Taj Al-Ma'rifa Journal مجلة تاج المعرفة
ISSN : 3104-8846, ISSN-L: 3104-8838

The effect of different sources of ordinary Portland cement on some properties of concrete mixes

* Aisha Al-Mahdi Abusnina
Department of Civil Engineering and Technical Architecture, Faculty of Technical Sciences, Misrata, Libya
Aishaabu676@gmail.com

[2] Huda omer sharfi
Department of Civil Engineering and Technical Architecture, Faculty of Technical Sciences, Misrata, Libya
h.sharfi.research@gmail.com

*Corresponding Author: * Aisha Al-Mahdi Abusnina

Keyword

cement type, cement source, initial setting time, final setting time, slumpe, compressive strength.

Abstract

With the remarkable urban development and the great importance of the construction sector for the advancement of the country, and given the widespread use of concrete in construction, it is extremely important to ensure that concrete mixes have the best properties and to monitor their quality. and since cement is a basic component of concrete mixes and has a fundamental impact on their quality, this study was conducted to compare some of the cement sources available in the local market, namely Al-Ittihad, Al-Marqab, Al-Arabiya, Al-Binyan, Labda, and Egyptian Cement (Helwan) in several aspects, namely initial and final setting time, economic cost, and comparison of the concrete mix for each type in terms of its compressive strength and workability, and to determine the best type among them by conducting a slump test and compressive strength test at 7 days and 28 days. The rest of the concrete mix components were standardised in order to focus on the effect of cement alone, without any other factors, to make the comparison more accurate.

It was concluded that Al-Marqab cement gave the shortest initial setting time, with a value of 175 minutes, while Al-Ittihad cement gave the longest setting time, with a value of 185 minutes. Egyptian Helwan cement gave the shortest final setting time, with a value of 210 minutes, while Al-Ittihad cement gave the longest time, with a value of 240 minutes, and Al-Binyan cement gave the lowest workability, with a value of 70 mm. Al-Ittihad cement gave the highest slump value, with a value of 110 mm, and Al-Binyan and Labda cement gave the lowest compressive strength at 7 days, with a value of (20 MPa), while Al-Ittihad and Al-Arabiya cement gave the highest value of (28 MPa). Al-Binyan cement gave the lowest compressive strength at 28 days, amounting to (25 MPa), Arabia cement gave the highest value of 36 MPa, and Al-Binyan cement gave the lowest value in terms of average economic cost, at 41 dinars per tonne, while Al-Ittihad cement gave the highest value, at 45.33 dinars per tonne.

Received : 04/02/2026 Accepted : 14/04/2026

DOI: https://doi.org/10.64943/jkc.2026.040210

Copyright © 2026 JKC ; Published by Higher Institute of Science and Technology, Tajoura, Libya
This is an open access article licensed under CC BY: (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

دراسة تأثير اختلاف مصادر الاسمنت البورتلاندي العادي على بعض خواص الخلطة الخرسانية

* عائشة المهدي أبوسنينة
قسم الهندسة المدنية والعمارة التقنية _ كلية العلوم التقنية _مصراته _ليبيا
Aishaabu676@gmail.com

[2] هدى عمر شرفي
قسم الهندسة المدنية والعمارة التقنية _ كلية العلوم التقنية _مصراته _ليبيا
h.sharfi.research@gmail.com

*الباحث المرسل: * عائشة المهدي أبوسنينة

الكلمة المفتاحية:
نوع الاسمنت، مصدر الاسمنت، الخرسانة، زمن الشك الابتدائي، زمن الشك النهائي، قابلية الهبوط، مقاومة الضغط.

الملخص

مع التطور العمراني الملحوظ والاهمية البالغة لقطاع الانشاء للنهوض بالبلاد ونظرا لاستخدام الخرسانة الواسع في المنشآت الأمر الذي يجعل الحرص على الحصول على أفضل الخصائص للخلطات الخرسانية ومراقبة جودتها أمر بالغ الأهمية ، وحيث يعتبر الاسمنت مكون أساسي للخلطة الخرسانية وله تأثير جوهري على جودتها؛ أجريت هذه الدراسة للمقارنة بين بعض مصادر الإسمنت المتوفرة في السوق المحلية وهي إسمنت الاتحاد، المرقب، العربية، البنيان، لبدة، وإسمنت مصري (الحلوان) وذلك من عدة اوجه وهي زمن الشك الابتدائي و النهائي و التكلفة الاقتصادية ومقارنة الخلطة الخرسانية لكل نوع من حيث مقاومتها للضغط وقابليتها للتشغيل و تحديد النوع الأفضل بينها وذلك بإجراء اختبار الهبوط واختبار مقاومة الضغط عند 7 أيام و28 يوم وقد تم توحيد باقي مكونات الخلطة الخرسانية وذلك من أجل التركيز على تأثير الإسمنت فقط دون غيره لجعل المقارنة اكثر دقة.

تم استنتاج أن إسمنت المرقب اعطى اقل زمن شك ابتدائي وقيمته (175) دقيقة، وإسمنت الاتحاد اعطى أطول زمن وقيمته (185) دقيقة وأن إسمنت الحلوان المصري اعطى اقل زمن شك نهائي وقيمته (210) دقيقة، بينما إسمنت الاتحاد اعطى أطول زمن وقيمته (240) دقيقة وأن إسمنت البنيان اعطى اقل قابلية تشغيل ومقدارها(70mm)، وإسمنت الاتحاد اعطى أكبر قيمة للهبوط مقدارها (110mm) وأن إسمنت البنيان ولبدة اعطى أقل مقاومة ضغط عند 7أيام ومقدارها (20MPA)، وإسمنت الاتحاد والعربية اعطى أكبر قيمة مقدارها (28MPA) وأن إسمنت البنيان اعطى أقل مقاومة ضغط عند 28يوم ومقدارها (25MPA)، وإسمنت العربية اعطى أكبر قيمة مقدارها (36MPA) وأن إسمنت البنيان اعطى اقل قيمة في متوسط التكلفة الاقتصادية وقيمته (41) دينار للطن، بينما إسمنت الاتحاد اعطى أكبر قيمة وقيمته (45.33) دينار للطن.

