International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

دراسة تأثير الحرارة على خواص خلطة الخرسانات التي تحتوي على مخلفات البلاستيك والرخام الطبيعي

عيسى سليمان لشهب

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة نالوت، ليبيا

lashhabeisa@gmail.com

الملخص:

إن المستويات الحالية من استخدام قناني المياه البلاستيكية (PET)وعمليات التخلص منها يسبب العديد من المشاكل البيئية وغالبا ما يتم استخدامها لمرة واحدة وهذا يشير إلى أن الاستخدام الحالي لقناني المياه غير مستدام. ثم أن الطلب المتزايد على الرخام وما ينتج عنه من مخلفات صلبة وسائلة خلال تجهيزه للاستخدام النهائي الذي يتم التخلص منها برميها بجانب الطرق أو في الأراضي الزراعية ومجاري مياه الأمطار والصرف الصحي. لذا تعد إعادة التدوير للاستفادة من هذه المخلفات أحد أهم الأنشطة المتاحة حالياً للتقليل من هذا الآثار.

تهدف هذه الدراسة إلى إنتاج خرسانة صديقة للبيئة كحل للتخلص من النفايات بإضافة مسحوق قناني المياه كنسبة من وزن الأسمنت وإضافة مخلفات مصانع الرخام باستبدالها بجزء من الركام الناعم ودراسة تأثيرها على خواص الخرسانة.

أظهرت النتائج أن إضافة البلاستيك والرخام له أثر إيجابي في زيادة مقاومة الضغط حيث بلغت الزيادة بعمر 28 يوم 9.55% و7.95% على التوالي مقارنة بالخلطة المرجعية، وعند تعريض العينات للحرارة لوحظ زيادة في قوة الانضغاط بنسبة 6.27% للخرسانة المحتوية على البلاستيك مقارنة بالخلطة المرجعية.

الكلمات الدالة: خرسانة، قناني المياه البلاستيكية، رخام طبيعي، مخلفات، Polyethylene terephthalate (PET).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

A study of the effect of heat on the properties of a concrete mixture containing plastic waste and natural marble

Eisa Suliman Lashhab

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Nalut University, Libya
lashhabeisa@gmail.com

Abstract:

The current using levels of plastic water bottles and their disposal processes causes many environmental problems and they are often used once and this indicates that the current use of water bottles is not sustainable.Also, the increasing demand for marble and the solid and liquid waste that results from it during its preparation for final use, which is disposed of by throwing it beside roads or in agricultural lands and rainwater and sewage sewers. Therefore, recycling to benefit from these wastes is one of the most important activities currently available to reduce these effects.

This study aims to produce environmentally friendly concrete as a solution to get rid of waste by adding powdered plastic water bottles (PET) to concrete as a percentage of the weight of cement, and adding marble factories waste in the form of powder to concrete by replacing it with a part of fine aggregate and studying its effect on the properties of concrete.

The results showed that the addition of plastic and marble to the concrete had a positive effect in increasing the concrete's resistance to compression, as the amount of increase at the age of 28 days was (9.55%) and (7.95%), respectively, compared to the reference mixture, the samples were exposed to heat an increase in compressive strength was observed by 6.27% for concrete containing plastic compared to the reference mixture.

Key words: Concrete, Plastic water bottles, Polyethylene terephthalate (PET), Natural Marble, Waste.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

1. المقدمة:

بالرغم من التوسع المتزايد في مجال مواد البناء ودخول العديد من المواد الجديدة فإنه تضل الخرسانة الأكثر استخدامًا سواء محليً أأو عالميًا، عليه تتزايد أهمية إجراء البحوث العلمية للوصول إلى خرسانة صديقة للبيئة، وتوصف على أنها خرسانة لا يؤدي إنتاجها إلى تدمير البيئة، وتتميز بأداء عالٍ، ويدخل في إنتاجها في الأقل مادة نفايات واحدة(Ofuyatan et al., 2019). ثم أن إعادة استخدام النفايات الصلبة تعد عملية مهمة حيث أنها تساهم في عدم نفاذ المصادر الطبيعية وتأمين المواد الأولية عن طريق استخدام النفايات بديلًا عن المواد الخام. كما لها دور مهم من الناحية البيئية وذلك بالحد من تراكمها في البيئة مما قد يؤدي إلى تلوث الماء والتربة بالإضافة إلى تلوث الهواء الجوي بالغازات نتيجة للتخلص منها بواسطة عملية الحرق. تتزايد كمية استهلاك البلاستيك (Polyethylene terephthalate (PET السنوية ويرجع هذا النمو الكبير والمتزايد إلى بعض العوامل من أهمها الكثافة المنخفضة، سهولة التصميم والاستعمال، المقاومة، طول العمر بالإضافة إلى قلة تكلفة الإنتاج (علي خيربيك وعلي طوالو، 2013). تنتج مصانع قطع الرخام كميات هائلة من مخلفات الرخام الطبيعي والمياه الملوثة بغبار الرخام الذي يتم التخلص منها برميها على الطرق والأراضي الزراعية مخلفتًا العديد من المشاكل البيئية والاقتصادية والاجتماعية من جرّاءِ المخلفات الصلبة والسائلة الناتجة عن اختلاط غبار الرخام بالماء في أثناء عمليات القص والتهذيب الذي يتم صرفها إما إلى شبكات الصرف الصحي أو إلى الأرضي الزراعية (أرحيم احسين ومحمد عثمان، 2021).

ونظرًا لأهمية الموضوع وأثره الواضح على البيئة والصحة العامة قام العديد من الباحثين بدراسة إمكانية إضافة مخلفات مصانع الرخام والنفايات البلاستيكية (PET) إلى الخرسانة ودراسة نتائجها على خواص الخرسانة، فقد استخدم أرحيم ومحمد (2021) مخلفات الرخام المطحون كبديل عن جزء من الاسمنت بالنسب 5، 10 و 20% فأظهرت النتائج انعدام وجود فروق كبيرة في مقاومة الانضغاط بين الخلطة المرجعية والخلطات المضافة الأولى والثانية حيث بلغت قوة الانضغاط للخلطة المرجعية 49.2 ميجا باسكال

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

وسجلت الخلطات 5% و 10% قراءة 45.8 و 42.3 ميجا باسكال على التوالي. كما درس سعاد وميار (2019) تأثير إضافة ألياف المخلفات البلاستيكية على خواص الخرسانة ذاتية الدمك وكانت النسب المستخدمة 0.5، 1.0 و1.5% من وزن الأسمنت، أوضحت نتائج الاختبارات أن إضافة الألياف إلى الخرسانة لها تأثير ايجابي في زيادة مقاومة الانضغاط والشد، حيث كان مقدار الزيادة 10.49% و42 % عند نسبة ألياف 0.5، 1.0% على التوالي بالمقارنة مع الخلطة المرجعية. أما Frigione (2010) قدم دراسة في إضافة العبوات البلاستيكية الغير مغسولة (PET) بنسبة 5% كجزء بديل عن الركام الناعم للخرسانة، وأجري اختبار مقاومة الضغط بعمر 28 يوم و365 يوم، لوحظ أن مقاومة الضغط بعد 28 يوم في الخلطة التي تحوي (PET) قد قلت بشكل طفيف عن المرجعية وكانت الاختلافات في مقاومة الضغط الذي سجلت بعد 28 يومًا متشابهة مع تلك الذي تم قياسها بعد 365 يوم وجميعها كانت تقل عن المرجعية بنسبة 0.4% إلى 1.9%. وقام Umasabor and Daniel (2020) باستخدام (PET) المسحوق لإنتاج خرسانة وذلك بإضافة نسب 5%، 10% و15% من وزن الركام الناعم وتم تحضير أربع أنواع من العينات وتم اختبار مقاومة الانضغاط بعد مدة 3 أيام و7 أيام و14 يومًا و 28 يومًا على التوالي، أظهرت النتائج أن العينة الخرسانية المحتوية على (PET) بنسبة 5% كانت مقاومة الضغط لها أعلى من العينات الأخرى وفيهم الخلطة المرجعية. وفي دراسة لـ Soliman (2013) أضافت مسحوق الرخام إلى الخرسانة بنسب 2.5%، 5%، 7.5%، 10%، 12.5%، 15%، 17.5% و20% كجزء بديل عن الأسمنت وتم اختبار مقاومة الانضغاط لمكعبات الخرسانة بأبعاد 100 مم بأعمار 7، 28، 56، و90 يوم، أظهرت النتائج زيادة مقاومة الخرسانة للانضغاط بنسبة 25% و8% للخلطات التي تحتوي على نسب إحلال 5% و7.5% على التوالي مقارنة بالخلطة المرجعية. وفي نفس الدراسة تم إعداد عينات لبلاطات خرسانية بأبعاد (5X40X115 مم) وحديد تسليح Ø85 في الاتجاه القصير و6Ø11 في الاتجاه الطويل وبنسب 0%، 2.5%، 5% و7.5% من وزن الأسمنت وتم اختبار قوة التحميل وكانت النتائج 233،

