

A study of essential components of three types of Bituminous Materials in Mishraq sulfur Mine

Hala.S.J

Department of Chemistry

Collage of education for
girl

University of Mosul

hala.saad@uomosul.edu.iq

Thaer.A.H

Department of Chemistry

Collage of education for
girl

University of Mosul

Thaer.abd@uomosul.edu.iq

Motea.O.A

Mishraq sulfur state
company

alojmaniojmani@gmail.com

DOI: [10.33899/edusj.2020.126679.1050](https://doi.org/10.33899/edusj.2020.126679.1050)

Received
11/ 02/ 2020

Accepted
14 / 05 / 2020

Abstract

The chemical constituents of three types of bituminous materials found in different conditions in Mishraq sulfur Mine was studied. The FTIR spectroscopy showed reduce in the length of hydrocarbon chains from the intensity of paraffinic bands in bituminous materials of Frasch sulfur Mine (BM) compare with natural bituminous materials (NB) and Bituminous materials which extracted in-depth about 200 m without exposing to Frasch process condition (BB). The percentage of asphaltene in (MB) which increases dramatically is found 63.64% compared with (BB) and (NB) which 37.37% and 14.28% respectively and a similar decrease in percentage petrolene (maltene) . A percentage of n-hexane fraction by silica gel chromatography of petrolene (MB) is 18.49% compared with (BB and N.B) are 25.06 % and 47.05 % respectively while the cyclohexane fractions of petrolene MB are four-time of N.B and three-time of B.B .

From all results, we conclude that a reaction has occurred between sulfur and bituminous materials especially hydrocarbon chains of Aromatics and naphthenic rings in sulfur well during Frasch process which leads to an increase in asphaltene percentage and decrease of petrolene.

Keywords: Frasch ; Petrolene ; Asphaltene ; Silica gel gel

دراسة المكونات الرئيسية لثلاثة أنواع من المواد القيرية في منجم كبريت المشراق

مطيع عبيد عبدالله	ثائر عبد هلو	هاله سعد جاسم
الشركة العامة لكبريت المشراق	قسم الكيمياء	قسم الكيمياء
	كلية التربية للبنات	كلية التربية للبنات
	جامعة الموصل	جامعة الموصل

alojmaniojmani@gmail.com Thaer.abd@uomosul.edu.iq hala.saad@uomosul.edu.iq

DOI: [10.33899/edusj.2020.126679.1050](https://doi.org/10.33899/edusj.2020.126679.1050)

القبول 2020/05/14 الاستلام 2020/02/11

الخلاصة

يتناول هذا البحث دراسة التركيب الكيميائي لثلاث أنواع من المواد القيرية المتواجدة في منجم كبريت المشراق المأخوذة في ظروف مختلفة BB والمتواجدة على عمق 200 م، NB الطبيعية و MB المستخرج بطريقة فراش. أوضحت مطيافية FTIR انخفاض في طول السلاسل الهيدروكربونية من خلال شدة الحزم العائدة للنظام البارافيني للمواد القيرية المتواجدة في الكبريت المنجمي (MB) مقارنة بالمواد القيرية التي تخرج طبيعياً (NB) و (BB)، ولوحظ زيادة مطرودة في نسبة الاسفلتين (MB) بلغت 63.64% اذا ما قورنت بنفس النوع ل (N.B,B.B) والتي كانت 37.27% و 14.28% على التوالي ونقصان مماثل في نسبة البترولين ولوحظ انخفاض في نسبة الجزء المفصول بواسطة الهكسان خلال عمود السليكا لبترولين MB وبلغت 18.49% مقارنة بنفس نوع ل (NB, BB) والتي تثبت 25.06% و 47.05% على التوالي في حين ان هناك زيادة في نسبة الجزء المفصول بواسطة الهكسان الحلقي للبترولين MB تزداد ثلاثة وأربعة أضعاف نفس النوع ل (NB, BB) على التوالي ومن خلال هذه النتائج وربطها بنتائج مطيافية FTIR نستدل أن الكبريت يتفاعل مع التعويضات الهيدروكربونية على الحلقات الاروماتية والنفتينية في أبار الكبريت خلال أستخراج الكبريت بطريقة الفراش مما يؤدي الى زيادة في نسبة الاسفلتين وانخفاض في نسبة البترولين .

الكلمات المفتاحية : فراش ؛ البترولين؛ الاسفلتين ؛ هلام السليكا

1- المقدمة: introduction

يعد منجم كبريت المشراق مصدر أساسي للكبريت الرسوبي والذي يقع في العراق على بعد 350km شمال بغداد في منطقة ذات طبيعة نفطية ، يستخرج الكبريت المنجمي بطريقة فراش المعروفة (Frasch process) ويحتوي على ما يقارب 1% مواد قيرية والتي تحد من الاستعمالات الرئيسية للكبريت في إنتاج حامض الكبريتيك المركز وخفض قيمته في الأسواق العالمية والتاثير على لون الكبريت الأصفر [1] .

أزيلت المواد القيرية المرافقة للكبريت المنجمي في حقل المشراق بطرائق كيميائية حرارية. وأولى الباحثين موضوع المادة القيرية في المشراق بشكل خاص والمواد القيرية بشكل عام أهمية في أبحاثهم من أجل التوصل الى الطرق الملائمة لأزاله المادة القيرية والفوائد الصناعية للمواد القيرية.

يتسم تركيب المادة القيرية بالتعقيد ويختلف من نوع لأخر و درست الصيغة التركيبية للمواد القيرية بأنواعها المختلفة بطرائق متعددة، وتؤكد جميع الطرائق على ضرورة تجزئة المواد القيرية إلى أجزاء أبسط اعتماداً متغيرات عديدة كالمجاميع الوظيفية وذوبانية مكوناتها لغرض تسهيل دراسة وتشخيص مكوناتها المختلفة ومن المكونات الرئيسية للمواد النفطية الثقيلة الاسفلتين والبترولين [2] .

قام Ali و Al-Ghannam [3] باستخلاص المواد القيرية من كبريت فراش في المشراق بوساطة البنزين ثم فصل الاسفلتين عن البترولين بالترسيب بوساطة البنتان الطبيعي وكانت نسبة الاسفلتين (80%) والبترولين (20%) وتمتاز الشائبة القيرية بانعدام المواد الخفيفة الطيارة فيه ، وتبين من خلال الدراسة الميكروسكوبية وحيود الأشعة السينية أن الشائبة القيرية تنتشر عشوائياً وبكميات مختلفة في الصخور الكبريتية.

وتمكنت Al- A'araj [4] من إعطاء صورة لمعدل الصيغة الكيميائية لجزيئة المادة القيرية في كبريت المشراق ، بطرائق طيفية و تحليلية مختلفة و ربط نتائجها بحسابات معتمدة منشورة.

واستخدم Odisho و Al-Jburi [5] تقنية كروموتوغرافيا العمود لهلام السليكا من تجزئة المادة القيرية إلى مركبات بارافينية وأروماتية و مواد ثقيلة وأستنتجا أن التحلل البايولوجي والغسل المائي أثناء هجرة النفط الخام إلى حقل المشراق يؤدي إلى مواد نفطية ثقيلة.

ودرس Al-Jburi [6] المواد القيرية الطبيعية قبل الاستخراج بطريقة فراش و ثم فصل الاسفلتين عن البترولين بالترسيب بوساطة بوساطة الهبتان الإعتيادي وكانت نسبة الاسفلتين (20%) والبترولين (80%) ومن ثم أستخدام تقنية عمود الكروموتوغرافيا هلام السليكا تجزئة البترولين إلى مكوناته الرئيسية .

إما فيما يخص التقنيات الخاصة بالفصل فقد فصل وشخص Mohsen وجماعته [7] المكونات الأساسية لعينات من النفط الخام لحقل الراشدية بطريقة مماثلة لهذه الدراسة .

وقامت كل من Nagalakshmi و Sivasakthi [8] بترسيب الاسفلتين من النفط الهندي الثقيل الواقع بالجزء الغربي بوساطة الهكسان العتيادي ووجدتا ان نسبته ما بين 15-17% ومن ثم فصل المالتين بوساطة اطيان الى جزئين وفصلتا جزء الزيوت بوساطة هلام السليكا الى برفينات ومركبات عطرية مختلفة باستخدام مذيبات مختلفة الاستقطابية.

درس Jairo وجماعته [9] الاسفلتين من خمسة أنواع من النفوط الخام مخففة بالتلويين باستخدام الهبتان الاعتيادي لغرض دراسة حركية ترسيبه.

في هذا البحث تم دراسة تركيب ثلاثة أنواع من المواد القيرية، المواد القيرية الطبيعية والتي تخرج طبيعاً على سطح الأرض (NB) والمواد القيرية داخل آبار استخراج الكبريت على عمق (200) متر والتي لم تتعرض الى ظروف عملية فراش (BB) والمواد القيرية المستخلصة من الكبريت المنجمي المستخرج بطريقة فراش (MB) بغية تمكين المهتمين في صناعة الكبريت من معرفة التغيرات التي تحصل على هذه المواد لاقتراح الطرائق الملائمة لازالتها.

2- الجزء العملي

تم الحصول على نماذج من المادة القيرية الطبيعية NB والصخور الكبريتية والكبريت المنجمي من حقل كبريت المشراق.

2-1- إستخلاص المادة القيرية من اللباب الصخري الكبريتي [10]:

Extraction of Bituminous Materials from Sulfuric Borehole

يكسر اللباب الصخري الكبريتي ويفتت إلى اصغر حجم ممكن بعد ذلك تغمر في التولوين تبقى في تماس معه لمدة ثلاث ساعات مع التحريك بين فترة وأخرى، يلي ذلك ترشيح المحلول ثم تقطير المذيب للحصول على. للحصول على المادة القيرية BB وتمثل هذه المادة القيرية قبل الاستخراج بطريقة فراشويتم قياس طيف الأشعة تحت الحمراء له باستخدام جهاز طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR spectrophotometer (نوع FT-2003 FTIR Bruker (Germany) IR Tenser 27).

2-2- استخلاص المادة القيرية من كبريت فراش [11]:

Extraction of Bituminous Materials from Mine sulfur

يوزن في بيكر 50 غم من الكبريت الخام ويضاف اليه 50 مل من محلول 20% هيدروكسيد الصوديوم، ثم يسخن المزيج على حمام مائي بدرجة حرارة 80-90 °م ولمدة ساعتين مع التحريك المستمر، ثم يرشح من خلال جفنة ترشيح نوع G4 ويغسل الراسب عدة مرات بالماء الساخن ويجفف في فرن درجة حرارته 80 °م ولمدة ساعة، يعامل الراسب عدة مرات بواسطة 5مل من رباعي كلوريد الكربون حتى يصبح الراشح عديم اللون يقطر وتجفف المادة القيرية بدرجة حرارة 105 °م ولمدة 24 ساعة ويتم قياس FTIR لها وتمثل المادة القيرية المستخلصة من الكبريت المنجمي والمتعرضة لظروف فراش MB.

3- ترسيب الاسفلتين: Precipitation of Asphaltene

يوضع في دورق 5غم من المادة القيرية موزونه بدقة و200 مل من الهكسان الاعتيادي بنسبة 1:40 (غم /مل) يربط المكثف العاكس ويصعد لمدة ساعتين، يترك المحلول يبرد الى درجة حرارة الغرفة ، ويرشح ويغسل الراسب بكميات قليلة من الهكسان الاعتيادي الى ان تصبح القطرات مائية اللون ، يجفف الراسب والذي يمثل الاسفلتين بدرجة 105 °م ولمدة 24 ساعة ثم يزن وتحسب النسبة المئوية بعد ذلك يقطر الراشح تقطيرا بسيطا للحصول على البترولين ، ويجفف بدرجة 105م ولمدة 24 ساعة ثم يوزن وتحسب نسبته المئوية .

2-4- تفاعل المادة القيرية الطبيعية مع الكبريت النقي :

يؤخذ 99غم من الكبريت ويوضع في بيكر سعة 500 مل ويضاف اليه 1غم من المادة القيرية الطبيعية NB ثم يوضع على هيتز ويسخن بدرجة 150م⁰ ولمدة ساعة كاملة مع التحريك المستمر ثم تبرد ويطحن وتستخلص المادة القيرية كما في (2-2) وترسيب الاسفلتين كما في (2-3).

2-5- تجزئة البترولين بواسطة هلام السليكا لأنواع الثلاثة:

يوضع في عمود زجاجي (2.2*100) سم خليطا من 50 غم من هلام السليكا (60-120) مش ومنشطة بدرجة 250م ولمدة ثلاث ساعات 30مل من الهبتان الاعتيادي ولضمان تجانس العمود يطرق بلطف بواسطة قطعة مطاطية. يذاب 2 غم من البترولين في 5مل من الهكسان الاعتيادي ويضاف الى العمود بشكل تدريجي وبذلك تكون نسبة البترولين الى هلام السليكا 1:25 (وزن /وزن) ثم يتم غسل العمود أولا بالهكسان الاعتيادي

وبسرعة انسياب 15-20قطرة /دقيقة ثم سايكلوهكسان ثم التولوين وأخيرا الايثانول ويمكن التعرف على انتهاء المادة المزلة بواسطة المذيب بثبات معامل الانكسار وأختفاء اللون من المذيب ثميقطرالمذيب ثم يجفف كل جزء على حدة بدرجة 105° م ولمدة 24 ساعة ثم يوزن وتحسب النسبة المئوية لكل جزء.

3- النتائج والمناقشة : Result and discussion

يشكل وجود المواد القيرية في الكبريت المنجمي المشكلة الرئيسية في الحد من الاستخدامات الأساسية للكبريت سيما في انتاج حامض الكبريتيك المركز إذ يستخدم مايقارب 80% من الإنتاج العالمي للكبريت فضلا عن خفض قيمة الكبريت في الأسواق العالمية مع تغير اهم ميزة للكبريت وهو لونه من الأصفر الى قهوائي، في هذا البحث تم دراسة ثلاثة أنواع من المواد القيرية في منجم المشراق وتشمل المادة القيرية الطبيعية الموجودة في سطح الأرض والمادة القيرية المستخرجة من باطن الأرض على عمق 200 مترغير المتعرضة لظروف فراش والمستخلصة بواسطة التولوين والمادة القيرية المستخلصة من كبريت فراش المنجمي بغية معرفة طبيعة مكوناتها والتغيرات التي طرأت عليها في مراحلها المختلفة سيما نسبة الاسفلتين والتي تمكن العاملين في صناعة الكبريت أقترح الطريقة الملائمة في تنقية الكبريت.

أوضحت مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIRللأنواع الثلاثة الحزم التي تعود للمركبات البارافينية الاروماتية والذرات الهجينية اذا نلاحظ أمتصاصاتالمركبات البارافينية الأساسية من خلالالحزمتين $2917-2853\text{cm}^{-1}$ والتي تعود الى مط الاصرة C-H لمجموعة المثل CH_3 في حين تعود الحزمتان $1449-1370\text{cm}^{-1}$ فتعود الى انحناء الاصرة C-H لمجموعة المثل كما تعود الحزمة 454cm^{-1} الى انحناء الاصرة CH_2 أما المركبات الاروماتية فهناك حزمة ضعيفة عند 3040cm^{-1} تعود لمط الاصرة الاروماتي وتعود الحزمة 1585cm^{-1} للاواصر C=C الاروماتية متعددة الحلقة في حين تعود الحزمة $870, 761\text{cm}^{-1}$ تعود لانحناء C-H الأروماتية كما نلاحظ وجود الذرات الهجينة من خلال الحزمة 1025cm^{-1} والتي تعود الى الاصرة S-O والحزمة 1730cm^{-1} تعود لمط الاصرة C=O الأسترية او الثايو أسترية ومن خلال أطياف FTIR الثلاثة نلاحظ أختلافات في شدة الحزم العائدة للمركبات البارافينية إذا قلت شدتها بشكل واضح في المادة القيرية للكبريت المنجمي دلالة على حصول تفاعل للسلاسل البرافينية مع الكبريت وبدرجة حرارة تقارب 155C° وتحولها الى مركبات نفثينية واروماتية وهذا مادعمته النتائج الأخرى المتعلقة بهذا البحث وكما في الشكل (1).

إذا ان المادة القيرية الطبيعية والتي تخرج تلقائياً من باطن الأرض تعاني من ظروف الأكسدة والتعرية خلال رحلتها في باطن الأرض. المادة القيرية والتي تستخرج من باطن الأرض وعلى عمق 240-280 م ونتيجة لظروف الجيولوجية المحيطة وكونها في بيئة غنية بالكبريت والمركبات الكبريتية ودرجة الحرارة تقارب 80°C فتحصل تفاعلات فيما بينهما وبين الكبريت والمركبات الكبريتية تؤدي إلى زيادة في نسبة الأسفلتين والتي تشكل تقريباً ثلاثة أضعاف المادة القيرية الطبيعية (N.B) أما المادة القيرية المستخلصة من الكبريت المنجمي فإنها تعاني ظروف أقسى من سابقتها نتيجة لظروف الاستخراج لطريقة فراش والتي تتمثل بدرجة حرارة تقارب 155°C وضغط 4 ضغط جوي أدت إلى زيادة في كمية الأسفلتين نتيجة تفاعلات الكبريت مع مكونات المادة القيرية ذات الوزن الجزيئي الأقل من الأسفلتين وهي الزيوت والراتجات لينتج الأسفلتين ويمكن تمثيل هذا التحول بما يلي :

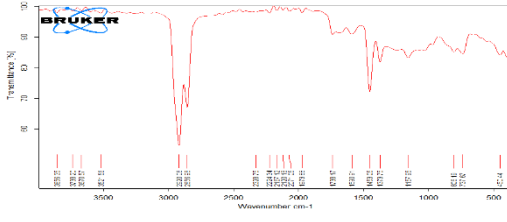
Oils → Resins → Asphaltenes

ولغرض دعم النتائج وتفسيرها تم إجراء تجربة محاكاة لظروف فراش للمادة القيرية الطبيعية عن طريق تفاعلها مع الكبريت النقي ولمدة ساعة، ان المكونات الرئيسية للمواد القيرية التي من المتوقع أن تتفاعل الكبريت فنجذب أن البرافينات تزداد سرعة كبريتها بأزيد الوزن الجزيئي وتتكثرت البرافينات المتفرعة الحلقية بسرعة أكبر من البرافينات المستقيمة أما تفاعلات الهيدروكربونات غير المشبعة فتتسم بالتعقيد ويؤدي تفاعل الراتجات مع الكبريت إلى فقدانها الهيدروجين عن طريق تفاعل إزالة هيدروجينية مما يعمل على تحويل بعض الأجزاء المشبعة إلى أجزاء أروماتية مع ظهور بعض الكبريتيدات المعقدة ، تلا ذلك فصل المادة القيرية وتجزئتها إلى أسفلتين وبترولين وبلغت نسبة الأسفلتين 40.63% والبترولين 59.37% يفسر احد الأسباب الرئيسية لارتفاع نسبة الأسفلتين.

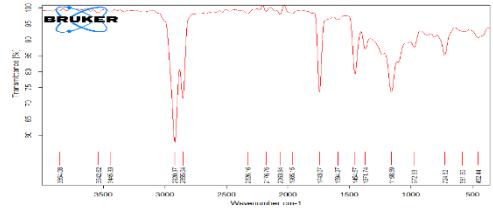
تم دراسة جزء الأسفلتين لأنواع الثلاثة بواسطة مطيافية FTIR إذ ظهرت حزمة متوسطة الشدة 1590 cm^{-1} والتي تعود إلى المركبات الأروماتية ووجد ان تشتت الحزمتين 2859 و 2921 cm^{-1} والتي تعود إلى المركبات البارافينية قد انخفضت بشكل واضح في الأسفلتين المفصول من المادة القيرية (MB) وهذا يدعم تفسيرنا إلى نقصان في الصفة البارافينية للمادة القيرية نتيجة تفاعلات الإزالة الهيدروجينية وتكوين حلقات والتكاثف التي تسود نتيجة لظروف المختلفة التي تحيط بكل نوع .

أما البترولين (مالتين) المفصول من الأجزاء الثلاثة فقد ظهرت حزمة بارزة عند 1735 cm^{-1} والتي تعود إلى الاسترات والثايو استرات وكانت تتسم بالقوة والحدة لبترولين BB مقارنة ببترولين (NB,MB) أما البارافينات فوجد نفس التدرج في الانخفاض من الطبيعية مروراً ببترولين الصخور الكبريتية وأنتهاء الكبريت المنجميوكما في الشكل (2).

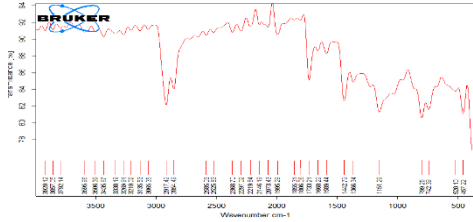
دراسة المكونات الرئيسية لثلاثة أنواع من المواد القيرية في منجم كبريت المشراق



a



b



c

الشكل (2) بترولين a . الطبيعية .NBb .لصخور الكبريتية BB .

c . لكبريت فراش المشراق MB .

2-3 الفصل الكروموتوغرافي لبترولين الأنواع الثلاثة :

ولغرض الحصول على نتائج أكثر تفصيلا لتفسير التغيرات التي حصلت في نسبة الاسفلتين والبترولين فقد تم استخدام الفصل الكروموتوغرافي باستخدام مادة هلام السليكا silica gel وبأستخدام أربعة مذيبات مختلفة القطبية. والجدول رقم -2- يبين النتائج التي حصلنا عليها

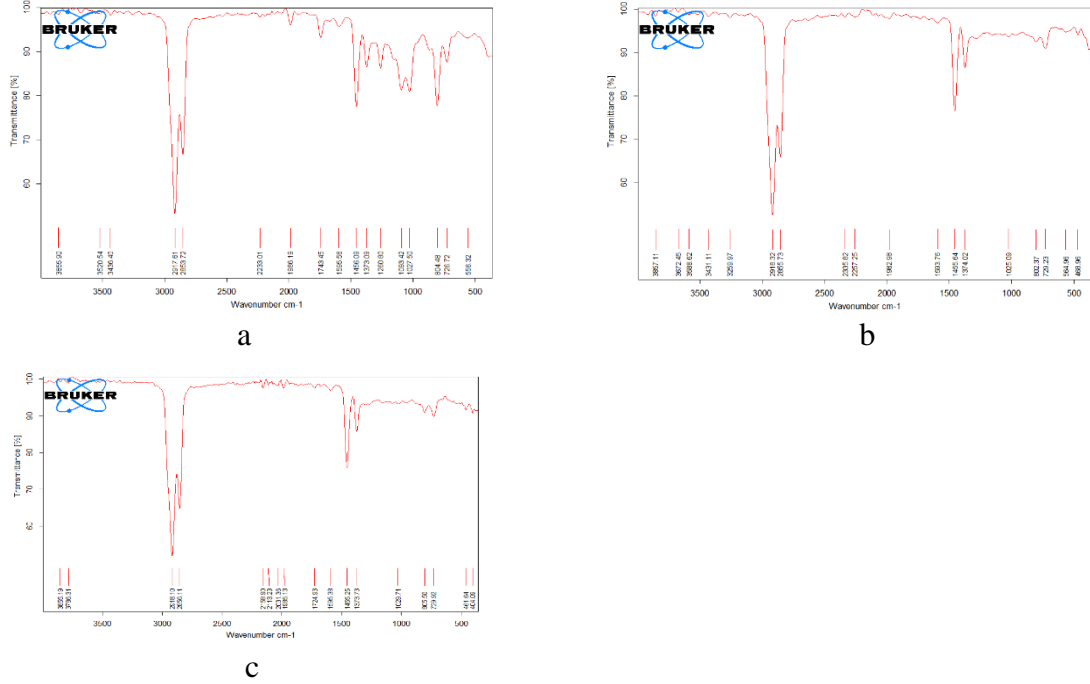
جدول (2)

النسب المئوية الوزنية للأجزاء الرئيسية المفصولة من البترولين بأستخدام عمود هلام السليكا

Solvent used	Expected Isolated Materials	Wt% N.B	Wt% B.B	Wt% M.B
n-Haxane	Paraffinic	47.85	25.06	12.49
cyclohexane	Naphthenic-Aromatic	14.42	35.59	47.36
Toluene	Aromatic	29.66	33.52	36.18
Ethanol	Polar Aromatic	2.21	3.21	3.80
Residue	*	5.86	2.62	0.17

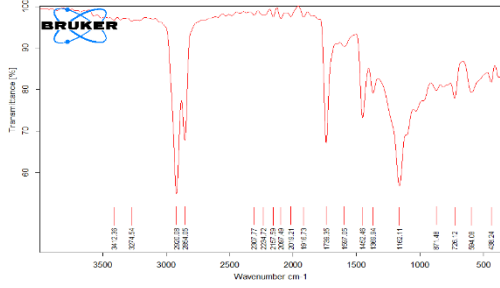
ومن جدول (2) نلاحظ ان الجزء المفصول بوساطة الهكسان ولأنواع الثلاثة حدث انخفاض فيه لبترولين (MB) مقارنة ببترولين (NB، BB) ولوحظ من خلال أطياف FTIR للأنواع الثلاثة سيادة البرافينية في هذا الجزء إلا إن شدة الحزم العائدة للمركبات البرافينية لبترولين (MB) كانت اقل مما هو عليه في بترولين (NB،BB) وكما في الشكل (3) ،ومن هذه المعطيات يمكننا الاستدلال على تفاعل الكبريت والتعويضات الجانبية للمركبات الاروماتية والنفتينية المختلفة وقاد الى حدوث ارتفاع في الجزء المفصول بوساطة الهكسان الحلقي في بترولين MB أكبر من ثلاثة أضعاف الجزء المفصول لبترولين NB واما الجزء المفصول لبترولين BB فيشكل ضعف الجزء المفصول لبترولين NB. ولوحظ من أطياف FTIR سيادة البرافينية -

الاروماتية ومن هذه المعطيات نستدل على حدوث تفاعلات تكوين الحلقات والازالة الهيدروجينية نتيجة تفاعل البرافينات مع الكبريت وألوكسجين لملائمة ظروف التفاعل من درجة حرارة وضغط في بئر فراش وهذا يتفق مع ماتوصل اليه Ali و Al-Ghannam [3] ؛ Al-Jburi [6].

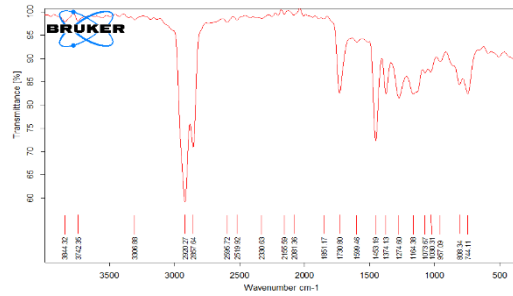


الشكل (3) جزء الهكسان الاعتيادي لبترولين المادة القيرية a . الطبيعية NBb. للصحور الكبريتية BB . c. لكبريت فراش المشراق MB.

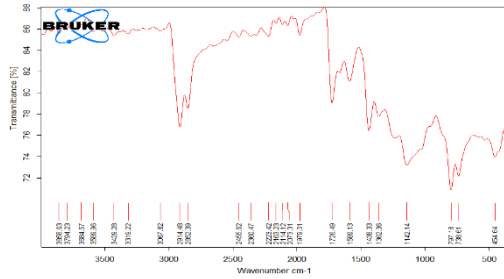
ما الأجزاء المفصولة بواسطة التولوين نلاحظ زيادة في الجزء MBمقارنة بالأجزاء الأخرى نتيجة لتفاعلات الازالة الهيدروجينية وتكوين الحلقات التي تحدث للمركبات البرافينية وجزء من النفثينية ولوحظ من أطياف FTIR انخفاض في حزمة المركبات البارافينية في جزء MB، وكما في الشكل (4) ، كما نلاحظ زيادة طفيفة في نسبة الجزء المفصول بالايثانول ل MB مقارنة بالانواع الأخرى نتيجة تكون مركبات غير متجانسة مستقطبة ونعتقد ان غالبيتها تكون في جزء الاسفلتين.



a



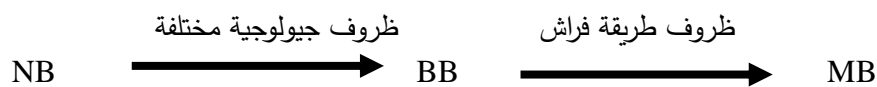
b



c

الشكل (4) جزء التولوين لبترولين المادة القيرية a . الطبيعية NB b . للخور الكبريتية BB . c . لكبريت فراش المشرق MB.

من مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها نلاحظ أن الجزء المفصول بوساطة الهكسان الاعتيادي للأنواع الثلاثة حدثت فيها انخفاض في هذا الجزء تسود فيه الصفة البارافينية في MB مقارنة بكل من BB و NB نتيجة لما ذكرناه سابقاً ، في حين حدثت زيادة في نسبة النفثينات الاروماتية المفصولة بوساطة الهكسان الحلقي نتيجة لتفاعلات تكوين الحلقات والازاله الهيدروجينية بين الجزء البرافيني والكبريت والاكسجين والمركبات الكبريتية في حالة تكوين النموذج (B.B) ومع الكبريت بصورة رئيسة في حالة تكوين النموذج (M.B)،ويمكن أجمال العلاقة ما بين الأنواع الثلاثة كما يلي :



4- الاستنتاجات Conclusion :

من خلال دراسة الأنواع الثلاثة للمواد القيرية المتواجدة في منجم كبريت المشراق نلاحظ زيادة كبيرة في نسبة الاسفلتين وانخفاض واضح في البترولين للمواد القيرية المتواجدة في الكبريت المنجمي (MB) مقارنة بالأنواع الأخرى دلالة تفاعل الكبريت والتعويضات الجانبية على الحلقات الاروماتية والنفتينية تسبب في هذه التغيرات .

شكر وتقدير Acknowledgement:

يتقدم الباحثين بالشكر والتقدير الى جامعة الموصل / كلية التربية للبنات / قسم الكيمياء والشركة العامة لكبريت المشراق لتقديم كافة التسهيلات اللازمة لاكمال البحث .

المصادر References:

- 1- Al-sawaf F.D.S Economic Geology, 72,608-618 (1977).
- 2- Oliner C.M, Eric Y.sh., Ahmad .H, Alan G. M. , Asphaltenes Heavy Oils and petroleum springer science Business(2007).
- 3- Ali, L.H. and Al-Ghannam, K.A. "Bituminous Impurity in the Elemental sulfur from Mishraq Deposit" Fuel, 58, pp. 883-887(1979).
- 4- Al- A'araj, W.M.. "Developments of Methods for Determination of Bituminous Impurity in Raw Mishraq sulfur and studies on its chemical structure" M.sc. thesis, University of Mosul(1988).(In Arabic)
- 5- Odisho , K.Y. and Al-Jburi, A.I. "Geochemistry of bitumen from sulfur-bearing, Mishraq mine, northern Iraq"1st Conf. Geoch. Alesc, E94pt, pp. 618-629(1989).
- 6- Al-Jburi, M.U. (1999). "A study of Sulfur Waste obtained from Raw sulfur Purification by Thermal Method" M.sc. thesis University of Mosul(1999).(In Arabic)
- 7- Mohsin O. Mohammed, Ibrahim H. Farhan , Tariq Abdul-Jaled . Kirkuk university JournalScientific Studies, V12,Isswe2/March (2017).
- 8- T. Nagalakshmi, A. Sivasakthi, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-2, December 2019
- 9- Jairo A.Duran,Flarain F. Schoegg , William Y.ClaudioV.B.F,H. Sott. Energy and Fuels,(2019).
- 10- Motea U.A., "A study of The Refinery of Raw Sulfur and its products and their use in chemicals Industry" university Mosul Ph.D. thesis(2011). (In Arabic).
- 11- Al-Jburi, M.O. “ A guide of quality control in Mishraq sulfur state company “ 2004