مجلة البحوث الهندسية

العدد الثاني — الكانون (ديسمبر) — 1991

مجلة البحوث الهندسية تصدر دوريا عن مركز بحوث العلوم الهندسية - طرابلس/ الجماهيرية

1 - مقارنة بين استعمال طريقة المعاملات والطريقة المباشرة فى تصميم البلاطات الخرسانية المسلحة ذات الاتجاهين والمحمولة على عوارض. ..... محمود عبد الرحمن القلهود

2 - التغير فى القصور الذاتى للذراعيات مستطيلة القطاع. ..... مصطفى محمد الطويل

3 - دراسة صخور خواص البازلت واستخداماتها فى الخلطات الخرسانية. ..... محمد ابو عجيلة المبروك والسنوسى عبد الوهاب الأزهرى

4 - التطورات الحديثة فى تحليل الصفائح والقشريات. ..... صالح يحيى البارونى والطاهر قنابة

5 - تأثير درجات حرارة الدمك والاختبار على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية. ..... محمد الشتيوى عمر.

6 - التحلية كحل لمشاكل المياه بمدينة طرابلس. ..... محمد عبدالله المنتصر وحسن مختار زايد

7 - الترجمة والتعريب في الجماهيرية. ..... أحمد مختار بريرة وفخرى اسكندر

8 - نموذج رياضى لتقييم البرامج التدريبية الفنية. ..... عبد القادر الصادق عكى وموسى محمد موسى وفتحى رجب العكارى

9 - التحليل العددى لتدفق على أسطح مائلة (باللغة الانجليزية). ..... جمعة محمد الفلاح

10 - تحليل الصفائح الموضوعة على اساسات مطاطية (باللغة الانجليزية). ..... السنوسى عبد الوهاب الأزهرى.

تأثير درجات حرارة الدمك والاختبار على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية

د. محمد الشتيوى عمر
أستاذ مساعد الهندسة المدنية
قسم الهندسة المدنية ـ كلية الهندسة ـ جامعة الفاتح

الخلاصة

تتركب الخلطة الاسفلتية من الركام الخشن والركام الناعم ومادة مالئه للفراغات ومادة اسفلتية رابطة. ونظراً لوجود الاسفلت كأحد المكونات الرئيسيه للخلطة الاسفلتية فان درجة الحرارة سواء اثناء الخلط أو الدمك او الاختبار تعتبر من أهم العوامل المؤثرة في الخواص الهندسية للخلطة الاسفلتية.

وتحتوى هذه الورقه عرضاً وتحليلاً لنتائج بحث معملى تم اجراؤه لغرض ايجاد مؤثرات درجات حرارة الدمك والاختبار على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية. وأهم الاستنتاجات من هذه الدراسة هى: ـ

1 ـ درجات حرارة الدمك والاختبار لهما تأثير فعال ومهم على الخواص الهندسية للخلطة الاسفلتية.
2 ـ افضل النتائج يمكن الحصول عليها بين درجات حرارة الدمك 130° م و145 °م.
3 ـ يزداد ثبات وجسوءة مارشل كلما زادت درجة حرارة الدمك، بينما يقل الانسياب بزيادة درجة حرارة الدمك.
4 ـ يقل ثبات وانسياب مارشل بزيادة درجة حرارة الاختبار، بينما تأثير درجة حرارة الاختبار على جسوءة مارشل بسيطة وغير مهمة.

المقدمة:

تتألف الخلطة الاسفلتية، كما هو معروف للعاملين فى هذا المجال من الركام الخشن والركام الناعم ومواد مالئة للفراغات ومادة اسفلتية رابطة ومثبتة، تمزج جميعها فى نسب دقيقة وتحت ظروف معينة، للحصول على خلطة رصف مناسبة تحقق جميع متطلبات الخدمة المرغوبة. وقوة (ثبات) الخلطة الاسفلتية تتكون من مركبتين اساسيتين[1] هما: قوى الاحتكاك الداخلى بين أسطح التماس فى الركام الخشن بصورة رئيسية، والركام الناعم بصورة ثانوية، وقوى التداخل والتسليح للمونة الاسفلتية داخل الفراغات المتصلة للركام الخشن وبصفة عامة، تعتمد الخواص الهندسية على العديد من العوامل أهمها: ـ

1 ـ الخواص الميكانيكية لمكونات الخلطة.
2 ـ التدرج الحبيبى للركام.
3 ـ درجة حرارة الخلط.
4 ـ مدة الخلط.
5 ـ درجة حرارة الدمك.
6 ـ درجة حرارة الاختبار.

وتحتوى هذه الورقة عرضاً وتحليلاً لمؤثرات درجات حرارة الدمك والاختبار على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية، بينما بقية العوامل الأخرى ما زالت تحت الدراسة من جانب مؤلف هذه الورقة.

وحيث ان المادة الاسفلتية تعتبر أحد المكونات الرئيسية للخلطة الاسفلتية فان خواص هذه الخلطة لا بد وان تتأثر بدرجة الحرارة أثناء الخلط والدمك والاختبار. والدراسات السابقة (2، 3، 4، 5) تؤكد ان المادة الاسفلتية لدنة حرارياً (Thermoplastic) أى انها تسيل وتقل لزوجتها بزيادة درجة الحرارة، بينما الخرسانة الاسفلتية تعتبر مادة لزجة ـ مرنة (Viscoeplastic) تعتمد جسوءتها على درجة الحرارة وزمن التحميل $S = F(T, t)$

حيث ان: T = درجة الحرارة

t = زمن التحميل

S = جسوءة الخرسانة الاسفلتية

ويلاحظ عند تنفيذ الرصف اختلاف كبير فى درجات حرارة الدمك خصوصاً فى الأيام الباردة ويرجع ذلك لبعد أو قرب الخلاطة المركزية من موقع الرصف. كما ان درجة حرارة الهواء فى دول المغرب العربى قد تصل وربما تتجاوز 45° م، فى بعض أيام الصيف الحارة وان درجة الحرارة المكافئة لها عند سطح الرصف قد تصل وربما تتجاوز 70° م (6) وبالتالى فان درجة حرارة طبقة الرصف الاسفلتية بالطرق والمهابط فى منطقتنا تتجاوز وبقدر كبير الـ 60° م - درجة حرارة الاختبار القياسية لتصميم الخلطة الاسفلتية -. كما ان دراسات عديدة (7، 8، 9) تؤكد ان الفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الرصف قد تصل من 20 الى 25° م.

من كل ما تقدم انبثقت فكرة دراسة تأثير درجة حرارة الدمك ودرجة حرارة الاختبار على الخواص الهندسية للخلطة الاسفلتية.

أهداف الدراسة

الأهداف المحددة لهذه الدراسة هى: -

1 - دراسة تأثير تغير درجة حرارة الدمك على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية وهي: -

* الكثافة Density
* نسبة الفراغات الهوائية % Air voids
* نسبة الفراغات الكلية
% Voids in Mineral Aggregate (% VMA)
* نسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت
% Voids Filled with Bitumen (% VFB)
* الثبات Stability
* الانسياب Flow
* جسوءة مارشل Marshall Stiffness

2 - دراسة تأثير تغير درجة حرارة الاختبار على خواص مارشل التالية: -

* الثبات
* الانسياب
* جسوءة مارشل

مكونات الخلطة الاسفلتية

كما ذكر فى المقدمة فان الخلطة الاسفلتية تتألف من الركام الخشن والركام الناعم ومواد مالئة للفراغات ومادة اسفلتية رابطة. ومن الجدير بالذكر ان نشير هنا ان الركام الخشن والركام الناعم والمادة المالئة تم الحصول عليهم من نفس المصدر.

1 - **الركام الخشن**: - وهو كل حبات الركام المكسر طبيعياً أو عبر الكسارة ولها وجهين خشنين على الأقل وتحجز فوق منخل رقم 4 وفقاً لمواصفات ASTM أو منخل رقم 10 وفقاً لمواصفات الـ AASHTO أو ASCE أو تحجز على منخل رقم 8 حسب مواصفات معهد الاسفلت الامريكى، علماً بان معظم الهيئات المتخصصة فى المنطقة العربية تستخدم منخل رقم 4 كحد فاصل بين الركام الخشن والركام الناعم وهو ما تم استخدامه فى هذه الدراسة. ونظراً لسطوحه الواسعة ومظهره الخشن وكتلة حباته الثقيلة يعزى اليه كل الاحتكاك الداخلى فى الخلطة الاسفلتية على قوة أو ضعف، فان زادت خشونة اسطح حبيباته زاد معامل الاحتكاك فيها، وان زادت كتلة حبيباته ومسطحات التماس فيها تزداد مقاومة الانزلاق.

2 - **الركام الناعم**: وهو جميع حبيبات الركام المارة من منخل رقم 4 والمحجوزة فوق منخل رقم 200. ويعمل الركام الناعم على توفير احتكاك داخلى اضافى بتماس حباته مع السطوح الداخلية للركام الخشن داخل فراغاته، كما يعمل بصورة غير مباشرة على تكثيف الخلطة بملئه لفجوات الركام الخشن. وبذلك يزيد الخلطة مقاومة للتحميل.

3 - **المادة المالئة**: وهي المادة المعدنية المارة من منخل رقم 200 ولا يتعدى تأثيرها فى الخلطة تسميتها بالمادة المالئة تدخل فى فراغات الركام الناعم فتخفف منها وتزيد من كتلة الخلطة ونعومة حبيباتها لا يؤهلها لاكساب الخلطة أى اضافة للاحتكاك الداخلى، ولكنها تشكل مع الركام الناعم والمادة الاسفلتية الرابطة مونة لزجة تملأ فراغات الركام الخشن وتؤلف معها قوة تسليح مثبتة من التداخل المتصل الذى ينشأ.

والجدول رقم 1 يعرض الخواص الميكانيكية للركام

المستخدم فى هذه الدراسة والذى تم الحصول عليه من **محجر أبو عرقوب**. بينما جدول رقم 2 يبين التدرج الحبيبى الذى استخدم فى هذه الدراسة وهو التدرج الشائع استخدامه فى الطبقة السطحية بالطرق الاسفلتية فى الجماهيرية.

4 ـ المادة الاسفلتية الرابطة: وهى مادة الاسفلت التى تعمل على تغليف جميع حبيبات الركام الخشن والناعم والمادة المالئة وربطها ببعض. ويستخدم فى الجماهيرية الاسفلت النصف جامد Semi-Solid Asphalt فى الخلطات الاسفلتية ويدعى بالاسفلت الاسمنتى Asphalt Cement ويقاس تدريجه عادة بجهاز الاختراق القياسى. يمزج الاسفلت الرابط بعد تسخينه لدرجات حرارة كافية مع الركام والمادة المالئة الساخنتين لانشاء أغشية رقيقة تغلف حبات الركام والمادة المالئة.

والاسفلت الاسمنتى المستخدم فى هذه الدراسة هو اسفلت اسمنتى (AC) 70/60 تم الحصول عليه من مصفاة الزاوية الواقعة على بعد 60 كلم غرب مدينة طرابلس.

جدول رقم (2) التدرج الحبيبى للركام

رقم المنخل	نسبة الماء: حدود المواصفات	نسبة المار % للعينة
$\frac{3}{4}$	100	100
$\frac{1}{4}$	100 ـــــ 80	90
$\frac{3}{8}$	90 ـــــ 70	80
4	70 ـــــ 50	60
8	50 ـــــ 35	42,5
30	29 ـــــ 18	23,5
50	23 ـــــ 13	18
100	16 ـــــ 8	12
200	10 ـــــ 4	7

جدول رقم (1) الخواص الميكانيكية للركام

الرقم	الخاصية	القيمة
1	الكثافة النوعية الكلية (جاف)	2.640 جم/سنتم^3
2	الكثافة النوعية الكلية (مشبح جاف السطح)	2.670 جم/سنتم^3
3	الكثافة النوعية الظاهرية	2.730 جم/سنتم^3
4	الكثافة النوعية الفعالة	2.700 جم/سنتم^3
5	نسبة الامتصاص % Absorption	1.20 جم/سنتم^3
6	قيمة التآكل Abrasion Value	21.50 جم/سنتم^3
7	قيمة التفتت Crushing Value	15.30 جم/سنتم^3
8	القيمة الصدمية Impact Value	15.20 جم/سنتم^3
9	علامة الاستطالة Elongation Index	21.50 جم/سنتم^3
10	علامة التبطط Flakiness Index	18.82 جم/سنتم^3

الخواص الطبيعية للاسفلت المستخدم موضحة فى الجداول التالية:

التجربة	النتيجة	المطلوب
1 ـ المطيلية (Ductility)	+100	100 سنتم
2 ـ الاختراق (Penetration)	63.3	70 ـ 60
3 ـ درجة الليونة (Softening Point)	49.5	54 ـ 46
4 ـ الكثافة النوعية (Sp. Gravity)	1.030 ـ 1,01	106

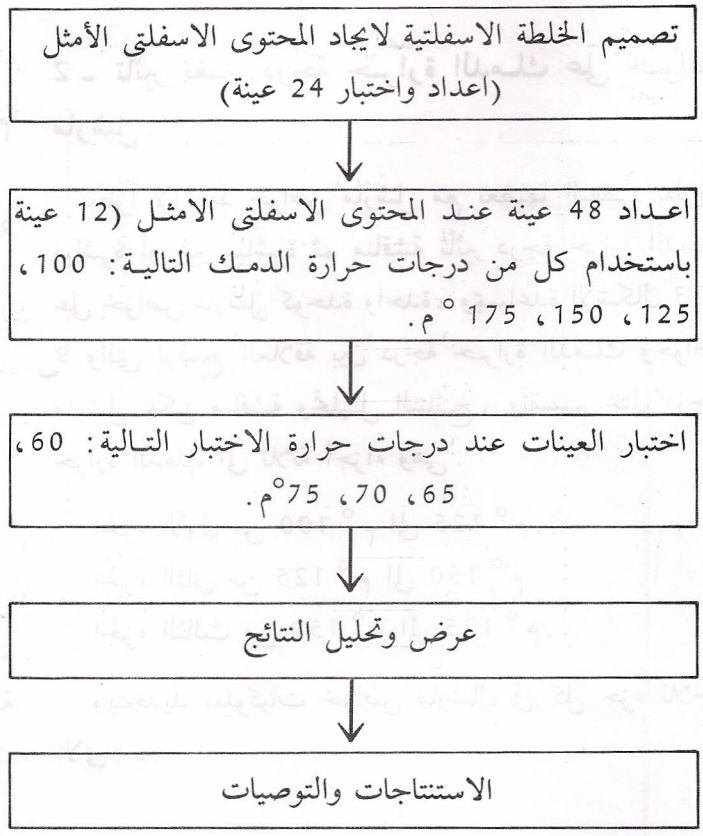
برنامج الدراسة

المراحل الأساسية التى تتكون منها الدراسة موضحة فى شكل (1) حسب تسلسل تنفيذها كما يلى: ـ

1 ـ تصميم الخلطة الاسفلتية: ـ

اعداد واختبار ما مجموعة 24 عينة حسب طريقة مارشل القياسية لتصميم الخلطة الاسفلتية (10) حيث يتم اعداد 3

عينات بكل من محتويات الاسفلت التالية (4.0، 4.5، 5.0، 5.5، 6.0، 6.5، 7.0، 7.5)% وبنهاية هذه المرحلة يتم تحديد المحتوى الاسفلتى الأمثل.



شكل رقم 1 مراحل الدراسة

2 ـ اعداد عينات البحث: ـ

يتم في هذه المرحلة اعداد 12 عينة باستخدام كل من درجات الدمك التالية 100، 125، 150، 175 °م. وبنهاية هذه المرحلة يكون عدد العينات 48 عينة تم اعدادها حسب طريقة مارشل القياسية لتصميم الخلطات الاسفلتية باستثناء اختلاف درجات حرارة الدمك.

3 ـ اختبار عينات البحث: ـ

ويتم فى هذه المرحلة اختبار العينات التى تم اعدادها فى المرحلة الثانية عند درجات حرارة الاختبار التالية 60، 65، 70، 75 °م. وبنهاية هذه المرحلة تكون نتائج الاختبارات قد اكتملت.

4 ـ عرض وتحليل النتائج: ـ

ويتم فى هذه المرحلة عرض النتائج والعلاقات المختلفة فى صورة منحنيات وجداول ومن خلالها يتم تحليل وتفسير السلوكيات المختلفة.

5 ـ الاستنتاجات والتوصيات: ـ

على ضوء تحليل النتائج وتفسير السلوكيات المختلفة يتم استخلاص الاستنتاجات المختلفة واعداد التوصيات فى ما يخص التطبيقات والدراسات المستقبلية.

عرض النتائج

تم عرض نتائج الاختبارات المختلفة فى صورة أشكال وجداول كما يلى: ـ

الأشكال: ـ

* شكل رقم 1 يوضح مراحل الدراسة المختلفة.
* شكل رقم 2 يوضح منحنيات خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية على الساخن.
* شكل رقم 3 يبين العلاقة بين درجة حرارة الدمك والثبات.
* شكل رقم 4 يبين العلاقة بين درجة حرارة الدمك والانسياب.
* شكل رقم 5 يوضح العلاقة بين درجة حرارة الدمك والكثافة.
* شكل رقم 6 يوضح العلاقة بين درجة حرارة الدمك والفراغات الهوائية.
* شكل رقم 7 يوضح العلاقة بين درجة حرارة الدمك والفراغات المملوءة بالاسفلت.
* شكل رقم 8 يوضح العلاقة بين درجة حرارة الدمك والفراغات الكلية.
* شكل رقم 9 يوضح العلاقة بين درجة حرارة الدمك وجسوءة مارشل.
* شكل رقم 10 يبين العلاقة بين درجة حرارة الدمك والثبات عند مختلف درجات حرارة الاختبار.
* شكل رقم 11 يبين العلاقة بين درجة حرارة الدمك والانسياب عند مختلف درجات حرارة الاختبار.
* شكل رقم 12 يبين العلاقة بين درجة حرارة الاختبار والثبات عند مختلف درجات حرارة الدمك.

* شكل رقم 13 يبين العلاقة بين درجة حرارة الاختبار والانسياب عند مختلف درجات حرارة الدمك.
* شكل رقم 14 يبين العلاقة بين درجة حرارة الاختبار وجسوءة مارشل عند مختلف درجات حرارة الدمك.

2 ـ الجداول: ـ

* جدول رقم 1 يوضح الخواص الميكانيكية للركام المستخدم فى الدراسة.
* جدول رقم 2 يبين التدرج الحبيبى للركام وحدود المواصفات.

تحليل النتائج

1 ـ تصميم الخلطة الاسفلتية: ـ

العلاقات المختلفة بين المحتوى الاسفلتى وخواص مارشل الست موضحة فى شكل رقم 2 وهى: الثبات، الانسياب، الكثافة، نسبة الفراغات الهوائية، نسبة الفراغات الكلية ونسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت، ومن هذه العلاقات الست تم ايجاد المحتوى الاسفلتى الذى يعطى: ـ

* أقصى ثبات
* أقصى كثافة
* 4% فراغات هوائية (متوسط 3% الى 5%)
* 3 مليمتر انسياب (متوسط 2 الى 4 مليمتر)
* 80% فراغات مملوءة بالاسفلت (متوسط 75% الى 85%)

والمتوسط الحسابى للقيم الخمس يعتبر المحتوى الاسفلتى الأمثل للخلطة وهو 5,5% وهذه القيمة للمحتوى الاسفلتى استوفت جميع شروط مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية حيث أعطت القيم التالية: ـ

* ثبات مارشل	(ك. ن)	19.50
* الانسياب	(مليم)	3.20
* الكثافة	(جم/سنتم^3)	2.410
* نسبة الفراغات الهوائية	(%)	4.0
* نسبة الفراغات الكلية	(%)	16.5
* نسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت	(%)	77

2 ـ تأثير تغير درجة حرارة الدمك على خواص مارشل:

نظراً لارتباط خواص مارشل مع بعضها البعض بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ثم مناقشة تأثير درجة حرارة الدمك على خواص مارشل كوحدة واحدة، وبمساعدة الأشكال 3 الى 9 والتى توضح العلاقة بين درجة حرارة الدمك وخواص مارشل يمكن مناقشة وتحليل النتائج، وتقسيم مجال درجة حرارة الدمك الى ثلاثة أجزاء وهى:

الجزء الأول من 100 °م الى 125 °م.
الجزء الثانى من 125 °م الى 150 °م.
الجزء الثالث من 150 °م الى 175 °م.

وبتحديد سلوكيات خواص مارشال فى كل جزء نلاحظ الآتى: ـ

الجزء الأول: ـ

* معدل زيادة متوسط نسبياً فى الثبات وجسوءة مارشل بزيادة درجة حرارة الدمك.
* معدل زيادة مرتفع نسبياً فى الكثافة بزيادة درجة حرارة الدمك.
* معدل هبوط مرتفع نسبياً فى نسبة الفراغات الهوائية ونسبة الفراغات الكلية بزيادة درجة حرارة الدمك.
* معدل زيادة مرتفع نسبياً فى نسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت بزيادة درجة حرارة الدمك.
* زيادة بسيطة فى الانسياب بزيادة درجة حرارة الدمك.

