# تأثير النعومة على الخواص الفيزياوية للمونة الإسمنتية

نهلة ناجي الجنابي
مدرس مساعد / كلية الهندسة
جامعة الانبار

## الخلاصة (Abstract)

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير نعومة الاسمنت على الخواص الفيزياوية للمونة الإسمنتية حيث تم استخدام الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي بنعومة (300م$^2$/كغم) كخلطة مرجعية والمشار إليها بالرمز ($M_1$) ، ومن ثم إنتاج سمنت بالنعومات التالية ( 350 ، 400 ، 450 ، 500 ) م$^2$/كغم والمشار إليها بالرموز( $M_2$ ، $M_3$ ، $M_4$ ، $M_5$ ) .

وبينت نتائج الدراسة المختبرية إن زيادة النعومة تؤدي إلى زيادة في كمية الماء اللازمة للحصول على القوام القياسي وكانت نسبة الزيادة للخلطات أعلاه مع الخلطة المرجعية ( 2% ، 5% ، 7% ، 11%)على التوالي ، وتقليل في مقدار الثبات للعجينة الإسمنتية وزيادة في الكثافة ولكافة الأعمار وزيادة في مقاومة الانضغاط بالأعمار المبكرة وكانت الزيادة بعمر 3 أيام ( 45% ، 50% 60% ، 70%) على التوالي وزيادة في النسبة المئوية للانسياب وكانت نسبة الزيادة مقارنة مع الخلطة المرجعية كالآتي (16% ، 25% ، 50% ، 66%) على التوالي .

**الكلمات الدالة : (مونة الاسمنت ، النعومة ، القوام القياسي للمونة ، الثبات ، زمن التجمد الابتدائي والنهائي للمونة ، مقاومة الانضغاط ، الانسياب ) .**

## Abstract

This research includes study the effect of fineness upon physical properties of cement mortar where use ordinary Portland cement with fineness (300 m$^2$/kg) as reference mixture which denoted by symbol ($M_1$), and then produce with flowing fineness (350,400,450 and 500 m$^2$/kg) which denoted by ( $M_2$, $M_3$, $M_4$, $M_5$ ) respectively . The results of study show that increasing in fineness makes an increase in water quantity that requires for consistence of standard paste and the ratio of above mixes with reference mixture (2%,5%,7%,11%)respectively, although the increasing in density for all ages and increasing in compressive strength in early age, the increasing ratio in 3 days age was ( 45% , 50% , 60% , 70%)respectively .this increasing in fineness makes increasing in ratio of flow as compared with reference mix(16%, 25%, 50%, 66%) respectively

**Key words: (cement mortar, fineness of cement, consistence of standard paste, soundness, initial and final setting time, compressive strength and flow).**

## 1- المقدمة (Introduction)

إن الخطوة النهائية في صناعة الاسمنت هي عملية طحن الكلنكر المخلوط مع الجبس وبما أن عملية الاماهة تبدأ بسطوح حبيبات الاسمنت والمساحة السطحية الكلية للحبيبات تمثل المادة المتوفرة لعملية الاماهة، لذا فإن معدل سرعة الاماهة يعتمد على نعومة حبيبات الاسمنت وتكون النعومة العالية ضرورية لزيادة سرعة الحصول على المقاومة اضافة الى أن المسحوق الناعم يتمكن من تغطية سطوح حبيبا الركام الناعم (الرمل) أو المواد الخاملة الأخرى بصورة متكاملة أكثر من المسحوق الخشن وبذلك يكون التلاصق والتماسك بين مكونات الملاط الاسمنتي أفضل، كما وإن النعومة العالية للاسمنت تحسن قابلية تشغيل المونة الاسمنتية وتزيد من تماسكها ولكنها تجعل كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة ذات قوام قياسي أكبر[1] تحصل عملية التجمد على مرحلتين المرحلة الاولى هي التجمد الابتدائي (Initial setting) والمرحلة الثانية هي التجمد النهائي (Final setting) فالتجمد الابتدائي يحصل في نهاية الفترة الكامنة وحصوله يعزى الى تحطم غطاء C.S.H ونتيجة لاستمرار عملية الاماهة فإن القوة التي تسبب تحطم الغطاء هو الضغط الاوزموزي (Osmotic Pressure) الذي ينتج من اختلاف بين تركيز الايونات في المحلول الجيلاتيني وعلى أي حال سوف يحدث انفجار (Rupture) أو تحلل (Disintegration of The Gel Coating) وبذلك تتعرض حبيبات الاسمنت الى إعادة الاماهة ويحدث التجمد [2].

إن ناتج الاماهة هو زيادة الحجم أكثر من مرتين من الاسمنت الغير مميأ وبالتالي فإن ناتج الاماهة يملا الفسحة بين حبيبات الاسمنت حيث تحصل نقاط اتصال أو ترابط وتسبب التصلب للعجينة وفي مرحلة أخيرة فإن تركيز ناتج الاماهة وتركيز نقاط الترابط سوف يحدد أو يقيد حركة حبيبات الاسمنت وتصبح العجينة صلبة ( Rigid) وهذا ما يسمى بالتجمد النهائي[3].

لقد أشار الباحث ( Zayed) [4]، إن زيادة النعومة للسمنت أي دقة الجزيئات الناعمة تعطي طبقة محددة من السمنت ذات نفاذية معينة ويعتمد عدد وحجم المسام الموجود على حجم الذرات لذلك السمنت وبذلك فان المساحة السطحية الكبيرة للسمنت تزيد من استهلاك الماء أكثر من المعتاد ونسبة الماء إلى الاسمنت (W/C= 25-26%) وبذلك مع زيادة المساحة السطحية تزداد القوة بعمر مبكر.

