Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

مساهمة التغير الحراري المبكر ضمن فترة التماسك الابتدائي وطريقة المعالجة على مقاومة الإنضغاط لخرسانة ألإسمنت ألإعتيادي باستخدام مفهوم الانضاج

نايف دويرج حميد جمعه naiefdwerige@gmail.com
جامعة ألموصل / كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية

الخلاصة

يهدف ألبحثِ ألحالي الى دراسة تأثير التغير الحراري المبكر (فترة التماسك الابتدائي)على مقاومة انضغاط الخرسانة بمحتوى اسمنت اعتيادي $400\ kg/m^3$ وبتطبيقِ مفهومِ ألإنضاجِ من خلالِ:-

تعريض نماذج خرسانية اسطوانية قياسية $150mm^{Diameter} * 300\ mm^{Hieght}$ مختومة لفترة التماسك الابتدائي(2hrs.) لدرجة حرارة 4˚C ومن ثم ازالة الختم ومعالجتها بدرجة الحرارة 20˚C حتى عمر ٣٦٠ يوما وكانت طريقة المعالجة الغمر بالماء والتعريض للهواء على التوالي وفحصت النماذج بالانضغاط ، وبنفس الاسلوب لكن تعرض النماذج الخرسانية الى درجة الحرارة 50˚C ضمن فترة التماسك الابتدائي، أظهرت نتائج الفحص أن نمو مقاومة الانضغاط بصورة عامة كان أبطأ للنماذج التي تعرضت لدرجة الحرارة 4˚C وأسرع للمعرضة لدرجة الحرارة 50˚C ولكن بعد عمر اسبوع تقريبا ولغاية ٣٦٠ يوما يزداد اكتساب المقاومة للنماذج المعالجة بدرجة الحرارة 4˚C ويقل اكتسابها للمعالجة بدرجة الحرارة 50˚C بالمقارنة بنفس الخلطة ألمرجعية ألمعرضة لدرجة الحرارة القياسية 20˚C .

ألكلمات ألدالة : التغير الحراري المبكر، مفهومِ ألإنضاجِ، ألعمر ألمكافئ ،مقاومة ألإنضغاطِ

Contribution of early thermal gradient within initial set period and curing methods on O.C. concrete compressive strength with the aid of maturity concept

Web Site: www.kujss.com Email: kirkukjoursci@yahoo.com, kirkukjoursci@gmail.com

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

Nayyef Dwerij Hameed naiefdwerige@gmail.com
Civil Engineering Dept. / College of Engineering /University of Mosul

Abstract

The present research aims at the effect of early thermal gradient(initial setting) on o.c. concrete compressive strength with the aid of maturity concept:-

Standard cylindrical Ø 150 * 300 mm concrete sealed specimens ((content by weight 400 kg/m^3 cement) were subjected to a temperature of 4˚C for the duration of initial setting times (2 hrs.) then later (removing sealed) on to standard temperature of 20 ˚C until 360 days at moisture and air curred conditions to be finally tested in compression at the prementioned dates . The same procedure was exactly repeated but the concrete specimens were subjected to 50˚C at the initial setting times . The final outcome showed that generally speaking the strength development was slower for the specimens subjected to 4˚C than those at 50˚C at the initial setting times but,beyond the age of 7 days approximately until 360 days the compressive strength gains more in strength for the specimens subjected to 4˚C than those at 50˚C as compared with same mixture subjected to 20˚C .

Keyword : early thermal gradient, maturity, initial setting , concrete, strength

١ – ألمقدمة (introduction) :-

إزدادتِ ألحاجةُ في ألسنواتِ ألأخيرةِ إلى إيجادِ طرقٍ جديدةٍ ذاتُ موثوقيةٍ عاليةٍ وسهلةِ ألأستخدامِ ولا إتلافيةٍ وإقتصاديةٍ ويمكنُ ألإستفادةُ منها لمعرفةِ عدةِ خصائصٍ ميكانيكيةٍ بنفسِ

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

ألوقتِ وبصورةٍ مباشرةٍ وتعطي معلوماتٍ آنيةٍ وواقعيةٍ لتقديرِ ألقيمةِ ألفعليةِ للخصائصِ ألميكانيكيةِ وألمهمةُ لأداءِ ألخرسانةِ موقعياً [١] وخاصةً فيما يتعلقُ بمعالجةِ ألخرسانةِ وألتأثيرِ ألحراريِ [٢] . يتضمن هذا البحث محاكاة ألتأثير الحراري خلال مدة التماسك الابتدائي على مقاومة الانضغاط ومتابعة التغيرات في درجات الحرارة الداخلية باستخدام مفهوم الانضاج . اذ يمثل الانضاج رياضياتياً ألعلاقةَ بينَ درجةِ ألحرارةِ وألزمنِ [٣] .

يتم حساب الانضاج بطريقة ألمواصفة ألأمريكية [٤] ASTM C1074-08 ألجدول A1 في APPENDIXES X2-2 إستنادا لمبدأ Saul – Nurse استنادا على خطية العلاقة لتفاعلات ألإماهة مع ألزمن ، ان مصطلح العمر المكافئ [٤] المعتمد كذلك ضمن ألمواصفة يمثل طريقة اخرى ذات اهمية عملية لتطبيق مفهوم الانضاج بكفاءة عالية و يتم حسابه إستنادا لمبدأ Arrhenius ألمستند على لاخطية علاقة تفاعلات ألإماهة مع ألزمن ، ويعبرُ عنِ ألزمنِ ألللازمِ بدرجةِ حرارةٍ- موصوفةٍ لإنتاجِ إنضاجٍ معادلٍ أو مكافئٍ لإنضاجٍ آخرٍ مُعالجٍ بدرجاتِ حرارةٍ أُخرى غيرِ ألموصوفةِ . يتم حساب معدل ألحرارة ألمتولدة rate of heat evolution from the hydrating cement (˚q˚)مقدرة بألواط لكل كغم (Watt/Kg)من ألإسمنت ألمتميأ استنادا للقياسات الدقيقة للإنضاج فيما يشير مصطلح ألتذبذب للإنضاج للدلالة على تباين إختلاف ألإنضاج بتقدم ألزمن .

٢- أجهزة قياس ألإنضاج (Maturation Measuring Devices) :-

٢--١ : جهازُ قياسِ ألإنضاجِ متعددُ ألقنواتِ : تمَّ تصميمهُ وصناعتهُ وإختبارهُ خصيصاً لمتطلباتِ ألبحثِ وبطريقةٍ مرنةٍ يمكنُ منْ خلالها قياسُ درجاتِ ألحرارةِ وبصورةٍ عامةٍ أيُّ ظاهرةٍ فيزيائيةٍ بواسطةِ ألمتحسسِ ألللازمِ لقياسها وعنْ طريقِ برمجةِ إحدى قنواتِ ألجهازِ لتسجيلِ مقدارِ ألقياسِ لتلكَ ألخاصيةِ ألفيزيائيةِ ويتألفُ منَ ألوحداتِ ألماديةِ (Hardware) وألبرمجيةُ (Software) .

٢-١-١- : ألوحداتِ ألماديةِ (Hardware) : وتتألفُ منَ ألمتحسساتِ ألكهربائيةِ وأجهزةُ ألقراءةِ وألتسجيلِ كوحدة مسجلِ ألبياناتِ (DATA LOGGER) ووحدة جهازِ ألتحكمِ ألمنطقيِّ ألمبرمجِ Programmable Logic Control (PLC) وألتي منْ ضمنها ألجزءُ ألأساسيّ للتعامل معَ ألإشاراتِ ألكهربائيةِ وألمعروفُ بألمسيطر ألمصغّرِ (Micro Controler)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

و ألمتحسساتُ ألكهربائيةُ (Resistive Thermal Detective RTDs) : تمَ إختيارُ هذا ألنوعِ منَ ألمتحسسات لملائمته ودقته طبقاً للجهازِ ألمصممِ ومتطلباتِ ألبحثِ كما هوَ مبينٌ في المصدر المرقم [٥] ضمن قائمة المصادر، تمَ إستخدامُ ألمتحسسِ (LM 35) وألمرتبطُ بألقناةِ في جهازِ ألتحليلِ وألتسجيلِ ألأليكترونيِّ بسلكٍ ذو مواصفاتٍ خاصةٍ وبطولِ خمسةِ وعشرةِ أمتارٍ . وهذا ألمتحسسُ محميٌّ ضدَ ألرطوبةِ وذو تحملٍ للمدىً ألحراريِّ ألأقصى ألمتوقع . ويتمُ غرسهُ داخلِ ألنموذجِ ألخرسانيِّ .

