون هناك حاجة فقط لإضافة الماء...

دي جملة منطقية جدًا بما أنك بدأت من تربة جافة تمامًا نقطة الصفر فكل العينات اللي هتضرها هتحتاج إضافة ماء فقط. مش هتقابلك حالة تحتاج فيها إنك تقلل الماية تجففها زي ما كان ممكن يحصل في الطريقة الرطبة.

الخلاصة: البند دي بيقولك: أنت اخترت الطريقة الجافة وده معناه إنك بتتعامل مع تربة جافة قابلة للانفصال وعشان تقلل المشكلة دي، استخدم طرق تقسيم منهجية زي ال Splitter أو ال Quartering لكن خليك عارف إن مهما عملت العينات بتاعتك مش هتبقى متجانسة زي اللي بتطلع من الطريقة الرطبة وده سبب تاني يخلي الطريقة الرطبة هي المفضلة.

مثال عملي للبند ١٠,٣,١

فني (أ) - يستخدم الطريقة الرطبة:

عنده كومة تربة رطبة ومتجانسة.

بيستخدم المغرفة ويأخذ ٢,٥ كيلو. العينة اللي بياخذها دي شبه الكومة الكبيرة بالضبط. شغله دقيق.

فني (ب) - يستخدم الطريقة الجافة:

عنده كومة تربة جافة. الحبيبات الخشنة متركزة شوية عند قاعدة الكومة.

لو استخدم المغرفة: هياخذ عينة من فوق، هتطلع أنعم من الحقيقة. لو خد من تحت، هتطلع أخشن. النتائج هتكون غلط.

الحل الصحيح (تطبيقًا لـ ١٠,٥,١): بيستخدم جهاز "مقسم العينات". بيحط الكومة كلها، والجهاز يقسمها نصين. يأخذ نص، ويقسمه تاني. يكرر العملية لحد ما يأخذ عينة بالوزن المطلوب. كده هو بيققل من تأثير الانفصال الحبيبي قدر الإمكان، وبيحصل على عينة أفضل (لكنها تظل ليست بجودة عينة الفني أ).

10.4.1 Compaction—After standing (curing), if required, each subspecimen (compaction point) shall be compacted as follows:

الترجمة البند ١٠,٤

١٠,٤ الدمك - بعد فترة الانتظار (التخمير)، إذا كانت مطلوبة، يتم دمك كل عينة فرعية (نقطة دمك) على النحو التالي:

على عكس الطريقة الرطبة: لما التربة بتكون رطبة الماية بتشتغل زي الصمغ بتخلي الحبيبات الناعمة والخشنة ماسكة في بعضها فالخليط بيفضل متجانس وصعب

10.4.1 Determine and record the mass of the mold or mold and base plate, see 10.4.7.

الترجمة البند ١٠,٤,١

١٠,٤,١ حدد وسجل وزن القالب أو القالب مع لوحة القاعدة،

### النظر ١٠.٤.٧

#### الشرح للبند ١٠.٤.١

يا هندسة وصلنا الآن إلى مرحلة الحقيقة مرحلة الدمك بعد ما قمنا بكل التحضيرات اللازمة والعينات الفرعية التي جهزناها أصبحت الآن جاهزة للاختبار الفعلي كل عينة من هذه العينات ستمثل نقطة بيانات فريدة نستخدمها في النهاية لرسم منحني الدمك وتحديد خصائص التربة.

البند ١٠.٤.١ يقول يجب تحديد وزن القالب يعني قبل أن نبدأ في وضع التربة ودمكها هناك خطوة أولية لا يمكن تجاوزها أبدًا وهي بمثابة حجر الأساس لجميع الحسابات القادمة قياس وتسجيل وزن قالب الدمك وهو فارغ.

ببساطة شديدة يتم أخذ قالب الدمك النظيف والجاف ووضعه على ميزان إلكتروني دقيق ثم تسجيل التي تظهر على شاشة الميزان بدقة في ورقة بيانات الاختبار.

لان الهدف النهائي من الاختبار هو تحديد كثافة التربة والكثافة هي وزن / الحجم. نحن معنيون بوزن التربة بس وليس وزن التربة مع مع القالب علشان كدة فإن قياس وزن القالب الفارغ يسمح لنا بعزله حسابيًا لاحقًا هذه العملية تعرف ب التصغير أو "معايرة الوزن الفارغ"

المعادلة الأساسية التي سنستخدمها هي: الوزن الصافي للتربة المدموكة = الوزن الإجمالي للقالب وهو ممتلئ - وزن القالب المسجلة وهو فارغ

أي إهمال في هذه الخطوة الأولية سيؤدي حتمًا إلى نتائج نهائية خاطئة لان اي خطأ سينتقل مباشرة إلى قيمة الكثافة المحسوبة.

#### اما بالنسبة للإشارة إلى البند ١٠.٤.٧

فالمواصفة توجهنا للنظر في بند لاحق ١٠.٤.٧ لتبنيها إلى نقطة فنية هامة وهي التناسق .

وكمان القالب قد يستخدم مع أو بدون القاعدة يعني إذا وزنت القالب مع القاعدة وهو فارغ فيجب أن توزنه مع القاعدة وهو ممتلئ هذا يضمن أن المتغير الوحيد الذي تقيسه هو وزن التربة المضافة.

تمديد القالب، واضبطها إذا لزم الأمر. يجب أن يستقر القالب دون أي تذبذب أو تأرجح على أساس صلب منتظم، مثل ذلك الذي توفره أسطوانة أو مكعب من الخرسانة بوزن لا يقل عن ٢٠٠ رطل (٩١ كجم). قم بتثبيت لوحة القاعدة على هذا الأساس الصلب، ويجب أن تسمح طريقة التثبيت بإزالة القالب المجمع والوصلة والقاعدة بسهولة بعد اكتمال عملية الدمك.

#### الشرح للبند ١٠.٤.٢

يبعد ما وزنا القالب الفاضي في البند الي فات دلوقتي جه وقت نجهز منصة العمل أو ورشة الدمك نفسها. البند ده بيشرح إزاي نركب أجزاء القالب صح ونثبتها علشان تكون جاهزة لعملية الدمك الشاقة.

البند ١٠.٤.٢ يقولك تعمل الآتي:

أولاً: تجميع أجزاء القالب

هتجيب القاعدة وتحط فوقها القالب وبعدها تركب فوق القالب الوصلة العلوية .

المهم جدًا: لازم تتأكد إن الجدار الداخلي للقالب والوصلة على خط واحد ومستقيم تمامًا. يعني لو عديت صباعك على الخط الداخلي اللي بينهم، مفيش تحس بأي "عتبة" أو بروز ولو فيه فرق بسيط أو ميل التربة هتبدأ تعلق أثناء الدمك وده هيبوظ توزيع الكثافة ويأثر على النتائج الحل هنا هو فكهم ونضفهم وركبهم تاني لحد ما يبقوا على استقامة واحدة تمامًا.

ثانيًا: تجهيز الأساس الصلب

عملية الدمك فيها خبط وطرق جامد جدًا خصوصًا في اختبار بروكتور المعدل و لو حطيت القالب على ترابيزة خشب أو أي سطح ضعيف السطح ده هيمتص جزء من طاقة الطرق وبالتالي التربة مش هتدمك كويس.

المواصفة هنا واضحة: لازم القالب يتحط على كتلة خرسانية صلبة جدًا وزنها لا يقل عن ٩١ كجمالكتلة دي بتضمن إن كل طاقة المطرقة تروح للتربة مباشرة من غير ما تضيع في اهتزازات أو حركة للقالب يعني القالب لازم يكون ثابت تمامًا لا يتهد ولا يرقص.

ثالثًا: تثبيت القالب على الأساس

بعد ما حطيت القالب المجمع فوق الكتلة الخرسانية لازم تثبته كويس باستخدام مشابك أو كلابات.

لكن خذ بالك التثبيت لازم يكون قابل للفك بسهولة لأنك بعد ما تخلص الدمك هتحتاج تشيل القالب علشان توزنه أو تكمل خطوات الاختبار يعني استخدم طريقة تمسك القالب كويس أثناء الدمك وفي نفس الوقت تفكه بسرعة بعدين. كده يا هندسة تكون ورشة الدمك جاهزة ومطابقة للمواصفات ومفيش حاجة هتأثر على النتائج. الخطوة الجاية إننا نبدأ نحط التربة ونعمل الدمك نفسه.

TABLE 2 Required Standing Times of Moisturized Specimens

#### الترجمة البند ١٠.٤.٢

١٠.٤.٢ قم بتجميع وتثبيت القالب والوصلة العلوية على لوحة القاعدة. تحقق من استقامة الجدار الداخلي للقالب ووصلة



Classification  
h GW, GP, SW, SP  
GM, SM  
All other soils

Minimum Standing Time,  
no requirement  
3  
16

### الترجمة - جدول ٢

#### جدول ٢ - أوقات الانتظار (التخمير) المطلوبة للعينات المرطبة

التصنيف	الحد الأدنى لوقت الانتظار (بالساعات)
GW, GP, SW, SP	لا يوجد متطلبات
GM, SM	٣
جميع أنواع التربة الأخرى	١٦

### الشرح - جدول ٢

يا هندسة الجدول ده هو الوصفة الزمنية لعملية التخمير أو اللي الموصفة بتسميها. فاكّر لما قلنا بعد ما نضيف المية على التربة ونخلطها كويس مش بنشتغل بيها على طول؟ لازم نسيبها تتراح شوية في كيس أو طبق مقفول علشان الرطوبة تتوزع جوهها بالتساوي. الجدول ده بقى هو اللي بيقولك تسيبها قد إيه بالضبط.

المدة دي مش اختيارية، دي بتحدد حسب نوع التربة، لأن كل نوع فيه معدل امتصاص مختلف للمية.

الصف الأول: GW, GP, SW, SP

مين دول؟

دول أنواع التربة الحبيبية النظيفة Coarse-grained Soils .

GW : يعنى زلط جيد التدرج (Well-graded Gravel)

GP : يعنى زلط سيئ التدرج (Poorly-graded Gravel)

SW : يعنى رمل جيد التدرج (Well-graded Sand)

SP : يعنى رمل سيئ التدرج (Poorly-graded Sand)

المدة: لا يوجد متطلبات No Requirement

ليه؟ لأن الحبيبات الكبيرة زي الرمل والزلط مش بتحتاج وقت تمتص فيه المية المية بتغلغها فوراً ومفيش حاجة تشرب من جوه يعني تقدر تخلط المية وتبدأ الدمك على

طول من غير انتظار.

الصف الثاني: GM, SM

مين دول؟

تربة حبيبية بس فيها شوية مواد ناعمة (طين أو طمي).

GM : يعنى زلط طمي (Silty Gravel)

SM : يعنى رمل طمي (Silty Sand)

المدة: ٣ ساعات على الأقل.

ليه؟ لأن وجود الطمي بيخلي المية تاخذ وقت أطول شوية علشان تتوزع كويس ولو اشتغلت قبل ال ٣ ساعات المية مش هتكون اتوزعت تمامًا فالعينة ممكن تبقى نصها مبلول ونصها ناشف.

الصف الثالث: جميع أنواع التربة الأخرى

مين دول؟

دول الترب الناعمة (Fine-grained Soils) زي الطين والطيني النقي.

زي:

CL, CH : يعنى طين منخفض أو عالي اللدونة.

ML, MH : يعنى طمي منخفض أو عالي اللدونة.

المدة: ١٦ ساعة على الأقل.

ليه؟ لأن الحبيبات الصغيرة جدًا دي زي الدقيق والمية بتاخذ وقت طويل تدخل جوهها وتتشربها بالكامل.

لو استعجلت ودمكت بدري التربة من بره هتبان مبلولة لكن من جوه ناشفة وده هيبوظ النتائج تمامًا.

علشان كده الموصفة بتقولك سيبها ليلة كاملة علشان يحصل اتزان رطوبي كامل.

الخلاصة

الجدول ده بيعلمك إن كل تربة ليها مزاجها:

الرمل والزلط سريع ومباشر.

الرمل الطمي بياخذ شوية وقت.

الطين والطيني الثقيل لازم ياخذ وقته على رواق.

تجاهل المدة دي يعني إنك بتختبر تربة مش متجانسة في الرطوبة وبالتالي النتائج اللي هتطلعك للكثافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل هتبقى مضروبة.

10.3.1.1 During the compaction procedure, it is advantageous but not required to determine the water content of each subspecimen immediately prior to compaction. This provides a check on the molding water content determined for each compaction point and the magnitude of bleeding. See 10.4.9. However, more soil will have to be selected for each subspecimen than stated in 10.2.2.

### مثال عملي للبند ١٠٤,٢,١

تخيل عندك حالتين في المعمل:

الحالة (أ): تربة رملية نظيفة SP - Poorly-graded Sand طبيعة التربة: دي تربة حبيباتها كبيرة رمل ومفيهاش مواد ناعمة طين أو طمي تقريبًا. مش بتحتاج مية كتير عشان تتدمك كويس.

نطاق الرطوبة المتوقع: منخفض جدًا. المحتوى المائي الأمثل (OMC) غالبًا هيكو بين ٤% و ٨% الفني جهاز عينة مستهدفة عند رطوبة ٦%.. بما إنها تربة رملية مش محتاجة تخمير (حسب جدول ٢) قبل ما يدمك على طول، أخذ عينة رطوبة صغيرة للتأكد.. تاني يوم، طلعت نتيجة اختبار الرطوبة ٨,٥%.. النتيجة: لما جه يرسم النقطة على منحنى الدمك، رسمها عند ٨,٥%، وده رقم دقيق جدًا يعكس الحالة الفعلية للتربة.

الحالة (ب): تربة طينية عالية اللدونة CH - High-plasticity Clay.

طبيعة التربة: دي تربة ناعمة جدًا حبيباتها دقيقة زي البودرة وليها قدرة عالية على امتصاص الماء زي الإسفنج.

نطاق الرطوبة المتوقع: عالي و المحتوى المائي الأمثل (OMC) ممكن يوصل ل ٢٠% أو ٢٥% أو حتى أعلى. بعد كام ساعة طلعت نتيجة اختبار الرطوبة الإضافي ٢١,٥% يمكن فقدت شوية رطوبة بسيطة.

النتيجة: رسم النقطة على المنحنى عند ٢١,٥%، وده رقم دقيق يعكس الرطوبة الفعلية بعد فترة التخمير الطويلة..

### الترجمة البند ١٠٤,٢,١

أثناء إجراء الدمك، من المفيد ولكن غير المطلوب تحديد محتوى الماء لكل عينة فرعية مباشرة قبل دمكها. هذا يوفر فحصًا على محتوى رطوبة التشكيل المحدد لكل نقطة دمك ومقدار النزف (انظر ١٠,٤,٩). ومع ذلك، سيتعين اختيار كمية تربة أكبر لكل عينة فرعية مما هو مذكور في ١٠,٢,٢.

### الشرح للبند ١٠,٤,٢,١

البند ده عبارة عن نصيحة من المواصفة خطوة اختيارية لكنها بتعلي مستوى الدقة في شغلك جدًا. المواصفة كأنها بتقولك: لو عايز تطلع نتائج لا غبار عليها اعمل الخطوة الإضافية دي.

إيه هي الخطوة دي؟

ببساطة بعد ما تسبب عينة التربة تتخمر للمدة المطلوبة سواء ٣ ساعات أو ١٦ ساعة وقبل ما تبدأ عملية الدمك مباشرة بتأخذ عينة رطوبة صغيرة منها حوالي ١٠٠ جرام عشان تقيس نسبة المية الفعلية فيها في هذه اللحظة بالذات.

طيب ليه الخطوة دي مفيدة ومهمة؟

للتأكد من دقة نسبة الرطوبة: أحيانًا الرطوبة اللي أنت جهزت بيها العينة امبارح ممكن تتغير تغيير بسيط يمكن الغطاء مكنش محكم ١٠٠% فتبخر جزء صغير من المية والقياس الجديد ده بيديك الرطوبة الحقيقية اللي التربة هتدمك عليها مش مجرد الرطوبة النظرية اللي كنت مخطط لها ده بيخلي رسم منحنى الدمك بتاعك أكثر دقة ومطابقة للواقع.

كمان لتقييم ظاهرة النزف:

في بعض العينات خاصة اللي محتوى المية فيها عالي ممكن تلاحظ إن فيه مية بتخرج من القالب أثناء الدمك وقياس الرطوبة قبل الدمك وبعده بيساعدك تعرف كمية المية اللي التربة طردتها خلال العملية و دي معلومة فنية متقدمة ومفيدة.

### التكلفة أو الشرط الوحيد:

يعنى لو هتعمل الخطوة دي لازم تكون عامل حسابك من البداية ومجهز كمية تربة أكبر شوية لكل عينة أكثر من ال ٢,٣ أو ٥,٩ كيلو اللي المواصفة قالت عليهم عشان تعوض ال ١٠٠ جرام اللي هتأخذهم لاختبار الرطوبة الإضافية. الخلاصة: هذه خطوة للمهندس أو المعمل الذي يبحث

10.4.3 Compact the soil in five layers. After compaction, each layer should be approximately equal in thickness and the final layer shall extend slightly into the collar. Prior to compaction, place the loose soil into the mold and spread into a layer of uniform thickness. Lightly tamp the soil prior to compaction until it is not in a fluffy or loose state, using either the manual rammer or a cylinder approximately 2 in. (50 mm) in diameter. Following compaction of each of the first four layers, any soil that has not been compacted, such as adjacent to the mold walls, or extends above the compacted surface (up the mold





walls) shall be trimmed. The trimmed soil shall be discarded. A knife or other suitable device may be used. The total amount of soil used shall be such that the fifth compacted layer slightly extends into the collar, but does not extend more than approximately ¼ in. (6 mm) above the top of the mold. If the fifth layer does extend above this limit, then the compaction point shall be discarded. In addition, the compaction point shall be discarded when the last blow on the rammer for the fifth layer results in the bottom of the rammer extending below the top of the compaction mold, unless the soil is pliable enough that this surface can easily be forced above the top of the compaction mold during trimming. See Note 9.

#### الترجمة للبند ١٠،٤،٣

ادمك التربة في خمس طبقات. بعد ادمك، يجب أن تكون كل طبقة متساوية في السمك تقريباً، ويجب أن تمتد الطبقة النهائية قليلاً إلى داخل الوصلة العلوية (Collar). قبل ادمك، ضع التربة المفككة في القالب وافرداها في طبقة ذات سمك منتظم. ادمك التربة دغاً خفيفاً (tamp) قبل ادمك الرئيسي حتى لا تكون في حالة هشّة أو مفككة، باستخدام إما المطرقة اليدوية أو أسطوانة قطرها حوالي ٢ بوصة (٥٠ مم). بعد ادمك كل طبقة من الطبقات الأربع الأولى، يجب تشذيب (trim) أي تربة لم يتم دمكها، مثل تلك المجاورة لجدران القالب، أو التي تمتد فوق السطح المدموك (لأعلى على جدران القالب). يتم التخلص من التربة المشذبة. يمكن استخدام سكين أو أي أداة مناسبة أخرى. يجب أن تكون الكمية الإجمالية للتربة المستخدمة بحيث تمتد الطبقة الخامسة المدموكة قليلاً إلى داخل الوصلة العلوية، ولكن لا تمتد أكثر من ربع بوصة تقريباً (٦ مم) فوق قمة القالب. إذا امتدت الطبقة الخامسة فوق هذا الحد، فيجب استبعاد نقطة ادمك هذه. بالإضافة إلى ذلك، يجب استبعاد نقطة ادمك عندما تؤدي آخر ضربة بالمطرقة على الطبقة الخامسة إلى امتداد قاع المطرقة إلى ما دون قمة قالب ادمك، إلا إذا كانت التربة مرنة بما يكفي بحيث يمكن بسهولة دفع هذا السطح فوق قمة القالب أثناء التشذيب (انظر الملاحظة ٩).

#### الشرح للبند ١٠،٤،٣

ي البند ده هو وصفة ادمك بالتفصيل اختبار بروكتور المعدل ليه طقوس خاصة والفقرة دي بتشرح الطقوس دي خطوة بخطوة الخلاصة في كلمتين: ٥ طبقات ٢٥ ضربة أو ٥٦ للقالب الكبير لكن التفاصيل هي اللي بتفرق. أولاً: ادمك على ٥ طبقات:

مينفّش تملّ القالب كله مرة واحدة وتدمك لازم تقسم الشغل على خمس طبقات متساوية في السمك تقريباً. ده بيضمن إن طاقة ادمك تتوزع على كل حجم التربة بالتساوي من تحت لفوق.

ثانياً: تحضير كل طبقة قبل ادمك:

الفرد: هتخط كمية من التربة المفككة في القالب وتفردها عشان تعمل طبقة ليه نفس السمك في كل حته. ادمك المبدئي: يعني قبل ما تبدأ ادمك بالمطرقة لازم تهبط التربة شوية لو سبتها هايشة أو منفوشة أول كام خبطة من المطرقة هيزيعوا في تفريغ الهواء ده بس. طيب إزاي؟ ممكن تستخدم نفس مطرقة ادمك وتضغط بيها ضغطات خفيفة وتسوي التربة في القالب أو تستخدم أي أسطوانة صغيرة عشان بس تلم التربة على بعضها.

ثالثاً: التشذيب بين الطبقات :

بعد ما تخلص ادمك كل طبقة الأولى و الثانية و الثالثة و الرابعة هتبص على جوانب القالب من جوه ساعات كثيرة بتلاقي شوية تربة هربت لفوق على الجدار وماتدمكتش كويس.

الإجراء هنا هو لازم تشيل أو تشذب التربة دي بسكينة أو أي أداة رفيعة والتربة اللي بتشيلها دي بتترمي بره مش بترجعها ثاني للطبقة اللي بعدها.

ليه؟ عشان تضمن إن الطبقة الجديدة اللي هتحتها هتتخط على سطح مدموك ومستوي ومفيش أي أجزاء ضعيفة بينهم.

رابعاً: الشرط الحاسم للطبقة الخامسة :

دي أهم طبقة وعليها شروط صارمة بعد ما تخلص ادمك الطبقة الخامسة والأخيرة لازم سطح التربة يكون أعلى من حافة القالب بشوية وداخل في منطقة الوصلة العلوية.

الحد المسموح يعني الارتفاع ده لازم يكون بسيط ما يزيدش عن ربع بوصة حوالي ٦ مم فوق حافة القالب. و لو أعلى من ٦ مم ده معناه إنك حطيت تربة أكثر من اللازم و المواصفة بتقولك ارمي العينة دي كلها وابدأ من جديد discard the compaction point الاختبار ده فاشل.

ولو السطح النهائي تحت حافة القالب: ده معناه إنك حطيت تربة أقل من اللازم وبرضه الاختبار ده فاشل. ليه؟ لأنك لما تيجي تسوي السطح النهائي هتحتاج تملّ الفراغ ده بتربة مفككة وده هيبوظ الكثافة. شرط إضافي أو حالة خاصة: لو مع آخر خبطة في الطبقة الخامسة لقيت إن المطرقة نفسها نزلت وبقت تحت



مستوى حافة القالب ده برضه مؤشر إن العينة فاشلة. إلا لو كانت التربة طرية ومرنة كفاية بحيث تقدر وانت بتشيل الزيادات بالمسطرة الصلبة إنك "تضغط" السطح ده وتعليه تاني فوق حافة القالب. و دي حالة نادرة وبتحصل في التربة الطينية اللي رطوبتها عالية جدًا.

الخلاصة: البند ده بيحط قواعد صارمة عشان يضمن إن حجم التربة اللي أنت بتقيسه في النهاية هو حجم القالب بالضبط، وإن التربة دي كلها اتعرضت لنفس طاقة الدمك بشكل منتظم.

مثال عملي للبند ١٠،٤،٣

اختبار بروكتور معدل - طريقة C على تربة خليط من الرمل والزلط مع نسبة طمي (SM-SC).

نطاق الرطوبة المتوقع متوسط حوالي ٨% إلى ١٤%.

هنشتغل على عينة رطوبتها ١٠%.

الطبقة الأولى: الفني وضع كمية من التربة في القالب (٦ بوصة) وفردھا.

ضغط عليها ضغوطات خفيفة بأسطوانة عشان يهبطھا. بدأ يدمك بالمطرقة المعدلة وزنها ١٠ أرطال وبتسقط من ارتفاع ١٨ بوصة وضرب ٥٦ ضربة موزعة على السطح كله.

بص على الجوانب لقي شوية تربة لازقين فوق شالهم

بسكينة ورمالهم والطبقات ٢، ٣، ٤: كرر نفس الخطوات

بالضبط والطبقة الخامسة حط كمية التربة الأخيرة

وهبطھا وضرب ال ٥٦ ضربة بعد آخر ضربة بص على

السطح لقاہ مرتفع حوالي ٤ مم فوق حافة القالب.

النتيجة ممتازة! الاختبار ده ناجح ومكمل معانا

سيناريو فاشل: لو كان لقي السطح مرتفع ١٠ مم ١ سم

كان هيقول العينة دي بايظة ويفضي القالب ويرمي التربة

ويبدأ نقطة دمك جديدة بكمية تربة أقل شوية.

بكدہ الفني طبق كل طقوس الدمك بحذافيرھا وضمن إن

العينة اللي معاه دي ممثلة وصحيحة ١٠٠%.

دمكه ؟

طاقة الدمك اللي بنطبقھا على التربة مش عشوائية دي طاقة محسوبة بدقة عشان نحكي تأثير معدات الدمك الثقيلة في الموقع و الطاقة دي بتيجي من وزن المطرقة × ارتفاع السقوط × عدد الضربات × عدد الطبقات مقسومة على حجم القالب.

البند ده بيحدد لنا جزء عدد الضربات من المعادلة دي.

الحالة الأولى: القالب الصغير ٤ بوصة لو بتستخدم القالب الصغير يبقى كل طبقة من الطبقات الخمسة لازم تاخذ ٢٥ ضربة بالتام والكمال. يعنى

المجموع الكلي: ٥ طبقات × ٢٥ ضربة/طبقة = ١٢٥ ضربة للعينة كلها.

الحالة الثانية: لو بتستخدم القالب الكبير قطره ٦ بوصة يبقى كل طبقة من الطبقات الخمسة لازم تاخذ ٥٦ ضربة يعنى المجموع الكلي: ٥ طبقات × ٥٦ ضربة/طبقة = ٢٨٠ ضربة للعينة كلها.

ليه عدد الضربات في القالب الكبير أكثر؟

لأن مساحة سطح القالب الكبير أكبر عشان نضمن إن كل بوصة مربعة من التربة تاخذ نفس كمية الطاقة تقريباً لازم نزود عدد الضربات عشان نغطي المساحة الأكبر دي الحسبة معموله عشان في النهاية طاقة الدمك لكل وحدة حجم من التربة تكون واحدة تقريباً في الحالتين.

اما بالنسبة لنقطة التحكيم Referee Testing:

المواصفة بتقول: يجب استخدام المطرقة اليدوية في الاختبارات المرجعية.

إيه معناها ده ؟ في المعامل الكبيرة ساعات بيستخدموا مطارق ميكانيكية أوتوماتيكية عشان يسرعوا الشغل ويقللوا المجهود على الفني المطارق دي مقبولة في الشغل اليومي. لكن لو حصل خلاف على النتائج بين معملين مثلاً معمل المقاول ومعمل الاستشاري وعازين نعمل اختبار فيصل عشان نحكم بينهم المواصفة بتلزمنا نرجع للأصل ونستخدم المطرقة اليدوية.

طيب ليه؟ لأن المطرقة اليدوية هي الأداة القياسية الأصلية والميكانيكية ممكن يكون فيها اختلافات بسيطة في طريقة التوزيع أو سرعة الضربات و عشان نوحده كل الظروف ونضمن مقارنة عادلة ١٠٠% بنرجع للطريقة اليدوية اللي مفيهاش أي متغيرات إلكترونية أو ميكانيكية.

10.4.4 Compact each layer with 25 blows for the 4-in. (101.6-mm) mold or with 56 blows for the 6-in. (152.4-mm) mold. The manual rammer shall be used for referee testing.

10.4.5 In operating the manual rammer, take care to avoid lifting the guide sleeve during the rammer upstroke. Hold the guide sleeve steady and within 5° of vertical. Apply the blows at a uniform rate of about 25 blows/min and in such a manner as to provide complete, uniform coverage of the specimen surface. When using a 4-in. (101.6-mm) mold and manual rammer, follow the blow pattern given in Fig. 3(a) and Fig. 3(b) while for a mechanical rammer, follow the pattern in Fig. 3(b).

When using a 6-in. (152.4-mm) mold and manual rammer, follow the blow pattern given in Fig. 4 up to the 9th

الترجمة ١٠،٤،٤

ادمك كل طبقة بـ ٢٥ ضربة للقالب ذي القطر ٤ بوصة (١٠١،٦ مم) أو بـ ٥٦ ضربة للقالب ذي القطر ٦ بوصة (١٥٢،٤ مم). يجب

استخدام المطرقة اليدوية في الاختبارات المرجعية (للتحكيم).

الشرح للبند ١٠،٤،٤

يا هندسة البند ده بيجاوب على سؤال مهم جدًا ادمك كام

blow, then systematically around the mold (Fig. 3(b)) and in the middle. When using a 6-in. (152.4-mm) mold and a mechanical rammer equipped with a sector face, the mechanical rammer shall be designed to follow the compaction pattern given in Fig. 3(b). When using a 6-in. (152.4-mm) mold and a mechanical rammer equipped with a circular face, the mechanical rammer shall be designed to distribute the blows uniformly over the surface of the specimen. If the surface of the compacted soil becomes highly uneven (see Note 9) then adjust the pattern to follow the logic given in Fig. 3(a) or Fig. 4. This will most likely void the use of a mechanical rammer for such compaction points.

#### الترجمة للبند ١٠.٤.٥

١٠.٤.٥ عند تشغيل المطرقة اليدوية، يجب الحرص على تجنب رفع جلبة التوجيه أثناء شوط الرفع للمطرقة. أمسك جلبة التوجيه بثبات وفي حدود ٥ درجات من الوضع الرأسي. طبق الضربات بمعدل منتظم يبلغ حوالي ٢٥ ضربة/دقيقة وبطريقة تضمن تغطية كاملة وموحدة لسطح العينة. عند استخدام قالب ٤ بوصة ومطرقة يدوية، اتبع نمط الضربات الموضح في الشكل ٣(أ) والشكل ٣(ب)، بينما للمطرقة الميكانيكية، اتبع النمط في الشكل ٣(ب). عند استخدام قالب ٦ بوصة ومطرقة يدوية، اتبع نمط الضربات الموضح في الشكل ٤ حتى الضربة التاسعة، ثم بشكل منهجي حول القالب (الشكل ٣(ب)) وفي المنتصف. عند استخدام قالب ٦ بوصة ومطرقة ميكانيكية ذات وجه قطاعي، يجب أن تكون المطرقة الميكانيكية مصممة لاتباع نمط الدمك الموضح في الشكل ٣(ب). عند استخدام قالب ٦ بوصة ومطرقة ميكانيكية ذات وجه دائري، يجب أن تكون المطرقة الميكانيكية مصممة لتوزيع الضربات بشكل موحد على سطح العينة. إذا أصبح سطح التربة المدموكة غير مستو بشكل كبير (انظر الملاحظة ٩)، فاضبط النمط ليتبع المنطق الموضح في الشكل ٣(أ) أو الشكل ٤. هذا على الأرجح سيلفي إمكانية استخدام المطرقة الميكانيكية لنقاط الدمك هذه.

