الكشف عن التركيب الكيميائي لبعض عينات من التربة والصخور باستخدام حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction)

(أجريت الدراسة على بعض عينات من التربة والصخور من مدينة مصراتة)

بشير خليفة أبوزيد[1]، أمنة محمد لامين[1]، ميساء محمد البيوك[1]
[1] قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة مصراتة
Email: *Abuzeid60@yahoo.com*

Submission data : 25. 10.2024 Acceptance data: 11. 12 .2024 Electronic publishing data: 12.12.2024

ملخص البحث

في هذه الورقة البحثية تم استخدام طريقة حيود الأشعة السينية في الكشف عن العناصر ونسبها المئوية بإستخدام ثلاث عينات من الرمال والصخور تم جمعها من مدينة مصراتة وهي: رمال كثيب منطقة الشواهدة، وصخور شاطئ منطقة الجزيرة، و رمال شاطئ منطقة الجزيرة، حيث أجريت عمليات الكشف باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية الموجود بمختبرات إدارة مراقبة الجودة بمصنع الحديد والصلب بمصراتة، حيث أظهرت النتائج احتوائها على نسب عالية من عناصر الكالسيوم والسيلكون وأكاسيدها بالإضافة إلى نسب قليلة لعناصر أخرى وأكاسيدها مثل الألمنيوم والحديد وغيرها، ووجد تباين واضح بين نتائج العينات الثلاث، حيث كانت نسب الكالسيوم والسيلكون 26.57% و 17.43% في العينة الأولى، و 27.13% و 11.98% في العينة الثانية، و 32.95% و 5.23% في العينة الثالثة، وبالنسبة لأكاسيدها، 37.41% و 37.28% في العينة الأولى، و 37.95% و 25.62% في العينة الثانية، و 46.08% و 11.18% في العينة الثالثة. دونت النتائج في الجداول (1)، (2)، (3).

الكلمات المفتاحية: الأشعة السينية، حيود الأشعة السينية، التركيب الكيميائي، الصخور، الرمل.

1. المقدمة

يستخدم حيود الأشعة السينية (x-ray diffraction)، في دراسة البلورات والتعرف على التركيب الكيميائي للمواد من خلال تفاعل الأشعة السينية مع ذرات هذه المواد، [2،4،6،8،10]. وتفيد مثل هذه الدراسات في الاستفادة من المواد المتاحة في الطبيعة في مجال الصناعة وغيرها من المجالات، [1،3،5]. وعلى سبيل المثال في هذه الدراسة والتي تعتبر الأولي من نوعها على مدينة مصراتة، حيث تم جمع ثلاث عينات من الرمل والصخور من مدينة مصراتة، شكل (1a)، (1b)، ذلك لدراسة تركيبها العنصري بواسطة استخدام حيود الأشعة السينية بدأ من تحضير العينات إلى استخدام جهاز حيود الأشعة السينية، ثم استخلاص النتائج، والعينات هي:

1- رمال من كثيب منطقة الشواهدة.
2- صخور من شاطئ بحر الجزيرة.
3- رمال من شاطئ بحر الجزيرة.



شكل (1a) العينات التي تم جمعها لإجراء عملية الكشف عليها.



شكل(1b) موقع العينات التي تم جمعها في مدينة مصراتة (منطقة الشواهدة، شاطئ بحر الجزيرة).

وتم الكشف على هذه العينات بمختبرات قسم مراقبة الجودة بمصنع الشركة الليبية للحديد والصلب بمصراته.

2. الطريقة ومراحل إعداد العينات

تمر العينة بعدة مراحل قبل الحصول على الشكل النموذجي المطلوب لإدخالها في جهاز تحليل العينات، [9]، وتتلخص في النقاط التالية: -

أ- تم تجفيف العينات من الرطوبة، بإدخالها في جهاز نزع الرطوبة، (Thermostatically Controlled Air Oven)، المصنع بواسطة شركة (LTD،KOBE STEEL)، في درجة حرارة ما بين 100°C إلى 105°C. شكل (2).



شكل (2) جهاز نزع الرطوبة.

ب- تم طحن العينات جيداً إلى أن أصبحت مسحوق ناعم شكل (3)، بواسطة جهاز طحن الموضح بالشكل (4)، المصنع بواسطة شركة (FRITSCH)، الألمانية.



شكل (3) مسحوق العينات الثلاثة بعد عملية الخلط والمزج والطحن.

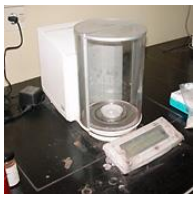
ج- تم أخذ جزء من العينة "المسحوق" وذلك باستخدام ميزان حساس كما موضح بالشكل (5)، (تصل درجة الدقة فيه إلى 0.00001 جرام)، وتم إضافة مادة مساعدة (الشمع)، لتساعد على تماسك قرص العينة، حيث تم إضافة 1 جرام من مادة الشمع لكل 10 جرام من العينة.

د- تم خلط العينة مع المادة المساعدة في جهاز خاص لتصبح متجانسة كما موضح بالشكل (6)، والمصنع بواسطة شركة (FRITSCH)، الألمانية.

ه- تم إعداد نموذج العينات المطلوب على شكل أقراص باستخدام طريقة الكبس بوضع المسحوق المعد داخل جهاز كبس العينات، الشكل (7)، بتسليط ضغط يعادل وزن 20 طن ولمدة حوالي 80 ثانية، والمصنع بواسطة شركة (HERZOG)، الألمانية.



شكل (4) جهاز طحن العينات.



شكل (5) جهاز الميزان الحساس المستخدم.

و- تم وضع قرص كل عينة، شكل (8)، في جهاز حيود الأشعة السينية لمعاينته، حيث استغرق حوالي 20 دقيقة لتحليل كل عينة، شكل (9).



شكل (6) جهاز مزج مسحوق العينة.



شكل (7) جهاز كبس العينات.



شكل (8) شكل العينات التي تم إعدادها بواسطة جهاز الكبس لإدخالها في جهاز الأشعة السينية.



شكل (9) جهاز حيود الأشعة السينية وكيفية إدخال العينة به لإجراء عملية الكشف وتحديد عناصرها.

2.1 ملاحظات خاصة بالأجهزة المستخدمة

هناك بعض الملاحظات والمعلومات عن الأجهزة المستخدمة في المختبر في هذا المجال، يجدر ذكرها وهي:

أ- يتعامل الجهاز مع العينات الصلبة والسائلة.

ب- إن جهاز حيود الأشعة السينية لا يتعامل مع حجم العينة ككل وإنما يتعامل مع سطح العينة، ولذلك نجد أن السطح عندما يكون متجانس مثل الزجاج يعطي نتائج أفضل وبالتالي فإن طحن المادة لتكون متجانسة من أهم مراحل الكشف عن العينة.

ج- توجد عدة أنواع مختلفة من الأجهزة التي تستخدم في الطحن المبدئ للمواد، مثل المعادن والصخور الحرارية لتحضير عينات منها في صورة يمكن التعامل معها لتحضير المسحوق الدقيق كما موضح بالشكل (10)، والشكل (11)، والشكل (12).



شكل (10) إحدى الطرق المستخدمة في الطحن المبدئي للعينات (المهراس).



شكل (11) الجهاز المستخدم في تفتيت الصخور الحرارية تمهيدا لتحضير مسحوق العينة.



شكل (12) الجهاز المستخدم في تفتيت المعادن وطحنها ليسهل إعداد منها مسحوق العينة.

2.2 الجهاز المستخدم وفكرة عمله

تم استخدام جهاز حيود الأشعة السينية (ARL 9400 SEQUENTIAL XRF)، الموجود بمختبرات قسم مراقبة الجودة بمصنع الحديد والصلب بمصراته كما موضح في الشكل (13)، للكشف على العينات الخام التي تم اختيارها والتي سبق ذكرها، وهي موضحة بالشكل (1).

وفكرة عمل هذا الجهاز تتلخص في أنه يتم تسليط الأشعة السينية على قرص العينة المجهزة، فتصطدم بالذرات المكونة للعينة، ويحدث لها انعكاس، وتستقبل الأشعة المنعكسة على بلورة تقوم بعكس الأشعة لتحقيق معادلة براغ، (Bragg equation)، وتقوم مجسات داخل الجهاز تحليل الطيف المنعكس، حيث تتم ترجمة هذه الأطياف وشدتها إلى قائمة من العناصر عن طريق جهاز حاسوب متصل بجهاز حيود الأشعة السينية، ومن خلال منظومة مجهزة يقوم جهاز الحاسوب بمقارنة نتائج العينة مع نتائج قياسية معروفة، وعلى أساسها يتم تحدد العناصر الأساسية المكونة للعينة ونسبها المئوية فيها. [7]



شكل (13) جهاز حيود الأشعة السينية الذي تم استخدامه في تحليل العينات (ARL 9400 SEQUENTIAL XRF).

3. النتائج والمناقشة

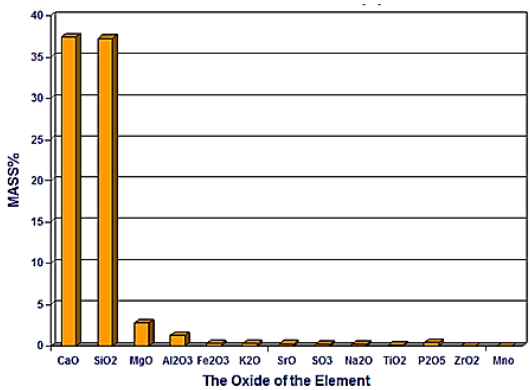
- العينة الأولى (رمل كثيب منطقة الشواهدة):

نلاحظ من خلال الجدول (1)، بالعمود الأول والثاني أن هذه العينة تحتوي على نسب عالية من أكسيد الكالسيوم (CaO) ، وثاني أكسيد السيلكون (SiO_2) ، ونسب قليلة من أكسيد الماغنسيوم (MgO)، وثالث أكسيد الألمونيوم (Al_2O_3) ، وثالث أكسيد الحديد (Fe_2O_3) ، وأكسيد البوتاسيوم (K_2O) ، وأكسيد الأسترنشيوم (SrO) ، وثالث أكسيد الكبريت (SO_3) ، وأكسيد الصوديوم (Na_2O) ، وأكسيد التيتانيوم (TiO_2) ، وخامس أكسيد الفسفور (P_2O_5) ، وثاني أكسيد الزركونيوم (ZrO_2) ، وأكسيد المنجنيز (MnO) ، ويمكن ملاحظة ذلك في الرسم البياني شكل (14).

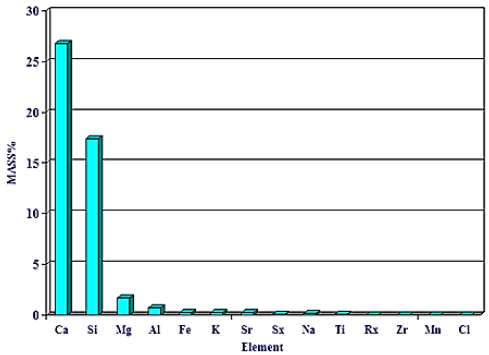
وبالنسبة لعناصر هذه الأكاسيد كما مبين في نفس الجدول بالعمود الرابع والخامس نلاحظ أن العينة تحتوي على أعلى نسب لعنصري الكالسيوم (Ca)، والسيلكون (Si)، ونسب قليلة من عناصر الماغنيسيوم (Mg)، والألمونيوم (Al)، والحديد (Fe)، والبوتاسيوم (K)، الأسترنشيوم (Sr)، والكبريت بمختلف مركباته (Sx)، (حيث x تعني جميع مركبات العنصر)، كذلك عنصر الصوديوم (Na)، والتيتانيوم (Ti)، والفسفور بمختلف مركباته (Px)، وعنصر الزركونيوم (Zr)، وعناصر بنسب ضئيلة جدا تمثل عنصري المنجنيز (Mn)، والكلور (Cl)، ويمكن ملاحظة ذلك في الرسم البياني شكل (15).

جدول (1) نتائج العينة (1) رمال كثيب منطقة الشواهدة.

أكسيد العنصر	نسبة أكسيد العنصر في العينة %	نسبة الخطأ في التحليل %	العنصر	نسبة العنصر في العينة %	نسبة الخطأ في التحليل %
CaO أكسيد الكالسيوم	37.41	0.53	Ca	26.75	0.38
SiO_2 ثاني أكسيد السيليكون	37.28	0.48	Si	17.43	0.23
MgO أكسيد الماغنيسيوم	2.79	0.08	Mg	1.68	0.05
Al_2O_3 ثالث أكسيد الألومنيوم	1.32	0.05	Al	0.696	0.027
Fe_2O_3 ثالث أكسيد الحديد	0.302	0.043	Fe	0.211	0.030
K_2O أكسيد البوتاسيوم	0.283	0.041	K	0.235	0.034
SrO أكسيد الأسترنشيوم	0.252	0.003	Sr	0.213	0.003
SO_3 ثالث أكسيد الكبريت	0.236	0.013	Sx	0.0946	0.0052
Na_2O أكسيد الصوديوم	0.189	0.030	Na	0.140	0.022
TiO_2 ثاني أكسيد التيتانيوم	0.105	0.008	Ti	0.0632	0.0050
P_2O_5 خامس أكسيد الفسفور	0.0456	0.0039	Px	0.0199	0.0017
ZrO_2 ثاني أكسيد الزركونيوم	0.0237	0.0046	Zr	0.0175	0.0034
MnO أكسيد المنجنيز	0.0121	0.0011	Mn	0.0094	0.0008
–	–	–	Cl	0.0103	0.0009



شكل (14) أكاسيد العناصر ونسبها المئوية في عينة رمل كثيب منطقة الشواهدة.



شكل (15) العناصر ونسبها المئوية في عينة رمل كثيب منطقة الشواهدة.

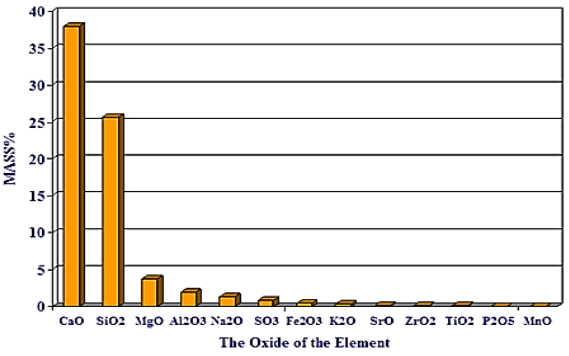
- العينة الثانية (صخور شاطئ الجزيرة):

نلاحظ من خلال الجدول (2)، بالعمود الأول والثاني أن هذه العينة تحتوي على أعلى نسبة لأكسيد الكالسيوم (CaO) ، وثاني أكسيد السيلكون (SiO_2)، ونسب قليلة لأكسيد الماغنيسيوم(MgO) ، وثالث أكسيد الألمونيوم (Al_2O_3)، وأكسيد الصوديوم(Na_2O) ، وثالث أكسيد الكبريت (SO_3)، وثالث أكسيد الحديد(Fe_2O_3) ، وأكسيد البوتاسيوم (K_2O) ، وأكسيد الأسترنشيوم(SrO) ، وثاني أكسيد الزركونيوم (ZrO_2)، ونسب ضئيلة من ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2)، وخامس أكسيد الفسفور (P_2O_5) ، وأكسيد المنجنيز (MnO)، ويمكن ملاحظة ذلك في الرسم البياني شكل (16).

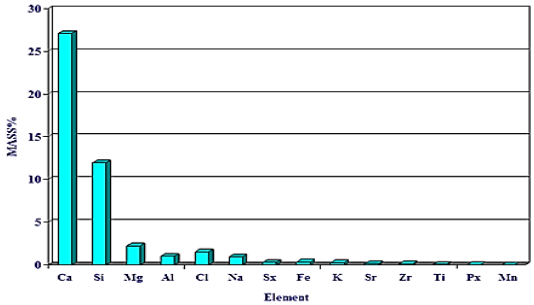
وبالنسبة لعناصر هذه الأكاسيد كما مبين في نفس الجدول بالعمود الرابع والخامس نلاحظ أن العينة احتوت على أعلى نسب لعنصري الكالسيوم (Ca)، والسيليكون (Si)، ونسب قليلة لعناصر الماغنيسيوم (Mg)، والألمونيوم (Al)، والكلور (Cl)، والصوديوم (Na) ، وعنصر الكبريت بمختلف مركباته (x تعني جميع مركبات العنصر) (Sx)، وعنصر الحديد (Fe)، وعنصر البوتاسيوم (K)، وعنصر الأسترنشيوم (Sr)، وعنصر الزركونيوم (Zr)، والنسب الضئيلة من عنصر التيتانيوم (Ti)، وعنصر الفسفور بمختلف مركباته (Px)، وعنصر المنجنيز (Mn)، ويمكن ملاحظة ذلك في الرسم البياني شكل (17).

جدول (2) نتائج العينة (2) صخور شاطئ الجزيرة.

أكسيد العنصر	نسبة أكسيد العنصر في العينة %	نسبة الخطأ في التحليل %	العنصر	نسبة العنصر في العينة %	نسبة الخطأ في التحليل %
CaO أكسيد الكالسيوم	37.95	0.54	Ca	27.13	0.38
SiO_2 ثاني أكسيد السيليكون	25.62	0.43	Si	11.98	0.20
MgO أكسيد الماغنيسيوم	3.68	0.09	Mg	2.22	0.05
Al_2O_3 ثالث أكسيد الألومنيوم	1.89	0.06	Al	1.00	0.03
-	⍰	⍰	Cl	1.51	0.06
Na_2O أكسيد الصوديوم	1.28	0.11	Na	0.952	0.083
SO_3 ثالث أكسيد الكبريت	0.832	0.031	Sx	0.333	0.012
Fe_2O_3 ثالث أكسيد الحديد	0.494	0.61	Fe	0.346	0.043
K_2O أكسيد البوتاسيوم	0.312	0.044	K	0.259	0.037
SrO أكسيد الأسترنشيوم	0.159	0.002	Sr	0.135	0.002
ZrO_2 ثاني أكسيد الزركونيوم	0.141	0.024	Zr	0.104	0.017
TiO_2 ثاني أكسيد التيتانيوم	0.0900	0.0072	Ti	0.0540	0.0043
P_2O_5 خامس أكسيد الفسفور	0.0502	0.0042	Px	0.0219	0.0019
MnO أكسيد المنجنيز	0.0182	0.0016	Mn	0.0141	0.0013



شكل (16) أكاسيد العناصر ونسبها المئوية في عينة صخور شاطئ الجزيرة.



شكل (17) العناصر ونسبها المئوية في عينة صخور شاطئ الجزيرة.

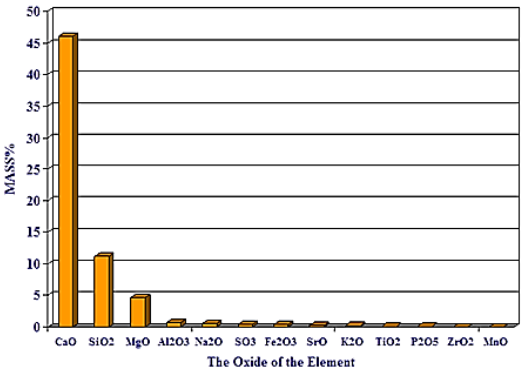
- العينة الثالثة (رمال شاطئ الجزيرة):

نلاحظ من خلال الجدول (3) بالعمود الأول والثاني أن هذه العينة تحتوي على أعلى قيم لأكسيد الكالسيوم (CaO) ، وثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) ، والقم الأقل لأكسيد الماغنيسيوم(MgO) ، وثالث أكسيد الألمونيوم ($Al2O_3$)، وأكسيد الصوديوم(Na_2O) ، وثالث أكسيد الكبريت (SO_3) ، وثالث أكسيد الحديد(Fe_2O_3) ، وأكسيد الأسترنشيوم (SrO)، وأكسيد البوتاسيوم(K_2O) ، وقيم ضئيلة ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2)، وخامس أكسيد الفسفور (P_2O_5)، وثاني أكسيد الزركونيوم (ZrO_2) ، وكانت أقل نسبة لأكسيد المنجنيز (MnO) ، ويمكن ملاحظة ذلك في الرسم البياني شكل (18).

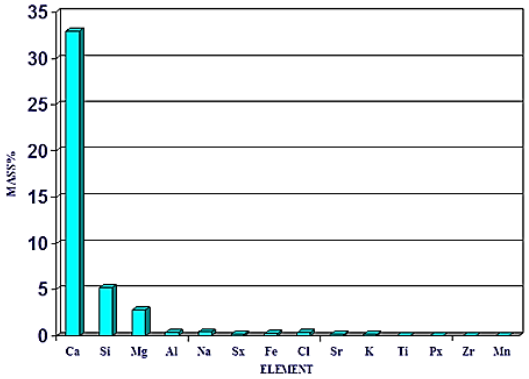
وبالنسبة لعناصر هذه الأكاسيد كما مبين في نفس الجدول بالعمود الرابع والخامس، نلاحظ أن العينة تحتوي على أعلى نسبة من عنصر الكالسيوم (Ca)، ونسب قليلة عناصر السيليكون (Si)، والماغنيسيوم (Mg)، والألمونيوم (Al)، والصوديوم (Na)، والكبريت بمختلف مركباته (x تعني جميع مركبات العنصر) (Sx)، والحديد (Fe)، والكلور (Cl)، الأسترنشيوم (Sr)، والبوتاسيوم (K)، ونسب ضئيلة من عناصر التيتانيوم (Ti)، والفسفور بمختلف مركباته (Px)، والزركونيوم (Zr)، والمنجنيز (Mn)، ويمكن ملاحظة ذلك في الرسم البياني شكل (19).

جدول (3) نتائج العينة (3) رمال شاطئ الجزيرة.

أكسيد العنصر	نسبة أكسيد العنصر في العينة %	نسبة الخطأ في التحليل %	العنصر	نسبة العنصر في العينة %	نسبة الخطأ في التحليل %
CaO أكسيد الكالسيوم	46.08	0.55	Ca	32.95	0.39
SiO_2 ثاني أكسيد السيليكون	11.18	0.31	Si	5.23	0.15
MgO أكسيد الماغنيسيوم	4.62	0.10	Mg	2.78	0.06
Al_2O_3 ثالث أكسيد الألومنيوم	0.711	0.035	Al	0.376	0.019
Na_2O أكسيد الصوديوم	0.566	0.067	Na	0.420	0.050
SO_3 ثالث أكسيد الكبريت	0.432	0.020	Sx	0.173	0.008
Fe_2O_3 ثالث أكسيد الحديد	0.345	0.048	Fe	0.241	0.033
-	?	?	Cl	0.329	0.021
SrO أكسيد الأسترنشيوم	0.251	0.003	Sr	0.212	0.003
K_2O أكسيد البوتاسيوم	0.191	0.030	K	0.159	0.025
TiO_2 ثاني أكسيد التيتانيوم	0.0475	0.0040	Ti	0.0285	0.0024
P_2O_5 خامس أكسيد الفسفور	0.0355	0.0031	Px	0.0155	0.0013
ZrO_2 ثاني أكسيد الزركونيوم	0.0243	0.0047	Zr	0.0180	0.0035
MnO أكسيد المنجنيز	0.0220	0.0019	Mn	0.0170	0.0015



شكل (18) أكاسيد العناصر ونسبها المئوية في عينة رمال شاطئ الجزيرة.



شكل (19) العناصر ونسبها المئوية في عينة صخور شاطئ الجزيرة.

4. الخلاصة

من خلال الدراسة وإعداد هذا البحث تبين أن للأشعة السينية استخدامات مفيدة في الحياة العملية والتي من ضمنها التعرف على هوية تركيب المواد أي العناصر الموجودة في هذه المواد وكذلك المقارنة بين نسبها في المادة، حيث تم في هذا البحث معرفة طريقة إعداد عينات المواد ومعرفة العناصر واكاسيد العناصر ونسبها المئوية من خلال إختيار عدد ثلاث عينات من المواد شملت رمال من كثيب منطقة الشواهدة و صخور من شاطئ بحر الجزيرة و رمال من شاطئ بحر الجزيرة بمدينة مصراتة، وبعد فحصها بإستخدام جهاز حيود الأشعة السينية تبين أن التركيب الكيميائي لهذه العينات متشابه إلى حد كبير مع إختلاف في نسب العناصر وأكاسيدها، حيث كانت النسب الأعلى في العينات لعناصر الكالسيوم (Ca) ، والسيليكون (Si)، والماغنيسيوم (Mg) ، وأكاسيدها (26-34)%، تقريباً للعناصر و (37-47)% لأكاسيد العناصر، أما بقية العناصر وأكاسيدها فالبعض نسبها أقل من 3% والبعض الآخر نسبها ضئيلة (أقل من 0.1).

5. المراجع

أولاً: المراجع العربية:

1- *أحمد الصفار، (1991)، الطرق الالية في التحليل الكيميائي، ديوان المطبوعات الجامعية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، الصفحة 125-100.*

2- *حسن محمد اطميش، (1990)، الذرة، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، العراق.*

3- *ستار جبار الخفاجي، صفاء حسين العلي، حارث عبد الحليم السعد، (2010)، تشخيص وتركيز الفلدسبار في بعض الترسبات الرملية، جنوبي العراق، مجلة أبحاث البصرة، العراق، الصفحة 36-5.*

4- *على محمد عكاز، (1985)، الفيزياء الحديثة، دار الراتب الجامعية، مصر.*

5- *نوري زربيه، تشارل سالا لاسدير، (2000)، تصنيف المواد في رمال الصحراء بمنطقة الشيبات الليبية، مطبوعات جامعة نيوكاسل، بريطانيا.*

6- *يحي نوري الجمال، (1990)، فيزياء الحالة الصلبة، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، العراق.*

ثانياً: المراجع الأجنبية:

7- *AA 83154 User Manual ARL 9400. (For ARL 9400 SEQUENTIAL XRF).*

8- *Chandrasekaran A., Rajalakshmi A., Ravisankar R. & Kalarasai S, (2015), Analysis of beach rock samples of Andaman Island, India by spectroscopic techniques, Egyptian journal of basic & applied sciences **2** (1), pp: 55–64.*

9- *Chen H., Wang J, Rahman Z. Worden J. G. Liu X. & Dai Q and Huo Q. (2007), Beach sand from Cancun Mexico: a natural macro and mesoporous material J. Mater Sci. **42**, pp: 6018–6026.*

10- *Semat And Albright, (1979), Introduction to Atomic and Nuclear physics.*

Detecting the chemical composition of some soil and rock samples using X-Ray Diffraction

(*The study was conducted on some soil and rock samples from the city of Misurata*)

Basheir K. Abuzeid[1]، Amna M. Lamin[1]، Maysa M. Beyok[1]
[1]Department of Physics - Faculty of Science - Misurata University

Email: *Abuzeid60@yahoo.com*

Abstract

In this research paper, X-ray diffraction was used to detect the elements and their percentages for three samples of sand and rocks collected from the city of Misurata:

1- Sand from Sand hill in Shwahda region.
2- Rocks from Al-jazera see short.
3- Sand from Al-jazera see short.

where detection operations were carried out using an X-ray diffraction device. The results showed that it contained high percentages of calcium and silicon elements and their oxides, in addition to small percentages of other elements and their oxides such as aluminum, iron and others. A clear discrepancy was found between the results of the three samples, as the percentages of calcium and silicon were 26.57%. and 17.43% in the first sample، 27.13% and 11.98% in the second sample، 32.95% and 5.23% in the third sample, and as for its oxides, 37.41% and 37.28% in the first sample, 37.95% and 25.62% in the second sample, 46.08% and 11.18% in the third sample. The results were recorded in Tables (1), (2), and (3).

The investigation don in the laboratories of the quality control department of the Libyan steel company in Misurata by using the X-ray diffraction system، (ARL 9400 SEQUENTIAL XRF).

Keywords: *X-rays, X-ray Diffraction, chemical composition, rocks, sand.*