

جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الفيزياء



مذكرة

ماستر أكاديمي

ميدان: علوم المادة

شعبة: فيزياء

الاختصاص: فيزياء المواد

من اعداد الطالبة: خليل خديجة

دراسة بنوية ومورفولوجية لعينة من رمل كثبان بلدية المقارين (تقرت)

نوقشت يوم: 2022/06 /16

امام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	بن طويلة عمر
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	عاشوري عبد الرحيم
مشرفا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ التعليم العالي	غرياني رشيد
مساعدة مشرف	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	استادة مؤقتة	بن شعاعه سايحية

السنة الجامعية: 2022/2021

الأهداء

أهدي إلى من أضعاني الحب والحنان الي رمز الحب وبلسم الشفاء

الي القلب الناصع بالبياض وقره عيناى

أمهاتى العزيزات

إلى من كانت أنامله ليقدّم لنا لحظة سعادة، الي من حصد الأشواك عن

دربي ليمهد لي طريق العلم، الي القلب الكبير

أبي العزيز

الي الذين تقاسموا معى عبئ الحياة اخواتى واخوانى نسيبة، زينب

هديل، مسعودة.

عبد النور-تقى الدين-عبد الله -احمد خليفة -عبد الكريم

الي عمى: عبد الرحمان

إلى من تذوقت معهم أجمل اللحظات إلى من سأقتقدم وأتمنى أن يفتقدوني

إلى رفيقات دربي فى مشوارى الجامعى

إلى كل من ساهم فى هذا الإنجاز أساتذتى الكرماء

إلى كل الأقارب والأصدقاء بعيد أو قريب

خليل خديجة

الشكر والتقدير

الحمد لله حمد الشاكرين الحمد لله الذي أمدني بعونه وتوفيقه الإنجاز هذه الرسالة المتواضعة الحمد لله الذي بفضلته سخر لي من كانوا عوناً لي فحق على شكرهم و تقديرهم و الاعتراف بفضلهم بعد الله سبحانه و تعالى، كما أخص بالشكر الجزيل لأستاذي "غرياني رشيد" و"بن شعاعة سايحية" لاقتراحهم موضوع البحث وما بذلاه من جهد و متابعة لإتمام هذا البحث حيث أعطوا من وقتهم الكثير صابرين بقلوبهم متواضعين بأخلاقهم فكاننا نعم الموجّه و المرشد كما أتقدم بالشكر لأستاذ بن طويلة عمر على قبوله ترأس لجنة المناقشة ، و الأستاذ عاشوري عبد الرحيم على قبوله مناقشة هذه المذكرة و أتوجه بالشكر إلي جميع المسؤولين و أساتذة جامعة قاصدي مرباح ورقلة الذين سهروا على تبليغ الرسالة التربوية طيلة مساري الجامعي، كما أشكر جميع المسؤولين والباحثين في:

- مخبرالإشعاع والبلازما وفيزياء السطوح (LRPPS) بجامعة ورقلة
- مخبر المديرية العامة للبحث العلمي والتطور التكنولوجي-الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية-ورقلة CRAPC

الفهرس

الاهاـــــاء

الشكـــــر والتقدير

الفهـــــرس

قائمة الجـــــداول

قائمة الاشكـــــال

12.....مقدمة عامـــــة

الفصل الأول: عموميـــــات حول الرمال

16.....1.I تعريف الرمل

16.....2.I المكونات الأساسية للرمل

16.....1.2.I الكوارتز

16.....1.2.I أ خصائص الكوارتز

18.....2.2.I الجبس (الجبس)

18.....3.2.I الكالسيـــــت

19.....3.I أنواع الرمال

19.....1.3.I رمال قارية

19.....2.3.I رمال كربوناتية

19.....3.3.I رمال فتاتي ناري

20.....4. I الكثبان الرملية

20.....1.4.I تشكـــــل الكثبان الرملية

21.....2.4.I أنواع الكثبان الرملية

21(أ) هلالية

22(ب) مستعرضة

22.....	(ج) طولية.....
23.....	(د) نجمية.....
23.....	5.I. خصائص الرمال.....
23.....	1.5.I. الخصائص الفيزيائية.....
23.....	(أ) اشكال الحبات.....
25.....	(ب) التدرج الحبيبي.....
26.....	(ج) حجم حبات الرمل.....
26.....	2.5.I. الخصائص الكيميائية.....
27.....	6.I. توزيع الرمال في الجزائر.....
28.....	7.I. استعمالات الرمال.....
29.....	مراجع الفصل الأول.....

الفصل الثاني الطرق والتقنيات المستعملة

33.....	مقدمة الفصل الثاني.....
33.....	1.II. التعريف بمنطقة الدراسة.....
33.....	2.II. جمع العينات.....
34.....	3.II. تحضير العينات.....
36.....	4.II. انعراج الاشعة السينية.....
36.....	1.4.II. نبذة تاريخية عن الاشعة السينية.....
38.....	2.4.II. الاشعة السينية.....
38.....	1.2.4.II. طبيعة الاشعة السينية.....
40.....	2.2.4.II. انتاج الاشعة السينية.....
40.....	3.4.II. انعراج الاشعة السينية.....

45.....	1.3.4.II مفهوم الانعراج.
45.....	2.3.4.II المستويات الشبكية.
46.....	3.3.4.II قانون براغ.
47.....	4.4.II جهاز انعراج الاشعة السينية.
48.....	5.II مطيافية امتصاص الاشعة الحمراء FTIR
48.....	1.5.II مبدأ مطيافية الاشعة تحت الحمراء.
49.....	2.5.II أنواع الاهتزازات الجزيئية.
51.....	3.5.II مسار الاشعة داخل جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء.
52.....	4.5.II الجهاز المستعمل للقياس بواسطة الاشعة تحت الحمراء.
52.....	6.II التصنيف الحبيبي particle size
53.....	1.6.II تعريفه.
53.....	2.6.II مبداه.
54.....	3.6.II تحضير العينة.
55.....	7.II المجهر الالكتروني الماسح MEB
55.....	1.7.II مبدأ عمل المجهر الالكتروني الماسح.
56.....	2.7.II الجهاز ومبدأ القياس.
57.....	3.7.II الجهاز المستعمل.
58.....	8.II التحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة (EDS)
60.....	مراجع الفصل الثاني.

الفصل الثالث: تحليل النتائج ومناقشتها

64.....	مقدمة الفصل الثالث
64.....	III.1. نتائج التحليل بواسطة انعراج الاشعة السينية DRX
64.....	(أ) برنامج X'Pert High Score
67.....	III.2. نتائج التحليل لمطيافية امتصاص الاشعة تحت الحمراء FTIR
71.....	III.3. التصنيف الجيبي.
73.....	III.3.1. تحليل المنحني البياني.
74.....	أ تحليل المنحني الأول
74.....	ب تحليل المنحني الثاني
75.....	III.4. نتائج التحليل بالمجهر الالكتروني الماسح MEB/EDS
78.....	مراجع الفصل الثالث
80.....	الخلاصة العامة.

الملاحق

فهرس الجداول

الصفحة	الجدول
17.....	الجدول I. 1: خصائص الكوارتز.....
25.....	الجدول I. 2: الأنظمة المعتمدة في تصنيف التربة.....
27.....	الجدول I. 3: نتائج التحليل الكيميائي في خصائص الرمال.....
44.....	الجدول II. 1: الأطوال الموجية لخطوط K المميزة للمواد المستعملة في الانابيب RX D.....
65.....	الجدول III. 1: اطوار العينات ورموزها.....
65.....	الجدول III. 2: زوايا الحيود والمعادن ومعاملات ميلر hkl.....
67.....	الجدول III. 3: النسبة المئوية للأطوار البلورية.....
70.....	الجدول III. 4: نتائج التحليل لمطيفية امتصاص الأشعة تحت الحمراء FTIR.....
71.....	الجدول III. 5: نتائج التصنيف الحبيبي.....
72.....	الجدول III. 6: مجالات تصنيف الرمل.....
76.....	الجدول III. 7: نتائج التحليل الكمي لعينة رمل المقارين- تقرت.....

فهرس الاشكال

الصفحة	الشكل
18.....	الشكل I.1: البنية البلورية للكوارتز وصورة له.....
18.....	الشكل I.2: البنية البلورية للجبس وصورة له.....
19.....	الشكل I.3: البنية البلورية للكلس وصورة له.....
21.....	الشكل I.4: تشكيل الكنثبان الرملية.....
21.....	الشكل I.5: كنثبان هلالية.....
22.....	الشكل I.6: كنثبان مستعرضة.....
22.....	الشكل I.7: كنثبان طولية.....
23.....	الشكل I.8: كنثبان نجمية.....
24.....	الشكل I.9: مقياس استدارة الحبات
24.....	الشكل I.10: النسيج السطحي لحبات الرمل الكوارتيزية باستخدام المجهر الالكتروني الماسح
25.....	الشكل I.11: احجام جسيمات التربة.....
26.....	الشكل I.12: تصنيف حبيبات الرمل وفق الابعاد.....
27.....	الشكل I.13: توزيع الرمال في الجزائر.....
33.....	الشكل II.1: خريطة بلدية المقارين وحدودها الجغرافية.....

- الشكل II.2: صورة فوطوغرافية لكثيب منطقة المقارين وموقع الكثيب.....34
- الشكل II.3: مراحل تحضير العينة.....35
- الشكل II.4: صورته للفيزيائي كونراد رونتغن.....36
- الشكل II.5: الأشعة السينية في سلم الأطوال الموجية.....39
- الشكل II.6: رسم تخطيطي لانبوب كولديج.....41
- الشكل II.7: المفهوم الفيزيائي لتشكل الطيف المستمر.....42
- الشكل II.8: المفهوم الفيزيائي لتشكل الطيف المميز.....43
- الشكل II.9: الأشعة المميزة والمستمرة.....44
- الشكل II.10: المستويات الشبكية.....46
- الشكل II.11: قانون براغ.....47
- الشكل II.12: جهاز انعراج الأشعة السينية.....47
- الشكل II.13: امتصاص الأشعة تحت الحمراء.....49
- الشكل II.14: حركة إزاحة النبض.....49
- الشكل II.15: أنواع الاهتزازات.....51
- الشكل II.16: مسار الأشعة تحت الحمراء.....52
- الشكل II.17: جهاز الأشعة تحت الحمراء.....52
- الشكل II.18: عينة من رمل بلدية المقارين في شكلها الطبيعي.....54
- الشكل II.19: جهاز التصنيف الحبيبي LA960HORIBA.....54

- الشكل II.20: رسم تخطيطي لجهاز المجهر الالكتروني 57
- الشكل II.21: الجهاز المستعمل في المجهر الالكتروني..... 58
- الشكل II.22: نموذج ذري لتوضيح تكوّن الأشعة السينية المشتتة للطاقة..... 59
- الشكل II.23: طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لعينة رمل المقارين..... 59
- الشكل III.1: مخطط انعراج الاشعة السينية (DRX)..... 64
- الشكل III.2: أطياف امتصاص الاشعة تحت الحمراء لرمل كثبان بلدية المقارين- تقرت..... 67
- الشكل III.3: منحني بياني يمثل نتائج التصنيف الحبيبي..... 73
- الشكل III.4: صورة بالمجهر الالكتروني الماسح لعينة رمل المقارين- تقرت..... 75
- الشكل III.5: نتائج التحليل النوعي لعينة رمل المقارين- تقرت..... 76

المقدمة العامة

الرمل هو المادة الأولية في صناعة الزجاج والحرسانة والطوب والقرميد والجص ورقائق الكمبيوتر، ويدخل أيضاً في بناء البيوت والطرق والجسور والسدود وصولاً إلى بعض مستحضرات التجميل، فهو المورد الطبيعي الأكثر استعمالاً على الإطلاق. ولذا، قد لا يكون من المبالغة القول إن الرمل هو المادة الأساس في بناء الحضارة الحديثة. ساد الاعتقاد إلى وقت قريب أن هذا المورد الطبيعي وافرٌ بغير حدود، فإن ازدياد الطلب عليه بكترة، خاصةً مع بداية القرن العشرين، جعلنا نستيقظ على حقيقة أنه آخذٌ بالنضوب وغير قابلٍ للتجدد. وهذا ما دفع معظم حكومات العالم إلى سن القوانين الضابطة لاستخراج الرمال والتجارة بها. كما أن بعض أوساط الأعمال والباحثين بدأوا في الفترة الأخيرة بالبحث عن بدائل لاستخراج الرمل، تمثلت بإعادة تدوير بعض مواده، كالخرسانة خارج الاستعمال والزجاج وغيره، وصولاً إلى تصنيعه.

الرمل مادة طبيعية على شكل حبيباتٍ صغيرةٍ مفككة، ناتجة عن تفتت الصخور والمعادن وبعض المواد العضوية الجافة، نتيجة العوامل الطبيعية المختلفة من رياحٍ وأمطارٍ وأمواجٍ ودورات التجمد والذوبان في الأماكن الباردة، خلال حقبةٍ تاريخيةٍ طويلةٍ تمتد إلى عشرات ملايين السنين. ونظراً لطول الزمن الذي يتطلبه تشكّل الرمل، يمكن القول إنه مورد طبيعي غير متجدد، شأنه في ذلك شأن البترول.

ويوجد الرمل في كافة أنحاء العالم، في المناخات الباردة والساخنة أو المعتدلة. لكن أكبر مقدراته وأجود نوعياته موجودة في الصحاري، مثل الصحراء الإفريقية الكبرى وصحاري الجزيرة العربية، وعلى شواطئ المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات وأراضي المستنقعات.

يتشكل الرمل بمعظمه من مادتي الكوارتز والسليكا المتشابهتين، اللتين تجعلان تركيبته غير متفاعلة كيميائياً، وقاسية للغاية، وأشد مقاومةً للظروف المناخية. وتختلف ألوانه تبعاً لطبيعة الصخور أو المعادن أو المواد العضوية المكون منها. ويمكن لدراسة حبات الرمل علمياً، أن تكشف كثيراً من المعلومات التاريخية حولها، تتعلق بمصدر الرمال وطريقة انتقالها من منطقة إلى أخرى. كالصخور والمعادن وغيرها، قبل أن تتحوّل إلى رملٍ، تنتقل بفعل الأمطار والسيول لآلاف الكيلومترات. أما الرمل الذي تذرره الرياح مسافات بعيدة، وتحمله المياه معها، يصبح مستديراً أشبه بالكريات بفعل الدحرجة لفترات زمنية طويلة، ويحمل على صفحته آثار التآكل بفعل الريح والظروف المناخية؛ وهذه هي حال رمل الصحاري نتيجة هبوب الرياح العاتية في هذه البيئة.

وبما أن منطقتنا تتميز بمادة الرمل ارتأينا أن نتناول موضوع لنيل شهادة الماستر تحت عنوان: " دراسة بنيوية ومرفولوجية لعينة من رمل بلدية المقارين (تقرت).

لهذا فإننا نسعى من خلال هذه الدراسة للمساهمة في تشخيص رمل بلدية المقارين (تقرت) لمعرفة مكوناته، وأهم خصائصه وكذلك مقارنة النتائج المتحصل عليها مع نتائج الدراسات السابقة مع تطبيق بعض التقنيات العلمية حيث تتكون هذه المذكرة من 3 فصول:

الفصل الأول: عموميات حول الرمال حيث تطرقنا إلى أهم مناطق توزع الرمال في الجزائر وأهم أنواعه بالإضافة إلى خصائصه وكيفية تشكله وصولاً إلى استعمالاته.

الفصل الثاني: الطرق التجريبية المستخدمة فتطرقنا فيه إلى التعريف بمنطقه الدراسة (كثبان رملية لبلدية

المقارين)، وكيفية أخذ العينات وتحضيرها كما تطرقنا إلى الطرق الطيفية المستعملة في الدراسة والمتمثلة في: انعراج

الأشعة السينية(DRX)، مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، المجهر الإلكتروني الماسح

(EDS/MEB).

والتصنيف الحبيبي (étude granulométrique)، حيث نشرح مبدأ عملها وطرق تحضير العينات المعدة

للقياس والبرامج المساعدة على تحليل البيانات التجريبية.

الفصل الثالث: في هذا الفصل تناولنا عرض النتائج التجريبية المتحصل عليها من مختلف تقنيات المذكورة

سالفًا مع تحليلها ومناقشتها.

الفصل الأول

عموميات حول الرمل

I. 1. الرمل

الرمل عبارة عن مادة حبيبية متوزعة في الطبيعة، يتكون من حبيبات ناعمة تتراوح أبعادها بين 0.062 و 2 mm وهو ناتج عن الترسبات والتكدسات في البيئات الرسوبية المختلفة، وكذلك نتيجة عن تفتت الصخور بالعوامل الطبيعية والصناعية [1].

I. 2. المكونات الأساسية للرمل

يعتبر ثاني أكسيد السيلكون (SiO_2) المكون الأكثر شيوعا في الرمل حيث يكون عادة على شكل معدن الكوارتز، بالإضافة إلى الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) والكالسيت (CaCO_3)، ونسبة قليلة من أكسيد الحديد (Fe_2O_3) وأكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)، هذه المواد تكون متبلورة حيث تصنف الرمال على المكون الأكبر تركيزا [2].

I. 2. 1. الكوارتز

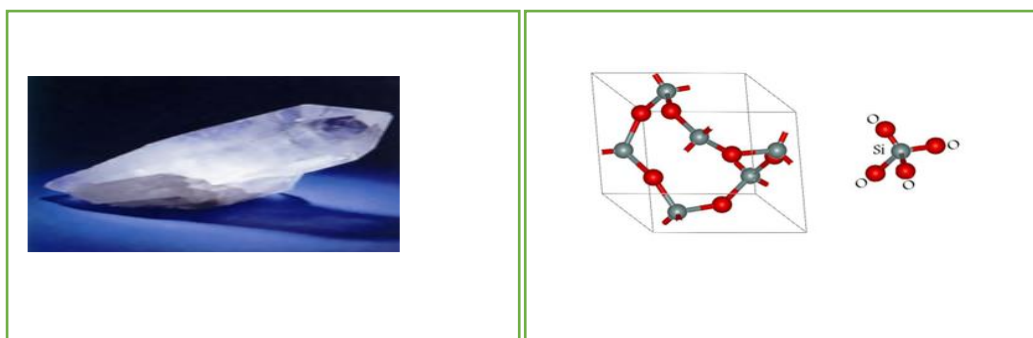
تنتشر معادن السليكا في القشرة الأرضية بنسبة 12%، و من أهم هذه المعادن على الإطلاق الكوارتز أو ما يعرف أيضا بثنائي أكسيد السيلكون (SiO_2) المكون من ذرة سيلكون وذرتي أكسجين يوجد في الكثير من الصخور البركانية والرسوبية، يتميز بهريق زجاجي و له عدة ألوان كالوردي ، الأسود والشفاف [3].

I. 2. 1. أ. خصائص الكوارتز الجدول (1.I)

جدول I. 1. بعض خصائص الكوارتز.

