المجلّة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

عدد خاص
بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية
و الهندسية
27-28- سبتمبر 2022

LICASE
المؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية

دراسة مرجعية امكانية احلال بعض المواد كبديل جزئي للإسمنت بالخرسانة في ليبيا

د. ابوالقاسم يحي ابوصبيع
قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة صبراتة، جامعة صبراته

أ. جميلة الهادي الحنيش
قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة الزاوية، جامعة الزاوية

abulgasem.abusbuea@sabu.edu.ly

الملخص

نظراً للعديد من المشاريع الانشائية التي تقام في ليبيا التي تتطلب الحصول على مواد الانشاء. منها الاسمنت الذي يعتبر الاكثر كلفة وتأثيرا على البيئية .ويؤثر البناء بالخرسانة على المناخ بإطلاق المزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويًا أكثر من وسائل النقل الجوي والبري. والسبب هو إنتاج الإسمنت، المكوِن الأكثر شعبيةً في صناعة البناء والتشييد. ويتكون الإسمنت من طحن وحرق الحجر الجيري والطين والجبس الذي يسبب هذه الانبعاثات. حيث نجحت العديد من البلدان للاستفادة من المواد الطبيعة والمخلفات الصناعية والمباني عن طريق اعادة تدويرها وهذه المخلفات تسبب العديد من المشاكل للبيئة المحيطة وتحتاج الى امكانيات كثيرة للتخلص منها واعادة تدويرها وبالتالي اعادة استخدامها يوفر الكثير من الوقت والجهد والتكلفة. الامر الذي ادي الى اهمية دراسة احلال بعض المواد كبديل للإسمنت في ليبيا من البحوث التي تم اجراها لتخفيف على استهلاك الاسمنت والحفاظ على البيئة.

ومن خلال هدا البحث سنعرض بحوث منفذة في ليبيا لإحلال بعض المواد كبديل جزئي للإسمنت ومنها كسر الرخام والمواد البوزولانية ونوي ثمار النخيل وثمار الزيتون والطين والطفلة وخبث الافران وخلط الاسمنت المستورد مع المحلي كبديل جزئي للإسمنت في الخلطات الخرسانية حتى نقلل من استهلاك الاسمنت في الخرسانة وتقلل انبعاثات ثاني اكسيد الكربون في الغلف الجوي نتيجة تصنيع الاسمنت.

ونتيجة هذه البحوث أن امكانية استبدال الجزئي للإسمنت لكل المواد الاحلالية وبالتالي التقليل من الانبعاثات الصادرة من مصانع الاسمنت. حيث تعتبر البوزلانا الصناعية الافضل كبديل جزئي للإسمنت حيث يستخدم احلال نسبة 15% للسليكا وخبث الافران وكذلك استخدام البلاستيك المطحون وكسر الرخام بنسبة احلال 5% كمواد احلالية كبديل جزئي للإسمنت للمواد التي تم دراستها .ومقاومة الضغط للخرسانة عالية بالمقارنة من المرجعية وصلت في السيليكا الى 42%وبالنسبة خبث الافران وصلت الزيادة عن المرجعية الى 27%. وكذلك مصحون البلاستيك كانت نسبة زيادة المقاومة عن المرجعية الى 8.5%. وبالتالي استخدام هذه المواد البديلة للإسمنت بصناعة الطوب والبلاط او بعض الاعمال الخرسانية الأخرى. وتوصي هذه الدراسة بإجراء المزيد من دراسات لاستخدام بعض المواد الأخرى مثل الزجاج واطارات كبديل للإسمنت.

الكلمات الدالة: المشاريع الانشائية، المواد البوزولانية، الاسمنت، سيليكا، البلاستيك المطحون وكسر الرخام.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

Abstract

Due to the many construction projects that are being established in Libya, which require access to construction materials, including cement, which is the most costly and environmentally friendly. Concrete construction affects the climate by releasing more carbon dioxide emissions annually than air and land transportation. The reason is the production of cement, the most popular ingredient in the construction industry. Cement is formed by grinding and burning limestone, clay and gypsum, which causes these emissions. Where many countries have succeeded in benefiting from natural materials, industrial waste and buildings by recycling them, and these wastes cause many problems to the surrounding environment and need many possibilities to get rid of them and recycle them, and thus reusing them saves a lot of time, effort and cost.Which led to the importance of studying the substitution of some materials as an alternative to cement in Libya from the research that was conducted to reduce cement consumption and preserve the environment.