تاريخ الإستقبال: 2026/02/04 تاريخ القبول: 2026/04/14

DOI: https://doi.org/10.64943/jkc.2026.040210

1- المقدمة:

إن الازدهار المتطور في الحضارة والانتشار الواسع في العمران والتزايد المستمر في السكان قد جعل الاهتمام بجودة مواد البناء والحرص الحصول على أكثر المواد كفاءة واقلها تكلفة لتحقيق مبدأ الأمان والاقتصاد معا أمرا بالغ الأهمية فالتطور الانشائي والعمراني للبلاد يعتبر رمزا من رموز تطور العلم وتسخيره في خدمة الأغراض البشرية.

ونظرا لاستخدام الخرسانة الواسع في الانشاء مما جعلها مادة البناء الأولى الامر الذي تطلب الحرص على تصميم خلطات خرسانية ذات كفاءة عالية وذلك من خلال انتقاء أفضل المكونات لها واختيار

أفضل مصادر انتاجها حيث تتوقف جودة الخرسانة على جودة المواد المستخدمة لصناعتها حيث يعتبر الإسمنت المكون الأكثر تأثيرا والأكثر نشاطا وفعالية من مكونات الخلطة الخرسانية الأخرى، والاختيار الجيد لنوعية الإسمنت يعتبر من الأشياء المهمة لأجل الحصول على توازن اقتصادي للخصائص المرغوبة لأي خلطة خرسانية.

تم التركيز في هذا البحث على الإسمنت ودراسة مدى تأثيره على بعض خصائص الخلطة الخرسانية.

2.1 مشكلة المشروع:

نظرا لتعدد مصادر الإسمنت المتوفرة في السوق المحلي تناول هذا البحث دراسة بعض خصائص الإسمنت والمقارنة بينهما من حيث زمن الشك الابتدائي والنهائي والتكلفة الاقتصادية ودراسة مدى تأثيرها على بعض خصائص الخرسانة وذلك للمساهمة في اختيار المصدر الأكثر كفاءة وأقل تكلفة.

3.1 أهداف المشروع:

1- دراسة تأثير اختلاف مصادر الاسمنت على مقاومة الضغط وقابلية التشغيل للخرسانة.
2- مقارنة بين بعض مصادر الاسمنت المتوفرة في السوق المحلي من حيث زمن الشك الابتدائي والنهائي والتكلفة الاقتصادية.
3- مساعدة المهندس المصمم والمنفذ من دراسة الفروقات في خصائص الخلطة الخرسانية.

4.1 أهمية المشروع:

يساعد هذا البحث على اختيار أفضل مصدر من مصادر الاسمنت التي تم دراستها والتي تعتبر الأكثر توفرا وتداولا في السوق المحلية في هذا الوقت من حيث مقاومة الضغط وقابلية التشغيل والتكلفة الاقتصادية.

5.1 الدراسات السابقة:

1. دراسة تأثير اختلاف مصادر الاسمنت على مقاومة الضغط للخرسانة – كلية العلوم التقنية – خريف 2020-2021.

- **ملخص الدراسة:**

في هذا البحث تم فحص 18 مكعب خرساني لخلطات خرسانية (**A1 A2 A3**) بمصادر مختلفة من الإسمنت المحلي والمورد وهي (إسمنت الاتحاد العربي، الإسمنت التركي **SAK**، الإسمنت التونسي إلفيظة) على التوالي بكمية خلط وزنا [إسمنت 10 كجم، ركام ناعم 16.5كجم، ركام خشن 1.5(6.5كجم)، ركام خشن 1(10كجم)، محتوى مائي 5لتر] لتحديد مقاومة الضغط للخرسانة بعد 28،7 للخرسانة يوم واستخدم ركام ناعم مورد من مدينة مصراتة منطقة الشراكسة وركام خشن من منطقة السويح كسارة العويب لجميع الخلطات ،وأظهرت النتائج أن جميع أنواع الإسمنت موضوع الدراسة أعطت المقاومة التصميمية المطلوبة للخلطة مع تفاوت ملحوظ في المقاومة و قابلية التشغيل.

2. تأثير اختلاف مصادر الاسمنت والركام الخشن على مقاومة الضغط للخرسانة المصنعة من مواد محلية – المؤتمر الهندسي الثالث لنقابة المهن الهندسية بالزاوية خريف 2021-2022.

- **ملخص الدراسة:**

في نتائج هذه الدراسة وفرت بعض البيانات يمكن من خلالها فهم تأثير اختلاف مصادر الإسمنت والركام الخشن على خاصية التشغيلية للخرسانة الطرية وتأثيرها على مقاومة الخرسانة للضغط. وبعد تحليل ومناقشة النتائج تبين أن اختبار الهبوط للخلطات الستة اتضح أن الخلطة الثالثة التي تحتوي على إسمنت المرقب وركام الخمس أعطت أعلى قيمة للهبوط (105مم) وكانت أقل قيمة للهبوط للخلطة الخامسة على إسمنت الاتحاد وركام زليتن (90مم)، أما نتائج اختبار مقاومة الضغط أظهرت أن اعلى قيمة لمقاومة الضغط كانت للخلطة الرابعة التي تحتوي على إسمنت لبدة وركام زليتن بعد 7و28 يوم من المعالجة في الماء، وأقل قيمة لمقاومة الضغط كانت للخلطة الثانية التي تحتوي على إسمنت الاتحاد وركام الخمس لنفس فترت المعالجة.

3. دراسة مقارنة تأثير مصادر الاسمنت على خصائصه الهندسية – المؤتمر الوطني السادس لمواد البناء والهندسة الانشائية – كلية الهندسة جامعة الجبل الغربي غريان 2016.