٢-٢ : ألوحدات ألبرمجية (Software) : برنامجُ ألتحكمِ وألإظهار ألألي ألصناعي (LAB VIEW) برنامجٌ تمَ إستخدامهُ لقراءةِ وتسجيلِ ألبياناتِ وتنظيمِ عمليةِ ألقراءةِ وفتحِ وخزنِ ألملفاتِ بصورةٍ آليةٍ وبدقةِ 0.5 °C بدءاً منْ ثانيةٍ وحتى أول عشر ساعات من عمر الخرسانة ثم كل ثلاثمائةِ ثانيةٍ أي خمسَ دقائقٍ وبصورةٍ مستمرةٍ من عمر عشر ساعات حتى عمر الفحص . لوحةُ ألتحكمِ ألخاصةِ بهذا ألبرنامجِ تمَ تصميمها لغرضِ ألعرضِ ألمستمرِ لدرجاتِ ألحرارةِ رسومياً (Graphically) بشكلِ محاريرِ يمكنُ ألتحكمُ بدقتها وتدريجاتها ونظامها شكل رقم (a).

٣ - ألموادُ ألمستخدمةُ في إجراءِ ألبحث(The Materials Used in a Research):-

٣-١ : الخلطة الخرسانية (Concrete Mixture) :- تتألفُ ألخرسانةُ ألعاديةُ منَ ألركامِ وألماءِ وألإسمنتِ وقدْ تمَ إستخدامُ الخلطة ذات ألإسمنت الاعتيادي.

٣-١-١ : ألركامِ ألمستعملُ للخلطاتِ ألخرسانيةِ (Aggregate Using in Concrete Mixture):-

٣-١-١-أ : الركام الخشن (الحصى) (Gravel) : الحصى المستخدم هو حصى نهري متوفر محليا تم تدريجه بالاستفاده من مبادئ المواصفه الأمريكية (ASTM, C136-08) [ ] [٦] كما في ٣-١-١-ب ضمن الشكل رقم (١) ذو شكل مدور بمقاس اقصى M.A.S=19mm Maximum Aggregate Size وتم استعماله بحالة(SSD Saturated Surface Dry) .

3-١-١-ب : الركام الناعم (ألرملُ) (Sand) : الرمل المستخدم هو رمل نهري متوفر محليا تم تدريجه بالاستفاده من مبادئ المواصفه الأمريكية (ASTM, C136-08) [ ] [٦] بحيث

يكون التدرج مطابقا للمواصفة الأمريكية (ASTM, C33-08 [٧] ضمن الشكل رقم (٢) وتم استعماله بحالة (SSD) .

3-١-١-ج : الماء (Water) : استخدام ماء الشرب الأعتيادي لمدينة الموصل في الخلطة الخرسانيه علما ان جميع المواصفات القياسية تشير الى انه يمكن استخدام الماء الصافي الصالح للشرب في الخلطات الخرسانيه لمختلف اعمال الانشاء [(ألمواصفات، القياسية العراقية رقم ٥ لسنة ١٩٨٤)] [[٨]] .

3-١-٢ : الاسمنت الاعتيادي (Ordinary Portland Cement): اسمنت مكيس منتج محليا مطابق للمعايير القياسية ضمن المواصفة العراقية القياسية(IQS,NO.5,1984) [[٨]] [والموضحة خصائصة الفيزيائية والكيميائية في الجدول المرقم (1) وتبين كذلك ان الاسمنت المستخدم ضمن الحدود الموصوفة في المواصفة الامريكية(ASTM, C 150-08 [٩].

4- البرنامج العملي والنتائج (Practical Program and Results) :

نسب ألخلطة ألخرسانية وأعداد ألنماذج وطريقة ألعمل ضمن جدول رقم(٢) بألإضافة للشرح ألملحق مع الجدول ، وشكل رقم (٣) رسم بياني لنتائج فحوص مقاومة الانضغاط .

5- ألمناقشة (Discussion):-

٥-١- ألتأثير على مقاومة الإنضغاط :

٥-١-أ- تأثير درجة ألتسليط ألحراري 4°C :- يتبين من شكل رقم (٣) ورقم(٥) بالنسبة للنماذج الخرسانية المعالجة مبكرا بدرجة حرارة 4°C خلال فترة النماسك الابتدائي لطريقة المعالجة المغمورة بالماء ان التأثير ايجابي على مقاومة الانضغاط من عمر يوم واحد الى ٣٦٠ يوم مقارنة بالخلطات المرجعية المغمورة بالماء للاعمار المقابلة نفسها وبنسبة ٥%تقريبا،و ١٠% تقريبا للاعمار ١ و ٣ ايام على التوالي و% ٥ تقريبا بعمر ٢٨ يوم وبنسبة ١٢% تقريبا بعمر ٩٠ يوم بالمقارنة بالمرجعية بعمر ٢٨ يوم ونسبة% ٧% تقريبا مقارنة بمقاومتها بعمر ٢٨ يوم ، فيما كان التاثير سلبيا للنماذج الخرسانية المعالجة بالتعريض للهواء (RH<39%) لاسيما بعمر ١ و ٢٨ يوم بنسبة % ١٠ - تقريبا و % ١٨ - تقريبا على التوالي وحتى عمر ٣٦٠ يوما ،إذ بلغت بعمر ٩٠ يوم% ٨٨ تقريبا من المقاومة بعمر ٢٨ يوم للنماذج المرجعية المغمورة بالماء

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

علما انها كانت اعلى بنسبة% ٧ تقريبا من مثيلاتها المرجعية المعرضة للهواء (RH<39%)واستمرارها باكتساب المقاومة بعمر ٩٠ يوما بنسبة % ٧ تقريبا مقارنة بمقاومتها بعمر ٢٨ يوم

٥-١- ب- تأثير درجة ألتسليط ألحراري 50˚C :- ان تأثير ألمعالجة الحرارية المبكرة بدرجة 50˚C كان ايجابيا على المقاومة لمدة ٤ أيام تقريبا لكلا طريقتي المعالجة مقارنة بالخلطات المرجعية تحت الظروف نفسها للاعمار المقابلة ذاتها ، اما بعد عمر ٤ أيام بلغت الخسارة بالمقاومة مقارنة بالمرجعية المغمورة بالماء بعمر ٢٨ يوم بنسبة % ١٥ - تقريبا و ٣٢% - تقريبا للنماذج المعالجة المغمورة بالماء والمعرضة للهواء (RH<39%) على التوالي و% ٨ - تقريبا للنماذج المعرضة للهواء (RH<39%) مقارنة بمقابلتها المرجعية المعرضة للهواء للعمر نفسه (٢٨ يوم)، يلاحظ ان نسبة المقاومة بعمر ٩٠ يوم الى المقاومة للمرجعية المغمورة بالماء ٩١% و% ٧١ على التوالي للمغمورة بالماء والمعرضة للهواء .

٥-١ – ج- نسبة لطريقة المعالجة : يتبين ان النماذج المعرضة بالهواء (RH<39%) ابدت فقدان باكتساب المقاومة بكل الحالات مقارنة بالمرجعية المغمورة بالماء وكانت النماذج المعالجة مبكرا بدرجة الحرارة 4˚C بنسب اكتساب اعلى للمقاومة مقارنة بالمرجعية لكلا طريقتي المعالجة، ألنماذج ألمعرضة للهواء للهواء أعلى إكتسابا للمقاومة خلال ألثلاثة أيام ألأولى وألمغمورة بألماء اعلى بعد ألثلاثة أيام ألأولى وحتى عمر ٣٦٠ يوم شكل رقم(٥) ، كدليل على تجانس نتائج ألفحص لأستخدام مفهوم ألإنضاج يلاحظ أن ألنسب للخلطة ألمرجعية ألمغمررة بألماء مقاربة للنسب ألمألوفة %(34,52,67,78,100) للأعمار days (1,3,7,14,28) على ألتوالي . يشير ألشكل رقم(٣)إلى ان ألعلاقة البيانية بين مقاومة الانضغاط والزمن هي كدالة العلاقة أللوغارتمية لكافة ألأعمار وحتى عمر سنة واحدة بمعدل معامل إرتباط R^2=0.975 .

٥-٢- ألتأثير على درجات ألحرارة ألداخلية وبالتالي تفاعلات ألتميؤ إستنادا للإنضاج :

٥-٢-أ – نسبة لدرجة الحرارة 4˚C : إنَّ تسليطَ درجةِ ألحرارةِ 4 ˚C خلالَ ألعمرِ ألمبكرِ(ألتماسكِ ألإبتدائيِّ) أدى إلى تباطؤِ تفاعلاتِ ألتميؤِ مقارنةً بألخلطةِ ألمرجعيةِ بدرجةِ حرارةِ 20 ˚C شكل ٣ وبألتالي إنخفاضُ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ للخرسانةِ إذْ

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

إنخفضتْ منْ 30°C خلالَ أول ٥ دقائق إلى 14°C عندَ ١٢٠ دقيقة وكذلكَ فإنَ معدلَ الفرقِ بينَ درجةِ ألحرارةِ ألداخليةِ عنِ ألمرجعية 10.6°C شكل رقم (٤) .

٥-٢-ب – نسبة لدرجة الحرارة 50°C : تأثيرُ درجةِ ألحرارةِ 50°C أدى إلى تسارعِ ألتفاعلاتِ بينَ مركباتِ ألإسمنتِ وألماءِ مقارنةً بألخلطةِ ألمرجعيةِ شكل ٣ وبألتالي إرتفاعُ درجةِ ألحرارةِ ألداخليةِ للخرسانةِ، كان معدلُ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ 44.5°C ومعدلُ ألفرقِ عنِ ألمرجعيةِ 21.4°C 13.7°C إذِ إرتفعتْ درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةِ منْ 27°C إلى 50°C بنهاية زمن ألتماسك ألإبتدائي شكل رقم (٤) .

٥-٢-ج - التأثير على درجات الحرارة الداخلية بعد ازالة المؤثر ألحراري : تأثيرُ إزالةِ تسليطِ درجةِ ألحرارةِ 50 °C بعدَ ساعتينِ منْ ألعمرِ ألمبكرِ أدى إلى إستمرارِ إرتفاعِ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ للنماذج ألمعالجةِ بألتعريضِ للهواءِ منْ 45°C إلى 52°C بنهايةِ ألساعةِألثالثةِ منَ ألعمرِ ألمبكرِ ومنْ 45°C إلى 49°C بألغمرِ بألماءِ ، أمّا بنهايةِ ألساعةِ ألرابعةِ أصبحتْ 45°C و39°C للخرسانةِ ألمعالجةِ بألتعريضِ للهواءِ و بألغمرِ بألماءِ على ألتوالي ، تتجهُ درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةِ للنماذج ألخرسانيةِ ألى أن تكون مقاربة لدرجات ألحرارة ألداخلية للخرسانة ألمرجعيةُ بكلا طريقتي ألمعالجةِ متذبذبةً بصورةٍ بسيطةٍ حولَ معدلِ 30°C بإتجاه عام يميل إلى ألمرجعية شكل رقم (٤).

٥-٢ -د - نسبة لطريقة ألمعالجة : بعدَ إزالةِ ألمؤثرِ ألحراريِّ تمتِ ألمعالجةُ بدرجةِ ألحرارةِألقياسيةِ 20°C بطريقتينِ هما ألغمرُبألماءِوألتعريضُللهواءِ وملاحظةُ أنَّ تأثيرَ ألمعالجةِ بدرجةِ ألحرارةِ 4°C أدى أنْ تكونَ ألخرسانةُ ألمعالجةُ بألطريقتينِ محافظةً على نفسِ معدلِ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ وحتى ٤٠ دقيقةً منْ بدايةِ ألساعةِ ألثالثةِ أمّا بعدها أدتْ تفاعلاتُ ألإماهةِ أنْ تكونَ درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةِ للخرسانة ألمعالجةُ بألتعريضِ للهواءِ أعلى منَ مثيلتها بألغمرِ بألماءِ.

يشيرُألشكلُرقم(٦) لكافة ألخلطات إلى أنّهُ كلما كانتْ درجةُ ألحرارةِ قريبةً منْ معدلِ ألحرارةِ 26°C كانَ ذلكَ أفضلُ لمقدارِ قيمةِ مقاومةِ ألإنضغاطِ ويزدادُ معدلُ إكتسابِ ألمقاومةِ إذا كانَ منحنى درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ دونِ 26 °C وأكبرَ منْ 22 °C بألأخصِ في ألأعمارِ ألمبكرةِ، كذلكَ أنَّ ألمقاومةِ تزدادُ بزيادةِ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

عنِ درجاتِ ألحرارةِ ألخارجيةِ ألمحيطةُ بألخرسانةِ إذْ أنَّ هذا مؤشرٌ على أنَّ ألخرسانةَ لاتزالُ تكتسبُ ألمقاومةَ لإنَّ ألإسمنتَ لايزالُ يتمياُ وأنَّ عمليةَ ألتميؤِ تستهلكُ ألماءَ ألموجودَ ضمنَ ألفجواتِ ألدقيقةِ وتعوضهُ بنواتجِ ألتفاعلِ ألأكثرِ إستقرارا وتحملا منْ ألماءِ وبألتالي زيادةُ ألمقاومةِ . كذلك يشير ألشكل رقم (٦)بألنسبةِ لمنحنياتِ درجاتِ ألحرارةِ وألتي تشابه شكل منحنى (sine wave) كذلكَ إلى أنَّ وجودِ تأثيرِ ألتداخلِ للحرارةِ في ألخرسانةِ (Damping Effect) ذو ضررٍ بالغٍ جدا على ألمقاومةِ ، كذلكَ فإنَّ ألمقاومةَ تزدادُ بزيادةِ ألفرقِ بينَ ميلي مستقيمي ألتسوية لدرجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ عنِ ألخارجيةِ عندما يكونُ مقدارُ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ أعلى منَ ألخارجيةِ وفي حالةِ إقترابِ ميلي خطي ألتسويةِ للحرارةِ منَ ألتساوي (توازي ألمستقيمينِ) تكونُ ألمقاومةُ ومعدلُ إكتسابها قليل وتكونُ أكثرُ سلبيةً على ألمقاومةِ إذا تساوتْ فيمةُ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ وألخارجيةِ ، وتكونُ حالةُ تقاطعِ خطي ألتسويةِ ألأشدّ ضرراً على مقدارِ قيمةِ ألمقاومة .

وتزدادُ ألمقاومةُ إذا كانتْ ألحرارةُ ألداخليةُ أكبرُ منَ ألخارجيةِ خاصةً بعمرِ ثلاثة أيامِ ونصفِ أليومِ ومنْ ثلاثَ عشرَ يوماً حتى سبعَ عشرَ يوماً . يشير ألشكل رقم(١٣) إلى أنَّهُ كلما إزدادَ معدلُ ألإنبعاثِ ألحراريِّ للإسمنتِ ألمتميإِ إزدادَ ميلُ ألمماسِ لمنحنى ألمقاومةِ أي زيادةُ معدلُ إكتسابِ ألمقاومةِ وألعكسُ صحيحُ ، ومعدلُ ألحرارةِ ألمنبعثةُ لخرسانةِ ألإسمنتِ ألمعالجةُ بألغمرِ بألماءِ أعلى منها بألنسبةِ للتعريضِ للهواءِ وبألنتيجةِ تكونُ ألمقاومةُ أعلى بألمعالجةِ بألغمرِ بألماءِ عنها لمثيلتها بألتعريضِ للهواءِ . يُلاحظُ أنهُ كلما كانتِ ألحرارةُ ألمنبعثةُ نتيجة التفاعلات الكيميائية للخرسانة أعلى حتى عمرِ ثلاثةِ أيامٍ ونصفِ أليومِ كلما كانَ ذلكَ أفضلَ للمقاومةِ ، وإذا إتجهَ منحنى علاقةُ ألإنبعاثِ ألحراريِّ للزيادةِ معَ ألزمنِ أدى ذلكَ إلى زيادةِ ألمقاومةِ .

٥-٣ - ألتأثير نسبة للإنضاج :

٥-٣-١ – ألإنضاج ألمحسوب خطيا بطريقة Nurse-Saul خلال فترة التسليط الحراري:

يشير ألشكل رقم(٨) إلى تحولِ ألعلاقةِ بين ألإنضاج وألزمن منْ علاقةِ خطٍ مستقيمٍ إلى منحنى ويلاحظُ أنَّ ألمماساتِ للمنحنياتِ قبلً إزالةِ ألمؤثرِ ألحراريِّ تكونُ ميولها موجبةً ضمنَ ألربعِ ألأولِ للإحداثياتِ ألديكارتيةِ أيْ متحدبةً بالنسبةِ لجهتي ألعلاقةِ للخرسانةِ

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

ألمرجعيةِ بدرجةِ حرارةٍ 20°C وتبتعدُ قيمها منْ قيمِ ألخلطةِ ألمرجعيةِ ، بعد إزالةِ ألمؤثرِ تكونُ ميولها سالبةَ ألإتجاهِ ضمنَ ألربعِ ألثالثِ للإحداثياتِ ألديكارتيةِ أيْ متقعرةً بالنسبةِ لجهتي ألعلاقةِ للخرسانةِ ألمرجعيةِ بدرجةِ حرارةٍ 20°C وتقتربُ قيمها منْ قيمِ إنضاجِ ألمرجعيةِ .

