

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علماً، واجعل هذا العمل خالصاً لوجهك الكريم، وسبباً في نفع عبادك، وأجرأ لنا ولوالدينا ولكل من ساهم فيه.

مقدمة

هذا العمل هو ترجمة وشرح تفصيلي لكل بند من بنود المعاصفة القياسية الأمريكية ASTM D5444 - 24 ، الخاصة بطريقة التحليل الحجمي الميكانيكي للركام المستخرج من الخلطات الأسفلتية باستخدام المناخل.

تمت ترجمة المعاصفة كاملة بندًا بندًا، مع إضافة الشرح المبسط لكل جزء، وبيان الهدف منه وأمثلة عملية توضح كيفية التطبيق في المعمل، وذلك لتسهيل الفهم على المهندسين والفنين والباحثين في مجال هندسة الطرق والخلطات الأسفلتية.

محتوى الملف

يتضمن هذا الملف:

(Scope).

المستندات المرجعية.(Referenced Documents).

الأهمية والاستخدام.(Significance and Use).

الأجهزة.(Apparatus).

العينة.(Sample).

الإجراءات.(Procedure).

الحسابات.(Calculations).

الدقة والانحياز.(Precision and Bias).

خاتمة

نسأل الله أن يكون هذا العمل نافعاً لكل من يقرأه ويطبقه، وأن يجعله سبباً في نشر العلم والمعرفة، وأن يتقبله متن خالصاً لوجهه الكريم.

اللهم اجعل هذا العلم شاهداً لنا لا علينا، واغفر لنا ولوالدينا ولجميع المسلمين، ووفقنا جميعاً لما تحب وترضى.

اخوك في الله

محمد القصبي

Standard Test Method for Mechanical Size Analysis of Extracted Aggregate¹

1. Scope

١. النطاق

1.1 This test method covers a procedure for determination of the particle size distribution of fine and coarse aggregates extracted from asphalt mixtures using sieves with square openings.

١.١ الترجمة:

هذه الطريقة بتوضح خطوات تحديد توزيع حجم الحبيبات التدرج الحجمي للركام الناعم والركام الخشن اللي بنسخرجه من الخلطات الأسفلتية، وده بيتم باستخدام مناخل فتحاتها مربعة.

١.٢ الشرح :

البند ده بيقولنا إن الهدف من الاختبار إننا نعرف الركام اللي جوه الخلطة الأسفلتفية حجمه متوزع إزاى، يعني فيه قد إيه ناعم وقد إيه خشن. الطريقة إننا بنفصل الركام من العينة الأسفلتفية ونهزها على مجموعة مناخل فتحاتها مربعة اللي هي المناخل العاديه اللي بنسخدمها في المعامل. النتيجة بتديينا التوزيع الحجمي اللي هو جدول أو رسم بيبيان كل حجم ركام نسبته قد إيه.

طيب يعني إيه التدرج الحجمي؟

التدرج الحجمي هو توزيع أحجام حبيبات الركام سواء ناعم أو خشن داخل الخلطة يعني بنشوف كل حجم من الركام نسبته قد إيه من الوزن الكلي.

١.٣ الهدف:

الهدف إننا نتأكد إن الركام اللي جوه الخلطة الأسفلتفية مطابق للمواصفات المطلوبة. ليه؟

لأن توزيع الأحجام بيأثر على قوة الخلطة الأسفلتفية مرونتها ونسبة الفراغات فيها يعني لو التوزيع مش مضبوط ممكن الخلطة يحصل فيها مشاكل بسرعة أو تبقى مليانة فراغات.

١.١ مثال عمل:

جبت عينة أسفلت وزنها ١٠٠ جم.

استخرجت الركام منها بعد إذابة المادة الأسفلتفية اللي هي البيوتمين

وزنت الركام وحططيه على المناخل:

مرعلى منخل فتحة ١٩ مم و طلع فوقه ٢٠٠ جم.

مرعلى منخل ٩,٥ مم و طلع فوقه ٣٠٠ جم.

مرعلى منخل ٤,٧٥ مم و طلع فوقه ٢٥٠ جم.

الباقي ناعم تحت ٤,٧٥ مم و ٢٥٠ جم.

طريقة حساب كل نسبة

نسبة كل جزء = (وزن الجزء المحجوز ÷ الوزن الكلي) × ١٠٠

مثال: نسبة الركام اللي فوق منخل ١٩ مم = (٢٠٠ ÷ ٢٠٠) × ١٠٠% = ١٠٠%

نعمل كده لكل المناخل ونرسم منحنى التدرج الحجمي.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

الترجمة (١,٢):

القيم المذكورة في هذه المواصفة كلها بوحدات النظام الدولي (SI)، ومفيش أي وحدات قياس تانية مستخدمة في المواصفة.

الشرح (١,٢):

البند ١,٢ بيأك إن كل الأرقام اللي هنستخدمها في المواصفة دي هتبقى بالنظام الدولي للوحدات. يعني مثلاً:

الوزن يكتب بالكيلوجرام أو الجرام.
الطول بالمتر أو الميلي متر.
القوة بالنيوتن.

من نوع نستخدم أي وحدات تانية زي البوصة أو الرطل أو الطن ده بيسهل الفهم ويمنع أي لخبطة بين أنظمة القياس المختلفة.

الهدف (١,٢):

إن المواصفة تبقى موحدة على مستوى العالم يعني أي حد يطبقها في أي مكان هيفهمها بنفس الشكل لأن الوحدات كلها من النظام الدولي.

المثال (١,٢):

لو عايز أحسب الكثافة:
الوزن = ٥٠٠ جم.

الحجم = ١٠٠ سم^٣.

الحساب:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} = \frac{500}{100} = ٥ \text{ جم/سم}^3.$$

لكن لو كتبت الوزن بالرطل أو الحجم بالبوصة المكعبة كده مخالف للبند ١,٢.

1.3 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.

الترجمة (١,٣):

هذه المواصفة مش هدفها تغطي كل مسائل السلامة، لو فيه أي مخاطر مرتبطة باستخدامها. المسؤولية على الشخص اللي هيستخدم المواصفة إنه يحدد الممارسات المناسبة للسلامة والصحة وحماية البيئة، ويتأكد من تطبيق أي قوانين أو قيود قبل الاستخدام.

الشرح (١,٣):

البند ١,٣ بيقول إن المواصفة دي مش بتاخد بالاعتبار كل المخاطر اللي ممكن تحصل أثناء تطبيقها.

يعني لو في أي اختبارات أو استخدام للرخام أو الخلطات ممكن يكون فيها خطر على الشخص أو البيئة المواصفة مش هتغطيه بالكامل.

المسؤولية كلها على الشخص اللي هيطبق الاختبار يعني أثناء الشغل لازم يلبس أدوات السلامة زي قفازات ونظارة وكمامه لو في غبار

علشان ياخد احتياطات للصحة وبيئة العمل. يتأكد إن أي قوانين أو لوائح محلية متطبقة قبل ما يبدأ الاختبار.

الهدف (١,٣):

الهدف من البند ١,٣ هو تذكير المستخدمين إن السلامة على عاتقهم، والمواصفة مش بتحل محل قواعد السلامة أو القوانين.

يعني عشان ما يحصلش أي حوادث أو مشاكل أثناء العمل.

المثال (١,٣):
 لو هتعمل اختبار تدرج للرکام: ممكن يكون في غبار ناعم في العينة يبقى لازم تلبس کمامه وقفازات ونظارة. لو بتمسك عينة أسفلت ساخنة لازم تحذر من الحرارة وتستخدم أدوات مقاومة للحرارة. لازم تتأكد من قوانين بيئه العمل المحليه مثلًا لو فيه قيود على التخلص من النفايات ما ترميش الرکام أو المواد الكيميائيه بدون ترخيص. ده كله مسؤوليتك كمستخدم للمواصفة مش مسؤولية المواصفة نفسها.

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

الترجمة (١,٤):
 تم تطوير هذه المواصفة الدولية وفقاً للمبادئ المعترف بها دولياً في مجال وضع المواصفات، والتي تم تحديدها في قرار مبادئ تطوير المواصفات الدولية والدلائل والتوصيات الصادر عن لجنة العقبات التقنية للتجارة في منظمة التجارة العالمية (TBT).

الشرح (١,٤):
 البند ١,٤ بيقول إن المواصفة دي مش حاجة محلية أو عشوائية لكنها تم تطويرها حسب مواصفات عالمية يعني هي ماشية على نفس المبادئ اللي معترف بيها عالمياً عشان المواصفات تكون موحدة ومتوافقة بين الدول.
 المبادئ دي حددتها لجنة العقبات التقنية للتجارة في منظمة التجارة العالمية ودي لجنة بتشرف إن أي مواصفة دولية تكون عادلة لكل الدول.
 ما تمنعش التجارة بين الدول.
 تكون واضحة وقابلة للتطبيق على نطاق واسع باختصار: المواصفة دي معترف بها دولياً واتبعـت خطوات رسمية جداً في وضعها.

الهدف (١,٤):
 الهدف من البند ١,٤ هو تأكيد موثوقية المواصفة وإنها مش بس توصية محلية، لكن مستندة على قواعد عالمية تجعلها مقبولة لأي بلد أو جهة تستخدموها.

المثال (١,٤):
 لو شركة في أي دولة عايزة تعمل اختبار تدرج حجمي للرکام ممكن تستخدم المواصفة دي بثقة لأنها مطابقة للمعايير الدولية.
 أي نتائج هتطلع من الاختبارات هتكون مقبولة في أي جهة دولية.
 ما فيش تضارب بين القوانين المحلية والمواصفة لأن المبادئ العالمية معمولة علشان تحمي المستخدم والدولة من أي مشاكل.

2. Referenced Documents

٢. المستندات المرجعية

2.1 ASTM Standards:²

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

D2172/D2172M Test Methods for Quantitative Extraction of Asphalt Binder from Asphalt Mixtures

D3666 Specification for Minimum Requirements for Agen-cies Testing and Inspecting Road and Paving Materials D6307 Test Method for Asphalt Content of Asphalt Mixture by Ignition Method

D8159 Test Method for Automated Extraction of Asphalt Binder from Asphalt Mixtures

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2.2 AASHTO Standard:³

AASHTO Test Method T 30 Mechanical Analysis of Extracted Aggregate

الهدف من بند ٢,١ هو:

تحديد المستندات والمواصفات التي اعتمدت عليها هذه المواصفة.

توضيح مصادر المعلومات التي ممكن المستخدم يحتاج يرجع لها أثناء الاختبارات.

المثال (٢,١):

لو هتنطبق اختبار التدرج الحجمي للركام المستخرج من الأسفلتف:

١. هتسخدم المناخل حسب E11.

٢. لو عايز تعرف محتوى الأسفلتف تستخدم D6307 أو D2172.

٣. لو عايز تحسب دقة الاختبارات ترجع لـ C670.

٤. لو عايز تعمل تحليل ميكانيكي للركام المستخرج ترجع لـ AASHTO T30.

ده معناه إن كل خطوة في الاختبار ليها مرجع رسمي وده بيخلify النتائج صحيحة ومعترف بيها.

3. Significance and Use

٣. الأهمية والاستخدام

الشرح (٢,١):

البند ٢,١ بيقولنا إن في مواصفة ASTM دي، فيه مستندات تانية إحنا ممكن نحتاجها أو المرجعية الأساسية ليها.

يعني لو هتنطبق اختبار التدرج الحجمي أو استخراج الركام من الأسفلتف، لازم نعرف إن فيه:

طرق رسمية لإعداد الدقة والانحياز C670.

طرق لاستخراج المادة الأسفلتفية من العينة اللي هي البيتمين طبقاً للمواصفات دي (D2172, D8159). طريقة احتساب محتوى الأسفلتف بالاحتراق (D6307).

مواصفات المناخل نفسها E11. كمان فيه مواصفة AASHTO T30 للتحليل الميكانيكي للركام.

ده كله معناه إن الاختبارات مش حاجة عشوائية فيه مواصفات رسمية مرجعية لازم نلتزم بيها.

الترجمة (٣,١):

طريقة الاختبار دي بتسخدم لتحديد توزيع أحجام الركام المستخرج من الخلطات الأسفلتفية. النتائج دي بتسخدم للتأكد من مطابقة توزيع حجم الحبيبات للمواصفات المطلوبة وكمان لتوفير البيانات اللازمة للتحكم في إنتاج أنواع الركام المختلفة المستخدمة في الخلطات الأسفلتفية.