الخصائص	الوحدة	القيمة
الصيغة الكيميائية	/	SiO ₂
الكتلة المولية	g/mol	60.085
الحجم المولي	Cm ³	22.688
درجة حرارة الانصهار	°C	1700
درجة حرارة الغليان	°C	2230
الكتلة الحجمية	g/cm ³	2.65
الموصلية الحرارية	W /cmk	0.01
الموصلية الانتشارية	m ² /s	0.009
النسبة الوزنية لـ Si.	%	46.75
النسبة الوزنية لـ O.	%	53.25
الصلادة	/	7
قرينة الانتشار	/	1.554-1.543
البنية البلورية	/	مكعبة

له بنية رباعية الأوجه SiO₄ كما هو موضح في الشكل. (I. 1) [3].

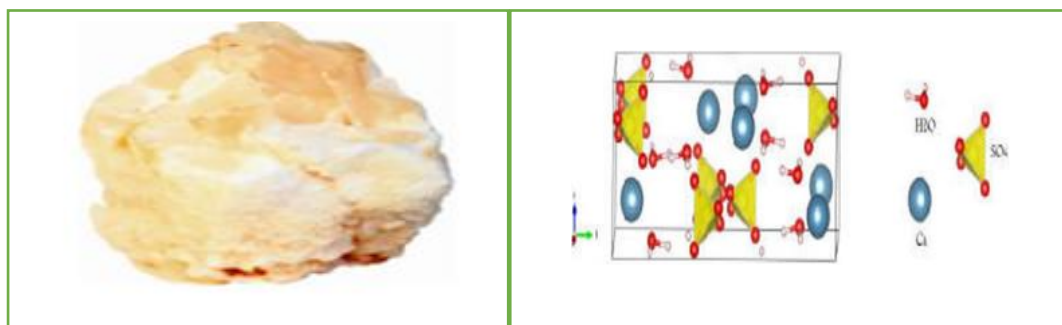


الشكل I. 1: البنية البلورية للكوارتز وصورتها [4].

2.2.I. الجبس أو الجص

هو مادة صلبة مكونة من ثنائي هيدرات كبريتات الكالسيوم ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) وهو أكثر معدن كبريتي منتشر في الطبيعة له لون رمادي أو ابيض ويميل للاحمرار في بعض الاحيان، قد يكون وجوده على سطح الأرض أو على أعماق قد تصل إلى 350m، يتبلور وفق نظام أحادي الميل (monoclinic)

الشكل (I. 2) [5].

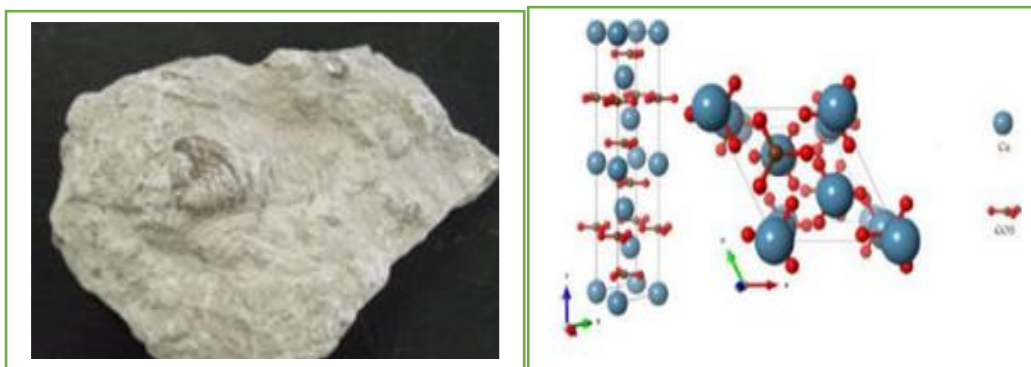


الشكل I. 2 : البنية البلورية للجبس وصورة له [4].

3.2.I. الكلسيت

هو حجر رسوبي يتكون من كربونات الكالسيوم (CaCO_3)، يحتوي على كمية كبيرة من كربونات المغنيزيوم (الدوليت)، وفي بعض الحالات يحتوي على مكونات أخرى بكميات ضعيفة مثل كربونات الحديد.

. يستقر الكلسيت عند درجات حرارة اقل من 850°C تحت نظام بلوري ثلاثي الميل (trigonal) الشكل (I. 3) [5].



الشكل. I . 3: البنية البلورية للكلس وصورة له [4].

I . 3. أنواع الرمال

I . 1.3. الرمال القارية (terrigenes Sand)

هو أكثر الأنواع وفرة ومشتق بصورة أساسية من خارج حوض الترسيب، كالصخور البركانية المتبلورة والصخور الرسوبية، التي تترسب بفعل المياه، حيث تتغلب عليها معادن السيلكا.

I . 2.3. الرمال الكربوناتية (Carbonate Sand)

وهي الرمال المترسبة فعليا في المياه البحرية وتتكون أساسا من جسيمات كربوناتية، وبعض الفتات الداخلي.

I . 3.3. الرمال الفتاتي الناري (pyrocastic Sand)

هو الرمل المشتق مباشرة من الانفجارات البركانية، وقد يترسب في اليابسة أو المياه، وهو اقل أنواع الرمل شيوعا

[6].

4. I. الكثبان الرملية

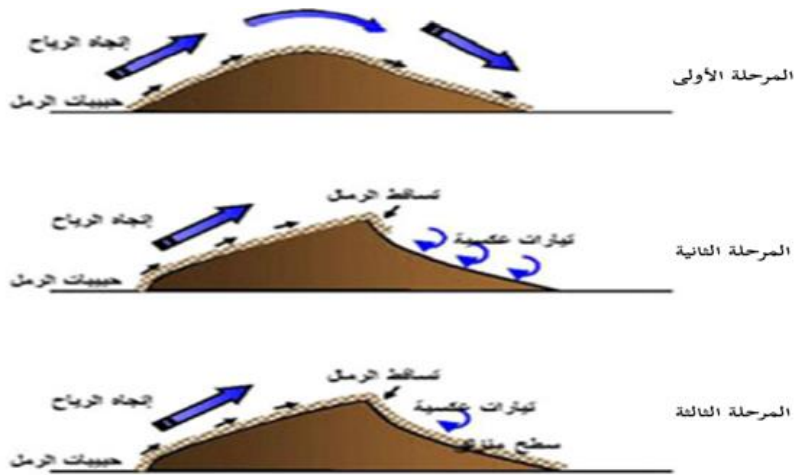
يقصد بالكثبان الرملية السلاسل الجبلية التي يتراوح ارتفاعها حوالي عشرة أمتار، وتنتج عندما تنقل الرياح المواد الرملية من مكان إلى آخر، وعند اصطدامها بحاجز معين سواء كان غطاء نباتي أو حجارة، حيث يبدأ الترسيب الأولي للرمل مساهما في تشكل الكثبان مختلفة الأحجام ومختلفة المنشأ فمنها ما يكون ذو منشأ صحراوي ومنها ما يكون ذو منشأ ساحلي [9].

1.4.I. تشكل الكثبان الرملية

تسيطر جملة من العناصر على عملية تكوين الكثبان الرملية وهي شدة الرياح واتجاهها ووفرة المواد المترسبة إلا أن تفاصيل هذه العملية معقدة قليلا، ولتشكل الكثيب ثلاثة مراحل (03) أساسية نلخصها فيما يلي:

1. تنتقل حبات الرمل نتيجة الرياح القوية من مكان إلى آخر، فإذا قلت سرعتها تسقط هذه الحبات فوق بعضها البعض وتتراكم في الاتجاه المقابل لاتجاه الرياح.
2. تتدحرج بعض حبيبات الرمل على الجانب المعاكس لهبوب الرياح بفعل الجاذبية والتيارات العكسية.
3. في المرحلة الأخيرة، تتركز بعض الحبيبات الرملية في أعالي الكثيب لا تتدحرج في اتجاه هبوب الرياح، بل تنحدر في الاتجاه

الظاهر لها بفعل الجاذبية والتيارات العكسية مشكلة ما يدعى الكثيب الرملي [10].



الشكل I. 4: مراحل تشكل الكثبان الرملية [10].

2.4.I. أنواع الكثبان الرملية

توجد أربعة أنواع من الكثبان الرملية نذكرها كما يلي:

(أ) الكثبان الهلالية:

وهي كثبان ذات شكل مقوس كالهلال، تتميز بوجود طرفين يمتدان الى الجهة التي تندفع نحوها الرياح كما

موضح في الشكل التالي (5.I) [11]:



الشكل I. 5: الكثبان الهلالية [12].

ب) الكثبان المستعرضة:

هي كثبان رملية متراكمة كل منها خلف ظهر الآخر، مثل أمواج البحر الشكل (I . 6) المقابل، وتتكون هذه الموجات الرملية من جانبيين في اتجاهين متضادين وسميت بالكثبان المستعرضة لأنها تعترض حركة الرياح السائدة وكثيرا ما تنشأ نتيجة لتلاحم الكثبان الهلالية [13].



الشكل I. 6 : الكثبان المستعرضة [12].

ج) الكثبان الطولية:

تنشأ الكثبان الطولية موازية لاتجاه الرياح السائدة وتبدأ هذه الكثبان دورة حياتها بكثبان هلالية، ثم تتحول الي طوليه، حينما تتعرض الي رياح جانبية تتقاطع مع الاتجاه العام للرياح الدائمة الشكل (I. 7) [13].



الشكل I. 7: الكثبان الطولية [12]

د) الكثبان النجمية:

تشكل الكثبان النجمية حينما تأتي الرياح من عدة اتجاهات، الشكل (I. 8)، ويتناسب عدد ادرع النجوم الرملية وطول كل دراع منها مع اتجاهات الرياح السائدة [13].



الشكل I. 8: الكثبان النجمية [12]

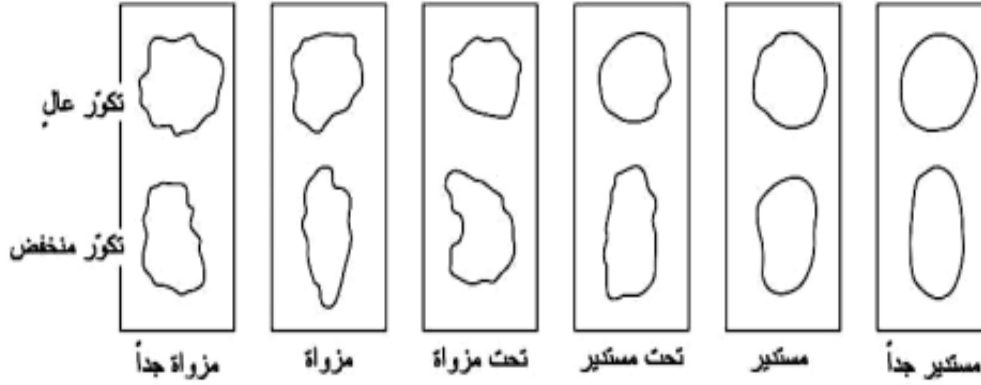
I . 5. خصائص الرمال

للرمل عدة خواص تحدد حسب بيئة الترسيب، حيث تحدد هذه الخواص بالفحوصات الفيزيائية والكيميائية، كشكل وألوان الحبات، التدرج الحبيبي وغيرها ومن هذه الخصائص نذكر:

I . 5. 1. الخصائص الفيزيائية**أ) أشكال الحبات:**

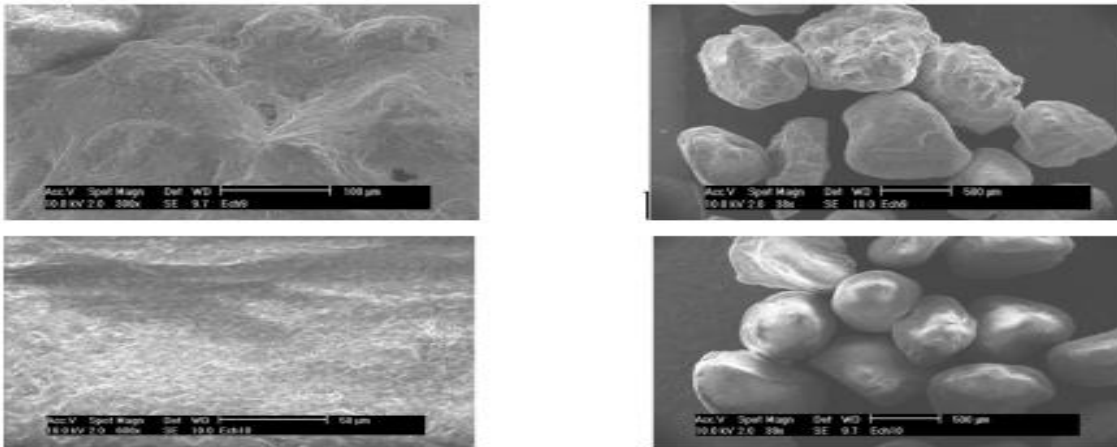
تأخذ حبات الكوارتز أشكالاً مختلفة، تتحدد بمعرفة درجة تكور الحبات وتدورها، حيث يعبر التكور عن درجة اقتراب الحبة من الشكل الكروي تبعاً للنسبة بين المحاور الثلاثة الرئيسية للحبة؛ فهناك الحبات الكروية، القرصية، الورقية، النصلية أو القضيبية. أما التدور فيعبر عن درجة انحناء أركان الحبة. وبحسب مقياس التدور المعتمد عالمياً

تقسم الحبات إلى حبات مزواة (حافة حادة) جداً (very angular)، وحبات مزواة (angular)، وحبات تحت مزواة (sub-angular)، وحبات تحت مستديرة، ومستديرة، ومستديرة جداً. الشكل (9.I) [7].



الشكل I.9: مقياس استدارة الحبات [7].

تتميز الحبات الكوارتزية بسطوح ملساء اوخشنة، تحمل علامات مختلفة من الخطوط والحدوش والحفر والتضاريس، وقد تكون هذه السطوح كامدة ذات بريق معتم او لامعة ذات بريق، يمكن التعرف علي أصل الحبات وتاريخها من خلال الدراسة المفصلة للنسيج السطحي لها باستخدام المجهر الالكتروني الماسح الشكل (10. I).



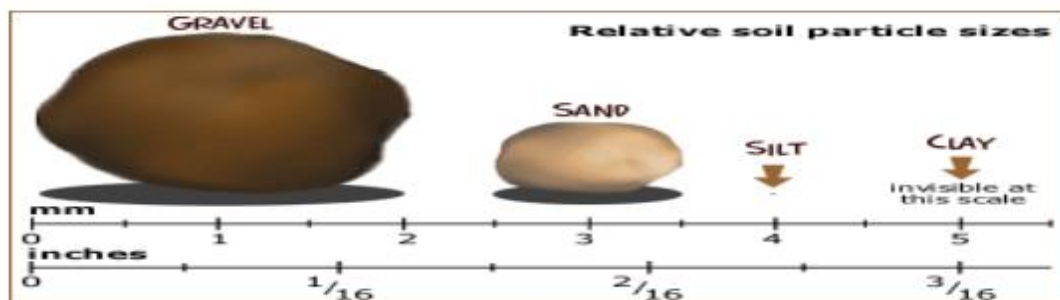
الشكل I.10: النسيج السطحي لحبات الرمل الكوارتزية باستخدام المجهر الالكتروني الماسح [10].

ب) التدرج الحبيبي:

هو تحديد التدرج الحجمي للحبيبات بطرق مختلفة (التحليل المنخلي، تقنية حيود الليزر)، حيث تقسم التربة إلى أحجام تعتمد في ذلك على حجم الحبيبة، وبناء عن هذا تم تقسيم التربة إلى أربعة أقسام وهي الحصى والرمل، الطمي والطين. لوصف هذه التربة اعتمادا عن الحجم هناك العديد من أنظمة التصنيف موضحة في الجدول (2. I) الاتي [8].

الجدول 2. I: الأنظمة المعتمدة في تصنيف التربة [8].

التصنيفات المعتمدة	حجم الحبيبات			
	حصى (Gravel)	رمل (Sand)	طمي (Silt)	طين (Clay)
تصنيف ماساشوستس للتكنولوجيا (soil classification system M.I.T)	>2	0.06-2	0.002-0.06	< 0.002
تصنيف وزارة الزراعة الامريكية (of agriculture U.Sdepartement)	>2	0.05-2	0.002-0.05	< 0.002
الرابطة الامريكية لطريق السريع للنقل (AASHTO)	2-2.76	0.075-2	0.002-0.075	< 0.002
نظام المكتب الأمريكي لتصنيف التربة soil classification U.S bureau) (system)	4.47-2.76	0.075-4.75	< 0.075	



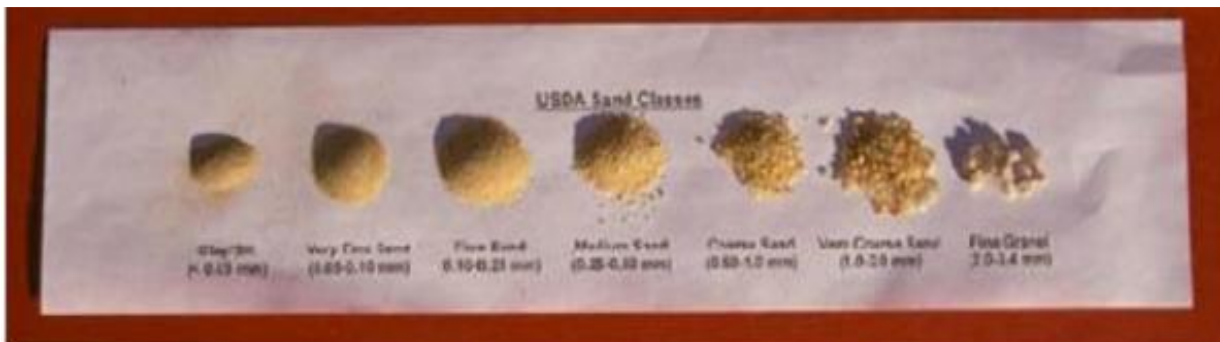
الشكل 11. I: احجام جسيمات التربة [8].

ج) حجم حبات الرمل:

تنقسم الرمال عادة إلى خمس فئات أساسية على حسب حجم الحبات:

- رمل ناعم جدا نصف قطر حباته ما بين (1/16 ~ 1/8 mm).
- رمل ناعم نصف قطر حباته ما بين (1/8 ~ 1/4 mm).
- رمل متوسط يتراوح نصف قطر حباته ما بين (1/4 ~ 1/2 mm).
- رمل خشن نصف قطر حباته ما بين (1/2 ~ 1 mm).
- رمل خشن جدا نصف قطر حباته ما بين (1 ~ 2 mm).

يستند توزيع هذه الأبعاد على مقياس (krumbein) الشكل (I. 12) [14].



الشكل 12.I: تصنيف حبيبات الرمل وفق للأبعاد [14].

5.I. 2. الخصائص الكيميائية

استخدام تقنية الفلورة بالأشعة السينية تسمح لنا بمعرفة المكونات الكيميائية وكذلك النسب الوزنية لمختلف

العناصر الداخلة في تركيب رمل الكثبان، وبين لنا الجدول (I. 3) [15].