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

246، 256 و244 نيوتن على التوالي أي أنه حدثت زيادة في قوة التحميل بنسبة حوالي 10% للعينة التي تحتوي على 5% مسحوق رخام مقارنة بالخلطة المرجعية.

إن الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو الحد من التلوث البيئي والمحافظة على المصادر الطبيعية وذلك بالاستفادة من مخلفات مصانع الرخام الطبيعي المطحون كبديل عن جزء من الركام الناعم بنسبة 5% بالإضافة إلى استخدام قناني المياه (PET) على شكل باودر بنسبة 5% من وزن الأسمنت، ومن خلال الدراسات السابقة لوحظ عدم دراسة تأثير الحرارة على الخرسانة الناتجة وهذا ما تم دراسته وذلك باختبار مقاومة الضغط قبل وبعد التعريض لحرارة 100 درجة مئوية للخرسانة الناتجة ومقارنتها بالمرجعية.

2. المواد وطرق البحث:

لتحضير الخلطات للمجموعات الثلاثة استخدمت مواد محلية وفيما يلي يتم التعرف على خواص هذه المواد:

2.1 الاسمنت: استُخدم الاسمنت البورتلاندي العادي نوع 42.5N من مصنع الخمس والمطابق للمواصفات القياسية الليبية رقم 340\97، 1997. معبأ بأكياس مقفلة من ورق سميك للمحافظة على خواصه وحمايته من الرطوبة.

2.2 الركام الناعم: استُخدم في هذه الدراسة ركام ناعم (رمل طبيعي) تم جلبه من منطقة جادو– جناون وهو مطابق لمواصفات (المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية، 2002).

2.3 الركام الخشن: تم جلب الركام الخشن المستخدم في هذا البحث من منطقة (محاجر قصر الحاج) وهو مطابق لمواصفات (المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية، 2002).

2.4 الماء: تم استخدام مياه صالحة للشرب.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

2.5 الإضافات: تتركز هده الدراسة بشكل أساسي على إنتاج مجموعتين من الخلطات تحتوي كل مجموعة على نوع معين من الإضافات وهما عبوات المياه البلاستيكية (PET) ومخلفات مصانع قطع الرخام الطبيعي:

- عبوات المياه البلاستيكية ((Polyethylene terephthalate (PET) بعد طحنها على شكل باودر، هي شكل من أشكال البوليستر (تمامًا مثل نسيج الملابس). يتم تشكيلها في زجاجات وحاويات بلاستيكية لتغليف الأطعمة والمشروبات ومنتجات العناية الشخصية والعديد من المنتجات الاستهلاكية الأخرى (PET Resin Associatio 2015) وشكل (1) يوضح العبوة قبل قولبتها إلى أشكال مختلفة.

شكل(1) يوضح العبوة قبل قولبتها

- استخدم في هده الدراسة الرخام الطبيعي الذي تم جلبه من إحدى مصانع قص الرخام بمنطقة جادو وهي مخلفات صلبة (كسر بأحجام مختلفة) حيث تم طحنه لاحقا للوصول إلى مطابقة مواصفات التحليل المنخلي للركام الناعم المستخدم في الخلطات.

2.6 تصميم الخلطات:

اعتمدت الدراسة المعملية في معامل كلية الهندسة جامعة نالوت بإجراء اختبارات المواد الأولية ثم إجراء خلطات تجريبية للوصول إلى خلطة ذات خواص جيدة سواء في الحالة اللدنة أو الصلدة. قسمت الخلطات الخرسانية إلى ثلاثة مجموعات الخلطة الأولى المرجعية (A) بدون أي إضافات والخلطة الثانية (B) بإضافة مخلفات معامل الرخام المطحون بنسبة 5% كبديل عن جزء من الركام الناعم والخلطة الثالثة (C) بإضافة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 2023/6م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