لقد بين الباحث ( Lea) [5] ان زيادة النعومة (320-450 م2/كغم) تؤدي الى زيادة قوة الاسمنت لليوم الواحد بحدود (50-100%) ولثلاثة أيام بحدود (30-60%) ولسبعة أيام بحدود (15-40%) ولذلك يستعمل السمنت ذو النعومة العالية وC3S العالي و C3A عالي بحدود 6% في زيادة سرعة التصلب اضافة الى أن التقلص يزداد أيضاً بزيادة النعومة.

لقد أشار الباحثان (Gonnerman and Lerch) [6] ، إن السمنت الذي نعومته 400م2/كغم والحاوي على C3S العالي يؤدي الى زيادة مقاومة الانضغاط بشكل ملحوظ بعمر 28 يوم ويؤدي الى تحسين قابلية التشغيل للمونة الاسمنتية، كما أشار الباحث (Bennett) [7]، إن زيادة النعومة من (277-490m2/Kg) تؤدي الى تحسين خواص المونة الاسمنتية بأعمار مبكرة دون زيادة في مقدار التقلص shrinkage، قد أشار الباحث (Higginson) [8]إن زيادة النعومة (280-400m2/kg) تؤدي الى زيادة ملحوظة في كمية الماء اللازمة للحصول على القوام القياسي وزيادة في مقاومة الانضغاط بنسب متفاوتة بأعمار مبكرة.

## 2- المواد الأولية المستخدمة

### 1-2 الاسمنت

تم في هذا البحث استخدام الاسمنت الاعتيادي نوع (I) المنتج في المنطقة الشمالية (اسمنت طاسلوجه) والمبينة مواصفاته في الجدولين رقم (1)و(2). يوضح الجدول التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية للاسمنت المستخدم تبين النتائج أن السمنت مطابق للمواصفة القياسية العراقية رقم 5 لسنة 1984[9] علماً بأن قيم الجدولين تم الحصول عليها بإجراء التحليل الكيميائي والفيزيائي في المختبرات التابعة لمعمل سمنت الفلوجة.

### 2-2 الرمل القياسي

تم في هذا البحث استخدام الرمل القياسي المعرف بالمواصفة البريطانية (B.S.12 part2 : 1971)[10]للخلطات (M5,M4,M3,M2,M1) على التوالي والتي تشترط أن يمر من المنخل القياسي ( 850 مايكرون) وأن لا يزيد المار منه من المنخل القياسي (600 مايكرون) عن 10% من الوزن.

### 3-2 الماء

تم استخدام ماء الشرب الاعتيادي في الخلطات وفي معالجة النماذج والمطابق للمواصفة القياسية رقم 1703 لسنة 1992 والتي تشترط أن لا تزيد نسبة $SO_4$ في الماء المستعمل في خلط ومعالجة الخرسانة عن 1000 ملغم / لتر.

## 3- نسب الخلط

تم في هذا البحث اعتماد المواصفة البريطانية (B.S.12 PART2: 1971) والجدول رقم (3) يوضح كميات المواد المستخدمة للخلطات من (M1) إلى (M5).

## 4- البرنامج العملي للفحوصات

تضمن هذا البحث خمسة مراحل مختبرية رئيسية وكالآتي:

المرحلة الأولى: تضمنت هذه المرحلة فحص القوام القياسي لعجينة الاسمنت

المرحلة الثانية: تضمنت هذه المرحلة فحص الثبات لعجينة الاسمنت

المرحلة الثالثة: تضمنت هذه المرحلة تعيين زمن التجمد الابتدائي وزمن التجمد النهائي

المرحلة الرابعة: تضمنت هذه المرحلة حساب كثافة النماذج لكافة الخلطات الخرسانية

المرحلة الخامسة: تضمنت هذه المرحلة تعيين مقاومة الانضغاط للاسمنت باستخدام مكعبات من مونة الاسمنت

المرحلة السادسة: تضمنت هذه المرحلة تعيين فحص الانسياب للمونة الاسمنتية.

ملاحظة: جميع الفحوصات تمت في المختبر الفيزيائي التابع لمعمل اسمنت الفلوجة.

### 1-4 فحص القوام القياسي لعجينة الاسمنت

يصف هذا الفحص طريقة إيجاد كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة اسمنت ذات قوام قياسي، وتستخدم كمية الماء هذه لتحديد محتوى الماء للعجينة المستعملة في فحص زمن التجمد الابتدائي وزمن التجمد النهائي وفحص الثبات.

الطريقة المتبعة في هذا الفحص مبنية على المواصفات البريطانية (B.S.12 PART2: 1971) [12]

### 2-4 تعيين الثبات لعجينة الاسمنت

يتضمن هذا الفحص حساب مقدار تمدد أو تقلص الاسمنت بطريقة الاوتوكلاف.

الطريقة المتبعة في هذا الفحص مبنية على المواصفات العراقية رقم(5) 1984 [9].

### 3-4 تعيين زمن التجمد الابتدائي وزمن التجمد النهائي

يصف هذا الفحص طريقة تعيين زمن التجمد الابتدائي وزمن التجمد النهائي للاسمنت باستخدام جهاز فيكات.