الشرح (٣,١):

البند ٣,١ بيقول إن الفرض من الاختبار هو معرفة تدرج حجمي الركام بعد ما نستخرجه من الخلطة الأسفلتية علشان نشوف الركام كله متوزع إزاى يعني قد إيه ناعم وقد إيه خشن وهل التوزيع ده مطابق للمواصفة ولا لا.

النتائج مش بنس للمعمل، لكن كمان بتقييد المصانع أو الكسارة اللي بتنتاج الركام إنهم يضبطوا إنتاج الركام قبل ما يدخل في الخلطات.

لو التدرج صح الخلطة هتكون متماسكة وقوية.

لو التدرج غلط الخلطة هتبقى فيها فراغات أو ضعيفة.

يعني باختصار الاختبار ده زي البوصلة اللي بتورينا هل الركام كوييس ولا يحتاج تعديل قبل الاستخدام.

الهدف من بند ٣,١ هو:

التحقق من مطابقة الركام للمواصفات من حيث توزيع الأحجام.

توفير بيانات تساعد في ضبط إنتاج الركام وتحسين جودة الخلطات الأسفلتية.

المثال (٣,١):

لو مصنع أسفلت عنده الركام التالي بعد الاستخراج:

فوق منخل ١٩ مم → ٢٠٠ جم

فوق منخل ٩,٥ مم → ٣٠٠ جم

فوق منخل ٤,٧٥ مم → ٢٥٠ جم

تحت منخل ٤,٧٥ مم → ٢٥٠ جم

نحسب النسب:

$$19 \text{ مم} = \frac{200}{1000} \times 100\% = 20\%$$

$$9,5 \text{ مم} = 30\%$$

$$4,75 \text{ مم} = 25\%$$

$$\text{أقل من } 4,75 \text{ مم} = 25\%$$

لو المعاصفة بتقول إن التدرج المقبول:

$$19 \text{ مم} \rightarrow 15\% - 25\%$$

$$9,5 \text{ مم} \rightarrow 25\% - 35\%$$

$$4,75 \text{ مم} \rightarrow 20\% - 30\%$$

$$\text{أقل من } 4,75 \text{ مم} \rightarrow 20\% - 30\%$$

يبقى العينة مطابقة للمعاصفة وده معناه إن الإنتاج مظبوط والخلطة ه تكون متماسكة.

NOTE 1—The quality of the results produced by this standard are dependent on the competence of the personnel performing the procedure and the capability, calibration, and maintenance of the equipment used. Agencies that meet the criteria of Specification D3666 are generally considered capable of competent and objective testing, sampling, inspection, etc. Users of this standard are cautioned that compliance with Specification D3666 alone does not completely ensure reliable results. Reliable results depend on many factors; following the suggestions of Specification D3666 or some similar acceptable guideline provides a means of evaluating and controlling some of those factors.

٣,٢ - ملاحظة حول جودة النتائج

الترجمة (٣,٢):

جودة النتائج الناتجة من هذه المواصفة تعتمد على كفاءة الأفراد اللي بيطبقوا الاختبار وكمان على قدرة الجهاز المستخدم وصيانته ومعاييرته.

الجهات اللي بتطبق شروط المعاصفة D3666 تعتبر عادةً قادرة على إجراء اختبارات وعينات وفحص بشكل كفاءة موضوعي.

لكن مستخدمي هذه المعاصفة يجب أن يكونوا حذرين، لأن الالتزام بمواصفة D3666 وحدتها لا يضمن الحصول على نتائج موثوقة تماماً.

النتائج الموثوقة تعتمد على عوامل كثيرة واتباع توصيات مواصفة D3666 أو أي دليل مقبول مشابه يوفر وسيلة لتقدير وضبط بعض هذه العوامل.

الشرح (٣,٢):

البند ٣,٢ بيحذرنا من حاجة مهمة جداً هي اني

جودة النتائج مش بس بالمواصفة نفسها ده
كمان بيعتمد على حاجات تانية مهمة زي :-
مهارة وخبرة الشخص اللي بيعمل الاختبار.
حالة الجهاز هل معايير كوييس؟ صيانته منتظمة؟
استخدام الأدوات بطريقة صحيحة.

الجهات اللي مطابقة لمواصفة D3666 غالباً بتقدر
تعمل اختبارات وفحص بشكل كوييس بس ده مش
ضمان كامل إن كل النتائج هتكون دقيقة.
يعني باختصار النتائج الموثوقة محتاجة
شخص شاطر ومتمرس كمان أجهزة مطبوعة
ومعايير كوييس
وبعدين اتباع إرشادات واضحة زي D3666 أو دليل
مشابه.

الهدف من بند ٣,٢ هو:

اننا نعرف المستخدمين إن جودة النتائج مش
متوترة على المعاصفة بس لازم مهارة وتجهيزات
كوييسة.
تشجيعهم على اتباع إرشادات معروفة لضمان
تقييم وضبط العوامل اللي ممكن تأثر على النتائج.

المثال (٣,٢):

لو عندنا معمل بيعمل اختبار تدرج
الفني اللي هيعلم الاختبار جديد وما عندهوش لسه
خبرة ف ممكن يطلع نتائج اختبار الركام غلط على
بسبيب قلة الخبرة وطريقة الهز .
او المناخل قديمة او مش مطابقة ممكن تؤدي الى
نتائج مش مطبوعة
ف لو اتبعنا نصائح D3666:
عملنا الفني على الطريقة الصحيحة.
علمنا الفني على الطريقة الصحيحة.
سجلنا كل خطوات الاختبار.

يبقى عندنا فرصه أكبر إن النتائج تكون دقيقة
وموثوقة

ا. الأجهزة

4.1 Balances, or scales, readable to 0.1 g and accurate to 0.1 g or 0.1 % of the test load, whichever is greater, at any point within the range of use.

الترجمة (٤,١):

موازين أو أجهزة وزن تكون قابلة للقراءة حتى ٠,١ جم ودقتها ٠,١ جم أو ٠,١٪ من الحمل الاختباري، أيهما أكبر عند أي نقطة ضمن نطاق الاستخدام.

الشرح (٤,١):

البند ٤ يقول إننا محتاجين ميزان دقيق جداً للختبار عشان قياس وزن الركام يكون مطبوط يقرأ حتى ٠,١ جم.

كمان دقته تكون ٠,١ جم أو ٠,١٪ من وزن العينة اللي منهم أكبر هو اللي نستخدمه. ده مهم جداً لأن أي فرق صغير في الوزن هيأثر على حساب التدرج.

الهدف (٤,١):

الهدف هو ضمان دقة قياس الوزن وبالتالي ضمان صحة حساب نسبة الركام في كل حجم.

المثال (٤,١):

لو عندنا عينة ركام وزنها:

مثال ١ - على عينة وزنها كبير:

وزن العينة = ١٠٠ جم

نحسب ا,٪ ازي كالتى

١٪ من الوزن = ١٠٠ × ٠,٠١ = ١ جم

بعدين نقارن بين ١,٠ جم و ١ جم هيكون الاكبر = ١

جم يبقى الميزان لازم دقته على الأقل ١ جم.

مثال ٢ - على عينة وزنها صغير:

وزن العينة = ٥٠ جم

نحسب ا,٪ ازي كالتى

١٪ من الوزن = ٥٠ × ٠,٠١ = ٠,٥ جم

بعدين نقارن بين ١,٠ جم و ٠,٥ جم هيكون الاكبر = ١

جم يبقى الميزان لازم دقته على الأقل ١,٠ جم.

النتيجة ان الميزان لازم يكون دقيق بما يتناسب مع

حجم العينة لأن العينات الكبيرة تكون دقة الميزان أكبر.

والعينات الصغيرة تكون الدقة الميزان أقل.

4.2 Sieves, with square openings, mounted on substantial frames constructed in a manner that will prevent the loss of materials during sieving. Suitable sieve sizes shall be selected to furnish the information required by the specifications covering the material to be tested. The woven wire cloth sieves shall conform to the requirements of Specification E11.

الترجمة (٤,٢):

مناخل بفتحات مربعة مركبة على إطارات قوية مصممة بطريقة تمنع فقدان المواد أثناء الهز.

يجب اختيار أحجام المناخل المناسبة لتوفير المعلومات المطلوبة حسب المواصفات الخاصة بالمادة المراد اختبارها.

ويجب أن تكون المناخل المصنوعة من القماش **E11** السلكي ملتزمة بمتطلبات المواصفة.

الشرح (٤,٢):

البند ٤,٢ بيشرح لنا المناخل اللي هنستخدمها في اختبار تدرج الركام:
المناخل لازم فتحاتها مربعة مش مستطيلة أو أي شكل تاني.

الإطار لازم يكون قوي ومتين، عشان لما نهز العينة ما يقعش ركام أو يتتساقط ونضييع جزء من العينة.

نختار حجم المناخل حسب الحاجة يعني لو العينة فيها ركام كبير وخشن بيقى نستخدم مناخل كبيرة ولو عينة رمل ممكن نستخدم مناخل صغيرة.

المناخل المصنوعة من القماش السلكي لازم تلتزم بالمواصفة E11 اللي بتحدد جودة السلك وحجم الفتحات.

الهدف من بند ٤,٢ هو:

١. ضمان دقة وموثوقية الهز.
٢. منع فقدان أي جزء من العينة أثناء الاختبار.
٣. اختيار المناخل المناسبة حسب حجم الركام لضمان الحصول على تدرج صحيح.

المثال (٤,٢):

لو عندنا عينة ركام أسفلت وزنه ١٠٠ جم ونريد معرفة التدرج:-

١. نركب المناخل على بعض على إطار قوية، مثلًا:

منخل ١٩ مم

منخل ٩,٥ مم

منخل ٤,٧٥ مم

منخل ٢,٣٦ مم
وهكذا باقي المناخل

٢. نضع العينة في أعلى منخل ونبداً الهز.

٣. كل جزء من الركام بيوقف فوق المناخل المناسب بدون فقد أي حبيبة علشان النتائج تكون مطبوعة.

المناخل المصنوعة من القماش السلكي تضمن إن الحبيبات الصغيرة تمر بشكل صحيح وما تلتصق أو تتعلق في السلك.

في النهاية النتيجة ان كل وزن فوق كل منخل هيكون محسوب بدقة و هانحصل على تدرج مطبوع.

1.3 *Mechanical Sieve Shaker*—If used, it shall impart a vertical, or lateral and vertical, motion to the sieve, causing the particles thereon to bounce and turn so as to present different orientations to the sieving surface. The sieving action shall be such that the criterion for adequacy of sieving described in 6.8 is met in a reasonable time period.

الترجمة (٤,٣):

جهاز هز المناخل الميكانيكي إذا تم استخدامه يجب أن يعطي حركة رأسية أو حركة رأسية وأفقية في نفس الوقت للمناخل بحيث يجعل الحبيبات ترتد وتدور، وتتعرض لسطح المنخل من زوايا مختلفة.

ويجب أن تكون حركة الهز كافية بحيث يتم تحقيق معيار كفاية الهز الموضح في البند ٦.٨ خلال فترة زمنية معقولة.

الشرح (٤,٣):

البند ٤,٣ بيشرح لنا وظيفة جهاز الهز الميكانيكي:

لو استخدمنا جهاز ميكانيكي بدل الهز اليدوي الجهاز لازم يحرك المنخل رأسياً يعني فوق وتحت أو رأسياً وأفقياً مع بعض الهدف من الحركة دي ان الحبيبات تتقلب وتدور على سطح المنخل تسهل إن كل حبة تمر من الفتحات المناسبة.

الحركة لازم تكون كافية عشان نحقق معيار كفاية الهز الموجود في البند ٦.٨ يعني كل الحبيبات تنزل في المناخل المناسبة في وقت معقول، وما ييقاش في حبيبات معلقة أو محتاجة وقت طويلة للهز.

الهدف من بند ٤,٣ هو:

ضمان هز دقيقة وموحدة لكل الحبيبات.

تقليل الجهد اليدوي والزمن المطلوب للهز اليدوي.

التأكد أن نتائج التدرج تكون صحيحة في فترة زمنية معقولة.

المثال (٤,٣):

لو عندنا عينة ركام ١٠٠٠ جم، ونستخدم جهاز الهز الميكانيكي:

نحط المناخل بترتيب من الأكبر إلى الأصغر على الإطار في الجهاز.
نحدد الحركة: رأسية + أفقية لو الجهاز مزود بذلك بعد دقائق كل الحبيبات الكبيرة توقف على المنخل المناسب الصغيرة تمر للمنخل الأصغر
نلاحظ بعد ذلك أن كل جزء من الركام استقر في مكانه بدون أي حبيبات معلقة وبكلة تكون حققنا معيار كفاية الهز.
ولو استخدمنا هز يدوي ممكن نحتاج وقت أطول ومجهود أكبر وبعض الحبيبات الصغيرة ممكن تعلق على المنخل.