المخلفات البلاستيكية المطحونة (PET) بنسبة 5% من وزن الاسمنت، وقد تم تثبيت كمية الاسمنت لجميع الخلطات بمقدار 380 كجم للمتر المكعب وكانت نسبة الماء إلى الاسمنت ثابت لجميع الخلطات بمقدار 45% ونسبة الركام الناعم إلى الركام الخشن 66.67% والوزن النوعي للأسمنت والركام الناعم والخشن (3.15، 2.65، 2.65) على التوالي ولتحديد الخلطة للمتر المكعب من الخرسانة استخدمت طريقة الحجم المطلق كما بالمعادلة رقم (1):

$$V_c + V_s + V_g + V_w = 1000\ L \dots\dots\dots\dots (1)$$

وبسطت المعادلة السابقة إلى معادلة وزن لحساب مكونات الخلطة بالكيلوجرام بالمعادلة (2) والجدول رقم (1) يوضح كميات المواد المستخدم في إنتاج الخلطات الخرسانية بوحدة الوزن لعدد 36 مكعب.

$$Absolute\ Volume = \frac{C}{G_c} + \frac{S}{G_s} + \frac{G}{G_g} + \frac{W}{1.0} = 1000\ L \dots\dots\dots\dots (2)$$

$$= \frac{380}{3.15} + \frac{S}{2.65} + \frac{1.5S}{2.65} + \frac{171}{1.0} = 1000$$

$$S=750.867\ Kg/m^3,\ G=1126.301\ Kg/m^3$$

$$C=380\ Kg/m^3,\ W=171\ Kg/m^3$$

جدول (1) يوضح الأوزان المطلوبة لمكونات الخلطات

الخلطة	w/c	الركام الخشن Kg	الركام الناعم Kg	الإضافات		الاسمنت Kg
				النسبة %	الكمية Kg	
A	0.45	136.845	91.23	0	0	46.17
B	0.45	136.845	86.668	5 رخام	4.562	46.17
C	0.45	136.845	91.23	5 بلاستيك	2.309	46.17

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

2.7 إعداد العينات:

لإعداد الخلطات المختلفة تم خلط جميع المكونات الجافة معاً بطريقة يدوية ثم أُضيف الماء إلى باقي المكونات وأُعيد خلطها ميكانيكياً لعدة دقائق. تم إعداد 36 عينة في قوالب من الحديد وبمقاسات 150X150X150 مم. تم اختبار مقاومة الخرسانة للضغط بعد 7 أيام وعند عمر 28 يوم قبل وبعد تعريض العينات إلى الحرارة في فرن كهربائي لدرجة 100 درجة مئوية.

2.8 الاختبارات:

اجري اختبار الهبوط لقياس القابلية التشغيلية للخرسانة طبقا للموصفات الأمريكية (ASTM C143-78) وهي الخاصية التي تحدد الجهد اللازم لتشغيل كمية من الخرسانة الطرية، كما تم إجراء اختبار حساب زمن الشك باستخدام جهاز فيكات طبقا للمواصفات الليبية (رقم 340 لسنة 1997) حيث الغرض من الاختبار معرفة لدونة وزمن تصلد الإسمنت، ويحدد في المواصفات الليبية ألا يقل زمن التصلب الابتدائي عن 45 دقيقة وألا يزيد زمن التصلب النهائي عن 10ساعات. وبما أن اختبار مقاومة الضغط يعد من الاختبارات المهمة لخواص الخرسانة المتصلدة حيث يعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها، وأن مقاومة الضغط تعتبر المقاومة الرئيسية للخرسانة، حيث معظم الخواص مثل الشد والانحناء والقص تزيد بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح، ولهذا اجري الاختبار للعينات عند عمر 7 أيام وعمر 28 يوم بغرض التحكم في جودة الخرسانة كما موضح بالشكل (2) وقد تم العمل وفقا للمواصفة BS 1881.