٥-٣-٢ - ألإنضاج ألمحسوب لاخطيا بطريقة Arrhenius (مفهوم ألعمر ألمكافئ) خلال فترة التسليط الحراري : يعزز ألشكل رقم(٧) ذلك ألإستنتاج بألنسبة للعلاقة بين ألعمر ألمكافئ (ألإنضاج نسبة للدالة ألأسيّة) وألزمن وبأنَّ ألتأثيرَ ألحراريَّ ألمبكرِ أدى إلى تغيرِ شكلِ ألعلاقةِ منْ خطٍ مستقيمٍ كما في ألخرسانةِ ألمرجعيةِ إلى منحنى ويكونُ ميلِ ألخطِ ألمستقيمِ في حالةِ تقريبِ ألمنحنى إلى مستقيمٍ أقلَ ميلاً بألنسبةِ للتأثيرِ ألحرارايِّ بدرجةِ 4°C بألنسبةِ لميلِ ألخرسانةِ ألمرجعيةِ ألمقابلةِ ، وألميلُ ألأقلُ يكونُ لطريقةِ ألمعالجةِ بألغمرِ بألماءِ ، وبألنسبةِ للتأثيرِ ألحراريِّ بدرجةِ 50°C يكونُ أكثرَ ميلاً منَ ميلِ ألعلاقةِ للخرسانةِ ألمرجعيةِ وألميلُ ألأعلى مقداراً يكونُ في هذهِ ألحالةِ للمعالجةِ بطريقةِ ألغمرِ بألماءِ .

٥-٣-٣- ألعلاقة بين الإنضاج – الزمن حتى عمر ٢٨ يوما : رُسمتْ ألعلاقةُ بينَ ألإنضاجِ ومقاومةِ ألإنضغاطِ نسبةً إلى طريقة ألمعالجة ِ ولدرجاتِ ألتسليطِ ألحراريِّ 4°C & 50°C للمقارنة مع درجة ألحرارة 20°C شكل رقم(٩) ويلاحظُ أنَّ ألعلاقةَ بشكلِ منحنى دالةِ ألوغاريتمِ ألطبيعي أساسُ ٢.٣ [$\ln(x)=\log_{2.3}(x)$] وكذلكَ تمَ إعادةُ رسمها نسبةً لمفهوم ألعمر ألمكافئ شكل رقم (١١) معَ قيمةِ ألمعاملِ ألإحصائي R^2 ومعادلةُ ألتقريبِ ، إن هذه ألعلاقة بشكل منحنى دالة ألوغارتم وألمشابهة لمنحنى ألعلاقة بين ألمقاومة – ألزمن يمكن ألإستدلال بها موقعيا على قيمة ألمقاومة ألمقاربة جدا للفعلية وألتنبؤ بها .

٥-٤- ألتأثير نسبة للتذبذب في قراءات الانضاج حتى عمر ٢٨ يوم :- يلاحظ من ألشكل رقم(١٢) أنهُ كلما كانتَ مقاديرُ منحنى ألتذبذبِ حولَ ألقيمةِ ألصفريةِ متفاوتةً بصورةٍ كبيرةٍ كلما قلَ ميلُ ألمماسِ لمنحنى علاقةِ مقاومةِ ألإنضغاطِ – ألزمن وبألتالي نقصانُ مُعدلِ إكتسابِ ألمقاومةِ ، وكلما قلَ معدلُ ألتفاوتِ كلما زادَ ميلُ ألمماسِ لمنحنى ألمقاومةِ وبألتالي زيادةُ معدلِ إكتسابِ ألمقاومةِ ، وكلما كانتِ ألقيمةِ للتذبذبِ أقلَ تفاوتاً وقريبةً منَ ألقيمةِ ألصفريةِ خلالَ ألثلاثةِ أيامٍ ألأولى كلما كانتْ مقاومةُ ألإنضغاطِ ألاحقةُ أعلى ،

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

ويزدادُ ميلُ ألمماسِ لمنحنى ألمقاومةِ عندَ ألتحولِ منَ ألنطاقِ ألموجبِ(يدل على أن الميل لكون درجات ألحرارة ألخارجية أعلى من ألداخلية تفاعل إماهة بمعدل أقل) إلى ألسالبِ(يدل على أن ألميل لكون درجات ألحرارة ألداخلية أعلى من ألخارجية بألنتيجة تفاعل إماهة بمعدل أكبر) وأقلُ بألعكسِ .

٦- ألإستنتاجات :- (Conclusions) :- إستناداً إلى ألنتائجِ ألمستحصلةِ منَ ألفحوصِ ألمختبريةِ لهذا ألبحثِ يمكنُ إستخلاصُ ألنتائجِ ألتاليةِ :-

١. مقاومةُ ألإنضغاطِ تنمو (تتطورُ) معَ تقدمِ ألعمرِ (ألزمنِ) ومعدلُ ألتميؤِ يكونُ أسرعَ خلالَ ألثلاثةِ أيامٍ ألأولى بألمقارنةِ بعمرِ ألخرسانةِ مالمْ تتعرضُ ألخرسانةُ إلى تأثيرٍ حراريٍّ خلالَ ألعمرِ ألمبكرِ بألأخصِ فترتي ألتماسكِ ألإبتدائيِّ وألنهائيِّ .

٢. بألنسبةِ لدرجاتِ ألحرارةِ ألمرتفعةُ عنْ درجةِ ألحرارةِ ألقياسيةِ ، تنمو ألمقاومةُ بشكلٍ أسرع خلالَ ألفترةِ لغاية ٤ أيام تقريبا بمعدلٍ يتناسبُ بشكلٍ طرديٍّ معَ إرتفاعِ درجةِ ألحرارةِ حتى مقدارِ درجةِ حراريةٍ معينةٍ . وبشكلٍ عكسيٍ بألنسبةِ لمقاومةِ ألإنضغاطِ للأعمارِ ألمتأخرةُ وأكبرُ منْ ٤ أيام تقريبا بصورةٍ عامةٍ وحتى درجةِ ألحرارةِ ألمعينةِ وألتي عندها تتباطؤ جدا تفاعلات ألإماهةِ وبألنتيجةِ ألحصولُ على أقلِّ مقدارٍ لمقاومةِ ألإنضغاطِ .

٣. تكونُ قيمُ ألإنضاجِ للخرسانةِ ألمعالجةِ بألغمرِ بألماءِ أكثرُ إنتظاماً منها للهواءِ.

٤. نسبةُ إكتسابِ ألمقاومةِ للخرسانةِ ألمعالجةُ بألغمرِ بألماءِ أكثرُ منها للتعريضِ للهواءِ ، بوجودِ ألرطوبةِ ألكافيةِ حول ألخرسانةِ تحافظُ ألخرسانةُ بشكلٍ جيدٍ على رطوبتها ألللازمةِ لأستمرارِ ألإماهةِ وكذلكَ يقلُ ويتأخرُ إنكماشُ ألجفافِ وبألتالي ألتشققاتِ ألناتجةُ عنْ إجهاداتِ ألشدِ ألعامةِ بسببِ ألإنكماشِ .

٥. عند تعرض ألنماذج ألخرسانية ألمختومة لفترة ألتماسك ألإبتدائي لدرجة حرارة 4°C وألمعالجة بعدها بألطريقة ألقياسية ألغمر بألماء بدرجة حرارة 20°C أظهرت ألنتائج زيادة في مقاومة ألإنضغاط بلغت ٤.٥% مع ألمقاومة في درجة ألحرارة ألقياسية 20°C بعمر ٢٨ يوم .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

٦. ألنماذج ألتي تعرضت إلى ٢ ساعة (فترة ألتماسك ألإبتدائي) بدرجة حرارة 50°C (ألفرن) وعولجت بطريقة ألتعريض للهواء بدرجة حرارة 20°C بعد ذلك أعطت أوطأ مقاومة في ٢٨ يوم.

٧. علاقةُ ألإنضاجِ معَ ألزمنِ علاقةٌ خطيةٌ بدرجةِ حرارةِ 20°C وتتغيرُ إلى شكلٍ منحني متأثرةً بألتسليطِ ألحراريِّ ومدتهِ خلالَ ألعمرِ ألمبكرِ وتتغيرُ تبعاً لذلكَ سرعةُ ودرجةُ وإستمراريةُ ونواتجُ وإنتظاميةُ ألتفاعلِ .

٨. منحنياتُ ألتذبذبِ للإنضاجِ ألأكثرُ تمثيلاً وألأوضحُ لحالةِ تفاعلاتِ ألخرسانةِ منْ منحنياتِ درجاتِ ألحرارةِ ألداخليةِ.

٩. بعدَ إزالةِ ألمؤثرِ ألحراريِّ تعودُ درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةُ للإقترابِ منْ معدلاتها في حالةِ ألخرسانةِ ألمعالجةِ بدرجةِ حرارةِ 20°C .

١٠. كلما كانتْ درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةُ للخرسانةِ قريبةً منْ معدلِ 26°C كلما كانَ ذلكَ أفضلَ بألنسبةِ لمقاومةِ ألإنضغاطِ إذا كانتْ درجةُ ألحرارةِ للمعالجةِ بألغمرِ بألماءِ أوِ بألتعريضِ للهواءِ 20°C ، ويزدادُ معدلُ إكتسابِ ألمقاومةِ إذا أصبحَ منحنى ألحرارةِ ألداخليةِ أقلَ منْ 26°C ويقلُ إذا كانَ أعلى منْ 26°C .

١١. بعد عمر يوم واحد إذا كانتْ درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةُ أكثرَ منْ درجةِ حرارةِ ألمحيطِ حولَ ألخرسانةِ زادتِ ألمقاومةُوإذا إنخفضتْ قلتْ ألمقاومةُ وإذا تساوتْ فتأثيرها سيءٌ على ألمقاومةِ .

١٢. كلما إزدادَ معدلُ ألإنبعاثِ ألحراريِّ إزدادَ معدلُ إكتسابِ ألمقاومةِ .

١٣. معدلُ ألحرارةِ ألمنبعثةُ منَ ألخرسانةِ ألمعالجةُ بألغمرِ بألماءِ أعلى منها بألتعريضِ للهواءِ .

١٤. لاتوجد علاقة واضحة بين ميل علاقة ألإنضاج(Nurse-Sual) ألزمن ألخطية والمقاومة .

١٥. كلما كانَ معدلُ ألإنبعاثِ ألحراريِّ أعلى خلالَ مدةِ ٤ أيام كلما كانَ ذلكَ أفضلَ للمقاومةِ .

١٦. ألفترةُ منْ ١-٣ يوماً ومن ١٣-١٧ يوماً مهمةٌ لأكتسابِ ألمقاومةِ فخلالها تتطورُ ألمقاومةُ بمعدلٍ معينٍ مؤثرٍ على ألمقاومةِ .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

١٧. يوجدُ تأثيرُ تداخلٍ موجي (Dampping) واضحٍ وإنْ كانَ سيئاً على مقدارِ ألمقاومةِفي حالة تساوي درجاتُ ألحرارةِ ألداخليةُ وألخارجيةُ للخرسانةِ خلالَ عمرها ألمبكرِ وألمتأخرِ حتى ٣٦٠ يوماً .

١٨. تقلُ قيمةُ مقدارِ ميلِ علاقةِ منحنى ألعمرِ ألمكافئِ- ألزمنِ بإنخفاضِ درجاتِ ألحرارةِ وتزدادُ بإرتفاعها خلالَ ألعمرِ ألمبكرِ .

١٩. ألعلاقةُ طرديةُ بينَ منحنى ألتذبذبِ للإنضاجِ مع ألزمن ومنحنى معدلِ ألإنبعاثِ ألحراريَّ معَ ألزمنِ .

٢٠. بعدَ عمرِ يومٍ واحدٍ كلما كانَ ألتفاوتُ لمقاديرِ تذبذبِ ألإنضاجِ عالياً كلما قلَّ معدلُ إكتسابِ ألمقاومةِ وألعكسُ صحيحٌ .

جدول رقم (١): أعداد ألنماذج وأسماء الخلطات و خطوات و تفاصيل ألعمل

(1^{Cemet} : 1.5^{Sand} : 3^{Gravel} : 0.48^{Water}) وزناً ، بدون مضافات ، محتوى ألإسمنت ألإعتيادي ٤٠٠ كغم/م^3 وبقوام ثابتٍ (100 – 75) ملم وبمدةِ 30 ثانية sec رص بألهزازةِ ألميكانيكيةِ ، قوالب إسطوانية قياسيةً معدنية قطر ١٥٠ ملم إرتفاع ٣٠٠ملم ، نماذج مختومة لمدة ألتماسك ألإبتدائي ١-٢ ساعة									
الخلطة	**العمر (يوم)**	واحد	ثلاثة	سبعة	أربع عشر	ثمان و عشرون	ست وخمسون	تسعون	الإنضاج و ألموجات فوق ألصوتية	ألمجموع
عم٠٢٠		٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٦
عم٠٢٠		٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٦
عم٢٠٤		٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٦
عم٢٠٤		٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٦
عم٢٥٠		٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٦
عه٢٥٠		٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٦
ألمجموع		١٢	١٢	١٢	١٢	١٢	١٢	١٢	١٢	٩٦

¤ عم٢٠٤ تعني خلطة خرسانية مقولبة بإسطوانات معدنية ذات أبعاد قياسية قطر ١٥٠ ملم وإرتفاع ٣٠٠ ملم ASTM C470-08مختومة منتجة بإستخدام ألإسمنت ألإعتيادي(عم٢٥٠)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

معرضة لدرجة حرارة 4˚C (عم٢٠٤)خلال ألعمر ألمبكر بعد ألصب مباشرة ولفترة 2 hrs (عم٢٠٤)ثم مباشرة بألغمر بألماء بدرجة حرارة 20˚C للأعمار أللاحقة (عم٢٠٤) . (ـه تعني ألمعالجة بطريقة التعريض للهواء .

¤¤ عملية تحضير ألنماذج تبدأ بقياس درجة حرارة ألمواد ألمكونة للخلطة طبقا للمدونة ASTM C1064-08 بحيث تكون ضمن مدى 20±3˚C ثم بعد صب النماذج ألخرسانية بإستعمال اسمنت اعتيادي يتم زرع ألمتحسس ألحراري طبقا للمدونة ASTM C1074-08 وبذلك تبدأ عملية قياس درجة حرارة ألخرسانة ألطرية ألمخلوطة ثم تختم ألنماذج وتوضع داخل البراد وتعرض لدرجة حرارة 4˚C :-

أ - لمدة 2 hrs – 1 (فترة ألتماسك ألإبتدائي) وهي داخل القالب ومختومة .

ب – بعد ذلك تفتح القوالب وتعرض الخرسانة (غير المختومة الان)الى درجة حرارة 20˚Cوتعالج إما :

١ – طريقة ألغمر بالماء . ٢ – طريقة التعريض للهواء RH<39% .

د – تفحص مقاومة الانضغاط للاعمار ٣٦٠,١٨٠,٩٠,٥٦,٢٨,١٤,٧,٣,١يوما ، يتم تسوية سطح ألنماذج بموجب ألمواصفة ألأمريكية ASTM C 617-08وألفحص إتلافيا طبقا للمواصفة ألأمريكية ASTM C192-08 بمعدل تسليط الحمل اثناء الفحص **MPa/sec** ٠.٦ حتى عمر ٩٠ يوما ولاإتلافيا بموجب ASTM C597-08 بجهاز Ultrasonic من ٩٠ يوما حتى عمر سنة

هـ - تكرر نفس ألعملية من أ الى د لكن بوضع النماذج في فرن لتتعرض الى درجة حرارة 50˚C .

¤¤¤ يتم تسجيل درجات الحراره لنماذج الانضاج عدد نموذجين كل ثانيه واحده(آنيا للحراره داخل النموذج الخرساني وخارجه) وبدقة 0.1˚C خلال فترة التطبيق الحراري ومن ثم كل ٣٠٠ ثانيه وبدقة 0.5˚C وأخذ معدل ألقياسات للنموذجين وحتى عمر الفحص ولكافة المتحسسات الداخليه والخارجيه وتتم عملية المتابعه المستمره للقياسات من خلال الملاحظه المستمره او عن

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

بعد بالانترنت بواسطة مودم يتم تثبيته على الكومبيوتر الخاص بجهاز التسجيل الحراري وتوصيل الحاسبات بواسطة برنامج ربط الحاسبات الالية (TEAM VIEW PROGRAM) .

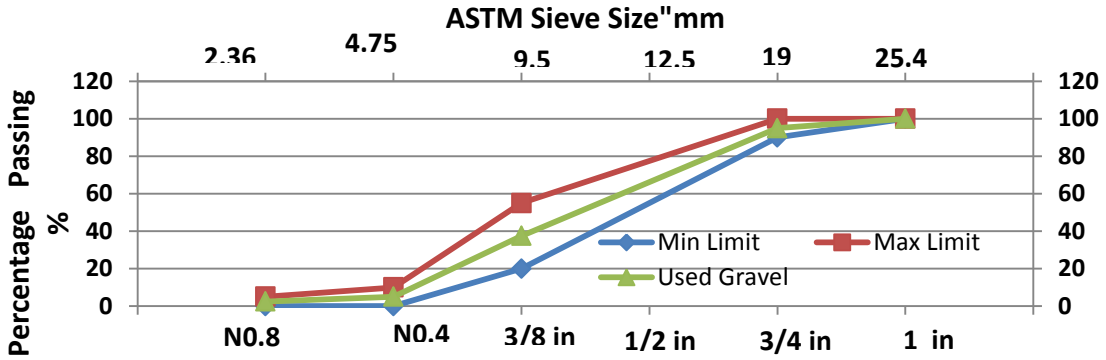
جدول رقم(2): نتائج الفحص المختبر ي للخصائص الفيزيائيه وألكيميائية للاسمنت ألإعتيادي (عراقي المنشأ-العلامه التجاريه " كرسته "-مكيس-المنطقه الشماليه-مدينة السليمانيه) المستخدم في اجراء البحث

الفحص الفيزياوي					
ألإسمنت ألإعتيادي					
الخصائص ألفيزياوية		نتيجة الفحص ((Value			Limits(%)
					المواصفه العراقيه(١٩٨٤/٥)
وقت التماسك الابتدائي	(دقيقه)	95 minutes			لايقل عن (٤٥) دقيقه
وقت التماسك النهائي	(ساعه)	380 minutes(6 $\frac{1}{3}$ hrs)			لايزيد عن (١٠) ساعه
مقاومة الانضغاط بعمر (٣) يوم	MPa	19.2			لاتقل عن(١٥) MPa
مقاومة الانضغاط بعمر (٧) يوم	MPa	29.8			لاتقل عن (٢٣) MPa
مقاومة الانضغاط بعمر (١٤) يوم	MPa	43.1			----------
مقاومة الشد بعمر (٣) يوم	MPa	2.23			----------
مقاومة الشد بعمر (٧) يوم	MPa	3.1			----------
مقاومة الشد بعمر (١٤) يوم	MPa	3.92			----------
الليونه القياسيه		0.24			
التمدد(mm)		0.2			لاتزيد على (٠.٨%)
النعومه %(نسبة المتبقي على منخل رقم BS.170))		5			10 % Maximum
النعومه kg/m_2 " Blaine "		296			لاتقل عن ٢٣٠
ألفحص ألكيمياوي					
ألإسمنت ألإعتيادي					
Limits(%)	Value(%)	Chemical	Limits(%)	Value(%)	Chemical
المواصفه العراقيه(١٩٨٤/٥)		Components	حسب المواصفه العراقيه(١٩٨٤/٥)		Composition
------	36.28	C_3S	------	20.6	SiO_2
------	31.69	C_2S	------	5.51	AL_2O_3

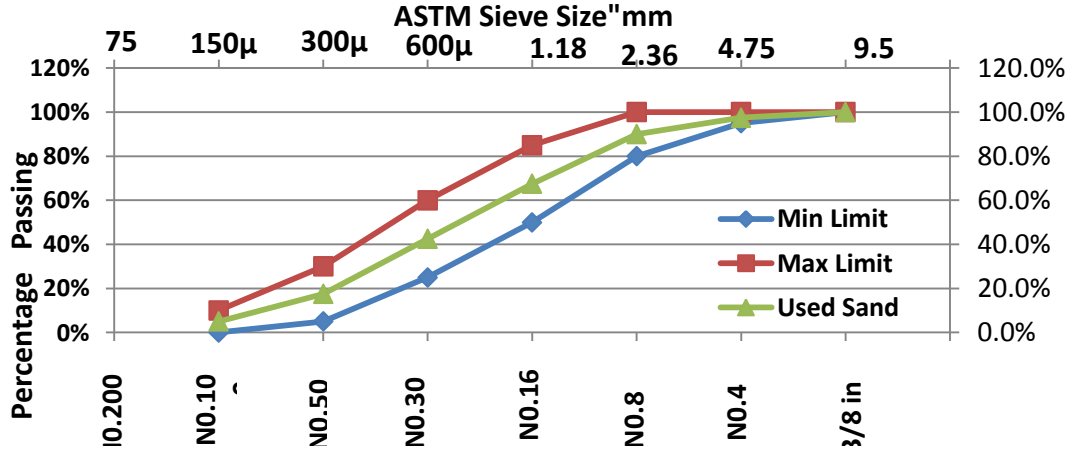
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

Fe_2O_3	3.96	------	C_3A	4	-------
CaO	57.23	------	C_4AF	16.78	------
MgO	2.44	5%>	L.S.F	0.8422	0.66 – 1.02
SO_3	2.33	2.5	Solid Solution	17.7	------
Free Lime	0.45	------			------
Loss On ignition	2.85	4%>			------
Insoluble residue	0.15	<1.5%			------
Total	95.52	------			------

شكل رقم α واجهة مصغرة لشاشة قياس درجات الحرارة وتسجيلها مبينا فيها كائنات حاسوبيه بشكل محارير لها قابلية اظهاردرجات الحرارة مباشرة ويمكن التحكم المباشر بمديات التدريج ولكل

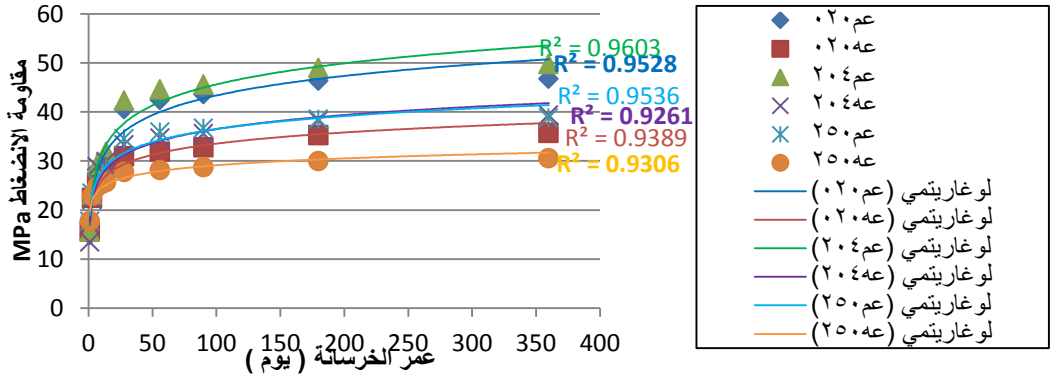


ASTM C33-08 شكل رقم (١) ألتحليل ألمنخلي للركام ألخشن حسب ألمواصفة ألأمريكية

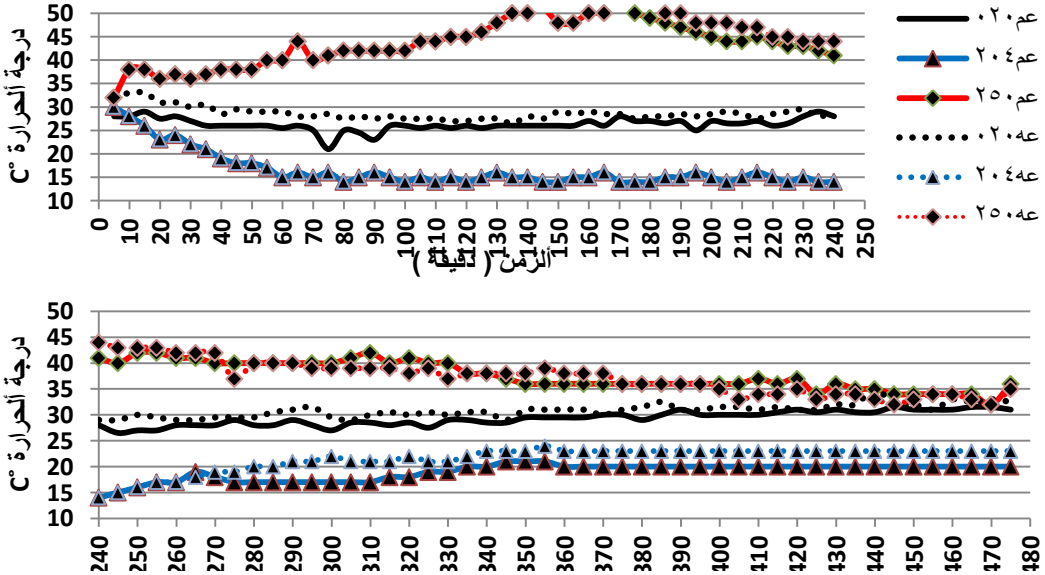


ASTM C33-08 شكل رقم (٢) ألتحليل ألمنخلي للركام ألناعم حسب ألمواصفة ألأمريكية

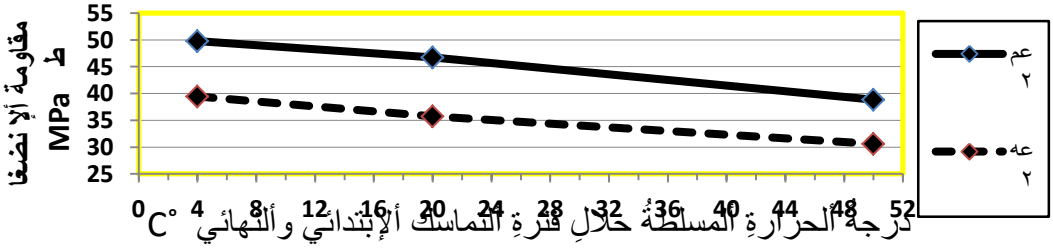
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849



شكل رقم(٣)علاقةُ مقاومةِ ألإنضغاطِ(فحص إتلافي حتى عمر ٩٠ يوما و لاإتلافي حتى عمر ٣٦٠ يوما) – ألعمرِ للفترةِ ألزمنيةِ (1-360 days) للخلطاتِ ذاتِ ألإسمنتِ ألإعتياديً ألمعالجةِ حراريا ً خلالَ ألتماسكِ ألإبتدائيً بدرجات حرارة 4 ,20 , 50 ˚C

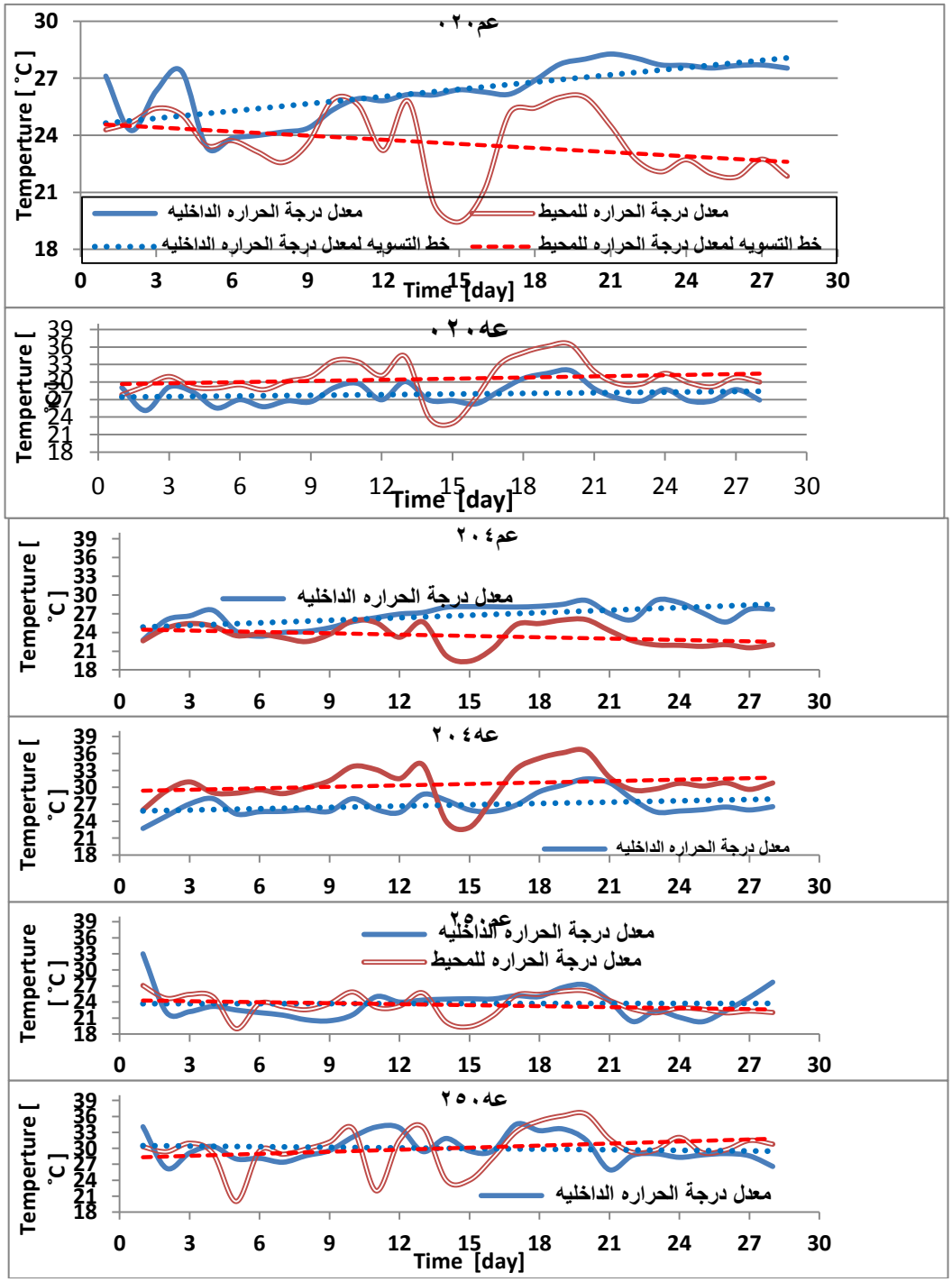


شكل رقم(٤) درجة ألحرراة ألداخلية للنماذج ألخرسانية نتيجة ألتسليط ألحراري 4˚C,20˚C,50˚C طيلة مدة ألتماسك ألإبتدائى لمدة ساعتين بعد ألصب



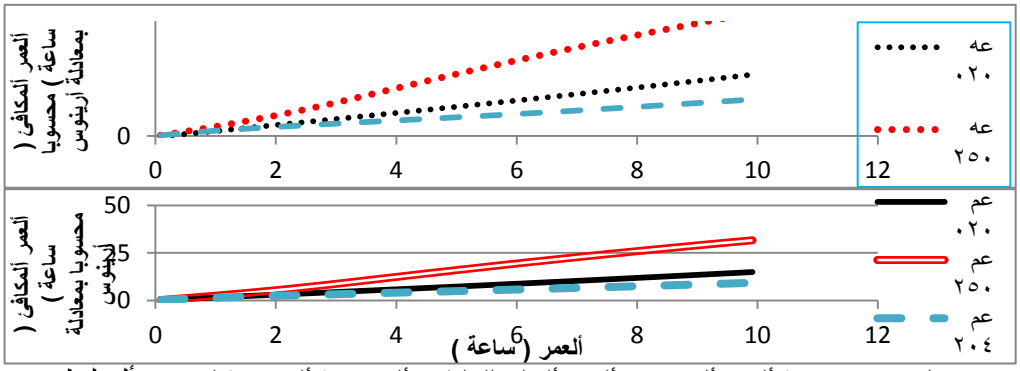
شكل رقم(٥) مقاومة ألإنضغاط للنماذج ألخرسانية بعمر ٣٦٠ يوم نتيجة ألتسليط ألحراري 4˚C,20˚C,50˚C طيلة مدة ألتماسك ألإبتدائى لمدة ساعتين بعد ألصب

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

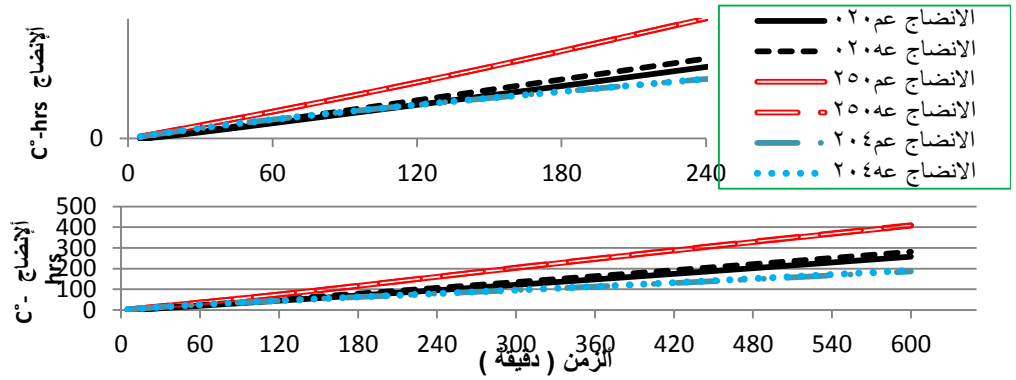


شكل رقم(٦) ألعلاقة بين(درجات ألحرارة ألداخلية والخارجية (ألمحيط) وطرق ألمعالجة ، ألإنضاج) – ألعمر للخلطات ألخرسانية وخط معدل درجات ألحرارة ألأمثل لمنحنيات درجات ألحرارة

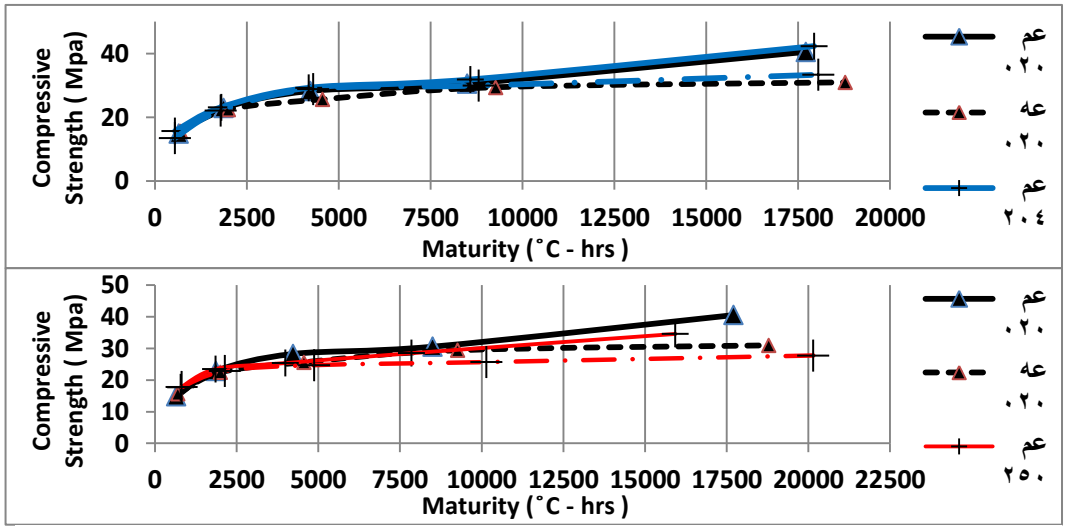
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849



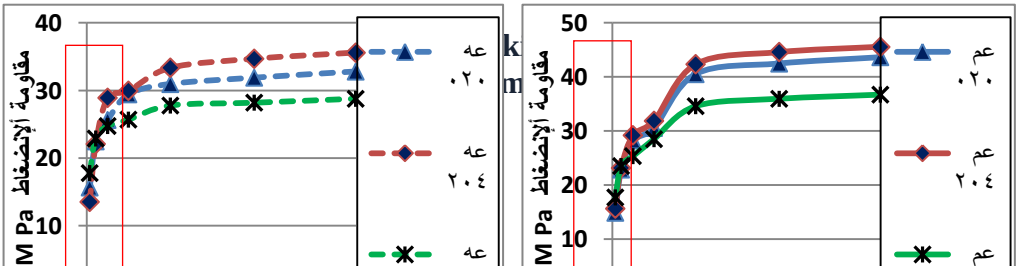
شكل رقم(٧) علاقة ألعمر ألمكافئ – ألعمر ألفعلي للخلطات ألخرسانية ألمعرضة لدرجات ألتسليط ألحراري 4˚C,20˚C,50˚C خلال فترة ألتماسك ألإبتدائى



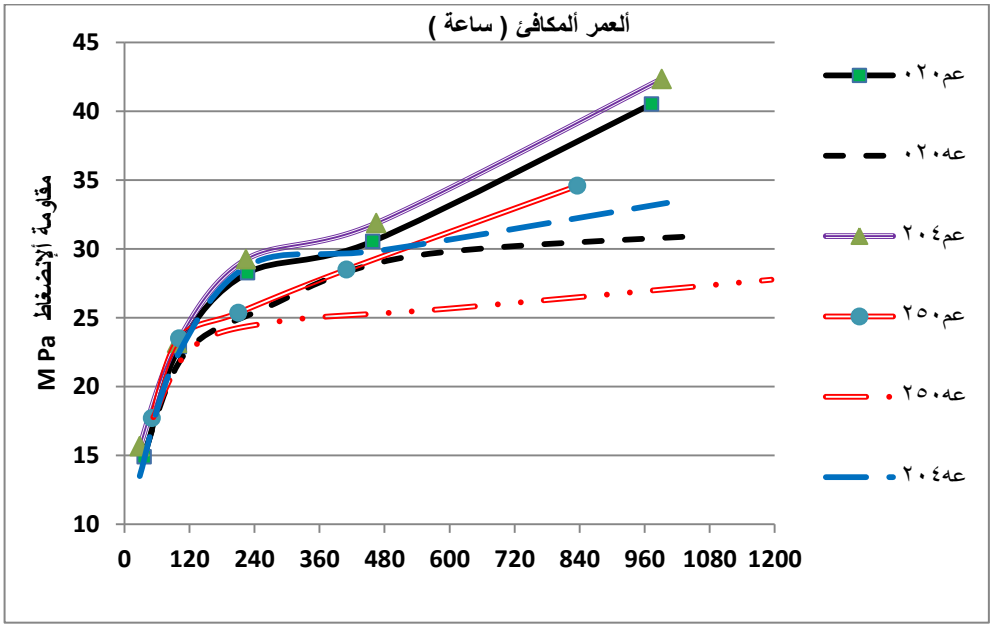
شكل رقم(٨) علاقة ألإنضاج – ألعمر ألفعلي للخلطات ألخرسانية ألمعرضة لدرجات ألتسليط ألحراري 4˚C,20˚C,50˚C خلال فترة ألتماسك ألإبتدائى

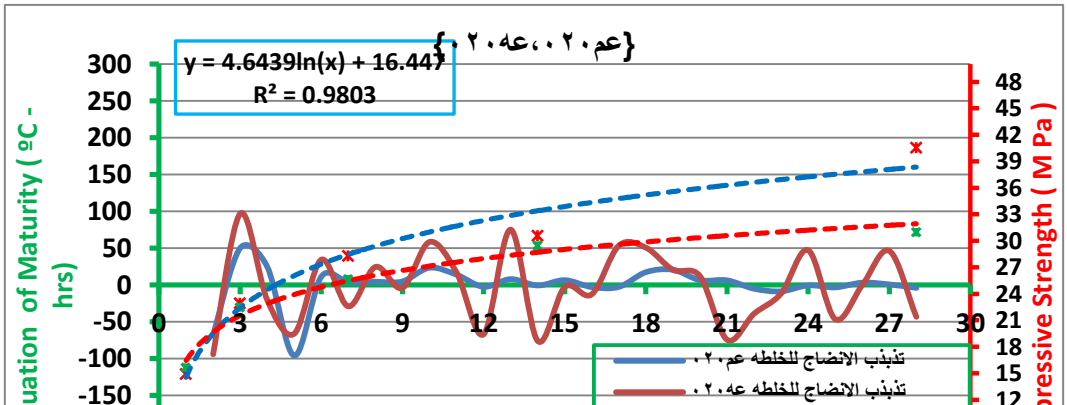


شكل رقم(٩)علاقة مقاومة ألإنضغاط – ألإنضاج للخلطات ألخرسانية ألمعرضة لدرجات ألتسليط ألحراري 4˚C,20˚C,50˚C خلال فترة ألتماسك ألإبتدائي

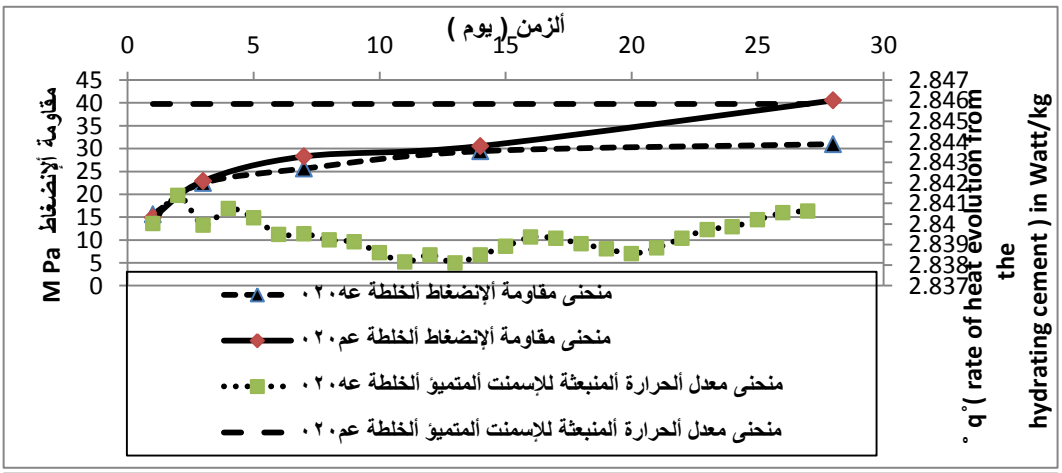


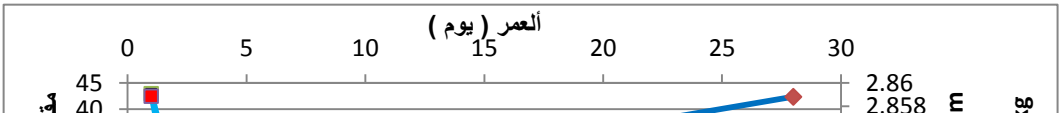
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849





Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849





Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 3, June 2017
ISSN 1992 – 0849

٧ - ألمصادر (References) :-

[١] Procedures, M.o.T., *Estimating concrete strength by the maturity method*, Tex-426-A, Editor 2002, Texas Department of Transportation.

[٢] Luke, A., C.T.T. Hsu, and S. Punurai, *IMPLEMENTATION OF CONCRETE MATURITY METERS*. 2002, FHWA-NJ: New Jersey Institute of Technology Civil & Environmental Engineering.

[٣] Chin, F.K., *Relation between strength and maturity of concrete.* J. Am. Conc. Inst., 1971.

[٤] ASTM, in " *Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method* "C1074-08, ASTM International: West Conshohocken, PA.

[٥] م. محمد عبد الحميد و م.م طارق النداف ، التحكم الآلي المبرمج *PLC* لمهنتي التحكم الآلي - الميكاترونكس. ٢٠١٠: الجمهوريّة العربيّة السوريّة وزارة التّربية.

[٦] ASTM, in " *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*"C136-08, ASTM International: West Conshohocken, PA.

[٧] ASTM, in " *Standard Specification for Concrete Aggregates* "C33-08, ASTM International: West Conshohocken, PA.

[٨] ألمواصفات القياسية العراقية رقم ٥، خصائص ألإسمنت البورتلاندي الاعتيادي. الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ، العراق، رقم ٥ لسنة ١٩٨٤.

[٩] ASTM, in " *Specification for Portland Cement*"C 150-08, ASTM International: West Conshohocken, PA.