



## تقويم إمكانية استخدام رواسب خزان سد الوند لأغراض صناعة الطابوق الطيني في خانقين، محافظة ديالى، شمال شرقي العراق

منال سمير قادر<sup>1\*</sup> , خالد احمد عبدالله<sup>2</sup>، محمود فاضل عبد<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

### الملخص

قيمت الترسيبات المترامية في خزان سد الوند فيزيائياً وكيميائياً ومعدنياً، وبينت النتائج بان الرواسب ذات طبيعة غرينية طينية تغلب فيها نسبة الغرين على باقي المكونات وهي رواسب متوسطة اللدونة. فيما أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية والمعدنية بان الرواسب تتكون بصورة أساسية من أكسيد السليكون (SiO<sub>2</sub>) الذي يرتبط وجوده بتواجد الكوارتز كمكون معدني رئيس من ناحية والمعادن الطينية وبخاصة المونتموريلوناييت والكلورايت والكالسايت الموجودة في الرواسب من ناحية أخرى. شكلت ثلاثة مجاميع من الطابوق المختبري بواقع (8) عينات بطريقة الكبس شبه الجاف باستخدام جهاز المكبس الهيدروليكي أحادي المحور وبضغط مقداره (250) كغم/سم<sup>2</sup>، ثم حرقت هذه العينات بدرجة حرارة (950)° سليزية وحسب برنامج خاص وبزيادة زمنية مقدارها (4) درجات سليزية لكل خمس دقائق وبفترة إنضاج (Soaking Time) مقدارها ساعة واحدة فقط. امتازت العينات المحضرة من الرواسب بنقلص طولي وحجمي للمواقع (C,B,A) مقداره (1,9\_1\_1,1\_1,3%) (1,4\_4,3\_4,4%) على التوالي. ومقاومة انضغاط ونسبة امتصاص ماء للنماذج (C,B,A) مقداره (73-85-76 كغم /سم<sup>2</sup>)، (-27.5-27.226.1%) على التوالي، فيما كان التزهر (خفيفاً الى معدوم). واستناداً الى المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993) صنفت عينات الرواسب المترامية في خزان سد الوند ضمن الصنف (ج) وهي بذلك صالحة لصناعة الطابوق.

### معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 21- فبراير-2023

تاريخ المراجعة: 18- مايو-2023

تاريخ القبول: 12- يونيو-2023

تاريخ النشر الالكتروني: 31- ديسمبر-2023

الكلمات المفتاحية:

رواسب

صناعة الطابوق الطيني

خزان

سد الوند

شمال شرق العراق

المراسلة:

الاسم: منال سمير قادر

Email: [mnalsamir376@gmail.com](mailto:mnalsamir376@gmail.com)

# Assessment of Utilization of Sediments of The Wand Dam Reservoir for The Purposes of Making Clay Bricks in Khanaqin, Diyala Governorate, Northeastern Iraq

Manal S. Qadir <sup>1\*</sup> , Khaled A. Al-hadad <sup>2</sup>, Mahmood F. Abed <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Department of Applied Geology, College of Science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq.

## Article information

**Received:** 21- Feb -2023

**Revised:** 18- May -2023

**Accepted:** 12- Jun -2023

**Available online:** 31- Dec – 2023

### Keywords:

Sediments  
Clay Brick Industry  
Reservoir  
Wand Dam  
Northeastern Iraq

### Correspondence:

**Name:** Manal S. Qadir

**Email:** [mnalsamir376@gmail.com](mailto:mnalsamir376@gmail.com)

## ABSTRACT

Chemical, mineralogical and physical evaluation of sediments accumulated in Al Wand Dam shows that the sediments have a high percentage of silt with medium plasticity. The chemical and mineralogical analyses reveal that (SiO<sub>2</sub>) is the main chemical component of the sediments, which indicates the high content of quartz from one hand, and clay minerals (montmorillonite, chlorite) and calcite on the other hand. Three groups of laboratory bricks are formed forming (8) samples using the semi-dry pressing method and a single-axis hydraulic press with a pressure of (250) kg/cm<sup>2</sup>. Then these samples were fired at a temperature of (950) °C according to a special program, with a time increment of (4) degrees Celsius per five minutes, and a soaking time of only one hour. The samples prepared from the sediments are characterized by longitudinal and volumetric shrinkage for sites (A, B, C) of (0.9\_1.1\_1.3%) (4.4\_4.1\_4.2%) respectively. Compressive strength and water absorption percentage for samples (A, B, C) have amounts of (73\_85\_76 kg/cm<sup>2</sup>), (\_27.5\_27.2\_26.1%) respectively. While blooming is (light to non-existent). Based on the Iraqi Standard Specification No. 25 (1993), the sediment samples accumulated in the Al Wand Dam reservoir are found to be suitable for the manufacture of class (C) bricks.

DOI: [10.3389/earth.2023.138500.1045](https://doi.org/10.3389/earth.2023.138500.1045), ©Authors, 2023, College of Science, University of Mosul.  
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

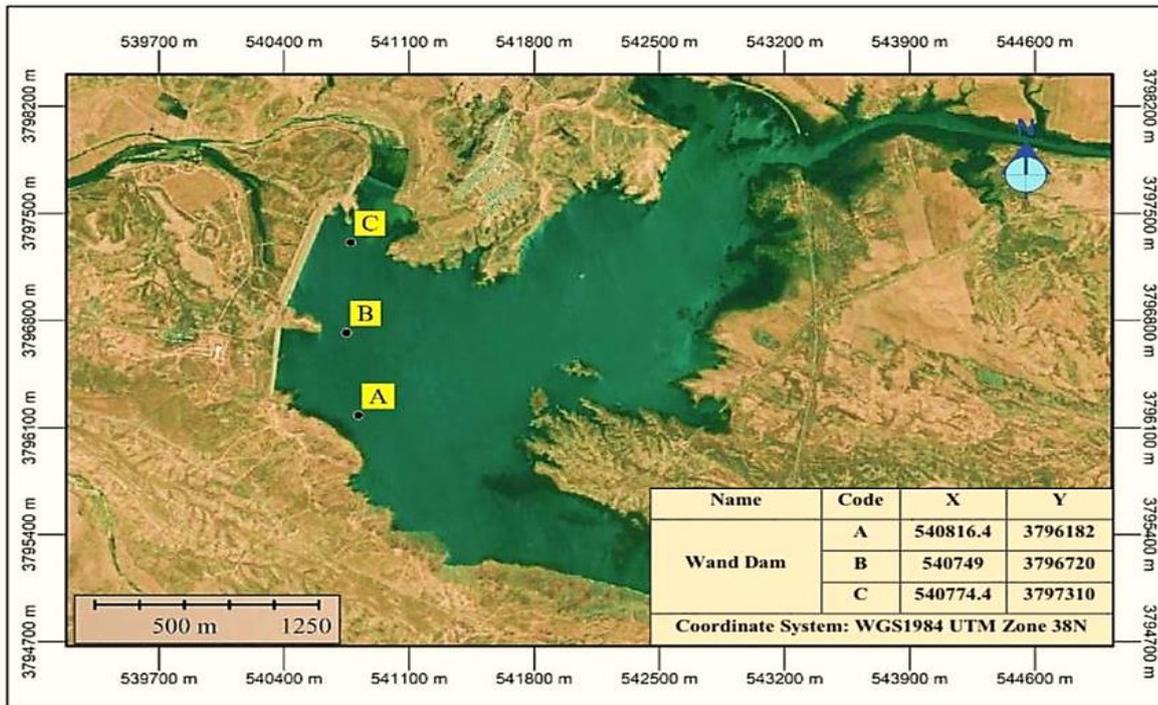
## المقدمة

يعتبر الطابوق مادة بناء عازلة ذات أهمية في مناطق المناخ القاري والبارد على حد سواء (Central Organization for Standardization and Quality Control, 2017). يستخدم الطين في صناعة الطابوق بوجود املاكه صفات فيزيائية وكيميائية ومعدنية معينة بحيث يمكن تشكيله أو قلبته بعد خلطه بكمية مناسبة من الماء ويحافظ على شكله لحين تجفيفه، وان حبيبات الطين يجب أن يكون لها القابلية على الارتباط والاندماج عند تعرضها لحرارة عالية. (Al-Ta'i, 2013) يتحكم الوضع الجيولوجي والجيومورفولوجي للمنطقة الشمالية الشرقية من العراق بنوعية وكمية الرواسب الحديثة مقارنة مع نوعيتها وكميتها في المنطقة الوسطى والجنوبية، حيث تمتاز الأخيرة برواسب ناعمة نتيجة ماتعانيه هذه الرواسب اثناء عمليات النقل والترسيب بسبب بعدها عن مصادر التغذية، في الوقت الذي تعاني منه المنطقة الشمالية من شحة الرواسب الناعمة بسبب قربها من مصادر التغذية. (BI., 2014).

أن مشروع سد الوند من المشاريع الاستراتيجية في خانقين محافظة ديالى شمال شرقي العراق، ويصنف هذا السد ضمن السدود المتوسطة. تم انجاز هذا السد بأيايدي عراقية وبمواصفات السدود العالمية (Ministry of Water Resources, Al-Rafidain General Dam Implementation Company,2010). شمال شرقي العراق على نهر الوند في محافظة ديالى على بعد 7 كم جنوب شرقي خانقين وعلى بعد 6 كم من الحدود

تقويم إمكانية استخدام رواسب خزان سد الوند لأغراض صناعة الطابوق الطيني في خاتقين، محافظة ديالى، شمال شرقي العراق

العراقية الإيرانية (الشكل 1). تهدف هذه الدراسة الى تقويم إمكانية استخدام الرواسب المتركمة في خزان سد الوند لأغراض صناعة الطابوق ومقارنة النتائج مع متطلبات المواصفة العراقية رقم (25) لسنة 1993.



الشكل 1. خزان سد الوند موضحاً عليه مواقع العينات المأخوذة من الخزان

### الدراسات السابقة

بينت بعض الدراسات السابقة مثل دراسة (Al-Khafaji et al., 2012) إمكانية تحسين خواص الترسبات الطينية لأغراض صناعة طابوق البناء في محافظة ميسان جنوبي العراق. وأشارت نتائج الفحوصات التقييمية للطابوق المصنوع إن هناك انخفاضاً في نسب التقلصات بعد الحرق وتحسناً في خواص امتصاص الماء ومقاومة الانضغاط والكثافة والتزهر بخاصة عند إضافة 10% - 15% من الرمل الناعم المطحون خصوصاً عند درجة حرارة حرق (900 - 1000 ° سليزية) ، بحيث أمكن الحصول على طابوق بناء اعتيادي يقع ضمن الصنفين A و B من المواصفة العراقية رقم 25 لسنة 1988 بعد أن كان الطابوق المصنوع معملياً في مدينة العمارة خارج حدود المواصفة أعلاه.

فيما درس (Al-Zubaydi and Al-Mkeaf, 2016) التقييم الجيوتكنيكي ومدى صلاحية الصخور الطينية لتكوين انجانة (المابوسين الأعلى) في محافظة النجف الأشرف لأغراض صناعة الطابوق، وأظهرت نتائج التحليل الحجمي سيادة نسبة الطين عن باقي المكونات (الغرين والرمل) في صخور تكوين انجانة، واطهرت الفحوصات الفيزيائية أنها للطبقة العليا تكوين انجانة اكثر من الطبقات السفلى، فيما كانت قيم زاوية الاحتكاك الداخلي والتماسك اعلى في الطبقة العليا من السفلى. وعند مقارنة نتائج الفحوصات التقييمية للاتيان في تكوين انجانة وجد انها مطابقة للمواصفة وتقع ضمن الصنف (أ، ب)، وتتحسن مواصفات الطابوق عند إضافة 10% من الرمل و 5.2 من قشور الأرز لأجل امتصاص الماء والتزهر ومقاومة الانضغاط.

ودرس (Al-Hazaa and Shaker, 2017) إمكانية تصنيع الطابوق من ترسبات العصر الرباعي في محافظة المثنى، جنوبي العراق، حيث بينت نتائج هذه الفحوصات التقييمية (الفيزيائية) وهي: الانكماش الطولي، الانكماش الحجمي، امتصاص الماء، والتزهر نقصاناً في نسبة امتصاص الماء ومدى التزهر وزيادة في قيم المقاومة الانضغاطية مع زيادة درجة حرارة الحرق. أما ألوان العينات فقد تراوحت بين البني الفاتح وبنية صفراء او الأصفر الباهت الى الابيض. فضلاً

عن الفحوصات الميكانيكية المتمثلة بمقاومة الانضغاط وكانت النتائج مطابقة للمواصفة العراقية لهذه الصناعة حيث أظهرت معطيات هذه الدراسة صلاحية هذه الأطنان للصناعة المذكورة أعلاه.

كما درس (., 2021 Al-Jawadi et al) تقييم صلاحية اطنان تكويني فتحة وانجانة لصناعة الطابوق والسيراميك في محافظة نينوى. واطهر مخطط للدونة بان الاطنان المأخوذة من منطقتي محيورات وقرية النوران وقعت في النطاق المفضل للصناعة، اما البقية فكانت في نطاق القبول، بينما نماذج الطابوق المحضرة من اطنان تقاطع وانه - سد الموصل وقرية النوران كانت ضمن الصنف B حسب المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة 1993.

### جيولوجيا موقع الدراسة

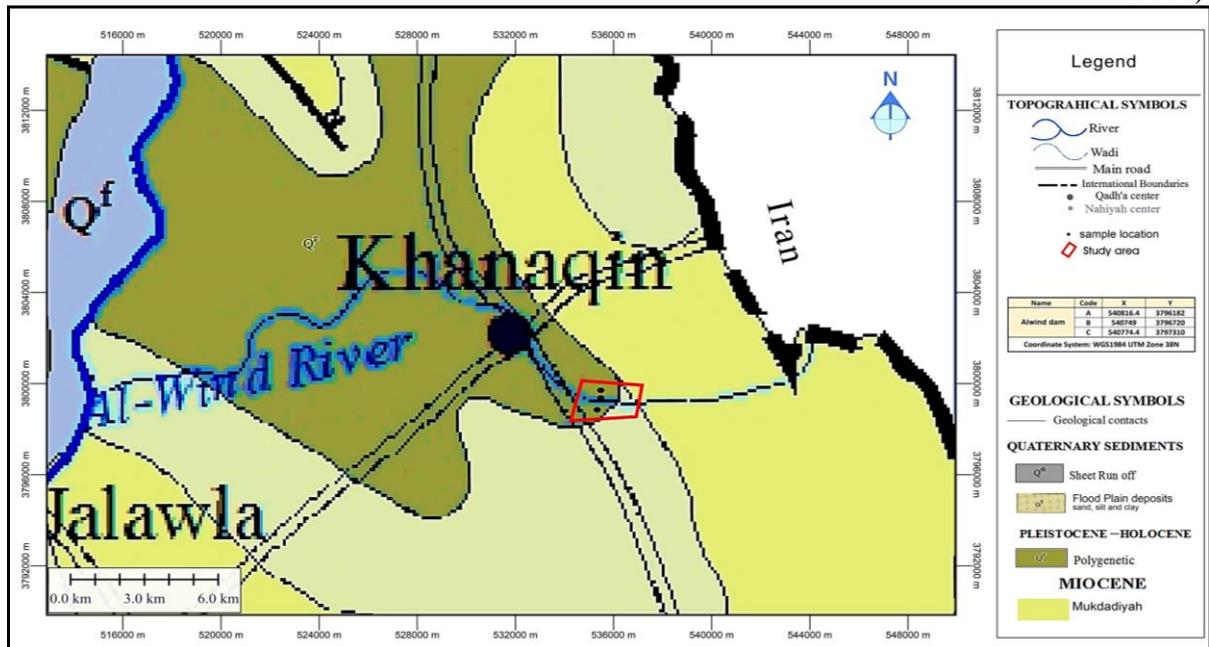
تتكشف في موقع سد الوند بعض التكوينات الجيولوجية عند مناسيب مختلفة كما مبين في الشكل (2) ، اذ انغمرت هذه التكوينات عند بدء الخزن وحسب منسوب الماء داخل الخزان وهي من الاقدم الى الاحدث :

#### تكوين مقدادية (المايوسين)

يعد من اقدم التكوينات الجيولوجية المنكشفة في المنطقة، ويتكون من الحجر الرملي والحجر الطيني والغريني، وتوجد هذه الترسبات على اكتاف مجرى النهر الاصلي، واحياناً تكون مغطاة بالترسبات الحديثة وترسبات العصر الرباعي (Ministry of Water Resources, Al-Rafidain General Dam Implementation Company, 2010).

#### ترسبات العصر الرباعي (المايوسين \_ البلايستوسين)

توجد هذه الترسبات في الجانب الايمن من مجرى النهر وتكون غير متماسكة في سهل فيضي ضيق لا يتجاوز عشرات الامتار بمحاذاة مجرى النهر. ومن اهم الرواسب المنتشرة هي ترسبات (Sheet Run off Deposits) التي تتكون من الرمل والغرين والطين، وفي بعض الأحيان تكون مغطاة بترسبات من الحصى وترسبات (Flood Plain Deposits) وهي ذات اصل نهري ترسبت في أوقات الفيضانات ونتيجة عن تعرية الأنهار وتعتمد على كمية المياه الجارية بالوديان، وترسبات (Polygenetic Deposits) التي تغطي مساحة كبيرة من نطاق اقدام التلال وتتكون من الحصى والغرين وبعض القطع الصخرية وقد تكون مغطاة بطبقة رقيقة من الجبريت (Ministry of Water Resources, Al-Rafidain General Dam Implementation Company, 2010).



الشكل 2. خريطة جيولوجية لموقع سد الوند من عمل الباحثة بالاعتماد (Sissakian and Fouad,2012)

بمقياس رسم 1: 1000 000 / 4th Edit / 1 الهيئة العامة للمسح الجيولوجي.

## المواد وطريقة العمل

تم إجراء جولة حقلية عامة للاستطلاع على المعالم الجيولوجية المحيطة بموقع السد وجولة ميدانية ضمن السد للتعرف على طبيعة عمل كل جزء من أجزاء السد متمثلة بجسم السد ومأخذ القناة والمسيل المائي والمخرج السفلي والتعرف على الية وميكانيكية تشغيل الكرارة المستخدمة في كزيء الرواسب من بحيرات السد وتحديد نقاط النمذجة حيث تم انتخاب والثاني في وسط الخزان نموذج (A) ثلاث عينات من رواسب قاع الخزان يقع النموذج الأول منها في مقدمة السدة نموذج حيث يبعد النموذج الاول عن الثاني والثالث حوالي 3 كم اثناء عملية الكزيء (C) والثالث في مؤخرة الخزان نموذج (B) خاصة، ومن ثم تم ترقيمتها وتغطيتها بطريقة محكمة (Plastic bidons) في الخزان ليتم حفظها في بيديونات بلاستيكية (1) لكي تحافظ على رطوبتها ثم نقلت الى المختبر لأجراء الفحوصات المخبرية اللازمة كما موضح في لوحة



لوحة 1. توضح العمل الحقلي في موقع سد الوند (A) موقع جسم السد (B) الكرارة المستخدمة (C) خزان سد الوند (D) عملية النمذجة .

خضعت نماذج الرواسب الى مجموعة من الفحوصات المخبرية وتشمل:

أولاً: الفحوصات الفيزيائية:

تم إجراؤها في الكلية التقنية، قسم المساحة، المختبر الانشائي، ومختبر تحريات التربة، كركوك وعلى النحو الاتي:

التحليل الحجمي: بنوعيه الرطب والجاف لمعرفة محتواها من الطين والغرين والرمل وحسب المواصفة الامريكية (ASTM D422-63 (Reapproved 2007), 2014).

حدود اللدونة: حسب المواصفة الامريكية (ASTM D4318-14, 2014).

## ثانياً: الفحوصات الكيميائية :

تم اجراء الفحوصات الكيميائية والمعدنية في تركيا، جامعة انقرة، المركز التطبيقي لاجتاه علوم الأرض، مختبر Yebim وعلى النحو الاتي :

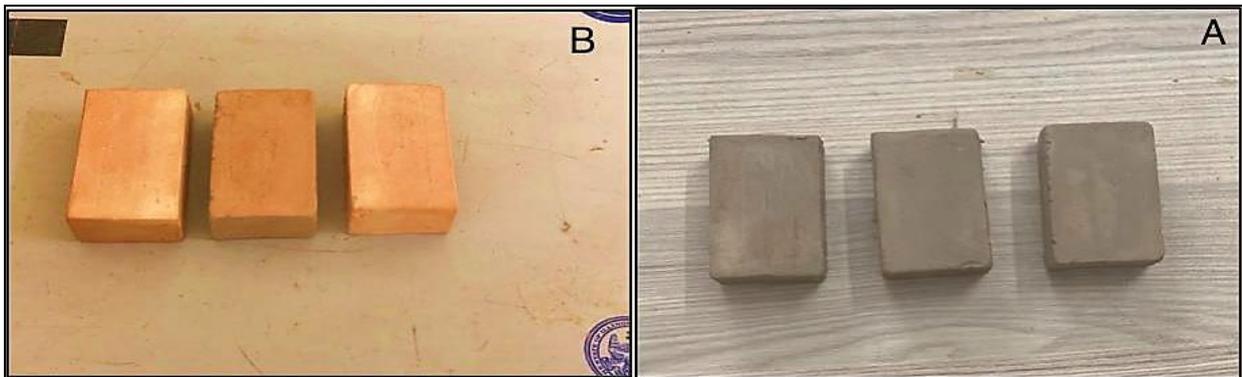
الفحوصات الكيميائية: للاكاسيد الرئيسية الموجودة ضمن الرواسب باستخدام جهاز (XRF) (2000 XLEB PEDXRF)

الفحوصات المعدنية: لمعرفة نسبة المعادن الطينية وغير الطينية باستخدام جهاز الاشعة السينية الحائدة XRD نوع (Philips Bregg-Brenteno Diffractometer) (Philips pw 3710) .

### طرائق العمل المختبري لصناعة الطابوق

تم تصنيع عينات من الطابوق الطيني المختبري في وزارة الاعمار والإسكان، المركز الوطني للمختبرات الانشائية، بغداد باستخدام طريقة الكبس شبه الجاف التي تعد من الطرق التي تقلل من المشاكل التي قد تتعرض لها العينات في أثناء نقلها قبل الحرق، كما إنها تقلل من نسبة النقل الطولي وحصول تشققات في أثناء الحرق ، (Budnikov, 1964) تم تهيئة العينات ومن ثم طحنها إلى أحجام ناعمة (300) مايكرون باستخدام جهاز طحن الصخور ألماني المنشأ . (Retch) شكلت ثلاثة مجاميع من الطابوق المختبري بواقع (8) عينات باستخدام شكل متوازي المستطيلات بأبعاد (7x4x3) وضغط مقداره 250 كغم/سم<sup>2</sup> . أن افضل نسبة للماء المضاف الى الاطيان في صناعة الطابوق تتراوح بين (10%-12%) ومن الممكن ان تزداد هذه النسبة في حالة وجود الغرين لتصل الى .(Reeves.,2006) (30%) ثم حفظت العينات في أكياس نايلون محكمة لغرض التخدير ولتجنب فقدان الرطوبة من العينات، ووضعت في ثلاجة لأكثر من (23) ساعة للحصول على تجانس أفضل للرطوبة في العينة (المواصفة العراقية رقم 25 لسنة ، 1993). جففت العينات بعد تشكيلها في فرن التجفيف ألماني (Binder) بدرجة حرارة (110) درجة سليزية ولمدة (23) ساعة وكان الغرض من التجفيف هو الفحص المختبري .

تمت عملية حرق عينات الطابوق المختبري في الفرن العالي الحرارة ( High Temperature Furnace LAC-VP ) ودرجة حرارة (950) درجة سليزية حسب برنامج خاص وبزيادة زمنية مقدارها (3) درجات سليزية لكل خمس دقائق وبفترة إنضاج (Soaking Time) مقدارها ساعة واحدة. ان استخدام درجة الحرارة التجريبية هذه (950) درجة سليزية هو لبيان مدى صلاحية الاطيان عند حرقها بدرجة حرارة واطئة نسبياً، إذ تحتاج الاطيان الى درجة حرارة بين 900 الى 1050 درجة سليزية لكي تفخر (Villeda et al., 2011; Johari et al.,2021). تم اخراج العينات بعد 23 ساعة من اطفائها لتكون عملية تبريد العينات بطيئة ويكون هنالك وقت كاف لاتمام عملية تبلور المعادن الجديدة. توضح لوحة (2) عينات الطابوق المختبري قبل وبعد الحرق.



لوحة 2: توضح بعض عينات الطابوق المختبري المحضرة بطريقة الكبس (A) قبل الحرق و (B) بعد الحرق.

**الفحوصات التقييمية لعينات الطابوق المختبري:**

تم إجراء الفحوصات في وزارة الاعمار والإسكان، المركز الوطني للمختبرات الانشائية، بغداد حسب المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة 1993 (جدول 1).

أولاً: الفحوصات الفيزيائية: وتشمل امتصاص الماء والتقلص الطولي والحجمي والتزهر.

ثانياً: الفحوصات الميكانيكية: وتشمل مقاومة الانضغاط.

**الجدول 1. المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993) لصناعة الطابوق**

الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمتطلبات الطابوق					
الحد الأدنى لتحمل الضغط (كغم/سم <sup>2</sup> )			الحد الأعلى لامتصاص الماء (%)		
معدل تحمل الضغط لعشر طابوقات	معدل تحمل الضغط لطابوقة واحدة	معدل امتصاص لعشر طابوقات	معدل امتصاص لطابوقة واحدة	التزهر	صنف الطابوق
180	160	20	22	خفيف	أ
130	110	24	26	متوسط	ب
90	70	26	28	-	ج

**النتائج والمناقشة**

بينت نتائج التحليل الحجمي للرواسب المأخوذة من خزان سد الوند وكما هو موضح في جدول (2) بان نماذج الرواسب ذات طبيعة طينية غرينية تغلب فيها نسبة الغرين عن باقي المكونات حيث بلغت نسبة الغرين (54.7-61.85 %) وبمعدل (58.38 %) ونسبة الاطيان بين (30.5-38 %) وبمعدل (35.36 %) والرمل بين (0.15-14.8 %) وبمعدل (6.24 %)، وبذلك يكون الرمل اقل المكونات في الرسوبيات المنقولة وقد يعود السبب إلى ضعف طاقة النهر على النقل عند دخول الخزان وبالتالي يكون الترسيب على أساس الحجم الأكبر من الحبيبات في أعلى الخزان (Hamada, 2008)

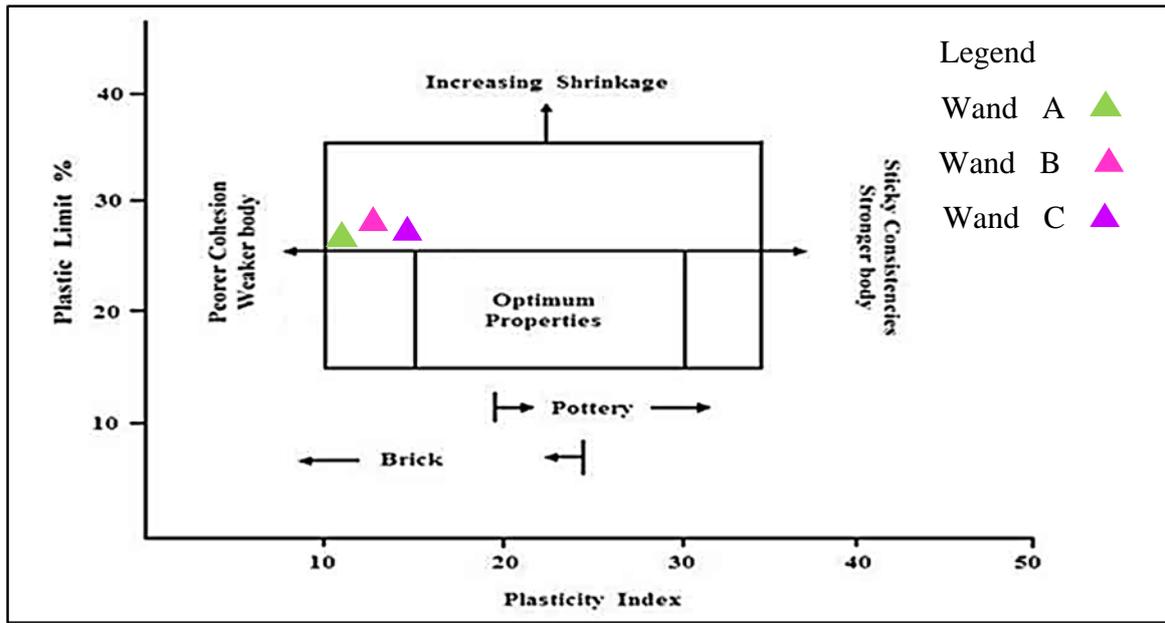
يعتبر معامل اللدونة مؤشراً على نسبة الرطوبة التي تبقى فيها التربة بحالة لدنة (Maala et al., 2007). وبحسب (Budnikov, 1964) صنفت رواسب خزان سد الوند بانها متوسطة اللدونة كما في الجدول (3) (الشكل 3)، إذ سجلت اقل قيمة لمعامل اللدونة في نموذج (A) ويعزى السبب الى زيادة نسبة المعادن غير الطينية المرافقة (الكالسايت والكوارتز) ذات التأثير العالي على اللدونة فضلاً عن ان نسبة الغرين اقل من مثيلاتها في نموذجي (C,B) ويعزى السبب الى وجود علاقة عكسية بين الحجم الحبيبي واللدونة (Grim, 1968).

**الجدول 2. يوضح نتائج الفحوصات الفيزيائية لرواسب موقع الدراسة**

Locations	Gravel%	Sand%	Silt%	Clay%	L.L%	P.L%	P.I %
Wand Dam A	0	14.8	54.7	30.5	36.6	26.1	10.5
Wand Dam B	0	3.79	58.61	37.6	40.3	26.6	13.7
Wand Dam C	0	0.15	61.85	38	40	25	15

**الجدول 3. يوضح توزيع عينات الدراسة حسب معامل لدونتها اعتماداً على تصنيف (Budnikov, 1964)**

Classification	Plasticity Index	Sample No.
Super plastic	> 25	
Plastic	15 – 25	
Moderately plastic	7 – 15	Wand (A,B,C)
Poorly plastic	< 7	
Non plastic	Not forming a plastic mass	



الشكل 3. توزيع عينات الدراسة على مخطط صلاحية الطين حسب دائرة المسح الجيولوجي البريطانية عن (Mustafa, 1981).

تعتبر نتائج التحليل الكيميائي والمعدني بمثابة تقييم للرواسب من حيث محتواها من الأكاسيد والمعادن والتي تحدد ملامتها لصناعة الطابوق. حيث تتباين نسب الأكاسيد مع اختلاف تواجد المركبات المعدنية للمواد الأولية (Baccour et al., 2008). أشارت نتائج التحاليل الكيميائية للأكاسيد الرئيسية (جدول 4) بان نسبة اوكسيد السليكا ( $SiO_2$ ) تتراوح بين (37.11-39.91%) أذ تعتبر المكون الرئيس في نماذج الرواسب المدروسة وربما يعزى ذلك الى ارتباطها بزيادة نسبة الغرين في الرواسب ذات المحتوى العالي من الكوارتز كما بينته نتائج الأشعة السينة الحائدة كما في الاشكال (4,5,6)، والتي تعمل على تقليل الانكماش في عملية التجفيف. (Maala et al., 2007).

أذ تلعب دوراً مهماً في صناعة الطابوق لأنها تقوم بإملاء الفراغات الموجودة بين جسيمات الطين والمواد المنصهرة فتعطي لجسم الطابوق إستقرارية وهيكلأ متيناً وزيادة في مقاومته الانضغاطية ونقصاناً في تقلصه وتشوهه. (Hirst, 1962) اما اوكسيد الألمنيوم ( $Al_2O_3$ ) فقد تراوحت تراكيزه ما بين (5.722%-6.636%) وتعتبر معتدلة نوعا ما، وهو من الاكاسيد المهمة والمتحكممة في الصناعات السيراميكية واهمها صناعة الطابوق بسبب قابليته على إعطاء مقاومة عالية للمنتج (Ryan., 1978). فيما كانت تراكيز أوكسيد الحديدك ( $Fe_2O_3$ ) تتراوح ما بين (3.153%-53.58%) وهي قليلة نوعا ما، ويعتبر من الاكاسيد المصهورة المسوولة عن تلون المنتج السيراميكي. (Grimshaw 1971:Reeves et al., 2006). وتتراوح نسبة أوكسيد المغنسيوم ( $MgO$ ) بين (2.828%-3.342%) حيث تسبب زيادته انخفاض درجة إنصهار الطابوق المنتج. (Hirst, 1962) فيما أظهرت نسبة أوكسيد الكالسيوم ( $CaO$ ) زيادة واضحة وتراوحت بين (22.6%-24.91%) مما يشير الى غلبة وجود كربونات الكالسيوم على المكونات الأخرى والذي ظهر بهيئة معدن الكالسايت كمعدن غير طيني كما في الاشكال (4,5,6)، أن زيادة نسبة اوكسيد الكالسيوم تزيد من الطاقة المستخدمة في الفخر إذ تحتاج كل (1%) من كربونات الكالسيوم الى (18,900 كيلو جول/طن) من الوزن الجاف للطابوق غير المفخور، وخلق اطوار معدنية جديدة مثل (الانورثيت والديوسايد). (Saenz et al., 2019: Cultrone and Carrillo-Rosua., 2020) وكانت نسبة أوكسيد الصوديوم ( $Na_2O$ ) بين (0.048%-0.053%) إذ يلعب أوكسيد الصوديوم دوراً مهماً في عملية التزجيج لجسم الطابوق وزيادة مقاومته الانضغاطية. (Al-Kawaz, 2011).

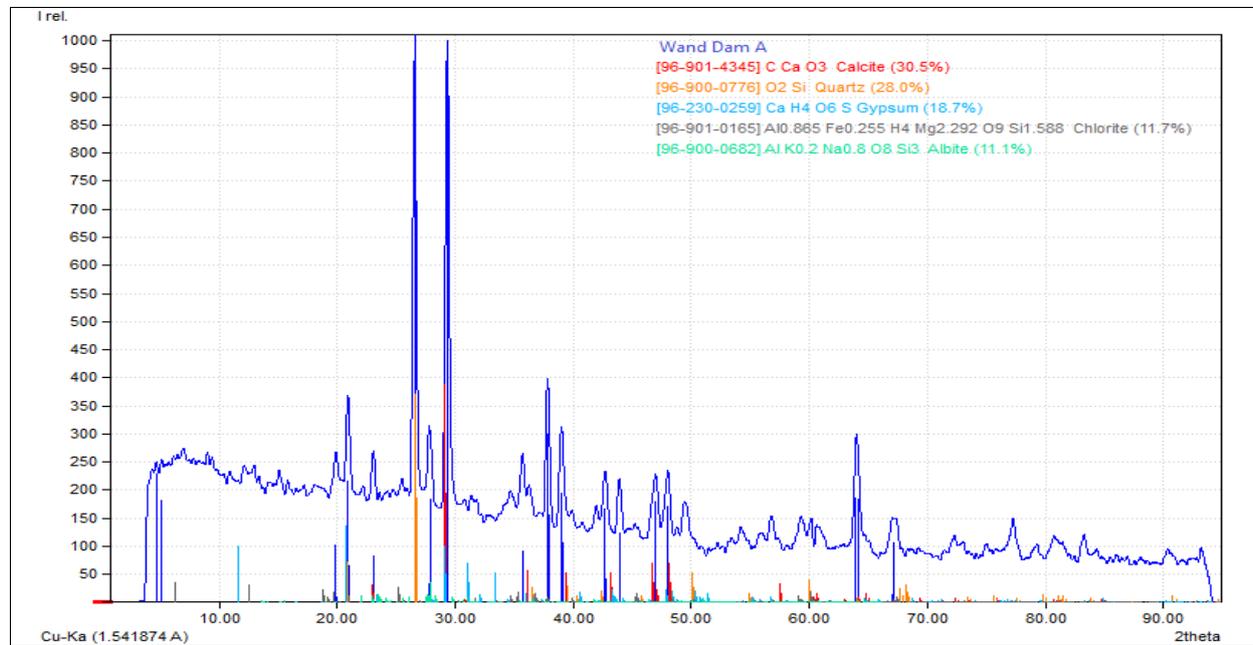
وتراوحت نسبة فقدان الوزن بالحرق (L.O.I) بين (22.74%-24.55%). تحتوي (L.O.I) المواد الأولية المستخدمة في صناعة الطابوق فضلاً عن الماء على مواد تتحلل بعد أحتراقها بدرجات حرارة مختلفة وتعد هذه النسبة عالية وتدعم وجود

تقويم إمكانية استخدام رواسب خزان سد الوند لأغراض صناعة الطابوق الطيني في خاتقين، محافظة ديالى، شمال شرقي العراق

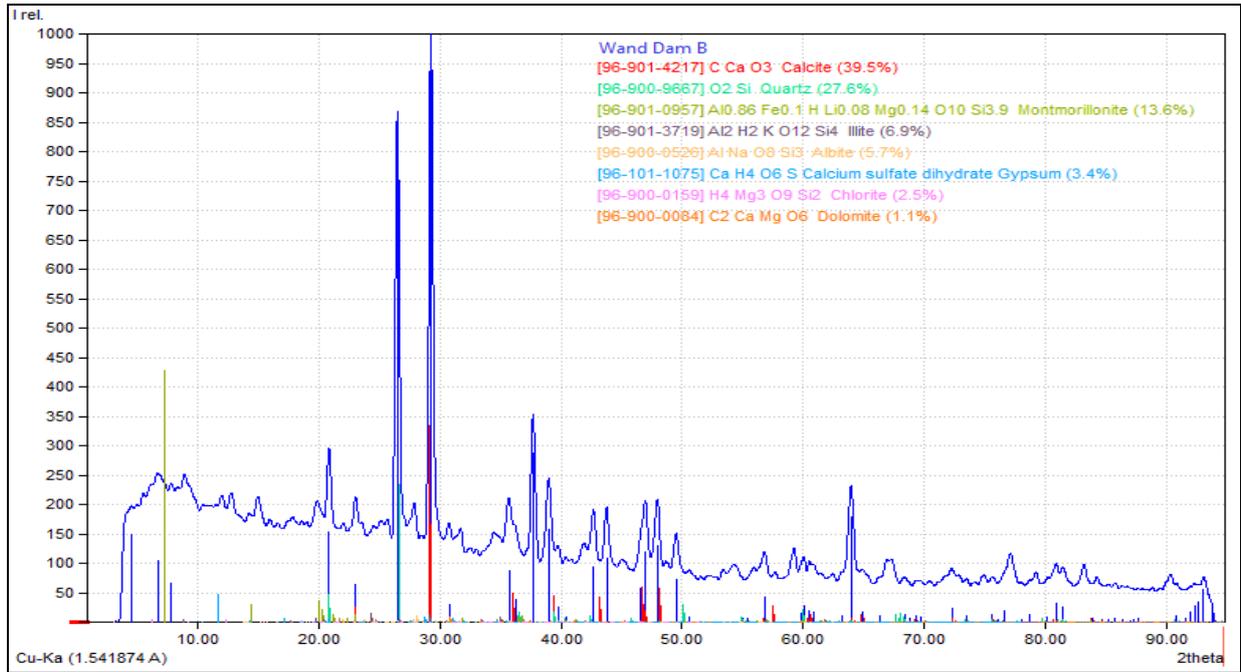
الكربونات بشكل واضح في النماذج المدروسة (Stegastev and Gushchin, 1970 ; Fortuna, 2000). بينما بلغت نسبة الكبريتات (SO<sub>3</sub>) بين (2.516%-3.794%)، أن وجود الكبريتات في المعادن الطينية يفسر وجود (SO<sub>3</sub>) للجبس الثانوي الذي يكون مصدره من تكوين فتحة الذي يسفله، وقد ارتبطت بقيم مجموع الأملاح القابلة للذوبان (T.D.S) التي تراوحت بين (0.105%-4.084%)، فيما بلغت نسبة الجبس بين (0.105%-8.90%) وبمعدل (4.003%) وتعد نسبة الجبس خطرة على الاسس اذا تجاوزت (5.0%) في الرواسب تعد مناسبة إلى حد ما في صناعة الطابوق ((Arutynyan and Manukyan, 1982).

الجدول 4. يوضح نتائج التحاليل الكيميائية لرواسب موقع الدراسة

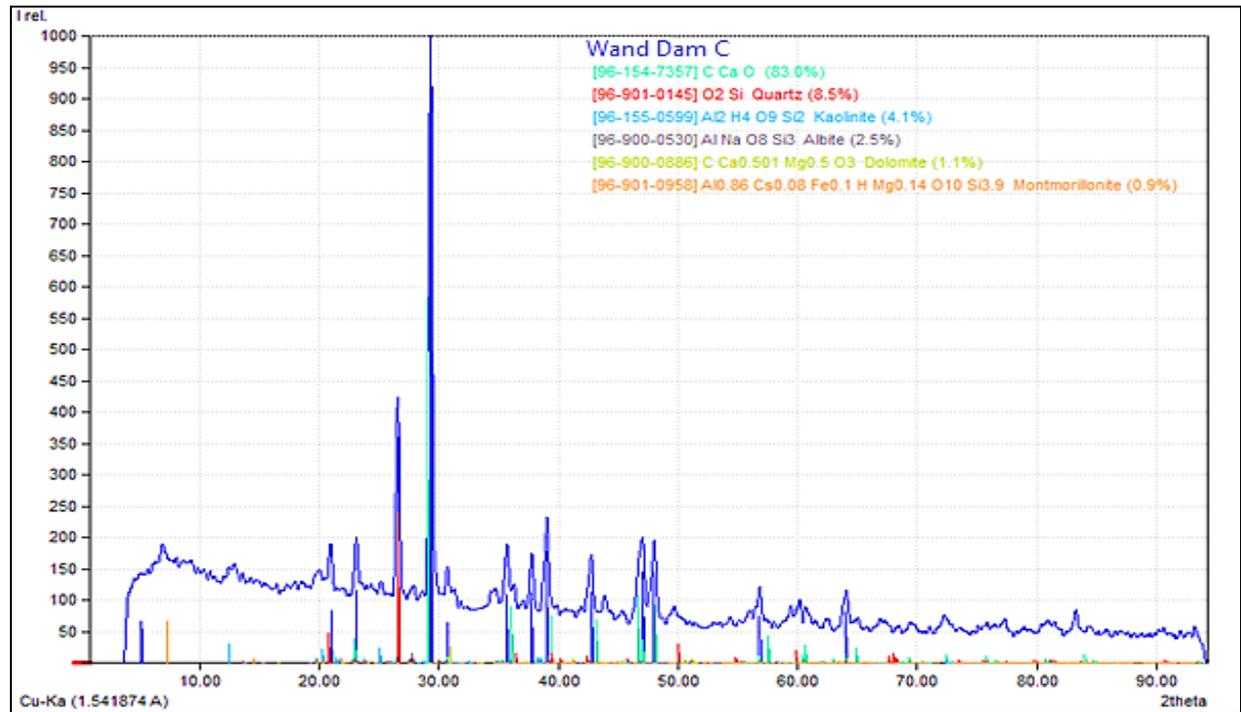
Locations	Major Oxides									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mg O	Ca O	Na <sub>2</sub> O	LOI	SO <sub>3</sub>	TDS	Gypsum
Wand Dam A	37.11	6.416	3.568	3.093	22.27	0.049	25.74	3.323	4.084	17.9
Wand Dam C	38.19	6.636	3.585	3.342	22.6	0.048	23.85	2.516	1.147	3.01
Wand Dam B	39.91	5.722	3.153	2.828	24.91	0.053	24.55	3.794	0.105	0.10



الشكل 4. يوضح مخطط الاشعة السينية في موقع سد الوند نموذج A



الشكل 5. يوضح مخطط الاشعة السينية في موقع سد الوند نموذج B



الشكل 6. يوضح مخطط الاشعة السينية في موقع سد الوند نموذج C

ترتبط المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993) لصناعة الطابوق بين المكونات الكيميائية والمعدنية والتدرج الحجمي الموجود في الرواسب الطينية، فالمقاومة الانضغاطية للطابوق المنتج والتقلص الطولي والحجمي يرتبطان إيجابيا مع المعادن الطينية بشكل أساسي. اما نسبة امتصاص الماء فتعبر عن مسامية الطابوق المنتج (Al-Bassam, 2004) أظهرت نتائج الفحوصات التقييمية لعينات الطابوق المحضرة بطريقة الكبس كما موضح في جدول (5) أن الرواسب المتراكمة في خزان سد الوند امتازت بتقلص طولي وحجمي مقداره (9,1,1\_1,3%), (1,4,4\_4,3\_4,1%) للنماذج (C,B,A) على التوالي. حيث تلعب زيادة درجة الحرارة دوراً مهماً في زيادة التقلص الطولي والحجمي للطابوق المنتج وتقلل نسبة امتصاص الماء (Mora-Basto et al., 2019).

تقويم إمكانية استخدام رواسب خزان سد الوند لأغراض صناعة الطابوق الطيني في خانتين، محافظة ديالى، شمال شرقي العراق

فيما بلغت نسبة امتصاص الماء بين (27.2-27.5-26.1%) حيث تتأثر نسبة امتصاص الماء بكمية المسامات الناتجة عن الغازات المنبعثة من تحلل المعادن المكونة للعجينة (الاطيان، المواد العضوية والجبس، الكالسايت) (Johari et al., 2021). وتتباين قيم المقاومة الانضغاطية اذ تراوحت ما بين (73\_85\_76 كغم /سم<sup>2</sup>) في النماذج (C,B,A) على التوالي وذلك بسبب اختلاف نسبة الاطيان والرمل والغرين والمعادن غير الطينية والمواد المصهورة لهذه المعادن حيث تعتبر من العوامل المؤثرة على السلوك الحراري للاطيان اثناء الحرق. (Al-Marahleh, 2005)

كانت درجة التزهير في نماذج الدراسة تتراوح ما بين (خفيف - معدوم) في النماذج (C,B,A) على التوالي. حيث ترتبط قيم التزهير بالاملاح الموجودة ضمن الرواسب المصنع منها الطابوق حيث غالبا يظهر الطابوق المتزهير بلون أبيض الى أبيض مصفر (Dondi et al., 2002B)

الجدول 5. نتائج الفحوصات التقييمية (الفيزيائية والميكانيكية) لعينات الطابوق المحضرة بطريقة الكبس.

Locations	درجة الحرارة (م)	امتصاص الماء %	المقاومة الانضغاطية (كغم /سم <sup>2</sup> )	التقلص الحجمي %	التقلص الطولي %	التزهير
Wand Dam A	950	27.2	73	4.3	1.3	خفيف
Wand Dam B	950	27.5	85	4.1	1.1	خفيف
Wand Dam C	950	26.1	76	4.4	1.9	معدوم

وعند مقارنة نتائج الفحوصات التقييمية لعينات الطابوق المختبري المحضرة بطريقة الكبس والمحروقة بدرجة حرارة (950) درجة سليزية مع المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993) لصناعة الطابوق تبين بان رواسب خزان سد الوند صالحة لصناعة الطابوق وتقع ضمن صنف الطابوق (ج) الذي يستخدم في أجزاء المنشآت التي لا تتعرض للعوامل المناخية أو الطبيعية وغير المحملة مثل القواطع وغيرها كما في جدول (6).

الجدول 6. توزيع عينات الطابوق المحضرة بطريقة الكبس حسب المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993)

الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمتطلبات الطابوق						
الحد الأدنى	لتحمل الضغط (كغم /سم <sup>2</sup> )	الحد الأعلى لامتصاص	الماء (%)	معدل امتصاص	التزهير	صنف
معدل تحمل الضغط لعشر طابوقات	معدل تحمل الضغط لطابوقة واحدة	لعشر طابوقات	معدل امتصاص لطابوقة واحدة	معدل امتصاص لطابوقة واحدة	العينات المحروقة بدرجة حرارة 950 م	الطابوق
180	160	20	22	22	خفيف	أ
130	110	24	26	26	متوسط	ب
90	70	26	28	28	-	ج
Wand Dam (A,B,C)						

## الاستنتاجات

يمكن استنتاج ما يلي من الدراسة الحالية:

- من خلال الفحوصات الفيزيائية للمواد الأولية تبين أن رواسب خزان سد الوند تتكون من الغرين بنسبة اعلى من باقي المكونات (الطين والرمل) وهي متوسطة اللدونة وهذا يشير إلى قابلية تشكيل العجينة المهيأة لصناعة الطابوق.
- أشارت نتائج التحليل الكيميائي والمعدني أن السليكا (SiO<sub>2</sub>) هي المكون الأساسي الذي يظهر بهيئة معدن الكوارتز وارتبطت زيادتها بزيادة نسبة الغرين , وأن الزيادة في تراكيز (CaO) تشير الى وجود كاربونات الكالسيوم كمكون أساسي يظهر بهيئة معدن الكالسايت .
- سجلت اعلى نسبة للتقلص الطولي والحجمي في نموذج (C) بسبب تأثره إيجابيا مع زيادة نسبة الطين في النموذج حيث تزداد نسبة التقلص كلما ارتفعت نسبة الاطيان بسبب زيادة فقدان الماء بالحرق.

- لوحظ من خلال فحص التزهير أن النماذج تنحصر بين (خفيف\_ معدوم) وهذا يتوافق مع متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993)
- تبين من خلال الفحوصات التقييمية أن الرواسب المتراكمة في خزان سد الوند توفر مادة أولية صالحة لصناعة الطابوق الطيني ضمن الصنف (ج) حسب المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993) .

### المصادر

- Al-Bassam, K. S., 2004. Evaluation of the physical and chemical specifications of raw materials used in the manufacture of bricks, General Company for Electronic Surveying and Mining, internal report, report number. (In Arabic).
- Al-Hazaa, S. H. and Shaker, S. F., 2017. The possibility of manufacturing bricks from Quaternary Deposits from Al-Muthanna Governorate/southern Iraq. Iraqi Journal of Science, 58(3C).
- Al-Jawadi, E. S. and Al-Naqeeb, S. Q.D. and Abdel Rahman D., 2021. Evaluation of the suitability of clays from the Fatha and Injana formations for the manufacture of bricks and ceramics in Nineveh Governorate. The Iraqi National Journal of Earth Sciences, Volume 21, Issue 1, pp., (In Arabic).
- Al-Kawaz, H. Amin., 2011. The validity of the rocks of the Anjana Formation (Upper Miocene) before and after chemical treatment in the Aqra and Dohuk regions and the possibility of using them as a raw material in the manufacture of engineering bricks, Tikrit Journal of Pure Sciences, Volume 16, Issue, 1 p., (In Arabic).
- Al-Khafaji, S. J. and Harith Al. A. Al-Ali, S. H., 2012. Improving the properties of clay deposits for the purposes of making building blocks in Maysan Governorate, southern Iraq, 8(1). Iraqi Geology and Mining Journal., (In Arabic).
- Al-Marahleh, G., 2005. Production of light weight ceramic tiles from local materials. American Jour. Applied Science, Vol.2, No.4, p. 778 – 783.
- Al-Ta'i, T. A. R., 2013. Minerals and industrial rocks, Ibn Al-Atheer Press for Printing and Publishing, University of Mosul, 240 p., (In Arabic).
- Al-Zubaydi, J. H. and Al-Mkeaf, S. A. 2016. Geotechnical evaluation and the extent of the validity of the clayey rocks of Injana Formation (upper Miocene) in Al-Najaf, Al-Ashrif Governorate for the purposes of construction industry bricks.
- Arutynyan R. N. and Manukyanin A. J., 1982. prevention of piping deformation in gypseous soils in Erevan Soil mech and foundation Eng. Vol. 19 No. 4, PP. 151-159.
- ASTM D422-63 (Reapproved 2007), 2014. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils1, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, Pennsylvania.
- ASTM D4318-14, 2014. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils1.
- Baccour, H., Medhioub, M., Jamoussi ,F. and Mhiri,T., 2008.Densification Behavior of a Red Firing Tunisian Triassic Clay .American Jour.Appl.Sci.,No5,Vol.3,p.263-269.
- BI., 2014, List of Licensed Projects in Kurdistan Region, Board of Investment, Studies and Information Department, Directorate of Information, Licensed Projects: Under implementation from: 2006/08/01 to 2014/01/12

- Budnikov, P.P., 1964. *The Technology of Ceramics and Refractories*, M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, p.647.
- Central Organization for Standardization and Quality Control, 1993. Iraqi Standard Specification No. 25 of 1993, bricks made of clay (brick), Baghdad, Iraq, 6 p.
- Central Organization for Standardization and Quality Control, 2017. *Iraqi Building Guide*, D.B.A. 311, Baghdad, Iraq, 340 p., (In Arabic).
- Cultrone, G. and Carrillo-Rosúa, J., 2020, Growth of metastable phases during brick firing: Mineralogical and microtextural changes induced by the composition of the raw material and the presence of additives. *Applied Clay Science*, 185, <https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.105419>.
- Dondi, M., Guarini, G., Raimondo, M. and Raffini, A., 2002B. Orimulsion fly ash in clay bricks- part: Chemical stability of ash-bearing products. *Jour. Ceramic Society*, Vol.22, p. 1749 – 1758.
- Fortuna, P., 2000. *Ceramic Technology sanitary ware printer*, by Lithographic, Feanza-Italy, 335 p.
- Grim, R.E., 1968. *Applied Clay Mineralogy*, 2nd edit. McGraw-Hill, New York, 422pp.
- Grimshaw, R.W., 1971. *The chemistry and physics of clays and allied ceramic materials*, 4th edit. Ernest Benn, London, 1024pp.
- Hamada, S. A. H., 2008. Evaluating the efficiency of Samarra Dam Lake using geographical techniques. Unpublished master's thesis. 122 p., (In Arabic).
- Hirst, K.S., 1962. The Geochemistry of Modern Sediments from the Gulf of Paria. II – The location and distribution of trace elements, *Geochemistry*, *Conmochim Acta*, V.26, pp.1147 – 1187.
- Johari, I., Said, S., Hisham, B., Bakar, A. and Ahmad, Z. A., 2021, Effect of the Change of Firing Temperature on Microstructure and Physical Properties of Clay Bricks from Beruas (Malaysia), *Science of Sintering*, Vol. 42, pp. 245-254, <https://doi:10.2298/SOS1002245J>
- Maala, K. A. and Saud, Q. J. and Khamis, D. B. and Jabo, B. R. and Al-Saadi, N. A. and Kazem, M. A. Amir., 2007 AH. Laboratory evaluation of the use of clay deposits to form Injana in the manufacture of building blocks, *Iraqi Geology and Mining Journal*, Volume 3, Issue 2, (1-15) p., (In Arabic).
- Ministry of Water Resources, Al-Rafidain General Dam Implementation Company, 2010. Al-Wand Dam Project, internal report. (In Arabic).
- Mora-Basto, R. L., Torres-Sánchez, D. A., Chaparro-García, A. L., and Sánchez1Molina, J., 2019, Physicochemical and mineralogical properties of clays used in ceramic industry at North East Colombia, *DYNA*, Vol. 86, No. 209, pp. 97-103.
- Mustafa, M. M., 1981. Assessment of Kaolinitic Clays from the Al-Gaara Area of western Iraq, unpubl. M.Sc. Theses, University of Hull, 86p.
- Reeves, G.M., Sims, I. and Cripps, J.C., 2006, *Clay Materials Used in Construction*, Geological Society, London, Engineering Geology, Special Publication 21, 580 P
- Ryan, W., 1978. *Properties of Ceramic Raw Material*, 2nd edit. In: SI, metric units. Pergamon Press, New York, 113pp
- Saenz, N., Sebastian, E. and Cultrone, G., 2019, Analysis of tempered bricks: from raw material and additives to fired bricks for use in construction and heritage conservation, *Eur. J. Mineral*, Vol. 31, pp. 301–312, <https://doi.org/10.1127/ejm/2019/0031-2832>.

- Sissakian, V. K. and Fouad, S. F., 2012. Geological Map of Iraq, scale 1: 1000 000, 4th edit. GEOSURV, Baghdad, Iraq.
- Stegatsev, S.V. and Gushchin V.Y., 1970. Production and service of Tarred Dolomite–Magnesite Refractories of the Metallurgical Factory, Refractories, Vol. 10, No. 79, pp. 45-78.
- Villeda-Muñoz, G.; Castañeda-Miranda, A.; Pless, R.C.; Vega-Durán, J.T.; Pineda Piñón, J., 2011, Clay-Brick Firing in a High-Temperature Solar Furnace Ingeniería. Investigación y Tecnología, Vol. XII, No. 4, pp. 395-408.