Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي
E-ISSN: 2959-6505
Volume 4, Issue 1, 2026
Page No: 11-19
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2024: 0.580 معامل التأثير العربي (AIF) 2023: 0.51

Assessment of Thermal Curing Effects on the Mechanical Performance of Concrete Incorporating Dega Set AX 4255

Haroun Edris Abushaiba[1*], Mohamed Ahmed Alnoairi[2], Abdulmottaleb Bin Salim[3], Ali Alajail[4]
[1,2,3,4] Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Misrata University, Misrata, Libya

تقييم تأثير المعالجة الحرارية على الأداء الميكانيكي للخرسانة المضاف إليها *Dega Set Ax 4255*

هارون إدريس أبوشيبه[1*]، محمد أحمد النعيري[2]، عبدالمطلب عبدالله بن سليم[3]،علي محمد العجيل[4]
[1,2,3,4]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، مصراتة، ليبيا

*Corresponding author: Haroun.abushaiba@eng.misuratau.edu.ly

Received: November 09, 2025	Accepted: December 30, 2025	Published: January 18, 2026

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

This study investigates the influence of incorporating the chemical plasticizer Dega Set AX 4255 on the compressive strength of concrete subjected to varying curing water temperatures. A structured experimental program was conducted, focusing on compressive strength as the primary indicator for evaluating the mechanical performance of the modified concrete mixtures. The findings revealed that curing water temperature plays a pivotal role in determining the effectiveness of the additive. A gradual improvement in compressive strength was observed at 7 days as the curing temperature increased from $25°C$ to $80°C$, suggesting that the interaction between the additive and thermal conditions accelerates early hydration and enhances internal cohesion. However, this positive trend did not persist over time; at 28 days, specimens exhibited a decline in strength with rising curing temperatures, indicating potential adverse effects linked to over-acceleration or microstructural instability. These results underscore the critical importance of balancing additive selection with appropriate thermal curing conditions. They highlight the necessity of controlling curing water temperature to ensure durable and stable structural performance, particularly in applications requiring early strength development without compromising long-term concrete quality.

Keywords: Concrete mixtures; Chemical Plasticizers; Curing Water temperature; Compressive Strength; Dega Set Ax 4255.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير إضافة الملدن الكيميائي Dega Set AX 4255 على مقاومة الخرسانة عند تعرضها لدرجات حرارة معالجة مائية متفاوتة، وذلك من خلال تنفيذ برنامج تجريبي منهجي يركّز على مقاومة الضغط باعتبارها المؤشر الأساسي لتقييم الأداء الميكانيكي للخلطات الخرسانية المعدّلة. أظهرت النتائج أن درجة حرارة ماء المعالجة تمثل عاملًا مؤثرًا في فعالية الإضافة، حيث لوحظ تحسن تدريجي في مقاومة الضغط عند عمر 7 أيام مع ارتفاع درجة حرارة المعالجة من 25°C إلى 80°C ، مما يدل على أن التفاعل بين الإضافة والظروف الحرارية يسهم في تسريع عمليات التصلب الأولي وتحسين التماسك الداخلي. إلا أن هذا التأثير الإيجابي لم يستمر على المدى الطويل، إذ سجلت العينات المعالجة لمدة 28 يومًا انخفاضًا في المقاومة مع ارتفاع درجات الحرارة، مما يشير إلى احتمالية حدوث تأثيرات عكسية

مرتبطة بفرط التسريع أو عدم استقرار في البنية المجهرية للخرسانة. تعكس هذه النتائج أهمية الموازنة الدقيقة بين نوع الإضافة وظروف المعالجة الحرارية، وتؤكد على ضرورة ضبط درجة حرارة الماء المستخدم في الإنضاج لتحقيق أداء إنشائي مستقر ومتين، خاصة في التطبيقات التي تتطلب مقاومة مبكرة دون الإخلال بجودة الخرسانة على المدى البعيد.

الكلمات المفتاحية: الخلطات الخرسانية، الملدنات الكيميائية، درجة حرارة المعالجة، مقاومة الضغط، Dega Set Ax 4255.

مقدمة:

تُعد المعالجة المائية للخرسانة من المراحل الحاسمة في ضمان تطور خواصها الميكانيكية، وعلى رأسها مقاومة الضغط. إذ تعتمد فعالية التفاعل بين الإسمنت والماء على ظروف المعالجة، لا سيما درجة الحرارة، التي تؤثر بشكل مباشر على تماسك البنية المجهرية للخرسانة والمقاومة. وقد أظهرت الأبحاث أن التحكم في درجة حرارة ماء المعالجة يمكن أن يُحدث فرقًا ملموسًا في الأداء النهائي للخرسانة، خاصة في البيئات المناخية المتطرفة.

