صلاحية أطيان تكوين ألفتحة لصناعة القرميد في منطقة الزوية / محافظة صلاح الدين

اساور طلال ابراهيم ، سوسن حميد الهزاع ، عبد السلام مهدي صالح
قسم علوم الارض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

تم خلال هذا البحث دراسة صلاحية أطيان تكوين الفتحة لصناعة القرميد في منطقة الزوية / محافظة صلاح الدين. اعتمدت الدراسة على الاستطلاع الميداني لأربعة مواقع مختلفة لبيان مدى صلاحيتها وملائمتها حقليا للحصول على المادة الاولية لصناعة القرميد اعتمادا على سمك التكوين وامتداده وسمك الصخور الغطائية الموجودة فوق الطبقة الصناعية. أظهرت نتائج التحليل المعدني للصخور الطينية بوساطة الأشعة السينية الحائدة بأنها تتكون من المعادن الطينية الآتية: الالايت، والباليغورسكايت، الكلورايت،الكاؤولينايت والمونتمور يلونايت ، وكذلك بعض المعادن غير الطينية مثل: الكوارتز، الكالسايت، والدولومايت بصورة رئيسية والفلدسبار، الجبسوم، الهيماتايت والكوثايت بنسب اقل، كما بينت نتائج التحليل الكيميائي لعينات الدراسة بأنها تتكون من عدة اكاسيد رئيسية وهي السيليكا، اوكسيد الالمنيوم، اوكسيدالحديد، اوكسيد المغنيسيوم، اوكسيد البوتاسيوم، اوكسيد الكالسيوم، اوكسيدالصوديوم، الكبريتات والكلوريدات.

تم تحديد الخواص الفيزيائية لعينات الدراسة من ناحية التحليل الحجمي واللدونة وبينت النتائج أنها من نوع (Sandy Mud) و (Mud) و(Clay) وتتصف بأنها لدنة ومتوسطة اللدونة وذات لدونة عالية ويمكن تشكيلها بسهولة وملائمة للصناعات السيراميكية بصورة عامة وللقرميد بصورة خاصة.

تم تصنيع (120) عينة من القرميد بالحجم المختبري (1 *4 * 8) سم بطريقة الكبس شبه الجاف وتم حرقها بدرجات حرارة (900 ,1000, 1050) م° لغرض إجراء الفحوصات التقييمية (الفيزيائية والميكانيكية) عليها والتي تضم: اللون والتقلص الطولي وامتصاص الماء ومعامل التشبع المائي والتزهر والقوة.وبينت نتائج هذه الفحوصات نقصاناً في نسبة امتصاص الماء ومعامل التشبع المائي ومدى التزهر مع زيادة درجة حرارة الحرق كما زادت نسبة التقلص الطولي والحجمي في معظم عينات الدراسة مع زيادة درجة حرارة الحرق أما ألوان العينات فقد تراوحت بين البني الفاتح إلى الأصفر الباهت.

بعد إجراء التحليل المعدني لمسحوق عينات القرميد بعد الحرق على درجات حرارة الحرق المختلفة أنفة الذكر بواسطة تقنية الأشعة السينية الحائدة (XRD) بيّن التحليل اختفاء المعادن الأصلية المكونة للمواد الأولية وتحلل المواد الجيرية بتأثير التفاعلات الهدمية التي أدت إلى تشكيل أطوار معدنية جديدة مثل: (anorthite, forsterite, diopside, wollastonite and mullite,) .

تم مطابقة الفحوصات التقييمية (الفيزيائية والميكانيكية) لعينات القرميد المختبري مع المواصفة القياسية الامريكية ASTM C1167-03, 2009، توصلت الدراسة إلى تصنيف عينات القرميد ضمن الدرجة (2, 3).

المقدمة

يعتبر تكوين الفتحة من التكوينات الواسعة الإنتشار في وسط وشمال وشرقي العراق ويتالف التكوين من دورات رسوبية لاغونية كاملة (تعاقبات من الحجر الطيني و الغريني (Clay & Silty stone) والحجر الصلصالي (Marl) والحجر الجيري(limestone) والحجر الجيري الصلصالي (Marly limestone)و الجبس أو الانهايدرايت (Gypsum or Anhydrite)، وأحيانا تكون هذه الدورات ناقصة بفقدانها للحجر الجيري (1) لذلك يعد تكوين الفتحة ذا فائدة اقتصادية لتوفير مواد الاولية للبناء بأنواعها ونظراً لحاجة البلد إلى إيجاد بدائل من السقوف الكونكريتية الشائعة الاستخدام, لذلك فقد تمت دراسة وتقييم اطيان تكوين الفتحة لإنتاج القرميد من خلال التوصل إلى النسب الأفضل للخلط ودرجات الحرارة المناسبة لصناعة القرميد المطابق للمواصفات القياسية العالمية. وبسبب الانكشاف الواسع لتكوين الفتحة في محافظة صلاح الدين ولإحتوائها على كميات كبيرة من الترسبات الطينية المختلفة ولعدم وجود معامل القرميد في المحافظة على رغم من التوسع العمراني فيها، لذلك فقد تناولت الدراسة الحالية صلاحية أطيان تكوين الفتحة لصناعة القرميد بهدف الوصول إلى نوعية من القرميد ذات مواصفات وجودة عالية.

لاتوجد دراسات سابقة حول صناعة القرميد في المنطقة ولكن توجد دراسات في مناطق اخرى منها(6) درست صلاحية اطيان تكوين العامج الكاؤولينية في الصحراء الغربية بعد خلطها مع رمل ام ارضمة ورمل الاخيضر بنسب مختلفة لتصنيع قرميد الاسطح السيراميكي بدرجات حرارة مختلفة تصل الى (1150) م° لوقت انضاج ساعة واحدة.

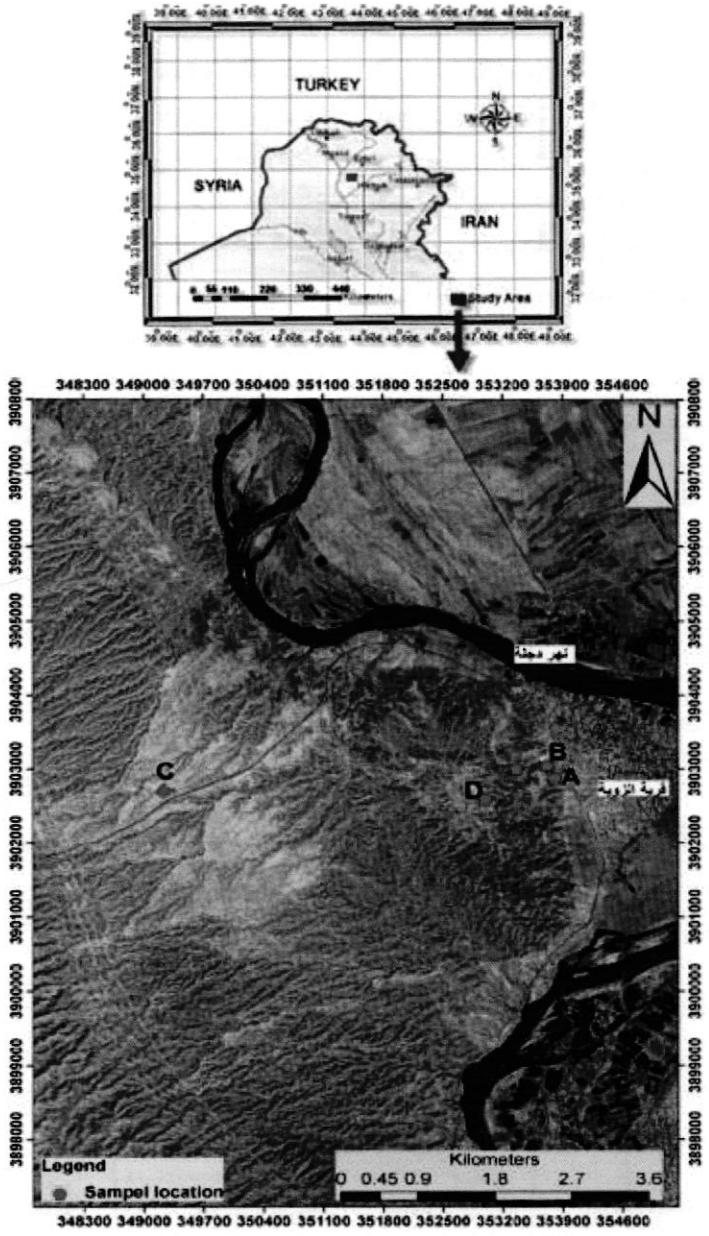
(7) درست صلاحية أطيان الحسينيات بعد خلطها مع رمل ام ارضمة بنسب مختلفة لتصنيع بلاطات السقوف السيراميكية بدرجات حرارة تصل الى 1100 م لوقت انضاج 4 ساعات,(8) قام بدراسة حول صلاحية بعض الاطيان الكاؤولينية في تكوين عامج لصناعة قرميد الاسطح السيراميكي، واعتمد طريقة الطحن الجاف والتشكيل شبه الرطب وبدرجات حرارة مختلفة وتوصل الى امكانية تصنيعها من هذه الاطيان.

ISSN:1813 – 1662

يهدف البحث إلى دراسة امكانية استغلال الترسبات الطينية العائدة الى تكوين الفتحة لغرض صناعة القرميد لوجود مكاشفها وتوافرها بكميات كبيرة ومن ثم تحديد مواصفات وخواص المواد المنتجة وذلك بعد اجراء الفحوصات التقييمية على المواد الاولية من الناحية الفيزيائية والكيميائية والمعدنية وبيان مدى صلاحيتها لصناعة القرميد.

موقع و جيولوجية منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة اداريا ضمن محافظة صلاح الدين / شمال العراق في منطقة الغاطس الجنوبي الشرقي من طيه خانوكة المحدبة بالقرب من قرية الزوية (الشكل 1).



الشكل (1) يبين الخارطة الموقعية لمنطقة الدراسة

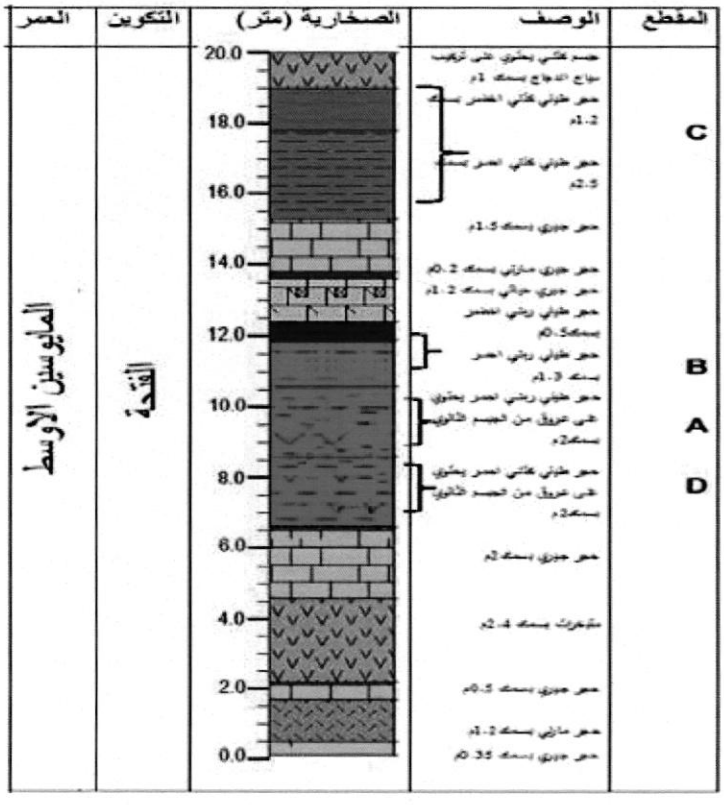
تقع ضمن نطاق أقدام الجبال (Foothill zone) التابع للرصيف غير المستقر (Unstable shelf)و حسب تقسيمات العراق التكتونية (2). قسم تكوين الفتحةإلى عضوين هما العضو السفلي (Lower Member) الحاوي على ترسبات مثالية للسبخة (Sabkha) متمثلة بتتابعات صخور المتبخرات (Evaporites) وصخور الحجر الجيري السميكة والحجر الطيني المخضر, والعضو العلوي Upper (Member) الذي يمتاز بالتباين الصخري والامتداد الجانبي متغير السمك ومتمثلا بتتابعات سميكة من صخور الجبس والمارل الأحمر والأخضر مع وجود طبقات رقيقة من الحجر الجيري الغني بالمتحجرات إن التغاير في الألوان للطبقات الطينية المنكشفة يعود إلى بيئة الترسيب حيث الطبقات الحمراء تدل على البيئة القارية والطبقات الخضراء تدل على البيئة البحرية العميقة نسبيا" (3).

ترسب تكوين الفتحة ضمن دورة المايوسين الرسوبية ويغطي مناطق أقدام الجبال بشكل كامل وتستمر ترسباته باتجاه الجنوب وصولا إلى الكويت (4) ، تمتاز منطقة الدراسة بوضع جيومورفولوجي وطوبوغرافي بسيط، حيث إن المنطقة منبسطة مع وجود بعض التموجات البسيطة والمتباعدة وتظهر المكاشف الصخرية لتكوين الفتحة في المنطقة بشكل واسع ومنتشرة على سطح الأرض ويتراوح سمك التكوين المنكشف في مقاطع الدراسة بين (3–2.5) م .وطوبوغرافية المنطقة متأثرة بشكل رئيسي بالوضع التركيبي و الصخاري إضافة إلى عوامل التعرية بسبب نهر دجلة والوديان الموجودة في المنطقة والتي تتحدر طوبوغرافيا بإتجاه مجرى النهر ، وان الخصائص الصخرية والتركيبية والمناخ وعوامل التعرية هي عوامل فعالة في إعطائها هيئتها الشكلية الحالية (5).

المواد وطرق العمل تم اختيار أربعة مناطق مختلفة (A, B, C, D) اعتماداً على المعطيات الجيولوجية المشجعة لها من حيث السمك والامتداد والتتابعات الطباقية وعدم وجود طبقة غطائية سميكة وقربها من الطرق الرئيسية ووسائل النقل وسهولة وصول الآليات إليها لأغراض القلع والنقل. تم وا ٍسقاطها على الخارطة الموقعية للمنطقة واستخدام جهاز (GPS) لإيجاد إحداثيات التشريق والتشميل والارتفاع عن مستوى سطح البحر بنظام (UTM System). وجمعت النماذج من الطبقات المختلفة للصخور الطينية المنكشفة في المقاطع قيد الدراسة بطريقة نمذجة القناة (channel sample).

الوصف الحقلي:

تتألف مقاطع قيد الدراسة والتي يتراوح سمكها بين (3–4) م من الصخور الطينية الحمراء والخضراء والجبس، وتظهر الصخور الطينية حمراء في الجزء الأسفل، تعلوها الصخور الطينية الخضراء والجبس في الجزء الاعلى, وتحتوي الصخور الطينية على عدة فواصل، الشكل (2).



شكل(2) المقطع التكميلي التقريبي لتكوين الفتحة في منطقة الدراسة

طرق العمل وتحظير العينات:

تم عمل (15) عينة من القرميد المختبري بأبعاد (1 *4 * 8) سم لكل عينة من المواقع الأربعة للمادة الأولية فقط ثم تم تصنيع (15) عينة بنفس الابعاد بعد خلط المادة الاولية مع رمل تكوين انجانة وللمواقع الاربعة، أي بما يعادل (120) عينة من القرميد المختبري لمجموع العينات ككل بطريقة الكبس شبه الجاف وتم حرقها بدرجات حرارة (900 , 1000 , 1050) م° في وزارة العلوم والتكنلوجيا/مركز بحوث البناء في بغداد للنماذج قبل الخلط وحرقت النماذج بعد الخلط في جامعة صلاح الدين في اربيل. تم تهيئة العينات وطحنها إلى أحجام ناعمة وخلط المواد جيداً لغرض مجانستها كيميائياً وفيزيائياً ، وذلك بالتقليب المستمر للنموذج ومن ثم يتم تخمير النموذج عن طريق إضافة كمية مناسبة من الماء تقدر بحدود (8%) واضافة نسب معينة من رمل تكوين انجانة الى عملية الكبس الثانية (جدول1) وتخمر من يومين إلى ثلاثة أيام وذلك لتحسين خواص المنتج، وبعد ذلك يتم اخذ

(80 غم) من كل نموذج ووضعها في قالب ثم توضع في جهاز المكبس الهيدروليكي أحادي المحور من نوع أمريكي (X–Press Spex SR: 78044) وكبسها بضغط مقداره (250) كغم/سم2، ليكون الشكل الناتج هو متوازي المستطيلات بأبعاد (1*4*8) سم3 لغرض أجراء الفحوصات التقييمية عليها.

تم تجفيف عينات القرميد المختبري بعد تشكيلها في فرن التجفيف بدرجة حرارة (40) م° ولمدة (24) ساعة وبعدها اخذ قياس أبعاد العينات بعد التجفيف.

تم حرق العينات في الفرن العالي الحرارة وبدرجات حرارة (900،1000،1050) درجة مئوية بزيادة زمنية مقدارها (10) درجات مئوية لكل دقيقة وبفترة إنضاج (Soaking Time) مقدارها ساعتين للنماذج المصنعة من عملية الكبس الاولى وببرنامج حرق 50 م/ساعة وبفترة إنضاج (Soaking Time) ساعة واحدة للنماذج المصنعة من عملية الكبس الثانية.

جدول(1) مكونات الخلطات قيد الدراسة

رمز العينات قبل الخلط	المواد الاولية		درجة حرارة الحرق		
	اطيان الفتحة	رمل انجانة	900	1000	1050
A	100	0	A1	A2	A3
B	100	0	B1	B2	B3
C	100	0	C1	C2	C3
D	100	0	D1	D2	D3
رمز العينات بعد الخلط	المواد الاولية		درجة حرارة الحرق		
	اطيان الفتحة	رمل انجانة	900	1000	1050
A^s	90	10	A1	A2	A3
B^s	90	10	B1	B2	B3
C^s	80	20	C1	C2	C3
D^s	70	30	D1	D2	D3

خضعت عينات الدراسة إلى نوعين من الفحوصات المختبرية المبينة أدناه

فحوصات تقويم الترسبات الطينية لتكوين الفتحة:

شملت تحليل التدرج الحجمي بطريقة الهيدروميتر للتعرف على نسبة محتواها من الرمل والطين والغرين والتصنيف النسيجي لهذه الترسبات من خلال رسم العلاقة بين النسب المئوية الوزنية للمكونات الأساسية (رمل و غرين و طين) على مثلث فولك (9)، إضافة إلى فحص لدونتها حسب تقسيمات حدود أتربيرك (Atterberg). اجري فحص الأشعة السينية الحائدة (XRD) للتعرف على أنواع المعادن الطينية وغير الطينية بعد إجراء بعض المعالجات على الشرائح الموجهة باستخدام الأثيلين كلايكول، وبالتسخين بدرجة حرارة (350) م° و(550) م°. كذلك إجراء التحليل الكيميائي لبيان محتواها من اكاسيد العناصر الرئيسية (Na_2O, K_2O , SO_3, Al_2O_3, CaO, Cl, SiO_2, Fe_2O_3 MgO)، بإستخدام جهاز الأشعة السينية الوميضية (XRF)، أما حساب مقدار الفقدان بالحرق (L.O.I) فقد تم تعيينه بحرق (1 غم) من كل نموذج بدرجة حرارة (1000) م° ولمدة ساعتين ثم حساب الفرق بين الوزنين للنموذج.

- **فحوصات تقييم القرميد:**

تضمنت الفحوصات التقييمية (الفيزيائية والميكانيكية) لها والتي تضم: التقلص الطولي ونسبة امتصاص الماء ومعامل التشبع المائي والتزهر والقوة. كما جرى تقييم المظهر العام للقرميد من حيث اللون وقياس الأبعاد والزوايا والحافات والسطوح الخارجية إضافة إلى فحص الأشعة السينية الحائدة (XRD) لخمسة عينات للتعرف على أطوارها المعدنية المتكونة بعد الحرق، وبعد ذلك تصنيف القرميد المنتج وفق المواصفة القياسية الامريكية ASTM C1167-03, 2009 جدول(2).

جدول(2) المواصفة القياسية الامريكية ASTM C1167-03, 2009

درجة القرميد	امتصاص الماء(%)	معامل التشبع المائي	القوة(N)	التزهر
1	8	0.76	300	معدوم
2	13	0.82	225	خفيف
3	15	0.86	225	متوسط

▪ **نتائج فحوصات تقويم الترسبات الطينية لتكوين الفتحة:**

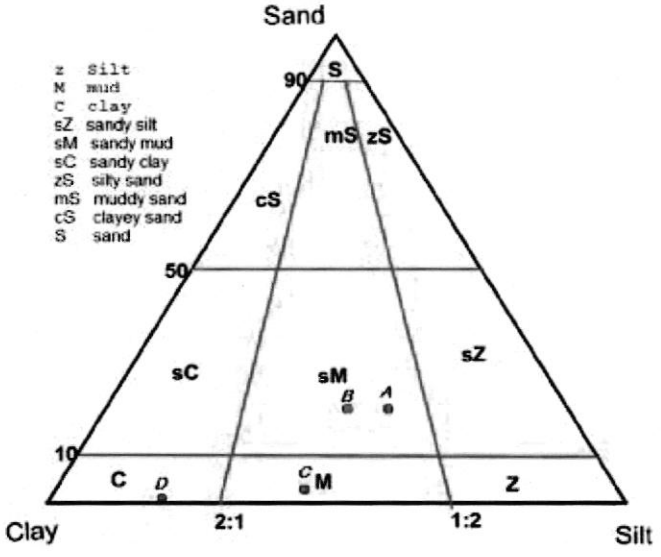
بعد توضيح طرائق إجراء الفحوصات التقييمية للعينات المحروقة بدرجات حرارة (900 , 1000 , 1050) م°، سيتم توضيح نتائج هذه الفحوصات ومناقشتها لغرض تقييمها لصناعة القرميد من خلال مقارنتها بالمواصفة القياسية الامريكية.

▪ **نتائج فحوصات التدرج الحجمي:**

بينت نتائج فحوصات التدرج الحجمي لعينات الدراسة إن نسبة الغرين هي السائدة من المكونات الحجمية في الموقعين (A , B) و التي تراوحت بين (42% – 49%)، أما نسبة الطين فقد تتراوحت بين (31% – 38%)، والرمل (1%-20%). أما الموقعين (C , D) فان نسبة الطين هي السائدة ضمن المكونات الحجمية وتتراوح بنسبة بين (54% –87%)، ونسبة الغرين تراوحت بين (21% –43%)، ونسبة الرمل بين (1% –3%) ، (الجدول 3). وتم تمثيل العلاقة بين النسب المئوية الوزنية للمكونات الأساسية (الطينو الغرينو الرمل) لعينات الدراسة على مثلث التصنيف فولك (9) (الشكل 3).

الجدول (3) نتائج التحليل الحجمي لنماذج الدراسة

Sample No. رقم النموذج	Clay (%) الطين	Silt (%) الغرين	Sand (%) الرمل
A	38	42	20
B	31	49	20
C	54	43	3
D	87	21	1



الشكل (3) مخطط التوزيع النسبي لأجزاء الطين والرمل والغرين حسب تصنيف فولك (9)

▪ **نتائج فحوصات حدود أتربيرك (Atterberg):** يتراوح حد اللدونة لعينات الدراسة بين (27.20% -34.23%)، ويتراوح حد السيولة بين (41.54% –60.49%)، أما معامل اللدونة فتراوح بين (13.51% – 33.29%)، (الجدول 4).

الجدول (4) يوضح نتائج فحوصات حدود أتربيرك لنماذج الدراسة

Sample No.	حدود أتربيرك (Atterberg)		
	Liquid limit (L.L) (%)	Plastic limit (P.L) (%)	Plasticity Index (P.I) (%)
A	41.54	28.03	13.51
B	52.10	34.23	17.87
C	50.35	28.34	22.01
D	60.49	27.20	33.29

حيث تم تقسيم عينات الدراسة بالاعتماد على معامل اللدونة وحسب تصنيف بادنيكوف (10)، حيث يلاحظ إن نماذج الموقع (A) تقع ضمن الحقل متوسطة اللدونة (Moderately plastic) في حين نماذج الموقعين (B, C) تقع ضمن حقل اللدونة (plastic)، أما بالنسبة لنماذج الموقع (D) تقع ضمن حقل عالي اللدونة (Plastic Super)، (الجدول 5).

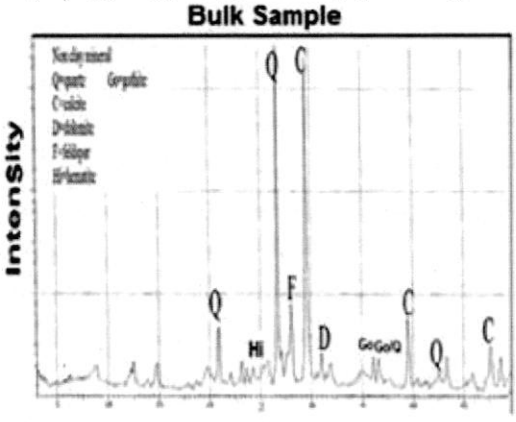
الجدول (5) توزيع نماذج الدراسة حسب معامل لدونتها إعتماداً على تصنيف بادنيكوف (10)

Classification	Plasticity Index	Sample No.
Super plastic	> 25	D
plastic	15 - 25	B ،C
Moderately plastic	7 - 15	A
Poorly plastic	< 7	
Non plascti	Not forming a plastic mass	

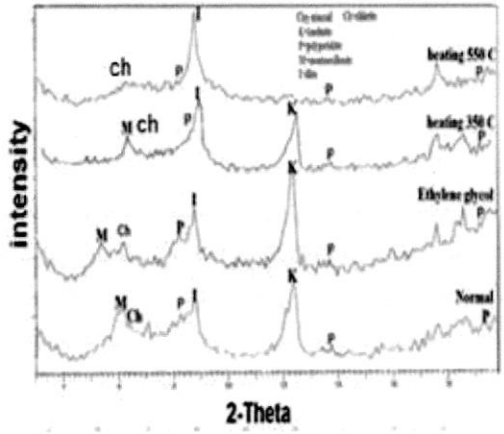
نتائج فحوصات الأشعة السينية الحائدة (XRD):

تبيّن نتائج التحليل بالأشعة السينية الحائدة (XRD) وجود بعض المعادن الطينية في نماذج الدراسة والتي تشمل: الالايت والباليغورسكايت والكلورايت والكاؤولينايت والمونتموريلونايت، وكذلك بعض المعادن غير الطينية مثل: الكوارتز والفلدسبار والكالسايت والدولومايت والهيماتايت والكوثايت والجبسوم بنسبة قليلة جداً، كما في الاشكال(4,5). يعد معدن الالايت من المعادن غير القابلة للانتفاخ (Non-swelling)، ويعزى سبب ذلك إلى أن الفراغات البينية مابين الصفائح تكون جميعها حاوية على البوتاسيوم فضلاً عن ذلك تكون هذه الأواصر مابين الصفائح قوية جداً (11). أما معدن الباليغورسكايت من المعادن الطينية التي لها القابلية على التبادل الأيوني، كونها تحمل ايونات للعناصر في مواقع بلورية غير ثابتة وبالتالي فان تحرر هذه العناصر قد يؤدي إلى رداءة القرميد (12)، وا ,ن زيادة نسبة معدن المونتموريلونايت عن (20%) ضمن العجينة المهيأة لصناعة القرميد يعد عاملاً سلبياً؛ كونه من المعادن الانتفاخية التي تمتص الماء من الجو وبذلك يسبب تشققاً للقرميد في أثناء مدة التجفيف (13). يعد وجود معدن الكاؤولين مهمة ضمن العجينة المهيأة لصناعة القرميد، لامتلاكها قوة جفاف ولدونة عاليتين أثناء عملية التجفيف والتشكيل (14).

أن وجود نسبة معينة من الكوارتز ضروري من الناحية الكيميائية، كونه من الأكاسيد التي تتفاعل مع الألمنيوم والكالسيوم ليكو ّن سيليكات الكالسيوم و الألمنيوم التي تثبت بنية القرميد وتقلل من وجود أوكسيد الكالسيوم الحر والذي تؤدي زيادته إلى تشقق القرميد لقابليته الكبيرة على امتصاص الماء الذي يؤدي الى انتفاخ القرميد كذلك يساعد في تكوين المادة الزجاجية التي تساعد في تماسك الحبيبات (15). إن وجود المعادن الكاربوناتية بنسبة عالية في الصخور الطينية تعمل كمواد مساعدة للانصهار تعجل من التفاعلات في أثناء الحرق وتقلل من درجة الانصهار في الوقت نفسه فان تفكك المعادن الكاربوناتية في أثناء الحرق يزيد من نسبة المسامية ونسبة امتصاص الماء وبذلك تسبب حصول تشققات أو تكسرات في جسم القرميد (16). يعتبر معدن الفلدسبار من المعادن المساعدة للانصهار، كما وان وجودها مع المعادن الأخرى يساعد على تكون الطور الزجاجي خاصة وجوده مع معدن الكوارتز حيث تبدأ بالانصهار عند تعرضها إلى الحرارة العالية وتستمر في ذلك تدريجيا إلى أن تصبح كتلة لزجة وعند تبريدها تتصلب وتكون المادة الزجاجية التي تعطي القوة والمتانة لجسم القرميد (17)، وأن وجود الجبسوم بنسبة عالية ضمن العجينة المهيأة لصناعة القرميد يؤدي الى زيادة الأملاح وظهور التزهر بعد أن يتعرض القرميد الى مصدر ماء كالمطر أو المياه الأسن مما ينشط الخاصية الشعرية وتجمع الأملاح على السطح الخارجي للقرميد المفخور مما يؤدي الى مخالفة المواصفات القياسية المعتمدة ورداءة نوعية القرميد (15).



الشكل (4) مخطط حيود الأشعة السينية للنماذج الكلية



الشكل (5) مخططات حيود الأشعة السينية لجزء الطين وبمعاملات مختلفة

- **نتائج التحليل الكيميائي:**

بين التحليل الكيميائي لعينات الدراسة ان نسبة السليكا تشكل النسبة الرئيسة في النماذج الأربعة المدروسة جميعها، فضلاً عن احتواء العينات على نسب متفاوتة من الالومينا واكاسيد الحديد والكالسيوم والمغنسيوم، وكذلك احتوائها على اوكسيد الصوديوم (Na2O) والكبريتات (SO3) بنسب قليلة جدا مقارنة مع بقية الاكاسيد، وكما في (الجدول 6).

الجدول (6) نتائج التحليل الكيميائي للنماذج الممثلة للمقاطع الأربعة المدروسة

Sample No.	SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO_3 (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	Cl (%)	L.O.I (%)	Total
A	38.59	4.94	11.02	15.79	6.45	3.45	1.59	1.85	0.33	15.38	99.39
B	45.64	6.68	12.75	6.86	11.52	0.46	0.38	2.56	<0.02	12.51	99.38
C	43.77	4.83	12.09	8.85	9.69	0.42	0.75	2.46	0.06	15.60	98.52
D	41.42	7.25	12.01	8.79	11.39	2.64	0.25	2.21	<0.02	13.48	99.46

- **نتائج فحوصات تقييم القرميد:**

- **اللون والشكل الخارجي:** تراوحت ألوان عينات القرميد المختبري بعد حرقها بدرجات حرارة (900 , 1000 , 1050) م° بين اللون البني واللون الأصفر الباهت. ويعود التغير في ألوان العينات بعد الحرق بصورة رئيسة إلى التفاعلات التي تحصل بين مكونات العجينة الطينية في إثناء الحرق، وأهم هذه التفاعلات هي أكسدة الحديد والمادة العضوية عند درجات الحرارة (350 - 950) م°، وتفكك المعادن السليكاتية عند درجات الحرارة العالية التي تصل إلى حوالي (1000) م°، (18).

أما الشكل الخارجي فقد إحتفظت العينات عموما بثبات أشكالها وذات أبعاد منتظمة وزوايا قائمة وحافاتها مستقيمة وعديمة التشقق، باستثناء عينات الموقعين (B ,D) التي عانت بعض التشققات القليلة مع وجود بعض الاعوجاج البسيط في سطوحها الخارجية.

- **التقلص الطولي** : من خلال قياس أبعاد العينات وحساب نسبة التقلص الطولي تبين وجود تقلص طولي بنسب متفاوتة وباختلاف درجات حرارة الحرق (الجدول 7)، حيث تباينت هذه النسب مابين تقلص طولي بسيط وتقلص سلبي (أي زيادة أو تمدد في الطول) وتن معظمها يتميز بتقلص طولي بسيط، واهم أسبابها يعود إلى فقدان الماء والأبخرة والغازات التي تشغل المسامات والفجوات في العينات الطينية قبل الحرق، أو نتيجة عملية التزجيج التي تؤدي إلى تجميع الجسيمات والتحامها مع بعضها مما يؤدي إلى التقلص الطولي للعينات من القرميد (11)، أو بسبب التغيرات في الأطوار المعدنية بعد الحرق وكذلك فقدان بعض المحتويات من العينات في أثناء عملية الحرق مثل ماء التبلور وثنائي اوكسيد الكاربون (CO2)، (18).

- **نسبة امتصاص الماء:** من خلال النتائج نلاحظ إن معدلات امتصاص الماء تقل مع زيادة درجة حرارة الحرق لكل المواقع، فعند درجة حرارة (900) م° تتراوح نسبتها ما بين (14.45% - 20.04%)، وعند درجة حرارة (1000) م° تتراوح نسبتها ما بين (17.91% - 13.24%)، أما عند درجة حرارة (1050) م° فتراوحت نسبتها ما بين (12.10% - 17.72%) (جدول7)، وان سبب إنخفاض نسبة إمتصاص الماء هو إن زيادة درجة حرارة الحرق تؤدي إلى عملية التلبيد (Sintering) التي تحدث نتيجة الارتفاع في درجات الحرق حيث تتقارب الجزيئات فيما بينها لتختزل من نسبة المسامات وكذلك تكون الطور الزجاجي السائل بسبب انصهار بعض المعادن (18).

- **معامل التشبع المائي:** إن معدلات معامل التشبع المائي تقل مع زيادة درجة حرارة الحرق لكل المواقع(جدول7)، فعند درجة حرارة (900) م° تتراوح نسبتها ما بين (0.85% - 0.96%)، وعند درجة حرارة (1000) م° تتراوح نسبتها ما بين (0.89% -0.95%)، أما عند درجة حرارة (1050) م° فتراوحت نسبتها ما بين (0.78% -0.95%).

- **التزهر** : بعد الإطلاع على النتائج المستحصلة من فحص التزهر لعينات القرميد بعد الحرق يلاحظ إنها عند درجة حرارة (900) م° تتراوح مابين (خفيف– متوسط)، وعند درجة الحرارة (1000) م° كانت جميعها (خفيف– معدوم)، وتقل عند درجة الحرارة (1050) م° حيث كانت جميع العينات (معدوم). (جدول7)، وسبب ظهور التزهر في بعض العينات ناتج من الكبريتات التي تتحد مع احد العناصر (Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na+, K+) لتكون الأملاح المسببة للتزهر (19). وسبب وجود التزهر هو تكّون بعض التشققات الصغيرة في جسم القرميد نتيجة هروب الغازات الناتجة من تفكك المعادن الطينية والكاربوناتية أثناء عملية الحرق الذي أدى إلى إمتصاص كمية أكبر من الماء مما أدى إلى زيادة عملية التزهر, أما النقصان في التزهر قد يعزى سببه إلى النقصان في قابلية امتصاص العينات للماء مع زيادة درجة حرارة الحرق فضلا عن تفكك تركيب الأملاح الموجودة ضمن العينات بشكل عام،

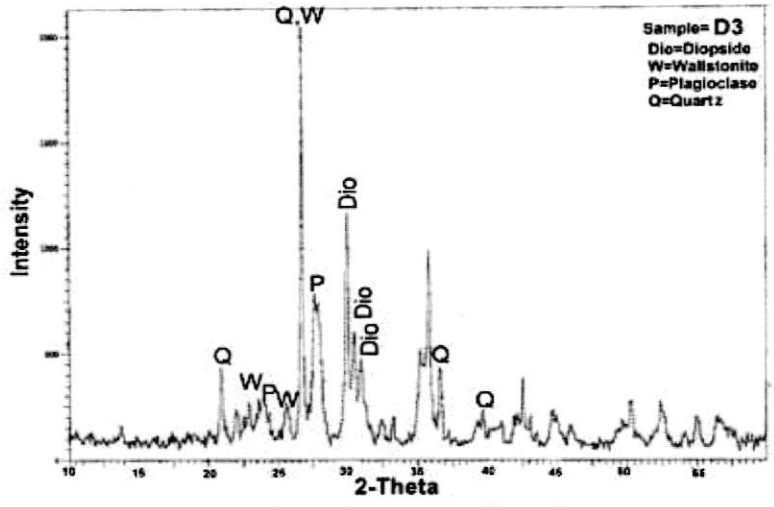
- **القوة:** بعد الاطلاع على النتائج المستحصلة في جدول (7) يلاحظ إنها عند درجة حرارة (900 م°) تراوحت بين (250.34– 735.94) وعند دجة الحرارة (1000 م°) تراوحت بين (269.40– 785.24) وعند درجة الحرارة (1050م°) تراوحت بين (502.39– 738.60).

جدول (7) نتائج الفحوصات التقييمية لعينات القرميد المختبري

رقم النوذج (قبل الخلط)	درجة الحرارة (م)	التقلص الطولي (سم)	امتصاص الماء (%)	معامل التشبع المائي	التزهر	القوة (N)
A1	900	0.63	16.06	0.96	متوسط	639.96
A2	1000	0.63	15.52	0.95	متوسط	785.24
A3	1050	1.26	15.07	0.94	خفيف	733.72
B1	900	1.26	15.89	0.94	معدوم	735.94
B2	1000	1.26	14.23	o.89	معدوم	747.04
B3	1050	2.53	13.40	0.89	معدوم	638.57
C1	900	0.94	20.04	0.93	خفيف	703.96
C2	1000	1.26	17.91	0.93	معدوم	701.74
C3	1050	2.21	17.72	0.92	معدوم	722.62
D1	900	2.53	19.85	0.95	معدوم	453.91
D2	1000	5.06	14.53	0.93	معدوم	771.92
D3	1050	4.74	14.30	0.93	معدوم	738.60
رقم النموذج (بعد الخلط)	درجة الحرارة (م)	التقلص الطولي (سم)	امتصاص الماء(%)	معامل التشبع المائي	التزهر	القوة (N)
A$1	900	0.25	15.22	0.94	خفيف	250.34
A$2	1000	0	15.43	0.92	معدوم	343.94
A$3	1050	0.25	14.10	0.86	معدوم	509.39
B$1	900	0	15.41	0.93	خفيف	365.24
B$2	1000	0.51-	14.90	0.92	خفيف	269.40
B$3	1050	1.25	12.25	0.82	معدوم	502.97
C$1	900	0	14.45	0.85	خفيف	397.99
C$2	1000	0	14.35	0.85	معدوم	425.20
C$3	1050	1.01	12.10	0.81	معدوم	520.32
D$1	900	1.26	16.51	0.89	خفيف	538.73
D$2	1000	1.26	14.45	0.86	معدوم	516.209
D$3	1050	1.66	12.18	0.78	معدوم	598.51

- **الأطوار المعدنية بعد الحرق:**

جرى تحضير مسحوق العينات لجميع المواقع المختارة من القرميد المختبري والمحروقة بدرجات الحرارة (900 , 1000 , 1050) م° للتعرف على الأطوار المعدنية المتكونة باستخدام تقنية الأشعة السينية الحائدة (XRD) وقد تبين تشكيل أطوار معدنية جديدة مثل: (diopside, wollastonite and plagioclase) وبقاء قسم من المعادن الأصلية الداخلة في التفاعل مثل (Quartz).



الشكل (6) مخطط حيود الاشعة السينية للاطوار المعدنية المتكونة بعد الحرق بدرجة حرارة (1050) م°

تقييم ترسبات تكوين الفتحة لصناعة القرميد:

تم مقارنة نتائج الفحوصات التقييمية (الفيزيائية والميكانيكية) لعينات القرميد المختبري المحضرة من أطيان تكوين الفتحة مع المواصفة القياسية الامريكية (ASTM C1167-03, 2009) (جدول8) والتي تصنف القرميد إلى ثلاثة أصناف إعتماداً على قيم النسبة المؤية لامتصاص الماءو النسبة المؤية لمعامل التشبع المائيو القوة.

جدول(8) تصنيف عينات الدراسة حسب المواصفة القياسية الامريكية ASTM C1167-03, 2009

درجة القرميد	امتصاص الماء (%)	معامل التشبع المائي	القوة(N)	التزهر	توزيع عينات الدراسة
1	8	0.76	300		
2	13	0.82	225		$B3^S$, $C3^S$,$D3^S$
3	15	0.86	225		$A3^S$, $B2^S$, $C1^S$, $C2^S$, $D2^S$

وبعد موازنة نتائج الفحوصات التقييمية لعينات القرميد المختبري المحضرة بطريقة الكبس شبه الجاف بالمواصفة القياسية الامريكية (ASTM C1167-03, 2009) تبين ان العينات للخلطة الاولى والتي تمثل النماذج (A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3) غير مطابقة للمو اصفة لذلك تم اضافة رمل تكوين انجانة لتحسين خصائصها, ومن خلال الجدول(7) نلاحظ ان العينات المحروقة بدرجة حرارة (900 م°) فاشلة عدا النموذج ($C1^S$) الذي يقع ضمن الدرجة الثالثة, بينما العينات المحروقة بدرجة حرارة (1000 م°) فتقع ضمن الدرجة الثالثة واالتي تمثل (B2S, C2S, D2S) اما النموذج ($A2^S$) فاشل, اما النماذج المحروقة بدرجة حرارة (1050 م°) فتقع ضمن الدرجة الثانية والتي تمثل (B3S, C3S, D3S) والنموذج (A3S) يقع ضمن الدرجة الثالثة.

الاستنتاجات:

1. بينت الدراسة المعدنية للصخور الطينية بوساطة تقنية الأشعة السينية الحائدة (XRD) بأنها تتكون من المعادن الطينية والتي تشمل الالايت والباليغورسكايت والكلورايت والكاؤولينايت والمونتمورليونايت، فضلاً عن احتوائها على بعض المعادن غير الطينية مثل: الكوارتز والفلدسبار والكالسايت والدولومايت والجبسوم والهيماتايت والكوثايت بنسب متفاوتة.
2. عينات الدراسة كانت لدنة بسبب احتوائها على نسبة عالية من الاطيان حيث كانت من نوع لدنة ومتوسطة اللدونة وعالية اللدونة.
3. تلونت عينات الدراسة بلون اصفر بعد الحرق وذلك نتيجة للتغيرات المعدنية وتكون اطوار معدنية جديدة مع ازدياد درجة حرارة الحرق.
4. عدم ظهور نسبة عالية من التزهر بسبب قلة نسبة الاملاح في المواد الاولية المستخدمة في الصناعة
5. ازدياد مقدار القوة للنماذج للعينات قيد الدراسة مع ازدياد درجة حرارة الحرق بسبب نمو اطوار معدنية جديدة ذات صلابة عالية.
6. نقصان نسبة امتصاص الماء ونسبة معامل التشبع المائي مع زيادة درجة حرارة الحرق بسبب تكون الطور الزجاجي الذي يعمل على ملء المسامات وبالتالي يقلل من نسبة مساميتها وبالتالي نقصان نسبة امتصاص الماء ومعامل التشبع المائي.

المصادر:

1. Al-Rawi, Y.T., Sayyab, A.S., Jassim, J.A., Tamar-agha, M.Y., Al- Sammai, A.I., Karim, S.A., Basi., M.A., Dhiab, S.H., Faris, F.M., and Anwar, F., 1992. New Name for Some of the Middle Miocene-Pliocene Formation, Iraqi Geological Journal Vol. 1, pp. 1-18.

2. Buday, T. and Jassim, S., 1987: The Regional Geology of Iraq (tectonism and magnetism), D.G. of Geol. Sur. and Min. Inv., Baghdad, Iraq, 322 p.

3. Al-Mubarak, M., and Youkhana, R., 1978. The regional Geological Mapping of Al-Fatha - Mosul area. State Organization for Minerals (SOM). Library report, Baghdad

4. Jassim, S.Z., and Goff, J.C., 2006. Geology of Iraq, Published bu Dolin, prague and Musem, Brno Czech Republic, 2006, 337p

5. Basi, M.A., 1973: Geology of Injana Area, Hemrin South -Unpubl. M. Sc. Thesis, University of Baghdad, Iraq, 127 p.

6. بطرس ، ربى جمال بطرس، 2005 : معاملة الكاؤولين العراقي واستخدامه في تصنيع قرميد الاسطح السيراميكي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم هندسة المواد، الجامعة التكنلوجيا، 77 صفحة.

7. Erfan ,S., 1995.Ability study of manufacturing roofing tiles from local soil . GEOSURV Baghdad, Int.Rep.no.(1457) ,25 pp.

8. Tamar-Agha, M. Y., 1997: Assessment of Some Kaolinite Clays From Western Iraq for Ceramic and Refractory Industries processes Second Jordanian Conference on Mining , 26 – 29 April , 1997 , pp. 316 – 333.

9 Folk, R.L., 1974: Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill public. Co. Texas, U.S.A. 182 p.

10 Budnikov, P.P., 1964: The Technology of Ceramics and Refractories, M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, p.647.

11 Christie, T., Thompson, B. and Brathwaite, B., 2007: Mineral Commodity, Report 20 – Clays, Ins.of Geological and Nuclear Sciences, 18 pp.

12 Connan, H.A., Thomas, P. and Guerbois, J.P., 2007: Effect of Autoclaving Temperature on Calcium Silicate- Based Building Products Containing Clay-Brick Waste, Australia, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, University of Technology, Collage of Science, Vol. 88, No.1. pp. 155-119.

13 Al- Ajeel, A., Abdullah, S. N. and Mustafa, A. M., 2008: Beneficiation of attabulgit montmorillonite claystone by dispersion sedimentation. Iraqi Bulletin of geology and Mining, Vol.4, No. 1, pp. 117-124.

14 Al- Ejandre, F. J., Villegas, R., Jurado, M., 2009: Brick Durability and Conservation Treatment, Santa Maria, Seville, Spain, Mater Construction, Vol. 59, 293, pp.85-103.

15 البصام ، خلدون صبحي ، 2004 : تقييم المواصفات الفيزيائية والكيميائية للمواد الأولية المستعملة في صناعة الطابوق المفخور (الآجر) ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير داخلي ، رقم التقرير (2873) ، بغداد ، 45 صفحة.

16 Tamar-Agha, M. Y., 1997: Assessment of Some Kaolinite Clays From Western Iraq for Ceramic and Refractory Industries processes Second Jordanian Conference on Mining, 26 – 29 April, 1997, pp. 316 – 333.

17 Poppe, L.J., Paskevish, V.F, Hathaway, J.C. and Blackwood, D.S., 2002: Laboratory Manual for X-Ray Powder Diffraction, V.S. Geological Survey Open-File Report, pp. 1-41

18 Frank, H., 1975: The Potters Dictionary of Materials and Technique. 1st, edit., Great Britain, 250 p.

19 Mackenzie, R. C., 1972: Differential Thermal Analysis Academic press Inc., London, 607p

Suitability of Fatha Formation clays for Roofing Tiles from Selected Locations/Salah Al-Din governorate

Asawer Talal Ibrahim, Ass. SawsanHameed Al-Hazaa, AbdulSalam Mehdi Salih
Department of Applied Geology , Collage of Science , University of Tikrit , Tikrit , Iraq

Abstract

The present study deals with the suitability of Fat'ha Formation clays for manufacturing of roofing tiles industry in Al-Ziwiya Area, Salahalddin Governorate/ Northern Iraq through four selected outcrop sections (A, B,C and D). The XRD analysis shows that these clays are mainly composed of clay minerals like: illite, palygorskite, chlorite, kaolinite and montmorillonite, in addition to the non-clay minerals like: quartz, feldspar, calcite, dolomite, hematite, goethite and gypsum.

Chemical analysis of the studied outcrops of Fat'ha deposits revealed that they are composed of several oxides. The Results of the physical properties of studied samples, in terms of Grain size analysis shows the types as sandy mud, mud and clay and characterized as Plastic, medium plasticity and high plasticity and can be easily formed and appropriate to the tiles industry, the plasticity increased with clay fraction.

120 test tiles size 8 * 4* 1 cm were prepared using the semi-dry pressing method and fired at temperatures 900, 1000, and 1050°C. The physical and mechanical tests for the briquettes (small tiles) were conducted after firing which includes: color, linear shrinking, water absorption, water saturation coefficient, efflorescence, and strength. The results show decreases in the rate of water absorption, water saturation coefficient and efflorescence with increase of temperature. Also the rate of linear shrinking in most of the studied samples increases with temperature. The colors of the samples ranged from light brown to pale yellow. The recognized minerals after firing for the briquettes by XRD showed the presence of new phases and minerals such as: diopside, wollastonite, mullite, forsterite, and anorthite due to the decomposition of essential minerals and many reactions between the ions.

The evaluation tests for the suitability of Fat'ha Formation clays of the studied area for roofing tiles industry are carried out on the channel sample, which shows that these deposits can be used for this industry of class 2 and 3 according to the American Standard (ASTM C-1167-03,2009).