

ملائمة أطيان المايوسين من مواقع مختارة في محافظة صلاح الدين في تصنيع ركام خفيف الوزن

سوسن حميد الهزاع¹ و قتيبة فاضل عبد القادر²

الاستلام: 2016/04/24، القبول: 2016/06/16
الكلمات الدالة: ركام خفيف، أطيان صناعية، سيراميك، العراق

المستخلص

يقع موقعي الدراسة ضمن حدود محافظة صلاح الدين متمثلة بموقعين الأول لتكوين الفتحة في منطقة (النخيلة) (N) والموقع الثاني لتكوين إنجانة الذي يقع ضمن منطقة الغاطس الجنوبي الشرقي من طيه خانوكة (K) المحدية.

بينت نتائج التحليل الكيميائي لعينات الدراسة لكلا الموقعين بأنها تتكون من الأكاسيد الرئيسية التالية: $(\text{SiO}_2, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO}, \text{CaO}, \text{TiO}_2, \text{Na}_2\text{O}, \text{SO}_3)$ فضلا عن مفقودات الحرق (L.O.I) وتشكل السليكا النسبة الرئيسية لهذه النماذج لكلا الموقعين. تم عمل عجينة من هذه الأطيان لكلا الموقعين بعد طحنها على الحجمين (1.00 ملم و 0.075 ملم) حيث تم إضافة الماء بنسبة (15 - 18 %) إلى النموذجين وتم تصنيع الحصى بطريق يدوية بأحجام (18 - 20 ملم).

بينت النتائج التحليل الكيميائي بأنها لا تقع ضمن حدود الانتفاخ لذا تم عمل خلطات أخرى بإضافة مواد أخرى متمثلة بنشارة الخشب بنسبة 7% وزيت المحركات المستهلك بنسبة 2% ومواد مصهرة بيكاربونات الصوديوم (بيكن باوذر NaHCO_3) بإضافة نفس نسبة الماء وعمل الحصى بنفس الحجم أعلاه.

تم مطابقة نتائج الفحوصات التقويمية (الفيزيائية): الكثافة، إمتصاص الماء، المسامية الظاهرية لعينات الركام الخفيف مع بحوث عالمية ومحلية عن ركام خفيف الوزن وتبين أن نماذج تكوين الفتحة/ موقع النخيلة (N) ملائمة لصناعة الركام الخفيف بعد إضافة نشارة الخشب بنسبة 7% وبيكاربونات الصوديوم بنسبة 2%. أما بالنسبة لنماذج تكوين إنجانة/ موقع خانوكة (K) فتبين أنها فاشلة كونها لا تتطابق من الناحية الفيزيائية مع نتائج البحوث والدراسات العالمية والمحلية.

SUITABILITY OF MIOCENE CLAYS IN SELECTED LOCATIONS OF SALAH AL-DIN GOVERNORATE IN THE MANUFACTURING OF LIGHTWEIGHT AGGREGATE

Sawsan H. Al-Hazaa and Qutaiba F. Abd-Alqader

ABSTRACT

Sampling sites, were selected from Injana and Fatha Formations. The two studied areas are located within the province of Salah Al-Din. The first one is of Fatha Formation clays in Nukhaila area (N) in the Himrin anticline which lies about 40 Km the south of Tikrit city. The second is located within the southeast of the Khanuqa plunging anticline where Injana clays are well exposed.

¹ أ.م.د. جامعة تكريت، كلية العلوم، قسم علوم الارض التطبيقية، البريد الالكتروني: sawsanalhazaa@yahoo.com

² البريد الالكتروني: qutaiba_fa@yahoo.com

The results of chemical analysis showed that the studied samples consist of SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2 and SO_3 as well as losses on ignition (L.O.I). The physical properties of the studied samples revealed that these are of sandy clayey type and muddy clayey type and characterized by their medium plasticity and can be formed easily.

Dough is made from the studied clay samples after grinding it to size 1.00 and 0.77 mm. then adding 15 – 18% of water and spheres are made manually to about 18 – 20 mm size.

The chemical analysis showed that the studied samples do not fall within the limits of swelling type therefore, mixtures are made from these clays by adding to them 7% sawdust, 2% of waste motors oil and fluxing materials such as Na-bicarbonates (NaHCO_3) and spheres are made manually with the same size as above.

The evaluation test results are related to density, water absorption and apparent porosity of the firing and match global studies on light weight aggregate revealing the suitability of Fatha clays of Nukhaila area (N) for manufacturing light weight aggregate after adding 7% sawdust and 2% Na-bicarbonate. The clays of Injana Formation (K) in Khanuqa area, however, has failed and showed no conformity with international results, especially regarding density.