#### الشرح للبند ١٠.٤.٥

يا هندسة البند ده هو دليل الاستخدام للمطرقة بيشرح ٣ حاجات أساسية: إزاي تمسك المطرقة صح وسرعة الضربات وخريطة توزيع الضربات.

أولاً: مسكة المطرقة اليدوية الصحيحة:

المطرقة عبارة عن وزن بيتحرك جوه أسطوانة توجيه. وأنت بترفع الوزن عشان تسببه يسقط إوعى ترفع الأسطوانة نفسها عن سطح التربة و لازم الأسطوانة تفضل ثابتة ومستقرة على السطح. الزاوية: لازم تمسك المطرقة وتخليها رأسية تماماً أو بميل بسيط جداً لا يزيد عن ٥ درجات و لو ميلتها الضربات هتيجي بزاوية والطاقة مش هتتوزع صح.

ثانياً: إيقاع وسرعة الضربات:

الشغل مش سباق و لازم الضربات تكون بإيقاع منتظم المواصفة بتقترح معدل حوالي ٢٥ ضربة في الدقيقة يعني تقريباً ضربة كل ثانيتين وشوية. ليه؟ الإيقاع المنتظم ده بيدي للتربة فرصة بسيطة جداً بين كل ضربة والثانية عشان تستجيب وتعيد ترتيب حبيباتها و السرعة الزائدة أو البطء الزائد ممكن يآثر على النتيجة النهائية.

ثالثاً: خريطة توزيع الضربات ودي أهم نقطة:

مينفعش تدمك ال ٢٥ أو ٥٦ ضربة كلهم في نص القالب. لازم توزعهم على السطح كله عشان الدمك يبقى متجانس و المواصفة حطت خرائط مقترحة الأشكال ٣ و ٤ اللي بتشير ليها. للقالب ٤ بوصة اليدوي: الخريطة بتقولك ابدأ بضربات حول الحافة الخارجية وبعدين ادخل للداخل بشكل حلزوني أو متقاطع عشان تغطي السطح كله (شكل ٣ و ٣(ب)).

وللقالب ٦ بوصة اليدوي: الخريطة أكثر تحديداً بتقولك اتبع نمط معين لأول ٩ ضربات شكل ٤ وبعدين كمل باقي ال ٥٦ ضربة بشكل منهجي: شوية على الحواف وشوية في النص عشان تضمن تغطية كاملة.

اما المطارق الميكانيكية: دي بتكون مبرمجة أصلاً عشان تتبع نمط معين يضمن التغطية الكاملة غالباً ببيكون نمط دائري أو قطاعي بيفطي السطح كله.

اما حالة الطوارئ اللي هي السطح غير المستوي:

ساعات خاصة مع أنواع معينة من التربة ممكن تلاقي إن الضربات بتعمل حفر في أماكن وأماكن تانية بتفضل عالية

### السطح يبقى مش مستوي.

الحل: هنا لازم تتصرف بذكاء المواصفة بتقولك اضبط النمط يعني لو لقيت حطة عالية وجه الضربات اللي جاية للمنطقة دي عشان تهبطها لو لقيت حفرة ابعد عنها الضربات شوية الهدف إنك في النهاية توصل لسطح مستوي قدر الإمكان.

و لو حصلت معاك المشكلة دي غالباً مش هينفع تستخدم المطرقة الميكانيكية لأنها مبرمجة على نمط ثابت ومش هتفهم إن السطح بقى غير مستوي. لازم تشتغل يدوي عشان تقدر تتحكم في مكان كل ضربة.

### الخلاصة

البند ده بيحول عملية الدمك من مجرد خبط عشوائي إلى منهجي ومنظم من مسكة صح و إيقاع ثابت وخريطة توزيع ذكية كلها عوامل بتضمن إن طاقة الدمك المعلومة اللي حسبناها في البند اللي فاتات توصل لكل حبة تربة في القالب بالتساوي.

NOTE 9—When compacting specimens wetter than optimum water content, uneven compacted surfaces can occur and operator judgment is required as to the average height of the specimen and rammer pattern during compaction.

### الترجمة لملاحظة ٩

ملاحظة ٩— عند دمك العينات التي يكون محتوى الماء فيها أعلى من المحتوى المائي الأمثل (أكثر رطوبة)، يمكن أن تحدث أسطح مدموكة غير مستوية، ويكون التقدير الشخصي للمشغل مطلوباً فيما يتعلق بالارتفاع المتوسط للعيينة ونمط المطرقة أثناء الدمك.

### النسبة المثالية.

إيه اللي بيحصل؟

لما التربة بتكون طرية زيادة عن اللزوم سلوكها تحت المطرقة بيتغير بدل ما الحبيبات تعشق في بعضها وتكون كتلة صلبة بتبدأ تتزلق على بعضها.

والمية الزيادة بتشتغل زي "الصابون" بين الحبيبات.

النتيجة: لما المطرقة بتدمك في مكان التربة بتهرب من تحتها وتطلع لفوق من الجناح و بتلاقي المطرقة بتعمل حفرة في مكان الضربة والتربة بتتكوم في الأماكن اللي بين الضربات و في النهاية بتحصل على سطح مدموك كله حفر ومناطق عالية ومش مستوي أبداً.

هنا يأتي دور التقدير الشخصي للمشغل :

المواصفة عارفة إن المشكلة دي هتحصل فبتدي للفني رخصة للتصرف بذكاء.

تقدير ارتفاع العينة: فاكرك لما قلنا إن الطبقة الخامسة لازم تكون أعلى من حافة القالب بشوية؟ طب لو السطح كله حفر ومرتفعات هتقيس الارتفاع منيين من أعلى حطة ولا من أوطى حطة

هنا لازم الفني يقدر بعينه الارتفاع المتوسط " للسطح. يعني ياخذ متوسط بين المناطق العالية والمنخفضة ويقرر بناءً عليه إذا كانت كمية التربة مناسبة ولا لأ و ده قرار تقديري بيعتمد على خبرة الفني.

تعديل نمط الضربات:

زي ما شرحنا في البند اللي فات ١٠,٤,٥ الفني مش هيمشي على خريطة الضربات الثابتة وهو مغمض عينيه.

لازم يتدخل ويغير نمط الضربات و لو شاف حطة عالية يوجهها الضربات الجاية عشان يهبطها و لو شاف حفرة يتجنب يضرب فيها ثاني عشان متعمقش أكثر الهدف هو محاولة الوصول لسطح مستوي قدر الإمكان في نهاية ال ٥٦ ضربة.

الخلاصة: الملاحظة دي بتقول للفني أنا عارفة إن التربة الطرية دي سلوكها صعب وأنا بديك الصلاحية إنك تستخدم خبرتك وحكمك الشخصي عشان تتعامل مع الموقف ده و مش لازم تتبع القواعد بحذافيرها لو كانت هتؤدي لنتيجة غلط و المهم إنك تفهم الهدف وتحاول تحققة بأفضل طريقة ممكنة."

### الشرح لملاحظة ٩

يا هندسة الملاحظة دي بتتكلم عن مشكلة شائعة بتحصل لما بنشتغل على الجانب الرطب من منحني الدمك يعني لما بتكون نسبة المية في التربة أعلى من

10.3.2 Following compaction of the last layer, remove the collar and base plate (except as noted in 10.4.7) from the mold. A knife may be used to trim the soil adjacent to the collar to loosen the soil from the collar before removal to avoid disrupting the soil below the top of the mold. In addition, to prevent/reduce soil sticking to the collar or base plate, rotate them before removal.

#### الترجمة للبند ١٠.٤.٦

١٠.٤.٦ بعد دمك الطبقة الأخيرة، قم بإزالة الوصلة العلوية ولوحة القاعدة (باستثناء ما هو مذكور في ١٠.٤.٧) من القالب. يمكن استخدام سكين لتشذيب التربة المجاورة للوصلة العلوية لتفكيك التربة من الوصلة قبل إزالتها لتجنب إتلاف التربة الموجودة أسفل قمة القالب. بالإضافة إلى ذلك، لمنع/تقليل التصاق التربة بالوصلة العلوية أو لوحة القاعدة، قم بتدويرها قبل الإزالة.

#### الشرح للبند ١٠.٤.٦

يا هندسة بعد ما خالصنا خبط ودمك بقى عندنا قالب مليان تربة مدموكة وفوقه الوصلة العلوية اللي فيها شوية تربة زيادة. الخطوة دي بتشرح إزاي تفكك الأجزاء دي من بعضها بحرفية ومن غير ما تبوظ العينة.

المهمة: فك الوصلة العلوية والقاعدة.

أولاً: فك الوصلة العلوية Collar:

دي أخطر خطوة. الوصلة دي بتكون مليانة تربة لازقة فيها ومكملة مع التربة اللي جوه القالب. لو شديت الوصلة لفوق مرة واحدة، هتاخذ معاها حدة من سطح العينة وتبوظها.

الحل السحري نصيحة المحترفين:

استخدام السكين: قبل ما تفك الوصلة هات سكين رفيعة أو اسباتيولا وامشي بيها على طول الحافة الداخلية للوصلة و أنت كده بتقطع الاتصال بين التربة الزيادة اللي في الوصلة وبين التربة الرئيسية اللي جوه القالب بتعمل خط فصل.

حركة التدوير Rotation : بعد ما فصلت بالسكينة امسك الوصلة ولها لفة بسيطة يمين وشمال و الحركة دي بتفك أي التصاق بين المعدن والتربة وبتخليها تطلع ناعمة وسهلة.

ثانياً: فك لوحة القاعدة (Base Plate):

نفس المشكلة ممكن تحصل تحت و التربة المدموكة ممكن تكون لازقة في القاعدة. لو رفعت القالب مرة واحدة ممكن حدة من التربة اللي تحت تفضل لازقة في القاعدة وتطلع من القالب.

الخلاصة: البند ده بيعلمك فن التعامل مع العينة بعد الدمك. الهدف كله هو إنك لما تفصل الأجزاء تطلع بعينة تربة مدموكة جوه القالب سطحها العلوي والسفلي سليم ١٠٠% ومفيش أي أجزاء مفقودة منها و أي فقد في التربة معناه خطأ في حساب الوزن النهائي وبالتالي خطأ في الكثافة.

#### مثال عملي للبند ١٠.٤.٦

فني انتهى من دمك الطبقة الخامسة و سطح التربة مرتفع قليلاً داخل الوصلة العلوية.

الفني جاب سكينه معجون رفيعة ونظيفة أدخل السكين بحرص بين جدار الوصلة الداخلي والتربة ومشى بيها داير ما يدور بعدها مسك الوصلة العلوية بإيد والقالب بالإيد الثانية ولف الوصلة لفة بسيطة زي ما تكون بتفتح غطا برطمان بعدين رفع الوصلة لفوق طلعت معاه بسهولة وسابت سطح التربة الرئيسي سليم ومستوي لكنه لسه أعلى من حافة القالب.

قلب القالب بحرص ومسك القاعدة بإيد والقالب بالإيد الثانية ولفهم عكس بعض لفة بسيطة.

رفع القاعدة طلعت نظيفة ومفيش أي تربة لازقة فيها.

النتيجة: أصبح لدى الفني الآن قالب الدمك وبدخله عينة التربة المدموكة و سطحها العلوي بارز قليلاً فوق حافة القالب و العينة سليمة وجاهزة للخطوة الأهم التسوية و التشذيب والتسوية النهائية.

هذه الحركات البسيطة القطع بالسكين والتدوير هي اللي بتفرق بين عينة سليمة وعينة متنتشة وباضت في آخر لحظة.

الحل: قبل ما ترفع القالب امسكه هو والقاعدة ولفهم عكس بعض لفة بسيطة. الحركة دي بتضمن إن التربة فصلت عن القاعدة وإن العينة كلها هتطلع قطعة واحدة مع القالب.

10.4.7 Carefully trim the compacted specimen even with the top of the mold by means of the straightedge scraped across the top of the mold to form a plane surface even with the top of the mold. Initial trimming of the specimen above the top of the mold with a knife may prevent tearing out soil below the top of the mold. Fill any holes in either surface with unused or trimmed soil from the specimen, press in with the fingers, and again scrape the straightedge across the top of the mold. If

gravel size particles are encountered, trim around them or remove them, whichever is the easiest and reduces the disturbance of the compacted soil. The estimated volume of particles above the surface of the compacted soil and holes in that surface shall be equal. Fill in remaining holes as mentioned above. Repeat the appropriate preceding operations on the bottom of the specimen when the mold volume was determined without the base plate. For very wet or dry soils, soil or water may be lost if the base plate is removed. For these situations, leave the base plate attached to the mold. When the base plate is left attached, the volume of the mold must be calibrated with the base plate attached to the mold rather than a plastic or glass plate as noted in **Annex A1 (A1.4.1)**.

#### الترجمة البند ١٠،٤،٧

١٠،٤،٧ اقم بتشذيب العينة المدموكة بعناية لتتساوى مع قمة القالب بواسطة مسطرة مستقيمة (straightedge) يتم كشطها عبر قمة القالب لتشكيل سطح مستو تمامًا مع قمة القالب. التشذيب المبدئي للعينة فوق قمة القالب بسكين قد يمنع تمزق التربة أسفل قمة القالب. املأ أي ثقوب في أي من السطحين بتربة غير مستخدمة أو مشذبة من العينة، واضغط عليها بالأصابع، ثم اكشط المسطرة المستقيمة مرة أخرى عبر قمة القالب. إذا تمت مواجهة جزيئات بحجم الزلط، قم بالتشذيب حولها أو إزالتها، أيهما أسهل ويقلل من خلخلة التربة المدموكة. يجب أن يكون الحجم التقديري للجزيئات فوق سطح التربة المدموكة مساويًا لحجم الثقوب في ذلك السطح. املأ الثقوب المتبقية كما ذكر أعلاه. كرر العمليات السابقة المناسبة على قاع العينة عندما تم تحديد حجم القالب بدون لوحة القاعدة. بالنسبة للتربة شديدة الرطوبة أو شديدة الجفاف، قد يتم فقدان التربة أو الماء إذا تمت إزالة لوحة القاعدة. في هذه الحالات، اترك لوحة القاعدة متصلة بالقالب. عند ترك لوحة القاعدة متصلة، يجب معايرة حجم القالب مع لوحة القاعدة متصلة به بدلاً من لوح بلاستيكي أو زجاجي كما هو مذكور في الملحق (A1.4.1) A1.

#### الشرح للبند ١٠،٤،٧

يا هندسة بعد ما فكينا الوصلة العلوية بقي عندنا قالب جواه تربة مدموكة وسطحها العلوي بارز شوية عن حافة القالب المهمة دلوقتي هي قشط الزيادة دي عشان نخلي سطح التربة مستوي تمامًا مع حافة القالب عشان يكون

حجم التربة هو حجم القالب بالضغط وده حجم إحنا عارفينه ومسجلينه.

البند ده بيشرح فن التسوية خطوة بخطوة:

أولاً: الأداة الرئيسية وهي الأداة هي مسطرة صلبة مستقيمة و لازم تكون حافتها حادة ومستقيمة تمامًا.

ثانياً: عملية التسوية الكشط:

تحط المسطرة على حافة القالب وتبدأ تكشط التربة الزيادة بحركة منشارية أو سحب الهدف إزالة كل التربة اللي فوق مستوى القالب.

نصيحة لو الزيادة كبيرة يعني ٦ مللى استخدم سكين الأول عشان تشيل الجزء الأكبر من التربة ده بيمنع المسطرة وهي بتتحرك إنها تنتش أو تمزق جزء من التربة داخل القالب.

ثالثاً: التعامل مع العيوب الحفر والزلط:

مشكلة الحفر أحياناً بعد التسوية تلاقي حفرة صغيرة مكان ما شلت حصوة أو فراغ هواء.

الحل: خذ شوية من التربة اللي قشطتها وحطها في الحفرة واضغط بصباك كويس ثم اكشط بالمسطرة تاني لتسوية السطح ولو أثناء الكشط ممكن المسطرة تخبط في حصوة كبيرة بارزة.

الحل: إزالة الحصوة لو سهلة الإزالة شيلها واملأ مكانها تربة ناعمة واضغطها وسو السطح.

لو الإزالة هتبوظ التربة سيبها وسوي حوالها.

ولازم حجم الحصى البارز = حجم الحفر اللي اتمليت أو اترفعت بحيث الحجم الكلي يفضل ثابت.

رابعاً: تسوية السطح السفلي (لو لازم الأمر):

لو كنت محدد حجم القالب بدون القاعدة يبقى بعد ما تخلص السطح العلوي اقلب القالب وشيل القاعدة وكرر نفس الخطوات على السطح السفلي.

خامساً: الاستثناء الهام التربة الصعبة:

المشكلة: في التربة الطينية الطرية جداً أو الرملية الجافة جداً إزالة القاعدة ممكن تسبب فقد تربة أو ماء.

الحل: سيب القاعدة متصلة بالقالب و لازم يكون القالب معاير من البداية وهو والقاعدة راكبين سوا حسب الملحق

(A1.4.1) A1.

الخلاصة البند ده هو اللمسة الأخيرة اللي بتضمن دقة حجم العينة بيعلمك إزاي توصل لسطح مستو وإزاي تتعامل مع مشاكل زي الحفر أو الزلط، وبيوضح الحلول في الحالات الصعبة جداً.



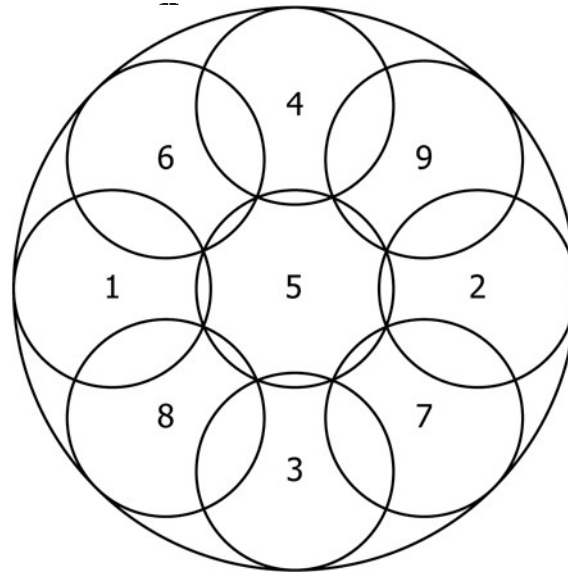


FIG. 4 Rammer Pattern for Compaction in 6-in. (152.4-mm) Mold

شكل ٤: نمط المطرقة للدمك في قالب ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم)

#### الشرح لشكل ٤

الصورة تعرض مخططاً لسطح القالب الدائري مقسماً إلى ٩ دوائر متداخلة ومرقمة من ١ إلى ٩ لتوضيح مواضع الضربات الأولى للمطرقة.

يوضح الشكل نمط توزيع أول تسع ضربات من المطرقة عند دمك التربة في القالب الكبير ٦ بوصة يتم توجيه الضربات الأولى إلى مواضع محددة على سطح العينة لضمان توزيع متجانس للطاقة وتقليل التفاوت في الكثافة بين الأطراف والمركز. بعد إتمام الضربات التسع الأولى كما هو موضح، تُستكمل باقي الضربات حتى ٥٦ ضربة بطريقة منهجية لتغطية كامل مساحة القالب.

يا هندسة الصورة دي هي خريطة الكنز لتوزيع أول ٩ ضربات من ال ٥٦ ضربة المطلوبة للقالب الكبير ٦ بوصة لما تكون بتستخدم المطرقة اليدوية.

فاكر لما البند ١٠,٤,٥ قال: اتبع نمط الضربات الموضح في الشكل ٤ حتى الضربة التاسعة؟ أهو ده الشكل المقصود.

ليه المواصفة مهتمة بأول ٩ ضربات بالذات؟  
لأن القالب الكبير مساحته واسعة ولو بدأت تدمك عشوائي ممكن تركز الضربات في ناحية وتسبب ناحية ثانية وده يخلي الطبقة مائلة ومش مدموكة بالتساوي.  
الخريطة دي بتجبرك من البداية توزع الضربات بحيث تغطي كل أجزاء القالب الأطراف الأربعة والمركز.  
تعالى نقرأ الخريطة سوا:

الضربة رقم ١: على الحافة اليسرى.

الضربة رقم ٢: على الحافة اليمنى المقابلة.

الضربة رقم ٣: على الحافة السفلية.

الضربة رقم ٤: على الحافة العلوية.



و أول ٤ ضربات كأنك بترسم علامة (+) كبيرة على سطح العينة.  
الهدف إنك تثبت الطبقة من الأربع جهات الرئيسية عشان متحصلش هبوط غير متساوي.

الضربة رقم ٥: في المركز تمامًا.  
وقفة تحليل: بعد تثبيت الأطراف، الضربة دي بتهبط قلب العينة نفسه.

الضربات ٦، ٧، ٨، ٩: بتغطي المناطق بين الضربات الأربع الأولى (الأركان أو الزوايا).  
وقفة تحليل: كأنك بترسم (x) فوق (+).  
بعد كده تكون غطيت السطح كله تقريباً بـ ٩ ضربات متوازنة.

وبعد الضربة التاسعة؟  
المواصفة بتقول: كمل باقي الضربات (من ١٠ إلى ٥٦) بشكل منهجي حول القالب وفي المنتصف.  
يعني تبدأ من الحواف، وتلف بشكل حلزوني أو دائري لجوه، لحد ما توزع كل الضربات بالتساوي على كامل المساحة.

الخلاصة:  
الشكل ده مش مجرد رسم توضيحي ده خطة عمل دقيقة لأهم ٩ ضربات في كل طبقة.  
هو اللي بيضمن إن التربة تبدأ متجانسة من أول طبقة وده ببسّهل عليك الدمك في باقي الطبقات وبيمنع أي ميل أو عدم استواء في السطح.

10.4.9 Determine and record the mass of the specimen and mold to the nearest g. When the base plate is left attached, determine and record the mass of the specimen, mold and base plate to the nearest g.

الترجمة للبند ١٠.٤.٩  
١٠.٤.٨ احدد وسجل وزن العينة والقالب لأقرب جرام. عندما

يمثل الطبقات الخمس، مع أخذ مادة كافية من العينة لتحديد محتوى الماء بدقة ٠,١%. يجب أن تتوافق كتلة الجزء الممثل للتربة مع متطلبات **الجدول ١، الطريقة ب،** من طرق الاختبار **D2216**. حدد محتوى رطوبة التشكيل وفقاً لطريقة الاختبار **D2216**.

#### الشرح للبند ١٠,٤,٩

يا هندسة بعد ما سجلنا وزن القالب وهو مليون لازم نطلع التربة المدموكة دي من القالب عشان نأخذ منها عينة رطوبة و الوزن اللي فات ادانا الكثافة الرطبة وعينة الرطوبة دي هي اللي هتسمح لنا نحولها لكثافة جافة وده هو الرقم الأهم اللي بندور عليه. البند ده بيدينا طريقتين عشان نأخذ عينة الرطوبة: الطريقة الأولى المفضلة : إيه هي؟ استخدم العينة كلها كعينة رطوبة. إزاي؟ بتطلع كتلة التربة المدموكة كلها من القالب وتحطها كلها في صينية كبيرة بعدين تكسرهما وتفتتها كويس عشان تسهل عملية التجفيف في الفرن.

ليه هي المفضلة؟ لأنها الطريقة الأكثر دقة بلا منازع و أنت كده بتقيس رطوبة العينة كلها فمفيش مجال للشك إن الجزء اللي أخذته مش ممثل للباقي و دي بتديك متوسط الرطوبة الحقيقي للعينة كلها.

#### الطريقة الثانية البديل العملي :

إيه هي؟ تأخذ جزء يمثل العينة بس.

إزاي؟ بعد ما تطلع كتلة التربة من القالب بتأخذ منها جزء يكون ممثل للطبقات الخمسة. يعني تقطعها بالطول وتأخذ شريحة كاملة من فوق لتحت، أو تأخذ حبة من كل طبقة. والكمية قد إيه؟ حسب **D2216** لازم وزن الجزء ده يكون كافي عشان تطلع النتيجة بدقة ٠,١%. حسب **الجدول ١** لو التربة فيها زلط ممكن تحتاج وزن يوصل ل ٢,٥ كجم أو أكثر و لو التربة ناعمة ١٠٠-٢٠٠ جرام يكفوا.

ليه نستخدما؟ ساعات استخدام العينة كلها بيكون غير عملي خاصة لو الفرن صغير أو لو عايز تحتفظ بجزء من العينة لأي سبب تاني.

الخطوة الأخيرة: سواء أخذت العينة كلها أو جزء منها حطها في الفرن على درجة حرارة (١١٠ ± ٥) مئوية لمدة ١٦-٢٤ ساعة لحد ما وزنها يثبت و الفرق بين وزنها الرطب ووزنها بعد التجفيف هو وزن الماء ومنه بنحسب نسبة الرطوبة.

الخلاصة الرياضية: نسبة الرطوبة المئوية للعينة =

Water Content (%) = (وزن التربة الرطبة - وزن التربة الجافة) ÷ وزن التربة الجافة × ١٠٠

تترك لوحة القاعدة متصلة، حدد وسجل وزن العينة والقالب ولوحة القاعدة لأقرب جرام.

#### الشرح للبند ١٠,٤,٨

يا هندسة بعد ما سويينا السطح بالمسطرة وبقي عندنا قالب مليون تربة مدموكة وحجمها معروف هو حجم القالب الخطوة الطبيعية والمباشرة دلوقتي هي نوزن القالب وهو مليون.

البند ده بسيط ومباشر لكنه بيأكد على نقطتين عشان الدقة:

#### الحالة العادية:

لو أنت شغال بالطريقة العادية وفكيت القاعدة هتأخذ القالب المليون بالتربة وتحطه على الميزان والرقم اللي هيطلع ده هو الوزن الإجمالي وبتسجل الرقم ده في ورقة الاختبار لأقرب جرام.

الحالة الاستثنائية التربة طرية جداً أو جافة جداً:

لو القاعدة متصلة لازم توزن القالب مع التربة والقاعدة كلها مع بعض والرقم اللي هيطلع هتسجله زي ما هو.

و لازم تكون في الخطوة الأولى خالص **١٠,٤,٨** وزنت القالب الفاضي مع القاعدة بتاعته .

ليه الخطوة دي مهمة؟

لأننا دلوقتي عندنا الوزنين اللي محتاجينهم عشان نحسب وزن التربة الصافي:

وزن التربة المدموكة = وزن القالب المليون بالتربة - وزن القالب الفاضي

الرقم ده وزن التربة الصافي هو اللي هنستخدمه بعد كده لحساب الكثافة الرطبة:

الكثافة الرطبة = وزن التربة المدموكة ÷ حجم القالب

الخلاصة: البند ده هو الجسر بين الشغل العملي (الدمك والتسوية) وبين الشغل الحسابي (الكثافة الرطبة).

10.4.9 Remove the material from the mold. Obtain a specimen for molding water content by using either the whole specimen (preferred method) or a representative portion. When the entire specimen is used, break it up to facilitate drying. Otherwise, obtain a representative portion of the five layers, removing enough material from the specimen to report the water content to 0.1%. The mass of the representative portion of soil shall conform to the requirements of Table 1, Method B, of Test Methods **D2216**. Determine the molding water content in accordance with Test Method **D2216**.

#### الترجمة للبند ١٠,٤,٩

١٠,٤,٩ أخرج المادة من القالب. احصل على عينة لتحديد محتوى رطوبة التشكيل باستخدام إما العينة بأكملها (الطريقة المفضلة) أو جزء يمثلها. عند استخدام العينة بأكملها، قم بتكسيرها لتسهيل التجفيف. بخلاف ذلك، احصل على جزء

10.5 Following compaction of the last specimen, compare the wet unit weights to ensure that a desired pattern of obtaining data on each side of the optimum water content will be attained for the dry-unit-weight compaction curve. Plotting the wet unit weight and molding water content of each compacted specimen can be an aid in making the above evaluation. If the desired pattern is not obtained, additional compacted specimens will be

required. Generally, for experienced plotters of compaction curves, one compaction point wet of the optimum water content is adequate to define the maximum wet unit weight. See 11.2.



D1557

#### الترجمة البند ١٠.٥

١٠.٥ بعد دمك العينة الأخيرة، قارن قيم الكثافة الوزنية الرطبة لضمان أن النمط المرغوب فيه للحصول على بيانات على كل جانب من المحتوى المائي الأمثل سيتم تحقيقه لمنحنى دمك الكثافة الوزنية الجافة. يمكن أن يكون رسم الكثافة الوزنية الرطبة ومحتوى رطوبة التشكيل لكل عينة مدموكة مساعدًا في إجراء التقييم المذكور أعلاه. إذا لم يتم الحصول على النمط المرغوب فيه، فستكون هناك حاجة لعينات مدموكة إضافية. بشكل عام، بالنسبة للراسمين ذوي الخبرة لمنحنيات الدمك، تكون نقطة دمك واحدة على الجانب الرطب من المحتوى المائي الأمثل كافية لتحديد أقصى كثافة وزنية رطبة. (انظر ١١.٢).

#### الشرح للبند ١٠

يا هندسة تخيل إنك خلصت دمك آخر عينة من الخمس عينات قبل ما تقول خلصنا شغل وتبدأ تنضف الأدوات الموصفة بتقولكاستنى لحظة بص بصة سريعة على النتائج الأولية بتاعتك.

إيه هي النتائج الأولية دي؟

هي الكثافة الرطبة لكل عينة. دي سهلة الحساب جدًا:

الكثافة الرطبة = وزن التربة المدموكة ÷ حجم القالب

ليه نعمل المراجعة السريعة دي؟

عشان نتأكد إن النقط اللي جنبها هترسم منحني دمك شكله صح و المنحنى ده له شكل مميز بيطلع لفوق يوصل للقمة وبعدين ينزل تاني و لازم تتأكد إن النقط بتاعتك بتغطي الطلعة والنزلة دي.

البند ده بيقولك تعمل إيه:

قارن الأرقام يعنى بص على قيم الكثافة الرطبة اللي حسبته لكل العينات. هل فيه نمط واضح؟ هل الأرقام بتزيد وبعدين تبدأ تقل؟

ارسم كروكي هو اختياري لكن مفيد: على ورقة خارجية ارسم رسم بياني سريع مكون من:

المحور الرأسى = الكثافة الرطبة

المحور الأفقى = نسبة الرطوبة المستهدفة

وصل النقاط ببعضها وشوف هل شكلها قبة أو جرس؟

#### عينة برطوبة أقل.

الحل: لازم تكمل شغل لحد ما المنحنى يظهر القمة بوضوح.

ولو أنت خبير وبترسم منحنيات قبل كده، نقطة واحدة بعد القمة على الجانب الرطب كافية.

بس للمبتدئين الأفضل يكون عندك نقطتين على الأقل بعد القمة عشان تكون مطمئن.

#### الخلاصة:

البند ده هو شبكة الأمان بتاعتك بيمنعك من اكتشاف بعد فوات الأوان إن الاختبار ناقص ومش هتقدر تحدد منه الكثافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل و هو فحص سريع للتأكد إن الشغل ناجح وأنك وصلت لقمة المنحنى.

#### مثال عملي للبند ١٠.٥

الفني خلص دمك ه عينات لتربة طميية (ML). المحتوى المائي الأمثل المتوقع حوالي ١٦%.

