تحسين مواصفات الخرسانة العادية أو الرغوية لإغراض الطمر باستخدام المواد الكيمياوية

محمد عبد السلام قاسم هوازن عبد الله عباس نجاة سحيب روضان

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة معالجة المخلفات الخطرة (كيمياوية ، بايولوجية و حربية)

بغداد – العراق

الخلاصة

درست مواصفات الكونكريت باستخدام مواد كيمياوية مضافة الى الاسمنت والرمل وبنسب معينة للحصول على المواصفة المطلوبة وذلك باستعمال مواد مثل ال Ground Granulated Blast Furnace Slag(GGBS) وبنسب 10، 20، 30، 40 و50% ومادة الفوم الصناعي وبنسب 3، 5 و7% وقد أعطت هذه المواد المضافة مقاومة انضغاط وكثافة مطلوبة للكونكريت (17 – 42.8.) و (1.45 – 1.95) على التوالي حيث بينت النتائج إن إضافة GGBS تزيد من مقاومة الانضغاط والكثافة بدون إضافة الرغوة للخلطة . وكذلك إن إضافة الفوم فقط بدون إضافة ال GGBS يؤدي الى انخفاض مقاومة الانضغاط والكثافة ، إما في حالة إضافة ال GGBS والفوم فيتم الحصول على نتائج خاصة من زيادة في مقاومة الانضغاط وانخفاض في الكثافة وهذا يعطي خاصية للكونكريت من مقاومة انضغاط وانخفاض في الوزن بشكل ملحوظ . وان أفضل النسب المضافة هي 10% GGBS و 5% فوم.

الكلمات المفتاحيــه: الكونكريت، GGBS و الفوم كونكريت (الرغوة)

Foam or Ordinary Concrete Specification Improvement Using Chemical Additives

Mohammed Abdulsalam Kassim Hawazin Abdullah Abbas Najah Saheab Rwdan

Ministry of Secince and Technology/ Treatment of Hazardous Waste Directorate

(Chemical, Biological and Military)

Bahgdad-Iraq

E_mail: drmak_kassim@yahoo.com

Abstract

Special specification of concrete was studied using various materials such as GGBS (Ground Granulated Blast Furnace Slag) at different ratios 10, 20,30,40 and 50 % and industrial foam with different ratios 3 ,5 and 7%. These added materials have resulted to require compressive strength and density (42.8-17), (1.95-1.45) respectively. The outcomes showed that the addition of GGBS without foam will increase both compressive strength and density, while adding the foam only to the concrete will lead to decrease in compressive strength and density. However, adding both additives GGBS and Foam will gain an ideal increasing in the compressive strength and the density within the required range of the rate for using the additives was 10% for GGBS and 5% for foam.

Key Words: Concrete, GGBS and Foam Concrete

المقدمة

الخرسانة الرغوية هي خلطة من الأسمنت والرمل وبعض المواد الكيمياوية التي تخلط في خلاط خاص حيث تؤدي هذه المواد الكيمياوية ومنها (الرغوة الصناعية) إلى إحداث فجوات هوائية غير نافذة داخل الخلطة الرئيسية للكونكريت، مما يؤدي إلى زيادة حجمها وخفة وزنها ومن مميزاتها الأخرى يكون لها عزل حراري عالي جداً يصل إلى 700 % لان المواد الداخله في تركيب GGBS تعطي قوة صلادة ومقاومة عالية كما أنها تقاوم الحريق ومعامل التمدد لها يكون معدوم إضافة إلى ذلك إنها غير قابلة لامتصاص الماء. إن إضافة مواد كيمياوية أخرى إلى خلطة الكونكريت مثل مادة ال Ground-granulated blast-furnace slag (GGBS or GGBFS) (Atsushi, 2011) فإنها تؤدي الى اعطاء مقاومة انضغاط عالية للكونكريت وعليه تكون الخرسانة المصنوعة من إضافة ال GGBS لها ذات مقاومة انضغاط أعلى من الخرسانة المصنوعة من الاسمنت العادي فقط وكذلك تكون أقل قابلية للاختراق ومستقرة كيميائيا أكثر من الخرسانة العادية إضافة إلى إنها تقلل من انبعاثات ال CO_2 وتعطي لون أكثر بياضا وتستخدم في الأسقف والأرضيات كمادة عازلة في المباني السكنية والتجارية والمؤسسات و يمكن أيضا أن تستخدم لمليء تشققات الإنفاق والجسور وكذلك تستخدم في طمر الإنفاق تحت الأرض

