



## الوحدة السابعة

### اختبارات البيتومين



## اختبارات البيتومين

### البيتومين

#### مقدمة :

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

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

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

أ - سريعة التصلب  $Rc_0 - Rc_1 - Rc_2 \dots \dots \dots Rc_5$

ب - متوسطة التصلب  $Mc_0 - Mc_1 - Mc_2 \dots \dots \dots Mc_5$

ج - بطيئة التصلب  $Sc_0 - Sc_1 - Sc_2 \dots \dots \dots Sc_5$

وسوف يتم إجراء التجارب الآتية على البيتومين :

1. درجة الاشتعال .

2. درجة الغرز .

3. الممتولية .

## 1- تعيين درجة اشتعال البيتومين

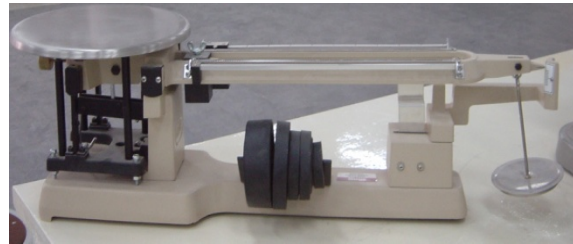
### الغرض من التجربة :

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

### الأدوات المستخدمة :



جهاز كليفلاند



ميزان حساس



ترمو متر

### خطوات التجربة

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



## النتائج العملية

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

## 2- اختبار تعيين درجة الغرز للبيتومين

### الغرض من التجربة

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

### الأدوات المستخدمة



حمام مائي



ساعة إيقاف



جهاز الغرز مزود بإبرة



علب اختبار (وعاء)



ترمو متر



## خطوات التجربة

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

## النتائج العملية

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

### 3- اختبار تعيين المبطولية للبيتومين

#### الغرض من التجربة

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

#### الأدوات المستخدمة



□ حمام مائي



جهاز كليفلاند



سكين معدنية



قالب الاختبار

#### خطوات التجربة

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



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

### النتائج العملية

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





## اختبار مارشال

### تصميم الخلطة الإسفلتية

#### مقدمة

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

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

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

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

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

3. الوزن النوعي لمكونات الخلطة

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



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

### اختبار مارشال

#### الغرض من التجربة :

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

## الأدوات المستخدمة :



جهاز استخلاص العينات



ماكينة مارشال



ماكينة الدمك للعينات



قالب دمك



خلاط ميكانيكي



حمام مائي



## خطوات التجربة :

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

### النتائج العملية

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



## استخلاص نسبة البيتومين من الخلطة الإسفلتية

### مقدمة

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

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

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

### الفرض من التجربة:

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

### الأدوات المستخدمة:



فرن كهربائي



جهاز استخلاص نسبة البيتومين



ميزان حساس



جهاز التدرج المنخلي



وعاء تسخين



حمام مائي



## خطوات التجربة

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





14. يتم حساب نسبة البيتومين بالخلطة الأسفلتية كالآتي:

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

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

### النتائج العملية

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



### نموذج تقويم المتدرب لمستوى أدائه

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

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

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

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

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