- **ملخص الدراسة:**

الاسمنت البورتلندي العادي يعتبر من المواد المهمة قي صناعة الخرسانة بليبيا نظرا لزيادة الطلب على هذه المادة في السوق المحلية الأمر الذي أدى بالحكومة الليبية بالإضافة إلى بعض رجال الأعمال إلى استيراد الاسمنت من خارج ليبيا وقد استورد من رومانيا ومصر وتونس وكما هو معروف أن مصدر المواد الأولية لصناعة أي منتج من الممكن أن يؤثر على خواص هذا المنتج لذلك الهدف الرئيسي لهذه الورقة هو دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية إضافة الى الخواص الهندسية للخرسانة المصنعة من هذا الاسمنت كما تناولت هذه الدراسة مقارنة الاسمنت المستورد مع الاسمنت المحلي علاوة على ذلك هذه الدراسة تطرقت الى إمكانية خلط الاسمنت المحلي مع الاسمنت المستورد. النتائج المتحصل عليها أكدت أن هناك تأثير واضح لمصدر الاسمنت على خواصه إضافة لذلك هذه الدراسة ممكن أن تزيد من ثقة المستهلك لشراء الاسمنت المستورد.

4. تأثير تغير مصدر الاسمنت على خواص الخرسانة اللدنة – مجلة البحوث العلمية – جامعة أفريقيا للعلوم الإنسانية والتطبيقية 2024

- **ملخص الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة للمقارنة بين أنواع الاسمنت الموجودة في السوق المحلي (محلية ومستوردة) من حيث تأثيرها على الخواص اللدنة والمتصلبة للخرسانة حيث ثم استخدام سبعة أنواع اسمنت بورتلندي من مصادر مختلفة (محلية ومستوردة) وهي اسمنت الاتحاد واسمنت لبدة واسمنت المرقب واسمنت سوق الخميس واسمنت الصلابة واسمنت العسكري بني سويف المصري واسمنت هناسم التونسي أظهرت النتائج أن جميع أنواع الاسمنت موضوع الدراسة قد حققت النسبة المطلوبة من المقاومة التصميمية للخلطة الخرسانية مع تفاوت بسيط في نتائج الضغط ومقاومة الانحناء مما يشجع على استخدام أي منها في الهياكل الخرسانية.

5. تقييم جودة الاسمنت البورتلاندي العادي المصنع محليا – المؤتمر الدولي السابع للعلوم الهندسية والتقنية -2025

- **ملخص الدراسة:**

يعد الاسمنت البورتلاندي العادي من أكثر المواد الانشائية استخداما في مشاريع البناء والخرسانة ويشكل تقييم جودته أحد العوامل الأساسية لضمان مطابقة الخرسانة المنتجة للمواصفات القياسية. يهدف هذا البحث الى دراسة جودة الاسمنت البورتلاندي المنتج في عدد من المصانع الليبية (زليتن – البرج-الفتائح -الهواري- لبدة) من خلال مجموعة من الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية شملت النعومة -القوام القياسي- ومن الشك الابتدائي والنهائي ومقاومة الضغط باختبار مكعبات بعد 7,3 ,28 يوم المركبات الكيميائية الرئيسية للاسمنت أظهرت النتائج أن معظم المصانع (زليتن- البرج- الفتائح-الهواري) مطابقة للمواصفات الليبية والأوروبية والأمريكية بينما أظهر اسمنت مصنع لبدة قصورا في مقاومة الضغط المبكرة والنهائية مما يجعله أقرب الى اسمنت منخفض الحرارة. خلصت الدراسة الى توصيات لتحسين الجودة في مصانع الاسمنت الليبية بما في ذلك تحسين نسب المكونات المعدنية وتطوير أنظمة ضبط الجودة.

الجانب العملي:

لضبط جودة المواد المكونة للخرسانة حددت المواصفات بإجراء عدد من الاختبارات ومن ثم مقارنة نتائجها بهذه المواصفات لتحديد مدى صلاحية المواد المستخدمة في الخلطة الخرسانية.

2-1 مكونات الخلطة الخرسانية: تتكون الخلطة الخرسانية:

1-الإسمنت:

الإسمنت هي المادة التي لها خاصية التماسك والتلاصق والتي تمكن من ربط جزيئات الركام ومواد البناء لتكوين كتلة متكاملة ويعتبر الإسمنت من أهم المواد الإنشائية، ويُعد المكوّن الأساسي في الخلطة الخرسانية، حيث يعمل كمادة رابطة تتفاعل مع الماء لتكوين نواتج الإماهة التي تمنح الخرسانة مقاومتها وقوتها. ويتكون الإسمنت أساسًا من مركبات كيميائية رئيسية تشمل ثلاثي سيليكات الكالسيوم (C_3S) وثنائي سيليكات الكالسيوم (C_2S) وثلاثي ألومينات الكالسيوم (C_3A) ورباعي ألومينات الحديد (C_4AF)، والتي تختلف نسبها باختلاف مصدر الإسمنت، مما يؤدي إلى تباين في خصائصه، وقد أظهرت الدراسات أن اختلاف مصدر الإسمنت يؤدي إلى تغير في التركيب الكيميائي ودرجة النعومة، وهو ما يؤثر بشكل مباشر على زمن الشك، مقاومة الضغط، وحرارة الإماهة. كما أن استخدام أنواع مختلفة أو مصادر متعددة من الإسمنت يمكن أن يؤدي إلى اختلاف في تطور مقاومة الخرسانة مع الزمن.

ولقد تم استخدام عدة أنواع من الإسمنت في هذا المشروع (الاتحاد [42.5N]، البنيان[42.5N]، لبدة، العربية [42.5]، المرقب، الحلوان مصري[42.5N]).

2-الركام:

يشكل الركام النسبة الأكبر من حجم الخرسانة، حيث يتراوح بين 60% إلى 75% من الحجم الكلي، ولذلك فإن خواصه تؤثر بشكل كبير على أداء الخرسانة. ويجب أن يتمتع بخصائص مثل الصلابة، التدرج الحبيبي الجيد، والنظافة من الشوائب، كما أن التدرج الحبيبي المناسب يقلل من الفراغات بين الحبيبات، مما يؤدي إلى تحسين قابلية التشغيل وتقليل كمية الاسمنت المطلوبة. كما أن طبيعة الركام ومصدره يمكن أن تؤثر على مقاومة، وانكماش، ومتانة الخرسانة وينقسم الركام إلى:

أ- الركام الناعم: وهو مجموعة من الحبيبات التي يمر معظمها (95-100 %) من المنخل القياسي (4.75) ويعرف عادة بالرمل ولقد تم استخدام الركام الناعم من منطقة رقم (8) مصراتة.

