

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ أَعْلَمُنَا مَا يَنْفَعُنَا، وَأَنْفَعُنَا بِمَا عَلِمْنَا، وَزَدْنَا عِلْمًا، وَاجْعَلْ هَذَا الْعَمَلَ خَالصًا لِوَجْهِكَ الْكَرِيمِ.

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 الجيotechnical 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) وهو ما قيمتان أساسيتان تستخدمان كمراجع 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، منحنى 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 بمعايير قالب الدمك.

نسأل الله أن يكون هذا العمل عوناً للمهندسين والفنين وطلاب العلم في فهم هذه المواصفة الفنية الهامة وتطبيقاتها بدقة في مجال التصميم والتنفيذ والصيانة، وأن يجعله خالصاً لوجهه الكريم، نافعاً في الدنيا والآخرة. ومن وجد في هذا العمل خطأ أو سهوًّا فليبس عن عمد، وإنما هو من طبيعة البشر، والكمال لله وحده.

أخوك في الله
محمد القصب

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))¹

طرق الاختبار القياسية لتحديد خواص الدمل المعملية للتراب باستخدام
الجهد المعدل (٥٦,٠٠٠ قدم-رطل/قدم^٣ (٢,٧٠٠ كيلونيوتن-متر/م^٣))

1. Scope

1. 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/ft³ (2700 kN-m/m³).

البند 1.1 الترجمة
تفطي طرق الاختبار هذه أساليب الدمل المعملية المستخدمة لتحديد العلاقة بين المحتوى المائي عند التشكيل والكثافة الوزنية الجافة للتراب (منحنى الدمل)، حيث يتم دمل التربة في قالب بقطر ٤ أو ٦ بوصات (١٠١,٦ أو ٤٤,٤٨ سم) باستخدام مطرقة وزنها ١٠,٠٠ أرطال (٤٤,٤٨ نيوتن) تسقط من ارتفاع ١٨,٠٠ بوصة (٤٥٧,٢ سم)، مما يولـد طاقة دك تبلغ ٥٦,٠٠٠ قدم-رطل/قدم^٣ (٢,٧٠٠ كيلونيوتن-متر/م^٣).

البند 1.1 الشرح
الاختبار ده اسمه بروكتور المعدل وهو ببساطة عبارة عن كثافة معملية بنعملها في المعمل عشان نعرف إزاى ندمك التربة في الموقع بأحسن طريقة ممكنة. تخيل إن التربة دي حبيبات بينها فراغات هوا عشان نخليها قوية وتستحمل أي مبني 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 وتتقرـب من بعض بسـهولة من غير ما تتلـصـق أو تتحـكـ في بعضـها ومش هـتـدـكـ كـوـيسـ ولو الحـبـيـاتـ هـتـحـكـ فيـ بـعـضـهاـ وـمـشـ هـتـدـكـ كـوـيسـ ولو التـرـبـةـ غـرـقـانـةـ مـيـةـ الـفـيـةـ نـفـسـهاـ هـتـاـخـدـ مـكـانـ الحـبـيـاتـ وـمـشـ هـتـخـلـيـ التـرـبـةـ مـضـغـوـطـةـ. فالاختبار ده بيحدد لنا نسبة المـيـةـ الـمـتـالـيـةـ الـلـيـ لـمـاـ نـضـيـفـهـاـ لـلـتـرـبـةـ وـنـسـتـخـدـمـ عـلـيـهـاـ طـاـقـةـ دـكـ مـعـيـنـةـ نـوـصـلـ بـيـهـاـ لـأـعـلـىـ كـثـافـةـ جـافـةـ مـمـكـنـ يـعـنـيـ أـقـوىـ حـالـةـ لـلـتـرـبـةـ. فيـ المـعـمـلـ بـنـجـيـبـ عـيـنـةـ مـنـ التـرـبـةـ وـنـحـطـهـاـ فـيـ قـالـبـ حـدـيدـ وـنـفـضـلـ نـدـكـهـاـ بـعـطـرـقـةـ تـقـيـلـةـ بـتـسـقـطـ مـنـ اـرـفـاعـ مـعـيـنـ وـنـكـرـ دـهـ كـذـاـ فـرـةـ مـعـ تـغـيـيرـ نـسـبـةـ الـمـيـةـ لـهـ مـاـ نـوـصـلـ لـأـفـضـلـ نـتـيـجـةـ.

البند 1.1 المثال العملي
لنفترض أننا بنبني طريق سريع جديد والأساس لازم يكون قوي جـداـ عـشـانـ يـسـتـحـمـلـ أـوزـانـ الشـاحـنـاتـ الثـقـيـلـةـ لـسـنـينـ طـوـلـيـةـ بـدـوـنـ هـبـوـطـ أوـ تـشـقـقـاتـ. قبل البدء المهندس بيأخذ عينات من التربة المخصصة لطبقات الأساس تحت الأسفالت ويرسلها للمختبر. ثم يقوم بارسالها إلى المختبر ليتم إجراء اختبار بروكتور المعدل D1557 على العينات وبعد عدة محاولات بنسبة مياه مختلفة يتوصل المختبر لنتيجهتين رئيسيتين:
المحتوى المائي الأمثل OMC % = ١١%
أقصى كثافة جافة MDD طن/م³ = ٢,١٥ طن/م³
هـنـاـ الـمـهـنـدـسـ يـعـطـيـ تعـلـيمـاتـ لـلـمـقاـولـ يـرـتـبـ طـبـقـاتـ التـرـبـةـ بـالـمـاءـ لـلـوـصـولـ لـمـحـتوـيـ رـطـوبـةـ قـرـيبـ مـنـ ١١ـ%.ـ يـسـتـخـدـمـ الـهـرـاسـاتـ الـثـقـيـلـةـ لـدـمـلـ التـرـبـةـ حـتـىـ تـصلـ كـثـافـتـهـاـ لـنـقـلـ مـعـيـنـةـ مـنـ الـقـيـمـةـ الـقـصـوـيـ لـنـقـلـ ٩٥ـ%ـ عـلـىـ الأـقـلـ (٢,٠٤ طـنـ/ـمـ^٣).ـ
بعد الدمل الفني بيأخذ عينات من التربة في الموقع ويقيس الكثافة الفعلية الفعلية بختبار الساندكون او النموي . ولو الكثافة أكبر من او يساوي ٢,٠٤ طـنـ/ـمـ^٣ هيكون الدمل ناجح ويمكن الانتقال للطبقة التالية.
ولو أقل يتم إعادة الدمل لحد الوصول للقيمة المطلوبة. بهذه الطريقة نضمن أن أساس الطريق قوي ومستقر ومطابق للمواصفات الهندسية وكل ده بفضل الدمل 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.

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.

ملاحظة الترجمة
المعدات والإجراءات المستخدمة هي نفسها التي اقترحتها 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:

ا. الأصل التاريخي:
الاختبار ده مش اختراع جديد أصله يرجع لسنة ١٩٤٥ لما فيلق المهندسين في الجيش الأمريكي اقترحه فبعد الحرب العالمية الثانية الطيارات والأوزان الثقيلة زادت والمعدات اللي بتدرك التربة في الواقع اللي هي هراسات 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 تحaki الواقع الجديد وتضمن إن التربة تكون قوية وكافية لتحمل الأحمال.

ج. 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 للارتكاب.

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

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 بينطبق عليها الهدف منه توسيع المفهوم عشان يشمل أي حاجة هتستخدمها في أعمال الردم أو الأساسات مش بنس الزلط والرملة اللي بييجوا في بالناد.
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 الموصفة بتقولك متشغلش بالك بالأسماء الكتير دي أي حاجة من دول هنسميها من هنا ورايح تربة أو مادة وهنختربرها بنفس الطريقة ده بيسهل الأمور وبيخلي الموصفة 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 $\frac{3}{4}$ -in. (19.0-mm) sieve and have not been previously compacted in the laboratory; that is, do not reuse compacted soil.

البند ١,٢ المثال العملي لو فية مقاول بيعمل طبقة أساس لطريق باستخدام تربة زلطية Base Course

المقابل أرسل عينة للمختبر بدون ما يتأكد من حجم الحبيبات للأسف كانت العينة تحتوي على ٤٠% حبيبات أكبر من $\frac{3}{4}$ % بوصة ففي المختبر غير الخبرير أجري الاختبار بالرغم من ذلك النتائج طلعت كثافة قصوى منخفضة لأن الزلط الكبير منع الدمك الجيد في القالب

نفس الفني عشان يوفر وقت ومجهود كان بيفرك نفس العينة بعد كل محاولة ويغير محتوى المبة ويرجع يدكتها تاني مع كل محاولة المطرقة كانت بتكسر جزء من الزلط فالتدرج الحبيبي للعينة بيتغير والناتج بتطلع أعلى من المحاولة اللي قبلها بشكل غير واقعي

المشكلة في الموقع ان المقابل أخذ النتائج الغلط دي وراح الموقع مهما حاول يدمك التربة بالهراسات مستحيل الوصول للكثافة المطلوبة في التقرير هو بيحاول يصل 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 المقابل والاستشاري وإعادة الاختبارات من جديد بالطريقة الصحيحة بعد الالتزام بشروط المواصفة مما تسبب في خسائر مالية وضياع الوقت 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 $\frac{3}{4}$ -in. (19.0-mm) sieve to unit weights and molding water contents of the fraction passing the $\frac{3}{4}$ -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 المحوسبة على منخل $\frac{3}{4}$ % بوصة ١٩ مم وبين الكثافات الوزنية والمحتويات المائية للجزء الماء من منخل $\frac{3}{4}$ % 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 المحوسبة على منخل مقاس $\frac{3}{4}$ % بوصة ١٩ مم فيها ٣٠% والتي لم يتم دمكتها مسبقاً في المختبر بمعنى آخر لا يعاد استخدام التربة التي تم دمكتها

البند ١,٢ الشرح
البند ده بيحط شرطين أساسيين عشان نقدر نستخدم الاختبار وتكون نتائجه صحيحة وممثلة ل الواقع

الشرط الأول حجم الحبيبات الاختبار ده مش معمول للتربة اللي فيها زلط او ركام كبير كتير المواصفة بتقول إن كمية الحبيبات اللي حجمها أكبر من $\frac{3}{4}$ % 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 وتتقرّب من بعض وده بيخلد الدمك في القالب ضعيف والكثافة أقل من الحقيقة وكمان القالب الصغير مش بيعكس توزيع الركام في الموقع الكبير فالنتيجة اللي في المعمل مش هتمثل الواقع في الموقع.

الشرط الثاني معنوه إعادة الاستخدام
المواصفة بتتأكد على إن التربة اللي استخدمتها في محاولة دك مينفعش تستخدمنها تاني في محاولة جديدة بعد ما تفكّرها.

لان عملية الدك نفسها نفسها خصوصاً بالدمك العالي بتاع برووكتور المعدل بتكسر بعض الحبيبات الضعيفة في التربة لو استخدمت نفس العينة تاني هتكون مكونة من حبيبات أصغر من العينة الأصلية وده هيغير خواصها تماماً ويديك نتائج أعلى من الحقيقة مش 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 لها يكون عندنا تربة فيها نسبة ركام أكبر من المسموح بيها في القالب الصغير بتاع الاختبار لكنها في نفس الوقت أقل من ٣٠٪ من إجمالي العينة

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

١. افصل العينة

بنجيب العينة الكلية ونقسمها جزئين باستخدام منخل ٣٪ 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 يعني بمعنا اوضح بنجيب منخل مثل زي ٤٪ وننخل العينة كلها ونأخذ الجزء الناعم نعمل عليه البركتور والجزء الخشن نعرف نسبته كام ونعمل لية 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 الـkalikوليتور 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 بيأخذ عينة من التربة ولما بيحللها بيلقي إن ٢٠٪ من وزنها عبارة عن ركام حجمه أكبر من ٤/٣ بوصة

النسبة دي ٢٠٪ مسموح بيها حسب المواصفة أقل من ٣٠٪ لكن مينفعش ندخل الركام الكبير ده في قالب الاختبار الصغير وإلا النتائج هتبظ هنا تطبيق المواصفة D4718

بپيادة فني المعامل بيفصل العينة باستخدام منخل ٤٪ بوصة

بيعمل اختبار بروكتور D1557 على ٨٠٪ من العينة الجزء الناعم وبيطلع مثلًا:

النتيجة ان أقصى كثافة جافة للجزء الناعم = ٢.٠٥ طن/م^٣

والمحتوى المائي الأمثل للجزء الناعم = ٩٪

بعد كده بيستخدم معادلات التصحيح من مواصفة D4718 ويدخل فيها نسبة الركام ٣٠٪ وكثافة الركام نفسه

البيانات الأولية بعد التحليل في المختبر

نسبة الجزء الخشن الركام المحجوز على منخل ٣٪ بوصة = ٢٠٪

نسبة الجزء الناعم المواد المارة من منخل ٣٪ بوصة = ٨٠٪

أقصى كثافة جافة للجزء الناعم MDD_f = ٢.٠٥ طن/م^٣

المحتوى المائي الأمثل للركام OMC_f = ٩٪

الكثافة الجافة للركام MDD_c = ٢.٦٠ طن/م^٣

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:

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

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:

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

الرطوبة = كمية الماء ÷ وزن التربة × ١٠٠

٤. الخلاصة النهائية

لازم نوصل لكثافة جافة لا تقل عن ٩٥٪ من

$$MDD_{total} = 2.04 \text{ طن/م}^3 = 0.95 \div 2.14 \times 0.95$$

الرطوبة حوالي ٧٥٪

بعد هذه الطريقة نكون استخدمنا معادلات مواصفة D4718

عشان نحوال نتائج اختبار عملي صغير لتعليمات دقيقة

وواقعية للتنفيذ في المشروع وده يضمن إن قاعدة البرج

ه تكون مذكورة على أساس قوي ومستقر وقدرة 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.

مثال عملی

شركة مقاولات بتبني منتجع سياحي كبير ومحاجة 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 بدرج كبير

إرسال المقاول عينتين ويطلب تحديد خواص الدملك لكل منهم مواصفات المشروع لم تحدد طريقة معينة لاختبار

قرار المختبر تطبيق البند ١

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

العينة الثانية الخشنة تحليل المناخل يوضح نسبة كبيرة من الحبيبات حجمها بين نصف وبوصة و 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 ل المادة الركام الخشن يوضح أقصى كثافة والمحتوى المائي الأمثل طبقاً للطريقة C مهندس الموقع يأخذ التقريرين ويلتزم بالنتيجة المذكورة لكل نوع من المواد أثناء الدملك النتيجة النهائية تم دملك 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

البند ٢، الترجمة

يتم توفير ثلاثة طرق بدائل 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، الشرح

النقطة دي بتوضح أن اختبار بروكتور المعدل مش طريقة واحدة ثابتة هو عبارة عن ثلاثة طرق مختلفة A B C ولازم 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 جداً بنستخدم القالب الصغير قطره ٤ بوصة ونختبر الجزء اللي بيعدى من منخل رقم ٤

الطريقة B للتربة أو الركام اللي فيها نسبة حص متوسطة بنستخدم القالب الصغير ٤ بوصة لكن بنسمح بحببيات أكبر شوية بتبعي 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 ومفتش للاواقع بنختبر الجزء اللي بيعدى من منخل ٣ على ٤ بوصة

تحديد الطريقة

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

1.3.1 Method A:

الطريقة A :

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

١٣,١,١ القالب—ال قالب قطره ٤ بوصات أي ما يعادل ١٠,٦ مم.

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

١٣,١,٢ المادة يستخدم الجزء المار من منخل رقم ٤ مقاس ٤,٧٥ مم.

1.3.1.3 Layers—Five.

١٣,١,٣ عدد الطبقات يتم تقسيم العينة إلى خمس طبقات داخل القالب.

1.3.1.4 Blows per layer—25.

١٣,١,٤ عدد الضربات لكل طبقة تدمر 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.

١٣,١,٥ الاستخدام — تستخدم الطريقة أ عندما تكون نسبة المواد الممحوza 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.

١٣,١,٥ استخدامات أخرى—إذا لم يتحقق شرط التدرج القياسي المطلوب، فيجب استخدام الطريقة B أو الطريقة C بدلاً من الطريقة A.

الشرح الطريقة A من اول البند ١٣,١ الى البند ١٣,١,٦ ()

النقطة دي بتشرح بالتفصيل المعمل إزاى نعمل اختبار بروكتور المعدل لأكثر أنواع التربة شيوعاً وهي التربة الناعمة طيب خلينا نفصّلها حته حتة :

البند ١٣,١,١ القالب بنستخدم أصغر قالب عندنا قطره ٤ بوصة يعني حوالي ١٠,٦ مم

البند ١٣,١,٢ المادة قبل ما نبدأ بنهز العينة على منخل مقاس ٤,٧٥ مم اللي هو منخل رقم ٤ أي حبيبات أكبر من المقاس ده بن Shirleyها على جنب علشان لو محتاجين نعمل تصحيح بعددين وبنكمل

الاختبار بالجزء الناعم اللي عدى من المنخل

البند ١٣,١,٣ عدد الطبقات و ١٣,١,٤ 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 ١٣,١,٥ شروط الاستخدام في الحالة المثالية لو نسبة الحصى الصغير اللي أكبر من منخل رقم ٤ أقل من ٥% استخدم الطريقة A وانت مطمئن والنتائج هتكون دقيقة ومبشرة في الحالة الثانية لو النسبة بين ٥ و ٢٥% فالمواصفة بتقول إنك معك تستخدم الطريقة A بس هتتحاج تعمل تصحيح للجزء الكبير وبرغم إن ده مسموح، مفيش ميزة حقيقية لاستخدام الطريقة A في الحالة دي يعني لو عندك نسبة حصى واضحة الأفضل تروح للطريقة B أو ج علشان النتائج تكون أوضح وأدق

البند ١٣,١,٦ البديل لو كمية الحصى اللي اتحجزت على منخل رقم ٤ طلعت أكثر من ٢٥% بيكى الطريقة A متنفعش خالص ولازم تستخدم الطريقة B أو الطريقة C لأنها أنساب للتربة الخشنة

مثال عملي الطريقة A من اول البند ١١,٣,٦ الى البند ١,٣,١,٦

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

تحليل التربة أظهر إن نسبة الجزء المحجوز على منخل رقم ٤ هي ٣% فقط بالتالي فني المعمل قرر استخدام الطريقة A لأنها الأنسب.

خطوات التنفيذ

تم استخدام القالب الصغير قطر ٤ بوصات.

العينة المستخدمة الجزء اللي عدى من منخل رقم ٤.
تم تجهيز ٥ عينات بنسب رطوبة مختلفة على سبيل المثال : ٨%, ١٠%, ١٢%, ١٤%, ١٦%.
كل عينة اتدمنت في ٥ طبقات وكل طبقة عليها ٢ ضربة.
بعد كل اختبار تم حساب الكثافة الجافة.

$$\begin{aligned} \text{نتائج المنحنى} &\text{أوضحت إن} \\ \text{أقصى كثافة جافة} &= 1.85 \text{ طن}/\text{م}^3 \\ \text{المحتوى المائي الأفضل} &= 12.5\% \end{aligned}$$

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

حساب التصحيح عندما تكون نسبة المواد المحجوزة بين ٥% إلى ٥% على منخل رقم ٤

في الحالة دي بنستخدم الطريقة A لكن بنعمل تصحيح للنتائج عشان نعوض تأثير الجزء الخشن اللي 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 = ١٥%.
نسبة الجزء الناعم = ٨٥%.

الاختبار اتعمل على الجزء الناعم فقط، وكانت النتيجة أقصى كثافة جافة للجزء الناعم $MDDf = 2.00$ طن/ م^3
المحتوى المائي الأفضل للجزء الناعم $OMCf = 10.0\%$

$$\text{الكثافة الجافة للجزء الخشن } MDCc = 2.65 \text{ طن}/\text{م}^3$$

حساب أقصى كثافة جافة مصححة

الصيغة الرياضية

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

المعادلة بالعربي

$$\begin{aligned} \text{الكثافة الجافة القصوى المصححة للتربة} &= 1 \div ((نسبة \\ \text{الجزء الناعم} \div 100) \times \text{الكثافة الجافة للجزء الناعم}) + \\ (نسبة \text{الجزء الخشن} \div 100) \times \text{الكثافة الجافة للجزء} &\text{ الخشن)) \end{aligned}$$

التطبيق بالأرقام

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

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

$$MDD_{total} = 1 \div 0.4816 = 2.08$$

حساب المحتوى المائي الأفضل المصحح

الصيغة الرياضية

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

المعادلة بالعربي

$$\begin{aligned} \text{المحتوى المائي الأفضل المصحح للتربة} &= ((المحتوى} \\ \text{المائي الأفضل للجزء الناعم} \times \text{نسبة الجزء الناعم}) + \\ (\text{المحتوى المائي للجزء الخشن} \times \text{نسبة الجزء الخشن})) \div &100 \end{aligned}$$

التطبيق بالأرقام

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

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

الخلاصة

القيم المصححة النهائية هي

$$\text{أقصى كثافة جافة} = 2.08 \text{ طن}/\text{م}^3$$

$$\text{المحتوى المائي الأفضل} = 8.5\%$$

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

لكن المواصفة بتوضح إن الطريقة دي مفيهاش ميزة فنية كبيرة وغالباً الأفضل في الحالات دي الانتقال للطريقة B أو الطريقة G اللي بتعامل مع المواد الخشنة مباشرة بدون تصحيح.

شرح (الطريقة B) من اول البند ١١,٣,٢ الى البند ١,٣,٢,٦

1.3.2 Method B:

١١,٣,٢,١ الطريقة B

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

١١,٣,٢,١ القالب - بقطر ٤ بوصات أي ١٠١,٦ مم

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

١١,٣,٢,٢ المادة - الجزء المار من منخل ثلاثة أثمان البوصة أي ٩,٥ مم

1.3.2.3Layers—Five.

١١,٣,٢,٣ اعدد الطبقات - خمس طبقات

1.3.2.4Blows per layer—25.

١١,٣,٢,٤ اعدد الضربات لكل طبقة ٢٥ ضربة

1.3.2.5Usage—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.

١١,٣,٢,٥,١ الاستخدام-يمكن استخدام هذه الطريقة إذا كانت نسبة المواد المحجوزة على منخل ٩,٥ مم تساوي ٢٥ % أو أقل من الكتلة الكلية للمادة ومع ذلك إذا كانت نسبة المواد المحجوزة 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 العزایا الوحيدة لاستخدام الطريقة B بدلاً من الطريقة C هي أن كمية العينة المطلوبة أقل وأن القالب الأصغر أسهل في الاستخدام.

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

١١,٣,٢,٦ الاستخدام آخر- إذا لم يمكن تحقيق متطلب التدرج الجيبي هذا فيمكن استخدام الطريقة C.

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 تحتاج معها 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 بيعدى من منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم)، هنا بنستخدم الجزء اللي بيعدى من منخل $\frac{8}{3}$ (٨,٣ بوصة ٩,٥ مم). وده معناه إننا بنسمح بدخول حصى أكبر شوية في الاختبار، وده بيخلينا ننتهي أكثر واقعية للتربة اللي فيها شوية زلط متوسط.

بس الحالة المثالية ان لو نسبة الحصى اللي أكبر من منخل $\frac{8}{3}$ بوصة أقل من ٥ % استخدم الطريقة دي ونتائجك ه تكون دقيقة جدًا.

الحالة المتوسطة من ٥ % إلى ٢٥ %:
المواصفة بتقولك بوضوح:

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

والميزة الوحيدة هنا إنك هتسخدم 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 معك تستخدم B وتعمل التصحيح بعدين.

بس خالى بالك لو نسبة الحصى اللي أكبر من منخل $\frac{8}{3}$ بوصة أكثر من ٥ % يبقى لازم تستخدم الطريقة C ومينفعش تستخدم B .

1.3.3 Method C:

الطريقة C :

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

ال قالب: قطره ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم).

1.3.3.2 Material—Passing $\frac{3}{4}$ -in. (19.0-mm) sieve.

المادة: الجزء المار من منخل $\frac{3}{4}$ بوصة (١٩,٠ مم).

1.3.3.3 Layers—Five.

عدد الطبقات: خمس طبقات.

1.3.3.4 Blows per layer—56.

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 $\frac{3}{4}$ -in. (19.0-mm) sieve.

١.٣.٣.٥ الاستخدام: يمكن استخدام هذه الطريقة إذا كانت نسبة المواد المحجوزة على منخل $\frac{3}{4}$ 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.

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

مثال عملي

مقابل بيجهز 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 $\frac{3}{4}$ بوصة.

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

و نسبة الحصى على منخل $\frac{3}{4}$ بوصة = ١٥٪ تقع في النطاق ٢٥ - ٥٪.

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

خطوات التنفيذ:

يستخدم قالب الصغير (٤ بوصة).

يأخذ الجزء اللي هو من منخل $\frac{3}{4}$ بوصة.

يجري اختبار بروكتور العادي (٥ طبقات \times ٢٥ ضربة).

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

النتيجة: المختبر بيطلع تقرير بالقيم المصححة.

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

وده بيساعدك يضمن إن طبقة الأساس متديمة تماماً وتتحمل الطبقات الأسفلية اللي فوقها.

مثال عملي لطريقة C من البند ١١,٣,٣ إلى البند ١١,٣,٤:

شركة مقاولات كبيرة شفالة في بناء سد لتخزين المياه قلب السد بيكون من طين لكن جسم السد بيكون من ركام وصخور مكسرة عشان يدي ثبات وقوه

تحليل العينة بعد اختبار المناخل اتضح إن ٢٠ في المية من العينة اتحجزت على منخل $\frac{8}{3}$ بوصة وأقل من ٥ في المية على منخل $\frac{4}{3}$ بوصة

الطريقة A والطريقة B مش هينفعوا لأن حجم الركام كبير فالمخترق قرر يستخدم الطريقة C لأنها الأدق والأنساب

إجراء الاختبار حسب الطريقة C
الفنى بيحتاج كمية تربة كبيرة حوالي ٢٩ كيلوجرام أو أكثر
يستخدم القالب الكبير قطره ٦ بوصة
ينخل العينة على منخل $\frac{4}{3}$ بوصة ويستخدم الجزء اللي عدى
يقسم العينة على خمس طبقات ويدمك كل طبقة ٥
ضربة
يكسر الخطوات لعدة نسب رطوبة علشان يرسم منحنى
الدمك

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

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

الشرح لطريقة C من البند ١١,٣,٣ إلى البند ١١,٣,٤:

الطريقة دي بتتكلم عن الطريقة C ودي نقدر نقول إنها أقوى وأدق طريقة في اختبارات الدك لأنها مخصصة للتربة الخشنة جداً 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 تقريباً اتعدلت عشان تناسب طبيعة التربة
الخشنة

القالب ١.٣.٣.١

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.

المادة ١.٣.٣.٢

بنستخدم منخل كبير وهو منخل $\frac{4}{3}$ بوصة أي ١٩ مم
وده معناه إن أي حبيبات أقل من حوالي ٢ سم بتدخل
معانا في الاختبار

الطبقات والضربات ١.٣.٣.٣ و ١.٣.٣.٤

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

ليه زودنا عدد الضربات إلى ٥٦ ؟
الاختبار هدفه توصيل نفس طاقة الدك لكل وحدة حجم
من التربة ولما القالب كبر حجم التربة جواه زاد فكان لازم
نزوعد عدد الضربات علشان تحافظ على نفس طاقة الدك
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 $\frac{4}{3}$
بوصة ما تزيدش عن ٣٠ في المية
ولو زادت لازم نطبق معادلات التصحيح اللي موجودة في
المواصفة D4718

ملاحظة مهمة ١.٣.٤

المواصفة بتتأكد إن القالب الكبير بتاع الطريقة C
ماينفعش نستخدمه مع خطوات الطريقة A أو الطريقة B
لأنك في الحالة دي ه تكون طاقة الدك أقل بكثير والناتج
متطلع 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).²

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 والكتافة الجافة.

ملاحظة ٣ 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.

يعني 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 هتللاحظ إن القالب الصغير غالباً بيدي نتائج أعلى في الكثافة الجافة.

طب ليه بيحصل كده؟
فيه كذا تفسير علمي محتمل:

-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 أكبر وبالتالي يزود الكثافة.

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

-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 ثاني.

العينة كانت من طبقة أساس فيها حوالي ١٨% ركام محجوز على منخل ٨/٣ بوصة.

مختبر المقاول استخدم الطريقة B بالقالب الصغير قطر ٤ بوصة وطلع إن أقصى كثافة جافة تساوي ٢,٥٥ 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 قارنا 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 ١٤ 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 الموضع 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 ومن نوع تجاهل الموضوع كلمة must be made هنا تعني أن التصحيح إجباري وليس اختياريًا.

إزاى بيتعمل التصحيح؟

المواصفة بتديك اختيارين والاتنين بيستخدموا نفس المعادلات اللي في D4718

الطريقة الأولى تصحيح نتيجة المعلم

تعمل اختبار الدمل على الجزء الناعم فقط وبعد كده تستخدمو معادلات التصحيح عشان تعدل النتيجة وتخليلها تعمل العينة كلها الجزء الناعم والخشين وده بيخليل الرقم اللي هتقارن بيها في الموقع مظبوط من البداية

الطريقة الثانية تصحيح نتيجة الموقع

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

في النهاية الهدف من الطريقتين واحد إن المقارنة بين نتيجة المعلم ونتيجة الموقع تكون عادلة وصحيحة علميًّا

البند ١.٤، مثال عملي

مقاؤل بينفذ طبقة أساس طريق رئيسي والتربة فيها حوالي ١٢% من الركام الكبير
المواصفات بتطلب إن نسبة الدمل تكون ٩٨% على الأقل
من الكثافة القصوى المحددة في المختبر.
الخطأ اللي حصل ان المعلم 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 وطلع ١,٩٣ طن لكل متر مكعب
لما حسبوا نسبة الدمل $1,93 \div 1,95 = 98,5\%$
يعني النتيجة شكلها ممتاز والمقاؤل استلم الشغل عادي جدًا لكن الحقيقة مختلفة تمامًا.

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

ولما ححسب نسبة الدمل الحقيقية $93,5\% = 100 \times 1,93 \div 1,95$

وده معناه إن الطريق في الواقع مش مدكوك كوييس 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 دمل 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 $\frac{8}{3}$

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

النتيجة المعملية 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 الماء من منخل $\frac{8}{3}$ فقط

يعني المعادلة بتقول:

$$\text{الكثافة المكافئة للجزء الناعم بعد تصحيح نتيجة الموضع} = \frac{\text{الكثافة الحقلية الكلية للتربة} - (\text{نسبة الجزء الخشن} \times \text{كثافة الجزء الخشن} \div 100)}{100} \times \text{نسبة الجزء الناعم}$$

المعطيات:

$$\text{الكثافة الحقلية للمادة الكلية} = 2,10 \text{ طن لكل متر مكعب}$$

$$\text{نسبة الجزء الخشن} = \%15$$

$$\text{نسبة الجزء الناعم} = \%85$$

$$\text{الكثافة الجافة للجزء الخشن} = 2,70 \text{ طن لكل متر مكعب}$$

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 2,10 طن لكل متر مكعب للمادة الكلية تعادل كثافة 2,02 طن لكل متر مكعب للجزء الناعم

الخطوة ٤: حساب نسبة الدملك النهائية

الكثافة الحقلية المصححة للجزء الناعم = 2,05 طن لكل متر مكعب

الكثافة المرجعية من المختبر للجزء الناعم = 2,05 طن لكل متر مكعب

$$\text{نسبة الدملك} = \%98,5 = 100 \times 2,05 \div 2,02$$

القرار النهائي

بما أن نسبة الدملك المحققة %98,5 أكبر من الحد الأدنى المطلوب %98، يتم قبول الأعمال. هذا القرار صحيح ومبني على تطبيق سليم للمواصفة، على عكس المقارنة المباشرة بدون تصحيح التي كانت ستعطي نتيجة 102,4% المبالغ فيها وغير منطقية

الخطوة ٣: 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 15%

اختبار ضبط الجودة: جاء فني المختبر لإجراء اختبار الكثافة الحقلية باستخدام جهاز قياس الكثافة الناتجة الحقلية للمادة الكلية: الكثافة الجافة الحقلية للمادة الكلية = 2,10 طن لكل متر مكعب المشكلة: لا يمكن مقارنة هذه القيمة مباشرة بالكتافة المرجعية للجزء الناعم 2,05 طن لكل متر مكعب لأن المقارنة المباشرة ستعطي نسبة دملك أعلى من المنطقية

الخطوة ٣: حساب التصحيح تصحيح نتيجة الموضع

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 الموضع

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

ستنتهي 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، اللي هو اختبار الكثافة النسبية للرملة).

البند ١.٥ الشرح

البند ده يوضح حقن يكون اختبار بروكتور مناسب ومت 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 تحفظ بالماء زي معظم أنواع تربة الإحلال والتربة الطينية والرمل الطيني.

طيب ليه بروكتور ممتاز ليها؟

الماء يعمل كملايين بين الحبيبات ومنحنى بروكتور يظهر بوضوح على شكل جرس يعني 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:

و هي التربة النظيفة والخالية من المواد الناعمة مثل الرمل النظيف والحسن النظيف.

و الماء يتتسرب 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 بالضربيات غير فعالة معها.

البديل الأفضل في هذه الحالة يجب استخدام اختبار D4253 الذي يعتمد على طاولة اهتزازية اللي 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 امثل عملي

شركة تقوم بتنفيذ مشروع حماية شاطئ من التأكل 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.

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

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

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

نسبة الدمك حسب اختبار بروكتور = $100 \times 1,80 \div 1,85 = 90,2\%$
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 = $100 \times 1,90 \div 1,85 = 94,9\%$.

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 1,٦ الترجمة

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

البند 1,٦ الشرح

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

فالمواصفة هنا بتوجهنا على دستور الأرقام في الهندسة الجيوفنية وهي D6026 اللي بتوضح بالتفصيل إزاى نكتب الأرقام ونقرها بطريقة صحيحة

لية ده مهم؟

لو كتبت أرقام كتير بعد العلامة العشرية ده بيعطي انطباع خاطئ بالدقة مثل: لو ميزان المعمل دقته واحد جرام مينفعش تكتب إن وزن العينة ٤٣٢,١٢٥٧ جرام الرقمين الآخرين مالهمش معن لآن الجهاز أصلًا مش بيقيسهم الرقم الصحيح ٤٣٢ جرام يعكس الدقة الفعلية للشغل

قواعد D6026 بشكل مبسط:

الكتافة 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 ٠,٠ بالمئة مثل ٨,٥ بالمئة الأبعاد والقياسات تقرب لأقرب مليمتر أو حسب دقة أداة القياس

طيب امتنى 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 وتجاور القاعدة العامة.

البند 1,٦ مثال عملي

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

أقصى كثافة جافة ٢٤٧,٨٥٢ كجم لكل متر مكعب

المحتوى المائي الأمثل ٩,٥٨٤ بالمئة

رد فعل المهندس

المهندس يلاحظ فوًضاً أن المعمل لم يلتزم بالمهنية الأرقام الطويلة تدل على أن الفني نسخ ولصق الأرقام مباشرة من شاشة الآلة الحاسبة أو برنامج الأكسل 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 ٢٤٨ كجم لكل متر مكعب مقربة لأقرب كيلوجرام

المحتوى المائي الأمثل ٩,٣ بالمئة مقربة لأقرب ٠,٠ 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 تقرير 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 ببساطة ومبشرة 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 يعني اية الحدود المحددة: دي الأرقام اللي مكتوبة في مواصفات المشروع مثل نسبة الدمك لا تقل عن ٩٨% أو المحتوى المائي لا يزيد عن ٢٠٪

و القيمة المقاسة أو المحسوبة: دي النتيجة اللي طلعت معاك في المعمل أو في الموقع مثل نسبة الدمك ٩٧,٨٥%

يبقى القاعدة بتقول إنك قبل ما تقول ناجح أو فشل لازم تأخذ نتيجتك وتقربيها 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 نفصص البند وحدة وحدة كدة :

الجزء الأول: المواصفة هي المعيار العام

المواصفة بتتأكد على مكانتها كمعيار صناعي يعني هي القاعدة الأساسية اللي المفروض الكل يعيش عليها في الحالات العادية عشان نوحد 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 بتعرف إنها مش عارفة طبيعة التربة عندك متغيرة إزاى ولا الغرض من الاختبار ولا لو المشروع لدراسة علمية دقيقة. لذلك المواصفة بتدي المهندس المسئول صلاحية التعديل 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 . يعني بمعنى آخر المهندس هو اللي يقرر عدد الأرقام بعد العلامة في حساباته الهندسية.

بند رقم ١٦,٢ المثال العملي
 لنفترض أن لدينا نفس نوع التربة ولكن سيتم استخدامها في مشروعين مختلفين:
المشروع الأول: بناء قاعدة لمفاعل نووي
 المهندس يرسل طلب خاص للمختبر: نظراً للحساسية الشديدة للمشروع أرجو الإبلاغ عن نتائج اختبار بروكتور مع الاحتفاظ بثلاث أرقام بعد العلامة العشرية للكثافة ورقمين بعد العلامة للمحتوى المائي. المختبر يتلزم بالطلب الخاص لأن المشروع حساس جداً ويطلب دقة عالية لدراسات التحليل الإحصائي.

المشروع الثاني: ردم مؤقت لمسار معدات في موقع بناء مهندس الموقع يستلم تقرير بروكتور القياسي الذي يحدد الكثافة القصوى ٢٥٤ كجم لكل متر مكعب. لتسهيل التعامل اليومي مع المشرفيين يقلل المهندس دقة الرقم إلى ٢٥٠ كجم لكل متر مكعب. الفرق البسيط لا يؤثر على أداء الردم المؤقت.

النتيجة: بند ١٦,٢ يعطي مرونة في الممارسة الهندسية. هو يضع معياراً أساسياً للالتزام في الحالات العادية ولكنه يتيح للمهندس تعديل هذا المعيار حسب متطلبات المشروع وأهدافه مع تحمل المسؤلية.

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 الموصفة 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 يعني الأرقام بالميليمتر أو بالكيلogram لكل متر مكعب مجرد تحويلات رياضية لتسهيل الفهم للمتعاملين بالنظام المتر لكنها ليست القيم الأصلية للالتزام بها.

بس استثناء الكتلة لكتلة 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 ابعاد و قوى و كثافات: الأصل فيها البوصة-الرطل

و الكتلة: الأصل الجرام والكيلوجرام

البند ١,٧ المثال العملي

لو مثلاً شركة في ألمانيا تصنع قوالب اختبار بروكتور للسوق العالمي. المهندس يقرأ قطر القالب ١٠١,٦ ميليمتر وقد يصنعه ١٠٢ ميليمتر أو ١٠١,٥ ميليمتر معتقداً أن الفرق بسيط.

التطبيق الصحيح: مهندس الجودة يوضح أن القيمة ١٠١,٦ ميليمتر استرشادية والقيمة القياسية الفعلية هي ٤ بوصة. المصنع يجب أن يضبط آلات إنتاج قالب قطره الداخلي ٤ بوصة بالضبط مع السماحيات المحددة في المواصفة لأن هذا هو المعيار المستخدم في أي فحص أو اعتماد.

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

النتيجة

البند يضمن توحيد الأدوات والقياسات الأساسية للاختبار على القيمة القياسية الأصلية، مع السماح باستخدام النظام المتر 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/ft³ 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 يدفع ضمنياً نظاريين منفصلين للوحدات؛ وهما: النظام المطلق gravitational system (absolute system) والنظام الثنائي (system). ومن غير المرغوب فيه علمياً الجمع بين استخدام مجموعتين منفصلتين من وحدات البوصلة. الرطل ضمن معايير واحدة. لقد تمت كتابة طرق الاختبار هذه باستخدام النظام الثنائي عند التعامل مع وحدات البوصلة-الرطل. في هذا النظام، يمثل الرطل (lbf) ووحدة القوة (الوزن). ومع ذلك، فإن استخدام الموازين التي تسجل أرطال الكتلة (lbm) أو تسجيل الكثافة بوحدة lbm/ft³ لا يجب اعتباره عدم مطابقة لهذه المعايير.

البند ١,٧,١ الشرح

البند ده بيشرح الصداع التاريخي اللي سببته كلمة رطل في الهندسة وليه المعايير حاولت حل المشكلة دي.

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

وفي النظام الإنجليزي، كلمة رطل pound تستخدمن للتعبير عن حاجتين مختلفتين: رطل-كتلة (lbm)؛ ووحدة كتلة زي الكيلوجرام اللي بتقيس كمية المادة في الجسم.

رطل-قوية (lbf)؛ ووحدة قوية زي النيوتن اللي بتقيس قوة الجاذبية على الجسم.

الخلط بيحصل لأن على سطح الأرض، كتلة مقدارها 1 lbm تنتج وزناً حوالي 1 lbf، لكن لو أخذت نفس الكتلة على سطح القمر، كتلتها هتفصل 1 lbm ووزنها هيقل ليصبح حوالي 0,167 lbf.

المواصفة هنا بتقول إنه علمياً من الخطأ وغير المرغوب فيه استخدام نفس الكلمة لمعنىين مختلفين في نفس المستند. لذلك اعتمدت رسمياً النظام الثنائي وفيه كلمة رطل pound لما نستخدمها بنقصدها بها القوة فقط (lbf). ده بيظهر في تحديد طاقة الدفع (ft-lbf/ft³) وزن المطرقة (lbf).

التساهل العملي : المعايير تعترف بالواقع العملي حيث معظم الموازين في أمريكا مكتوب عليها pounds والمقصود بها كتلة (lbm) والناس متعددة تسجل الكثافة بوحدة lbm/ft³. لذلك لو استخدمت ميزان يقيس lbm أو سجلت الكثافة بال lbm/ft³ ده مش هيعتبر مخالفة.

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

وعملياً وواقعيًّا: مسموح استخدام الموازين التي تقيس كتلة بالرطل (lbm) وتسجل الكثافة بها، والمعايير تتغاضى عن هذا الخلط الشائع.

البند ١,٧,١ المثال العملي في مختبر في أمريكا

فني في ولاية تكساس يقوم باختبار بروكتر: وزن العينة: يضع التربة على ميزان رقمي مكتوب عليه lbm والميزان يقرأ 12,5 lb أي 12,5 lbm. وحسب البند ١,٧,١ يجب تحويلها إلى كيلوجرام لتكون مطابقة لكن تسجيلها 12,5 lbm مقبول.

وزن المطرقة: مكتوب عليها 10,0 lbf وهي قوة وليس كتلة.
وحساب الكثافة: بعد الاختبار يحسب الفني الكثافة ويجدها 132,4 lbm/ft³.

كتابة التقرير: الطريقة المثالية: تحويل كل الوحدات إلى ما تتطلب المعايير رسمياً (كثافة بـ kg/m³ وكتلة بـ kg).
الطريقة المقبولة (بفضل بند ١,٧,١): يمكن كتابة الكثافة كما هي 132,4 lbm/ft³، ويعتبر ذلك مقبولاً لأن المعايير تفهم العرف الشائع في الصناعة الأمريكية ولا تعتبره مخالفة.

النتيجة: البند مثال على كيفية محاولة المعايير القياسية المعاونة بين الدقة العلمية الصارمة والواقع العملي الذي يمارسه المهندسون والفنانون 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 1,٨ الترجمة

لا تدعى 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 1,٨ الشرح

البند ده مهم جدًا لأنها بيوضح دور المستخدم بالنسبة للسلامة:

يعنى المواصفة مش مسؤولة 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 مسؤولة 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 سلémة.

٤- 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.

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 1,٩ الترجمة

تحذير— تم تصنيف الزئبق من قبل وكالة حماية البيئة والعديد من الهيئات الحكومية على أنه مادة خطيرة يمكن أن تسبب أضراراً للجهاز العصبي المركزي والكلى والكبد. الزئبق أو أبخرته قد تكون خطرة 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 محظوظاً بموجب القانون المحلي.

البند 1,٩ الشرح

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

مخاطر الزئبق

الزئبق مادة خطرة جداً على الجسم، خصوصاً على:

الجهاز العصبي المركزي والكلى والكبد.

