

## A Study of the chemical nature of sulfur-containing rocks and Frasch Sulfur in the Al-Mishraq Sulfur field

Hala S. J<sup>1</sup>, Thaeir A. H<sup>2</sup>, Motea O. A<sup>3\*</sup>

<sup>1,2</sup> Department of Chemistry, collage of education for girl, University of Mosul, Mosul, Iraq

<sup>3\*</sup> Mishraq Sulfur State Company, Mosul, Iraq

E-mail: <sup>1</sup> [hala.saad@uomosul.edu.iq](mailto:hala.saad@uomosul.edu.iq), <sup>2</sup> [thaer.abd@uomosul.edu.iq](mailto:thaer.abd@uomosul.edu.iq), <sup>3\*</sup> [alojmaniojmani@gmail.com](mailto:alojmaniojmani@gmail.com)

(Received February 20, 2020; Accepted May 14, 2020; Available online March 01, 2021)

DOI: [10.33899/edusj.2020.126714.1051](https://doi.org/10.33899/edusj.2020.126714.1051), © 2020, College of Education for Pure Science, University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Abstract

The economic evaluation of the exploration sulfur well depends mainly on the elemental sulfur content and its association with other factors, so a sample of sulfur rocks extracted by a special excavator for one of the exploratory wells was studied and in the form of a bore hole rock. The elemental sulfur ratio reached 12.8% an important ratio in estimating the explored sulfur reserves and through XRD, the predominant crystalline composition is calcite mineral with hexagonal crystalline form and with a lesser percentage in orthorhombic crystal sulfur this supports one of the theories that explained the formation of sulfur.

Also, the mine Mishraq sulfur extracted by the underground melting method (known as the Frasch process) was studied chemically, and the elemental sulfur ratio reached 98.58% and the bituminous material 1.157%. Also, the SEM scanning electron microscope showed the presence of nanotubes of size (20-44 nm) belonging to the carb-sulfur compounds in the SEM, which are observed for the first time in this form.

**Keyword:** Mishraq sulfur, bore hole, frasch

### دراسة الطبيعة الكيميائية للصخور الحاوية للكبريت وكبريت فراش في حقل المشراق

هاله سعد جاسم<sup>1</sup> و ثائر عبد هلو<sup>2</sup> و مطيع عبيد عبدالله<sup>3\*</sup>

<sup>1,2</sup> قسم الكيمياء، كلية التربية للبنات، جامعة الموصل، الموصل، العراق

<sup>3\*</sup> الشركة العامة لكبريت المشراق، الموصل، العراق

### الخلاصة :

يعتمد التقييم الاقتصادي للبئر الكبريتي المستكشف على نسبة الكبريت الحر بشكل أساسي وربطها بعوامل أخرى، لذا تمت دراسة نموذج من الصخور الكبريتية المستخرجة بواسطة حفارة خاصة للبئر المستكشف وعلى شكل لباب صخري Bore Hole وقد بلغت نسبة الكبريت العنصري 12.8% وهذه النسبة مهمة في تقدير احتياطي الكبريت المستكشف، ومن خلال حيود الأشعة السينية XRD كان التركيب البلوري السائد معدن الكالسيت calcite بالشكل البلوري hexagonal وبنسبة أقل الكبريت البلوري المعيني Orthorombic و هذا يدعم أحد النظريات التي فسرت تكون الكبريت.

كما تمت دراسة كبريت المشراق المنجمي المستخرج بطريقة الصهر الجوفي (المعروفة بطريقة فراش Frasch process) كيميائياً وبلغت نسبة الكبريت الحر 98.58% والمادة القيرية 1.157%، ومن خلال حيود الأشعة السينية تبين ان الكبريت البلوري المعيني هو السائد ولم تظهر الاشكال البلورية المتوقعة نتيجة غمرها بالكبريت ، كما بين المجهر الالكتروني الماسح SEM وجود انابيب ثانوية بحجم (20-44 nm) تعود للمركبات الكربوكبريتية في كبريت المشراق المنجمي التي تلاحظ لأول مرة بهذه الهيئة .

الكلمات المفتاحية : كبريت المشراق , اللباب , فراش.

## 1- المقدمة : introduction

يتواجد الكبريت العنصري Elemental Sulfur في العراق في خمسة عشر موقعا في تراكيب طيات محدبة كما في المشراق ولزاقة ومكحول وحميرين ونجمة وقصب والمستغل منها حقل كبريت المشراق الذي يقع في شمال العراق على بعد 350 كم شمالبغداد و45 كم جنوب مدينة الموصل في منطقة تحتوي حقول نفطية وعيون كبريتية ولكون كبريت المشراق من النوع الرسوبي لابد من توافر مجموعة من الظروف لتكونه متمثلة بالصخور الكبريتية ومواد قيرية وظروف جيولوجية وكيميولوجية<sup>(1)</sup> . درس دنون وصالح<sup>(2)</sup> تكوين عنصر الكبريت في حقل المشراق بوساطة التحليل المعدني والتحليل الحراري التفاضلي DTA وحيود الاشعة السينية XRD ، ولاحظ أن المادة القيرية منتشرة وتنتشر به بشكل عشوائي في النموذج . وفي دراسة بكتريولوجية للصواف<sup>(3)</sup> لاحظ وجود نشاط للبكتريا بنوعها الهوائي واللاهوائي في المشراق إذا تساعد البكتريا اللاهوائية على تكوين الكبريت العنصري Elemental Sulfur فيما تعمل الهوائية على أكسدة الكبريت الى كبريتات وهذا يعلل سبب وجود كبريت على أعماق سحيق في حقل المشراق . واستنتج الجبوري<sup>(4)</sup> من خلال نسبة الكبريت الحر في المواد القيرية والمتواجد على عمق يقارب 180m وقبل تعرضها لظروف فراش ونسبته في النفط الخام لحقل القيارة النفطي ان نسبة الكبريت الحر تزداد كلما اتجهنا نحو حقل المشراق. ودرس souaya<sup>(5)</sup> إضافة الكبريت لإسفلت التبليط ومن خلال دراستهم بطرائق عدة درس التغيرات في التراكيب والمظهر الخارجي (morphology) بواسطة الماسح الالكتروني الميكروسكوبي SEM وحيود الأشعة السينية XRD. وفي دراستنا الحالية تمت دراسة طبيعة للصخور الحاملة للكبريت وعلى عمق يقارب 200m والكبريت المنجمي المستخرج وبطرائق كيميائية وطيفية لأول مرة دراسة المظهر الخارجي للكبريت المنجمي بواسطة المجهر الالكتروني الماسح - مطياف تشتت طاقة الأشعة السينية Scanning electron microscopy – Energy Dispersive X-RY

## 2- الجزء العملي

### 1-2 الاجهزة المستخدمة.

1. جهاز حيود الاشعة السينية XRD نوع Xpert Phillips Holand

2. جهاز المجهر الالكتروني الماسح SEM نوع Tescan Mira3 France

### 2-2 حساب نسبة الكبريت العنصري في اللباب الصخري(6):

يوضع 0.5 غرام من مسحوق اللباب الصخري المطحون الى 200 mesh في دورق دائري سعة 100 مل، ويضاف اليه 2مل من الايثانول ثم 50 مل من المحلول 20% كبريتيت الصوديوم ويربط المكثف العاكس ويصعده لمدة ساعتين مع الرج ويرشحي قنينة حجمية سعة 250 مل ، ويكمل بالماء المقطر الى حد العلامة ، يسحب 25 مل من المحلول الى دورق التسحيح ، ويضاف 1-2 قطرة من كاشف الفينولفثالين و5 مل من المحلول 20% فورمالديهايد حيث يتكون لون وردي ، يترك النموذج جانبا لمدة خمس

دقائق يضاف حامض الخليك المركز قطرة قطرة حتى اختفاء اللون الوردي ، وسحح المحلول مع محلول 0.1N من اليود وباستعمال محلول النشأ كدليل يسجل حجم اليود وتحسب نسبة الكبريت عنصري :

### 2-3 تعيين نسبة المادة القيرية في كبريت المشراق المنجمي(6):

#### Determination of Bituminous Materials in Raw sulfur

يوزن في بيكر 50 غم من الكبريت المنجمي ويضاف إليه 2 مل من الإيثانول (96%) و 50 مل من محلول 20% هيدروكسيد الصوديوم، يسخن المزيج على حمام مائي بدرجة حرارة 80-90 °م ولمدة ساعتين مع التحريك المستمر، ويرشح من خلال جفنة ترشيح نوع G4 ويغسل الراسب عدة مرات بالماء الساخن ويجفف في فرن درجة حرارته 105 °م ولمدة ساعة، يعامل الراسب عدة مرات بواسطة 5 مل من رباعي كلوريد الكربون حتى يصبح الراشح عديم اللون ثم يقطر وتجفف المادة القيرية بدرجة حرارة 105 °م ولمدة 24 ساعة ثم توزن وتحسب نسبتها وتمثل المادة القيرية لكبريت المشراق المنجمي والمتعرضة لظروف فراش.

### 2-4 تعيين نسبة الكربون والرماد في كبريت المشراق(7):

#### Determination of Carbon and Ash in Raw Sulfur

يوضع 5 غرام من الكبريت المنجمي في جفنة خزفية موزونة مسبقاً وتسخن تسخيناً هيناً على مسخن كهربائي لحين انتهاء انبعاث الغازات الكبريتية تبرد الجفنة في مجفف وتوزن (يمثل فرق الوزن الكربون والرماد)، بعد ذلك توضع في فرن بدرجة حرارة 800 °م لمدة ساعة، تبرد الجفنة في مجفف ثم توزن (ويمثل فرق الوزن الرماد).... ثم تحسب النسبة المؤية للكربون والرماد .

### 2-5 تقدير الحمضية في كبريت المشراق المنجمي (7):

#### Determination of Acidity in Raw Sulfur

يوضع في بيكر 50 غرام من النموذج و 25 مل من الإيثانول و 200 مل ماء مقطر تمزج المكونات جيداً يغطي البيكر بزجاجة ساعة ثم يسخن على مسخن كهربائي حتى الغليان ولمدة 15 دقيقة يبرد الى درجة حرارة الغرفة ثم يرشح في قنينة حجمية سعة 250 مليلتر، يغسل الراسب بكميات من الماء المقطر ثم يكمل الحجم الى حد العلامة، ينقل 100 مل من الراشح الى دورق تسحيح ويسحح مع 0.01N هيدروكسيد الصوديوم وباستعمال محلول الفينولفثالين بوصفه دليلاً، في دورق آخر يحضر محلول صوري من 10 مل من الإيثانول و 90 مل ماء مقطر يسخن حتى الغليان لمدة 15 دقيقة تبرد ثم يسحح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم وباستعمال الدليل نفسه، ثم تحسب الحمضية على أساس حامض الكبريتيك

### 2-6 حساب نسبة الكبريت الكلي والكبريت العضوي والكربون الحر والكربون العضوي(4)

$$\% \text{Total sulfur} = 100 - (\% \text{Free Carbon} + \% \text{Ash} + \% \text{Acid} + \% \text{Organic})$$

$$\% \text{Organic sulfur} = \% \text{Total sulfur} - \% \text{Free sulfur}$$

$$\% \text{Organic Carbon} = \% \text{Total Carbon} - \% \text{Free Carbon}$$

$$\% \text{Free Carbon} = \% \text{Total Carbon} - \% \text{Bitumen} * 0.82$$

### 2-7 قياس حيود الأشعة السينية والمجهر الالكتروني الماسح

تم قياس حيود الأشعة السينية لمسحوق اللباب الصخري وكبريت المشراق المنجمي بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية XRD ، ودراسة المظهر الخارجي لكبريت المشراق المنجمي بواسطة جهاز المجهر الالكتروني الماسح SEM الموصوفة في الفقرة 1-2

## Result and discussion : المناقشة والناتج

تعد ترسبات الكبريت العنصري Elemental Sulfur في حقل المشراق الكبريتي إحدى أكبر الترسبات الطباقية ذات الأصل العضوي biogenetic المعروفة في العالم وهي تغطي مساحة ما يقارب 10 كم<sup>2</sup> ويتواجد الكبريت في ثلاث طبقات رئيسية (1) . إن تقدير احتياطيات الكبريت ومعرفة تركيب كبريت فراش تعد من الأمور المهمة جداً للقائمين على استخراج وتنقية كبريت فراش المنجمي ، لذا تم التركيز في دراستنا الحالية على دراسة طبيعة الصخور الحاملة للكبريت لغرض إعطاء صورة مبسطة عن تقدير الاحتياطي ودراسة مفصلة عن طبيعة كبريت المشراق المنجمي بغية التعرف على نسبة المكونات الرئيسية سيما المواد القيرية والتي تشكل عائقاً ضد تحسين النوعي للكبريت المنتج من وحدات تنقية الكبريت ، فضلاً عن المواد الكاربوكبريتية المعروفة بالكارسول (car -sul) التي لم تعطي الأهمية اللازمة في الدراسات السابقة وذلك لضعفها ولكنها قد تسبب مشاكل كبيرة تصل إلى حد انسداد البئر الكبريتي وتوقفه عن الإنتاج .

## 3-1- دراسة الطبيعة الكيميائية للباب الصخري الكبريتي:

يتم استخراج اللباب الصخري أثناء عملية حفر البئر الكبريتي الإنتاجي أو الاستكشافي أما بشكل مراحل متقطعة أو مستمرة وينظم اللباب ويوضع داخل صناديق خشبية أو بلاستيكية ترتب حسب تسلسلها ثم تثبت الحفر عليها ، يلي ذلك وصف الصخور وسمكها وتقدير النسبة المئوية لكبريت العنصري لكل متر .

إن تحديد النسبة المئوية للكبريت العنصري في اللباب الصخري (borehole) يعد من الأمور الأساسية والمهمة في تحديد العطاء الكبريتي وتقدير الاحتياطي الكبريتي ولتحقيق ذلك يجب توافر معلومات حقلية ومختبرية تتمثل النسبة المئوية لعمق الطبقة الكبريتية وسمكها وكثافتها القائمة Bulk density وحسب المعادلة :

العطاء الكبريتي = معدل % كبريت العنصري في الطبقة \* سمك الطبقة \* الكثافة القائمة

بلغت نسبة الكبريت العنصري في اللباب الصخري (12.8%) والتي تدخل ضمن حسابات معدل الكبريت العنصري في الطبقة . ولوحظ أن الصخور الحاملة للكبريت ملوثة بمناطق متفرقة بمواد قيرية والتي تتكون من اسفلتين وبترولين كموا رئيسية.

حيود الأشعة السينية للباب الصخري الكبريتي : XRD for sulfuric Borehole

لغرض التعرف على الطبيعة البلورية لمكونات اللباب الصخري الكبريتي ، تم دراسة النموذج بواسطة حيود الأشعة السينية للمسحوق ، والجدول رقم (1) يبين أهم القيم التي تم الحصول عليها والتي من خلالها يمكننا معرفة أهم المكونات البلورية للباب الصخري الكبريتي.

جدول (1): قيم المسافة الذرية d-spacing وضعف زاوية الحيود 2θ و معاملات ميلر h k l والنسبة المئوية للشدة النسبية

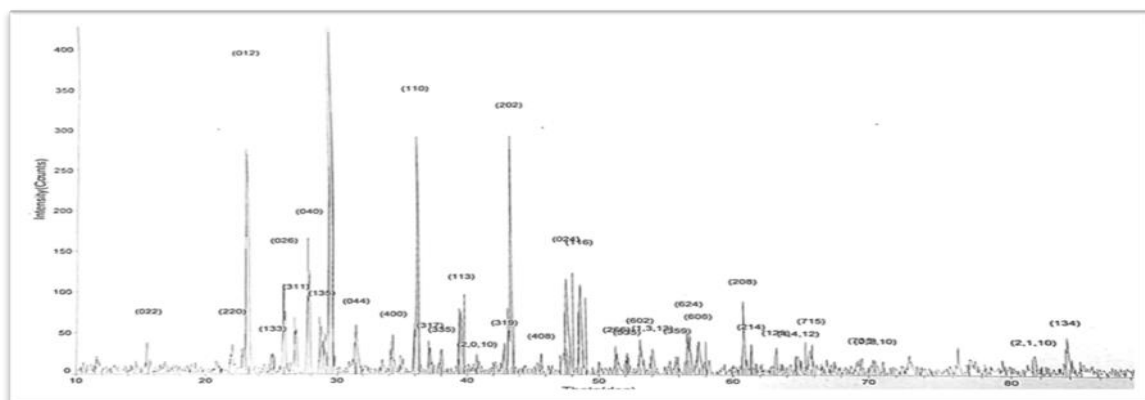
Intensity من XRD للباب الصخري الكبريتي

item	2θ	d-spacing	Intensity	h k l
1	15.559	5.6907	11.4	0 2 2
2	23.246	3.8233	66.4	0 1 2
3	25.964	3.4288	26.4	0 2 6
4	27.889	3.1964	32.6	0 4 0
5	26.889	3.3130	16.6	3 1 1
6	27.889	3.1964	32.6	0 4 0
7	28.853	3.0918	15.2	1 3 5
8	29.600	3.0154	100.0	1 0 4
9	36.216	2.4783	58.6	1 1 0
10	39.588	2.2746	18.4	1 1 3
11	43.4160	2.0825	55.0	2 0 2
12	47.696	1.9051	26.4	0 2 4
13	48.699	1.8682	35.8	1 1 6
14	56.839	1.6185	12.8	3 5 9
15	60.858	1.5087	17.4	2 0 8

نلاحظ من الجدول أعلاه وبالاكتفاء على الأدبيات المعتمدة ومن خلال قيم  $2\theta$  و  $d$ -spacing ومستويات ميلر ان الطور البلوري السائد للباب الصخري الكبريتي هو الكلسيات Calcite وبشكل بلوري hexagonal من خلال قيم  $2\theta$  ومستويات ميلر hkl التي تقابلها والعائدة له وكمايلي (23.246 - 0 1 2 ، 29.600 - 1 0 4 ، 36.216 - 0 1 1 ) وغيرها، مع وجود الكبريت المعيني (orthorhombic) بنسبة اقل من خلال قيم  $2\theta$  ومستويات ميلر hkl العائدة له وكمايلي (15.559 - 0 2 2 ، 25.9640 - 2 2 2 ، 26.889، 6 - 3 1 1) وهذا يفسر نسبة الكبريت العنصري البالغة 12.8% ، ان سيادة الكالسيوم في النموذج يدعم بعض النظريات التي فسرت تكوين الكبريت الرسوبي، إذ ان وجود المواد النفطية في التراكيب الجيولوجية الحاوية على الجبسوم Gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) او الانهايدريد ( $\text{CaSO}_4$  (anhydride) تكون النتيجة تحول هذه المواد الى الكبريت و كاربونات الكالسيوم وكما في التفاعل العام<sup>(8)</sup>.



والشكل (1) يوضح حيود الاشعة السينية للباب الصخري



الشكل (1) نمط حيود الاشعة السينية للباب الصخري الكبريتي

### 3-2- دراسة تركيب كبريت فراش المنجمي في منجم المشراق :

إن عملية استخراج الكبريت في منجم المشراق تعتمد على طريقة الصهر الجوفي بالطريقة المعروفة بطريقة فراش Frasch Process تعتمد على حقن الماء بدرجة 160م° تقريباً وتحت ضغط 8-10 بار مسبباً صهر الكبريت موقِعياً ومن ثم يدفع الى سطح الأرض بواسطة الهواء المضغوط.

على الرغم من ارتفاع نسبة الكبريت العنصري في كبريت فراش المنجمي التي تصل الى اكثر من 98.5% في اغلب الأحيان الا أن معرفة نسبة المواد العضوية والمواد الكربوكبريتية تعد من اهم الأمور الواجب معرفتها قبل دخول الكبريت المنجمي الى وحدات تنقية الكبريت.

تم تقدير المكونات الرئيسية لكبريت فراش المنجمي في منجم المشراق وتم ربطها بحسابات معتمدة<sup>(4)</sup> لغرض إعطاء صورة مفصلة عن مكونات وما هي تأثيراتها خلال عمليات الاستخراج والتنقية كما هو في الجدول (2)

جدول (2): المكونات الرئيسية لكبريت المشراق المنجمي

%المكون	wt. %
Total Sulfur	98.71
Elemental Sulfur	98.58*
Organic Sulfur	0.130*
Total Carbon	1.060*
Free Carbon	0.111
Organic Carbon	1.157
Ash	0.022
Acidity H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.000

\*محسوبة ضمناً

يتضح من الجدول (2) ارتفاع في نسبة الكبريت العنصري رغم ذلك فإن للشوائب الموجودة فيه تأثير كبير على استخراج وتثقيته والمتمثلة بالمواد العضوية الاسفلتية والكاربوكبريتية إذ تشكل هذه المواد عائقاً في وجه التحسين النوعي لكبريت المصفى الناتج عن وحدات تثقية الكبريت ، كما شكلت هذه المواد سبباً رئيساً في تلكؤ إنتاج بعض الآبار الكبريتية واحتمالات توقفها نهائياً نتيجة ما يعرف بتصلب البئر الكبريتي والذي يحصل اما بتصلب الكبريت السائل نتيجة انخفاض في درجة الحرارة الطبقة الكبريتية المنتجة ، او انسداد البئر بالمواد الاسفلتية والمواد الكاربوكبريتية وإذا ما تمت المعالجات وبعده إجراءات وبشكل سريع سيؤدي ذلك الى توقف البئر الإنتاجي نهائياً .

مما سبق أعلاه نلاحظ أهمية إجراءات التحاليل المطلوبة لمعرفة مكونات الكبريت المنجمي سيما المواد العضوية والكاربوكبريتية ، ومن أجل إعطاء صورة أشمل فقد تم دعم هذه النتائج بواسطة تقنية حيود الأشعة السينية XRD والماسح الإلكتروني المايكروسكوبي SEM.

#### نمط حيود الأشعة السينية لكبريت فراش المنجمي

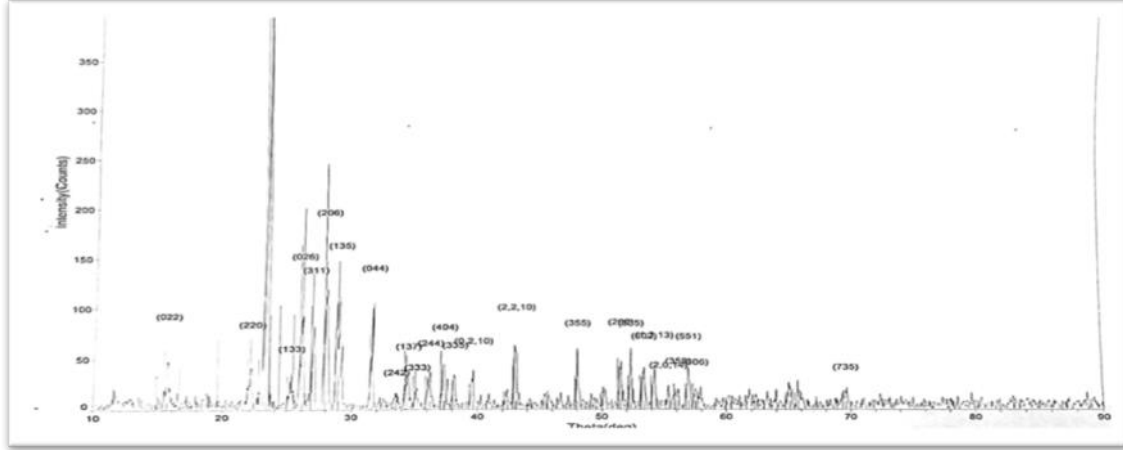
تم دراسة حيود الأشعة السينية للكبريت المنجمي والجدول (3) يوضح اهم المتغيرات والحزم.

جدول (3) قيم المسافة الذرية d-spacing وضعف زاوية الحيود  $\theta$ 2 و معاملات ميلر h kl والنسبة المئوية للشدة النسبية

#### Intensity من XRD لكبريت المشراق المنجمي

item	2 $\theta$	d-spacing	Intensity%	h kl
1	15.695	5.6415	14.1	0 2 2
2	23.387	3.8006	100.00	2 2 2
3	26.142	3.4060	24.5	0 2 6
4	27.006	3.2990	22.1	3 1 1
5	27.999	3.1841	32.1	2 0 6
6	29.001	3.0763	26.4	1 3 5
7	31.695	2.8207	22.4	0 4 4
8	37.349	2.4057	12.2	4 0 4
9	43.048	2.0995	24.5	2 2 10
10	57.561	1.5999	19.6	6 0 6

يظهر من خلال قيم  $2\theta$  و d-spacing ومستويات ميلر للنموذج ان الشكل البلوري السائد هو الكبريت المعيني orthorhombic sulfur وكما في قيم  $2\theta$  ومستويات ميلر hkl التي تقابلها للكبريت المعيني كما يلي (23.387, 0 2 2 -15.695) و (26.142, 0 2 6 -) وهذا يدعم نتيجة التحليل الكيميائي والتي بلغت 98.58% ، لم نلاحظ اشكالا بلورية لمركبات مختلفة محتملة الوجود كالجبسوم والانهيدريد والكلسياتا لدولومايت واطيان المارل Marl clays والتي تتأثر بظروف الاستخراج بسبب احاطتها التامة بواسطة الكبريت المنصهر . كما في الشكل ( 2 )



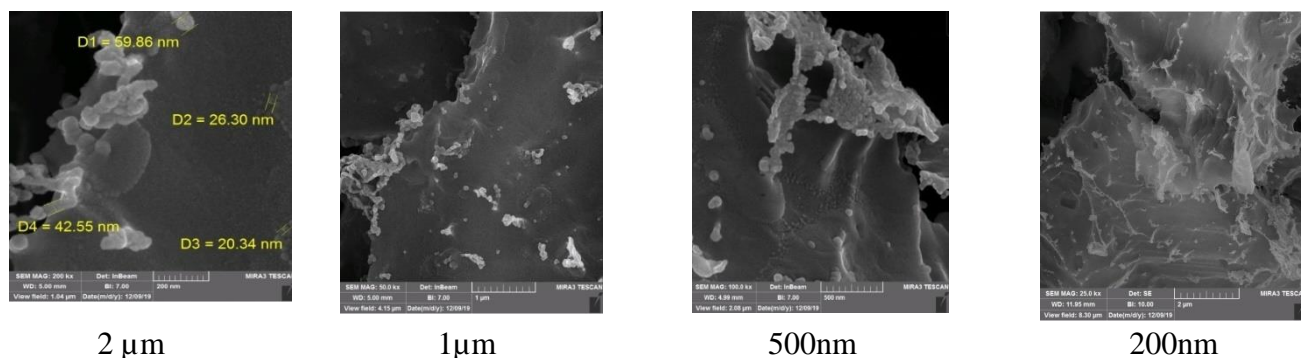
الشكل ( 2 ) نمط حيود الاشعة السينية لكبريت المشرق المنجمي

شكل مجموع الشوائب في النموذج التي بلغت 1.389% معضلة حقيقية في استخراج وتنقية الكبريت لذا نلاحظ تنوع طرائق تنقية الكبريت المنجمي إذا استخدمت طرائق كيميائية وحرارية وفيزيائية تهدف بمجموعها للحصول على الكبريت نقي يفى بالغرض المنتج له ، ولغرض استكمال الصورة حول تركيب الكبريت المنجمي تمت دراسة بواسطة تقنية المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscopy

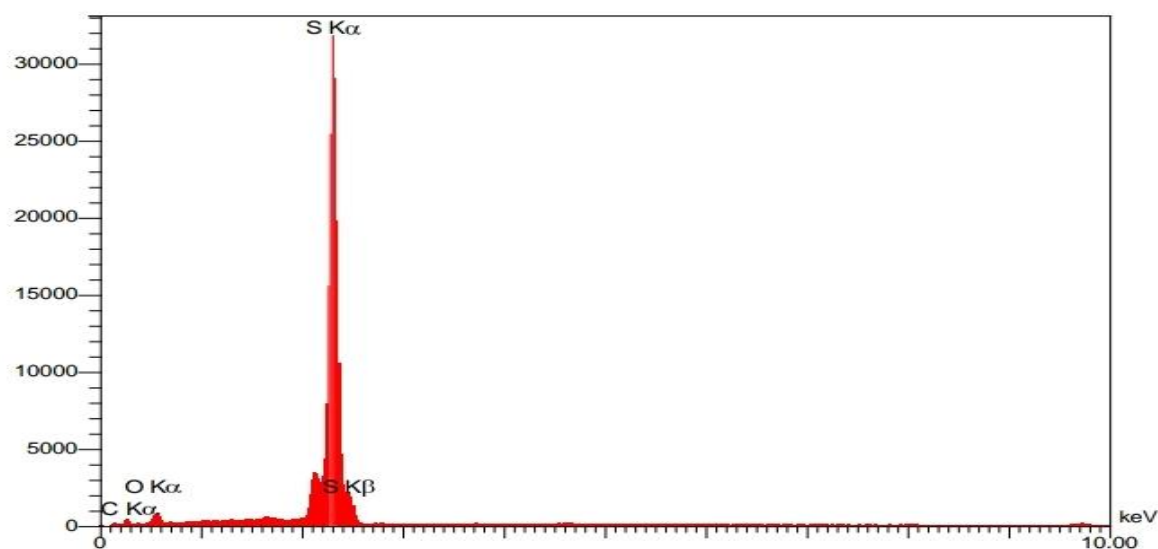
#### 1- تقنية المجهر الإلكتروني الماسح لكبريت المشرق المنجمي

حسب المعلومات المتوفرة من الادبيات تعد دراستنا الأولى للتحليل كبريت المشرق المنجمي بواسطة (SEM) تظهر الصور المكبرة الى احتواء الكبريت المنجمي على بعض التراكيب النانوية ، إذ نلاحظ من الشكل (3) وجود تركيب لأنبوب نانوي nano tube بحجم (42.55nm) و (20.34nm) نعتقد ان هذه التراكيب تعود للمركبات الكاربو كبريتية وتعرف بالكارسول غير الناضج<sup>(9)</sup>، وبطريقة شابه للكبريت والكرافين graphene<sup>(10)</sup> كما نلاحظ مواقع مضيئة على السطح ولها شكل بلوري معيني منفرد او بشكل بلورات معينية متجمعة مع بعضها البعض على السطح مما ادى الى انعكاس الاشعة المسلطة على السطح مما جعلها تظهر بشكل مضيء مما يؤكد ان معظم الكبريت في هذا السطح ياخذ شكل بلورة معينية الشكل . تم قياس نمط طيف الطاقة المتشتتة (EDS) energy dispersive spectroscopy للأشعة السينية ، وكما موضح في الشكل ( 4 ) ومن خلال قيم  $K\alpha$  نلاحظ الكبريت يوجد بصورة رئيسية ويمثل 98.84% ثم الكربون 1% والاكسجين 0.15% ان هذه القيم تدعم تفسيرنا لعدم ظهور أي تراكيب بلورية متوقعة كونها منغمرة في الكبريت المنصهر ، كما تعزز نتائج التحليل الكيميائي .





الشكل (3) تحليل المجهر الالكتروني الماسح SEM لكبريت المشراق المنجمي



الشكل (4) طيف طاقة تشتت الاشعة السينية eds لكبريت المشراق المنجمي

#### 4- الاستنتاجات Conclusion:

- 1- تتكون الصخور الكبريتية في منجم كبريت المشراق بصورة رئيسه الكالسايت على شكل نظام بلوري سداسي hexagonal وبنسبة اقل الكبريت العنصري المعيني orthorhombic وتتواجد بأماكن متفرقة مواد نفطية ثقيلة ، ومن خلال هذه المعطيات يكون التقييم الاقتصادي للبئر النفطي .
- 2- يسود الكبريت المعيني orthorhombic بصورة رئيسة في كبريت المشراق المنجمي مع وجود مواد قيرية ثقيلة منتشرة فيه فضلاً عن المركبات الكاربوكبريتية(الكارسول carsul) غير الناضج ، ومن خلال هذه المعطيات يمكن اقتراح الطريقة الملائمة للتقوية.

#### شكر وتقدير Acknowledgement :

يتقدم الباحثون بالشكر والتقدير لقسم الكيمياء في كلية التربية للبنات - جامعة الموصل و الشركة العامة لكبريت المشراق وهيأة البحث والتطوير الصناعي في وزارة الصناعة والمعادن لتقديم التسهيلات اللازمة لاكمال هذا البحث .



**References المصادر**

1. Baker, J.M.; Cochran, D.E. and Semrad, R. (1979). "Economic geology of the Mishraq active sulfur deposit, northern Iraq". Economic geology. Vol. 74, No. 2, pp. 484-495
2. Dhannon, H.Y. and Salah, S.A. (1977) :Rafidian J. of Sc. 1, 3 .2
3. Alsawaf F.D.S \*Sulfate Reduction and sulfur Deposition in the lows Fars Formation , Northern Iraq Economic Geology, 72,608-618 (1977).
4. Al-Jburi, M.U. "A study of Sulfur Waste obtained from Raw sulfur Purification by Thermal Method" M.sc. thesis University of Mosul(1999).(In Arabic)
5. E.R. Souaya , S.A. Elkholy, A.M.M. Abd El-Rahman , M. El-Shafie,I.M. Ibrahim , Z.L. Abo-Shana (Partial substitution of asphalt pavement with modified sulfur) Egyptian Journal of Petroleum 24, 483–491. (2015)
6. Al-Jburi, M.O. "A guide of quality control in Mishraq sulfur state company " 2004, p 7-14
7. William, N. T. "The Sulphur Data Book" Free Port Sulphur Company. P.4(1954).
8. Latif H. Ali " A Fundamental and Application in Industrial Chemistry " University of Mosul .(1990)
9. Hyne, J.B. "Don't produce carsul" Hydrocarbon processing p: 241-244(1982).
10. WookAhna, Kwan g-Bum Kima, Kyu-Nam Jungb, Kyoung-HeeShinb, Chang-Soo Jin "Synthesis and electrochemical properties of a sulfur-multi walled carbonnanotubes composite as a cathode material for lithium sulfur batteries" Journal of Power Sources 202 (2012) 394– 399.