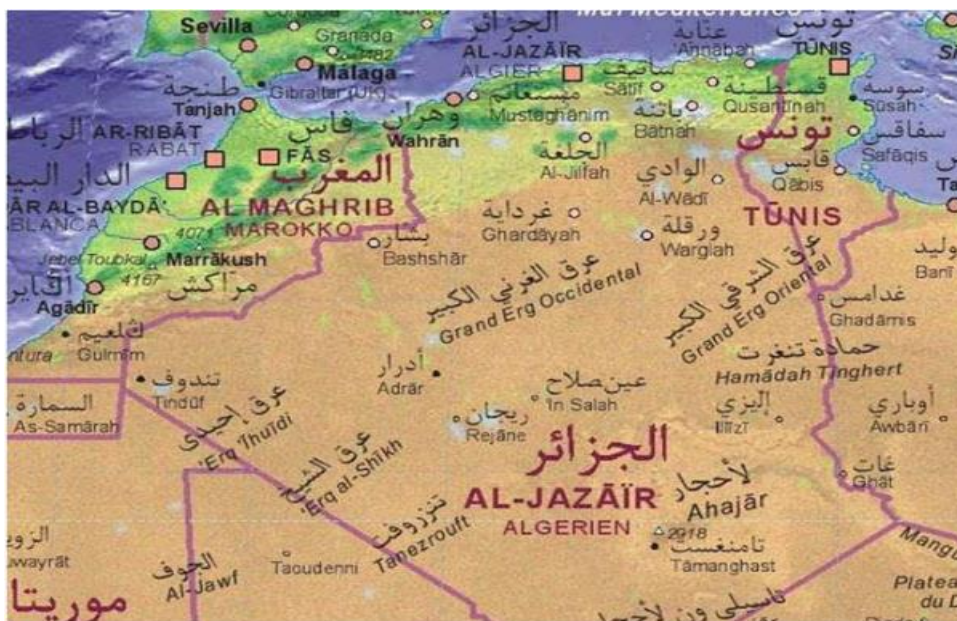
نتائج التحليل الكيميائي في خصائص الرمال

الجدول I. 3: نتائج التحليل الكيميائي في خصائص الرمال

مواد اخرة	CaCO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	الاكسيد
حوالي 5.00	0.86	0.08	1.35	6.63	86.04	النسبة الوزنية

I. 6. توزيع الرمل في الجزائر

تتوفر الرمال بكميات هائلة في الجزائر، أي ما يعادل ثلث مساحتها التي تقدر ب 2.4 مليون كيلو متر مربعاً، حيث نجده في المناطق الداخلية الصحراوية خاصة والأماكن الساحلية. هذه الرمال تكون على شكل كتبان رملية عالية تدعى العروق تمتد من شرقها إلى غربها. كما يتخطى الرمل في الجزائر ألوانا عديدة أشهرها الاحمر والأسود والأصفر الشكل (I. 13) [16].



الشكل I.13: توزيع الرمال في الجزائر [16].

I. 7. استعمالات الرمل

للرمال عدة استعمالات في عدة ميادين نذكر منها [17]:

يستخدم في صنع الأواني الزجاجية، الألواح الزجاجية، وزجاج البصريات.

عامل مخفض لدرجة الإذابة للأكاسيد القاعدية في عمليات الإذابة

فلتر لتنقية المياه في محطات المياه، وبرك السباحة

مادة باسطة تستخدم في صناعة المطاط، الورق الدهانات وفي نوع خاص من الاسمنت

وفي مجال الإلكترونيات كصنع اللاقطات الشمسية، والترانزستورات وغيرها من المواد والأجهزة الصناعية التي تتركز

عليها التكنولوجيا الحديثة من مادة السيلكون.

المراجع

[1] د. محمد القاضي، 1999، الرمل الكوارتز، الجزء الأول. جامعة قطر

[2] B.samiha(2016) «Détermination of the Composition and quartz concentration in the different granuler types of Ouargla dunes Sand usinage spectroscopique techniques» Thèses DOCTORATE.

[3] Aniche Froide val, (2004). Chimie de l'uranium (VI) à l'interface solution, minéraux (quartz et hydrox de d'aluminium) ; expérience et caractérisation spectroscopiques thèse Docteur, Univ Louis Pasteur _Stras bourg I, P63-64 G. Anbalagana

[4] [https://www.chemistrysourees.com/\(version01/2016\) \(04/04/2022\)](https://www.chemistrysourees.com/(version01/2016) (04/04/2022))

[5] [https://Cristallography365.wordpress.com.\(04/04/2022\)](https://Cristallography365.wordpress.com.(04/04/2022))

[6] جامعة البصرة كلية العلوم علم الأرض www.geologyofmesopotamia.com

[7] محمد العيد مشري وإسماعيل شيحي، جوان 2012، دراسة التركيب الذري لرمل كتبان منطقة ورقلة باستخدام

مطيافيات MEB XRF و AAN، EDX، مخبر فيزياء الإشعاع والبلازما وفيزياء السطوح (LRPPS)،

قسم علوم المادة، جامعة ورقلة، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر، صفحة 4-8.

[8]P.Hosain Ben Abd Allatif Sand Engin ring properties of soil (EEG 311)، Grain size Analysis–Mechanical Method ; .

[9] Lorenz R. D. and Zimbelman J. R. (2014) ; Dune Worlds How Windblown Sand Shape Planetary Land scapes ; Springer-Verlag Berlin Heidelberg

[10] محمد العيد المشري (2016)، دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل الكثبان منطقة ورقلة وعلى ناقليته الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية، اطروحة دكتورا، كلية العلوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

[11] حيدر عبد الرزاق كمونة(2008)، الطرق والأساليب في تثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر مجلة المخطط والتنمية 10 ، 97-128

[12]Scheffer A. M.، May S. M. and Kelletat D. H. (2015) ; Landforms of the World with Google Earth Under standing Our Environnent; Springer Science Business Media Dordrecht

[13]Lorenz R. D. and Zimbelman J. R. (2014) ، Dune Worlds How Windblown Sand Shapes Planetary Land scapes; Springer-Verlag Berlin Heidelberg

[14] A. Bigelow, Bowman and D.K. Cassel. (2004), Physical properties of Sand Amended with Inorganic Materials, USGA Turf Grass and Environmental Research online. Vol3. Num 6 A

[15] Amirat, (2004), formulation et comportement d'un beton de sable de dune pour structures, Mémoire d'ingénieur poly-Tech d'Alger

[16] <https://www.google.dz>

[17] <https://www.mosoah.com/science/environment/uses-of-sand>

(07/05/2022)

[18] Ning H. (2012); Composites and their properties
Manufacturing and Properties of Quartz (SiO₂) Particles Reinforced Al-
11.8% Si Matrix Composites; INTECH, DOI:10.5772/48095

الفصل الثاني

الطرق والتقنيات المستعملة

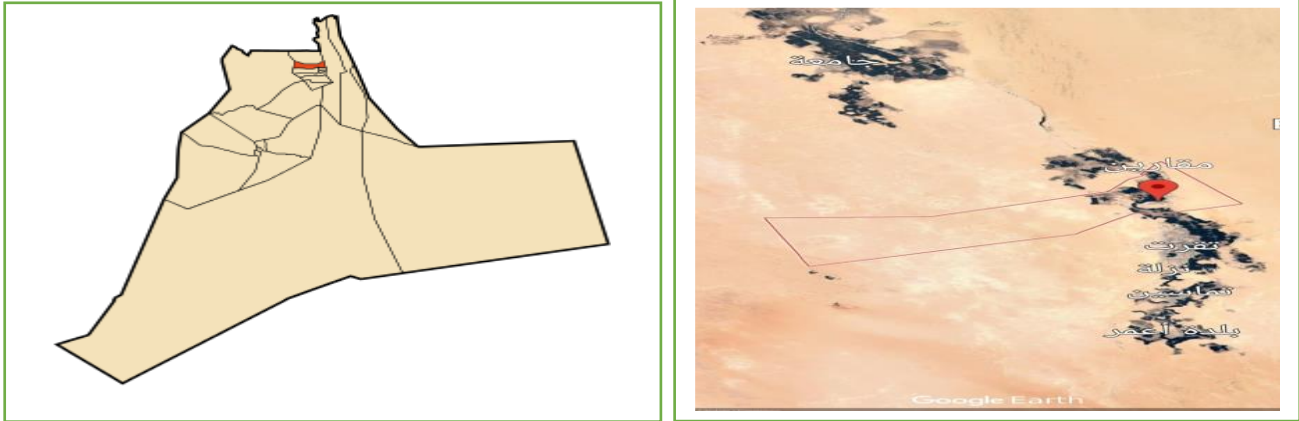


الفصل الثاني: تحضير العينة والتقنيات المستعملة

سنتناول في هذا الفصل طريقة تحضير العينة مع التعريف بمنطقة الدراسة (المقارين) وكذلك مختلف طرق العمل التي تطرقنا اليها المتمثلة في: التصنيف الحبيبي (**Particule size**)، انعراج الأشعة السينية (**DRX**)، ومطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورية (**FTIR**)، وأخيرا المجهر الإلكتروني الماسح (**MEB/EDX**). مع الإشارة لمبدأ عمل كل منها ومختلف اشكال استخدامها.

1.II التعريف بمنطقة الدراسة:

تمت دراسة عينة من رمل الكثبان لمنطقة المقارين التي تقع في الجنوب الشرقي للجزائر حيث انها يجدها شمالا سيدي سليمان، ومن الجنوب تقرت والزاوية العابدية، ومن الشرق النقر ومن الغرب العالية. كما هو موضح في الخريطة الشكل (1.II).



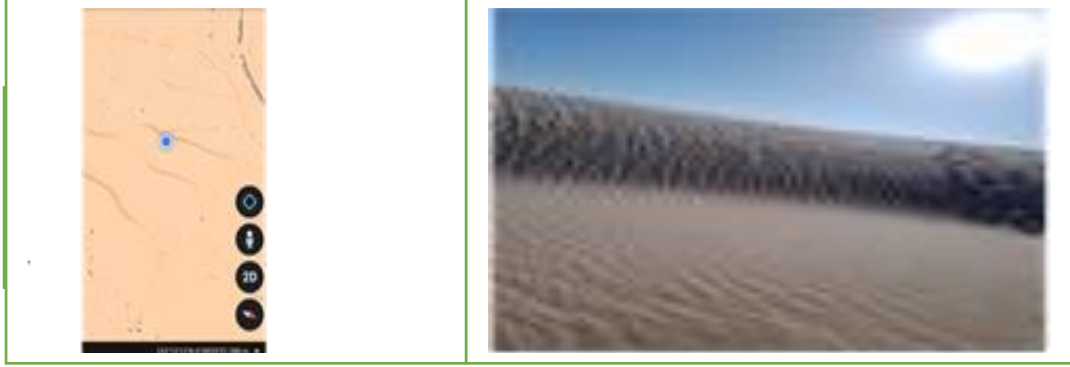
الشكل 1.II: خريطة بلدية المقارين والحدود الجغرافية.

2.II جمع العينات

اخذنا العينات من الرمل من جهة الشرقية لمنطقة المقارين (عميش) من كثيب والإحداثيات الجغرافية التالية:

$33^{\circ}12'12''N$ و $6^{\circ}08'03''E$ كما مبين في الشكل (2.II).

حيث جمعنا العديد من العينات من جميع أوجه الكثيب وذلك من الأسفل الى الأعلى وعلى أعماق مختلفة وقمنا بخلط جميع العينات المأخوذة مع بعضها البعض بشكل جيد بشرط ان تكون العينات ذات اوزان وكميات متساوية للحصول على عينة جاهزة للعمل.



الشكل 2.II :صورة فوتوغرافية لكثيب منطقته المقارين وصورة لموقع تواجد كثيب المقارين اخذت بموقع
Googl Earth

3.II تحضير العينات

تم سحق العينة بجهاز يعرف ب (BROYEURS – TAMISEURS Emax) الموجود في مركز البحث العلمي والتطور التكنولوجي – الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية ورقلة (CRAPC) حيث يعمل هذا الجهاز على سحق الرمل من حالته الطبيعية الى ان يصل الى ملمس ناعم حيث يتكون هذا الجهاز من إناءين للطحن

(Bols de broyage)، وكريات الطحن (Billes de broyage)، ولتحضير قمنا بالخطوات التالية :

وضع 125ml من الرمل و20 كرية طحن داخل كل من الإناءين.

-القيام بغلق الإناءين جيدا.

-وضع الإناءين في المكان المخصص لهم داخل الجهاز.

- القيام بتثبيت الإناءين جيدا.

التأكد من غلق الجهاز.

المدة المستغرقة لإتمام عملية الطحن تقدر بحوالي 40د.

الصور التالية توضح ذلك:



3. إنائين للطحن (Bols de broyage)



2. كريات الطحن (Billes de broyage)



1. العينة في شكلها الطبيعي



Khadidja KHELIL

6. العينة بعد عملية
السحق



5. جهاز السحق BROYEURS – TAMISEURS
Emax (ب) مغلق



4. جهاز السحق BROYEURS – TAMISEURS
Emax (أ) مفتوح

الشكل II.3 : مراحل تحضير العينة.

4.II. انعراج الأشعة السينية

تتفق الأشعة السينية مع الأشعة غاما في الطبيعة والخواص حيث أنها موجات كهرومغناطيسية وتختلف فقط في منشئها وطاقتها فالأشعة السينية تولد صناعيا بواسطة أنبوب الأشعة لكاثود مصمم خصيصا لها.

1.4.II. نبذة تاريخية

1 - ويليام كونراد رونتغن (1845 - 1923) William Conrad Roentgen



ويليام كونراد رونتغن

الشكل II. 4: صورته للفيزيائي كونراد رونتغن

ولد الفيزيائي الألماني ويليام كونراد رونتغن في العام 1845، وكان مولعا بالفيزياء حتى حصل على درجة الدكتوراه فيها. ثم واصل تقدمه العلمي حتى وصل إلى درجة الأستاذية في جامعة فورتسبورغ في ألمانيا. وكان يقضي يومه نهارا في التدريس بالجامعة ويجري تجاربه العلمية ليلا في المختبر، وذلك على أنبوبة كروكس لأشعة الكاثود لدراسة ظاهرة الاستشعاع الضوئي (Fluorescence) للمواد. وهذه الأنبوبة عبارة عن حباب زجاجية مفرغة من الهواء، ويحتوي على قطبين كهربائيين متقابلين أحدهما سالب ويتكون من سلك يسخن كهربائيا (يسمى بالكاثود)، والآخر موجب ويتكون من شريحة معدنية مربعة أو مستطيلة الشكل (يسمى الأنود)، عند تطبيق فرق جهد كهربائي على هذين القطبين تنطلق أشعة لم تفسر كنيتهما في ذلك الوقت سميت بأشعة

الكاثود، وتصطدم بالأنود محدثة توهجا للأنبوبة، ولقد سميت بأنبوبة كروكس لأشعة الكاثود نسبة إلى مخترعها العالم ويليام كروكس (William Crookes) وفي ليلة يوم 8 نوفمبر من العام 1895، استطاع رو نتغن أن يكتشف الأشعة السينية (X-Ray)، حين استرعى انتباهه الاستشعاع الضوئي (Fluorescence) الحادث لبلورات الباريوم بلاتينو سيانيد (Barium Platino Cyanide) والتي تصادف وجودها بجوار أنبوبة الكاثود حيث يجري تجاربه.

ولقد نجح في توليد هذه الأشعة الجديدة التي عرفت فيما بعد بالأشعة السينية عندما قام بتطبيق فرق جهد عال على طرفي أنبوبة أشعة الكاثود. علم رونتغن أن توهج البلورات وميض استشعاعي ناتج عن سقوط اشعة غير مرئية صادرة من انبوبة أشعة الكاثود على البلورات. وهنا أدرك انه قد نجح في توليد نوع جديد من الاشعة تنبعث من انبوبة أشعة الكاثود غير أنه لم يكن قادرا على رايته أو فهم طبيعتها ولذا فقد أسماها اشعة اكس (Ray - X) أي الأشعة الغامضة، وبعد دراسة خصائص هذه الأشعة الغامضة أشهر عدة، اكتشف رو نتغن ان هذه الاشعة الغامضة وغير المرئية لها قدرة عالية علي اختراق المواد مثل الخشب والورق والالمنيوم، حيث قام بتغطية انبوبة الكاثود برقائيق مصنوعة من هذه المواد فحجبت الضوء الصادر من الأنبوبة، بينما استمرت ظاهرة الوميض الاستشعاعي لبلورات الباريوم بلاتين وسيانيد الموجودة بجوار انبوبة الكاثود. كما اكتشف أيضا قدرتها على اختراق الأنسجة للجسم البشري دون العظام، ما دفعه إلى التفكير في عمل تصوير تشريحي لجسم الإنسان لفحص حالة العظام باستخدام الأشعة السينية. وكانت أول تجربة أجراها رو نتغن للتصوير التشريحي هي ليد زوجته أنا بيرثا (Anna Bertha).



أول صورة تشريحية تؤخذ باستخدام الأشعة السينية ليد زوجة رونتنغن: أنا بيرتا ويظهر فيها خاتم في منتصف إصبعها الخنصر

ثم توالى بعدها التجارب في هذا المجال حيث أعلن رو نتغن اكتشافه هذا في يونيو في العام 1896، وذلك بعد 6 أشهر من أول ملاحظة له لتلك الأشعة

كان هذا الاكتشاف هو بداية لثورة علمية هائلة في جميع المجالات خصوصا الفيزيائية والطبية، حيث بدأ الأطباء في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية باستخدام الأشعة السينية في تحديد مكان الرصاص واستخراجه بسهولة من أجسام الجنود المصابين. ثم سرعان ما انتشرت تقنية التصوير بالأشعة السينية في العالم كله في مجالات الطب البشري وطب الأسنان، وأصبح التصوير الإشعاعي باستخدام الأشعة السينية علما يعرف باسم الراديولوج (Radiologie).

وفي العام 1912 بدأ استخدام الأشعة السينية في الصناعة لتصوير المعادن، وذلك بعدما تطورت أجهزة توليد الأشعة السينية وأصبحت قادرة على إنتاج أشعة ذات قدرة اختراق عالية. وقد نال رونتنغن جائزة نوبل في الفيزياء على اكتشافه هذا في العام

1901، كما نال درجة الدكتوراه الفخرية في الطب من كلية الطب في جامعة فورتسبورغ. ولقد توفي في العاشر من فبراير العام 1923 في مدينة ميونخ بألمانيا عن عمر يناهز الـ 78 عاما [1].

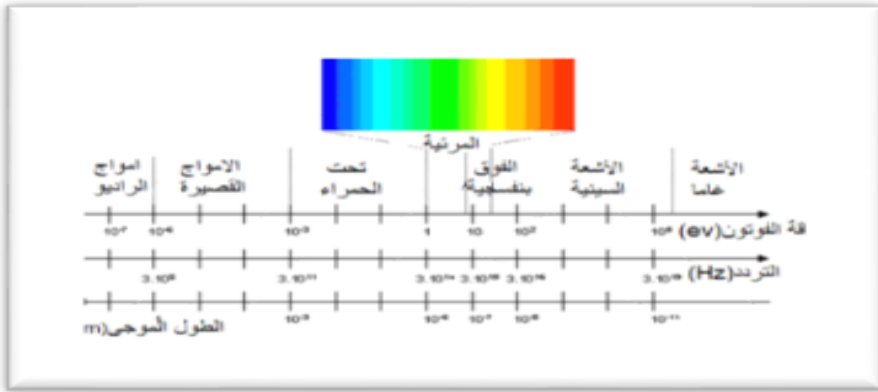
II.2.4. الأشعة السينية

من الأساليب الأكثر شيوعا لدراسة الحالة البلورية للمواد الصلبة تقنية انعراج الأشعة السينية.