(Aldrige, 2003)

يهدف البحث الى الحصول على خاصية للكونكريت من حيث زيادة في مقاومة الانضغاط وانخفاض في الكثافة (الوزن)

المواد وطرائق العمل

الرمل

الرمل مادة حبيبية موجودة في الطبيعية وان التحليل الكيميائي للرمل موضح في جدول (1) **ادناه**

جدول (1) التحليل الكيميائي للرمل

المادة	النسبة المئوية
SiO_2	98.10
Al_2O_3	0.42
Fe_2O_3	0.059
K_2O	Trace
Na_2O	Trace

ينصهر الرمل عند درجة حرارة 1649م°. (Erickson and Gulliver, 2010) وان القطر الحبيبي يتراوح مابين 0.0625 – 2 ملم

ويعتبر الرمل المادة الأساسية الداخلة في صناعة الزجاج كما أنه أحد مواد البناء المهمة حيث أنه أحد المكونات الرئيسية للخرسانة وهو أحد المكونات الثانوية للبلوك والطابوق والطلاء.

(Erickson, 2007)

الاسمنت

هو تلك المادة التي تمتلك خواص تماسكية (Cohesive) وتلاصقيه (Adhesive) بوجود الماء (جدول2) وهذه الخواص تجعله قادراً على ربط الأجزاء المعدنية مع بعضها البعض وتحوله إلى وحدة كاملة متراصة وأهم استخدام للأسمنت هو الخرسانة حيث يربط المواد الاصطناعية أو الطبيعية لتشكل مواد بناء قوية مقاومة للتأثيرات البيئية العادية . and Gulliver (2010). جدول (3) يبين الفحوصات الفيزيائية والميكانيكية لنموذج الاسمنت المستخدم في هذا البحث .

جدول(2) التحليل الكيميائي الكامل لنموذج السمنت البورتلاندي العادي المستخدم في البحث (ضمن المواصفة العراقية المرقمة (5) لحدود ومتطلبات السمنت اليورتلاندي العادي)

نسبة الاكاسيد %	النتيجة	حدود المواصفة
L.O.I (loss On Ignition)	4.85	لا يزيد عن 4
SiO_2	20.35	.....
Al_2O_3	4.28	لاتقل عن 2.8
Fe_2O_3	3.12	.....
SO_3	2.47	.....
CaO	63.01	.....
MgO	2.04	لا يزيد على 5
المجموع	99.99	

جدول (3) الفحوصات الفيزيائية والميكانيكية لنموذج السمنت المستخدم في البحث ضمن المواصفة العراقية المرقمة (5) لحدود ومتطلبات السمنت اليورتلاندي العادي)

نوع الفحص	النتيجة	حدود المواصفة
النعومة (كغم/م2)	335	230
وقت التماسك الابتدائي (دقيقة)	55	لا يقل عن 45
النهائي (ساعة)	4	لا يزيد على 10
الثبات	2	لايزيد على 10
قوة تحمل الضغط (نت/م2)		
عمر 3 يوم	32	لا يقل عن 15
عمر 7 يوم	47	لا يقل عن 23

Ground-granulated blast-)GGBS (furnace slag

هو منتوج ثانوي ينتج من تصنيع الحديد ويسمى أيضا (GGBFS) حيث تم اكتشاف خصائص الخبث blast furnace في أواخر القرن التاسع عشر وقد تم استخدامه على نطاق واسع في صناعة الأسمنت لأكثر من 100 عاما ويتم تصنيع (GGBS او GGBFS) في افران الصهر العالية والتي استخدمت لصنع الحديد والتي تعمل في درجات حرارة تصل الى 2000 درجة مئوية، حيث يمزج كل من خام الحديد وفحم الكوك والحجر الجيري. خام الحديد يتحول إلى الحديد الذي يغوص إلى قاع الفرن أما المواد المتبقية فإنها تشكل الخبث الذي يطفو على سطح الحديد. بعد ذلك يتم صبه من الفرن وفصله عن الحديد، ويتم تبريد الخبث المنصهر (خبث الحديد) مباشرة في الماء أو تيار هوائي لإنتاج منتج زجاجي حبيبي وتعرف هذه العملية (تحبيب) لأنها تنتج حبيبات زجاجية التي يتم تجفيفها ثم طحنها إلى مسحوق ناعم تشبه في مظهرها الرمل الخشن. إن معدل التبريد للخبث المنصهر يحدد خصائصه الفيزيائية. (Oner , 2007)

جدول (4)التركيب الكيمياوي الـ(GGBS)

CaO	30–50%,
SiO_2	28–38%,
Al_2O	(8–24%)
MgO	(1–18%)

المنافع البيئية لل GGBS

استخدام بدائل الاسمنت والتي تحل محل عادة 50 % من الاسمنت البورتلاندي في المزيج. وان أكبر نسبة تصل إلى 70 أو 80 %

مما يوفر انخفاض في الآثار البيئية ويمكن تلخيص فوائد استخدامه إلى ما يلي :

1- توفير الطاقة (عند استخدام ال GGBS يتطلب طاقة اقل للحركة بسبب سهولة دمجه مع المواد الاخرى وسهولة ضخه باستخدام الاهتزازات الميكانيكية وعند خلطه مع الاسمنت العادي يقلل من الارتفاع السريع بدرجات الحرارة وبذلك نتجنب التكسر الحراري للخرسانة الذي ينتج من التصلب السريع)

2- يقلل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (لكونه ناتج عرضي عند انتاج الحديد وذلك بتسخين الحديد مع فحم الكوك والحجر الجيري بدرجات حرارية عالية جدا فينتج ال GGBS ذات نسبة واطئة جدا من CO_2)

. (Ferrari, *et al.*, 2011)

3- عوامل مختلفة

هناك عوامل عديدة تؤثر على وضع الخرسانة منها درجة الحرارة والمياه ونسبة الاسمنت وان اضافة ال GGBS الى الاسمنت تقلل من ارتفاع درجة الحرارة وبالتالي يمنع تشقق الخرسانة ويعمل ايضا على اكتساب القوة والمتانة للخرسانة.

4- اكتساب القوة في الخرسانة GGBS

تكتسب الخرسانة المصنوعة من الGGBS قوة اكثر من الخرسانة العادية والمصنوعة من الاسمنت البورتلاندي عند 28 يوم

. (Benjamin, 2002)

5- اللون

أن خبث الأفران المحبب ذو لون ابيض وأخف وزنا مقارنة مع الاسمنت البورتلاندي. ويلاحظ أيضا هذا اللون بشكل واضح أكثر بياضا في الخرسانة المصنوعة منGGBS

6- الخرسانة المحتوية على خبث الأفران المحبب Ground-granulated blast- furnace (GGBS or GGBFS)هو أقل قابلية للاختراق ومستقرة كيميائيا أكثر من الخرسانة العادية. هذا يعزز مقاومته للكثير من أشكال الهجوم الضار وعلى وجه الخصوص :

- التفكك بسبب هجوم الكبريتات
- تآكل حديد التسليح بسبب هجوم الكلوريدات (Oner 2000)

7- الفوم الصناعي (الرغوة)

الرغوة الصناعية المركزة Synthetic Foam Concentrate

وهي عبارة عن مادة تولد الرغوة في حالة خلطها مع الهواء وبكميات مدروسة ، وهي عادة مشتقة من عناصر هيدروكربونية ذات فاعلية سطحية (Taha , 2010)

طرق العمل

تمت طريقة العمل بجزئيين

الجزء الاول

باستخدام الاسمنت والرمل وال,GGBSوالماء فقط وكما يلي :

1- خلط الاسمنت والرمل والGGBSمعا .وبنسبة 1 (سمنت) و 1 (رمل) والGGBS بنسب مختلفة 0،10،20،30،40،50% من وزن الاسمنت ،أما الماء فان نسبة الخلط كانت 50% (حيث تم اختيار نسبة الماء استنادا إلى تجارب عديدة و أعطت نسبة 50% افضل نتيجة من زيادة في مقاومة الانضغاط وانخفاض في الكثافة وبهذا يمكن الحصول على خاصية مهمة للكونكريت من حيث مقاومة الانضغاط العالية والانخفاض في الوزن.