المقدمة

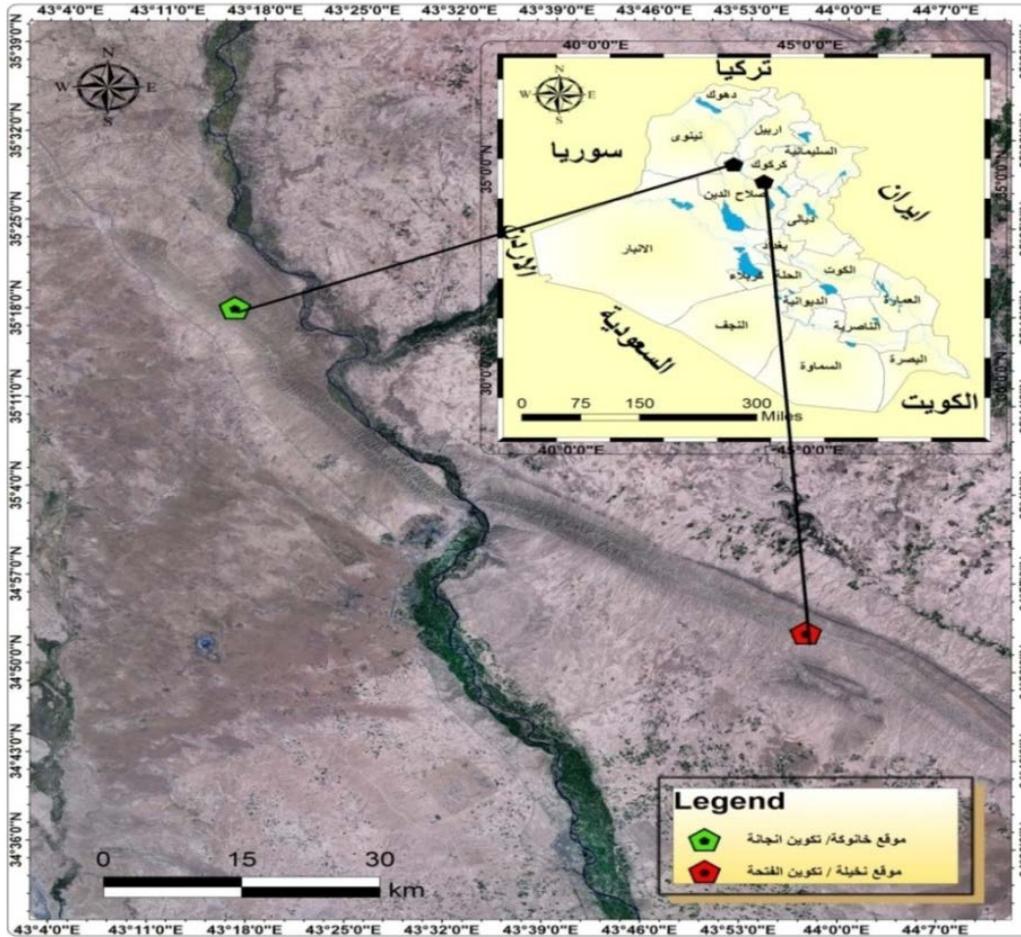
شهدت السنوات الأخيرة توسعا كبيرا في استعمال مواد مختلفة للبناء العمودي، حيث تعد الخرسانة خفيفة الوزن إحدى المواد المستعملة بشكل واسع في هذا المجال. ويعد الركام خفيف الوزن من المواد الرئيسية المستعملة في صناعة هذا النوع من الخرسانة (Neville, 1981).

يعود الإهتمام بالركام الخفيف الوزن بجميع أنواعه لإملاكه مواصفات من الناحية البنائية والاقتصادية ويوصفه من المنتجات الصديقة للبيئة نظرا لتوفر المواد الخام وبالتالي يوفر الجهد وتكاليف النقل. ويعرف الركام الخفيف على انه مواد طبيعية أو صناعية تكون على شكل حبيبات ذات مسامية داخلية وخفيفة الوزن (Burwell, 1954).

هناك شرطان يجب توافرها لتحقيق مواد ذات نوعيه مناسبة من الركام الخفيف:
الأول: يجب توافر مادة أو عنصر تطلق غازات في درجات الحرارة العالية.
الثاني: الحالة البلاستيكية مع اللزوجة الملائمة بحيث تحصر الغازات المنطلقة.

أشار Bates (1969) بأن كثافة الركام الخفيف تتراوح ما بين $(3/1 - 3/2)$ غرام/سم³. بينما حدد Burwell (1954) بأن الركام الخفيف يكون أقل كثافة من الماء. حيث يعود سبب انخفاض الكثافة الى تكون الفراغات البينية أو المسامات، وهي أيضا تعد مواد جيدة لاستخدامها في العوازل الحرارية والصوتية ومواد مقاومة للحرق أو للنار (Fakhfakh *et al.*, 2007). وكذلك تكون مقاومة للزلازل (Chandra and Berntsson, 2002)، وأيضا تقلل من مشاكل التفاعلات القلوية في الخرسانة (http://www.proppantw1.com/index.html, november, 2015).

ويقع موقعي الدراسة ضمن حدود محافظة صلاح الدين بخطي طول ($44^\circ 70' 00'' - 43^\circ 40' 40''$) شرقا وخطي عرض ($35^\circ 39' 00'' - 34^\circ 36' 00''$) شمالا متمثلة بموقعين الأول في منطقة (النخيلة) (N) الذي يمثل قمة طية حمريين ويقع على بعد (40) كم شرق مدينة تكريت على طريق تكريت – كركوك حيث تنكشف أطيان تكوين الفتحة في تلك المنطقة، والموقع الثاني يقع ضمن منطقة الغاطس الجنوبي الشرقي من طيه خانوكة (K) المحدبة كما موضح شكل (1).