II.1.2.4. طبيعة الأشعة السينية

الأشعة السينية في الأساس موجات كهرومغناطيسية مثل المرئية، فوق البنفسجية، تحت الحمراء، الأمواج القصيرة، أمواج الراديو أو الأشعة جاما، حيث يتم تقسيم وتسمية هذه المجموعة من الأمواج حسب الطول الموجي

كما هو موضح في الشكل (II.5) التالي:



الشكل II.5: الأشعة السينية في سلم الأطوال الموجية [2].

تحتل الأشعة السينية نطاق يمتد بين الأشعة غاما عالية الطاقة وفوق البنفسجية الأقل طاقة وبالتالي فهي أشعة

غير مرئية ترددها كبير وطول موجتها صغير ويعبر عنها بالأنغستروم (Å)، إذ يتراوح بين (Å100-Å0,1)

هذه الحدود ليست دقيقة فهي تختلف باختلاف طريقة إنتاجها أي ما يعادل مجال طاقي من

(100 keV-0,1 keV) فهذه الطاقة كافية لنقل الإلكترونات من الطبقات الداخلية للذرات بين المستويات

للأشعة السينية ميزات، حيث تملك أساسا طبيعة مشتركة تميزها في تفاعلاتها مع المادة، فالوسيط الذي يخص كلا

منها: طول الموجة λ والطاقة E للفوتون الذي هو جسيم ذو كتلة معدومة، غير مشحون، ينتقل بسرعة الضوء

وينقل كمية طاقة مكتمه E .

تملك الأشعة السينية ككل أشكال الطاقة المنبعثة خاصة مزدوجة موجية وجسيمية، يمكن تشبيهها في الحالة الثانية بمجموعة جسيمات تنتشر بسرعة الضوء تعطى طاقتها بالعلاقة (1)

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

حيث:

h : ثابت بلانك $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ j.s}$

C : سرعة الضوء في الفراغ $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

λ : الطول الموجي (m).

ν : تردد الموجة (Hz).

وبإدخال القيم العددية نحصل على العلاقة (2) بسيطة بين الطاقة والطول الموجي:

$$E(\text{ev}) = \frac{12398}{\lambda(\text{Å})} \quad (2)$$

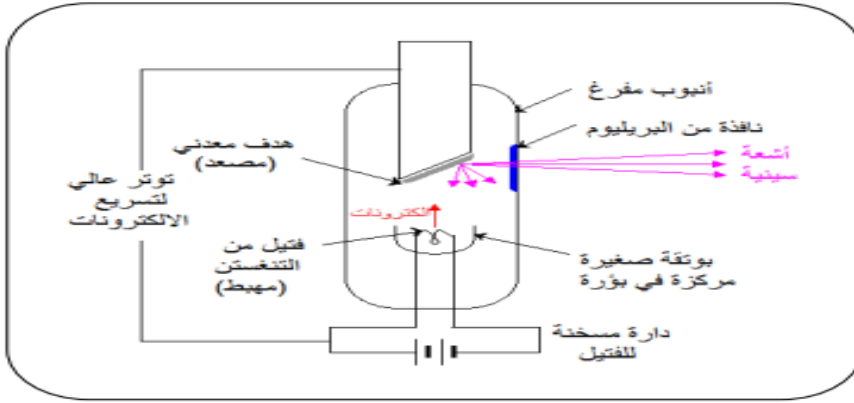
حيث يتراوح الطول الموجي للأشعة السينية المستخدمة في مجال دراسة التركيب البلوري بين 5 Å إلى 2.5 Å [2].

II.2.4.2. إنتاج الأشعة السينية

تتولد الأشعة السينية من قصف هدف معين بالإلكترونات ذات طاقة من 10 إلى 100 Kev، حيث تنتج

في أنابيب كما هو الحال في أنبوبة كوليديج التي تكون مفرغة من الهواء وتحوي إلكترونين؛ مهبط باعث

للإلكترونات وهو عبارة عن فتيل مسخن من التنغستان ومصعد يمثل الهدف المعدني بالإضافة إلى نافذة من البريليوم الشفافة للأشعة السينية. تمر الحزمة السينية على مرشح مناسب الذي يسمح بمرور الطول الموجي المراد العمل به وامتصاص بقية الأطوال الموجية. كذلك بوتقة صغيرة مركزة للإلكترونات في بؤرة تحوي المهبط حيث يسمى الجهاز المسؤول عن إنتاج الأشعة السينية ب: أنبوب كوليدج، وهو على اسم الشخص الذي قام بتصنيعها كما هو موضح في الشكل (6.II) التالي [3]:



الشكل. II. 6: رسم تخطيطي لأنبوب كوليدج [3].

وهو أنبوب مفرغ من الهواء يحتوي على الكتر ودين:

(أ) المهبط:

وهو عبارة عن سلك مصنوع من مادة التنغستان، يتم تسخين المهبط عن طريق تيار كهربائي، ويمكننا تغيير شدة التيار للحصول على درجة حرارة تسمح بالحصول على مستوى معين من الانبعاث الإلكتروني الذي يحدد بدوره مستوى تيار الأنبوية.

(ب) المصعد:

يمثل الهدف المعدني الذي يحمل داخل الأنبوب العادي ومن أجل سلامة الأنبوبة وكفاءة عملها نختار جهد الفتيل سالبا بالنسبة لجهد المصعد (جهد موجب) مقداره من الرتبة 10 إلى 50 KeV ، كما أن معظم القدرة الكهربائية تتحول إلى طاقة حرارية قد

تؤدي إلى انصهار مادة المصعد وتدميره، ولهذا كان من الواجب تدوير المصعد حتى تتوزع الحرارة عليه، ويبرد الهدف بواسطة أنابيب دقيقة يمر خلالها ماء التبريد.

ج) نوافذ المرشحات:

تسمح المرشحات باستبعاد بعض الأطوال الموجية والسماح لبعض الآخر بالمرور، بالإضافة إلى بوتقة صغيرة مركزة للإلكترونات في بؤرة تحوي المهبط. تتولد الأشعة السينية عندما يصطدم إلكترون تم تسريعه (تعجيله) في مجال كهربائي بهدف مصنوع من مادة معدنية (المصعد) فتنبعث الأشعة السينية حسب الآليتين التاليتين:

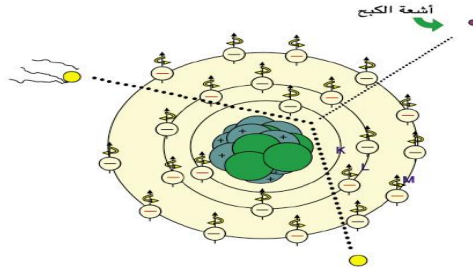
– كبح الإلكترونات من طرف ذرات الهدف ينشأ عنها إشعاع مستمر يسمى أيضا بإشعاع الكبح.

– تملك الإلكترونات المسرعة طاقة كافية لإثارة بعض ذرات الهدف فتضطرب طبقاتها الإلكترونية الداخلية، هذه الذرات المثارة تصدر أشعة سينية لترجع إلى الحالة الأساسية و يسمى هذا الانبعاث بالإشعاع المميز لأنه يتعلق بتركيب مادة المصعد [3]. إذن فيمكن أن نستنتج بأن للأشعة X طيفين مختلفين، الطيف المستمر والطيف المميز.

الطيف المستمر

هي التي تنتج من تباطؤ الإلكترونات ذات السرعة والطاقة الحركية العاليتين نتيجة اصطدامها بذرات المصعد؛ مما يؤدي إلى انحرافها عن مسارها الأصلي وتولد أشعة سينية بطيف مستمر وواسع من الأطوال الموجية

المختلفة، وهي الأنسب للاستخدامات الطبية نظراً لعرض نطاقها الطيفي الشكل (7. II) [4].

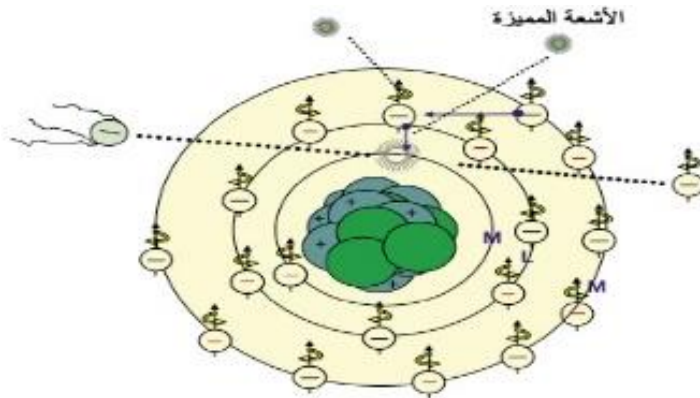


الشكل 7. II : المفهوم الفيزيائي لتشكيل الطيف المستمر [4].

• الأشعة المميزة:

تنتج الأشعة المميزة عندما تصطدم الإلكترونات الصادرة عن المهبط بالمصعد وهي ذات طاقة مناسبة الشكل (8. II) تؤدي إلى إزالة إلكترون من مدار في ذرة المصعد طاقته E_i ، يتبعه هبوط أحد الإلكترونات الموجودة في المدارات ذات الطاقة الأعلى E_f للانتقال إلى المدار الذي فقد الإلكترون ذا الطاقة الأدنى مما يؤدي إلى تحرير هذه الطاقة الزائدة على شكل أشعة سينية بطول موجي محدد، وفق المعادلة (3) التالية [4]:

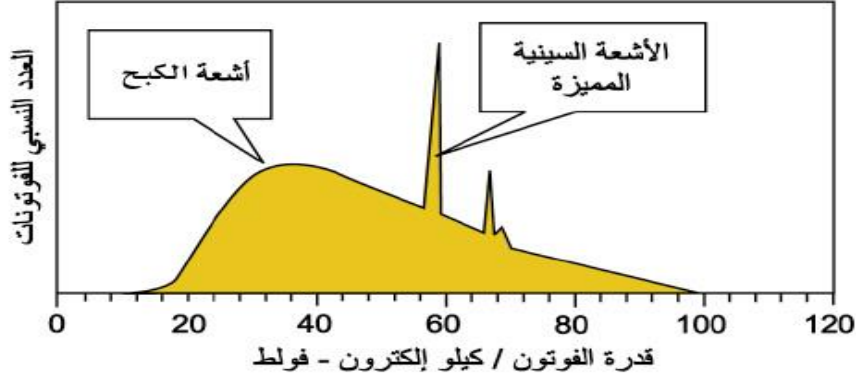
$$E_f - E_i = E_p = h \cdot \nu \quad (3)$$



الشكل II.8 : المفهوم الفيزيائي لتشكيل الأشعة المميزة [4].

يجب التنويه أنه في كلتا الحادتين يتبدد معظم ما تبقى من الطاقة على شكل حرارة بنحو 99%. يوضح الشكل

(9.II) التوزيع العددي لفوتونات الأشعة السينية بدلالة طاقتها مقدرة بـ keV.



الشكل II. 9: منحنى علاقة التوزيع العددي للفوتونات بالنسبة إلى قدرتها عند جهد مطبق قدره 100 كيلو

فولط وزاوية هدف المصعد 13 درجة.

الجدول II.1: الأطوال الموجية للخطوط المميزة للمواد المستعملة في أنابيب RX

العناصر	$K_{a1}(\text{Å})$	$K_{a2}(\text{Å})$	$K_{\beta1}(\text{Å})$	$K_{\beta2}(\text{Å})$
Ag	0.55941	0.56380	0.56084	0.49707
Mo	0.70930	71359.	0.71073	0.63229
Cu	1.54056	1.54439	1.54184	1.39222
Ni	1.65791	1.66175	1.65919	1.62079
Co	1.78897	1.79285	1.79026	1.62079
Fe	1.93604	1.93998	1.93998	1.75661
Cr	2.28970	2.29361	2.29100	2.08487

II.4.3. انعراج الأشعة السينية

من المعلوم أنه بإمكان أي شخص رؤية الأشياء عن طريق الضوء المرئي و العين المجردة، إذا ما دعت الحاجة إلى التعرف إلى كيفية ترتيب ذرات المادة، أو أيوناتها أو جزيئاتها في بلوراتها، فذلك يحتاج إلى ضوء ذي طول موجي قصير للغاية، عموماً المادة عبارة عن جسم متعدد البلورات مكونة من عدد كبير من البلورات الأحادية؛ وهو عبارة عن تراص منتظم من الذرات، ويمكن وصف هذا التراص بمجموعة من d_{hkl} حيث (hkl) قرائن ميلر، تقاس هذه المسافة عن طريق المستويات البلورية معرفة بمسافات شبكية انعراج الأشعة السينية بواسطة قانون براغ [5].

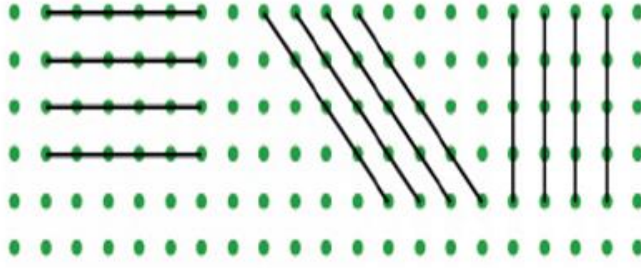
II.3.4.1. مفهوم الانعراج

الانعراج هو ظاهرة خاصة بتداخل الموجات حين تشتتها، أبسط طريقة للتداخل هي طريقة محززة الانعراج وهي عبارة عن زجاج أملس يضعون فيها خطوط من معدن النحاس حيث تنفذ منها الموجات الضوئية وتكون المسافات مقدارها d وهي عرض الفتحة التي ينفذ من خلالها الشعاع شرط أن يكون عرض الفتحة مساوي للطول الموجي. فإذا كانت الموجات المتداخلة متفقة في الطور أو كان الفرق في الطور يساوي مرة، مرتين أو 3 مرات من الطول الموجي فإن التداخل بناء ويعطي نقطة مضيئة، وإذا كان غير ذلك فالتداخل هدام ويعطي نقطة مظلمة [6].

II.3.4.2. المستويات الشبكية

إن الذرات تنظم في البلورة على ثلاثة اتجاهات، يطلق على هذا التنظيم بالشبكة البلورية، يمكن وصف هذه الأخيرة على أنها التوزيع المنتظم للذرات أو الجزيئات أو الأيونات، وتتمثل على شكل مستويات متوازية ومتباعدة متساوية وتسمى بالمستويات

الشبكية والشكل (II.10) يوضح ذلك [7].



الشكل 10. II: المستويات الشبكية [7].

هناك عدة طرق يمكن من خلالها اختيار المستويات الشبكية، وكل طريقة تشكل فيها ما يُسمى عائلة

مستويات وتُسمى المسافة الفاصلة بين مستويات نفس العائلة بالمسافة الشبكية.

II.3.3.4. قانون براغ

تعتمد طريقة انعراج الأشعة السينية التي تسمح بتحديد بنية مادة ما وطرق تبلورها، على مبدأ أساسي يدعى

قانون براغ، الذي يمكن من خلاله تبيان موضع الحزم المنعرجة للأشعة السينية بواسطة البلورة بنموذج بسيط، حيث

يفترض أن الأشعة السينية تنعكس بانتظام من المستويات ووجد أن الأشعة المنعرجة توجد فقط في مواضع تتداخل

عندها الأشعة المنعكسة عند المستويات المتوازية تداخلا بناء، ويمكن التعبير عليه بالعلاقة (4) التالية:

الشكل (11. II) [8].

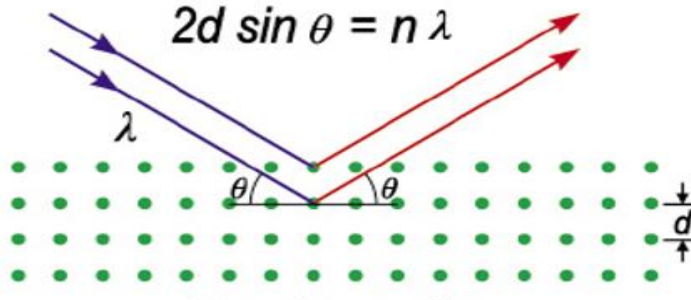
$$2d\sin\theta = n\lambda \quad (4)$$

حيث :

n : عدد صحيح يمثل رتبة الانعكاس.

θ : زاوية سقوط الأشعة.

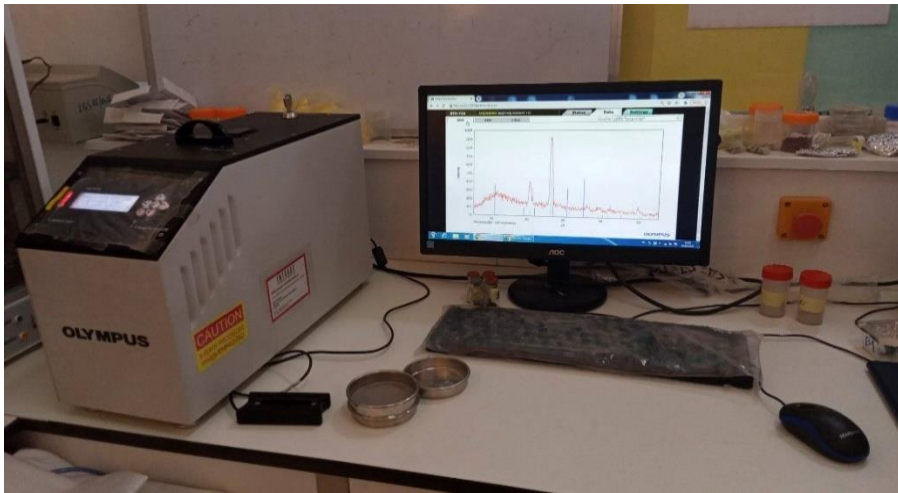
λ : طول الموجة.



شكل 11. II: يوضح قانون براغ [8].

4.4. II. جهاز انعراج الأشعة السينية

استخدم في هذه الدراسة جهاز حيود الأشعة السينية (DRX) والذي يعمل وفقا لهندسة Bragg- Brentano من نوع Olympus الموجود في مخبر جيولوجيا الصحراء، المزود بمصدر $\lambda_{CuK \alpha} = 1.54 \text{ \AA}$ ، يعمل بجهد 40kV وتيار 30mA، حيث يتم إجراء الفحص في نطاق 2θ من 5 إلى 50° . تم اختيار برنامج X'Pert HighScore لمعالجة بيانات DRX. الجهاز موضح في الشكل (12. II) التالي:



الشكل 12. II: جهاز الانعراج الاشعة السينية

5.II. مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه

Spectroscopique Infra rouge à transformation de Fourier (FTIR)

تعتبر مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه من أبسط التحاليل الطيفية المتبعة في المخابر، وتساعد في التعرف على المجموع الوظيفية (fonction groups) في المركبات ولا تتطلب هذه التقنية كميات كبيرة من العينات لتحضير النماذج المعدة للقياس، كما أن إعداد العينات مناسب للحالات الصلبة والسائلة والغازية [15].

1.5.II. مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء

يؤدي امتصاص الأشعة المرئية (visible) وفوق البنفسجية (ultraviolet) إلى حركة الكترونية، بينما يؤدي امتصاص الأشعة تحت الحمراء (infrarouge) إلى حركة اهتزازية للذرات المكونة للجزيء. ينشأ عن الحركة الاهتزازية للذرات بالنسبة لبعضها البعض تغير دوري في:

1. طول الروابط الكيميائية.

2. الزوايا بين هذه الروابط.

تتوقف طاقة الأشعة الممتصة لأي من الحركات الاهتزازية في الجزيء على:

1. نوع الذرات.

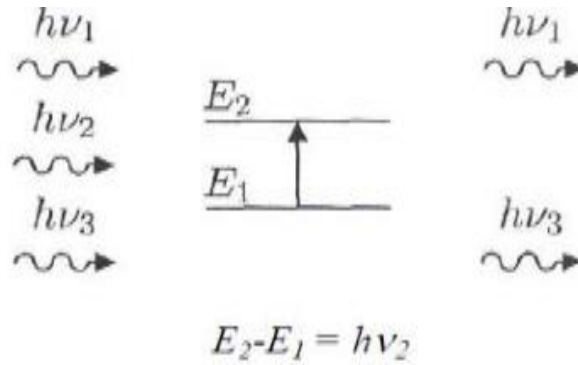
2. طبيعة الروابط الكيميائية المتضمنة من الحركة الاهتزازية.

قد تنتج كل حركة اهتزازية حركة ذرتين أو مجموعة من الذرات، ويتوقف طول الموجة الذي يحدث عنده هذا

الامتصاص على كتلة الذرة وقوة الروابط المكونة للجزيء والشكل الهندسي للذرات في الجزيء.

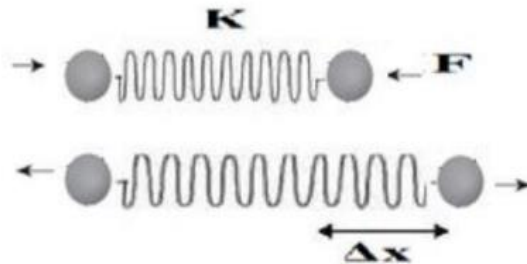
إن منشأ امتصاص IR يحدث عندما تمتص جزيئة طاقة من رتبة الطاقة الحرارية ($h\nu$) حيث يحدث اهتزاز للجزيء فيصبح في حالة مثارة، إذ أن المادة تحتوي على مجموعة كثيرة من الجزيئات، ولكي يحدث الاستقرار يجب أن تنزل الجزيئة الى مستوى طاقي أدنى يبعثها طاقة على شكل اشعاع. حيث يكون هذا الاخير مميز للرابطة الجزيئية [9].

إن الذرة في جزيئة ما يمكن أن تهتز أو تدور بالنسبة للذرات الأخرى، وهذا الاهتزاز أو الدوران له طاقته المميزة، حيث تكون فروق الطاقة أقل مقارنة مع الانتقال الإلكتروني، كما توجد عدة مستويات طاقة لاهتزاز والدوران فوق كل مستوى الكتروني. الشكل (II.13) [10].



الشكل II.13: امتصاص الاشعة تحت الحمراء [10].

إن اهتزاز الجزيئة يكون تحت تأثير الروابط من ناحية التمدد والتقلص والذي يشبه سلوك النابض [11] كما هو مبين في الشكل (II.14).



الشكل II.14: تمثيل لحركة إزاحة النابض [11].

والذي يخضع بدوره الى قانون هوك Hook's كما هو مبين في العلاقة (5) التالية:

$$F=K\Delta r \quad (5)$$

حيث F: قوة الإرجاع و k ثابت القوة في حالة التركيب الجزيئي.

لا تستطيع هذه الأشعة الانتشار بعيدا نظرا لسهولة امتصاصها في صورة حرارية، حيث تؤدي هذه الأشعة الى إثارة وتحريك ذرات المادة نتيجة للحركة الاهتزازية أو الانتقالية التي تكتسبها هذه الذرات بفعل الموجات، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم الذي تسقط عليه.

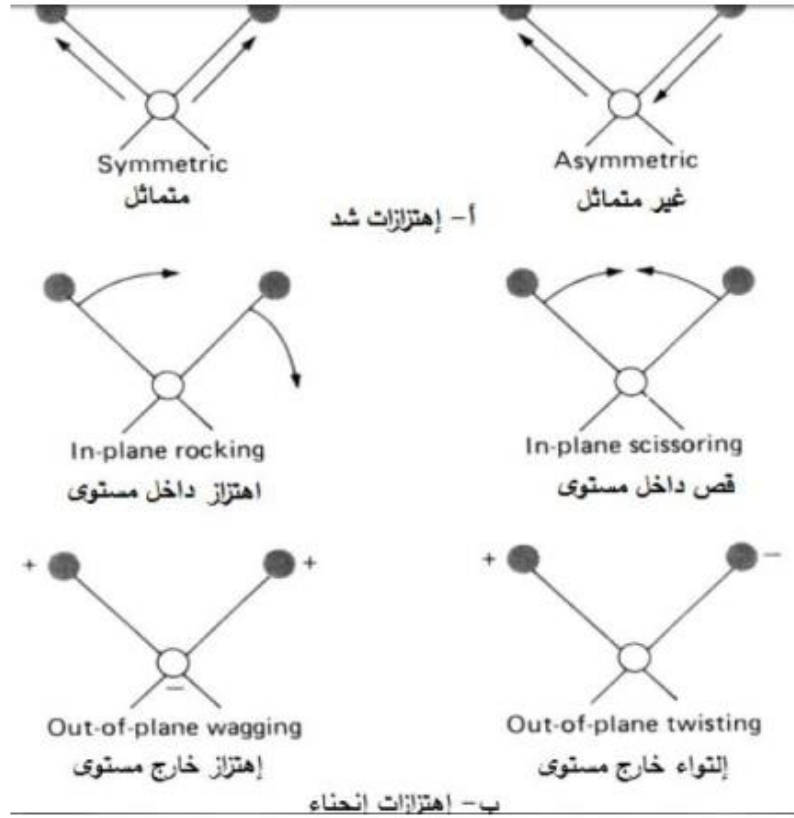
II.2.5. أنواع الاهتزازات [12،13]

نذكر بعض أنواع الاهتزازات الممكنة:

اهتزاز تمدد: وهو التغير في المسافة بين الذرات على طول محور الرابطة (متماثل وغير متماثل) .

اهتزاز الانحناء: وهو التغير في زوايا الروابط بالنسبة لمحور الرابطة (اهتزاز، مقص، تأرجح، التواء) وهو موضح كما

في الشكل (II.15).

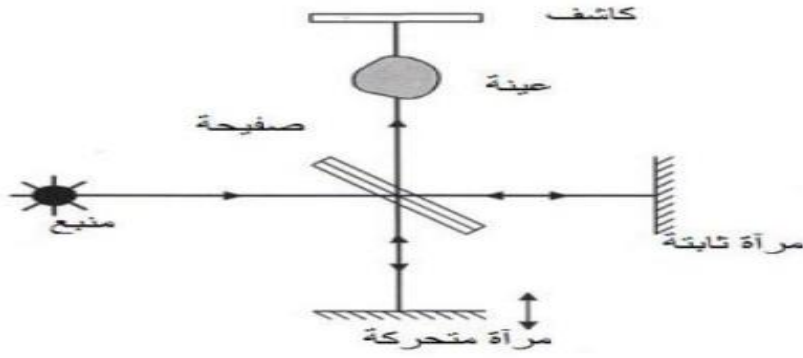


الشكل II.15: أنواع الاهتزازات [12،13]

II.3.5. مسار الأشعة داخل جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء

ينقسم الشعاع الساقط الى حزمتين بواسطة موشور، الحزمة الأولى لها طول موجة ثابت وتوجه الى المرآة الثانية، اما الحزمة الثانية لها طول موجة متغير وتوجه الى المرآة المتحركة يتجمع الشعاعان بعد ذلك في نفس المسار لتعبير العينة المدروسة ثم تسقط فيما بعد هذه الأشعة على الكاشف ليحولها بدوره إلى إشارة كهربائية (بعدها كانت طولية)، وبعملية تحويل رياضية تسمى تحويل فورييه تحول الإشارة الملتقطة إلى طيف الأشعة تحت الحمراء.

الشكل (II.16) [14].



الشكل II.16: مسار الأشعة تحت الحمراء [14]

II.4.5 . الجهاز المستعمل للقياس بواسطة الأشعة تحت الحمراء

للحصول على أطياف خاصة بالعينات المدروسة استخدمنا في هذا العمل مطياف بتحويل فورية من نوع (FTIR 8300) الموجود بمخبر ترقيية وتتمين الموارد الصحراوية (V.P. R. S) بجامعة ورقلة في مجال

محصول $(4000-400) \text{Cm}^{-1}$

كما هو مبين في الشكل (II.17).



الشكل II.17: جهاز الأشعة تحت الحمراء.

II.6 . التصنيف الحبيبي Particle size

II.1.6. تعريف

حيود الليزر هو تقنية لقياس حجم الجسيمات للمواد التي تتراوح من بضعة مئات من nm إلى mm. الأسباب الرئيسية لنجاحها تكمن في:

- مداها الديناميكي الواسع - من الميكرون إلى المليمتر.
- قياسه سريع - يتم إنشاء النتائج في أقل من دقيقة.
- قابلية التكرار - يتم أخذ عينات من أعداد كبيرة من الجسيمات مع كل قياس.
- ردود الفعل اللحظية - مراقبة عملية تشتت الجزيئات والتحكم فيها.
- معدل قياسها العالي - مئات القياسات كل يوم.
- عدم وجود معايرة - تحقق سهل بفضل المعايير القياسية.
- تقنية راسخة - مشمولة بمعيار ISO13320 (2009).

لهذه الأسباب، أصبح حيود الليزر الأسلوب القياسي لحجم الجسيمات في العديد من الصناعات، لأنه أسرع وأبسط ويوفر دقة أفضل من التقنيات التقليدية مثل [تحليل الغرابال](#). [20]

II.2.6. المبدأ

يقيس حيود الليزر توزيعات [حجم الجسيمات](#) عن طريق قياس التغير الزاوي في شدة الضوء المنتشر أثناء مرور شعاع الليزر عبر عينة من الجسيمات المتناثرة. تبعثر الجسيمات الكبيرة الضوء بزوايا صغيرة لشعاع الليزر والجزيئات الصغيرة تبعثر الضوء بزوايا أعلى. يتم تحليل البيانات المتعلقة بكثافة التشتت كدالة للزاوية لحساب حجم

الجسيمات التي خلقت صورة الحيود، وذلك بفضل نظرية مي .يمثل حجم الجسيم قطر الكرة المكافئة التي لها نفس حجم الجسيم [20].

3.6.II. تحضير العينة

حيث تم استخدام العينات في شكلها الطبيعي الشكل (18.II) ومنه تطرقنا الى الخطوات التالية:

- وضعنا كمية قليلة من الرمل في حامل العينة الموجود داخل الجهاز وقمنا بتشغيل الجهاز.
- النتائج تظهر على شاشة الكمبيوتر على شكل قيم في جدول مرفقة بالمنحني البياني.



الشكل 18.II: عينه من الرمل في شكلها الطبيعي.

اخذت صورة هذا الجهاز من مخبر فيزياء الاشعاع والبلازما وفيزياء السطوح (LRPPS) بجامعة قاصدي مرياح ورقلة كما موضح في الشكل (II .19).



الشكل 19.II : LA960 HORIBA

7.II. المجهر الإلكتروني الماسح MEB

المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) هو تقنية مجهرية إلكترونية قادرة على إنتاج صور عالية الدقة لسطح عينة باستخدام مبدأ تفاعلات المادة مع الإلكترونات. وكذلك يمكنه توفير معلومات عن التركيب الكيميائي للجسم الصلب. فهو أداة مهمة جدا ويستخدم في العديد من المجالات كعلم الأحياء والكيمياء والمعادن والطب والجيولوجيا ... تم تطوير الأجهزة الأولى في الأربعينيات من القرن الماضي، لكن الأجهزة التجارية الأولى كانت متوفرة في منتصف الستينيات [16].

1.7.II. مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح

عند ورود حزمة من الإلكترونات بطاقة ابتدائية E_0 على عينة صلبة سوف يحدث لها عدد من التفاعلات المرنة وغير المرنة، حيث ان التفاعلات المرنة تكون أساسا مع النواة التي تؤدي إلى تغير في اتجاه الإلكترونات الواردة (تشتت)، وبالتالي يصبح لكل إلكترون مسار مختلف عن الآخر وطول موجي محدد وبشكل عشوائي. إما فيما يخص التفاعلات الغير المرنة فإنها تسبب خسارة تدريجية لطاقة الإلكترونات الأولية في شكلين الشكل الأول يتمثل في تحويل الجزء الأكبر من طاقة الإلكترونات الأولية إلى الكتلونات المدرات الذرية مما يؤدي إلى إثارة أو تأيين هاته الأخيرة والشكل الثاني يضيع على هيئة إشعاع عند التفاعل مع النواة (إشعاع الكبح). أهم الانبعاثات الإلكترونية والكهرومغناطيسية الناتجة عن تفاعل الحزمة الإلكترونية الواردة مع العينة تتمثل فيما يلي :

1. الإلكترونات الثانوية (secondary electrons) الناتجة عن التفاعلات الغير مرنة للإلكترونات الأولية

الواردة مع الإلكترونات الذرية (الكثرونات التكافؤ).

2. الالكترونات المشتتة (diffracted electrons) تأتي من الالكترونات الأولية والتي لديها طاقة ما بين

0 و E_0 والتي كان معظمها قد حدث له عدد محدود من التصادمات المرنة او القريبة من المرنة.

3. الكترونات أوجر (Auger electrons) امتصاص انبعاث.

4. فوتونات (photons) .

5. زوج إلكترون - ثقب .

يتوقف عدد الجسيمات المنبعثة على التضاريس والتركيب وملمس سطح العينة يتم تحليل هذه الجسيمات بواسطة

كواشف مختلفة تسمح بإعطاء صورة دقيقة لسطح العينة [17]

II.7.2. الجهاز ومبدأ القياس

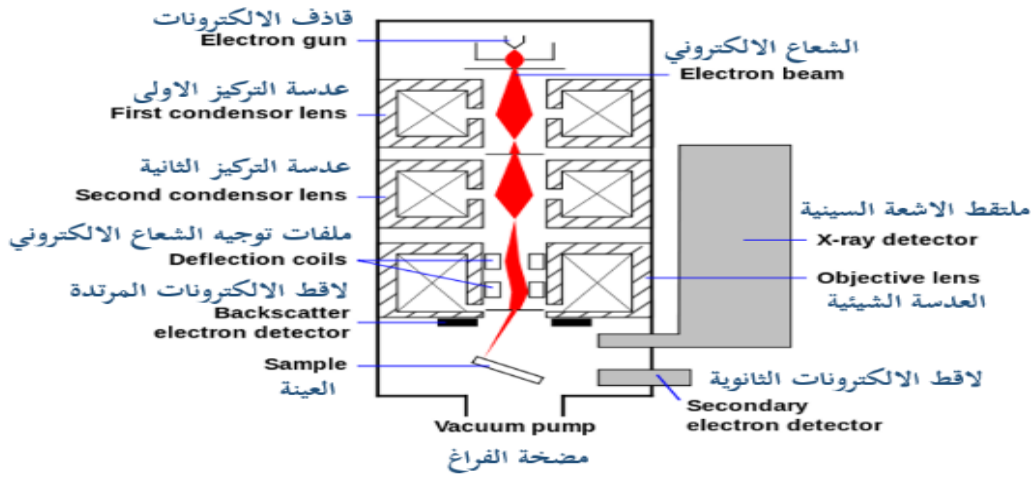
يتكون المجهر الالكتروني الماسح من:

- أنبوبة مفرغة .
- منبع الالكترونات يسمى بالمدفع وجهاز الجهد العالي، مسرع الالكترونات.
- مجموعه من العدسات الكهرومغناطيسية تسمى المكثفات معدة لتشكيل حزمة رقيقة ومركزة.
- عدسة كهرومغناطيسية نهائية تسمح بتركيز الحزمة على سطح العينة.
- جهاز انحراف مرتبط بواسطة مولد المسح.
- القرص الدوار أو ما يعرف بحامل العينة المتحرك .
- كواشف.
- نظام عرض الصور مرتبط بصفة متزامنة بمولد المسح [18] .

تنتج حزمة الالكترونات من طرف مدفع الالكترونات الذي يلعب دور المنبع، ثم تعادل هذه الحزمة من طرف

عدسات كهربائية والتي لها دور مماثل للعدسات التقليدية الضوئية في المجهر الضوئي، لتمر بعدها الحزمة عبر مجموعة

من الوشائع موضوعه وفقا للمحورين العموديين على محور الحزمة ملفوفة حولها تيارات متزامنة، العدسات الكهربائية والتي هي عموما عباره عن عدسات مغناطيسية والوشائع يشكلاان معا ما يعرف بالأنبوبة الإلكترونية. فعندما تسقط حزمة دقيقة من الالكترونات على العينة ينتج عدة تفاعلات تؤدي إلى توليد الكترونات ثانوية بطاقة منخفضة، تسرع هذه الأخيرة باتجاه كاشف الالكترونات الثانوية الذي يقوم بتضخيم الإشارة حيث تتوقف شدة الإشارة الكهربائية على طبيعة العينة. وهذا ما يحدث تماما عند كل نقطة من العينة. صورة العينة تظهر في الشاشة الفسفورية في أنبوبة الكاثود وتخزن في فيلم فوتوغرافي الشكل (20.II) [18].



الشكل 20.II: رسم تخطيطي لجهاز المجهر الالكتروني الماسح [19].

3.7.II الجهاز المستعمل

تم تحضير العينة بجهاز MEB القادرة على إنتاج صور عالية الدقة لسطح عينة باستخدام مبدأ تفاعلات المادة مع الإلكترونات. وكذلك يمكنه توفير معلومات عن التركيب الكيميائي للجسم الصلب. الموجود في مركز البحث العلمي والتطور التكنولوجي - الأرضية التقنية للتحليل الفيزيائية والكيميائية ورقلة CRAPC كما هو موضح في شكل التالي:



الشكل II. 21 : جهاز المجهر الإلكتروني الماسح.

II.8. التحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة (EDS)

مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية والتي يرمز لها EDS أو EDX وذلك من Energy-

dispersive X-ray (spectroscopy) وهي تقنية تحليلية تستخدم من أجل تحليل العناصر لمعرفة

الخصائص الكيميائية للعينات، وهي أحد أنواع مطيافية الأشعة السينية.