Through this research, we will present research carried out in Libya to replace some materials as a partial substitute for cement, including broken marble, pozzolanic materials, pitting palm fruits, olive fruits, clay, clay, slag from kilns, and mixing imported cement with local as a partial substitute for cement in concrete mixtures in order to reduce cement consumption in concrete and reduce CO2 emissions. Carbon dioxide in the atmosphere as a result of cement manufacturing.

As a result of these researches, the possibility of partial replacement of cement for all substitute materials, thus reducing emissions from cement factories. Where industrial pozzolana is considered the best as a partial substitute for cement, as it uses a 15% substitution of silica and kiln slag, as well as the use of crushed plastic and marble fracture by 5% substitution as the current materials as a partial substitute for cement for the materials that were studied. In addition, the compressive strength of concrete is high compared to the reference and reached in silica to 42% As for the slag of the furnaces, the increase over the reference amounted to 27%. As well as the plastic cleaner, the percentage of strength increased from the reference to 8.5%. Hence, the use of these alternative materials for cement in the manufacture of bricks and tiles or some other concrete works. Moreover, a recommendation from the possibility of studying some other materials such as glass and tires as an alternative to cement.

Key words: construction projects, pozzolanic materials, cement, silica, crushed plastic and marble crushing.

المقدمة

يعتبر الإسمنت من أكثر المواد الخام أهمية للإنشاءات، حيث يستخدم على نطاق واسع في كثير من عمليات البناء والتشييد، وتتعدد أنواعه، حيث يوجد خمس انواع من الاسمنت، وهذه الأنواع المختلفة يتم استخدامها في عدد كبير من الخرسانات، ومن أكثر أنواع الإسمنت استخداما "أسمنت بورتلاند النوع الاول في ليبيا.

ونظرا لأن صناعة الإسمنت في ليبيا والعالم من الصناعات التي ينتج عنها انبعاثات كربونية عالية، كما في الشكل رقم (1) مصنع سوق الخميس والشكل رقم (2) مصنع بنغازي وبالتالي فإن هذا شكل تحديا من أجل إنتاج أنواع جديدة من

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الإسمنت الصديقة للبيئة أو الإسمنت الأخضر على العالم ، حيث يبلغ الإنتاج العالمي من الإسمنت حوالي 2.2 مليار طن سنويا، ويتوقع أن هذه الكمية سوف تتضاعف لتبلغ 4.2 مليار طن [1]عام 2050، وهذا يزيد من نسبة إسهام هذه الصناعة في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون .

ويتم صنع الإسمنت عن طريق خلط الحجر الجيري مع طين الومينوسيليكات، ثم يسخن في فرن ضخم على درجة حرارة تبلغ 1500 درجة مئوية، لتنتج كتلا رمادية تعرف باسم "كلنكر"، والتي هي عبارة عن مجموعة من الأكاسيد (كأكسيد الحديد والسليكون والأمونيوم والألمنيوم والكالسيوم)[1]، وبعد أن يتم تبريد هذا الخليط، يضاف إليه الجبس 5% ويطحن بشكل ناعم لإنتاج "أسمنت بورتلاند"، بأنواعه الخمسة.

ثبت علمياً بأن أنتاج طن من الإسمنت يصاحبه انبعاث 1طن – 2طن من غاز (Co2) ، وأن 99% من هذا الغاز يتكون نتيجة تسخين الحجر الجيري ومادة الكلنكر الإسمنتي وحرق الوقود لتسخين هذه المواد ، وكلما زادت درجة حرارة التسخين للكلنكر الإسمنتي كلما قل إنتاج المصنع وزاد من إنبعاث غاز (Co2) وزادت ظاهرة الانحباس الحراري وزادت الأضرار البيئية للمصنع.