2- إضافة الماء إلى مزيج المواد ويحرك المزيج باستخدام خلاط كهربائي ولمدة 30 دقيقة

3- يصب المزيج في قوالب حديدية سعة 5سم × 5سم×5سم ليأخذ شكل مكعبات وكما موضح في الشكل رقم (1)

4- تترك المكعبات لمدة 24 ساعة في القوالب الحديدية

5- ترفع النماذج من القوالب الكونكريتية وتغمر في الماء لمدة 28 يوم وذلك لان عمر المعالجة للاسمنت في الاعمال الانشائية يجب ان لا تقل عن 28 يوم حيث يعطي السمنت اعلى نسبة من مقاومتة وكما موضح بالشكل (2)

6- بعد مرور 28 يوم للمكعبات يتم أجراء الفحوصات اللازمة عليها (فحص مقاومة الانضغاط وفحص الكثافة في وزارة الأعمار والإسكان /دائرة بحوث البناء)

الجزء الثاني

باستخدام الاسمنت والرمل وال,GGBSوالماء وبنسبة 1 (سمنت) و1 (رمل) والGGBS بنسب مختلفة 0 ، 10، 20،30،40،50% أما الماء فان نسبة الخلط كانت 50% والفوم الصناعي وبنسبة 3 ، 5 ، 7%

وكما يلي:

1- خلط الاسمنت والرمل والGGBS معا

2- تتم إضافة الماء إلى الفوم الصناعي(الرغوة) ويحرك المزيج باستخدام خلاط كهربائي ولمدة 5 دقائق

3- يصب مزيج الفوم والماء الى مزيج الاسمنت والرمل والGGBS ويحرك المزيج باستخدام خلاط كهربائي ولمدة 30 دقيقة

4- يصب المزيج في قوالب حديدية سعة 5سم × 5سم×5سم ليأخذ شكل مكعبات

5- تترك المكعبات لمدة 24 ساعة في القوالب الحديدية

6- ترفع النماذج من القوالب الكونكريتية وتترك في الماء لمدة 28 يوم وكما موضح بالشكلين (2 ،3)

7- بعد مرور28 يوم للمكعبات يتم إجراء الفحوصات اللازمة عليها (فحص مقاومة الانضغاط وفحص الكثافة في وزارة الأعمار والإسكان /دائرة بحوث البناء)

شكل (1) قالب المكعبات 5*5*5 سم

شكل (2) مكعبات كونكريت

النتائج والمناقشة

تبين النتائج في الجدولين (5 و 6) الفحوصات التي تم اجراءها في وزارة الاعمار والاسكان /دائرة بحوث البناء والتي تناولت فحص مقاومة الانضغاط والكثافة عند استخدام المواد المضافة وبنسب مختلفة مثل مادة ال GGBS ومادة الفوم الصناعي

جدول (5) النتائج العملية بعد اضافة الفوم الصناعي (الرغوة).

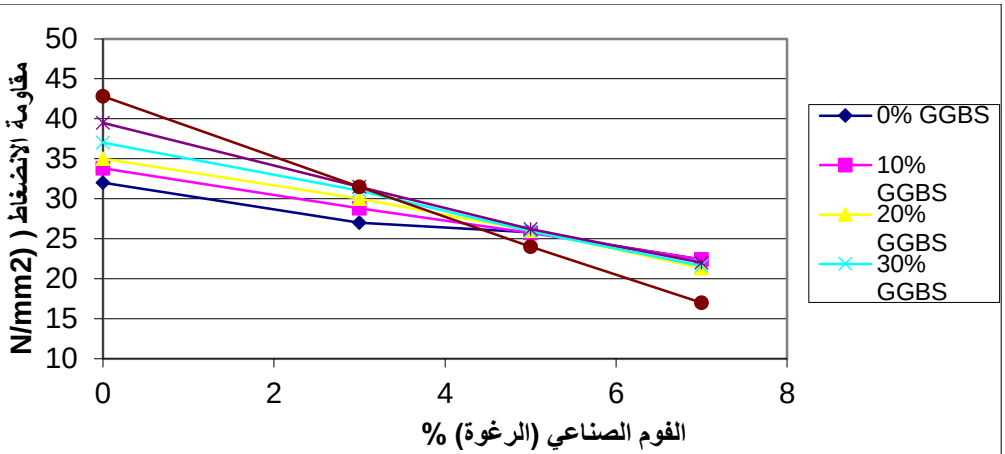
الفوم الصناعي (الرغوة) 0%		
مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2	الكثافة غم/سم3	ال%GGBS
32	1.93	%0
33.8	1.95	%10
35	1.94	%20
37	1.935	%30
39.5	1.930	%40
42.8	1.930	%50
الفوم الصناعي(الرغوة) 3%		
مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2	الكثافة غم/سم3	ال%GGBS
27	1.72	%0
28.8	1.75	%10
30	1.77	%20
31	1.80	%30
31.5	1.82	%40
31.5	1.84	%50
الفوم الصناعي (الرغوة) 5%		
مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2	الكثافة غم/سم3	ال%GGBS
25.8	1.70	%0
25.7	1.62	%10
26	1.65	%20
25.9	1.71	%30
26.5	1.77	%40
24	1.80	%50
الفوم الصناعي (الرغوة) 7%		
مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2	الكثافة غم/سم3	ال%GGBS
22.4	1.49	%0
22.4	1.50	%10
21	1.58	%20
21.6	1.65	%30
22	1.71	%40

17	1.75	%50

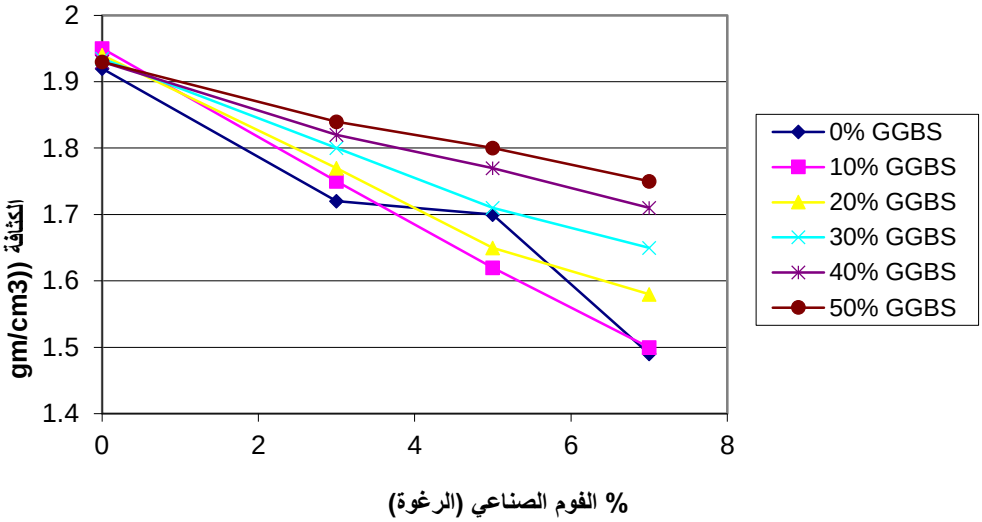
جدول (6) النتائج العملية بعد اضافة ال GGBS.

GGBS % 0		
نسبة الفوم الصناعي (الرغوة)	الكثافة غم/سم3	مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2
%0	1.92	32
%3	1.72	27
%5	1.70	25.8
%7	1.49	22.4
GGBS %10		
نسبة الفوم الصناعي (الرغوة)	الكثافة غم/سم3	مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2
%0	1.95	33
%3	1.75	28.8
%5	1.62	25.7
%7	1.50	22.4
GGBS %20		
نسبة الفوم الصناعي (الرغوة)	الكثافة غم/سم3	مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2
%0	1.94	35
%3	1.77	30
%5	1.65	26
%7	1.58	21.3
GGBS %30		
نسبة الفوم الصناعي (الرغوة)	الكثافة غم/سم3	مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2
%0	1.935	37
%3	1.8	31
%5	1.71	25.9
%7	1.68	21.6
GGBS %40		
نسبة الفوم الصناعي (الرغوة)	الكثافة غم/سم3	مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2
%0	1.93	39.5
%3	1.82	31.5
%5	1.77	26.2
%7	1.71	22.0
GGBS %50		
نسبة الفوم الصناعي (الرغوة)	الكثافة غم/سم3	مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2
%0	1.93	42.8
%3	1.84	31.5
%5	1.80	24.00
%7	1.75	17.00