يعتمد مبدأ هذه التقنية على كون الأشعة السينية، والتي تنتج عن التأثير المتبادل بين جسيمات مشحونة مثل

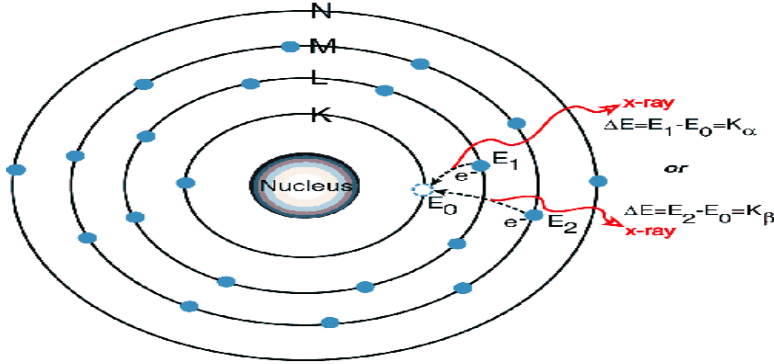
حزمة من الإلكترونات مع مادة العينة، مميزة للعناصر الموافقة في العينة، بذلك يمكن معرفة التركيب. بتعبير آخر، بما

أن لكل عنصر بنيته الذرية المميزة، فإن له مجموعة قمم مميزة في طيف الأشعة السينية.

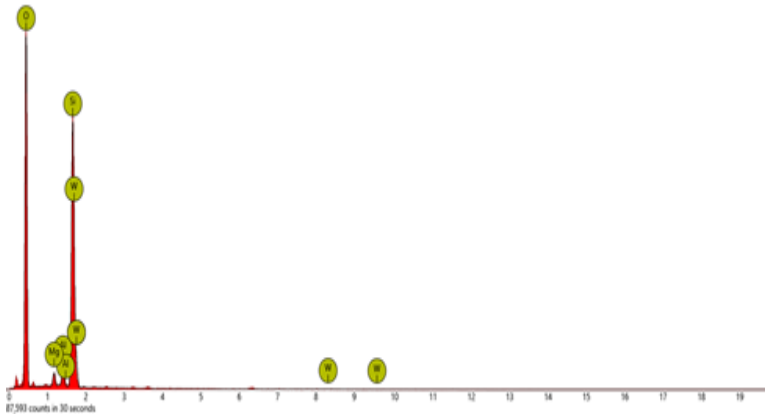
للحصول على الأشعة السينية المميزة للمادة ينبغي تهيج الذرات في الأول. يحدث ذلك بقذف المادة بحزمة

من الإلكترونات كما في المجهر الإلكتروني الماسح أو بحزمة من الأشعة السينية كما في تآلق الأشعة السينية. نتيجة

لذلك يصدر إلكترون من المدارات الذرية الداخلية، وتحدث عملية تهيج وحالة عدم استقرار نتيجة حدوث شاغر إلكتروني، والتي تملأ من مدارات ذرية أعلى. عندما تنتقل الإلكترونات من المدارات الذرية الأعلى إلى الأخفض، فإنها تصدر بذلك أشعة سينية لها طاقة موافقة لفرق الطاقة بين المدارات الذرية. هذا الفرق في الطاقة هو مميز لكل عنصر كيميائي الشكلين (23.22.II) [21].



الشكل II. 22: نموذج ذري لتوضيح تكون الأشعة السينية المشتتة للطاقة.



الشكل II. 23: طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لعينة رمل كثبان المقاري

المراجع

- [1] د. عبد الحميد حلمي الجزار-محمد عبد المنعم صقر-الاشعاع الدرري واستخداماته السليمة. عالم المعرفة. كويت-رمضان 1431هـ أغسطس 2011.
- [2] ع. نعيمة، م. سليمان، "علم البلورات والأشعة السينية"، دار الفكر العربي، مصر، (2004)
- [3] مذكرة ماستر اكاديمي جامعة الوادي 2015 $FeO_{2,5} Ca_{0,95} Sr_{0,05}$ بكاكرة كريمة ، دراسة تأثير درجة الحرارة في المركب
- [4] <http://arab-ency.com.sy/tech/details/341> الموسوعة العربية الاشعة السينية
- [5] س. بضيف، "دراسة التركيب الجزيئي لرمال كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الأشعة السينية، مذكرة ماستر، ورقلة، الجزائر. (2012)
- Louer, Journal de Physique III, Volume (1996) . 04/04/2022
- [6]/<http://scienceschimiques.univ-rennes1.fr> . 04/04/2022
- [7] - ش. كيتل، ي. ليتو، م. فرج، "المبادئ الأساسية في فيزياء الجوامد"، مكتبة النهضة المصرية القاهرة (1962).
- [8] ع. الشاذلي، "فيزياء الجوامد الجزء الأول"، جامعة عين الشمس، مصر
- [9] حرائز مناد وسحنون فضيل، مبادئ في تقنيات التحليل الكيميائي والفيزيائي. جامعة امسيلة. كلية العلوم. قسم الفيزياء (2014)

[10] بضيف سميحة (2016) تحديد التركيب الجزئي للأصناف الحبيبية المختلفة لرمل كثنان منطقة ورقلة وحساب

تركيز الكوارتز فيها باستخدام التقنيات الطيفية، أطروحة دكتورا، كلية علوم المادة جامعة ورقلة

[11] مذكرة ماستر أكاديمي، خشانة كريمة (2014) مقارنة عينة رمل تنمو فيها وردة الرمال وعينة من الرمل لا

تنمو فيها وردة الرمال. تخصص فيزياء الإشعاعات كاشف وبصريات الكترونية

[12] المحاضرة الرابعة-مطياف الأشعة تحت ال حمراءInfredspectrophotometer، د/غالية صباغ

[13] الباب السادس-مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء -د/ويليام ويبركوبلينتز

[14] الباب الخامس مطيافية الأشعة تحت الحمراءInfraredspectrophotometer

[15] مطيافية الأشعة تحت الحمراء /الاء صلاح عثمان بشير، رؤي مهدي عيسى قرشي، زينب بابكر عوض ...

الخرطوم : جامعة السودان العلوم والتكنولوجيا، العلوم، 2014.

[16] حازم فلاح سكيك. الميكروسكوبيات الالكترونية، اصدارات شبكة الفيزياء التعليمية، جامعة الازهر بغزة

2013

[https://books-library.net/free-1001432057-download.](https://books-library.net/free-1001432057-download) 05/05/2022

[17] M.paquton، J Ruste(2006)، Microscopie électronique à balayage.

Techniques de l'ingénieur, P 865U2.

[18] I.RAHIL، élaboration et caractérisation de revêtements durs Mo.

Cr et Mo.Cr.N mémoire présente pour obtenir le grade de magister.

Université Constantine.

[19] Nano-arabia.com

[20]<https://www.malvernpanalytical.com/fr/products/technology/light-scattering/laser-diffraction> . 04/04/2022

[21] قسم مختبر الشؤون العلمية-دليل لتعزيز القدرة على فحص الوثائق فحصا تحليليا جنائيا-الأمم

المتحدة-نيويورك 2010.

الفصل الثالث

تحليل النتائج ومناقشتها

سنتناول في هذا الفصل مناقشة النتائج وتحليلها لمختلف طرق العمل التي قمنا بها والمتمثلة في: التصنيف

الحبيبي (Particule size)، انعراج الأشعة السينية (DRX)، مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل

فورية (FTIR)، وأخيرا المجهر الإلكتروني الماسح (SEM/EDX).

III. 1. نتائج التحليل بواسطة انعراج الأشعة السينية (DRX)

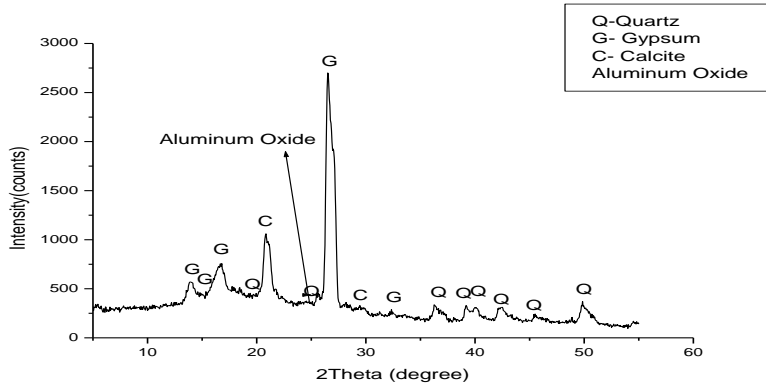
(أ) برنامج: X'Pert High Score

لقد استعملنا هذا البرنامج لمعالجة بيانات انعراج الأشعة السينية الخاصة بالعينة المدروسة، وهو واحد من بين العديد من برامج الحاسوب التي تعالج هذه البيانات اعتمادا على قواعد بيانات تحوي معلومات عديدة عن مختلف التراكيب البلورية. كما يمكنه المطابقة بين المعطيات المقدمة له من مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة وتلك التي لديه من قواعد البيانات معطيا التركيب البلوري الأكثر تطابق.

سمح لنا جهاز انعراج الأشعة السينية بتسجيل مخطط الانعراج لعينة من رمل الكثبان بلدية المقارين (تقرت) الشكل

(III. 1) وباستعمال معطيات قاعدة البيانات مثل بطاقات ASTM وبرنامج X'pert Highscore تحصلنا

على اطوار العينات الموضحة في الجدول (III. 1).



الشكل . III. 1: مخطط DRX لعينة من رمل الكثبان بلدية المقارين (تقرت)

الجدول. III. 1: اطوار العينات ومراجعتها

أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)	الكالسيت ($CaCO_3$)	الجبس ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	الكوارتز (SiO_2)	
01-076-0144	01-087-1863	01-076-1746	00-046-1045	المرجع

وفيما يلي وبمطابقة 2θ للعينه مع 2θ لبطاقات قاعدة البيانات نلخص في الجدول (2.III) زوايا الحيود والمعادن الموافقة لها ومعاملات ميلر لهذه العينة.

الجدول. III. 2: زوايا الحيود والمعادن الموافقة لها ومعاملات ميلر لهذه العينة

قارئ ميلر (hkl)	الاطوار البلورية	زاوية الانعراج 2θ للعينه
(001)	الجبس	13.9645
($\bar{1}11$)	الجبس	16.7380
(021)	الجبس	18.4864
(220)	الكوارتز	20.7801
($\bar{2}01$)	الكالسيت	22.3972
(110)	أكسيد الألمنيوم	25.5677
(310)	الكوارتز	26.4211
(041)	الجبس	27.1461
($\bar{2}02$)	الكالسيت	29.6547
(311)	الجبس	32.4679

36.3134	الكوارتز	(331)
39.1222	الكوارتز	($\bar{2}42$)
40.1151	الكوارتز	($\bar{3}32$)
42.1371	الكوارتز	(440)
45.4797	الكوارتز	(023)
49.8017	الكوارتز	(133)

أظهرت نتائج انعراج الأشعة السينية (DRX) ان العينة المدروسة تحتوي بشكل أساسي على الكوارتز SiO_2

المعرفة بالمرجع

(00-046-1045) حيث سجلت قمم الانعراج عند الزوايا $2\theta: 20.7801^\circ$ ،
 26.4211° ، 36.3134° ، 39.1222° ، 40.1151° ، 42.1371° ، 45.4797° ، 49.8017° وفي
الدرجات المقابلة على التوالي للمستويات البلورية (220)، (310)، (331)، ($\bar{2}42$)، ($\bar{3}32$)، (440)،
(023)، (133) .

وسجلت قمم الانعراج عند الزوايا 2θ :

13.9645° ، 16.7380° ، 18.4864° ، 27.1461° ، 32.4679° ، وفي الدرجات المقابلة على التوالي
للمستويات البلورية (001)، ($\bar{1}11$)، (021)، (041)، (311) للجبس $(CaSO_4 \cdot 2 H_2O)$.

وكذلك سجلت قمم الانعراج عند الزوايا 2θ للكالسيت $(Ca CO_3)$ على النحو التالي: 22.3972° ،
 29.6547° وفي درجات مقابلة على التوالي للمستويات البلورية ($\bar{2}01$)، ($\bar{2}02$) .

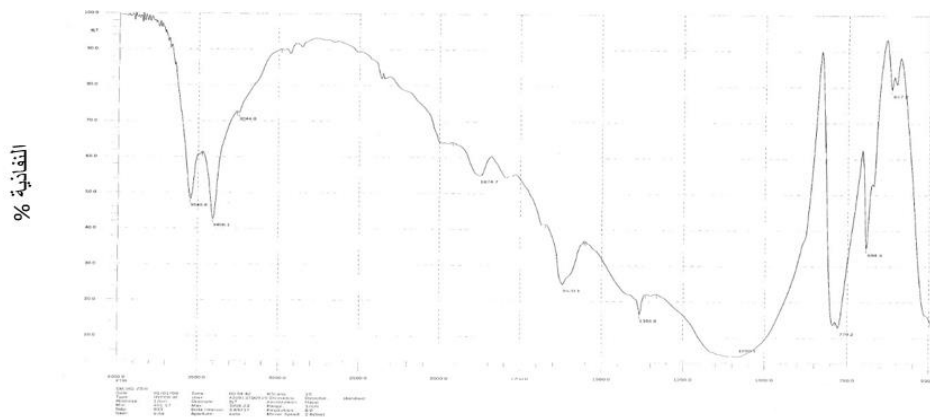
وأخيرا سجلت قيمة الانعراج عند الزاوية θ 2 (لأكسيد الألمنيوم Al_2O_3) ب 25.5677° للمستوي البلوري (110).

من خلال النتائج الموضحة نستنتج ان النسبة المئوية لكل من الاطوار الأربعة كما يلي:

الجدول III. 3: النسب المئوية للاطوار البلورية

الاطوار البلورية	الكوارتز (SiO_2)	الجبس ($CaSO_4 ; 2H_2O$)	الكالسيت ($Ca CO_3$)	أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)
النسبة المئوية %	44.6%	30.7%	22.8%	2%

III. 2 . نتائج التحليل لمطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء FTIR



الطول الموجي Cm^{-1}

الشكل III. 2: طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء FTIR لرملة كثبان بلدية المقارين (تقرت)

يعطي طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء معلومات عن نوعية وكمية الروابط الكيميائية المتواجدة بالمادة، ومن أجل تحليل كافي للأصناف الحبيبية المدروسة، يكفي تحديد الأطوار الموجية الممتصة الموافقة للمجموعات الكيميائية الموجودة فيها، ثم تحليلها وتعيين المعادن والمجموعة الوظيفية الموافقة لكل امتصاص، بالاستعانة بمراجع لأعمال سابقة.

يظهر الشكل (2.III) أطياف امتصاص الأشعة تحت الحمراء للعينة المدروسة المتحصل عليه. تستخدم تقنية المطيافية تحت الحمراء غالبا في تحديد التراكيب الجزيئية للمادة، فهي مكونة من جزيئات، تتشكل بدورها من ذرات، ترتبط فيما بينها بروابط كيميائية ذات اهتزازات مركزية، لذا يمكن تشبيه الجزيء بمجموعة هزازات توافقية، تمتلك رنيناً ناتجاً عن الاضطراب بجوار حالة الاستقرار. تقع ترددات هذا الرنين في المنطقة ما تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي، لذا فإن مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء (FTIR) تسمح بمعرفة هذا النوع من الاهتزازات ودراسته.

تؤكد نتائج التحليل بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء وذلك بمقارنة قمم الامتصاص في طيف عينتنا مع ما هو منشور في المراجع المختلفة [1,2] تشير الي أن أغلب الروابط الموجودة في عينتنا تعود الى الكوارتز والجبس المشبع بالماء، إضافة الي وجود روابط اخرى تعود الى مركبات أخرى كأكاسيد بعض المعادن، وبعض الشوائب العضوية، سنتطرق الى المركبتين الغالبتين، الكوارتز والجبس المشبع بالماء.

الكوارتز: صيغته الكيميائية SiO_2 وهو شكل من أشكال معدن السيليكات، يعتبر الكوارتز المعدن الرئيسي في تركيب رمل بلدية المقارين (تقرت) في الحالة الطبيعية. تحدث معظم أشرطة امتصاص الأشعة تحت الحمراء التابعة للكوارتز

في المجالين $400-700\text{ Cm}^{-1}$ و $800-1200\text{ Cm}^{-1}$ [3].

لذا فان أشرطة الامتصاص البارزة في عيناتنا الشكل (2.III) عند: 617.2، 694.3،

779.2، 1080.1 Cm^{-1} يمكننا نسبتها الى الكوارتز [1،2،4].

تشير اشربة الامتصاص عند 1080 Cm^{-1} . الى اهتزاز التمدد الغير متناظر

للرابطة Si-O-Si للكوارتز [5].

ويمكن ملاحظة أيضا اشربة الامتصاص عند 779.2 Cm^{-1} ينسب الى تمدد متناظر للرابطة-Si

O-Si [5] وهو يستعمل لتحديد مختلف أنواع السيليكا وفي حالتنا هذه يدل علي وجود السليكا

من صنف الكوارتز α [4،5] الأكثر استقرار. وشريط الامتصاص عند 694.3 Cm^{-1} و Cm^{-1}

617.2 هو سبب الاهتزاز انحاء متناظر [3] وهذا ينسب الى تمدد المجموعة الوظيفية Si-O في المنطقة Cm^{-1}

$400-800$ [7،6].

الجبس المشبع بالماء صيغته الكيميائية $(\text{CaSO}_4 ; 2\text{H}_2\text{O})$ ، ومن خلال طيف FTIR العينة المدروسة

لوحظ الامتصاص عند 1620.1 Cm^{-1} ، وهو سبب اهتزاز الرابطة H-O-H [10]. أظهر طيف الامتصاص

للعينة المدروسة حزم امتصاص قوية الشدة عند التردد 1384 Cm^{-1} . وهذا يعود لوجود الكالسيت وتعود الى

تمدد غير متناظر CO_3^{-2} [9].

كما أظهرت هذه الأطياف ثلاثة حزم امتصاص قوية الشدة عند الترددات 3548.8 Cm^{-1} و Cm^{-1}

3406.1 ¹ و

3244.0 Cm^{-1} تعود الى اهتزاز تمدد للرابطة O-H لمجموعة الهيدروكسيد، واخرى اقل شدة لوحظت عند

1874.7 Cm^{-1} وهي ناتجة عن التواء الاهتزاز للرابطة H-OH [8].

الجدول 4.III : يوضح نتائج التحليل لمطيافية امتصاص الاشعة تحت الحمراء FTIR.

المجموعة الوظيفية	المعدن	العدد الموجي Cm^{-1}
O-H تمدد اهتزاز للرابطة	الماء	3548.8
O-H تمدد اهتزاز للرابطة	الماء	3406.1
O-H تمدد اهتزاز للرابطة	الماء	3244.0
O-H تمدد اهتزاز للرابطة	الماء	1874.7
H-O-H اهتزاز للرابطة	الجبس	1620.1
CO_3^{-2} تمدد غير متناظر	الكالسييت	1384.8
Si-O-Si اهتزاز تمدد غير متناظر	الكوارتز	1080.1
Si-O-Si اهتزاز تمدد متناظر	الكوارتز	779.2
Si-O-Si اهتزاز انحناء متناظر	الكوارتز	694.3
Si-O-Si اهتزاز انحناء متناظر	الكوارتز	617.2

III . 3 . نتائج التصنيف الحبيبي (Particule Size):

حجم حبيبات الرمل من المعايير الأساسية في تصنيف الرمل وبناءا عليها فقد تم تقسيم الأصناف الرملية المتحصل

عليها من التصنيف الحبيبي المنجز الى أربعة أصناف وهي الطين، الطمي، الرمل والحصى وفق المجالات التالية:

الطين Clay: < 0.002mm

الطمي Silt: 0.002– 0.063

الرمل Sand: 0.063–2

الحصى Gravel: >2mm

بينت لنا نتائج التصنيف الحبيبي المطبق على عينة من رمل بلدية المقارين القيم المدونة على الجدول (III . 5).