أبخرة الزئبق أيضًا خطرة 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 تحديات 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.

البند ١٠ الترجمة

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

البند ١٠ الشرح

البند بيقول ان المواصفة دي مش محلية أو خاصة بدولة معينة لكنها تم تطويرها وفقاً لمبادئ دولية معترف بها في التقيس 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 عالمياً وتقديم أدلة لضمان التوافق بين الدول في تطبيق المعايير. الهدف من ذلك هو أن المواصفة مصممة بطريقة تضمن قبولها عالمياً وأن نتائج الاختبارات قابلة للمقارنة بسهولة بين مختبرات مختلفة، مما يقلل أي اختلافات قد تؤثر على التجارة أو جودة المنتجات.

2 Referenced Documents**٢. المستندات المرجعية**2.3 ASTM Standards:³

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/ft³ (600 kN·m/m³))

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

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.

بند رقم ٢١ الترجمة**المواصفات ASTM التالية مستخدمة في هذا الدليل:****C127:** طريقة الاختبار للكثافة النسبية (الجاذبية 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 بالترابة والصخور والسوائل
المحتواة**D698:** طرق اختبار خصائص الدهك المختبري للترابة
باستخدام الجهد القياسي (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN·m/m³))**D854:** طرق اختبار الجاذبية النوعية لصلبة التربة
باستخدام بيكنومتر الماء**D2168:** ممارسات معايرة أجهزة دمك التربة المختبرية**D2216:** طرق تحديد محتوى الماء (الرطوبة) للترابة
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 اختبار 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 و اختيار 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 الجيوتكنيكية
- D6913/D6913M:** طرق اختبار توزيع حجم الجسيمات (الدرج) للتربة باستخدام تحليل المتأخر
- E11:** مواصفة قماش منخل الأسلك 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، الشرح

البند ده بيجمع كل المواصفات والمعايير ASTM اللي 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، محظى 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 اللي بتتعمل في المختبر أو في الموقع متوافقة مع المعايير الدولية، وده بيضمن دقة وموثوقية النتائج بين المختبرات المختلفة.

بند رقم ٢، المثال العملي

شركة عندها فريق هندسي في المختبر وميداني. الفريق يقوم باختبار كثافة التربة وامتصاصها للماء باستخدام طريقة **C127**، ويحلل حجم الحبيبات بالمناخل باستخدام **D6026**. كل النتائج هتسجل وفقاً لممارسات **D136** لاستخدام الأرقام المعنوية بشكل صحيح. قبل أي اختبار الغرين هيستخدموا 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

١.٣ المصطلحات

3.1 Definitions:

١.٣.١ التعريف:

3.1.1 See Terminology D653 for general definitions.

بند رقم ٣.١.١ الترجمة

راجع مصطلحات D653 للتعريفات العامة.

بند رقم ٣.١.٢ الشرح

البند ده بيشير ببساطة إن أي مصطلحات عامة مستخدمة في هذا الدليل أو في طرق الاختبار لازم نفهم معناها بالعتماد على المعايير D653 الخاصة بالمصطلحات المتعلقة بالترابة والصخور والسوائل المحتواة. الفكرة هنا إن بدل ما نكرر التعريفات لكل مصطلح في كل معايير بتنرجع 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 ٣.١.٣ المثال العملي

فني في المختبر يقرأ في طريقة اختبار الدملk D698 مصطلح الكثافة النسبية أو الجاذبية النوعية مش متأنق بالضبط معناها. بدل ما يحاول يخمن أو يسأل كل مرة بيرجع للمعايير 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 ٣.١.٤ الترجمة

محتوى رطوبة الدملk n – هو محتوى الماء في عينة التربة أو المادة داخل القالب بعد إعادة تكوينها ودمكها

بند رقم ٣.٢.٢ الشرح

البند ده بيشرح معنى محتوى الرطوبة أثناء تكوينها في القالب بعد الدملk يعني بشكل واضح لها بنادق عينة تربة ونرجع نجهزها ونضعها في القالب وبعد ما نضغطها بالدملk 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 الدملk وقدرة التربة على تحمل الأحمال. كل المهندسين والفنين لازم يعرفوا إن الرقم ده بيقاس بعد إعادة تكوين العينة ودمكها مش قبلها.

3.1.3 modified effort—in compaction testing, the term for the 56 000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³) compactive effort applied by the equipment and methods of this test.

البند ٣.١.٣ الترجمة

الجهد المعدل—في اختبارات الدملk، هو مصطلح يعبر عن طاقة الدملk البالغة ٥٦،٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب ٧٠٠ 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 العددية هدفها توصيل كمية طاقة ثابتة ومحددة للتربة.

و كمية الطاقة دي هي ٥٦،٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب بوحدات البوصة-الرطل القياسية وما يعادل ٧٠٠ 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 رطال و ارتفاع السقوط ١٨ بوصة و عدد الضربات لكل طبقة ٢٥ أو ٦٠ 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 ٥٦،٠٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب

طيب ليه الرقم ده مهم؟ لأنه يميز هذا الاختبار عن الاختبار الأقدم والأضعف وهو بروكتور القياسية. في بروكتور القياسي بطاقة دك حوالي ١٢،٤٠٠ قدم-رطل لكل قدم مكعب بينما بروكتور المعدل بطاقة دك ٥٦،٠٠٠ 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^3 (kN/m^3))—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 كيلونيوتون لكل متر مكعب – في اختبارات الدمل، هي القيمة القصوى المعدلة بواسطة منحنى الدمل لاختبار دمل يستخدم الجهد المعدل.

البند ٣.١.٤ الشرح
البند ده بيعرف لنا الهدف الأسمى اللي بننسى نوصلها من اختبار بروكتور المعدل.

طيب إيه هي الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة $\gamma_{d,max}$?
بساطة، هي أعلى نقطة في منحنى الدمل اللي بنرسمه.
لما بنعمل اختبار بروكتور بنجرب كذا نسبة هية مختلفة
و مع 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 المثلية اللي هي المحتوى المائي الأمثل OMC

ليه بنهمت بالكثافة الجافة؟
لأننا معتمدين بكلمية حبيبات التربة الصلبة اللي قدرنا نحضرها في حجم معين، مش كمية التربة والعلية والهوا مع بعض. كل ما زادت الكثافة الجافة كل ما قلت نسبة الفراغات الهوائية وكل ما كانت التربة أقوى وأكثر استقراراً وأقل عرضة للهبوط في المستقبل

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

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

البند ٣.١.٤ المثال العملى

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

نتيجة المختبر تقرير اختبار بروكتور المعدل D1557 للترفة المستخدمة يقول:
الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة $MDD = 2.20$ طن
لكل متر مكعب
 $OMC = 7.5\%$

العمل في الموقع المقابول يقوم بدمك التربة بالهراسات الثقيلة

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

$$\text{الكثافة الجافة الحقلية} = 2.12 \text{ طن لكل متر مكعب}$$

حساب نسبة الدمل:
المعادلة: نسبة الدمل = $(\text{الكثافة الحقلية} / \text{الكثافة القصوى من المختبر}) \times 100$
نسبة الدمل = $(2.12 / 2.20) \times 100 = 96.4\%$

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

النتيجة إن الكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة هي الرقم المرجعي الأساسي للحكم على جودة أعمال الدمل 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 الدمل، هو المحتوى المائي الذي يمكن عنده دمل التربة للوصول إلى أقصى كثافة وزنية جافة باستخدام طاقة الدك المعدلة

٣.٢ تعريفات المصطلحات الخاصة بهذه المعاصفة :

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, $\frac{3}{8}$ -in. (9.5-mm) sieve in Method B, or $\frac{3}{4}$ -in. (19.0-mm) sieve in Method C.

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 ه تكون ناشفة ومفككة ولو غمرتها في المية هتبق طيرية جداً. التربة هنا نفس الفكرة المحتوى المائي الأفضل المعدل هو النسبة اللي بتخل حبيبات التربة تتحرك بسهولة تحت الدمل وتطرد أكبر كمية هو وتوصل لأقصى كثافة جافة ممكنة.

ولو المية أقل من النسبة دي التربة ه تكون ناشفة والدمل هيقى صعب ولو المية أكثر من النسبة دي التربة هتبقى طيرية والعاء 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 البروكتر القياسي وبالتالي بيوصل لأقصى كثافة أعلى والمحتوى المائي الأفضل بيكون مختلف.

باختصار المحتوى المائي الأفضل 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 دمل طبقة الأساس لطريق سريع وتقرير المختبر يقول:
أقصى كثافة جافة معدلة ٢١٥٠ كجم/م^٣
المحتوى المائي الأفضل المعدل ٨٪

المهندس يعطي تعليمات واضحة للمقاول: التربة لازم تكون رطوبتها قريبة من ٨٪ قبل بدء الدمل.

ففي المختبر يأخذ عينة سريعة ويقيس محتوى الماء: في الحالة الأولى كانت ١٦٪ التربة جافة جداً، المهندس يطلب رش كمية محسوبة من المياه في الحالة الثانية كانت ١١٪ التربة رطبة جداً المهندس يطلب تقلييبيها وتتجفيفها بالهواء والشمس

بعجرد ما رطوبة التربة توصل للنطاق المثالي مثل ٧٪ إلى ٩٪ تبدأ الهراسات عملية الدمل.

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

3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

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 $\frac{3}{8}$ -in. (9.5-mm) sieve in Method B, or passing the $\frac{3}{4}$ -in. (19.0-mm) sieve in Method C.

ويضعها جانبًا
يأخذ ٤٢٥٠ جرام من التربة الناعمة جزء الاختبار ويبدأ في تنفيذ خطوات اختبار بروكتور عليها إضافة الماء الخلط الدمل في قالب 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 لاحقًا على استخدام هذه النسب $PF = 85\%$ و $PC = 15\%$ 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/ft³ (2700 kN-m/m³). 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، الترجمة

يتم وضع تربة عند محتوى مائي مختار للتشكيل في خمس طبقات داخل قالب ذي أبعاد معينة مع دمل كل طبقة بواسطة ٢٥ أو ٥٦ ضربة من مطرقة رامر وزنها ١٠ رطل قوة ٤٤,٤٨ نيوتن تسقط من مسافة ١٨ بوصة ٤٧,٢ مم مما يُخضع التربة لطاقة دمك كليلة تبلغ حوالي ٥٦٠٠٠ قدم رطل لكل قدم مكعب ٣٧٠٠ كيلونيوتن متر لكل متر مكعب يتم تحديد الكثافة الوزنية الجافة الناتجة يتم تكرار الإجراء لعدد كافٍ من محتويات الماء عند التشكيل لإنشاء علاقة بين الكثافة الوزنية الجافة ومحظى الماء عند التشكيل للتربة هذه البيانات عند رسماً لها تمثل علاقة منحنية تُعرف باسم منحنى الدمل يتم تحديد قيم المحتوى المائي الأمثل والكثافة الوزنية الجافة القصوى المعدلة من منحنى الدمل

الشرح

البند د هو وصفة الطبخ الكاملة لاختبار بروكتور المعدل

لو حبينا نلخص المواصفة كلها في فقرة واحدة ه تكون هي الفقرة دي:
نبدأ خطوة خطوة:

تربيه عند محتوى مائي مختار يعني نبدأ بتحضير عينة من التربة ونضيف ليها نسبة مية معينة دي أول نقطة على المحنن بقى علينا

في خمس طبقات داخل قالب يعني بنحط التربة الرطبة دي في القالب مش مرة واحدة لكن على خمس طبقات متتساوية

دمل كل طبقة بواسطة ٢٥ أو ١٥ ضربة يعني بعد كل طبقة بنضربها بالمطرقة ٢٥ ضربة لو بنستخدم القالب الصغير طرق A أو B ١٥ ضربة لو بنستخدم القالب الكبير طريقة C مطرقة وزتها ١٠ رطل يعني وزن المطرقة حوالي ٤٥ كجم. تسقط من ١٨ بوصة حوالي ٤٥٧,٣ مم و دي هي مواصفات المطرقة المعدلة الثقيلة

طاقة دمل 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 دمل بن وزن العينة ونأخذ جزء منها عشان نحدد محتواها المائي ومن الوزن والحجم والمحتوى المائي بنحسب الكثافة الجافة دي كده نتية أول نقطة يتم تكرار الإجراء لعدد كاف بنرمي العينة المدكورة دي لأن مينفعش نستخدمها تاني ونرجع نحضر عينة جديدة بنسبة مية مختلفة أعلى شوية ونعيد كل الخطوات اللي فاتت من أول وتجديد بنكرر الموضوع ده أربع أو خمس مرات على الأقل

منحنى الدمل 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 بتتشكل منحنى على شكل جرس

تحديد القيم المثلث من الرسم البياني ده بنحدد أعلى نقطة في المحنن 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 حتى الحصول على النتيجتين النهائيتين MDD و OMC اللتين هما الهدف الأساسي من كل هذا الاختبار

5. Significance and Use

٥. الأهمية والاستخدام

5.1 Soil placed as engineering fill (embankments, foundation

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 ١٤ الترجمة

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

البند ١٥ الشرح

البند ده بيجاوب على سؤال جوهري: إيه لزمه اختبار بروكتور وكل الشغل ده؟ الإجابة ببساطة إننا بنعمل الاختبار ده عشان نحمي شغلنا من المهوط والتشققات والكوارث الهندسية اللي بتحصل لما التربة تكون ضعيفة أو فيها فراغات. ليه بنضغط التربة او ندمكها؟

لان التربة في حالتها الطبيعية بتكون هشة و مليانة فراغات هوائية زي قطعة إسفنج و لو بنينا عليها مبنى أو طريق مع الوقت الأحمال والمطر والفراغات دي هتنتفل تدريجيًا والتربة هتهبط وبالتالي يحصل شروخ أو فشل في المنشآ.

و عملية الدمل دي هي ببساطة عصر التربة دي عشان نطلع الهوا منها ونخليها متماسكة وقوية.

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

٢- الانضغاطية: عشان نقلل المهوط المستقبلي تحت وزن المبني أو الطرق. كل ما كانت التربة متدمكة أكثر كل ما

كان المبوط 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 بيجاوب على سؤالين مهمين جداً لمهندس الموقع:

ما هي أقصى قوة يمكن أن تصل إليها هذه التربة؟

(الإجابة: الكثافة القصوى (MDD))

و ما هي نسبة الرطوبة المثلية 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 بتندمك فعلًا مطابقة للمواصفات دي.

النتيجة النهائية إن 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 مفييش ضمان إن العنساً 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 أقوى، وصلابة أكبر، وانضغاطية أقل، وفراغات هوائية أقل، ونفاذية منخفضة. ومع ذلك، بالنسبة للتربة ناعمة الحبيبات عالية الدمك، قد يؤدي افتصاص الماء إلى حدوث انفصال 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 المدكوة أقل هشاشة ، وأكثر مرنة، وأكثر نفاذية، وأقل عرضة لتأثير الانفصال والانكماش. في العديد من التطبيقات، قد تحدد أ��واواد البناء أو التشييد أي طريقة اختبار، D698 أو هذه، يجب استخدامها عند تحديد مقارنة نتائج الاختبار المعملي بدرجة دمك التربة في الموقع.”

ملاحظة ٣ الشرح

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

الملاحظة دي بتقولك حكمة هندسية مهمة جداً: هي ان الأقوى ليس دائمًا هو الأفضل. يعني هي بتشرح لك إمتن اختبار اختبار بروكتور المعدل القوي وإمتن اختبار 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 مرنة وراحة يعني اختيارك يعتمد على طبيعة الرحلة.

طيب مقارنة بين الاختبارين بشكل نصي سلس:

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

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

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

رابعاً التربة الناتجة: التربة بعد بروكتور المعدل كثيفة جداً وقوية و صلبة لكنها هشة بينما بعد بروكتور القياسي كثيفة بشكل معقول لكنها أكثر مرنة.

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

بس خد بالك في التحذير الخطير: هو لما تستخدم بروكتور المعدل على تربة ناعمة زي الطينية إنت بتضفط الحبيبات على بعضها بقوة لدرجة إنك بتخليها هشة وعطنشانة للمية. لو التربة دي في المستقبل تعرضت لمصدر مياه مطر او ري او تسريب هيحصلها انتفاخ عنيف وده ممكن يدمر كل القوة اللي بنيتها وتحول التربة من صخرة صلبة إلى قطعة عجين ضعيفة.

فاهنا باقى دور بروكتور القياسي هو الحل الأكثر أماناً أحياً:

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

الخلاصة: إمتن اختار ده أو ده؟

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

مش هتعرض لمية كثير.

بروكتر القياسي D698: استخدمه في معظم المشاريع العادي، وخصوصاً لو بتعامل مع تربة طينية معرضة للرطوبة، أو لو مواصفات المشروع مش بتطلب كثافات عالية جداً. في النهاية، كود البناء، كود البناء أو مواصفات المشروع هو الحكم النهائي اللي بيحدد أي اختبار تستخدمو.

ملاحظة ٣ مثال عمل

شركة تبني منتجع سياحي كبير المشروع يتضمن جزئين: أساسات الفندق الرئيسي: برج مكون من ١٥ طابقاً. ومناطق اللاندسكيب والردم حول حمام السباحة: مناطق خضراء ستعرض للري المستمر.

التربة في الموقع هي تربة طينية (Clay).

قرار المهندس الاستشاري: لأن أساسات الفندق: الأحمال ضخمة جداً ومحورية. يجب تحقيق أقصى قوة ممكنة لمنع العبوط. يقرر المهندس استخدام بروكتور المعدل D1557 كمراجع، ويطلب تحقيق ٩٨% من الكثافة القصوى المعددة، مع عزل الأساسات جيداً لمنع وصول المياه إليها.

لمناطق اللاندسكيب: الأحمال خفيفة والتربة معرضة للري المستمر. لو استخدم بروكتور المعدل، التربة ستنتفخ وتدمي الأرضفة والمشيّات. لذلك، يتخذ المهندس قراراً حكيماً باستخدام بروكتور القياسي D698 كمراجع، ويطلب تحقيق ٩٥% من الكثافة القصوى القياسية، لتكون التربة مدكوكة بشكل جيد لكنها مرنّة وقدرة على التعامل مع تغيرات الرطوبة دون مشاكل انتفاخ.

النتيجة: باستيعاب هذه الملاحظة المهندس يقدر يختار الأداة المناسبة لكل وظيفة فيتضمن 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

weight (γ_{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 (γ_{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 (γ_{dmax}) may be based on past experience, or a range of values may be investigated to determine the necessary percent of compaction.

البند ٥،٣ الترجمة
 أثناء تصميم الردم الهندسي، تتطلب الاختبارات التي تجري 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 مسبقاً. من الممارسات الشائعة أولًا تحديد المحتوى المائي الأمثل (w_{opt}) وأقصى كثافة وزنية جافة (γ_{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 والكتافة الوزنية الجافة إلى الخبرة السابقة، أو يمكن دراسة نطاق من القيم لتحديد نسبة الدمك الضرورية.

البند ٥،٣ الشرح

البند ده بيشرح استخدام آخر وهم جداً للنتائج 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 كالاتي:

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

ثانيًا المهندس يحدد حالة العينة المطلوبة و مهندس التصميم بناءً على خبرته وطبيعة المشروع بيهدد للمعمل هو عايز يدرس التربة في أي حالة بالضبط. مش دايماً بيطلب الحالة المثلثية ١٠٠% من MDD عند OMC ممكن يطلب حالات تانية:

زي عند المحتوى الأمثل: حضروا لي عينة مدمومة لـ ٩٥% من الكثافة القصوى عند المحتوى المائي الأمثل.

او على الجانب الرطب (Wet of Optimum): حضروا لي عينة مدمومة لـ 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 مدمومة لـ ٩٨% من الكثافة القصوى عند محتوى مائي أقل من الأمثل ٢% لدراسة سلوك التربة في الظروف الجافة.

ثالثًا المعمل يحضر العينة وينفذ الاختبار المعتقد: المعمل بيأخذ 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،٣ مثال عملي

مهندس جيوجيني يصمم أساسات خزان مياه ضخم.
هو قلق من أمرتين:

هل التربة قوية كافية 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/ m^3 , $OMC = 9.0\%$.

طلب الاختبارات المتقدمة استخدام نتائج بروكتور كوصفة:
المهندس يرسل طلباً جديداً 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 ٦٢٪ (Wet of Optimum).

تنفيذ المختبر لتحضير العينة:
لحساب كثافة جافة مستهدفة للحالة ١: $1.995 = 2.10 \times 0.95$.
لحساب المحتوى المائي المستهدف: $11.0\% = 2.0 + 9.0\%$.
الفنى يضبط محتوى التربة بدقة إلى ١١٪ ثم يدملها في قالب خاص بجهاز القص الثلاثي حتى تصل كثافتها الجافة إلى 1.995 طن/ m^3 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.

5.3Experience 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 تعطل مشاكل نموذجية، والمشاكل التي تتم مواجهتها عند التعامل مع هذه التربة، والحلول الممكنة لهذه المشاكل.

البند ٥.٣ الشرح
البند ٣ هو اعتراف صريح من واضعي المعايير بأن: هيكل كل أنواع التربة سهلة وبماشة زي اللي في الكتب. فيه أنواع تربة صعبة المراس أو ذات مشاكل والطرق القياسية اللي شرحناها ممكن تفشل معها أو تدي نتائج غلط تماماً.

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

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

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

والتي تتكسر جزيئاتها أثناء الدفع: مثل الصخور الرسوبية الضعيفة.

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

والتي العضوية: التي تحتوي على مواد نباتية متحللة وتنصرف بشكل غير متوقع.

والتي الرطبة جداً: وهي التي تضخ الماء من جوانب قالب أثناء الدفع.

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

5.3.1 *Oversize Fraction*—Soils containing more than 30 % oversize fraction (material retained on the $\frac{3}{4}$ -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 ١,٥,٣ الترجمة
الجزء ذو الحجم الزائد- التربة التي تحتوي على أكثر من ٣٠٪ من الجزء ذي الحجم الزائد (المواد المحجوزة على فنخل ٪ بوصة (19 مم)) تمثل مشكلة. بالنسبة لهذه الأنواع من التربة، لا توجد طريقة اختبار ASTM للتحكم في دمكها، وعدد قليل جدًا 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 الجافة “الحقلية” لمثل هذه التربة، إلا أنها صعبة ومكلفة في التنفيذ.

البند ١,٥,٣ الشرح
البند ده يقول بوضوح شديد: إذا كانت التربة تحتوي على أكثر من ٣٠٪ حصى أكبر من ٪ بوصة فإن اختبار بروكتور بكل طرقه وتصحيحاته يصبح غير صالح للاستخدام هنا إننا بتدخل من عالم هندسة التربة إلى عالم هندسة الصخور. طيب ليه التربة دي مشكلة؟

لأن لا يوجد اختبار معملي قياسي فالمواصفة تعترف بصراحة أنه لا يوجد طريقة اختبار ASTM لتحديد الكثافة القصوى لهذا المواد في المختبرات العادية. قوال بروكتور صغيرة جدًا ولا تستطيع استيعاب هذا الكم الكبير من الصخور أي نتائج ستكون مضللة.

كمان معادلات التصحيح تفشل علشان المعادلات اللي بنستخدمها للتربة التي تحتوي على ٣٠-٥٪ حصى تصبح غير دقيقة عند تجاوز ٣٠٪. الفرضيات اللي بنية 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 متوافرة للمشاريع العادية وكمان الاختبارات الحقلية صعبة ومكلفة: مثل D4914 و D5030 للتحكم اليومي في الجودة.

طيب الحل ايه ؟

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

البند ١,٥,٣ مثال عملي

شركة إنشاءات تبني سد ضخم في منطقة جبلية، والمواد المقاحة للردم هي خليط من التربة وكميات كبيرة من الصخور المكسرة أكبر من ٤٠٪ (٪ 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 بسمك 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.

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

تصبح مواصفات المشروع: استخدم هراس اهتزازي ٥ طن و ضع طبقات ٤٠ سم وادمك كل طبقة بـ ٦ اشواط كاملة.

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

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

5.3.1.1 One method to design and control the compaction of

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 الضرورية للحصول على هذا الدمك ثم استخدام مواصفات الطريقة للتحكم في عملية الدمك. تتضمن مكونات مواصفات الطريقة عادة نوع وحجم معدات الدمك التي سيتم استخدامها وسمكافة 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 المعملي الفكرة ببساطة هي إذا لم تستطع جلب المواقع إلى المختبر فاذهب بالمختر إلى المواقع وهذا المختبر العيادي هو ما نسميه حقل الاختبار

خطوات الحل كما يشرحها هذا البند:
المراحل الأولى: التصميم باستخدام حقل الاختبار
الهدف ليس فقط تحديد الكثافة القصوى بل تحديد الطريقة المثلية للوصول إليها

التنفيذ يتم بناء جزء تجريبى من الطريق باستخدام المواد الصخرية الفعلية وتجربة طرق مختلفة للدمك وكل طريقة هي مزيج من أربعة عوامل رئيسية:
نوع وحجم معدات الدمك: هل نستخدم هراس اهتزازي ٢٠ طن أم ٢٥ طن
سمكافة الطبقة: هل نفرد المواد على طبقات سمكها ٤٠ سم أم ٦٠ سم
محتوى الماء: هل نرش الماء على الصخور أم ندمكها جافة
عدد الأشواط : 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 يتلزم بكل مكون من مكونات الوصفة الأربعية التي حددتها البند

البند ٥,٣,١,١ مثال عملي

البند ٥,٣,١,١ قال لدينا مشكلة هذه التربة صخرية جداً البند ٥,٣,١,١ يقول إليكم الحل: اذهبوا للموقع ابنيوا 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 الأربعية 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 للتتعامل 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 و ٥,٣,١,١ 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 وطالما أننا لم نعد نعتمد على رقم واضح ومحدد وأصبحنا نعتمد على وصفة أو طريقة عمل فإن نجاح المشروع بأكمله أصبح الآن في أيدي وخبرة الأشخاص الذين في الموقع المقاول 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. ولم يعد يكفي أن يسأل الاستشاري نفسه هل وصلنا للرقم المطلوب بل أصبح يسأل هل يتم تنفيذ الأشواط الثمانية بالسرعة الصحيحة هل سمعك الطبقة منتظم هل الهراس يعمل بكفاءة هل يفطي المسائق المساحة بالكامل دون ترك فجوات

كمان دور جودة وخبرة المقاول مهمة جدا

فالمقاول الخبير يدرك أن ٨ أشواط ليست مجرد رقم بل هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتنسق الصخور وتتشابك مع بعضها البعض. وهو يوجه فرقه لتنفيذ العمل بدقة وأمانة واما المقاول غير الخبير قد يرى أن ٨ أشواط هي مضيعة للوقت ويطلب من سائقيه عمل ٥ أو ٦ أشواط فقط معتقداً على أن الاستشاري قد لا يلاحظ الفرق وكمان دور جودة وخبرة الاستشاري دة الهم 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 عدد 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 تعتمد في النهاية على كفاءة وخبرة وأمانة العنصر البشري ممثلاً في المقاول 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 – 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 وفيق 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 فيق المهندسين بالجيش الأمريكي معامل تداخل الكثافة Density Interference Coefficient I_c أو

البند ٥,٣,١,٢ الشرح

البند السابق ٥,٣,١,١ قدم لنا حلّاً عملياً ولكنه مكلف وبطيء وهو حقل الاختبار. هذا البند يقدم حلّاً 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 جمعتها 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، مثلًا ٤٥٪ من المواد أكبر من ٣٪ بوصة

٢. تذهب إلى المنهج الجاهز في دليل مكتب الاستصلاح أو فيق المهندسين

٣. تجد معامل التصحيح المقابل لنسبة الحصى

٤. تطبق المعامل لتقليل الكثافة المطلوبة في الموضع 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 للخلط كله.

فالمنحنى الجاهزة دى بتوضح أنه يجب خفض متطلب
الدمل الإجمالي إلى ٩٢٪
أسماء مختلفة لنفس الفكرة
مكتب الاستصلاح الأمريكي يسميه نسبة D أو قيمة D
فيق المهندسين بالجيش الأمريكي يسميه معامل
تدخل الكثافة ٣٪
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 وحق الاختبار.

البند ٥.٣.١.٢ مثال عملي
مهندس استشاري يعمل في مشروع طريق جبلي والتربة
تحتوي على ٤٠٪ حصى كبير. هنا لديه خيارات للتحكم في
جودة الردم

الخيار الأول: حق الاختبار
الإجراء: يتطلب من المقاول عمل حق اختبار مكلف
لتحديد أفضل طريقة للدمل
المميزات: نتائج دقيقة ومخصصة للمواد والمعدات
المستخدمة في المشروع بالتحديد
العيوب: مكلف جداً وبطيء ويطلب خبرة كبيرة في
التصميم والتنفيذ

الخيار الثاني: معاملات التصحيح
الإجراء: فتح دليل فيلق المهندسين إدخال نسبة الحصى
على منحنى معامل تداخل الكثافة ٣٪ ووجد أن معامل
التصحيح اللازم هو ٠,٩٨

التطبيق: إذا كان المطلوب تحقيق كثافة ٢,١٠ طن/م٣، فإنه
الآن سيطلب من الموقعاً تحقيق كثافة لا تقل عن $2,10 \times 0,98 = 2,058$ طن/م٣
المميزات: سريع، غير مكلف، ويعطي هدفاً رقمياً واضحاً
يمكن قياسه في الموقف
العيوب: يعتمد على بيانات عامة قد لا تمثل بدقة نوع
الصخور المحددة في الموقف

القرار
في كثير من المشاريع التجارية، يعتبر الخيار الثاني
استخدام معاملات التصحيح هو الحل العملي والأكثر
شيوعاً لأنه يوفر الوقت والمال ويقدم أساساً هندسياً
مقبولاً للتحكم في الجودة طالما أن نسبة الحصى لا
تجاور 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, γ_{dmax} , of soils containing oversize fractions (5).

البند ٥.٣.١.٣ الترجمة
إن استخدام تقنية الاستبدال ٢ طريقة الاختبار D1557-78 ، التي يتم فيها استبدال الجزء ذي الحجم الزائد بجزء أنعم، هو إجراء غير مناسب لتحديد أقصى كثافة وزنية جافة γ_{dmax} للتربة التي تحتوي على أجزاء ذات حجم زائد.

البند ٥.٣.١.٣ الشرح
هذا البند هو تحذير واضح وصريح من واصعي المواصفة يقول: انتبهوا! الطريقة القديمة التي كانت تسمح برمي الحصى الكبير وتعويضه حصى أصغر هي طريقة خاطئة ومضللة ويجب عدم استخدامها نهائياً.

ما هي تقنية الاستبدال أو الاستعواض القديمة؟
في إصدار قديم من المواصفة عام ١٩٧٨ كانت هناك طريقة تسمى الطريقة D . كانت هذه الطريقة تقترح حلّاً بسيطاً 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. بعد حين إضافة المادة البديلة إلى العينة الأصلية.
٦. ثم إجراء اختبار برووكتور على الخليط المعدل.

طيب لية الطريقة D خاطئة وغير مناسبة؟

١. لأنها تغير طبيعة التربة: يعني دلوقت ميش بتختبر التربة الأصلية بل خليطًا صناعيًّا له خصائص مختلفة.
٢. كمان تأثير الهيكل العمظيم: يعني الحصى الكبير يعمل كهيكل عظيم داخل التربة والحبوب الناعمة تملأ الفراغات بينه و طريقة الإحلال او الاستعواض تتجاهل هذا التفاعل المعقد تماماً.

٣. نتائج غير واقعية: تؤدي غالباً إلى قيم كثافة قصوى أعلى من الواقع مما يضع أهدافاً غير قابلة للتحقيق في الموقف ويفيد إلى نزاعات بين المقاول والمستشار

الخلاصة إن هذا البند هو بعثابة شهادة وفاة رسمية للطريقة D من إصدار عام ١٩٧٨. المواصفة الحالية D1557-12 تقول بوضوح إياك أن تستخدم طريقة الاستبدال . بدلًا من ذلك إذا كانت التربة تحتوي على حصى كبير لديك حلان فقط: إذا كانت نسبة الحصى أقل من ٣٪: استخدم طريقة التصحيح الرياضي ASTM D4718

و إذا كانت نسبة الحصى أكبر من ٣٪: اترك المختبر واذهب للموقع وقم بعمل حق اختبار لتحديد مواصفات الطريقة أو استخدم معاملات التصحيح التجريبية D-ratio

أو ic

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 ٥,٣,٥ الترجمة

التكسر- التربة التي تحتوي على حبيبات تتكسر أثناء الدمل تمثل مشكلة خاصة عندما يحدث تكسير في المختبر أكثر من الذي يحدث في الدمل الحقل و هي الحالة النموذجية. يحدث التكسير عادةً أثناء دمل التربة الصخرية المتحللة granular-residual soil أو الركام، عندما يحدث التكسير، تزداد الكثافة الوزنية الجافة القصوى، بحيث تصبح القيمة القصوى المعملى الناتجة غير مماثلة لظروف الحقل. في كثير من الأحيان، في هذه الحالات، يصبح من المستحيل تحقيق الكثافة الوزنية الجافة القصوى في الحقل

البند ٥,٣,٦ الشرح

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

طيب يعني أية التكسير Degradation ؟ يعني أن حبيبات التربة خاصة الصخور الرسوبيبة الضعيفة أو الصخور المتحللة أو بعض أنواع الركام المعاد تدويره تتفتت وتتحول إلى حبيبات أصغر حجماً تحت ضربات مطرقة بروكتر

طيب لية هي مشكلة كبيرة؟ المشكلة هنا هي في عدم تطابق ما يحدث في المختبر مع ما يحدث في الموقع.

في المختبر: مطرقة بروكتر المعدنية الصغيرة تزن ١٠ رطل او وتسقط من ارتفاع ١٨ بوصة وتتركز كل طاقتها على مساحة صغيرة جداً. و هذا الضغط الهائل يكسر الحبيبات الضعيفة ويملا الفراغات بين الحبيبات الصغيرة الناتجة مما يعطي قيمة كثافة قصوى مرتفعة بشكل مصنوع وغير حقيقي.

اما في الموقع: الهراس الضخم ذو الأسطوانة الكبيرة

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

النتيجة هنا هي ان المختبر يعطي تقريراً يقول إن الكثافة القصوى للتربة هي ٢,٢٠ طن/م^٣. يذهب المقاول إلى الموقع ويبذل قصارى جهده ولكن لا يستطيع الوصول إلا إلى ٢,١٠ طن/م^٣. هذا يؤدي إلى خلافات ومشاكل بين المقاول والاستشاري حول تحقيق الهدف المستحيل فيزيائياً

الخلاصة
اختبار بروكتر قد يعطي نتائج متفايرة بشكل خاطئ عند التعامل مع المواد القابلة للتكسير. القيمة المعملى للكثافة القصوى تصبح قيمة نظرية لا يمكن الوصول إليها ويجب على المهندس الخبير تعديل أهداف الدمل في الموقع لتكون واقعية وقابلة للتحقيق

البند ٥,٣,٥ مثال عمل

مشروع طريق يستخدم ركام البازلت

اختبار بروكتر في المختبر: يقوم الفني بإجراء اختبار بروكتر المعدل ويلاحظ أن المادة تصبح أنعم مع كل نقطة جديدة في الاختبار وينتج عنه منحنى دمل جيد وقيمة كثافة قصوى مرتفعة ٢,٢٠ طن/م^٣

العمل في الموقع: المواصفات تطلب تحقيق ٩٥% من الكثافة القصوى أي $2,20 = 2,20 \times 0,95$ طن/م^٣ بعد محاولات عديدة، أقصى قيمة تمكناً من الوصول إليها كانت ١,٩٩ طن/م^٣ فقط
الحل: المهندس الاستشاري يطلب أخذ عينة قبل وبعد اختبار بروكتر وتحليل التدرج الحبيبي

النتائج: نسبة المواد الناعمة كانت ٥% في العينة الأصلية و١٢% بعد اختبار بروكتر هذا دليل على أن مطرقة بروكتر 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 للتكسير، قد يساعد استخدام حقول الاختبار ومواصفات الطريقة. إن استخدام تقنيات الإحلال ليس صحيحاً.

البند ٥,٣,٢,٢ الشرح
هذا البند قصير وبماشر ويعيد تأكيد نفس المبدأ الذي تعلمناه في التعامل مع التربة الصخرية ويطبقه على مشكلة التربة القابلة للتكسير.
الفكرة الأساسية هو عندما يكون اختبار بروكتور في المختبر غير قادر على تمثيل ما سيحدث في الموقع، سواء بسبب الحصى الكبير جداً أو بسبب تكسير الحبيبات نتخل 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 للتكسير
نستخدم نفس الهراسات التي سيسخدمها المقاول
نجرب طرق دمك مختلفة زي سماعة الطبقة و عدد الأشواط إلخ حتى نصل إلى أقصى كثافة عملية يمكن تحقيقها في الواقع دون تكسير مفرط للحبيبات
بكدة تتتحول هذه الطريقة المثلية إلى مواصفات الطريقة الملزمة للمشروع. وزي قولنا فوق ان دور الاستشاري يتتحول 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 او الاستعواض غير صحيح. أي محاولة لاستبدال الحبيبات القابلة للتكسير بحببيات أقوى أو مختلفة الحجم

تؤدي إلى نتائج مضللة لأنها لا تمثل التربة الأصلية
خلاصة البند

هو عندما تواجه تربة ذات مشاكل سواعد كانت صخرية جداً أو قابلة للتكسير الحل الهندسي السليم هو:
الاعتراف بقصور الاختبار المعملي
واللجوء إلى حلول ميدانية واقعية مثل حقول الاختبار
وتجنب الحلول السهلة الخادعة مثل تقنية الإحلال

البند ٥,٣,٢,٢ مثال عمل

مشروع فية تربة من صخور الحجر الجيري الضعيفة

المشكلة ان فية نسبة عالية من الحصى الكبير وال حصى ضعيف ويتفتت بسهولة تحت الضغط

في المعمل يحاول عمل بروكتور النتائج غير منطقية. كمان تطبيق معايير التصحيح لفطر الحجم يفشل لأن التربة تتغير أثناء الاختبار بسبب التكسير

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 سماعة الطبقة و عدد الأشواط
الهدف: تحقيق أفضل توازن بين كثافة جيدة وتقليل تكسير الحبيبات

النتيجة النهائية:

مواصفات طريقة واضحة مثل: الدمك باستخدام هراس مطاطي وزن ٢٠ طن وطبقات لا تزيد عن ٢٠ سم و ٦ أشواط لكل طبقة
في النهاية هذا البند يوفر حلًّا موحدًّا 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 المدكوة 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 البدل بيتكلم 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 اللي هي حصى كبير وكرات بينج بونج اللي هي رمل او مواد ناعمة لكن مفيش أي كرات متوسطة الحجم رمل خشن او حصى صغير ده هو التدرج المنقطع: وجود أحجام كبيرة وصغريرة مع غياب شبه كامل للأحجام المتوسطة اللي المفروض تمثل الفجوات بين الحبيبات الكبيرة.

طيب ليه ده مشكلة؟

فجوات كبيرة جدًا: يعني لما نحاول ندملك التربة الحبيبات الناعمة فمش كفاية لملء الفجوات الكبيرة بين الحبيبات الكبيرة النتيجة هي هيكل تربة ضعيف ومليان فجوات.

عدم استقرار: يعني تحت الأحمال أو الاهتزازات الحبيبات الصغيرة محمّن تتحرك داخل الفجوات الكبيرة مما يسبب هبوط مفاجئ وقد يزيد خطر التس晁ل أثناء الزلازل.

مشاكل طرق الاختبار القياسية:

اختبار بروكتور: منحنى الدملك ممكن يكون غريب أو غير واضح لأن سلوك الدملك 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 :

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

ثم يقوم بتقدير 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 غالباً هو تعديل التربة نفسها. يخلط المهندس التربة مع مادة أخرى تحتوي على الأحجام المفقودة لتحسين التدرج وجعلها جيدة التدرج قبل الاستخدام.

البدل ٥,٣,٣ مثال عملي

مقابل يستخدم ناتج تكسير صخور للردم خلف حائط سائد ضخم.

المختبر ينفذ اختبار تدرج حبيبي ثم يرسم منحنى التدرج الحبيبي ويلاحظ المهندس أن المنطقة الخاصة بالرمل الخشن والصخور الصغير شبه مفقودة يعني في 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 اللي 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 ٥

ملاحظة ٥ 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 موضوعية ومع ذلك يجب تحذير مستخدمي هذه المواصفة من أن الامتثال للممارسة D3740 لا يضمن وحدة نتائج موثوقة لأن النتائج الموثوقة D3740 تعتمد على عدة عوامل بينما توفر الممارسة

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 ± 0.005 in. (± 0.1 mm).

ملاحظة ٥ الشرح
ملاحظة ٥ دى شبه ما يكون مدرب قيادة بيقولك لمجموعة من المتدربين مبروك انتوا عارفين القواعد الأساسية لكن ده مش معناه إنكم محترفين القيادة الحقيقة تعتمد على خبرتكم وتركيزكم وحالة الطريق والسيارة الممارسة D3740 هي مواصفة بتحديد الحد الأدنى اللي لازم يكون موجود في أي مختبر أو هيئة فحص تربة وصخور عشان نعتبره مؤهل للختبارات وتشمل نظام جودة تدريب وكفاءة الفنيين معايرة وصيانة الأجهزة والمعدات ومرافق مناسبة للختبار الفكرة الأساسية للبند الكفاعة البشرية هي الأساس جودة نتيجة اختبار مثل بروكتور مش بس تعتمد على كتابة المواصفة أو الأجهزة بل على خبرة الفني اللي 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 دقة ٩٠٪ العوامل اللي بتتأثر على النتائج الموثوقة أمانة ونزاهة الفني والمختبر فهم الفني لروح الاختبار مش مجرد اتباع الخطوات تمثيل العينة هل العينة فعلًا 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

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

البند ٦ الترجمة
يجب أن تكون مجموعة القاب أسطوانية الشكل
ومصنوعة من معدن صلب، وأن تقع ضمن السعة
والأبعاد الموضحة في البند الفرعية ٦.١.٢ أو ٦.١.٣ وفي
الشكلين ١ و ٢، ويرجع أيضًا إلى الجدول ١.
يمكن أن تكون جدران القاب مصممة أو مشقوقة أو
مسلوبة.

القابل المشقوق قد يتكون من نصفين دائريين، أو من
مقطع أنبوب مشقوق على طوله، بحيث يمكن قفلهما معًا
 بإحكام لتشكيل أسطوانة مطابقة لمتطلبات هذا البند.

القابل المسلوب يجب أن يكون له ميل منتظم لا يزيد عن
١٦.٧٪ بوصة لكل قدم من ارتفاع القاب أي ما يعادل
٠.٢٠ متر.

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

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

يجب أن يكون طوق التمديد بمحاذة السطح الداخلي
للقابل.

يجب أن يكون الجزء السفلي من لوحة القاعدة، وكذلك
الجزء السفلي من التجويف الذي يركب فيه القاب
الأسطواني، مستوىً في حدود ±٠٠٥، بوصة أي ±١٠ مم.