و الطريقة المتبعة في هذا الفحص مبنية على المواصفة البريطانية (B.S.12 PART2 : 1971)[13]

### 4-4 حساب الكثافة

تم في هذا الفحص حساب الكثافة الرطبة لكافة النماذج لكافة النماذج ولكل الاعمار بقسمة وزن النموذج على الحجم.

### 5-4 تعيين مقاومة الانضغاط:

يصف هذا الفحص طريقة إيجاد مقاومة الاسمنت بواسطة فحص مقاومة الانضغاط لمكعبات من ملاط الاسمنت مرصوصة بواسطة جهاز اهتزاز قياسي.

تم اعتماد المواصفة (B.S.12 PART2 : 1971)[14]

### 6-4 فحص الانسياب

تم اجراء هذا الفحص بموجب المواصفة القياسية الامريكية (C230/ C230 M)[15] لغرض التعرف على قوام المونة الاسمنتية وتخمين مدى تماسك مكونات الخلطة.

## 5- النتائج والمناقشة

### 5-1 القوام القياسي لعجينة الاسمنت

تبين نتائج الفحوصات التي تم اجرائها على نماذج المونة الاسمنتية ذات النعومات المختلفة ان زيادة النعومة تؤدي الى زيادة الماء اللازم للحصول على القوام القياسي وكما موضح في الجداول من جدول رقم (4) والشكل رقم (1) حيث ان نسبة الزيادة بكمية الماء اللازم للحصول على القوام القياسي للخلطات (M5,M4,M3,M2) مقارنة بالخلطة المرجعية (M1) كانت (%2,%5,%7,%11) على التوالي.

### 5-2 ثبات الاسمنت

من الضروري ان لا يحصل تغير حجمي كبير في عجينة الاسمنت بعد تجمدها وخصوصاً التمدد الذي يؤدي الى تمزق العجينة المتصلبة عندما تكون تحت ظروف مقيدة وتبين من الفحوصات التي تم اجرائها على الخلطات (M5,M4,M3,M2,M1) ان زيادة النعومة تؤدي الى تقليل مقدار الثبات في العجينة الاسمنتية وذلك بسبب زيادة التماسك والتلاصق في العجينة الاسمنتية وكما موضح في الشكل رقم (4) والشكل رقم (2).

### 5-3 زمن التجمد الابتدائي والنهائي

تبين اهمية التجمد الابتدائي في الاعمال الخرسانية في ضرورة بقاء الكتلة الحديثة الخلط في حالة لدنة لفترة كافية لاتمام عملية النقل والصب والرص تحت ظروف عملية. ومن ناحية ثانية يكون من الافضل من الناحية الاقتصادية ان تتصلب الكتلة وتكتسب المقاومة في فترة معقولة بعد صبها في موقعها.

يتبين من نتائج الفحص للخلطات (M5,M4,M3,M2) ان سرعة التجمد الابتدائي تزداد بزيادة النعومة للاسمنت بسبب زيادة المساحة السطحية المعرضة للتفاعل مع الماء أي زيادة النشاط الكيمياوي للحبيبات الناعمة وان جميع الخلطات مطابقة للمواصفة البريطانية [6] والتي تشترط ان لا يقل زمن التجمد الابتدائي عن (45)دقيقة ولا يزيد زمن التجمد النهائي عن عشر ساعات وكما موضح بالجدول رقم (4) والشكل رقم (3).

## 5-4 فحص الكثافة

من خلال اجراء فحوصات الكثافة لجميع الخلطات تبين ان زيادة النعومة تؤدي الى زيادة الكثافة وبكافة الاعمار والسبب في ذلك يعود الى استمرار عملية اماهة الاسمنت مع العمر مما يؤدي الى تكوين نواتج الاماهة التي ستأخذ بدورها حجماً أكبر من حجم العناصر المكونة لها وبالتالي تسد الفراغات الدقيقة الموجودة ومن ثم يزداد وزن العينة وبثبوت الحجم فان الكثافة تزداد مع العمر وكما مبين في الجدول رقم(4) والشكل رقم(4).

## 5-5 مقاومة الانضغاط

تبين نتائج الفحوصات التي تم إجراءها على نماذج المونة الاسمنتية ذات النعومات المختلفة للخلطات (M5,M4,M3,M2) وبكافة الأعمار والموضحة تفاصيلها في الجدول رقم (4) والشكل رقم (5) ان زيادة النعومة تؤدي الى زيادة المقاومة حيث كانت نسبة الزيادة لجميع الخلطات مقارنة مع الخلطة المرجعية (M1):

بعمر (3) يوم (45%, 50%, 60%, 70%) على التوالي

بعمر (7) ايام (35%, 36%, 54%, 57%) على التوالي

بعمر (14) يوم (8%, 8%, 34.2%, 40%) على التوالي

بعمر (28) يوم (10%, 9%, 33.3%, 43%) على التوالي

ان هذا التفاوت يعزى بالدرجة الاساسية الى زيادة النعومة المتبوعة بزيادة الجبس دون الخروج عن الحدود المسموح بها وهذا يؤدي الى زيادة القوة.

## 5-6 فحص الانسياب

تبين نتائج الفحص التي تم اجراؤها على نماذج المونة الاسمنتية ذات النعومات المختلفة للخلطات (M5,M4,M3,M2) والموضحة تفاصيلها بالجدول رقم (4) والشكل رقم (6) وان زيادة النعومة تؤدي الى زيادة الانسياب للمونة الاسمنتية حيث كانت نسبة الزيادة لجميع الخلطات مقارنة مع الخلطة المرجعية M1 هي (16%,25%,50%,66%)على التوالي والسبب الاساسي في ذلك يعزى الى صغر حجم الجزيئات الذي يؤدي الى تقليل الاحتكاك وتحسين قابلية التشغيل حيث يتأثر هذا الفحص بعدة عوامل منها درجة النضح والانعزال والتلاصق اللدن [16].

## 6- الاستنتاجات

من خلال البرنامج العملي لهذا البحث تم التوصل للاستنتاجات التالية :

1- ان زيادة نعومة الاسمنت من(300-500)م$^2$ /كغم تؤدي الى زيادة كمية الماء اللازمة للحصول على القوام القياسي بنسبة (2-5)%.

2- ان زيادة نعومة السمنت من(300-500)م$^2$ /كغم تؤدي الى نقصان مقدار التمدد في عجينة الاسمنت بمقدار(4.34-41.17)%.

3- ان زيادة نعومة الاسمنت من(300-500)م$^2$ /كغم تؤدي الى نقصان الزمن اللازم لحدوث التجمد الابتدائي بمقدار(2.5-24.24)% والنهائي بمقدار(3-51.47)% لعجينة الاسمنت.

4- ان زيادة نعومة الاسمنت من(300-500)م$^2$ /كغم تؤدي الى زيادة الكثافة بمقدار(1.55-7.75)% بعمر 28 يوم.

5- ان زيادة النعومة من(300-500)م$^2$ /كغم تؤدي الى زيادة مقاومة الانضغاط للعجينة الاسمنتية بنسبة(45-70)% بعمر 3ايام و(10-43)% بعمر 28 يوم.

6- ان زيادة النعومة من(300-500)م$^2$ /كغم تؤدي الى زيادة الانسياب بمقدار(16-66)% مما ادى الى تحسين قابلية التشغيل للمونة الاسمنتية.

جدول رقم (1): الخواص الكيميائية للسمنت البورتلاندي الاعتيادي المستخدم في البحث

| المتطلبات الكيميائية | | |
|---|---|---|
| الاوكسيد | النسبة (%) | متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 5لسنة 1984 |
| CaO | 62.72 | - |
| SiO2 | 21.0 | - |
| Al2O3 | 3.0 | - |
| Fe2O3 | 5.40 | - |
| MgO | 2.37 | %5.0> |
| SO3 | 2.82 | %2.5> |
| الفقدان اثناء الحرق | 2.5 | %4.0> |
| المواد الغير قابلة للذوبان | 1.22 | %1.5> |
| عامل الاشباع الجيري | 0.83 | 0.66-1.02 |
| C3S | 41.33 | |
| C2S | 29.1 | |
| C3A | 9.25 | |
| C4AF | 9.12 | |

جدول رقم (2): الخواص الفيزيائية للسمنت البورتلاندي الاعتيادي المستخدم في البحث

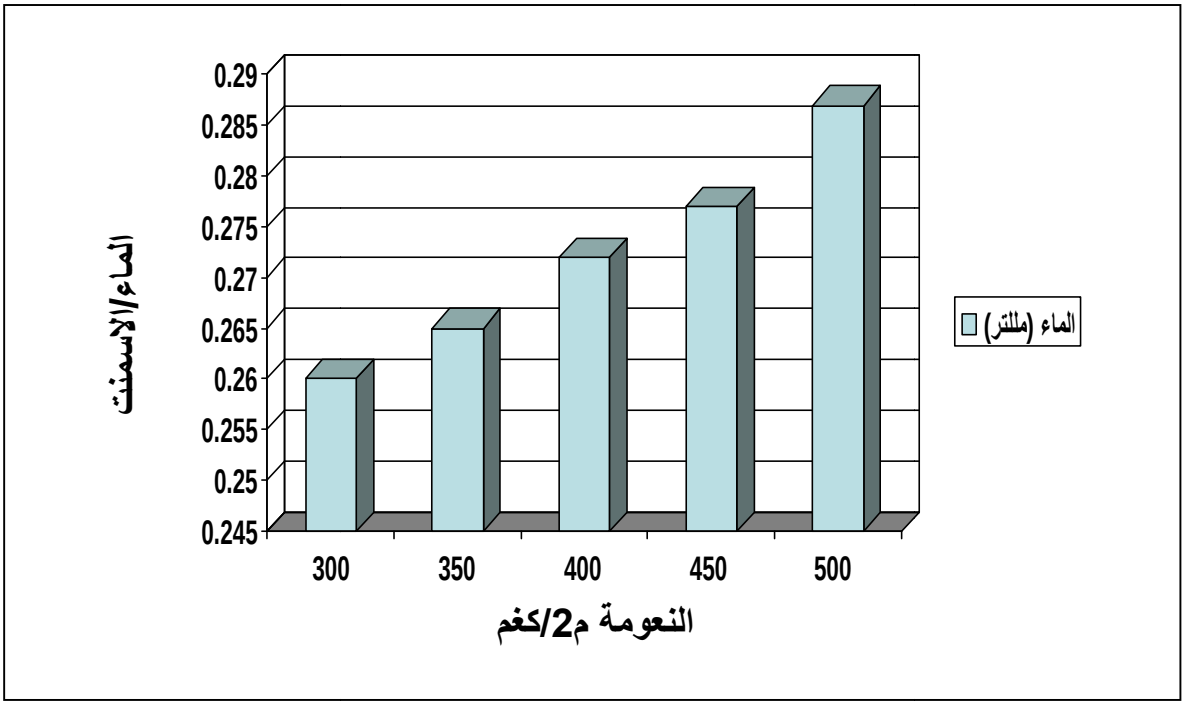
| المتطلبات الفيزيائية | | |
|---|---|---|
| الخواص المفحوصة | نتائج الفحص | متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 5لسنة 1984 |
| النعومة (م2/كغم) مقاسة بطريقة Blaine | 300 | 250< |
| فحص الثبات بطريقة الاوتوكليف(%) | 0.24 | 0.8≥ |
| زمن التجمد:<br>- الابتدائي(دقيقة)<br>- النهائي(ساعة) | <br>190<br>4:30 | <br>45≤<br>10≥ |
| مقاومة الانضغاط (نيوتن/م2)<br>- بعمر 3يوم<br>- بعمر 7يوم<br>- بعمر 14 يوم<br>- بعمر 28 يوم | <br>20<br>28<br>38<br>42 | <br>15≤<br>23≤ |

جدول رقم (3) يوضح كميات المواد المستخدمة في الخلطات

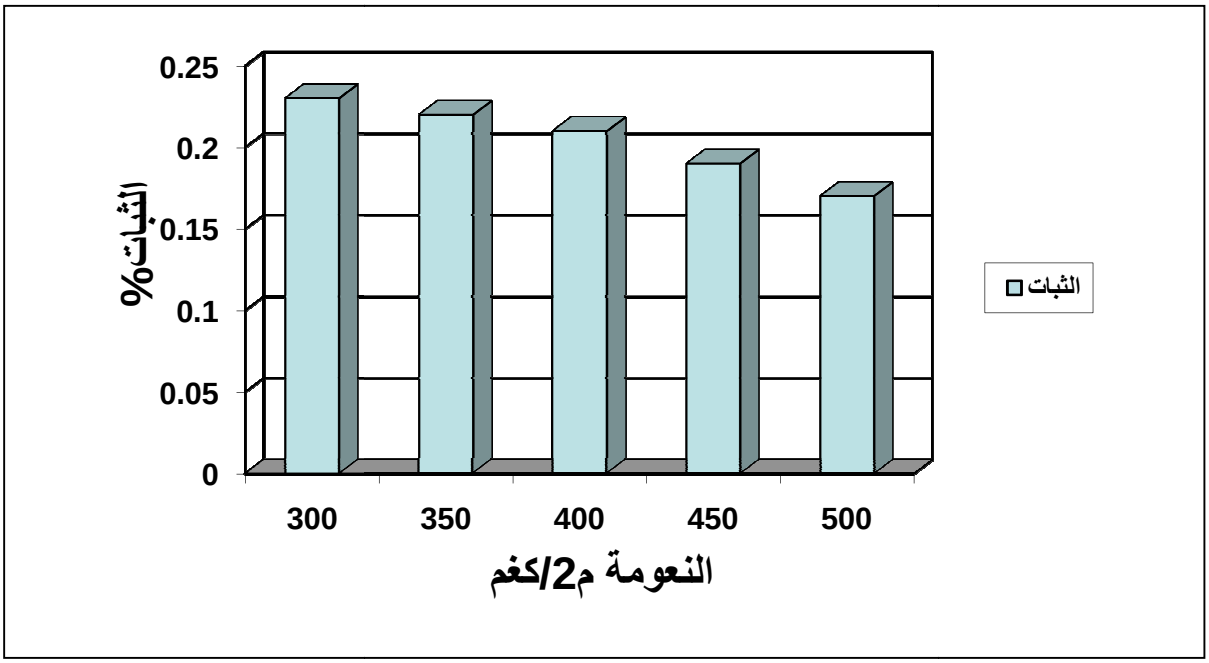
| الفحوصات/ الخلطات | القوام القياسي لعجينة الاسمنت | زمن التجميد الابتدائي والنهائي | فحص الثبات | فحص مقاوم الانضغاط |
|---|---|---|---|---|
| M1 | 400 غم اسمنت<br>104ملتر ماء | 400 غم اسمنت<br>104ملتر ماء | 400 غم اسمنت<br>104ملتر ماء | 185غم اسمنت<br>555غم رمل قياسي<br>74 ملتر ماء |
| M2 | 400غم اسمنت<br>106ملتر ماء | 400غم اسمنت<br>106ملتر ماء | 400غم اسمنت<br>106ملتر ماء | 185غم اسمنت<br>555غم رمل قياسي<br>74 ملتر ماء |
| M3 | 400غم اسمنت<br>109ملتر ماء | 400غم اسمنت<br>109ملتر ماء | 400غم اسمنت<br>109ملتر ماء | 185غم اسمنت<br>555غم رمل قياسي<br>74 ملتر ماء |
| M4 | 400غم اسمنت<br>115ملتر ماء | 400غم اسمنت<br>115ملتر ماء | 400غم اسمنت<br>115ملتر ماء | 185غم اسمنت<br>555غم رمل قياسي<br>74 ملتر ماء |
| M5 | 400 غم اسمنت<br>104ملتر ماء | 400 غم اسمنت<br>104ملتر ماء | 400 غم اسمنت<br>104ملتر ماء | 185غم اسمنت<br>555غم رمل قياسي<br>74 ملتر ماء |

جدول رقم (4) خصائص الخلطات

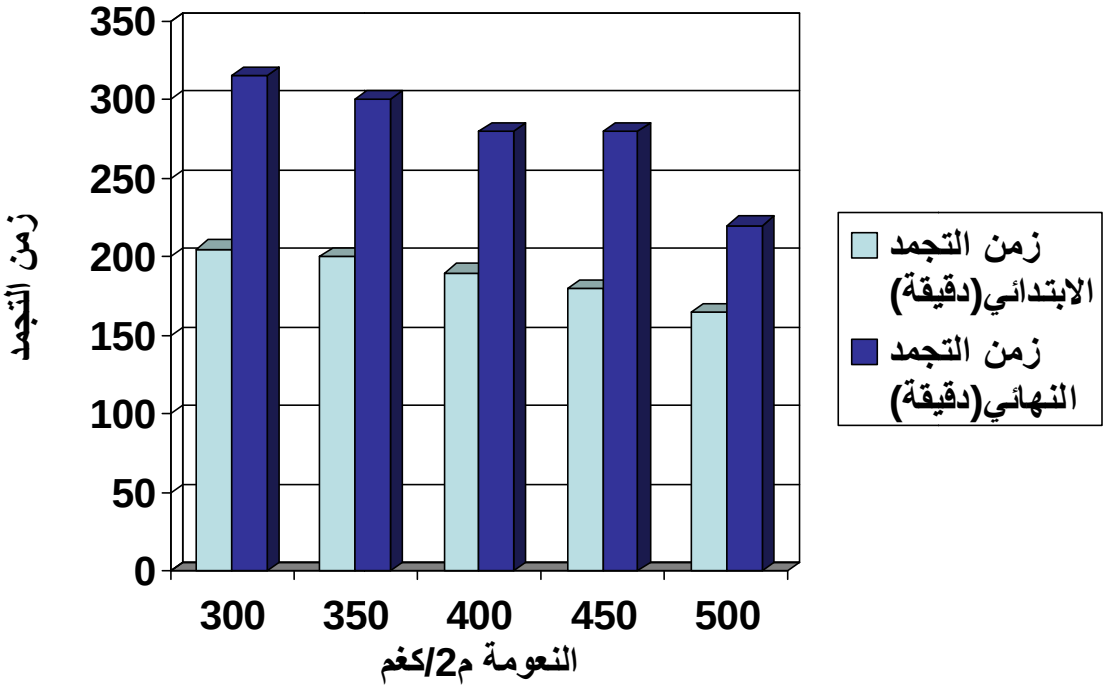
| الخواص المفحوصة | نتائج الفحص للخلطة M1 | نتائج الفحص للخلطة M2 | نتائج الفحص للخلطة M3 | نتائج الفحص للخلطة M4 | نتائج الفحص للخلطة M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| النعومة (م2/كغم) مقاسة بطريقة Blaine | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| الماء اللازم للحصول على القوام القياسي | 104مللتر | 106 مللتر | 109 | 111 | 115 |
| فحص الثبات بطريقة الاوتوكليف(%) | 0.24 | 0.23 | 0.21 | 0.19 | 0.17 |
| زمن التجمد: | | | | | |
| - الابتدائي(دقيقة) | 205 | 200 | 190 | 180 | 165 |
| - النهائي(ساعة) | 5:15 | 5 : 00 | 4:40 | 4 : 40 | 3:40 |
| مقاومة الانضغاط (نيوتن/م2) | | | | | |
| - بعمر 3يوم | 20 | 29 | 30 | 32 | 34 |
| - بعمر 7يوم | 28 | 38 | 38 | 43 | 44 |
| - بعمر 14 يوم | 38 | 41 | 41 | 51 | 53 |
| - بعمر 28 يوم | 42 | 46 | 50 | 56 | 60 |
| الكثافة (غم/سم3) | | | | | |
| بعمر 3يوم | 2.40 | 2.43 | 2.41 | 2.44 | 2.55 |
| بعمر 7يوم | 2.45 | 2.47 | 2.50 | 2.47 | 2.62 |
| بعمر 14يوم | 2.49 | 2.50 | 2.53 | 2.52 | 2.71 |
| بعمر 28يوم | 2.58 | 2.62 | 2.62 | 2.56 | 2.78 |
| الانسياب % | 60 | 70 | 85 | 90 | 100 |



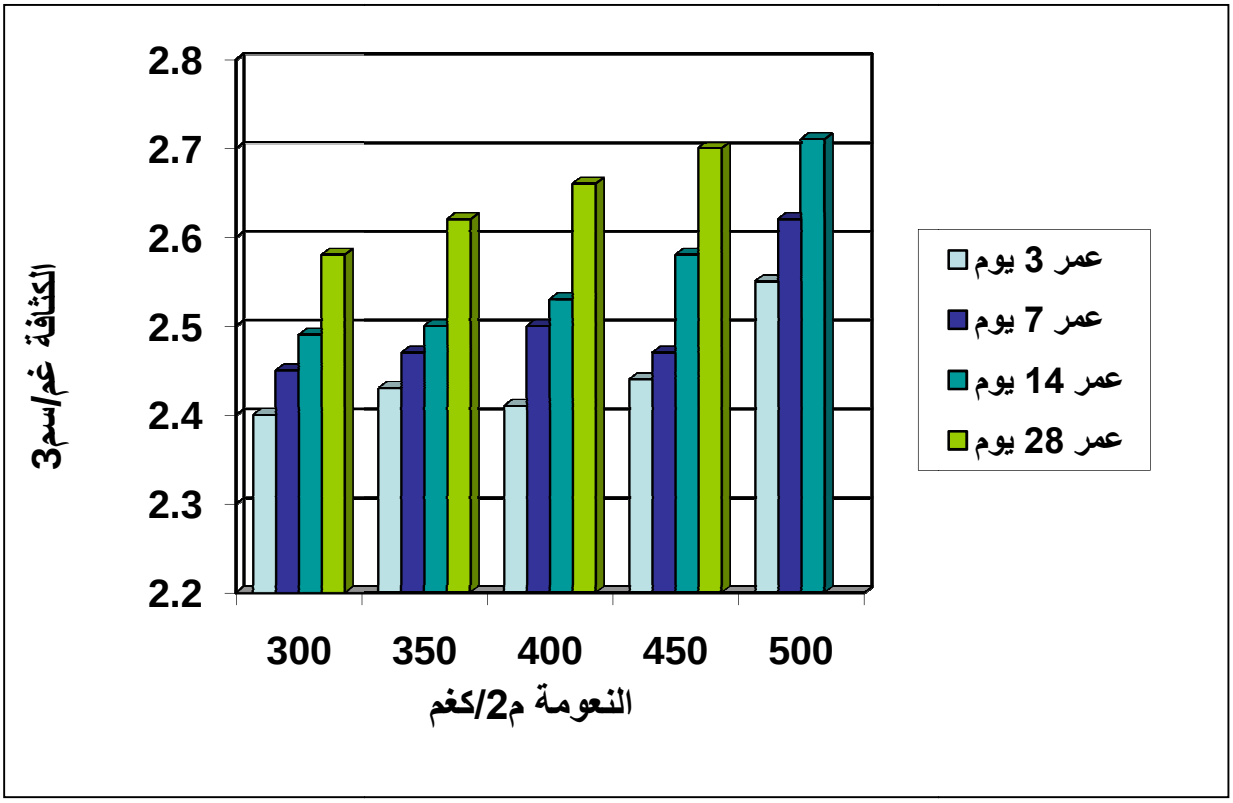

شكل رقم (1) يبين تأثير نعومة الاسمنت على الماء اللازم للحصول على القوام القياسي



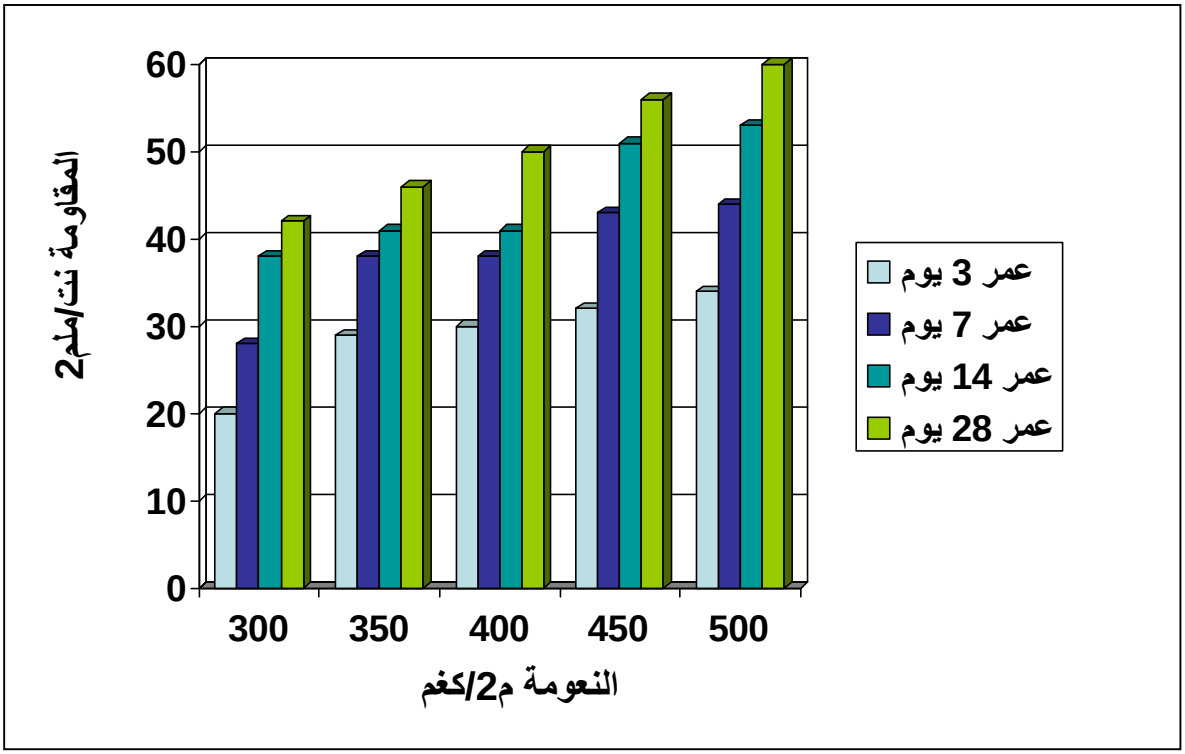

شكل رقم (2) يوضح تأثير النعومة على ثبات الاسمنت



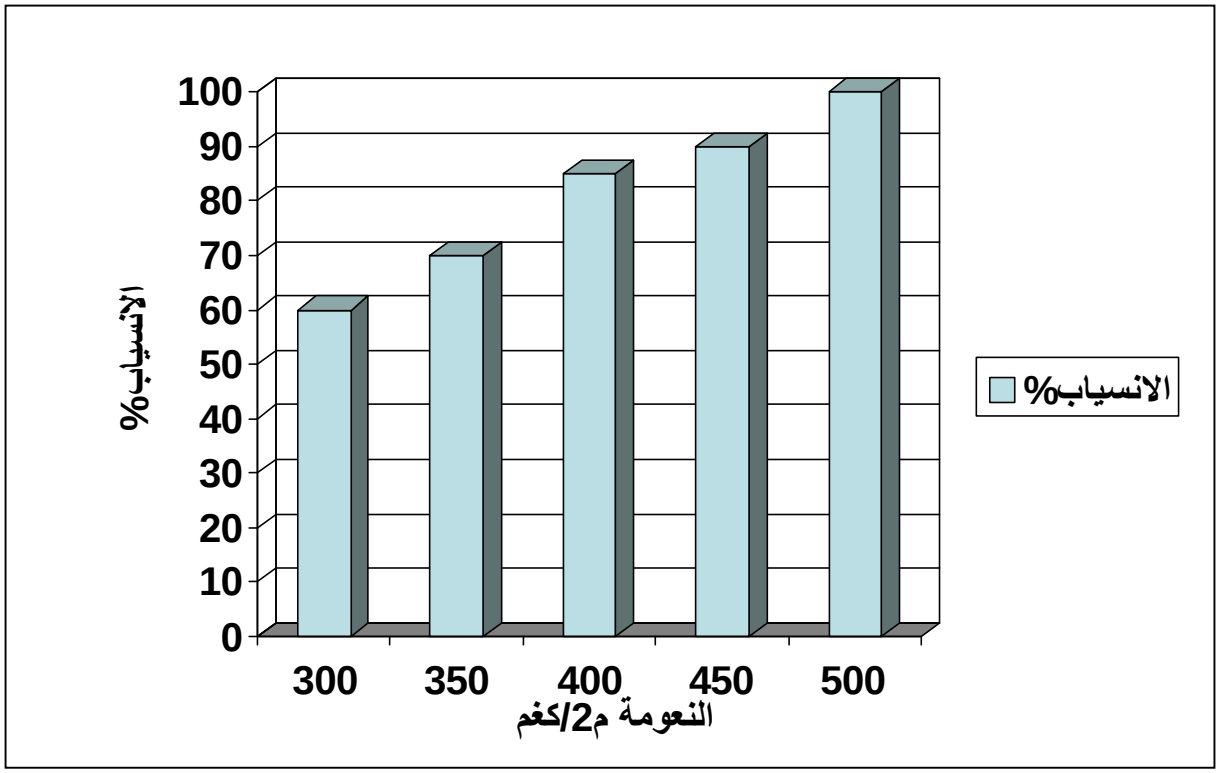

شكل رقم (3) يوضح تأثير النعومة على زمن التجمد الابتدائي والنهائي




شكل رقم (4) يوضح تأثير النعومة على الكثافة للخلطات بأعمار مختلفة




شكل رقم (5) يوضح تأثير النعومة على مقاومة الانضغاط للخلطات بأعمار مختلفة




شكل رقم (6) يوضح تأثير النعومة على انسياب المونة

## 7- المصادر


1- تكنلوجيا الخرسانة "مؤيد نوري الخلف وهناء عبد يوسف"مر كز التعريب والنشر.الجامعة التكنولوجية 1984 ، ص48.

2- Neville , A.M. " properties of concrete,4th Edition, Longman Group Limited, London,1995, 868 pages.

3- Tennis, P.D., "Portland Cement Characteristics- 1998," Concrete Technology Today, PL992, Portland Cement Association, Skokie,Illinois, Vol.20,No.2,August 1999, P.P 1-3.

4- Zayed,A.Cement Composition and Structural Durability in Florida, Project #BC353-29, Florida Department of Transportation, Gainesville, Flrida, 2000,P.P80-83 .

5- Lea, F.M., The Chemistry of Cement and Concrete, 3rd Edition, Chemical Publishing Company Inc., New York, 1970,727 pages

6- Gonnerman, H.F. and Lerch, W. Changes in Chracteristics of Portland Cement and as Exhibited by Laboratory Tests Over the Period 1804 to 1950, STP 127, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennylvania, 1984, 56 Pages.

7- Bennett, E.W. and Loat, D.R., "Shrinkage and Creep of Concrete Research, Vol. 22, No. 71, Pages 69 to 78, June 2000.

8- Higginson, E.C., "The Effect of Cement Fineness on Concrete," Fineness on Concrete, " Fineness of cement, STP 473, American Society for Testing and Materils, Philadelphia, pnnsylvania, 1970 pages 71 to 81.

9- المواصفه القياسيه العراقيه رقم (5) لسنه 1984 " الاسمنت البورتلاندي "ص21

10- British standard institution , B.S 410: PART 2 "Standerd Specification for Standerd Sand" 1971, 3 pages.

11- المواصفه القياسيه العراقيه رقم ( 1703) لسنه 1992 " المياه المستخدمه في الخرسانه "ص6

12- British standard institution , B.S., 1881, PART 2 "Method for Determination of Consistence of Standard Past" 1971.

13- British standard institution , B.S., 1881, PART 2 "Method for Determination of Initial and Final Setting Time" 1971.

14- British standard institution , B.S., 1881, PART 4 "Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cube" 3 pages.

15- ASTM Designation: C230/C230M; "Test Method for Mortar Flow "Annual Book of ASTM, Standard American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennsylvania, Section4, V01.02,P.P 1-5, 1998.

16- John New Man & Ban Seng Choo "Advaced concrete technology Edited by" 2003 P.P 7/7.