ب- الركام الخشن: وهو مجموعة من الحبيبات التي تحجز معظمها (95-100%) على منخل قياسي (4.75) مثل الزلط أو كسر الأحجار، وتم استخدام الركام الخشن بمقاس (0.5،1.25) mm من حاجر السويح مصراتة.

3-ماء الخلط:

يُعد ماء الخلط عنصرًا أساسيًا في تفاعل الإماهة، حيث يؤدي إلى بدء التفاعل الكيميائي بين الإسمنت والماء، مما ينتج عنه تكوين مركبات مسؤولة عن تماسك الخرسانة. ويجب أن يكون الماء المستخدم نظيفًا وخاليًا من المواد الضارة مثل الأملاح والزيوت والمواد العضوية، لأن هذه المواد قد تؤثر سلبًا على زمن الشك وقوة الخرسانة.

كما أن نسبة الماء إلى الإسمنت (Water/Cement Ratio) تُعد من أهم العوامل المؤثرة على خواص الخرسانة، حيث تؤدي زيادة هذه النسبة إلى زيادة قابلية التشغيل ولكن على حساب مقاومة الضغط والمتانة، في حين أن تقليلها يؤدي إلى زيادة المقاومة مع انخفاض في قابلية التشغيل.

وفي هذه الدراسة تم استخدام نسبة ماء الى الاسمنت قدرها (w/c=0.51) وتم استخدام ماء الشرب من شبكة المياه في مدينة مصراته كماء للخطل وتم تنفيذ التجارب في عدة أماكن بمدينة مصراته وهي:

1. معمل كلية العلوم التقنية.
2. معمل المنتهى للأعمال الهندسية.

يتضح مما سبق أن مكونات الخلطة الخرسانية (الإسمنت، الركام، ماء الخلط) تعمل بشكل متكامل، إلا أن الإسمنت يظل العامل الأكثر تأثيرًا، خاصة عند اختلاف مصدره، حيث ينعكس ذلك على جميع خواص الخرسانة سواء في حالتها الطازجة أو المتصلبة. كما أن التحكم في جودة الركام ونسبة الماء إلى الإسمنت يعد ضروريًا لضمان تحقيق الأداء المطلوب للخرسانة.

2-1 الخلطة الخرسانية:

تم الاعتماد على خلطة مصممة ومستخدمة في احدى الشركات المحلية ويحتوي المتر المكعب بها على (350 كجم إسمنت- ركام ناعم: 700 كجم – ركام خشن مقاس 1.25: 475 كجم –ومقاس 0.5

650: كجم) وتم استخراج الاوزان المطلوبة لعمل الخلطة الخرسانية لكل متر مكعب، ويوضح الجدول (1) مكونات الخلطة الخرسانية.

جدول (1) يبين مكونات الخلطة الخرسانية

الخلطة	إسمنت	ركام خشن1.25	ركام خشن0.5	ركام ناعم	الماء
1 م3	350	457	650	700	215
0.03038 م3	10.63	14.43	19.74	21.26	5.42

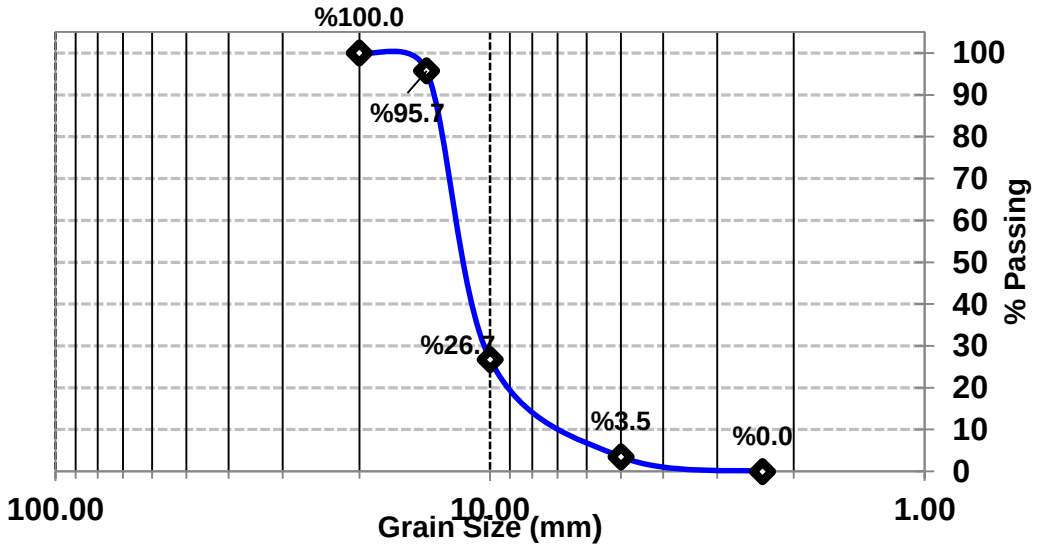
3-2 الاختبارات المعملية:

تم اجراء العديد من الاختبارات على مكونات الخلطة الخرسانية والتأكد من مطابقتها للمواصفات ثم اجراء اختبارات على الخلطة في حالتها الطرية والمتضادة لمعرفة الفرق في خواص الخرسانة لكل نوع من الاسمنت؛ وفي التالي سرد لهذه الاختبارات:

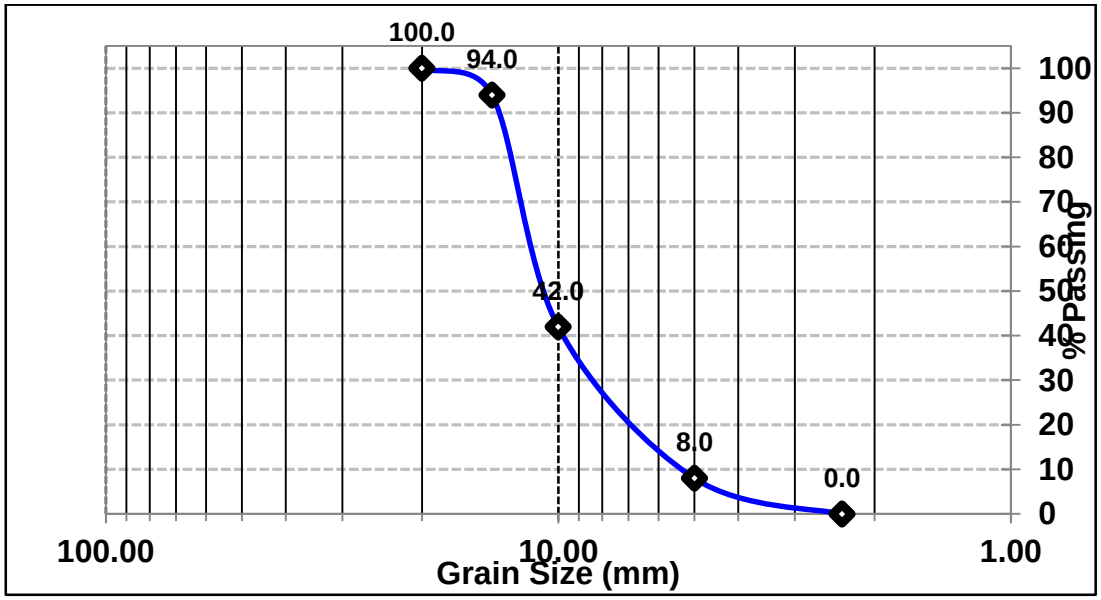
1- اختبار التحليل المنخلي للركام الخشن:

الهدف من الاختبار:

تحديد الوزن الحجمي لحبيبات الركام الكبير والصغير وذلك بطريقة التحليل بالمناخل القياسية مع توضيح التدرج الحبيبي للركام. ويوضح الشكل (1) نتائج التحليل المنخلي لركام مقاس 1.5سم كما يوضح الشكل (2) نتائج التحليل المنخلي لركام 0.5 سم المستخدمان في الخلطات الخرسانية.



الشكل (1) منحنى التدرج الحبيبي لركام 1.5 سم



الشكل (2) منحنى التدرج الحبيبي لركام 0.5 سم

2-اختبار الوزن النوعي ونسبة الامتصاص للركام الخشن:

- **الهدف من الاختبار:**

يعرف الوزن النوعي على أنه الخاصية التي تستخدم لحساب ومعرفة الحجم الذي يشغله الركام في مختلف الخلطات الخرسانية، ومعرفة النسبة المئوية لامتصاص الركام لماء الخلط.

- **نتائج الاختبار:**

الجدول (2) يبين نتائج اختبار الوزن النوعي للركام الخشن

البيان	المعادلة	الوحدة	العينة1	العينة2
كتلة العينة جافة	(A)	G	2639.2	3500.4
كتلة العينة مشبعة جافة السطح	(B)	G	2711.7	3600
كتلة العينة مغمورة في الماء	(C)	G	1700	2250
الكثافة/العينة جافة بالفرن	=997.5 A/(B-C)	Kg/m^3	2602.2	2586.4
الكثافة/العينة مشبعة جافة السطح	=997.5 B/(B-C)	Kg/m^3	2673.7	2660
الكثافة الظاهرية	=997.5 A/(A-C)	Kg/m^3	2714	2792.4
الوزن النوعي جاف بالفرن	=A/(B-C)	---	2.61	2.59
الوزن النوعي مشبع جاف السطح	= B/(B-C)	---	2.6	2.67
الوزن النوعي الظاهري	=A/(A-C)	---	2.8	2.7
الامتصاص	=[(B-A)/A]×100	%	2.75	2.85
متوسط الامتصاص	---	%	2.8	
حدود المواصفات BS 882 والليبية	---	%	حد اقصي 3%	

3-اختبار الوزن النوعي ونسبة الامتصاص للركام الناعم:

- **الهدف من الاختبار:**

تعيين الوزن النوعي للركام الناعم وذلك للحجم الذي يشغله الركام في الخلطة الخرسانية، وهو عبارة عن ناتج قسمة وزن الركام على وزن الماء المساوي له في الحجم.

- **نتائج الاختبار:**

الجدول (3) يبين نتائج اختبار الوزن النوعي للركام الناعم

البيان	المعادلة	الوحدة	العينة1	العينة2
كتلة العينة جافة بالفرن	(A)	G	35.9	30.7
كتلة العينة مشبعة جافة السطح	(B)	G	36.6	31.1
كتلة العينة مع البيكنوميتر	(C)	G	105.5	101.9
كتلة البيكنوميتر والماء	(D)	---	83.2	83.2
الوزن النوعي جاف بالفرن	=A/(B-C)	---	2.51	2.48
الوزن النوعي مشبع جاف السطح	=B/(B-C)	---	2.56	2.51
الوزن النوعي الظاهري (جاف بالفرن)	=A/(A-C)	---	2.64	2.56
الامتصاص	=[(B-A)/A]×100	%	1.9	1.3
متوسط الامتصاص	---	%	1.6%	
حدود المواصفات 2002-49والليبية	---	%	حد اقصي 3%	

4- اختبار زمن الشك الابتدائي والنهائي للإسمنت:

- **الهدف من الاختبار:**

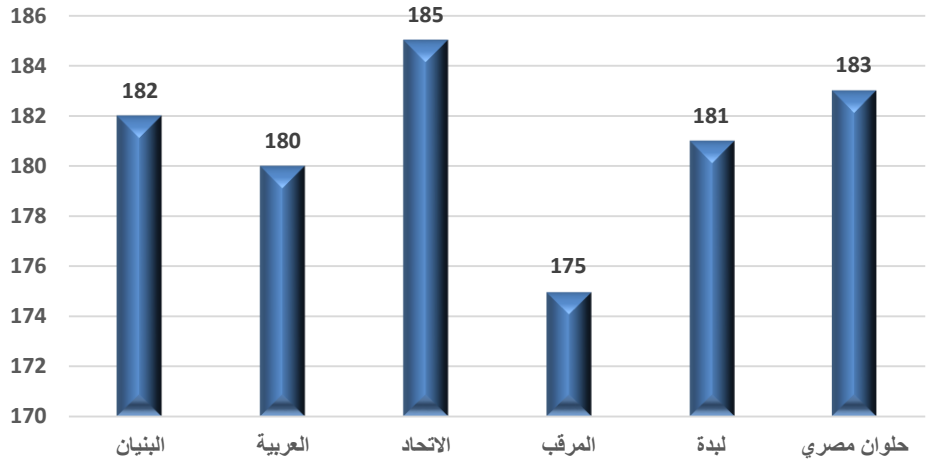
تحديد زمن التصلب للعجينة الإسمنت اللدنة وينقسم الشك إلى قسمين الشك الابتدائي والشك النهائي. يجرى اختبار تحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي على عجينه من الإسمنت وايضا تحديد نسبة الماء الذي يعطي قوام قياس للخلطة.

- **نتائج الاختبار:**

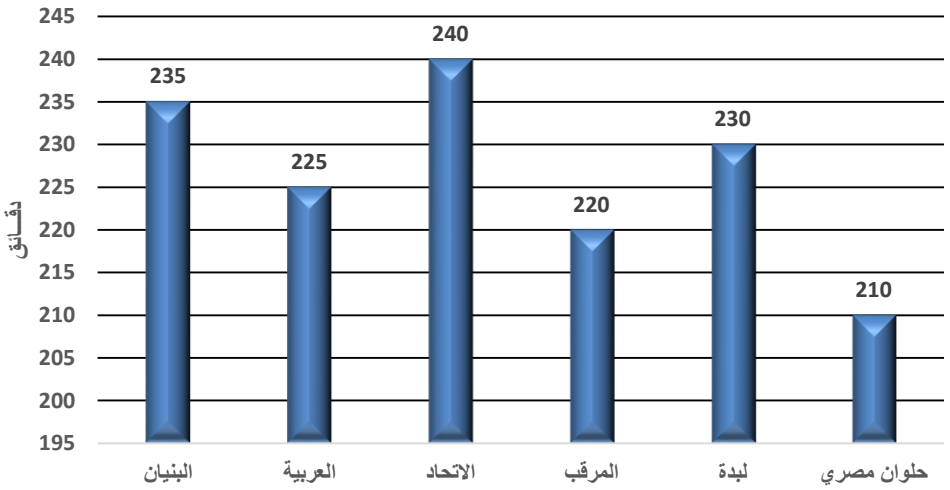
الجدول (4) يبين نتائج اختبار زمن الشك الابتدائي والنهائي.

نوع الإسمنت	المحتوى المائي	زمن الشك الابتدائي/دقيقة	المواصفات الليبية	زمن الشك النهائي/دقيقة	المواصفات الليبية
الاتحاد	29%	185	لا تقل عن 45 دقيقة	240	لا تزيد عن 10 ساعات
العربية	30.9%	180		225	
المرقب	30%	175		220	
البنيان	29%	182		235	
لبدة	29.5%	181		230	
الحلوان(مصري)	30%	183		210	

ويوضح الجدول (4) والشكل (3) والشكل (4) التفاوت الملحوظ (الظاهري) في زمن الشك الابتدائي والنهائي لأنواع الاسمنت قيد الدراسة.



الشكل (3) يوضح نتائج زمن الشك الابتدائي



الشكل (4) يوضح نتائج زمن الشك النهائي

ولغرض الوقوف على الدلالة الإحصائية ومعنوية هذا التباين والاختلاف بين أنواع الاسمنت، سيتم اجراء اخبار التباين الأحادي (ANOVA)، مع معامل الانحدار لزمني الشك الابتدائي والنهائي للأنواع الاسمنت قيد الدراسة، كما موضح في الجدول (5).

الجدول (5) يبين نتائج اختبار زمن الشك الابتدائي والنهائي.

نوع الاسمنت	زمن الشك الابتدائي/دقيقة		زمن الشك النهائي/دقيقة	
	قيمة (F)	القيمة الاحتمالية (P-Value)	قيمة (F)	القيمة الاحتمالية (P-Value)
البنيان	0.004	.953	2.825	.168
العربية				
الاتحاد				
المرقب				
لبدة				
الحلوان (مصري)				

من خلال الجدول رقم (5)، وبالنظر الى قيم (P- Value)، نجدها أكبر من قيمة المعنوية ($\alpha =$ 0.05)

لزمنى الشك الابتدائي والنهائي، مما يعني عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أنواع الاسمنت الستة قيد الدراسة.

ملاحظة: لم تذكر معاملات الارتباط بالجدول لعدم دلالتها الإحصائية.

5- اختبار الهبوط للخرسانة الطازجة:

- **الهدف من الاختبار:**

تعيين قوام الخرسانة الطازجة ويعد هذا الاختبار الأكثر شيوعا في العالم ويمكن للخرسانة الطازجة أن تكون ذات قوام جاف، صلب، لدن، مبتل أو رخو.

الجدول (6) يبين المواصفات البريطانية لاختبار الهبوط

SLUMP MM	المواصفة BSI	الاستخدامات
25-0	منخفضة جدا	في الطرق
50-25	منخفضة	في الاساسات
100-50	متوسطة	في الاسقف
175-100	عالية	في المقاطع ذات التسليح المكثف

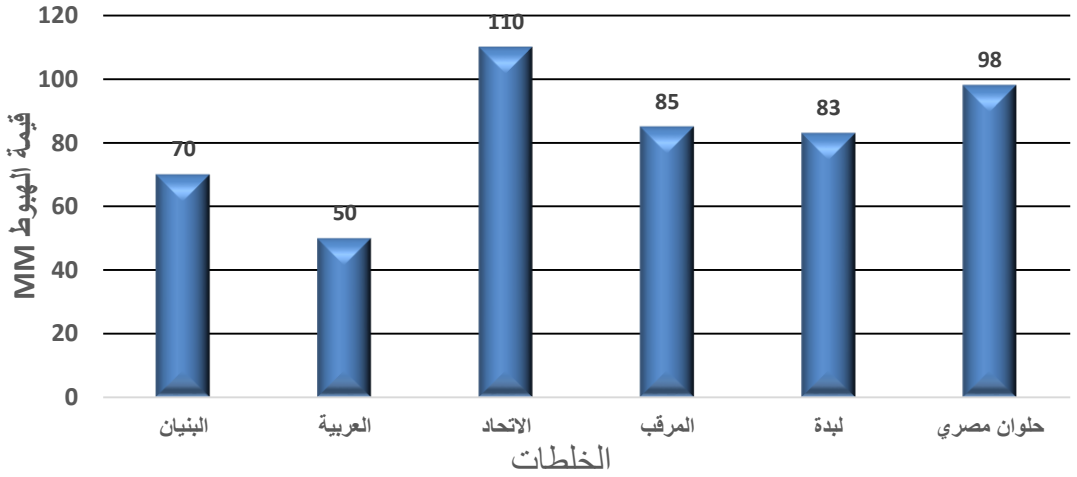
- **نتائج اختبار الهبوط للخرسانة:**

يبين الجدول (7) قيم الهبوط لكل خلطة ولغرض الوقوف على الدلالة الإحصائية ومعنوية التباين والاختلاف بين أنواع الاسمنت، سيتم اجراء اخبار التباين الأحادي (ANOVA) مع معامل الانحدار، كما يوضح الشكل (5) التباين الملحوظ الظاهري بين قيم الهبوط لجميع الخلطات.

الجدول (7) يبين نتائج اختبار الهبوط للخرسانة، ونتائج اختبار (ANOVA)

نوع الاسمنت		الهبـــــــوط				
	قيمة الهبوط	قيمة (F)	القيمة الاحتمالية	معامل الارتباط	معامل التحديد	معامل التحديد المعدل
			(P- Value)	R	R^2	R^2_{adj}
البنيان	70	6.612	.000	0.6	0.36	0.306
العربية	50					
الاتحاد	110					
المرقب	85					
لبدة	83					
الحلوان (مصري)	98					

من خلال الجدول رقم (7)، وبالنظر الى قيمة (P- Value)، نجدها أقل من قيمة المعنوية (α = 0.05)، مما يعني وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أنواع الاسمنت الستة قيد الدراسة، في قيم الهبوط، ومن خلال (R) معامل الارتباط (60%)، يتضح ارتباط قوي بين نوع الاسمنت وقيمة الهبوط، ويوضح معامل التحديد المعدل (R^2_{adj}) أن ما نسبته (30.6 %) من التباين الحاصل في قيم الهبوط مسؤول عنها نوع الاسمنت.



الشكل (5) يوضح نتائج الهبوط

ونظرا لاختلاف قيم الهبوط وفقا لاستخدامات الخرسانة وتبعا للمواصفات البريطانية يمكن تقسيم الأنواع الستة للخلطات الخرسانية قيد الدراسة وفقا للجدول (8) التالي:

الجدول (8) تقسيم الخلطات الخرسانية تبعاً المواصفات البريطانية لاختبار الهبوط

نتائج الاختبار		المواصفات	
الخلطة	قيمة الهبوطmm	SLUMP MM	المواصفات BSI
(A) البنيان	70	100-50	في الاسقف
(B)العربية	50	50-25	في الاساسات
(C)الاتحاد	110	175-100	في المقاطع ذات التسليح المكثف
(D) المرقب	85	100-50	في الاسقف
(E) لبدة	83	100-50	في الاسقف
(Z)حلوان مصري	98	100-50	في الاسقف

5- اختبار مقاومة الضغط للخرسانة:

يجري اختبار الضغط للخرسانة بعد 7 أيام و28 يوم بعد صب الخرسانة.

- **عينات الاختبار:** يتم اعداد مكعبات يجرى عليها اختبارات ضغط الخرسانة ثلاث مكعبات بعد 7 أيام وثلاث مكعبات بعد 28 يوم وحجم كل مكعب (150x150x150) مم.
- **نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة:**

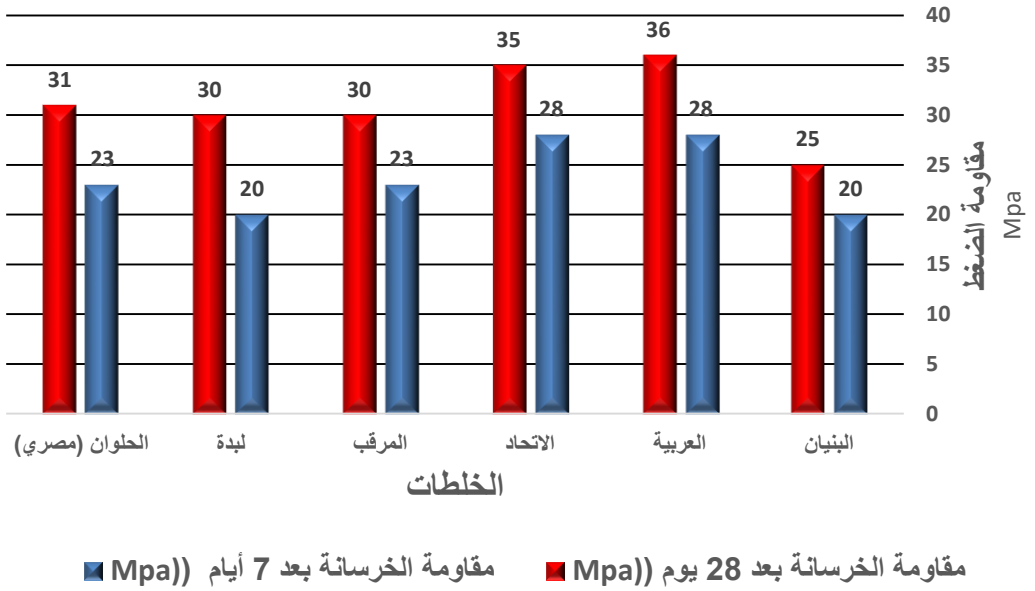
يبين الجدول (9) مقاومة الضغط للخرسانة بعد 7 أيام، وبعد 28 يوم، ولغرض الوقوف على الدلالة الإحصائية ومعنوية التباين والاختلاف بين أنواع الاسمنت، سيتم اجراء اختبار التباين الأحادي (ANOVA) مع معامل الانحدار، كما يوضح الشكل (6) التباين الملحوظ الظاهري بين قيم مقاومة الضغط لجميع الخلطات.

الجدول (9) يبين نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بعد 7 أيام، وبعد 28 يوم، ونتائج اختبار (ANOVA)

الخلطة	مقاومة الخرسانة بعد 7 أيام (Mpa)	قيمة (F)	القيمة الاحتمالية (P- Value)	مقاومة الخرسانة بعد 28 يوم (Mpa)	قيمة (F)	القيمة الاحتمالية (P-Value)
البنيان	20	0.179	.694	25	0.036	0.859
العربية	28			36		
الاتحاد	28			35		
المرقب	23			30		
لبدة	20			30		
الحلوان (مصري)	23			31		

من خلال الجدول رقم (9)، وبالنظر الى قيم (P- Value)، نجدها أكبر من قيمة المعنوية ($\alpha =$ 0.05)

لاختباري الضغط عند 7 أيام و28 يوم، مما يعني عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أنواع الاسمنت الستة قيد الدراسة.



الشكل (6) يوضح مقاومة الضغط للخرسانة بعد 7 أيام

4-2 التكلفة الاقتصادية

الجدول (10) يبين التكلفة الاقتصادية للإسمنت ونتائج اختبار (ANOVA).

الخلطة	متوسط الأسعار لشهر 2024/12 دينار الليبي	قيمة (F)	القيمة الاحتمالية (P- Value)
البنيان	41.00	5.472	.079
العربية	40.00		
الاتحاد	45.33		
المرقب	44.33		
لبدة	44.33		
الحلوان (مصري)	45.00		

من خلال الجدول رقم (10)، وبالنظر الى قيم (P- Value)، نجدها أكبر من قيمة المعنوية ($\alpha =$ 0.05) ، مما يعني عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أسعار أنواع الاسمنت الستة قيد الدراسة، والتفاوت الظاهر للأسعار لا يرجع لفروقات في مواصفات الاسمنت انما لعوامل أخرى خارج حدود الدراسة.

2- الاستنتاجات:

من خلال النتائج المتحصل عليها نستنتج الاتي: -

1. عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أنواع الاسمنت الستة (الإتحاد- المرقب - لبدة- العربية- الحلوان- البنيان) في زمن التصلب (الشك الابتدائي والنهائي) إن التأخير في الشك الابتدائي يشير الى انخفاض نسبي في محتوى C3A.
2. وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أنواع الاسمنت الستة قيد الدراسة، في قيم الهبوط، والاختلاف في قيم الهبوط يدل على الاختلاف في نعومة الاسمنت ووفقا للمواصفات البريطانية، يمكن استخدام اسمنت الاتحاد فقط، في المقاطع ذات التسليح المكثف، واستخدام باقي الأنواع في أنواع الخرسانات الأخرى، ولكون تكلفة وأسعار الاسمنت لا يوجد بها فروقات معنوية، عليه وعند الرغبة في عدم تعدد أنواع ومصادر الاسمنت وتفضيل نوع ومصدر واحد يمكن استخدام اسمنت الاتحاد لكل أنواع الخرسانة.
3. عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين أنواع الاسمنت الستة قيد الدراسة، في مقاومة الضغط عند 7 أيام و28 يوم.
4. بهذا تكون حرية اختيار نوع الاسمنت ووفقا للمتاح في السوق من الأنواع الستة قيد الدراسة إلا عند استخدام الخرسانة، في المقاطع ذات التسليح المكثف، عندها يستخدم اسمنت الاتحاد.

3- التوصيات:

1. نوصي بإجراء اختبار درجة النعومة وثبات الحجم على الإسمنت واجراء اختبارات أخرى للخرسانة.
2. إجراء اختبار مقاومة الضغط للعجينة الإسمنتية.
3. إجراء دراسة خلطات خرسانية بركام أحادي وركام متدرج آخر.
4. دراسة مصادر الإسمنت من حيث الجودة والتكلفة لتحقيق الأمان والاقتصاد في آن واحد.

5- المراجع

1. أبوعودة، أحمد – (2011) *تكنولوجيا الخرسانة*- مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.
2. اسباطه، عبد العاطي وأخرون-(خريف 2020-2021)- *دراسة تأثير اختلاف مصادر الاسمنت على مقاومة الضغط للخرسانة*- كلية العلوم التقنية .
3. اشتراطات الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة (203/ 2007).
4. تأثير اختلاف مصادر الاسمنت والركام الخشن على مقاومة الضغط للخرسانة المصنعة من مواد محلية - (خريف 2021-2022)- *المؤتمر الهندسي الثالث لنقابة المهن الهندسية بالزاوية*.
5. Zhang, Y., et al. (2020). Effect of cement type on mechanical properties and permeability of concrete. Materials, 13(5), 1234–1245.

6. Khan, M., et al. (2024). Concrete incorporating supplementary cementitious materials: Temporal evolution of compressive strength and environmental assessment. Heliyon, 10(1), 1–15.
7. Li, X., et al. (2025). Experimental study on concrete–foamed cement composites. Scientific Reports, 15, 1–12.
8. Rahman, S., et al. (2021). Effect of cement composition on concrete strength. Proceedings of the ICETD Conference, 45–52.
9. Adeyemi, A., et al. (2022). Comparative study on cement sources and concrete properties. Construction Materials Research Journal, 8(2), 77–89.
10. Silva, R., et al. (2024). Applications of different types of cement in construction and their environmental impacts. Journal of Sustainable Construction, 12(3), 150–168.
11. https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D8%B3%D9%85%D9%86%D8%AA 12\10\2024-20:10 الساعة
12. https://www.cemexusa.com/products-and-services/cement/history-facts 20\10\2024- 15:30 الساعة