العينات اللي حضرها كانت عند رطوبات مستهدفة: ١٢%، ١٤%، ١٦%، ١٨%، ٢٠%.

#### حسب الكثافة الرطبة الأولية لكل عينة:

عينة ١٢%: ٢,٠٥ جم/سم<sup>3</sup>

عينة ١٤%: ٢,١٥ جم/سم<sup>3</sup>

عينة ١٦%: ٢,١٨ جم/سم<sup>3</sup>

عينة ١٨%: ٢,١٦ جم/سم<sup>3</sup>

عينة ٢٠%: ٢,١٢ جم/سم<sup>3</sup>

#### المراجعة السريعة:

بص على الأرقام: ٢,٠٥ → ٢,١٥ → ٢,١٨ → ٢,١٦ وبتزيد وبعدين ٢,١٦ → ٢,١٢ بتقل يبقا ممتاز النقاط بتغطي المنحنى من الجانبين القمة حوالي ١٦% أو ١٧%. الشغل مكتمل ومضبوط.

طيب لو كانت النتائج طلعت:

٢,٠٥ : ١٢%

٢,١٥ : ١٤%

٢,١٨ : ١٦%

٢,٢٠ : ١٨%

٢,٢١ : ٢٠%

القرار: كل النقاط الكثافة لسه بتزيد → لم نوصل للقمة بعد. لازم أجهز عينة جديدة عند رطوبة ٢٢% عشان أشوف المنحنى يبدأ ينزل ولا لأ.

#### 11. Calculation and Plotting (Compaction Curve)

##### ١١. الحساب والرسم البياني (منحنى الدمك).

11.1 Fraction Percentages-If gradation data from Test Method D6913/D6913M is not available, calculate the dry mass of the test fraction, percentage of oversize fraction, and test fraction as covered below and using the data from 10.2 or 10.3:

ولو الشكل مضبوط: عندك نقطتين أو ثلاثة الكثافة فيهم بتزيد نقطة قمة ونقطة أو نقطتين الكثافة فيهم بتقل. يبقى الشغل تمام.

ولو الشكل مش مضبوط كل النقاط بتزيد و كل العينات على الجانب الجاف جهز عينة برطوبة أعلى.

ولو كل النقاط بتقل؟ كل العينات على الجانب الرطب جهز

## الترجمة البند ١١.١

١١.١ النسب المئوية للأجزاء - إذا لم تكن بيانات التدرج الحبيبي من طريقة الاختبار **D6913/D6913M** متاحة، قم بحساب الكتلة الجافة لجزء الاختبار والنسبة المئوية للجزء ذي الحجم الزائد والنسبة المئوية لجزء الاختبار كما هو موضح أدناه وباستخدام البيانات من **١٠.٢** أو **١٠.٣**:

## الشرح للبند ١١.١

يا هندسة، فإكر في الأول خالص لما نخلنا التربة على منخل ٤ أو ٤/٣ بوصة؟ طلع لنا جزئين: الجزء الخشن Oversize Fraction: الحصى الكبير اللي فضل فوق المنخل. وجزء الاختبار Test Fraction: التربة الناعمة اللي عدت من المنخل ودي اللي عملنا عليها اختبار الدمك. البند ده بيقولك: لو معندكش تحليل مناخل كامل للعينة من اختبار **D6913** لازم تحسب بنفسك نسبة كل جزء من دول كانت كام في المية من العينة الأصلية. ليه الحسبة دي مهمة؟ لأن اختبار الدمك اللي عملناه كان على الجزء الناعم بس. لكن في الموقع التربة الحقيقية فيها الجزء الخشن ده كمان و عشان نطلع كثافة تمثل الواقع لازم في النهاية نعمل تعديل أو تصحيح لكثافة اللي جيناها عشان ندخل تأثير الحصى الكبير ده في الحسابات وده هيجي في بنود لاحقة و الخطوة دي هي مجرد تجهيز للنسب اللي هحتاجها في التصحيح ده. البند ده بيطلب منك تحسب ٣ حاجات بناءً على الأوزان اللي سجلتها في الخطوة **١٠.٢**:

١- الكتلة الجافة لجزء الاختبار Dry mass of the test fraction

إحنا معانا الوزن الرطب لجزء الاختبار ومعانا نسبة الرطوبة بتاعته من دول نقدر نحسب وزنه وهو جاف تمامًا.

٢- النسبة المئوية للجزء الخشن Percentage of oversize fraction, Pc  
(الوزن الجاف للجزء الخشن ÷ الوزن الجاف الكلي للعينة) × ١٠٠

٣- النسبة المئوية لجزء الاختبار Percentage of test fraction, Pf  
(الوزن الجاف لجزء الاختبار ÷ الوزن الجاف الكلي للعينة) × ١٠٠  
ملحوظة: لازم مجموع النسبتين دول (Pc + Pf) يساوي

الخلاصة: البند ده هو خطوة محاسبية بسيطة عشان نحدد مكونات العينة الأصلية و كام في المية منها كان حصى كبير اتشال و كام في المية كان تربة ناعمة دخلت الاختبار النسب دي هنركنها على جنب دلوقتي وهنستخدمها في آخر خطوة في الحسابات لتصحيح الكثافة النهائية.

## مثال عملي البند ١١.١

الفني في الخطوة **١٠.٢** سجل البيانات التالية لما جهز العينة:

الوزن الكلي للعينة الرطبة: ٧٥٠٠ جرام

بعد النخل على منخل ٤/٣ بوصة:

الجزء الخشن اللي فضل فوق المنخل:

وزنه وهو رطب = ١٤٥٠ جرام

بعد ما نشغه في الفرن وزنه الجاف جرام  $Md,os = 1410$

جزء الاختبار اللي عدى من المنخل:

وزنه وهو رطب = ٦٠٥٠ جرام

نسبة الرطوبة الأولية 9.0%

يلا نحسب مع بعض (تطبيق ١١.١):

حساب الوزن الجاف لجزء الاختبار (Md,tf):

الوزن الجاف = الوزن الرطب ÷ (١ + نسبة الرطوبة/١٠٠)

$Md,tf = 6050 \div (1 + 9.0/100) = 6050 \div 1.09 = 5550.5$  جرام

حساب الوزن الجاف الكلي للعينة (Md,t):

الوزن الجاف الكلي = الوزن الجاف للجزء الخشن + الوزن الجاف لجزء الاختبار

$Md,t = 1410 + 5550.5 = 6960.5$  جرام

حساب النسب المئوية:

نسبة الجزء الخشن (Pc):

$Pc = (Md,os \div Md,t) \times 100$

$Pc = (1410 \div 6960.5) \times 100 = 20.2\%$

نسبة جزء الاختبار (Pf):

$Pf = (Md,tf \div Md,t) \times 100$

$Pf = (5550.5 \div 6960.5) \times 100 = 79.8\%$

التحقق:

$Pc + Pf = 20.2 + 79.8 = 100\%$

النتيجة النهائية:

الفني هيسجل الرقمين دول على جنب:  $Pc = 20.2\%$  و  $Pf = 79.8\%$  وهيكمل باقي حسابات الدمك عادي، وفي الآخر خالص هيرجع يستخدمهم.

الفني هيسجل الرقمين دول على جنب:  $Pc = 20.2\%$  و  $Pf = 79.8\%$  وهيكمل باقي حسابات الدمك عادي، وفي الآخر خالص هيرجع يستخدمهم.

11.1.1 Test Fraction-Determine the dry mass of the test fraction as follows:

$$Md,tf = \frac{Mm,tf}{1 + \frac{wtf}{100}} \quad (1)$$

Where:

$M_{d,tf}$  = dry mass of test fraction, nearest g or 0.001 kg  
 $M_{m,tf}$  = moist mass of test fraction, nearest g or 0.001 kg,  
 and  
 $W_{if}$  = water content of test fraction, nearest 0.1%.

#### الترجمة للبند 11.1.1

11.1.1 جزء الاختبار - حدد الكتلة الجافة لجزء الاختبار كما يلي:

$$M_{d,tf} = (M_{m,tf}) / (1 + w_{tf} / 100) \quad (\text{المعادلة 1})$$

حيث:

$M_{d,tf}$  = الكتلة الجافة لجزء الاختبار، لأقرب جرام أو ٠,٠٠١ كجم.

$M_{m,tf}$  = الكتلة الرطبة لجزء الاختبار، لأقرب جرام أو ٠,٠٠١ كجم.

$W_{tf}$  = محتوى الماء لجزء الاختبار، لأقرب ٠,١%.

#### الشرح للبند 11.1.1

يا هندسة البند ده بيفصص أول خطوة حسابية اتكلمنا عنها في 11.1 و هو بيديك المعادلة الأساسية اللي بتحول وزن التربة بميتها رطبة إلى وزن التربة جافة لوحدها.

المعادلة بتقول إيه؟

الوزن الجاف = الوزن الرطب / (١ + نسبة الرطوبة)

الوزن الرطب ( $M_{m,tf}$ ): ده وزن التربة اللي عدت من المنخل جزء الاختبار زي ما وزنتها بالضبط قبل ما تبدأ تحضر منها عينات الدمك.

نسبة الرطوبة ( $w_{tf}$ ): دي نسبة الرطوبة الأولية اللي كانت في التربة دي أول ما استلمتها واللي المفروض قستها في الخطوة 10.2. لازم تدخلها في المعادلة كنسبة عشرية يعني لو هي ٩% بتكتبها ٠,٠٩، أو بتقسمها على ١٠٠ زي ما المعادلة كاتبة.

الوزن الجاف ( $M_{d,tf}$ ): ده وزن الهيكل الصلب للتربة وزن الحبيبات نفسها من غير أي مية وده الرقم اللي بنبنى عليه كل حسابات النسب اللي جاية.

ليه بنعمل الحسبة دي؟

لأن المية وزنها بيتغير بتتبخر لكن وزن حبيبات التربة الصلبة ثابت و عشان نقارن بين حاجات مختلفة لازم نرجع كل حاجة لأساس ثابت والأساس ده هو الوزن الجاف. الحسبة دي بتشيل تأثير المية الأولية عشان نقدر نحسب النسب المئوية للجزء الخشن والجزء الناعم بشكل صحيح.

الخلاصة: المعادلة دي هي فلتر بيشيل وزن المية من التربة حسابياً عشان يدنا الوزن الصافي للحبيبات الصلبة وده اللي بنستخدمه كأساس لمقارنة أجزاء العينة ببعضها.

#### مثال عملي للبند 11.1.1

نرجع لنفس أرقام المثال اللي فات:

المعطيات من المعمل:

الوزن الرطب لجزء الاختبار  $M_{m,tf} = 6050$ .

نسبة الرطوبة الأولية لجزء الاختبار  $w_{tf} = 9.0\%$ .

تطبيق المعادلة (1):

$$M_{d,tf} = (M_{m,tf}) / (1 + w_{tf} / 100)$$

$$M_{d,tf} = 6050 / (1 + 9.0 / 100)$$

$$M_{d,tf} = 6050 / (1 + 0.09)$$

$$M_{d,tf} = 6050 / 1.09$$

$$M_{d,tf} = 5550.5 \text{ جرام}$$

النتيجة: الوزن الجاف للتربة اللي عملنا عليها اختبار الدمك هو ٥٥٥٠,٥ جرام. الرقم ده هو اللي هنستخدمه في الخطوة الجاية عشان نحسب نسبة الجزء ده من العينة الكلية.

11.1.2 Oversize Fraction Percentage-Determine the over-size (coarse) fraction percentage as follows:

$$P_c = \frac{M_{d,of}}{M_{d,of} + M_{d,tf}} \quad (2)$$

Where:

PC = percentage of oversize (coarse) fraction, nearest %,

$M_{d,of}$  = dry mass of oversize fraction, nearest g or 0.001.

#### الترجمة للبند 11.1.2

11.1.2 النسبة المئوية للجزء ذي الحجم الزائد - حدد النسبة المئوية للجزء ذي الحجم الزائد (الخشن) كما يلي:

$$P_c = (M_{d,of}) / (M_{d,of} + M_{d,tf}) \times 100 \quad (\text{المعادلة 2})$$

حيث:

$P_c$  = النسبة المئوية للجزء ذي الحجم الزائد (الخشن)، لأقرب %.

$M_{d,of}$  = الكتلة الجافة للجزء ذي الحجم الزائد، لأقرب جرام أو ٠,٠٠١ كجم.

#### الشرح للبند 11.1.2

يا هندسة المعادلة دي بسيطة جداً ومباشرة.

Where:

PF = percentage of test (finer) fraction, nearest%

#### الترجمة للبند 11.1.3

11.1.3 النسبة المئوية لجزء الاختبار - حدد النسبة المئوية لجزء الاختبار (الأنعم) كما يلي:

$$P_f = 100 - P_c \text{ (المعادلة 3)}$$

حيث:

$P_f$  = النسبة المئوية لجزء الاختبار (الأنعم)، لأقرب %.

#### الشرح للبند 11.1.3

يا هندسة المعادلة دي منطقية جدًا وبسيطة. بعد ما حسبنا نسبة الجزء الخشن الأوفر سايز في الخطوة اللي فاتت المعادلة دي بتقولك بمنتهى البساطة: نسبة الجزء الناعم هي الباقي من المية في المية.

بمعنى آخر العينة كلها = 100%.

لو عرفنا إن 20% منها حصى كبير أوفر سايز يبقى أكيد ال 80% الباقية هي الجزء الناعم اللي اشتغلنا عليه فعلاً في اختبار الدمك.

المعادلة بتقول:

$$\text{نسبة جزء الاختبار } 100 = (P_f - \text{نسبة الجزء الخشن } P_c)$$

$P_c$ : هي النسبة اللي لسه حسبناها في المعادلة رقم (2).

$P_f$ : هي النسبة المئوية للجزء الناعم اللي دخل فعلاً اختبار الدمك.

الفكرة ببساطة:

الجزئين (الخشن + الناعم) بيكملوا بعض ويمثلوا 100% من التربة الأصلية.

علشان كده، لما نعرف نسبة واحد فيهم، الثاني نجيبه بطرح بسيط من 100.

الخلاصة:

المعادلة دي خطوة سريعة ومكتملة.

بعد ما حسبت الجزء الصعب ( $P_c$ ) الجزء الثاني ( $P_f$ ) هو المكمل ليه وهنحتاج الرقم ده كمان شوية في تصحيح الكثافة النهائية.

هدفها تجاوب على سؤال واحد:

الحصى الكبير الأوفر سايز اللي رميناه ده كان بيمثل كام في المية من الوزن الجاف الكلي للعينة؟ المعادلة بتقول:

نسبة الأوفر سايز ( $P_c$ ) = الوزن الجاف للأوفر سايز ÷ الوزن الجاف الكلي للعينة × 100

تفصيل البسط والمقام:

البسط ( $M_d, of$ ):

ده الوزن الجاف للحصى الكبير اللي فضل فوق المنخل بعد التجفيف في الفرن، وده اتقاس مباشرة في المعمل.

المقام ( $M_d, of + M_d, tf$ ):

ده الوزن الجاف الكلي للعينة الأصلية قبل ما نفصلها إلى خشن وناعم، وهو مجموع:

وزن الحصى الكبير الجاف ( $M_d, of$ ).

وزن الجزء الناعم الجاف ( $M_d, tf$ ) اللي حسبناه بالمعادلة الأولى.

الفكرة ببساطة:

المعادلة بتقارن وزن الجزء الخشن بوزن العينة كلها - الاثنين في حالتهم الجافة - علشان نعرف النسبة الحقيقية للحصى الكبير. الرقم ده بنحتفظ بيه علشان نستخدمه لاحقاً لما نصح نتائج الكثافة.

#### مثال عملي للبند 11.1.2

نكمل على نفس الأرقام اللي اشتغلنا بيها:

الوزن الجاف للجزء الخشن  $M_d, of = 1410$

الوزن الجاف للجزء الناعم  $M_d, tf = 5550.5$

$$P_c = (1410) \div (1410 + 5550.5) \times 100$$

$$P_c = (1410 \div 6960.5) \times 100$$

$$P_c = 0.20257 \times 100$$

$$\% P_c = 20.3$$

النتيجة:

$$\text{نسبة الجزء الخشن } \% P_c = 20.3$$

يعني تقريباً خمس العينة الأصلية كان عبارة عن حصى كبير أوفر سايز تم استبعاده من الدمك.

الرقم ده أساسي جدًا علشان لما نحسب الكثافة النهائية نقدر نعدلها بحيث تمثل العينة الكاملة مش الجزء الناعم بس.

#### مثال عملي (تكملة للحسابات) للبند 11.1.3

نكمل بنفس الأرقام اللي كنا شغالين بيها:

11.1.3 Test Fraction Percentage-Determine the test (finer) fraction percentage as follows:



القالب.

دي أول قيمة كثافة بنحصل عليها، وهي خطوة للوصول للكثافة الجافة.

والكثافة الجافة (pd):

دي كثافة الهيكل الصلب للتربة لوحده من غير وزن المية اللي معاه.

بتحسب كالتالي: الكثافة الرطبة ÷ (١ + نسبة رطوبة الدمك).

الرقم ده هو اللي بنحطه على المحور الرأسى للمنحنى. هدفنا كله هو إيجاد أقصى كثافة جافة.

الكثافة الوزنية الجافة (γd):

شبه الكثافة الجافة بالظبط لكنها وزن لوحة الحجوم (كيلو نيوتن/م³) بدل "كتلة" لوحة الحجوم (جم/سم³).

بتحسب: الكثافة الجافة × عجلة الجاذبية الأرضية.

الخلاصة: ان لكل نقطة دمك هتعمل ٤ حسابات بالترتيب: تجيب رطوبتها و تحسب كثافتها الرطبة و تحولها لكثافة جافة و بعددين لو محتاج و تحولها لكثافة وزنية جافة. لما تكرر العملية دي لكل العينات هيبقى عندك أزواج من الأرقام رطوبة و كثافة جافة لرسم منحنى الدمك النهائي.

مثال عملي للبند ١١.٢

بيانات نقطة الدمك رقم ٣:

وزن القالب + التربة المدموكة = ١٠٣٧٨.٨ جم

وزن القالب فاضي = ٦١٢٣.٥ جم

حجم القالب = ٢١٢٤ سم³

بيانات عينة الرطوبة بعد التجفيف: وزن رطب = ٥٥٠.٠ جم،

وزن جاف = ٤٩٥.٥ جم

الحسابات: رطوبة الدمك (w):

$W = (\text{وزن رطب} - \text{وزن جاف}) \div \text{وزن جاف} \times 100$

$W = (550.0 - 495.5) \div 495.5 \times 100 = 11.0\%$

الكثافة الرطبة (ρm): = وزن التربة الرطبة ÷ حجم القالب

$Pm = (10378.8 - 6123.5) \div 2124 = 2.003 \text{ جم/سم}^3$

الكثافة الجافة (pd):  $Pd = \rho m \div (1 + w/100)$

$Pd = 2.003 \div (1 + 11.0/100) = 1.805 \text{ جم/سم}^3$

الكثافة الوزنية الجافة (γd):

$\Gamma d = pd \times 9.807 = 17.70 \text{ كيلو نيوتن/م}^3$

النتيجة النهائية:

نقطة بيانات كاملة: رطوبة ١١.٠% و كثافة جافة ١.٨٠٥ جم/سم³ و هذه هي النقطة التي تستخدم لرسم منحنى الدمك.

المعطيات:

نسبة الجزء الخشن  $P_c = 20.3\%$

التطبيق:

$P_f = 100 - P_c$

$P_f = 100 - 20.3$

$\% P_f = 79.7$

النتيجة:

نسبة جزء الاختبار  $\% P_f = 79.7$

النتيجة النهائي:

نسبة الجزء الخشن  $\% P_c = 20.3$

نسبة الجزء الناعم  $\% P_f = 79.7$

المجموع  $100.0 = 79.7 + 20.3$

كده الحسابات مضبوطة ١٠٠% والعينة متوازنة تمامًا وبكده نكون جاهزين ننقل للمرحلة التالية وهي حساب الكثافة ورسم منحنى الدمك.

11.2 Density and Unit Weight—Calculate the molding water content, moist density, dry density, and dry unit weight of each compacted specimen as explained below. compacted specimen as explained below.

الترجمة للبند ١١.٢

١١.٢ الكثافة والكثافة الوزنية احسب محتوى رطوبة الدمك، والكثافة الرطبة، والكثافة الجافة، والكثافة الوزنية الجافة لكل عينة مدموكة كما هو موضح أدناه.

الشرح للبند ١١.٢

يا هندسة كده خلصنا من مقدمات الحسابات اللي هي حسابات الأجزاء ودخلنا على صلب الموضوع و البند ده هو اللي بيحول أوزان التربة اللي في القالب إلى كثافة وده هو الهدف الأساسي من الاختبار كله.

البند ده هو خريطة الطريق لحسابات كل نقطة دمك عملناها فاكرا الخمس عينات اللي دكناهم؟ كل عينة منهم هنمسكها ونعمل عليها نفس الأربع حسابات دي بالترتيب.

البند ده بيقولك: لكل عينة من العينات المدموكة مطلوب منك تحسب الأربع حاجات دي:

محتوى رطوبة الدمك (w):

دي نسبة المية الفعلية اللي كانت في التربة لحظة دمكها. نجيبها من عينة الرطوبة اللي خدناها من القالب بعد الدمك وحقيناها في الفرن. بعد ما العينة تنشف، بنحسب نسبة الرطوبة. الرقم ده هو اللي بنحطه على المحور الأفقي للمنحنى.

اما الكثافة الرطبة (ρm):

فدي كثافة التربة وهي لسه بميتها زي ما كانت في القالب بالظبط.

بتحسب كالتالي: وزن التربة الرطبة المدموكة ÷ حجم

11.2.1 Molding Water Content, w—Calculate in accordance with Test Method D2216 to nearest 0.1 %.

الترجمة للبند ١١.٢.١

البند ده بيقولك "روح للمتخصص". متخصص حساب الرطوبة هو مواصفة D2216. اتبع خطواتها ومعادلتها عشان تطلع قيمة دقيقة لمحتوى رطوبة الدمك، وهي دي القيمة اللي هتمثل المحور الأفقي (X-axis) لنقطة الدمك بتاعتك.

مثال عملي للبند 11.2.1

الفني أخذ عينة رطوبة من القالب المدموك وسجل البيانات دي:  
رقم العلبه: C-4

وزن العلبه فاضية = ٥٠,٢ جم  
وزن العلبه + التربة الرطبة = ٦٠٠,٢ جم  
بعد الفرن: وزن العلبه + التربة الجافة = ٥٤٥,٧ جم

الخطوات التفصيلية:

حساب وزن المية:

وزن المية = (الوزن الرطب + العلبه) - (الوزن الجاف + العلبه)

وزن المية = ٦٠٠,٢ - ٥٤٥,٧ = ٥٤,٥ جم

حساب وزن التربة الجافة:

وزن التربة الجافة = (الوزن الجاف + العلبه) - (وزن العلبه فاضية)

وزن التربة الجافة = ٥٤٥,٧ - ٥٠,٢ = ٤٩٥,٥ جم

حساب محتوى الرطوبة (w):

$W \% = (\text{وزن المية} \div \text{وزن التربة الجافة}) \times 100$

$W \% = (54.5 \div 495.5) \times 100 = 10.998$

تسجيل النتيجة النهائية لأقرب ٠,١%:

$W = 11.0\%$

النتيجة النهائية:

الفني يسجل في ورقة الاختبار: محتوى رطوبة الدمك  $w = 11.0\%$

ده الرقم الأول والأساسي لنقطة الدمك.

11.2.1 محتوى رطوبة الدمك، w - يحسب وفقًا لطريقة الاختبار D2216 لأقرب ٠,١%.

الشرح للبند 11.2.1

يا هندسة البند ده بسيط ومباشر جدًا. هو مش بيدينا معادلة جديدة لكنه بيوجهنا وبيقولنا عشان تحسب نسبة الرطوبة ارجع للكتالوج الأصلي بتاعها اللي هو مواصفة D2216.

مواصفة D2216 هي دستور حساب محتوى الرطوبة في معمل التربة هي اللي بتشرح بالتفصيل إزاي تاخذ العينة وإزاي توزنها وإزاي تجففها في الفرن وإزاي تحسب النسبة المئوية للمية.

المعادلة الأساسية اللي جوه D2216 هي:

محتوى الرطوبة (w) % = [(وزن المية) ÷ (وزن التربة الجافة)] × 100

وإزاي بنجيب الأوزان دي؟

بناخد عينة التربة الرطبة اللي طلعناها من القالب في الخطوة 10.4.9 ونحطها في علبه ونوزنها وده الوزن الرطب + العلبه.

بندخلها الفرن عند درجة حرارة ١١٠° مئوية لمدة ٢٤-١٦ ساعة. بنطلعها من الفرن ونحطها تبرد في جهاز اسمه المجفف عشان متسحبش رطوبة من الهواء وهي بتبرد. بعدينوزنها ثاني و ده الوزن الجاف + العلبه.

بنوزن العلبه وهي فاضية.

من التلات أوزان دول بنحسب:

وزن المية = (الوزن الرطب + العلبه) - (الوزن الجاف + العلبه)

وزن التربة الجافة = (الوزن الجاف + العلبه) - (وزن العلبه فاضية)

بعدين نطبق المعادلة الأساسية عشان نطلع نسبة الرطوبة (w).

الدقة المطلوبة:

المواصفة بتأكد على إنك لازم تسجل النتيجة لأقرب ٠,١%. يعني لو الحسبة طلعت ١١,٠٤%، تسجلها ١١,٠%. لو طلعت ١١,٠٦%، تسجلها ١١,١%. الدقة دي مهمة جدًا في رسم المنحنى.

الخلاصة:

11.2.2 الكثافة والكثافة الوزنية - احسب الكثافة الرطبة

11.2.2 Density and Unit Weights—Calculate the moist (total) density (Eq 4), the dry density (Eq 5), and then the dry unit weight (Eq 6) as follows:

(الكلية) (معادلة ٤)، والكثافة الجافة (معادلة ٥)، ثم الكثافة الوزنية الجافة (معادلة ٦) كما يلي:

11.2.2.1 Moist Density:

$$\rho_m = K \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (4)$$

where:

$\rho_m$  = moist density of compacted subspecimen (compaction point), four significant digits, g/cm<sup>3</sup> or kg/m<sup>3</sup>,

$M_t$  = mass of moist soil in mold and mold, nearest g,

$M_{md}$  = mass of compaction mold, nearest g,

$V$  = volume of compaction mold, cm<sup>3</sup> or m<sup>3</sup> (see Annex A1), and

$K$  = conversion constant, depending on density units and volume units. Use 1 for g/cm<sup>3</sup> and volume in cm<sup>3</sup>.

Use 1000 for g/cm<sup>3</sup> and volume in m<sup>3</sup>. Use 0.001 for kg/cm<sup>3</sup> and volume in m<sup>3</sup>. Use 1000 for kg/m<sup>3</sup> and volume in cm<sup>3</sup>.

البند ١١.٢.٢.١ الترجمة

١١.٢.٢.١ الكثافة الرطبة:

$$\rho_m = (K \times (M_t - M_{md}) / V) \quad (\text{معادلة رقم ٤})$$

حيث:

$\rho_m$  = الكثافة الرطبة للعينة الفرعية المدموكة (نقطة الدمك)، لأربعة أرقام معنوية، بوحدة جم/سم<sup>٣</sup> أو كجم/م<sup>٣</sup>.

$M_t$  = كتلة التربة الرطبة في القالب + القالب، لأقرب جرام.

$M_{md}$  = كتلة قالب الدمك، لأقرب جرام.

$V$  = حجم قالب الدمك، بوحدة سم<sup>٣</sup> أو م<sup>٣</sup> (انظر الملحق A1).

$K$  = ثابت تحويل يعتمد على وحدات الكثافة والحجم يستخدم  $K = 1$  عند العمل بوحدات جم/سم<sup>٣</sup>.

يا هندسة المعادلة دي هي أول خطوة فعلية في تحويل الأوزان إل كثافة.

هدفها بسيط: تجاوب على السؤال التربة اللي دكناها جوه القالب وهي لسه فيها فيه كثافتها كام؟

أولاً - نحسب وزن التربة الرطبة الصافي

بناخد الوزن الكلي للقالب وهو مبيان تربة ( $M_t$ ) ونطرح منه وزن القالب الفاضي ( $M_{md}$ ).

النتيجة بتكون وزن التربة الرطبة فقط وده الوزن اللي فعلاً اتمدك جوه القالب.

ثانياً - نقسم على حجم القالب ( $V$ )

القالب ليه حجم ثابت ومعروف بنجيبه من شهادة المعايرة الخاصة بيه.

مثلاً القالب الكبير (٦ بوصة) حجمه حوالي ٢١٢٤ سم<sup>٣</sup> والصغير (٤ بوصة) حوالي ٩٤٤ سم<sup>٣</sup>.

لما نقسم وزن التربة الرطبة على الحجم ده، بنطلع الكثافة الرطبة.

ثالثاً - ثابت التحويل ( $K$ )

الثابت  $K$  مجرد معامل لضبط الوحدات.

لو بتشتغل بالجرام والسنتيمتر المكعب خليه ١.

لو بتشتغل بالكيلوجرام والمتر المكعب، غير قيمته حسب الوحدات اللي عندك.

رابعاً - الدقة المطلوبة

المواصفة بتطلب تسجيل الكثافة الرطبة لأربع أرقام معنوية (four significant digits).

يعني لو الناتج ٢,٠٠٣٤٨٧ تكتبها ٢,٠٠٣.

الهدف إن الدقة تكون موحدة في كل المعامل.

الخلاصة:

المعادلة دي ببساطة هي وزن التربة الرطبة مقسومة على حجم القالب.

بنطرح وزن القالب الأول نقسم على الحجم ونطلع الكثافة الرطبة.

ودي هتكون الأساس اللي هنحسب منه الكثافة الجافة في المعادلة اللي بعدها.

البند ١١.٢.٢.١ المثال عملي

نستخدم بيانات نقطة الدمك رقم ٣ من التجربة:

وزن القالب + التربة 10378.8  $M_t$

البند ١١.٢.٢.١ الشرح

وزن القالب الفارغ Mmd = 6123.5  
حجم القالب سم<sup>3</sup> V = 2124  
الوحدات المستخدمة هي جم وسم إذن K = 1  
الخطوات الحسابية:  
أولاً نحسب وزن التربة الرطبة:  
10378.8 - 1123.5 = 9255.3 جم  
بعدها نحسب الكثافة الرطبة:  
 $\rho_m = 1 \times (4255.3 \div 2124) = 2.003436$  جم/سم<sup>3</sup>  
النتيجة النهائية (لأربع أرقام معنوية):  
الكثافة الرطبة ( $\rho_m$ ) = 2.003 جم/سم<sup>3</sup>  
وده الرقم اللي هندخله في المعادلة التالية لحساب  
الكثافة الجافة.

دي النتيجة اللي حسبناها من المعادلة اللي فاتت، وهي  
كثافة التربة وهي فيها المية.