الجدول III . 5: نتائج التصنيف الحبيبي.

النسبة المئوية %	اقطار الحبيبات (Micro_m)
0.136	58.953
0.266	67.523
0.526	77.340
1.032	88.583

101.460	1.893
116.210	3.103
133.103	4.835
152.453	7.017
174.616	9.405
200.000	11.513
229.075	12.639
262.376	12.235
300.518	10.486
344.206	8.250
394.244	6.126
451.556	4.248
517.200	2.724
592.387	1.679
678.504	1.012

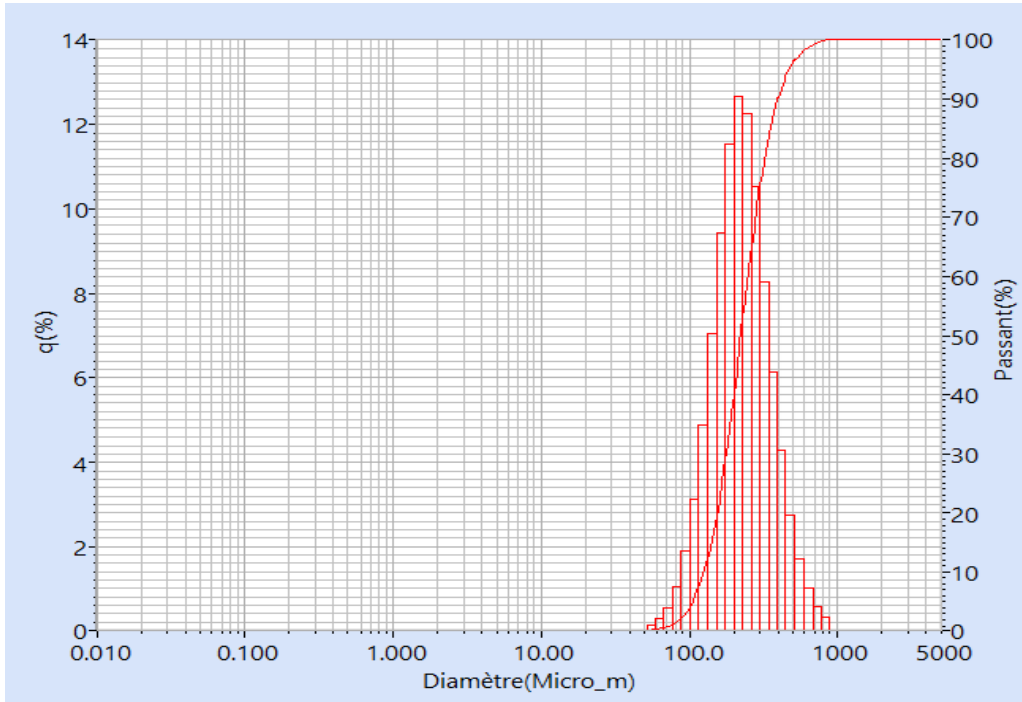
777.141	0.562
---------	-------

وبالاعتماد على مجالات المعطيات تمكنا من تقسيم الجدول الى المجالات المذكورة سابقا الجدول (6.III) يبين ذلك:

الجدول 6.III: مجالات تصنيف الرمل

الحصى	الرمل	الطمي	الطين	الصف
>2mm	0.063-2	0.002- 0.063	< 0.002mm	المجال
%0	%99,863	%0,136	%0	النسبة المئوية q(%)

3.III. 1. تحليل المنحني البياني:



الشكل 3.III: منحني بياني يمثل نتائج التصنيف الحبيبي

يتم الحصول على منحنى التصنيف الحبيبي (Partical size) لعينة الرمل المدروسة بعد اجراء التصنيف الحبيبي باستخدام نتائج الجدول (III. 5) المتحصل عليها وذلك باستخدام معلم محوره سيني (اقطار الحبيبات وهو مقسم وفقا للوغاريتم العشري) اما محوره العيني فهو النسبة المئوية للرمل ومقسم بتجانس وبالتالي اظهر لنا الشكل (III. 3) نوعين من المنحنيات.

أ: تحليل منحنى الأول:

نقسم منحنى الأول إلى ثلاث اقسام القسم الاولي قطر الحبيبة أقل من $58.953 \mu\text{m}$ نسبة العينة المارة تكون معدومة القسم الثاني قطر الحبيبة من $58.953 \mu\text{m}$ إلى $890.116 \mu\text{m}$ نسبة العينة المارة تزداد زيادة طردية مع قطر الحبيبة القسم الثالث قطر الحبيبة أكبر من $890.116 \mu\text{m}$ نسبة العينة المارة تكون معدومة.

ب: تحليل المنحنى الثاني: (نسبة كمية العينة بدلالة قطر الحبيبة).

نقسم المنحنى إلى ثلاث اقسام القسم الأول قطر الحبيبة أقل من $58.953 \mu\text{m}$ نسبة العينة معدومة، القسم الثاني قطر الحبيبة من $58.953 \mu\text{m}$ إلى $890.116 \mu\text{m}$ نلاحظ نسبة العينة تزداد بازدياد قطر الحبيبة إلى أن تبلغ الدرورة 12.639% عند قطر الحبيبة $229.075 \mu\text{m}$ ثم تبدأ نسبة العينة في التراجع إلى أن تنعدم اما في القسم الثالث قطر الحبيبة أكبر من $890.116 \mu\text{m}$ نسبة العينة منعدمة.

من خلال النتائج المبينة في المنحنى البياني والجدول (III.6) أظهرت نتائج التصنيف الحبيبي ان المنحنى قسم لأربعة مجالات

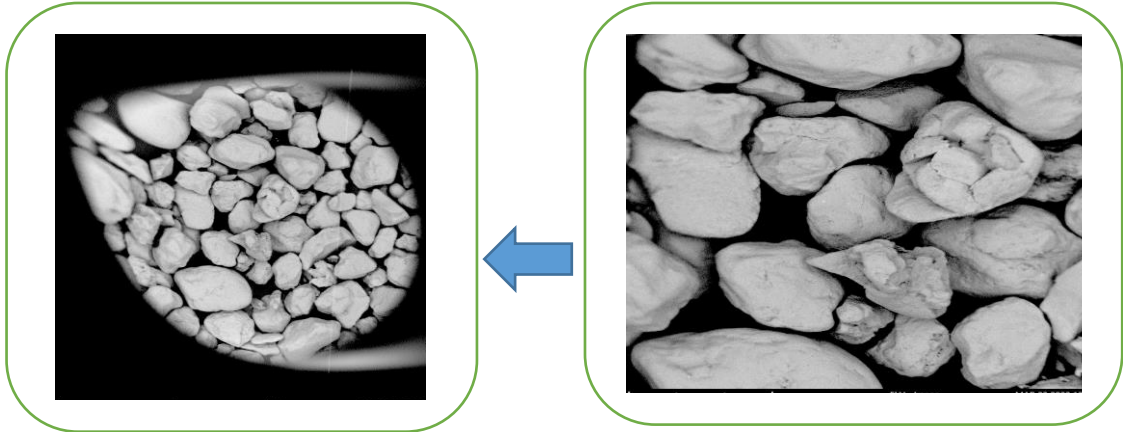
حيث ان نسبة الطين والحصى قدرت ب 0% وهي منعدمة تماما، بينما كانت نسبة الطمي تقدر ب 0.136% وهي نسبة ضعيفة جدا وأخيرا نسبة الرمل قدرت ب 99.863% وهي اعلي نسبة سجلناها. وبالتالي فان العينة المدروسة غلبت عليه صنف الرمل.

4.III. نتائج التحليل بالمجهر الالكتروني الماسح (EDS/ SEM)

يظهر لنا التصوير بالمجهر الالكتروني الماسح صورة لعينة من رمل بلدية المقارين (تقرت) إضافة الى ذلك يعطي لنا التحليل بتقنية (EDS) اهم مكونات هذه العينة ونسبها. حيث يظهر لنا الشكل (4.III) شكل حبات الرمل الناتج وحسب الخصائص الفيزيائية للرمل ذكر ان حبات الكوارتز تأخذ اشكال مختلفة وتحدد بمعرفة درجة تكور الحبات وتدورها حيث يعبر التكور عن درجة اقتراب الحبة من الشكل الكروي تبعاً للنسبة بين المحاور الثلاثة الرئيسية للحبة؛ فهناك الحبات الكروية، القرصية، الورقية والنصلية او القضيبية، أما التدور فيعبر عن درجة انحناء أركان الحبة. وبحسب مقياس التدور المعتمد عالمياً تقسم الحبات إلى

حبات مزواة جداً (very angular) ، وحبات مزواة (angular) ، وحبات تحت مزواة (sub-angular)

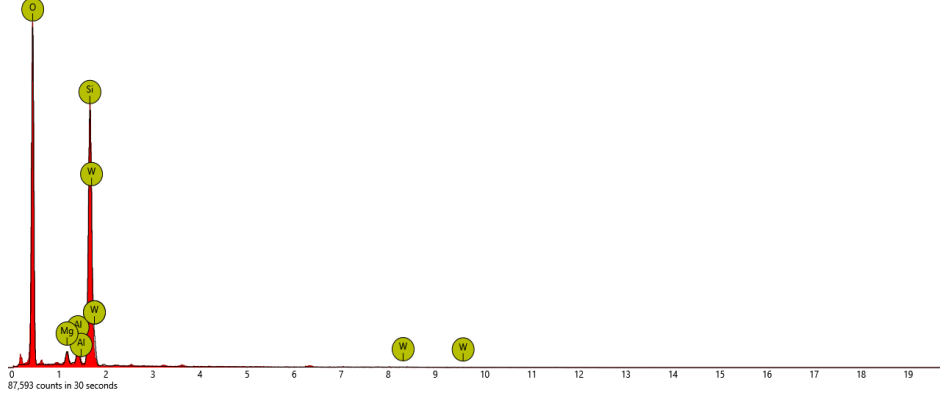
(angular) ، وحبات تحت مستديرة، ومستديرة، ومستديرة جداً واعتماداً على هذا التصنيف فان الصنف المطابق للعينة هو ان الشكل ذو تكور منخفض ومستدير.



الشكل 4.III: صورة بالمجهر الالكتروني الماسح لعينة رمل المقارين

وفيما يلي وحسب الخصائص الكيميائية للرمل وباستخدام تقنية التحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة (EDS) تسمح لنا بمعرفة المكونات الكيميائية وكذلك النسب الوزنية لمختلف العناصر الداخلة في تركيب رمل

الكثبان، توضح في الشكل (5.III) نتائج التحليل النوعي للعينه والجدول (7.III) يوضح نتائج التحليل الكمي للعينه.



الشكل 5.III: نتائج التحليل النوعي لعيهه رمل المقارين

الجدول 7.III: يلخص نتائج التحليل الكمي للعيهه

رمز العنصر	النسبة المئوية للذرة. %	الوزن. (g)	رمز الاكسيد	النسبة المئوية %
O	76.00	64.59		
Si	20.69	30.87	SiO ₂	89.00
Al	1.89	2.71	Al ₂ O ₃	6.91
Mg	1.42	1.83	MgO	4.09

تؤكد نتائج الجدول (7.III) ان رمل بلدية المقارين في حالته الطبيعية يتكون من نسبة معتبرة من Si والتي قدرت بنسبة 20.69% و O بنسبة 76.00% وهذا ما يفسر وجود الكوارتز SiO_2 بنسبة 89.00% كما لوحظ وجود نسبة قليلة لكل من العنصرين Al و Mg بنسب 1.89% و 1.42% على التوالي.

المراجع

- [1] . Ali Sdiri, (2010) Teruo Higashi, Tamao Hatta, Fakher Jamoussi and Norio Tase ; Mineralogical and spectroscopique characterization, and potentiel environmental use of lime stone forme the Abiod formation, Tunisie, Environ Earth SCI., 61 pp 1275–1287
- [2] . Flemming A, Andersen, (1991), Ljerka Brečevic ; Infrared spectra of amorphous and crystalline Calcium Carbonate, Acta Chem, Scand, 45, pp1018–102.
- [3] B J Saikia, G Parthasarathy, N C Sarmah and G D Baruah; (2008) Fourier–transform .18 infrared spectroscopique characterization of naturally occurring glass fulgurites, Indian Academy of Sciences Vol. 31, N° 2 pp 155–158.
- [4] dave K. Verma, Diane M. Johnson and Karen Tombe; (2002), A Method for Determining Crystalline Silica in Bulk Samples by Fourier Transform Infrared Spectrophotometry, Ann. occup. Hyg., Vol. 46, No. 7 pp. 609–615.

- [5] G. Anbalagana, A. Prabaharam and S. Gunasekaram; , (2010). Spectroscopic characterization of Indian standard Sand. Journal of applied spectroscopy. Vol 77 PP 86–94
- [6] Gnanasarasavan S, Raj Kumar P (2013) Characterization of minerals in natural and manufactured Sand in Cauvery River belt, Tamilnadu, India. Infrared Physics and Technology (58): 21–31.
- [7] Razva O, Anufrienkova A, Korovkin M, Ananieva L, Abramova R (2014) Calculation of quartzite crystallinity index by infrared absorption Spectrum. Earth and Environmental Science 1 (21) :12006–12009
- [8] Dave K. Verma, Diane M. Johnson and Karen Tomba (2002) A Method for Determining Crystalline Silica in Bulk Samples by Fourier Transform Infrared Spectrophotometry, Ann. Occup. Hyg 46(7) :609–615
- [9] Reig F. B., Adelantado J. V. G. and Moreno M. C. M. (2002) ; FTIR quantitative analyses of calcium carbonate (calcite) and silice (quartz) mixtures using the constant ratio méthode. Application to geological samplers ; Talanta 58 : 811–821

[10] Khadija Z, Rachid G (2019) Mineralogical analyses of Sand roses and Sand dunes samplers from two régions of South Algérie. *Silicone* 11(3) :1537–1545. <https://doi.org/10.1007/s12633-018-9974-1>.

الخلاصة العامة

في هذه المذكرة قمنا بدراسة تجريبية على رمل الكثبان بلدية المقارين (تقرت) وذلك لتحديد التراكيب الجزيئية وحساب تراكيزها باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فوري (FTIR)، انعراج الأشعة السينية (DRX) والمجهر الإلكتروني الماسح (MEB) المزود بالتحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة (EDS) والتصنيف الحبيبي (Particule size). الهدف من هذا العمل هو تبيين الموارد الطبيعية غير المستغلة واستعمالها في مجال الصناعة في المستقبل.

عند القيام بتصنيف الحبيبي كانت النتائج كالتالي: الرمل بنسبة 99.86% في المجال (0.063 – 2mm) والطيني بنسبة ضعيفة جدا قدرت بـ 0.14% في المجال (0.002-0.036).

عند استخدام انعراج الأشعة السينية (DRX) تمكنا من تحديد التراكيب البلورية الرئيسية للعينة المدروسة حيث تبين أن رمل الكثبان بلدية المقارين (تقرت) ذو تصنيف حبيبي في حالته الطبيعية يتكون من الكوارتز (SiO_2) ذو طور α ، الجبس ($\text{CaSO}_4 ; 2\text{H}_2\text{O}$)، الكالسيت (CaCO_3) وأكسيد الألمنيوم (Al_2O_3).

تم تأكيد وجود الكوارتز والجبس باستخدام انعراج الأشعة السينية من خلال الانعراجات الرئيسية لها: بالنسبة للكوارتز (SiO_2) عند الزوايا 2θ : 20.78° ، 26.42° ، 36.31° ، 39.12° ، 40.11° ، 42.13° ، 45.47° ، 49.80° حيث $2\theta=26.42^\circ$ ذات أكبر شدة.

أما الجبس ($\text{CaSO}_4 ; 2\text{H}_2\text{O}$) عند الزوايا 2θ : 13.9° ، 16.73° ، 18.48° ، 27.14° ، 32.46° . الكالسيت (CaCO_3) علي النحو التالي:

29.65° ، 22.39° وأخيرا سجلت قيمة الانعراج عند الزاوية $\theta 2$: لأكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) (بالزاوية 25.56° .

أما مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فوري (FTIR)، تؤكد أن اغلب الروابط الموجودة في الرمل المدروس تعود إلى الكوارتز والجبس المشبع بالماء وهو ما يتوافق تماما مع نتائج انعراج الأشعة السينية (DRX) إذ بينت ذلك أشربة الامتصاص الدالة علي وجود الكوارتز عند 617.2cm^{-1} ، 694.3 ، 779.2cm^{-1} ، 1080cm^{-1} والجبس من خلال شريط الامتصاص التالي: 1620.1cm^{-1} .

أما نتائج المجهر الالكتروني الماسح (MEB) المزود بالتحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة (EDS) فنتج نوعين من التحليل الكيفي يعود إلى تحديد العناصر الموجودة في العينة والكمي بتحديد نسبها المئوية، بينما تفيد الالكترونات الثانوية المنبعثة من العينة في الدراسة المرفولوجية (التصوير الالكتروني

الملاحق

بطاقة ASTM للكالسيت (CaCO₃)

Name and formula

Reference code:	01-087-1863
Mineral name:	Calcite
Compound name:	Calcium Carbonate
ICSD name:	Calcium Carbonate
Empirical formula:	CaCO ₃
Chemical formula:	Ca (CO ₃)

Crystallographic parameters

Crystal system:	Monoclinic
Space group:	C2
Space group number:	5
a (Å):	8,7460
b (Å):	4,6850
c (Å):	8,2750
Alpha (°):	90,0000
Beta (°):	94,4000
Gamma (°):	90,0000
Calculated density (g/cm ³):	2,95
Volume of cell (10 ⁶ pm ³):	338,07
Z:	6,00
RIR:	2,01

Status, subfiles and quality

Status:	Diffraction data collected at non ambient pressure
Subfiles:	Inorganic Mineral Modelled additional pattern
Quality:	Calculated (C)

Comments

ICSD collection code:	083607
Creation Date:	01/01/1970
Modification Date:	01/01/1970
ICSD Collection Code:	083607
Calculated Pattern Original Remarks:	REM PRE 4100
Calculated Pattern Original Remarks:	REM RVP
Calculated Pattern Original Remarks:	REM REF
Test from ICSD:	No R value given

Test from ICSD:

At least one TF missing.