تشير دراسة قام بها Neville [1] إلى أن المعالجة في درجات حرارة منخفضة نسبيًا تساهم في تحسين التماسك الداخلي وتقليل التشققات المبكرة، مما ينعكس إيجابًا على مقاومة الضغط طويلة الأمد. كما بيّن Soroushian and et al [2] أن ارتفاع درجة حرارة المعالجة قد يُسرّع من التفاعلات الكيميائية، لكنه قد يؤدي إلى ضعف نسبي في البنية المجهرية نتيجة التصلب السريع. وفي دراسة أخرى في هذا السياق وجد Al Ghazali and et al [3]. أن العينات المعالجة بماء درجة حرارته 15C° سجلت مقاومة ضغط أعلى بنسبة ملحوظة مقارنة بتلك المعالجة في درجة حرارة الغرفة.

من ناحية أخرى، أظهرت نتائج Khan and et al [4] أن الحفاظ على درجة حرارة معالجة مستقرة عند 20C° يقلل من الانكماش البلاستيكي ويزيد من كثافة العجينة الإسمنتية المتصلبة، مما يعزز مقاومة الخرسانة للظروف البيئية. ومن دراسات المحلية، فقد أشار El-Mahdi et al [5] إلى أن درجات الحرارة المرتفعة خلال فصل الصيف قد تؤدي إلى تبخر سريع للرطوبة السطحية، مما يستدعي استخدام تقنيات معالجة حرارية مضبوطة للحفاظ على جودة الخرسانة في مشاريع البنية التحتية.

وفي دراسة تجريبية حديثة قام بها A. A. AL-Misrati [6] و M. A. EL-Ferjani نُشرت عام 2024 في المجلة الدولية للعلوم والتقنية المعلومات، تم اختبار تأثير أربع درجات حرارة مختلفة لماء المعالجة (10℃ ، 20℃ ، 30℃ ، ودرجة حرارة الغرفة) على مقاومة الضغط لعينات خرسانية معيارية. وقد أظهرت النتائج أن المعالجة بدرجة حرارة 20℃ كانت الأكثر فاعلية في تعزيز المقاومة بعد 28 يومًا، بينما سجلت العينات المعالجة عند 30℃ انخفاضًا طفيفًا في المقاومة المبكرة، مما يؤكد أهمية التحكم الحراري في بيئات البناء الحارة.

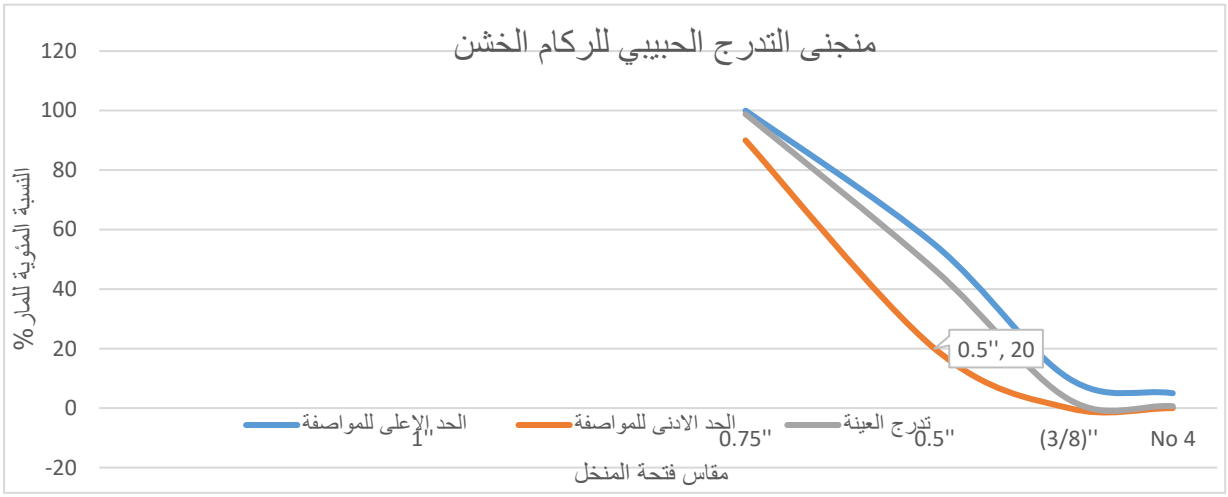
ومن بين الدراسات المحلية التي تناولت تأثير ظروف المعالجة على خصائص الخرسانة، دراسة عبد المطلب بن سليم ومحمد النعيري (2024) المنشورة في المجلة الدولية للعلوم والتقنية المعلومات، والتي بحثت تأثير درجة حرارة ماء المعالجة على مقاومة الضغط للخرسانة. وقد أظهرت نتائجها أن ارتفاع درجة حرارة ماء المعالجة ضمن حدود معينة (20℃،30℃، 50℃، 70℃) يساهم في تسريع تفاعلات الإماهة وتحسين مقاومة الضغط، خاصة في الأيام الأولى من عمر الخرسانة، مما يعزز من جودة الخرسانة في البيئات ذات المناخ المتغير[7].