المقام (الي تحت): ( $w/100 + 1$ ):  
W هي نسبة الرطوبة اللي طلعتها من عينة الفرن.  
بنقسم النسبة على 100 عشان نحولها من مئوية إلى رقم  
عشري.  
والنتيجة ( $w/100 + 1$ ) هي معامل التصحيح اللي بنستخدمه  
عشان نحذف تأثير وزن المية من الكثافة الكلية.  
الدقة المطلوبة:  
زي المعادلة اللي فاتت لازم النتيجة تتسجل بأربعة أرقام  
معنوية.  
الرقم اللي بيطلع ( $\rho_d$ ) هو الأساس اللي بنرسم بيه  
منحنى الدمك على المحور الرأسى (Y).  
الخلاصة:  
المعادلة دي هي قلب اختبار الدمك.  
بتحول الكثافة الرطبة إلى الكثافة الجافة يعني بتحسب  
كأن العينة اتنشتت حسابياً.  
وده اللي بنستخدمه عشان نحدد أعلى قيمة ممكنة  
الكثافة الجافة العظمى.

البند 11.2.2.2 مثال عملي  
نكمل على نفس بيانات نقطة الدمك رقم 3:  
المعطيات:  
الكثافة الرطبة  $\rho_m = 2.003$  جم/سم<sup>3</sup>  
محتوى الرطوبة  $w = 11.0\%$   
الخطوات:  
 $P_d = 2.003 \div (1 + 11.0 \div 100)$   
 $P_d = 2.003 \div (1 + 0.110)$   
 $P_d = 2.003 \div 1.110$   
 $P_d = 1.80450$  جم/سم<sup>3</sup>  
النتيجة النهائية (لأربعة أرقام معنوية):  
الكثافة الجافة  $\rho_d = 1.805$  جم/سم<sup>3</sup>  
النقطة الجاهزة للرسم:  
(X, Y) = (1.805, 11.0% جم/سم<sup>3</sup>)  
ودي نقطة من الخمس نقط اللي بنرسم بيها منحنى  
الدمك.

#### 11.2.2.2 Dry Density:

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (5)$$

where:

$\rho_d$  = dry density of compaction point, four significant digits,  
g/cm<sup>3</sup> or kg/m<sup>3</sup>, and

w = molding water content of compaction point, nearest

1.1 %.

البند 11.2.2.2 الترجمة  
الكثافة الجافة: 11.2.2.2  
 $P_d = \rho_m / (1 + w/100)$  (المعادلة 5)  
حيث:  
 $P_d$  = الكثافة الجافة لنقطة الدمك، لأربعة أرقام معنوية،  
بوحد جـم/سم<sup>3</sup> أو كجم/م<sup>3</sup>.  
 $w$  = محتوى رطوبة الدمك لنقطة الدمك، لأقرب 0.1%.  
البند 11.2.2.2 الشرح  
يا هندسة المعادلة دي هي الفلتر أو المصفاة الحسابية.  
هدفها تاخذ الكثافة الرطبة اللي لسه حاسبينها، وتشيل  
منها وزن المية حسابياً عشان تطلع لنا بكثافة الهيكل  
الصلب للتربة لوحده.  
ليه الكثافة الجافة هي الأهم؟  
لأن المية مجرد حشو مؤقت بين حبيبات التربة، وزنها  
بيشغل حيز لكنه مش بيعبر عن مدى تقارب الحبيبات من  
بعضها.  
الكثافة الجافة هي اللي بتقولك أنت قدرت تحشر كام جرام  
من الحبيبات الصلبة في كل سنتيمتر مكعب.  
كل ما الرقم ده زاد، كل ما كان الدمك أقوى والتربة أمتن.

تعالى نفحص المعادلة دي:  
الكثافة الجافة ( $\rho_d$ ) = الكثافة الرطبة ( $\rho_m$ ) ÷ (1 + نسبة  
الرطوبة)  
البسط اللي فوق: الكثافة الرطبة ( $\rho_m$ ):

#### 11.2.2.3 Dry Unit Weight:

$$\gamma_d = K1 \times \rho_d \quad (6)$$

in lbf/ft<sup>3</sup>, or,

$$\gamma_d = K2 \times \rho_d \quad (7)$$

in kN/m<sup>3</sup>,

where:

$\gamma_d$  = dry unit weight of compacted specimen, four significant

K1 = conversion constant, depending on density units.

Use 62.428 for density in g/cm<sup>3</sup>, or use 0.062428 for

Density in kg/m<sup>3</sup>,

K2 = conversion constant, depending on density units.

Use 9.8066 for density in g/cm<sup>3</sup>, or use 0.0098066 for

density in kg/m<sup>3</sup>.



D1557

### الترجمة البند ١١,٢,٢

#### ١١,٢,٢,٣ الكثافة الوزنية الجافة:

$\gamma_d = K1 \times \rho_d$  (المعادلة ٦) بوحدة رطل/قدم<sup>٣</sup>، أو

$\gamma_d = K2 \times \rho_d$  (المعادلة ٧) بوحدة كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>

حيث:

$\gamma_d$  = الكثافة الوزنية الجافة للعين المدموكة، لأربعة

أرقام معنوية، بوحدة رطل/قدم<sup>٣</sup> أو كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>.

K1 = ثابت تحويل، يعتمد على وحدات الكثافة. استخدم

٦٢,٤٢٨ للكثافة بوحدة جم/سم<sup>٣</sup>.

K2 = ثابت تحويل، يعتمد على وحدات الكثافة. استخدم

٩,٨٠٦٦ للكثافة بوحدة جم/سم<sup>٣</sup>.

#### الشرح للبند ١١,٢,٢,٣

يا هندسة المعادلتين دول هدفهم بسيط جدًا: ياخذوا

الكثافة الجافة التي لسه حاسبينها ويحولوها لوحدة ثانية

بيحبها المهندسين الإنشائيين ومصممي الأساسات.

إيه الفرق بين الكثافة Density والكثافة الوزنية Unit

Weight؟

الكثافة ( $\rho_d$ ): هي كتلة على حجم زي جم/سم<sup>٣</sup> و بتجاوب

على سؤال فيه مادة قد إيه في الحيز ده؟

الكثافة الوزنية ( $\gamma_d$ ): هي وزن (قوة) على حجم زي كيلو

نيوتن/م<sup>٣</sup> و بتجاوب على سؤال المادة التي في الحيز ده

بتضغط لتحت بقوة قد إيه؟

العلاقة بينهم بسيطة: الوزن = الكتلة × عجلة الجاذبية.

عشان كده المعادلات دي كلها عبارة عن ضرب في ثابت.

المواصفة بتديك معادلتين عشان تختار الوحدة التي أنت

عايزها:

المعادلة (٧): للحصول على كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup> (النظام الدولي

- SI) دي الوحدة الأكثر استخدامًا في معظم دول العالم

والتقارير الهندسية الحديثة.

المعادلة بتقول:

الكثافة الوزنية الجافة ( $\gamma_d$ ) = الكثافة الجافة ( $\rho_d$ ) × 9.8066.

بوحدة جم/سم<sup>٣</sup>.

٩,٨٠٦٦ (K2): ده ثابت التحويل اللي بيعمل حاجتين في

خطوة واحدة:

١. بيحول الكتلة لوزن (عن طريق الضرب في عجلة الجاذبية

≈ ٩,٨١ م/ث<sup>٢</sup>).

٢. بيحول الوحدات من جم/سم<sup>٣</sup> إلى كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>.

والمعادلة (٦): للحصول على رطل/قدم<sup>٣</sup> (النظام

الأمريكي)

دي الوحدة المستخدمة في أمريكا وبعض المشاريع اللي

بتتبع الكود الأمريكي.

المعادلة بتقول:

الكثافة الوزنية الجافة ( $\gamma_d$ ) = الكثافة الجافة ( $\rho_d$ ) × 62.428

$\rho_d$ : دي الكثافة الجافة بوحدة جم/سم<sup>٣</sup>.

٦٢,٤٢٨ (K1): ده ثابت التحويل اللي بيحول مباشرة من

جم/سم<sup>٣</sup> إلى رطل/قدم<sup>٣</sup>.

الخلاصة:

دي خطوة اختيارية تعتمد على متطلبات المشروع أو

التقرير وبتأخذ أهم نتيجة عندك الكثافة الجافة وتضربها

في رقم ثابت عشان ترجمها للغة اللي المهندس

الإنشائي يفهمها بسهولة عشان يحسب أحمال

الأساسات أو ضغط التربة.

#### مثال عملي للبند ١١,٢,٢,٣

نكمل على نفس بيانات نقطة الدمك رقم ٣:

المعطيات من الخطوة السابقة:

الكثافة الجافة ( $\rho_d$ ) = 1.805 جم/سم<sup>٣</sup>

المطلوب:

حساب الكثافة الوزنية الجافة بوحدة كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>

(باستخدام معادلة ٧).

الخطوات:

$\gamma_d = \rho_d \times K2$

$\gamma_d = 1.805 \times 9.8066$

$\gamma_d = 17.7009$  كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>

النتيجة النهائية (لأربعة أرقام معنوية):

الكثافة الوزنية الجافة ( $\gamma_d$ ) = 17.70 كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>

ملخص نتائج نقطة الدمك رقم ٣ النهائية:

رطوبة الدمك % w: 11.0

الكثافة الجافة  $\rho_d$  1.805 جم/سم<sup>٣</sup>

الكثافة الوزنية الجافة  $\gamma_d$  17.70 كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>

كده عندك كل المعلومات اللي محتاجها عن نقطة الدمك

دي.

$\rho_d$ : دي الكثافة الجافة اللي حسبناها من معادلة (٥)

11.3 Compaction Curve—Plot the dry unit weight and molding water content values, the saturation curve (see 11.3.2), and draw the compaction curve as a smooth curve through the points (see example, Fig. 5). For each point on the compaction

curve, calculate, record, and plot dry unit weight to the nearest 0.1 lbf/ft<sup>3</sup> (0.02 kN/m<sup>3</sup>) and molding water content to the nearest 0.1 %. From the compaction curve, determine the compaction results: optimum water content, to nearest 0.1 % and maximum dry unit weight, to the nearest 0.1 lbf/ft<sup>3</sup> (0.02

kN/m<sup>3</sup>). If more than 5 % by mass of oversize material was removed from the sample/specimen, calculate the corrected optimum water content and maximum dry unit weight of the total material using Practice D4718/D4718M. This correction May be made to the appropriate field in-place density test Specimen rather than to the laboratory compaction results.

D1557

الكثافة و١٠٪ للرطوبة.

### الخطوة الخامسة: تصحيح تأثير الأوفر سايز

لو نسبة الحصى الكبير (Pc) التي تم استبعاده أكثر من ٥% من الكتلة، يبقى النتائج التي حسبتها تخص الجزء الناعم فقط.

في الحالة دي لازم تعمل تصحيح باستخدام المواصفة **ASTM D4718** عشان تطلع الكثافة الجافة والرطوبة المثلى المصححتين للمادة الكلية.

ولو حبيت، ممكن تطبق نفس التصحيح على نتائج اختبار الكثافة الموقعي بدل العملية.

الخلاصة:

البند ده هو آخر خطوة في اختبار الدمك. بترسم النقاط، توصلها بمنحنى ناعم، تحدد القمة، وتستخرج منها أهم رقمين في التجربة كلها أقصى كثافة جافة ورطوبة مثلية. بعد كده تتأكد من إنك صححت النتائج لو العينة فيها نسبة كبيرة من الأوفر سايز.

### مثال عملي للبند 11.3

الفني جمع البيانات دي لخمس عينات:

العينة ١: رطوبة = ٨,٠% كثافة جافة = ١,٧٥٠ جم/سم<sup>3</sup>

العينة ٢: رطوبة = ١٠,٠% كثافة جافة = ١,٨٠٠ جم/سم<sup>3</sup>

العينة ٣: رطوبة = ١١,٠% كثافة جافة = ١,٨٠٥ جم/سم<sup>3</sup>

العينة ٤: رطوبة = ١٢,٠% كثافة جافة = ١,٧٨٥ جم/سم<sup>3</sup>

العينة ٥: رطوبة = ١٤,٠% كثافة جافة = ١,٧٤٠ جم/سم<sup>3</sup>

الخطوات:

الفني رسم النقاط الخمس على ورق الرسم البياني.

وصل النقاط بخط منحنى ناعم على شكل قبة.

لاحظ إن أعلى نقطة في المنحنى بين العينة ٢ والعينة ٣.

من القمة نزل بخط أفقي إلى المحور الرأسي فكانت

القراءة ١,٨٠٨ جم/سم<sup>3</sup> دي أقصى كثافة جافة.

من نفس القمة نزل بخط رأسي إلى المحور الأفقي فكانت

القراءة ١٠,٦% دي الرطوبة المثلى.

رجع الفني لدفتري فوجد إن نسبة الأوفر سايز 20.3% Pc أي

أكبر من ٥% فطبق تصحيح **D4718** للحصول على القيم

المصححة النهائية.

### الترجمة للبند 11.3

١١,٣ منحنى الدمك - ارسم قيم الكثافة الوزنية الجافة ومحتوى رطوبة الدمك، ومنحنى التشبع (انظر ١١,٣,٢)، ثم ارسم منحنى الدمك كمنحنى ناعم يمر عبر النقاط (انظر المثال، شكل ٥). لكل نقطة على منحنى الدمك، احسب وسجل وارسم الكثافة الوزنية الجافة لأقرب ٠,١ رطل/قدم<sup>3</sup> (٠,٠٢ كيلو نيوتن/م<sup>3</sup>) ومحتوى رطوبة الدمك لأقرب ٠,١%. من منحنى الدمك، حدد نتائج الدمك: المحتوى المائي الأمثل، لأقرب ٠,١%، وأقصى كثافة وزنية جافة، لأقرب ٠,١ رطل/قدم<sup>3</sup> (٠,٠٢ كيلو نيوتن/م<sup>3</sup>). إذا كانت نسبة المواد ذات الحجم الزائد (الأوفر سايز) التي تمت إزالتها من العينة تزيد عن ٥% بالكتلة، فاحسب المحتوى المائي الأمثل المصحح وأقصى كثافة وزنية جافة للمادة الكلية باستخدام المواصفة **D4718/D4718M**. يمكن إجراء هذا التصحيح على عينة اختبار الكثافة الموقعي المناسبة بدلاً من نتائج الدمك العملية.

### الشرح للبند 11.3

البند ده هو دليل المستخدم لرسم المنحنى واستخراج النتائج النهائية.

بعد ما حسبنا الكثافة الجافة والرطوبة لكل نقطة من الخمس نقط هنعمل الآتي:

الخطوة الأولى: تجهيز لوحة الرسم الرسم البياني

المحور الأفقي (X-axis): يمثل محتوى رطوبة الدمك (%).

المحور الرأسي (Y-axis): يمثل الكثافة الجافة (pd أو γd).

الخطوة الثانية: رسم النقاط

لكل عينة من الخمسة عندك زوج من الأرقام رطوبة كثافة جافة وقع كل نقطة في مكانها الصحيح على الرسم البياني.

الخطوة الثالثة: رسم منحنى الدمك

باستخدام قلم رصاص ومسطرة منحنيات أو بالخبرة ارسم منحنى ناعم يمر بين النقاط بأفضل شكل ممكن.

المنحنى لازم يكون شكله زي القبة أو الجرس: يبدأ منخفض يطلع لأعلى يوصل للقمة ثم ينزل تاني.

الخطوة الرابعة: استخراج النتائج الذهبية

عند القمة:

من القمة ارسم خط أفقي نحو المحور الرأسي القراءة هي أقصى كثافة جافة.

من القمة ارسم خط رأسي نحو المحور الأفقي القراءة هي المحتوى المائي الأمثل.

المواصفة تشترط دقة القراءات لأقرب ٠,٠٢ كيلو نيوتن/م<sup>3</sup>

11.3.1 In these plots, the scale sensitivities should remain the same, that is, the change in molding water content or dry unit weight per division is constant between plots. Typically, the change in dry unit weight per division is twice that of molding water content's (2 lbf/ft<sup>3</sup> to 1 % w per major division). Therefore, any change in the shape of the compaction curve is a result of testing different material, not the plotting scale. However, a one to one ratio should be used for soils have a relatively flat compaction curve (see 10.2.1), such as highly plastic soils or relatively free draining ones up to the point of bleeding.



**الاستثناء: النسبة (١ إلى ١) للمنحنيات المسطحة**  
في أنواع معينة من التربة منحنى الدمك بتاعها سيكون مسطح أو مفلطح بطبيعته و التغير في الكثافة سيكون صغير جدًا مع تغير الرطوبة.

**أمثلة على التربة دي:**  
الطين عالي اللدونة (CH): زي الكاولين أو البنتونايت. مهما تزود مية الكثافة مبتتغيرش كثير.

الرمل النظيف جيد الصرف (SP): الكثافة بتزيد شوية مع الرطوبة لحد ما المية تبدأ تنزف من العينة والمنحنى يبقى شبه مسطح.

**الحل:** في الحالات دي لو استخدمت نسبة ٢ إلى ١ المنحنى هيبان كأنه خط أفقي ومش هتعرف تحدد القمة كويس. عشان كده الموصفة بتقولك: "غير النسبة وخليها ١ إلى ١."

**يعني إيه؟** يعني خلي المربع الكبير على المحور الرأسي يمثل تغير (مثلاً) ١ رطل/قدم<sup>٣</sup> والمربع الكبير على المحور الأفقي يمثل تغير ١%. ده كأنك بتعمل زوم أو تمطيط للمحور الرأسي فبيخلي التغيرات الطفيفة في الكثافة تبان أوضح وتقدر تحدد القمة بسهولة.

#### الخلاصة:

البند ده بيضمن إن شكل المنحنى يعبر عن سلوك التربة مش عن اختيارك لمقياس الرسم و بيحط قاعدة عامة (نسبة ٢:١) لمعظم الحالات وبيسمح باستثناء ذي (نسبة ١:١) للحالات الخاصة اللي بتحتاج تكبير للمحور الرأسي عشان نشوف التفاصيل الدقيقة.

#### الترجمة للبند ١١.٣.١

١١.٣.١ في هذه الرسومات البيانية، يجب أن تظل حساسية المقياس (scale sensitivities) كما هي، أي أن التغير في محتوى رطوبة الدمك أو الكثافة الوزنية الجافة لكل قسم (division) يظل ثابتًا بين الرسومات. عادةً، يكون التغير في الكثافة الوزنية الجافة لكل قسم رئيسي هو ضعف التغير في محتوى رطوبة الدمك (٢ رطل/قدم<sup>٣</sup> لكل ١% من الرطوبة لكل قسم رئيسي). وبالتالي، فإن أي تغيير في شكل منحنى الدمك يكون ناتجًا عن اختبار مادة مختلفة، وليس عن مقياس الرسم. ومع ذلك، يجب استخدام نسبة واحد إلى واحد للتربة التي لها منحنى دمك مسطح نسبيًا (انظر ١٠.٢.١)، مثل التربة عالية اللدونة أو التربة جيدة الصرف نسبيًا حتى نقطة النزع.

#### الشرح للبند ١١.٣.١

البند ده بيجابوب على سؤال مهم: إزاي أظبط مقياس الرسم بتاع المحاور عشان المنحنى يطلع شكله معبر وصحيح؟

تخيل لو رسمت نفس المنحنى على ورقتين مرة مطيت المحور الرأسي أوي ومرة ضغطته أوي و شكل المنحنى هيتغير تمامًا و مرة هيبان حاد ومدبب ومرة هيبان مسطح ومفلطح و مع إن البيانات هي هي ده ممكن يخدع اللي بيقرا التقرير.

عشان كده الموصافة بتحط قواعد إخراج فني للرسم البياني:

#### القاعدة الأولى: الثبات Consistency

لو معملك بيعمل ١٠٠ اختبار في اليوم لازم كل الرسومات البيانية بتاعتهم تطلع بنفس مقياس الرسم. ده بيخلي المقارنة بين اختبار والثاني سهلة جدًا بمجرد النظر.

#### القاعدة الثانية: النسبة القياسية (٢ إلى ١)

القاعدة العامة: الموصافة بتقترح نسبة ذهبية للمحاور. بتقولك خلي حساسية المحور الرأسي (الكثافة) ضعف حساسية المحور الأفقي (الرطوبة).

**يعني إيه؟** يعني كل مربع كبير على المحور الرأسي يمثل تغير في الكثافة مقداره (مثلاً) ٢ رطل/قدم<sup>٣</sup> في حين إن المربع الكبير على المحور الأفقي يمثل تغير في الرطوبة مقداره ١%.

**ليه النسبة دي؟** لأنها بتدي شكل متوازن لمنحنى الدمك لمعظم أنواع التربة. القبة بتطلع شكلها واضح لا هي مدببة أوي ولا مسطحة أوي.

11.3.1.1 The shape of the compaction curve on the wet side on optimum should typically follow that of the saturation curve. The shape of the compaction curve on the dry side of optimum may be relatively flat or up and down when testing some soils, such as relatively free draining ones or plastic soils prepared using the moist procedure and having molding water contents close to or less than the shrinkage limit.

#### الترجمة للبند ١١.٣.١

التربة بتحاول تتحرك وتقرب من بعضها لكن الاحتكاك بينها عالي جدًا و سلوك التربة هنا سيكون معقد ومتقلب.

لماذا يكون متقلبًا أو مسطحًا؟

التربة جيدة الصرف زي الرمل النظيف - SP: شوية المية الصغيرة بتعمل توتر سطحي بيخلي الحبيبات تقاوم الحركة فالكثافة مبتزידش بسهولة بتعمل شكل مسطح و بعد زيادة بسيطة في المية التوتر ده بيتكسر والحبيبات تنهار على بعضها فالكثافة تقفز لفوق فالشكل بيكون متذبذب.

التربة اللدنة (الطين) عند رطوبة أقل من حد الانكماش: حد الانكماش هو النقطة اللي عندها التربة لو جفت أكثر من كده حجمها مش هيقبل و عند الدمك في المنطقة دي التربة عبارة عن كتل صلبة جافة المية المضافة مش بتتوزع كويس والدمك بيبقى صعب جدًا و المنحنى هنا بيفقد نعومته وبيبقى متعرج أو متذبذب لأنه بيعكس صعوبة توزيع الرطوبة والدمك غير المنتظم للكتل الصلبة.

الخلاصة:

ان منحنى الدمك ليس مجرد رسم بياني بل هو سيرة ذاتية للتربة.

والجانب الجاف يسار القمة: يمثل مرحلة المقاومة والمعاناة حيث الاحتكاك عالٍ والسلوك متقلب.

القمة: تمثل اللحظة المثالية حيث تعمل المياه كأفضل مزلق لتقارب الحبيبات.

والجانب الرطب يمين القمة: يمثل مرحلة الإغراق حيث تبدأ المياه الزائدة في إفساد كل شيء وتصبح هي المتحكم مما يؤدي إلى انخفاض منتظم في الكثافة. وفهم هذه الملامح يجعلك مهندسًا أفضل قادرًا على تشخيص سلوك التربة بمجرد النظر إلى منحنى الدمك الخاص بها.

11.3.2 Plot the 100 % saturation curve, based on either an estimated or a measured specific gravity. Values of water content for the condition of 100 % saturation can be calculated as explained in 11.4 (see example, Fig. 5).

١١,٣,١,١ شكل منحنى الدمك على الجانب الرطب من المحتوى المائي الأمثل يجب أن يتبع عادةً شكل منحنى التشبع. أما شكل منحنى الدمك على الجانب الجاف من المحتوى المائي الأمثل فقد يكون مسطحًا نسبيًا أو متذبذبًا صعودًا وهبوطًا عند اختبار بعض أنواع التربة، مثل التربة جيدة الصرف نسبيًا أو التربة اللدنة التي تم تحضيرها باستخدام الطريقة الرطبة والتي يكون محتوى رطوبة الدمك لديها قريبًا من أو أقل من حد الانكماش.

الشرح للبند ١١,٣,١,١

يا هندسة تخيل منحنى الدمك ده زي تخطيط قلب للتربة. كل جزء فيه له معنى ودلالة. البند ده بيعلمنا إزاي نقرأ ملامح هذا المنحنى ونفهم القصة اللي بيحكها.

المنحنى له جانبان وكل جانب له شخصية مختلفة:

الشخصية الأولى: الجانب الرطب

البند بيقول اية ؟ شكل المنحنى هنا يجب أن يتبع عادةً شكل منحنى التشبع.

ما القصة؟ تخيل إنك وصلت للرطوبة المثالية حبيبات التربة أصبحت قريبة جدًا من بعضها والفراغات الهوائية قليلة جدًا و أي نقطة مية زيادة بتضيفها ملهاش مكان تروح فيه غير إنها تبدأ تطرد حبيبات التربة وتبعدها عن بعض.

يتبع منحنى التشبع: منحنى التشبع Zero Air Voids Curve هو خط نظري مستحيل الوصول إليه عمليًا ويمثل الحالة اللي فيها كل الفراغات مليانة مية ١٠٠% ومفيش أي هوا. على الجانب الرطب كل ما تزود مية الكثافة الجافة بتقل بشكل منتظم جدًا والمنحنى بيبداً يمشي بشكل شبه موازي لمنحنى التشبع. هذا الجانب من المنحنى دائمًا ما يكون ناعمًا ومنتظمًا ويمكن التنبؤ به.

الشخصية الثانية: الجانب الجاف

البند بيقول اية ؟ شكل المنحنى هنا قد يكون مسطحًا نسبيًا أو متذبذبًا صعودًا وهبوطًا. ما القصة؟ التربة لسه عطشانة والمية قليلة و حبيبات

البند ١١,٣,٢ الترجمة

ارسم منحنى التشبع ١٠٠% بناءً على كثافة نوعية إما مقدرة أو مقاسة. يمكن حساب قيم محتوى الماء لحالة

التشبع ١٠٠% كما هو موضح في ١١,٤ (انظر المثال، شكل ٥).

البند ١١,٣,٢ الشرح

يا هندسة البند ده بيقولك: بعد ما تحط نقاط الاختبار بتاعتك على الرسم البياني لازم ترسم خط ثاني مهم جدًا بشأن تتأكد إن شغلك صح و الخط ده هو منحى التشبع ١٠٠% أو زي ما بنسميه منحى فراغات الهواء الصفرية Zero Air Voids - ZAV Curve.

إيه هو الخط ده؟

تخيل معيا إنك قدرت تدمك التربة بقوة خارقة لدرجة إنك طردت كل ذرات الهواء من بين حبيبات التربة ومليت الفراغات دي كلها ١٠٠% بالماء و الحالة دي مستحيلة عمليًا في اختبار بروكتور لكننا بنقدر نحسبها نظريًا و الخط الي بيمثل الحالة المستحيلة دي هو منحى التشبع ١٠٠%

فايدته إيه؟

١- التحقق من صحة النتائج: هو الحد الأقصى الكوني للكثافة الجافة عند أي نسبة رطوبة مستحيل أي نقطة من نقاط اختبار الفعلية تلمس الخط ده أو تعديه تكون على يمينه.

٢- كشف الأخطاء: لو لقيت أي نقطة من نقاطك عدت الخط ده ده إنذار أحمر بيقولك فورًا: فيه غلطة كبيرة في شغلك الغلطة دي ممكن تكون في:

قيمة الكثافة النوعية (Gs) الي استخدمتها.  
حساباتك للكثافة أو الرطوبة.

قياساتك في المعمل.

إزاي بنرسمه؟

١- حدد قيمة الكثافة النوعية (Gs)

المواصفة بتقولك ممكن تستخدم قيمة مقاسة لو عملت الاختبار بتاعها أو قيمة مقدرة بناءً على خبرتك بنفس نوع التربة و طبقًا القيمة المقاسة أدق.

٢- احسب نقاط المنحنى النظري:

البند بيوجهك للقسم التالي (١١,٤) الي فيه المعادلة السحرية لحساب الكثافة الجافة عند التشبع ١٠٠% (pd,sat).

بتختار قيم رطوبة مختلفة (مثلاً ٤%، ٦%، ٨%، ١٠%، ١٢%...) وتعوض في المعادلة بشأن تجيب الكثافة الجافة النظرية المقابلة لكل نسبة رطوبة.

٣- ارسم الخط:

بتوقع النقاط النظرية دي على نفس الرسم البياني بتاعك.

بتوصل بينهم بخط ناعم عادة بيكون خط مستقيم أو منحنى قليلًا الخط ده لازم يكون على يمين وفوق كل نقاط اختبارك.

مثال زي ما عملنا قبل كده:

لو  $G_s = 2.65$

عند رطوبة ١٠% الكثافة النظرية القصوى هتكون ٢,٠٧٨ جم/سم<sup>٣</sup>.

لو نقطة اختبارك عند نفس الرطوبة كانت ٢,٠٥٠ جم/سم<sup>٣</sup> يبقى هي كده في السليم تحت الخط. لو كانت ٢,٠٩٠ يبقى فيه كارث!

الخلاصة:

البند ده بيلزمك ترسم خط مرجعي على الرسم البياني بتاعك و هذا الخط النظري منحى التشبع ١٠٠% هو أداة قوية جدًا للتحقق من جودة وصحة نتائجك وبيمنعك من اعتماد نتائج غير منطقية أو مستحيلة فيزيائيًا.

NOTE 10—The 100 % saturation curve is an aid in drawing the compaction curve. For soils containing more than about 10 % fines and molding water contents well above optimum, the two curves generally become roughly parallel with the wet side of the compaction curve between 92 % to 95 % saturation. Theoretically, the compaction curve cannot plot to the right of the 100 % saturation curve. If it does, there is an error in specific gravity, in measurements, in calculations, in testing, or in plotting. The 100 % saturation curve is sometimes referred to as the zero air voids curve or the complete saturation curve.

ملاحظة ١٠ الترجمة

ملاحظة ١٠—منحنى التشبع ١٠٠% هو أداة مساعدة في رسم منحى الدمك. بالنسبة للتربة التي تحتوي على أكثر من ١٠% من المواد الناعمة وعند محتويات رطوبة دمك أعلى بكثير من المحتوى الأمثل، يصبح المنحنيان بشكل عام متوازيين تقريبًا، حيث يقع الجانب الرطب من منحى الدمك بين ٩٢% إلى ٩٥% من التشبع. نظريًا، لا يمكن رسم منحى الدمك على يمين منحى التشبع ١٠٠%. إذا حدث ذلك، فهناك خطأ في الكثافة النوعية، أو في القياسات، أو في الحسابات، أو في الاختبار، أو في الرسم. يشار أحيانًا إلى منحى التشبع ١٠٠% باسم منحى فراغات الهواء الصفرية أو منحى التشبع الكامل.

الملاحظة ١٠ الشرح

يا هندسة الملاحظة دي بتدينا ٣ معلومات في منتهى الأهمية:

المعلومة الأولى: المنحنى ده بيساعدك ترسم صح الفكرة ان منحى التشبع مش بس أداة للتحقق من

12 (2021) -

$$w_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (8)$$

where:

$w_{sat}$  = water content for complete saturation, nearest 0.1 %,

$\gamma_w$  = unit weight of water, 62.32 lbf/ft<sup>3</sup> (9.789 kN/m<sup>3</sup>) at 20°C,

$\gamma_d$  = dry unit weight of soil, lbf/ft<sup>3</sup> (kN/m<sup>3</sup>), three significant digits, and

$G_s$  = specific gravity of soil (estimated or measured), to nearest 0.01 value, see 11.4.1.

الأخطاء ده كمان دليل أو مرشد بيساعدك ترسم منحني الدمك بتاعك بشكل منطقي خصوصاً في الجزء الرطب اللي على يمين القمة.

إزاي؟ لو عندك نقطة واحدة بس في الجانب الرطب منحني التشبع بيساعدك تتخيل شكل الانحدار بتاع منحني الدمك، لأنه لازم يكون شبه موازي ليه.

المعلومة الثانية: علاقة التوازي (سر ال ٩٢-٩٥%)

في أنواع التربة الشائعة اللي فيها نسبة نعومة معقولة أكثر من ١٠% لما بنزود المية كتير أوي أعلى من الرطوبة المثلى منحني الدمك الفعلي ببداً يقرب من منحني التشبع النظري ويمشي معاه بشكل شبه متوازي.

والمسافة بينهم مش عشوائية و المواصفة بتقولك إن نقاط منحني الدمك في المنطقة دي عادةً ما تمثل درجة تشبع تتراوح بين ٩٢% و ٩٥%

ده معناه إيه؟ معناه إنه مهما دكيت التربة وهي غرقانة مية هيفضل فيه نسبة فراغات صغيرة من ٥% إلى ٨% مليانة هوا محبوس مستحيل تخرجه بطاقة الدمك دي. المية بتحاوط الهواء ده وتمنعه من الهروب.

فايدته العملية: لو لقيت منحني الدمك بتاعك في الجزء الرطب بيقترب من ٩٨% أو ٩٩% تشبع ده ممكن يكون مؤشر على خطأ لأن الطبيعي إنه يكون أبعد شوية.

المعلومة الثالثة: إعادة تأكيد القاعدة الذهبية القاعدة: "نظرياً لا يمكن رسم منحني الدمك على يمين منحني التشبع ١٠٠%.

التشخيص: الملاحظة بتلخص لك قائمة الأسباب المحتملة لو القاعدة دي اتكسرت:

١- خطأ في الكثافة النوعية ( $G_s$ ): وده أشهر سبب.

٢- خطأ في القياسات: وزن غلط حجم قالب غلط.

٣- خطأ في الحسابات: وغلطة في تطبيق المعادلات.

٤- خطأ في الاختبار: ومية زيادة و تسريب إلخ.

٥- خطأ في الرسم: حطيت نقطة في مكان غلط على الرسم البياني و بتوضح إن منحني التشبع ١٠٠% له أسماء تانية زي منحني فراغات الهواء الصفرية أو منحني التشبع الكامل وكلهم نفس الحاجة.

الخلاصة ان الملاحظة دي بتديك فهم أعمق لفلسفة منحني التشبع و هو مش مجرد خط أحمر، بل هو دليل إرشادي ومقياس لدرجة التشبع المتوقعة وقائمة تشخيص للأخطاء المحتملة.

#### البند ١٠.٤ الترجمة

11.4 لحساب نقاط لرسم منحني التشبع ١٠٠% أو منحني فراغات الهواء الصفرية، اختر قيمًا للكثافة الوزنية الجافة، ثم احسب قيم محتوى الماء المقابلة لها عند حالة التشبع ١٠٠% كما يلي:

$$w_{sat} = [ ( \gamma_w * G_s ) - \gamma_d ] / ( \gamma_d * G_s ) * 100 \quad \text{المعادلة (٨)}$$

حيث:

$w_{sat}$  = محتوى الماء للتشبع الكامل، لأقرب ٠.١%.

$\gamma_w$  = الكثافة الوزنية للماء، وتساوي ٦٢.٣٢ رطل/قدم<sup>٣</sup>

(٩.٧٨٩ كيلونيوتن/م<sup>٣</sup>) عند ٢٠ درجة مئوية.

$\gamma_d$  = الكثافة الوزنية الجافة للتربة، (رطل/قدم<sup>٣</sup> أو

كيلونيوتن/م<sup>٣</sup>)، لثلاثة أرقام معنوية.

$G_s$  = الكثافة النوعية للتربة (مقدرة أو مقاسة)، لأقرب قيمة

١٠.٠١، انظر ١١.٤.١.

#### البند ١٠.٤ الشرح

يا هندسة البند ده بيقلب الطريقة اللي كنا بنفكر بيها بدل ما ندخل بالرطوبة ونحسب الكثافة النظرية هنا هنعمل العكس وده أسهل في الرسم.

الفكرة ببساطة:

بدل ما تختار قيم رطوبة عشوائية (٤%، ٦%، ٨%...)،

الأسهل إنك تختار قيم كثافة جافة مستقيمة على المحور الرأسي للرسم البياني بتاعك وتحسب الرطوبة النظرية المقابلة ليه.

ليه الطريقة دي أسهل؟

لأن المحور الرأسي (الكثافة) بيكون متقسم أرقام صحيحة (مثلاً ١١٨، ١٢٠، ١٢٢، ١٢٤...)، لما تختار الأرقام دي بيبقى سهل جدًّا تحسب وتوقع النقطة على الخط الأفقي بتاعها بالضبط.

خطوات رسم منحني التشبع بالطريقة دي طريقة المواصفة:

١- اختار قيم للكثافة الجافة ( $\gamma_d$ ): بص على الرسم البياني بتاعك واختار ٣ أو ٤ قيم للكثافة من المحور الرأسي و خلي القيم دي تغطي مدى الكثافات اللي طلعت معاك في

11.4 Saturation Points—To calculate points for plotting the 100 % saturation curve or zero air voids curve, select values of dry unit weight, calculate corresponding values of water content corresponding to the condition of 100 % saturation as follows:

٤-كرر الخطوة ٣:كرر نفس الحساب لقيم الكثافة الثانية الي اخترتها (١١٨ ، ١٢٠ ، ١٢٤). هيطلعك ٣ نقاط نظرية كمان.

ه-ارسم الخط:دلوقتي بقى عندك ٤ نقاط نظرية و وقعهم على الرسم البياني ووصل بينهم بخط مستقيم أو منحنى ناعم. الخط ده هو منحنى التشبع ١٠٠%.

الخلاصة:

البند ده بيقدم لك الطريقة الرسمية والأسهل لحساب ورسم منحنى التشبع ١٠٠% و بدل ما تشتغل بقيم رطوبة عشوائية اشتغل بقيم كثافة نظيفة من على المحور الرأسي واستخدم المعادلة دي عشان تطلع قيم الرطوبة المقابلة ليها وبكده تقدر ترسم خطك المرجعي بدقة وسهولة.

الاختبار.

مثال: لو الكثافات بتاعتك بتتراوح بين ١١٦ و ١٢٢ ممكن تختار القيم دي: ١١٨ ، ١٢٠ ، ١٢٢ ، ١٢٤ رطل/قدم<sup>٣</sup>.

٢-ثبت باقي المعطيات:

الكثافة النوعية (Gs): هتكون قيمة ثابتة حسبها أو قدرتها (مثلاً ٢.٦٨).

الكثافة الوزنية للماء (γ<sub>w</sub>): قيمة ثابتة من المواصفة (١٢.٣٢ رطل/قدم<sup>٣</sup>).

٣-طبق المعادلة لكل قيمة كثافة اخترتها:

هناخد مثال ونحسب الرطوبة النظرية (wsat) لما تكون الكثافة الجافة ١٢٢ = (γ<sub>d</sub>) رطل/قدم<sup>٣</sup>:

$$wsat = [ ( 62.32 * 2.68 ) - 122 ] / ( 122 * 2.68 ) ] * 100$$

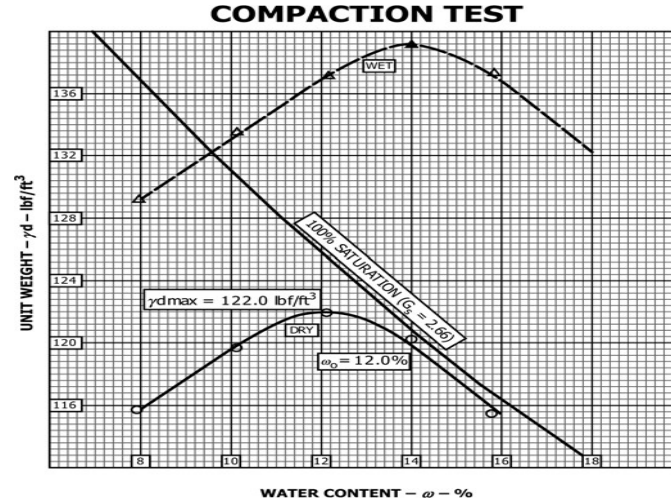
$$wsat = [ ( 166.99 - 122 ) / ( 326.96 ) ] * 100$$

$$wsat = [ 44.99 / 326.96 ] * 100$$

$$wsat = 0.1376 * 100$$

$$wsat \approx 13.8 \%$$

النتيجة: كده أنت جيت أول نقطة نظرية: (رطوبة ١٣.٨% كثافة ١٢٢)



NOTE 1—Wet Unit Weights are usually not plotted. They are plotted here for informational purposes only. Also notice that the compaction points may not all lie exactly on the compaction curve.

**ملاحظة ١-الكثافات الوزنية الرطبة لا يتم رسمها عادةً. لقد تم رسمها هنا (في شكل ه) لأغراض إعلامية فقط. لاحظ أيضًا أن نقاط الدمك قد لا تقع جميعها بالضبط على منحنى الدمك.**

FIG. 5 Example Compaction Curve Plotting

**شكل ه: مثال لرسم منحنى الدمك**

#### الشرح لشكل ه

الرسم البياني ده هو التقرير النهائي لاختبار الدمك. تعال نمسك كل عنصر فيه ونفصصه:

المحور الأفقي (تحت): ده محور محتوى الماء (Water Content - w (%)). كل ما نمشي يمين كل ما التربة تكون أطرى أو فيها مية أكثر.

المحور الرأسى (شمال): ده محور الكثافة الوزنية الجافة (Unit Weight -  $\gamma_d$ ) بوحدة رطل/قدم<sup>3</sup>. كل ما نطلع لفوق كل ما التربة تكون أقوى أو مدموكة أكثر.

نقاط الاختبار (The Data Points):

شايف الدواير والمربعات الصغيرة دي؟ كل واحدة منهم بتمثل عينة من اللي دكناهم في المعمل و كل نقطة ليها إحداثيات رطوبة و كثافة ودي هي البيانات الفعلية اللي قسناها.

منحنى الدمك (The Compaction Curve): ده هو المنحنى اللي على شكل قبة أو "جرس و ده أهم حاجة في الرسمة.

المنحنى السفلي (DRY): ده غالبًا بيمثل اختبار بروكتور القياسي (Standard Proctor). لاحظ إن القمة بتاعته واطية شوية.

المنحنى العلوي (WET): ده بيمثل اختبار بروكتور المعدل اللي إحنا بنتكلم عنه و لاحظ إن القمة بتاعته أعلى وده طبيعي لأن طاقة الدمك فيه أكبر بكثير.

قمة المنحنى (The Peak):

دي هي أعلى نقطة على كل منحنى و دي اللحظة الذهبية اللي بندور عليها.

بالنسبة للمنحنى السفلي (القياسي):

أقصى كثافة ( $\gamma_{dmax}$ ): لو مشينا من القمة بخط أفقي شمال هنلاقيها ١٢٢.٠ رطل/قدم<sup>3</sup>.

الرطوبة المثلى ( $w_{opt}$ ): لو نزلنا من القمة بخط رأسي لتحت هنلاقيها ١٢.٠ %.

بالنسبة للمنحنى العلوي (المعدل): القمة بتاعته عند كثافة حوالي ١٣٧ رطل/قدم<sup>3</sup> ورطوبة حوالي ٩ %.



هو ده الخط المستقيم المائل الي مكتوب عليه 100% SATURATION.

طيب إيه الخط ده؟ ده خط نظري بيمثل الحالة المثالية المستحيلة الي فيها كل الفراغات بين حبيبات التربة مليانة مية 100% ومفيش أي ذرة هوا Zero Air Voids.

فايدته إيه؟ هو حدود الدولة بتاعة منحنى الدمك و مستحيل أي نقطة من نقط الاختبار الفعلية تلمس الخط ده أو تعديه. لازم كل منحنى الدمك يكون على شماله وتحت لو لقيت نقطة من نقطك عدت الخط ده يبقى فيه غلطة كبيرة في حساباتك أو قياساتك.

لاحظ إنه مرسوم لقيمة كثافة نوعية (Gs) معينة هنا  $G_s = 2.66$  و لو ال Gs اتغيرت مكان الخط ده هيتغير.

القصة الي بتحكيها الرسمة دي:

الرسمة دي بتقول للمهندس في الموقع:

لو عايز توصل لأفضل دمك ممكن للتربة دي باستخدام طاقة بروتكتور القياسي لازم تضبط نسبة الرطوبة بتاعتها عند 12.0% و لو عملت كده هتقدر توصل لكثافة جافة قصوى مقدارها 122.0 رطل/قدم<sup>3</sup> و أي نسبة رطوبة تانية سواء أقل أو أزيد هتديلك كثافة أقل.

القصة من البداية: حكاية منحنى التشبع

تخيل إنك مهندس في موقع وعندك كومة تراب المدير طلب منك تدمك التراب ده عشان تبني عليه أساسات مبنى. هدفك هو إنك تخلي حبيبات التراب دي قريبة من بعضها قدر الإمكان عشان تكون قوية. أنت عارف إنك لو ضفت شوية مية هتشتغل زي الصابون الي بيساعد الحبيبات تنزلق على بعضها وتقرب من بعض أكثر بس لو زودت المية أوي التربة هتتحول لطين سايح وهتبقى ضعيفة. إداً فيه نسبة مية مثالية بتديلك أقوى دمك و اختبار بروتكتور بيساعدنا نلاقي النسبة دي.

طيب إيه علاقة ده بمنحنى التشبع؟

منحنى التشبع هو خط أحمر نظري و هو بيقولك إيه هي أقصى كثافة جافة ممكن توصلها في عالم الأحلام المثالي عالم مفيش فيه أي هوا.

فكر فيها كده:

التربة عبارة عن ٣ حاجات: حبيبات صلبة + مية + هوا.

الكثافة الجافة هي وزن الحبيبات الصلبة في حجم معين.

عشان توصل لأعلى كثافة جافة لازم تطرد الهواء وتحط مكانه حبيبات صلبة.

منحنى التشبع أو منحنى انعدام فراغات الهواء Zero Air Voids بيمثل حالة خيالية 100% حيث تم طرد كل الهواء وملء مكانه بالماء في هذه الحالة التربة مكونة من حاجتين بس: حبيبات صلبة + مية.

ليه الخط ده مهم؟

لأنه في الواقع مستحيل تطرد كل الهواء. دايمًا هيفضل شوية هوا محبوسين. لذلك أي كثافة جافة هتقيسها في المعمل لازم تكون أقل من الكثافة النظرية الي على منحنى التشبع.

فايدته إنه جهاز إنذار أو أداة تحقق و لو لقيت أي نقطة من شغلك عدت الخط ده يبقى زي قولنا قبل كدة فيه غلطة في حساباتك 100%.

مثال عملي جديد: حساب ورسم منحنى التشبع

المعطيات المطلوبة:

الكثافة النوعية للحبيبات الصلبة ( $G_s$ ): نفترض  $G_s = 2.70$   
كثافة الماء ( $\rho_w$ ): ثابت ومعروف  $1.0$  جم/سم<sup>3</sup>

المعادلة الرياضية:

$$P_{d,sat} = (G_s \times \rho_w) / (1 + w \times G_s)$$

شرح المعادلة بالعربي:

الكثافة الجافة عند التشبع = (الكثافة النوعية للحبيبات  $\times$  كثافة الماء)  $\div$  (1 + نسبة الرطوبة  $\times$  الكثافة النوعية للحبيبات)  
حساب ثلاث نقاط على الخط النظري:

النقطة الأولى: عند رطوبة منخفضة  $w = 4\%$  أو  $w = 0.04$

$$P_{d,sat} = (2.70 \times 1.0) / (1 + 0.04 \times 2.70)$$

$$P_{d,sat} = 2.70 / (1 + 0.108)$$

$$P_{d,sat} = 2.70 / 1.108 = 2.437 \text{ جم/سم}^3$$

النقطة الثانية: عند رطوبة متوسطة  $w = 8\%$  أو  $w = 0.08$

$$P_{d,sat} = (2.70 \times 1.0) / (1 + 0.08 \times 2.70)$$

$$P_{d,sat} = 2.70 / (1 + 0.216)$$

$$P_{d,sat} = 2.70 / 1.216 = 2.220 \text{ جم/سم}^3$$

النقطة الثالثة: عند رطوبة عالية  $w = 12\%$  أو  $w = 0.12$

$$P_{d,sat} = (2.70 \times 1.0) / (1 + 0.12 \times 2.70)$$

$$P_{d,sat} = 2.70 / (1 + 0.324)$$

$$P_{d,sat} = 2.70 / 1.324 = 2.039 \text{ جم/سم}^3$$

الخطوة التالية:

تروح على ورقة الرسم البياني، وتوقع الثلاث نقاط دول، وتوصل بينهم بخط مستقيم مائل. الخط ده هو "منحنى التشبع 100%".

كيفية استخدام الخط للتحقق من نتائجك

لو عملت اختبار بروكتور وطلعت النتائج دي:

نقطة أ: (رطوبة 7.5%، كثافة جافة فعلية 2.150 جم/سم<sup>3</sup>)

نقطة ب (خاطئة): (رطوبة 8.5%، كثافة جافة فعلية 2.250 جم/سم<sup>3</sup>)

التحقق من نقطة (أ):

رطوبتها 7.5%. الكثافة النظرية عند هذه الرطوبة حوالي 2.24 جم/سم<sup>3</sup>

كثافتك الفعلية 2.150 وهي أقل من الحد النظري (2.24)

النتيجة: نقطة (أ) سليمة ومنطقية

التحقق من نقطة (ب):

رطوبتها 8.5%. الكثافة النظرية عند هذه الرطوبة حوالي 2.20 جم/سم<sup>3</sup>

كثافتك الفعلية 2.250 وهي أعلى من الحد النظري (2.20)

النتيجة: نقطة (ب) غير منطقية ومستحيلة! ده معناه إن فيه غلطة في قياسات النقطة دي

11.4.1 Specific gravity may be estimated for the test fraction based on test data from other soils having the same soil classification and source or experience. Otherwise, a specific gravity test (Test Method C127, Test Method D854, or both) is necessary.

#### الترجمة للبند 11.4.1

11.4.1 يمكن تقدير الكثافة النوعية لجزء الاختبار بناءً على بيانات اختبار من تربة أخرى لها نفس التصنيف ونفس المصدر أو بناءً على الخبرة. بخلاف ذلك، يكون من الضروري إجراء اختبار الكثافة النوعية (طريقة الاختبار **C127**، أو طريقة الاختبار **D854**، أو كليهما).

#### الشرح للبند 11.4.1

البند ده بيجاوب على سؤال عملي جدًا: أنا محتاج قيمة ال  $G_s$  عشان أرسـم منحنى التشبع، أجيبها مين؟  
المواصفة بتديك طريقين:  
طريق سريع" بس محتاج خبرة  
طريق رسمي بس بياخد وقت

#### الطريق الأول: التقدير والخبرة

المعنى: لو أنت شغال في مشروع كبير وكل التربة اللي بتجيلك جاية من نفس الحجر أو نفس منطقة الحفر نفس المصدر وليها نفس التصنيف مش منطقي إنك كل يوم تعمل اختبار  $G_s$  جديد.

#### إزاي بيتم؟

بيانات سابقة: المعمل عنده سجلات و الفني بيرجع لاختبارات قديمة لنفس نوع التربة من نفس المصدر ويشوف قيمة ال  $G_s$  كانت كام في المتوسط، مثلاً بين ٢.٦٨ و ٢.٧١. بيستخدم قيمة متوسطة زي ٢.٧٠.  
الخبرة: المهندس أو الفني الخبير بمجرد ما بيشفوف التربة ويعرف مصدرها وتصنيفها يكون عنده "حس هندسي" بقيمة ال  $G_s$  التقريبية.

#### متى نستخدم هذا الطريق؟

في الشغل اليومي الروتيني لما النتائج مش هتستخدم في تقرير استشاري كبير أو في حالة نزاع

لما تكون عايز تعمل فحص سريع لمنحنى الدمك

#### الطريق الثاني: الاختبار الفعلي

المعنى: لو معندكش خبرة سابقة أو التربة من مصدر جديد أو النتائج رسمية مينفعش تقدر أو تخمن لازم تعمل الاختبار الفعلي في المعمل.

#### المواصفة بتوجهك لاختبارين أساسيين:

**D854**: للجزء الناعم من التربة اللي بيمر من منخل رقم ٤ باستخدام ورق زجاجي اسمه البيكنوميتر .

**C127**: للجزء الخشن من التربة الزلط أو الحصى باستخدام سلة شبكية وميزان مائي.  
متى نستخدم هذا الطريق؟

#### عند التعامل مع مصدر تربة جديد

#### في الاختبارات المرجعية أو الرسمية

لما تكون الدقة العالية مطلوبة زي تصميمات مهمة

لما يطلب العميل أو الاستشاري ذلك

#### الخلاصة العملية:

المواصفة هنا بتوازن بين السرعة والكفاءة والدقة والمصداقية:

لو عندك خبرة وبيانات كافية ممكن تقدر قيمة ال  $G_s$  لشغلك اليومي

لو الموقف رسمي أو جديد لازم تعمل الاختبار الفعلي لضمان نتائج دقيقة وموثقة



## 12. Report: Data Sheet(s)/Form(s)

## ١٢. التقرير: ورقة البيانات/النماذج.

12.1 The methodology used to specify how data are recorded on the test data sheet(s)/form(s), as described below, is covered in Section 1.6.

## الترجمة البند ١٢.١

١٢.١ المنهجية المستخدمة لتحديد كيفية تسجيل البيانات على ورقة/أوراق بيانات الاختبار / النموذج/النماذج، كما هو موضح أدناه، تمت تغطيتها في القسم ١.٦.

## الشرح للبند ١٢.١

البند ده بيقول ببساطة: التقرير اللي هكتبه في الآخر ده ليه أصول وقواعد و طريقة تسجيل الأرقام والدقة المطلوبة ليها نظام لو عايز تفهم فلسفة النظام ده ارجع للبند ١.٦ في أول المواصفة. اللي جاي ده هو قائمة بالحاجات اللي لازم تكتبها في التقرير.

12.2 The data sheet(s)/form(s) shall contain as a minimum the following information:

١٢.٢ يجب أن تحتوي ورقة/أوراق البيانات / النموذج/النماذج على الحد الأدنى من المعلومات التالية:

12.2.1 Method used (A, B, or C).

## ١٢.٢.١ الطريقة المستخدمة (A، أو B، أو C).

## الشرح للبند ١٢.٢.١

لازم تكتب في التقرير أنت اشتغلت بـ أنهي طريقة؟  
طريقة  
A: لو استخدمت قالب ٤ بوصة على تربة ناعمة. طريقة B:  
لو استخدمت قالب ٤ بوصة على تربة فيها شوية زلط.  
طريقة C: لو استخدمت قالب ٦ بوصة على تربة زلطية.  
الخلاصة: لازم تحدد الطريقة (A أو B أو C) عشان اللي يقرأ التقرير يعرف حجم القالب ونوع المنخل اللي استخدمته.

## ١٢.٢.٢ طريقة التحضير المستخدمة (رطبة أو جافة).

## الشرح للبند ١٢.٢.٢ :

يا هندسة لازم تقول في التقرير أنت جهزت العينة إزاي. الطريقة الرطبة (Moist): لو اشتغلت على التربة زي ما جت من الموقع من غير ما تنشفها ودي الطريقة المفضلة. الطريقة الجافة (Dry): لو كانت التربة طينية أوي أو رطبة جدًا واضطريت تسيبها تنشف في هوا عشان تعرف تكسرها وتشتغل عليها.

12.2.3 As-received water content, if determined, nearest 1 %.

## محتوى الرطوبة عند الاستلام، إذا تم تحديده، لأقرب ١%.

## الشرح للبند ١٢.٢.٣

يا هندسة لو كنت قست نسبة الرطوبة في العينة أول ما وصلت المعمل وقبل ما تعمل عليها أي حاجة لازم تسجل النسبة دي في التقرير.

12.2.4 Modified optimum water content, Mod-w<sub>opt</sub> to nearest 0.1 %.

١٢.٢.٤ المحتوى المائي الأمثل المعدل (Mod-w<sub>opt</sub>)، لأقرب ٠.١%.

## الشرح للبند ١٢.٢.٤

يا هندسة ده واحد من أهم رقمين في التقرير كله. لازم تكتب نسبة الرطوبة المثالية اللي طلعتها من قمة منحنى الدمك و الرقم ده لازم يكون دقيق جدًا لأقرب رقم عشري واحد .

12.2.5 Modified maximum (optimum) dry unit weight, Mod-γ<sub>d,max</sub> nearest 0.1 lbf/ft<sup>3</sup> or 0.02 kN/m<sup>3</sup>.

## الترجمة البند ١٢.٢.٥

١٢.٢.٥ أقصى (أمثل) كثافة وزنية جافة معدلة (Mod-γ<sub>d,max</sub>)، لأقرب ٠.١ رطل/قدم<sup>٣</sup> أو ٠.٠٢ كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>.

## الشرح للبند ١٢.٢.٥

ده ثاني أهم رقم في التقرير لازم تكتب أقصى كثافة جافة اللي طلعتها من قمة منحنى الدمك وبرضه لازم تكون دقيقة جدًا  
مثال للتوضيح: لو طلعت معاك ١٢٨.٣٤ رطل/قدم<sup>٣</sup> تسجلها ١٢٨.٣. لو طلعت معاك ٢٠.١٧٨ كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup> تسجلها ٢٠.١٨.

12.2.6 Type of rammer (manual or mechanical).

١٢,٢,٦ نوع المطرقة (يدوية أو ميكانيكية).

الشرح للبند ١٢,٢,٦  
يا هندسة لازم توضح في التقرير أنت استخدمت أنهي نوع  
مطرقة في الدمك:  
يدوية (Manual): لو كنت بتستخدم المطرقة اللي بترفعها  
وتنزلها بإيدك  
ميكانيكية (Mechanical): لو استخدمت الجهاز اللي بيدور  
ويخبط لوحده.

١٢,٢,٩ الكثافة النوعية وطريقة تحديدها، لأقرب قيمة ٠,١.

الشرح للبند ١٢,٢,٩  
يا هندسة لازم تكتب قيمة الكثافة النوعية  $G_s$  اللي  
استخدمتها عشان ترسم منحنى التشبع وتقول جبتها  
منين  
مثال للتوضيح: لو عملت اختبار: الكثافة النوعية  $G_s = 2.68$   
تم تحديدها باستخدام D854  
ولو قدرتها تقدير: الكثافة النوعية  $G_s = 2.70$   
تم تقديرها بناءً على بيانات سابقة لنفس المصدر

12.2.7 Soil sieve data when applicable for selection of Method (A, B, or C) used.

١٢,٢,٧ بيانات مناخل التربة عند الاقتضاء لاختيار الطريقة  
(A, أو B, أو C) المستخدمة.

الشرح للبند ١٢,٢,٧  
يا هندسة لازم تكتب النسب المئوية للمرور من المناخل  
اللي على أساسها اخترت طريقة الاختبار.  
مثال:  
لو اخترت طريقة C يبقى لازم تكتب في التقرير:  
• نسبة المار من منخل ¾ بوصة = ٨٥%.  
• نسبة المار من منخل ¾ بوصة = ٦٠%.  
• نسبة المار من منخل رقم ٤ = ٤٥%.

12.2.8 Description of sample used in test (as a minimum, color and group name and symbol), by Practice D2488, or classification by Test Method D2487.

الترجمة للبند ١٢,٢,٨  
وصف العينة المستخدمة في الاختبار (كحد أدنى، اللون  
واسم المجموعة ورمزها)، وفقاً للممارسة D2488، أو  
التصنيف وفقاً لطريقة الاختبار D2487.

الشرح للبند ١٢,٢,٨  
يا هندسة، لازم توصف التربة اللي اختبرتها عشان اللي  
يقرأ التقرير يتخيل شكلها. كحد أدنى، لازم تكتب: اللون:  
بنية، رمادية، صفراء... اسم المجموعة ورمزها. حسب  
D2488 (التصنيف الحقلي): مثلاً "رمل طيني (SC)" أو "زلط  
ضعيف التدرج (GP)". حسب D2487 (التصنيف المعلمي  
الكامل): وده الأدق لو عملت حدود أتربرج والتدرج الحبيبي

مثال: عينة رملية طينية (SC)، لونها بني مصفر.  
أو لو عملت تصنيف كامل: تم تصنيف العينة كـ (GW-GC)  
زلط جيد التدرج مع طين ورمل لونها بني.

12.2.9 Specific gravity and method of determination, nearest 0.01 value.

12.2.10 Identification of sample used in test, for example, project number/name, location, depth, and the like.

الترجمة للبند ١٢,٢,١٠  
بيانات تعريف العينة المستخدمة في الاختبار، على سبيل  
المثال، رقم/اسم المشروع، الموقع، العمق، وما شابه

الشرح للبند ١٢,٢,١٠  
يا هندسة لازم تكتب عنوان العينة بالتفصيل عشان نعرف  
نرجع لها لو احتجنا.  
مثال: المشروع: إنشاء كوبري السلام.  
الموقع: الجسة رقم ٥ (BH-05).  
العمق: من ٢,٠ إلى ٢,٥ متر.  
تاريخ أخذ العينة: ١٥-١٠-٢٠٢٥

12.2.11 Compaction curve plot showing compaction points used to establish compaction curve, and 100 % saturation curve, value or point of maximum dry unit weight and optimum water content.

الترجمة للبند ١٢,٢,١١  
رسم بياني لمنحنى الدمك يوضح نقاط الدمك المستخدمة  
لإنشاء المنحنى، ومنحنى التشبع ١٠٠%، وقيمة أو نقطة  
أقصى كثافة وزنية جافة والمحتوى المائي الأمثل..

الشرح للبند ١٢,٢,١١  
يا هندسة لازم ترفق مع التقرير اللوحة الفنية النهائية اللي  
هي منحنى الدمك ولازم يكون واضح عليها كل حاجة  
نقاط الاختبار الدواير أو المربعات اللي بتمثل كل عينة  
دكيته.  
منحنى الدمك: الخط اللي على شكل قبة اللي بيربط النقاط.  
منحنى التشبع ١٠٠%: الخط النظري المائل عشان نتأكد إن  
شغللك صح.  
النتائج النهائية: لازم تشاور على قمة المنحنى وتكتب  
جنبها بوضوح أقصى كثافة جافة = كذا والرطوبة المثلى =  
كذا.



NOTE 1—The Data Sheet(s)/Form requirements in Section 12 are not intended as requirements for reporting final test results to the requesting agency. The requirements apply to testing records for measurements, for intermediate calculations and for compaction points used to plot the compaction curve. It has been attempted in this test method to determine all measurements and calculations to four significant figures. The purpose is to ensure that precision is not lost due to rounding prior to plotting the compaction curve and that data sheets and forms retained by the laboratory contain that same degree of precision.

12.2.12 Percentages for the fractions retained ( $P_c$ ) and passing ( $P_F$ ) the sieve used in Method A, B, or C, nearest 1 %. In addition, if compaction data ( $Mod-w_{opt}$  and  $Mod-\gamma_{d,max}$ ) are corrected for the oversize fraction, include that data.

### الترجمة للبند ١٢.٢.١٢

النسب المئوية للأجزاء المحجوزة (PC) والمارة (PF) من المنخل المستخدم في الطريقة A، أو B، أو C، لأقرب ١%. بالإضافة إلى ذلك، إذا تم تصحيح بيانات الدمك ( $Mod-w_{opt}$  و  $Mod-\gamma_{d,max}$ ) من أجل الجزء ذي الحجم الزائد (الأوفر سايز) فقم بتضمين تلك البيانات.