وحيث ان المادة الرابطة الاسفلتية لدنة حرارياً فان زيادة الحرارة يزيد فى سيولة المادة الرابطة ومن ثم تعمل على تشحيم وسهولة انزلاق حبيبات الركام مع بعضها مما يزيد فى الكثافة ويقلل الفراغات. وعليه يعزى سبب زيادة ثبات وجسوءة مارشل فى هذا الجزء الى الزيادة فى الكثافة ونقصان الفراغات الهوائية والكلية.

الجزء الثانى : -

* معدل زيادة بسيط نسبياً فى ثبات وجسوءة مارشل بزيادة درجة حرارة الدمك.
* استمرار الكثافة فى الزيادة حتى درجة حرارة الدمك 135 °م تقريباً بعدها بدأت نسبة الفراغات الهوائية والكلية بالزيادة بمعدل متوسط نسبياً بزيادة درجة حرارة الدمك.
* استمرارية نسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت بالزيادة حتى درجة الدمك 135 °م تقريباً بعدها بدأت نسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت بالنقصان بمعدل متوسط نسبياً بزيادة درجة حرارة الدمك.
* استمر الانسياب بالزيادة البسيطة حتى درجة حرارة الدمك 130 °م بعدها بدأ الانسياب بالهبوط بمعدل متوسط نسبياً بزيادة درجة حرارة الدمك.

اذن فى هذا الجزء توجد اما ذروة أو قاع لمعظم خواص مارشل بينما لوحظ شبه استقرار فى قيم ثبات وجسوءة مارشل.

اذن فى هذا الجزء وبالتحديد عند درجة حرارة الدمك 135 °م تقريباً يوجد:

* أقصى كثافة.
* أقل نسبة فراغات هوائية.
* أقل نسبة فراغات كلية.
* أقصى نسبة فراغات مملوءة بالاسفلت.

وحيث ان درجة حرارة الدمك 135 °م تتوسط هذا الجزء فيتوقع أن تكون خواص مارشل متقاربة عند ودرجتى حرارة الدمك 125 °م و150 °م وهذا ما يفسر نسبة استقرار ثبات وجسوءة مارشل فى هذا الجزء.

الجزء الثالث : -

* زيادة مرتفعة نسبياً فى ثبات وجسوءة مارشل بزيادة درجة حرارة الدمك.
* هبوط ثابت ومستمر فى الانسياب بزيادة درجة حرارة الدمك.
* معدل هبوط ثابت ومستمر فى الكثافة بزيادة درجة حرارة الدمك.
* معدل زيادة ثابتة ومستمرة فى نسبة الفراغات الهوائية والكلية بزيادة درجة حرارة الدمك.
* معدل هبوط بسيط فى الفراغات المملوءة بالاسفلت بزيادة درجة حرارة الدمك.

وحيث ان المادة الرابطة الاسفلتية موجودة فى صورة أغشية رقيقة حول حبات الركام الساخن عند درجة الحرارة 175° م يؤدى الى تبخر المواد المتطايرة من المادة الرابطة وأحياناً حرقها وبالتالى تفقد المادة الرابطة الاسفلتية العديد من الخواص المهمة والمميزة، وتتحول الى مادة صلبة ذات لزوجة عالية يكون تأثيرها بالزيادة فى ثبات وجسوءة مارشل ونسبة الفراغات الهوائية وبالنقصان فى الكثافة ونسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت والانسياب.

3 - درجة حرارة الدمك المثلى : -

من خلال تحليل تأثير درجة حرارة الدمك على خواص مارشل يمكن ملاحظة واستخلاص الآتى : -

* تم تحقيق أقصى كثافة باستخدام درجة حرارة الدمك 135 °م (شكل رقم 5).
* مجال حرارة الدمك الذى يعطى نسبة فراغات هوائية من 3% الى 5% هو من 120 °م الى 160 °م (شكل رقم 6)
* مجال حرارة الدمك الذى حقق نسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت من 75% الى 85% هو من 120 °م الى 146 °م (شكل رقم 7).
* جميع درجات حرارة الدمك التى تم استخدامها أعطت المطلوب بالنسبة لخواص الثبات والانسياب ونسبة الفراغات الكلية.

مما تقدم يبدو واضحاً ان مجال حرارة الدمك الذى يستوفى المطلوب بالنسبة لجميع خواص مارشل هو من 129 °م الى 146 °م ودرجة الحرارة التى تتوسط هذا المجال 137,5 °م تعتبر درجة حرارة الدمك المثلى.

4 ـ تأثير درجة حرارة الاختبار على ثبات وانسياب وجسوءة مارشل : ـ

تأثيرات درجة حرارة الدمك على ثبات وانسياب وجسوءة مارشل موضحة فى الأشكال رقم 12، 13، 14 على التوالى.

الثبات : ـ

وحيث ان الخلطة الاسفلتية تعتبر لزجة ـ مرنة فان ثباتها (قوتها) دالة فى درجة حرارة الاختبار وزمن التحميل، ونتائج هذه الدراسة أكدت هذا المبدأ حيث وجد ان الثبات يتناقص بزيادة درجة حرارة الاختبار بمعدل يتراوح من 35 الى 40 كجم/م°. وهذا راجع أيضاً الى خواص اللدونة الحرارية للمادة الرابطة الاسفلتية، حيث تقل لزوجة المادة الرابطة الاسفلتية بزيادة درجة الحرارة فتعمل على تشحيم وسهولة انزلاق حبيبات الركام مع بعض مما يقلل من ثبات الخلطة الاسفلتية.

الانسياب :

بصفة عامة ينقص الانسياب بزيادة درجة حرارة الاختبار ومعدل النقصان يقل بزيادة حرارة الدمك حيث ان أقل انسياب سجل باستخدام درجة حرارة الدمك 175 °م وهذا راجع إلى زيادة كمية المواد المتطايرة (المتبخرة من المادة الرابطة بزيادة درجة حرارة الدمك، وعليه يزيد تصلب الاسفلت بزيادة درجة حرارة الدمك.

جسوءة مارشل :

بصفة عامة يعتبر تأثير درجة حرارة الاختبار على جسوءة مارشل بسيط جداً وغير مهم، ويمكن القول بان جسوءة مارشل لا تتأثر بدرجة حرارة الاختبار الواقعة فى المجال من 60 °م الى 75 °م وذلك لأن

$$\text{جودة مارشل} = \frac{\text{الثبات (ك. ن)}}{\text{الانسياب (مليمتر)}}$$

البسط والمقام ينقصان تقريباً بنفس المعدل مما يحفظ قيمة جودة مارشل مستقرة.

الاستنتاجات والتوصيات

أ ـ الاستنتاجات :

1 ـ درجة حرارة الدمك لها تأثير قوى وفعال على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية.

2 ـ مجال درجة حرارة الدمك 125 °م الى 150 °م تقع به أقصى كثافة، أقصى نسبة فراغات مملوءة بالهواء، أقل نسبة فراغات هوائية وكلية. كما لوحظ به استقرار فى قيم ثبات جسوءة مارشل وهذا يعنى ان درجة حرارة الدمك المثالية يجب أن تقع فى هذا المجال.

3 ـ مجال درجة حرارة الدمك 129 °م الى 146 °م يحقق المطلوب لجميع خواص مارشل، وعليه درجة الحرارة التى تتوسط هذا المجال (137,5 °م) تعتبر درجة حرارة الدمك المثلى.

4 ـ بصفة عامة يزيد الثابت وجسوءة مارشل ويقل الانسياب بزيادة درجة حرارة الدمك.

5 ـ لدرجة حرارة الاختبار تأثير مهم على خواص الثبات والانسياب.

6 ـ يقل الثبات كلما زادت درجة حرارة الاختبار بمعدل يتراوح من 35 الى 40 كجم/م°، كما يقل الانسياب أيضاً بزيادة درجة حرارة الاختبار.

7 ـ ليس لدرجة حرارة الاختبار تأثير مباشر على جسوءة مارشل.

ب ـ التوصيات :

1 ـ حتى يتم الحصول على استنتاج واسع نوصى بأن تتكرر هذه الدراسة باستخدام تدرجات ركام مختلفة ومصادر ركام أخرى.

2 ـ نوصى بان يتم دراسة بقية العوامل المؤثرة فى الخواص الهندسية للخلطة الاسفلتية مثل درجة حرارة الخلط، مدة الخلط ونسبة المواد المالئة.

3 ـ نوصى بأن يحدد المجال المسموح به لدرجات حرارة الدمك والخلط فى المواصفات ويتم مراقبتها أثناء التنفيذ بدقة.

4 ـ وحيث ان درجة حرارة الرصف تزيد عن درجة حرارة

الهـواء من 20 الى 25 °م اثناء أيـام الصيف الحارة، نوصى بان تستبدل درجة حرارة الاختبار من 60 °م الى 75 °م.

المراجع

1 - Gharaybeh, F. "Climate - Related Behaviour of Bituminous Mixtures For Jordanian Arifields" 3 rd IRF Middle East Regional Meeting 13-18 Feb. 1988 Riyadh-Kingdom of Saudi Arabia Vol. 5 Pgs 69-87.

2 - Ferry, J.D., "Viscoelastic Properties of Polymers". 3 rd Ed., John Wiley and Sons, 1970.

3 - Tobolsky, A. V, "Structure and Properties of Polymers", John Wiley and Sons, 1960.

4 - Lai, J. S, Fitzgerland, J. E. "Initial Evaluation of the Effect of Synthetic Rubber Additives on the Thermorheological Properties of Asphalt Mixture", HRR No. 313, 1970.

5 - Kines, W. J., "Comparisons between Measured and Predicted Flexible Pavement Response", FHWA, Office of Research and Development, Report No. FHWA - RD - 72-10, 1973.

6 - Bissada, A.F, "Asphalt Pavement Temperature Related to Kuwait Climate", Proceedings, HRR, No. 404: 71-85, 1972.

7 - Roberts, P.K. and Russam, K. "Road Temperature in the Tropics", proceeding TRRL, Vol. 20, 1966.

8 - Barber, E.S., "Calculation of Maximum Pavement Temperature from Weather Reports", proceeding HRR No. 168: 1-8, 1957.

9 - Arther, L.S., Schenk, S., and Presbycien, F., "Bituminous Pavement Temperature Related to Climate", proceedings HRR No. 256: 53-77, 1968.

10 - The Asphalt Institute. "Mix Design Methods For Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types", Manual Series No. 12 (MS-2) May 1984.