الشكل رقم (1) مصنع سوق الخميس

الشكل رقم (2) مصنع بنغازي

وبالتالي فإن مصانع الإسمنت في العالم مسئولة عن إنتاج 7 % من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وأن مصانع الإسمنت وحدها تنتج 50% من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون لجميع المصانع، وحسب دراسة بيئية عالمية فإن مصانع الإسمنت عالمياً هي ثاني مسبب للإمراض الخطيرة.

هذا ما دعي الحاجة إلى إنتاج مواد بناء صديقة للبيئة حيث ابتكر العلماء طريقة حديثة لإنتاج ما أطلقوا عليه (الإسمنت الأخضر) أي أنه لا يسبب أي أضرار بالبيئة. ومن أنواع الإسمنت الأخضر صديق البيئة.الإسمنت البورتلاندي البوزلاني وبوزلانا طبيعية متجددة ناتجة من رماد البراكين والبوزلانا الصناعية الناتجة من تدوير مخلفات المصانع مثل (FLY ASHرماد الفحم الناتج عن مخلفات حرق الفحم لمحطات إنتاج الكهرباء أو خبث الحديد الناتج عن مخلفات مصانع الحديد

.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

كما أثبتت دراسة لمنظمة ECOSMART الكندية العالمية في خلاصة أبحاثها بأن إضافة 50% من رماد الفحم (البوزلانا الصناعية) إلى إنتاج مصانع الإسمنت سيخفض 15مليون طن من إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون سنوياً الناتج من مصانع الإسمنت بالإضافة إلى توفير مليون ونصف طن من ماء الخلط في الخرسانة البوزلانية ، حيث أن إضافة البوزلانا الطبيعية أو الصناعية (رماد الفحم أو خبث الحديد) يخفض من كمية ماء الخلط ويعطي خرسانة سهلة الدمك ذات ليونة وقابلية تشغيل عالية أثناء الصب ونعومة على سطح الخرسانة بعد الانتهاء من الصب ، مع سهولة ضخ الخرسانة للموقع ، وهذا يوفر كثيراً من الجهد والوقت وتوفير الأيدي العاملة. واجريت العديد من الدراسات منها ثاثير الطين كبديل جزئي للإسمنت على مقاومة الضغط حيث تم استخدام الطين بنسبة 5%, 10%,15% من وزن الاسمنت ونسبة الماء الى الاسمنت55. 0 وجد ان المقاومة بعد الاعمار 3,7,14,28 وكانت عند 5 %زيادة المقاومة بنسبة 27,8, 22,12,13, على العينة المرجعية [2].واجريت كذلك خواص الخرسانة البوليميرية المعززة بألياف الفضلات البلاستيكية حيث تم بإحلال الياف البلاستيك من تقطيع حاوية حفظ المشروب 1.4 و3.24 من الاسمنت وكانت نتائج اختبار مقاومة الضغط بعد 28 يوم بنسبة زيادة 4.1 عن المقاومة المرجعية واظهرت النتائج عدم وجود تأثير واضح على كثافة الخرسانة [3] .

الهدف من البحث

نظراً لاستهلاك انتاج الاسمنت الكثير من الطاقة مما يسبب الكثير من الانبعاثات من ثاني اكسيد الكربون في الغلاف الجوي ولما يسببه من أثر بيئي سلبي على البيئة المحيطة. وتهدف هذه الدراسة لإحلال مواد بديله للإسمنت للتقليل من استخدام الاسمنت وبالتالي استخدام هذه المواد البديلة الموجودة في البيئة المحيطة منها تربة الطفلة والبوزولانا الطبيعية والصناعية وكسر الرخام بقايا النخيل والزيتون .وكذلك نزيد من ثقة المستهلك في استخدام هذا المنتج .