وكذلك وضحت النتائج في الاشكال (3–6) ادناه العلاقة بين الكثافة وإضافة مادة ال GGBS, والعلاقة بين مقاومة الانضغاط و إضافة مادة ال GGBS والعلاقة بين مقاومة الانضغاط وإضافة مادة الفوم الصناعي (الرغوة)والعلاقة بين الكثافة وإضافة مادة الفوم (الشكلين 3 و 4) يوضحان ان اضافة الفوم الصناعي (الرغوة) الى الخلطة يقلل من مقاومة الانضغاط والكثافة بسبب حصول فراغات هوائية بين مكونات الخلطة الكونكريتية حيث تتناقص مقاومة الانضغاط من (17 الى42) والكثافة من (1.49 الى5 1.9) على التوالي

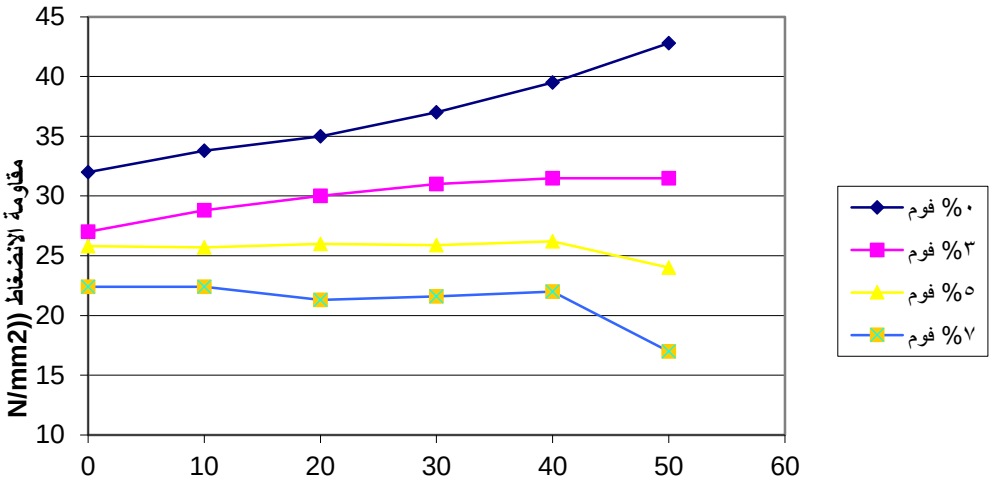


شكل (٣) العلاقة بين نسبة الفوم الصناعي (الرغوة) ومقاومة الانضغاط باختلاف نسب الاضافة من مادة GGBS

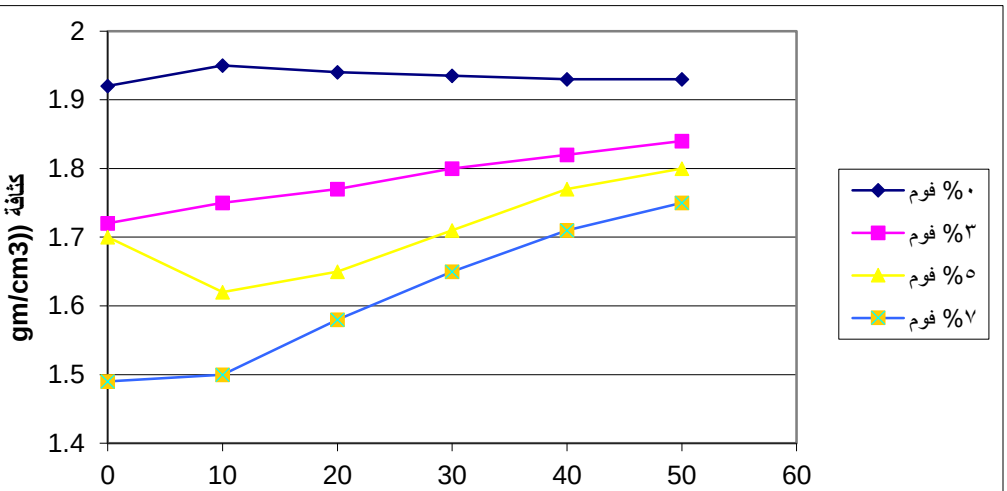


شكل (٤) العلاقة بين نسبة الفوم الصناعي (الرغوة) والكثافة باختلاف نسب الاضافة من مادة GGBS