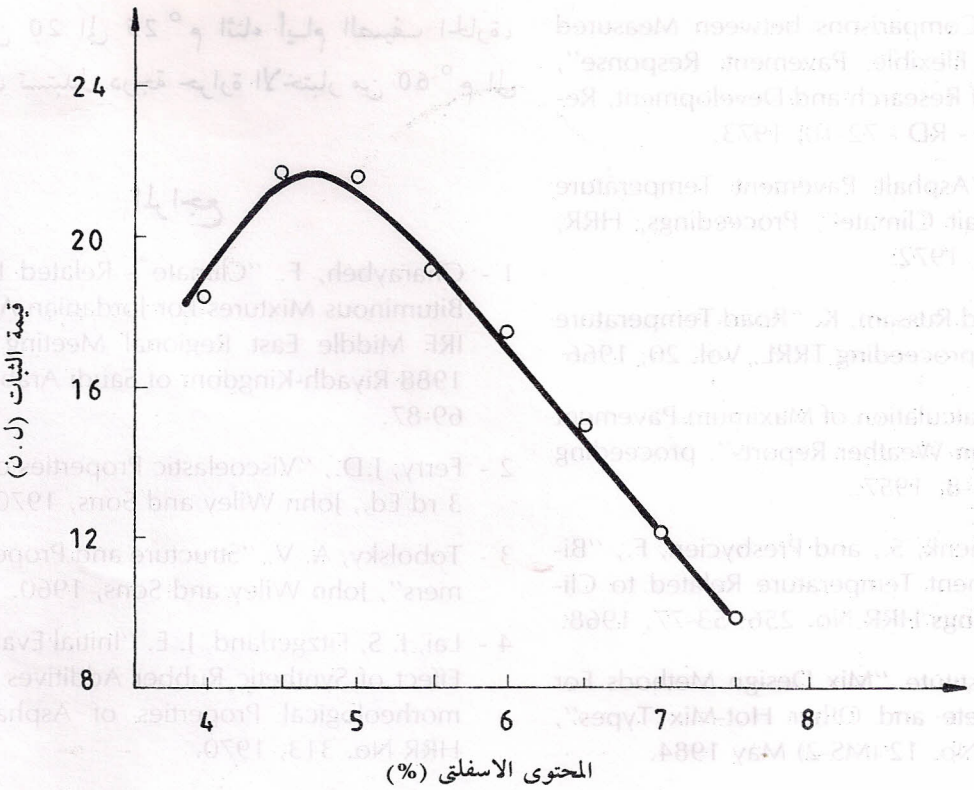
شكر وتقدير

النتائج التى استخدمت فى هذه الورقة تم الحصول عليها من عدة مشاريع بكالوريوس، وعليه أتقدم بخالص شكرى وتقديرى للطلبة الآتى ذكرهم على المجهودات الجبارة التى بذلوها أثناء اجراء التجارب، كما أتقدم بالشكر أيضاً للدكتور/ على سليمان العرعود على مشاركته بالاشراف على أحد هذه المشاريع، والطلبة هم: -

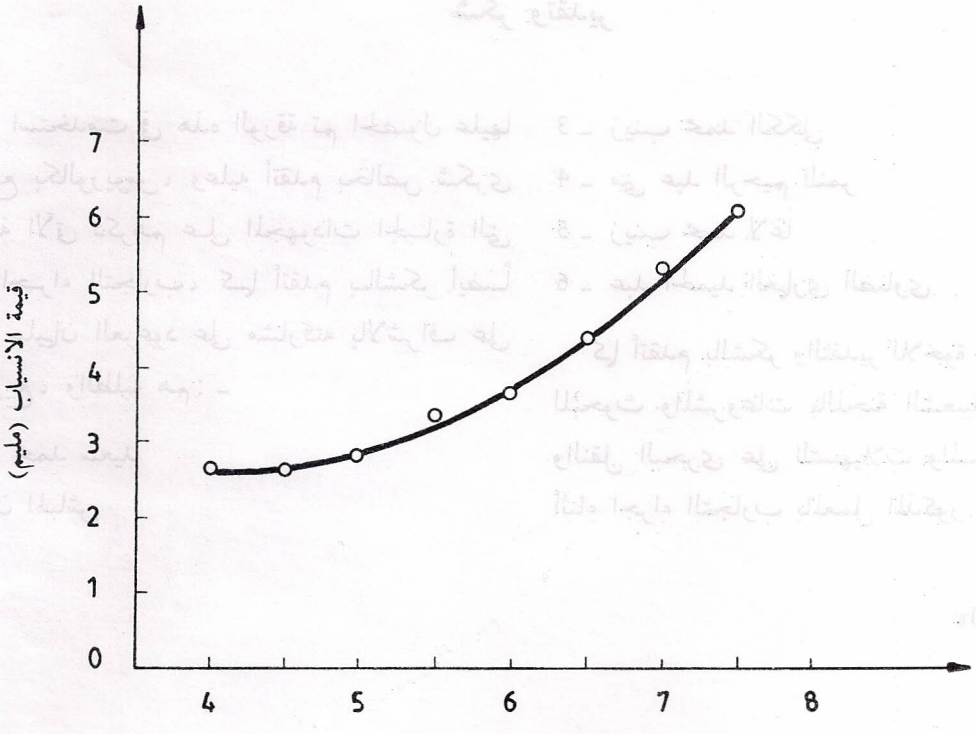
1 ـ عبد المنعم محمد سعيد
2 ـ ناصر عثمان الهباش
3 ـ زينب محمد الككلى
4 ـ منى عبد الرحيم النمر
5 ـ زينب محمد لاغا
6 ـ عبد الحميد الغمارى الضاوى

كما أتقدم بالشكر والتقدير للاخوة العاملين بالادارة العامة للبحوث والمشروعات باللجنة الشعبية العامة للمواصلات والنقل البحرى على التسهيلات والمساعدات التى قدموها أثناء اجراء التجارب بالمعمل المذكور.

«المؤلف»