البند ٦ الشرح

البند ده بيشرح بالتفصيل كل حاجة تخص القاب اللي بنستخدمه في اختبار بروكتور والسبب في الدقة دي إن أي اختلاف بسيط في حجم القاب هيأثير على نتائج الكثافة وبالتالي على دقة الاختبار كله

تفاصيل القاب

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

أنواع القواب اللي المواصفة بتسمح بيها
مصنعت وده بيكون قطعة واحدة مفولدة وقوى جدًا لكنه
صعب في إخراج العينة بعد الدفع وب يحتاج مكبس خاص
مشقوق وده الأشهر ويكون عبارة عن نصين بيتقفلوا
على بعض بقفل محكم وميزة إنه سهل الفك وإخراج

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 بتجي مع القالب القاعدة ودي قطعة معدنية القالب بيركب عليها ولازم تكون مستوية جدًا بدقة عالية علشان مايقياش في أي فراغ تحت القالب ممكن يأثر على الحجم طوق التمديد وده الجزء اللي بيركب فوق القالب ووظيفته إنه يمنع التربة المفككة من الوقوع أثناء الدملوك وكمان يسمح إنك تدميك العينة لارتفاع أعلى شوية من القالب وبعدين تشيل الطوق وتسوي السطح بحيث يكون على نفس مستوى حافة القالب بالضبط وده بيضمن إن حجم العينة مطبوط

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 ± 0.016 -in. (101.6 ± 0.4 -mm) average inside diameter, a height of 4.584 ± 0.018 in. (116.4 ± 0.5 mm) and a volume of 0.0333 ± 0.0005 ft³ (943.0 ± 14.0 cm³). 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 $4,000 \pm 0,016$ 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 تشتعل بنفس الحجم بالضبط لأن الكثافة بتتحسب من العلاقة دي:

المعادلة:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}}$$

وأي فرق بسيط في الحجم هيأثر مباشرة على النتيجة.

تفاصيل الأرقام اللي في البند :

القطر الداخلي:

المتوسط المطلوب هو $4,000$ بوصة يعني $101,6$ مم ومسموح بانحراف بسيط جدًا $\pm 0,016$, بوصة يعني $\pm 0,4$ مم وده معناه إن القطر الفعلي لازم يكون بين $3,984$ و $4,016$ بوصة ولازم نقيس القطر في كذا اتجاه ونأخذ المتوسط علشان نضمن إن القالب دائرة مطبوطة مش بيضاوية

الارتفاع:

المطلوب $4,584$ بوصة يعني $116,4$ مم

ومسموح بانحراف $\pm 0,018$, بوصة يعني $\pm 0,5$ مم

وده الارتفاع اللي بيخلص الحجم النهائي مطبوط تماماً حسب التصميم

الحجم:

الحجم المطلوب $0,0333$ قدم مكعب يعني 943 سم مكعب

ومسموح بانحراف بسيط جدًا $\pm 0,0005$ قدم مكعب

وده الحجم اللي على أساسه كل الحسابات في اختبار بروكتور بتتعمل

المعادلة الحسابية الأساسية للحجم:

$$\text{الحجم} = (\pi \times \text{نصف القطر})^2 \times \text{الارتفاع}$$

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 بتتمر من منخل رقم ٤

الطريقة B للتربة اللي بتتمر من منخل رقم $8/3$ بوصة

البند ٦,١,١ مثال عملي

في المعامل بيعمل معايرة كل فترة لقوالب بروكتور علشان يتأكد إنها لسه مطبوطة 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

$$\text{الحجم} = (\pi \times \text{نصف القطر})^2 \times \text{الارتفاع}$$

بعد كده بيتأكد من الحجم بالطريقة المائية الدقيقة

طريقة المعايرة بالماء:

يوزن القالب وهو فاضي

يتدهن الحافة العلوية بطبلقة شحم خفيفة

يتم ملء القالب بالماء المقطر لحد ما يفيض شوية

يتفق بقطعة زجاج مسطحة علشان يشيل الماء الزيادة

يتوزن القالب تاني وهو مليان

وزن الماء = الوزن بعد الماء - الوزن الفارغ

بما إن كثافة الماء = ١ جم لكل سنتيمتر مكعب
يبقى وزن الماء بالجرام = الحجم بالسنتيمتر مكعب

يعني مثله :

لو وزن الماء طبع ٩٤٥ جرام

يبقى الحجم الفعلي للقالب = ٩٤٥ سنتيمتر مكعب

إذا الحجم المسموح في المعاصفة = ١٤ ± ٩٤٣ سنتيمتر مكعب

يعني النطاق المسموح من ٩٢٩ لحد ٩٥٧ سنتيمتر مكعب

بما إن الحجم المقاس ٩٤٥ سنتيمتر مكعب

إذن القالب مطابق للمعاصفة وصالح للاستخدام

الارتفاع $4,584 \pm 0,018$ بوصة
القيمة المطلوبة $4,584$ بوصة أي $116,4$ مليمتر
وده نفس ارتفاع القالب الصغير بالضبط، وتوحيد الارتفاع
ده بيسهل المقارنة بين الطريقتين ويحافظ على تناسق
النتائج

الحجم $0,0750 \pm 0,0009$ قدم مكعب

القيمة المطلوبة $0,0750$ قدم مكعب

وده يعادل تقريباً 2124 سنتيمتر مكعب

الخطأ المسموح ± 25 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 العار من منخل ثلاثة أرباع البوصة يعني
حوالى 19 مليمتر.

البند ٦,١,٢ مثل عمل

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

فيه فني مبتدئ قرر يستخدم القالب الصغير علشان يوفر
وقت ولما حط التربة جوه القالب لقى الحصى الكبير واحد
مساحة كبيرة، ولما بدأ يدمل 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 الجبلي للتربة،
ووضح إن فيها كمية كبيرة من الحصى بين $9,5$ و 19 مليمتر،
فأكيد إن الاختبار لازم يتعمق بالطريقة ج باستخدام قالب 1
بوصة وعدد ٥ ضربة في كل طبقة.

الفني استخدم القالب الكبير فعله، وده سمح إن الحصى
والتربة الناعمة يتوزعوا كوييس ويتدمروا طبيعي، وطلعت
النتيجة صحيحة وممثلة لسلوك التربة الحقيقي في
الموقع.

الخلاصة
اختيار القالب الصح مش حاجة شكلية، ده شرط أساسي
علشان الاختبار يطلع صح، والبنددين ٦,١,٢ و ٦,١,٣ حطوا
أبعاد القوالب بدقة شديدة علشان النتائج تكون دقيقة
ومتطابقة بين كل المختبرات وكل نوع تربة يتجرب بالأدلة
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 ± 0.05 in. (457.2 ± 1.3 mm) from the surface of the Specimen. The weight of the rammer shall be 10.00 ± 0.02 lbf (44.48 ± 0.09 N, or mass of 4.5364 ± 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 ± 0.005 in. (50.80 ± 0.13 mm). The rammer shall be replaced if the striking face becomes worn or bellied to the extent that the diameter exceeds ± 0.01 in. (50.80 ± 0.25 mm).

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 (٥٠,٨ مليمتر)

السماحية للمطرقة الجديدة: $18,00 \pm 0,005$ بوصة ($\pm 0,13$ مليمتر) 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 بيتأكل أو بييفن محدب

المواصفة بتقول إن لو القطر زاد عن $2,01$ بوصة ($50,5$ مليمتر) لازم تتغير المطرقة فوراً وده لأن زيادة مساحة الوجه بتقلل الضغط على التربة وبتخلي الدك أضعف وبالتالي الكثافة المقاسة أقل من الحقيقة

أنواع المطارق المستخدمة
المواصفة بتسمح بنوعين:

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

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

البند ٦,٢ مثل عملي كبير الفنيين في المختبر بيعمل فحص دوري لمطرقة بروكتور ميكانيكية
فحص الوزن

يفك المطرقة من الجهاز ويوزنها على ميزان دقيق الوزن المقاس = $4,540 \pm 4,540$ كجم

النطاق المسموح به = $4,5374 \pm 4,5454$ كجم
القرار: الوزن مطبوط ضمن المدى

فحص ارتفاع السقوط
يشغل الجهاز ويقيس المسافة بين أسفل المطرقة وسطح قالب الفارغ

الارتفاع المقاس = $458,0 \pm 458,0$ مليمتر
النطاق المسموح به = $455,9 \pm 458,5$ مليمتر
القرار: مقبول

فحص وجه الطرق

البند ٦,٢ الترجمة
المطرقة – المطرقة تكون إما يدوية كما هو موضح في البند ٦,١ أو ميكانيكية كما هو موضح في البند ٦,٣ يجب أن تسقط المطرقة سقوطاً حرّاً لمسافة $18,00 \pm 0,05$ بوصة ($457,2 \pm 1,3$ مليمتر) من سطح العينة ويجب أن يكون وزن المطرقة $2,000 \pm 0,02$ رطل-قوة ($44,48 \pm 0,09$ نيوتن) أي كتلة $4,5364 \pm 0,009$ كيلوجرام ويسمح بتعديل وزن المطرقة الميكانيكية حسب تعليمات المعايرة في الممارسة D2168 (انظر الملاحظة رقم ٦) يجب أن يكون وجه الطرق للمطرقة مستوياً ودائرياً بقطر عند التصنيع $2,000 \pm 0,005$ بوصة ($50,80 \pm 0,13$ مليمتر) ويجب استبدال المطرقة إذا أصبح وجه الطرق متآكلًا أو محدبًا لدرجة أن القطر يتجاوز $2,000 \pm 0,02$ بوصة ($50,80 \pm 0,25$ مليمتر)

البند ٦,٢ الشرح

البند ده بيشرح بالتفصيل المطرقة اللي بنستخدمها في اختبار بروكتور المعدل واللي هي المسؤولة عن توليد طاقة الدك اللي بتضفيط 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 (٤٥٧,٢ مليمتر)

السماحية المسموح بها: $18,00 \pm 0,05$ بوصة ($457,2 \pm 1,3$ مليمتر)

وده هو مشوار السقوط اللي بتكتسب منه المطرقة طاقتها قبل ما تضرب العينة وكل ما الارتفاع ثابت طاقة الدك تفضل ثابتة

وزن المطرقة: $2,000 \pm 0,02$ رطل-قوة

القيمة المطلوبة: ٢٠ رطل-قوة حوالي ٤,٥٤ كيلوجرام

السماحية: $2,000 \pm 0,02$ رطل-قوة حوالي ٩ جرام وده الوزن اللي بيميز اختبار بروكتور المعدل عن بروكتور القياسي لأن القياسي بيستخدم مطرقة وزنها ٥,٥ رطل بس.

يقيس القطر بالفرجاري في أكثر من اتجاه
القطر المقاس = ٢٠٠٨ بوصة (٥٠٠٥ مليمتر)
الحد المسموح به = ٢٠١ بوصة (٥٠١٥ مليمتر)
القرار: القطر لسه جوه الحد المسموح لكن قريب جداً من
الحد الأعلى فبيقرر الفني إنه يعيد الفحص بعد ٣ شهور
بدل ٦ شهور

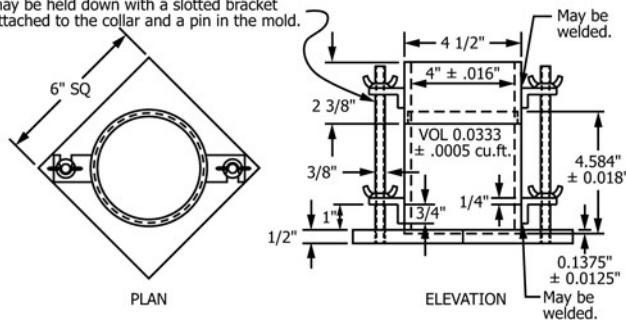
الخلاصة
الفحوصات الدقيقة دي هي اللي بتخلي طاقة الدك ثابتة
ومطابقة للمواصفة وده معناه إن منحنيات بروكتور اللي
بيطلعها المختبر تكون دقيقة وممكن يعتمد عليها
المهندس في التصميم وفي ضبط الجودة في الموقع
العلاقة الحسابية بين عناصر الدك

الأرقام اللي اتكلمنا عنها في البند ده (الوزن - ارتفاع
السقوط - عدد الضربات - عدد الطبقات) كلها بتدخل في
حساب طاقة الدك الكلية اللي بتتطبّق 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 هتنتفّل أكثر وكثافتها هتكون أعلى
البند ده بيجهزنا للبند اللي بعده اللي هيكلم عن طاقة
الدك وازاي 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
المنظر 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 بديلة، يمكن تثبيت الطوق (الرقبة) باستخدام شريحة تثبيت مشقوقة متصلة بالطوق ومسمار (دبوس)
في القالب
المنظور العلوي (PLAN)

٦ بوصة مربع (أبعاد القاعدة)
PLAN

منظور علوي أو مسقط أفقي
المنظور الجانبي (ELEVATION)
ELEVATION منظر جانبي أو مسقط رأسية
يمكن لحامه May be welded

٤،٥٨ ± ٠،٠١٨ بوصة (القطر الداخلي للقالب)

.VOL 0.0333 ± .0005 cu. Ft
الحجم ٣٣٣،٣ ± ٠،٠٠٠٥ قدم مكعب
٤،٥٨ ± ٠،٠١٨ بوصة

(ارتفاع القالب)
الأبعاد الأخرى: هي مقاسات تفصيلية لأجزاء القالب مثل ارتفاع الطوق ٢ ٣/٨" ، سمك القاعدة ١ ١/٤" ، ومواقع المسامير

الشرح لشكل رقم ٤ القالب 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 عالمياً

المنظر العلوي (PLAN)

هذا المنظر يرينا القالب من الأعلى
القاعدة المربعة "SQ"

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

آلية التثبيت

يوضح كيف يتم تثبيت القالب على القاعدة بواسطة مسامير وصواعيل مجنحة مما يضمن اتصال قوي وسهلاً لفك

المنظر الجانبي (ELEVATION)

أهم منظر لأنّه يعرض الأبعاد الحرجية التي تحدد حجم العينة

القطر الداخلي "4" ± ٠.١٦.

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

الارتفاع "٤,٥٨٤" ± ٠,٠١٨

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

.VOL 0.0333 ± 0.0005 cu. Ft

الحجم الذهبي للقالب يعادل ٣٠/١ من القدم المكعب لتسهيل الحسابات اليدوية، الدقة في الحجم ± ٠,٠٠٥ تؤكّد أهميته

طوق التمديد (Collar)

نرى الطوق الذي تركب فوق القالب، وظيفته احتواء التربة أثناء دمل الطبقة العليا والسماح بكمّ الزيادة بدقة للحصول على عينة تملأ حجم القالب تماماً

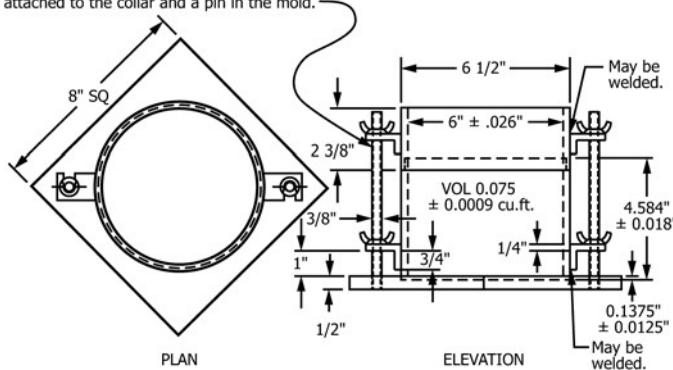
ملاحظة May be welded

تشير إلى أن مسامير التثبيت يمكن لحامها في القاعدة لتكون جزء ثابت منها مما يزيد متنانة 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 والسماءات لا يصلح للاستخدام في اختبار هندسي قياسي.

As an option to the full length stud, a $2\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{8}''$ 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 – يُرجى الرجوع إلى الجدول رقم ١ لمكائن 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 $2\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{8}''$ stud may be used
خيار بديل للمسمار كامل الطول، يمكن استخدام مسمار بأبعاد $2\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{8}''$ 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 بديلة، يمكن تثبيت الطوق (الرقبة) باستخدام شريحة مشقوقة متصلة بالطوق ومسمار (دبوس)
في القالب

المنظر العلوي (PLAN)

SQ "٨

٨ بوصة مربع (أبعاد القاعدة)

PLAN

منظور علوي أو مسقط أفقي

المنظر الجانبي (ELEVATION)

ELEVATION منظر جانبي أو مسقط رأس

May be welded يمكن لحامه

.٦٧٦ ± .٠٣٦

بوصة ± .٠٣٦ (القطر الداخلي للقالب)

.VOL 0.075 ± 0.0009 cu. Ft

الحجم 0.075 ± 0.0009 قدم مكعب

$4,584 \pm 4,018$

بوصة ± .٠٤١ (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 أكبـر (٨ SQ "٨)
القاعدة هنا أكبر من قاعدة القالب الصغير (8×8 بوصة بدلاً من 6×6 بوصة)، وهو ضروري لأن القالب أثقل وكمية التربة أكبر وطاقة الدك أعلى (٦٥ ضربة لكل طبقة بدلاً من ٢٥)
القاعدة الأكبر توفر استقراراً فائضاً وتحمـن أي اهتزاز أو حركة للقالب أثناء الاختبار

المنظر الجانبي (ELEVATION)
القطر الداخلي "٦ ± ٠.٧٠.
يوفر مساحة كافية لاستيعاب الحصى الذي يصل حجمه إلى $\frac{1}{4}$ بوصة (١٩ مم) دون تأثير على الدمل ويسـعـنـ "تأثير الحافة"
لضمان أن تكون العينة ممثـلةـ لـ الواقع

الارتفاع "٤،٥٨٤ ± ٠،٠١٨" نفس ارتفاع القالب الصغير وهذا التوحيد يحافظ على ثبات بعض المتغيرات في حسابات طاقة الدك ويسـهـلـ المقارنةـ بين النتائج المختلفةـ

الحجم VOL $0.075 \pm 0.0009 \text{ cu. Ft}$. بسبب زيادة القطر مع ثبات الارتفاع، الحجم أكبر بكثير (حوالي ٢٢٤ سم^٣) وهو ضروري لاحتواء كمية كافية من التربة الخشنة ليكون الاختبار ممثلاً، والدقة العالية (± ٠،٠٠٠٩) تؤكـدـ أهمـيـتـهـ فيـ حـاسـابـ الكـثـافـةـ

طوق التمديد والقاعدة
يؤديان نفس الوظيفة كما في القالب الصغير: توفير الثبات واحتواء التربة الزائدة لضمان الحصول على عينة تملـأـ القالب بدقةـ

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 دمل 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) للشكليـن ١ و ٢

in.	mm	D155
0.016	0.41	
0.026	0.66	
0.032	0.81	
0.028	0.71	
$\frac{1}{2}$	12.70	
$\frac{3}{8}$	60.33	
$\frac{1}{4}$	63.50	
$\frac{5}{8}$	66.70	
4	101.60	
$\frac{9}{16}$	114.30	
4.584	116.43	
$\frac{13}{16}$	120.60	
6	152.40	
$\frac{11}{16}$	165.10	
$\frac{13}{16}$	168.30	
$\frac{15}{16}$	171.40	
$8\frac{1}{4}$	208.60	
$\frac{1}{2}^3$	cm ³	
$\frac{1}{30} (0.0333)$	943	
0.0005	14	
$\frac{1}{13.333} (0.0750)$	2,124	
0.0011	31	

الشرح للجدول ١

هذا الجدول ليس مجرد قائمة أرقا، بل هو أداة حيوية لضمان التطبيق العالمي الموحد 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 و الرطل. لكن معظم دول العالم بما في ذلك المنطقة العربية تستخدم النظام الدولي للوحدات (SI) أو النظام المتر.

هذا الجدول يعمل كجسر رسمي وموثوق يترجم كل بعد مذكور في المواصفة إلى ما يكفيه بالمليمتر والستينيتر المكعب.

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

على سبيل المثال عندما يريد فني التتحقق من قطر القالب الصغير فإنه لا يحتاج إلى البحث عن مسطرة بالبوصة يمكنه ببساطة استخدام الفرجار والتتأكد من أن القطر هو ١٠١.٦٠ مم.

يوفر الجدول قيمة تحويل رسمية ومعتمدة من ASTM. هذا يعني 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^٣ بالضبط وهذا هو الرقم الذي يجب استخدامه في كل الحسابات المتربة.

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 سماكة الخطأ ± ٠.٠٦٠ .mm يوضح الجدول أن هذا يعادل ± ٠.٤١ .mm.

عندما ترى الحجم ٠.٠٣٣٣ ft^٣ يؤكد الجدول أن هذا هو ٩٤٣ .cm^٣

لفهم الشكل ٢ (قالب ٦ بوصة):

عندما ترى على الرسم ٦، يخبرك الجدول أن هذا يعني ١٥٢.٤٠ .mm

عندما ترى الحجم ٠.٠٧٥٠ ft^٣ يؤكد الجدول أن هذا هو ٢,١٢٤ .cm^٣

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.

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 6 الترجمة
ملاحظة 6 — من الممارسات الشائعة والمقبولة تحديد وزن المطرقة باستخدام ميزان بالكيلوجرام أو بالرطل وافتراض أن:

أ رطل-قوة (lbf) يعادل ٠,٤٥٣٦ كجم،
أو أن أ رطل-قوة (lbf) يعادل أ رطل-كتلة (lbf)،
أو أن أ نيوتن (N) يعادل ٠,٢٢٤٨ رطل-قوة (lbf) أو ٠,١٠٢٠ كجم.

الشرح للملاحظة 6

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 (lbf). 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 (lbf).

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 نحلل كل افتراض:

أ 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 أ رطل-قوة تحت تأثير جاذبية الأرض هي ٠,٤٥٣٦ كجم وهي نفسها كتلة أ 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 فالنطرون مقبولة.

اما بالنسبة الى أ رطل-قوة (lbf) يعادل أ رطل-كتلة (lbf) المعنى الحرفي او بردو الخاطئ فيزيائياً: هذا أيضًا يساوي بين قوة وكتلة.

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

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

اما بالنسبة ايضاً الى أ نيوتن (N) يعادل ٠,٢٢٤٨ رطل-قوة (lbf) أو ٠,١٠٢٠ كجم

المعنى العملي المقصود: هذه معاملات تحويل تقريبية ومقبولة لل استخدام العملي.

$1 \text{ lbf} \approx 0.2248 \text{ N}$ هو تحويل مباشر بين وحدتي قوة.
 $1 \text{ kg} \approx 0.1020 \text{ N}$ هو افتراض عملي يعني أن الكتلة التي وزنها ١ نيوتن على الأرض هي حوالي ١٠,٢ كجم يعني ١٠,٢ جرام.

ملاحظة 6 مثال عملي:

أنت فني مختبر ومطلوب منك التأكد من أن وزن مطرقة بروكتور المعدل هو $10,00 \pm 0,02$ رطل-قوة.

السيناريو ١: لديك ميزان ديجيتال يقرأ بالكيلوجرام.

تستخدم الافتراض الأول: $10 \times 0,4536 = 4,536$ كجم.

تضung المطرقة على الميزان. إذا كانت القراءة بين ٤,٥٧ و ٤,٥٤ كجم مع حساب السماحية فهي مقبولة.

السيناريو ٢: لديك ميزان يقرأ بالرطل (lbf).

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

تضung 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: $1 \text{ N} = 4,448 \text{ lbf}$.

$10 \times 4,448 = 44,48$

تضung 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 للتعمير 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 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 ± 2 mm) from each end and spaced 90° 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.

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 ٦,٢,٢ الترجمة
٦,٢,٢ المطرقة الميكانيكية-ذات الوجه الدائري يجب أن ت العمل المطرقة ميكانيكيًا بطريقة توفر تغطية منتظمة وكاملة لسطح العينة يجب أن يكون هناك خلوص clearance مقداره 0.10 ± 0.03 بوصة 2.5 ± 0.8 مم بين المطرقة والسطح الداخلي لل قالب عند أصغر قطر له يجب أن تفي المطرقة الميكانيكية بمتطلبات التوحيد القياسي D2168 يجب أن تكون المطرقة الميكانيكية مزودة بوسيلة ميكانيكية مؤكدة positive لدعم المطرقة عند عدم تشغيلها.

الشرح للبند ٦,٢,٢
البند ٦,٢,١ دليل تصميم لمكون مهم جدًا في المطرقة الميكانيكية وهو الغلاف الخارجي أو جبلة التوجيه Guide Sleeve وظيفة الجبلة هي ضمان أن المطرقة تسقط بشكل رأسى تمامًا لكن المشكلة أن الجبلة ممكّن تعيق السقوط الحر لها ترفع الثقل داخل الجبلة تحبس كمية هواء أسفله 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 $\frac{3}{8}$ بوصة من كل طرف لضمان الفعالية متباينة بزاوية 90° درجة للتوزيع التهوية حول محيط الجبلة القطر الأدنى $\frac{3}{8}$ بوصة 9.5 مم يسمح بتدفق الهواء دون قيود الشرط الأول والأهم الخلوص الكافي يجب أن يكون القطر الداخلي للجبلة أكبر من قطر عمود المطرقة بمسافة كافية لمنع الاحتakan والتتأكد من نظافة المطرقة وخلوها من الصدأ وأنها تنزلق بسلامة داخل الجبلة.
D2168 المطرقة الميكانيكية تحتوي على تروس وسلسل وأدلة تسبب احتakan داخلي يبطئ سقوط المطرقة ويقلل طاقة الدك الفعلية D2168 تعني إجراء اختبار برووكور على نفس العينة مرتين مرة بالمطرقة اليدوية الدقيقة ومرة بالمطرقة الميكانيكية ومقارنة منحني الدك إذا كانت كثافة المطرقة الميكانيكية أقل يقوم الفني بتعديل وزنها حتى تتطابق النتائج يتم التكرار دورياً لضمان موثوقية النتائج وسيلة دعم مؤكدة شرط سلامة يمنع سقوط المطرقة بشكل غير متوقع أثناء توقف الآلة لحماية الفني والمعدات

البند ٦,٢,١ الترجمة
المطرقة اليدوية يجب أن تكون المطرقة مزودة بجلبة توجيهه Guide Sleeve بها خلوص clearance كافي بحيث لا يُقيّد السقوط الحر العمودي ورأس المطرقة يجب أن تحتوي جبلة التوجيه على أربع فتحات تهوية على الأقل في كل طرف مجموع ثماني فتحات تقع مراكزها على بعد $\frac{3}{8}$ بوصة 9.5 ± 2 مم من كل طرف ومتباينة عن بعضها بزاوية 90° درجة يجب أن يكون القطر الأدنى لفتحات التهوية 9.5 بوصة 9.5 ± 0.5 مم يمكن دمج فتحات أو شقوق إضافية في جبلة التوجيه.

الشرح للبند ٦,٢,١
البند ٦,٢,١ دليل تصميم لمكون مهم جدًا في المطرقة الميكانيكية وهو الغلاف الخارجي أو جبلة التوجيه Guide Sleeve وظيفة الجبلة هي ضمان أن المطرقة تسقط بشكل رأسى تمامًا لكن المشكلة أن الجبلة ممكّن تعيق السقوط الحر لها ترفع الثقل داخل الجبلة تحبس كمية هواء أسفله 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 $\frac{3}{8}$ بوصة من كل طرف لضمان الفعالية متباينة بزاوية 90° درجة للتوزيع التهوية حول محيط الجبلة القطر الأدنى $\frac{3}{8}$ بوصة 9.5 مم يسمح بتدفق الهواء دون قيود الشرط الأول والأهم الخلوص الكافي يجب أن يكون القطر الداخلي للجبلة أكبر من قطر عمود المطرقة بمسافة كافية لمنع الاحتakan والتتأكد من نظافة المطرقة وخلوها من الصدأ وأنها تنزلق بسلامة داخل الجبلة.

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 ± 0.03 -in. (2.5 ± 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 ± 0.02 in. (73.7 ± 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 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 ± 0.02 بوصة (73.7 ± 0.5 مم)، ومساحته تقريباً متساوية لمساحة الوجه الدائري (انظر ٦,٢). يجب أن تعمل المطرقة بطريقة يكون فيها رأس القطاع موضوعاً في مركز العينة، وتتبع نمط الدك الموضح في **الشكل ٣(ب)**.

البند ٦,٢,٢ الشرح :
يقدم هذا البند تصميماً بديلاً للمطرقة الميكانيكية مخصوص للاستخدام فقط مع القالب الكبير (٦ بوصة) في طريقة ٣.
شكل الوجه القطاعي: يمكن تخيله كشريحة بيتزا أو قطعة فطيرة حيث يكون الطرف العدب الرأس موجهاً 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 مدكورة.
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 / ٧٣,٧ مم): يغطي المسافة من مركز القالب حتى الحافة مع ترك الخلوص المطلوب.
المساحة: يجب أن تكون مساحة "شريحة البيتزا" متساوية تقريباً لمساحة الوجه الدائري القياسي لضمان ثبات الضغط والطاقة المطبقة.
نمط الدك: يجب اتباع نمط محدد (**الشكل ٣(ب)**) لضمان توزيع ٥ ضربة بشكل متساوٍ على جميع القطاعات.

٦,٢,٣ مثال عمل:

لدينا عينة تربة خشنة ونريد إجراء اختبار بروكتور بطريقة ٥ بوصة و ٥ ضربة.

الآلة (أ) – المطرقة الدائرية:
تضرب بالقرب من الحافة.

تدور القاعدة بزاوية صغيرة (مثلًا ١٥°). تستمر هذه العملية حتى إتمام ٥ ضربة موزعة على دوائر متعددة المركز لتغطية السطح بالكامل.

الآلة (ب) – المطرقة القطاعية:

يتم وضع رأس القطاع في مركز القالب.

تسقط عدة ضربات لتغطية القطاع الأول مثلًا ٧ ضربات. تدوير ذراع المطرقة بزاوية محددة مثلًا ٤٠° للقطاع التالي.

تكرار العملية ٨ مرات $8 \text{ قطاعات} \times 7 \text{ ضربات} = 56 \text{ ضربة}$ لتغطية الدائرة بأكملها.

الخلاصة:

كل النظمين يحققان نفس الهدف: توصيل ٥ ضربة بطاقة متساوية وتوزيعها بشكل منتظم على سطح العينة. المطرقة القطاعية تعد حلًا ميكانيكيًا مبتكرة وأكثر كفاءة في القوالب الكبيرة مع الالتزام الدقيق بنصف القطر والمساحة ونمط الدك.

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 تانية بتساعدك إنك تطلع العينة المضغوطة اللي تم دعكها جوا القالب من غير ما تتكسر أو تتشوه. يعني بدل ما تحاول تطلع العينة بآيدك أو بأي أداة عاديّة وتبهدلها أو تكسرها، بتساعدك الجهاز ده عشان يطلعها كاملة وسلامة 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 %.

البند رقم ٦,٤ الترجمة

میزان-میزان من الفئة GP5 يحقق متطلبات المواصفة D4753 ويكون بدقة قراءة ١ جرام. ولو هتحدد محتوى الماء في العينة المضغوطة باستخدام جزء ممثل من العينة (ومثل العينة كلها)، ولو كان الجزء ده وزنه أقل من ١٠٠٠ جرام، يبقى لازم تستخدم میزان 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 المیزان اللي لازم تستخدموه وإنك بتوزن عينات التربة بعد ما تضفطها. فيه نوعين: لو هتوزن العينة كلها أو العينة وزنها تقيل أكثر من ١ كيلو تقريباً المیزان العادي اللي بيقرأ لأقرب ١ جرام كفاية. ده غالباً موجود في معظم المعامل وبيفطي أغلب الشفاف. لكن لو هتحدد نسبة المياه في العينة باستخدام جزء صغير منها أقل من ١٠٠٠ جرام يبقى لازم دقة أعلى، يعني تجيب میزان حساس بيقرأ لأقرب ٠,١ جرام. وده ضروري عشان النتيجة تبقى مطبوبة ومايلاقاش فيه أخطاء في حساب نسبة الرطوبة،خصوصاً لها العينة صغيرة، لأن أي فرق صغير في الوزن هيأثر في الحساب بشكل كبير وكل ده هيشي مع المواصفات الدولية اللي بتحددلك نسبة الدقة.

البند رقم ٦,٤ مثال عملي
واحد في معمل التربة عايز يقيس نسبة المياه في عينة تربة بعد الدك. لو العينة وزنها ٢٠٠ جرام ممكن يوزنها بعیزان عادي GP5 اللي بيقرأ لأقرب ١ جرام ويطلع النتيجة و تمام لكن لو العينة صغيرة أو هيستعمل جزء منها بس، وليكن وزن الجزء ده ٢٠ جرام، لازم يستخدم میزان حساس GP2 بدقة ٠,١ جرام. بيحط العينة أو الجزء الممثل في المیزان 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 = $(185,3 \div 15,2) \times 100 = 120\%$ تقريباً
بدقة ١٪ زي اللي بتطلبها المواصفات الدولية.

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.

ملاحظة ٧ الترجمة

ملاحظة ٧—استخدام میزان له نفس السعة ودقة قراءة تبلغ ٠,٠٠٢ رطل (lbu) كبديل لمیزان الفئة GP5 لا يعتبر مخالفًا لهذا المعيار.

ملاحظة ٧ الشرح

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

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

$$453,6 \times 0,002 = 0,91 \text{ جرام}$$

يعني لو المیزان بيقرأ لأقرب ٠,٩١ جرام تقريباً، ده مناسب زي میزان الفئة GP5 في الدقة. يبقى لو لقيت میزان في المعمل بيقرأ رقم عشري بسيط في النظام الإنجليزي زي ٠,٠٠٢ lbm في القراءة وتقدير تزن العينات بدقة في الحدود دي، استخدموه وانت مطمئن. المواصفة بتتأكد إنك ماشي سليم، أهم حاجة تكون الدقة والسعنة مكافحة للمیزان المطلوب في المعيار.

ملاحظة ٧ مثال عملي

يعني لو في المعمل عندك میزان مكتوب عليه إنه بيقرأ لأقرب ٠,٠٠٢ رطل وعليه سعة كبيرة، لو جيت تزن عينة تربة وزنها مثلاً ٨٠ جرام هتلaci أصغر فرق بالوزن بيطلع معاك حوالي أقل من ١ جرام، بالضبط تقريباً ٠,٩١ جرام. تقدر تعمل اختبارات التربة زي الدملك أو تحديد نسبة المياه وتكتب النتيجة بالثقة إن المیزان دقته مناسبة للمطلوب في المواصفة الدولية. لو حد راجع تقريرك وسألوك عن نوع المیزان، تقدر تقول إن المواصفة تسمح باستخدام میزان بالسعنة والدقة دي وما فييش 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 تلقائياً، ويقدر يحافظ على درجة حرارة موحدة داخل غرفة التجفيف مقدارها 230 ± 9 درجة فهرنهایت (110 ± 5 درجة مئوية). المتطلبات دي غالباً بتحتاج لاستخدام فرن من نوع الطرد القسري . ويفضل أن يكون الفرن مزود بفتحة تهوية للخارج.

البند ٦.٥ الشرح

البند ده بيشرح ليه إيه نوع الفرن اللي لازم نستخدمه لتجفيف العينات. لازم يكون الفرن ده متحكم فيه بالترموسستات علشان يطلع حرارة ثابتة جوا الغرفة حوالي 110 درجة مئوية مع فرق بسيط ممكن يصل له درجات. في العادة الفرن بيكون من نوع طرد قسري يعني فيه مروحة بتوزع السخونة كوييس 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 بتدخل العينات دي جوه فرن. الفرن متضبط على الحرارة المطلوبة والمروحة بتوزع الهوا السخن 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 ونتابعها في الاختبارات مطبوعة.

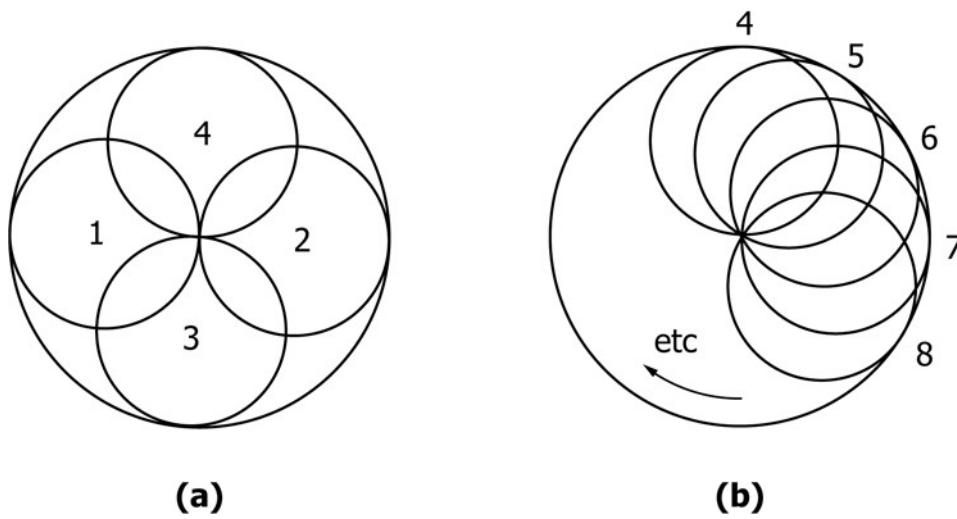


FIG. 3 Rammer Pattern for Compaction in 4-in. (101.6-mm) Mold

الشكل ٣. نمط الدك للضغط في قالب مقاس ٤ بوصات (١٠١.٦ مم).

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

شرح وتفسير أجزاء الشكل:

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

تمثل موقع ضربات المطرقة لكل طبقة أثناء الدك اليدوي أو الميكانيكي ذي الوجه الدائري. كل دائرة في الرسم تمثل منطقة تغطية وجه المطرقة عند إسقاطها على سطح التربة.

الضربات موزعة لتغطيي 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 مركز 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 دوارة لضمان تغطية كاملة للطبقة دون تداخل زائد أو ترك مناطق فارغة.

الأهمية العملية لشكل ٣:

النتيجة لن تكون صحيحة إذا رأى 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 دائمًا اتباع هذا النمط وعدم الدك 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 للتوزيع 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 ± 0.005 in. (± 0.1 mm) total length but not less than 10 in. (250 mm). The total length of the straightedge shall be machined straight to a tolerance of ± 0.005 in. (± 0.1 mm). The scraping edge shall be beveled if it is thicker than $\frac{1}{8}$ in. (3 mm).

الفتحة: ٩,٥ مم بالضبط.
المستخدم في الطريقة B من اختبار بروكتور.
يفصل الطبقات الوسطى من التربة ويصنف الحصى متوسط الحجم.

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 ± 0.005 بوصة (٠,٠٥ ملم). إذا كان طرف المسطرة المستخدم في الكشط أو التسوية سُمكَه أكبر من $\frac{1}{8}$ بوصة (٣ ملم)، يجب أن يكون الطرف مشطوف (beveled).

البند ٦,٦ الشرح
البند ده بيشرح لينا المسطرة اللي هنستخدمها في التسوية أو الكشط أثناء تحضير أو اختبار العينات. المسطرة دي لازم تكون معدن قوي مش بتتلوي وطولها مبيقاش أقل من ٢٥ سم. أهم حاجة إن المسطرة تكون مستقية جداً لأن أي تعويج فيها هيسبب مشكلة في تسوية سطح العينة أو تحديد مستوى الصع. 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 يعيق 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 مم)، $\frac{3}{8}$ بوصة (٩,٥ مم) ورقم ٤ (٤,٧٥ مم)، مطابقة لمتطلبات مواصفة E11.

البند ٦,٧ شرح
البند دة بيوضح لينا أهمية وأنواع المناخل المطلوبة. يتطلب اختبار بروكتور المعدل وجود ثلاثة أنواع أساسية من المناخل الشبكية ذات فتحات سلكية دقيقة:
أ. منخل $\frac{3}{4}$ بوصة (١٩,٠ مم)
الفتحة بين الأسلال: ١٩ مم بالضبط.
يستخدم لتحديد الجزء الأكبر من التربة الحصى الكبير خاصة عند التعامل مع القالب الكبير بوصة.
يستخدم أيضًا لفصل الجزء الذي يعر من هذا المنخل لإجراء اختبار الدمل على عليه في الطريقة C.

٥. منخل $\frac{3}{8}$ بوصة (٩,٥ مم)

٣. منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم)
الفتحة: ٤,٧٥ مم بالضبط.
المنخل القياسي لفصل التربة إلى الجزء الناعم المستخدم في الطريقة A والجزء الخشن.
E11 التوافق مع المواصفة
ليس كل منخل في السوق يمكن الوثوق بأبعاده.
E11 تحدد بدقة حجم الفتحات استقامة الأسلال أبعاد الإطار وسمك 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 الدمل.
الاستخدام في الاختبار قبل الدمل

يتم نخل وتجهيز العينة بالكامل
تحديد نسبة كل جزء يمر أو يحتجز على المناخل الثلاثة $\frac{3}{8}$ بوصة ورقم ٤
أثناء التحليل بعد الدمل
أحياناً تحلل التربة المستخرجة من القالب على نفس المناخل للتحقق من أي تغيير في توزيع الأحجام بسبب الدمل أو التفتت

لماذا التشدد في الأرقام والمواصفة؟
كل حسابات تصحيح الكثافة أو نسبة الفقد في الأجزاء الكبيرة تعتمد كلياً على دقة المناخل لذلك نصت المواصفة صراحة على رقم المواصفة E11 وعدم قبول أي منخل غير مطابق لها

الخلاصة
الفنى الذى لا يستخدم منخل عليه ختم أو شهادة ASTM E11 قد ينتج تقرير دمل يبدو سليماً لكن دقته العلمية غير مضمونة أي استشاري محترف أو أي مراجعة جودة قد ترفض هذه النتائج واستخدام الأدوات المطابقة للمواصفة هو الطريق الوحيد للعمل الهندسى 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.

البند ٦,٨ الترجمة

أدوات الخلط—أدوات متنوعة مثل صينية الخلط ملعقة مجففة سباتولا جهاز لرش الماء بشكل متتساو ويفضل استخدام جهاز ميكانيكي مناسب للخلط الجيد لعينة التربة مع دفعات الماء.

البند ٦,٨ الشرح

لما تجيء عينة تربة وتبدأ تضييف الماء عشان توصل للرطوبة المطلوبة للدمك، لازم يكون عندك أدوات تساعدك تمزج التربة والمياه كوييس

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

ملعقة ومجرفة تستخدم للتحريك والخلط اليدوي للتربة مع الماء وتقليب كوييس لتوزيع الماء بالتساوي

سباتولا أداة أسهل للتحكم في تحريك أجزاء العينة ونقلها وتنظيف الأطراف

جهاز رش بدل ما تسكب الماء فجأة الجهاز ده بيخليلك تضييف الماء على شكل رذاذ ناعم ومتوزع بحيث كل جزء من التربة يأخذ 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 لغراض الجودة العالية

الخلاصة

وجود الأدوات دي مهم جداً عشان الماء يتوزع متتساو في العينة وده يديك منحنيات دمك دققة تعكس سلوك التربة الطبيعي بدل ما يكون في أجزاء ناشفة أو رطبة زيادة أو مناطق مكتلة

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:

١٧. قبل الاستخدام الأول للجهاز وبعد أي إصلاحات أو أي أحداث قد تؤثر على دقة النتائج، يجب إجراء معايير شاملة للجهاز يجب بعد ذلك إجراء المعايير بشكل دوري بحيث لا تتجاوز فترة التكرار ١٠٠٠ عينة اختبار أو مرة واحدة سنوياً أيهما يأتي أولًا تطبق 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 E319 أو دليل العمل D4753

البند ٧,١,١ الشرح
الموضوع كله بيتكلم عن إزاى نتأكد إن الميزان اللي بنستخدمه في المعمل شغال مضبوط ومطابق للمواصفات المطلوبة. عندنا اختيارين: يا إما نمشي على المواصفة D4753 اللي فيها كل التفاصيل عن أنواع الموازين ودقتها ومعاييرتها أو نستعمل دليل العمل E319 اللي بيوضح طرق تقييم وضبط وصيانة الموازين بشكل عام.
يعني مش كفاية يكون الميزان موجود وخلاص لازم نتأكد إنه مضبوط ومطابق للمعايير دي وده بيحصل عن طريق الفحص الدوري أو المعايير اللي بتتم حسب واحدة من الطريقتين دول.

البند ٧,١,١ مثال عمل
أنت شغال في معمل تربة عندك ميزان جديد أو حتى قديم. قبل ما تستخدمه في الوزن الدقيق، لازم تراجعه وتعمله اختبار أو معايير حسب D4753 أو حسب الخطوات اللي في E319. لو اكتشفت إن الميزان فيه فرق في الوزن أو مش مضبوط، ترجع تعاييره أو تصلحه عشان النتائج اللي تطلع صحيحة ومعتمدة في التجارير.
كده أي حد يراجع شغلك أو يفتح على المعمل يلاقيك ملتزم بالمواصفات الدولية ومتبع الخطوات اللي تضمن الدقة في الشغل.

7.1.2 *Molds*—Determine the volume as described in Annex A1.

البند ٧,١,٢ الترجمة

القوالب—يتم تحديد الحجم حسب الطريقة الموضحة في

A1 الملحق

البند ٧,١,٣ الشرح

البند ده بيتكلم عن ازاي نعرف حجم القالب اللي بنستخدمه في اختبار الدمل أو التحضير. المواصفة بتطلب هنا نعشي 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 هتنطلع غلط ومش هتنفع تعتمدنا 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 اليدويةتحقق من مسافة السقوط الحر وزن 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 مننا قبل ما نستخدم المطرقة اليدوية في اختبار الدمل إننا نراجع شوية حاجات مهمة يعني لازم نتأكد إن المطرقة لما بنسبيها تقع على العينة المسافة اللي بتقع فيها حرة تكون زي المواصفة بالضبط مش أقل ولا أكثر.

كمان ضروري نوزن المطرقة ونشوف وزنها فعلًا مطابق اللي مكتوب في المواصفة لأن وزن المطرقة بيأثر في قوة الدمل وكمان لازم نبص على وجه المطرقة يعني هل هو مسطح أو مقوس ونتأكد إن الشكل هو المطلوب بالضبط في المواصفة

7 - 12 (2021) between the rammer and the inside surface of the mold shall be verified in accordance with 6.2.2.

البند ٧,١,٣ الترجمة

المطرقة الميكانيكية تحقق وأضبط إذا لزم الأمر أن المطرقة الميكانيكية مطابقة لممارسات D2168 بالإضافة إلى ذلك تأكد من أن الخلوص بين المطرقة وسطح القالب الداخلي مطابق للبند ٦,٢,١.

البند ٧,١,٣ الشرح

البند ده بيتكلم عن المطرقة اللي بتشتغل بشكل أوتوماتيك وبيقول لازم نتأكد إنها شفالة وبتطبق نفس الشروط والمواصفات المكتوبة في معايير D2168 يعني مثلًا عدد الضربات قوة الضربة وارتفاع السقوط كل ده لازم يكون مضبوط زي ما المواصفة بتقول وكمان لازم نبص كوييس على المسافة بين المطرقة وجدار القالب من جهة الخلوص لأن لو المطرقة قريب قوي من الجدار أو بعيد قوي الموضوع ده ممكن يأثر على توزيع الدمل جوه العينة ولازم يكون الخلوص ده مطابق للبند ٦,٢,١ 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 الطريقـة C هو حوالي ٢٩ كجم من التربة الجافة لذلك يجب أن تكون وزن العينة الحقلية (انظر المعايير D4220/D4220M الخاصة بالحفظ ونقل عينات التربة) لا تقل عن ٢٣ كجم للطريقـتين A و B، ولا تقل عن ٤٤ كجم للطريقـة C، على أن تكون التربة رطبة وإذا كان الجزء الكبير من التربة كبير قد تحتاج عينات أكبر (انظر البند ١٠,٢ أو ١٠,٣)، أو لو في اختبار محتوى ماء إضافي أثناء دمل كل نقطة (انظر البند ١٠,٤)، فقد تحتاج كتلة زيادة.

البند ٨,١ الشرح

البند ده بيحدد أقل وزن 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 المحتاجة 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 دائمًا الطريقة اللي تتحمل نسبة أكبر من الحصى يعني لو الشاك بين A و Bg ولو بين B و C اختار C ده بيضمن إن الدمك هيكون دقيق و تمثيل 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 Bg اختار A عشان كل جزء من الحصى الكبير يتم أخذة في الاعتبار في اختبار الدمك نفس الشيء لو كانت النسبة على منخل $\frac{1}{4}$ بوصة قريبة من الحد بين B و C اختار C.

8.2.2Using 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 ١٠,٥ أو ١٠,٣ في هذه المعاصفة. 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.

هنشتغل عليها في اختبارات الدمك.
ولو هنشتغل بالطريقة A أو B لازم العينة الجافة وزنها يكون حوالي ٦٦ كيلو على الأقل
أما الطريقة C محتاجة وزن أكثر تقريباً ٢٩ كيلو تربة جافة ولأن العينات اللي بتتجاب من الموضع بتكون فيها مياه فالمواصفة بتقول العينة الحقلية نفسها لازم وزنها يكون أكبر حوالي ٣٣ كيلو للطريقة A أو B وحوالي ٤٤ 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 ١٠,٣ و ١٠,٥ وكمان لو هتعمل اختبار لنسبة المياه لكل نقطة دمك خلال التجربة هتحتاج عينات بوزن أكبر زي ما بيتووضح في البند ٤,٤.

البند ٨,٢,١ مثال عملي
لو أنت في الموضع وعايز تأخذ عينات تربة للدمك لازم تجمع عينة وزنها وهي رطبة حوالي ٣٣ كيلو لو هتشتغل بطريقة A أو B أو C كيلو لو طريقة C العينة دي بتجييها وتخزنها بعنابة 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 الغربلة تلاقى 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), $\frac{1}{4}$ -in. (9.5-mm), or $\frac{3}{4}$ -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:

البند ٨,٢ الترجمة
٨,٢,٢ إذا لم تتوفر بيانات التدرج الحبيبي قدر نسبة المادة بالوزن المحتاجة على منخل رقم ٤,٧٥ مم أو منخل $\frac{3}{8}$ بوصة ٩,٥ مم أو منخل $\frac{1}{4}$ بوصة ١٩,٠ مم حسب ما يناسب اختيار طريقة A أو B أو C. إذا بدا أن نسبة المادة المحتاجة قريبة من الحد المسموح به للطريقة المختارة أو A أو B أو C حينها تكمل الإجراءات كما هو مذكور في الفقرة التالية:

8.2.1Select a Method that allows a higher percentage retained (B or C).

الشرح للبند ٨,٢,٢
البند ده بيشرح إنك لما تيجي تختار طريقة الدمك المناسبة A أو B أو C بتبدأ الأول بمنخل كل طريقة وتشوف نسبة الركام الكبير اللي اتحجز عليه.

لو النسبة المحتاجة مناسبة للطريقة بتكمel بنفسها. لكن لو النسبة مش في المدى المطلوب بتنتقل للطريقة اللي 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 اللي 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 تسيب الطريقة A وتروح للطريقة اللي بعدها
وهي B.
ويتم استخدام منخل ٨/٣ بوصة للطريقة B وتشوف النسبة الجديدة.

لو النسبة المرة دي طلعت مثلاً ١٨٪ وهي ضمن المدى المسموح للطريقة B يبقى تكميل اختبار الدمك بالطريقة B.

لكن لو النسبة برضو مش مناسبة، هتنقل للطريقة C
اللي 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 المحتاج 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.

٧.٨.٢.٢ D6913M *Line 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 ٨,٣,٣

يتم تحديد نسب المواد المحتاجة (نسب التمرير والاحتجاز) باستخدام جزء ممثل من العينة الكلية، وذلك بإجراء تحليل تدرج حبيبي مبسط أو كامل باستخدام **D6913/D6913M**، طبقاً لطريقة الاختبار **C136/C136M**. ويكتفى بحساب نسبة الاحتجاز فقط على المنخل أو المناخل التي يُراد الحصول على بياناتها.

الشرح للبند ٨,٣,٣

بعض البند ده بيتكلم عن خطوة بسيطة لكنها مهمة جداً في شغل المعمل وهي إنك تحدد نسبة الحبيبات اللي بتتحجز على منخل معين أو أكثر وده بيقي 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 اتنين 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 واحده بطريقة مطبوعة يمثل العينة كلها.

اعمل عليه هز بالمناخل المطلوبة فقط مش لازم كل المجموعة.

بعد كده احسب نسبة المحجوز على المنخل اللي انت تحتاجه وخلاص كده كفاية مش لازم تكمل باقي التحليل لو مش ضروري.

يعني الفكرة كلها إنك توفر وقت وجهد وتركت بس على البيانات اللي تحتاجها فعلاً.

البند ٨,٣,٣ مثال عملي

افتراض إن عندك اختبار بركتور والمطلوب تعرف نسبة اللي اتحجز على منخل ١٩ مم. مش لازم تعمل هز كاملة لعشرة مناخيل زي ٥٥ مم، ١٢,٥ مم، ٩,٥ مم، وهكذا.

كل اللي هتعمله إنك:

تأخذ عينة ممثلة وزنها مثلًا ٢,٠ كجم. تعمل غربلة على منخل ١٩ مم فقط.

بعد الغربلة، لو وزنت المادة اللي اتحجزت فوق المنخل وطلعت ١,٢ كجم:

نحسبها كده:

المعادلة المستخدمة في الحساب
نسبة المحجوز (%) = (وزن المواد المحجوز ÷ الوزن الكلي للعينة) × ١٠٠

$$\text{نسبة المحجوز} = \frac{(\text{وزن العينة})}{(\text{وزن العينة} + \text{وزن الماء})} \times 100$$

يبي النتيجة إن ٦٠% من العينة أكبر من ١٩ مم. كده تكون طلعت المعلومة المطلوبة من غير ما تعمل تحليل كامل أو تضيع وقت.

الخلاصة:

- البند ٨,٣ فكرته ببساطة إنك:
- تستخدم جزء ممثل من العينة الأصلية.
- تختار المنخل أو المناخل اللي تحتاج تعرف نسبتها.
- تعمل تحليل مبسط أو كامل حسب الحاجة.
- تحسب نسبة الاحتياج فقط على المناخل المطلوبة.
- كده تكون استغللت صحيحة وبطريقة عملية واقتصادية في نفس الوقت.

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 الدملك المناسب مع الطوق والقاعدة طبقاً للطريقة المستخدمة (A أو B أو C). في الطريقة A و B يستخدم قالب قطره ٤ بوصة (١٠,٦ سم)، أما في الطريقة C فيُستخدم قالب قطره ٦ بوصة (١٥,٤ سم). تحقق من أن حجم القالب معلوم، وحدد ما إذا كان هذا الحجم قد تم قياسه مع أو بدون القاعدة. تأكد أيضًا من أن القالب خالي من الخدوش أو الانبعاجات، وأنه يُركب بشكل محكم مع الطوق والقاعدة دون أي فراغات أو عدم اتزان.

البند ٩,١ الشرح :

بص البند ده بيقول قبل ما تبدأ اختبار الدملك 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 مقاس وهو راكب على القاعدة ولا من غيرها.

وإن القالب سليم ومفيهوش أي خطأ أو انبعاج.

وإن القالب والطوق والقاعدة بيركبوا على بعض كوييس ومفيش فاصل أو ميل فيهم.

يعني ببساطة البند ده بيقولك تتأكد إن أدواتك مطبوبة ١٠٠% قبل ما تبدأ الدملك علشان أي خطأ في القالب أو تركيبه ممكن ييوّظ نتيجة الاختبار كلها.

9.2Check 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 الدملك لازم كمان تأكد إن المطرقة سواء يدوية أو ميكانيكية شفالة كوييس ومفيهاش أي مشكلة.

يعني تتأكد إن كل الأجزاء ماسكة في بعضها ومفيش حاجة مفتوحة أو فيها تأكل من كتر الاستخدام.

ولو لاحظت إن في حاجة محتاجة تتطلب 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 بيأك إنك تشتفل بأداة سليمة ومعايرة علشان النتائج تبقى دقيقة، لأن أي خلل في المطرقة هيأثر على طاقة الدملك وبالتالي على الكثافة اللي هوصلها العينة.

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 الترجمة
١٠.١ لا تُعد استخدام التربة التي تم دمكها مسبقاً في المختبر، إن إعادة استخدام التربة المدمومة سابقاً يؤدي إلى الحصول على وزن وحدة جاف أقصى أكبر بشكل ملحوظ (1).

البند ١٠.١ الشرح

بعن النقطة دي تعتبر قاعدة ذهبية في اختبارات الدمل في المعامل. الموضوع بسيط وبماش ران التربة اللي استخدمتها في اختبار دمل مرة إرميها وما تستخدموها ثانية أبداً في اختبار جديد.

طب ليه؟ إيه الحكم من كده؟

تخيل إن حبيبات التربة دي عبارة عن كراتين صغيرة فاضية بأشكال وأحجام مختلفة.

أول مرة بتدمكها: لما بتترش عليها الماء وتيجي تدمكها بالمطرقة زي في اختبار بروكتور أنت بتبدل طاقة كبيرة عشان تكسر الروابط اللي بين الحبيبات دي وتطرد 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 بتتكلس يعني باختصار أنت بتغير من الهيكل الداخلي للتربة.

ولما تيجي تستخدموها ثانية التربة دي خلاص اترت وعرفت طريقها. الحبيبات بتاعتها بقت مكسرة وجاهزة والترتيب بتاعها بقى أسهل. فلما تيجي تدمكها ثانية بنفس الطاقة هتديك كثافة أقل بس همولة لأنها مش محتاجة نفس المجهود الأولاني عشان تترتب.

الخلاصة: لو استخدموت تربة مدمومة قبل كده، هتديك نتائج أعلى من الحقيقة. يعني هتطلع "أقصى كثافة جافة" في التقرير بتاعك أعلى من اللي ممكن نوصلها في الموقع فعلًا، وده خداع كبير وممكن يسبب مشاكل ضخمة في المشروع. لأنك بتغش في الامتحان وبتجيب درجة أعلى من مستوى الحقيقى.

البند ١٠.١ 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 دمل عند نسبة رطوبة مثل ١٠%.

بعد ما خلصت طلعت التربة من القالب وبدل ما ترميها قلت الكمية قليلة خليني أفتتها وأجفتها او أستخدمها ثانية لنقطة ثانية.

أخذت نفس التربة دي زودت عليها مية عشان توصلها لرطوبة ١٢% وعملت بيها نقطة الدمل الثانية.

كررت الموضوع ده لكل نقاط الاختبار. النتيجة؟ الكيرف اللي هترسمه هيطلع متشفت لفوق وعلى الشمال وهيديك كثافة جافة قصوى Maximum Dry Density عالية جداً ومحتوى مائي مثل OMC قليل. المهندس في الموقع هيأخذ الأرقام دي ويبين عليها شغله وهيفضل يحاول يوصل للكثافة العالية دي ومش هيعرف لأنها ببساطة مش حقيقة.

السيناريو الصحيح هنا هو الالتزام بالمواصفة:

قبل ما تبدأ هتتأكد إن عندك كمية تربة كافية لكل نقطة من نقاط الاختبار زي ما المواصفة اللي فاتت قالت حوالي ٥ كيلو لكل نقطة لو هتستخدم الطريقة A او B.

متعمل أول نقطة دمل عند رطوبة ١٠%.

بعد ما تخلص هتاخذ التربة اللي في القالب دي تاخذ منها عينة صغيرة عشان تحدد نسبة الرطوبة الفعلية بدقة وترميباقي.

هتجيب دفععة جديدة تمامًا من التربة فريشن اللي عمرها ما اتدمنت قبل كده وتجهزها لرطوبة ١٢% وتعمل بيها النقطة الثانية.

وهذا، كل نقطة اختبار بتتعمل بتربة فريشن.

النتيجة؟ هتحصل على منحنى دمل حقيقي وموثوق يعبر عن السلوك الفعلي للتربة. الأرقام اللي هتطلعها هي اللي مهندس الموقع يقدر يتحققها فعلًا، وبكده تضمن جودة الشغل وسلامة المنتشر.

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 الممفي (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 (للحكم)، يجب على كل مختبر استخدام نفس طريقة التحضير، سواء كانت الطريقة الرطبة (وهي المفضلة) أو طريقة التجفيف الهوائي.

البند ١٠.١.٣ الشرح
يا هندسة النقطة دي بتعامل مع أنواع معينة من التربة الحساسة أو المزاجية اللي بتغير رأيها وسلوكها لو اتعاملنا معها غلط وخصوصاً لو سبناها تنسف في الهوا.

طيب إيه القصة؟

في العادي لما بتجيينا عينة تربة من الموقع لو فيها مية زيادة بنفردها على فشماع ونسبيها تنسف في الهوا براحتها لغاية ما توصل لنسبة الرطوبة اللي نقدر نبدأ نشتغل بيها و دي الطريقة التقليدية السهلة. لكن في أنواع تربة معينة لو عملت معها كده خواصها بتتغير بشكل دائم لأنك طبختها وغيرت 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 مميحة ولو سبت التربة دي تنسف في الهوا الماء اللي جوه الأنابيب دي بتت弟兄 وتطلع المشكلة إن الأنابيب دي بعد ما الماء تطلع منها بتتكلمش على نفسها وبتطبع ومش بترجع تتعلمي مية تاني أبداً بنفس الطريقة حتى لو غرقتها مية. النتيجة: خواص التربة كلها بتتغير و قدرتها على امتصاص المية حد اللدونة بتاعها وسلوكها في الدفع كل ده بييؤثر والاختبار اللي هتعمله على العينة الناشفة دي هيديك نتائج مختلفة تماماً عن سلوك التربة الحقيقي في الموقع وهي لسه رطبة.

الحل إيه؟ طريقة التحضير الرطب الموصفة بتقولك: لو شاكك إن التربة بتاعتاك من النوع الحساس ده فمنوع تنسفها في الهوا. لازم تشتعل بيها وهي لسه بحالتها الطبيعية اللي جاية بيها من الموقع.

إزاى يعني؟ بدل ما تنسفها وبعدين ترجع تزود مية لأنك بتبدأ من حالتها الرطبة دي وتقسمها عينات، وكل عينة تزود عليها كمية المية المطلوبة على طول. لو هي أصلًا طريقة جدًا؟ ممكن تخلطها بكمية صغيرة من نفس التربة بس تكون أنسف شوية لو متوفرة لكن الأفضل إنك تبدأ شغلك من حالتها الطبيعية قدر الإمكان. الطريقة دي اسمها التحضير الرطب وهي الأفضل دائمًا لضمان نتائج دقيقة.

نقطة الحكم Referee Testing: لو فيه خلاف على نتائج اختبار بين معملين مثلًا معمل الاستشاري ومعمل المقاول لازم المعملين يستخدموا نفس طريقة التحضير بالضبط ولو واحد اشتغل بالطريقة الجافة والتاني بالطريقة الرطبة طبعي النتائج هتطلع مختلفة والمقارنة بينهم هتبقى ظلم الموصفة 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 الشرح
يا هندسة النقطة دي عاملة زي مفترق الطرق أو اللافتا الإرشادية في الموصفة و هي جملة قصيرة جداً لكنها بتقولك بوضوح: الخطوة الجاية هي تحضير العينات. وعندك طريقين تمشى 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 وأنت بتشتعل على التربة بحالتها الرطبة وبتضيف عليها مية بس حسب الحاجة. الموصفة بتشجعك وبتقولك: لو سمحت خد الطريق ده. ده الأمان والأضمان.

الطريق الثاني البديل : القسم ١٠.٣ و ده طريق التحضير الجاف .

وفي الطريق ده أنت بتبدأ بتجفيف التربة كلها في الموا أو في فرن بحرارة منخفضة وبعدين تطحنتها وتكسر أي تكتلات وبعد كده تبدأ تصفيق الماء 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 ويقول: أنت دلوقتي هتبأ تجهز العينات بتاعتكم و قدامك الطريقة الرطبة (١٠.١) والطريقة الجافة (١٠.٣). أنا بقولك إن الطريقة الرطبة هي الأفضل والأدق ولكن لو ظروفك أو نوع التربة بتاعتكم يسمح ممكن تستخدم الطريقة الجافة.

10.2Moist Preparation Method (preferred)—Without previously drying the sample/specimen, process it over a No. 4 (4.75-mm), $\frac{3}{8}$ -in. (9.5-mm), or $\frac{3}{4}$ -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 مسبقاً، قم بمعالجتها (نخلها) فوق منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم)، أو $\frac{8}{3}$ بوصة (٩,٥ مم)، أو $\frac{4}{3}$ بوصة (١٩,٠ مم)، اعتماداً على الطريقة (A ، B ، A ، 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 العار (الجزء ذو الحجم الزائد وجزء الاختبار، على التوالي) لأقرب جرام. جفف الجزء ذو الحجم الزائد في الفرن وحدد وسجل كتلته الجافة لأقرب جرام. إذا بدأ أن أكثر من ٥٪ من إجمالي الكتلة الجافة للعينة ملتصق بالجزء ذو 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 ذو الحجم الزائد (PC) وجزء الاختبار (PF)، ما لم يكن قد تم إجراء تحليل

للبند ده باقى يعتبر هو غرفة العمليات بتاعة طريقة التحضير الرطب. هنا بنفصص التربة حنة حنة ونجهزها للاختبار كل ده وهي لسه بندواتها ومن غير ما تنفس.

الخطوة الأولى: النخل
أول حاجة بنعملها هي فصل الناعم عن الخشن. بنجيب العينة الرطبة زي ما هي ونبأ ننخلها على منخل سلك معين.

أنهي منخل؟ ده بيعتمد على نوع القالب اللي هتنستخدمه في اختبار الدمل:
منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم): لو هتنستخدم القالب الصغير (الطريقة A).

منخل $\frac{8}{3}$ بوصة (٩,٥ مم): لو هتنستخدم القالب الصغير برضه بس بتربة فيها زلط أكبر شوية (الطريقة B).
منخل $\frac{4}{3}$ بوصة (١٩,٠ مم): لو هتنستخدم القالب الكبير (الطريقة C).

الخطوة الثانية: فصل الأجزاء ووزنها
بعد النخل بقى عندنا جزيئين:
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 الدمل و بنسميهها الماء.
المواصفة بتقولك: اوزن كل جزء منهم وهو لسه رطب وسجل الوزن بالجرام.

الخطوة الثالثة: التعامل مع الجزء الخشن و الجزء الخشن
ده ميش بنرميه علطول. لازم نعرف وزنه وهو ناشف عشان حساباتنا تبقى دقيقة.

خده زي ما هو وحطه في الفرن عشان ينشف تماماً.
وبعد ما ينشف اوزنه تاني وسجل الوزن الجاف للمحجوز.

ملحوظة مهمة جداً حنة فنية كدة :
وانتم بتطلع الزلط او الركام ده ممكن تلاقي كتل طين لازقة عليهو لو حسيت إن كمية الطين اللي لازقة دي كثيرة أكثر من ٥٪ من وزن العينة كلها مينفعش تتဂاهلهما. لازم تفسل الزلط ده عشان تنزل كل الطين اللي لازق فيه وبعدين تأخذ الزلط النضيف ده وتجففه وتوزنه و الطين اللي نزل مع مية الغسيل ده بيرجع تاني للجزء الناعم عشان منكسرش أي جزء من العينة يعني بتجففه ونرجعه للعينة تاني اللي هو الجزء الناعم .

النتيجة النهائية:

أنت الآن جاهز معاك ٤ كيلو من التربة الناعمة الرطبة بنسبة رطوبة ٢% و دي اللي هتبدأ تقسمها وتضييف عليها مية عشان تعمل نقاط الدمل المختلفة.

ومعك معلومة مهمة جدًا: العينة الأصلية فيها حوالي ٢٢% المعلومة دي هتستخدمها لاحقًا في الحسابات النهائية للختبار.
بكله أنت جهزت العينة بالطريقة الرطبة المفضلة وحافظت على طبيعتها وجمعت كل البيانات اللي تحتاجها عشان تكمل اختبارك ص.

الخطوة الخامسة: الحسابات النهائية

دولوليتي بقى معانا كل الأرقام: الوزن الجاف للجزء الخشن والزلط والوزن الجاف للجزء الناعم للتربة و نقدر نحسب نسبة كل واحد منهم من الوزن الكلي للعينة. دي اللي سماها **IPF Percent Finer** و **PC Percent Coarse**.

مهمة جداً عشان لو حبينا نعمل تصحيح للكثافة في الآخر بسبب وجود الركام الخشن .

البند ١٠.٢ مثال عملي

تخيل إنك في المعمل وجالك كيس تربة رطبة وزنه ٥٠ كيلو جرام ومطلوب منك تجهيزه لاختبار بروكتور باستخدام القالب الكبير الطريقة ٤.

هتجيب منخل منخل مقاس ٤/٣ بوصة و هتحط التربة الرطبة عليه و تبدأ تنخلها ممكن بآيدك أو باستخدام منخل ميكانيكي.

بعدين الجزء الخشن 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 ٤ كيلو جرام و بكرة مجموعهم ٥٠ كيلو بيقي كده تمام.

أخذت الجزء الخشن الزلط ده وحططيته في الفرن تاني يوم وزنته لقيته بقى ٨,٥ كيلو جرام ده وزنه الجاف.

بصيت على الزلط بعد ما طلع من الفرن لقيته نضيف ومفيس طين كتير كان لازق فيه الحمد لله مش هحتاج أغسله.

بعدين أخذت عينة صغيرة حوالي ١٠٠ جرام من التربة الناعمة دي عشان تحدد نسبة الرطوبة. بعد ما حططيتها في الفرن اكتشفت إن نسبة المية فيها ٢%.

دولوليتي تقدر تحسب الوزن الجاف للتربة الناعمة كلها بالمعادلة:

$$\text{الوزن الجاف} = \text{الوزن الرطب} / (1 + \text{نسبة الرطوبة})$$

$$\text{الوزن الجاف للجزء الناعم} = ٤ \text{ كيلو} / (1 + ٢) = ٤٠,٢ \text{ كيلو جرام تقريبًا.}$$

10.2.1 From the test fraction, select and prepare at least four (preferably five) subsamples having molding water contents such that they bracket the estimated optimum water content. A subsample 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 subsamples to provide at least two subsamples wet and two subsamples 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 أولًا عن طريق إضافات أو إزالت تجريبية للماء والخلط. اختر محتويات رطوبة التشكيل لبقية العينات الفرعية لتوفير عينتين فرعويتين على الأقل في الجانب الرطب (أعلى من الأمثل) وعينتين فرعويتين 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 للتحديد منحنى دمل الوزن النوعي الجاف (انظر ١٠.٥). بعض أنواع التربة ذات المحتوى المائي الأمثل المرتفع جداً أو منحنى الدمل المسطح نسبياً قد تتطلب زيادات أكبر في محتوى رطوبة التشكيل للحصول على وزن وحدة جاف أقصى محدد جيداً. يجب ألا تتجاوز الزيادات في محتوى رطوبة التشكيل حوالي ٤%.

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 المعنخل مش بنشتغل عليه كله مرة واحدة لأننا 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 الموصافة بقولك: جهز ٤ عينات على الأقل والأفضل يكونوا ٥. طيب ليه؟ لأنك تحتاج عدد كافي من النقاط عشان ترسم منحنى واضح وتقدير تحديد القيمة بتاعتة بسهولة ولو استخدمت نقطتين أو ثلاثة بس المنحنى هيطلع مش دقيق.

الخطوة الثانية: تجهيز العينة المحورية
يعنى بدل ما تبدأ بشكل عشوائي المواصفة بتقولك أبداً
بأهم عينة وهي العينة اللي نسبة العيبة فيها قريبة من
النسبة المثلثية المتوقعة.

طيب إزا؟ عن طريق التجربة والخطأ هتاخد جزء من التربية وتبداً تضييف عليه مية بالتدريج مع التقليل المستمر أو تسبيبه ينشف لو كان رطب زيادة او العينة في مية كتيرة يعني الهدف هو الوصول لحالة مثالية تقديرية و دي أهم عينة لأنها هتكون هي قمة المنحنى اللي هترسمه.

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
تحضر عينتين كمان بس هتخلي نسبة المية فيهم أقل
من عينة القمة .

ثانياً الجانب الرطب Wet Side: هتحضر عينتين تانينين وهتخلي نسبة المية فيهم أعلى من عينة القمة .

بكل هذه العيوب في المنتصف وعيوبتين على يمينها أكثر رطوبة وعيوبتين على شمالها أكثر جفافاً أو أقل محتوى مياهه وهذا التوزيع هو الذي يضمن رسم منحنى له قمة واضحة.

البند ١,٥، أمثل 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 وبذلت
تضييف 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 وجهزته بحيث
تكون رطوبتها أقل بحوالي ٢% من العينة ٣.
العينة ٤ جهزتها لتكون رطوبتها أقل بحوالي ٤% من العينة
٣.
العينة ٥ جهزتها لتكون رطوبتها أعلى بحوالي ٤% من
العينة ٣.
النتيجة أصبح لديك الآن ٥ اطباق كل طبق يمثل نقطة او
محاولة مستقبلية على منحنى الدملk 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

zero or at the point where bleeding occurs.

الترجمة الملاحظة ٨

ملاحظة ٨ - مع الممارسة، عادةً ما يكون من الممكن تقدير نقطة قريبة من المحتوى المائي الأمثل بصربياً. بشكل نموذجي، يمكن ضغط التربة المتماسكة عند المحتوى المائي الأمثل لتكوين كتلة بالكاد تتماسك عند رفع ضغط اليد، لكنها ستنتقسم بنظافة إلى قسمين عند "ثنائها". تميل هذه التربة إلى التفتت عند محتويات الرطوبة الأقل من المحتوى الأمثل؛ وتميل إلى اللتصاق 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 قريباً من الصفر أو عند النقطة التي يحدث فيها النزف (Bleeding).

الشرح الملاحظة ٨

بص معایا الكلام ده كله عن إزاى نعرف إن التربة اللي بنشتغل بيها دي فيها كمية مية مطبوعة عشان نوصل لأحسن دمك وكمان نحدد فيها المایة المثالية علشان الاستخدام ليها في الموضع او المختبر بص تخيل معایا إنك ماسك حته طينة في إيدك وعايز تعرف إذا كانت المایة اللي فيها دي مناسبة للشغل ولا لا.

النقطة الأولى: إزاى تعرفها بعينك ومن غير أجهزة؟ مع الخبرة المهندس الشاطر بيقدر يعرف التربة دي مطبوعة ولا لا بمجرد النظر وملمس الإيد. الفكرة كلها في المحتوى المائي الأمثل ودي أفضل نسبة مية تكون في التربة عشان لما ندعها بالمعدات زي الهراسات توصل لأنعل كثافة ممكنة وتبقى قوية ومستقرة.

النقطة الثانية: التربة الطينية المتماسكة التربة الطينية أو الطفيلية cohesive soils لها سلوك مميز عند نسبة المía المثالية دي: لو ضغطت عليها في إيدك هتعمل كورة أو كتلة متماسكة بالعافية.

وأول ما تشيل إيدك الكتلة دي مش هتنتفت بسهولة لكن لو حاولت تتنبيها أو تشدتها هتنكسر نصين بشكل نضيف زي ما تكون بتقطم قطعة شيكولاتة. ولو المایة أقل من اللازم جافة عن الأمثل: هتلقيها بتتفتت وتترورو في إيدك أول ما تضغط عليها.

ولو المایة أكثر من اللازم طرية عن الأمثل: هتلقيها بتلزق في إيدك وتبقى عبارة عن كتلة لزجة ومعجنّة ومنش هتنكسر بشكل نضيف.

فيّة ملحوظة فنية: بيقولك إن المحتوى المائي الأمثل ده

بيكون عادةً أقل بشوية من حد اللدونة Plastic Limit وده

مصطلح هندي كلنا اكيد عرفينه وهو معناه نسبة

المية اللي عندها التربة بتبدأ تتصرف كأنها مادة لدنة بلاستيكية بدأً من مادة صلبة.

النقطة الثالثة: التربة الرملية غير المتماسكة cohesionless soils وضعها مختلف:

دي تربة مفككة بطبيعتها زي الرمل وأحسن حالة دمك ليها بتكون يا إما وهي جافة تماماً محتوى مائي صفر أو لما تكون مشبعة تماماً بالمایة لدرجة إن المایة بتبدأ تطلع على السطح ودي الظاهرة اللي بنسميها النزف Bleeding وأي نسبة مية بين ال الحالتين دول بتخلّي حبيبات الرمل تتخلق على بعضها وصعب دمكها كويس.

مثال عمل الملاحظة ٨

تخيل أنك مهندس في مشروع طريق صحراوي والمطلوب منك تعمل طبقة أساس base course للطريق و قبل ما الهراسات تبدأ تستغل العربية اللي بتوزع المایة رشت كمية معينة على التربة و أنت كمهندس نزلت من عربتك عشان تتأكد إن نسبة المية مناسبة.

أخذت عينة من التربة في إيدك وحاولت تضغط عليها. الحالة الأولى فشلت: لقيت التربة بتترورو في إيدك ومنش بتعمل كتلة متماسكة. استنتاجك ان التربة دي لسه جافة dry of optimum هتكلم بتاع فنطاس المایة وتقوله زود رش المایة شوية يا رئيس.

الحالة الثانية بردوا فشلت: بعد ما رشوا مية زيادة أخذت عينة تانية المرة دي التربة عملت كتلة لزجة ولطخت إيدك كلها ولما حاولت تكسرها مطت معاك زي العجينة. استنتاجك المایة زادت عن اللزوم wet of optimum هنا باق هتقول للمقاول سيب التربة دي تنهوى في الشميس ساعة ولا ساعتين قبل ما ندمكها عشان المایة الزيادة تتبخر.

الحالة الثالثة نجحت: بعد فترة أخذت عينة تالتة ضغطت عليها عملت كتلة متماسكة بالكاد لها شلت إيدك وفضلت ماسكها فضل زي ما هي. لها جيت تتنبيها براحة انكسرت نصين بشكل واضح ونظيف. استنتاجك: دي النقطة المثالية و هتدى إشارة لسوق الهراس وتقوله تمام كده أبدأ دمك على بركة الله.

بكله أنت استخدمنت خبرتك وحواسك عشان توصل لجودة دمك عالية وده هيضم إن الطريق اللي بتعمله هيكون قوي ومستقر ومنش هيحصل فيه هبوط مع الوقت.

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.

ولو هتستخدم قالب الكبير الطريقة ٣ خد حوالي ٥,٩ كيلو حام لكا. عينة طيب إزاي تأخذ العينة؟ استخدم مغرفة Scoop وخد من أماكن مختلفة من كومة التربة الكبيرة عشان تضمن إن عينتك ممثلة للكومة كلها مش مجرد حلة من على الوشن.

الخطوة الثانية: ضبط كل طبق بنسبة المية هنا بنرجع للخطة اللي عملناها في ١٠.٢.١ كل عينة ليها نسبة رطوبة مستهدفة.

ولو عايز تزود مية استخدم بخاخة مية لأن رش المية وانت بتقلب التربة في نفس الوقت ده بيضمن إن المية تتوزع زي الرذاذ ومتعملاش كتل طين معجنة في مكان واحد قلب وقلب وقلب... لحد ما تحس إن المية اتوزعت تماماً.

طيب لو عايز تقلل مية لازم تأثرد التربة على مشمع في درجة حرارة الغرفة العادي وسيبيها للهوا. ممكن تستخدم فرن تجفيف لكن هنا فيه تحذير خطير جدًا: لازم تتأكد إن درجة حرارة الفرن لا تتجاوز ٦٠ درجة مئوية ولو الحرارة زادت ممكن التربة تغير خواصها ويبيوط الاختبار كلله.

السر في الحالتين: لازم تقلب التربة كل شوية وهي بتتشف ده بيمنع إن السطح ينشف ويسيب القلب رطب وبيضمن تجفيف متجانس.

الخطوة الثالثة: تعتيق الطبق او التخمير و دي أهم خطوة بعد ضبط المية وكتير من الناس بتستعجل فيها. الإجراء: بعد ما تخلص خلط وتقليل كل عينة حطها في وعاء منفصل ليه غطاء محكم أو كيس بلاستيك سميك ومحكم الغلق.

الهدف هنا هو أنت بتدي فرصة للماء إنها تتغلغل جوه أصغر حبيبات التربة و ده بيضمن إن الرطوبة تكون متوزعة توزيع مثالي مش بس على السطح الخارجي للحبيبات. العملية دي اسمها التخمير أو المعالجة.

المدة قد إيه؟ المواصفة بتقولك بص على **جدول ٢**. المدة دي بتعتمد على نوع التربة و التربة الرملية ممكن تحتاج وقت لكن التربة الطينية ممكن تحتاج ١٦ ساعة أو أكثر. عشان تعرف نوع التربة ممكن تستخدم مواصفات التصنيف زي D2487 وده الأدق والمطلوب في حالة الخلافات وبعد انتهاء مدة التخمير العينة بتاعتك تكون وصلت لأفضل حالة ممكنة وجاهزة لعملية الدلك الفعلية.

مثال عملى للبند ١٠.٢.٢
أنت في المعمل وقدامك ٥ اطباق فاضية مرقمة من ١ إلى ٥، وكومة كبيرة من الجزء الناعم من التربة.

الترجمة البند ١٠.٢.٢

اخلط جزء الاختبار جيداً، 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 يلى: بالإضافة 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 الغرفة ٤٠ درجة فهرنهايت (٦٠ درجة مئوية). اخلط التربة العينة ٤٠ درجة فهرنهايت (٦٠ درجة مئوية). اخلط الماء بشكل متكرر أثناء التجفيف لتسهيل توزيع محتوى الماء بشكل متساو. اخلط كل عينة فرعية جيداً لتسهيل التوزيع المتساوي للماء في جميع أنحائها، ثم ضعها في حاوية منفصلة مغطاة لتندرك (تعالج/تخمر) وفقاً للجدول ٢ قبل عملية الدلك. 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 وفقاً للمواصفة D2487.

الشرح للبند ١٠.٢.٢

فكرين البند اللي فات ١٠.٢.١ كان هي عبارة عن العنيو اللي خططنا فيه العينات. والبند دي بقى هي اللي بشمر فيها إيدينا وبنبدأ نجهز غية كل عينة لوحدها.

الخطوة الأولى: تحضير طبق كل عينة بعد ما جهزنا الجزء الناعم من التربة بنخلطه كوييس جداً عشان يبقى كله زي بعضه و بعدين بنبدأ نجهز أطباقنا اللي هي العينات الفرعية.

الكمية قد إيه؟ المواصفة محددة جداً: لو هتستخدم قالب الصغير الطريقة A أو B خد حوالي ٢,٣ كيلو جرام لكل عينة.

تحضير العينة رقم ٣ اللي عند الماية المثلية : وزنت ٥,٩ كيلو جرام من التربة لأنك هتستخدم القالب الكبير الطريقة .٥ بعدين حطيتهم في طبق خلط كبير. نسبة الرطوبة الحالية ١١% وأنت عايز توصلها لـ ١٤%. وحسبت كمية الماء اللي تحتاج تضيفها حوالي ٦٠ مل. بدأت ترش الماء بالبخاخة مع التقليل المستمر بإيدك (لايس جوانتي طبعاً) لمدة ٥ دقائق لحد ما حسيت إن اللون بق واحد ومفيش أي كتل. حطيت الخليط ده في الكيس رقم ٣، قفلته كوييس وكتبت عليه "جاهز للتخمير". تحضير العينة رقم ١ (الأكثر جفاناً): وزنت ٥,٩ كيلو كمان و نسبة الرطوبة ١١% وأنت عايز توصلها لـ ١٠%. فرددت التربة دي على مشمع كبير تحت مروحة عشان تسرع عملية التجفيف شوية كل ١٠ دقائق كنت بتروح تقلبها وبعد حوالي نص ساعة أخذت عينة سريعة وقشت الرطوبة لقيتها وصلت لـ 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 يحتاج ٦ ساعه تخمير على الأقل.

حطيت الأطباق الخمسة على رف وعلقت ورقة: اختبار بروكتور-عينات جاهزة للعمل غداً الساعة ٩ صباحاً. ب kedde أنت طبقت كل خطوة بحرفية ودقة وضمنت إن شفلك بكرة هيكون مبني على أساس سليم ١٠٠%.

الخطوة للبند ١٠,٣
البند ده باق دي الورشة" بتعاتنا بيقول لو الطريقة الرطبة كانت زي التعامل مع عجينة طيرية 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 معنوعة مع التربة الحساسة زي ما قولنا واتفقنا قبل كده .

الخطوة الأولى: التنشيف والتفتت الوصول لنقطة الصفر
هنا بنعمل عكس الطريقة الرطبة تماماً هدفنا الأول هو نوصل التربة لحالة قابلة للتفتت.

إيه هي الحالة دي؟ هي الحالة اللي بتكون فيها التربة جافة كفاية بحيث لو مسكت كتلة منها وضغطت عليها بصوابعك تتفتت بسهولة من غير ما تعجن أو تلزق في إيدك.

طيب إزاي نوصلها؟ افرد التربة على مشمع في الهوا أو استخدم فرن على درجة حرارة لا تزيد عن ٦٠ درجة مئوية. بعد ما تنشف وتجاف هتلaciها عملت كتل أو قلائق. لازم تكسر الكتل دي. فتنتها بالراحة واستخدم مطرقة كاوتش أو بإيدك الهدف هو تفكيك الكتل من بعضها مش تكسير الحبيبات الأصلية نفسها لو كسرت الحبيبات أنت كده بتغير التدرج الطبيعي للتربة وبتبؤظ الاختبار.

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), $\frac{3}{8}$ in. (9.5 mm), or $\frac{3}{4}$ in. (19.0 mm). When preparing the material by passing over the $\frac{3}{4}$ -in. sieve for compaction in the 6-in. mold, break up aggregations sufficiently to at least pass the $\frac{3}{8}$ 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 .

الترجمة للبند ١٠,٣
٣-طريقة التحضير الجاف – إذا كانت العينة رطبة جداً لدرجة أنها غير قابلة للتفتت (friable)، قم بتقليل

الخطوة الثانية: الغربلة النخل
بعد ما التربة بقت جافة ومفتتة بنبدأ ننخلها على المنخل المناسب حسب حجم القالب اللي هنستخدمه (نفس

مقاسات المناخل اللي فاتت: #٤، "٣/٨" ، "٣/٤" .

ملحوظة فنية: لو بتجهز تربة عشان تستخدم القالب الكبير يعني بتنخل على منخل ٤/٣ بوصة الموصفة بتديك نصيحة إضافية. بتقولك بعد ما تفتق الكتلتأكد إنها بقت ناعمة كفاية لدرجة إنها تقدر تعدي من منخل أصغر (٣/٨ بوصة). ليه؟ عشان لها تيجي تضييف المية بعد كده المية تقدر تتوزع بسهولة وتوصل لكل الحبيبات و لو الكتل لسه كبيرة المية هتبطل السطح الخارجي للكتلة وتسيب قلبها ناشف.

الخطوة الثالثة: الحسابات نفس شغل المرة اللي فاتت بعد ما فصلت الجزء الخشن الحصى عن الجزء الناعم تربة الاختبار هتعمل نفس الخطوات الحسابية اللي عملناها في الطريقة الرطبة:

توزن الجزء الناعم اللي هو دلوقتي جاف تماماً.
توزن الجزء الناعم اللي هو دلوقتي جاف تماماً.
تحسب نسبة كل واحد منهم (PF و PC).

النتيجة: بقى عندك كومة من التربة الناعمة الجافة تماماً، ومعاك كل المعلومات عن نسبة الزلط اللي كانت فيها. الكومة دي هي نقطة الصفر اللي هتببدأ منها تحضر كل العينات بتاعتكم عن طريق إضافة كميات محسوبة من الماء من البداية.

مثال عملي للبند ١٠.٣

أنت في المعمل وجالك 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 لحببياتها الأصلية.

بما إنك هتستخدم القالب الصغير الطريقة A جبت منخل رقم ٤ نخلت التربة المفتدة كلها. شوية حصى صغير اتحجز فوق المنخل. أخذتم وزنتم جفونتم هم أصلًا جافين بس للتأكيد وزنتم تاني.

المار: كومة كبيرة من الرمل الناعم الجاف عدت من المنخل وزنتها.

التربة الجافة دي وتحسب كمية المية المطلوبة عشان توصلها لرطوبة ٨% وتضيفها وتقلب. وتحطتها في طبق.

بعدين تأخذ ٢.٣ كيلو تانين وتضيف كمية مية أكبر عشان توصلها لـ ١٠% وتقلب وتحطتها في كيس.
وهكذا... لحد ما تجهز عيناتك عند (٨٪، ١٢٪، ١٤٪، ١٥٪، ١٦٪).

بعدها هتدخلهم مرحلة التخمير زي الطريقة الرطبة بالقطط وتكلم شغلوك والطريقة 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) subsamples 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 subsamples. As stated in Test Method D6913/D6913M, both of these processes will yield non-uniform subsamples compared to the moist procedure. Typically, only the addition of water to each subsample will be required.

الترجمة للبند ١٠.٣

١٠.٣ من جزء الاختبار، اختر وحضر أربع عينات فرعية على الأقل (يفضل خمسة) وفقاً 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 "مممتازة وهي كومة كبيرة من تربة الاختبار الجافة تماماً.
هتببدأ تحضر العينات الخمسة بتاعتكم. هتاخذ ٢.٣ كيلو من

الشرح للبند ١٠.٣

البند ده بيدو وكأنه تكرار، لكنه في الحقيقة تنبيه وتحذير

مهم جداً عند استخدام طريقة التحضير الجاف Dry Preparation Method.

تخيل أنك قررت تمثيل في الطريقة البديل الطريقة الجافة ١٠,٣ وجفت التربة كلها وبقى عندك كومة كبيرة من التربة الناعمة الجافة البند ده بيقولك: تمام، بما إنك اخترت الطريق الجاف خد بالك من النقطة دي لما تيجي تقسيم 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 بنأخذ بالمغرفة scoop من أماكن متفرقة.
اما باقي 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 بيقسم أي كمية تحطها فيه لنصفين متساوين تماماً بفضل تكرر العملية دي لحد ما توصل للكمية اللي أنت عايزها.

التقسيم الرباعي Quartering: ودي طريقة يدوية بتعمل كومة مخروطية من التربة وبعدين تبططها وتقسمها بعلامة زائد (+) لأربع أرباع متساوية وبعدين بتتشيل رباعين متقابلين وتخلط الرباعين الباقيين وتكرر العملية لحد ما توصل للكمية المطلوبة.

بس خال بالك في التحذير الخفي:
بعد ما قالت لك استخدم الطرق دي الموصفة بترجع تقولك خد بالك كلتا العمليتين ستتجانسان عينات فرعية غير متجانسة مقارنة بالإجراء الرطب.

إزاي يعني؟ لما التربة بتكون جافة الحبيبات الكبيرة والثقيلة بتعميل إنها تترسب تحت أو تتدحرج على جوانب الكومة دي ظاهرة اسمها Segregation أو الانفصال الحبيبي فلما تيجي تقسمها حتى بالطرق المنهجية دي فيه احتفال كبير إن عينة تطلع فيها حبيبات خشنة أكثر من الثانية.

جداً إنه ينفصل وعشان كده لما كنا بنغرس بالمغرفة في الطريقة الرطبة كانت العينة بتططلع ممثلة بشكل أفضل.

الجملة الأخيرة: بشكل نموذجي ستكون هناك حاجة فقط لإضافة الماء...

دي جملة منطقية جداً بما أنك بدأت من تربة جافة تماماً نقطرة الصفر فكل العينات اللي هتحضرها هتحتاج إضافة ماء فقط. مش هتقابل حاله تحتاج فيها إنك تقلل الماء تجففها زي ما كان ممكن يحصل في الطريقة الرطبة.

الخلاصة: البند دي بيقولك: أنت اخترت الطريقة الجافة وده معناه إنك بتعامل مع تربة جافة قابلة للانفصال وعشان تقلل المشكلة دي، استخدم طرق تقسيم منهجية زي الـ Quartering أو الـ Splitter لكن خليك عارف إن مهما عملت العينات بتاعتكم مش هتبقي 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:
عند كومة تربة رطبة ومتجانسة.

بيستخدم المغرفة ويأخذ ٢,٥ كيلو. العينة اللي بيأخذها دي شبه الكومة الكبيرة بالظبط. شفته دقيق.

فني (ب) - يستخدم الطريقة الجافة:
عند كومة تربة جافة. الحبيبات الخشنة متركزة شوية عند قاعدة الكومة.

لو استخدم المغرفة: هيأخذ عينة من فوق، هتطلع أنعم من الحقيقة. لو خد من تحت، هتطلع أخشى. النتائج ه تكون غلط.

الحل الصحيح (تطبيقاً لـ ١٠,٥,١): بيستخدم جهاز "قسم العينات". بيحط الكومة كلها، والجهاز يقسمها نصين. يأخذ نص، ويقسمه تاني. يكرر العملية لحد ما يأخذ عينة بالوزن المطلوب. كده هو بيقلل من تأثير الانفصال الحبيبي قدر الإمكان، وبيحصل على عينة أفضل (لكنها تظل ليست بجودة عينة الفني أ).

10.4Compaction—After standing (curing), if required, each subspecimen (compaction point) shall be compacted as follows:

الترجمة البند ١٠,٤
٤ الدفع - بعد فترة الانتظار (التحمير)، إذا كانت مطلوبة، يتم دفع كل عينة فرعية (نقطة دفع) على النحو التالي:

10.4.1Determine 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،

على عكس الطريقة الرطبة: لما التربة بتكون رطبة الماء بتشتغل زي الصمغ بتخليل الحبيبات الناعمة والخشنة ماسكة في بعضها فالخلط بيفضل متجانس وصعب

انظر ١٠,٤,٧.

الشرح للبند ١٠,٤,٦ يا هندسة وصلنا الأن إلى مرحلة الحقيقة مرحلة الدمك بعد ما قمنا بكل التحضيرات اللازمة والعينات الفرعية اللي جهزناها أصبحت الأن جاهزة للاختبار الفعلي كل عينة من هذه العينات ستتمثل نقطة بيانات فريدة نستخدمها في النهاية لرسم منحنى الدمك وتحديد خصائص التربة.

البند ١٠,٤,٦ بيكول يجب تحديد وزن القالب يعني قبل أن نبدأ في وضع التربة ودمكها هناك خطوة أولية لا يمكن تجاوزها أبداً وهي بمثابة حجر الأساس لجميع الحسابات القادمة قياس وتسجيل وزن قالب الدمك وهو فارغ.

بساطة شديدة يتمأخذ قالب الدمك النظيف والجاف ووضعه على ميزان إلكتروني دقيق ثم تسجيل التي تظهر على شاشة الميزان بدقة في ورقة بيانات الاختبار. لأن الهدف النهائي من الاختبار هو تحديد كثافة التربة والكتافة هي وزن / الحجم. نحن معنيون بوزن التربة بس وليس وزن التربة مع القالب علىشان كده فإن قياس وزن القالب الفارغ يسمح لنا بعزله حسابياً لاحقاً هذه العملية تعرف ب التصفيير أو "معايرة الوزن الفارغ المعادلة الأساسية التي سنعتمد عليها هي: الوزن الصافي للتربة المدموكة = الوزن الإجمالي للقالب وهو ممتنع - وزن القالب المسجلة وهو فارغ

أي إهمال في هذه الخطوة الأولية سيؤدي حتماً إلى نتائج نهائية خاطئة لأن أي خطأ سينتقل مباشرة إلى قيمة الكثافة المحسوبة.

اما بالنسبة الإشارة إلى البند ١٠,٤,٧

فالمواصفة توجهنا للنظر في بند لاحق ١٠,٤,٧ لتبيهنا 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 ممتنع هذا يضمن أن المتغير الوحيد الذي تقيسه هو وزن التربة المضافة.

تمديد القالب، وأضبطها 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 ١٠,٤,٣ يبعد ما وزنا القالب الفاضي في البند اللي فات دلوقتي جه وقت نجهز منصة العمل أو ورشة الدمك نفسها.

البند ده بيشرح إزاى نركب أجزاء القالب صح ونشتبها عشان تكون جاهزة لعملية الدمك الشاقة.

البند ١٠,٤,٣ بيكولك 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 تماماً. يعني لو عديت صباعك على الخط الداخلي اللي بينهم، مفيش تحس بأي "عتبة" أو بروز ولو فيه فرق بسيط أو ميل التربة هتبداً تعلق أثناء الدمك وده هيبيوظ توزيع الكثافة ويأثر على النتائج الحل هنا هو فكهم ونضفهم وركبهم تاني لحد ما يبيقوا على استقامة واحدة تمامًا.

ثانياً: تجهيز الأساس الصلب

عملية الدمك فيها خبط وطرق جامد جداً خصوصاً في اختبار بروكتور المعدل و لو حطيت القالب على ترابية خشب أو أي سطح ضعيف السطح ده هيختص جزء من طاقة الطرق وبالتالي التربة مش هتدمل كوييس.

المواصفة هنا واضحة: لازم القالب يتحط على كتلة خرسانية صلبة جداً وزنها لا يقل عن ٩١ كجمالكتلة دي بتضمن إن كل طاقة المطرقة تروح للتربة مباشرة من غير ما تضيع في اهتزازات أو حرفة للقالب يعني القالب لازم يكون ثابت تماماً لا يتهز ولا يرقص.

ثالثاً: تثبيت القالب على الأساس

بعد ما حطيت القالب المجمع فوق الكتلة الخرسانية لازم تثبته كوييس باستخدام مشابك أو كلابات.

لكن خد بالك التثبيت لازم يكون قابل للفك بسهولة لأنك بعد ما تخلص الدمك هتحتاج تشيل القالب علىشان توزنه أو تكمل خطوات الاختبار يعني استخدام طريقة تمسك القالب كوييس 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.

الترجمة البند ١٠,٤,٢

١٠,٤,٢ قم بتجميع وثبيت القالب والوصلة العلوية على لوحة القاعدة. تحقق من استقامة الجدار الداخلي للقالب ووصلة

TABLE 2 Required Standing Times of Moisturized Specimens

Classification
h GW, GP, SW, SP
GM, SM
All other soils

Minimum Standing Time,
no requirement
3
16

طول من غير انتظار.

الصف الثاني: GM, SM

مین دول؟

ترابة حبيبية بس فيها شوية مواد ناعمة (طين أو طمي).

(Silty Gravel) GM

(Silty Sand) SM

المدة: ٣ ساعات على الأقل.

لية؟ لأن وجود الطمي بيخلب المية تاخد وقت أطول شوية عشان تتوزع كوييس ولو استغلت قبل الـ ٣ ساعات المية مش ه تكون اتوزعت تماماً فالعينة ممكن تبقى نصها مبلول ونصها ناشف.

الصف الثالث: جميع أنواع التربة الأخرى

مین دول؟

دول الترب الناعمة (Fine-grained Soils) زي الطين والطمي النقى.

زي:

CL, CH: يعني طين منخفض أو عالي اللدونة.

ML, MH: يعني طمي منخفض أو عالي اللدونة.

المدة: ١٦ ساعة على الأقل.

لية؟ لأن الحبيبات الصغيرة جداً دي زي الدقيق والمية بتاخد وقت طويل تدخل جوهها وتتشربها بالكامل.

لو استعجلت ودمكت بدري التربة من بره هتبان مبلولة لكن من جوه ناشفة وده هييowitz النتائج تماماً.

عشان كده المواصفة بتقولك سببها ليلة كاملة عشان يحصل اتزان رطوي كامل.

الخلاصة

الجدول ده بيعلمك إن كل تربة ليها مزاجها:

الرمل والزلط سريع و مباشر.

الرمل الطمي بيأخذ شوية وقت.

الطين والطمي التقليل لازم ياخد وقته على رواق.

تجاهل المدة دي يعني إنك بتختبر تربة مش متجانسة في الرطوبة وبالتالي النتائج اللي هتطاولك للكثافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل هتبقى مضروبة.

الترجمة - جدول ٢

جدول ٢ – أوقات الانتظار (التحمير) المطلوبة للعينات المرطبة

الحد الأدنى لوقت الانتظار (بالساعات)	التصنيف
لا يوجد متطلبات	GW, GP, SW, SP
٣	GM, SM
١٦	جميع أنواع التربة الأخرى

الشرح - جدول ٢

يا هندسة الجدول ده هو الوصفة الزمنية لعملية التحمير أو اللي المواصفة بتسميتها.

فاكر لما قلنا بعد ما نضيف المية على التربة ونخلطها كوييس مش بنشتغل بيها على طول؟ لازم نسيبها ترتاح شوية في كيس أو طبق مقوف علشان الرطوبة تتوزع جوهها بالتساوي.

الجدول ده بقى هو اللي بيقولك تسيبها قد إيه بالظبط.

المدة دي مش اختيارية، دي بتتعدد حسب نوع التربة، لأن كل نوع ليه معدل امتصاص مختلف للمية.

الصف الأول: GW, GP, SW, SP

مین دول؟

. دول أنواع التربة الحبيبية النظيفة Coarse-grained Soils

(Well-graded Gravel) GW : يعني زلط جيد التدرج

(Poorly-graded Gravel) GP : يعني زلط سيء التدرج

(Well-graded Sand) SW : يعني رمل جيد التدرج

(Poorly-graded Sand) SP : يعني رمل سيء التدرج

المدة: لا يوجد متطلبات No Requirement
لية؟ لأن الحبيبات الكبيرة زي الرمل والزلط مش بتتحاج وقت تمتص فيه المية المية بتغلفها فوراً ومفيش حاجة تشرب من جوه يعني تقدر تخلط المية وتبدا الدمل على

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.

عن أقصى درجات الدقة والموثوقية في نتائجه.

الترجمة للبند ١٠٤,٢,١

أثناء إجراء الدك، من المفيد ولكن غير المطلوب تحديد محتوى الماء لكل عينة فرعية مباشرة قبل دمكها. هذا يوفر فحصاً على محتوى رطوبة التشكيل المحدد لكل نقطة دمك ومقدار النزف (انظر ١٠٤,٩). ومع ذلك، سيتعين اختيار كمية تربة أكبر لكل عينة فرعية مما هو مذكور في ١٠٣,٢.

الشرح للبند ١٠٤,٢,١

البند ده عبارة عن نصيحة من الموصفة خطوة اختيارية لكنها بتعللي مستوى الدقة في شغلك جداً. الموصفة كأنها بتقولك: لو عايز تطلع نتائج لا غبار عليها اعمل الخطوة الإضافية دي.

إيه هي الخطوة دي؟

بساطة بعد ما تسيب عينة التربة تت弟兄 للمرة المطلوبة سواع ٣ ساعات أو ٦٠ ساعة وقبل ما تبدأ عملية الدك مباشرة بتاخذ عينة رطوبة صغيرة منها حوالي ١٠٠ جرام عشان تقيس نسبة المية الفعلية فيها في هذه اللحظة بالذات.

طيب ليه الخطوة دي مفيدة ومهمة؟

للتتأكد من دقة نسبة الرطوبة: أحياًًا الرطوبة اللي أنت جهزت بيها العينة امبارح ممكن تغير تغيير بسيط يمكن الغطاء مكنش حكم ١٠٠% فتتغير جزء صغير من المية والقياس الجديد ده بيديك الرطوبة الحقيقية اللي التربة هتدفعك عليها مش مجرد الرطوبة النظرية اللي كنت مخطط لها ده بيخليل رسم منحنى الدك بتعمل أكثر دقة ومتابقة للواقع.

كمان لتقييم ظاهرة النزف:

في بعض العينات خاصة اللي محتوى المية فيها عالي ممكن تلاحظ إن فيه فية بتخرج من القالب أثناء الدك وقياس الرطوبة قبل الدك وبعده بيساعدك تعرف كمية المية اللي التربة طردتها خلال العملية و دي معلومة فنية متقدمة ومفيدة.

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 و فيهاش مواد ناعمة طين أو طمي تقريباً. مش بتحتاج مية كتير عشان تتمدك كوييس.

نطاق الرطوبة المتوقع: منخفض جداً. المحتوى المائي الأفضل (OMC) غالباً هيكون بين ٤٪ و ٨٪. الفني جهز عينة مستهدفة عند رطوبة ٦٪ بما إنها تربة رملية مش محتاجة تخمير (حسب جدول ٢).. قبل ما يدك على طول، أخذ عينة رطوبة صغيرة للتأكيد.. تاني يوم، طلعت نتيجة اختبار الرطوبة ٥,٨٪.. النتيجة: لما جه يرسم النقطة على منحنى الدك، رسمها عند ٥,٨٪، وده رقم دقيق جداً يعكس الحالة الفعلية للتربة.

الحالة (ب): تربة طينية عالية اللدونة CH - High-plasticity Clay.

طبيعة التربة: دي تربة ناعمة جداً حبيباتها دقيقة زي البويرة وليهَا قدرة عالية على امتصاص الماء زي الإسفنج.

نطاق الرطوبة المتوقع: عالي و المحتوى المائي الأفضل (OMC) ممكن يصل لـ ٢٠٪ أو ٢٥٪ أو حتى أعلى.. بعد كام ساعه طلعت نتيجة اختبار الرطوبة الإضافي ١١,٥٪ يمكن فقدت شوية رطوبة بسيطة.

النتيجة: رسم النقطة على المنحنى عند ١١,٥٪، وده رقم دقيق يعكس الرطوبة الفعلية بعد فترة التخمير الطويلة..

التكلفة أو الشرط الوحيد:

يعني لو هتعمل الخطوة دي لازم تكون عامل حسابك من البداية وجهز كمية تربة أكبر شوية لكل عينة أكثر من ٢,٣ أو ٥,٩ كيلو اللي الموصفة قالت عليهم عشان تعوض ال ١٠٠ جرام اللي هتاخدهم 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 $\frac{1}{4}$ 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 الدمل، يجب أن تكون كل طبقة متساوية في السمك تقريباً، ويجب أن تمتد الطبقة النهائية قليلاً إلى داخل الوصلة العلوية (Collar). قبل الدمل، ضع التربة المفككة في القالب وافردها في طبقة ذات سمك منتظم. ادمك التربة دى خفيفاً (tamp) قبل الدمل الرئيسي حتى لا تكون في حالة هشة أو مفككة، باستخدام إما المطرقة اليدوية أو أسطوانة قطرها حوالي ٢ بوصة (50 مم). بعد دمل كل طبقة من الطبقات الأربع الأولى، يجب تتشذيب (trim) أي تربة لم يتم دملها، مثل تلك المجاورة لجداران القالب، أو التي تمتد فوق السطح المدموك (ال أعلى 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 الدمل هذه. بالإضافة إلى ذلك، يجب استبعاد نقطة الدمل عندما تؤدي آخر ضربة بالمطرقة على الطبقة الخامسة إلى امتداد قاع المطرقة إلى ما دون قمة قالب الدمل، 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 الدمل بالتفصيل اختبار بروكتور المعدل ليه طقوس خاصة والفرقه دي بتشرح الطقوس دي خطوة بخطوة
الخلاصة في كلمتين: ه طبقات ٥ ضربة أو ٥ للكالب الكبير لكن التفاصيل هي اللي بتفرق.
أولاً: الدمل على ه طبقات:

فينفعش تعل القالب كله مرة واحدة وتدمل دلوق تقسم الشغل على خمس طبقات متساوية في السمك تقريباً. ده بيضمن إن طاقة الدمل تتوزع على كل حجم التربة بالتساوي من تحت لفوق.

ثانياً: تحضير كل طبقة قبل الدمل:
الفرد: هتحط كمية من التربة المفككة في القالب وتفردها عشان تعمل طبقة ليها نفس السمك في كل حنة.
الدك المبدئي: يعني قبل دمل دمل بالمطرقة لازم تهبط التربة شوية لو سبتها هايشه أو منفوشه أول كام بطة من المطرقة هيضيعوا في تفريغ الهوا ده بس.
طيب إزاي؟ ممكن تستخد نفس مطرقة الدمل وتضغط فيها ضغطات خفيفة وتسوي التربة في القالب أو تستخدم أي أسطوانة صفيرة عشان بس تلم التربة على بعضها.

ثالثاً: التتشذيب بين الطبقات :
بعد ما تخلص دمل كل طبقة الأولى و الثانية و الثالثة و الرابعة هتبص على جوانب القالب من جوه ساعات كتيرة بتلاقي شوية تربة هربت لفوق على الجدار و ماتتمكش كوييس.

الإجراء هنا هو لازم تشيل أو تتشذب التربة دي بسكينة أو أي أدلة رفيعة والتربة اللي بتتشيلها دي بتترمي بره مش بترجعها تاني للطبقة اللي بعدها.
ليه؟ عشان تضمن إن الطبقة الجديدة اللي هتحطها هتحط على سطح مدموك ومستوي ومفيش أي أجزاء ضعيفة بينهم.

رابعاً: الشرط الخامس للطبقة الخامسة :
دي أهم طبقة وعليها شروط صارمة بعد ما تخلص دمل 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.
ولو أعلى من ٦ مم ده معناه إنك حطيت تربة أكثر من اللازم و المواصفة بتقولك أرمي العينة دي كلها وابداً من discard the compaction point جديد.

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 تعل الفراغ ده بتربة مفككة وده هيبيوظ الكثافة.
شرط إضافي او حالة خاصة: لو مع آخر بطة 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
بتثليل 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 بتقيسها في النهاية هو حجم القالب
بالضبط، وإن التربة دي كلها اتعرضت لنفس طاقة الدمل
بسكل منتظم.

مثال عملى 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 (١ بوصة) وفردها.
ضغط عليها ضغطات خفيفة بأسطوانة عشان يهبطها.
بدأ يدمل بالمطرقة المعدلة وزنها ١٠ أرطال وبتسقط من
ارتفاع ١٨ بوصة وضرب ٥ ضربة موزعة على السطح كله.
بعض على الجوانب لقى شوية تربة لازقين فوق شالهم
بسكينة ورهاهم والطبقات ٢، ٣، ٤: كرر نفس الخطوات
بالضبط والطبقة الخامسة حط كمية التربة الأخيرة
وهبطها وضرب ٥٦ ضربة بعد آخر ضربة بضم على
السطح لقاه مرتفع حوالي ٤ مم فوق حافة القالب.
النتيجة ممتازة! الاختبار ده ناجح ومكمل معانا
سيناريyo فاشل: لو كان لقى السطح مرتفع ١٠ مم اسم
كان هيقول العينة دي بايظة ويفضي القالب ويرمي التربة
ويبدأ نقطة دمل جديدة بكمية تربة أقل شوية.
بكده الفني طبق كل طقوس الدمل بحذافيرها وضمن إن
العينة اللي معاه دي ممثلة وصحيحة ١٠٠%.

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.

دمل؟ طاقة الدمل اللي بنطبقها على التربة مش عشوائية دي
طاقة محسوبة بدقة عشان نحاكي تأثير معدات الدمل
الثقيلة في الموقع و الطاقة دي بيجي 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 بيقي كل طبقة من الطبقات الخمسة لازم تأخذ ٥
ضربة بالتمام والكمال. يعني
المجموع الكلي: ٥ طبقات × ٥ ضربة/طبقة = ٢٥ ضربة للعينة
كلها.

الحالة الثانية: لو بتستخدم القالب الكبير قطره ٦ بوصة بيقي
كل طبقة من الطبقات الخمسة لازم تأخذ ٦١ ضربة يعني
المجموع الكلي: ٥ طبقات × ٦١ ضربة/طبقة = ٣٠٥ ضربة للعينة
كلها.

ليه عدد الضربات في القالب الكبير أكثر؟ لأن مساحة سطح القالب الكبير أكبر عشان نضمن إن كل
بوصة مربعة من التربة تأخذ نفس كمية الطاقة تقريباً لازم
نزيد عدد الضربات عشان نقطي المساحة الأكبر دي الحسبة
معمولية عشان في النهاية طاقة الدمل 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
مطارات ميكانيكية أوتوماتيكية عشان يسرعوا الشغل
ويقللوا المجهود على الفني المطارات دي مقبولة في الشغل
اليومي. لكن لو حصل خلاف على النتائج بين معملين مثل
معمل المقابول ومعمل الاستشاري وعايزين 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 وعشان نوحد كل الظروف ونضمن
مقارنة عادلة ١٠٠% بنرجع للطريقة اليدوية اللي مفيهاش أي
متغيرات إلكترونية أو ميكانيكية.

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

75

الترجمة ١٠.٤.٤
ادمل 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 جداً 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.

المطرقة عبارة عن وزن بيتحرك جوه أسطوانة توجيه . وأنت بترفع الوزن عشان تسيبه يسقط إوعي ترفع الأسطوانة نفسها عن سطح التربة و لازم الأسطوانة تفضل ثابتة ومستقرة على السطح . الزاوية: لازم تمسك المطرقة وتخليلها رأسية تماماً أو بعيد بسيط جداً لا يزيد عن ٥ درجات و لو فيلتها الضربات هتتيجي بزاوية والطاقة مش هتنتوذع صح.

ثانياً: إيقاع وسرعة الضربات: الشغل مش سباقي و لازم الضربات تكون بإيقاع منتظم المواصفة بتقتراح معدل حوالي ٢٥ ضربة في الدقيقة يعني تقريباً ضربة كل ثانيةتين وشوية . ليه؟ الإيقاع المنتظم ده بيدي للترابة فرصة بسيطة جداً بين كل ضربة والثانية عشان تستجيب وتعيد ترتيب حبيباتها و السرعة الزائدة أو البطء الزائد ممكن يأثر على النتيجة النهائية.

ثالثاً: خريطة توزيع الضربات ودي أهم نقطة: مينفعش تدملك إلـ ٢٥ أو ٦٥ ضربة كلهم في نص القالب . لازم توزعهم على السطح كله عشان الدملك يبق متجانس والمواصفة حطت خرايط 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 متقطاع عشان تفطي السطح كله (**شكل ٣أ و ٣ب**).

وللقالب ٦ بوصة اليدوي: الخريطة أكثر تحديداً بتقولك اتبع نمط معين لأول ٩ ضربات **شكل ٤** وبعدين كمل باقي إلـ ٦٥ ضربة بشكل منهجي: شوية على الحواف وشوية في النص عشان تضمن تفطية كاملة.

اما المطارق الميكانيكية: دي بتكون مبرمجة أصلًا عشان تتبع نمط معين يضمن التفطية الكاملة غالباً بيكون نمط دائري أو قطاعي بيفطي السطح كله.

الشرح للبند ١٠,٤,٥

يا هندسة البند ده هو دليل الاستخدام للمطرقة بيشير ٣ حاجات أساسية: إزاى تمسك المطرقة صح وسرعة الضربات وخريطة توزيع الضربات.

أولاً: مسكة المطرقة اليدوية الصحيحة:

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 بييقى مش مستوي.

الحل: هنا لازم تتصرف بذكاء المواصفة بتقولك اضبط النقط يعني لو لقيت حته عاليه 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 هيتفع تستخدم المطرقة الميكانيكية لأنها مبرمجة على نمط ثابت ومش هتفهم إن السطح بقى غير مستوي. لازم تشتفل يدوي عشان تقدر تتحكم في مكان كل ضربة.

الخلاصة

البند ده بيحول عملية الدمل من مجرد خبط عشوائي إلى منهجي ومنظم من مسكة صح وإيقاع ثابت وخريطة توزيع ذكية كلها عوامل بتضمن إن طاقة الدمل المعلومة اللي حسبناها في البند اللي فات توصل لكل جبة 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 دمل العينات التي يكون محتوى الماء فيها أعلى من المحتوى المائي الأمثل (أكثر رطوبة)، يمكن أن تحدث سطح مدموكة غير مستوية، ويكون التقدير الشخصي للمشغل مطلوباً فيما يتعلق بالارتفاع المتوسط للعينة ونمط المطرقة أثناء الدمل.

النسبة المئوية.

إيه اللي بيحصل؟

لما التربة بتكون طرية زيادة عن اللزوم سلوكها تحت المطرقة بيتغير بدل ما الحبيبات تعشق في بعضها وتكون كتلة صلبة بتبدأ تتخلق على بعضها.

والعلة الزيادة بتشتغل زي "الصابون" بين الحبيبات.

النتيجة: لما المطرقة بتدمك في مكان التربة بتهرب من تحتها وتطلع لفوق من الجناب وبتلقي المطرقة بتعمل حفرة في مكان الضربة والتربة بتكون في الأماكن اللي بين الضربات وفي 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: فاكر لما قلنا إن الطبقة الخامسة لازم تكون أعلى من حافة القالب بشوية؟ طب لو السطح كله حفر ومرتفعات هتقيس الارتفاع هنinin من أعلى حته ولا من أوطن حته

هنا لازم الفني يقدر بعينه الارتفاع المتوسط" لسطح. يعني يأخذ متوسط بين المناطق العالية والمنخفضة ويقرر بناءً عليه إذا كانت كمية التربة مناسبة ولا لا وده قرار تقديربي 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 ويفير نمط الضربات و لو شاف حته عالية يوجهها الضربات الجاية عشان يهبطها و لو شاف حفرة يتتجنب يضرب فيها تانية عشان متعمقش أكثر الهدف هو محاولة الوصول لسطح مستوي قدر الإمكان في نهاية الـ ٥ ضربة.

الخلاصة: الملاحظة دي بتقول للفني أنا عارفة إن التربة الطيرية 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 تحققه بأفضل طريقة ممكنة".

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.

الشرح لملاحظة ٩

يا هندسة الملاحظة دي بتتكلم عن مشكلة شائعة بتحصل لما بنشتفل على الجانب الرطب من منحنى الدمل يعني لما بتكون نسبة المية في التربة أعلى من

الترجمة للبند ١٠.٤.٦

١٠.٤.٦ وبعد 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 بتدويرهما قبل الإزالة.

الشرح للبند ١٠.٤.٦

يا هندسة بعد ما خلصنا خط ودمك بقى عندنا قالب مليان تربة مدمومة وفوقه الوصلة العلوية اللي فيها شوية تربة زيادة. الخطوة دي بتشرح إزاى 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 فوق مرة واحدة، هتاخد معها حنة من سطح العينة وتبوظها.

الحل السحري نصيحة المحترفين:

استخدام السكين: قبل ما تفك الوصلة هات سكينة رفيعة أو اسباتيولا وامشي بيهما على طول الحافة الداخلية للوصلة وأنت كده بتقطع الاتصال بين التربة الزباد اللي في الوصلة وبين التربة الرئيسية اللي جوه القالب بتعمل خط فصل.

حركة التدوير *Rotation*: بعد ما فصلت بالسكينة امسك الوصلة ولفها لفة بسيطة يمين وشمال و الحركة دي بتفك أي التصاق بين المعدن والترابة وبتخليها تطلع ناعمة وسهلة.

ثانيًا: فك لوحة القاعدة (*Base Plate*):

نفس المشكلة ممكن تحصل تحت و التربة المدمومة ممكن تكون لازقة في القاعدة. لو رفعت القالب مرة واحدة ممكن حنة 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 مدمومة جوه القالب سطحها العلوي والسفلي سليم ١٠٠% ومفيش أي أجزاء مفقودة منها وأي فقد في التربة معناه خطأ في حساب الوزن النهائي وبالتالي خطأ في الكثافة.

مثال عملي للبند ١٠.٤.٦

في انتهت من دمك الطبقة الخامسة و سطح التربة مرتفع قليلاً داخل الوصلة العلوية. الفني جاب سكينة معجون رفيعة ونظيفة أدخل السكينة بحرص بين جدار الوصلة الداخلي والترابة ومشي بيهما داير ما يدور بعدها فشك الوصلة العلوية بيد والقالب باليد الثانية ولف الوصلة لفة بسيطة زي ما تكون بتفتح غطا بطمأن بعدين رفع الوصلة لفوق طلعت معاه بسهولة وسابت سطح التربة الرئيسي سليم ومستوي لكنه لسه أعلى من حافة القالب. قلب القالب بحرص ومسك القاعدة بيد والقالب باليد الثانية ولفهم عكس بعض لفة بسيطة. رفع القاعدة طلعت نضيفة ومفيش أي تربة لازقة فيها.

النتيجة: أصبح لدى الفني الآن قالب الدمك وبداخله عينة التربة المدمومة وسطحها العلوي بارز قليلاً فوق حافة القالب و العينة سليمة وجاهزة للخطوة الأهم التسوية والتتشذيب والتسوية النهائية. هذه الحركات البسيطة القطع بالسكين والتدوير هي اللي بتفرق بين عينة سليمة وعينة متناثرة وبساطة 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).

حجم التربة هو حجم القالب بالضبط 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 تماماً.

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 ده ابتعد سكينة الأول عشان تشيل الجزء الأكبر من التربة ده بيمعنع 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 بصباعك كوييس ثم اكشط بالمسطرة تاني لتسوية السطح ولو أثناء الكشط ممكن المسطرة تخطف في حصوة كبيرة بارزة.

الحل: إزالة الحصوة لو سهلة الإزالة شيلها واملأ مكانها تربة ناعمة واضغطها وسو السطح.

لو الإزالة هتبظ التربة سبيها وسوي حواليها.
ولازم حجم الحصى البارز = حجم الحفر اللي اتعلمت أو اترفعت بحيث الحجم الكلي يفضل ثابت.

رابعاً: تسوية السطح السفلي (لو لزم 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 الطيرية جداً أو الرملية الجافة جداً إزالة القاعدة ممكن تسبب فقد تربة أو ماء.

الحل: سيب القاعدة متصلة بالقالب ولازم يكون القالب معاير من البداية وهو القاعدة راكبين سوا حسب الملحق .A1 (A1.4.1)

الخلاصة البند ده هو اللمسة الأخيرة اللي بتتضمن دقة حجم العينة بيعملك إزاي توصل لسطح مستو وإزاي تتعامل مع مشاكل زي الحفر أو الزلط، وبيووضح الحلول في الحالات الصعبة جداً.

الترجمة البند ١٠.٤.٧

٤.٧. أقم بتشذيب العينة المدمومة بعناية لتنتساو مع قمة القالب بواسطة مسطرة مستقيمة (straightedge) يتم كشطها عبر قمة القالب لتشكيل سطح مستو تماماً مع قمة القالب. التشذيب المبدئي للعينة فوق قمة القالب بسكين قد يمنع تمزق التربة أسفل قمة القالب. املأ أي ثقوب في أي من السطحين بترابة 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 خللية التربة المدمومة. يجب أن يكون الحجم التقديري للجزيئات فوق سطح التربة المدمومة مساوياً 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 (A1.4.1)

الشرح للبند ١٠.٤.٧

يا هندسة بعد ما فكينا الوصلة العلوية بقى عندنا قالب جواه تربة مدمومة وسطحها العلوي بارز شوية عن حافة القالب المهمة دلوقتي هي قشط الزيادة دي عشان نخلي سطح التربة مستوي تماماً مع حافة القالب عشان يكون

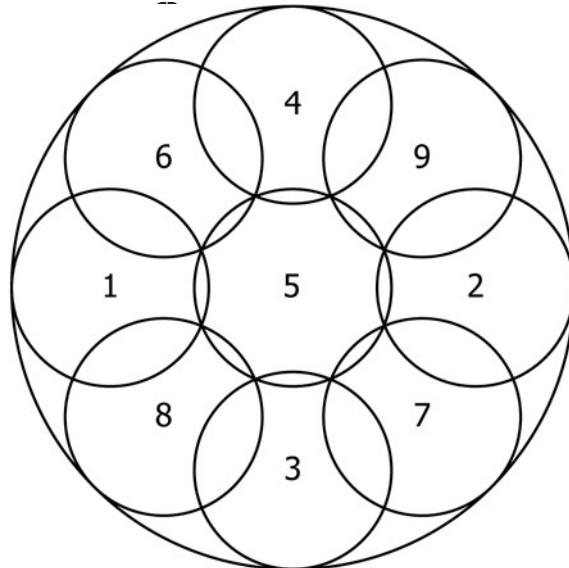


FIG. 4 Rammer Pattern for Compaction in 6-in. (152.4-mm) Mold

شكل ٤: نمط المطرقة للدمك في قالب ٦ بوصة (١٥٢.٤ مم)

الشرح لشكل ٤
الصورة تعرض مخططاً لسطح قالب دائري مقسماً إلى ٩ دوائر متداخلة ومرقمة من ١ إلى ٩ للتوضيح مواضع الضربات الأولى للمطرقة.

يوضح الشكل نمط توزيع أول تسع ضربات من المطرقة عند دمك التربة في قالب 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، تستكمل باقي الضربات حتى ١٥ ضربة بطريقة منهجية لتغطية كامل مساحة القالب.

يا هندسة الصورة دي هي خريطة الكنز للتوزيع أول ٩ ضربات من إل ١٥ ضربة المطلوبة لقالب الكبير ٦ بوصة لما تكون بستخدم 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 تدلك عشوائي ممكن تركز الضربات في ناحية وتسيب ناحية تانية وده يخلي الطبقة مائلة ومتش مدموكة بالتساوي.
الخريطة دي بتجربك من البداية توزع الضربات بحيث تفطي كل أجزاء القالب الأطراف الأربعه والمركز.
تعالي 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 تماماً.
وقفة تحليل: بعد تثبيت الأطراف، الضربة دي بتهدب 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 غطية 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 لأنهم ٩ ضربات في كل طبقة.
هو اللي بيضمن إن التربة تبدأ متجانسة من أول طبقة وده بيسهل عليك الدمل 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
٤,٨,١٠, واحد وسجل وزن العينة وال قالب لأقرب جرام. عندما**

ترك لودة القاعدة متصلة، حدد وسجل وزن العينة وال قالب ولوحة القاعدة لأقرب جرام.

الشرح للبند ١٠.٤.٨

يا هندسة بعد ما سوينا السطح بالمسطرة وبقى عندنا قالب مليان تربة مدمومة وحجمها معروف هو حجم القالب الخطوة الطبيعية والمباشرة دلوقتي هي نوزن القالب وهو مليان.

البند ده بسيط ومبادر لكنه بيأكيد على نقطتين عشان الدقة:

الحالة العادية:

لو أنت شغال بالطريقة العادية وفككت القاعدة هتاخد القالب مليان بالتربيه وتحطه على الميزان والرقم اللي هيطلع ده هو الوزن الإجمالي وبتسجل الرقم ده في ورقة الاختبار لأنقذ جرام.

الحالة الاستثنائية التربة طيرية جداً أو جافة جداً: لو القاعدة متصلة لازم توزن القالب مع التربة والقاعدة كلها مع بعض والرقم اللي هيطلع هتسجله زي ما هو. لازم تكون في الخطوة الأولى خالص ١٠.٤.٩ وزنت القالب الفاضي مع القاعدة بتاعتته.

ليه الخطوة دي مهمة؟

لأننا دلوقتي عندنا الوزنين اللي محتاجينهم عشان نحسب وزن التربة الصافي:

وزن التربة المدمومة = وزن القالب مليان بالتربيه - وزن القالب الفاضي

الرقم ده وزن التربة الصافي هو اللي هنستخدمه بعد كده لحساب الكثافة الرطبة:

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 speci-men 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.

يمثل الطبقات الخامسة، معأخذ واحدة كافية من العينة للتحديد محتوى الماء بدقة ٠.١٪. يجب أن تتوافق كتلة الجزء الممثل للتربيه 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 مليان لازم نطلع التربة المدمومة دي من القالب عشان نأخذ منها عينة رطوبة و الوزن اللي فات ادانا الكثافة الرطبة وعينة الرطوبة دي هي اللي هتسمح لنا نحوالها لكتافة جافة وده هو الرقم الأهم اللي بندور عليه. البند ده بيدينا طريقتين عشان نأخذ عينة رطوبة كلها كعينة رطوبة.إزاي؟ بتطلع كتلة التربة المدمومة كلها من القالب وتحطتها كلها في صينية كبيرة بعددين تكسرها وتفتتها كوييس 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 مثل 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 مثل للطبقات الخامسة. 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 يمكن تحتاج وزن يصل لـ ٢.٥ كجم أو أكثر و لو التربة ناعمة ٢٠٠-١٠٠ جرام يكفيوا.

ليه نستخدمها؟ ساعات استخدام العينة كلها بيكون غير عملي خاصة لو الفرن صغير أو لو عايزة تحفظ بجزء من العينة لأي سبب تاني.

الخطوة الأخيرة: سواء أخذت العينة كلها أو جزء منها حطها في الفرن على درجة حرارة (100 ± 5) مئوية لمدة ٢٤-١٦ ساعة لحد ما وزنها يثبت و الفرق بين وزنها الرطب ووزنها بعد التجفيف هو وزن الماء ومنه بنسحب نسبة الرطوبة.

الخلاصة الرياضية: نسبة الرطوبة المئوية للعينة =

Water Content (%) = (وزن التربة الرطبة - وزن التربة الجافة) ÷ وزن التربة الجافة × ١٠٠

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.

الترجمة البند ١٠.٥

٥، وبعد دمك العينة الأخيرة، قارن قيم الكثافة الوزنية الرطبة لضمانت 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 مدمومة مساعدًا في إجراء التقسيم المذكور أعلاه. إذا لم يتم الحصول على النمط المرغوب فيه، فستكون هناك حاجة لعينات مدمومة 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 وتبعد تنصف الأدوات المواصفة بتقولكاستنى لحظة برص بصة سريعة على النتائج الأولية بتاعتكم.

إيه هي النتائج الأولية دي؟

هي الكثافة الرطبة لكل عينة. دي سهلة الحساب جدًا: الكثافة الرطبة = وزن التربة المدمومة ÷ حجم القالب ليه نعمل المراجعة السريعة دي؟ عشان تتأكد إن النقط اللي جبنها هترسم منحنى دمك شكله صح و المنحنى ده له شكل معين يطلع لفوق يوصل للقمة وبعدين ينزل تاني و لازم تتأكد إن النقط بتاعتكم بتغطي الطلع والنزلة دي.

البند ده بيقولك تعمل إيه:

قارن الأرقام يعني برص على قيم الكثافة الرطبة اللي حسبتها 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 :

$$\text{المحور الرأسي} = \text{الكتافة الرطبة}$$

$$\text{المحور الأفقي} = \text{نسبة الرطوبة المستهدفة}$$

وصل النقاط ببعضها وشوف هل شكلها قبة أو جرس؟

عينة ببطوبة 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 بتاعتكم بيعنكم من اكتشاف بعد فوات الأوان إن الاختبار ناقص ومش هتقدرش تحدد منه الكثافة القصوى والمحتوى المائي الأمثل و هو فحص سريع للتتأكد إن الشغل ناجحة وأنك وصلت لقمة المنحنى.

مثال عملي للبند ١٠.٥. الفني خلص دمك ٥ عينات لترية طمية (ML). المحتوى المائي الأمثل المتوقع حوالي ١٦٪.

العينات اللي حضرها كانت عند رطوبات مستهدفة: ١٣٪، ١٤٪، ١٦٪، ١٧٪، ١٨٪، ٢٠٪.

حسب الكثافة الرطبة الأولية لكل عينة:

عينة ١٣٪: ٢.٥ جم/سم^٣

عينة ١٤٪: ٢.١٥ جم/سم^٣

عينة ١٦٪: ٢.١٨ جم/سم^٣

عينة ١٧٪: ٢.١٦ جم/سم^٣

عينة ١٨٪: ٢.١٢ جم/سم^٣

المراجعة السريعة:

بس على الأرقام: ٢.٠٥ → ٢.١٥ → ٢.١٨ → ٢.١٦ بتنزيد وبعدين ٢.١٦ → ٢.١٧ بتقل يبقلا فمتاز النقاط بتغطي المنحنى من الجانبين القمة حوالي ١٦٪ أو ١٧٪. الشغل مكتمل ومظبوط.

طيب لو كانت النتائج طلعت:

٢.٠٥٪ ١٢

٢.١٥٪ ١٤

٢.١٨٪ ١٦

٢.١٦٪ ١٧

٢.١٢٪ ١٨

٢.١١٪ ٢٠

القرار: كل النقاط الكثافة لسه بتزيد → لم نوصل للقمة بعد. لازم أحجز عينة جديدة عند رطوبة ٢٢٪ عشان أشوف المنحنى يبدأ ينزل ولا لاذ.

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:

الترجمة البند ١١,١

١١,١ النسب المئوية للأجزاء – إذا لم تكون 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، فاكر في الأول خالص لها نخلنا التربة على منخل ٤ أو ٤/٣ بوصة؟ طبع لنا جزيئين:
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 الدمل.
البند ده بيقولك: لو معنديش تحليل مناكل 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 الدمل 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 للكثافة اللي جبنها عشان ندخل تأثير الحصى الكبير ده في الحسابات وده هيجي في بنود لاحقة و الخطوة دي هي مجرد تجهيز للنسب اللي هنحتاجها في التصحيح ده.
البند ده بيطلب هنك تحسب ٣ حاجات بناءً على الأوزان اللي سجلتها في الخطوة ١٠,٢:

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, P_c

(الوزن الجاف للجزء الخشن ÷ الوزن الجاف الكلي للعينة) × ١٠٠

٣-النسبة المئوية لجزء الاختبار Percentage of test fraction, P_f

(الوزن الجاف لجزء الاختبار ÷ الوزن الجاف الكلي للعينة) × ١٠٠

ملحوظة: لازم مجموع النسبتين دول ($P_c + P_f$) يساوي

الخلاصة: البند ده هو خطوة محاسبية بسيطة عشان نحدد مكونات العينة الأصلية و كام في المية منها كان حصى كبير اتشال وكان في المية كان تربة ناعمة دخلت الاختبار النسب دي هنركنها على جنب دلوتي وهنستخدمنها في آخر خطوة في الحسابات للتصحيح 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 نشفه في الفرن وزنه الجاف جرام $M_d,os = 1410$

جزء الاختبار اللي عدى من المنخل:

وزنه وهو رطب = ٦٠٥٠ جرام

نسبة الرطوبة الأولية ٩.٠٪

يلا نحسب مع بعض (تطبيق ١١,١):

حساب الوزن الجاف لجزء الاختبار (M_d,tf):

الوزن الجاف = الوزن الرطب ÷ (١ + نسبة الرطوبة/١٠٠)

$M_d,tf = 6050 \div (1 + 9.0/100) = 5550.5$ جرام

حساب الوزن الجاف الكلي للعينة (M_d,t):

الوزن الجاف الكلي = الوزن الجاف للجزء الخشن + الوزن

الجاف لجزء الاختبار

$M_d,t = 1410 + 5550.5 = 6960.5$ جرام

حساب النسب المئوية:

نسبة الجزء الخشن (P_c):

$P_c = (M_d,os \div M_d,t) \times 100$

$P_c = (1410 \div 6960.5) \times 100 = 20.2\%$

نسبة جزء الاختبار (P_f):

$P_f = (M_d,tf \div M_d,t) \times 100$

$P_f = (5550.5 \div 6960.5) \times 100 = 79.8\%$

التحقق:

$P_c + P_f = 20.2 + 79.8 = 100\%$

النتيجة النهائية:

الفني هيسجل الرقمين دول على جنب: $P_c = 20.2\%$ و $P_f = 79.8\%$

وهيكملي باقي حسابات الدمل عادي، وفي الآخر

خالص هيرجع يستخدمهم.

11.1.1 Test Fraction-Determine the dry mass of the test fraction as follows:

$$M_d,tf = \frac{Mm, tf}{1 + \frac{wtf}{100}} \quad (1)$$

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_{tf} = water content of test fraction, nearest 0.1%.

الترجمة للبند ١١.١.١
١١.١ جزء الاختبار – حدد الكتلة الجافة لجزء الاختبار كما يلي:

$$Md,tf = (Mm,tf) / (1 + w_{tf} / 100) \quad (المعادلة ١)$$

حيث:

Md,tf = الكتلة الجافة لجزء الاختبار، لأقرب جرام أو ٠.٠٠١ كجم.

Mm,tf = الكتلة الرطبة لجزء الاختبار، لأقرب جرام أو ٠.٠٠١ كجم.

w_{tf} = محتوى الماء لجزء الاختبار، لأقرب ٠.٠٠١٪.

الشرح للبند ١١.١.١
يا هندسة البند ده بيفصص أول خطوة حسابية اتكلمنا عنها في ١١.١ و هو بيديلك المعادلة الأساسية اللي بتتحول وزن التربة بميتها رطبة إلى وزن التربة جافة لوحدها.

المعادلة بتقول إيه؟

الوزن الجاف = الوزن الرطب / (١ + نسبة الرطوبة)

الوزن الرطب (Mm,tf): ده وزن التربة اللي عدت من المنخل جزء الاختبار زي ما وزنتها بالظبط 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 ١٠.٢. لازم تدخلها في المعادلة كنسبة عشرية يعني لو هي ٩٪ بتكتبها ٠.٠٩ أو بتقسمها على ١٠٠ زي ما المعادلة كاتبة.

الوزن الجاف (Md,tf): ده وزن العيكل الصلب للتربة وزن الحبيبات نفسها من غير أي مية وده الرقم اللي بنبني عليه كل حسابات النسب اللي جاية.

ليه بنعمل الحسبة دي؟

لأن المية وزنها بيتغير بتتغير 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 بتتشيل تأثير المية الأولية عشان نقدر نحسب النسب المئوية لجزء الخشن والجزء الناعم بشكل صحيح.

الخلاصة: المعادلة دي هي فلتر بي Shirley وزن المية من التربة حسابيًّا عشان يدينا الوزن الصافي للحبيبات الصلبة وده اللي بنستخدمه كأساس لمقارنة أجزاء العينة ببعضها.

مثال عملي للبند ١١.١.١
نرجع لنفس أرقام المثال اللي فات:
المعطيات من المعلم:

الوزن الرطب لجزء الاختبار ٦٠٥٥ . Mm,tf = ٦٠٥٥

نسبة الرطوبة الأولية لجزء الاختبار ٩.٠٪ . w_{tf} = ٩.٠٪

تطبيق المعادلة (١):

$$Md,tf = (Mm,tf) / (1 + w_{tf} / 100)$$

$$Md,tf = 6050 / (1 + 9.0 / 100)$$

$$Md,tf = 6050 / (1 + 0.09)$$

$$Md,tf = 6050 / 1.09$$

$$Md,tf = 5550.5 \text{ جرام}$$

النتيجة: الوزن الجاف للتربة اللي عملنا عليها اختبار الدمك هو ٥٥٥٥ جرام. الرقم ده هو اللي هنستخدمه في الخطوة الجاية عشان نحسب نسبة الجزء ده من العينة الكلية.

١١.١.٢ Oversize Fraction Percentage-Determine the over-size (coarse) fraction percentage as follows:

$$P_c = \frac{Md,of}{Md,of + Md,tf} \quad (2)$$

Where:

P_c = percentage of oversize (coarse) fraction, nearest %,

Md,of = dry mass of oversize fraction, nearest g or 0.001 .

الترجمة للبند ١١.١.٢

١١.١.٢ النسبة المئوية لجزء ذي الحجم الزائد – حدد النسبة المئوية لجزء ذي الحجم الزائد (الخشن) كما يلي:

$$P_c = (Md,of) / (Md,of + Md,tf) \times 100 \quad (المعادلة ٢)$$

حيث:

P_c = النسبة المئوية لجزء ذي الحجم الزائد (الخشن)، لأقرب %.

Md,of = الكتلة الجافة لجزء ذي الحجم الزائد، لأقرب جرام أو ٠.٠٠١ كجم.

الشرح للبند ١١.١.٢

يا هندسة المعادلة دي بسيطة جدًا ومبشرة.

هدفها تجاوب على سؤال واحد:
الحصى الكبير الأوفر سايز اللي ربناه ده كان بيمثل كام في المية من الوزن الجاف الكلي للعينة؟

المعادلة بتقول:

$$\text{نسبة الأوفر سايز } (P_f) = \frac{\text{الوزن الجاف للأوفر سايز}}{\text{الوزن الجاف الكلي للعينة}} \times 100$$

تفصيل البسط والمقام:

$$\text{البسط } (M_d,of)$$

ده الوزن الجاف للحصى الكبير اللي فضل فوق المنخل بعد التجفيف في الفرن، وده اتقاس مباشر في المعمل.

$$\text{المقام } (M_d,tf + M_d,of)$$

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 - الاتنين في حالتهم الجافة - عشان نعرف النسبة الحقيقية للحصى الكبير. الرقم ده بنحتفظ بيه عشان نستخدمه لاحقاً لما نصح نتائج الكثافة.

مثال عملي للبند ١١.١.٣

نكملي على نفس الأرقام اللي استغلنا بيها:

$$\text{الوزن الجاف للجزء الخشن } M_d,of = 1410$$

$$\text{الوزن الجاف للجزء الناعم } M_d,tf = 5550.5$$

$$P_c = (1410) \div (1410 + 5550.5) \times 100$$

$$P_c = (1410 \div 6960.5) \times 100$$

$$P_c = 0.20257 \times 100$$

$$\% P_c = 20.3$$

النتيجة:

$$\text{نسبة الجزء الخشن } \% P_c = 20.3$$

يعني تقريباً خمس العينة الأصلية كان عبارة عن حصى كبير أوفر سايز تم استبعاده من الدمل.

الرقم ده أساسى جداً عشان لما نحسب الكثافة النهائية نقدر نعدلها بحيث تمثل العينة الكاملة منش الجزء الناعم بس.

- 12 (2021) $P_f = 100 - P_c$ (3)

Where:

P_f = percentage of test (finer) fraction, nearest%

الترجمة للبند ١١.١.٣: النسبة المئوية لجزء الاختبار - حدد النسبة المئوية

لجزء الاختبار (الأفعى) كما يلي:

$$P_f = 100 - P_c \quad (\text{المعادلة ٣})$$

حيث:

$$P_f = \text{النسبة المئوية لجزء الاختبار (الأفعى)، لأقرب \%}.$$

الشرح للبند ١١.١.٣

يا هندسة المعادلة دي منطقية جداً وبسيطة.

بعد ما حسبنا نسبة الجزء الخشن الأوفر سايز في الخطوة اللي فاتت المعادلة دي بتقولك بعنتهى

البساطة:

نسبة الجزء الناعم هي الباقي من المية في المية.

معنی آخر العينة كلها = ١٠٠%.

لو عرفنا إن ٢٠% منها حصى أوفر سايز بيقى أكيد إل

٨٠% الباقي هي الجزء الناعم اللي استغلنا عليه فعلًا في

اختبار الدمل.

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 (٢).

P_f : هي النسبة المئوية للجزء الناعم اللي دخل فعلًا اختبار الدمل.

الفكرة ببساطة:

الجزئين (الخشن + الناعم) بيكملاوا بعض وبيعثروا ١٠٠% من التربية الأصلية.

عشان كده، لما نعرف نسبة واحد فيهم، الثاني نجييه

طرح بسيط من ١٠٠%.

الخلاصة:

المعادلة دي خطوة سريعة ومكملة.

بعد ما حسبت الجزء الصعب (P_c) الجزء الثاني (P_f) هو

المكمل ليه وهنحتاج الرقم ده كمان شوية في تصحيح الكثافة النهائية.

11.1.3 Test Fraction Percentage-Determine the test (finer) fraction percentage as follows:

مثال عملي (تمكنا للحسابات) للبند ١١.١.٣
نكملي بنفس الأرقام اللي كنا شغاليين بيها:

ال قالب.

دي أول قيمة كثافة بنحصل عليها، وهي خطوة للوصول
للكثافة الجافة.

والكثافة الجافة (ρ_d):

دي كثافة الهيكل الصلب للترية لوحده من غير وزن المية
الي معاه.

بحسب كالتالي: الكثافة الرطبة $\div (1 + \text{نسبة رطوبة}$
الدمل).

الرقم ده هو اللي بنحطه على المحور الرأسي للمنحنى.
هدفنا كله هو إيجاد أقصى كثافة جافة.

الكثافة الوزنية الجافة (γ_d):

شبيه الكثافة الجافة بالظبط لكنها وزن لوحدة الحجوم
(كيلو نيوتن/ م^3) بدل "كتلة" لوحدة الحجوم ($\text{جم}/\text{سم}^3$).

بحسب: الكثافة الجافة \times عجلة الجاذبية الأرضية.
الخلاصة: انكل نقطة دمل هتعمل ٤ حسابات بالترتيب:

تجيب رطوبتها وتحسب كثافتها الرطبة وتحولها لكثافة
جافة وبعدين لوحتاج وتحولها لكثافة وزنية جافة. لما
تكرر العملية دي لكل العينات هيبيق عندك أزواج من
الأرقام رطوبة وكثافة جافة لرسم منحنى الدمل النهائي.

١١.٢٢ مثال عملي للبند ١١.٢

بيانات نقطة الدمل رقم ٣:

وزن القالب + الترية المدموكة = ١٠٣٧٨.٨ جم

وزن القالب فاضي = ٦١٢٣.٥ جم

حجم القالب = ٢١٤ سـ^٣

بيانات عينة الرطوبة بعد التجفيف: وزن رطب = ٥٥٠.٠ جم،

وزن جاف = ٤٩٥.٥ جم

الحسابات: رطوبة الدمل (w):

$$W = (\text{وزن رطب} - \text{وزن جاف}) \div \text{وزن جاف} \times 100 = 11.0\%$$

$$W = (550.0 - 495.5) \div 495.5 \times 100 = 11.0\%$$

الكثافة الرطبة (ρ_m): وزن الترية الرطبة \div حجم القالب

$$\rho_m = Pm \div (1 + w/100) = 10378.8 \div 2124 = 2.003 \text{ جم}/\text{سم}^3$$

الكثافة الجافة (ρ_d):

$$Pd = \rho_m \div (1 + 11.0/100) = 2.003 \div (1 + 11.0/100) = 1.805 \text{ جم}/\text{سم}^3$$

الكثافة الوزنية الجافة (γ_d):

$$\gamma_d = \rho_d \times 9.807 = 17.70 \text{ كيلو نيوتن}/\text{م}^3$$

النتيجة النهائية:

نقطة بيانات كاملة: رطوبة ١١.٠% و كثافة جافة ١,٨٠٥

جم/ سم^3 وهذه هي النقطة التي تستخدم لرسم منحنى

الدمل.

المعطيات:

نسبة الجزء الخشن $P_c = 20.3\%$

التطبيق:

$$P_f = 100 - P_c$$

$$P_f = 100 - 20.3$$

$$\% P_f = 79.7$$

النتيجة:

$$\% \text{ جزء الاختبار} = 79.7$$

النتيجة النهائية:

$$\% P_c = 20.3\%$$

$$\% P_f = 79.7$$

$$\% \text{ المجموع} = 100.0 = 79.7 + 20.3$$

كده الحسابات مطبوعة ١٠٠% والعينة متوازنة تماماً

وبكده تكون جاهزین ننتقل للمرحلة التالية وهي حساب

الكثافة ورسم منحنى الدمل.

١١.٢٣ ١١.٢ 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

١١.٢٣ الكثافة والكثافة الوزنية احسب محتوى رطوبة الدمل،
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 بيتحول أوزان الترية اللي في القالب إلى كثافة وده هو
الهدف الأساسي من الاختبار كله.

البند ده هو خريطة الطريق لحسابات كل نقطة دمل
عملناها فاكير الخامس عينات اللي دكتاهم؟ 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 الدمل (w):

دي نسبة المية الفعلية اللي كانت في الترية لحظة دمكتها.
نجبيها من عينة الرطوبة اللي خذناها من القالب بعد
الدمل وحطينها في الفرن. بعد ما العينة تنشف،
بنحسب نسبة الرطوبة. الرقم ده هو اللي بنحطه على
المحور الأفقي للمنحنى.

اما الكثافة الرطبة (ρ_m):

فدي كثافة الترية وهي لسه بمعيتها زي ما كانت في القالب
بالظبط.

بحسب كالتالي: وزن الترية الرطبة المدموكة \div حجم

ال قالب.

دي أول قيمة كثافة بنحصل عليها، وهي خطوة للوصول
للكثافة الجافة.

والكثافة الجافة (ρ_d):

دي كثافة الهيكل الصلب للترية لوحده من غير وزن المية
الي معاه.

بحسب كالتالي: الكثافة الرطبة $\div (1 + \text{نسبة رطوبة}$
الدمل).

الرقم ده هو اللي بنحطه على المحور الرأسي للمنحنى.
هدفنا كله هو إيجاد أقصى كثافة جافة.

الكثافة الوزنية الجافة (γ_d):

شبيه الكثافة الجافة بالظبط لكنها وزن لوحدة الحجوم
(كيلو نيوتن/ م^3) بدل "كتلة" لوحدة الحجوم ($\text{جم}/\text{سم}^3$).

بحسب: الكثافة الجافة \times عجلة الجاذبية الأرضية.

الخلاصة: انكل نقطة دمل هتعمل ٤ حسابات بالترتيب:
تجيب رطوبتها وتحسب كثافتها الرطبة وتحولها لكثافة
جافة وبعدين لوحتاج وتحولها لكثافة وزنية جافة. لما
تكرر العملية دي لكل العينات هيبيق عندك أزواج من
الأرقام رطوبة وكثافة جافة لرسم منحنى الدمل النهائي.

١١.٢٤ مثال عملي للبند ١١.٢

بيانات نقطة الدمل رقم ٣:

وزن القالب + الترية المدموكة = ١٠٣٧٨.٨ جم

وزن القالب فاضي = ٦١٢٣.٥ جم

حجم القالب = ٢١٤ سـ^٣

بيانات عينة الرطوبة بعد التجفيف: وزن رطب = ٥٥٠.٠ جم،

وزن جاف = ٤٩٥.٥ جم

الحسابات: رطوبة الدمل (w):

$$W = (\text{وزن رطب} - \text{وزن جاف}) \div \text{وزن جاف} \times 100 = 11.0\%$$

$$W = (550.0 - 495.5) \div 495.5 \times 100 = 11.0\%$$

الكثافة الرطبة (ρ_m): وزن الترية الرطبة \div حجم القالب

$$\rho_m = Pm \div (1 + w/100) = 10378.8 \div 2124 = 2.003 \text{ جم}/\text{سم}^3$$

الكثافة الجافة (ρ_d):

$$Pd = \rho_m \div (1 + 11.0/100) = 2.003 \div (1 + 11.0/100) = 1.805 \text{ جم}/\text{سم}^3$$

الكثافة الوزنية الجافة (γ_d):

$$\gamma_d = \rho_d \times 9.807 = 17.70 \text{ كيلو نيوتن}/\text{م}^3$$

النتيجة النهائية:

نقطة بيانات كاملة: رطوبة ١١.٠% و كثافة جافة ١,٨٠٥

جم/ سم^3 وهذه هي النقطة التي تستخدم لرسم منحنى

الدمل.

١١.٢٥ ١١.٢.١ 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 دقىقة لمحتوى رطوبة الدمك، وهي دي القيمة اللي هتمثل المحور الأفقي (X-axis) لنقطة الدمك بتاعتك.

مثال عملي للبند ١١.٢.١

الفني أخذ عينة رطوبة من القالب المدموك وسجل البيانات دي:
رقم العلبة: C-4

$$\text{وزن العلبة فاضية} = ٥٠,٥ \text{ جم}$$

$$\text{وزن العلبة + التربة الرطبة} = ٦٠٠,٥ \text{ جم}$$

$$\text{بعد الفرن: وزن العلبة + التربة الجافة} = ٥٤٥,٧ \text{ جم}$$

الخطوات التفصيلية:

حساب وزن المية:

$$\text{وزن المية} = (\text{الوزن الرطب} + \text{العلبة}) - (\text{الوزن الجاف} + \text{العلبة})$$

$$\text{وزن المية} = ٦٠٠,٥ - ٥٤٥,٧ = ٥٤,٥ \text{ جم}$$

حساب وزن التربة الجافة:

$$\text{وزن التربة الجافة} = (\text{الوزن الجاف} + \text{العلبة}) - (\text{وزن العلبة فاضية})$$

$$\text{وزن التربة الجافة} = ٥٤٥,٧ - ٥٠,٥ = ٤٩٥,٥ \text{ جم}$$

حساب محتوى الرطوبة (w):

$$W \% = (\text{وزن المية} \div \text{وزن التربة الجافة}) \times ١٠٠$$

$$W \% = (٥٤,٥ \div ٤٩٥,٥) \times ١٠٠ = ١٠.٩٩٨\%$$

تسجيل النتيجة النهائية لأقرب ١٪:

$$W = 11.0\%$$

النتيجة النهائية:

الفني يسجل في ورقة الاختبار: محتوى رطوبة الدمك = $w = 11.0\%$

ده الرقم الأول والأساسي لنقطة الدمك.

11.2.2 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:

الخلاصة:

١١.٢.٢ الكثافة والكتافة الوزنية – احسب الكثافة الرطبة

(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:

ρ_m = moist density of compacted subspecimen (compaction point), four significant digits, g/cm³ or kg/m³,
 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, cm³ or m³ (see Annex A1), and

K = conversion constant, depending on density units and volume units. Use 1 for g/cm³ and volume in cm³. Use 1000 for g/cm³ and volume in m³. Use 0.001 for kg/cm³ and volume in m³. Use 1000 for kg/m³ and volume in cm³.

البند ١١.٢.٢.١ الترجمة

١١.٢.٢.١ الكثافة الرطبة:

$$(معادلة رقم ٤) \quad \rho_m = (K \times (M_t - M_{md}) / V)$$

حيث:

ρ_m = الكثافة الرطبة للعينة الفرعية المدموكة (نقطة الدمك)، لأربعة أرقام معنوية، بوحدة جم/سم³ أو كجم/م³.

M_t = كتلة التربة الرطبة في القالب + القالب، لأقرب جرام.

M_{md} = كتلة قالب الدمك، لأقرب جرام.

V = حجم قالب الدمك، بوحدة سم³ أو م³ (انظر الملحق A1).

K = ثابت تحويل يعتمد على وحدات الكثافة والحجم يستخدم 1 = K عند العمل بوحدات جم/سم³.

يا هندسة المعادلة دي هي أول خطوة فعلية في تحويل الأوزان إلى كثافة. هدفها بسيط: تجاوب على السؤال التربة اللي دكتناها جوه القالب وهي لسه فيها فيه كثافتها كام؟

أولاً - حسب وزن التربة الرطبة الصافي

بناخذ الوزن الكلي للقالب وهو مليان تربة (Mt) ونطرح منه وزن القالب الفاضي (M_{md}). النتيجة بتكون وزن التربة الرطبة فقط وده الوزن اللي فعله اتدمل جوه القالب.

ثانيًا - نقسم على حجم القالب (V) القالب ليه حجم ثابت ومعرف من شهادة المعايرة الخاصة بيه.

مثلًا القالب الكبير (٦ بوصة) حجمه حوالي ٢١٢٤ سم³ والصغير (٤ بوصة) حوالي ٩٤٤ سم³.

لما نقسم وزن التربة الرطبة على الحجم ده، بنطلع الكثافة الرطبة.

ثالثًا - ثابت التحويل (K) الثابت K مجرد معامل لضبط الوحدات. لو بتشتغل بالجرام والستينيمتر المكعب عليه. لو بتشتغل بالكيلوجرام والمتر المكعب، غير قيمة حسب الوحدات اللي عندك.

رابعًا - الدقة المطلوبة المواصفة بتطلب تسجيل الكثافة الرطبة لأربع أرقام معنوية (four significant digits).

يعني لو الناتج ٢٠٠٣٤٨٧ تكون تكتيبها ٢٠٠٣.

الهدف إن الدقة تكون موحدة في كل المعامل. الخلاصة:

المعادلة دي ببساطة هي وزن التربة الرطبة مقسومة على حجم القالب.

بنطبع 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

البند ١١.٢.٢.١ الشرح

وزن القالب الفارغ $M_{md} = 6123.5$
 حجم القالب سم³ $V = 2124$
 الوحدات المستخدمة هي جم وسم إذن $K = 1$
 الخطوات الحسابية:
 أولاً نحسب وزن التربة الرطبة:
 $4255.3 - 10378.8 = 1123.5$ جم
 بعدها نحسب الكثافة الرطبة:
 $2.003436 = 2.003 \times (4255.3 / 2124)$ جم/سم³
 النتيجة النهائية (لأربعة أرقام معنوية):
 الكثافة الرطبة $(\rho_m) = 2.003$ جم/سم³
 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 (اللي تحت): $(1 + w/100)$:
 w هي نسبة الرطوبة اللي طلعناها من عينة الفرن.
 بنقسم النسبة على ١٠٠ عشان تحولها من مئوية إلى رقم عشري.

والنتيجة $(1 + w/100)$ 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 (ρ_d) هو الأساس اللي بنرسم بيه منحنى الدمل على المحور الرأسى (Y).

الخلاصة:

المعادلة دي هي قلب اختبار الدمل.
 بتحول الكثافة الرطبة إلى الكثافة الجافة يعني بتحسب كأن العينة اتشفت حسابياً.
 وده اللي بنستخدمه عشان نحدد أعلى قيمة ممكنة للكثافة الجافة العظمى.

11.2.2.2 Dry Density:

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (5)$$

where:

ρ_d = dry density of compaction point, four significant digits, g/cm³ or kg/m³, and

w = molding water content of compaction point, nearest 1.1 %.

البند ١١.٢.٢.٢ الترجمة

١١.٢.٢.٢ الكثافة الجافة:

$$P_d = \rho_m / (1 + w/100) \quad (\text{المعادلة ٥})$$

حيث:

P_d = الكثافة الجافة لنقطة الدمل، لأربعة أرقام معنوية، بوحدة جم/سم³ أو كجم/م³.

w = محتوى رطوبة الدمل لنقطة الدمل، لأقرب ١.%.

البند ١١.٢.٢.٢ الشرح

يا هندسة المعادلة دي هي الفلتر أو المصفاة الحسابية. هدفها تأخذ الكثافة الرطبة اللي لسه حاسبينها، وتشيل منها وزن المية حسابياً عشان تطلع لنا بكتافة الهيكل الصلب للتربة لوحده.

ليه الكثافة الجافة هي الأهم؟

لأن المية مجرد حشو مؤقت بين حبيبات التربة، وزنها بيشغل حيز لكنه مش بيعبّر عن مدى تقارب الحبيبات من بعضها.

الكتافة الجافة هي اللي بتقولك أنت قدرت تحشر كام جرام من الحبيبات الصلبة في كل سنتيمتر مكعب.

كل ما الرقم ده زاد، كل ما كان الدمل أقوى والترفة أمتن.

البند ١١.٢.٢.٣ مثال عملي

نكملي على نفس بيانات نقطة الدمل رقم ٣:

المعطيات:

$$\text{الكتافة الرطبة } \rho_m = 2.003 \text{ جم/سم}^3$$

$$\text{محتوى الرطوبة } \% w = 11.0$$

الخطوات:

$$P_d = 2.003 / (1 + 11.0 / 100)$$

$$P_d = 2.003 / (1 + 0.110)$$

$$P_d = 2.003 / 1.110$$

$$P_d = 1.80450 \text{ جم/سم}^3$$

النتيجة النهائية (لأربعة أرقام معنوية):

$$\text{الكتافة الجافة } \rho_d = 1.805 \text{ جم/سم}^3$$

النقطة الجاهزة للرسم:

$$(Y, Z) = 11.0\%, 1.805 \text{ جم/سم}^3$$

ودي نقطة من الخامس نقط اللي بنرسم بيها منحنى الدمل.

تعالي نفصص المعادلة دي:

$$\text{الكتافة الجافة } (\rho_d) = \text{الكتافة الرطبة } (\rho_m) / (1 + \text{نسبة الرطوبة})$$

البسط اللي فوق: الكثافة الرطبة (ρ_m) :

11.2.2.3 Dry Unit Weight:

$$\gamma_d = K_1 \times \rho_d \quad (6)$$

in lb/ft³, or,

$$\gamma_d = K_2 \times \rho_d \quad (7)$$

in kN/m³,
where:

γ_d = dry unit weight of compacted specimen, four significant
K1 = conversion constant, depending on density units.
Use 62.428 for density in g/cm³, or use 0.062428 for
Density in kg/m³,
K2 = conversion constant, depending on density units.
Use 9.8066 for density in g/cm³, or use 0.0098066 for
density in kg/m³.

D1557

وحدة جم/سم³.

٩,٨٠٦١ (K2): ده ثابت التحويل اللي بيعمل حاجتين في

خطوة واحدة:

ا. بتحول الكتلة وزن (عن طريق الضرب في عجلة الجاذبية

≈ ٩,٨١ م/ث^٢).

ب. بتحول الوحدات من جم/سم³ إلى كيلو نيوتن/م³.

والمعادلة (٦): للحصول على رطل/قدم^٣ (النظام

الأمريكي)

دي الوحدة المستخدمة في أمريكا وبعض المشاريع اللي

بتبع الكود الأمريكي.

المعادلة بتقول:

الكتافة الوزنية الجافة (γ_d) = الكثافة الجاف (ρ_d) × 62.428

ρ_d : دي الكثافة الجافة بوحدة جم/سم³.

٤٢,٤٤٨ (K1): ده ثابت التحويل اللي بتحول مباشرة من

جم/سم³ إلى رطل/قدم^٣.

الخلاصة:

دي خطوة اختيارية تعتمد على متطلبات المشروع أو

التقرير وباتخذ أهم نتيجة عندك الكثافة الجافة وتضربها

في رقم ثابت عشان ترجمها للغة اللي المهندس

الإنساني بيفهمها بسهولة عشان يحسب أعمال

الأساسات أو ضغط التربة.

مثال عملى للبند ١١,٢,٢,٣

نعمل على نفس بيانات نقطة الدمل رقم ٣:

المعطيات من الخطوة السابقة:

الكتافة الجافة (γ_d) = ١.٨٠٥ جم/سم³

المطلوب:

حساب الكثافة الوزنية الجافة بوحدة كيلو نيوتن/م³

(باستخدام معادلة ٧).

الخطوات:

$$\gamma_d = \rho_d \times K_2$$

$$\gamma_d = 1.805 \times 9.8066$$

$$\gamma_d = 17.7009$$

النتيجة النهائية (لأربعة أرقام معنوية):

الكتافة الوزنية الجافة (γ_d) = 17.70 كيلو نيوتن/م³

ملخص نتائج نقطة الدمل رقم ٣ النهائية:

روطية الدمل: % w: 11.0

الكتافة الجافة γ_d 1.805 جم/سم³

الكتافة الوزنية الجافة γ_d 17.70 كيلو نيوتن/م³

ده عندك كل المعلومات اللي تحتاجها عن نقطة الدمل

دي.

١١,٢,٢ الترجمة للبند

١١,٢,٢,٣ الكثافة الوزنية الجافة:

$$\gamma_d = K_1 \times \rho_d \quad (المعادلة ٦) \quad \text{بوحدة رطل/قدم}^3, \text{ أو}$$

$$\gamma_d = K_2 \times \rho_d \quad (المعادلة ٧) \quad \text{بوحدة كيلو نيوتن/م}^3$$

حيث:

γ_d = الكثافة الوزنية الجافة للعينة المدمومة، لأربعة

أرقام معنوية، بوحدة رطل/قدم^٣ أو كيلو نيوتن/م³.

K1 = ثابت تحويل، يعتمد على وحدات الكثافة. استخدم

٤٢,٤٤٨ للكتافة بوحدة جم/سم³.

K2 = ثابت تحويل، يعتمد على وحدات الكثافة. استخدم

٩,٨٠٦١ للكتافة بوحدة جم/سم³.

الشرح للبند ١١,٢,٢,٣

يا هندسة المعادلتين دول هدفهم بسيط جدًا: ياخدوا

الكتافة الجافة اللي لسه حاسبينها ويحولوها لوحدة تانية

بيحبها المهندسين الإنسانيين ومصممي الأساسات.

Unieh الفرق بين الكثافة Density والكتافة الوزنية

Weight

الكتافة (ρ_d): هي كتلة على حجم زي جم/سم³ و بتجابو

على سؤال فيه مادة قد إيه في الحيز ده؟

الكتافة الوزنية (γ_d): هي وزن (قوة) على حجم زي كيلو

نيوتون/م³ و بتجابو على سؤال المادة اللي في الحيز ده

بتضفط لتحت بقوة قد إيه؟

العلاقة بينهم بسيطة: الوزن = الكتلة × عجلة الجاذبية.

عشان كده المعادلات دي كلها عباره عن ضرب في ثابت.

المواصفة بتديلك معادلتين عشان تختار الوحدة اللي أنت

عايزها:

المعادلة (٧): للحصول على كيلو نيوتن/م³ (النظام الدولي

- AI) دي الوحدة الأكثـر استخدامـاً في معظم دول العالم

والتقارير الهندسية الحديثـة.

المعادلة بتقول:

الكتافة الوزنية الجافة (γ_d) = الكثافة الجافة (ρ_d) × 9.8066

٥: 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/ft³ (0.02 kN/m³) 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/ft³ (0.02

kN/m^3). 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

الترجمة للبند ١١.٣
 ١١.٣ منحنى الدملك - ارسم قيم الكثافة الوزنية الجافة ومحتوى رطوبة الدملك، ومنحنى التشبع (انظر ١١.٣.٢)، ثم ارسم منحنى الدملك كمنحنى ناعم يمر عبر النقاط (انظر المثال، شكل ٥). لكل نقطة على منحنى الدملك، احسب وسجل وارسم الكثافة الوزنية الجافة للأقرب 0.1 رطل/قدم 3 (0.02 كيلو نيوتن/ m^3) ومحتوى رطوبة الدملك للأقرب 1.0% . من منحنى الدملك، حدد نتائج الدملك: المحتوى المائي الأمثل، للأقرب 1.0% ، وأقصى كثافة وزنية جافة، للأقرب 0.1 رطل/قدم 3 (0.02 كيلو نيوتن/ m^3). إذا كانت نسبة المواد ذات الحجم الزائد (الأوفر سايز) التي تقت بـ إزالتها من العينة تزيد عن 5% بالكتلة، فاحسب المحتوى المائي الأمثل المصحح وأقصى كثافة وزنية جافة للمادة الكلية باستخدام الموصفة D4718/D4718M. يمكن إجراء هذا التصحيح على عينة اختبار الكثافة الموقعي المناسبة بدلاً من نتائج الدملك المعملية.

الشرح للبند ١١.٣

البند د 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 البياني

المحور الأفقي (X-axis): يمثل محتوى رطوبة الدملك (%).
 المحور الرأسي (Y-axis): يمثل الكثافة الجافة (γ_d أو ρ_d).

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 الدملك

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.

الموصفة تشترط دقة القراءات للأقرب 0.02 كيلو نيوتن/ m^3

للكتافة و 0.0% للرطوبة.

الخطوة الخامسة: تصحيح تأثير الأوفر سايز

لو نسبة المحظى الكبير (Pc) اللي تم استبعاده أكثر من 5% من الكتلة، يبقى النتائج اللي حسبتها تخص الجزء الناعم فقط.

في الحال دي لازم تعمل تصحيح باستخدام الموصفة ASTM D4718 عشان تطلع الكثافة الجافة والرطوبة المثل المصححتين للمادة الكلية.

ولو حبيت، معك تطبق نفس التصحيح على نتائج اختبار الكثافة الموقعي بدلاً المعملية.

الخلاصة:

البند د هو آخر خطوة في اختبار الدملك. بترسم النقاط، توصلها بمنحنى ناعم، تحدد القمة، وتستخرج منها أهم رقمين في التجربة كلها أقصى كثافة جافة ورطوبة مثالية. بعد كده تتأكد من إنك صحيحة النتائج لو العينة فيها نسبة كبيرة من الأوفر سايز.

مثال عملي للبند ١١.٣

الفني جمع البيانات دي لخمس عينات:

العينة ١: رطوبة = 8.0% كثافة جافة = $1,750 \text{ جم}/\text{سم}^3$

العينة ٢: رطوبة = 10.0% كثافة جافة = $1,800 \text{ جم}/\text{سم}^3$

العينة ٣: رطوبة = 11.0% كثافة جافة = $1,805 \text{ جم}/\text{سم}^3$

العينة ٤: رطوبة = 12.0% كثافة جافة = $1,785 \text{ جم}/\text{سم}^3$

العينة ٥: رطوبة = 14.0% كثافة جافة = $1,740 \text{ جم}/\text{سم}^3$

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 $1,808 \text{ جم}/\text{سم}^3$ دي أقصى كثافة جافة.

من نفس القمة نزل بخط رأسي إلى المحور الأفقي فكانت القراءة 10.6% دي الرطوبة المثل.

رجع الفني لدفتره فوجد إن نسبة الأوفر سايز $Pc = 20.3\%$ أي أكبر من 5% فطبق تصحيح D4718 للحصول على القيم المصححة النهائية.

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 ($2 \text{ lbf}/\text{ft}^3$ 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.

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 الدمل أو الكثافة الوزنية الجافة لكل قسم (division) يظل ثابتاً بين الرسومات. عادةً، يكون التغير في الكثافة الوزنية الجافة لكل قسم رئيسي هو ضعف التغير في محتوى رطوبة الدمل (٢ رطل/قدم^٣ لكل ١% من الرطوبة لكل قسم رئيسي). وبالتالي، فإن أي تغير في شكل منحنى الدمل يكون ناتجاً عن اختبار مادة مختلفة، وليس عن مقاييس الرسم. ومع ذلك، يجب استخدام نسبة واحد إلى واحد للتربة التي لها منحنى دمل مسطح نسبياً (انظر ١٠.٢)، مثل التربة عالية اللدونة أو التربة جيدة الصرف نسبياً حتى نقطة النزف.

الشرح للبند ١١.٣.١

البند ده بيجاوب على سؤال مهم: إزايا أظبط مقاييس الرسم بتاع المحاور عشان المنحنى يطلع شكله معبر وصحيح؟. تخييل لو رسمت نفس المنحنى على ورقتين مرة مطية المحور الرأسي أوي ومرة ضفتة أوي وشكل المنحنى هيتغير تماماً ومرة هيبيان حاد ودبب ومرة هيبيان مسطح ومفلطح و مع إن البيانات هي هي ده ممكن يخدع اللي بيقرأ التقرير.
عشان كده المواصفة بتحط قواعد إخراج فني للرسم البياني:

القاعدة الأولى: الثبات Consistency

لو عملك بيعمل ١٠٠ اختبار في اليوم لازم كل الرسومات البيانية بتاعتهم تطلع بنفس مقاييس الرسم. ده بيخلify المقارنة بين اختبار والثاني سهلة جداً بمجرد النظر.

القاعدة الثانية: النسبة القياسية (٢ إلى ١)

القاعدة العامة: المواصفة بتقترن نسبة ذهبية للمحاور بتقولوك 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^٣ في حين إن المربع الكبير على المحور الأفقي يمثل تغير في الرطوبة مقداره ١%.
ليه النسبة دي؟ لأنها بتدي شكل متوازن لمنحنى الدمل لمعظم أنواع التربة. القبة بتطلع شكلها واضح لا هي مدبة أوي ولا مسطحة أوي.

الاستثناء: النسبة (١ إلى ١) للمنحنيات المسطحة في أنواع معينة من التربة منحنى الدمل بتاعها بيكون مسطح أو مفلطح بطبيعته و التغير في الكثافة بيكون صغير جداً مع تغير الرطوبة.

أمثلة على التربة دي:
الطين عالي اللدونة (CH): زي الكاولين أو البنتونيت.
مهما تزود مية الكثافة مبتغيresh كتير.

الرمل النظيف جيد الصرف (SP): الكثافة بتزيد شوية مع الرطوبة لحد ما المية تبدأ تنزف من العينة والمنحنى بيبق شبه مسطح.

الحل: في الحالات دي لو استخدمت نسبة ٢ إلى ١ العمنجي هيبيان بأنه خط أفقي ومش هتعرف تحدد القمة كوييس. عشان كده المواصفة بتقولك: "غير النسبة وخليها ١ إلى ١".

يعني إيه؟ يعني خلي المربع الكبير على المحور الرأسي يمثل تغير (مثلاً) ١ رطل/قدم^٣ والمربع الكبير على المحور الأفقي يمثل تغير ١%. ده لأنك بتعمل زوم أو تعطيط للمحور الرأسي فيبيخلي التغيرات الطفيفة في الكثافة تبان أوضح وتقدر تحديد القمة بسهولة.

الخلاصة:

البند ده بيضمن إن شكل المنحنى يعبر عن سلوك التربة مش عن اختيارك لمقاييس الرسم و بيحط قاعدة عامة (نسبة ٢:١) لمعظم الحالات وبيسمح باستثناء ذكي (نسبة ١:١) للحالات الخاصة اللي بتحتاج تكبير للمحور الرأسي عشان نشوف التفاصيل الدقيقة.

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 الاحتراك بينها عالي جداً وسلوك التربة هنا سيكون معقد ومتقلب.

لماذا يكون متقلباً أو مسطحاً؟

التربة جيدة الصرف زي الرمل النظيف - SP: شوية المية الصغيرة بتعمل توتر سطحي بيخليل الحبيبات تقاوم الحركة فالكتافة مبتزدش بسهوولة بتعمل شكل مسطح و بعد زيادة بسيطة في المية التوتر ده بيتكسر والحببيات تنهاار على بعضها فالكتافة تقفز لفوق فالشكل بيكون متذبذب.

التربة اللينة (الطين) عند رطوبة أقل من حد الانكماس: حد الانكماس هو النقطة اللي عندها التربة لو جفت أكثر من كده حجمها مش هيقل و عند الدملك في المنطقة دي التربة عباره عن كتل صلبة جافة المية المضافة مش بتتوزع كويس والدمك بيبيق صعب جداً والمنحنى هنا بيقد نعومته وبيبق متعرج أو متذبذب لأنه بيعكس صعوبة توزيع الرطوبة والدمك غير المنتظم للكتل الصلبة.

الخلاصة:

ان منحنى الدملك ليس مجرد رسم بياني بل هو سيرة ذاتية للتربة.
والجانب الجاف يسار القمة: يمثل مرحلة المقاومة والمعاناة حيث الاحتراك عالي وسلوك متقلب.

القمة: تمثل اللحظة المثالية حيث تعمل المياه كأفضل مزلق لتقارب الحبيبات.

والجانب الرطب يمين القمة: يمثل مرحلة الإغرار حيث تبدأ المياه الزائدة في إفساد كل شيء وتصبح هي المتحكم مما يؤدي إلى انخفاض منتظم في الكثافة.
وفهم هذه الملامح يجعلك مهندساً أفضل قادراً على تشخيص سلوك التربة بمجرد النظر إلى منحنى الدملك 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).

الشخصية الثانية: الجانب الجاف

البند 11.3.2 الترجمة
رسم منحنى التشبع 100% بناءً على كثافة نوعية إما مقدرة أو مقاسة. يمكن حساب قيم محتوى الماء لحالة

التتشبع 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 تاني مهم جداً عشان تتأكد إن شغلك صح و الخط ده هو منحنى التتشبع ١٠٠% أو زي ما بنسميه منحنى فراغات الهواء الصفرية Zero Air Voids - ZAV Curve.

إيه هو الخط ده؟

تخيل معايا إنك قدرت تدمرك التربة بقوه خارقة لدرجة إنك طردت كل ذرات الهواء من بين حبيبات التربة ومليت الفراغات دي كلها ١٠٠% بالماء و الحالة دي مستحيلة عملياً في اختبار بروكتور لكننا بنقدر نحسبها نظرياً و الخط اللي بيمثل الحالة المستحيلة دي هو منحنى التتشبع ١٠٠% فايدته إيه؟

١- التتحقق من صحة النتائج: هو الحد الأقصى الكوني للكثافة الجافة عند أي نسبة رطوبة مستحب أي نقطة من نقاط اختبارك الفعلية تلمس الخط ده أو تتعديه تكون على يمينه.

٢- كشف الأخطاء: لو لقيت أي نقطة من نقاطك عدت الخط ده ده إنذار أحمر بيقولك فوراً: فيه غلطة كبيرة في شغلك الغلطة دي ممكن تكون في:

قيمة الكثافة النوعية (G_s) اللي استخدمنتها.
حساباتك للكثافة أو الرطوبة.

قياساتك في المعمل.

إزاي بنرسمه؟

٣- حدد قيمة الكثافة النوعية (G_s).
المواصفة بتقولك ممكن تستخدم قيمة مقاسة لو عملت الاختبار بتاعها أو قيمة مقدرة بناءً على خبرتك بنفس نوع التربة و طبعاً القيمة المقاسة أدق.

٤- احسب نقاط المنحنى النظري:
البند بيوجبك للقسم الثاني (١١,٤) اللي فيه المعادلة السحرية لحساب الكثافة الجافة عند التتشبع ١٠٠% ($\rho_{pd,sat}$).

بتختار قيم رطوبة مختلفة (مثلاً ٤%, ٦%, ٨%, ١٠%, ١٢%, ١٤%, ...).
وتعوض في المعادلة عشان تجيب الكثافة الجافة النظرية المقابلة لكل نسبة رطوبة.

٥- ارسم الخط:
بتتوقع النقاط النظرية دي على نفس الرسم البياني بتاعتك.

بتوصل بينهم بخط ناعم عادة بيكون خط مستقيم أو منحنى قليلاً الخط ده لازم يكون على يمين وفوق كل نقاط اختبارك.

مثال زي ما عملنا قبل كده:

$$G_s = 2.65$$

لو رطوبة ١٠% الكثافة النظرية القصوى هتكون ٢,٠٧٨ جم/سم^٣.

لو نقطة اختبارك عند نفس الرطوبة كانت ٢,٠٥٠ جم/سم^٣ بيق هي كده في السليم تحت الخط. لو كانت ٢,٠٩٠ بيق فيه كارت!

الخلاصة:

البند ده بيلازفك ترسم خط مرجعي على الرسم البياني بتاعك و هذا الخط النظري منحنى التتشبع ١٠٠% هو أداة قوية جداً للتحقق من جودة وصحة نتائجك وبيمعنوك من اعتماد نتائج غير منطقية أو مستحيلة فيزيائياً.

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 التتشبع ١٠٠% هو أداة مساعدة في رسم منحنى 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 تقريباً، حيث يقع الجانب الراطب من منحنى الدمك بين ٩٥% إلى ٩٦% من التتشبع. نظرياً، لا يمكن رسم منحنى الدمك على يمين منحنى التتشبع ١٠٠%. إذا حدث ذلك، فهناك خطأ في الكثافة النوعية، أو في القياسات، أو في الحسابات، أو في الاختبار، أو في الرسم. يشار أحياناً إلى منحنى التتشبع ١٠٠% باسم منحنى فراغات الهواء الصفرية أو منحنى التتشبع الكامل.

الملاحظة ١٠ الشرح

يا هندسة الملاحظة دي بتدينا ٣ معلومات في منتهي الأهمية:

المعلومة الأولى: المنحنى ده بيساعدك ترسم صح الفكرة ان منحنى التتشبع مش بس أداة للتحقق من

الأخطاء ده كمان دليل أو مرشد بيساعدك ترسم منحنى الدمل بتاعك بشكل منطقى خصوصاً في الجزء الربط اللي على يمين القمة.

إزاى؟ لو عندك نقطة واحدة بس في الجانب الربط منحنى التشبّع بيساعدك تخيل شكل الانحدار بتاع منحنى الدمل، لأنه لازم يكون شبه موازي ليه.

المعلومة الثانية: علاقـة التوازـي (سر اـلـ ٩٥-٩٢)

في أنواع التربـة الشائـعة اللي فيها نسبة نـعـومة مـعـقولـة أـكـثـر مـن ١٠% لما بنـزـود المـيـة كـتـير أـوـي أـعـلـى مـن الرـطـوبـة المـثـلـى منـحنـى الدـمـل الفـعـلي بيـبـدـأ يـقـرـبـ منـحنـى التـشـبـع النـظـري ويـمـشـي معـاه بشـكـلـ شـبـهـ متـوازـيـ.

والمسافة بينـهم مـشـ عـشـوـائـيـ وـ المـواـصـفـةـ بـتـقـولـكـ إنـ نقاطـ منـحنـى الدـمـلـ فـيـ المـنـطـقـةـ دـيـ عـادـةـ ماـ تـمـثـلـ درـجـةـ تـشـبـعـ تـتـرـاـوـحـ بـيـنـ ٩٥% وـ ٩٢%.

دهـ معـناـهـ إـيـهـ؟ـ معـناـهـ إـنـ هـمـاـ دـكـيـتـ التـرـبةـ وـهـيـ غـرـقـانـةـ مـيـةـ هـيـفـضـلـ فـيـهـ نـسـبـةـ فـرـاغـاتـ صـفـيرـةـ مـنـ ٥% إـلـىـ ٨%.

مـلـيـانـةـ هـوـاـ مـحـبـوسـ مـسـتـحـيلـ تـخـرـجـهـ بـطاـقـةـ الدـمـلـ دـيـ.

المـيـةـ بـتـحـاوـطـ الـهـوـاءـ دـهـ وـتـمـنـعـهـ مـنـ الـهـرـوبـ.

فـايـدـتـهـ الـعـمـلـيـةـ:ـ لوـ لـقـيـتـ منـحنـىـ الدـمـلـ بـتـاعـكـ فـيـ الجـزـءـ الرـطـبـ بـيـقـرـبـ مـنـ ٩٨% أوـ ٩٩% تـشـبـعـ دـهـ مـمـكـنـ يـكـونـ مؤـشـرـ عـلـىـ خـطـأـ لـأـنـ الطـبـيـعـيـ إـنـ يـكـونـ أـبـعـدـ شـوـيـةـ.

المعلومة الثالثة: إعادة تأكيد القاعدة الذهبية القاعدة: "نظرياً لا يمكن رسم منحنى الدمل على يمين منحنى التشبّع ١٠٠%."

التخيّص: الملاحظة بتلخص لك قائمة الأسباب المحتملة لو القاعدة دي اتسرت:

- ١- خطأ في الكثافة النوعية (G_s): وده أشهـر سـبـبـ.
- ٢- خطأ في القياسات: وزن غلط حجم قالب غلط.
- ٣- خطأ في الحسابات: وغلطة في تطبيق المعادلات.
- ٤- خطأ في الاختبار: ومية زيادة وتسريب إلخ.

٥- خطأ في الرسم: حطيت نقطة في مكان غلط على الرسم البياني و بتوضح إن منحنى التشبّع ١٠٠% له أسماء تانية زي منحنى فراغات الهواء الصفرية أو منحنى التشبّع الكامل وكلهم نفس الحاجة.

الخلاصة ان الملاحظة دي بتديك فهم أعمق لفلسفـةـ منـحنـىـ التـشـبـعـ وـهـوـ مـشـ مـجـرـدـ خطـ أحـمرـ،ـ بلـ هوـ دـلـيلـ إـرـشـادـيـ وـمـقـيـاسـ لـدـرـجـةـ التـشـبـعـ المـتـوقـعـةـ وـقـائـمـةـ تشـخـيـصـ لـلـأـخـطـاءـ الـمـحـتمـلـةـ.

- 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 %,

γ_w = unit weight of water, 62.32 lbf/ft³ (9.789 kN/m³) at 20°C,

γ_d = dry unit weight of soil, lbf/ft³ (kN/m³), three significant digits, and

G_s = specific gravity of soil (estimated or measured), to nearest 0.01 value, see 11.4.1.

البند ١٠.٤ الترجمة

الحساب نقاط لرسم منحنى التشبّع ١٠٠% أو منحنى فراغات الهواء الصفرية، اختـرـ قـيـماـ لـلـكـثـافـةـ الـوزـنـيـةـ الـجـافـةـ،ـ ثمـ اـحـسـبـ قـيـمـ مـحتـوىـ المـاءـ الـمـقـابـلـ لهاـ عـنـدـ حـالـةـ التـشـبـعـ ١٠٠%ـ كـمـاـ يـلـيـ:

$$wsat = \frac{100 * (\gamma_d * G_s) / (\gamma_w * G_s) - \gamma_d}{\gamma_d} \quad \text{المعادلة (8)}$$

حيث:

$wsat$ = مـحتـوىـ المـاءـ لـلـتـشـبـعـ الـكـامـلـ،ـ لأـقـرـبـ ٠٠.٠%ـ

γ_w = الـكـثـافـةـ الـوزـنـيـةـ لـلـمـاءـ،ـ وـتـسـاويـ ١٢,٣٢ـ رـطـلـ/ـقـدـمـ^٣

(٩,٧٨٩ـ كـيـلوـنيـوتـنـ/ـمـ^٣)ـ عـنـدـ ٢٠ـ درـجـةـ مـئـوـيـةـ.

γ_d = الـكـثـافـةـ الـوزـنـيـةـ الـجـافـةـ لـلـتـرـبةـ،ـ (ـرـطـلـ/ـقـدـمـ^٣)ـ أوـ

كـيـلوـنيـوتـنـ/ـمـ^٣)ـ،ـ لـثـلـاثـةـ أـرـقـامـ مـعـنـوـيـةـ.

G_s = الـكـثـافـةـ الـنـوـعـيـةـ لـلـتـرـبةـ (ـمـقـدـرـةـ أوـ مـقـاسـةـ)،ـ لأـقـرـبـ قـيـمةـ

١١,٤٠ـ اـنـظـرـ ١٠,٤٠ـ.

البند ١٠.٤ الشرح

يا هندسة البند ده بيقلب الطريقة اللي كنا بنفكـرـ بيـهاـ بـدـلـ ماـ نـدـخـلـ بـالـرـطـوبـةـ وـنـحـسـبـ الـكـثـافـةـ الـنـظـرـيـةـ هـنـاـ هـنـعـملـ العـكـسـ وـدـهـ أـسـهـلـ فـيـ الرـسـمـ.

الفكرة ببساطة:

بدلـ ماـ تـخـتـارـ قـيمـ رـطـوبـةـ عـشـوـائـيـ (٤٦%, ٤٤%, ٤٨%, ...)،ـ الأـسـهـلـ إـنـكـ تـخـتـارـ قـيمـ كـثـافـةـ جـافـةـ مـسـتـقـيمـةـ عـلـىـ الـمـحـورـ الرـأـسـيـ للـرـسـمـ الـبـيـانـيـ بـتـاعـكـ وـتـحـسـبـ الـرـطـوبـةـ الـنـظـرـيـةـ الـمـقـابـلـةـ لـيـهاـ.

ليـهـ الـطـرـيقـةـ دـيـ أـسـهـلـ؟ـ

لـأـنـ الـمـحـورـ الرـأـسـيـ (ـكـثـافـةـ)ـ بـيـكـوـنـ مـتـقـسـمـ أـرـقـامـ صـحـيـحةـ (ـمـثـلاـ ١٢٨, ١٢٢, ١٢٠, ١٢٤, ...).ـ لـمـاـ تـخـتـارـ الـأـرـقـامـ دـيـ بـيـقـيـ سـهـلـ جـداـ تـحـسـبـ وـتـوـقـعـ النـقـطـةـ عـلـىـ الـخـطـ الـأـفـقيـ بـتـاعـهـاـ بـالـظـبـطـ.

خطوات رسم منحنى التشبّع بالطريقة دي طريقة المواصلة:

١- اختـارـ قـيمـ لـلـكـثـافـةـ الـجـافـةـ (γ_d)ـ :ـ بـصـ عـلـىـ الرـسـمـ الـبـيـانـيـ بـتـاعـكـ وـاخـتـارـ ٣ـ أوـ ٤ـ قـيـمـ لـلـكـثـافـةـ مـنـ الـمـحـورـ الرـأـسـيـ وـ خـلـيـ الـقـيـمـ دـيـ تـفـطـيـ مـدـيـ الـكـثـافـاتـ الـلـيـ طـلـعـتـ مـعـاكـ فـيـ

الاختبار.
مثال: لو الكثافات بتاعتك بتتراوح بين ١٦ و ٢٢ ممكن
ختار القييم دي: ١٨، ٢٠، ٢٢، ٢٤ رطل/قدم^٣.

٢-ثبت باقي المعطيات:
الكثافة النوعية(ρ_s): ه تكون قيمة ثابتة حسبتها أو
قدرها (مثلاً ٢,٦٨).
الكثافة الوزنية للماء (w): قيمة ثابتة من المواصفة
١٦,٣٢ رطل/قدم^٣.

٣-طبق المعادلة لكل قيمة كثافة اخترتها:
هناخد مثال ونحسب الرطوبة النظرية (wsat) لما تكون
الكثافة الجافة $\rho_d = 122$ رطل/قدم^٣:

$$wsat = [(62.32 * 2.68 - 122) / 100]$$

$$wsat = [(166.99 - 122) / 326.96] * 100$$

$$wsat = [44.99 / 326.96] * 100$$

$$wsat = 0.1376 * 100$$

$$wsat \approx 13.8 \%$$

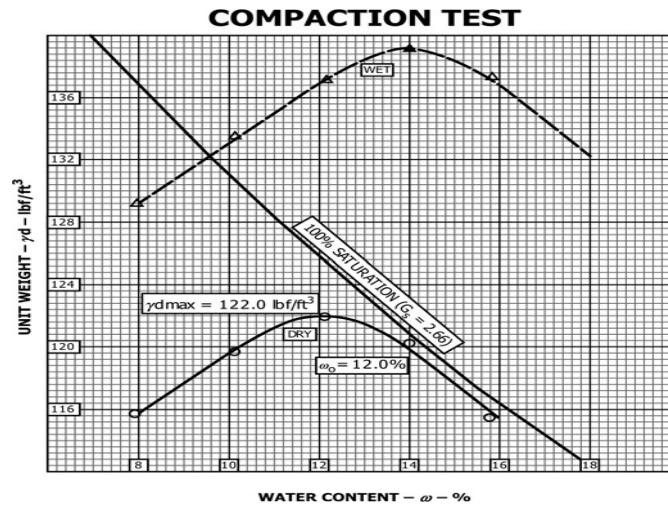
النتيجة: كده أنت جبت أول نقطة نظرية: (رطوبة ١٣,٨%
كثافة ١٢٢)

٤-كرر الخطوة ٣: كرر نفس الحساب لقيم الكثافة الثانية
الي اخترتها (١٨، ٢٠، ٢٢، ٢٤). هيطلعلك ٤ نقاط نظرية
كمان.

٥-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 تشتفل بقيم رطوبة
عشواية اشتغل بقيم كثافة نظيفة من على المحور
الرأسي واستخدم المعادلة دي عشان تطلع قيم الرطوبة
المقابلة ليها وبكده تقدر ترسم خطك المرجعي بدقة
وسهولة.



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 - الكثافات الوزنية الرطبة لا يتم رسمها عادةً.
لقد تم رسمها هنا (في شكل ٥) لأغراض إعلامية فقط.
لاحظ أيضًا أن نقاط الدمل قد لا تقع جميعها بالضبط
على منحنى الدمل.

FIG. 5 Example Compaction Curve Plotting

شكل ٥: مثال لرسم منحنى الدمل

الشرح لشكل ٥

الرسم البياني ده هو التقرير النهائي لاختبار الدمل. تعال نمسك كل عنصر فيه ونفصّله:
المحور الأفقي (تحت): ده محور محتوى الماء (w - %Water Content). كل ما نمشي يمين كل ما التربة تكون أطري أو فيما مية أكثر.

المحور الرأسي (شمال): ده محور الكثافة الوزنية الجافة (γ_d - Unit Weight) بوحدة رطل/قدم³. كل ما نطلع لفوق كل ما التربة تكون أقوى أو مدموكة أكثر.

نقاط الاختبار (The Data Points): شايف الدواير والمربيعات الصغيرة دي؟ كل واحدة منهم بتتمثل عينة من اللي دكتناهم في المعامل و كل نقطة ليها إحداثيات رطوبة و كثافة ودي هي البيانات الفعلية اللي قسناها.

منحنى الدمل (The Compaction Curve): ده هو المنحنى اللي على شكل قبة أو "جرس" و ده أهم حاجة في الرسمة.
المنحنى السفلي (DRY): ده غالباً 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 الدمل فيه أكبر بكثير.

قمة المنحنى (The Peak): ده هي أعلى نقطة على كل منحنى و دي اللحظة الذهبية اللي بندور عليها.
بالنسبة للمنحنى السفلي (القياسي):

أقصى كثافة (γ_{dmax}): لو مشينا من القمة بخط أفقي شمال هنلاقيها ١٢٢,٠ رطل/قدم³.

الرطوبة المثلث (w_{opt}): لو نزلنا من القمة بخط رأسياً لتحت هنلاقيها .١٢,٠%.

بالنسبة للمنحنى العلوي (المعدل): القمة بتاعته عند كثافة حوالي ١٣٧ رطل/قدم³ ورطوبة حوالي .٩%.

هو ده الخط المستقيم المائل اللي مكتوب عليه ١٠٠% .SATURATION

طيب إيه الخط ده؟ ده خط نظري بيمثل الحالة المثالية المستحيلة اللي فيها كل الفراغات بين حبيبات التربة مليانة مية ١٠٠% ومفيش أي ذرة هوا .Zero Air Voids

فايدته إيه؟ هو حدود الدولة بتاعة منحنى الدمل و مستحيل أي نقطة من نقط الاختبار الفعلية تلمس الخط ده أو تتعديه. لازم كل منحنى الدمل يكون على شماله وتحته لو لقيت نقطة من نقطك عدت الخط ده بيق فيه غلطة كبيرة في حساباتك أو قياساتك.

لاحظ إنه مرسوم لقيمة كثافة نوعية (Gs) معينة هنا $Gs = 2.66$ و لو الـ Gs اتغيرت مكان الخط ده هيتغير.

القصة اللي بتحكيها الرسمة دي:
الرسمة دي بتقول للمهندس في الموقع:
لو عايز توصل لأفضل دمل ممكن للتربة دي باستخدام طاقة بروكتور القياسي لازم تضبط نسبة الرطوبة بتاعتتها عند ١٢٪ و لو عملت كده هتقدر توصل لكتافة جافة قصوى مقدارها ١٢٢.٠ رطل/قدم^٣ وأي نسبة رطوبة تانية سواء أقل أو أزيد هتديلك كثافة أقل.

القصة من البداية: حكاية منحنى التشبع

تخيل إنك مهندس في موقع وعندك كومة تراب العدي طلب منك تدمل التراب ده عشان تبني عليه أساسات مبني. 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 اللي بيساعد الحبيبات تنزلق على بعضها وتقرب من بعض أكثر بس لو زودت المية أوي التربة هتحتل لطين سايج وهتبقى ضعيفة.

إذا فيه نسبة مية مثالية بتدليلك أقوى دمل و اختبار بروكتور 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.
الكتافة الجافة هي وزن الحبيبات الصلبة في حجم معين.
عشان توصل لأنعلى كثافة جافة لازم تطرد الهوا وتحطط مكانه حبيبات صلبة.
منحنى التشبع أو منحنى انعدام فراغات الهواء يمثل حالة خيالية ١٠٠% 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. دايماً هيفضل شوية هوا محبوسين. لذلك أي كثافة جافة هتقيسها في المعمل لازم تكون أقل من الكثافة النظرية اللي على منحنى التشبع.
فايدته إنه جهاز إنذار أو أداة تحقق و لو لقيت أي نقطة من شغلك عدت الخط ده بيق زي قولنا قبل كدة فيه غلطة في حساباتك ١٠٠%.

مثال عملي جديد: حساب ورسم منحنى التسخين

المعطيات المطلوبة:

الكثافة النوعية للحبيبات الصلبة (G_s): نفترض $G_s = 2.70$
كثافة الماء (ρ_w): ثابت و معروف 1.0 جم/سم^3

المعادلة الرياضية:

$$P_{d,sat} = (G_s \times \rho_w) / (1 + w \times G_s)$$

شرح المعادلة بالعربي:

الكثافة الجافة عند التسخين = (الكثافة النوعية للحبيبات \times كثافة الماء) \div (١ + نسبة الرطوبة \times الكثافة النوعية للحبيبات)
حساب ثلاث نقاط على الخط النظري:

النقطة الأولى: عند رطوبة منخفضة $w = 4\%$ أو 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 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 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 التسخين".

كيفية استخدام الخط للتحقق من نتائجك

لو عملت اختبار بروكتر وطلعت النتائج دي:

نقطة أ: (رطوبة 7.5% , كثافة جافة فعلية 2.150 جم/سم^3)

نقطة ب (خطأة): (رطوبة 8.5% , كثافة جافة فعلية 2.250 جم/سم^3)

التحقق من نقطة (أ):

رطوبتها 7.5% . الكثافة النظرية عند هذه الرطوبة حوالي 2.24 جم/سم^3

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^3

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

١١.٤.١ 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 Gs عشان أرسم منحنى التشبّع، أجيدها منين؟

المواصفة بتديك طريقين:
طريق سريع "بس محتاج خبرة
طريق رسمي بس بيأخذ وقت

الطريق الأول: التقدير والخبرة

المعنی: لو أنت شغال في مشروع كبير وكل التربة اللي بتجييك جاية من نفس المحجر أو نفس منطقة الحفر نفس المصدر ولها نفس التصنيف مش منطقی إنك كل يوم تعمل اختبار Gs جديد.

إزاي بيتم؟

بيانات سابقة: المعمل عنده سجلات و الفني بيرجع لاختبارات قديمة لنفس نوع التربة من نفس المصدر ويشوف قيمة Gs كانت كام في المتوسط، مثلًا بين ٢.٦٨ و ٢.٧٠. بيستخدم قيمة متوسطة زي ٢.٧٠.

الخبرة: المهندس أو الفني الخبر بمجرد ما بيشوف التربة ويعرف مصدرها وتصنيفها يكون عنده "حس هندي" بقيمة Gs التقريرية.

متنى نستخدم هذا الطريق؟

في الشغل اليومي الروتيني لما النتائج مش هتسخدم في تقرير استشاري كبير أو في حالة نزاع

لما تكون عايز تعمل فحص سريع لمنحنى الدملك

الطريق الثاني: الاختبار الفعلي

المعنی: لو معنديش 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 فنخل رقم ٤ باستخدام دورق زجاجي اسمه البيكونوميت.

C127: للجزء الخشن من التربة الزلط أو الحصى باستخدام سلة شبکية وميزان هائی.

متنى 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 والكافأة والدقة والمصداقية:

لو عندك خبرة وبيانات كافية ممكن تقدر قيمة Gs لشفلك اليومي

لو الموقف رسمي أو جديد لازم تعمل الاختبار الفعلي لضمان نتائج دقيقة وموثقة

12.2.2 Preparation method used (moist or dry).

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 تفطيتها في القسم ١.٦.

الشرح للبند ١٢.١

البند ده بيقول ببساطة: التقرير اللي هتكتبه في الآخر ده ليه أصول وقواعد وطريقة تسجيل الأرقام والدقة المطلوبة ليها نظام لو عايز تفهم فلسفة النظام ده ارجع للبند ١.٦ في أول المواصفة. اللي جاي ده هو قائمة بالاحتاجات 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 أنهى 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 المدخل 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 تنفسها ودي الطريقة المفضلة. الطريقة الجافة (Dry): لو كانت التربة طينية أوّي أو رطبة جدًا وأضطررت تسييها تنفس في الهوا عشان تعرف تكسرها وتشتغل عليها.

12.2.3 As-received water content, if determined, nearest 1 %.

محتوى الرطوبة عند الاستلام، إذا تم تحديده، لأقرب %.

الشرح البند 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_{opt} to nearest 0.1 %.

١٢.٢.٤ المحتوى المائي الأمثل المعدل (Mod-w_{opt}), لأقرب .٪.

الشرح للبند ١٢.٤

يا هندسة ده واحد من أهم رقمين في التقرير كله. لازم تكتب نسبة الرطوبة المثالية اللي طلعتها من قمة منحنى الدملk و الرقم ده لازم يكون دقيق جدًا لأقرب رقم عشري واحد.

12.2.5 Modified maximum (optimum) dry unit weight, Mod-γ_{d,max} nearest 0.1 lb/ft³ or 0.02 kN/m³.

الترجمة البند ١٢.٢.٥

١٢.٢.٥ أقصى (أمثل) كثافة وزنية جافة معدلة (Mod-γ_{d,max})، لأقرب ٠.٠٢ رطل/قدم^٣ أو ٠.٠٢ كيلو نيوتن/م^٣.

الشرح للبند ١٢.٢.٥

ده تاني أهم رقم في التقرير لازم تكتب أقصى كثافة جافة اللي طلعتها من قمة منحنى الدملk وبرضه لازم تكون دقيقة جدًا. مثال للتوضيح: لو طلعت معاك ٢٨,٣٤ رطل/قدم^٣ تسجلها ٢٨,٣. لو طلعت معاك ٢٠,٧٨ كيلو نيوتن/م^٣ تسجلها ٢٠,٨.

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 أنهى نوع مطرقة في الدمل: يدوية (Manual): لو كنت بتسخدم المطرقة اللي بترفعها وتنزلها بيديك ميكانيكية (Mechanical): لو استخدمت الجهاز اللي بيدور ويضبط لوحده.

١٢.٢.٩ الكثافة النوعية وطريقة تحديدها، لأقرب قيمة .٠٠٠١.

الشرح للبند ١٢.٢.٩

يا هندسة لازم تكتب قيمة الكثافة النوعية Gs واللي استخدمتها عشان ترسم منحنى التشبع وتقول جبها مين

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 تقاديرها 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 مناخ التربة عند الاقتضاء لاختيار الطريقة (A, 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 العار من منخل % ٨٥ بوصة = .٨٥%

نسبة العار من منخل % ٦٠ بوصة = .٦٠%

نسبة العار 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 (حد أدنى، اللون وأسم المجموعة ورموزها)، 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 يتخييل شكلها. حد أدنى، لازم تكتب: اللون: بنية، رمادية، صفراء....اسم المجموعة ورموزها: حسب D2488 (التصنيف الحقلي): مثلاً "رمل طيني (SC)" أو "زلط ضعيف التدرج (GP)". حسب D2487 (التصنيف المعملي الكامل): وده الأدق لو عملت حدود أتردرج والتدرج الحبيبي

مثال: عينة رملية طينية (SC)، لونها بني مصفر.

أو لو عملت تصنيف كامل: تم تصنیف العينة ك (GW-GC) زلط جيد التدرج مع طين ورمل لونها بني.

12.2.9 Specific gravity and method of determination, nearest 0.01 value.

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

النسبة المئوية للأجزاء الممحوzaة (PC) والمارة (PF) من المنشل المستخدم في الطريقة A، أو B، أو C، لثقب ١%. بالإضافة إلى ذلك، إذا تم تصحيح بيانات الدمل (Mod- w_{opt} و $Mod-\gamma_{d,max}$) من أجل الجزء ذي الحجم الزائد (الأوفر سايز) فقم بتنصيم تلك البيانات.

الشرح للبند ١٢.٢.١٢

يا هندسة لازم تكتب في التقرير نتيجة فصل العينة لجزئين:
 نسبة الجزء الخشن (PC): كام في العية من العينة كان أوفر سايز وما دخلش الاختبار.
 نسبة الجزء الناعم (PF): كام في العية من العينة هو اللي أنت اختبرته فعلًا.
 والجزء الأهم: لو كانت نسبة الجزء الخشن (PC) دي أكبر من ٥٥%， يبقى لازم تعمل "تصحيح" للنتائج.

في الحاله دي، لازم تكتب في التقرير النتائج قبل وبعد التصحيح:

- النتائج المعملية (اللي طلعت من المحنن مباشرة).
- النتائج المصححة (اللي حسبتها بمعادلات التصحيح).

مثال للتوضيح:
 نسبة الأوفر سايز $PC = 15\%$.
 أقصى كثافة معملية $= 19,٥$ كيلو نيوتن/ m^3 .
 الرطوبة المثل المعملية $= ٩,٠$.
 أقصى كثافة مصححة $= ٢٠,٤$ كيلو نيوتن/ m^3 .
 الرطوبة المثل المصححة $= ٧,٨$.

الزيادة:

وضح نسبة الزلط اللي استبعدته ولو النسبة دي كبيرة، لازم تحط النتائج المصححة لأن هي دي اللي هتمثل الواقع في الموقع.

الترجمة لملحوظة ١٢

ملحوظة ١٢—متطلبات ورقة/أوراق البيانات / النماذج في القسم ١٢ ليست مقصودة كمتطلبات لتقديم نتائج الاختبار النهائية للجهة الطالبة للختبار. تنطبق هذه المتطلبات على سجلات الاختبار الخاصة بالقياسات، والحسابات الوسيطة، ونقاط الدمل المستخدمة لرسم منحنى الدمل. لقد تمت محاولة في طريقة الاختبار هذه لتحديد جميع القياسات والحسابات لأربعة أرقام معنوية. الغرض من ذلك هو ضمان عدم فقدان الدقة بسبب التقرير قبل رسم منحنى الدمل، وأن أوراق البيانات والنماذج التي يحتفظ بها المختبر تحتوي على نفس درجة الدقة.

الشرح لملحوظة ١٢

يا هندسة العلاحظة 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 اللي بتقدمه للجهة اللي طلبت الاختبار الاستشاري أو المالك.

تعال نفصص الفكرة:

دفتر السجل: عندك دفتر بتسجل فيه كل تفصيلة دقيقة: حطيت $٣٥٧,٤$ جرام دقيق $١٠,٢$ ملليلتر مية، ودخلت الفرن على درجة حرارة $١٨١,٥$ درجة مئوية لمدة ٥ دقيقة وهـا ثانية.... الدفتر ده مليان تفاصيل وأرقام دقيقة جداً و ده هو اللي المواصفة بتتكلم عنه في قسم ١٢.

التقرير النهائي: المختصر اللي بتقدمه للعميل.
 الملاحظة دي بتقول إيه بالضبط؟

١. متطلبات القسم ١٢ هي لدفتر السجل :

كل القائمة الطويلة اللي في القسم ١٢ من بند ١٢.٢ إلى ١٢.٢.١٢ دي هي الحد الأدنى من المعلومات اللي لازم تكون متسجلة في السجلات الداخلية للمعمل. دى السجلات اللي لو حصل أي خلاف أو مراجعة، بنرجع لها عشان نشوف كل خطوة وكل حساب تم إزاي وبأني دقة.

٢. "الهدف هو الحفاظ على الدقة":

ليه الموصفة بتطلب كل التفاصيل دي وبدقة عالية
(أربعة أرقام معنوية)؟

عشان تمنع حاجة اسمها خطأ التقرير التراكمي.
و لو كل خطوة حسابية قعدت تقرب فيها الأرقام (مثلاً
تقرب ٢,٣٦٨ لـ ٢,٤)، وفي الخطوة اللي بعدها استخدمت
الرقم المقرب ده هتلaci النتيجة النهائية في الآخر بعيدة
عن القيمة الحقيقية.

الموصفة بتقولك: احتفظ بكل الأرقام العشرية في
حساباتك الوسيطة وفي الآخر خالص قرب النتيجة
النهائية بس.

٣. التقرير النهائي للعميل ممكن يكون أبسط:

الملحوظة بتلمح إن التقرير اللي هتقدمه للجهة الطالبة
ممكن يكون مختصر أكثر والعميل غالباً مش محتاج يعرف
وزن القالب كان كام بالضبط هو عايز يعرف الزبدة:

أقصى كثافة جافة (MDD).

الرطوبة المثلث (OWC).

منحنى الدمعك.

تصنيف التربة.

الخلاصة:

الموصفة بتفرق بين التوثيق الداخلي والتقرير الخارجي.
هي بتلزمك تحفظ 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 اللي غالباً بيحتوي على النتائج
النهائية والخلاصة فقط.

الترجمة للبند ١٣.١
١٣. 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 اتنين شيفات
طبخوا نفس الطبخة بنفس المكونات هل الطبقين
هيطلعوا نسخة طبق الأصل ٩٠%
غالباً لا هيكون فيه فروقات بسيطة و مهمتك حكم هي
إنك تحدد هل الفروقات دي بسيطة و مقبولة 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 مثل ٥ مرات وطلعت النتائج قريبة
جداً من بعض بيق شغلك عالي الدقة.
ولو عملت الاختبار ٥ مرات وكل مرة النتيجة طلعت في حلة
شكل بيق شغلك ومنخفض الدقة.

ماذا يقول البند ١٣.١؟

البند ده بيقولك: إحنا عارفين إن النتائج مش ه تكون
متقاربة ٩٠% 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 بيحدلك 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
يعني لو نفس الفني في نفس المعمل عمل الاختبار
مرتين على نفس العينة أقصى اختلاف مقبول بين
النتيجهين المفروض يكون كام.

٢. التكرارية بين معامل مختلف Multilaboratory Precision
يعني لو معملين مختلفين في مدینتين مختلفتين
عملوا الاختبار على نفس العينة أقصى اختلاف مقبول
بين نتيجتھم المفروض يكون كام و طبعاً الاختلاف
المسموح به هنا بيكون أكبر.

الخلاصة:

البند ده بيهد 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 نتيجتين
أقل من القيمة اللي في الجدول، بنعتبر النتيجهين مقبولتين
إحصائياً و لو الفرق أكبر بيق فيه مشكلة عند واحد منهم على
الأقل ولازم يتم مراجعة

13. Precision and Bias⁴

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. نتجت عن ذلك 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 بيكلم 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 تاني فوراً بنفسك 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 تاني.
نفس المعدات: نفس القالب و نفس المطرقة ونفس الميزان.
أقصر فترة زمنية: يعني مش تعمله النهاردة وتعيده بعد أسبوع و تعمله وتخلصه وبعددين تبدأ في التاني علطول.

ثالثاً: شرح الأرقام في جدول (٣)
البند ده بيقولك بص على جدول ٣ هتلaci في فيه عمودين مهمين للحالة دي:

العمود ٢: الانحراف المعياري Standard Deviation
ده رقم إحصائي بيعبّر عن مدى التشتت الطبيعي للنتائج حول القيمة المتوسطة وكل ما الرقم ده كان صغير، كل ما كانت الطريقة أدق والرقم ده بيستخدمه مدير الجودة في المعامل عشان يعملوا تحليلات إحصائية متقدمة.
ممكن تعتبره معلومة للمتخصصين أوي.

العمود ٣: الفرق المقبول بين نتائجتين Acceptable Difference

ده هو الرقم اللي يهمك أنت!
ده الحد الأقصى المسموح به للاختلاف.
المواصفة بيقولك: لو الفرق بين نتائجك الأولى ونتائجك الثانية أقل من الرقم اللي في العمود ده يعني النتيجتين مش موضع شك وشغلك تمام ومقبول.
لكن لو الفرق أكبر من الرقم ده يعني فيه حاجة غلط ولازم توقف وتشوف إيه المشكلة:
هل العينة ما كانتش متاجنسة؟
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 $0.05 \text{ جم}/\text{سم}^3$.

أنت عملت الاختبار الأول وطلعت أقصى كثافة = $1.85 \text{ جم}/\text{سم}^3$.

عدت الاختبار تاني فوراً وطلعت أقصى كثافة = $1.88 \text{ جم}/\text{سم}^3$.

الفرق بين النتيجتين: $1.88 - 1.85 = 0.03 \text{ جم}/\text{سم}^3$.
الحكم: بما أن الفرق (0.03) أقل من الحد المسموح به (0.05), فإن النتيجتين مقبولتين، وشغلك دقيق ومتكرر.

خامسًا: الخلاصة
البند ده بيحط مسيرة لقياس مدى اتساق شغلك أنت شخصيًّا هو بيضمن إنك لو كررت نفس الخطوات، هتوصل لنتيجة قريبة جدًا في كل مرة.

العمود الثالث في جدول ٣ هو صديقك اللي بيقولك:
كمل شغلك مظبوط أو استنى راجع نفسك.

13.1.2 Multilaboratory Precision (Reproducibility) D1557
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 اللي فاتتالبند بيوجعك **جدول ٣** لكن الأرقام اللي هنبعص عليها ه تكون في صفوف مختلفة مخصصة للـ **العمود ٣: الانحراف المعياري Standard Deviation**.

مرة تانية، ده رقم إحصائي للمختصين.
هتللاحظ إن الرقم ده هنا أكبر من الرقم في حالة المعمل الواحد وده طبيعي لأن مصادر الخطأ زادت.

العمود ٣: الفرق المقبول بين نتائجتين Acceptable Difference:

ده هو الرقم اللي يهمنا في فض النزاعات!
هتللاحظ إن الرقم ده أكبر بكثير من الرقم في حالة المعمل الواحد.

المواصفة بتعرف إن لما تغير المعمل والفنى والأجهزة،
طبيعي جداً إن الاختلافات تزيد.

القاعدة:
لو الفرق بين نتائج معمل المقاول ونتيجة معمل الاستشاري أقل من الرقم ده يبقى النتائجين مش موضع شك وكل المعلمين يعتبر شغله مقبول إحصائياً.

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 كويسي؟

هل العينات أصلًا ما كانتش نفس الحاجة؟

الخلاصة

البند ده هو محامي المواصفة اللي بيحال الخلافات بين المعامل وهو بيحبط حدود منطقية للاختلافات اللي 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 معلمين لأقصى كثافة جافة هو 0.12 جم/سم^3 .

معلم المقاول طبع النتيجة = 1.85 جم/سم^3 .

معلم الاستشاري طبع النتيجة = 1.94 جم/سم^3 .

الفرق بين النتائجين: $1.94 - 1.85 = 0.09 \text{ جم/سم}^3$.

الحكم: بما أن الفرق (0.09) أقل من الحد المسموح به (0.12) فإن النتائجين مقبولتين.

مفيش داعي للخناق والاثنين شغلهم صح في حدود السماحية الإحصائية.

13.2 Bias—It is not possible to present information on bias

because there is no other method of determining the values of modified maximum unit weight and modified optimum water content.

40 D155

الترجمة للبند 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 بيجاوب على سؤال بسيط ومحير في نفس الوقت.

هل نتيجة اختبار بروكتور اللي بنطلعها دي هي النتيجة الصحيحة ٤٪؟

عشان نفهم إجابة المواصفة 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 نتائجك 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 حوالي 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 وصلد وده المطلوب.

البند ١٣.٢ بيقول؟

البند ده بيقول جملة في منتهي الصراحة: إحنا منقدرش نتكلم عن التحيز (Bias) في اختبار بروكتور ليه؟ عشان نقيس التحيز لازم يكون عندنا مرجع مطلق أو قيمة حقيقة معروفة مسبقاً نقارن نتيجتنا بيها.

مثلاً: لو عايز أعرف تحيز ميزان معين هجيب وزن قياسي عالمي معروف إن كتلته ١,٠٠٠ كيلو جرام بالضبط وأحاطه على الميزان ولو الميزان قرأ ١,٠٠٥ كيلو جرام يبقى أنا عرفت إن فيه تحيز" مقداره ٠,٠٠٥٤ 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 الحقيقة المطلقة لأقصى كثافة جافة للتربة معينة.

اختبار بروكتور هو مش مجرد قياس لخاصية موجودة هو تعريف للخاصية دي و هو اللي بيخلق القيمة دي وبيعرفها.

الخلاصة: المواصفة هنا بتعترف بكل شفافية: اختبار بروكتور هو الحكم النهائي وهو اللي بيحط القيمة ومفيش حكم أعلى منه نقدر نقارن نتيجته بيها و لذلك من المستحيل علمياً إننا نقول هل نتيجة بروكتور متحيزه ولا لأننا معندناش قيمة صحيحة نقارنها بيها و كل اللي نقدر حكم 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) ^A
Single Operator Precision:		
Maximum Unit Weight (lbf/ft ³)	0.6	1.8
Optimum Water Content (percent)	0.4	1.0
Multilaboratory Precision:		
Maximum Unit Weight (lbf/ft ³)	1.6	4.4
Optimum Water Content (percent)	0.7	2.1

^AThese 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 لنتيجتي اختبار (d2s) ^A
----------------------------------	------------------------------	--

دقة المشغل الواحد :

أقصى كثافة وزنية رطل / قدم ^٣ المحتوى المائي الأمثل (نسبة منوية) دقة بين المختبرات	0.6 0.4	1.8 1.0
أقصى كثافة وزنية رطل / قدم ^٣ المحتوى المائي الأمثل (نسبة منوية)	1.6 0.7	4.4 2.1

^A هذه الأرقام تمثل، على التوالي، حدود (1s) و (d2s)
كما هو موضح في المعاصفة C670 لإعداد بيانات
الدقة والتحيز لطرق اختبار مواد البناء.
معلومة (التحويل: ١ رطل/قدم^٣ ≈ ٠.٠١٦٠٢ جم/سم^٣)

شرح الجدول ٣

الجدول ده هو كتالوج الفروقات المقبولة أو بمعنى
تاني: المسطرة اللي بنقيس بيها مدى تكرار ودقة
نتائج اختبار بروكتور المعدل.

خلينا نقرأه بالأرقام اللي إحنا متعودين عليها
(جم/سم^٣) عشان الصورة تبقى أوضح.

الجزء الأول: دقة المشغل الواحد
يعني لو أنت بتعيد نفس الاختبار بنفسك في نفس
المعلم على نفس التربة.

أقصى كثافة وزنية:
المدى المقبول بين اختبارين = ٠.٠٢٩ جم/سم^٣
معناه: لو أول نتيجة كانت ١.٩٥٠ جم/سم^٣،
فالمحفوظ أي اختبار تاني على نفس التربة يطلع ما
بين:

١.٩٧٩ إلى ١.٩٢١ جم/سم^٣
لو طلعت النتيجة ١.٩٨٥ جم/سم^٣ (فرق = ٠.٠٣٥)، يبقى
الاختلاف أكبر من المسموح → فيه مشكلة محتاجة
مراجعة.

المحتوى المائي الأمثل:

المدى المقبول = ١,٠%

مثال: لو الرطوبة المثل كانت ١١,٥%, فأي اختبار تاني يطلع بين ١٠,٥% و ١٣,٥% يعتبر تمام.

الجزء الثاني: الدقة بين المختبرات
وهي الحالة الواقعية اللي بتحصل لما معمل المقاول ومعمل الاستشاري يستغلوا على نفس التربة.

أقصى كثافة وزنية:

المدى المقبول بين اختبارين = ٠,٧٠ جم/سم^٣

مثال:

معلم المقاول = ١,٩٥٠ جم/سم^٣

معلم الاستشاري = ٢,٠١٠ جم/سم^٣

الفرق = ٠,٠٦٠ جم/سم^٣ < ٠,٠٧٠ جم/سم^٣

النتيجة مقبولة الاثنين شغفهم سليم.

المحتوى المائي الأمثل:

المدى المقبول = ٢,١%

مثال: لو المقاول طبع ١١,٥% والاستشاري طبع 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 المثل

داخل نفس المعلم $0,03 \pm 0,03$ جم/سم^٣

بين معامل مختلفة $0,07 \pm 0,07$ جم/سم^٣

القاعدة الذهبية هنا :

لو الاختلاف بين اختبارين داخل نفس الحدود دي النتيجة مقبولة إحصائياً.

ولو الاختلاف أكبر يبقى فيه خلل في الأجهزة أو

القسم ده بيعمل نفس الحاجة بس في العالم الرقمي
وقد اعد السنانات الهندسية.

فايدته العملية:

ا. سهولة البحث: لو مهندس دخل على قاعدة بيانات ASTM أو أي محرك بحث هندي وكتب أي كلمة من الكلمات دي (مثلًـ "moisture-density curves" أو "compaction")، المواصفة D1557 هتظهرله في أول نتائج البحث.

ب. الربط والتصنيف: بيساعد على ربط المواصفة دي بالمواصفات الثانية اللي بتتكلم في نفس الموضع. بيحطها في "رف" واحد مع كل ما يخص دمك التربة والكتافة.

تعال نبص على الكلمات اللي اختاروها:

خواص الدمك (compaction characteristics): كلمة عامة بتوصف الموضوع.

الكتافة (density): لأن ده هو الهدف الأساسي من الاختبار.

الدمك بالاصدام بالجهد المعدل (impact using modified effort): وصف دقيق جدًا لنوع الاختبار (دمك بالخبط، مش بالهز أو العجن) ولطاقة الاختبار (الجهد المعدل، مش القياسي).

الاختبارات المعملية (laboratory tests): عشان يميزة عن الاختبارات الحقيقة.

اختبار بروكتور المعدل (modified proctor test): الاسم الشائع والمشهور للاختبار.

منحنيات الرطوبة-الكتافة (moisture-density curves): بيوضح 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.

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 lbf/ft³ to 132.6 lbf/ft³. 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 ٤٤٤ إلى ٥٣٣ مختبرًا 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^٣ إلى ١٣٢.٦ رطل/قدم^٣. 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 وموثقة 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 بالاصدام باستخدام الجهد المعدل؛ الاختبارات المعملية؛ اختبار بروكتور المعدل؛ منحنيات الرطوبة-الكتافة؛ دمك التربة.

الشرح للبند ١٤.١

يا هندسة، القسم ده مفيهوش أي معلومات فنية جديدة. هو ببساطة عبارة عن "هاشتاجات" أو "عنوانين أرشفة" للمواصفة دي. إيه فايدته؟

تخيل إنك في مكتبة ضخمة جدًا، والمواصفة دي عبارة عن كتاب. عشان الناس تقدر تلقي الكتاب ده بسهولة، أمين المكتبة بيحط عليه شوية "ملصقات" أو "كلمات دالة" بتلخص محتواه.

(Mandatory Information)

(معلومات إلزامية)

A1. VOLUME OF COMPACTION MOLD

A1. حجم قالب الدملك

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 الدملك.

الشرح

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 لقابل الدملك اللي بتسخدمه في اختبار بروكتور.
بساطة 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 الخطى.

الشرح

يا هندسة، البند ده بيقولك إن عندك "طريقين" أو خيارين عشان تعابر حجم القالب:

طريقة الملء بالماء:

فكرتها: بنوزن القالب وهو فاضي، وبعدين نملأه مية بالكامل ونوزنه تاني. من فرق الوزنين (اللي هو وزن المية) وبمعرفة كثافة المية،قدر نحسب حجمها، اللي هو نفسه حجم القالب. دي الطريقة الأكتر دقة وشيووعاً.

طريقة القياس الخطى:

فكرتها: بنسخدم "قدهمة ذات ورنية دقيقة عشان نقيس القطر الداخلى 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 بتديلك طريقتين لمعايرة القالب واحدة كيميائية/فيزيائية بالماء والتانية هندسية بالقياسات.

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 للقابل ٤ بوصة (١٠٦,٦ مم)، عند استخدام ميزان يقرأ لأقرب جرام، لا تعطي أربعة أرقام معنوية لحجمه، بل ثلاثة فقط. بناءً على المعاصفة D6026 فإن هذا يحد من دقة تحديد الكثافة/الكتافة 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

يا هندسة البند ده عبارة عن ملاحظة تاريخية وفنية مهمة جداً بتنقول :

في الإصدارات القديمة من المعاصفة لما كانوا بيعايروا القالب الصغير (٤ بوصة) بطريقة المية كانوا بيستخدموا ميزان عادي بيقرأ لأقرب جرام (g).

وزن المية اللي بيغطى القالب ده بيكون حوالي ٩٤٤ جرام. لما تسجل الرقم ده لأقرب جرام، أنت كده بتسجله بـ ٣ أرقام معنوية بس (٤-٤-٥).

المعاصفة الأم للمعايرة D6026 بتنقول: "دقة حساباتك النهائية لا يمكن أن تكون أعلى من دقة أضعف قياس استخدمته".

بما إن الحجم (V) دقتة ٣ أرقام معنوية بس، فده معناه إن حساب الكثافة ($M/V = \rho$) لازم تكون دقتة ٣ أرقام معنوية بس. وده بيتعارض مع طلب المعاصفة نفسها اللي عايزه الكثافة بـ ٤ أرقام معنوية.

عشان يحلوا المشكله دي، عدلوا خطوات طريقة الملء بالماء في الإصدارات الحديثة.

التعديل ده (زي ما هنشوف لاحقاً) بيعتمد على استخدام أدوات أدق (زي ميزان بيقرأ لأقرب ٠,١ جرام، أو لوح زجاجي لضبط سطح المية) عشان يصلحوا بدقة قياس الحجم لـ ٤ أرقام معنوية.

الخلاصة: البند ده بيقولك "إحنا كنا بنعملها زمان بطريقة فيها قصور في الدقة، لكننا صلحتها 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 إلإضافة إلإ 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 ٠٠٠٠،٢ 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 فيها القطر الداخلي والارتفاع بتاع القالب.

المواصفات المطلوبة فيها:

مدى القياس: لازم تقدر تقىس لحد ٦ بوصة (١٥ سم) على الأقل، عشان تقدر تقىس قطر القالب الكبير.

دقة القراءة: لازم تكون دقة جدًا، وتقدر تقرأ لحد ٠،٠٠١ بوصة (أو ٠،٠٢ مليمتر). دي دقة عالية جدًا بتضمن إن قياساتنا هتكون مطبوعة.

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 ٠٠٠١ بوصة (٠،٠٢ مم).

الشرح A1.2.1.2:

البند ده بيقترح عليك أداة تانية ممكن تستخدموها لكنها اختيارية.

ميكرومتر داخلي: دي أداة قياس تانية، متخصصة أكثر في قياس الأقطار الداخلية بدقة شديدة. بتكون أدق من القدرة ذات الورنية في قياس الأقطار الكبيرة.

ليه هي اختيارية؟ لأن القدرة ذات الورنية (اللي في البند اللي 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 القدرة، ٠٠٠١ بوصة (٠،٠٢ مم).

الخلاصة: لو عايز دقة أعلى في قياس القطر الداخلي ممكن تستخدم "ميكرومتر داخلي". لو مش عندك "القدرة 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 ٠٠٠١ 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 الأعمق أو الارتفاعات الداخلية بدقة فائقة.

ليه هي اختيارية؟ لأن القدرة ذات الورنية العادي 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 يفطي ارتفاع القالب.

دقة القراءة: نفس الدقة العالية المطلوبة، ٠٠٠١ بوصة (٠،٠٢ مم).

A1.2.1.4 Plastic or Glass Plates—Two plastic or glass plates about 8 in. by 8 in. by $\frac{1}{4}$ in. thick (200 mm by 200 mm by 6 mm).

ing a readability of 0.1°C and a maximum permissible error of 0.5°C .

٥٧ - ٢٠٢١

الترجمة

A1.2.1.5 A1.2.1.5 ترمومتر أو أي جهاز آخر لقياس الحرارة، بدقة قراءة 0.1°C وبحد أقصى للخطأ المسموح به 0.5°C . درجة مئوية.

A1.2.1.5 الشرح

يا هندسة، دي تاني أداة أساسية في "طريقة الملء بالماء".

ليه بنحتاجهم؟

لأن كثافة الماء تتغير مع تغير درجة حرارته. التغير ده طفيف، لكن المواصفة عايزه دقة عالية، فلازم ناخده في الاعتبار.

لما بن وزن المية اللي ملت القالب، لازم نعرف درجة حرارتها في نفس اللحظة. بعدين بنستخدم جداول قياسية عشان نجيبي "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 0.1°C درجة مئوية (مثلًا يقرأ 23.4°C درجة، مش بنس 23°C).

الخطأ المسموح به: لازم يكون الترمومتر نفسه متغير ومظبوط، والخطأ في قراءته لا يزيد عن نصف درجة مئوية.

الخلاصة: الترمومتر ضروري في طريقة الملء بالماء عشان نعرف درجة حرارة المية بدقة، وده بيسمحلنا نستخدم قيمة كثافة الماء الصحيحة في حساباتنا وبالتالي نوصل لحجم القالب الدقيق.

الترجمة:
A1.2.1.4 A1.2.1.4 لوحان من البلاستيك أو الزجاج – بمقاس حوالي ٨ بوصة وبسماكة $\frac{1}{4}$ بوصة (٢٠٠ × ٢٠٠ × ٦ مم وبسماكة ٦ مم).

الشرح
يا هندسة، هنا سيبينا أدوات القياس الخطى ودخلنا على الأدوات المطلوبة لطريقة الملء بالماء.
إيه هي الألواح دي؟ لوحين مربعين من الزجاج أو البلاستيك الشفاف، يكونوا مسطحين تماماً.

ليه بنحتاجهم؟

واحد منهم بيستخدم كقطاء للقالب: بعد ما نملأ القالب بالمية لحد ما تبقى قبة فوق السطح بنحط اللوح الزجاجي ده فوق القالب بحرصن. اللوح ده بيزيح أي مية زيادة وبيضمن إن سطح المية مستوى تماماً مع حافة القالب العلوية. ده بيضمن إننا بنقيس حجم القالب بالضبط، مش أكثر.

الثاني بيستخدم كقاعدة (أحياناً): ممكن نستخدم اللوح الثاني 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 ومتكتسر بشهولة.

الخلاصة: الألواح الزجاجية أو البلاستيكية دي أداة أساسية ومهماً جداً في طريقة الملء بالماء عشان نضمن إن سطح المية مستوى تماماً مع حافة القالب، وده شرط أساسى لدقة قياس الحجم.

A1.2.1.5 Thermometer or other Thermometric Device, hav-

A1.2.1.6 Stopcock Grease or similar sealant.

الترجمة	الترجمة
A1.2.1.6 شحム سدادات (Stopcock Grease) أو مادة مانعة للتسرب مماثلة.	A1.2.1.7 ماء مقطر أو ماء منزوع الأيونات – يمكن استخدام أي من النوعين لملء القالب عند تحديد حجمه باستخدام طريقة الماء بالماء. يمكن شراء الماء المقطر أو الماء منزوع الأيونات وهو متوفّر في معظم متاجر البقالة. في إجراء طريقة الماء بالماء، يشار إلى الماء المقطر أو الماء منزوع الأيونات باسم "ماء".
A1.2.1.6 الشرح يا هندسة دي آخر أداة مطلوبة في طريقة الماء بالماء وهي مادة بسيطة لكنها مهمة جداً. إيه هو شحム السدادات ده؟	A1.2.1.7 الشرح يا هندسة البند ده بيحدد نوع المية اللي لازم نستخدمها في طريقة الماء بالماء. ليه مش مية حنفيّة عاديّة؟
ده نوع من الشحム الكثيف واللزج (زي الفازلين السميك)، بيستخدم في المعامل عشان يسد الفراغات الصغيرة ويعنّع التسريب.	مية الحنفيّة فيها أملاح معدنية وشوائب دائبة وده بيغير كثافتها شوية عن كثافة الماء النقي (H_2O). كمان مية الحنفيّة ممكن يكون فيها فقاعات هواء دائبة تؤثر على الحجم المحسوب. عشان الحسابات تكون دقيقة وموحدة في كل المعامل، لازم نستخدم ماء نقى كثافته معروفة موجودة في جداول قياسية عالمية. إيه هي الخيارات المتاحة؟
لما بنحط اللوح الزجاجي على حافة القالب العلیان مية، ممكن يكون فيه فراغات شعرية دقيقة جداً بين سطح المعدن وسطح الزجاج. الفراغات دي ممكن تسبب تسريب بسيط للمية.	ماء مقطر (Distilled Water): ماء تم غليه وتكتيف بخاره خالي تماماً 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 ومتوافين ممكن تشتريهم جاهزين ولما نقول كلمة ماء في الخطوات الجاية فهي تعني أي من النوعين: ماء مقطر أو منزوع الأيونات.
عشان نعنّع أي تسريب للمية (حتى لو قطرة واحدة، لأنها هتتأثر على دقة الوزن)، بنحط طبقة رقيقة جداً من الشحム ده على حافة القالب العلويّة قبل ما نملأه بالمية.	الخلاصة: الشحム ده بيعلّم أي فراغات ويعمل ختم كامل يعنّع تسريب المية تماماً.
لما نحط اللوح الزجاجي، الشحム ده بيعلّم أي فراغات على دقة قياس الحجم النهائي للقالب.	الخلاصة: لازم تستخدم ماء نقى (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 متعددة – حقنة مطاطية مناشف، إلخ.****A1.2.1.8 الشرح**

يا هندسة البند ده بيشمل الأدوات المساعدة الصغيرة اللي ملهاش مواصفات فنية، لكنها ضرورية عشان الشغل يطلع نظيف ومظبوط.

زي الحقنة المطاطية أو السحاحة أو حتى قطارة. فايدتها إيه؟ لما تملأ القالب بالماء، صعب توصل بالضبط للحافة. بالأدوات دي، تقدر تضييف 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 تنفس أي مية اتكبت بره والأهم تنفس السطح الخارجي للقالب قبل الميزان. أي نقطة مية على السطح الخارجي هتزود الوزن وتدى قراءة غلط.

إلخ (etc):

تشمل أي حاجة تانية ممكن تحتاجها زي وعاء لصب المية أو قفازات عشان متسبيش بصمات على الألواح الزجاجية.

الخلاصة: جهز الأدوات المساعدة دي جنبك، لأنها هتسهل الشغل جداً وتساعدك توصل لنتائج دقيقة عن طريق التحكم في كمية المية والحفاظ على جاف 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.

A1.3.1 الشرح

اعمل المعايرة في ركن هادي في المعمل بعيد عن الشبابيك والأبواب ومخارج التكييف الهدف هو خلق بيئة مستقرة قدر الإمكان عشان نمنع أي عوامل خارجية تؤثر أو تغير حرارة من التأثير على دقة قياساتنا الحساسة.

A1.4 Procedure**A1.4 الإجراء**

A1.4.1 Water-Filling Method:

الترجمة

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.

A1.4.1.2 الشرح

يا هندسة الخطوة دي هي ملء القالب بالسوائل بطريقة دقيقة جدًا.

الخطوات بالتفصيل:

الملء التدريجي: استخدم الحقنة المطاطية أو أي أداة دقيقة لتضييف الماء نقطة نقطة، خصوصاً قرب الحافة عشان ما يزيدش أو يقل الماء عن المطلوب.

الوصول للحافة: الهدف إن سطح الماء يوصل تماماً للحافة العلوية للقالب.

تسوية السطح: بعد ما يكتمل الماء، ضع اللوح البلاستيكي أو الزجاجي العلوى برفق. ده بيخلி السطح مستوى تماماً 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 مستوى تماماً، 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 المشحوم وكل اللوحيين البلاستيكين أو الزجاجيين لأقرب ١ جرام وسجلها. M_{mp} . عند استخدام لوحة القاعدة بدلاً من اللوح البلاستيكي أو الزجاجي السفلي، حدد كتلة القالب ولوحة القاعدة ولوحة بلاستيكي أو زجاجي واحد سيسخدم فوق القالب لأقرب ١ جرام وسجلها.

الشرح

يا هندسة، الخطوة دي هي تصفير العداد ولازم نعرف وزن النظام كله وهو فاضي عشان نطرحه في الآخر ونجيب وزن المية لوحدها.

الحالة العاديّة باستخدام لوحين زجاج:
جمع المكونات: هات القالب اللي لسه حاطط عليه الشحم، واللوح الزجاجي اللي تحته، واللوح الزجاجي الثاني اللي هتفطي بييه.
ضعهم على الميزان: حط التلات حاجات دول مع بعض على الميزان.
سجل الوزن: سجل القراءة اللي هتطلع لأقرب جرام.
المواصفة بتسمى الوزن ده M_{mp} اختصار ل $\text{Mass of mold and plates}$.

الحالة الخاصة باستخدام القاعدة المعدنية:
جمع المكونات: هات القالب وهو راكب في قاعده المعدنية (اللي بينهم شحم)، واللوح الزجاجي الوحيد اللي هتفطي بييه.

ضعهم على الميزان: حط الحاجات دي كلها مع بعض على الميزان.

سجل الوزن: سجل القراءة اللي هتطلع لأقرب جرام.
ليه بنوزن اللوحيين مع القالب؟ عشان لما نوزن القالب وهو مليان مية ومتقطي 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 تماماً، عشان نستخدم الرقم ده في حساباتنا النهائية.

الترجمة

A1.4.1.3 ضع القالب واللوح السفلي على سطح ثابت ومستوى وأملأ القالب بالماء حتى يعلو قليلاً عن حافته.

الشرح

حط القالب على سطح أفقى وصب المية بهدوء لحد ما تعمل قبة بسيطة فوق الحافة و الخطوة دي بتتجهز 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

يا هندسة الخطوة دي هي اللي بتتطلب دقة وحرص. فن إزلاق اللوح الزجاجي:
لا تضعي رأسياً: أوعي تممسك اللوح الزجاجي وتتنزله على القالب من فوق لتحت. لو عملت كده ١٠٠% هتحبس فقاعة هواء كبيرة في النص.

ازلقوه أفقياً (Slide it): الطريقة الصح هي إنك تميل اللوح شوية، وتخلی حافته تلمس حافة القالب من ناحية، وبعدين تبدأ "ترحلقه" أو "تمشيه" أفقياً فوق فتحة القالب.

الهدف: وأنت بتزحلق اللوح، هو بيتربد الهواء قدامه وبيزيح المية الزيادة من على الجوانب. لما اللوح يغطي الفتحة بالكامل، المفترض يكون كل الهواء طبع، والقالب مليان مية ١٠٠%.

افحص بعينك: بصل 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 اتنين مكان الفقاعة، وكرر عملية إزلاق اللوح تاني.

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 تقطيع القالب باللوح الزجاجي بطريقة تضمن طرد كل الهواء المحبوس، والتأكد من أن الفراغ الداخلي للقالب ممتلئ تماماً بالماء فقط لا غير. دي أكثر خطوة تحتاج ممارسة وصبر عشان تطلع مطبوبة.

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 تماماً أي ماء زائد من السطح الخارجي لل قالب والأ لواح.

الشرح

يا هندسة، بعد ما وضعت اللوح الزجاجي أكيد فيه مية اتكبت على جوانب القالب وعلى اللوح نفسه من فوق ومن تحت قبل ما تفك تلميس الميزان لازم تنضف كل ده.

ليه الخطوة دي مهمة جداً؟

الميزان اللي بنستخدمه حساس جداً بيقرأ لأقرب ١٠ جرام في بعض الحالات.

قطرة مية واحدة وزنها ممكن يكون حوالي ٠٠٥ جرام. شوية قطرات متجمعة على جوانب القالب ممكن توصل لграмм أو اتنين 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 هيخلify حسابات حجم القالب تطلع أكبر من الحقيقة، وبالتالي كل حسابات الكثافة اللي هتعملها بعد كده هتطلع أقل من الحقيقة.

إزاى 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 تماماً.

الخلاصة: الخطوة دي هي خطوة إزالة الضوضاء من القياس. لازم تتأكد إن الميزان هيقرأ وزن المية اللي جوه القالب بس مش أي مية تانية لازقة على السطح الخارجي.

الترجمة

A1.4.1.6 حدد كتلة القالب والأ لواح والماء وسجلها لأقرب ١ جرام، $M_{mp,w}$.

الشرح

يا هندسة بعد ما جهزت كل حاجة وتأكدت إن هفيش هواء في جوه وإن السطح الخارجي جاف تماماً، حان وقت الوزن.

انقل النظام للميزان: بحرص شديد ارفع كل المكونات اللي بتتعايرها مع بعض كوحدة واحدة وهو ده اللي بنسميه النظام: القالب + الألواح الزجاجية + الشحوم + الماء اللي جواه وحطها في منتصف الميزان.

انتظر ثبات القراءة: استنى ثواني لحد ما قراءة الميزان تثبت تماماً.

سجل الوزن: سجل القراءة اللي ظهرت لأقرب جرام. Mass of the weight labeled $M_{mp,w}$ اختصار Zi ما قولنا قبل كدة.

مقارنة سريعة:

الوزن الأول (M_{mp}): كان وزن "نظام القالب والأ لواح وهو فاضي".

الوزن الثاني w : هو وزن نفس النظام بالضبط لكن بعد إضافة الماء لمعلق القالب. الفرق بين الوزنين دول هو اللي هيدينا "وزن الماء الصافي" اللي بيعلق القالب، وده اللي هنستخدمه في المعادلة عشان نحسب الحجم.

الخلاصة: الخطوة دي هي تسجيل القراءة الخامسة اللي بنعرف منها وزن الماء اللي بيعلق 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:

$$\rho_{w,c} = 1.00034038 - (7.77 \times 10^{-6}) \times T - (4.95 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (\text{A1.1})$$

where:

$\rho_{w,c}$ = density of water, nearest 0.00001 g/cm³, 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 الموصفة D854 أو كما يلي:

$$\text{الكثافة} = 4.95 \times 10^{-6} \times T + (T \times 7.77) - 1,00034038 \quad (\text{T} \times T)$$

حيث:

$$\text{الكثافة} = \text{كثافة الماء، لأقرب ٠.٠٠٠١ جم/سم}^3 \\ T = \text{درجة حرارة اختبار المعايرة، لأقرب ٠.١ درجة مئوية}$$

الشرح

يا هندسة بعد ما وزنت القالب وهو مليان وقبل ما تفضي المية لازم تعمل خطوة مهمة جداً: 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 بـتاعك 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 ليها:
 الطريقة الأسهل الجداول: ارجع للجداول اللي في موصفة ASTM D854.

الطريقة بالحساب (المعادلة): استخدم المعادلة:

$$\text{الكثافة} = 4.95 \times 10^{-6} \times T + (T \times 7.77) - 1,00034038 \quad (\text{T} \times T)$$

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 23.4°C = T نعوض في المعادلة:

$$\text{الجزء الأول من الطرح: } 7.77 \times 23.4 \times 10^{-6} = 0.00181818$$

$$\text{الجزء الثاني من الطرح: } 4.95 \times 23.4 \times 23.4 = 547.56$$

$$0.00181818 + 547.56 = 547.56495$$

جمع الأجزاء مع الثابت:

$$0.00181818422 - 1,00034038 = 0.000181818$$

$$\text{الكثافة} = 0.99744814$$

التقريب حسب الموصفة: لأقرب ٠.٠٠٠١ جم/سم³

$$0.99744814 \text{ جم/سم}^3$$

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، العدف هو الحصول على أدق قيمة ممكنة لـكثافة 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

الخطوة دي هي عملية طرح بسيطة جداً لكنها قلب الموضوع كله و هنا بتعزل وزن الماء لوحده.

المعادلة البسيطة:

$$\text{وزن الماء} = (\text{وزن النظام وهو مليان}) - (\text{وزن النظام وهو فاضي})$$

باستخدام رموز الموصفة:

$$M_w = M_{mp,w} - M_{mp}$$

حيث:

M_w : كتلة الماء اللي إحنا عايزينها

A1.4.1.6: الكتلة اللي سجلتها في الخطوة A1.4.1.6 (النظام وهو مليان)

M_{mp}: الكتلة اللي سجلتها في الخطوة A1.4.1.2 (النظام وهو فاضي)

A1.4.1.8 مثال عمل

وزن النظام وهو فاضي $M_{mp} = 4535$

وزن نفس النظام وهو مليان بالماء $M_{mp,w} = 5479$

$$M_w = 5479 - 4535 = 944$$

إذا وزن الماء النقي اللي ملأ القالب بالضبط هو ٩٤٤ جرام.

الخلاصة: الخطوة دي بتدينا أول معلومة أساسية ومبشرة محتاجينها لحساب الحجم: وزن المادة (الماء) اللي بتمثل الحجم بالكامل. الرقم اللي بيطلع من هنا هو اللي 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 cm³ for the 4-in.(101.6-mm) mold or nearest 1 cm³ for the 6-in. (152.4-mm) mold. To determine the volume of the mold in m³, multiply the volume in cm³ by 1×10^{-6} . Record this volume, as prescribed.

مثال بالرقم A1.4.1.9 (نكملي المثال السابق):

كتلة الماء جرام $M_w = 944$

كثافة الماء جم/سم³ $\rho_{w,c} = 0.99745$

$$V = 944 \div 0.99745 = 946.41$$

التقريب والتسجيل:

للقالب ٤ بوصة: سجل لأقرب ٠,١ سم³ ٩٤٦,٤

للقالب ٦ بوصة: سجل لأقرب ١ سم³ مثلاً ١٢٤٣ سم³

التحويل للمتر المكعب (لو محتاج):

$$7 \text{ بالметр المكعب} = 7 \text{ بالسم}^3 \times 10^{-6}$$

$$\text{مثلاً: } 946.4 \text{ سم}^3 \times 10^{-6} = 0.0009464 \text{ م}^3$$

الخلاصة: الخطوة دي بتطلعك الرقم النهائي: الحجم الفعلي الدقيق للقالب. الرقم ده هو المرجع اللي هتستخدمه في كل اختبارات الدهك أو البروكتور باستخدام القالب ده، لحد ما تعايره تاني.

الترجمة

A1.4.1.9 احسب حجم الماء عن طريق قسمة كتلة الماء على كثافة الماء. سجل هذا الحجم لأقرب ٠,١ سم³ للقالب ٤ بوصة (١٠١,٦ مم) أو لأقرب ١ سم³ للقالب ٦ بوصة (١٥٢,٤ مم). لتحديد حجم القالب بالметр المكعب (م³), اضرب الحجم بالسنتيمتر المكعب (سم³) في 1×10^{-6} . سجل هذا الحجم كما هو محدد.

A1.4.1.9 الشرح

يا هندسة دي المعادلة الفيزيائية الأساسية اللي كلنا عارفينها: الكثافة = الكتلة او وزن ÷ الحجم.
بما إننا معانى الكتلة وزن الماء والكثافة كثافة الماء عند درجة حرارته، نقدر بسهولة تحسب الحجم.
المعادلة:

الحجم = كتلة الماء ÷ كثافة الماء
باستخدام رموز المواصفة:

$$V = M_w \div \rho_{w,c}$$

حيث:

V: حجم القالب (Volume) اللي بنحسنه

M_w: كتلة الماء اللي حسبناها في الخطوة **A1.4.1.8**

A1.4.1.7 كثافة الماء الدقيقة عند درجة الحرارة المقاسة في الخطوة

- 12¹(2021) 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.

•••)mm (davg. Verify that this ID is within specified tolerances, 4.000 ± 0.016 in. (101.6 ± 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 A1.4.1.9 إلى A1.4.1.9) وحدد وسجل القيمة المتوسطة، W_m ، كما هو محدد.

A1.4.1.10 الشرح الهندسة البند ده بيقولك: لو عايز شغلك يكون دقيق
وموثوق ١٠٠% معتمدش على قراءة واحدة.
أنت قررت تستخدم الطريقة الأدق الملع بالماء لكنك
عايز تتأكد من نتيجتك باستخدام الطريقة الأسرع
القياس الخطى كنوع من المراجعة أو التشبيك.
الإجراء المطلوب كرر طريقة الملع بالماء:
المواصفة بتتصحك وتلزمك في بعض أنظمة الجودة إنك
تعيد التجربة كلها مرة تانية على الأقل يعني تفضي
القالب وتنشفه وتبدأ تاني من خطوة الملع بالماء
لحد ما تحسب الحجم مرة تانية.

احسب المتوسط:
بعد ما بقى عندك قيمتين للحجم من طريقة الملع بالماء
(مثلاً ٩٤٦,٤ سم^٣ و ٩٤٦,٥ سم^٣)، اجمعهم واقسمهم على
اثنتين عشان تجيء المتوسط الحسابي.

$$\text{المتوسط سم}^3 = (946.4 + 946.2) \div 2 = 946.3$$

سجل المتوسط: الرقم المتوسط ده هو اللي هتعتبره الحجم الرسمي المعتمد لل قالب بتاعك بطريقه الملع بالماء .مواصفة بتسميه Vw اختصار ل Volume by water .

تكرار التجربة بيكمل من تأثير أي أخطاء عشوائية ممكنة تكون حصلت في مرة من المرات زي فقاعة هواء صغيرة محدثتش 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 الملع بالماء
مرتين أو أكثر وخذ المتوسط الحسابي للنتائج القيمة
المتوسطة دي هي اللي هتعتمدنا رسميًا كحجم القالب.

الترجمة

A1.4.2.1 باستخدام إما القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر الداخلي (وهو الأفضل)، قم بقياس القطر الداخلي (ID) للقالب سنت مرات عند قمة القالب وست مرات عند قاعدة القالب، مع توزيع كل من القياسات السنت العلوية والسفلية بشكل متساو حول المحيط الداخلي للقالب. سجل القيم لأقرب ٠.٠٢ مم). حدد وسجل متوسط القطر الداخلي (ID) لأقرب ٠.٠٠٠٠ مم). وبهذا تتحقق هدف هذا القطر الداخلي يقع ضمن حدود التفاوت المعسوم بها، 4.000 ± 0.011 بوصة (101.6 ± 0.4 مم): إذا لم يكن كذلك، فتخلص من القالب.

A1.4.2.1 الشعارات

البند د هو أول خطوة عملية في طريقة القياس الخطي وهو عبارة عن فحص طبي شامل للقطر الداخلي للقالب. العدف هو التأكيد من أن القالب سليم ومطابق للمواصفات.

الخطوات بالتفصيل

**أولاً: القياس عملية المسح
اختر الأداة: استخدم أداة
الورنية Caliper والمواصفة
الداخلي لأنها أدق.**

**قيس القطر ۱۲ مرة: القالب ممکن میکونش أسطوانة
متالیة، عشاں کده لازم نقیسه من کل حتة:**

٦ مرات من فوق: قيس القطر عند الحافة العلوية لل قالب
في ٦ أماكن متوزعة بالتساوي حوالين الداير زي أرقام
الساعة ١٢، ٣، ٤، ٦، ٨، ٩.

٦ مرات من تحت: كرر نفس العملية عند الحافة السفلية للقالب.

سجل بدقة: كل قراءة تاخدها سجلها بدقة عالية جداً
(لأقرب ٠٠١ بوصة أو ٠٠٢ مم).

A1.4.2 Linear Measurement Method:

A1.4.2 طرقة القياس الخطى:

ثانياً: الحساب إيجاد المتوسط

بعد ما بقى عندك ١٢ قراءة، اجمعهم كلهم واقسم الناتج على ١٢.

$$\text{المتوسط (davg)} = (\text{مجموع الـ ١٢ قراءة}) / ١٢$$

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 جدًا: تخلص من القالب و ده معناه إن القالب ده بايظ ومينفعش تستخدموه في أي اختبار فياسي 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 ± 0.018 in. (116.4 ± 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 لل قالب حتى لوحة القاعدة. في هذه القياسات، قم بعمل ثلاثة قياسات أو أكثر متوزعة بالتساوي حول المحيط الداخلي لل قالب، ويفضل قياس واحد في مركز القالب، ولكنه غير مطلوب (استخدم المسطورة المستقيمة لتسهيل القياس الأخير وصحح القياس بطرح سماعة المسطورة). سجل هذه القيم لأنقر 0.001 بوصة (0.02 مم). حدد وسجل متوسط قياسات الارتفاع هذه لأنقرب 0.001 بوصة (0.02 مم)، h_{avg} . تحقق من أن هذا الارتفاع يقع ضمن حدود التفاوت المسموح بها، أي أن المتوسط يجب أن يكون بين 4.561 و 4.605 بوصة. فتخلص من القالب.

A1.4.2.2 الشرح

يا هندسة بعد ما خلصنا من القطر دلوقتي هنقيس البعد الثاني للأسطوانة: الارتفاع الداخلي لل قالب.

الخطوات العملية:

أولاً: القياس (مرات أو أكثر) استخدم القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر العمق الأفضل لأنه أدق. قيس الارتفاع الداخلي لل قالب في 3 أماكن متوزعة حول المحيط. السبب: حافة القالب ممكن تكون متآكلة 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 (h_{avg})

اجمع كل القياسات اللي خدتها 3 أو أكثر واقسم على عددها:

$$h_{avg} = (\text{ارتفاع} 1 + \text{ارتفاع} 2 + \dots) \div \text{عدد القياسات}$$

هذا يعطيك متوسط الارتفاع الذي ستستخدمه في الحسابات التالية.

ثالثاً: الحكم على القالب

تحقق أن متوسط الارتفاع ضمن حدود السماحة: الارتفاع المسموح به لل قالب 4 بوصة = 4.584 ± 0.018 بوصة أي أن المتوسط يجب أن يكون بين 4.561 و 4.605 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^3 as follows:

$$V_{lm} = K_3 \frac{\pi \times h_{avg} \times (d_{avg})^2}{4} \quad (\text{A1.2})$$

where:

V_{lm} = volume of mold by linear measurements, to four significant digits, cm^3 ,

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^3 is required, then multiply the above value by 10⁻⁶.

إذا كان الحجم مطلوباً بالметр المكعب (m^3) اضرب الناتج بالستيمتر المكعب في 10^{-6} .

الترجمة

A1.4.2.3 احسب حجم القالب لأربعة أرقام معنوية بالستيمتر المكعب (سم^3) كما يلي:

الحجم = ثابت التحويل \times ($\times \pi$ متوسط القطر $^2 \div 4$) متوسط الارتفاع

حيث:

V_{lm} = حجم القالب بالقياسات الخطية، لأربعة أرقام معنوية، سم^3 .

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 $1 \text{ سم}^3 = 1000 \text{ مم}^3$)

π باي = 3,14159

H_{avg} = متوسط الارتفاع، بالبوصة أو مم

D_{avg} = متوسط القطر بالبوصة أو مم

A1.4.2.3 الشرح

يا هندسة دي المعادلة النهائية اللي بتجمع كل شغلنا. هي ببساطة معادلة حجم الأسطوانة مع إضافة ثابت التحويل لضممان الحصول على الحجم بوحدة سم³.

شرح مكونات المعادلة:

D_{avg} : متوسط القطر الداخلي للقالب اللي حسبناه مسبقاً

H_{avg} : متوسط الارتفاع الداخلي للقالب

باي: النسبة التقريرية ٣,١٤١٥٩

K_3 (ثابت التحويل): لضمان أن الحجم النهائي بالستيمتر المكعب مهما كانت وحدة القياس الأصلية

قياسات بالبوصة $\rightarrow K_3 = 16.387$

قياسات بالمليمتر $\rightarrow K_3 = 0.001$

الخلاصة النهائية: طريقة القياس الخطى تعتمد على قياس أبعاد القالب بدقة القطر والارتفاع التأكد من مطابقتها للمواصفات ثم استخدام هذه الأبعاد في معادلة حجم الأسطوانة للحصول على الحجم الفعلى للقالب.

A1.5 Comparison of Results and Standardized Volume of Mold

A1.5 مقارنة النتائج والحجم القياسي المعتمد لل قالب.

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 cm³ or ft³. To convert cm³ to ft³, divide cm³ by 28 317, record to the nearest 0.0001 ft³.

A1.5 الترجمة

A1.5.1 الحجم الذي تم الحصول عليه بأي من الطريقةين يجب أن يكون ضمن متطلبات تفوات الحجم المذكورة في 6.1.1 و 6.1.2، باستخدام إما سم³ أو قدم³. لتحويل سم³ إلى قدم³، اقسم سم³ على ٢٨٣١٧، وسجل الناتج لأقرب ٠,٠٠٠١ قدم³.

A1.5.1 الشرح

البند ده هو خط النهاية لعملية المعاير بعد ما حسبت حجم القالب سواء بطريقة المية أو طريقة القياسات لازم تعمل تشبيك آخر.

الخطوة:

ارجع للمواصفات الأساسية:
المواصفة بتقولك ارجع للقسم الرئيسي رقم ٦ بند ٦.١.١ و ٦.١.٢ اللي فيه الأبعاد والأحجام القياسية للقوالب.

قارن الحجم اللي حسبته:
شوف الحجم اللي أنت حسبته (٧) وقارنه بالحجم القياسي المذكور في القسم ٦.

للقالب ٤ بوصة: الحجم القياسي هو $0,0005 \pm 0,0333$ قدم³ أو ما يعادله بال سم³، حوالي 943 ± 14 سم³.

للقالب ٦ بوصة: الحجم القياسي هو $0,0009 \pm 0,0750$ قدم³ أو ما يعادله بال سم³، حوالي 2124 ± 55 سم³.

الحكم النهائي:

إذا كان حجمك المحسوب يقع داخل هذا المدى المسموح به: فبروك القالب بتاعك سليم ومعاييره صحيحة. الحجم اللي أنت حسبته ده هو الحجم القياسي المعتمد اللي هتسخدمه 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 تماماً وفي الحالة دي يجب التخلص منه.

معلومات إضافية (تحويل الوحدات):
البند بيضيف معلومة مفيدة: لو عايز تحول الحجم من سم³ إلى قدم³ عشان تقارنه بسهولة بالقيم اللي في **القسم ٦** اقسم القيمة اللي بال سم³ على ٢٨٣١٧.

الخلاصة:

الخطوة دي هي التأكيد الأخير على أن حجم القالب الفعلي اللي حسبته يقع ضمن الحدود المقبولة عالمياً لهذا النوع من القوالب. لو طلع مطابق يبقى الرقم ده هو شهادة ميلاد القالب الجديدة اللي هتشتغل بيها.

A1.5.2 The difference between the two methods should not exceed 0.5 % of the nominal volume of the mold, cm³ or ft³.

الترجمة

A1.5.2 الفرق بين الطريقتين يجب ألا يتجاوز ٠,٥٪ من الحجم الاسمي لل قالب، سواء بال سم³ أو بال قدم³.

A1.5.2 الشرح

البند ده بيحط شرط إضافي في حالة إنك استخدمن الطريقتين عشان تعابر نفس القالب طريقة الملمع بالماء وطريقة القياس الخطي.

الموقف:

أنت عملت معايرة لل قالب بطريقة المية وطلعت الحجم .Vw

و عملت معايرة لنفس القالب بطريقة القياسات .Vlm وطلعت الحجم .

أنت كده معاك قيمتين للحجم والمفروض يكونوا قربيين جدًا من بعض.

الحكم على دقة شغلوك: المواصفة بتقولك عشان تتأكد إن شغلوك في الطريقتين كان دقيق لازم الفرق بينهم ميكوش كبير.

احسب الفرق:

$$\text{الفرق} = \text{القيمة الأكبر} - \text{القيمة الأصغر} = |Vw - Vlm|$$

احسب النسبة المئوية للفرق:

$$\text{نسبة الفرق} (\%) = (\text{الفرق} \div \text{الحجم الاسمي لل قالب}) \times 100$$

الحجم الاسمي: هو الحجم القياسي المعروف (حوالى ٩٤٣ سم³ لل قالب ٤ بوصة، و ٢٢٤ سم³ لل قالب ٦ بوصة).

القرار:

إذا كانت نسبة الفرق $\geq 0,5\%$: فمتاز! ده معناه إن شغلوك في الطريقتين كان دقيق ومتافق.

إذا كانت نسبة الفرق $> 0,5\%$: فيه مشكلة و ده مؤشر قوي على وجود خطأ في قياساتك في واحدة من الطريقتين أو كلتيهما و لازم تراجع خطواتك وتعيد المعايرة تاني عشان تعرف مصدر الخطأ.

مثال عملي A1.5.2 (قالب ٤ بوصة):

$$Vw = 946,3 \text{ سم}^3$$

$$Vlm = 942,1 \text{ سم}^3$$

$$\text{الفرق} = 4,2 = 946,3 - 942,1 \text{ سم}^3$$

$$\text{الحجم الاسمي} \approx 943 \text{ سم}^3$$

$$\text{نسبة الفرق} = 0,445 \approx 100 \times (943 \div 4,2) \approx 0,445 \%$$

النتيجة: ٠,٤٤٥٪ أقل من ٠,٥٪، إذاً الشغل مقبول وال نتيجتين متوفقتين.

الخلاصة:

البند ده هو ميزان بيوزن دقة شغلوك بين الطريقتين. هو بيضمن إنك لو استخدمن أي طريقة منهم ه تكون النتيجة قريبة جداً من الثانية وده بيزيدي 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 يشتبه في دقتها أكثر، أو كلتيهما، إذا لم يتم استيفاء هذه المعايير.

A1.5.3 الشرح

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 حسبيت إنك عملتهاش بدقة كافية؟

طريقة القياس الخطي: هل كنت بتضفيط على القدمة أوي وأنت بتقيس؟ هل قراءاتك كانت متبااعدة جداً عن بعضها؟ الطريقة دي فيها فرصه أكبر للخطأ البشري.

طريقة الملمع بالماء: هل شكّيت إن فيه فقاعة هواء صغيرة؟ هل الميزان كان بيعبث؟ الطريقة دي أدق عموماً، لكنها حساسة جداً.

بناءً على مراجعتك، حدد الطريقة اللي أنت "شاكل" فيها أكثر.

أعد التجربة:

إذا كنت تشكي في طريقة واحدة: أعد تنفيذ هذه الطريقة فقط بحرص ودقة أكبر.

إذا كنت تشكي في الطريقتين، أو مش قادر تحدد مصدر الخطأ: المواصفة بتقولك ريح 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

two methods, even after several trials, is an indication that the mold is badly deformed and should be replaced.

A1.5.4 الفشل في الحصول على تطابق فرضٍ 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 طبع أكبر من %.٥٠,٥ عدت التجربة مرة واثنين وتلاتة وراجعت خطواتك بدقة، ومتتأكد ١٠٠% إن شغلك صح ومفيهوش أخطاء. ورغم كل ده لسه الفرق بين الطريقتين كبير ومصرّ إنه يكون أكبر من %.٥٠,٥.

التخخيص: المعايرة بتقولك إن المشكلة هنا غالباً مبقتش فيك أنت أو في شغلك المشكلة في القالب نفسه.

إيه اللي ممكن يكون حاصل؟

القالب ممكن يكون مشوه بشدة. يعني ممكن يكون واحد خبطة جامدة خليته متش بيضاوي بس، لأن ده شكله بقى غير منتظم تماماً. ممكن يكون فيه بعج لجوه أو لبره في منطقة معينة. هذا التشوه بيخلify طريقة القياس الخطي (اللي بتعتمد على قياس أقطار منتظمة) تدي نتيجة، وطريقة الملمع 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.

المعاصرة 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 يتفقاً 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^3 or m^3 shall have four significant digits. The use of a volume in ft^3 , along with masses in lbm shall not be regarded as a nonconformance with this standard.

الترجمة

A1.5.5 استخدم حجم القالب المحدد باستخدام طريقة الملمع 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 (cm^3) أو المتر المكعب (m^3) يجب أن تحتوي على أربعة أرقام معنوية. إن استخدام الحجم بالقدم المكعب (ft^3)، مع الكتل بالرطل (lbm)، لا يعتبر عدم مطابقة لهذه المعايرة.

A1.5.5 الشرح

البند ده هو الخلاصة النهائية اللي بتجاوب على سؤال: طيب بعد كل ده أنه رقم أستخدمنه؟

الخطوات النهائية:

اختيار الحجم المعتمد:

بعد ما خلصت المعايرة بقى عندك قيمة أو أكثر للحجم.

المعاصرة بتديلك حرية الاختيار: لو استخدمت طريقة واحدة بس المية أو القياسات: استخدم الحجم اللي طلعلك منها.

لو استخدمت الطريقتين والفرق بينهم مقبول أقل من %.٥٠,٥: ممكن تستخدم أي واحدة منهم أو الأفضل إنك تاخد المتوسط الحسابي بتاعهم عشان تكون النتيجة أكثر دقة والرقم اللي هتخداره ده هو اللي هتسميه ٧ وهو ده الحجم الرسمي الجديد للقالب بتاعك.

استخدامه في الحسابات:

الرقم (V) ده هو اللي هترجع تعوض بيه في معادلة حساب الكثافة الرطبة (pm) اللي في القسم الرئيسي (11.2.2.1): الكثافة الرطبة = وزن التربة الرطبة \div الحجم

المعتمد (V)

كده أنت بتضمن إن حسابات الكثافة بتاعتكم مبنية على حجم فعلي دقيق، مش حجم اسمي قدام.

الدقة المطلوبة (٤ أرقام معنوية):

المعاصرة بتتأكد تاني على نقطة مهمة: الحجم النهائي (V) اللي هتسجله وتستخدمه لازم يكون بدقة ٤ أرقام معنوية (مثلاً ٩٤٦,٣ cm^3 أو ٢٢٤ m^3). ده عشان تضمن إن دقة حسابات الكثافة النهائية متقلش.

ملاحظة عن الوحدات الأمريكية:

آخر جملة دي بتؤمن الناس اللي شغالة بالنظام الأمريكي (بوصة قدم رطل).

بتقولهم: "لو أنت بتستخدموا الحجم بالقدم المكعب (ft^3) والأوزان بالرطل (lbm) ده مش مخالف للمعايرة. إحنا بنقبل النظامين و دى مجرد تأكيد على مرونة المعايرة وقبولها للنظامين الدولي والأمريكي."