

## طريقة مارشال لتصميم الخلطات الإسفلتي **Marshall Method of Design**

### الهدف من التجربة:

تصميم خلطة إسفلتية مارشال \* أي إيجاد خليط اقتصادي من المواد ذو تدرج ونسبة إسفلت تعطي الخليط الخواص التالية :

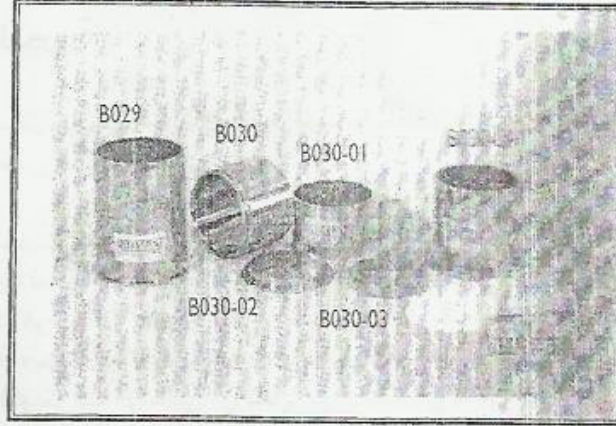
١. نسبة إسفلت كافية لضمان الديمومة والمرونة في الخلطة .
٢. قوة كافية لمقاومة الانسياب توفى بمتطلبات المرور بدون حدوث أي تشوهات.
٣. فراغات هوائية في الخليط الكلي تسمح باستيعاب الإسفلت وإبقاء جزء الفراغات الهوائية ، حيث كلما كانت نسبة الفراغات قليلة كلما تم تحديد مرور الهواء والماء خلال الكونكريت الإسفلتي أي تحديد دور الماء في فصل الركام عن الإسفلت وكذلك تحديد دور الهواء في أكسدة الإسفلت وتحويله الى مادة هشّة إما إذا كانت نسبة الفراغات الهوائية عالية سوف يسبب ذلك انضغاط من جراء تسليط أحمال المركبات وحدث النزف والنضح.

المواصفات : يجرى الفحص بموجب المواصفة الأمريكية ASTM D- 1559

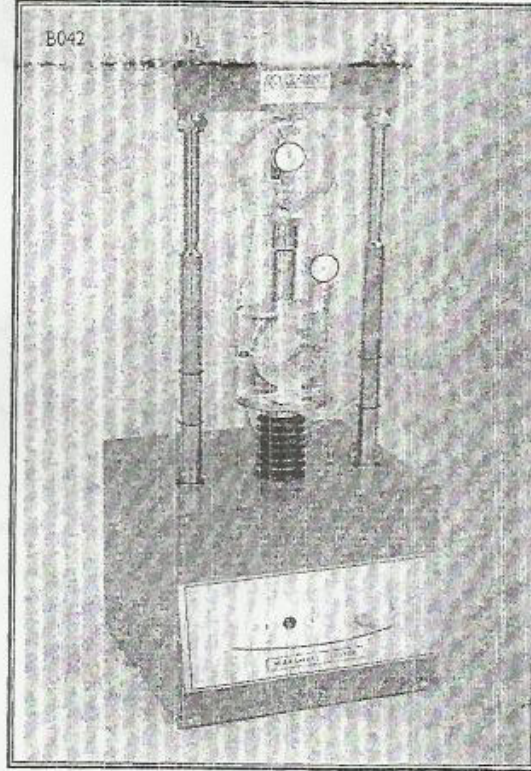
### الأدوات والأجهزة المستخدمة :

١. قالب ذو أبعاد محددة ( القطر ٤ أنج ، الارتفاع ٥،٤ أنج ) كما موضح في الصورة رقم (١١).
٢. مطرقة الرص المعدل (وزنها ١٠ باوند ومسافة السقوط ١٨ أنج).
٣. محرار معدني لقراءة درجة الحرارة.
٤. مصدر تسخين.
٥. ميزان الكتروني .
٦. ميزان مائي.
٧. فرن.
٨. حمام مائي.
٩. جهاز إخراج العينات.
١٠. جهاز مارشال حيث يتم قياس الثبات (stability) بتسليط الأحمال وفي الوقت الذي يتم تسجيل أعلى قراءة للثبات يجب تسجيل قراءة الزحف (flow)

الصورة رقم (١٢) تمثل جهاز مارشال ، يجب ان يكون ارتفاع النموذج قياسي عند فحصه ( النموذج قطره ٤ أنج وارتفاعه ٢،٢٥ أنج) إذا كان ارتفاع النموذج يختلف عن القيمة القياسية فيجب ان تجرى عملية تصحيح تكون قيمتها أقل كلما زاد الارتفاع عن الحد القياسي وعادة تكون أقل من واحد إما قراءة الزحف فأنها لاتصحح.



صورة رقم (١١) : قالب مارشال



صورة رقم (١٢) : جهاز مارشال

مارشال\* : بروس مارشال مهندس للمواد الإسفلتية في شعبة طرق ولاية مسيسيبي .

## المواد المستعملة:

باستخدام تدرج مسبق للركام وحسب معادلة المزج (Job mix formula) المعتمدة واستخدام نسب مختلفة للإسفلت (٤-٦,٥) %، تحضر ٣ عينات لكل نسبة من نسب الإسفلت المستخدمة .

## طريقة العمل :

١. بالاستناد على معادلة المزج المعتمدة يتم وزن الركام وحسب التدرج المبين للركام الخشن والناعم والمادة المألثة (gravel, sand, and filler) الجدول أدناه يمثل المناخل حسب مقاساتها ونسب المادة المتبقية % والوزن (غم) لأجزاء الركام ، في الجدول أدناه نسبة الإسفلت المستخدمة هي (٥%) ووزن نموذج الخلطة الإسفلتية (١٢٠٠ غم) وتحضر ٣ نماذج من هذا الوزن لكل نسبة إسفلت .

مقياس المنخل	نسب المواد المتبقية %	الوزن (غم)
١ أنج	١٠٠	
٣ / ٤ أنج	٥	٥٧
١ / ٢ أنج	١٧	١٩٣,٨
٣ / ٨ أنج	١٠	١١٤
منخل رقم ٤	١٨	٢٠٥,٢
منخل رقم ٨	١٤	١٥٩,٦
منخل رقم ٥٠	٢٤	٢٧٣,٦
منخل رقم ٢٠٠	٧	٧٩,٨
Filler	٥	٥٧

ويتم حساب وزن أجزاء الركام على كل منخل وكما يلي :

وزن الركام على المنخل ٤/٣ أنج

النسبة المئوية للركام في الخلطة الإسفلتية = ١٠٠ - نسبة الإسفلت المستخدمة

$$= ١٠٠ - ٥$$

$$= ٩٥ \%$$

وزن الركام المتبقي (غم) = وزن النموذج × نسبة الركام في الخلطة × النسبة المئوية المتبقية

$$= ١٢٠٠ \times ٩٥ \% \times ٥ \%$$

$$= ٥٧ \text{ غم}$$

وزن الركام على المنخل ٢/١ أنج

$$\text{وزن الركام المتبقي (غم)} = 1200 \times 95\% \times 17\%$$

$$= 193,8 \text{ غم}$$

وهكذا لبقية المناخل ، وبنفس الطريقة يتم إيجاد أوزان أجزاء الركام ( الحصى ، الرمل ، المادة المائنة ) على كل منخل ولكل نسب الإسفلت المستخدمة ، يجب أن يتم تسخين عينات الركام في الفرن .

٢. يحسب وزن الإسفلت للخلطة الإسفلتية كما يلي :

$$\text{وزن الإسفلت} = \text{وزن نموذج الخلطة الإسفلتية} \times \text{نسبة الإسفلت المستخدمة}$$

$$\text{وزن الإسفلت (غم)} = 1200 \times 5\% = 60 \text{ غم}$$

يجب أن يكون مجموع الأوزان لمكونات نموذج الخلطة الإسفلتية والتي تتكون من الركام بنوعيه ( الحصى والرمل ) والمادة المائنة والإسفلت مساوي إلى ( ١٢٠٠ غم ) لكل نسبة إسفلت .

٣. يسخن الإسفلت ويضاف إلى خليط الركام ( الحصى والرمل والمادة المائنة ) وتكون إضافة الإسفلت بأن يوضع الركام على الميزان ويصفر الميزان ثم يضاف الإسفلت إلى الخليط إلى أن يسجل الميزان وزن الإسفلت المحسوب عند ذلك يتوقف عن إضافة الإسفلت .

٤. يوضع القالب الخاص بفحص مارشال في الفرن .

٥. يوضع مزيج الركام والإسفلت على مصدر حراري ويخلط النموذج جيدا ويجب أن تتراوح درجة حرارة المزج ( ١٣٥ - ١٦٠ م° ) وتتم قراءة درجة الحرارة بأستخدام محرار معدني .

٦. يتم إخراج القالب من الفرن ويدهن ويترك فترة وفي نفس الوقت يرفع نموذج الخلطة الإسفلتية بعيدا عن المصدر الحراري حتى تصبح درجة حرارة النموذج ( ١٠٥ - ١٣٥ م° ) ثم يوضع النموذج في القالب ويرص لأستخدام مالج أو سكين ١٥ مرة موزعه حول محيط النموذج وفي وسطه ثم يرص النموذج بأستخدام المطرقة ٧٥ ضربة ويجب مراعاة كون محور المطرقة عموديا ثم يقلب القالب والنموذج ويعاد رص النموذج بنفس العدد من الضربات على وجه النموذج المقلوب .

٧. إخراج النموذج من القالب ويترك لفترة ٢٤ ساعة بدرجة حرارة المختبر من أجل السماح بأستعادة جزء من التشوهات غير الدائمة .

٨. يتم وزن النموذج بالهواء ويسجل الوزن (A) ثم يوضع النموذج في الماء لمدة ٣ دقائق ثم يمسح سطح النموذج بقطعة قماش ليمثل وزن النموذج مشبع وجاف السطح ويسجل الوزن (B) ثم إيجاد وزن النموذج في الماء بأستخدام الميزان المائي ويسجل الوزن (C) .

٩. يوضع النموذج في الحمام المائي بدرجة حرارة ٦٠ م° لمدة ( ٣٠ - ٤٠ دقيقة ) أو في الفرن لمدة ساعتين حتى توصل درجة الحرارة للنموذج غالي ٦٠ م° .

١٠. إجراء فحص الثبات – الزحف (Stability- flow) على نموذج الخلطة الإسفلتية حيث يوضع مقياس الزحف (Flow meter) في جهاز فحص مارشال ويتم تسليط أحمال على النموذج وبمعدل ٢ أنج / دقيقة الى أن يصل الحمل الى أقصى قراءة ثم يبدأ بالرجوع فتسجل أعلى قراءة للثبات حالما يصل الحمل الى الحمل الأقصى ثم الرجوع في نفس الوقت يتم تسجيل قراءة الزحف.

### الحسابات والنتائج

الوزن النوعي الكلي للركام  
100  
Bulk GA=

$$\frac{\% \text{ of gravel}}{G \text{ gravel}} + \frac{\% \text{ of sand}}{G \text{ sand}} + \frac{\% \text{ of filler}}{G \text{ filler}}$$

حيث: % of gravel, % of sand, % of filler : نسبة الحصى والرمل والمادة المائنة في الخلطة وحسب معادلة المزج (٥٠% ، ٤٥% ، ٥%) على التوالي .

G gravel , G sand , G fille : الوزن النوعي للحصى والرمل والمادة المائنة على التوالي

الوزن النوعي الفعال للركام

100-PS

effGA = \_\_\_\_\_ (Constant properties)

$$\frac{100}{\text{Max GM}} - \frac{P_s}{G_s}$$

حيث: Ps : نسبة الإسفلت المستخدمة

max GM : الوزن النوعي الأقصى للخلطة الإسفلتية

Gs : الوزن النوعي للإسفلت



ثم يتم تمثيل النتائج التي تم الحصول عليها على ورق بياني ورسم المنحنيات الآتية :

١. قيم الثبات مقابل نسب الإسفلت.
٢. قيم الكثافة مقابل نسب الإسفلت.
٣. قيم الزحف مقابل نسب الإسفلت.
٤. نسبة الفراغات الهوائية مقابل نسب الإسفلت .
٥. نسبة الفراغات الهوائية المملوءة بالإسفلت مقابل نسب الإسفلت .

ومن خلال رسم المنحنيات يمكن ملاحظة :

١. تزداد قيمة الثابت مع زيادة نسبة الإسفلت الى الحد الأقصى ثم تبدأ بالتناقص .
٢. منحني الكثافة للخلطة يشبه منحني الثبات لذا فإن الكثافة القصوى ( ليس دائما) تحدث عند نسبة إسفلت أعلى بقليل من نسبة الإسفلت للثبات القصوى .
٣. تزداد قيمة الزحف مع زيادة نسبة الإسفلت .
٤. تتناقص القيمة المئوية للفراغات الهوائية مع زيادة نسبة الإسفلت إلى أن تصل إلى أدنى محتوى فراغي .

٥. تزداد نسبة الفراغات المملوءة بالإسفلت إلى أعلى ما يمكن بزيادة نسبة الإسفلت .

ومن المنحنيات التي تم رسمها يتم تحديد نسبة الإسفلت المثلى التي تعطي أعلى ثبات وأعلى كثافة ونسبة الفراغات الهوائية بين ( ٣-٥%) فيؤخذ معدل القراءات الثلاثة لنسبة الإسفلت والتي تعتبر نسبة الإسفلت المثلى وتحدد هذه النسبة خواص الخلطة الإسفلتية أي بالرجوع إلى المنحنيات المرسومة يتم تحديد ثبات الخلطة ونسبة الفراغات الهوائية والزحف ونسبة الفراغات الهوائية المملوءة بالإسفلت وتحدد المواصفات :

إن لا يقل ثبات الخلطة عن ٨٠٠ كغم .

نسبة الفراغات الهوائية بين ( ٣-٧%)

الزحف(٢-٤ ملم )

نسبة الفراغات الهوائية المملوءة بالإسفلت (٧٠ – ٨٥%)