### الشرح للبند ١٢.٢.١٢

يا هندسة لازم تكتب في التقرير نتيجة فصل العينة لجزئين:  
نسبة الجزء الخشن (PC): كام في المية من العينة كان أوفر سايز وما دخلش الاختبار.  
نسبة الجزء الناعم (PF): كام في المية من العينة هو اللي أنت اختبرته فعلاً.  
والجزء الأهم:  
لو كانت نسبة الجزء الخشن (PC) دي أكبر من ٥٠% يبقى لازم تعمل "تصحيح" للنتائج.

في الحالة دي، لازم تكتب في التقرير النتائج قبل وبعد التصحيح:  
• النتائج العملية (الي طلعت من المنحنى مباشرة).  
• النتائج المصححة (الي حسبتها بمعادلات التصحيح).

### مثال للتوضيح:

نسبة الأوفر سايز  $PC = 15\%$ .  
أقصى كثافة معملية = ١٩.٥ كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>.  
الرطوبة المثلى المعملية = ٩.٠%.  
أقصى كثافة مصححة = ٢٠.٤ كيلو نيوتن/م<sup>٣</sup>.  
الرطوبة المثلى المصححة = ٧.٨%.

### الزبدة:

وضح نسبة الزلط الي استبعدته ولو النسبة دي كبيرة، لازم تحط النتائج المصححة لأن هي دي الي هتمثل الواقع في الموقع.

### الترجمة لملاحظة ١١

ملاحظة ١١ – متطلبات ورقة/أوراق البيانات / النماذج في القسم ١٢ ليست مقصودة كمتطلبات لتقديم نتائج الاختبار النهائية للجهة الطالبة للاختبار. تنطبق هذه المتطلبات على سجلات الاختبار الخاصة بالقياسات، والحسابات الوسيطة، ونقاط الدمك المستخدمة لرسم منحنى الدمك. لقد تمت محاولة في طريقة الاختبار هذه لتحديد جميع القياسات والحسابات لأربعة أرقام معنوية. الغرض من ذلك هو ضمان عدم فقدان الدقة بسبب التقريب قبل رسم منحنى الدمك، وأن أوراق البيانات والنماذج التي يحتفظ بها المختبر تحتوي على نفس درجة الدقة.

### الشرح لملاحظة ١١

يا هندسة الملاحظة دي بتفرق بين حاجتين مهمين جداً:  
١. التقرير الداخلي للمعمل : ده السجل الكامل لكل خطوة وكل حساب تم جوه المعمل.  
٢. التقرير النهائي للعميل: ده التقرير المختصر الي بتقدمه للجهة الي طلعت الاختبار الاستشاري أو المالك.

### تعال نفصص الفكرة:

دفتر السجل: عندك دفتر بتسجل فيه كل تفصيلة دقيقة: حطيت ٣٥٧.٤ جرام دقيق ١٠٢.١ مليلتر مية، ودخلت الفرن على درجة حرارة ١٨١.٥ درجة مئوية لمدة ٢٥ دقيقة و١٥ ثانية... دفتر ده مليان تفاصيل وأرقام دقيقة جداً و ده هو الي الموصفة بتتكلم عنه في قسم ١٢.

التقرير النهائي: المختصر الي بتقدمه للعميل. الملاحظة دي بتقول إيه بالضبط؟

### ١. متطلبات القسم ١٢ هي لدفتر السجل :

كل القائمة الطويلة الي في القسم ١٢ من بند ١٢.٢.١ إلى ١٢.٢.١٢ دي هي الحد الأدنى من المعلومات الي لازم تكون متسجلة في السجلات الداخلية للمعمل. دي السجلات الي لو حصل أي خلاف أو مراجعة، بنرجع لها عشان نشوف كل خطوة وكل حساب تم إزاي وبأنهي دقة.



١٣.١ الدقة – معايير الحكم على مقبولية نتائج أقصى كثافة وزنية ومحتوى الماء الأمثل التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة موضحة في الجدول رقم ٣.

الشرح للبند ١٣.١

يا هندسة تخيل إنك حكم في مسابقة طبخ و اثنين شيفات طبخوا نفس الطبخة بنفس المكونات هل الطباخين هيطلعوا نسخة طبق الأصل ١٠٠%؟ غالبًا لا هيكون فيه فروقات بسيطة و مهمتك كحكم هي إنك تحدد هل الفروقات دي بسيطة ومقبولة ولا كبيرة لدرجة إن واحد فيهم طبخ غلط. البند ده بيقول نفس الكلام عن اختبار بروكتور.

طيب يعني الدقة ؟

الدقة مش معناها النتيجة الصحيحة لكنها معناها مدى تقارب النتائج من بعضها عند تكرار الاختبار. لو أنت عملت الاختبار مثلاً ٥ مرات وطلعت النتائج قريبة جدًا من بعض يبقى شغلك وعالي الدقة. ولو عملت الاختبار ٥ مرات وكل مرة النتيجة طلعت في حته شكل يبقى شغلك ومنخفض الدقة.

ماذا يقول البند ١٣.١؟

البند ده بيقولك: إحنا عارفين إن النتائج مش هتكون متطابقة ١٠٠% لو كررت الاختبار و عشان كده، عملناك

**جدول رقم ٣.**

**جدول رقم ٣** ده هو ميزان الحكم أو المسطرة اللي بنقيس بيها و هو بيحط حدود للاختلافات المقبولة. الجدول ده بيحددك أرقام ونسب مئوية للاختلاف المسموح به في:

١. أقصى كثافة وزنية Maximum Unit Weight.

٢. المحتوى المائي الأمثل Optimum Water Content.

الجدول ده بيفرق بين حالتين:

١. التكرارية داخل معمل واحد Single-Operator Precision: يعنى لو نفس الفني في نفس المعمل عمل الاختبار مرتين على نفس العينة أقصى اختلاف مقبول بين النتيجةين المفروض يكون كام.

٢. التكرارية بين معامل مختلفة Multilaboratory Precision:

لو معملين مختلفين في مدينيتين مختلفتين عملوا الاختبار على نفس العينة أقصى اختلاف مقبول بين نتيجةهم المفروض يكون كام و طبعًا الاختلاف المسموح به هنا بيكون أكبر.

الخلاصة:

البند ده بيمهد للجدول اللي بعده. هو بيقولنا إن فيه "حدود سماحية" للاختلافات الطبيعية اللي بتحصل في نتائج الاختبار، وإن جدول ٣ هو اللي بيحدد هذه الحدود. لو الفرق بين نتيجةين أقل من القيمة اللي في الجدول، بنعتبر النتيجةين مقبولتين إحصائيًا و لو الفرق أكبر يبقى فيه مشكلة عند واحد منهم على الأقل ولازم يتم مراجعة

٢. "الهدف هو الحفاظ على الدقة":

ليه المواصفة بتطلب كل التفاصيل دي وبدقة عالية (أربعة أرقام معنوية)؟

عشان تمنع حاجة اسمها خطأ التقريب التراكمي. و لو كل خطوة حسابية قعدت تقرب فيها الأرقام (مثلاً تقرب ٢,٣٦٨ J ٢,٤) وفي الخطوة اللي بعدها استخدمت الرقم المقرب ده هتلاقي النتيجة النهائية في الآخر بعيدة عن القيمة الحقيقية.

المواصفة بتقولك: احتفظ بكل الأرقام العشرية في حساباتك الوسيطة وفي الآخر خالص قرب النتيجة النهائية بس.

٣. التقرير النهائي للعميل ممكن يكون أبسط:

الملاحظة بتلمح إن التقرير اللي هتقدمه للجهة الطالبة ممكن يكون مختصر أكثر و العميل غالبًا مش محتاج يعرف وزن القالب كان كام بالضبط هو عايز يعرف الزبدة:

أقصى كثافة جافة (MDD).

الرطوبة المثلى (OWC).

منحنى الدمك.

تصنيف التربة.

الخلاصة:

المواصفة بتفرق بين التوثيق الداخلي والتقرير الخارجي. هي بتلزمك تحتفظ بملف قضية كامل ودقيق لكل اختبار تعمله (ده اللي شرحه قسم ١٢) عشان لو احتجته في أي وقت. لكنها بتديلك مرونة في شكل الملخص التنفيذي اللي بتقدمه للعميل واللي غالبًا بيحتوي على النتائج النهائية والخلاصة فقط.

#### 13. Precision and Bias<sup>4</sup>

##### ١٣. الدقة والتحيز

13.1 Precision—Criteria for judging the acceptability of maximum unit weight and optimum water content results obtained by this method are given in Table 3.

in Column 2 of Table 3 are the standard deviations that have been found to be appropriate for the conditions of test described in Column 1. Two results obtained in the same laboratory, by the same operator using the same equipment, in the shortest practical period of time, should not be considered suspect unless the difference in the two results exceeds the values given in Table 3, Column 3.

#### الترجمة للبند ١٣,١,١

١٣,١,١ دقة المشغل الواحد (التكرارية) — الأرقام في العمود الثاني من الجدول رقم ٣ هي الانحرافات المعيارية التي وجد أنها مناسبة لظروف الاختبار الموضحة في العمود الأول. نتيجتان يتم الحصول عليهما في نفس المختبر، بواسطة نفس المشغل وباستخدام نفس المعدات، في أقصر فترة زمنية عملية، لا يجب اعتبارهما موضع شك ما لم يتجاوز الفرق بين النتيجتين القيم الواردة في الجدول رقم ٣، العمود الثالث.

#### الشرح للبند ١٣,١,١

البند ده بيتكلم عن التكرارية أو بمعنى أبسط هل أنت صادق مع نفسك؟

تخيل إنك فني في معمل وخلصت اختبار بروكتور وطلعت نتيجة و مديرك شك في النتيجة وقالك عيد الاختبار ده ثاني فوراً بنفس كل حاجة. البند ده بيحط القواعد للحالة دي بالضبط.

#### شروط الحالة دي شروط التكرارية:

نفس المختبر: في معملك أنت.  
نفس المشغل: أنت نفسك اللي هتعمل الاختبار ثاني.  
نفس المعدات: نفس القالب و نفس المطرقة و نفس الميزان.  
أقصر فترة زمنية: يعني مش تعمله النهاردة وتعيده بعد أسبوع و تعمله وتخلصه وبعدين تبدأ في الثاني علطول.

#### ثالثاً: شرح الأرقام في جدول (٣)

البند ده بيقولك بص على جدول ٣ هتلاقي فيه عمودين مهمين للحالة دي:

العمود ٢: الانحراف المعياري Standard Deviation:

ده رقم إحصائي بيعبر عن مدى التشتت الطبيعي للنتائج حول القيمة المتوسطة وكل ما الرقم ده كان صغير، كل ما كانت الطريقة أدق والرقم ده بيستخدمه مديرو الجودة في المعامل عشان يعملوا تحليلات إحصائية متقدمة. ممكن نعتبره معلومة للمتخصصين أوي.

#### العمود ٣: الفرق المقبول بين نتيجتين Acceptable Difference:

ده هو الرقم اللي يهيك أنت!  
ده الحد الأقصى المسموح به للاختلاف.  
المواصفة بتقولك: لو الفرق بين نتيجتك الأولى ونتيجتك الثانية أقل من الرقم اللي في العمود ده يبقى النتيجتين مش موضع شك وشغلك تمام ومقبول.  
لكن لو الفرق أكبر من الرقم ده يبقى فيه حاجة غلط ولازم توقف وتشوف إيه المشكلة:  
هل العينة ما كانتش متجانسة؟  
هل فيه خطوة عملتها غلط في واحد من الاختباري.

#### المثال العملي للبند ١٣,١,١

لنفترض إن جدول ٣ بيقول إن الفرق المقبول لأقصى كثافة جافة هو ٠,٠٥ جم/سم<sup>٣</sup>.

أنت عملت الاختبار الأول وطلعت أقصى كثافة = ١,٨٥ جم/سم<sup>٣</sup>.

عدت الاختبار ثاني فوراً وطلعت أقصى كثافة = ١,٨٨ جم/سم<sup>٣</sup>.

الفرق بين النتيجتين: ١,٨٨ - ١,٨٥ = ٠,٠٣ جم/سم<sup>٣</sup>.  
الحكم: بما أن الفرق (٠,٠٣) أقل من الحد المسموح به (٠,٠٥)، فإن النتيجتين مقبولتين، وشغلك دقيق ومتكرر.

#### خامساً: الخلاصة

البند ده بيحط مسطرة لقياس مدى اتساق شغلك أنت شخصياً هو بيضمن إنك لو كررت نفس الخطوات، هتوصل لنتيجة قريبة جداً في كل مرة.  
العمود الثالث في جدول ٣ هو صديقك اللي بيقولك: كمل شغلك مضبوط أو استنى راجع نفسك.

13.1.2 Multilaboratory Precision (Reproducibility) The figures in Column 2 of Table 3 are the standard deviations that have been found to be appropriate for the conditions of test described in Column 1. Two results submitted by two different operators testing the same material in different laboratories shall not be considered suspect unless the difference in the two results exceeds the values given in Table 3, Column 3.

زي المرة الي فاتتالبند بيوجهك **جدول ٣** لكن الأرقام الي هنبس عليها هتكون في صفوف مختلفة مخصصة لـ.

العمود ٢: الانحراف المعياري Standard Deviation:

مرة ثانية، ده رقم إحصائي للمتخصصين.

هتلاحظ إن الرقم ده هنا أكبر من الرقم في حالة المعمل الواحد وده طبيعي لأن مصادر الخطأ زادت.

العمود ٣: الفرق المقبول بين نتيجتين Acceptable Difference:

ده هو الرقم الي يهمننا في فض النزاعات!

هتلاحظ إن الرقم ده أكبر بكثير من الرقم في حالة المعمل الواحد.

المواصفة بتعترف إن لما تغير المعمل والفني والأجهزة، طبيعي جدًا إن الاختلافات تزيد.

القاعدة:

لو الفرق بين نتيجة معمل المقاول ونتيجة معمل الاستشاري أقل من الرقم ده يبقى النتيجتين مش موضع شك وكلا المعملين يعتبر شغلهم مقبول إحصائيًا.

لكن لو الفرق أكبر من الرقم ده يبقى فيه مشكلة كبيرة.

لازم يتم التحقيق:

هل فيه معمل منهم أجهزته مش متعايرة؟

هل فيه فني مش مدرب كويس؟

هل العينات أصلًا ما كانتش نفس الحاجة؟

الخلاصة

البند ده هو محامي المواصفة الي بيحل الخلافات بين المعامل وهو بيحط حدود منطقية للاختلافات الي بتحصل بسبب تغير ظروف الاختبار بين مكان والثاني

وطالما الفرق بين النتائج جوه الحدود دي يبقى مفيش مشكلة ولو الفرق عدى الحدود يبقى لازم نبدأ تحقيق

عشان نعرف مصدر الخطأ فين.

البند ١٣.١.٢ المثال العملي

لنفترض إن **جدول ٣** بيقول إن الفرق المقبول بين معملين لأقصى كثافة جافة هو ٠.١٢ جم/سم<sup>٣</sup>.

معمل المقاول طلع النتيجة = ١.٨٥ جم/سم<sup>٣</sup>.

معمل الاستشاري طلع النتيجة = ١.٩٤ جم/سم<sup>٣</sup>.

الفرق بين النتيجتين: ١.٩٤ - ١.٨٥ = ٠.٠٩ جم/سم<sup>٣</sup>.

الحكم: بما أن الفرق (٠.٠٩) أقل من الحد المسموح به (٠.١٢) فإن النتيجتين مقبولتين.

مفيش داعي للخناق والاتنين شغلهم صح في حدود السماحية الإحصائية.

البند ١٣.١.٢ الترجمة

١٣.١.٢ الدقة بين المختبرات (القابلية لإعادة

الإنتاج) الأرقام في العمود الثاني من **الجدول رقم ٣** هي

الانحرافات المعيارية التي وجد أنها مناسبة لظروف

الاختبار الموضحة في العمود الأول. نتيجتان مقدمتان من

مشغلين مختلفين يختبران نفس المادة في مختبرات

مختلفة لا يجب اعتبارهما موضع شك ما لم يتجاوز الفرق

بين النتيجتين القيم الواردة في **الجدول رقم ٣**، العمود

الثالث.

البند ١٣.١.٢ الشرح

يا هندسة البند ده بيتكلم عن القابلية لإعادة الإنتاج.

تخيل سيناريو بيحصل كتير في المشاريع:

المقاول عنده معمل في الموقع والاستشاري عنده

معمل ثاني في مكان مختلف.

المقاول عمل اختبار بروكتور وطلع نتيجة.

الاستشاري مش واثق في النتيجة فبيأخذ جزء من نفس

عينة التربة ويبيعها للمعمل بتاعه عشان يعملوا الاختبار

هما كمان.

هنا عندنا نتيجتين لنفس التربة لكن من مطبخين مختلفين.

البند ده بيحط قواعد الحكم في الحالة دي.

شروط الحالة دي شروط القابلية لإعادة الإنتاج:

مختبرات مختلفة: معمل المقاول مقابل معمل

الاستشاري.

مشغلون مختلفون: فني هنا وفني هناك.

معدات مختلفة: كل معمل بيستخدم أجهزته الخاصة الي

المفروض كلها مطابقة للمواصفات.

نفس المادة: أهم شرط لازم تكون العينة الي اتعمل

عليها الاختبارين متاخدة من نفس الكيس أو نفس

المصدر ومتجانسة قدر الإمكان.

because there is no other method of determining the values of modified maximum unit weight and modified optimum water content.

DT55

### الترجمة للبند ١٣.٢

١٣.٢ التحيز (Bias) – ليس من الممكن تقديم معلومات عن التحيز لأنه لا توجد طريقة أخرى لتحديد قيم أقصى كثافة وزنية معدلة والمحتوى المائي الأمثل المعدل.

### الشرح للبند ١٣.٢

البند ده بيجابو على سؤال بسيط ومحير في نفس الوقت.

هل نتيجة اختبار بروكتور اللي بنطلعها دي هي النتيجة الصحيحة ١٠٠%؟

عشان نفهم إجابة الموصفة لازم نفرق بين كلمتين: الدقة Precision: اللي في البند ١٣.١ ومعناها هل نتائجك قريبة من بعضها؟.

اما التحيز Bias أو الصحة Accuracy: معناها هل نتيجتك قريبة من القيمة الحقيقية المطلقة؟.

مثال يوضح الفرق: تخيل إنك بتلعب رمي السهام.

دقة عالية تحيز عالي: كل السهام بتاعتك جت في نفس النقطة لكنها بعيدة عن مركز الهدف وأنت دقيق لكنك مش صح.

دقة منخفضة تحيز منخفض: السهام بتاعتك متفرقة لكنها كلها حوالين مركز الهدف. وأنت مش دقيق لكنك في المتوسط صح.

دقة عالية تحيز منخفض: كل السهام بتاعتك جت في نفس النقطة والنقطة دي هي مركز الهدف وأنت دقيق هصد هذه المطلب.

البند ١٣.٢ بيقول ؟

البند ده بيقول جملة في منتهى الصراحة: إحنا منقدرش نتكلم عن التحيز (Bias) في اختبار بروكتور.

ليه؟ عشان نقيس التحيز لازم يكون عندنا مرجع مطلق أو قيمة حقيقية معروفة مسبقًا نقارن نتيجتنا بيها.

مثلاً: لو عايز أعرف تحيز ميزان معين هجيب وزن قياسي عالمي معروف إن كتلته ١,٠٠٠ كيلو جرام بالضبط وأحطه على الميزان و لو الميزان قرأ ١,٠٠٥ كيلو جرام يبقى أنا عرفت إن فيه تحيز مقدار ٥ كيلو جرام.

اما في حالة اختبار بروكتور إيه هو المرجع المطلق لأقصى كثافة جافة؟

الإجابة: مفيش اي مرجع

لأن لا يوجد أي طريقة في الكون غير اختبار بروكتور نفسه تقدر تقول لنا القيمة الحقيقية المطلقة لأقصى كثافة جافة لتربة معينة.

اختبار بروكتور هو مش مجرد قياس لخاصية موجودة هو تعريف للخاصية دي و هو اللي بيخلق القيمة دي وبيعرفها.

الخلاصة: الموصفة هنا بتعترف بكل شفافية: اختبار بروكتور هو الحكم النهائي و هو اللي بيحط القيمة ومفيش حكم أعلى منه نقدر نقارن نتيجته بيه و لذلك من المستحيل علمياً إننا نقول هل نتيجة بروكتور متحيزة ولا لا لأننا معندناش قيمة صحيحة نقارنها بيها و كل اللي نقدر نحكم عليه هو دقة الاختبار أي مدى تقارب النتائج من بعضها عند تكراره.

TABLE 3 Precision Estimates

Conditions of Test and Test Property	Standard Deviation (1s)	Acceptable of Two Test Results (d2s) <sup>4</sup>
Single Operator Precision:		
Maximum Unit Weight (lb/ft <sup>3</sup> )	0.6	1.8
Optimum Water Content (percent)	0.4	1.0
Multilaboratory Precision:		
Maximum Unit Weight (lb/ft <sup>3</sup> )	1.6	4.4
Optimum Water Content (percent)	0.7	2.1

<sup>4</sup>These numbers represent, respectively, the (1s) and (d2s) limits as described in Practice C670 for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.



ظروف الاختبار وخاصية الاختبار	الانحراف المعياري (1s)	المدى المقبول للنتيجتي اختبار (d2s) <sup>٤</sup>
----------------------------------	------------------------------	---

دقة المشغل الواحد :

أقصى كثافة وزنية رطل / قدم <sup>٣</sup>	0.6	1.8
المحتوى المائي الأمثل (نسبة مئوية)	0.4	1.0
الدقة بين المختبرات:		
أقصى كثافة وزنية رطل / قدم <sup>٣</sup>	1.6	4.4
المحتوى المائي الأمثل (نسبة مئوية)	0.7	2.1

<sup>A</sup> هذه الأرقام تمثل، على التوالي، حدود (s) و (d2s) كما هو موضح في المواصفة **C670** لإعداد بيانات الدقة والتحيز لطرق اختبار مواد البناء. معلومة (التحويل: ١ رطل/قدم<sup>٣</sup> ≈ ٠.١٦٠٢ جم/سم<sup>٣</sup>)

### شرح الجدول ٣

الجدول ده هو كتالوج الفروقات المقبولة أو بمعنى ثاني: المسطرة اللي بنقيس بيها مدى تكرار ودقة نتائج اختبار بروكتور المعدل.

خلينا نقرأه بالأرقام اللي إحنا متعودين عليها (جم/سم<sup>٣</sup>) عشان الصورة تبقى أوضح.

#### الجزء الأول: دقة المشغل الواحد

يعني لو أنت بتعيد نفس الاختبار بنفسك في نفس المعمل على نفس التربة.

أقصى كثافة وزنية:

المدى المقبول بين اختبارين = ٠.٠٢٩ جم/سم<sup>٣</sup>

معناه: لو أول نتيجة كانت ١,٩٥٠ جم/سم<sup>٣</sup>، فالمفروض أي اختبار ثاني على نفس التربة يطلع ما بين:

١,٩٢١ إلى ١,٩٧٩ جم/سم<sup>٣</sup>

لو طلعت النتيجة ١,٩٨٥ جم/سم<sup>٣</sup> (فرق = ٠.٠٣٥)، يبقى الاختلاف أكبر من المسموح → فيه مشكلة محتاجة مراجعة.

المحتوى المائي الأمثل:

المدى المقبول = ١,٠%

مثال: لو الرطوبة المثلى كانت ١١,٥%، فأى اختبار ثاني يطلع بين ١٠,٥% و ١٢,٥% يعتبر تمام.

الجزء الثاني: الدقة بين المختبرات

ودي الحالة الواقعية اللي بتحصل لما معمل المقاول ومعمل الاستشاري يشتغلوا على نفس التربة.

أقصى كثافة وزنية:

المدى المقبول بين اختبارين = ٠,٧٠ جم/سم<sup>٣</sup>

مثال:

معمل المقاول = ١,٩٥٠ جم/سم<sup>٣</sup>

معمل الاستشاري = ٢,٠١٠ جم/سم<sup>٣</sup>

الفرق = ٠,٠٦٠ جم/سم<sup>٣</sup> > ٠,٠٧٠ جم/سم<sup>٣</sup>

النتيجة مقبولة الاتنين شغلهم سليم.

المحتوى المائي الأمثل:

المدى المقبول = ٢,١%

مثال: لو المقاول طلع ١١,٥% والاستشاري طلع ١٣,٥% فالفرق ٢,٠%.

مقبول لأن ٢,٠ > ٢,١.

الخلاصة النهائية للجدول (بالوحدات المفهومة):

الحالة الفارق المقبول في الكثافة الجافة الفارق المقبول في الرطوبة المثلى

داخل نفس المعمل  $\pm 0,03$  جم/سم<sup>٣</sup>  $\pm 1,0$ %

بين معامل مختلفة  $\pm 0,07$  جم/سم<sup>٣</sup>  $\pm 2,1$ %

القاعدة الذهبية هنا :

لو الاختلاف بين اختبارين داخل نفس الحدود دي النتيجة مقبولة إحصائيًا.

ولو الاختلاف أكبر يبقى فيه خلل في الأجهزة أو



NOTE 1—The precision estimates given in Table 3 are based on the analysis of test results from three pairs of AMRL proficiency samples. The data analyzed consisted of results from 144 to 253 laboratories for each of the three pairs of samples. The analysis included two classifications of fine grained soil (group symbol CL): lean clay with sand and sandy lean clay. Average maximum unit weights ranged from 125.8 lb/ft<sup>3</sup> to 132.6 lb/ft<sup>3</sup>. Average optimum water contents ranged from 8.0 percent to 10.4 percent.

**ملاحظة ١ - تقديرات الدقة الواردة في الجدول ٣ مبنية على تحليل نتائج اختبارات من ثلاثة أزواج من عينات الكفاءة الخاصة بـ AMRL. البيانات التي تم تحليلها تكونت من نتائج من ١٤٤ إلى ٢٥٣ مختبراً لكل زوج من أزواج العينات الثلاثة. شمل التحليل تصنيفين من التربة ناعمة الحبيبات (رمز المجموعة CL): طين قليل اللدونة مع رمل، وطين رملي قليل اللدونة. تراوح متوسط أقصى كثافة وزنية من ١٢٥,٨ رطل/قدم<sup>٣</sup> إلى ١٣٢,٦ رطل/قدم<sup>٣</sup>. وتراوح متوسط المحتوى المائي الأمثل من ٨,٠ في المائة إلى ١٠,٤ في المائة.**

شرح الملاحظة دي هي شهادة الضمان بتاعة جدول ٣ بتقولك إن الأرقام دي مش أي كلام دي خلاصة دراسة ضخمة وموثوقة على مئات المعامل وبتعرفك نوع التربة اللي اتبنت عليها الدراسة دي عشان تكون الصورة كاملة عندك.

#### 14. Keywords

##### ١٤. الكلمات المفتاحية

14.1 compaction characteristics; density; impact compaction using modified effort; laboratory tests; modified proctor test; moisture-density curves; soil compaction.

##### الترجمة للبند ١٤,١

١٤,١ خواص الدمك؛ الكثافة؛ الدمك بالصدم باستخدام الجهد المعدل؛ الاختبارات المعملية؛ اختبار بروكتور المعدل؛ منحنيات الرطوبة-الكثافة؛ دمك التربة.

##### الشرح للبند ١٤,١

يا هندسة، القسم ده مفيهوش أي معلومات فنية جديدة. هو ببساطة عبارة عن "هاشجات" أو "عناوين أرشفة" للمواصفة دي. إيه فايدته؟ تخيل إنك في مكتبة ضخمة جدّا، والمواصفة دي عبارة عن كتاب. عشان الناس تقدر تلاقي الكتاب ده بسهولة، أمين المكتبة بيحط عليه شوية "ملصقات" أو "كلمات دالة" بتلخص محتواه.

القسم ده بيعمل نفس الحاجة بس في العالم الرقمي هقاعد البيانات الهندسية.

##### فايدته العملية:

١. سهولة البحث: لو مهندس دخل على قاعدة بيانات ASTM أو أي محرك بحث هندسي وكتب أي كلمة من الكلمات دي (مثلاً "moisture-density curves" أو "soil compaction")، المواصفة D1557 هتظهرله في أول نتائج البحث.

٢. الربط والتصنيف: بيساعد على ربط المواصفة دي بالمواصفات الثانية اللي بتتكلم في نفس المواضيع. بيحطها في "رف" واحد مع كل ما يخص دمك التربة والكثافة.

تعال نبص على الكلمات اللي اختاروها:

خواص الدمك (compaction characteristics): كلمة عامة بتوصف الموضوع.

الكثافة (density): لأن ده هو الهدف الأساسي من الاختبار.

الدمك بالصدم باستخدام الجهد المعدل (impact compaction using modified effort): وصف دقيق جدّا لنوع الاختبار (دمك بالخط، مش بالهز أو العجن) ولطاقة الاختبار (الجهد المعدل، مش القياسي).

الاختبارات المعملية (laboratory tests): عشان يميزه عن الاختبارات الحقلية. اختبار بروكتور المعدل (modified proctor test): الاسم الشائع والمشهور للاختبار.

منحنيات الرطوبة-الكثافة (moisture-density curves): بيوصف المنتج النهائي للاختبار. دمك التربة (soil compaction): المجال الهندسي الأوسع اللي بيتنمي له الاختبار.

الخلاصة: القسم ده هو مجرد "فهرس" أو "بطاقة تعريف" للمواصفة عشان تتأرشف صح ويكون من السهل العثور عليها والوصول إليها. هو آخر كلمة المواصفة بتقولها عشان تعرف نفسها للعالم.

## ملحق

(Mandatory Information)

## (معلومات إلزامية)

## A1. VOLUME OF COMPACTION MOLD

## A1. حجم قالب الدمك

## A1.1 Scope

## A1.1 النطاق

A1.1.1 This annex describes the method for determining the volume of a compaction mold.

## الترجمة

A1.1.1 يصف هذا الملحق طريقة تحديد حجم قالب الدمك.

## الشرح A1.1.1

يا هندسة البند ده هو عنوان الملحق بيقول بكل وضوح إن الهدف من كل الكلام اللي جاي هو شرح الطريقة الرسمية المعتمدة لمعرفة الحجم الدقيق لقالب الدمك اللي بتستخدمه في اختبار بروكتور. ببساطة هو بيعرفك إننا هنا مش بنتكلم عن أي حاجة تانية غير خطوات معايرة حجم القالب.

A1.1.2 The volume is determined by two methods, a water-filled method and a linear-measurement method.

## الترجمة

A1.1.2 يتم تحديد الحجم بطريقتين، طريقة الملء بالماء وطريقة القياس الخطي.

## الشرح A1.1.2

A1.1.2 يا هندسة، البند ده بيقولك إن عندك "طريقتين" أو خيارين عشان تعابير حجم القالب:

طريقة الملء بالماء:

فكرتها: بنوزن القالب وهو فاضي، وبعدين نملاه مية بالكامل ونوزنه تاني. من فرق الوزنين (اللي هو وزن المية) وبمعرفة كثافة المية، نقدر نحسب حجمها، اللي هو نفسه حجم القالب. دي الطريقة الأكثر دقة وشيوعاً.

طريقة القياس الخطي:

فكرتها: بنستخدم "قدمة ذات ورنية دقيقة عشان نقيس القطر الداخلي للقالب في أماكن مختلفة، ونقيس ارتفاعه. من متوسط القياسات دي بنحسب الحجم بمعادلة حجم الأسطوانة ( $\pi * r^2 * h$ ). دي طريقة أسرع لكنها أقل دقة من طريقة المية.

الخلاصة: المواصفة بتديك طريقتين لمعايرة القالب واحدة كيميائية/فيزيائية بالماء والتانية هندسية بالقياسات.

A1.1.3 The water filling method for the 4-in. (106.5-mm) mold, when using a balance readable to nearest g, does not yield four significant figures for its volume, just three. Based on Practice D6026, this limits the density/unit weight determinations previously presented from four to three significant figures. To prevent this limitation, the water filling method has been adjusted from that presented in early versions of this test method.

## الترجمة:

A1.1.3 طريقة الملء بالماء للقالب ٤ بوصة (١٠٦.٥ مم)، عند استخدام ميزان يقرأ لأقرب جرام، لا تعطي أربعة أرقام معنوية لحجمه، بل ثلاثة فقط. بناءً على المواصفة D6026، فإن هذا يحد من دقة تحديد الكثافة/الكثافة الوزنية المقدمة سابقاً من أربعة إلى ثلاثة أرقام معنوية. لمنع هذا القصور، تم تعديل طريقة الملء بالماء عن تلك التي قدمت في الإصدارات السابقة من طريقة الاختبار هذه.

## الشرح A1.1.3

يا هندسة البند ده عبارة عن ملاحظة تاريخية وفنية مهمة جداً بتقول:

في الإصدارات القديمة من المواصفة لما كانوا بيعايروا القالب الصغير (٤ بوصة) بطريقة المية كانوا بيستخدموا ميزان عادي بيقراً لأقرب جرام (g).

ووزن المية اللي بيملا القالب ده بيكون حوالي ٩٤٤ جرام. لما تسجل الرقم ده لأقرب جرام، أنت كده بتسجله بـ ٣ أرقام معنوية بس (٩-٤-٤).

المواصفة الأم للمعايرة (D6026) بتقول: "دقة حساباتك النهائية لا يمكن أن تكون أعلى من دقة أضعف قياس استخدمته".

بما إن الحجم (V) دقته ٣ أرقام معنوية بس، فده معناه إن حساب الكثافة ( $\rho = M/V$ ) لازم تكون دقته ٣ أرقام معنوية بس. وده بيتعارض مع طلب المواصفة نفسها اللي عايزة الكثافة بـ ٤ أرقام معنوية.

وعشان يحلوا المشكلة دي، عدلوا خطوات طريقة الملء بالماء في الإصدارات الحديثة.

التعديل ده (زي ما هنشوف لاحقاً) بيعتمد على استخدام أدوات أدق (زي ميزان يقرأ لأقرب ٠.١ جرام، أو لوح زجاجي لضبط سطح المية) عشان يوصلوا بدقة قياس الحجم لـ ٤ أرقام معنوية.

الخلاصة: البند ده بيقولك "إحنا كنا بنعملها زمان بطريقة فيها قصور في الدقة، لكننا صلحناها في الإصدار الحالي عشان نضمن إن كل حساباتنا توصل للدقة المطلوبة (٤ أرقام معنوية).

## A1.2 Apparatus

A1.2.1 In addition to the apparatus listed in Section 6, the following items are required:

#### A1.2.1 بالإضافة إلى الأجهزة المذكورة في القسم ٦، فإن البنود التالية مطلوبة:

A1.2.1.1 Vernier or Dial Caliper, having a measuring range of at least 0 to 6 in. (0 to 150 mm) and readable to at least 0.001 in. (0.02 mm).

##### الترجمة

A1.2.1.1 قدمة ذات ورنية (فرجار) أو قدمة ذات مؤشر، بمدى قياس لا يقل عن ٠ إلى ٦ بوصة (٠ إلى ١٥٠ مم) وبدقة قراءة لا تقل عن ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم).

##### الشرح A1.2.1.1:

البند ده بيقولك عشان تبدأ عملية المعايرة، هتحتاج شوية أدوات إضافية غير أدوات الاختبار الأساسية.

##### أول أداة مطلوبة:

قدمة ذات ورنية (Vernier Caliper): دي الأداة الهندسية الدقيقة اللي بنستخدمها عشان نقيس الأبعاد الصغيرة بدقة عالية. ليه بنحتاجها؟ دي الأداة الأساسية في "طريقة القياس الخطي"، اللي بنقيس بيها القطر الداخلي والارتفاع بتاع القالب.

##### المواصفات المطلوبة فيها:

مدى القياس: لازم تقدر تقيس لحد ٦ بوصة (١٥ سم) على الأقل، عشان تقدر تقيس قطر القالب الكبير. دقة القراءة: لازم تكون دقيقة جداً، وتقدر تقرأ لحد ٠,٠٠١ بوصة (أو ٠,٠٢ مليمتر). دي دقة عالية جداً بتضمن إن قياساتنا هتكون مضبوطة.

الخلاصة: لازم يكون عندك "قدمة ذات ورنية" دقيقة ومناسبة عشان تقدر تنفذ طريقة القياس الخطي لمعايرة القالب.

##### الترجمة:

A1.2.1.2 ميكرومتر داخلي (اختياري)، بمدى قياس لا يقل عن ٢ إلى ١٢ بوصة (٥٠ إلى ٣٠٠ مم) وبدقة قراءة لا تقل عن ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم).

##### الشرح A1.2.1.2 :

البند ده بيقترح عليك أداة ثانية ممكن تستخدمها لكنها اختيارية.

ميكرومتر داخلي: دي أداة قياس ثانية، متخصصة أكثر في قياس الأقطار الداخلية بدقة شديدة. بتكون أدق من القدمة ذات الورنية في قياس الأقطار الكبيرة.

ليه هي اختيارية؟ لأن القدمة ذات الورنية (الي في البند الي فات) تقدر تقوم بنفس المهمة. لكن لو عندك ميكرومتر داخلي، فده هيكون أفضل وأدق لقياس قطر القالب، خصوصاً القالب الكبير (٦ بوصة).

المواصفات المطلوبة (لو هتستخدمه):

مدى القياس: لازم يكون واسع عشان يقدر يقيس الأقطار المختلفة.

دقة القراءة: نفس دقة القدمة، ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم).

الخلاصة: لو عايز دقة أعلى في قياس القطر الداخلي ممكن تستخدم "ميكرومتر داخلي". لو مش عندك "القدمة ذات الورنية" كافية وتقوم بالواجب.

A1.2.1.3 Depth Micrometer (optional), having a measuring range of at least 0 to 6 in. (0 to 150 mm) and readable to at least 0.01 in. (0.02 mm).

##### الترجمة

A1.2.1.3 ميكرومتر عمق (اختياري)، بمدى قياس لا يقل عن ٠ إلى ٦ بوصة (٠ إلى ١٥٠ مم) وبدقة قراءة لا تقل عن ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم). الشرح A1.2.1.3

يا هندسة دي تالت أداة قياس بيقترحها الملحق وبرضه هي اختيارية.

ميكرومتر عمق: دي أداة متخصصة في قياس الأعماق أو الارتفاعات الداخلية بدقة فائقة.

ليه هي اختيارية؟ لأن القدمة ذات الورنية العادية فيها جزء مخصص لقياس العمق، ويقدر يقوم بالمهمة. لكن لو عايز دقة أعلى في قياس ارتفاع القالب، فميكرومتر العمق هو الأفضل.

المواصفات المطلوبة (لو هتستخدمه):

مدى القياس: لازم يقدر يقيس لحد ٦ بوصة (١٥ سم) عشان يغطي ارتفاع القالب.

دقة القراءة: نفس الدقة العالية المطلوبة، ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم).

A1.2.1.4 Plastic or Glass Plates—Two plastic or glass plates about 8 in. by 8 in. by ¼ in. thick (200 mm by 200 mm by 6 mm).

#### الترجمة:

A1.2.1.4 لوحان من البلاستيك أو الزجاج - بمقاس حوالي ٨ × ٨ بوصة وبسماكة ¼ بوصة (٢٠٠ × ٢٠٠ مم وبسماكة ٦ مم).

#### الشرح A1.2.1.4

يا هندسة، هنا سيينا أدوات القياس الخطي ودخلنا على الأدوات المطلوبة لطريقة الملء بالماء. إيه هي الألواح دي؟ لوحين مربعين من الزجاج أو البلاستيك الشفاف، يكونوا مسطحين تمامًا.

#### ليه بنحتاجهم؟

واحد منهم بيستخدم كغطاء للقالب: بعد ما نملأ القالب بالمية لحد ما تبقى قبة فوق السطح بنحط اللوح الزجاجي ده فوق القالب بحرص. اللوح ده بيبيح أي مية زيادة وبيضمن إن سطح المية مستوي تمامًا مع حافة القالب العلوية. ده بيضمن إننا بنقيس حجم القالب بالضبط، مش أكثر.

التاني بيستخدم كقاعدة (أحيانًا): ممكن نستخدم اللوح التاني كقاعدة ناعمة ومستوية نحط عليها القالب أثناء عملية الوزن.

#### المواصفات المطلوبة:

المقاس: حوالي ٢٠ سم × ٢٠ سم، عشان يكون أكبر من قطر القالب ويسهل التعامل معاه.

السماكة: حوالي ٦ مم، عشان يكون قوي وميتكسرش بسهولة.

الخلاصة: الألواح الزجاجية أو البلاستيكية دي أداة أساسية ومهمة جدًا في طريقة الملء بالماء عشان نضمن إن سطح المية مستوي تمامًا مع حافة القالب، وده شرط أساسي لدقة قياس الحجم.

#### الترجمة

A1.2.1.5 ترمومتر أو أي جهاز آخر لقياس الحرارة، بدقة قراءة ٠,١ درجة مئوية وبحد أقصى للخطأ المسموح به ٠,٥ درجة مئوية.

#### الشرح A1.2.1.5

يا هندسة، دي تاني أداة أساسية في "طريقة الملء بالماء".

#### ليه بنحتاج ترمومتر؟

لأن كثافة الماء تتغير مع تغير درجة حرارته. التغير ده طفيف، لكن المواصفة عايزة دقة عالية، فلازم ناخده في الاعتبار.

لما بنوزن المية اللي ملت القالب، لازم نعرف درجة حرارتها في نفس اللحظة. بعدين بنستخدم جداول قياسية عشان نجيب "كثافة الماء" الدقيقة عند درجة الحرارة دي بالضبط.

لو استخدمنا كثافة غلط، حساب الحجم هيطلع غلط.

#### المواصفات المطلوبة:

دقة القراءة: لازم يكون دقيق ويقدر يقرأ لحد ٠,١ درجة مئوية (مثلًا يقرأ ٢٣,٤ درجة، مش بس ٢٣).

الخطأ المسموح به: لازم يكون الترمومتر نفسه متعاير ومضبوط، والخطأ في قراءته لا يزيد عن نصف درجة مئوية.

الخلاصة: الترمومتر ضروري في طريقة الملء بالماء عشان نعرف درجة حرارة المية بدقة، وده بيسمح لنا نستخدم قيمة كثافة الماء الصحيحة في حساباتنا وبالتالي نوصل لحجم القالب الدقيق.

A1.2.1.5 Thermometer or other Thermometric Device, hav-

A1.2.1.6 Stopcock Grease or similar sealant.

### الترجمة

**A1.2.1.6 شحم سدادات (Stopcock Grease) أو مادة مانعة للتسرب مماثلة.**

#### الشرح A1.2.1.6

يا هندسة دي آخر أداة مطلوبة في طريقة الملء بالماء وهي مادة بسيطة لكنها مهمة جدًا.

إيه هو شحم السدادات ده؟

ده نوع من الشحم الكثيف واللزج (زي الفازلين السميكة)، بيستخدم في المعامل عشان يسد الفراغات الصغيرة ويمنع التسريب.

ليه بنحتاجه هنا؟

لما بنحط اللوح الزجاجي على حافة القالب المليان مية، ممكن يكون فيه فراغات شعرية دقيقة جدًا بين سطح المعدن وسطح الزجاج. الفراغات دي ممكن تسبب تسريب بسيط للمية.

عشان نمنع أي تسريب للمية (حتى لو قطرة واحدة، لأنها هتأثر على دقة الوزن)، بنحط طبقة رقيقة جدًا من الشحم ده على حافة القالب العلوية قبل ما نملأه بالمية.

لما نحط اللوح الزجاجي، الشحم ده بيملأ أي فراغات ويعمل ختم كامل يمنع تسريب المية تمامًا.

الخلاصة: الشحم ده بيستخدم كجوان أو مانع تسرب مؤقت بين حافة القالب واللوحة الزجاجية، لضمان عدم فقدان أي نقطة ماء أثناء عملية المعايرة، وده بيحافظ على دقة قياس الحجم النهائي للقالب.

### الترجمة

**A1.2.1.7 ماء مقطر أو ماء منزوع الأيونات – يمكن استخدام أي من النوعين لملء القالب عند تحديد حجمه باستخدام طريقة الملء بالماء. يمكن شراء الماء المقطر أو الماء منزوع الأيونات وهو متوفر في معظم متاجر البقالة. في إجراء طريقة الملء بالماء، يشار إلى الماء المقطر أو الماء منزوع الأيونات باسم "ماء".**

#### الشرح A1.2.1.7

يا هندسة البند ده بيحدد نوع المية اللي لازم نستخدمها في طريقة الملء بالماء.

ليه مش مية حنفية عادية؟

مية الحنفية فيها أملاح معدنية وشوائب دايرة وده بيفير كثافتها شوية عن كثافة الماء النقي ( $H_2O$ ).

كمان مية الحنفية ممكن يكون فيها فقاعات هواء دايرة تؤثر على الحجم المحسوب.

عشان الحسابات تكون دقيقة وموحدة في كل المعامل، لازم نستخدم ماء نقي كثافته معروفة وموجودة في جداول قياسية عالمية.

إيه هي الخيارات المتاحة؟

ماء مقطر (Distilled Water): ماء تم غليه وتكثيف بخاره خالي تمامًا من الأملاح والمعادن.

ماء منزوع الأيونات (De-ionized Water): ماء تم تمريره على فلاتر خاصة لإزالة كل الأيونات والأملاح.

ملاحظة:

المواصفة بتقول إن النوعين دول سهلين ومتوافرين ممكن تشتريهم جاهزين ولما نقول كلمة ماء في الخطوات الجاية فهي تعني أي من النوعين: ماء مقطر أو منزوع الأيونات.

الخلاصة: لازم تستخدم ماء نقي (مقطر أو منزوع الأيونات) في المعايرة، عشان كثافته القياسية معروفة بدقة، وده يضمن إن حسابات حجم القالب صحيحة وموحدة.

A1.2.1.7 *Distilled Water or De-ionized Water*—Either type of water may be used to fill the mold when determining the mold volume using the water-filling method. Distilled water or de-ionized water may be purchased and is available in most grocery stores. In the procedure for the water-filling method, distilled water, or de-ionized water, is referred to as water.

A1.2.1.8 *Miscellaneous equipment*—Bulb syringe, towels, etc.

## الترجمة

A1.2.1.8 معدات متنوعة - حقنة مطاطية مناشف، إلخ.

## الشرح A1.2.1.8

يا هندسة البند ده بيشمل الأدوات المساعدة الصغيرة الي ملهاش مواصفات فنية، لكنها ضرورية عشان الشغل يطلع نظيف ومضبوط.

زي الحقنة المطاطية أو السحاحة أو حتى قطارة.

فايدتها إيه؟ لما تملأ القالب بالمية، صعب توصل بالظبط للحافة. بالأدوات دي، تقدر تضيف المية "نقطة نقطة" في الآخر عشان توصل للمستوى المطلوب بدقة متناهية، أو تشيل أي زيادة بسيطة حصلت.

مناشف:

أي شغل فيه مية لازم يكون جنبك فوط قماش أو مناديل ورقية.

فايدتها إيه؟ عشان تنشف أي مية اتكبت بره والأهم تنشف السطح الخارجي للقالب قبل الميزان. أي نقطة مية على السطح الخارجي هتزداد الوزن وتدي قراءة غلط.

إلخ (etc):

تشمل أي حاجة تانية ممكن تحتاجها زي وعاء لصب المية أو قفازات عشان متسيبش بصمات على الألواح الزجاجية.

الخلاصة: جهز الأدوات المساعدة دي جنبك، لأنها هتسهل الشغل جدًا وهتساعدك توصل لنتائج دقيقة عن طريق التحكم في كمية المية والحفاظ على جفاف الأسطح الخارجية.

## A1.3 Precautions

## A1.3 الاحتياطات

A1.3.1 Perform this method in an area isolated from drafts or extreme temperature fluctuations.

## الترجمة

A1.3.1 قم بتنفيذ هذه الطريقة في منطقة معزولة عن تيارات الهواء أو التقلبات الشديدة في درجات الحرارة.

## الشرح A1.3.1

اعمل المعايير في ركن هادي في المعمل بعيد عن الشبابيك والأبواب ومخارج التكييف الهدف هو خلق بيئة مستقرة قدر الإمكان عشان نمنع أي عوامل خارجية تبخر أو تغير حرارة من التأثير على دقة قياساتنا الحساسة.

## A1.4 Procedure

## A1.4 الإجراء

A1.4.1 Water-Filling Method:

A1.4.1.1 Lightly grease the bottom of the compaction mold and place it on one of the plastic or glass plates. Lightly grease the top of the mold. Be careful not to get grease on the inside of the mold. If it is necessary to use the base plate, as noted in 10.4.7, place the greased mold onto the base plate and secure with the locking studs.

## الترجمة

A1.4.1.2 املأ القالب تدريجيًا بالماء المقطر أو منزوع الأيونات باستخدام الحقنة المطاطية أو أداة مناسبة أخرى حتى يصل الماء إلى الحافة العليا للقالب. ضع بعناية اللوح البلاستيكي أو الزجاجي العلوي لتسوية السطح ومنع الفقاعات أو التسريب.

## الشرح A1.4.1.2

يا هندسة الخطوة دي هي ملء القالب بالسوائل بطريقة دقيقة جدًا.

## الخطوات بالتفصيل:

الملء التدريجي: استخدم الحقنة المطاطية أو أي أداة دقيقة لتضيف الماء نقطة نقطة، خصوصًا قرب الحافة عشان ما يزيدش أو يقل الماء عن المطلوب.

الوصول للحافة: الهدف إن سطح الماء يوصل تمامًا للحافة العلوية للقالب.

تسوية السطح: بعد ما يكتمل الملء، ضع اللوح البلاستيكي أو الزجاجي العلوي برفق. ده بيخلي السطح مستوي تمامًا مع حافة القالب ويمنع أي فقاعات هواء أو تسرب.

ملاحظة: أي زيادة في الماء هتأثر على حساب الحجم عشان كده لازم تتحكم بدقة في الكمية.

الخلاصة: هذه الخطوة تهدف لضبط كمية الماء بدقة ولضمان أن السطح مستوي تمامًا، لتجنب أي أخطاء في حساب حجم القالب.





A1.4.1.2 Determine the mass of the greased mold and both plastic or glass plates to the nearest 1 g and record,  $M_{mp}$ . When the base plate is being used in lieu of the bottom plastic or glass plate determine the mass of the mold, base plate and a single plastic or glass plate to be used on top of the mold to the nearest 1 g and record.

#### الترجمة

A1.4.1.2 حدد كتلة القالب المشحم وكلا اللوحين البلاستيكيين أو الزجاجيين لأقرب جرام وسجلها،  $M_{mp}$ . عند استخدام لوحة القاعدة بدلاً من اللوح البلاستيكي أو الزجاجي السفلي، حدد كتلة القالب ولوحة القاعدة ولوح بلاستيكي أو زجاجي واحد سيستخدم فوق القالب لأقرب جرام وسجلها.

#### الشرح A1.4.1.2

يا هندسة، الخطوة دي هي تصفير العداد ولازم نعرف وزن النظام كله وهو فاضي عشان نطرحه في الآخر ونجيب وزن المية لوحدها.  
الحالة العادية باستخدام لوحين زجاج:  
جمع المكونات: هات القالب اللي لسه حاطط عليه الشحم، واللوح الزجاجي اللي تحته، واللوح الزجاجي الثاني اللي هتغطي به.  
ضعهم على الميزان: حط التلات حاجات دول مع بعض على الميزان.  
سجل الوزن: سجل القراءة اللي هتطلع لأقرب جرام. المواصفة بتسمي الوزن ده  $M_{mp}$  اختصار ل Mass of mold and plates.  
الحالة الخاصة باستخدام القاعدة المعدنية:  
جمع المكونات: هات القالب وهو راكب في قاعدته المعدنية (الي بينهم شحم)، واللوح الزجاجي الوحيد اللي هتغطي به.

ضعهم على الميزان: حط الحاجات دي كلها مع بعض على الميزان.  
سجل الوزن: سجل القراءة اللي هتطلع لأقرب جرام.  
ليه بنوزن اللوحين مع القالب؟ عشان لما نوزن القالب وهو مليون مية ومتغطي باللوح الثاني، يكون الفرق في الوزن هو "وزن المية فقط". إحنا كده بنلغي وزن الألواح من المعادلة من البداية.  
الخلاصة: الخطوة دي هي تسجيل الوزن المرجعي للنظام كله (قالب + شحم + ألواح زجاجية أو قاعدة) وهو جاف تمامًا، عشان نستخدم الرقم ده في حساباتنا النهائية.

#### الترجمة

A1.4.1.3 ضع القالب واللوح السفلي على سطح ثابت ومستوي واملأ القالب بالماء حتى يعلو قليلاً عن حافته.

#### الشرح A1.4.1.3

حط القالب على سطح أفقي وصب المية بهدوء لحد ما تعمل قبة بسيطة فوق الحافة و الخطوة دي بتجهز القالب للمرحلة الأهم وهي وضع الغطاء الزجاجي.

A1.4.1.4 Slide the second plate over the top surface of the mold so that the mold remains completely filled with water and air bubbles are not entrapped. Add or remove water as necessary with a bulb syringe.

#### الترجمة

A1.4.1.4 ازلق اللوح الثاني فوق السطح العلوي للقالب بحيث يظل القالب ممتلئاً تماماً بالماء ولا يتم حبس فقاعات هواء. أضف أو أزل الماء حسب الضرورة باستخدام حقنة مطاطية.

#### الشرح A1.4.1.4

يا هندسة الخطوة دي هي اللي بتتطلب دقة وحرص. فن إزلاق اللوح الزجاجي:  
لا تضعه رأسياً: أوعى تمسك اللوح الزجاجي وتنزله على القالب من فوق لتحت. لو عملت كده ١٠٠% هتحبس فقاعة هواء كبيرة في النص.  
ازلقه أفقياً (Slide it): الطريقة الصح هي إنك تميل اللوح شوية، وتخلي حافته تلمس حافة القالب من ناحية، وبعدين تبدأ "تزلقه" أو "تمشيه" أفقياً فوق فتحة القالب.  
الهدف: وأنت بتزلق اللوح، هو بيطرد الهواء قدامه وبيزيح المية الزيادة من على الجوانب. لما اللوح يغطي الفتحة بالكامل، المفروض يكون كل الهواء طلع، والقالب مليون مية ١٠٠%.  
افحص بعينك: بص من خلال اللوح الزجاجي الشفاف. هل شايف أي فقاعات هواء محبوسة جوه؟ حتى لو فقاعة صغيرة جداً؟  
لو فيه فقاعات: ارفع اللوح، واستخدم الحقنة المطاطية (أو السحاحة) عشان تضيف نقطة مية أو اثنين مكان الفقاعة، وكرر عملية إزلاق اللوح ثاني.  
لو المية ناقصة: لو حسيت إن اللوح مش بيزيح مية كفاية، ممكن تكون "القبة" اللي عملتها في الأول مش كافية.  
ارفع اللوح وضيف شوية مية بالحقنة، وكرر العملية.  
الخلاصة: الخطوة دي هدفها تغطية القالب باللوح الزجاجي بطريقة تضمن طرد كل الهواء المحبوس، والتأكد من أن الفراغ الداخلي للقالب ممتلئ تماماً بالماء فقط لا غير. دي أكثر خطوة محتاجة ممارسة وصبر عشان تطلع مضبوطة.



A1.4.1.5 Completely dry any excess water from the outside of the mold and plates.

A1.4.1.6 Determine the mass of the mold, plates and water and record to the nearest 1 g,  $M_{mp,w}$ .

### الترجمة

A1.4.1.5 جفف تمامًا أي ماء زائد من السطح الخارجي للقالب والألواح.

#### A1.4.1.5 الشرح

يا هندسة، بعد ما وضعت اللوح الزجاجي أكيد فيه مية اتكبت على جوانب القالب وعلى اللوح نفسه من فوق ومن تحت قبل ما تفكر تلمس الميزان لازم تنصف كل ده.

ليه الخطوة دي مهمة جدًا؟

الميزان اللي بنستخدمه حساس جدًا بيقرأ لأقرب ٠.١ جرام في بعض الحالات.

قطرة مية واحدة وزنها ممكن يكون حوالي ٠.٠٥ جرام. شوية قطرات متجمعة على جوانب القالب ممكن توصل لجرام أو اثنين بسهولة.

لو وزنت القالب وهو مبلول من بره، الوزن اللي هيطلع هيكون "وزن القالب والمية اللي جواه + وزن المية اللي لازقة عليه من بره". ده هيخلي حسابات حجم القالب تطلع أكبر من الحقيقة، وبالتالي كل حسابات الكثافة اللي هتعملها بعد كده هتطلع أقل من الحقيقة.

إزاي تعملها صح؟

استخدم منشفة أو مناديل ورقية جافة.

امسح جوانب القالب بحرص.

امسح سطح اللوح الزجاجي العلوي.

ارفع النظام كله بحرص القالب باللوحين وامسح أي مية على البنش تحته، وجفف سطح اللوح السفلي.

اتأكد إن كل الأسطح الخارجية جافة تمامًا.

الخلاصة: الخطوة دي هي خطوة إزالة الضوضاء من القياس. لازم تتأكد إن الميزان هيقرأ وزن المية اللي جواه القالب بس مش أي مية تانية لازقة على السطح الخارجي.

### الترجمة

A1.4.1.6 حدد كتلة القالب والألواح والماء وسجلها لأقرب ١ جرام،  $M_{mp,w}$ .

#### A1.4.1.6 الشرح

يا هندسة بعد ما جهزت كل حاجة وتأكدت إن مفيش هواء جوه وإن السطح الخارجي جاف تمامًا، حان وقت الوزن.

انقل النظام للميزان: بحرص شديد ارفع كل المكونات اللي بتعايرها مع بعض كوحدة واحدة وهو ده اللي بنسميه النظام: القالب + الألواح الزجاجية + الشحم + الماء اللي جواه وحطها في منتصف الميزان.

انتظر ثبات القراءة: استنى ثواني لحد ما قراءة الميزان تثبت تمامًا.

سجل الوزن: سجل القراءة اللي ظهرت لأقرب جرام. المواصفة بتسمي الوزن ده  $M_{mp,w}$  اختصار ل Mass of mold, plates, and water زي ما قولنا قبل كدة .

مقارنة سريعة:

الوزن الأول ( $M_{mp}$ ): كان وزن "نظام القالب والألواح وهو فاضي.

الوزن الثاني  $M_{mp,w}$ : هو وزن نفس النظام بالضغط لكن بعد إضافة الماء لملء القالب.

الفرق بين الوزنين دول هو اللي هيدينا "وزن الماء الصافي" اللي بيملأ القالب، وده اللي هنستخدمه في المعادلة عشان نحسب الحجم.

الخلاصة: الخطوة دي هي تسجيل القراءة الحاسمة اللي بنعرف منها وزن الماء اللي بيملأ القالب. الدقة في الخطوة دي والخطوة اللي قبلها (التجفيف) هي أساس دقة المعايرة كلها.



A1.4.1.7 Determine the temperature of the water in the mold to the nearest 0.1°C and record. Determine and record the density of water from the table given in D854 or as follows:

$$\rho_{w,c} = 1.00034038 - (7.77 \times 10^{-6}) \times T - (4.95 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (A1.1)$$

where:

$\rho_{w,c}$  = density of water, nearest 0.00001 g/cm<sup>3</sup>, and  
 $T$  = calibration test temperature, nearest 0.1°C.

#### الترجمة

A1.4.1.7 حدد درجة حرارة الماء في القالب لأقرب ٠,١ درجة مئوية وسجلها. حدد وسجل كثافة الماء من الجدول الموجود في المواصفة D854 أو كما يلي:

$$\text{الكثافة} = 1.00034038 - (T \times 7.77 \times 10^{-6}) - (4.95 \times 10^{-6} \times T^2) \quad (T \times T)$$

حيث:

الكثافة = كثافة الماء، لأقرب ٠,٠٠٠٠١ جم/سم<sup>٣</sup>  
 $T$  = درجة حرارة اختبار المعايرة، لأقرب ٠,١ درجة مئوية

#### الشرح A1.4.1.7

يا هندسة بعد ما وزنت القالب وهو ميان وقبل ما تفضي المية لازم تعمل خطوة مهمة جدًا: تقيس درجة حرارة المية.

ليه؟ كثافة المية مش ثابت، بتتغير مع الحرارة. عشان حساباتنا تكون دقيقة لازم نستخدم الكثافة الصحيحة للمية عند درجة حرارتها الحالية.

قيس الحرارة: اغمس الترمومتر الدقيق بتاعك في المية اللي جوه القالب استنى شوية لحد ما القراءة تثبت وسجلها بدقة (لأقرب ٠,١ درجة مئوية).

حدد كثافة الماء: دلوقتي معاك درجة الحرارة  $T$  عندك طريقتين عشان تجيب كثافة المية المقابلة ليه: الطريقة الأسهل (الجدول): ارجع للجدول اللي في مواصفة D854 ASTM.

الطريقة بالحساب (المعادلة): استخدم المعادلة:

$$\text{الكثافة} = 1.00034038 - (T \times 7.77 \times 10^{-6}) - (4.95 \times 10^{-6} \times T^2) \quad (T \times T)$$

تعريف المعادلة بالعربي: الكثافة = وزن الماء / الحجم، والمعادلة دي بتديك قيمة كثافة الماء عند درجة حرارة  $T$  بدقة عالية.

#### مثال عملي A1.4.1.7:

لو قست درجة حرارة المية وطلعت  $T = 23.4^\circ\text{C}$  نعوض في المعادلة:

$$\text{الجزء الأول من الطرح: } 7.77 \times 10^{-6} \times 23.4 = 0.000181818$$

$$\text{الجزء الثاني من الطرح: } 23.4 \times 23.4 = 547.56$$

$$4.95 \times 10^{-6} \times 547.56 = 0.002710422$$

جمع الأجزاء مع الثابت:

$$\text{الكثافة} = 1.00034038 - 0.000181818 - 0.002710422 = 0.99744814$$

$$\text{الكثافة} = 0.99744814$$

التقريب حسب المواصفة: لأقرب ٠,٠٠٠٠١ → الكثافة = ٠,٩٩٧٤٥ جم/سم<sup>٣</sup>

ده الرقم اللي هتستخدمه في حساب حجم القالب بدقة. الخلاصة: الخطوة دي هي "تصحيح" قيمة كثافة الماء بناءً على درجة حرارتها الفعلية. سواء استخدمت الجداول أو المعادلة، الهدف هو الحصول على أدق قيمة ممكنة لكثافة الماء عشان تضمن دقة معايرة الحجم اللي بتعملها.

A1.4.1.8 Calculate the mass of water in the mold by subtracting the mass determined in A1.4.1.2 from the mass determined in A1.4.1.6.

#### الترجمة

A1.4.1.8 احسب كتلة الماء في القالب عن طريق طرح الكتلة المحددة في A1.4.1.2 من الكتلة المحددة في A1.4.1.6.

#### الشرح A1.4.1.8

الخطوة دي هي عملية طرح بسيطة جدًا لكنها قلب الموضوع كله و هنا بنعزل وزن الماء لوحده.

المعادلة البسيطة:

وزن الماء = (وزن النظام وهو ميان) - (وزن النظام وهو فاضي)

باستخدام رموز المواصفة:

$$M_w = M_{mp,w} - M_{mp}$$

حيث:

$M_w$ : كتلة الماء اللي إحنا عايزينها

$M_{mp,w}$ : الكتلة اللي سجلتها في الخطوة A1.4.1.6 (النظام وهو ميان)

$M_{mp}$ : الكتلة اللي سجلتها في الخطوة A1.4.1.2 (النظام وهو فاضي)

**مثال بالارقام A1.4.1.9 (نكمل المثال السابق):****كتلة الماء جرام  $M_w = 944$** **كثافة الماء جم/سم<sup>3</sup>  $\rho_{w,c} = 0.99745$** 

**$$V = 944 \div 0.99745 = 946.41 \text{ سم}^3$$**

**التقريب والتسجيل:****للقالب ٤ بوصة: سجل لأقرب ٠,١ سم<sup>3</sup> ٩٤٦,٤ سم<sup>3</sup>****للقالب ٦ بوصة: سجل لأقرب ١ سم<sup>3</sup> مثلاً ٢١٢٤ سم<sup>3</sup>****التحويل للمتر المكعب (لو محتاج):**

**$$V \text{ بالمتر المكعب} = V \text{ بالسم}^3 \times 10^{-6}$$**

**مثال:  $946.41 \text{ سم}^3 \times 10^{-6} = 0.00094641 \text{ م}^3$**

**الخلاصة: الخطوة دي بتطلعك الرقم النهائي: الحجم الفعلي الدقيق للقالب. الرقم ده هو المرجع الي هتستخدمه في كل اختبارات الدمك أو البروكتور باستخدام القالب ده، لحد ما تعاييره تاني.**

**مثال عملي A1.4.1.8****وزن النظام وهو فاضي  $M_{mp} = 4535$** **وزن نفس النظام وهو مليان بالماء  $M_{mp,w} = 5479$** 

**$$M_w = 5479 - 4535 = 944$$**

**إدّا وزن الماء النقي الي ملأ القالب بالضبط هو ٩٤٤ جرام.**

**الخلاصة: الخطوة دي بتدينا أول معلومة أساسية ومباشرة محتاجينها لحساب الحجم: وزن المادة (الماء) الي بتملأ الحجم بالكامل. الرقم الي بيطلع من هنا هو الي هندخله في المعادلة النهائية لحساب حجم القالب.**

A1.4.1.9 Calculate the volume of water by dividing the mass of water by the density of water. Record this volume to the nearest 0.1 cm<sup>3</sup> for the 4-in. (101.6-mm) mold or nearest 1 cm<sup>3</sup> for the 6-in. (152.4-mm) mold. To determine the volume of the mold in m<sup>3</sup>, multiply the volume in cm<sup>3</sup> by  $1 \times 10^{-6}$ . Record this volume, as prescribed.

**الترجمة**

**A1.4.1.9 احسب حجم الماء عن طريق قسمة كتلة الماء على كثافة الماء. سجل هذا الحجم لأقرب ٠,١ سم<sup>3</sup> للقالب ٤ بوصة (١٠١,٦ مم) أو لأقرب ١ سم<sup>3</sup> للقالب ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم). لتحديد حجم القالب بالمتر المكعب (م<sup>3</sup>)، اضرب الحجم بالسنتيمتر المكعب (سم<sup>3</sup>) في  $1 \times 10^{-6}$ . سجل هذا الحجم كما هو محدد.**

**الشرح A1.4.1.9**

**يا هندسة دي المعادلة الفيزيائية الأساسية الي كلنا عارفينها: الكثافة = الكتلة / وزن ÷ الحجم. بما إننا معانا الكتلة وزن الماء والكثافة كثافة الماء عند درجة حرارته، نقدر بسهولة نحسب الحجم المعادلة:**

**$$\text{الحجم} = \text{كتلة الماء} \div \text{كثافة الماء}$$**

**باستخدام رموز المواصفة:**

**$$V = M_w \div \rho_{w,c}$$**

**حيث:****V: حجم القالب (Volume) الي بنحسبه****M<sub>w</sub>: كتلة الماء الي حسبناها في الخطوة A1.4.1.8** **$\rho_{w,c}$ : كثافة الماء الدقيقة عند درجة الحرارة المقاسة في****الخطوة A1.4.1.7**



A1.4.1.10 If the water-filling method is being used to determine the mold's volume and checked by linear measurement method, repeat this volume determination (A1.4.1.3 – A1.4.1.9) and determine and record the average value,  $V_w$ , as prescribed.

Using either the vernier caliper or the inside micrometer (preferable), measure the inside diameter (ID) of the mold six times at the top of the mold and six times at the bottom of the mold spacing each of the six top and bottom measurements equally around the inside circumference of the mold. Record the values to the nearest 0.001 in. (0.02 mm). Determine and record the average ID to the nearest 0.001 in.

(davg. Verify that this ID is within specified tolerances,  $4.000 \pm 0.016$  in. ( $101.6 \pm 0.4$  mm); if not, discard the mold.

#### الترجمة

A1.4.1.10 إذا كانت طريقة الملء بالماء تستخدم لتحديد حجم القالب ويتم التحقق منها بطريقة القياس الخطي، كرر عملية تحديد الحجم هذه (من A1.4.1.3 إلى A1.4.1.9) وحدد وسجل القيمة المتوسطة،  $V_w$ ، كما هو محدد.

#### الشرح A1.4.1.10

يا هندسة البند ده بيقولك: لو عايز شغلك يكون دقيق وموثوق ١٠٠% متعمدش على قراءة واحدة. أنت قررت تستخدم الطريقة الأدق الملء بالماء لكنك عايز تتأكد من نتيجتك باستخدام الطريقة الأسرع القياس الخطي كنوع من المراجعة أو التشييك. الإجراء المطلوب كرر طريقة الملء بالماء: المواصفة بتنصحك وتلزمك في بعض أنظمة الجودة إنك تعيد التجربة كلها مرة ثانية على الأقل يعني تفضي القالب وتنشفه وتبدأ ثاني من خطوة الملء بالماء A1.4.1.3 لحد ما تحسب الحجم مرة ثانية.

#### احسب المتوسط:

بعد ما بقى عندك قيمتين للحجم من طريقة الملء بالماء (مثلاً ٩٤٦,٤ سم<sup>٣</sup> و ٩٤٦,٢ سم<sup>٣</sup>)، اجمعهم واقسمهم على اثنين عشان تجيب المتوسط الحسابي.

$$V_w = (946.4 + 946.2) \div 2 = 946.3 \text{ سم}^3$$

#### سجل المتوسط:

الرقم المتوسط ده هو اللي هتعتبره الحجم الرسمي المعتمد للقالب بتاعك بطريقة الملء بالماء المواصفة بتسميه  $V_w$  اختصار لـ Volume by water. ليه بنعمل كده؟

تكرار التجربة يقلل من تأثير أي أخطاء عشوائية ممكن تكون حصلت في مرة من المرات زي فقاعة هواء صغيرة مخدش بالك منها، أو خطأ في قراءة الميزان. أخذ المتوسط بيديك قيمة أكثر موثوقية واستقراراً من أي قراءة فردية. ده مبدأ أساسي في كل القياسات العلمية الدقيقة.

#### الخلاصة:

عشان تضمن أعلى دقة وموثوقية كرر تجربة الملء بالماء مرتين أو أكثر وخد المتوسط الحسابي للنتائج القيمة المتوسطة دي هي اللي هتعملها رسمياً كحجم القالب.

#### الترجمة

A1.4.2.1 باستخدام إما القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر الداخلي (وهو الأفضل)، قم بقياس القطر الداخلي (ID) للقالب ست مرات عند قمة القالب وست مرات عند قاعدة القالب، مع توزيع كل من القياسات الست العلوية والسفلية بشكل متساوٍ حول المحيط الداخلي للقالب. سجل القيم لأقرب ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم). حدد وسجل متوسط القطر الداخلي (ID) لأقرب ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم)، davg. تحقق من أن هذا القطر الداخلي يقع ضمن حدود التفاوت المسموح بها،  $4.000 \pm 0.016$  بوصة ( $101.6 \pm 0.4$  مم)؛ إذا لم يكن كذلك، فتخلص من القالب.

#### الشرح A1.4.2.1

البند ده هو أول خطوة عملية في طريقة القياس الخطي وهو عبارة عن فحص طبي شامل للقطر الداخلي للقالب. الهدف هو التأكد من أن القالب سليم ومطابق للمواصفات.

#### الخطوات بالتفصيل:

#### أولاً: القياس عملية المسح

اختار الأداة: استخدم أداة قياس دقيقة زي القدمة ذات الورنية Caliper والمواصفة بتفضل استخدام الميكرومتر الداخلي لأنه أدق.

قيس القطر ١٢ مرة: القالب ممكن ميكونش أسطوانة مثالية، عشان كده لازم نقيسه من كل حته:

٦ مرات من فوق: قيس القطر عند الحافة العلوية للقالب في ٦ أماكن متوزعة بالتساوي حوالين الدايير زي أرقام الساعة ١٢، ٢، ٤، ٦، ٨، ١٠.

٦ مرات من تحت: كرر نفس العملية عند الحافة السفلية للقالب.

سجل بدقة: كل قراءة تاخدها سجلها بدقة عالية جداً (الأقرب ٠,٠٠١ بوصة أو ٠,٠٢ مم).

بعد ما بقى عندك ١٢ قراءة، اجمعهم كلهم واقسم الناتج على ١٢.

المتوسط (davg) = (مجموع ال ١٢ قراءة) / ١٢

الرقم اللي هيطلع ده هو متوسط القطر الداخلي، وهو القيمة اللي هنعتمد عليها.

### ثالثاً: الحكم القرار النهائي

دي أهم خطوة. المواصفة بتديلك حدود سماحية لازم متوسط القطر بتاعك يكون جواها.

للقالب ٤ بوصة:

القطر المثالي: ٤,٠٠٠ بوصة.

المدى المسموح به: بين ٣,٩٨٤ بوصة و ٤,٠١٦ بوصة.

### القرار:

لو المتوسط اللي حسبته يقع داخل هذا المدى: مبروك، القالب بتاعك سليم وصالح للاستخدام.

لو المتوسط طلع بره المدى ده أكبر أو أصغر: المواصفة هنا حاسمة جداً: تخلص من القالب و ده معناه إن القالب ده بايظ ومينفعش تستخدمه في أي اختبار قياسي لأنه هيدي نتائج غلط.

### الخلاصة:

البند ده بيعلمك إزاي تقيس قطر القالب بطريقة دقيقة تحسب المتوسط والأهم إزاي تحكم على القالب إذا كان صالح للاستخدام ولا لازم يترمي.





A1.4.2.2 Using the vernier caliper or depth micrometer (preferably), measure the inside height of the mold to the base plate. In these measurements, make three or more measurements equally spaced around the inside circumference of the mold, and preferably one in the center of the mold, but not required (use the straightedge to facilitate the latter measurement and correct the measurement for the thickness of the straightedge). Record these values to the nearest 0.001 in. (0.02 mm). Determine and record the average of these height measurements to the nearest 0.001 in. (0.02 mm),  $h_{avg}$ . Verify that this height is within specified tolerances,  $4.584 \pm 0.018$  in. ( $116.4 \pm 0.5$  mm); if not, discard the mold.

#### الترجمة

A1.4.2.2 باستخدام إما القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر العمق (وهو الأفضل)، قم بقياس الارتفاع الداخلي للقالب حتى لوحة القاعدة. في هذه القياسات، قم بعمل ثلاثة قياسات أو أكثر موزعة بالتساوي حول المحيط الداخلي للقالب، ويفضل قياس واحد في مركز القالب، ولكنه غير مطلوب (استخدم المسطرة المستقيمة لتسهيل القياس الأخير وصحح القياس بطرح سماكة المسطرة). سجل هذه القيم لأقرب ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم). حدد وسجل متوسط قياسات الارتفاع هذه لأقرب ٠,٠٠١ بوصة (٠,٠٢ مم)،  $h_{avg}$ . تحقق من أن هذا الارتفاع يقع ضمن حدود التفاوت المسموح بها،  $4.584 \pm 0.018$  بوصة ( $116.4 \pm 0.5$  مم)؛ إذا لم يكن كذلك، فتخلص من القالب.

#### الشرح A1.4.2.2

يا هندسة بعد ما خلصنا من القطر دلوقت هنقيس البعد الثاني للأسطوانة: الارتفاع الداخلي للقالب.

#### الخطوات العملية:

أولاً: القياس (مرات أو أكثر

استخدم القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر العمق الأفضل لأنه أدق.

قيس الارتفاع الداخلي للقالب في ٣ أماكن متوزعة حول المحيط. السبب: حافة القالب ممكن تكون متأكلة أو غير منتظمة.

يفضل لكن ليس إلزامياً أخذ قياس رابع في منتصف القالب باستخدام مسطرة معدنية مع طرح سمك المسطرة من القراءة النهائية.

#### ثانياً: حساب المتوسط (havg)

اجمع كل القياسات الي خدتها ٣ أو أكثر واقسم على عددها:  
 $Hav = (ارتفاع١ + ارتفاع٢ + ارتفاع٣ + \dots) \div عدد القياسات$

هذا يعطيك متوسط الارتفاع الذي ستستخدمه في الحسابات التالية.

#### ثالثاً: الحكم على القالب

تحقق أن متوسط الارتفاع ضمن حدود السماحية:  
 الارتفاع المسموح به للقالب ٤ بوصة =  $4.584 \pm 0.018$  بوصة  
 أي أن المتوسط يجب أن يكون بين ٤,٥٦٦ و ٤,٦٠٢ بوصة.

إذا كان المتوسط خارج هذا المدى، القالب غير صالح ويجب التخلص منه.

الخلاصة: هذه الخطوة تضمن أن ارتفاع القالب مطابق للمواصفات قبل استخدامه في أي حسابات أو اختبارات، مما يضمن دقة النتائج النهائية.

A1.4.2.3 Calculate the volume of the mold to four significant digits in cm<sup>3</sup> as follows:

$$V_{lm} = K_3 \frac{\pi \times h_{avg} \times (d_{avg})^2}{4} \quad (A1.2)$$

where:

$V_{lm}$  = volume of mold by linear measurements, to four significant digits, cm<sup>3</sup>,

$K_3$  = constant to convert measurements made in inch (in.) or mm. Use 16.387 for measurements in inches. Use

$10^{-3}$  for measurements in mm.

$\pi = 3.14159$ ,

$h_{avg}$  = average height, in. (mm), and

$d_{avg}$  = average of the top and bottom diameters, in. (mm).

If the volume in m<sup>3</sup> is required, then multiply the above value by  $10^{-6}$ .

إذا كان الحجم مطلوبًا بالمتر المكعب (م<sup>3</sup>) اضرب الناتج بالسنتيمتر المكعب في 10<sup>-6</sup>.

#### الشرح A1.4.2.3

يا هندسة دي المعادلة النهائية الي بتجمع كل شغلنا. هي ببساطة معادلة حجم الأسطوانة مع إضافة ثابت التحويل لضمان الحصول على الحجم بوحدة سم<sup>3</sup>.

شرح مكونات المعادلة:

$D_{avg}$ : متوسط القطر الداخلي للقالب الي حسبناه مسبقًا

$H_{avg}$ : متوسط الارتفاع الداخلي للقالب

$\pi$  باي: النسبة التقريبية 3.14159

$K_3$  (ثابت التحويل): لضمان أن الحجم النهائي بالسنتيمتر المكعب مهما كانت وحدة القياس الأصلية

قياسات بالبوصة  $\rightarrow K_3 = 16.387$

قياسات بالمليمتر  $\rightarrow K_3 = 0.001$

الخلاصة النهائية:

طريقة القياس الخطي تعتمد على قياس أبعاد القالب بدقة القطر والارتفاع التأكد من مطابقتها للمواصفات ثم استخدام هذه الأبعاد في معادلة حجم الأسطوانة للحصول على الحجم الفعلي للقالب.

#### الترجمة

A1.4.2.3 احسب حجم القالب لأربعة أرقام معنوية بالسنتيمتر المكعب (سم<sup>3</sup>) كما يلي:

الحجم = ثابت التحويل  $\times (\pi \times \text{متوسط القطر}^2 \div 4) \times \text{متوسط الارتفاع}$

حيث:

$V_{lm}$  = حجم القالب بالقياسات الخطية، لأربعة أرقام معنوية، سم<sup>3</sup>.

$K_3$  = ثابت للتحويل من القياسات بالبوصة أو المليمتر: إذا كانت القياسات بالبوصة استخدم  $K_3 = 16.387$

إذا كانت القياسات بالمليمتر استخدم  $K_3 = 0.001$  (لأن 1 سم<sup>3</sup> = 1000 مم<sup>3</sup>)

$\pi$  باي = 3.14159

$H_{avg}$  = متوسط الارتفاع، بالبوصة أو مم

$D_{avg}$  = متوسط القطر بالبوصة أو مم

## A1.5 Comparison of Results and Standardized Volume of Mold

### A1.5 مقارنة النتائج والحجم القياسي المعتمد للقالب.

A1.5.1 The volume obtained by either method should be within the volume tolerance requirements of 6.1.1 and 6.1.2, using either or cm<sup>3</sup> or ft<sup>3</sup>. To convert cm<sup>3</sup> to ft<sup>3</sup>, divide cm<sup>3</sup> by 28 317, record to the nearest 0.0001 ft<sup>3</sup>.

#### A1.5 الترجمة

A1.5.1 الحجم الذي تم الحصول عليه بأي من الطريقتين يجب أن يكون ضمن متطلبات تفاوت الحجم المذكورة في ٦.١.٢ و ٦.١.١، باستخدام إما سم<sup>٣</sup> أو قدم<sup>٣</sup>. لتحويل سم<sup>٣</sup> إلى قدم<sup>٣</sup>، اقسم سم<sup>٣</sup> على ٢٨٣١٧، وسجل الناتج لأقرب ٠,٠٠٠١ قدم<sup>٣</sup>.

#### A1.5.1 الشرح

البند ده هو خط النهاية لعملية المعايير بعد ما حسبت حجم القالب سواء بطريقة المية أو طريقة القياسات لازم تعمل تشييك أخير.

#### الخطوة:

ارجع للمواصفات الأساسية:  
المواصفة بتقولك ارجع للقسم الرئيسي رقم ٦ بند ٦.١.٢ و ٦.١.٢ الي فيه الأبعاد والأحجام القياسية للقوالب.

قارن الحجم الي حسبته:  
شوف الحجم الي أنت حسبته (V) وقارنه بالحجم القياسي المذكور في القسم ٦.

للقالب ٤ بوصة: الحجم القياسي هو ٠,٠٣٣٣ ± ٠,٠٠٠٥ قدم<sup>٣</sup> أو ما يعادله بال سم<sup>٣</sup>، حوالي ٩٤٣ ± ١٤ سم<sup>٣</sup>.

للقالب ٦ بوصة: الحجم القياسي هو ٠,٠٧٥٠ ± ٠,٠٠٠٩ قدم<sup>٣</sup> أو ما يعادله بال سم<sup>٣</sup>، حوالي ٢١٢٤ ± ٢٥ سم<sup>٣</sup>.

#### الحكم النهائي:

إذا كان حجمك المحسوب يقع داخل هذا المدى المسموح به: مبروك القالب بتاعك سليم ومعايرته صحيحة. الحجم الي أنت حسبته ده هو الحجم القياسي المعتمد الي هتستخدمه في كل حساباتك.

إذا كان حجمك المحسوب خارج هذا المدى: يبقى فيه مشكلة. يا إما فيه خطأ كبير في عملية المعايرة بتاعتك ولازم تعيدها أو إن القالب نفسه فيه عيب تصنيع أو تشوه كبير لدرجة إن حجمه بقى خارج المواصفات تمامًا وفي الحالة دي يجب التخلص منه.

#### معلومة إضافية (تحويل الوحدات):

البند بيضيف معلومة مفيدة: لو عايز تحول الحجم من سم<sup>٣</sup> إلى قدم<sup>٣</sup> عشان تقارنه بسهولة بالقيم الي في القسم ٦ اقسم القيمة الي بال سم<sup>٣</sup> على ٢٨٣١٧.

#### الخلاصة:

الخطوة دي هي التأكيد الأخير على أن حجم القالب الفعلي الي حسبته يقع ضمن الحدود المقبولة عالميًا لهذا النوع من القوالب. لو طلع مطابق يبقى الرقم ده هو شهادة ميلاد القالب الجديدة الي هتشتغل بيها.



A1.5.2 The difference between the two methods should not exceed 0.5 % of the nominal volume of the mold, cm<sup>3</sup> or ft<sup>3</sup>.

### الترجمة

A1.5.2 الفرق بين الطريقتين يجب ألا يتجاوز ٠,٥% من الحجم الاسمي للقالب، سواء بال سم<sup>٣</sup> أو بال قدم<sup>٣</sup>.

### الشرح A1.5.2

البند ده بيحط شرط إضافي في حالة إنك استخدمت الطريقتين عشان تعابر نفس القالب طريقة الملء بالماء وطريقة القياس الخطي.

### الموقف:

أنت عملت معايرة للقالب بطريقة المية وطلعت الحجم  $V_w$ .

وعملت معايرة لنفس القالب بطريقة القياسات وطلعت الحجم  $V_{lm}$ .

أنت كده معاك قيمتين للحجم والمفروض يكونوا قريبين جدًا من بعض.

الحكم على دقة شغلك: الموصافة بتقولك عشان تتأكد إن شغلك في الطريقتين كان دقيق لازم الفرق بينهم يكونش كبير.

### احسب الفرق:

الفرق = القيمة الأكبر - القيمة الأصغر  $|V_w - V_{lm}|$

احسب النسبة المئوية للفرق:

نسبة الفرق (%) = (الفرق ÷ الحجم الاسمي للقالب) × ١٠٠

الحجم الاسمي: هو الحجم القياسي المعروف (حوالي ٩٤٣ سم<sup>٣</sup> للقالب ٤ بوصة، و ٢١٢٤ سم<sup>٣</sup> للقالب ٦ بوصة).

### القرار:

إذا كانت نسبة الفرق  $\geq ٠,٥\%$ : ممتاز! ده معناه إن شغلك في الطريقتين كان دقيق ومتوافق.

إذا كانت نسبة الفرق  $< ٠,٥\%$ : فيه مشكلة و ده مؤشر قوي على وجود خطأ في قياساتك في واحدة من الطريقتين أو كليهما و لازم تراجع خطواتك وتعيد المعايرة تاني عشان تعرف مصدر الخطأ.

مثال عملي A1.5.2 (قالب ٤ بوصة):

الحجم بطريقة المية سم<sup>٣</sup>  $V_w = 946.3$

الحجم بطريقة القياسات سم<sup>٣</sup>  $V_{lm} = 942.1$

الفرق =  $|946.3 - 942.1| = ٤.٢$  سم<sup>٣</sup>

الحجم الاسمي  $\approx ٩٤٣$  سم<sup>٣</sup>

نسبة الفرق =  $(٩٤٣ \div ٤.٢) \times ١٠٠ \approx ٠,٤٤٥\%$

النتيجة: ٠,٤٤٥% أقل من ٠,٥%، إذا الشغل مقبول والنتيجتين متوافقتين.

### الخلاصة:

البند ده هو ميزان بيزون دقة شغلك بين الطريقتين. هو بيزمن إنك لو استخدمت أي طريقة منهم هتكون النتيجة قريبة جدًا من الثانية وده بيزيد من موثوقية عملية المعايرة كلها.

A1.5.3 Repeat the determination of volume which is most suspect, or both, if these criteria are not met.

A1.5.3 كرر عملية تحديد الحجم التي يُشكك في دقتها أكثر، أو كليهما، إذا لم يتم استيفاء هذه المعايير.

### الشرح A1.5.3

البند ده بيقولك تعمل إيه لو حصلت المشكلة اللي اتكلمنا عنها في البند اللي فات (A1.5.2)، يعني لو الفرق بين الطريقتين طلع أكبر من ٠,٥%.

### الخطوات المقترحة:

حدد المصدر المشتبه فيه.

راجع خطواتك في الطريقتين. هل فيه طريقة منهم حسيت إنك معملتهاش بدقة كافية؟

طريقة القياس الخطي: هل كنت بتضغط على القدمة أوي وأنت بتقيس؟ هل قراءاتك كانت متباعدة جدًا عن بعضها؟ الطريقة دي فيها فرصة أكبر للخطأ البشري.

طريقة الملء بالماء: هل شكيت إن فيه فقاعة هواء صغيرة؟ هل الميزان كان بيهتز؟ الطريقة دي أدق عمومًا، لكنها حساسة جدًا.

بناءً على مراجعتك، حدد الطريقة اللي أنت "شاكك" فيها أكثر.

### أعد التجربة:

إذا كنت تشك في طريقة واحدة: أعد تنفيذ هذه الطريقة فقط بحرص ودقة أكبر.

إذا كنت تشك في الطريقتين، أو مش قادر تحدد مصدر الخطأ: الموصافة بتقولك ريج دماغك وأعد تنفيذ الطريقتين معًا من الصفر.

قارن من جديد: بعد ما تعيد التجربة قارن النتائج الجديدة تاني و المفروض المرة دي الفرق يكون أقل من ٠,٥%.

A1.5.4 Failure to obtain satisfactory agreement between the

A1.5.5 استخدم حجم القالب المحدد باستخدام طريقة الملء بالماء أو الطريقة الخطية، أو متوسط كلتا الطريقتين، باعتباره الحجم القياسي المعتمد لحساب الكثافة الرطبة (انظر 11.2.2.1). هذه القيمة (V) بالسنتيمتر المكعب (سم<sup>3</sup>) أو المتر المكعب (م<sup>3</sup>) يجب أن تحتوي على أربعة أرقام معنوية. إن استخدام الحجم بالقدم المكعب (قدم<sup>3</sup>)، مع الكتل بالرتل (lbm)، لا يعتبر عدم مطابقة لهذه المواصفة.

#### A1.5.5 الشرح

البند ده هو الخلاصة النهائية اللي بتجاوب على سؤال: طيب بعد كل ده أنهى رقم أستخدمه؟  
الخطوات النهائية:  
اختيار الحجم المعتمد:  
بعد ما خلصت المعايرة بقى عندك قيمة أو أكثر للحجم. المواصفة بتديك حرية الاختيار:  
لو استخدمت طريقة واحدة بس المية أو القياسات: استخدم الحجم اللي طلعك منها.  
لو استخدمت الطريقتين والفرق بينهم مقبول أقل من ٠.٥%: ممكن تستخدم أي واحدة منهم أو الأفضل إنك تأخذ المتوسط الحسابي بتاعهم عشان تكون النتيجة أكثر دقة والرقم اللي هتختاره ده هو اللي هتسميه V وهو ده الحجم الرسمي الجديد للقالب بتاعك.  
استخدامه في الحسابات:

الرقم (V) ده هو اللي هترجع تعوض بيه في معادلة حساب الكثافة الرطبة ( $\rho_m$ ) اللي في القسم الرئيسي (11.2.2.1):  
الكثافة الرطبة = وزن التربة الرطبة ÷ الحجم المعتمد (V)

كده أنت بتضمن إن حسابات الكثافة بتاعتك مبنية على حجم فعلي دقيق، مش حجم اسمي قديم.  
الدقة المطلوبة (٤ أرقام معنوية):  
المواصفة بتأكد تاني على نقطة مهمة: الحجم النهائي (V) اللي هتسجله وتستخدمه لازم يكون بدقة ٤ أرقام معنوية (مثلاً ٩٤٦,٣ سم<sup>3</sup> أو ٢١٢٤ سم<sup>3</sup>). ده عشان تضمن إن دقة حسابات الكثافة النهائية متقلش.

ملاحظة عن الوحدات الأمريكية:  
آخر جملة دي بتطمئن الناس اللي شغالة بالنظام الأمريكي (بوصة قدم رطل).  
بتقولهم: "لو أنتم بتستخدموا الحجم بالقدم المكعب (ft<sup>3</sup>) والأوزان بالرتل (lbm) ده مش مخالف للمواصفة. إحنا بنقبل النظامين و دي مجرد تأكيد على مرونة المواصفة وقبولها للنظامين الدولي والأمريكي."

A1.5.4 الفشل في الحصول على تطابق مُرضٍ بين الطريقتين، حتى بعد عدة محاولات، هو مؤشر على أن القالب مشوه بشدة ويجب استبداله.

#### A1.5.4 الشرح

يا هندسة البند ده هو الملاذ الأخير في عملية المعايرة. أنت حسبت الحجم بطريقة المية وبطريقة القياسات. الفرق بينهم طلع أكبر من ٠.٥%.  
عدت التجربة مرة واثنين وتلاتة وراجعت خطواتك بدقة، ومتأكد ١٠٠% إن شغلك صح ومفيهوش أخطاء.  
ورغم كل ده لسه الفرق بين الطريقتين كبير ومصرّ إنه يكون أكبر من ٠.٥%.  
التشخيص: المواصفة بتقولك إن المشكلة هنا غالباً مبيتش فيك أنت أو في شغلك المشكلة في القالب نفسه.

إيه اللي ممكن يكون حاصل؟  
القالب ممكن يكون مشوه بشدة.  
يعني ممكن يكون واخد خبطة جامدة خليته مش بياضوي بس، لأ ده شكله بقى غير منتظم تماماً. ممكن يكون فيه بعج لجوه أو لبره في منطقة معينة.  
هذا التشوه بيخلي طريقة القياس الخطي (اللي بتعتمد على قياس أقطار منتظمة) تدي نتيجة، وطريقة الملء بالماء اللي بتقيس الحجم الفعلي بغض النظر عن الشكل تدي نتيجة تانية مختلفة تماماً، ومستحيل يتفقوا.

#### القرار الحاسم:

لما توصل للمرحلة دي ده معناه إن القالب ده حالة ميؤوس منها.  
المواصفة بتديك الأمر النهائي: يجب استبداله.  
تخلص من هذا القالب فوراً لأنه لم يعد أداة قياس موثوقة على الإطلاق  
واستخدامه هيؤدي إلى نتائج اختبارات كارثية.  
الخلاصة:

إذا فشلت كل محاولاتك في جعل الطريقتين يتفقوا فهذا ليس دليلاً على فشلك، بل هو دليل قاطع على أن القالب نفسه تالف ويجب التخلص منه وشراء قالب جديد.

A1.5.5 Use the volume of the mold determined using the water-filling method or linear method, or average of both methods as the standardized volume for calculating the moist density (see 11.2.2.1). This value (V) in cm<sup>3</sup> or m<sup>3</sup> shall have four significant digits. The use of a volume in ft<sup>3</sup>, along with masses in lbm shall not be regarded as a nonconformance with this standard.