شكل (2) يوضح اختبار مقاومة الضغط للمكعبات

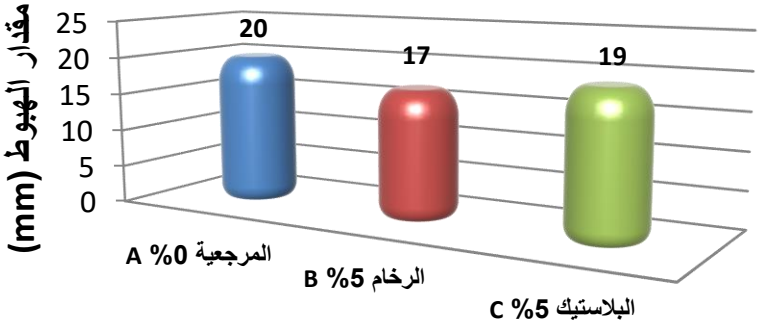
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

وأخيراً تم إجراء اختبار تأثير درجة الحرارة عند عمر 28 يوم لمعرفة قوة تحمل مقاومة الخرسانة للضغط بعد تعرضها لدرجة حرارة 100 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة.

3. النتائج والمناقشة:

3.1اختبار الهبوط: تم قياس مقدار الهبوط للخلطة المرجعية (A) وكان 20 مم وهي أعلى قيمة وتليها الخلطة (C) والتي تحوي على البلاستيك بمقدار 19 مم بينما كانت الخلطة (B) الأقل قيمة بمقدار 17 مم،من خلال النتائج نلاحظ حدوث هبوط بمقدار لا يتجاوز (2 سم) لجميع الخلطات مما يعطي انطباع عام أن قوام الخلطات جاف أو صلب لجميع المجموعات كما أن الإضافات لم تساهم في زيادة تشغيلية الخرسانة والشكل (3) يبين نتائج الاختبار.



شكل(3) تأثير الإضافات على مقدار الهبوط

3.2اختبار زمن الشك: نلاحظ من خلال البيانات أن زمن الشك الابتدائي والنهائي لمجموعة الرخام تكاد تكون متساوية مع المرجعية بينما زمن الشك الابتدائي والنهائي قل بشكل طفيف بإضافة البلاستيك كما موضحة في الجدول (2).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

جدول (2) نتائج اختبار زمن الشك الابتدائي والنهائي

الخلطة	النسبة	زمن الشك الابتدائي (دقيقة)	زمن الشك النهائي (ساعة)
A	%0	92	3:55
B	%5 رخام	91	3:50
C	%5 بلاستيك	75	3:25

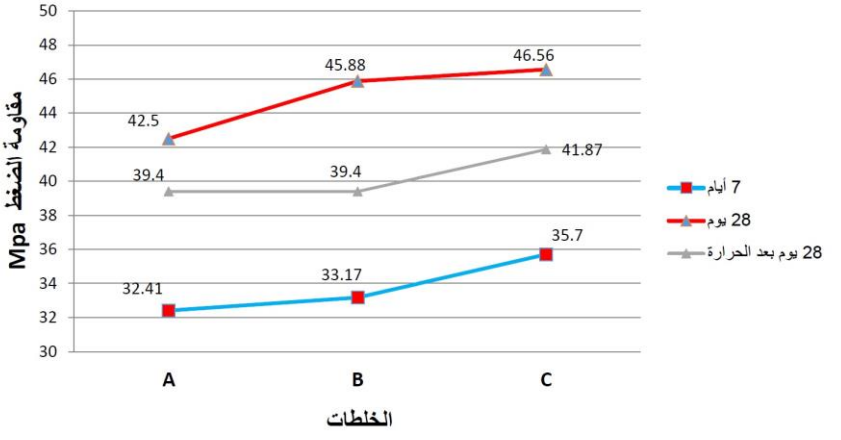
3.3اختبار مقاومة الضغط: أعطت نسبة 5% بلاستيك أعلى مقاومة بمقدار 35.70 ميجا باسكال بعد 7 أيام و46.56ميجا باسكال بعد 28 يوم وتليها نسبة الإحلال 5% رخام بمقدار 33.17 ميجا باسكال بعد 7 أيام و 45.88 ميجا باسكال بعد 28 يوم مقارنة بالخلطة المرجعية. كما تم اختبار مدى تأثير درجة الحرارة على الخرسانة الناتجة وأظهرت النتائج أن إضافة الرخام لم تحدث أي تغيير في تحمل الخرسانة للحريق مقارنة بالخلطة المرجعية بينما زادة مقاومة الخرسانة التي تحوي البلاستيك من مقاومة الخرسانة للحريق وسجلت قوة انضغاط بمقدار 41.87 ميجا باسكال عند عمر 28 يوم بينما المرجعية كانت 39.4 ميجا باسكال والجدول (3) والشكل(4) أدناه يوضحان نتائج مقاومة الضغط للخرسانة خلال 7–28 يوم وبعد التعرض للحرارة عند عمر 28 يوم.