تقييم نتائج البحوث لإحلال المواد المختلفة كبديل جزئي للإسمنت في ليبيا

أ- استبدال كسر الرخام كبديل جزئي *للإسمنت* [4]

تم توريد كسر رخام من مخلفات المصانع الرخام كما في الشكل رقم (3)وتم تجفيف وطحن الرخام وتمرره على المنخل رقم 0.150مموزنه النوعي 2.7و الامتصاص 3.8% وخلط الرخام مع الخلطة الخرسانية كبديل جزئي للإسمنت وكانت النتائج اختبار مقاومة الضغط والشد والهبوط للخرسانة كما في جدول رقم (1)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

شكل رقم (3) كسر الرخام

جدول رقم(1) نتائج اختبارات الخرسانة

نسبة بديل الاسمنت	%0	%5	%10	%20	%40
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	32.	33	31	25	15
الهبوط مم	65	65	60	60	55
مقاومة الشد بعد 28 يوم (MPa)	3.1	3.2	2.6	2	1.5

ب-استبدال الطين (الطفلة)كبديل جزئي للإسمنت[5]

تم توريد تربة الطفلة كما في الشكل رقم (4) وطحنها بواسطة الطاحونة تم خلطها مع مونة الاسمنت كبديل جزئي للإسمنت حيث كانت اختبار النعومة كلها وفق المواصفة (BS EN 196-6:2010)اقل من 10% نسبة المتبقي على المنخل رقم 90 ميكرون كما في جدول رقم (2).

الشكل رقم (4) يبين الطين

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

جدول رقم (2) يبين نتائج مقاومة الخرسانة وزمن الشك الابتدائي والشد

نسبة بديل الاسمنت	%0	%5	%10	%15	%20	%50
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	53.	51	50	43	42	18
زمن الشك الابتدائي (دقيقة	145	100	100	115	120	140
مقاومة الشد بعد 28 يوم (MPa)	8.6	8	7.8	8	7.9	4.2

ج-استبدال البوزولانا كبديل جزئي للإسمنت [6]

تم توريد البوزولانا من موقع هي سبها وتكسيرها وحرقها في الفرن حتي درجة 800درجة مئوية وطحنها وتمررها من منخل 0.15مم وكانت هذه البوزولانا نتائج تحليها مطابقة للمواصفة الامريكية رقم ASTM C618-03 وعمل خلطة خرسانية واستبدال نسب البوزولانا كبديل جزئي للإسمنت كما في الجدول رقم (3) مع اضافة ملدن 2% وكما في الشكل رقم 5

الشكل رقم (5) يبين شكل البوزلانا

جدول رقم(3) يبين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة

نسبة بديل الاسمنت	%0	%10	%15	%20
مقاومة الضغط MPa (بالغمر بالماء	50.5.	47.0	47.6	43.3
مقاومة الضغط MPa (بالخيش	46.74	40.6	39.6	36.7
مقاومة الشد MPa	8.6	7.8	8	7.9

تم توريد البوزولانا **[7]** من موقع هي براك الشاطئ وتكسيرها وحرقها في الفرن حتى درجة 750درجة مئوية وطحنها وتمررها من منخل 0.15مم وكانت هذه البوزولانا نتائج تحليها مطابقة للمواصفة الامريكية رقم ASTM C618-03 وعمل خلطة خرسانية واستبدال نسب البوزولانا كبديل جزئي للإسمنت كما في الجدول رقم (4) مع اضافة ملدن 2%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

جدول رقم (4) يبين نتائج اختبارات مقاومة الضغط والهبوط للخرسانة

نسبة بديل الاسمنت	%0	%3	%7
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	32.83.	37.27	33.51
الهبوط مم	63	65	60
الامتصاص %	1.39	1.37	0.85

وتم توريد البوزولانا الطبيعية من خمسة مواقع من الجنوب الليبي [[8 من موقع هي براك الشاطئ وتكسيرها وكانت نتائج الخلطات الخرسانية كما في الجدول رقم (5) التي تم استخدامها كما يأتي

جدول رقم (5) يبين اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة

نسبة الاحلال بدل الاسمنت	المرجعية	سبها	تمنهت	العافيه	اقار	تاروث
		مقاومة الضغط للخرسانة (MPa)				
%10	39.37 MPa	45.2.	45.16	39.74	44.01	46.70
%15		39.58	39.2	42.41	42.15	43.20
%20		43.81	41.39	39.09	31.42	

د-**استبدال رماد نوى ثمار النخيل كبديل جزئي للإسمنت[9]**

تم توريد وتجميع رماد مخلفات ثمار اشجار النخيل (النوى)وحرقها عند درجات مختلفة 300-400-500-600-درجة مئوية والتبريد والطحن وتم عمل خلط المونة الاسمنتية بالعينة التي تم حرقها 600درجة مئوية وعمل الاختبارات عليها كما في الجدول رقم (6)

جدول رقم (6) يبين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة

نسبة بديل الاسمنت	%0	%5	%10	%20
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	38.	35	25	14
الهبوط مم	195	160	115	80
مقاومة الشد بعد 28 يوم (MPa)	3.1	3.2	2.6	2

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

ذ-**استبدال اسمنت مورد من الخارج كبديل جزئي للإسمنت الليبي[10]**

تم توريد انواع استبدال الاسمنت الليبي بنسبة 50% بالإسمنت المصري والروماني وتم اجراء الاختبارات على هذا الاسمنت مع الاسمنت الليبي وخلط المونة الاسمنتية وكانت النتائج كما بالجدول رقم (7)

جدول رقم(7) يبين نتائج اختبار الضغط للخرسانة

نسبة بديل الاسمنت	0% اسمنت ليبي فقط	%50
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (ليبي +مصري)MPa	47	40
الفاقد الحراري	1.1	2.3
زمن الشك الابتدائي	260	260
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (ليبي +رومانيا)MPa	47	41
الفاقد الحراري	1.1	2.4
زمن الشك الابتدائي	260	260

ع- **استبدال اسمنت بغبار السليكا وخبث الافران [11]**

تم توريد السليكا فيوم من شركة سليكا واحضار خبث الافران من مصنع الحديد والصلب مصراته وتكسيرها وطحنها وتمرها على منخل رقم 150 ميكرون وتم خلط الخرسانة بالسليكا كبديل جزئي للإسمنت وكانت النتائج كما في الجدول رقم (8) وخبث الافران كبديل كما في الجدول رقم (9)

جدول رقم(8) يبين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة

نسبة السيلكا	%0	%5	%10	%15
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	50.	66.6	70	71.1
مقاومة الضغط درجة حرارة C200	48.7	68	73	74
مقاومة الضغط درجة حرارة C600	9	28	32	30

جدول رقم(9) يبين نتائج اختبار الضغط للخرسانة

نسبة خبث الافران	%0	%5	%10	%15
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	50.	58.9	62	63.5
مقاومة الضغط درجة حرارة C200	48.6	61.4	65.1	65.2
مقاومة الضغط درجة حرارة C600	9	20.1	20.9	20

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

و. استبدال اسمنت مصحون البلاستيك [13]

تم استخدام النفايات الناتجة من استهلاك عبوات المياه البلاستيكية والاستفادة منها في استبدال نسبة من الاسمنت. أي استبدل البلاستيك المطحون على شكل بودر كما في الشكل رقم (6)الى ما يصل نسبته من 5% الى 15% من نسبة الاسمنت ومقارنة النتائج بالخلطة المرجعية كما في الجدول رقم 9 بدون اضافات، حيث تم تقييم هذه البدائل على خصائص خليط الخرسانة العادية بإجراء عدد من الاختبارات المعملية والتي تشمل قابلية التشغيل، نسبة الامتصاص، قوة الضغط، قوة الشد غير المباشر (الانشطار) وتأثير درجة الحرارة للوصول لنتائج مدى الاستفادة من هذا النوع من النفايات وامكانية إعادة استخدامها بنجاح كبديل جزئي للإسمنت في الخلطات الخرسانية.

الشكل رقم (6) يبين مطحون البلاستيك

جدول رقم (9) يبين مقاومة الضغط للخرسانة

نسبة بديل الاسمنت	%0	%5	%10	%15
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	42.5	46.1	38,1	28.27
الهبوطmm	20	18	17	16
زمن الشك الابتدائي (دقيقة	90	70	65	55
مقاومة الشد بعد 28يوم (MPa)	3.013	3.56	2.8	2.108

ع. استبدال جزئي للإسمنت بالألياف البلاستيكية [14]

في هذه الدراسة تم إنتاج خرسانة ليفية صديقة للبيئة لها القدرة علي مقاومة الشد و الشروخ و التشققات الناتجة عنه، وذلك استبدال الياف من مخلفات البلاستك كبديل جزئي للإسمنت مع اضافة ملدن للخرسانة كما في الشكل رقم (7)وكانت النتائج اختبارات كما بالجدول رقم (10).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الشكل رقم (7) يبين الالياف البلاستيكية

جدول رقم (10) يبين نتائج مقاومة الخرسانة للضغط

نسبة بديل الاسمنت	%0	%0.5	%1	%1.5
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (MPa)	39	43.09	41.54	37.64
مقاومة الشد بعد 28 يوم (MPa)	2	2.74	2.84	2.68

مناقشة النتائج

من النتائج للبحوث التي تم اجراءها في ليبيا والاختبارات التي اجراها لمعرفة تأثير الاستبدال الجزئي للإسمنت من جميع المواد الاحلالية تبين ان معدل النعومة للمواد الاحلالية له أثر على مقاومة الضغط للخرسانة كما في الجدول رقم(11) حيث ان نعومة المادة تزيد من مقاومة الضغط للخرسانة وكذلك ان استخدام المواد البوزلانية يحتاج الى ضرورة معالجتها حرارياً وطحنها الى درجة نعومة كافية من اجل ادخالها في انتاج الخرسانة وبالتالي تخفيض التكلفة وزيادة المتانة.

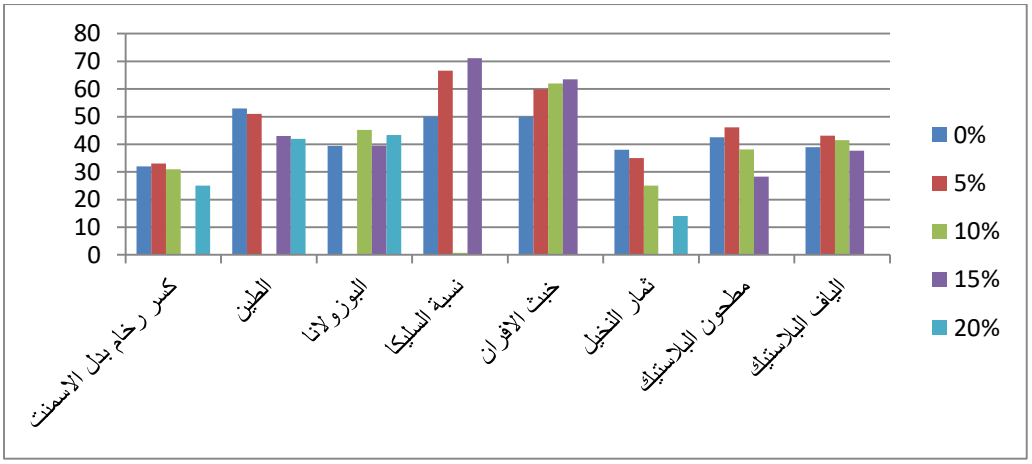
جدول رقم (11) يبين نتائج مقاومة الضغط لكل المواد الاحلالية

بديل الاسمنت	0%	5%	10%	15%	20%
كسر رخام	32	33	31	0	25
الطين	53	51		43	42
البوزولانا	39.37	0	45.2	39.58	43.81
نسبة السليكا	50	66.6	70	71.1	
خبث الافران	50	59.9	62	63.5	
ثمار النخيل	38	35	25		14

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

مطحون البلاستيك	42.5	46.1	38.1	28.27	
الياف البلاستيك	39	43.09	41.54	37.64	

وتعتبر الخرسانة التي تم استبدالها كبديل جزئي للإسمنت ممتازة فمثلا السيليكا كانت نسبة زيادة المقاومة عن المرجعية وصلت 42%عند احلال نسبة 15%سليكا. وعند احلال نسبة 15%من خبث الافران وصلت زيادة المقاومة عن المرجعية الى 27%. وبالتالي تعتبر ممتازة للعمل كبديل جزئي للإسمنت. وعند احلال مطحون البلاستيك بنسبة 5%وصلت زيادة المقاومة عن المرجعية الى 8.5% وكذلك عند احلال كسر الرخام بنسبة 5%وصلت المقاومة عن المرجعية الى 3.12%. ومن النتائج مقاومة الضغط للخرسانة لجميع المواد البديلة للإسمنت وفق الشكل(8) البياني يوضح المقاومة قريبة للمرجعية. وتعتبر عملية احلال مواد بديلة للإسمنت بعملية تدوير لهذه المخلفات وبالتالي التقليل من الاضرار البيئية في الطبيعة.



الشكل رقم(8) يبين نتائج مقاومة الضغط لكل بديل للإسمنت

الخلاصة

من النتائج هذه البحوث التي تم اجراها في ليبيا عن احلال جزئي للمواد البديلة للإسمنت كانت كالتالي:

- امكانية استبدال الجزئي للإسمنت لكل المواد الاحلالية وبالتالي يخفف من التلوث البيئي للمصانع الاسمنت.
- كانت مقاومة الخرسانة لإحلال البوزولانا الصناعية حيث كانت عند احلال غبار السليكا بدل الاسمنت بنسبة15%وصلت المقاومة الى 71MPaاي بنسبة زيادة عن مقاومة الخرسانة المرجعية 40%

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

●كانت مقاومة الخرسانة لإحلال البوزولانا الصناعية حيث كانت عند احلال خبث الافران بدل الاسمنت بنسبة15%وصلت المقاومة الى 63.5MPaاي بنسبة زيادة 34%عن مقاومة الخرسانة المرجعية

●تعتبر المواد البوز ولأنية الطبيعية والصناعية افضل مواد الاحلالية للإسمنت في الخلطة الخرسانية حيث كانت مقاومة الخرسانة لإحلال البوز ولانا الطبيعية وصلت الزيادة الى 1% بنسبة احلال 7% بدل الاسمنت بينما نقصت 5.7% عندما كانت نسبة الاحلال بدل الاسمنت 15%عن المقاومة المرجعية .

● . وكذلك مطابقة التركيب الكيميائي للمواصفة الامريكية ASTM C618–03 .ونسبة احلاله بدل الاسمنت تصل الى 20%. ويحتاج الى فترة معالجة اطول لان البوزولانه متأخرة التميؤ . حيث المقاومة الاعلي عند غمرها بالماء اما درجة حرارة الحرق لها تأثير على قدرة الخرسانة التشغيلية .

●امكانية استخدام هذه الخرسانة المنتجة من تدوير بعض المواد كبديل جزئي عن الاسمنت في الخرسانة في ارصفة الشوارع او ميول الاسطح للمباني حيث كانت نتائج المواصفات للإسمنت المخلوط مع المواد البديلة وفق الحدود المطلوبة وبالتالي هذا مؤشر لإمكانية استخدامها في الخلطات الخرسانية

من الناحية الاقتصادية والبيئية يعتبر احلال هذه المواد بدل الاسمنت ذات فائدة في التقليل من استخدام الاسمنت بالخرسانة والتقليل من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون في الغلف الجوي ولو بشكل قليل وبالتالي له فائدة على البشرية .

التوصيات

- ❖ للتقليل من انبعاث ثاني اكسيد الكربون في الغلاف الجوي
- ❖ العمل على استخدام المواد البوزلانيه الصناعية منها خبث الافران وغبار السليكا في صناعة الخرسانة كبديل جزئي للإسمنت.
- ❖ زيادة عمل الدراسة على اجراء اختبار زمني الشك الابتدائي والنهائي وثبات الحجم والنعومة عند استبدال الاسمنت بالمواد المختلفة للتأكيد على مطابقة اختبارات الاسمنت البديل داخل حدود المواصفات.
- ❖ –العمل على استخدام المواد البديلة وخاصتاً في صناعة مواد البناء منها الطوب الاسمنتي.
- ❖ –الاتجاه الى المباني المشتركة او الفولاذية حيث انها مستخدمة في كثير من الدول

المراجع

[1] م. امجد القاسم، "نحو انتاج اسمنت صديق للبيئة " ,ا الجزيرة,2014,قطر

[2] محمد احمد، د.حسان سعد ,د.سليمان اسماعيل "تأثير الطين المحروق على مقاومة ومتانة الخرسانة "رسالة ماجستتير في الهندسة المدنية ,جامعة صنعاء ,اليمن ,2009

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[3] د.عبدالقادر اسماعيل ,د.شيلان محمود ."بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة البوليمرية المعززة بألياف الفضلات البلاستيكية "المجلة العراقية للمواد الهندسية ,جامعة الانبار ,العراق

[4] د. اشرف حامد، عمر رمضان ,سحر جمال ,نسيبه ابوبكر "خواص الخرسانة المحتوية على مسحوق الرخام كاستبدال جزئي من الاسمنت " ,المؤتمر الوطني السابع للهندسة الانشائية ,البيضاء , ليبيا ,2018

[5] حمزة بن عمران ، عبدالقادر الكوافي ,عبدالله خليل "امكانية استخدام الطين (الطفلة)كبديل جزئي للإسمنت ,المؤتمر الوطني السابع للهندسة الانشائية, البيضاء ,ليبيا ,2018

[6] محمد بشير، عبدالسلام عكاشة "تأثير نوع وفترة المعالجة على مقاومة الخرسانة البوزولانية ",المؤتمر الوطني السابع للهندسة الانشائية, البيضاء ,ليبيا ,2018

[7] صابر التهامي، سفيان، المعتصم بالله، براهيم محمد، " تأثير احلال الميتاكولين كبديل جزئي للإسمنت على بعض خواص الخرسانة " المؤتمر الثاني للعلوم الهندسية والتقنية " صبراته ,ليبيا ,2019

[8] حمزة مسعود، عبدالسلام عكاشة "تأتير نوع وفترة المعالجة على مقاومة الخرسانة البوزولانية " المؤتمر الوطني السابع للهندسة الانشائية, جامعة عمر المختار ,البيضاء ,ليبيا ,2018

[9] د. مختار معمر، ايمن فتح الله "تاثير رماد نوي ثمار النخيل على خواص الميكانيكية للمونة الاسمنتية ,ليبيا ,غريان " المؤتمر الوطني السادس للهندسة الانشائية, غريان, ليبيا ,2016

[10] د نور الدين، مختار معمر "دراسة مقارنة تأثير مصادر الاسمنت على خصائصه الهندسية " ليبيا ,غريان, المؤتمر الوطني السادس للهندسة الانشائية ,غريان ,ليبيا ,2016

[11] د. نوري الباشا، "تأثير درجات الحرارة على مقاومة الضغط للخرسانة البوزولانية " المؤتمر السابع لمواد البناء والهندسة الانشائية، البيضاء، ليبيا ,2018

[12] د. مختار معمر، نور الدين، يوسف محمود, يونس عمران "تأثير درجة الحرارة على مخلفات ثمار الزيتون على نواتج اماهة العجينة الاسمنتية , " المؤتمر الوطني السابع للهندسة الانشائية,البيضاء , ليبيا ,2018

[13] عماد مسعود، عيسي لشهب ,امحمد ابودينة , "دراسة تأثير عبوات المياه البلاستيكية المعاد تدويرها على خواص الخرسانة " ,كلية الهندسة جادو ,جامعة نالوت ,2018

[14] سعاد تليش، ميار موسي "دراسة تأثير اضافة الياف المخلفات البلاستيكية " المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية ,الزاوية , ليبيا ,2019.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية