

## دراسة رمال السيليكا بمنطقة نالوت ومدى صلاحيتها في صناعة الزجاج

### A Study of Silica Sand in Nalut City and Its Suitability in the Glass Industry

م. سمية مسعود عبدو<sup>1\*</sup>، م. إسراء إبراهيم اليونس<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> قسم هندسة تعدين، كلية الهندسة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا

Somya Massoud Abdo<sup>1\*</sup>, Esraa Ibrahim Alyounes<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Tripoli, Tripoli, Libya

\*Corresponding author: [somayaabdo218@gmail.com](mailto:somayaabdo218@gmail.com)

Received: February 21, 2023

Accepted: March 09, 2023

Published: March 10, 2023

المخلص

أجريت هذه الدراسة لمعرفة مدى إمكانية الاستفادة من رمال منطقة نالوت في صناعة الزجاج حيث تم القيام بزيارة حقلية للمنطقة، وتضمنت الدراسة أخذ عينات من أماكن مختلفة للمنطقة على أساس الاختلاف في الحجم الحبيبي والاختلاف في الشكل واللون وذلك لإجراء التحاليل اللازمة عليها وبعد تجميع العينات من موقع الدراسة، ونقلها إلى المختبر ثم إجراء الاختبارات الفيزيائية والكيميائية وتمثلت الدراسة في التحليل المنخلي والتحليل المعدني واختبار الوزن النوعي باستخدام جهاز (البينكومتر) بالإضافة إلى فصل المعادن الثقيلة باستخدام سائل (البروموفورم) عند حجم حبيبي (0.25) ودراسة المعادن الثقيلة لعينات الرمال المدروسة بواسطة المجهر الضوئي العادي والمجهر الضوئي المستقطب وذلك بإعداد شرائح ودراستها وتم تحديد نسبة الكربونات في العينات وذلك من خلال إذابتها في حامض الهيدروكلوريك لتحديد الكربونات وكانت النتائج مرضية حيث تبث صلاحية رمال منطقة نالوت من حيث استخدامه في صناعة الزجاج.

الكلمات المفتاحية: الزجاج، الرمل، السيليكا، نالوت.

#### Abstract

This study was conducted to find out the extent of the possibility of benefiting from the sands of the Nalut region in the manufacture of glass, and then a field visit to the region. Take it to the laboratory, and then perform physical and chemical tests The study consisted of sieve analysis, mineral analysis, specific weight test using a (Picnometer) device, in addition to the separation of heavy metals using liquid (bromoform) at a granular size of (0.25) and the study of heavy metals for sand samples studied by ordinary light microscope and polarized light microscope by preparing slides and studying them and then Determining the percentage of carbonates in the samples by dissolving them in hydrochloric acid to determine the carbonates and the results were satisfactory as the validity of the sands of the Nalut region in terms of its use in the glass industry.

## المقدمة:

رمال السيليكا هي عبارة عن مركب من ثاني أكسيد السيلكون ( $\text{SiO}_2$ ) حيث تتواجد في الطبيعة بعدة أشكال مع وجود بعض الشوائب الأخرى على شكل أكاسيد مثل الحديد والألومنيوم والتيتانيوم والصوديوم والبوتاسيوم.

وتكون رمال الكوارتز النقية بيضاء اللون، بينما يختلف لون الرمال باختلاف كمية ونوعية الشوائب بها ورغم أن جميع أنواع الصخور الرملية تتكون أساساً من حبيبات من الكوارتز، إلا أنها تختلف في لونها وذلك حسب نوعية المادة الرابطة لهذه الحبيبات، فإذا كانت المادة الرابطة سلكية، فإن الناتج هو صخور الكوارتزيت البيضاء، وإذا كانت كلسية فتكون الصخور الرملية ذات لون مصفر أو أبيض رمادي، ويؤدي تواجد الحديد في المادة الرابطة (غالباً طينية) إلى تكون صخور رملية ذات لون أحمر إلي بني. تتضمن هذه الورقة مدي إمكانية رمال نالوت في صناعة الزجاج ودراسة خواصه الكيميائية والفيزيائية.

## الهدف من الدراسة:

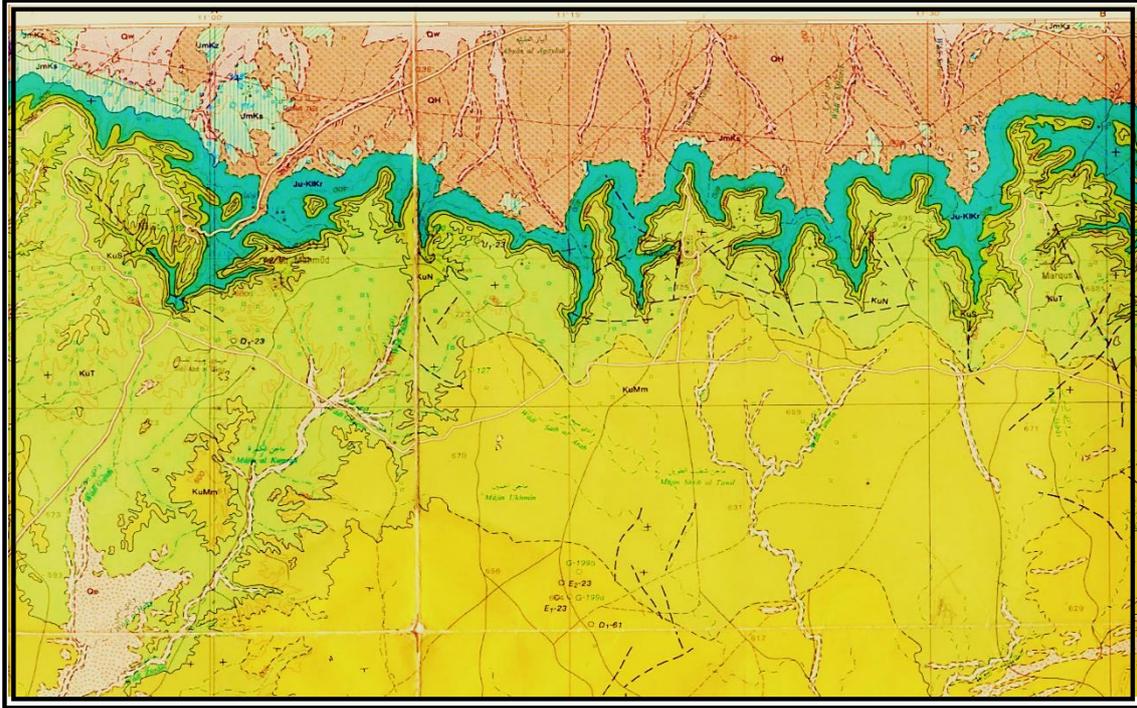
نظراً لتوفر المادة الخام من رمال السيليكا في مناطق مختلفة من ليبيا، سيتم في هذه الدراسة تقييم لرمال السيليكا المتواجدة في منطقة نالوت لمعرفة مدى صلاحيتها لصناعة الزجاج وذلك بدراسة خواصها الكيميائية والفيزيائية.

## موقع وجيولوجية منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة شمال غرب ليبيا في الحدود الإدارية لبلدية نالوت حيث تبعد مسافة 5 كم جنوب شرق نالوت وتقع بين خطي طول ( $10^{\circ}45'$ ) و ( $11^{\circ}00'$ ) شرقاً، وخطي عرض ( $31^{\circ}7'$ ) و ( $32^{\circ}00'$ ) شمالاً وتمتاز المنطقة بوجود العديد من المكاشف الصخرية العائدة إلى حقبة الحياة المتوسط (الميسوزوي)، والعصر الثالث والرابع من الحقب الحديث (السينوزوي) ويفصل بينهما سطح عدم التوافق [1][2][3][4].



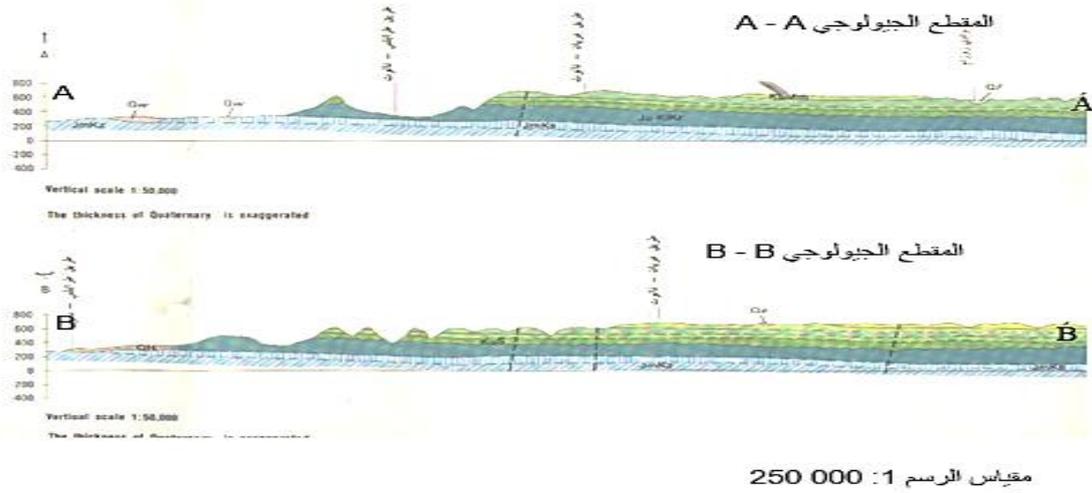
الشكل [1]: خريطة موقع منطقة الدراسة.



شكل [2]: خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة.



شكل [3]: دليل الخريطة الجيولوجية بمنطقة الدراسة.



شكل [4]: مقاطع جيولوجية لمنطقة الدراسة.

### تكوين ككلة:

يتبع التكوين المدروس تكوين ككلة (عضو الرجبان) والتابع للعصر الطباشيري السفلي إلى الجوراسي العلوي بسمك حوالي (200) م حيث يتواجد في قدم الجبل في المنطقة ما بين الجوش شرقاً إلى المناطق التونسية غرباً وتتكون صخور هذا التكوين من حجر رملي حصوي (دقيق إلى خشن) الحبيبات مع وجود بعض العدسات الطينية بداخل التكوين [5].



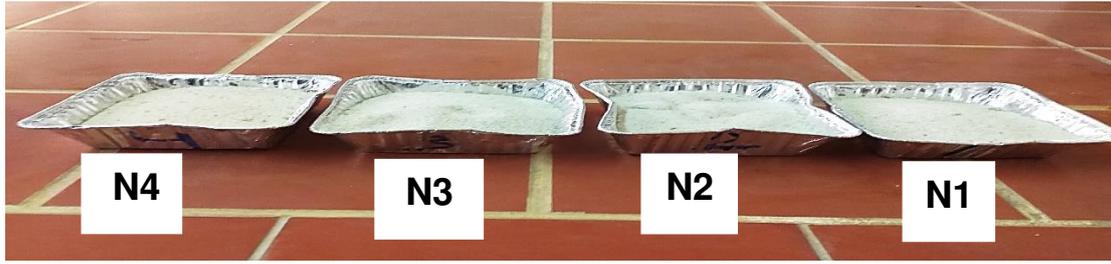
شكل [5]: منظر عام لجزء من رواسب العصرين الجوراسي والكريتاسي: تكوين ككله (عضو الرجبان)، وتكوين سيدي الصيد (عضو عين طبي)، وتكوين نالوت.

## البرنامج العملي:

شملت هذه الدراسة دراسات حقلية ومعملية.

## الدراسة الحقلية:

في هذه الدراسة ثم القيام بزيارة حقلية للمنطقة، وتضمنت الدراسة أخذ عينات من أماكن مختلفة للمنطقة على أساس الاختلاف في الحجم الحبيبي والاختلاف في الشكل واللون وذلك لإجراء التحليل اللازمة عليها [6].



شكل [6]: عينات الرمال المستهدفة في الدراسة.

## الدراسة المعملية:

بعد تجميع العينات من موقع الدراسة، ونقلها إلى المختبر ثم إجراء الاختبارات الفيزيائية والكيميائية وتمثلت الدراسة في الآتي:

1. التحليل المنخلي.
2. الوزن النوعي باستخدام جهاز (البيكنومتر).
3. تحليل العينات بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية (XRD).
4. دراسة المعادن الثقيلة لعينات الرمال المدروسة بواسطة المجهر الضوئي العادي والمجهر الضوئي المستقطب.
5. فصل المعادن الثقيلة باستخدام سائل (البروموفورم) عند حجم حبيبي (0.25).
6. الكشف عن الكربونات بواسطة حامض الهيدروكلوريك (HCL).

## النتائج والمناقشة:

### 1- نتائج التحليل المنخلي للعينات:



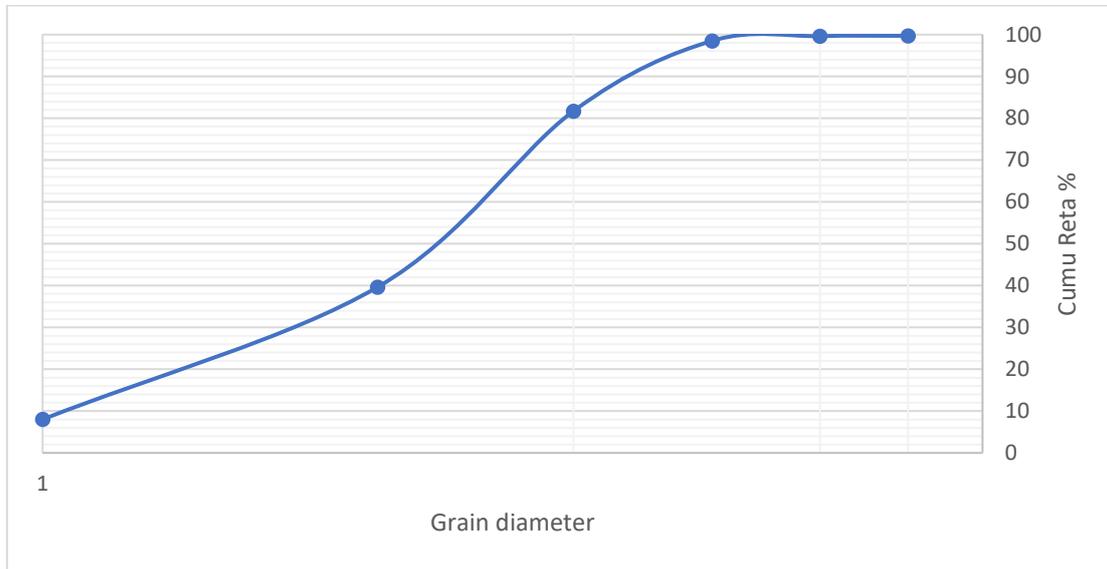
شكل [8]: الميزان الحساس.



شكل [7]: جهاز النخل الميكانيكي.

جدول (1) نتائج التحليل الحجمي للعينة (N1) بمنطقة الدراسة.

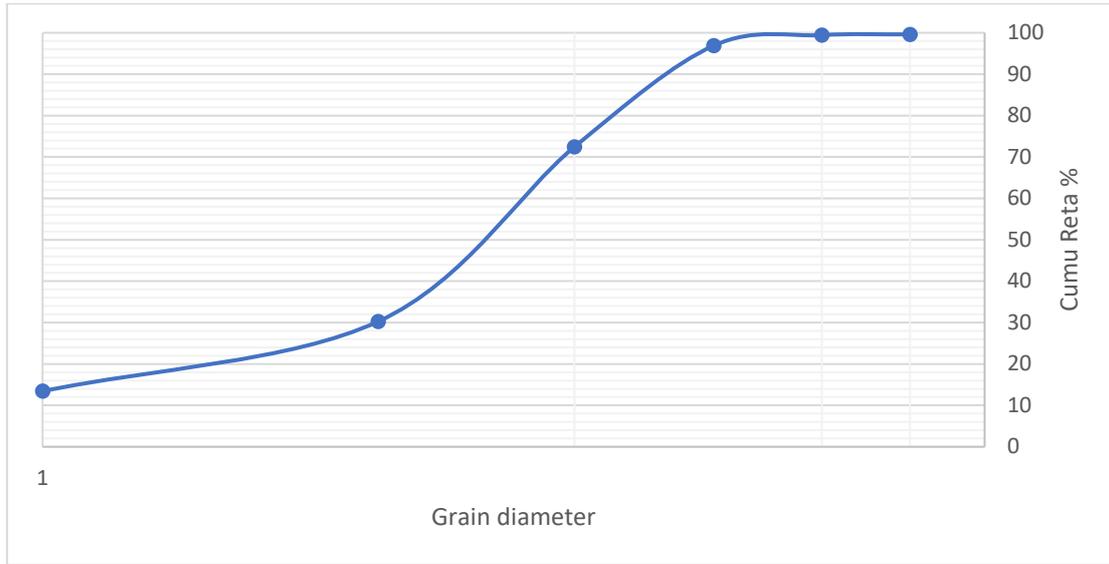
Grain diameter		Retained wt.	Cumu. Reta.	Cumu. Reta.	Passing
mm	Phi	(gm)	(gm)	(%)	(%)
1	0	40.04	40.04	8.01	<b>91.99</b>
0.5	1	158.07	198.11	39.622	<b>60.378</b>
0.25	2	210.19	408.3	81.66	<b>18.34</b>
0.125	3	84.24	492.54	98.508	<b>1.492</b>
0.063	4	5.62	498.16	99.632	<b>0.368</b>
pan	pan	0.42	498.58	99.716	<b>0.284</b>



شكل [9]: المنحني التكراري للعينة N1.

جدول (2) نتائج التحليل الحجمي للعينة (N2) بمنطقة الدراسة.

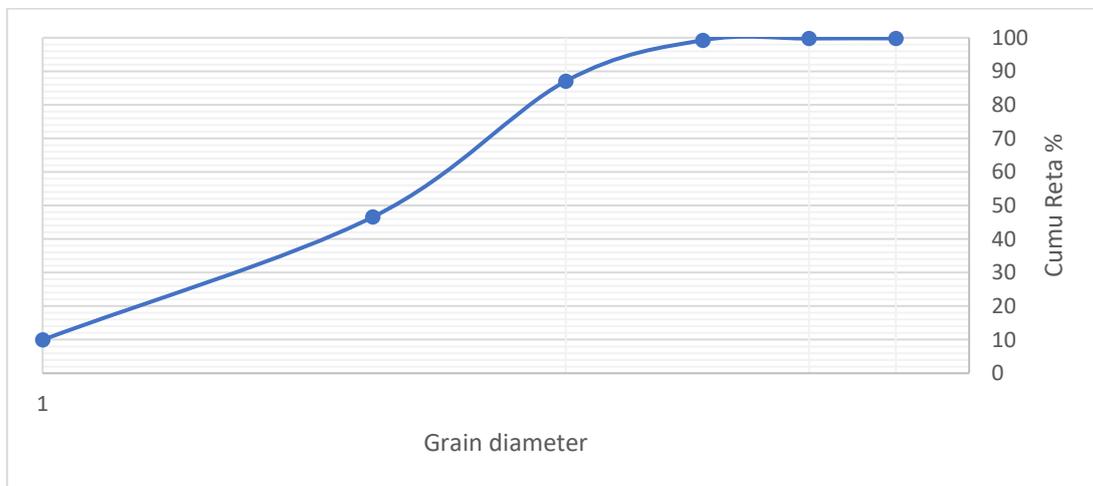
Grain diameter		Retained wt.	Cumu. Reta.	Cumu. Reta.	Passing
mm	Phi	(gm)	(gm)	(%)	(%)
1	0	67.05	67.05	13.41	<b>86.59</b>
0.5	1	84.25	151.3	30.26	<b>69.74</b>
0.25	2	210.95	362.25	72.45	<b>27.55</b>
0.125	3	122.23	484.48	96.896	<b>3.104</b>
0.063	4	12.68	497.16	99.432	<b>0.568</b>
pan	Pan	0.88	498.04	99.608	<b>0.392</b>



شكل [10]: المنحني التكراري للعينة N2.

جدول (3) نتائج التحليل الحجمي للعينة (N3) بمنطقة الدراسة.

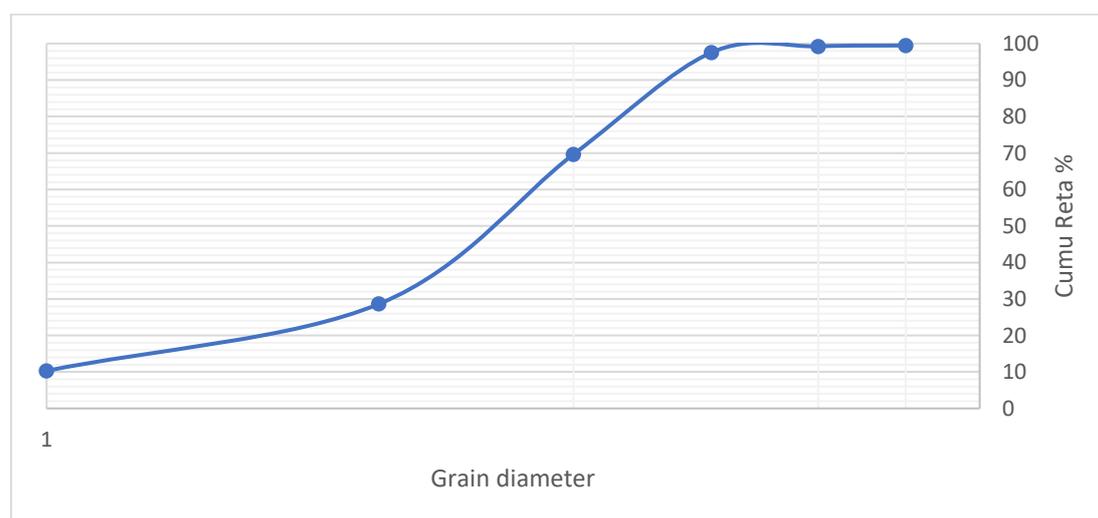
Grain diameter		Retained wt.	Cumu. Reta.	Cumu. Reta.	Passing
mm	Phi	(gm)	(gm)	(%)	(%)
1	0	49.76	49.76	9.952	<b>90.048</b>
0.5	1	182.99	232.75	46.55	<b>53.45</b>
0.25	2	202.55	435.3	87.06	<b>12.94</b>
0.125	3	60.98	496.28	99.256	<b>0.744</b>
0.063	4	2.54	498.82	99.764	<b>0.236</b>
pan	Pan	0.25	499.07	99.814	<b>0.186</b>



شكل [11]: المنحني التكراري للعينة N3.

جدول (4) نتائج التحليل الحجمي للعينة (N4) بمنطقة الدراسة.

Grain diameter		Retained wt.	Cumu. Reta.	Cumu. Reta.	Passing
mm	Phi	(gm)	(gm)	(%)	(%)
1	0	51.55	51.55	10.31	<b>89.69</b>
0.5	1	91.63	143.18	28.636	<b>71.364</b>
0.25	2	204.94	348.12	69.624	<b>30.376</b>
0.125	3	139.55	487.67	97.534	<b>2.466</b>
0.063	4	8.51	496.18	99.236	<b>0.764</b>
Pan	Pan	1.19	497.37	99.474	<b>0.526</b>



شكل [12]: المنحني التكراري للعينة N4.

جدول (5) النسب المئوية لحجم الحبيبات في العينات المدروسة.

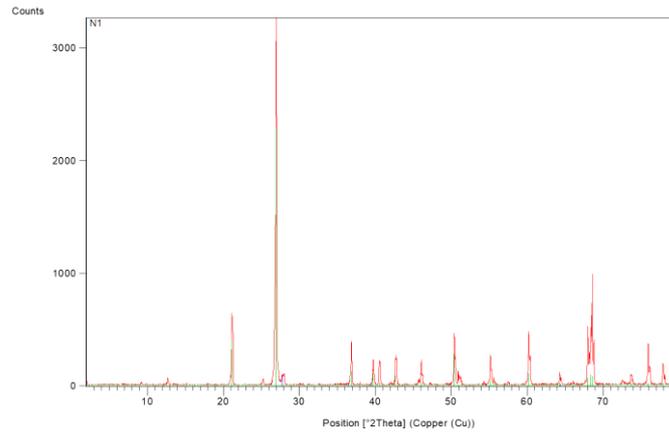
النسبة المئوية لحجم الحبيبات لأكبر 0.5 مم	النسبة المئوية لحجم الحبيبات ما بين 0.1-0.5 مم	النسبة المئوية لحجم الحبيبات الأقل من 0.1 مم	رقم العينة
<b>8.01</b>	90.5	1.208	<b>N1</b>
<b>13.41</b>	83.486	2.712	<b>N2</b>
<b>9.952</b>	89.304	0.558	<b>N3</b>
<b>10.31</b>	87.224	1.945	<b>N4</b>
<b>%10.42</b>	<b>%87.63</b>	<b>%1.606</b>	<b>المتوسط</b>

اتضح من الجدول (5) أن النسبة المئوية لحجم الحبيبات ما بين (0.1-0.5) مم للعينات المدروسة وتصل نسبة متوسطها تزيد عن 87.63 % ذات أهمية اقتصادية ويمكن استغلالها لصناعة الزجاج.

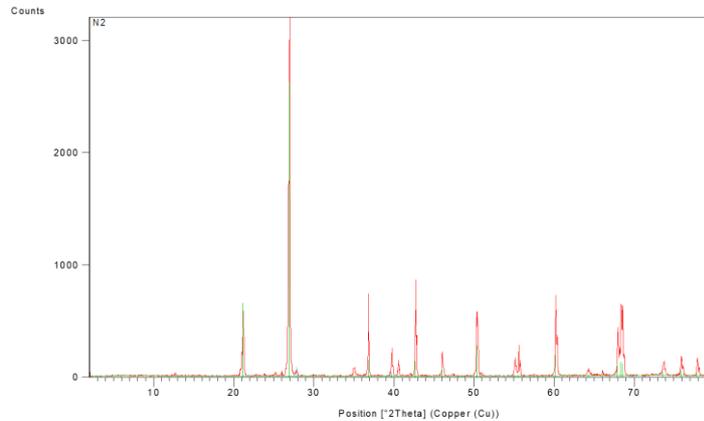
## 2- نتائج التحاليل المعدنية للعينات:



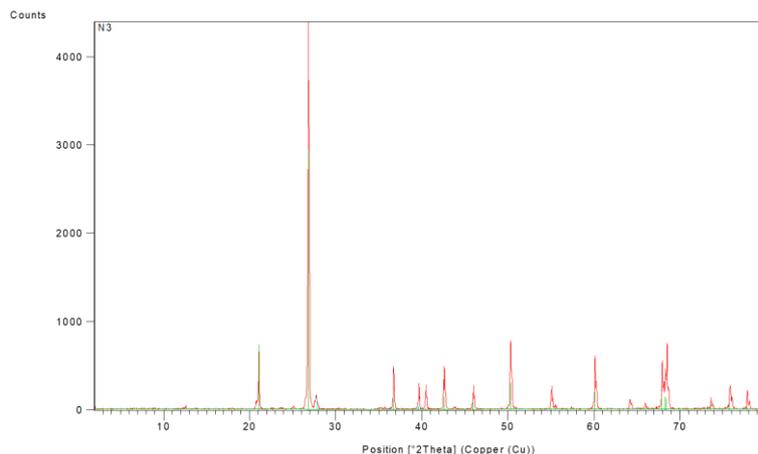
شكل [13]: جهاز حيود الأشعة السينية (XRD).



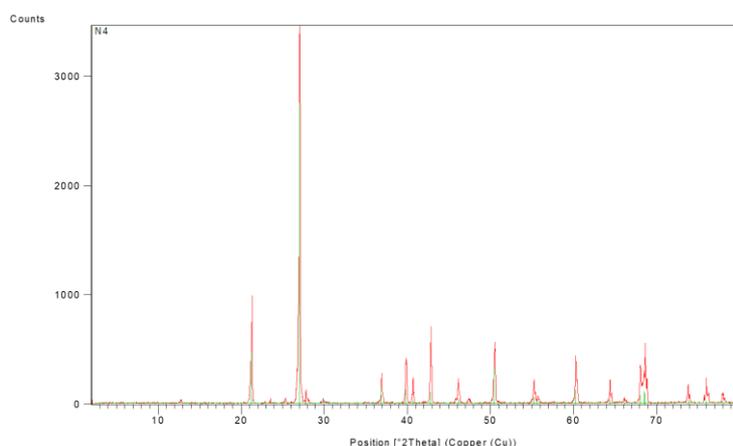
شكل [14]: نموذج حيود الأشعة للعينه N1.



شكل [15]: نموذج حيود الأشعة للعينه N2.



شكل [16]: نموذج حيود الأشعة للعينه N3.



شكل [17]: نموذج حيود الأشعة للعينه N4.

جدول (6) نتائج (XRD) للعينات المدروسة.

Chemical Formula			
The sample	Si O <sub>2</sub>	Ti O <sub>2</sub>	Ca C O <sub>3</sub>
N1	93%	4%	—
N2	96%	2%	—
N3	98%	1%	—
N4	95%	2%	<b>1%</b>

بعد إجراء التجارب على العينات المختارة وكما موضحة في الأشكال الأتية، يتضح أن العينة تتكون من معدن الكوارتز بنسبة عالية، مع وجود بعض الشوائب بالإضافة لوجود بعض الأطياف.

### 3- نتائج الوزن النوعي للعينات:

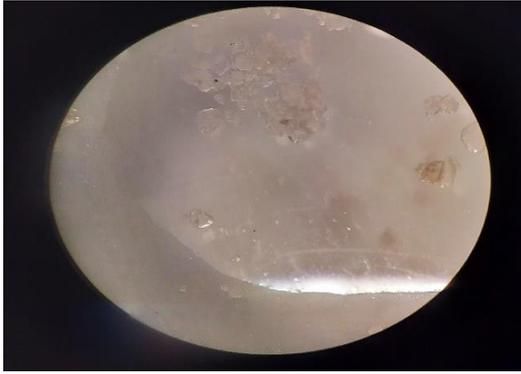


شكل [18]: خطوات اختبار الوزن النوعي.

### جدول (7) نتائج الوزن النوعي للعينات.

الوزن النوعي	رقم العينة
2.633	N1
2.632	N2
2.634	N3
2.647	N4
2.6365	المتوسط

#### 4- نتائج الكشف عن الكربونات بواسطة حامض (HCL):



الشكل [19]: العينة N3 قبل غسلها بالحامض. الشكل [20]: العينة N3 بعد غسلها بالحامض.

بعد غسل العينة بالحامض تبين أن هذه العينات لا تحتوي على كربونات، حيث لم يحدث أي تفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف [20].

#### 5- طريقة فصل المعادن الثقيلة بواسطة سائل (البروموفورم) للعينات المدروسة:



شكل [21] جهاز فصل المعادن الثقيلة. شكل [22] ورق ترشيح للمعادن الثقيلة والخفيفة.

جدول (8) النسبة المئوية الوزنية للمعادن الثقيلة في العينات المدروسة.

النسبة المئوية الوزنية (%)	وزن المعادن الثقيلة (g)	رقم العينة
1.2	0.06	N1
0.2	0.01	N2
0.6	0.03	N3
0	0	N4
0.5	0.025	المتوسط

وأظهرت الشريحة تحت المجهر مجموعة من المعادن الثقيلة التالية:  
1. الزركون. 3. الميكا.  
2. تورمالين. 4. مجناتيت.

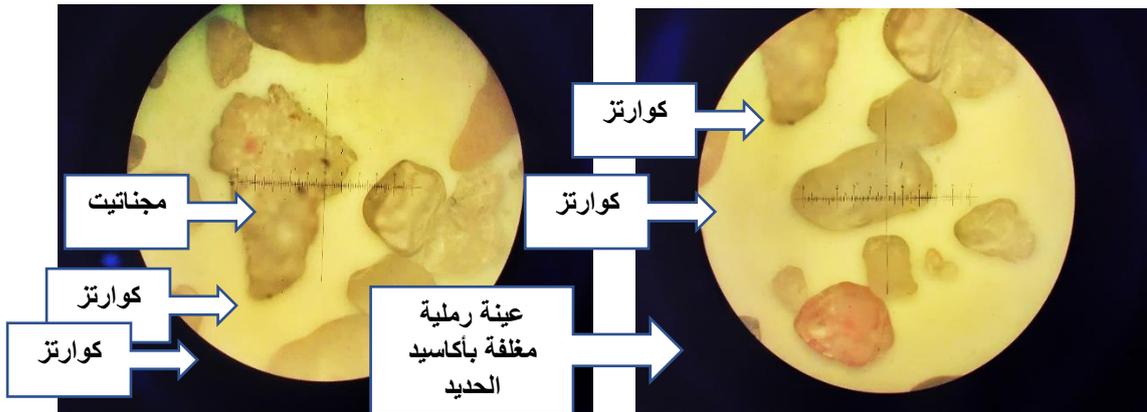
## 6- الدراسات البتروجرافية:

من خلال العينات التي تم أخذها من منطقة الدراسة ثم عمل شرائح زجاجية رقيقة للعينات ودراستها تحت المجهر الضوئي المستقطب والمجهر الضوئي العادي من حيث تركيبها المعدني ونسبة تواجد المعادن الثقيلة وكذلك معرفة مدي إستدارة الحبيبات حيث تم دراسة العينات كما يلي:

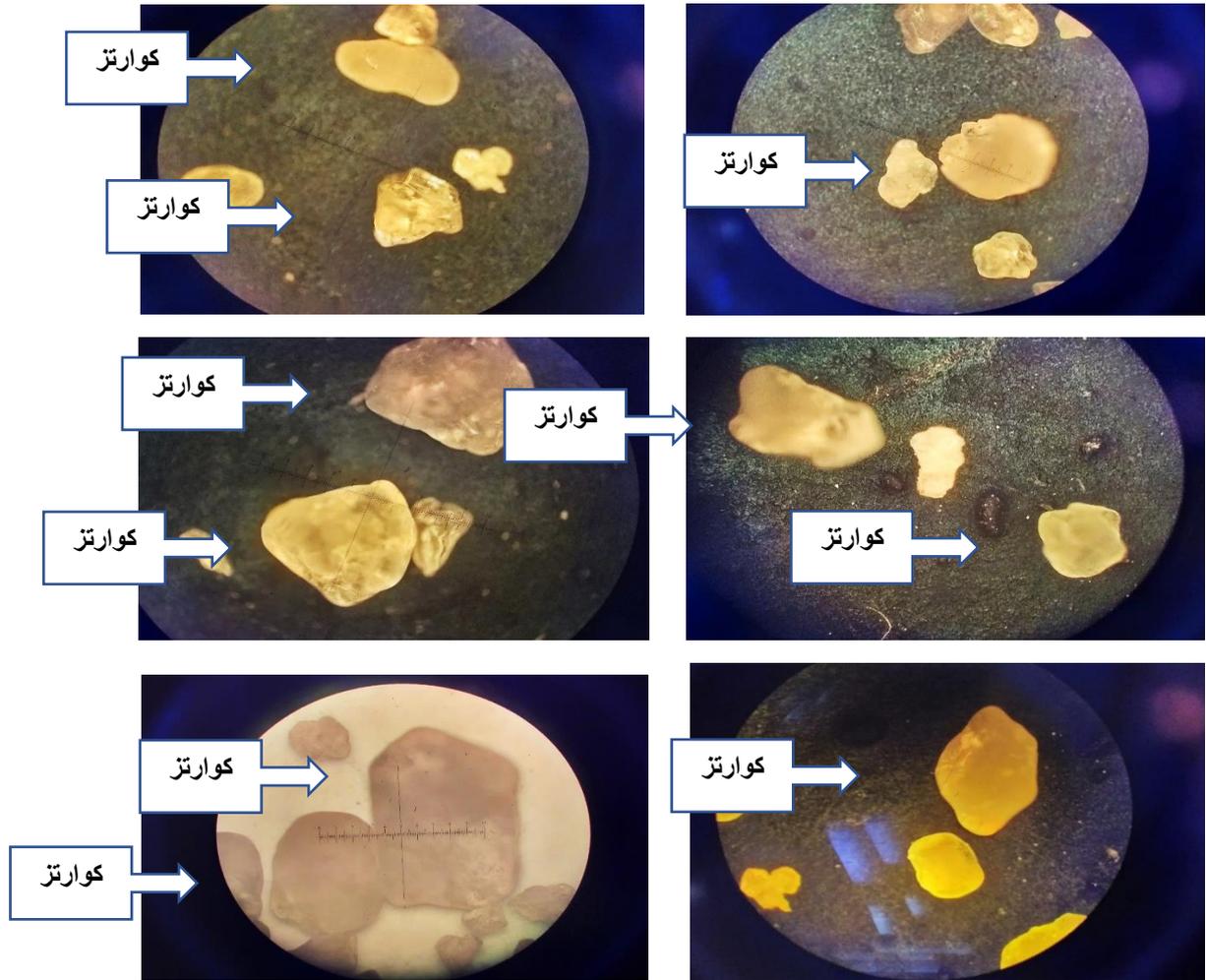
- دراسة بعض العينات بواسطة المجهر الضوئي المستقطب:



شكل [23]: المجهر الضوئي المستقطب.



شكل [24]: العينة N1 تحت المجهر الضوئي المستقطب.

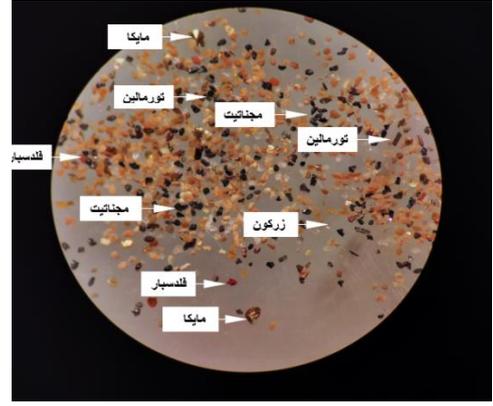
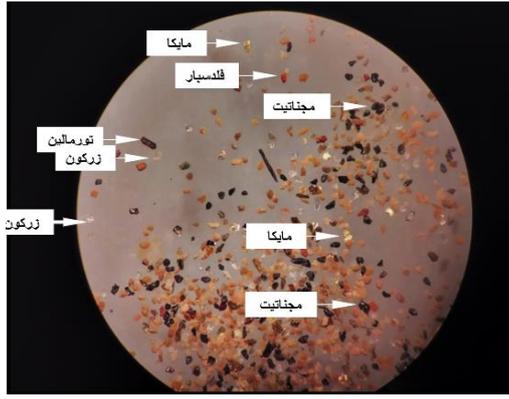


شكل [25]: بعض أشكال الكوارتز التي ظهرت بالعينات.

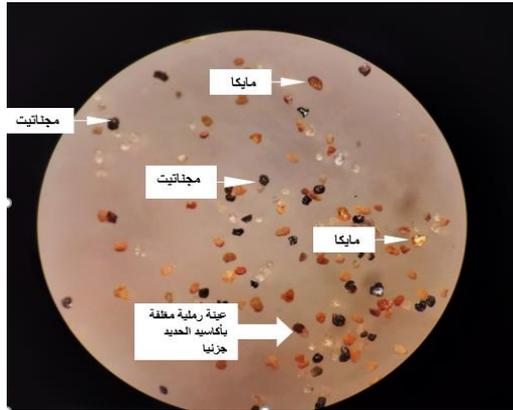
- دراسة بعض العينات بواسطة المجهر الضوئي العادي:



شكل [26]: المجهر الضوئي العادي.



شكل [27]: العينة N1 تحت المجهر الضوئي العادي. شكل [28]: العينة N2 تحت المجهر الضوئي العادي.



شكل [29]: العينة N3 تحت المجهر الضوئي العادي.

## النتائج:

أجريت الدراسة على رمال السيليكا الواقعة بمنطقة نالوت لغرض تقييمها صناعياً، حيث كانت العينات المأخوذة من منطقة الدراسة 4 عينات. ومن خلال الدراسة التي توصلنا إليها بعد إجراء عدة تحاليل على العينات الرملية بمنطقة الدراسة (نالوت) أثبتت نتائج التحليل المنخلي أن الجزء الأكبر من الرمال صالح لصناعة الزجاج، بنسبة تزيد عن 80% من الكمية والاجزاء الباقية من الكمية يمكن استخدامها في صناعات اخرى، وكانت نتائج إختبار الوزن النوعي ضمن المواصفات حيث لم تتجاوز (2.65)، وكذلك تبين أن هذه العينات لا تحتوي على كربونات، حيث لم يحدث أي تفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، وأمكن التعرف على بيئة الترسيب والتي هي عبارة عن بيئة ترسيب نهريّة وتبين من دراسة التركيب المعدني للعينات بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية أن معظم العينات تحتوي على معدن الكوارتز ( $SiO_2$ ) بنسبة تزيد عن 90% مع وجود بعض الشوائب وكذلك تبين من الدراسة المجهرية وجود بعض المعادن الثقيلة مثل الميكا والتورمالين والزركون الذي يعتبر من المعادن صعبة الصهر ويكون توأجدها سبباً في وجود ذبابة الزجاج وأيضاً تم التعرف على معدن المجناتيت الذي يعتبر من المعادن المعتمدة مع وجود التجانس الجيد في حجم الحبيبات وأن هذه الحبيبات مستديرة إلى شبه مستديرة كما تبين في بعض العينات وجود حبيبات مغلقة جزئياً أو كلياً بأوكسيد الحديد ولون الكوارتز زهري باهت وأنه من السهل التخلص منها عند استخدام هذه الرمال في صناعة الزجاج ومن بين الطرق هو الغسيل.

يتضح من كل ما تقدم ان خامات رمال السيليكا التابعة الى عضو الرجبان (تكوين ككلة)، هي رمال صالحة لصناعة الزجاج من الناحية الاقتصادية كما ونوعاً وذلك لجودتها ووفرته في المنطقة.

### التوصيات:

1. استغلال مناطق الرمال التي لا يوجد فوقها غطاء صخري سميك، وذات تضاريس مناسبة مع توفير إمكانية الاستغلال.
2. أوضحت هذه الدراسة أن معظم العينات ذات صلاحية جيدة لصناعة الزجاج، نظرا لإرتفاع نسب السيليكا.
3. معالجة العينات (غسلها) وذلك لتقليل نسبة أكاسيد الحديد لكي تكون هذه الخامات صالحة لصناعة الزجاج.
4. التوسع في التجارب الدراسات الصناعية بحيث يتم توجيه كميات كافية لإجراء التجارب الصناعية المتخصصة، وتحديد الأنواع التي يمكن استغلال الرمال فيها.
5. الاستفادة من الرمال غير الصالحة لصناعة الزجاج كمادة بناء أولية أو لصناعات أخرى مثل استخدامها في الطلاء وورق الصنفرة.

### المراجع:

1. دراسة الأهمية الاقتصادية لبعض الاحجار الرملية بشمال غرب ليبيا، م - سمية مسعود عبدو كجزء من متطلبات نيل الاجازة العليا (الماجستير) في مجال الهندسة الجيولوجية - ربيع 2009.
2. أسس علم الرسوبيات، جامعة الملك سعود (مشرف محمد عبد الغني). 1987.
3. علم الرسوبيات، جامعة بغداد (د. علي جواد علي، د. عدنان سعد الله). 1990.
4. المعادن الثقيلة في اليمن (م. علي عبد الله الصوفي، م. لقمان محمد العطاب). 2005.
5. أحمد اعويطيل وخالد بن إسماعيل دراسة الأهمية الاقتصادية لرمال السيليكا بمنطقة نالوت، مشروع بكالوريوس جامعة المرقب، قسم علوم الأرض 2001.
6. دراسة إمكانية إستغلال رمال السيليكا في واجهة جبل نفوسة (شمال غرب ليبيا) في صناعة الزجاج، (د. حسن أبو عريبة و د. الرفاعي الطاهر) مؤتمر القاهرة - مصر (2006).
7. خريطة ليبيا الجيولوجية 1:250000 والكتيب التفسيري للوحة نالوت ش د 32-4 (1977): مركز البحوث الصناعية، طرابلس.