والشكلين (5 و 6) يوضحان تاثير اضافة ال GGBS الى الخلطة يؤثر على الكثافة ومقاومة الانضغاط حيث يحصل زيادة قليلة تقريبا ،اي في حالة 0% فوم فان مقاومة الانضغاط تزداد من (32–42) والكثافة تتراوح بين (1.93–1.95) على التوالي وبالنسبة لاي مرحلة من مراحل نسب الفوم الصناعي (الرغوة) سواء في 3 او 5 او 7% فان الزيادة تكون طفيفة وبشكل ملحوظ تقريبا



الشكل (٥) العلاقة بين نسبة GGBS ومقاومة الانضغاط باختلاف نسب الاضافة من مادة الفوم الصناعي(الرغوة)



الشكل(٦) العلاقة بين نسبة GGBS والكثافة باختلاف نسب الاضافة من مادة الفوم الصناعي (الرغوة)

يستنتج من هذه النتائج ان عملية استخدام ال GGBS والفوم الصناعي (الرغوة) في الخلطة الاسمنتية اعطت نتائج جيدة من حيث زيادة في مقاومة الانضغاط وانخفاض في الكثافة وبهذا يمكن الحصول على خاصية مهمة للكونكريت من حيث مقاومة الانضغاط العالية والانخفاض في الوزن

كما يستنتج من النتائج اعلاه ان افضل نسب اضافة تم الحصول عليها هي 10% GGBS و 5% فوم الصناعي (الرغوة).

Reference

Aldrige, **K.T**. and Ganf, G.G. (2003), Modification of Sediment Redox Potentialby Three Contrating Ma crophtes: Implications for Phosphorus A dsorption/desorption Marine&freshwate r Recearch, 54 (1), 87.

Atsushi, Y.**;** Gulliver, J.S., and P.T. Weiss., (2011). The Character of Concrete Using Blast-furnace Slag Cement Type A in the Adsjusted Chemical Composition, Japan Concrete Institute Proceedings of the Symposium on Extensive Use of Mineral Admixture in Concrete, 63-68.

Benjamin, M.M. (2002), Water Chemistry.Mcgraw-hill Series in Water Resources and Environmental Engineering: Mc Graw-hill.

Erickson, A.J., (2007)." Enhanced Sand Filtration for Storm Water Phosphorus Removal": Enhanced Sand Filtration, 22-36.

Erickson, A.J. and J.S. Gulliver. (2010) ,"Performane Assessment of an Iron-enhanced Sand Filtration Trench for Capturing Dissolved Phosphorus", Engineering, Environmental and Geoph ysical Fluid Dynamics. Report (549).

Erickson,J.; Gulliver, J.S., and P.T. We iss.,(2007)" Enhanced Sand Filtration fo r Storm Water Phosphorus Removal".Jo urnal of Environmental Engineering, (7) (3), 310-319.

Ferrari, L.; Kaufmann , J. ; Winnefeld and F .,Plank,(2011) , " Multi Method Approach to Study Influ ence of Superplasticizers on Cement Su spensions"., Cem. Concr.Rec.(41),Issue 10 , 1058-1066.

Oner, A. (2007) "Ground Granulated Blastfurnace Slag (GGBS)": An Experimental Study on Optimum Usage of GGBS or the Compressive Strength of Concrete, Cem. Concr. Compos, 29, 505-514.

Oner, M. (2000), A Study of Intergrinding and Serparate Grinding of Blast Furnace Slag Cement, Cem. Concr. Res., 30, 473-380.

Taha, R. A., (2010) "Use of Production and Brackish Water in Concrete Mixtures". Int. J. of Sustainable Water and Environmental System. 1 (2), 39-43.