جدول (3) مقاوم الضغط للخرسانة بعد 7–28 يوم وبعد التعرض للحرارة بعد 28 يوم

الخلطة	النسبة	مقاوم الضغط (ميجا باسكال)		
		7 أيام	28 يوم	28 يوم +
A	%0	32.41	42.5	39.4
B	%5	33.17	45.88	39.4
C	%5	35.7	46.56	41.87

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 2023/6م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م



شكل(4) مقاوم الضغط للخرسانة بعد 7–28 يوم وبعد التعرض للحرارة بعد 28 يوم

4. الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم عرضها ومناقشتها أعلاه تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

- لا يمكن زيادة قابلية التشغيل للخرسانة باستخدام الإضافات المستخدمة، حيث أنها لا تؤدي إلى تغير قوام الخلطة الخرسانية.
- لا يمكن التحكم بزيادة زمن شك الخرسانة بوضع الإضافات، حيث لوحظ أن زمن الشك يقل في حالة إضافة البلاستيك والرخام.
- تزداد مقاومة الضغط للخرسانة المحتوية على بلاستيك بنسبة 9.55% والخرسانة المحتوية على رخام بنسبة 7.95% عن الخلطة المرجعية بدون إضافات.
- الإضافة المحتوية على نسبة 5% من البودر (البلاستيك) أعطت أعلى مقاومة في الضغط بعد تعرضها لدرجة حرارة 100 درجة مئوية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

- من خلال النتائج يمكن استخدام الخرسانات الناتجة من الإضافات لطمر مخلفات معامل الرخام وكذلك مخلفات قناني المياه البلاستيكية وتكون حلول بديلة ملائمة بيئياً واقتصادياً مقارنة بالدفن أو الحرق.

المراجع:

أرحيم احسين عبد ربه احسين و محمد فتح الله محمد عثمان (2021)،"دراسة إمكانية استخدام مخلفات الرخام في الخلطات الخرسانية"، *المجلة الدولية للعلوم والتقنية*، العدد 25، ص ص(143-151).

سعاد أبو القاسم تليش و ميار موسى الإدريسي (2019)، "دراسة تأثير إضافة ألياف المخلفات البلاستيكية على الخواص الهندسية للخرسانة ذاتية الدمك"، *المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية*، الزاوية.

علي خيربيك و علي طوالو (2013)، "تأثير استخدام النفايات البلاستيكية المعاد تدويرها على خصائص المونة الاسمنتية"، *مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة علوم الهندسة*، المجلد 35، العدد2، ص ص(51-62).

المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية (2002)،"المواصفة الليبية القياسية رقم 49 ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية".

المواصفات القياسية الليبية رقم (340\97) (1997), "الاسمنت البورتالندي, المركز الوطني للمواصفات و المعاير القياسية", طرابلس.

American Society for Testing and Materials."ASTM C143-78, Standards Test Method for Determining the Slump of Fresh Concrete".

BS 1881: part 116 1983."Concrete Testing, Methods of Determination of Compressive Strength of Concrete cubes", British Standard Institution, London.

Frigione, M. (2010). "Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete", Waste Management, 30(6) 1101-1106

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15/ 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

Ofuyatan, O.M, Olowofoyeku, A.M, Obatoki, J. and Oluwafemi, J. (2019). "Utilization of marble dust powder in concrete",1st International Conference on Sustainable Infrastructural Development, 640(1) 1-7

PET Resin Association (2015). "Fact Sheet - An Introduction to PET (polyethylene terephthalate)", | PETRA: Information on the Use, Benefits & Safety of PET Plastic. [online] Petresin.org. Available at: http://www.petresin.org/news_introtoPET.asp.

Soliman, N. (2013). "Effect of using Marble Powder in Concrete Mixes on the Behavior and Strength of R.C. Slabs", [online] Research Article International Journal of Current Engineering and Technology. Available at: https://inpressco.com/wp-content/uploads/2013/12/Paper481863-1870.pdf [Accessed 30 Oct. 2022].

Umasabor, Richie.I. and Daniel, Samuel.C. (2020). "The effect of using polyethylene terephthalate as an additive on the flexural and compressive strength of concrete", Heliyon, 6(8), p.e04700. doi: 10.1016/j.heliyon. 2020.e04700.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية