مجلة اكاديمية الجبل للعلوم الاساسية والتطبيقية
Al-Jabal Academy Journal of Pure and Applied Sciences
03 (1): 50-58, 2025
pISSN: 2958-857X; eISSN: 2958-8588
Journal Homepage: https://lajak.edu.ly/journals/index.php/aajpas/index

The Effect of Tamarisk Plant Powder on the Properties of Cement Mortar

Omar R. Al-Zarrouq[1], Taha Ali Bukhairallah[2], Basit M. Bouhourish[3], Mohammed F. Jbreil[2]
[1] National Authority for Scientific Research, Tripoli, Libya
[2] Libyan Academy for Postgraduate Studies, Al Jabal Al Akhdar, Al Bayda, Libya
[3] Faculty of Natural Resources, Omar Al-Mukhtar University, Al Bayda, Libya

Received: 24December 2024 / **Accepted:** 29 April 2025
DOI: https://doi.org/10.58309/m44kty33

Keywords:
Tamarisk, absorption, cement, workability, compressive strength.

ABSTRACT:
Environmental protection and sustainable development are among the major challenges facing modern societies, as the search for effective solutions to reduce the environmental impact of industrial activities becomes increasingly important. The cement industry is one of the largest sources of carbon dioxide emissions, necessitating the development of innovative strategies that include the use of alternative materials to reduce these emissions and protect the environment. Given the significance of this issue, the study examined the effect of tamarisk plant powder on the mechanical and physical properties of cement mortar, using cubes and beams of specific dimensions to enhance the accuracy of results. Various proportions of tamarisk powder (0.5%, 1%, and 2%) were used as a partial replacement for cement weight, with samples evaluated at different ages (3, 7, and 28 days) compared to a reference sample that did not contain tamarisk. Laboratory tests included several indicators, such as workability, density, absorption, compressive strength, and flexural strength. The results showed that the mechanical and physical properties of the mortar were clearly affected by the increased tamarisk content, with noticeable effects at 2%, suggesting that tamarisk plant powder could serve as a partial replacement for cement. This opens new possibilities for improving the sustainability of construction materials and reducing environmental impact.

خواص المونة الاسمنتية الحاوية على مسحوق نبات الاثل كبديل جزئي للإسمنت

عمر رمضان الزروق[1]، طه علي بوخيرالله[2]، باسط امبارك بوحوريش[3]، محمد فرج جبريل[2]
[1] الهيئة القومية للبحث العلمي، طرابلس، ليبيا؛ [2] الأكاديمية الليبية للدراسات العليا فرع الجبل الاخضر، البيضاء، ليبيا؛ [3] كلية الموارد الطبيعية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

الكلمات المفتاحية:
الأثل، الامتصاص، الاسمنت، قابلية التشغيل، مقاومة الانضغاط.

المستخلص:
تعتبر حماية البيئة والتنمية المستدامة من التحديات الكبرى التي تواجه المجتمعات الحديثة، حيث تزداد أهمية البحث عن حلول فعالة للحد من الأثر البيئي الناتج عن الأنشطة الصناعية. تُعد صناعة الإسمنت واحدة من أكبر مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مما يستدعي تطوير استراتيجيات مبتكرة تشمل استخدام مواد بديلة لتقليل هذه الانبعاثات والحفاظ على البيئة، ونظرًا لأهمية الموضوع، فأن الدراسة تناولت تأثير مسحوق نبات الأثل على الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمونة الأسمنتية، باستخدام مكعبات وعتبات بأبعاد محددة لتعزيز دقة النتائج. تم استخدام نسب مختلفة من مسحوق الأثل (0.5%، 1%، 2%) كبديل جزئي لوزن الأسمنت، وتم تقييم العينات عند أعمار مختلفة (3، 7، 28 يومًا) مقارنة بالعينة المرجعية التي لم تحتوي على الأثل. شملت الاختبارات المعملية مجموعة متنوعة من المؤشرات، منها قابلية التشغيل، الكثافة، الامتصاص، مقاومة الانضغاط، ومقاومة الانحناء. أظهرت النتائج أن الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمونة تتأثر قليلا بزيادة نسبة الأثل (0.5% و1%)، حيث كانت التأثيرات السلبية أكثر وضوحاً عند نسبة 2%، مما يشير إلى إمكانية استخدام مسحوق نبات الأثل كبديل جزئي للأسمنت في المونة الاسمنتية.

*Corresponding author: algrfan89@gmail.com

المقدمة

تُعتبر صناعة الإسمنت من الصناعات الأساسية في البناء والبنية التحتية لكنها ترتبط بأثر بيئي، حيث يُعد انبعاث ثاني أكسيد الكربون من عمليات الإنتاج من مسببات تغير المناخ. تسعى الأبحاث في مجال المواد البديلة، مثل الإسمنت الصديق للبيئة، إلى تحقيق الاستدامة من خلال تقليل الاعتماد على الموارد التقليدية. ويُظهر استخدام مسحوق نبات الأثل كبديل جزئي للإسمنت إمكانيات واعدة في تقليل الانبعاثات وتعزيز كفاءة الموارد. تشكل هذه التقنية خطوة مهمة نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، حيث تعزز الاعتماد على المواد المتجددة وتقلل من التأثير البيئي، مما يدعم استخدام حلول مبتكرة ومستدامة في صناعة الإسمنت. لم تُظهر الدراسات والأبحاث السابقة أي استخدامات موثقة لمسحوق نبات الأثل كبديل جزئي للإسمنت في المونة الأسمنتية. يُعتبر هذا البحث الدراسة الأولى في هذا المجال الهندسي والبحثي، مما يفتح آفاقًا جديدة لاستكشاف الفوائد المحتملة لهذا النبات في تحسين خصائص المونة الأسمنتية، مثل مقاومة الانضغاط والانحناء.

قام باحثون بدراسة أداء الخلطات الخرسانية التي تحتوي على نسب مختلفة من غبار الرخام والجرانيت كبدائل للإسمنت بنسب تتراوح بين 0٪ و30٪. شملت الدراسة اختبار 63 عينة لقياس تأثير استبدال الإسمنت البورتلاندي على الخصائص الميكانيكية للخرسانة، حيث تم قياس قوة الضغط، وقوة الشد، وقوة الانحناء عند أعمار 3 و14 و28 يومًا، ومقارنتها بتسع عينات مرجعية. أظهرت النتائج أن الخواص الميكانيكية تقل تدريجياً بعد نسبة استبدال 10٪، بينما تزداد حتى 10٪ لغبار الجرانيت، في حين أن خليط الغبارين لم يكن مناسبًا كبديل للإسمنت (Anjaneyulu & Rao, 2017) .

أُجريت دراسة معملية لاستبدال 25% من الإسمنت بالزيوليت في المونة الأسمنتية. تم اختبار خواص الشد والضغط للخرسانة، وأظهرت النتائج أن إضافة السليكا مع الإسمنت والزيوليت تؤدي إلى تحسين الأداء مقارنةً بإضافة الزيوليت والإسمنت فقط. (Subramani & Karthickrajan, 2016).

قام الزروق وآخرون (2018) بدراسة خواص الخرسانة المحتوية على نسب مختلفة من مسحوق الرخام (0، 5، 10، 20، و40%) كاستبدال جزئي للإسمنت. أُجريت اختبارات مقاومة الانضغاط، ومقاومة الشد الانشطاري، ومقاومة الانحناء، وسرعة الموجات فوق الصوتية عند عمر 28 يومًا. أظهرت النتائج أن إضافة 5% من مسحوق الرخام يحسن خواص الخرسانة، حيث زادت مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد الانشطاري والانحناء بنسبة تقارب 3% مقارنةً بالخلطة المرجعية، بينما تدهورت الخصائص عند إضافة نسب أعلى.

قام Mini وKrishna (20016) باستخدام رماد قشور الأرز كبديل جزئي للإسمنت في الخرسانة، حيث تم تصميم الخلطة بناءً على الطريقة الهندية القياسية واستخدامها كمرجع. تم استبدال الإسمنت بنسب مختلفة من قشور الأرز (5%، 10%، 15%، و20%) ودراستها مقارنةً بالعينات المرجعية. أظهرت النتائج أن الاستبدال الأمثل لرماد قشور الأرز كان عند 10%، حيث حقق أفضل قابلية تشغيل ومقاومة انضغاط.

درسAbu-Subbiah. & Al-Kaib (2023) استخدام نفايات الزجاج المطحون كبديل جزئي للإسمنت في الخلطات الخرسانية. تم إعداد ثلاث خلطات بنسبة ترطيب (إسمنت/ماء) تساوي 0.4، 0.45، و0.5، مع استبدال الإسمنت بمطحون الزجاج بنسب 3%، 6%، 9%، 12%، و15%. أظهرت النتائج أن استخدام مطحون الزجاج، خاصة بنسبة 0.45% مع 3% و6%، زاد مقاومة الخرسانة بنسبة 5.5% و8.2% على التوالي مقارنةً بالمقاومة المرجعية. كما أظهرت النتائج توافق الإسمنت المضاف مع المواصفات القياسية.

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

المواد المستخدمة

الاسمنت

الأسمنت المستخدم في هذه الدراسة هو الأسمنت البورتلاندي انتاج مصنع الفتائيح للأسمنت (درنة – ليبيا)، والذي يتطابق مع المواصفة البريطانية BS 12: 1996.

الرمل

تم استخدام الرمل الطبيعي كثافته النوعية 2.69 وامتصاصه 2.38%، وهو مطابق للمواصفة البريطانية BS 882:1992.

ماء الخلط والمعالجة

الماء المستخدم في خلط الخرسانة والمعالجة كان ضمن الحدود المحددة في المواصفة البريطانية BS 3148:1980.

مسحوق نيات الاثل

تم توريد نبات الأثل من مدينة جالو، كما هو موضح في الشكل 1. بعد ذلك، تم تجفيفه في فرن كهربائي لإزالة الرطوبة. عقب التجفيف، تم طحن نبات الأثل الجاف للحصول على مسحوق ناعم. لضمان توافق نعومة مسحوق نبات الأثل مع نعومة الأسمنت، تم غربلة المسحوق باستخدام غربال بفتحة قطرها 90 ميكرون (شكل 2). مسحوق نبات الأثل يُعتبر مادة غير عضوية وغير قابلة للتحلل كما اظهرت نتائج التحليل الكيمائي (Alhawa واخرون2024) .

شكل (1) نبات الاثل

شكل (2) مسحوق نبات الاثل

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

خلط مواد المونة الاسمنتية

تم خلط مكونات المونة الأسمنتية (رمل، إسمنت، وماء (شكل 3)) مع نسب مختلفة من مسحوق نبات الأثل (0.5%، 1%، 2% من وزن الإسمنت) وفقًا للمواصفة الأمريكية ASTM C109. حيث تنص المواصفة على أن تكون نسب المواد للمونة القياسية هي 1 جرام من الإسمنت إلى 2.75 جرام من الرمل، مع نسبة ماء إلى إسمنت تساوي 0.485.

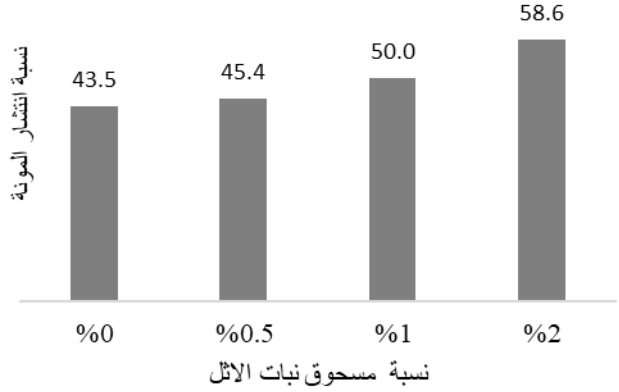
تم وضع مكونات الخلط في الخلاط، حيث تم تم خلط الرمل الجاف، والإسمنت، ومُسحوق نبات الأثل لمدة 30 ثانية. بعد ذلك، تمت إضافة الماء تدريجيًا على مدار 15 ثانية، واستمر الخلط لمدة دقيقتين لكل خليط من المونة الأسمنتية. تم اتباع نفس الخطوات مع الخلطة المرجعية، مع عدم إضافة مسحوق نبات الأثل. عقب الانتهاء من عملية الخلط، تم إجراء الاختبارات المعملية على المونة الأسمنتية مع غمرها في الماء في اعمار مختلفة (3 و 7 و 28 يوماً).

شكل (3) مكونات المونة الاسمنتية

النتائج والمناقشة

قابلية التشغيل

أظهرت النتائج المعملية الموضحة بالشكل (4) أن إضافة مسحوق نبات الأثل بنسب مختلفة (0.5%، 1%، و2%) كبديل جزئي لوزن الإسمنت أثرت إيجابيًا على انتشار المونة الأسمنتية مقارنة بالعينة المرجعية (0%). حيث زادت نسب الهطول إلى 45.4%، 50.0%، و58.6% على التوالي، مقابل 43.5% للعينة المرجعية، مما يدل على تحسن في انسيابية المونة. وفقًا للمواصفة الأمريكية ASTM C230، يُعتبر انتشار المونة الأسمنتية مناسبًا إذا كان ضمن نطاق 80% إلى 110% من الانتشار المستهدف.



شكل (4) قيم انتشار المونة الاسمنتية

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

الكثافة الطرية

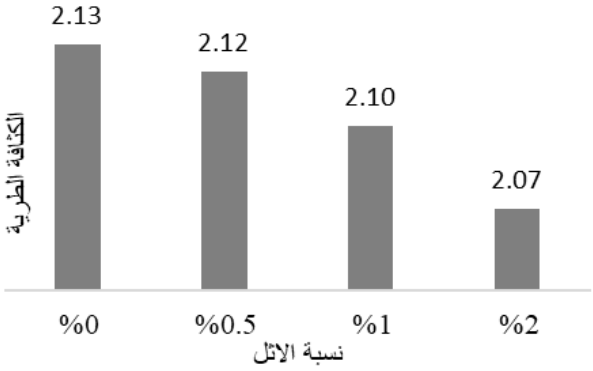
أظهرت الدراسة أن إضافة مسحوق نبات الأثل بنسب مختلفة (0.5%، 1%، 2%) كبديل جزئي لوزن الإسمنت أثرت على الكثافة الطرية للمونة الأسمنتية مقارنة بالعينة المرجعية (0%) (شكل 5). انخفضت الكثافة إلى 2.07 جرام/سم³ عند إضافة 2% من الأثل، مقارنةً بالعينة المرجعية التي كانت 2.13 جرام/سم³، وبنسبة انخفاض 2.82%، مما يدل على تأثير طفيف على الكثافة.

يفسرهذا الانخفاض إلى ارتفاع الوزن النوعي للرمل، والذي يبلغ 2.69 جرام/سم³، مقارنةً بمسحوق نبات الأثل الذي يقدر تقريبًا 1.0 جرام/سم³. يُساهم هذا الاختلاف في الوزن النوعي في التأثير على الكثافة الطرية للمونة.

الامتصاص

يوضح الشكل (6) نتائج امتصاص الماء للمونة الأسمنتية المضافة إليها نسب مختلفة من مسحوق نبات الأثل، بالإضافة إلى العينة المرجعية (0% أثل) عند عمر 28 يومًا. تشير النتائج إلى زيادة ملحوظة في امتصاص الماء مع زيادة نسبة الأثل، حيث بلغت نسبة الامتصاص للعينة المرجعية 2.24%. وعند إضافة 1% من الأثل، ارتفعت النسبة إلى 2.56%، ثم إلى 2.87% مع 2% من الأثل.

يفسر هذا الارتفاع في امتصاص الماء إلى الطبيعة المسامية لمادة الأثل. كلما زادت نسبة الأثل، زادت المسام في التركيبة، مما يزيد من المساحة السطحية المتاحة لامتصاص الماء. كما أن امتصاص الأثل للماء أعلى من الرمل الطبيعي، الذي يسجل نسبة امتصاص تبلغ 2.38%.



شكل (5) الكثافة الطرية

شكل (6) نسبة امتصاص الماء

مقاومة الانضغاط

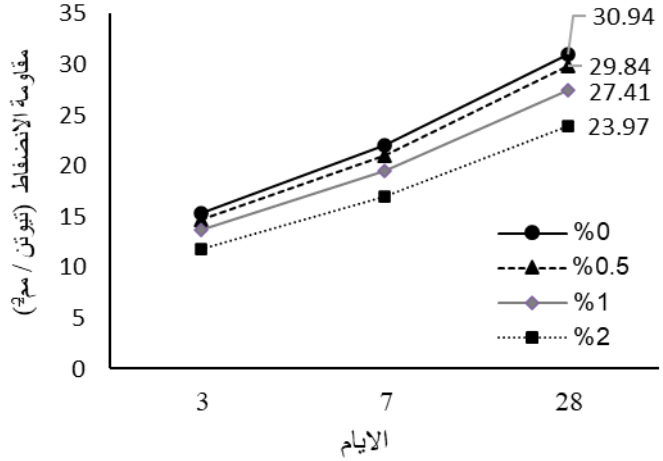
© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

يوضح الشكل (7) سلوك مقاومة الانضغاط لمكعبات المونة الأسمنتية التي تحتوي على نسب مختلفة من مسحوق نبات الأثل (0.5%، 1%، 2%) عند أعمار مختلفة (3، 7، 28 يومًا)، بالإضافة إلى العينة المرجعية (0%). تشير النتائج إلى أن العينة المرجعية تُظهر قيم مقاومة أعلى مقارنةً ببقية النسب في جميع الأعمار.

كما يتبين أن مقاومة الانضغاط للعينات المحتوية على نسب مختلفة من الأثل تتبع نمطًا مشابهًا لمنحنى العينة المرجعية، ولكن بقيم أقل. مع زيادة نسبة الأثل، تلاحظ انخفاضًا في مقاومة الانضغاط، حيث كانت أقل قيمة عند نسبة 2%. يفسر ذلك إلى أن المونة التي لا تحتوي على الأثل تحقق تفاعلات كيميائية أكثر كفاءة خلال عملية التصلب، مما يعزز قوتها. في المقابل، تؤدي زيادة نسب الأثل إلى ضعف التماسك نسبياً، مما يؤثر سلبًا على مقاومة الانضغاط.

تشير نتائج الجدول (1) إلى أن مقاومة الانضغاط لمكعبات المونة الأسمنتية عند عمر 28 يومًا تتناقص مع زيادة نسبة مسحوق نبات الأثل. فقد انخفضت المقاومة بنسبة 3.56% عند إضافة 0.5% من الأثل، بينما بلغ الانخفاض 11.41% عند زيادة النسبة إلى 1%. أما العينة التي تحتوي على 2% من الأثل، فقد أظهرت انخفاضًا ملحوظًا قدره 22.53%. تعكس هذه النتائج التأثير السلبي للإثل على مقاومة المونة الأسمنتية، وخاصة عند إضافة نسبة 2%.

يوضحا الشكل (8) نمط الانهيار والتشققات للمكعبات المونة الأسمنتية. تم تحميل العينات بقوة مقدارها 2 كيلو نيوتن لكل ثانية حتى حدوث انهيار العينة. في جميع عينات الاختبار، كانت تشكل الشقوق على جانبي مكعب المونة الأسمنتية وتستمر في الاتساع مع زيادة الحمل الميكانيكي المسلط على العينة، حتى تنهار العينة عند قوى مختلفة. كانت أعلى قوة للعينة المرجعية، بينما تقل تدريجيًا بزيادة نسبةا لأثل.



شكل (7) مقاومة الانضغاط

جدول (1): نسبة الانخفاض في مقاومة الانضغاط (28 يوم)

مسحوق الاثل (%)	0	0.5	1	2
مقاومة الانضغاط (نيون/مم^2)	30.94	29.84	27.41	23.97
الانخفاض (%)	0	3.56	11.41	22.53

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

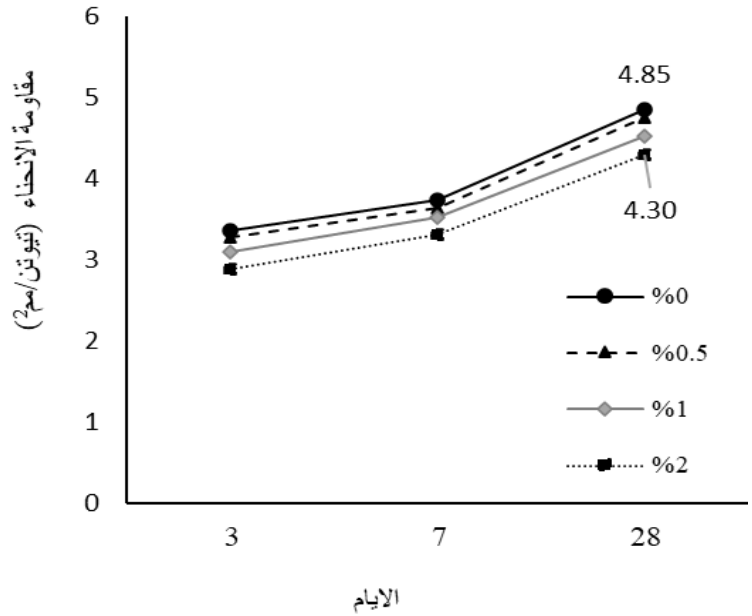
شكل (8) نمط الانهيار

مقاومة الانحناء

الشكل (9) يوضح سلوك مقاومة الانحناء لعتبات صغيرة مقاس 40×40×160 مم المصنوعة من المونة الأسمنتية والحاوية على نسب مختلفة من مسحوق نبات الأثل (0.5%، 1%، 2%)، عند أعمار متعددة (3، 7، 28يومًا)، بالإضافة إلى العتبة المرجعية (0%).

تشير النتائج إلى أن العتبة المرجعية (0%) حققت قيم مقاومة انحناء أعلى مقارنةً بالعتبات التي تحتوي على مسحوق الأثل عند جميع الأعمار المختبرة. كما يظهر الشكل أن مقاومة الانحناء للعتبات المحتوية على نسب مختلفة من الأثل تتبع نمطًا مشابهًا لمنحنى العتبة المرجعية، ولكن القيم كانت أقل بشكل واضح.

مع زيادة نسبة الأثل، لوحظ تناقص ملحوظ في مقاومة الانحناء، حيث كانت أقل قيمة مسجلة عند نسبة 2%. يُعزى هذا الانخفاض إلى أن العتبة التي لا تحتوي على الأثل تستفيد من تفاعلات كيميائية أكثر فعالية خلال عملية التصلب، مما يعزز من قوتها ومتانتها. بالمقابل، تؤدي زيادة نسب الأثل إلى تأثير على مقاومة الانحناء.



شكل (9) مقاومة الانحناء

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

يوضح الجدول 2 أن مقاومة الانحناء لعتبات المونة الأسمنتية عند عمر 28 يومًا تتناقص مع زيادة نسبة مسحوق نبات الأثل. انخفضت المقاومة بنسبة 2.06% عند إضافة 0.5% من الأثل، وبلغ الانخفاض 6.60% مع 1%. أما العتبة التي تحتوي على 2% من الأثل، فقد أظهرت انخفاضًا ملحوظًا قدره 11.34%. تعكس هذه النتائج تأثير الأثل على مقاومة الانحناء، خاصة عند إضافة 2%.

جدول (2): نسبة الانخفاض في مقاومة الانحناء (28 يوم)

مسحوق الاثل (%)	0	0.5	1	2
مقاومة الانحناء (نيون/مم^2)	4.85	4.75	4.53	4.30
الانخفاض (%)	0	2.06	6.60	11.34

الشكل (10) يوضح نمط الانهيار لعتبات المونة الأسمنتية المحتوية على مسحوق نبات الأثل. تم تحميل العينات بقوة مقدارها 1 كيلو نيوتن لكل ثانية، مع زيادة الحمل تدريجيًا حتى حدوث انهيار العتبة. في جميع عينات الاختبار، حدث الانهيار نتيجة انقسام في منتصف العتبة. وسجلت العتبة المرجعية أعلى قوة، بينما تراجعت القيم تدريجيًا مع زيادة نسبة الأثل.

شكل (10) نمط الانهيار

الاستنتاجات

- يسهم استخدام مسحوق نبات الأثل بنسب 0.5% إلى 2% من وزن الأسمنت في تحسين انتشار المونة الأسمنتية، مما يعزز تدفقها وسهولة تطبيقها.
- تزداد نسبة امتصاص الماء مع ارتفاع نسبة الأثل، ويُعزى هذا الارتفاع إلى الطبيعة المسامية لمادة الأثل، التي تُظهر قدرة أعلى على امتصاص الماء مقارنة بالرمل الطبيعي.
- انخفاض في مقاومة الانضغاط مع زيادة نسبة الأثل، وكانت أقل قيمة مسجلة عند 2%. يُرجع ذلك إلى تفاعلات كيميائية أكثر فعالية في المونة الخالية من الأثل مما يعزز من تماسك المواد وقوتها، بينما تؤدي زيادة الأثل إلى ضعف المقاومة.
- العتبة المرجعية اعطت مقاومة انحناء أعلى مقارنة بالعتبات المحتوية على الأثل، مع سلوك مشابه لكن بقيم أقل.

المراجع

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.

الزروق واخرون .(2018) .خواص الخرسانة المحتوية على مسحوق الرخام كاستبدال جزئي من الاسمنت. المؤتمر الوطني السابع لمواد البناء والهندسة الإنشائية، البيضاء، ليبيا.

Abu-Subbiah, A. & Al-Kaib, M., (2023). دراسة استخدام فضلات الزجاج كبديل جزئي للإسمنت في الخلطات الخرسانية في ليبيا. First Libyan international conference on engineering sciences & applications, Tripoli, Libya.

ASTM C230: Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement. .

BS 12: 1996: Specification for Portland cement.

BS 882: 1992: Aggregate from natural sources for concrete.

Mini, M. & Krishna, K. (2016). Study on concrete with partial replacement of cement by rice husk ash. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 149(1).

Muhmed, A., Alhawat, M. & Mohamed, M. (2024), Hydro-mevhanical performance of lime-treated heavy clay incorporating Athel leaves powder, Arabian journal of Geosciences, pages 4-16.

Rao, M. &Anjaneyulu, G. (2017). An experimental analysis of strength characteristics of concrete using partial replacement of cement by granite dust and marble dust. Anveshana's international journal of research in engineering and applied sciences, Vol. 2, No. 5.

Subramani, T. & Karthickrajan, J. (2016, May). Experimental study on absorption ofCO2 by M30 concrete as a partial replacement of cement by 25% of zeolite. International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management, 5 (5).

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0license.