الترجمة (٤,٤):

فرن بحجم مناسب، قادر على الحفاظ على درجة حرارة موحدة 110 ± 5 °C.

الشرح (٤,٤):

البند ٤,٤ بيقول إننا محتاجين فرن لاختبار الركام أو الخلطات

حجم الفرن لازم يكون مناسب للعينة اللي هنجفها أو نعمل عليها الاختبار.

الفرن لازم يحافظ على درجة حرارة ثابتة حوالي 110 درجة مئوية ± 5 درجات، عشان عملية التجفيف أو أي تحضير للعينة يكون موحد.

ده مهم جداً لأن درجة الحرارة الثابتة تضمن إن الوزن اللي هنقيسه بعد التجفيف يبقى دقيق، ونتجنب أي اختلاف بسبب الرطوبة المتبقية أو فقدان مادة ثانية.

الهدف من بند ٤,٤ هو:

ضمان تجفيف العينة بشكل موحد قبل الاختبار.
منع أي خطأ في الوزن بسبب بقايا رطوبة أو حرارة غير مستقرة.
الحفاظ على دقة وموثوقية النتائج أثناء حساب التدرج الحجمي.

المثال (٤,٤):

لو عندنا عينة ركام وزنها قبل التجفيف = ١٠٣ جم، وبعد وضعها في الفرن عند ١٠٠ درجة مئوية لمدة محددة:

نلاحظ أن وزنها بعد التجفيف = ١٠٠ جم
الفرق ٣ جم كان ماء ورطوبة.

لو الفرن ما كانش محافظ على درجة حرارة ثابتة
ممكّن بعض الرطوبة تبقى موجودة أو الركام يتصرّق
الوزن بعد التجفيف يكون غير دقيق التدرج الحجمي
يتصرّق غلط.

استخدام فرن مضبوط على $100 \pm 5^\circ\text{C}$ يضمن أن
الوزن النهائي يعكس الوزن الحقيقي للركام بعد
إزالة الرطوبة.

1.5 Container—A pan or vessel of a size sufficient to contain the sample covered with water and to permit vigorous agitation without loss of any of the sample or water.

الترجمة (٤,٥):

وعاء - صينية أو حوض بحجم كافي ليحتوي العينة
ويغطيها بالماء ويسمح بالتحريك القوي دون
فقدان أي جزء من العينة أو الماء.

الشرح (٤,٥):

البند ٤,٥ بيشرح لنا نوع الوعاء اللي هنستخدمه في التحضير أو غسل العينة:
لازم يكون كبير بما فيه الكفاية بحيث العينة كلها تغطيها المياه أثناء التحرير.
لازم يسمح بالتحريك القوي أو الفرك، بحيث
الحببيات الصغيرة والكبيرة تتحرك بالكامل.
ولازم يمنع فقد أي جزء من العينة أو تسرب الماء
أثناء الغسيل.

الهدف من الوعاء ده هو ضمان أن كل الركام
يتعرض للغسيل أو التجهيز بشكل متساويم من غير
ما نضيع أي كمية.

الهدف من بند ٤,٥ هو:

الحفاظ على سلامة العينة كاملة أثناء التحضير.
ضمان أن كل الحببيات تتعرض للغسيل المطلوب.
منع أي فقد للمواد أو تغييرات في الوزن، للحفاظ
على دقة نتائج التدرج الحجمي.

المثال (٤,٥):

لو عندنا عينة ركام وزنها ١٠٠ جم، وعايزين نغطيها
بالمياه ونحركها:
نختار وعاء كبير بحيث يكون ارتفاع الماء أعلى من
الركام كله.
نضيف الماء ونحرك العينة بقوة لتحرير كل
الحببيات.

إذا الوعاء صغير أو ضيق ممكّن بعض الحببيات
تخرج خارج الوعاء وتنزل في الحوض كدة الوزن اللي
يتصرّق بعد ذلك يكون أقل من الوزن الفعلي و
الدرج هيطلع مش مضبوط
يبقى الأفضل استخدام وعاء مناسب يسمح
بتحريك العينة بالكامل بدون فقد أي جزء علشان
النتائج تكون دقيقة.

5. Sample

٥ - العينة

5.1 The sample shall consist of the entire sample of aggregate from Test Method D2172/D2172M or Test Method D6307.

المثال (٥,١):

لو عندنا خلطة أسفلت وتم استخراج الركام بالطريقة :D2172

وزن الركام الكلي بعد الاستخلاص = ١٠٠٠ جم

نأخذ كل الـ ١٠٠٠ جم كعينة للتحليل على المناخل

لو أخذنا بس ٥٠٠ جم → التدرج اللي هيتحسب ممكن يكون غير مطابق للحقيقة، لأن النصف الثاني من الركام ممكن يكون أحجامه مختلفة

يعني استخدام العينة الكاملة يضمن أن كل القياسات تمثل الركام الحقيقي في الخلطة، وبالتالي النتائج دقيقة.

الشرح (٥,١):

البند ا، ب يقول إننا لما نختبر تدرج الركام لازم نستخدم كل الركام اللي استخرجناه من الاختبار

يعني ما نأخذش جزء صغير ونحسب عليه لازم العينة كاملة.

يعني لو استخدمنا طريقة المواصفة D2172/D2172M لازم نأخذ كل الركام اللي خرج من عينة الاستخلاص.

و لو استخدمنا طريقة D6307 نفس الكلام كل الركام اللي خرج بعد عملية الاحتراق.
لأن ده مهم جداً عشان التدرج اللي هيتحسب يعكس الواقع الفعلي للركام في الخلطة.

الترجمة (٥,١,١):

الركام المستخرج بطريقه الاحتراق في طريقة الاختبار D6307 لا يجب استخدامه لتحليل التدرج الحجمي إذا كان معامل التصحيح الناتج في طريقة D6307 أكبر من ١,٠ (انظر الملاحظة ٢).

الهدف من بند ٥ هو:

ضمان تمثيل العينة بالكامل لكل الركام الموجود في الخلطة.

منع أي خطأ ناتج عن أخذ جزء صغير فقط من العينة.

الحصول على تدرج دقيق وموثوق.

الشرح (٥,١,١):
البند ١,١,١ بيكول إن لما نستخدم طريقة الاحتراق طبقاً للمواصفة (D6307) لاستخراج الركام من الأسفالت:
أحياناً بعد عملية الاحتراق نحتاج نطبق معامل تصحيح عشان نعدل الوزن الناتج بسبب فقد المادة غير الأسفلتية أو أخطاء الاحتراق.
لو المعامل ده أكبر من ١,٠ ده معناه إن وزن الركام بعد الاحتراق أقل من الوزن الحقيقي يعني أي تحليل للتدرج هيبقى غير دقيق.
في الحالة دي ممنوع استخدام العينة لتحليل التدرج الحجمي.

5.1.2 If aggregate is extracted by Test Method D8159, proceed to 6.5.

الترجمة (٥,١,٢):

إذا تم استخراج الركام بطريقة الاختبار D8159 يتم الانتقال مباشرة إلى البند ٦,٥.

الشرح (٥,١,٣):

البند ١,١,٢ بيكول ببساطة:
لو استخدمنا طريقة الاستخراج الآلي للمادة الأسفلتية (D8159)، مش محتاجين أي خطوات إضافية في بند ٥.

نقدر نكمل مباشرة لبند ٦ اللي بيشرح خطوات التحليل أو الهز.
يعني الطريقة دي تختصر الخطوات التحضيرية لأن العينة جاهزة لتحليل بعد الاستخراج الآلي.

الهدف من بند ٥,١,٢ هو:

ضمان دقة التدرج الحجمي وعدم الاعتماد على عينة غير ممثلة.

منع حدوث أخطاء ناتجة عن اختلاف الوزن بعد عملية الاحتراق.

المثال (٥,١,١):

لو طبقنا طريقة المعاصفة (D6307) على عينة ركام:
و كان وزن الركام قبل الاختبار = ١٠٠٠ جم

وزن الركام بعد الاحتراق = ٩٥٠ جم

معامل التصحيح = الوزن الأصلي ÷ الوزن بعد الاحتراق

$$= \frac{1000}{950} = 1.053$$

و بما أن ١,٠٥٣ أكبر ١,٠ بيكول مش هينفع نستخدم الركام ده لتحليل التدرج الحجمي لأنه الوزن غير ممثل للواقع وأي حساب للتدرج الحجمي هيتأثر ويدينا نتيجة خاطئة.

الهدف من بند ٥,١,٣ هو:

توجيه المستخدم مباشرة للخطوات التالية بعد استخدام طريقة D8159.

توفير الوقت وتتجنب تكرار خطوات غير ضرورية.

المثال (٥,١,٢):

لو عندنا عينة ركام مستخرج بطريقة D8159:
بعد الاستخراج الآلي، العينة جاهزة لتحليل.
بدل ما نعمل أي تجهيز إضافي في بند ٦ نروح مباشرة لبند ٦ ونببدأ الهز والتحليل على المناخل.

5.2 The size of the test sample shall be governed by the nominal maximum aggregate size and shall conform to the mass requirements shown in Table 1.

NOTE 2—The temperatures used during the ignition method of asphalt content determination can cause temperature-related deterioration, such as calcination of some carbonate minerals, and quartz phase transitions.⁴ These reactions can result in particle breakdown, which will yield gradation results that are finer than the actual material that was used in the mixture.

الترجمة (٥,٢):

حجم العينة التحليلية يجب أن يتم تحديده حسب الحجم الاسمي الأقصى للركام، ويجب أن يتواافق مع متطلبات الوزن الموضحة في الجدول ١.

الشرح (٥,٢):

البند ٥,٢ بيقول إن حجم العينة اللي هنعمل عليها الاختبار لازم يكون مناسب لحجم الركام الأكبر في العينة لو العينة فيها حبيبات كبيرة يبقى هنحتاج عينة أكبر عشان تكون ممثلة للركام كله.

الجدول ١ في المواصلة بيحدد الوزن المطلوب لكل حجم من الأحجام الاسمية للركام، عشان نضمن العينة كبيرة كفاية تمثل كل الأحجام. وبكدة نقدر نعمل التدرج بدقة على كل المناخل بدون فقد الحبيبات الصغيرة أو الكبيرة.

الهدف من بند ٥,٢ هو:

ضمان أن العينة تمثل الركام بالكامل من حيث الأحجام. منع أي خطأ في حساب التدرج الحجمي بسبب عينة صغيرة أو غير كافية. الحصول على نتائج دقيقة وموثوقة للتدرج.

المثال (٥,٢):

لو حجم الركام الأقصى في العينة = ١٩ مم: الجدول ١ بيقول إن حجم العينة التحليلية المطلوب = ٢٠٠ جم إذاً نأخذ ٢٠٠ جم من الركام المستخرج ونستخدمه للتحليل على المناخل.

لو العينة كانت أصغر من ٢٠٠ جم كدة العينة مش هتكون ممثلة للواقع وبالتالي تكون النتائج غير صحيحة

الترجمة: ملاحظة ٢

الدرجات الحرارية المستخدمة أثناء طريقة الاحتراق لتحديد محتوى الأسفالت يمكن أن تسبب تدهوراً مرتبطةً بالحرارة، مثل تحلل بعض المعادن الكربوناتية أو تغيرات في مرحلة الكوارتز.

هذه التفاعلات قد تؤدي إلى انكسار الحبيبات، مما يعطي نتائج تدرج حجمي أكثر نعومة من الركام الفعلى المستخدم في الخلطة.

الشرح: ملاحظة ٢

الملاحظة دي بتوضح لنا سبب المعامل اللي أكبر من ١,٠ في بند ١,١:

لما نستخدم طريقة الاحتراق (D6307) الحرارة العالية ممكن تأثر على بعض معادن الركام.

بعض الحبيبات ممكن تنكسر أو تتفتت بسبب الحرارة العالية.

ه تكون النتيجة عند هز العينة بعد الاحتراق الحبيبات الصغيرة ه تكون أكثر من الطبيعي والتدرج الحجمي يطلع أنعم من الواقع.

باختصار الحرارة ممكن تخلي العينة تبدو أناعم من الركام الحقيقي في الخلطة ده سبب منع استخدام العينة لو معامل التصحيح أكبر من ١,٠.

الشرح (٦,١):

البند ٦,١ بيشرح خطوة تجفيف العينة ووزنها بدقة:

١. نجف العينة في فرن على $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ لحد ما وزنها ما يتغيرش ده عشان نتأكد أن كل الرطوبة راحت.
٢. نحدد الوزن لأقرب ٠,١٪ من وزن العينة يعني لو العينة ١٠٠ جم لازم دقة الوزن = ± ١ جم.

٣. الوزن الكلي للركام = الركام المجفف + المادة المعدنية اللي كانت موجودة في الأسفلت.

لو استخدمنا **D2172/D2172M** المادة المعدنية تشمل:

وزن الرماد المستخرج من الأسفلت.

أي زيادة في وزن فلتر الاختبار نتيجة احتجاز المادة المعدنية.

باختصار: الخطوة دي مهمة عشان نعرف كمية الركام الفعالية الموجودة في العينة بالكامل قبل التدرج على المناخل.

6. Procedure

6.1 Dry the sample at $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ to constant weight. Determine the weight to the nearest 0.1 % of the sample weight. The total weight of aggregate in the asphalt mixture being tested is the sum of the weights of the dried aggregates and the mineral matter contained in the extracted bitumen. When using Test Method **D2172/D2172M**, the latter is to be taken as the sum of the weight of ash in the extract and the increase in weight of the filter element as determined in the test method.

الترجمة (٦,١):

يجب تجفيف العينة عند درجة حرارة $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ درجة مئوية حتى الوصول إلى وزن ثابت.
قم بتحديد الوزن لأقرب ٠,١٪ من وزن العينة.
الوزن الكلي للركام في الخلطة الأسفلتية التي يتم اختبارها هو مجموع أوزان الركام المجفف والمادة المعدنية الموجودة في الأسفلت المستخرج.
عند استخدام طريقة الاختبار **M D2172/D2172M** يتمأخذ الأثير كمجموع وزن الرماد في المستخلص وزيادة وزن عنصر الفلتر كما هو محدد في طريقة الاختبار.

الهدف (٦,١):

١. إزالة أي رطوبة أو مكونات غير ركامية لتحديد الوزن الحقيقي للركام.

٢. ضمان دقة حساب التدرج الحجمي للركام المستخرج.

٣. دمج كل المكونات المعدنية في الوزن النهائي لضمان تمثيل العينة بالكامل.

المثال (٦,١):

لو عندنا عينة ركام اسفلت كان الوزن ١٠٠٠ جم:

١. بعد التجفيف عند 5°C الوزن = ٩٨٠ جم اخفي المذيب المستخدم اثناء اجراء الاستخلاص.

٢. الوزن الكلي للركام = ٩٨٠ جم + وزن الرماد المستخرج من الأسفلت (مثلاً ٢٠ جم) + زيادة وزن الفلتر (مثلاً ٢ جم) = ١٠٠٢ جم.

٣. الرقم ده هيكون الوزن الكلي اللي هنسخدمه لحساب التدرج على المناخل.

6.2 After drying and weighing the test sample, place it in a container and cover it with water. Add a sufficient amount of wetting agent to ensure a thorough separation of the material finer than the 75 μm sieve from the coarser particles (see Note 3). The contents of the container shall be agitated vigorously and the washwater poured immediately over a nest of two sieves consisting of a 2.00 or 1.18 mm sieve superimposed on a 75 μm sieve. The use of a large spoon to stir and agitate the aggregate in the washwater has been found satisfactory.

الترجمة (٦,٢):

بعد تجفيف العينة وزنها ضعها في وعاء وغطيها بالماء.

أضيف كمية كافية من عامل الترطيب لضمان فصل كامل للمواد الناعمة أصغر من منخل ٧٥ ميكرومتر عن الحبيبات الأكبر (انظر الملاحظة ٣).

يجب تحريك محتويات الوعاء بقوة ثم صب ماء الغسل مباشرة على مجموعتين من المناخل مكونة من منخل ٢,٠٠ أو ١,١٨ مم موضوع فوق منخل ٧٥ ميكرومتر.

وقد وجد أن استخدام ملعقة كبيرة للتحريك كافي وفعال لتحريك الركام في ماء الغسل.

الشرح (٦,٢):

الهدف الأساسي من البند ده هو فصل الحبيبات الناعمة أصغر من ٧٥ ميكرومتر عن الركام الخشن قبل الهز.

يجب تحريك العينة في الماء مع عامل الترطيب زي اضافة صابون سائل علىشان يضمن أن كل الحبيبات تتحرك بحرية وما تتجمعش.

بعدين استخدام ملعقة كبيرة للتحريك كافي لتوزيع الحبيبات في الماء دون فقد أي جزء.

بعد يتم تجفيف العينة ثم هز العينة على المناخل للحصول على توزيع كل الحبيبات حسب الحجم

الهدف (٦,٢):

فصل الحبيبات الناعمة عن الخشن بدقة.

منع التكتل أو الالتصاق أثناء الهز.

تجهيز العينة لتحليل التدرج بشكل صحيح.

الشرح: ملاحظة ٣

الملاحظة ٣ بتوضح أهم نقطة عن استخدام عامل الترطيب أثناء غسل العينة:

أي مادة تساعد على فصل الحبيبات الناعمة عن الكبيرة تصلح زي الصابون أو المنظف السائل.

لازم الكمية تكون مناسبة تنتج رغوة قليلة فقط أثناء التحرير.

كمية العامل تختلف حسب صلابة الماء يعني كمية الأملاح فيه وجودة الصابون أو المنظف.

لو استخدمنا كمية كبيرة من المنظف الرغوة هتفيض على المناخل وتأخذ معاه جزء من الركام كدة النتائج هتكون خاطئة.

الهدف من الملاحظة ٣ هو:
توضيح كيفية استخدام عامل الترطيب بشكل صحيح.

منع أي فقد للحبيبات أثناء التحرير بسبب الرغوة الزائدة.

ضمان أن الهز على المناخل يعطي نتائج دقيقة للتدرج الحجمي.

المثال: ملاحظة ٣

لو عندنا عينة ركام ونضيف عامل ترطيب:
نضيف كمية صغيرة من المنظف تظهر رغوة بسيطة عند التحرير.

نحرك العينة بقوة الحبيبات الناعمة تنفصل عن الكبيرة.

لو أضفنا كمية كبيرة الرغوة تقip على المناخل وتأخذ معاه بعض الحبيبات الكبيرة الوزن بعد الهز يقل التدرج الحجمي يظهر أصفر من الواقع.

يعني المهم اني كمية مناسبة من عامل الترطيب تنتج رغوة قليلة فقط، وتساعد على فصل الحبيبات الناعمة بدون فقد أي جزء من العينة.

المثال (٦,٢):

لو عندنا عينة ركام وزنها ١٠٠ جم:

نحطها في وعاء ونضيف ماء يغطيها.

نضيف عامل الترطيب زي صابون السائل مثلًاً حوالي ٥ جم.

نحرك العينة بقوة بالملعقة الكبيرة على شان الحبيبات الناعمة تنفصل عن الكبيرة.

نصب الماء على منخلين: ٢ مم في الأعلى و٧٥ ميكرومتر في الأسفل للحفاظ على منخل ٧٥ ميكرومتر من ان يحصل فيه تشوّه.

ثم بعد ذلك نعمل الهز على المناخل الحبيبات الناعمة (<٧٥ ميكرومتر) تقع على المنخل الأسفل، والحببيات الأكبر تبقى على المنخل الأعلى.

النتيجة: العينة جاهزة كل حجم من الركام متوزع بدقة حسب حجمه بعد الهز.

NOTE 3—Wetting agents may include any dispersing agent such as a liquid detergent, or a soap, that will promote the separation of fine material. There should be enough wetting agent to produce a small amount of suds when the sample is agitated. The quantity of wetting agent will depend on the hardness of the water and quality of the agent. Excessive suds may overflow the sieves and carry some material with them.

الترجمة: ملاحظة ٣

عوامل الترطيب يمكن أن تشمل أي مادة تساعد على التشتت مثل منظف سائل أو صابون بحيث تساعد على فصل المواد الناعمة.

يجب أن تكون كمية عامل الترطيب كافية لإنتاج كمية صغيرة من الرغوة عند تحرير العينة.

كمية عامل الترطيب تعتمد على صلابة الماء وجودة المادة المستخدمة.

الرغوة الزائدة قد تتجاوز حدود المناخل وتأخذ معها بعض الحبيبات.

TABLE 1 Size of Sample
الجدول ١ - حجم العينة

Nominal Maximum Aggregate Size	Minimum Mass of Sample, kg
4.75 mm (No. 4)	0.5
9.5 mm	1
12.5 mm	1.5
19.0 mm	2
25.0 mm	3
37.5 mm	4

الترجمة لجدول ١:

الحد الأدنى لوزن العينة، كجم	الحجم الاسمي الأقصى للرکام
٠,٥	٤,٧٥ مم (منخل رقم ٤)
١	٩,٥ مم.
١,٥	١٢,٥ مم.
٢	١٩,٠ مم.
٣	٢٥,٠ مم
٤	٣٧,٥ مم

الشرح جداول ١

الجدول ده بيحدد الحد الأدنى لوزن المطلوب للعينة التدرج حسب الحجم الاسمي الأكبر للرکام.
الفكرة إن كلما كان حجم الرکام أكبر بيقى نحتاج عينة أكبر عشان تكون ممثلة لكل الأحجام.
ده مهم عشان لما نعمل الهز على المناخل كل الحبيبات الكبيرة والصغرى تتوزع بشكل صحيح.

المثال من الجداول ١

لو عندنا رکام أكبر حبيباته ١٩ مم لازم على الأقل نأخذ ٢ كجم كعينة للتدرج على المناخل.

لو العينة حجمها أصغر من ٢ كجم ممكن بعض الحبيبات الكبيرة ما تتوزعش صح وبكدة التدرج يظهر أصغر من الواقع.

لو حجم الرکام ٤,٧٥ مم نأخذ على الأقل ٠,٥ كجم.

استخدام الجدول ده يساعدنا نحدد الكمية المناسبة للعينة حسب حجم الرکام الأكبر ويضمن نتائج دقيقة بعد الهز.

6.3 The agitation shall be sufficiently vigorous to result in complete separation from the coarse particles of all particles finer than the 75 μm sieve and to bring them into suspension so that they may be removed by decantation of the washwater. Take care to avoid decantation of the coarse particles of the sample as much as possible. Repeat the operation until any wetting agent used is removed and the washwater is clear.

الترجمة (٦,٣):

يجب أن يكون الهز قوياً بما يكفي لفصل جميع الحبيبات الناعمة أصغر من ٧٥ ميكرومتر عن الحبيبات الكبيرة، وإبقاءها معلقة في الماء بحيث يمكن إزالتها بصب ماء الفسل.
يجب الحذر لتجنب صب أي من الحبيبات الكبيرة قدر الإمكان.
كرر العملية حتى يتم إزالة أي أثر لعامل الترتيب ويصبح ماء الفسل صافياً.

الهدف من جداول ١

١. ضمان أن العينة تمثل الرکام بالكامل من حيث الأحجام المختلفة.
٢. منع أي خطأ في التدرج الناتج عن استخدام عينة صغيرة جداً.
٣. الحصول على نتائج دقيقة وموثوقة للتدرج.

الشرح (٦,٣):

هنا بند ٦,٣ بيكلم عن مرحلة الهز النهائي على المناخل:

٤. الهز لازم يكون قوي علشان كل الحبيبات الناعمة تنفصل عن الكبيرة.
 ٥. الحبيبات الناعمة لازم تبقى معلقة في الماء علشان نقدر نصب الماء ونشيلها من العينة.
 ٦. العملية تتكرر لحد ما نزيل كل عامل الترطيب ويكون ماء الفسل صاف بدون رغوة.

الهدف (٦,٣):

١. فصل الحبيبات الناعمة تماماً عن الركام الخشن.
 ٢. ضمان إزالة أي أثر لعامل الترطيب أو الشوائب.
 ٣. تحضير العينة بحيث تكون جاهزة للهز على المناخل بدقة.

المثال (٣,٦):

لو عندنا عينة ركam بعد إضافة عامل الترتيب:

١. نعمل هز قوي للحببات الناعمة اصغر من ٧٥ ميكرومتر تنفصل وتبقى معلقة في الماء.
 ٢. نصب ماء الغسل بعناية على المناخل للحببات الناعمة تروح مع الماء والحببات الكبيرة تبقى على المناخل.
 ٣. نكرر الهز والصب → لحد ما ما ييقاش فيه رغوة أو أثر لعامل الترطيب → ماء الغسل يصبح صافٍ.
 ٤. بعد كده، العينة جاهزة للهز النهائي على مجموعة المناخل، حسب التدراج الحجمي.

النتيجة تكون ان كل الجزيئات الناعمة اتفصلت عن الخشن، ومية الفسل صافية و الوزن بعد الهز سيكون دقيق للتدريج الحجمي.

الترجمة (٦,٤)

أعد كل المواد المحتبزة على المناخل إلى الوعاء جفف الركام المغسول في الوعاء حتى يصل إلى وزن ثابت عند درجة حرارة لا تتجاوز درجة حرارة دمك الخلطة في المختبر 50°C ولا تقل عن 30°C ، ثم قم بالوزن لأقرب 1.0% من الوزن الجاف الأصلي للعينة.

الشرح (٤,٦)

بعد ما نكمل مرحلة الهز وفصل الحبيبات الناعمة عن الحبيبات الكبيرة نبدأ نرجع كل الركام اللي متحجز على المناخل مرة تانية للوعاء الأصلي. ده مهم عشان العينة تكون كاملة قبل مرحلة التجفيف ومفيش أي جزء منها يضيع.

بعد كده نحط العينة في فرن للتجفيف لحد ما الوزن يثبت يعني نوزنها بشكل متكرر لغاية ما نلاحظ أن الوزن ما بيتغيرش ده عشان تتأكد أن كل الرطوبة راحت من العينة تمامًا.

اما بالنسبة لدرجة الحرارة: لازم تكون أعلى من 30°C ده لضمان إزالة أي ماء متبقى في العينة.

في نفس الوقت لازم تكون أقل من درجة حرارة دمك الخلطة في المختبر 50°C → عشان ما نوصلش لحرارة عالية تتأثر على خصائص البلاستيك أو تتسبّب بأعطال غريبة في بنياته.

مثال: لو درجة دمك الخلطة الاسفلتية = 3140°C يبقى أعلى درجة حرارة ممكن نستخدمها = 3145°C , وأقل من ذلك 3105°C .
بعد ما العينة تجف تماماً، وزنها لاقرب ١٠٠٪ من الوزن الجاف الأصلي للعينة ده بيضمن أن كل حسابات التدرج الحجمي لاحقاً تكون دقيقة ومبنية على وزن العينة الصحيح.

الخلاصة من كل الخطوات دي هو:-

١. التأكد من أن العينة كاملة وما فقدناش أي حبيبات.

٥. إزالة كل الرطوبة بدون التأثير على خصائص الركام.

٣. الحصول على وزن دقيق يمثل الركام فعلياً، وبالتالي يكون التدرج الحجمي النهائي صحيح وموثوق.

الهدف (٦,٤):

١. إزالة أي رطوبة بعد الغسيل والهز.
٢. ضمان وزن دقيق للركام بعد الغسيل قبل حساب التدرج الحجمي.
٣. حماية الركام من الحرارة العالية التي قد تغير خصائصه.

المثال (٦,٤):

لو وزن العينة الجاف الأصلي = ١٠٠ جم:

١. بعد الهز والغسيل كل الركام متحجز على المناخل يرجع للوعاء.
٢. نضع العينة في فرن درجة حرارة الفرن 105°C أو درجة حرارة الدملك
٣. بعد التجفيف وزن العينة = ٩٩٨ جم أقرب $\pm 0.1\%$ من الوزن الأصلي = $\pm 1\text{ جم}$.
٤. هذا الوزن الجاف النهائي هنسخدمه في حساب التدرج الحجمي لكل منخل.

NO.

6.5 Then sieve the aggregate over sieves of the various sizes required by the specification covering the mixture, including the $75\text{ }\mu\text{m}$ sieve. Record the weight of material passing each sieve and retained on the next and the amount passing the $75\text{ }\mu\text{m}$ sieve. The summation of these various weights must check the dried weight after washing within 0.2 % of the total weight. Add the weight of dry material passing the $75\text{ }\mu\text{m}$ sieve by dry sieving to the weight of mineral matter in the bitumen and the weight removed by washing in order to obtain the total passing the $75\text{ }\mu\text{m}$ sieve. If it is desired to check the weight of material washed through the $75\text{ }\mu\text{m}$ sieve, the washwater may be evaporated to dryness or filtered through a tared filter paper that is dried and weighed subsequently. Convert the weights of fractions retained on the various sieves and the total passing the $75\text{ }\mu\text{m}$ sieve to percentages by dividing each by the total weight of aggregate in the asphalt mixture from 6.1.

الترجمة (٦,٥):

قم بهز الركام على المناخل ذات الأحجام المختلفة المطلوبة بالمواصفة الخاصة بالخلطة بما في ذلك منخل $75\text{ }\mu\text{m}$ ميكرومتر.

سجل وزن المواد التي تمر كل منخل والممواد المحتجزة على المناخل التالي، وكذلك كمية المواد التي تمر منخل $75\text{ }\mu\text{m}$ ميكرومتر.

يجب أن يكون مجموع هذه الأوزان متوافق مع الوزن الجاف بعد الغسل ضمن $\pm 0.2\%$ من الوزن الكلي. أضف وزن المواد الجافة التي تمر منخل $75\text{ }\mu\text{m}$ ميكرومتر بواسطة العز الجاف إلى وزن المواد المعدنية في البيتومين ووزن ما تم إزالته بالغسل للحصول على إجمالي المواد التي تمر منخل $75\text{ }\mu\text{m}$ ميكرومتر.

إذا أردت التتحقق من وزن المواد التي غسلت عبر منخل $75\text{ }\mu\text{m}$ ميكرومتر، يمكن تبخير ماء الغسل حتى يجف أو ترشيحه على ورق فلتر موزن مسبقاً ثم يجف ويوزن لاحقاً.

حول أوزان الركام المحتجزة على المناخل المختلفة وإجمالي المواد المارة من منخل $75\text{ }\mu\text{m}$ ميكرومتر إلى نسب مئوية بقسمة كل وزن على الوزن الكلي للركام في الخلطة كما في بند 6.1.

المثال (٦,٥):

لنفترض أن العينة الجافة بعد الفصل = ١٠٠ جم،

ومجموعة المناخل هي: ١٩ مم، ١٢,٥ مم، ٩,٥ مم،

٤,٧٥ ميكرومتر.

بعد الهز على المناخل، الوزن المحتجز على كل منخل:

$$19 \text{ مم} = 200 \text{ جم} - 12,5 \text{ مم} = 250 \text{ جم}$$

$$9,5 \text{ مم} = 150 \text{ جم}$$

و الماء المارة من منخل ٧٥ ميكرومتر = ٢٠٠ جم

نضيف وزن المواد المعدنية في البيوتومين + المواد

التي أزيلت بالغسل لنحصل على إجمالي المواد التي

تمر من ٧٥ ميكرومتر

المجموع = ١٠٠ جم يتوافق مع الوزن الجاف بعد

الفصل $\pm ٠,٣٥\%$

حساب النسبة المئوية لكل جزء:

$$19 \text{ مم} = \frac{100}{200} \times 100 = ٩٥٪$$

$$12,5 \text{ مم} = \frac{95}{200} \times 100 = ٤٧,٥٪$$

$$4,75 \text{ ميكرومتر} = \frac{150}{200} \times 100 = ٧٥٪$$

النتيجة كل حجم من الركام تم تحديد نسبته المئوية

بدقة → يمكن رسم منحنى التدرج الحجمي للتحقق من

مطابقة المواصفة.

الشرح (٦,٥):

بعد التجفيف نبدأ الهز على المناخل المختلفة حسب الموصفة من الأكبر للأصغر بما فيها منخل ٧٥ ميكرومتر بعدين نسجل وزن كل جزء:

المادة التي تمر كل منخل.

المادة المحتجزة على المنخل التالي.

كمية المادة التي تمر منخل ٧٥ ميكرومتر.

المجموع الكلي لهذه الأوزان يجب أن يتواكب مع الوزن الجاف بعد الفصل $\pm ٠,٣٥\%$ ده عشان نضمن عدم فقد أي جزء من العينة.

لإيجاد الوزن الكلي المار من منخل ٧٥ ميكرومتر:

نضيف وزن المواد الجافة التي تمر بالهز الجاف

مع وزن المواد المعدنية الموجودة في البيوتومين،

ووزن المادة التي أزيلت بالغسل.

لو أردنا التأكد من وزن المواد التي مررت بالغسل:

يمكن تبخير ماء الغسل حتى يجف أو ترشيحه على

ورق فلتر فوزن مسبقاً، ثم تجفيفه ووزنه لاحقاً.

في النهاية، نحوال كل الأوزان لنسب مئوية بقسمة

وزن كل جزء على الوزن الكلي للركام في الخلطة كما

في بند ٦,١.

الهدف (٦,٥):

تحديد الوزن الدقيق لكل حجم من الركam.

ضمان مطابقة الوزن الكلي مع الوزن الجاف بعد الفصل.

حساب النسبة المئوية لكل حجم لإعداد التدرج الحجمي النهائي بدقة.

طريقة حساب $\pm 0,2\%$ في بند ٦,٥

الفكرة ببساطة بعد الهز على المناخل وحساب وزن كل جزء لازم تتأكد أن مجموع الأوزان يساوي الوزن الجاف للعينة بعد الغسل.

لكن لأن فيه دايماً فرق بسيط ممكن الحصول أثناء الوزن فحدد الفاقد يكون $\pm 0,2\%$ من الوزن الكلي.

طيب خطوات الحساب:

نحسب $0,2\%$ من الوزن الجاف بعد الغسل:

مثال: الوزن الجاف بعد الغسل = ١٠٠ جم

$$0,2\% \text{ من } 100 = 0,002 \times 100 = 2 \text{ جم}$$

نحدد النطاق المقبول:

الحد الأدنى = الوزن الجاف - $0,2\% = 100 - 2 = 99,8 \text{ جم}$

الحد الأعلى = الوزن الجاف + $0,2\% = 100 + 2 = 102 \text{ جم}$

نجمع كل الأوزان:

الوزن المحتجز على المناخل + المواد المارة من منخل

$75 \text{ ميكرومتر} + \text{أي وزن مواد البيتمين أو الغسل}$

نقارن المجموع مع النطاق المقبول:

إذا كان المجموع بين $99,8 - 102 \text{ جم}$ النتائج مقبولة

إذا كان المجموع أقل من $99,8$ أو أكثر من 102 فيه خطأ

أو فقد لازم نعيد القياس

الخلاصة: $0,2\%$ عبارة عن هامش صغير للخطأ

المسموح أثناء القياس، يضمن أن كل الأوزان

متسجلة بدقة وما فيه فقد للحببات.

الشرح (٦,٦):

بعد تجهيز العينة الجافة نبدأ بالهز على مجموعة المناخل الكاملة نقوم بترتيب المناخل من الأعلى إلى الأسفل حسب حجم الفتحات الأكبر في الأعلى الأصغر في الأسفل وده عشان كل حبيبات أكبر تبقى فوق المنخل اللي فتحته أصغر منها، والحببيات الأصغر تمر للأسفل وهكذا

ثم نقوم بوضع العينة نضع كل العينة على المنخل الأعلى ثم نقوم بهز العينة ممكن يكون الهز يدوي أو ميكانيكي الهز لازم يكون لفترة كافية نحددها بالتجربة أو بالقياس على العينة نفسها.

الهدف: أن كل الحببيات تتحرك بشكل كافي على سطح المناخل وتستقر في مكانها الصحيح.

معنى آخر، العملية دي بتضمن الفصل الكامل للحببيات حسب الحجم قبل الوزن وحساب التدرج الحجمي.

الهدف (٦,٦):

فصل الحببيات حسب حجمها بدقة على جميع المناخل.

التأكد من أن كل حببيات الركام مررت على المنخل بشكل كامل النتائج دقيقة.

تحضير العينة لمراحل الوزن لكل منخل وحساب النسب المئوية.

المثال (٦,٦):

عندنا عينة جاف وزنها = ١٠٠ جم

مجموعه المناخل: ١٩ مم، ١٢,٥ مم، ٩,٥ مم، ٤,٧٥ مم، ٧٥ ميكرومتر

نرتب المناخل من الأعلى للأسفل: $19 \rightarrow 12,5 \rightarrow 9,5 \rightarrow 4,75 \rightarrow 75$ ميكرومتر

نضع العينة على المنخل ١٩ مم

نبدأ الهز يدوياً أو ميكانيكيًّا لمدة كافية:

الحببيات الكبيرة تبقى على المنخل الأعلى

الحببيات المتوسطة تمر للمناخل التالية

الحببيات الصغيرة جدًا تمر لمنخل ٧٥ ميكرومتر

بعد الهز، تكون جاهزتين لوزن كل كمية على كل منخل وحساب نسبتها المئوية.

الترجمة (٦,٦):

رتّب المناخل من الأعلى للأسفل حسب حجم الفتحات من الأكبر للأصغر، وضع العينة على المنخل الأعلى.

قم بهز المنخل يدوياً أو باستخدام جهاز ميكانيكي

لفترة كافية تحدد بالتجربة أو بالقياس على العينة

الفعالية بحيث تتحقق معايير كفاية الهز كما هو

موضح في بند ٦,٧.

6.7 Limit the quantity of material on a given sieve so that all particles have the opportunity to reach sieve openings a number of times during the sieving operation. For sieves with openings smaller than 4.75 mm (No. 4), the weight retained on any sieve at the completion of the sieving operation shall not exceed 6 kg/m^2 of sieving surface. For sieves with openings 4.75 mm (No. 4) and larger, the weight in kg/m^2 of sieving surface shall not exceed the product of $2.5 \times (\text{sieve opening in mm})$. In no case shall the weight be so great as to cause permanent deformation of the sieve cloth.

الترجمة (٦,٧):

يجب تحديد كمية الركام المسموح وضعها على أي منخل بحيث تتيح لجميع الحبيبات الفرصة الكافية للوصول إلى فتحات المنخل أكثر من مرة أثناء عملية الهز.

بالنسبة لمناخل التي تكون فتحتها أصغر من ٤,٧٥ مم (منخل رقم ٤) لا يجوز أن يتجاوز الوزن المحتاج على أي منخل بعد انتهاء عملية الهز قيمة مقدارها $6 \text{ كجم لكل متر مربع من مساحة سطح المنخل}$.

أما المناخل التي تكون فتحتها $4,75 \text{ مم أو أكبر فالوزن المسموح به } (كجم/م^2) = 2,5 \times (فتحة المنخل بالملمتر)$.

وفي جميع الأحوال يجب ألا يكون الوزن كبيراً لدرجة تؤدي إلى حدوث تشوّه دائم في قماش المنخل.

الشرح (٦,٧):

البند ده بيكلم عن تحديد كمية الركام اللي نحطها على المنخل أثناء الهز.

السبب إننا لو حطينا كمية كبيرة جدًا: الحبيبات هتتكوم فوق بعضها ومش هتاخذ فرصة تتحرك وتوصل لفتحات المنخل.

ده هيختلي نتائج التدرج مش مطبوطة. وكمان ممكن المنخل يتآذى أو يتتشوه من الوزن الزائد.

عشان كده المواصفة حددت حدود معينة للوزن المسموح:

لو فتحة المنخل أصغر من $4,75 \text{ مم}$ (يعني المناخل المواد الناعمة):

الوزن المسموح = $6 \text{ كجم لكل متر مربع من سطح المنخل}$.

الرقم "٦" ده جاي من تجارب عملية ودراسات ASTM لقووا إن الكمية دي مناسبة تسمح للحبيبات تتحرك كوييس من غير ما تسد الفتحات.

لو فتحة المنخل أكبر أو تساوي $4,75 \text{ مم}$ (المناخل الكبيرة):

الوزن المسموح = $(2,5 \times \text{حجم الفتحة بالملم}) \text{ كجم لكل متر مربع}$.

الرقم "٢,٥" ده برضه جاي من دراسات عملية، وده بيمثل علاقة بين حجم الفتحة والوزن اللي ممكن المنخل يستحمله من غير ما يتتشوه وكمان يدي مساحة للحبيبات تتعدي كوييس.

الخلاصة في الشرح:

المناخل الصغيرة فتحاتها أقل من $4,75 \text{ مم}$ عندها حد ثابت = $6 \text{ كجم}/\text{م}^2$.

المناخل الكبيرة أكبر من او يساوي $4,75 \text{ مم}$ مخenneha حد متغير حسب الفتحة نفسها = $2,5 \times \text{الفتحة (مم)}$. ودائماً نأخذ بالنا إن الوزن مايقارش كبير لدرجة يكسر أو يتتشوه المنخل.

طيب الخطوة الثالثة ٣. ححسب المساحة المناخل
اللي قطره ٨ و ١٢ بوصه

$$\text{قانون المساحة بيقول} = \pi \times r^2.$$

$$\text{مساحة ٨ بوصه} = ١٤٦٦ = ٣,١ \times (٠,١٦)^2 = ٠,٣٢٤٣ \text{ م}^2.$$

$$\text{مساحة ١٢ بوصه} = ١٤٦٦ = ٣,١ \times (٠,١٥٤)^2 = ٠,٧٣٩٧ \text{ م}^2.$$

طيب الخطوة الرابعة ححسب الوزن المسموح لكل مناخل ال ٨ و ١٢ بوصه

عندنا المناخل المواد الناعمة الأصغر من ٤,٧٥ مم:
أولا ال ٨ بوصه هنقول طبقا للبند $٦ \times ٠,٣٢٤٣ = ٠,١٩٤٦$
كم ≈ ١٩٥ جم.

والماناخل ال ١٢ بوشه طبقا للبند $٦ \times ٠,٧٣٩٧ = ٤,٣٨$ جم.

بالنسبة الماناخل اللي اكتر من ٤,٧٥ المواد الخشنة

٩,٥ مم كمثال:
الماناخل ال ٨ بوصه هنعوض $(٩,٥ \times ٢,٥) \times ٠,٣٢٤٣ = ٠,٧٧٠$ جم.

والماناخل ال ١٢ بوشه هنعوض $(٩,٥ \times ٢,٥) \times ٠,٧٣٩٧ = ١,٧٣٣$ جم.

ناخد مثلا على ماناخل اكتر شوية
مناخل ١٩ مم كمثال:

الماناخل ال ٨ بوصة نعوض $(١٩ \times ٢,٥) \times ٠,٣٢٤٣ = ١,٥٤٠$ جم.

الماناخل ال ١٢ بوصه نعوض $(١٩ \times ٢,٥) \times ٠,٧٣٩٧ = ٣,٤٦٦$ جم.

الخلاصة في كل ده
الماناخل الكبير ال ١٢ بوصه يستحمل وزن أكتر من
الماناخل الصغير ال ٨ بوصه لأنه مساحتة أكبر.
الماناخل الصغيرة جداً فتحاتتها أصغر ٤,٧٥ مم
ب تستحمل وزن قليل جداً.

علشان كده ساعات بنقسم العينة على كذه جزء لو
الوزن اللي متوقع يتجمع على ماناخل اكتر من الحد
المسموح.

الهدف (٦,٧):

الهدف من البند إننا نضمن:

كل الحبيبات تأخذ فرصتها تتحرك وتعدي من فتحات
المناخل.

النتائج اللي نطلع بيهَا تكون دقيقة وصحيحة.

نحافظ على الماناخل من التلف أو التشووه بسبب
التحميل الزائد.

المثال (٦,٧):

لو عندنا ماناخل بأقطار مختلفة (٨ بوصة و ١٢ بوصة)،
وعايزين نعرف الوزن المسموح نحطه على كل مناخل،
لازم الأول ححسب المساحة الفعلية لسطح الماناخل.
وبعد كده نطبق القوانين اللي في البند:

لو الفتحة أصغر ٤,٧٥ مم يبقى $٦ \times$ المساحة.

لو الفتحة أكبر من او يساوي ٤,٧٥ مم يبقى $(٩,٥ \times ٢,٥)$
الفتحة بالملم \times المساحة.

طيب حسب ده كله ازي ؟

اول خطوة نعملها نحو البوصة لمتر

$$١ \text{ بوصة} = ٠,٣٥٤ \text{ م}.$$

$$\text{قطر مناخل ٨ بوصه} = ٠,٣٥٤ \times ٨ = ٢,٨٣٢ \text{ م}.$$

$$\text{قطر مناخل ١٢ بوصه} = ٠,٣٥٤ \times ١٢ = ٤,٣٠٤ \text{ م}.$$

طيب خطوة الثانية ححسب نصف القطر لكل
الماناخل ٨ و ١٢ بوصه

$$\text{نصف قطر ٨ بوصه} = ٢ \div ٠,٣٥٤ = ٥,٦٧ \text{ م}.$$

$$\text{نصف قطر ١٢ بوصه} = ٢ \div ٠,٣٥٤ = ٦,٣٠ \text{ م}.$$

6.8 Continue sieving for a sufficient period and in such manner that, after completion, not more than 0.5 % by weight of the total sample passes any sieve during 1 min of continuous hand sieving performed as follows: hold the individual sieve, provided with a snug-fitting pan and cover, in a slightly inclined position in one hand. Strike the side of the sieve sharply and with an upward motion against the inclined position in one hand. Strike the side of the sieve sharply and With an upward motion against the heel of the other hand at a rate of approximately 150 times per minute, turning the sieve approximately one sixth of a revolution at intervals of approximately 25 strokes. In determining the sufficiency of sieving for sizes larger than the 4.75 mm (No. 4) sieve, limit the materials on the sieve to a single layer of particles. If the size of the mounted testing sieves makes the described sieving motion impractical, use 203 mm diameter sieves to verify the sufficiency of sieving.

الشرح (٦,٨):

البند هنا يبيحدد إمتنى نعتبر إن عملية الهز خلصت وكافية.

الفكرة إنك تفضل تهز وتتخل لحد ما توصل لمراحله إن مفيش غير نسبة صغيرة جدًا ٥٪ من وزن العينة كله لسه بتعدي في الدقيقة.

معنى تاني لو عندك عينة وزنها ٥٠٠ جم متى يبقى ٥٪ = ٢٥ جم.

حسبتها ازي طيب ٢٥ جم دول يبقى لو بعد دقيقة هز لسه بيتعدي أكثر من ٢٥ جم يبقى لازم تكمل نخل.

لو أقل من كده يبقى كده الهز كافي ومظبوط. طيب طريقة الهز اليدوي اللي وصفها البند معمولة عشان تدي فرصة كويسيه لكل الحبيبات تتحرك وتوصل للفتحات من غير مشكلة أو تكسير.

النقط المهمة هنا إن معدل الضربات = ١٥٠ مرة/دقيقة يعني حوالي ٢,٥ ضربة في الثانية.

بعد كل ٢٥ ضربة تلف المنخل سدس لفة بزايا ٦٠° تقريباً عشان نوزع الحركة على كل اتجاهات المنخل. طيب بالنسبة للمناخل الكبيرة اللي فتحات أكبر من ٤,٧٥ مم لازم نخلي الحبيبات على شكل طبقة واحدة مش متكونة فوق بعض ده عشان كل الحبيبات تاخذ فرصة تمر.

لو المناخل اللي بنستخدمها كبيرة جدًا (زي ٤٠ مم أو أكثر) ومش هتعرف تعمل الحركة الموصوفة الموصافة بتسمح إنك تستخدم منخل ٨ بوصة (٢٠٣ مم) لنفس التأكيد.

الهدف (٦,٨):

الهدف من البند ده هو ضمان كفاية عملية النخل بحيث كل حبيبة خدت فرصتها الكاملة تعدي من الفتحات.

النسبة ٥٪ مخطوطة ك حدود عملي يحددهك متى توقف هز.

وده بيمنع إن النتائج تكون غير صحيحة سواء لو وقفنا هز بدري فتفتكر العينة خشنة زيادة أو لو كملنا نخل زيادة ونكسر الحبيبات الناعمة.

المثال (٦,٨):

تخيل إن عندك عينة وزنها ٥٠٠ جم وحطيتها على مجموعة من المناخل.

إنت بتفضل تهز لحد ما توصل إن الكمية اللي لسه بتنزل من المنخل في آخر دقيقة قليلة جدًا.

المواصفة بتقول: لازم الكمية دي ما تزيدش عن ٥٠,٥% من وزن العينة الكلية.

يعني تحط حد واضح تقدر توقف عنده.

وزن العينة الكلية = ٥٠٠ جم.

النسبة المسموحة = ٥٠,٥%

$$٥٠٠ \times ٥٠,٥\% = ٢٥ \text{ جرام}$$

يعني لو بعد دقيقة كاملة من الهز اليدوي لقيت لسه بينزل أكثر من ٢٥ جم لازم تكمل.

لكن لو اللي بينزل أقل من ٢٥ جم خلاص كده الهز كافي.

الشرح ١

بعد ما نخلص عملية الهز ونوزن كمية الركام اللي وقفت على كل منخل اللي عدته منه بنبدأ حول الأوزان دي لنسبة مئوية علشان تبقى سهلة في المقارنة مع المواصفات.

١- النسبة المئوية المارة: (Total % Passing)
دي أهم نسبة في الموضوع.

معناها يوضح ليه قد إيه من وزن العينة كله عدي من منخل معين.

الفايدة من النسبة المئوية للمار انها هي اللي بترسم بيهما منحنى التدرج اللي الكود بيحطله حدود وبالتالي تقدر تعرف إذا الركام مطابق ولا لا للمواصفات.

٢- النسبة المئوية المحتجزة الكلية % Retained:

معناها إننا نعرف قد إيه من وزن العينة كله وقف على منخل معين.

طيب الفايدة منه انه بيديك صورة واضحة الوزن متوزع إزاي على المناخل وبالتالي تقدر تراجع إن الوزن النهائي مطابق للوزن الأصلي علشان تقلل نسبة الخطأ

٣- النسبة المئوية المحتجزة بين المناخل Between Sieves:

معناها هنا إننا يوضح لدينا كمية الركام اللي موجودة ما بين منخلين متتاليين.

الفايدة إنها بتبيينلك توزيع الأحجام بشكل تفصيلي يعني مثلاً ٢٥% ركام متوسط، ٤٠% ركام ناعم. وده مهم جداً في التصميم علشان يديك خلطة متدرجة صح.

يعني الفكرة ببساطة إن كل نوع نسبة بيديك معلومة مختلفة

نسبة المارة بتدي مقارنة مع المواصفات. ونسبة المحتجزة بتدي مراجعة الوزن وتوزيع الأحجام.

ونسبة المحتجزة بين المناخل بتدي تحليل تفصيلي لجزء معين من التدرج.

7.Calculation

٧. الحسابات

٧.١ Calculate the results of the sieve analysis as follows:
(1) total percentages passing each sieve, (2) total percentages retained on each sieve, or (3) percentages retained between consecutive sieves, depending on the form of the specifications for use of the material under test. Calculate percentages to the nearest 0.1%".

الترجمة ٧.١

يتم حساب نتائج التحليل بالهز كما يلي:

١- النسبة المئوية الكلية المارة من كل منخل.

٢- النسبة المئوية الكلية المحتجزة على كل منخل.

٣- النسبة المئوية المحتجزة بين المناخل المتتالية.

ويتم اختيار النوع المناسب من هذه النسب حسب شكل المواصفات المطلوبة لاستخدام المادة محل الاختبار.

يجب حساب النسب المئوية لأقرب ١٪٪.

الهدف (١,٧):

الهدف من البند إنك تقدر تعرض نتائج التدرج بأكتر من طريقة حسب المطلوب منك.
يعني لو الكود عايز المنحنى هتسخدم النسبة المارة.
ولو عايز جدول توزيع مفصل هتسخدم النسبة المحتاجة أو المحتجزة بين المناخل.

المثال (١,٧):

افتراض إن عندنا عينة وزنها ١٠٠٠ جم واتعمل لها هز على المناخل التالية:
على منخل ٩,٥ مم: اتبقى ٢٠٠ جم.
على منخل ٤,٧٥ مم: اتبقى ٣٠٠ جم.
على منخل ٢,٣٦ مم: اتبقى ٢٥٠ جم.
اللي عدي كله (أصغر من ٢,٣٦ مم): ٢٥٠ جم.
نحسب كل نسبة بطريقه دي :-
النسبة المحتجزة الكلية:

$$\begin{aligned} \text{على ٩,٥ مم} &= ٩,٥ = ١٠٠ \times (١٠٠٠ \div ٢٠٠) \\ \text{على ٤,٧٥ مم} &= ٤,٧٥ = ١٠٠ \times (١٠٠٠ \div ٣٠٠) \\ \text{على ٢,٣٦ مم} &= ٢,٣٦ = ١٠٠ \times (١٠٠٠ \div ٢٥٠) \\ \text{أصغر من ٢,٣٦ مم} &= ٢,٣٦ = ١٠٠ \times (١٠٠٠ \div ٢٥٠) \end{aligned}$$

النسبة المارة:

$$\begin{aligned} \text{من ٩,٥ مم} &= ٩,٥ - ١٠٠ = ٣٠ - ١٠٠ = ٧٠ \% \\ \text{من ٤,٧٥ مم} &= ٤,٧٥ - ١٠٠ = (٣٠ + ٢٠) - ١٠٠ = ٥٠ \% \\ \text{من ٢,٣٦ مم} &= ٢,٣٦ - ١٠٠ = (٢٥ + ٣٠ + ٢٠) - ١٠٠ = ٣٥ \% \\ \text{أصغر من ٢,٣٦ مم} &= ٢,٣٦ = ٣٥ \% \quad (\text{نفس القيمة الأخيرة}). \end{aligned}$$

النسبة بين المناخل:

$$\begin{aligned} \text{بين ٩,٥ و ٤,٧٥} &= ٤,٧٥ - ٩,٥ = ٤,٧٥ - ٩,٥ = ٣,٧٥ \% \\ \text{بين ٤,٧٥ و ٢,٣٦} &= ٢,٣٦ - ٤,٧٥ = ٢,٣٦ - ٤,٧٥ = ٢,٣٦ \% \\ \text{أصغر من ٢,٣٦} &= ٢,٣٦ = ٣٥ \% \end{aligned}$$

بالشكل ده عندك ٣ طرق لعرض نفس البيانات كل واحدة ليها فايدتها زي ما شرحنا فوق.

8. Report

٨.١ التقرير

٨.١ Depending on the form of the specification for use of the material under test, report the following information:

الترجمة (٨,١):

حسب شكل المواصفة المطلوبة لاستخدام المادة محل الاختبار، يجب أن يتضمن التقرير المعلومات التالية:

٨.١.١ Total percentage of material passing each sieve, or

الترجمة (٨,١,١):

النسبة المئوية الكلية للمادة المارة من كل منخل، أو

الشرح (٨,١,١):

البند ده بيركز على واحدة من أهم المعلومات اللي لازم تتسجل في التقرير: النسبة المئوية للمادة اللي عدت من كل منخل.

الفكرة:

كل منخل له فتحة معينة والنسبة المارة منه بتبيّن لنا حجم الحبيبات اللي أصغر من الفتحة.
هذه النسب هي اللي بنرسم بيها منحنى التدرج الحجمي.

التقرير ممكن يعرض إما النسب المارة (%) (Total % Retained) أو النسب المتحجزة (Passing %). حسب ما تطلب المواصفة.

الفائدة العملية: ٨,١,١:

النسبة المارة هي المعيار الرئيسي اللي بنقارن بيها العينة بالمواصفات القياسية للركام.

إذا كانت النسب المارة متواقة مع الحدود المطلوبة، يبقى الركام مناسب للخلطة.

لو غير متواقة → يبقى لازم تعديل في نوعية الركام أو طريقة الخلط.

٨.١.٢ Total percentage of material retained on each sieve, or

الترجمة (٨,١,٢):

النسبة المئوية الكلية للمادة المحتجزة على كل منخل، أو ... (حسب شكل التقرير المطلوب في المواصفة).

الشرح (٨,١,٢):

البند ده بيركز على كمية الركام اللي وقفت على كل منخل بعد عملية النخل.

الفكرة:

الوزن المحتجز على كل منخل بيوضح توزيع الأحجام داخل العينة.

النسبة المئوية المحتجزة = $(\text{وزن المحتجز على المنخل} \div \text{الوزن الكلي للعينة}) \times 100$

هذه النسبة مهمة علشان:

تتأكد إن كل الوزن محتسب ومفيش فقدان أثناء الفسيل أو النخل.

تساعد في حساب النسبة المارة بعد كده.

تعطي صورة مفصلة للمهندس عن أي منخل فيه تراكم كبير للحبيبات.

الفائدة العملية: ٨,١,٢:

لو نسبة المحتجز على منخل معين كبيرة جدًا → ده معناه إن في حبيبات كبيرة ممكن تأثر على التدرج.

النسبة المئوية المحتجزة بتخلصي المهندس يقدر يراجع خلطة الركام ويتأكد إنها متدرجة بشكل مناسب.

8.2 Report percentages to the nearest whole number, except for the percentage passing the 75 µm (No. 200) sieve, which shall be reported to the nearest 0.1%.

(٨,٢) الترجمة

يجب كتابة النسب المئوية في التقرير لأقرب رقم صحيح، باستثناء النسبة المارة من منخل ٧٥ ميكرومتر (No. 200) والتي يجب كتابتها لأقرب ٠.١٪.

8.1.3 Percentage of material retained between consecutive sieves".

(٨,١,٣) الترجمة

النسبة المئوية للمادة المحتجزة بين المناخل المتتالية.

(٨,١,٣) الشرح

البند ده بيركز على توزيع الحبيبات بين كل منخل والثاني، مش بس المحتجز على كل منخل أو المار منه.

الفكرة:

لما تحسب الوزن بين منخلين متتاليين، تعرف بالضبط الكمية اللي في كل فئة حجمية.

النسبة المئوية بين المناخل = (الوزن المحتجز بين المنخل العلوي والمنخل التالي ÷ الوزن الكلي للعينة)

١٠٠ ×

هذه الطريقة مهمة جدًا للتصميم، لأنها: بتوضح توزيع الحبيبات بشكل أدق.

تساعد المهندس في معرفة إذا التدرج متناسق أم فيه نقص او زيادة في فئة حجمية معينة.

كمان مفيدة لتحسين الخلطة وضمان استقرار الأسفالtes أو الخرسانة.

(٨,٢) الشرح

البند ده بيحدد الدقة المطلوبة عند كتابة النسب المئوية في التقرير:

النسب العادي (%) أو Passing (%) على المناخل الكبيرة:

نكتبها لأقرب رقم صحيح، يعني ٢٠٪ أو ٣٥٪ بدون الكسور العشرية.

ده بيخل التقرير أبسط وسهل القراءة، خصوصاً للمناقل الكبيرة اللي الفروقات فيها صغيرة نسبياً.

النسبة المارة من منخل ٧٥ ميكرومتر (No. 200):

هنا لازم نكتبها لأقرب ٠.١٪، لأن هذه المناخل الصغيرة جدًا ممكن يكون لها تأثير كبير على الخلطة (زي الطين أو الجزيئات فائقة الصغر).

الدقة العالية هنا مهمة للتأكد من جودة الركام ومطابقة المواصفات الدقيقة.

٨,٢: الفائدة العملية

تبسيط كتابة التقرير للمناقل الكبيرة، والدقة العالية للمناقل الدقيقة.

يقلل الأخطاء أثناء المقارنة مع المواصفات.

يسهل على المهندس المشرف تفسير النتائج بسرعة.

(٨,٢) المثال

لو عندنا عينة ونسبة المئوية كالتالي:

المنخل (مم)	Passing %	كيفية التقرير
١٩	٩٥,٣	%٩٥
٩,٥	٨٠,٧	%٨١
٤,٧٥	٥٠,٤	%٥٠
٢,٣٥	٣٠,٦	%٣١

الفائدة العملية:
لو نسبة كبيرة جداً في فئة معينة ممكن يسبب مشاكل في التماسك أو الدمل.
لو نسبة صغيرة جداً ممكن يسبب فراغات في الخلطة.
بالناتي النسبة بين المناخل بتديك تحكم دقيق في التدرج الحجمي.

الشرح (٩,١):

البند ده بيتكلم عن الدقة (Precision)، يعني مدى تكرار النتائج عند إجراء نفس الاختبار في مختبرات مختلفة أو نفس المختبر أكثر من مرة.

الجدول ٢ بيورينا تقديرات الدقة.

البيانات مأخوذة من برنامج مراقبة جودة مختبرات AASHTO → يعني النتائج مش مجرد تجربة واحدة، لكنها مبنية على اختبارات فعلية في مختبرات كثير (٤٧-١٣٣).

كل مختبر اختبر أزواج من العينات (يعني كل عينة اختبرت أكثر من مرة).

الجدول يعرض قيم الدقة لنسب الركام المارة المختلفة → لأن الدقة ممكن تختلف حسب حجم الحبيبات وكثافة العينة.

9. Precision and Bias

٩. الدقة والتحيز

9.1 Precision — The estimates of precision for this test method are listed in Table 2. The estimates are based on the results from the AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program, with testing conducted by AASHTO Test Method T30. The data are based on analyses of the test results from 47 to 133 laboratories who tested 14 pairs of proficiency test samples (Samples No. 1 through 28). The values in the table are given for different ranges of total percent of aggregate passing a sieve.

الترجمة (٩,١):

الدقة – تقديرات الدقة لهذا الأسلوب الاختباري موضحة في الجدول ٢.

تستند هذه التقديرات إلى نتائج برنامج عينات التحقق من مختبر مرجعي المواد التابع لـ AASHTO، مع الاختبارات التي أجريت باستخدام طريقة الاختبار .AASHTO T30

تم جمع البيانات من تحاليل نتائج الاختبارات من ٤٧ إلى ١٣٣ مختبراً اختبرت ٤٤ زوجاً من عينات التحقق (عينات رقم ١ إلى ٢٨).

القيم الموجودة في الجدول مقدمة لنطاقات مختلفة من إجمالي النسبة المئوية للركام المار من أي منخل.

الهدف (٩,١):

الهدف هو معرفة مدى موثوقية نتائج التحليل المنخلي عبر المختبرات المختلفة ونطاقات التدرج المختلفة.

هذا يساعد على تقييم مدى إمكانية الاعتماد على نتائج الاختبار في التصميم أو التحكم في جودة الخلطة.

المثال (١):

افترض أن مختبرين اختبرا نفس عينة ركام ونتيجة نسبة المار من منخل ٤,٧٥ مم كانت كالتالي:

مختبر A → 50%

مختبر B → 51%

تقدير الدقة:

الفرق بين النتائج = ١% وده معناه أن الاختبار دقيق جدًا لهذه العينة في هذا النطاق.

لو الجدول ٢ بيقول إن الدقة المتوقعة $\pm 2\%$ لـ نسبة المار من هذا المنخل يعني الفرق بين المختبرين داخل الحدود المقبولة.

معنى البند بالنسبة للمستخدم:

يعني أي اختلاف صغير بين مختبرات مختلفة يكون طبيعى النتائج ما زالت موثوقة.

ولو الفرق أكبر من الحدود المذكورة في الجدول لازم إعادة فحص طريقة الاختبار أو المعدات.

TABLE 2 Precision

	Total Percent of Material Passing	Standard Deviation (1s), % ^A	Acceptable Range of Two Results (d2s), % ^A	
Extracted Aggregate:^B				
Single-operator precision	<100 <95 <35 <25 <10 <5 <2	\$95 \$35 \$25 \$10 \$5 \$2 >0	0.5 1.0 0.7 0.4 0.3 0.2 0.2	1.4 2.9 2.0 1.2 0.9 0.6 0.5
Multilaboratory precision	<100 <95 <35 <25 <10 <5 <2	\$95 \$35 \$25 \$10 \$5 \$2 >0	0.5 1.2 0.9 0.8 0.6 0.4 0.3	1.5 3.5 2.7 2.2 1.6 1.1 0.9

^A These numbers represent, respectively, the (1s) and (d2s) limits described in Practice C670.

^B The precision estimates are based on aggregates with nominal maximum sizes of 19.0 to 9.5 mm.

جدول ٢ الدقة

أجمالى النسبة المئوية للمواد المارة	الانحراف المعياري A% (1s)	المدى المقبول لفرق نتائجتين A% (d2s)
الرکام المستخرج دقة مشغل واحد		
<100	\$95	0.5
<95	\$35	1.0
<35	\$25	0.7
<25	\$10	0.4
<10	\$5	0.3
<5	\$2	0.2
<2	>0	0.2
الرکام المستخرج دقة بين مختبرات		
<100	\$95	0.5
<95	\$35	1.2
<35	\$25	0.9
<25	\$10	0.8
<10	\$5	0.6
<5	\$2	0.4
<2	>0	0.3

الكلام تحت الجدول (الترجمة):

هذه الأرقام تمثل على التوالي : 1s الانحراف المعياري، و (d2s) نطاق القبول لنتائجتين كما هو موضح في

Practice C670.

تقديرات الدقة مبنية على الرکام ذي الأحجام القصوى الاسمية من ١٩,٠ إلى ٩,٥ مم.

أولاً: فكرة جدول الدقة

الجدول (٢) في المواصفة بيتكلم عن الدقة (Precision) بتغة اختبار التدرج المنخلي. هو بيقول لنا:

قد إيه ممكن النتائج تختلف لو نفس الشخص في نفس المعمل عمل الاختبار أكثر من مرة (Single-operator precision).

وقد إيه ممكن النتائج تختلف لو أكثر من معمل عملوا نفس الاختبار (Multilaboratory precision).

وبإوضاع كمان:

الانحراف المعياري → Standard Deviation (1s) = يعني فرق طبيعي صغير بيحصل بين الاختبارات.

المدى المقبول لفرق نتائجتين → Acceptable Range of Two Results (d2s) = المسماوح بين نتائجتين → يعني لو الفرق بين نتائجتين زاد عن الرقم ده بيقى فيه مشكلة.

ثانيًا: شرح الجدول

الجزء الأول Single-operator precision: نفس الشخص والمعلم

لو نسبة المارة من المنخل ما بين 95% و 100%:
الانحراف المعياري = 0.5، والفرق المسموح بين نتائجتين = 1.4

لو ما بين 35% و 95%: الانحراف المعياري = 1.0، والفرق المسموح = 2.9

لو ما بين 25% و 35%: الانحراف المعياري = 0.7، والفرق المسموح = 2.0

لو ما بين 10% و 25%: الانحراف المعياري = 0.4، والفرق المسموح = 1.2

لو ما بين 5% و 10%: الانحراف المعياري = 0.3، والفرق المسموح = 0.9

لو ما بين 2% و 5%: الانحراف المعياري = 0.2، والفرق المسموح = 0.6

لو ما بين 0% و 2%: الانحراف المعياري = 0.1، والفرق المسموح = 0.5

الجزء الثاني Multilaboratory precision: بين معامل مختلفة

100%-195% الانحراف المعياري = 0.5، الفرق المسموح = 1.5

95%-135% الانحراف المعياري = 1.5، الفرق المسموح = 3.5

35%-125% الانحراف المعياري = 0.9، الفرق المسموح = 2.7

25%-10% الانحراف المعياري = 0.8، الفرق المسموح = 2.2

10%-15% الانحراف المعياري = 0.6، الفرق المسموح = 1.6

5%-12% الانحراف المعياري = 0.4، الفرق المسموح = 1.1

2%-10% الانحراف المعياري = 0.3، الفرق المسموح = 0.9

ثالثًا: الهدف من الجدول

الهدف ببساطة:

فهم إن الاختبار عمره ما هيطلع نفس النتيجة 100% في كل مرة.

نعرف الفرق الطبيعي اللي ممكن يحصل.

نقدر حكم: هل الفرق اللي طلع مقبول طبيعي ولا غير مقبول يعني ممكن يكون مشكلة في الاختبار أو في العينة.

رابعًا: إزاي أستخدم الجدول عمليًا؟

1- حدد نسبة المارة من المنخل اللي عايز تراجعها (مثلاً 80%).

2- شوف النسبة دي في أي نطاق من الجدول (80% تبقى في 35%-95%).

3- شوف هل الاختبار معمول في نفس المعلم ولا بين معامل مختلفة (Single-operator) (Multilaboratory).

4- هات القيمة المسموحة للفرق. (d2s)

5- احسب الفرق بين النتائجين:

الفرق = [النتيجة الأولى - النتيجة الثانية]

6- لو الفرق أصغر أو يساوي القيمة المسموحة يبقى النتائج مقبولة.

لو الفرق أكبر يبقى النتائج مش مقبولة.

9.2 Bias — This test method has no bias since the values determined can be defined only in terms of this test method.

خامسًا: مثال عملي بالأرقام

مثال ١) داخل نفس المعمل Single-operator

نسبة المماراة = ٨٠% (يعني في النطاق ٩٥-٣٥%).

من الجدول: الفرق المسموح = ٢.٩%

لو نتيجة A = ٨٠، ونتيجة B = ٨٣، فـ

الحساب:

$$\text{الفرق} = |80 - 83| = 3\%$$

المقارنة:

الفرق > 3.2% > 2.9% غير مقبول.

مثال ٢) بين معامل Multilaboratory

نفس النسبة = ٨٠% (برضه ٩٥-٣٥%).

من الجدول: الفرق المسموح = ٣.٥%

نتيجة معامل A = 79% ، نتيجة معامل B = 82%.

الحساب:

$$\text{الفرق} = |82 - 79| = 3\%$$

المقارنة:

٣% ≤ ٣.٥% → الفرق مقبول.

الترجمة (٩.٢):

الانحياز — هذه الطريقة الاختبارية لا تحتوي على انحياز، لأن القيم التي يتم تحديدها يمكن تعريفها فقط وفقًا لهذه الطريقة الاختبارية.

الشرح (٩.٢):

الانحياز يعني هل النتائج تميل بشكل ثابت لأعلى أو لأسفل مقارنة بالقيمة الحقيقية.

البند ده بيقول إن الطريقة نفسها لا يمكن مقارنتها بقيمة مطلقة خارجها، لأن القياس يعتمد بالكامل على هذه الطريقة.

معنى ذلك:

لا توجد طريقة "أخرى" لتحديد القيمة الحقيقية مقارنة بهذه الطريقة.

أي اختلاف بين نتائج مختبرين مختلفين يكون اختلاف طبيعي للدقة، وليس انحياز.

باختصار: أي تباين بين النتائج هو تباين طبيعي وليس خطأ منهجي أو انحياز.

الفائدة العملية: ٩.٢

عند استخدام هذه الطريقة، لا تحتاج لتطبيق أي تصحيحات لتعديل النتائج.

يمكن الاعتماد على نتائج الاختبار مباشرة طالما تم اتباع خطوات الطريقة بدقة.

الهدف (٩,٢) :

الهدف هو توضيح أن هذه الطريقة لا تنتج نتائج منحازة، وأن أي اختلاف بين المختبرات أو التكرارات يرجع فقط إلى الدقة الطبيعية وليس خطأ منهجي.

الاستخلاص (extraction) : طريقة فصل الركام عن المواد الأخرى في الخلطة، عادةً عن طريق الغسيل أو الحرق أو وسائل أخرى.

التدريج الحجمي (gradation) : توزيع حجم الحبيبات في العينة، من الناعم للأكبر، وده مهم لضمان جودة الخلطة.

المثال العملي (٩,٢) :

نفترض عينة ركام وزنها ١٠٠٠ جم، واختبارها مختبران مختلفان:

مختبر A → النسبة المارة من منخل ٤,٧٥ مم = ٥٠%

مختبر B → النسبة المارة من نفس المنخل = ٥٥%
النتيجة هيكون :

الفرق = % طبيعي ضمن حدود الدقة (انظر الجدول ٢)
هذا الفرق ليس انحيازاً لأن الطريقة نفسها لا تعرف
بقيمة خارجية مطلقة
معنى ذلك أي اختلاف داخل حدود الدقة هو تباين
طبيعي والنتيجة لا تحتاج تعديل

الفائدة العملية (١٠,١) :

الكلمات المفتاحية بتساعد المهندسين والباحثين في التعرف بسرعة على محتوى الاختبار والمواصفة.

مفيدة عند البحث في قواعد البيانات أو عند الاطلاع على تقارير مختبرية.

لهدف (١٠,١) :

الهدف هو توضيح أبرز المفاهيم والمجالات التي يغطيها الاختبار، لتسهيل الفهم والتطبيق.

10.Keywords

البند ١٠ - (الكلمات المفتاحية)

10.1 aggregate ; extraction ; gradation.

الترجمة (١٠,١) :

الكلمات المفتاحية: الركام؛ الاستخلاص؛ التدرج الحجمي.

المثال العملي (١٠,١) :

لو عايز تعمل تقرير سريع عن اختبار عينة ركام:

ركام العينة → aggregate

فصل الركام عن الأسفلت → extraction

معرفة توزيع الحبيبات من أكبر لحببيات ناعمة → gradation

الكلمات دي بتوضح الموضوعات الأساسية اللي يغطيها الاختبار:

الركام (aggregate) : المواد الصلبة المستخدمة في الخلطة، زي الرمل والحصى.

بهذه الطريقة، أي شخص يقرأ التقرير يفهم بسرعة ما هي العناصر الأساسية للاختبار دون الحاجة لقراءة كل التفاصيل.

Mo.elkasaby