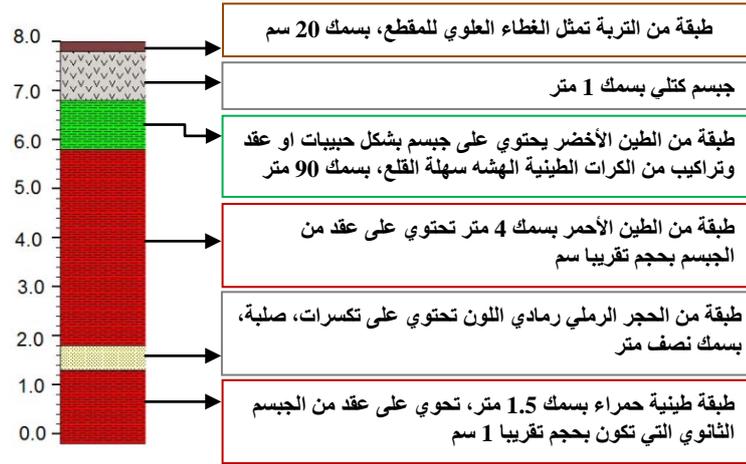


شكل 1: موقع منطقة الدراسة

تعود أعمار المكاشف الصخرية في منطقة الدراسة لحقبة المايوسين الأوسط (M. Miocene)، وهي ذات أصل رسوبي. وفيما يأتي وصف التتابع الطباقى للتكوينات المنكشفة في منطقة الدراسة من الأقدم الى الأحدث:

■ تكوين الفتحة (Middle Miocene)

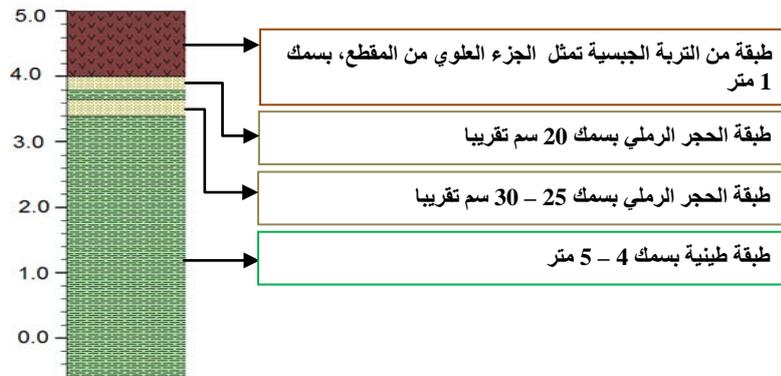
يعد تكوين الفتحة من التكاوين المهمة في العراق لما له من أهمية في الصناعة ويتفق معظم الباحثين بأن التكوين قد ترسب في أحواض شاطئية ضحلة ذات ملوحة عالية (Bellen *et al.*, 1959). ويتألف التكوين من عدة دورات رسوبية تتميز كل دورة بسلسلة من المارل الأحمر والأخضر والحجر الجيري والجبس والانهايدرايت (Barwary and Naseira, 1995) وقد استنتج الجبوري (2005) بأن الأطيان في تكوين الفتحة تمتلك نفس المعدنية، والاختلاف يكمن على الأغلب في نسب هذه المعادن من مكان الى آخر. ويتكون تكوين الفتحة في الموقع الأول (النخيلة) في الأسفل طبقة طينة حمراء تحتوي على الجبس الثانوي، ثم تعلوها طبقة من الحجر الرملي المتكسرة نتيجة التعرية الواضحة عليها بسمك حوالي (نصف متر) ثم تأتي طبقة طينية حمراء بسمك (4 متر)، ثم تعلوها طبقة طينية خضراء تحتوي على التراكيب الرسوبية وهي الكرات الطينية وتمتاز هذه الطبقة بأنها هشة وسهلة القلع. ويعلو هذا التتابع الطباقى طبقة من الجبس الكتلبي الصلب بسمك 1 متر، تعلوها طبقة من التربة بسمك 20 سم تمثل الغطاء العلوي للمقطع كما في الشكل (2).



شكل 2: مقطع طباقى لتكوين الفتحة في منطقة الدراسة

■ تكوين إنجانة (Upper Miocene)

يظهر تكوين إنجانة ضمن مجموعة من التكوينات ذات أعمار ممتدة من عصر المايوسين الأوسط (Middle Miocene) إلى العصر الحديث (Holocene)، ويعد هذا التكوين من التكوينات الواسعة الانتشار وسط وشمال العراق ويتألف بشكل عام من تعاقبات من الصخور الفتاتية والتي تشمل الصخور الرملية (Sandstone) والغرينية (Siltstone) والطينية (Claystone) (Jassim et al., 1984). وتظهر السحنات تغيرات جانبية سريعة بالسمك، لكن الوحدة الأساسية فيه هي الحجر الطيني الأحمر والأخضر والحجر الرملي ذو فتات متوسطة إلى خشنة (البناء، 1982). يقع المقطع الذي أخذ النماذج منه في الطرف الجنوبي الغربي لطية خانوكة المحدبة بالقرب من موقع التصنيع العسكري القديم ويبلغ سمك التكوين في هذه المنطقة حوالي (13 – 15 م). ويحتوي المقطع على ثلاث طبقات من الصخور الطينية الكتلية المنكسرة مما يسهل عملية قلع الطبقة الطينية الصناعية ذات سمك (3 – 5 م) تتخللها طبقتين من الحجر الرملي بسمك 70 سم. كما في الشكل (3).



شكل 3: مقطع طباقى لتكوين إنجانة في منطقة الدراسة

■ الدراسات السابقة

بدأ الاهتمام بالركام خفيف الوزن (Lightweight aggregate) في بداية القرن العشرين، ويعد ركام الأطيان والإردواز والصلصال الانتفاخي من أهم أنواع الركام الصناعي لتوفرها ورخصها لذا فقد أولت العديد من الدراسات الاهتمام بها ويعرف هذا النوع من الركام خفيف الوزن عالميا بعدة تسميات منها LECA (Light expanded clay aggregate). ويعد (Riley, 1951) أول من حاول شرح أسباب الانتفاخ حيث اعتقد أنه يحدث بسبب تحرر الأوكسجين في أثناء تحطم أوكسيد الحديد الثلاثي الموجود في الأطيان. أما Stale و Orton، 1908 في Riley (1951) فأشارا إلى انه إذا كانت نظرية جاكسون صحيحة لكل الأطيان الانتفاخية

فيجب أن تحوي جميعها على أكاسيد حديد ثلاثية وعليه يجب أن تنتفخ بنفس درجة الحرارة ولاحظوا في تجاربهم انه هنالك أطيان تحوي على الحديد ولكنها غير انتفاخية. كما أوضحت تجاربهم إن معظم الأطيان تنتفخ بمديات 1100 – 1700 °م.

وفي الكويت أجريت دراسة من قبل Al-Bahar and Bogahawatta (2006) لتحضير ركام خفيف الوزن من أطيان منطقة البحرة الواقعة جنوب شرق الكويت، وتم دراسة تأثير بعض الإضافات العضوية مثل نشارة الخشب على المنتج بنسبة تقدر بحوالي (6%)، وزيت محركات السيارات بنسبة حوالي (1%). كذلك قام AI-Hakeem (2012) باختبار صلاحية الأطيان من تكوين البيدو في إنتاج الركام الخفيف الوزن وكانت النتائج قريبة من الخصائص الفيزيائية في الدراسات العالمية.

■ طرائق العمل

– **العمل الحقلّي والنمذجة:** تضمن العمل الحقلّي عدة جولات استطلاعية لمنطقة الدراسة على مكاشف الطبقات الطينية المتوافرة في المنطقة التابعة لتكوين الفتحة وتكوين إنجانة في محافظة صلاح الدين حيث تم اختيار موقعين للدراسة وهما أ- موقع النخيلة في طية (حميرين) المتمثل بتكوين الفتحة ب- موقع خانوكة في طية (مكحول) المتمثل بتكوين إنجانة وإسقاطهما على الخريطة باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (G.P.S) وتم جمع النماذج بطريقة (Channel sample) للموقعين بعد عمل خندق ضيق يدويا بعمق حوالي 10 – 15 سم وتم اخذ نموذج من الطبقة الصناعية من بداية الطبقة وبعد كل حوالي 20 سم أو عند وجود تغير ملحوظ في اللون أو الصلابة ومن ثم تم جمع النماذج أعلاه جميعها وخطها جيدا للحصول على نموذج ممثل لكل طبقة صناعية.

– العمل المختبري: شمل العمل المختبري:

1. خلط النماذج لكل موقع بشكل جيد لغرض المجانسة والحصول على نموذج ممثل للطبقة الصناعية.
2. تم طحن النماذج أعلاه في قسم علوم الارض التطبيقية في جامعة تكريت للحصول على الحجمين 1.00 ملم بواسطة جهاز (Gaw Crusher) وتم غربلة النموذج على حجم 1.00 ملم وكذلك طحنها على حجم 75 مايكروملم وتم غربلة النماذج على منخل رقم (200) للحصول على حجم فتاتي أقل من 75 مايكرون.
3. تم تشكيل الكرات من الطين الخام بدون إضافات لكلا الحجمين بواسطة اليد بقطر من (2 – 2.5 سم).
4. تم عمل خلطات بإضافة (نشارة الخشب بنسبة 7%، زيت السيارات المستهلك بنسبة 2%)، بيكن باوذر (بيكاربونات الصوديوم) بنسبة 2% ولكلا الحجمين ومن كلا الموقعين.
5. تم الحرق على درجات حرارة (900، 1000 و 1100 °م) في برنامج الحرق السريع وبرنامج الحرق التدريجي، وتم الحرق في الأقسام العلمية لجامعة تكريت.
6. تم قياس نسبة امتصاص الماء، ونسبة المسامية، والكثافة الكلية بعد الحرق في ورشة قسم علوم الأرض التطبيقية في جامعة تكريت وحسب المواصفة (ASTM, 1982, Part 17).
7. تم التحليل الكيميائي للنماذج في مختبرات هيئة المسح الجيولوجي العراقيه – بغداد.

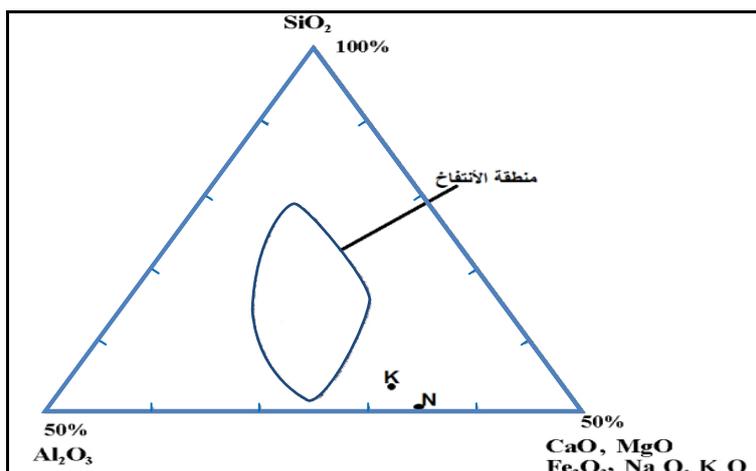
المناقشة والاستنتاجات

■ نتائج التحاليل الكيميائية

يوضح الجدول (1) التركيب الكيميائي للأطيان الخام المستخدمة في تحضير الركام خفيف الوزن ويلاحظ من الجدول بأن السليكا تشكل النسبة الرئيسية في النماذج الطينية، ويعد أكسيد السليكا والألمنيوم (SiO_2 و Al_2O_3) مقاومين للإنصهار حيث إنهما ينصهران في درجات حرارة عالية نسبيا وعليه فأن النماذج الحاوية على نسبة عالية من السليكا تكون عالية المقاومة للإنصهار. حيث تستخدم نسبة السليكا الى نسبة العناصر المساعدة على الإنصهار (Si/Flux) للإستدلال على مواصفات الأطيان من ناحية الانتفاخ وحسب مخطط Riley (1951) شكل (4). وقد بين Burwell (1954) إن نسبة السليكا الى المواد المصهرة (Si/Flux) هي التي تحدد وقوع النماذج ضمن منطقة الانتفاخ، فإن كانت النسبة أكثر من (2.5) فالنماذج تقع ضمن منطقة الانتفاخ وإن كانت أقل من (2.5) فهي خارج منطقة الانتفاخ وقد أثبت (de'Gennaro et al. (2004) بأن النسبة ذات المدى (4 – 7.5) تكون واقعة ضمن المنطقة الإنتفاخية.

جدول 1: نسب العناصر المقاومة للإنصهار والعناصر المساعدة على الإنصهار في مخطط Riley (1951) للنماذج قيد الدراسة

Oxides %	N- تكوين الفتحة/ النخيلة	K- تكوين إنجانة/ خانوكة
SiO ₂	38.46	48.60
Al ₂ O ₃	11.4	8.97
Fluxes	31.76	26.39
Total	81.62	83.96
Si/Flux	1.2	1.84



شكل 4: موقع النماذج قيد الدراسة من منطقة الإنتفاخ حسب مخطط Riley (1951)
N: أطيان الفتحة/ نخيلة، K: أطيان انجانة

■ نتائج الفحوصات الفيزيائية

تبدأ عملية حرق النماذج من درجة حرارة (900°) وحتى (1150°) م. ولوحظ عند حرق النماذج على درجة حرارة 1150 م ان الكرات (المشكلة يدويا) تبدأ بالانصهار، وعندما تبرد النماذج وبشكل سريع (بعد فتح باب الفرن) نلاحظ التصاق الكرات على قاعدة الفرن مما يدل على بداية الانصهار، وعالية فان درجة الحرق للركام الخفيف في هذه النماذج تكون أقل من (1150°). تم حرق الكرات المشكلة باليد لغرض إنتاج الركام الخفيف بدرجات حرارة (900°، 1000° و 1100°) مع اوقات نضوج (60 و 90) دقيقة لكل درجة حرارة ببرنامج الحرق السريع (flash firing) لكل من النماذج المطحونة للحجم الناعم والخشن نسبيا للأطيان الخام والأطيان المضاف اليها (زيت المحركات 2% والبيكن باوذر 2% ونشارة الخشب 7%) أدى ذلك إلى انفجار جميع الكرات المحروقة بسبب الضغط الداخلي الناتج عن الهروب السريع للغازات والماء الجزيئي.

بعد تهيئة الخلطات تم ملاحظة التنتج التالية:

1. عند إضافة زيت المحركات المستهلك ومسحوق (البيكن باوذر) على النماذج العابرة من منخل (1.00 ملم) لكلا الموقعين نلاحظ حدوث شقوق ضعيفة وثقوب ناعمة على سطح الكرة عند تعرضها للهواء قبل التجفيف، وذلك بسبب الخواص النسيجية والحجم الحبيبي للنماذج، لذا تم إستبعاد هذه الخلطات عن الحرق.
2. عند زيادة نسبة مسحوق (البيكن باوذر) في الخلطات إلى 3% يحصل بداية إنصهار عند حرق الكرات على درجة حرارة (900 م°)، أي بمعنى هنالك زيادة في درجة الإنصهار للنموذج ولعل السبب في ذلك يعود الى كون اللزوجة التي يعطيها عالية جدا ولا تمكن الغازات من التحرر وبالتالي تمنع من انتفاخ الجسم (Schuller, 1984) و (de'Gennaro et al., 2004) أما إذا زادت النسبة عن 3% فسوف يحصل تشقق للكرات وثقوب في سطحها الخارجي عند تعرضها للهواء، وعليه فإن النسبة الملائمة لمسحوق (البيكن باوذر) المضاف الى المواد الخام للحصول على ركام خفيف هي (2%).

يبين الجدولان (2 و 3) تأثير الإضافات العضوية المتمثلة بنشارة الخشب بنسبة 7%، وزيت محركات السيارات المستهلك بنسبة 2% على صفات الركام المنتج. يظهر عند الحرق بدرجة (900°) لمدة ساعة ونصف أن جميع الخلطات التي أضيف لها زيت محركات السيارات المستهلك لها كثافة أعلى من كثافة الركام الخفيف الوزن، إذ انحصرت كثافتها بين (1.66 – 1.74 غرام/سم³) والمسامية الظاهرية كانت ضمن المدى (30 – 35%). أما النماذج التي أضيف إليها نشارة الخشب فكانت ضمن مدى كثافة الركام الخفيف الوزن بمعنى أن النماذج من أطيان تكوين الفتحة موقع (النخيلة N) نتج عنها ركام خفيف على درجات حرارية مختلفة وزمن نضوج قدره ساعة ونصف. ومن ملاحظة قيم امتصاص الماء (Water Absorption%) والمسامية الظاهرية (Apparent (open) porosity) من الجدول (2) فإنها ضمن مدى ثابت عند درجات حرارة 900° و 1000° ولكن عند درجة حرارة 1100° نلاحظ انخفاض هذه القيم مما يدل على تأثير النموذج بهذه الدرجة الحرارية وبلوغ نسبي لعملية التزجج.

بينت نتائج حرق أطيان تكوين إنجانة موقع (خانوكة K) بعد إضافة النشارة إليها عدم الحصول على الكثافة المطلوبة مقارنة بنماذج تكوين الفتحة (موقع النخيلة N) حيث تراوحت قيم الكثافة بين (1.43 – 1.39) غرام/سم³. ومن الجدير بالذكر أن الكثافة هنا تقل بازدياد درجة الحرارة على عكس نماذج تكوين الفتحة فإنها تزداد كلما زادت درجة حرارة الحرق وهذا مايفسر الاختلاف المعدني والكيميائي لكلا النموذجين.

جدول 2: الخواص الفيزيائية للركام المحضر (حجم ≥ 0.075 ملم)

Mixture %	Temperature C°	Soaking Time (hour)	Apparent (open) porosity %	Water Absorption %	BD gm/cm ³
أطيان تكوين الفتحة اعتيادية	900	1.5	33.42	18.77	1.78
أطيان تكوين الفتحة + نشارة	900	1.5	43.56	34.75	1.27
أطيان تكوين الفتحة + زيت	900	1.5	35.44	21.04	1.66
أطيان تكوين الفتحة + بيكاربونات الصوديوم	900	1.5	45.21	35.54	1.27
أطيان تكوين إنجانة اعتيادية	900	1.5	31.27	17.4	1.8
أطيان تكوين إنجانة + نشارة	900	1.5	50.94	35.43	1.43
أطيان تكوين إنجانة + زيت	900	1.5	35.6	21.2	1.74
أطيان تكوين إنجانة + بيكاربونات الصوديوم	900	1.5	46.46	30.2	1.53
أطيان تكوين الفتحة اعتيادي	1000	1.5	25.71	17.27	1.48
أطيان تكوين الفتحة + نشارة	1000	1.5	45.90	34.67	1.3
أطيان تكوين الفتحة + زيت	1000	1.5	34.33	20.17	1.6
أطيان تكوين الفتحة + بيكاربونات الصوديوم	1000	1.5	47.63	34.2	1.33
أطيان تكوين إنجانة اعتيادية	1000	1.5	31.9	18	1.77
أطيان تكوين إنجانة + نشارة	1000	1.5	52.39	35.67	1.46
أطيان تكوين إنجانة + زيت	1000	1.5	30.55	18.21	1.59
أطيان تكوين إنجانة + بيكاربونات الصوديوم	1000	1.5	48.23	32.44	1.47
أطيان تكوين الفتحة اعتيادي	1100	1.5	23.92	14.63	1.66
أطيان تكوين الفتحة + نشارة	1100	1.5	39.4	27.96	1.35
أطيان تكوين الفتحة + زيت	1100	1.5	31.90	20.31	1.55
فتحة + بيكاربونات الصوديوم	1100	1.5	42.7	29.36	1.43
أطيان تكوين إنجانة اعتيادية	1100	1.5	33.3	18.21	1.7
أطيان تكوين إنجانة + نشارة	1100	1.5	53.16	38.1	1.39
أطيان تكوين إنجانة + زيت	1100	1.5	32.93	19.71	1.68
إنجانة + بيكاربونات الصوديوم	1100	1.5	50.19	33.11	1.4

جدول 3: الخواص الفيزيائية للركام المحضر (حجم ≥ 1.00 ملم)

Mixture %	Temperature °C	Soaking Time (hour)	Apparent (open) porosity %	Water Absorption %	BD gm/cm ³
أطيان تكوين إنجانة اعتيادية	900	1.5	33.96	18.69	1.81
أطيان تكوين إنجانة + نشارة	900	1.5	46.89	33.7	1.39
أطيان تكوين الفتحة اعتيادية	900	1.5	29.96	18	1.66
الفتحة + نشارة تكوين أطيان	900	1.5	48.95	35.8	1.36
إنجانة اعتيادي تكوين أطيان	1000	1.5	32.53	19.5	1.66
إنجانة + نشارة تكوين أطيان	1000	1.5	49.66	36.67	1.35
فتحة اعتيادي تكوين أطيان	1000	1.5	28.28	17	1.65
الفتحة + نشارة تكوين أطيان	1000	1.5	50	38.25	1.3
إنجانة اعتيادي تكوين أطيان	1100	1.5	24.53	14.1	1.73
إنجانة + نشارة تكوين أطيان	1100	1.5	41.66	29.4	1.41
الفتحة اعتيادي تكوين أطيان	1100	1.5	14.47	8.13	1.81
الفتحة + نشارة تكوين أطيان	1100	1.5	36.78	25	1.47

أما الخلطات التي هي ضمن حجم (1.00 ملم) فكانت كثافتها أعلى بقليل من التي على حجم (0.075 ملم) ويعزى ذلك إلى الحجم الفتاتي للنماذج المشكلة وكذلك نسبة النشارة القليلة المضافة، أما تصرف هذه النماذج مع الحرق ففي بداية الحرق عند درجة حرارة 900 °م كانت الكثافة قليلة نسبياً لكلا النموذجين أما عند زيادة درجة الحرارة إلى 1000 °م فنلاحظ أن الكثافة تقل ولكن عند زيادة درجة الحرارة إلى (1100 °م) نلاحظ زيادة في الكثافة على عكس ما كان متوقع ويرجع ذلك إلى انصهار بعض المعادن والمكونات التي زادت من كثافة النموذج. وتزداد قيم نسبة امتصاص الماء (Water Absorption%) في بداية الحرق ثم تنقص بشكل مفاجئ وهذا دليل آخر على الانصهار الذي حصل لكلا النموذجين.

يعود السبب في انخفاض الكثافة في حال إضافة النشارة إلى احتراق نشارة الخشب مخلفة ورائها فجوات كبيرة، في حين تكون الكثافة عالية عند إضافة زيت المحركات المستهلك لأن الزيت يملأ الفراغات بين الحبيبات من جهة ويحيطها من جهة أخرى، ولكون الزيت هو سائل فمن الممكن أن يتغلغل ضمن المسامات المجهرية خاصة عند الحرق يصبح ويؤدي ذلك إلى حدوث تمدد حراري لبعض مكونات الخلطة مما يؤدي إلى حصر هذه الزيوت ويعيقها عن التحرر، إذ يغلق التمدد الحراري المسامات المجهرية، ومع زيادة درجات الحرارة تتحرر الغازات نتيجة التفاعلات تاركة المجال للغازات الناتجة عن الزيوت لتتحرر، كما هو واضح من قيم المسامية الظاهرية عند إضافة نشارة الخشب (53.16%) ومع زيت المحركات المستهلك (32.93%)، ومن الجدير بالذكر أن الزيت ينفصل إلى قطرات طولية عند احتراقه على عكس نشارة الخشب التي أعطت أشكالاً دائرية تقريباً (de'Gennaro, 2004).

■ تقييم أطيان تكوين إنجانة وتكوين الفتحة لصناعة الركام الخفيف

تم تحضير الركام الخفيف الوزن من الخلطات المشار إليها سابقاً، وحرقته وفق برنامج الحرق وفي أثناء الحرق لوحظ أنه عند حرق العينات حرقاً مفاجئاً (Shock Fired) بدرجات حرارية عالية فإن العينات تتعرض للتحطم نتيجة الضغط الداخلي الكبير المسلط عليها. وتم اعتماد طريقة الحرق التدريجي كي لا يكون هنالك وقت لهروب الغازات من الجسم التي في حال تحررها يكون الجسم قد حصل على لزوجة كافية تمكنه من حصر الغازات. أما التبريد فقد تم إتباع طريقة التبريد السريع بفتح باب الفرن وتركه ليبرد إلى درجة حرارة الغرفة لكي لا يكون للغازات وقت كاف لهروبها إذ يتزجج السطح الخارجي بشكل طبقة رقيقة (Thin film surface).

وتم مقارنة نتائج الفحوصات التقييمية (الفيزيائية) لعينات الركام الخفيف المختبري المحضرة من أطيان تكوين إنجانة وتكوين الفتحة مع نتائج البحوث العالمية ودراسات الركام الخفيف، وجدول (4) الذي يتضمن مقارنة نموذج الدراسة (تكوين الفتحة حرق على درجة 900 °م مع بحوث عالمية ونموذج مأخوذ من (Al-Hakeem 2012) من حيث الكثافة والنسبة المئوية لإمتصاص الماء (A%) والمسامية الظاهرية (P%). وبعد موازنة نتائج الفحوصات التقييمية لعينات الركام

المختبري المحضرة والمضافة إليها مواد محلية (نشارة الخشب)، ومن ملاحظة الجدول (4) تبين أن العينات المحروقة بدرجة حرارة (900) °م أقرب للنتائج العالمية حيث يكون تكوين الفتحة موقع النخيلة أقرب إلى الدراسات والبحوث العالمية.

أما العينات المحروقة بدرجة حرارة (900، 1000 و 1100 °م) فقد لوحظ بأن جميع النماذج (تكوين إنجانة موقع خانوكة (K) تزداد كثافتها (وهو عكس المطلوب).

جدول 4: مقارنة بين نماذج الدراسة مع نماذج مختارة من بحوث عالمية ومحلية

sample	Water Absorption %	Apparent (open) porosity %	BD gm/cm ³
A	31.0	41.5	1.33
B	31.3	41.17	1.29
C	32.13	40.12	1.28
M	34.75	43.56	1.27
M _{1.00} نشارة 1000	34.67	45.90	1.3

A و B: نماذج ركام من (Spratt, 1974)، **C:** نموذج مختار من (AL-Hakeem, 2012)، **M:** نموذج الدراسة (نموذج النخيلة مضاف إليها نشارة خشب وكذلك تمثل نموذج النخيلة مضافة إليها بيكن باودر حرق على درجة حرارة 900 °م) و **M_{1.00}:** نموذج الدراسة على حجم 1.00 ملم (نموذج النخيلة مضاف إليها نشارة خشب حرق على درجة حرارة 1000).

ومن الجدير بالذكر أن النماذج التي تم مقارنتها مع النماذج قيد الدراسة هي نماذج إنتفاخية أي إن الحجم يتغير بعد الحرق، أما في النماذج قيد الدراسة فلم يحصل أي إنتفاخ فالحجم ثابت قبل وبعد الحرق وهذا ما جعلنا نتحكم بالحجم الفتاتي للكرات المحروقة.

الاستنتاجات

- تم دراسة إمكانية تحضير (الركام الخفيف) من أطيان تكوين الفتحة وأطيان تكوين إنجانة مضاف إليها مواد محلية (نشارة خشب) ومواد مصهرة (بيكن باودر او بيكاربونات الصوديوم) وإجراء الفحوصات التقييمية على المنتج المحضر، وتم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:
- من خلال الدراسة الكيميائية للمواد الخام الأولية والمتمثلة بأطيان تكوين الفتحة لموقع النخيلة وأطيان تكوين إنجانة لموقع خانوكة اتضح أن جميع هذه المواد تقع خارج حدود منطقة الانتفاخ وإنها لا تصلح أن تكون لوحدها مواد لتحضير الركام خفيف الوزن، لذا تم خلطها بمواد عضوية (نشارة خشب بنسبة 7%) حيث إن احتراق هذه النشارة يخلف فراغات تكون هي المسؤولة عن خفة الوزن، كما جرت محاولات لإضافة مواد مصهرة تشمل بيكاربونات الصوديوم (بيكن باودر بنسبة 2%) في محاولة لصهر مكونات النموذج.
- تم إستبعاد زيت المحركات المستهلك من الخلطات حيث أدى إلى تشققات في الركام ذات الحجم (1.00 ملم) أما في الركام ذات الحجم الحبيبي (0.075 ملم) فلم نحصل على الركام الخفيف.
- تم حرق النماذج على درجات (900، 1000 و 1100 °م) حرقاً سريعاً بعد حرقها مسبقاً على درجة حرارة (350 °م) ولوحظ عدم تحمل النماذج لهذا التغير الحراري المفاجئ مما أدى إلى تحطمها وتم التوصل إلى أن الحرق السريع جداً أدى إلى التحطم بسبب إجهادات داخلية ناجمة عن ضغط الغاز المحصور. أما البرنامج الثاني فكان الحرق تدريجي حيث تم وضع الكرات وحرقها على درجات (900، 1000 و 1100 °م) وقد تبين أنه ناجح مع إضافة المواد الأخرى.
- أستخدم زمن نضوج ساعة ونصف لغرض الحصول على أفضل قيم للكثافة التي تحقق إنتاج ركام خفيف الوزن ولوحظ أن أفضل قيم تم الحصول عليها للكثافة كانت عند الحرق بدرجة حرارة (900 °م) لزمن نضوج ساعة ونصف للمضاف إليها نشارة خشب وأخرى المضاف إليها بيكن باودر على الرغم من أنها لم تقع ضمن نطاق الركام الخفيف الوزن.
- تم إجراء تشكيل النماذج يدوياً حيث تم عمل كرات، حيث إن التشكيل اليدوي بالدرجة هو الطريقة الدارجة صناعياً.
- لوحظ أن عملية الحرق عند درجة حرارة (1150 °م) تؤدي إلى انصهار النماذج.

المصادر

- الجبوري، محمد اسود، 2005. جيوكيمياء الأطيان الملونة لتكوين الفتحة (المايوسين الأوسط) وأهميتها الصناعية في مناطق مختارة من شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل 60 – 65 صفحة.
- البناء، نبيل يوسف محمد، 1982. دراسة رسوبية لتكوين الفارس الأعلى في مناطق مختارة شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، 177 صفحة.
- Al-Hakeem, F.A., 2012. Sedimentology and suitability for some ceramic industries of Beduh Formation (Lowre Triassic), Northern Thrust Zone, Kurdistan Region – Iraq. A Dissertation, Collge of Science, University of Salah Al-Deen, Erbil, p. 115 – 121.
- ASTM, 1982, Part 17 [C373-72]. Water absorption, Bulk density Apparent porosity and Apparent specific gravity of fired white ware products.
- Burwell, A., 1954. Bloating properties of shale in the Hilltop Formation in Seminole County. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, Vol.35, p. 98 – 102.
- Bates, R.L., 1969. Geology of the Industrial Rocks and Minerals, Dover publications, INC., New York, 459pp.
- Bellen, R.C., Van Dunnington, H.V., Wetzell, R. and Morton, D., 1959. Lexique Stratigraphic International. Asie, Fasc. 10a, Iraq, Paris, 333pp.
- Barwary, A.M. and Naseira, A.S., 1995. The geology of Al-Najaf quadrangle, State Establishment of Geological Survey and Mining (Internal report). 20pp.
- Chandra, S. and Berntsson, L., 2002. Light-weight aggregates concrete, Science, Technology, and Applications. Noyes Publications, New York, U.S.A., 430pp.
- de'Gennaro, R., Cappelletti, P., Cerri, G., de'Gennaro, M., Dondi, M., Langella, A., 2004. Zeolite tuffs as raw materials for light-weight aggregates. Applied clay Science, Vol.25, p. 71 – 81.
- de'Gennaro, R., Cappelletti, P., Cerri, G., de'Gennaro, M., Dondi, M. and Langella, A., 2007. Campanian Ignimbrite as raw materials for light-weight aggregates. Applied clay Science, Vol.37, p. 115 – 126.
- Fakhfakh, E., Hajjaji, W., Medhioub, M., Rocha, F., Lopez-galindo, A., Setti, M., Kooli, F., Zagouni, F. and Jamoussi, F., 2007. Effects of sand addition on production of Light-weight aggregates from Tunisian smectite-rich clay rock. Applied clay Science, Vol.35, p. 228 – 237.
- Jassim, S.Z., Karim, S.A., Basi, M., AL-Mubarak, M.A. and Munir, J., 1984. Final report on the regional geological survey of Iraq. Vol.3, Stratigraphy. Geological Survey of Iraq, Baghdad, Iraq.
- Neville, A.M., 1981. Properties of concrete, 3rd edit. Pitman publishing limited, London, U.K.
- Riley, C.M., 1951. Relation of Chemical properties to the bloating of clay, J. Am. Ceram. Soc., Vol.34, p. 121 – 128.
- Schuller, K.H., 1984. Silicate ceramics. p. 1 – 27. In: Baumgart, W., Dunham, A.C., Amstutz, G.C., Eds., Process mineralogy of ceramic materials, Ferdinand Enkepublishers, Stuttgart. 223pp.
- Spratt, B.H., 1974. The structural of lightweight aggregate concrete. Cement and Concrete. United Kingdom.