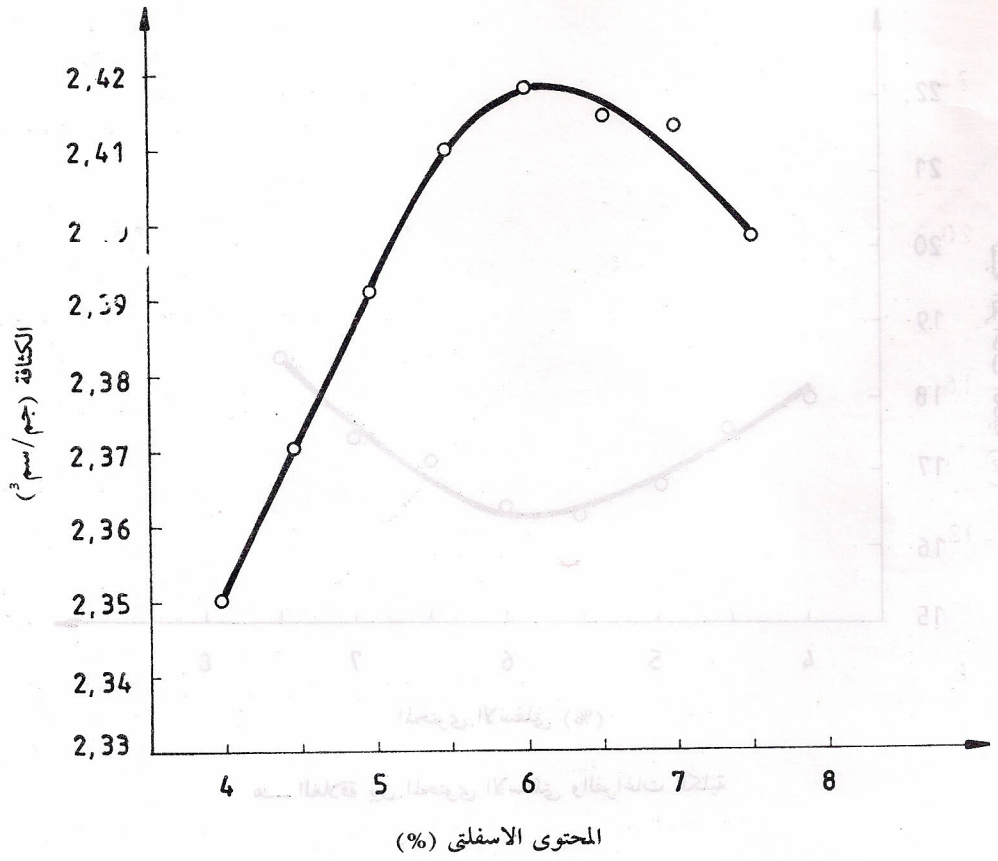


أ ـ العلاقة بين المحتوى الاسفلتى وقيمة الثبات

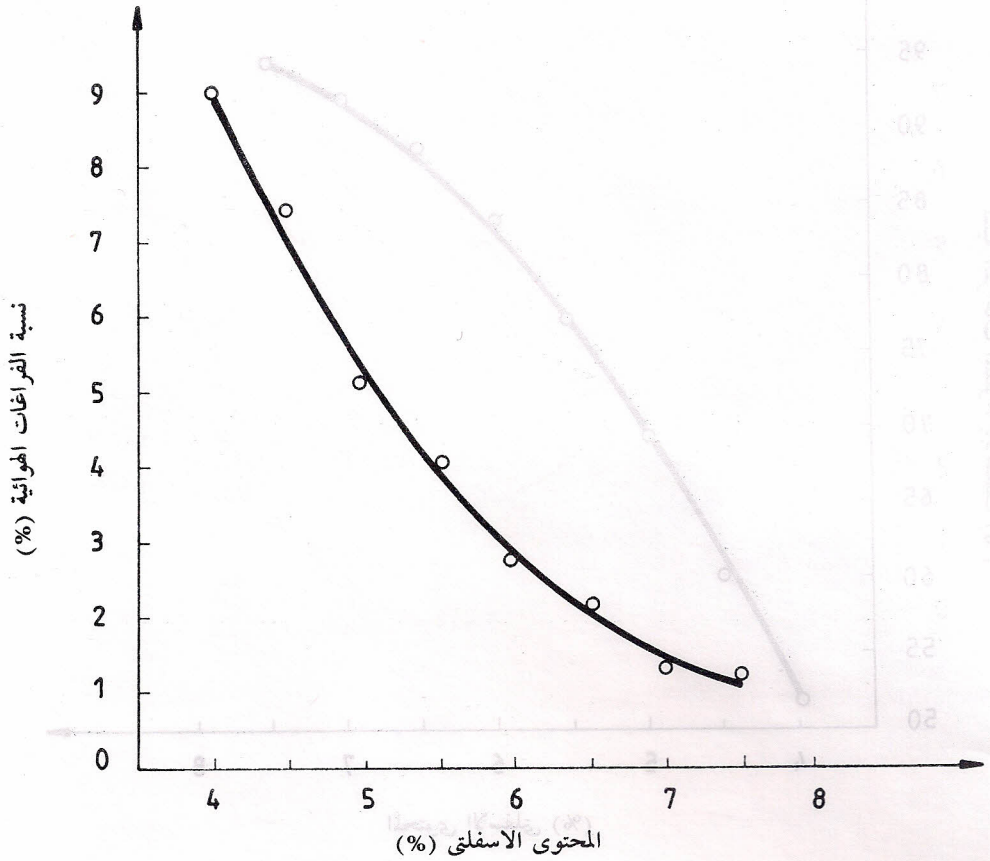


ب ـ العلاقة بين المحتوى الاسفلتى وقيمة الانسياب

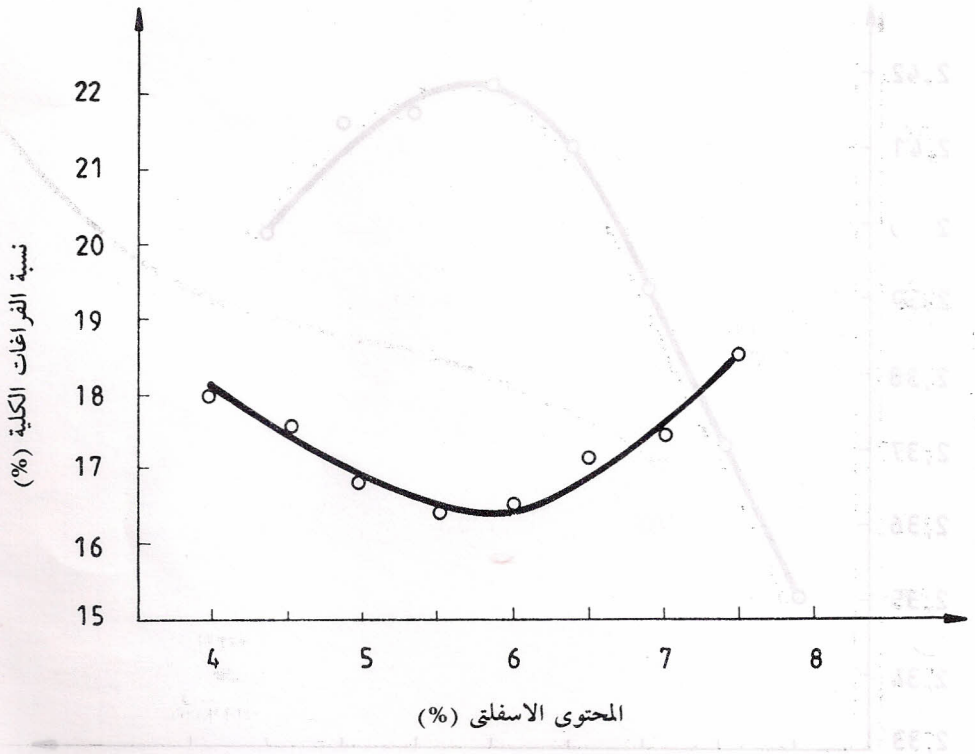
شكل رقم (2) منحنيات خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية على الساخن



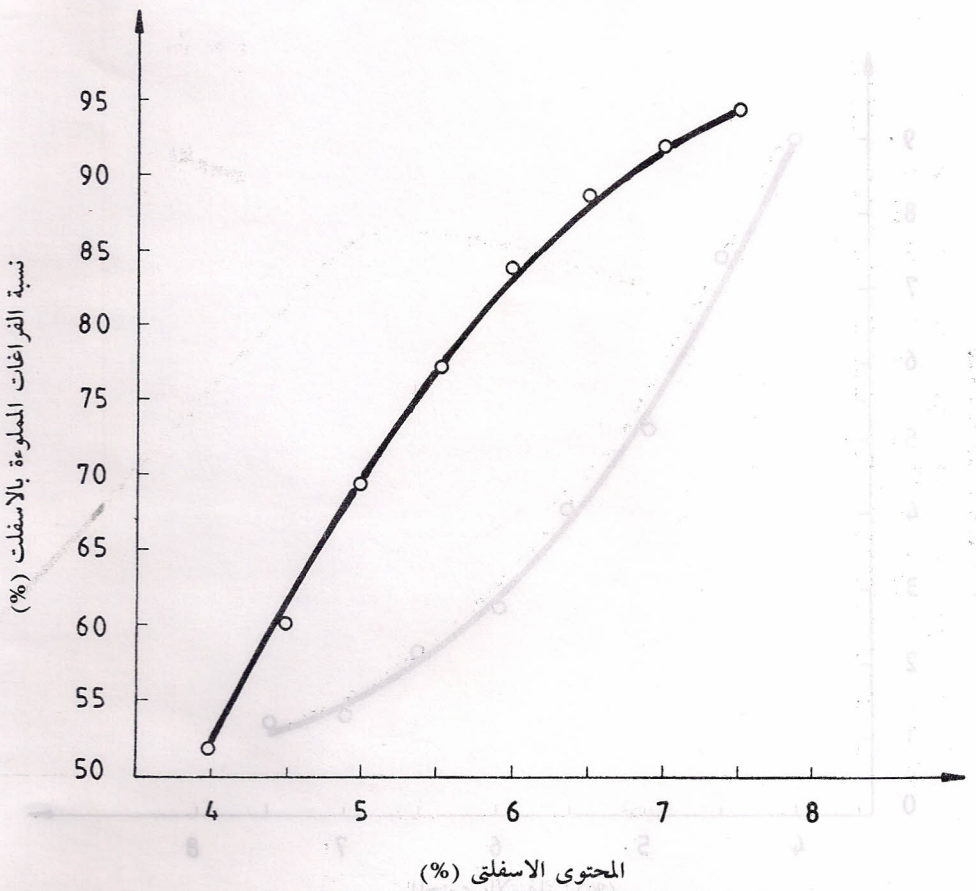
جـ ـ العلاقة بين المحتوى الاسفلتى والكثافة



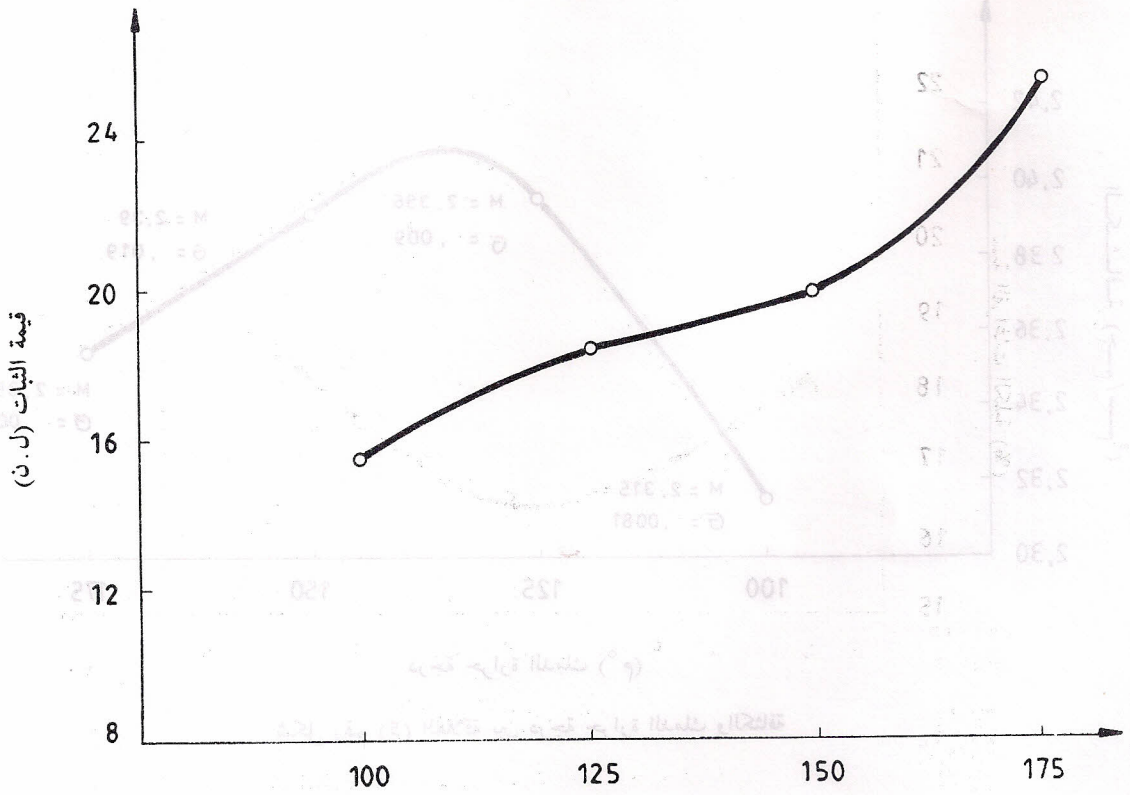
د ـ العلاقة بين المحتوى الإسفلتى ونسبة الفراغات الهوائية



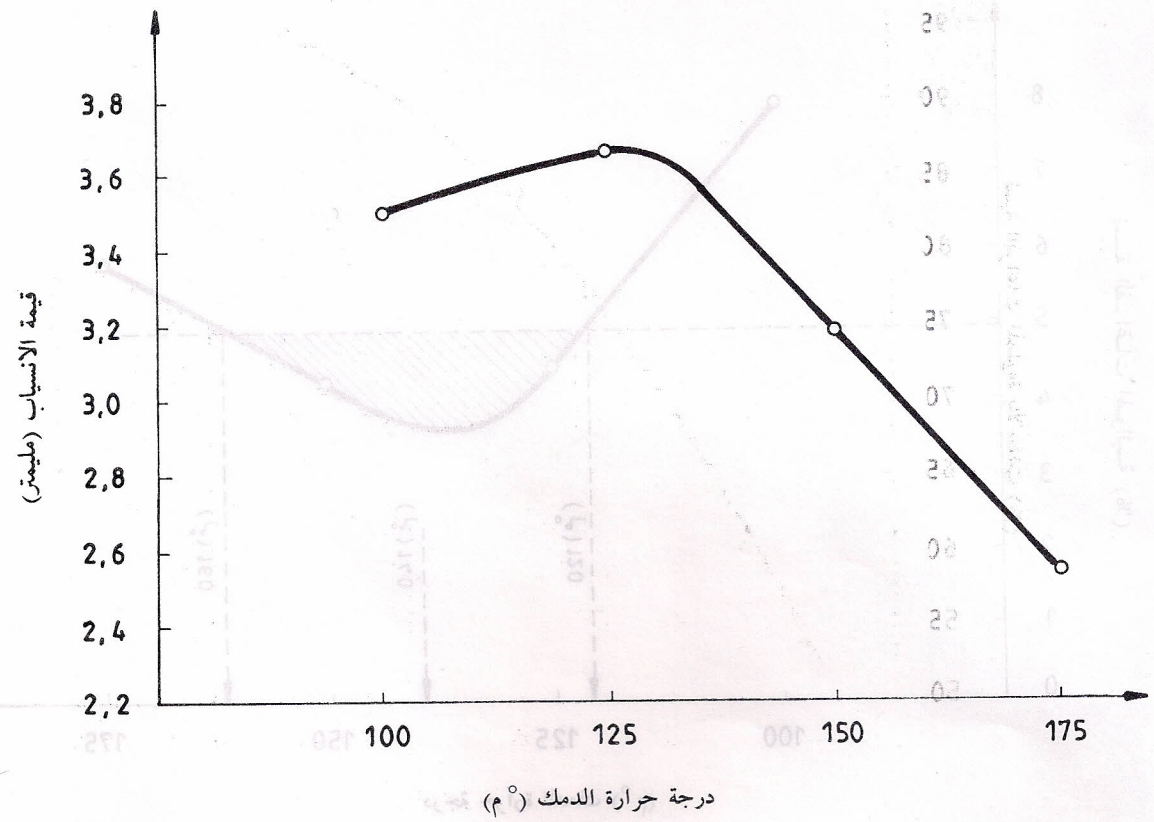
هـ ـ العلاقة بين المحتوى الاسفلتى والفراغات الكلية



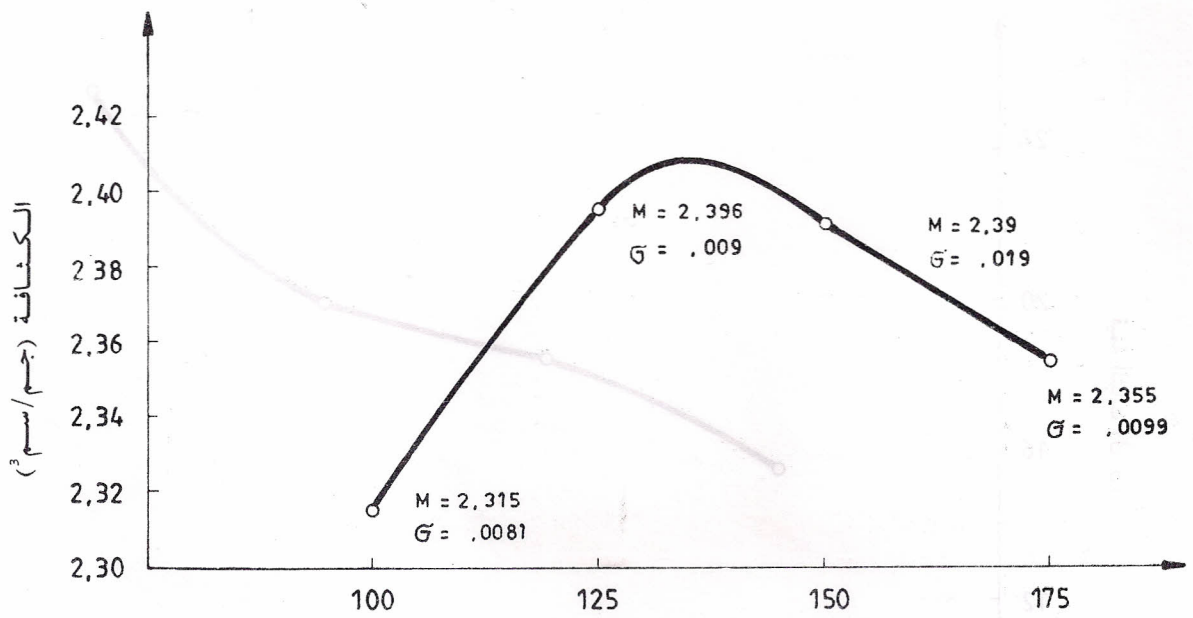
و ـ العلاقة بين المحتوى الاسفلتى ونسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت



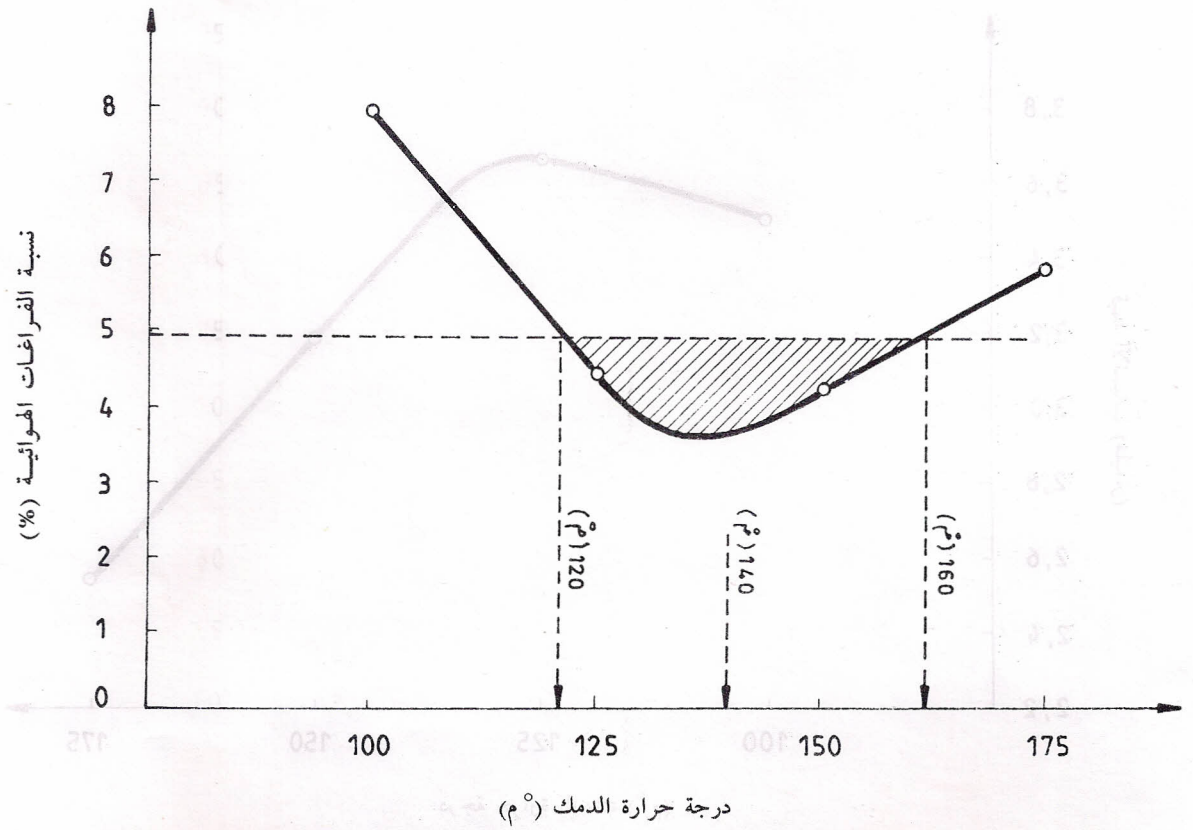
شكل رقم (3) العلاقة بين درجة حرارة الدمك والثبات



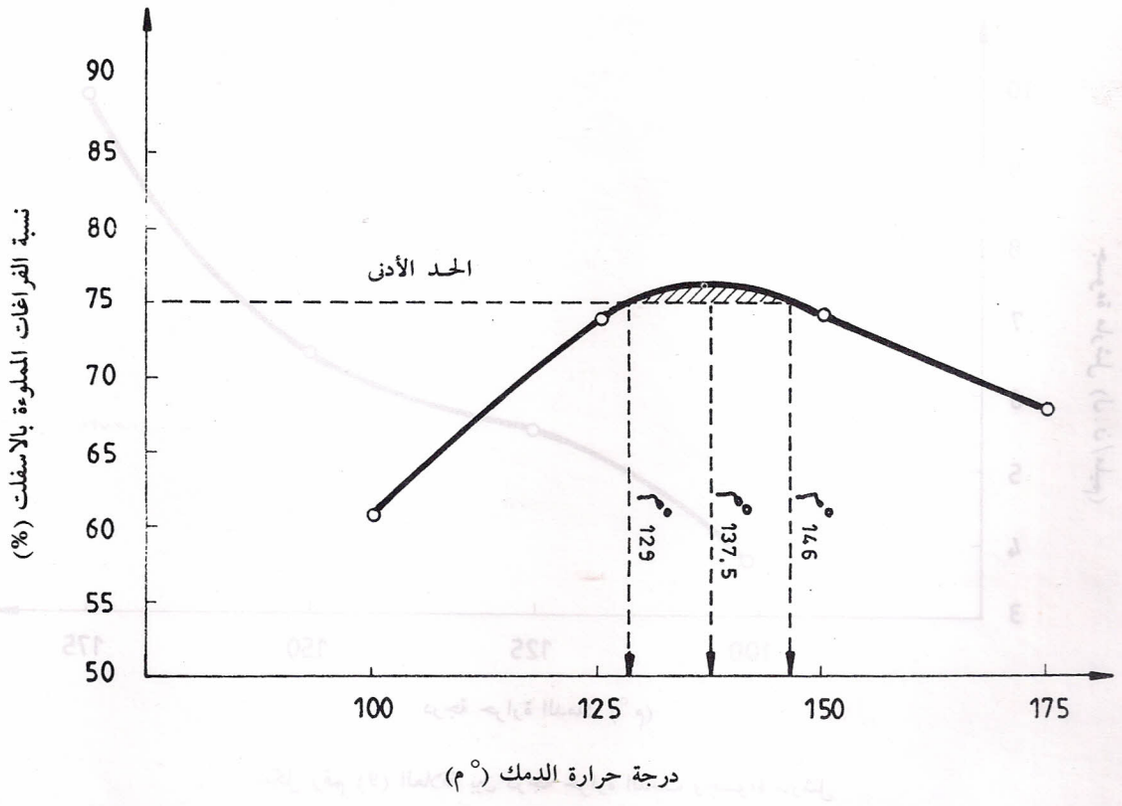
شكل رقم (4) العلاقة بين درجة حرارة الدمك والانسياب



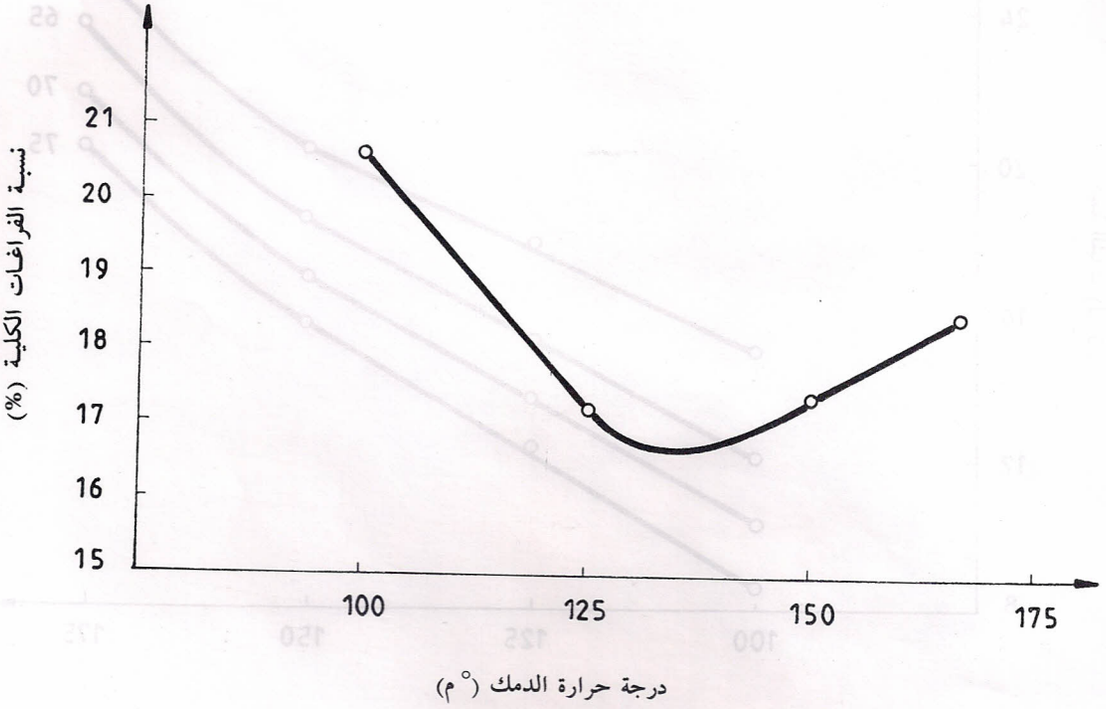
شكل رقم (5) العلاقة بين درجة حرارة الدمك والكثافة



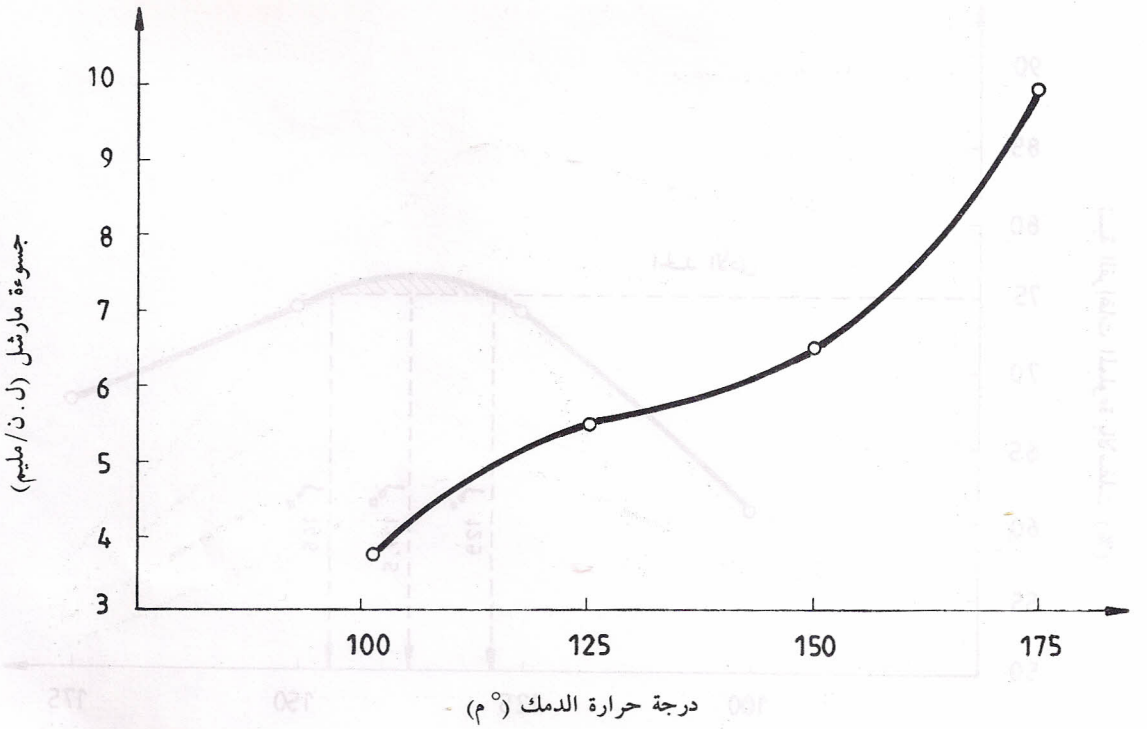
شكل رقم (6) العلاقة بين درجة حرارة الدمك ونسبة الفراغات الهوائية



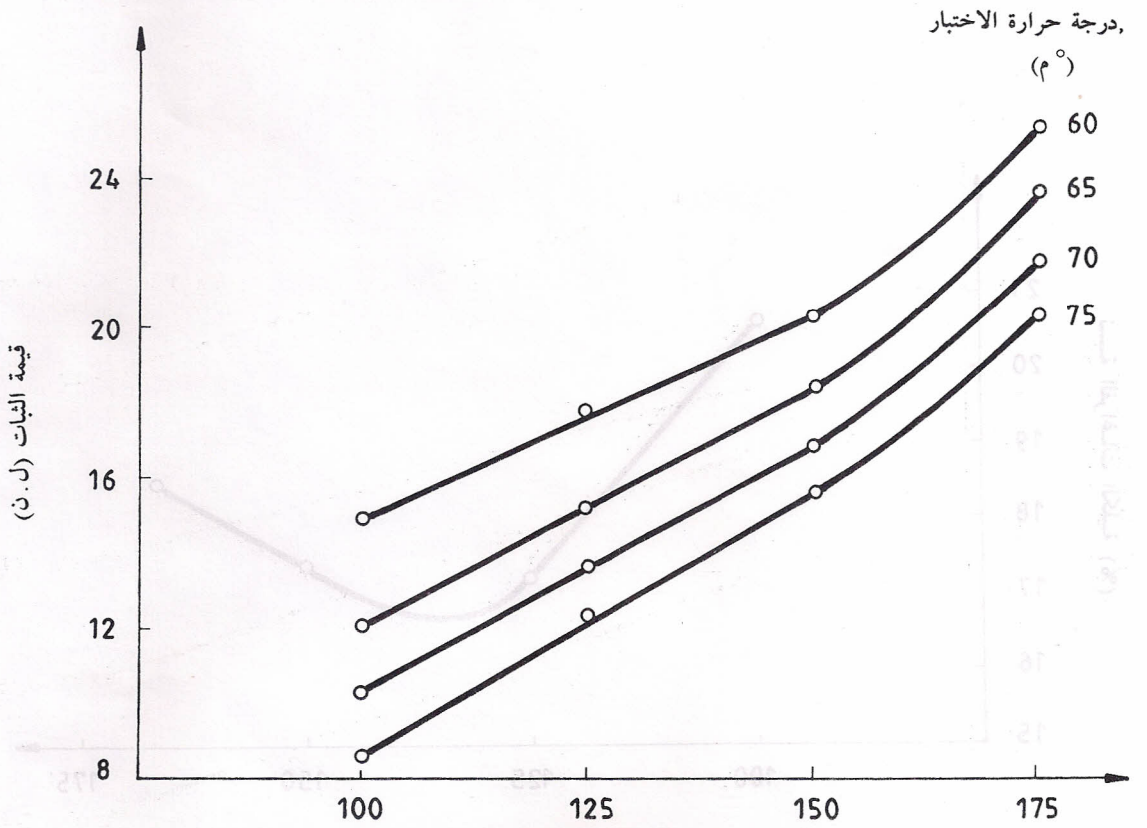
شكل رقم (7) العلاقة بين درجة حرارة الدمك ونسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت



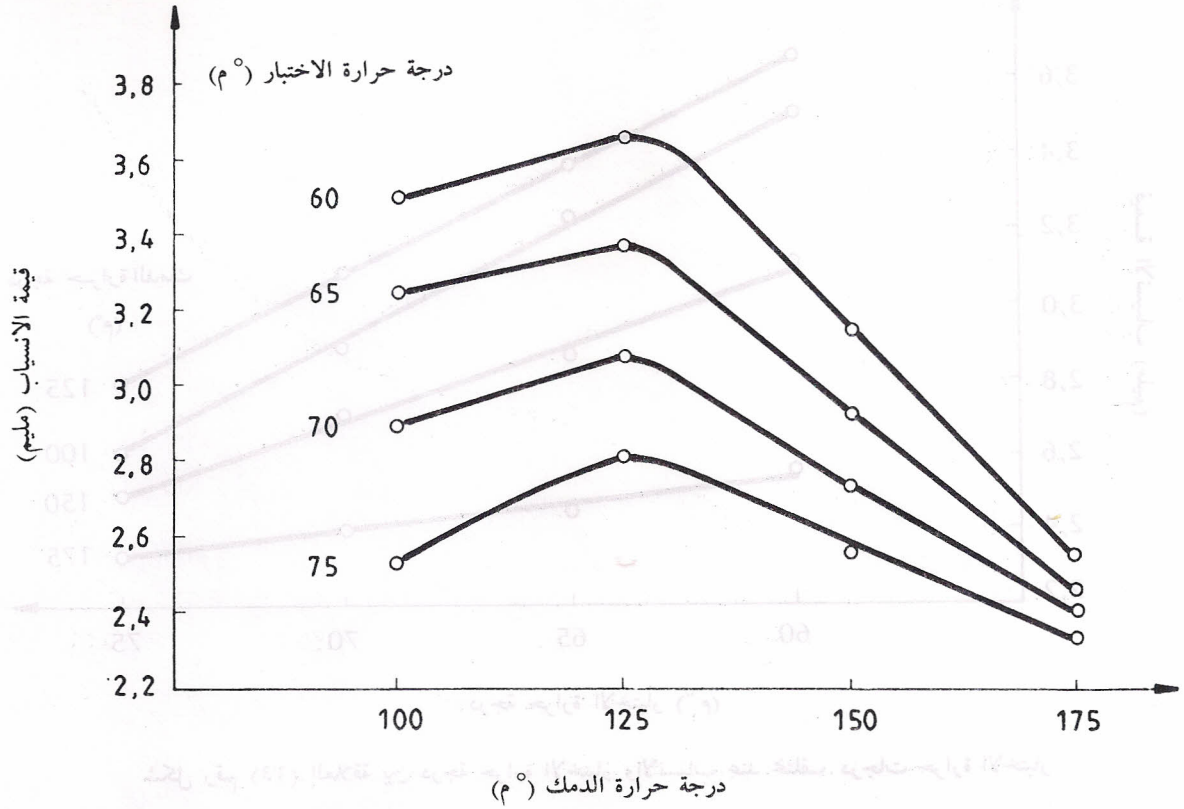
شكل رقم (8) العلاقة بين درجة حرارة الدمك ونسبة الفراغات الكلية