وفي ظل التوجهات المتزايدة نحو تحسين خصائص الخرسانة باستخدام إضافات كيميائية متقدمة، تعتبر مادة Degaset ax 4255كإحدى الإضافات التي يُعوّل عليها في تعزيز أداء الخرسانة، حيث تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف العلاقة بين درجات حرارة ماء المعالجة ومقاومة الضغط للخرسانة المعدّلة بإضافة Degaset ax 4255، وذلك من خلال برنامج تجريبي دقيق يهدف إلى فهم تأثير التفاعل الحراري على آلية التصلب واكتساب المقاومة. كما تهدف إلى تقديم رؤية علمية حول مدى فعالية هذه الإضافة في تحسين أداء الخرسانة في البيئات ذات التباين الحراري، مما يفتح آفاقًا جديدة لتطبيقات أكثر كفاءة في المناطق ذات المناخ المتغير.

منهجية الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة إلى استقصاء أثر درجات حرارة ماء المعالجة (40℃، 60℃، 80℃) بالإضافة إلى درجة حرارة الماء المرجعية 3± (25℃) في فترة الدراسة التي أقيمت في ما بين شهري مارس ومايو من العام 2024 وأثرها على تطور مقاومة الضغط للخرسانة المعدلة بإضافة Dega Set AX 4255، وذلك من خلال برنامج تجريبي منظم يجمع بين تنوع الخلطات الخرسانية وتعدد ظروف المعالجة الحرارية، الخلطات الخرسانية جهزت باستخدام أسمنت بورتلاندي من شركة الإتحاد العربي للمقاولات العامة والمطابق للمواصفات القياسية الليبية رقم 340 لسنة 2009 [8]، وركام خشن من احدى الكسارات العاملة بضواحي مدينة زليتن بمقاس اعتباري 20mm، حيث أجري اختبار التحليل المنخلي على عينات الركام المأخوذة من المحجر وفقا للمواصفة الأمريكية ASTM C136 [9] وكذلك اختبار الكثافة النوعية ونسبة الامتصاص وفقا للمواصفة الأمريكية ASTM C127 [10].

شكل (1): اسمنت شركة الاتحاد العربي للمقاولات العامة



شكل (2): منحنى التدرج الحبيبي للركام الخشن

بالنسبة للركام الناعم فقد أخذت كمية الرمل اللازمة لهذه الدراسة من الكثبان الرملية الواقعة بمنطقة المنقوش في أطراف وسط مدينة مصراتة. أما بالنسبة لماء المعالجة فتم استخدام مياه صالحة للشرب.

شكل (3): الفحص البصري للرمل المستخدم في الخلطات

أولًا: إعداد الخلطات الخرسانية:

تم اعتماد ثلاث درجات مقاومة تصميمية للخرسانة وهي [$C25$, C30, C35] بحيث تمثل مستويات مختلفة من القوة للخرسانة، قد تم ضبط نسب مكونات الخلطة الخرسانية وفقًا لطريقة [11] ACI 211.1 لتصميم الخلطات الخرسانية، ومن ثم إضافة Dega Set AX 4255 مع ماء الخلط، بنسبة محددة من وزن الإسمنت، وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة، لضمان الاتساق في التأثير الكيميائي عبر جميع العينات.

جدول (1): مكونات الخلطات الخرسانية

نوع الخلطة	كمية الإضافة (Liter/m³)	W/C	كمية الاسمنت (Kg/m³)	كمية الركام مقاس 1cm (Kg/m³)	كمية الركام مقاس 1.5cm (Kg/m³)	كمية الرمل (Kg/m³)	كمية ماء (Kg/m³)
C25	3	0.6	300	600	450	680	180
C30	4	0.54	330	600	450	680	180
C35	5.4	0.51	360	600	450	680	185

ثانيًا: صب العينات وتجهيزها:

تم صب العينات الخرسانية على في مكعبات قياسية بأبعاد (15×15×15 سم)، باستخدام قوالب خاصة محكمة، مع اتباع إجراءات الدمك المناسبة لضمان تجانس الخلطة وتقليل الفراغات بها. حيث بلغ عدد العينات الإجمالي 72 مكعبًا، موزعة على جميع المتغيرات التجريبية للدراسة.

ثالثًا: ظروف المعالجة الحرارية:

تم تقسيم العينات إلى أربع مجموعات وفقًا لدرجة حرارة ماء المعالجة وهي:

- 25°C : تمثل درجة حرارة ماء المعالجة المرجعية ±3.
- 40°C: تمثل درجة حرارة ماء المعالجة الثانية.
- 60°C: تمثل درجة حرارة ماء المعالجة الثالثة.
- 80°C: تمثل درجة حرارة ماء المعالجة العالية.

استخدمت أحواض معالجة مزودة بأنظمة تحكم حراري دقيقة، لضمان ثبات درجة الحرارة طوال فترة المعالجة، مع مراقبة دورية للتأكد من عدم حدوث تذبذبات أو فروقات تؤثر على النتائج.

شكل (4): الحوض المستخدم في عملية المعالجة مزود بنظام التحكم بدرجة حرارة الماء

رابعًا: فترات الفحص واختبارات المقاومة:

مرت هذه المرحلة من خلال فترتين زمنيتين:

- بعمر 7 أيام: لقياس المقاومة المبكرة للعينات
- بعد 28 يومًا: لتحديد المقاومة النهائية للعينات.

تم تسجيل النتائج بدقة، مع إجراء ثلاثة قراءات لكل حالة لضمان الموثوقية، ثم حساب المتوسط.

شكل (5): إحدى العينات داخل جهاز اختبار الضغط أثناء إجراء الاختبار

خامسا: النتائج:

أجريت الاختبارات على عينات الخرسانة المدروسة خلال فترتين زمنيتين (7، 28) يومًا من تاريخ صبها وأدرجت نتائج اختبارها كما يلي:

جدول (2): نتائج تكسير عينات الخلطة الخرسانية C25

الخلطة	درجة حرارة ماء المعالجة °C	المقاومة بعمر 7 أيام (MPa)	متوسط المقاومة بعمر 7 أيام (MPa)	المقاومة بعمر 28 يوم (MPa)	متوسط المقاومة بعمر 28 يوم (MPa)
C25	25°C	24.3	22.93	29.9	29.03
		21.4		28.7	
		23.1		28.5	
C25	40°C	22.6	23.46	28.1	27.67
		23.7		27.6	
		24.1		27.3	
C25	60°C	23.3	24.4	24.2	23.8
		24.8		23.3	
		25.1		23.9	
C25	80°C	23.9	24.73	21.2	21.63
		25.7		21.6	
		24.6		22.1	

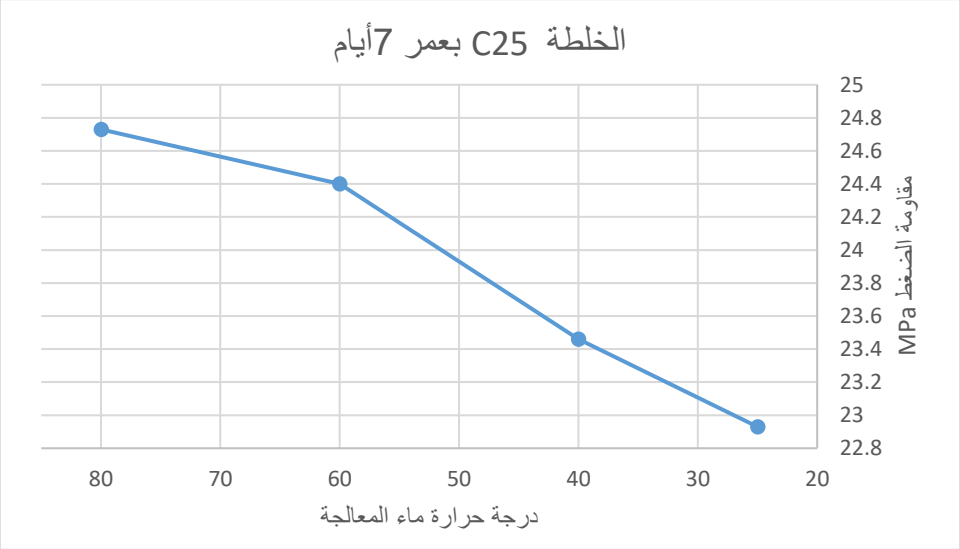
جدول (3): نتائج تكسير عينات الخلطة الخرسانية C30

الخلطة	درجة حرارة ماء المعالجة °C	المقاومة بعمر 7 أيام (MPa)	متوسط المقاومة بعمر 7 أيام (MPa)	المقاومة بعمر 28 يوم (MPa)	متوسط المقاومة بعمر 28 يوم (MPa)
C30	25°C	27.2	28.17	39.9	39.76
		27.9		40.7	
		29.4		38.7	
C30	40°C	33.4	32.83	38.4	38
		33		38.6	
		32.1		37	
C30	60°C	35.2	33.53	33.8	32.3
		33.4		32.1	
		32		31	
C30	80°C	36	34.7	31.3	31.6
		35.1		32.8	
		33		30.7	

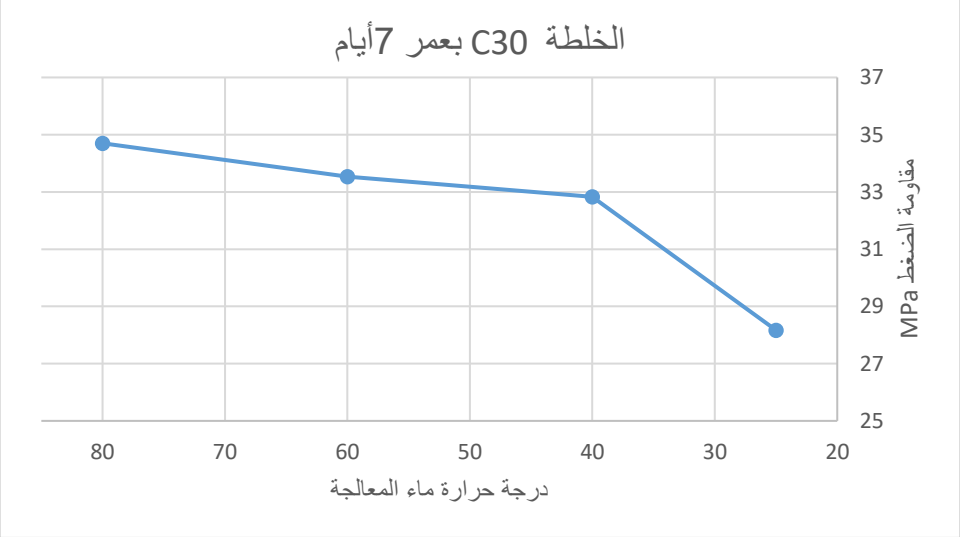
جدول (4): نتائج تكسير عينات الخلطة الخرسانية C35

الخلطة	درجة حرارة ماء المعالجة °C	المقاومة بعمر 7 أيام (MPa)	متوسط المقاومة بعمر 7 أيام (MPa)	المقاومة بعمر 28 يوم (MPa)	متوسط المقاومة بعمر 28 يوم (MPa)
C35	25°C	31.4	33.1	42.8	43.63
		33.9		46	
		34		42.1	
C35	40°C	34.2	33.93	41.6	40.5
		34.6		39.8	
		33		40.1	
C35	60°C	35.7	34.23	35	34.2
		33.8		34.1	
		33.2		33.5	
C35	80°C	36.1	34.96	33.9	32.56
		35.2		32.1	
		33.6		31.7	

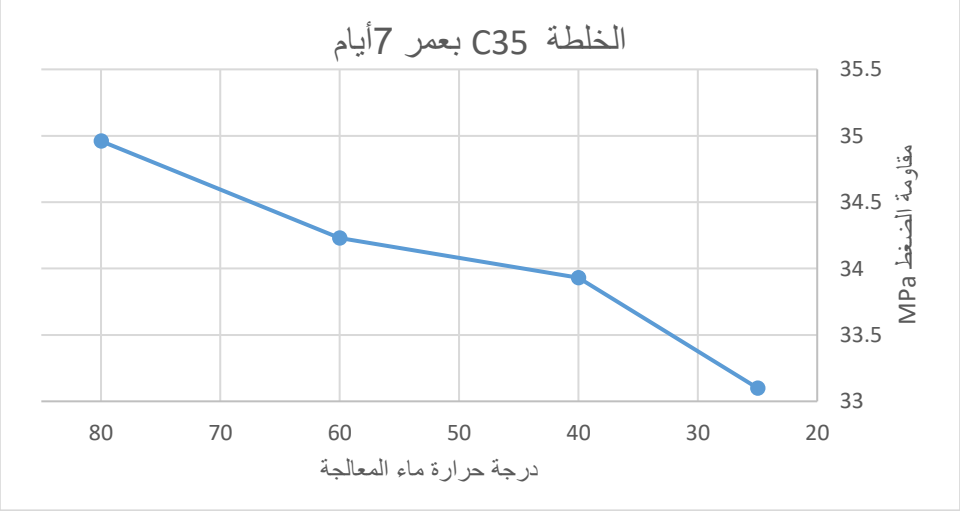
ومن خلال النتائج المدونة في الجداول (2، 3، 4) رسمت مجموعة العلاقات التالية:



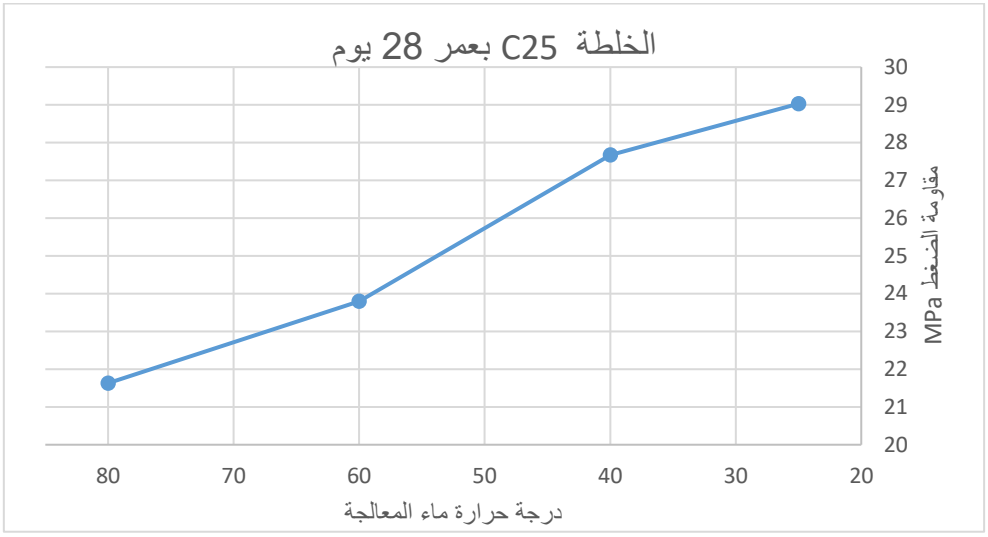
شكل (6): العلاقة بين مقاومة الضغط ودرجة حرارة ماء المعالجة بعمر 7 أيام للخلطة C25



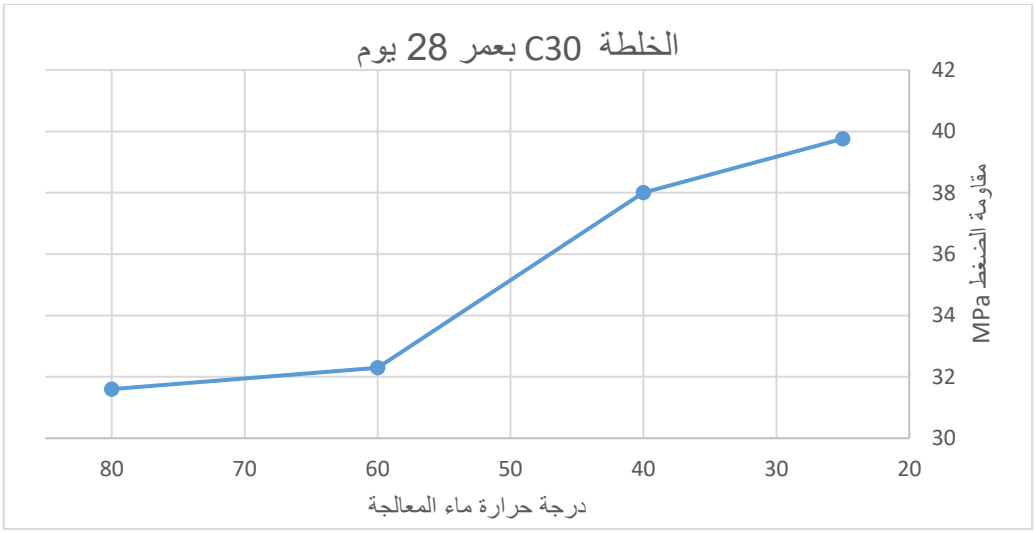
شكل (7): العلاقة بين مقاومة الضغط ودرجة حرارة ماء المعالجة بعمر 7 أيام للخلطة C30



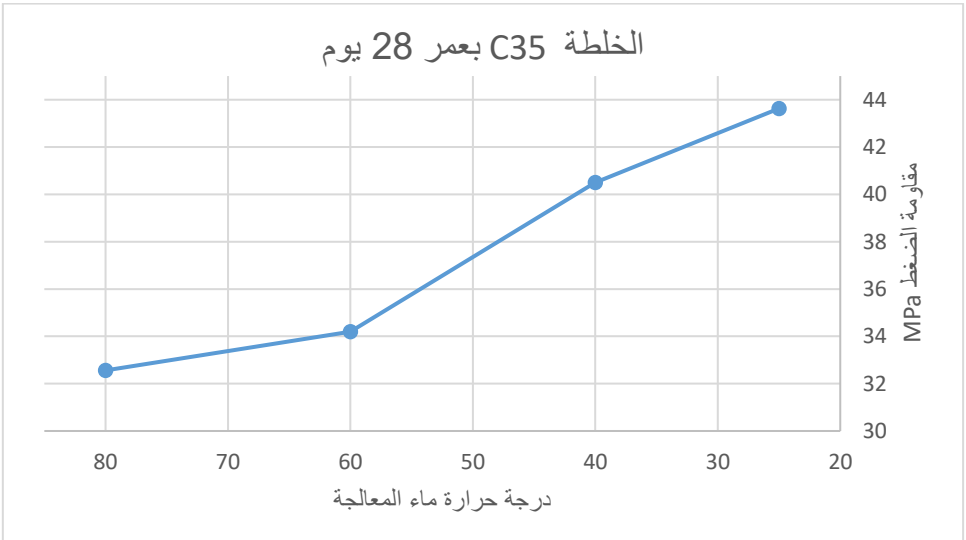
شكل (8): العلاقة بين مقاومة الضغط ودرجة حرارة ماء المعالجة بعمر 7 أيام للخلطة C35



شكل (9): العلاقة بين مقاومة الضغط ودرجة حرارة ماء المعالجة بعمر 28 يوم للخلطة C25



شكل (10): العلاقة بين مقاومة الضغط ودرجة حرارة ماء المعالجة بعمر 28 يوم للخلطة C30



شكل (11): العلاقة بين مقاومة الضغط ودرجة حرارة ماء المعالجة بعمر 28 يوم للخلطة C35

تحليل النتائج والمناقشة:

أظهرت النتائج أن درجة حرارة ماء المعالجة تمثل عاملا مهما وحساسا في تحديد مقاومة الضغط للخرسانة المحتوية على الإضافة Dega Set Ax 4255 ، فمن خلال الأشكال (6، 7، 8، 9، 10، 11) أوضحت الأشكال أن الارتفاع في درجة حرارة الماء المستخدم في معالجة الخرسانة من 25℃ إلى 80℃ أدى إلى تغيرات واضحة في مقاومة الضغط للخرسانة على مدى (7 أيام) و (28 يوم)، مما يعكس حساسية المواد الإسمنتية اتجاه الظروف الحرارية المحيطة بعملية إماهة الإسمنت في الخرسانة.

معالجة العينات عند عمر 7 أيام، نلاحظ وجود تباطؤ مع زيادة غير كبيرة في معدل اكتساب المقاومة، عند درجات حرارة ماء المعالجة الأقل تكون مقاومة الضغط أدنى مقارنة بدرجات الحرارة الأعلى، إلا أن النتائج لمقاومة الضغط متقاربة بين درجات الحرارة المختلفة مع نتائج درجة الحرارة المرجعية؛ وهو ما يمكن تفسيره بمحافظة المُلدن على فعاليته في تخفيض درجة حرارة إماهة الإسمنت مما سبب في بطء تفاعل الإماهة وفي الزيادة المتقاربة لمقاومة الضغط عند سبعة الأيام الأولى.

أما معالجة العينات عند عمر 28 يوم نلاحظ وجود نقصان في معدل اكتساب المقاومة مما قد يشير إلى فقدان الملدن لفعاليته مع ارتفاع درجة الحرارة والتسبب في حدوث إماهة غير منتظمة أو تشكل بُنى غير مستقرة تؤثر على المتانة النهائية للخرسانة. هذا السلوك يعكس أهمية ضبط درجة حرارة ماء المعالجة لتحقيق توازن بين سرعة التفاعل وجودة التكوين البنيوي للخرسانة. أما بالنسبة لتأثير الإضافة Dega Set Ax 4255 فقد أظهرت دوراً محفزاً في تحسين مقاومة الخرسانة عند درجات الحرارة المتوسطة 40℃ مما يعكس إيجابًا على أداء الخرسانة.

ومع ذلك لم يكن هناك فعالية لهذه عند درجات الحرارة العالية، مما يستدعي القيام بدراسة إضافية لفهم حدود تأثيرها ضمن نطاقات حرارية مختلفة. وعند تحليل النتائج الموضحة في الأشكال تبين أن أفضل النتائج التي تحققت عند درجة حرارة 40℃. وبناء على ما سبق، يمكن القول إن التحكم في درجة حرارة ماء المعالجة يمثل أداة فعالة لتحسين مقاومة الخرسانة، خاصة عند استخدام إضافات كيميائية مخصصة مثل Dega Set Ax 4255، حيث تفتح هذه النتائج المجال أمام تطوير بروتوكولات معالجة حرارية موجهة تضمن الأداء الأمثل في الظروف البيئية المختلفة.

سابعا: الخاتمة:

تُبرز هذه الدراسة أهمية التحكم في الظروف الحرارية أثناء مرحلة المعالجة المائية للخرسانة، خاصة عند استخدام إضافات كيميائية متخصصة مثل Dega Set AX 4255. فقد أظهرت النتائج أن درجة حرارة ماء المعالجة لا تؤثر فقط على معدل تطور المقاومة، بل تسهم أيضًا في تحديد البنية النهائية للخرسانة ومدى استقرارها الميكانيكي. إن التفاعل بين درجة الحرارة والإضافة المدروسة يكشف عن نافذة تشغيلية مثلى، يمكن من خلالها تحقيق أداء متوازن يجمع بين سرعة التصلب وجودة التماسك الداخلي. وقد بيّنت التجارب أن تجاوز هذه الحدود الحرارية قد يؤدي إلى نتائج عكسية، مما يؤكد ضرورة ضبط المعالجة وفقًا لمتطلبات التصميم والظروف البيئية المحيطة.

وتفتح هذه النتائج آفاقًا جديدة لتطوير استراتيجيات معالجة حرارية موجهة، تضمن الاستفادة القصوى من الإضافات الكيميائية دون الإخلال بجودة الخرسانة. كما تمهد الطريق أمام تطبيقات عملية في البيئات ذات التباين الحراري، وتدعم التوجه نحو تحسين الأداء الإنشائي دون زيادة الكلفة أو التعقيد التقني. وعليه فإن هذه الدراسة تمثل خطوة علمية نحو فهم أعمق لتأثير العوامل الحرارية على الخرسانة المعدّلة، وتدعو إلى مواصلة البحث في هذا المجال، مع التركيز على التفاعل بين الإضافات المختلفة وظروف المعالجة، بما يحقق تطورًا مستدامًا في تقنيات البناء الحديثة.

قائمة المراجع:

[1] A. M. Neville, Properties of Concrete, 5th ed. Harlow, U.K.: Pearson Education, 2012.

[2] P. Soroushian, M. Ravanbakhsh, and J. K. Lee, “Effect of curing temperature on concrete strength,” Cement and Concrete Research, vol. 28, no. 10, pp. 1521–1530, 1998.

[3] A. Al-Ghazali, M. H. Al-Mashhadani, and S. A. Abbas, “Influence of curing water temperature on compressive strength of concrete,” Journal of Engineering and Development, vol. 17, no. 4, pp. 45–52, 2013.

[4] M. Khan, S. Ahmad, and A. Zubair, “Temperature-controlled curing and its impact on concrete durability,” Construction and Building Materials, vol. 25, no. 2, pp. 123–130, 2011.

[5] M. El-Mahdi, A. Ben Gharbia, and H. Al-Mutairi, “Concrete curing challenges in hot climates: Case study from Libya,” Libyan Journal of Civil Engineering, vol. 6, no. 1, pp. 22–30, 2020.

[6] A. A. Al-Misrati, M. A. El-Ferjani, and H. S. Al-Taher, “Experimental study on the effect of curing water temperature on concrete compressive strength,” International Scientific and Technical Journal, vol. 12, no. 1, pp. 33–41, 2024.

[7] A. Bin Salim and M. Alnairi, “Effect of curing water temperature on the compressive strength of concrete,” International Journal of Science and Technology, vol. 35, no. 1, pp. 1–12, Oct. 2024. [Online]. Available: https://stcrs.com.ly/istj/docs/volumes/curing%20water.pdf
[8] Libyan National Center for Standardization and Metrology, Libyan Standard Specification No. 340: Portland Cement, LSS 340, 2009.
[9] ASTM International, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, ASTM C136/C136M-14. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International, 2014.
[10] ASTM International, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate, ASTM C127-15. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International, 2015.
[11] American Concrete Institute, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, ACI 211.1-91. Farmington Hills, MI, USA: ACI, 1991, reapproved 2009.