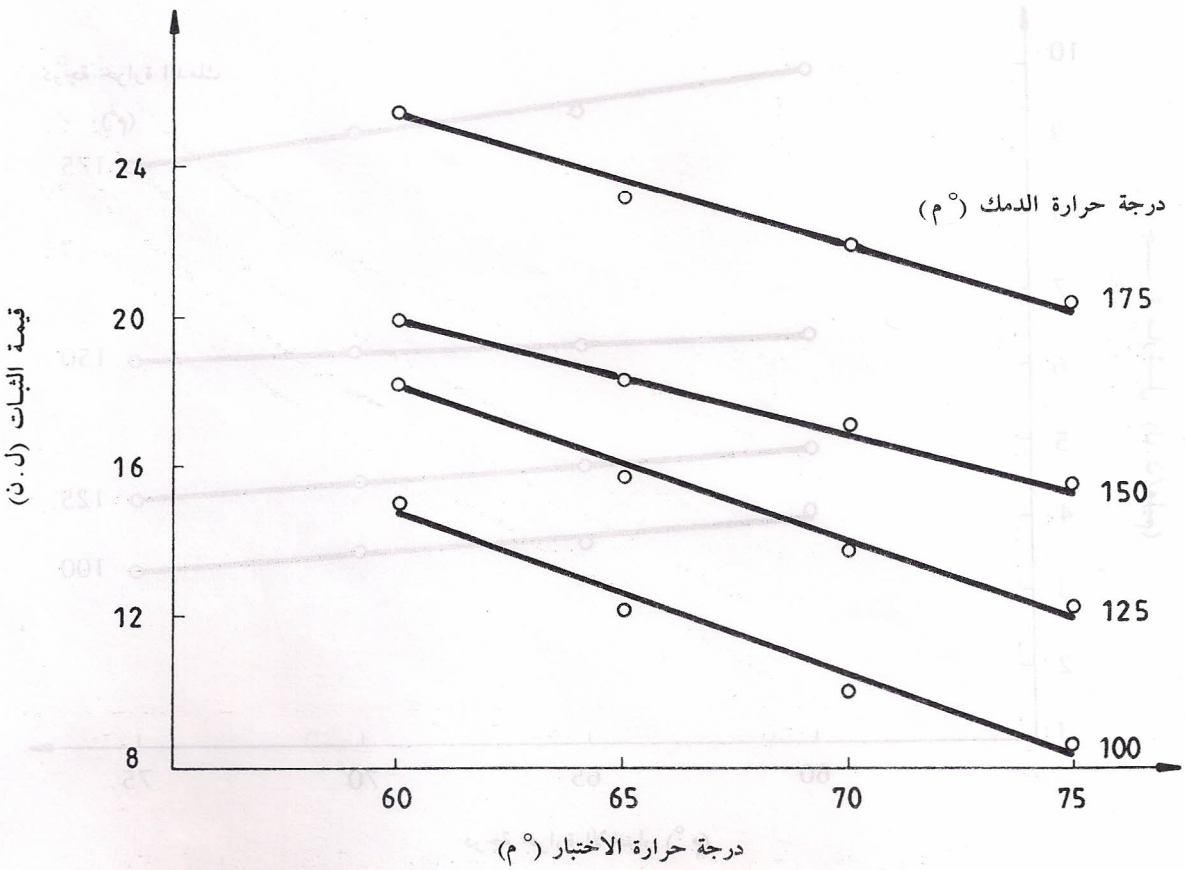
شكل رقم (9) العلاقة بين درجة حرارة الدمك وجسوءة مارشل



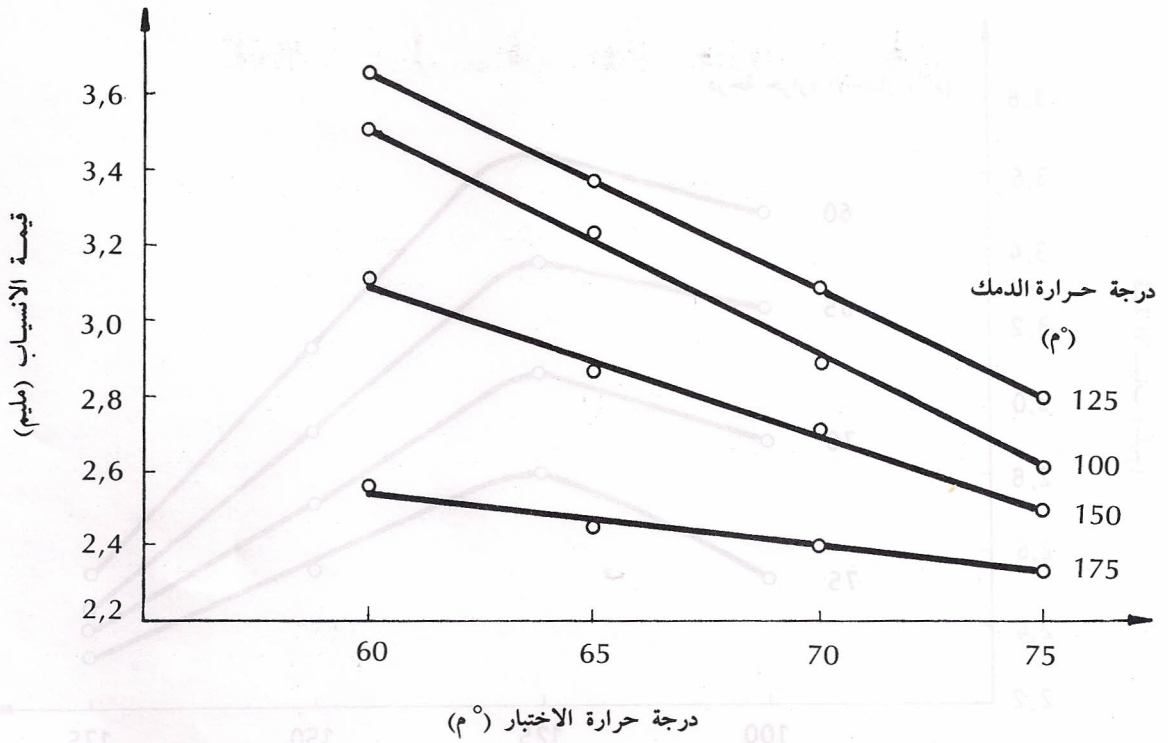
شكل رقم (10) العلاقة بين درجة حرارة الدمك والثبات عند مختلف درجات حرارة الاختبار



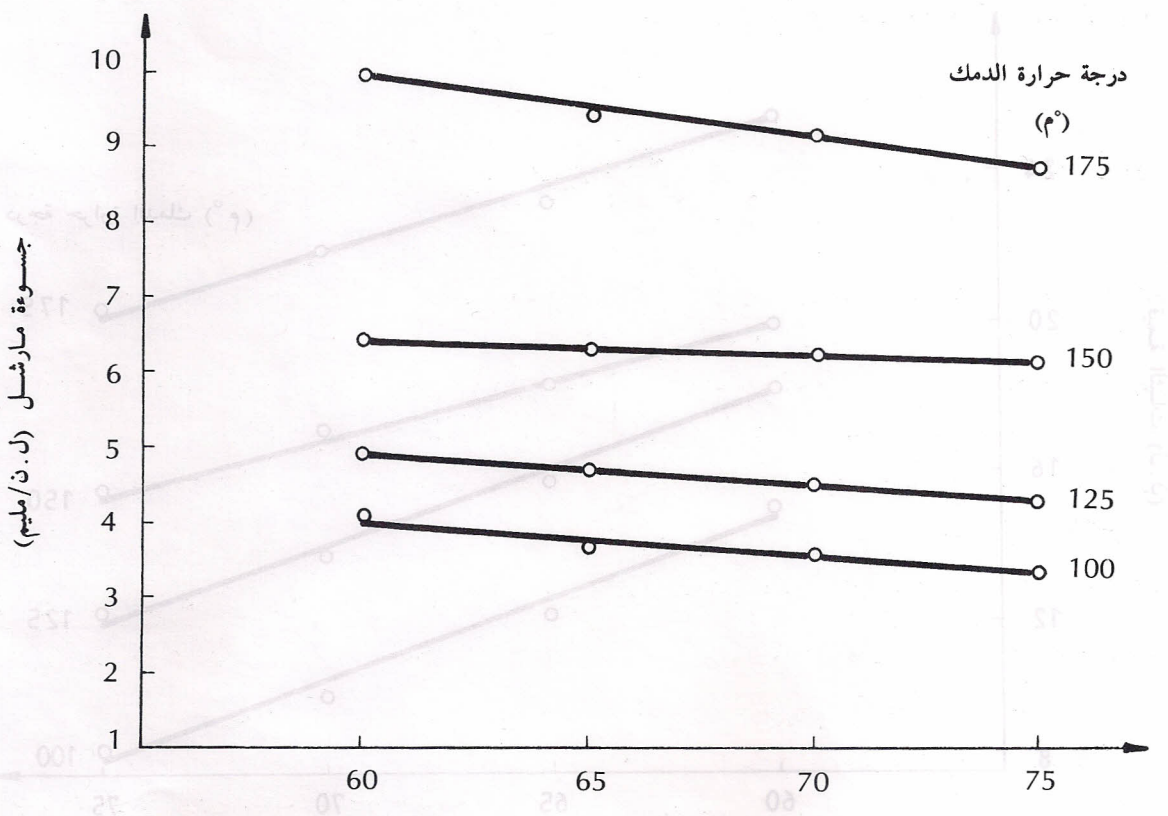
شكل رقم (11) العلاقة بين درجة حرارة الدمك والانسياب عند مختلف درجات حرارة الاختبار



شكل رقم (12) العلاقة بين درجة حرارة الاختبارر والثبات عند مختلف درجات حرارة الدمك



شكل رقم (13) العلاقة بين درجة حرارة الاختبار والانسياب عند مختلف درجات حرارة الاختبار



شكل رقم (14) العلاقة بين درجة حرارة الاختبار وجسوءة مارشل عند مختلف درجات حرارة الاختبار