References

Primary reference:

Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)

Structure:

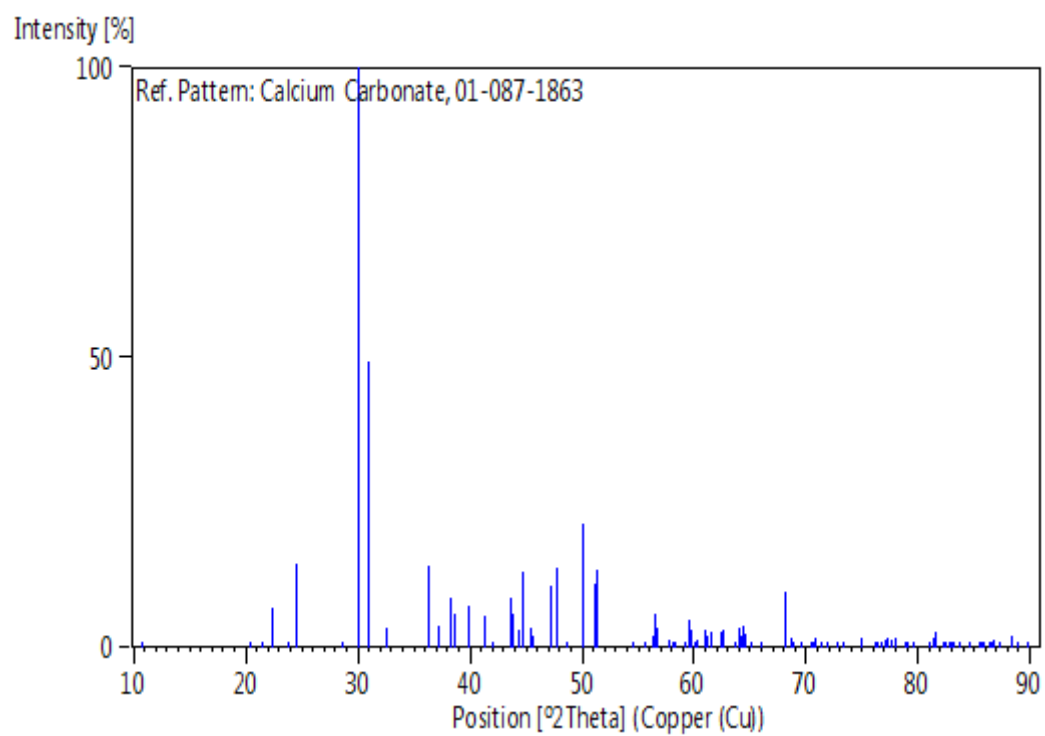
Smyth, J.R., Ahrens, T.J., *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 1595, (1997)

Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	0	0	1	8,25061	10,714	0,1
2	2	0	0	4,36011	20,352	0,1
3	1	1	0	4,12708	21,514	0,4
4	-2	0	1	3,98323	22,301	6,8
5	-1	1	1	3,73828	23,783	0,9
6	1	1	1	3,63857	24,444	14,3
7	-2	0	2	3,11842	28,602	0,2
8	-1	1	2	2,97212	30,042	100,0
9	2	0	2	2,88803	30,939	49,2
10	0	0	3	2,75020	32,531	3,3
11	3	1	0	2,46996	36,344	14,2
12	-2	0	3	2,40976	37,285	3,6
13	0	2	0	2,34250	38,396	8,4
14	-1	1	3	2,32493	38,698	5,8
15	0	2	1	2,25344	39,977	7,2
16	-3	1	2	2,18280	41,329	5,6
17	-4	0	1	2,14883	42,013	0,3
18	4	0	1	2,06888	43,718	8,6
19	0	0	4	2,06078	43,899	5,7
20	0	2	2	2,03700	44,439	3,0
21	-2	2	1	2,01921	44,851	13,0
22	-4	0	2	1,99162	45,507	3,5
23	2	2	1	1,98498	45,668	2,1
24	-2	0	4	1,92242	47,243	10,7
25	-3	1	3	1,90026	47,828	13,7
26	-2	2	2	1,87294	48,570	0,5
27	4	0	2	1,86914	48,675	0,3
28	2	2	2	1,81883	50,113	21,4
29	0	2	3	1,78330	51,183	11,1
30	3	1	3	1,78084	51,259	13,3
31	-4	0	3	1,77603	51,408	7,0
32	-2	2	3	1,68012	54,578	0,2
33	4	0	3	1,64797	55,734	0,2
34	5	1	0	1,63447	56,235	2,0
35	-5	1	1	1,62575	56,564	5,9
36	2	2	3	1,62254	56,686	3,3
37	4	2	0	1,59587	57,722	1,3
38	-2	0	5	1,58350	58,216	0,3
39	5	1	1	1,58178	58,285	0,3
40	-4	0	4	1,55840	59,246	0,4
41	-1	1	5	1,55068	59,570	4,7
42	0	2	4	1,54805	59,682	2,9
43	1	3	0	1,53721	60,146	0,5
44	3	1	4	1,53474	60,253	1,2
45	-4	2	2	1,51733	61,017	3,2
46	-1	3	1	1,51490	61,126	1,9
47	1	3	1	1,50754	61,456	2,8

48	-2	2	4	1,48606	62,443	2,7
49	5	1	2	1,48346	62,565	3,0
50	4	2	2	1,46103	63,637	0,5
51	6	0	0	1,45337	64,012	3,3
52	-6	0	1	1,45047	64,155	2,1
53	-1	3	2	1,44687	64,334	3,6
54	4	0	4	1,44402	64,477	2,4
55	1	3	2	1,43304	65,031	0,2
56	-3	1	5	1,41537	65,945	0,8
57	6	0	1	1,41293	66,074	0,5
58	3	3	0	1,37569	68,103	9,7
59	-4	0	5	1,36716	68,587	1,5
60	5	1	3	1,36269	68,843	1,0
61	3	3	1	1,34902	69,641	1,0
62	1	3	3	1,33417	70,531	0,5
63	3	1	5	1,33255	70,629	0,3
64	-5	1	4	1,32837	70,885	1,5
65	-3	3	2	1,31950	71,434	0,1
66	-2	2	5	1,31219	71,894	0,1
67	-4	2	4	1,29797	72,807	0,2
68	3	3	2	1,29105	73,260	0,1
69	2	2	5	1,26651	74,920	1,6
70	-3	3	3	1,24862	76,183	0,2
71	6	0	3	1,24609	76,366	0,2
72	-1	3	4	1,24063	76,763	0,1
73	-3	1	6	1,23619	77,089	1,2
74	6	2	0	1,23498	77,179	1,5
75	-6	0	4	1,23320	77,311	0,7
76	4	2	4	1,22923	77,607	1,3
77	1	3	4	1,22466	77,951	1,6
78	3	3	3	1,21286	78,856	0,1
79	6	2	1	1,20988	79,089	0,2
80	-7	1	1	1,20391	79,559	0,1
81	0	2	6	1,18587	81,018	1,0
82	-4	2	5	1,18077	81,441	1,5
83	-7	1	2	1,17946	81,551	2,6
84	0	4	0	1,17125	82,245	0,4
85	3	1	6	1,16949	82,396	0,8
86	-3	3	4	1,16417	82,855	0,1
87	6	2	2	1,16247	83,003	0,1
88	-5	3	1	1,16026	83,196	0,3
89	-6	2	3	1,15510	83,652	0,9
90	-1	1	7	1,14396	84,654	0,1
91	-5	3	2	1,13502	85,479	0,2
92	-1	3	5	1,13244	85,721	0,8
93	2	4	0	1,13115	85,842	0,4
94	0	4	2	1,12672	86,262	0,1
95	3	3	4	1,12578	86,351	0,1
96	-2	4	1	1,12368	86,552	0,5
97	5	1	5	1,12162	86,751	1,2
98	1	3	5	1,11726	87,174	0,2
99	5	3	2	1,10506	88,384	1,9
100	6	2	3	1,10012	88,886	0,8
101	-5	1	6	1,09161	89,765	0,4

Stick Pattern



بطاقة ASTM لأكسيد الألمنيوم Al_2O_3

Name and formula

Reference code:	01-076-0144
Compound name:	Aluminum Oxide
ICSD name:	Aluminum Oxide
Empirical formula:	Al_2O_3
Chemical formula:	Al_2O_3

Crystallographic parameters

Crystal system:	Rhombohedral
Space group:	R-3c
Space group number:	167

a (Å):	5,1300
b (Å):	5,1300
c (Å):	5,1300
Alpha (°):	55,2700
Beta (°):	55,2700
Gamma (°):	55,2700

Calculated density (g/cm ³):	3,98
Volume of cell (10 ⁶ pm ³):	254,91
Z:	2,00

RIR:	1,96
------	------

Subfiles and quality

Subfiles:	Alloy, metal or intermetallic Corrosion Inorganic Modelled additional pattern
Quality:	Calculated (C)

Comments

ICSD collection code:	033639
Creation Date:	01/01/1970
Modification Date:	01/01/1970
ICSD Collection Code:	033639
Calculated Pattern Original Remarks:	REM B Free O-Parameter 0.30 given by the author probably wro
Calculated Pattern Original Remarks:	REM changed to -0.30
Test from ICSD:	No R value given
Test from ICSD:	At least one TF missing
Test from ICSD:	Published coordinates have been corrected.

References

Primary reference:

Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)

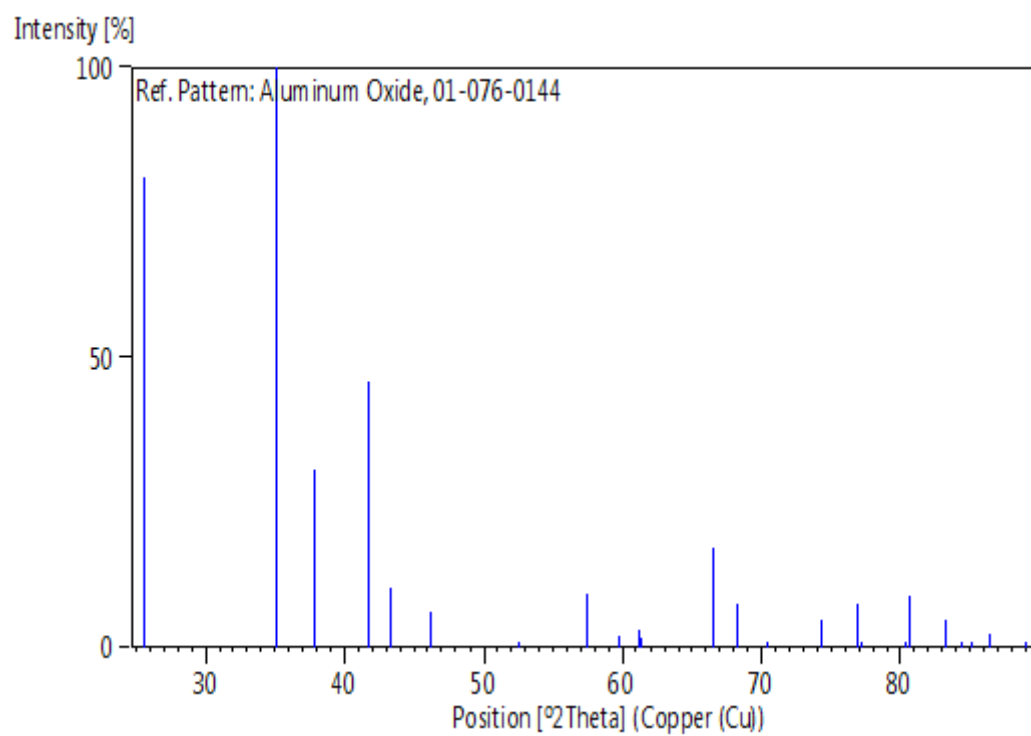
Structure:

*Zachariasen, W.H., *Skr. Nor. Vidensk.-Akad., Kl. 1: Mat.-Naturvidensk. Kl.*, **1928**, 1, (1928)*

Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	1	1	0	3,48042	25,574	81,3
2	1	2	1	2,55157	35,143	100,0
3	-1	1	0	2,37949	37,777	30,8
4	2	2	2	2,16608	41,663	46,0
5	1	2	0	2,08559	43,350	10,2
6	0	2	0	1,96429	46,177	6,1
7	2	2	0	1,74021	52,546	0,3
8	1	3	2	1,60179	57,488	9,1
9	-1	2	0	1,54667	59,741	2,0
10	-1	2	1	1,51482	61,129	3,0
11	3	3	2	1,51138	61,283	1,7
12	1	3	0	1,40465	66,514	17,3
13	-2	1	1	1,37380	68,209	7,6
14	2	3	0	1,33617	70,409	0,9
15	2	4	2	1,27578	74,283	4,6
16	3	4	3	1,23948	76,847	7,4
17	3	4	2	1,23451	77,214	1,1
18	2	4	1	1,19335	80,405	0,7
19	-2	2	0	1,18974	80,700	8,8
20	3	3	0	1,16014	83,207	4,6
21	-1	3	1	1,14726	84,354	0,1
22	-2	2	1	1,13867	85,140	0,7
23	-1	3	0	1,12578	86,351	2,2
24	4	4	2	1,09928	88,971	0,6

Stick Pattern



بطاقة ASTM للكوارتز (SiO₂)

Name and formula

Reference code:	00-046-1045
Mineral name:	Quartz, syn
Compound name:	Silicon Oxide
PDF index name:	Silicon Oxide
Empirical formula:	O ₂ Si
Chemical formula:	SiO ₂

Crystallographic parameters

Crystal system:	Hexagonal
Space group:	P3221
Space group number:	154
a (Å):	4,9134
b (Å):	4,9134
c (Å):	5,4052
Alpha (°):	90,0000
Beta (°):	90,0000
Gamma (°):	120,0000
Calculated density (g/cm ³):	2,65
Measured density (g/cm ³):	2,66
Volume of cell (10 ⁶ pm ³):	113,01
Z:	3,00
RIR:	3,41

Subfiles and quality

Subfiles:	Alloy, metal or intermetallic Cement and Hydration Product Common Phase Forensic Inorganic Mineral
Quality:	Star (S)

Comments

Color:	White
--------	-------

Creation Date: 01/01/1970
Modification Date: 01/01/1970
Color: White
Temperature of Data Collection: Pattern taken at 23(1) C. Low temperature quartz. 2q determination based on profile fit method
Optical Data: B=1.544, Q=1.553, Sign=+
Additional Patterns: To replace 33-1161.

References

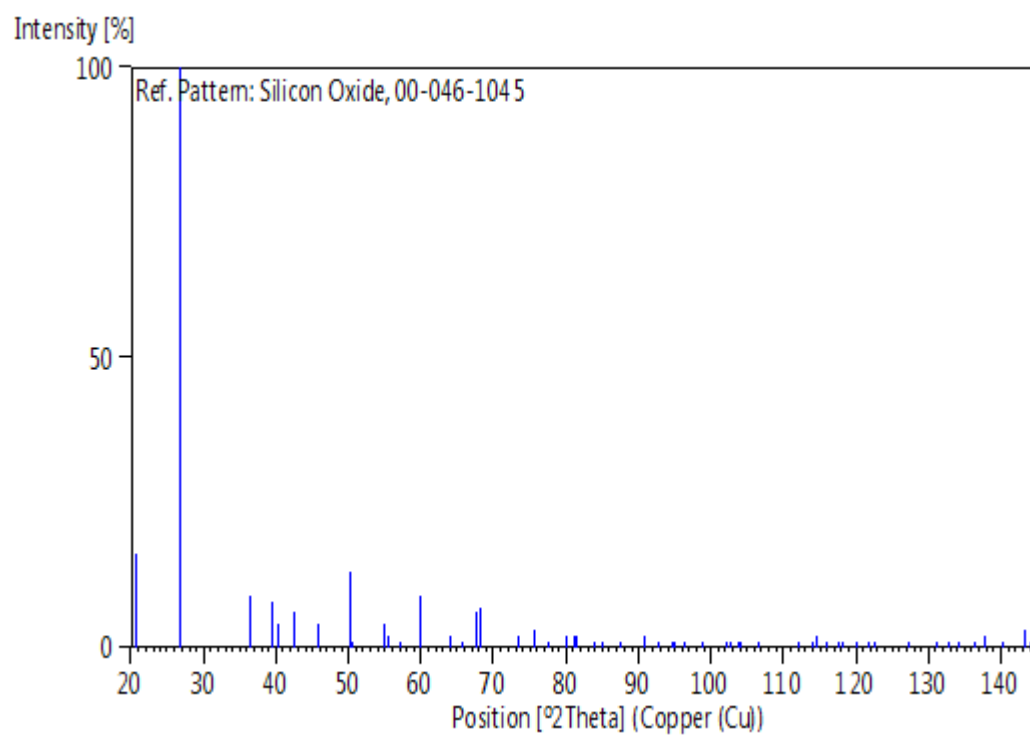
Primary reference: Kern, A., Eysel, W., Mineralogisch-Petrograph. Inst., Univ. Heidelberg, Germany., *ICDD Grant-in-Aid*, (1993)
Structure: *Z. Kristallogr.*, **198**, 177, (1992)
Optical data: Swanson, Fuyat., *Natl. Bur. Stand. (U.S.), Circ. 539*, **3**, 24, (1954)

Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	1	0	0	4,25499	20,860	16,0
2	1	0	1	3,34347	26,640	100,0
3	1	1	0	2,45687	36,544	9,0
4	1	0	2	2,28149	39,465	8,0
5	1	1	1	2,23613	40,300	4,0
6	2	0	0	2,12771	42,450	6,0
7	2	0	1	1,97986	45,793	4,0
8	1	1	2	1,81796	50,139	13,0
9	0	0	3	1,80174	50,622	1,0
10	2	0	2	1,67173	54,875	4,0
11	1	0	3	1,65919	55,325	2,0
12	2	1	0	1,60827	57,235	1,0
13	2	1	1	1,54153	59,960	9,0
14	1	1	3	1,45289	64,036	2,0
15	3	0	0	1,41841	65,786	1,0
16	2	1	2	1,38210	67,744	6,0
17	2	0	3	1,37496	68,144	7,0
18	3	0	1	1,37188	68,318	5,0
19	1	0	4	1,28791	73,468	2,0
20	3	0	2	1,25595	75,660	3,0
21	2	2	0	1,22832	77,675	1,0
22	2	1	3	1,19982	79,884	2,0
23	2	2	1	1,19779	80,047	1,0
24	1	1	4	1,18399	81,173	2,0
25	3	1	0	1,18017	81,491	2,0
26	3	1	1	1,15298	83,840	1,0
27	2	0	4	1,14065	84,957	1,0
28	3	0	3	1,11455	87,439	1,0
29	3	1	2	1,08155	90,831	2,0
30	4	0	0	1,06380	92,788	1,0
31	1	0	5	1,04772	94,651	1,0
32	4	0	1	1,04380	95,119	1,0
33	2	1	4	1,03461	96,238	1,0
34	2	2	3	1,01490	98,751	1,0

35	1	1	5	0,98958	102,231	1,0
36	3	1	3	0,98725	102,567	1,0
37	3	0	4	0,97834	103,877	1,0
38	3	2	0	0,97617	104,203	1,0
39	3	2	1	0,96078	106,593	1,0
40	4	1	0	0,92853	112,114	1,0
41	3	2	2	0,91816	114,061	1,0
42	4	0	3	0,91606	114,467	2,0
43	4	1	1	0,91518	114,639	2,0
44	2	2	4	0,90889	115,885	1,0
45	0	0	6	0,90085	117,537	1,0
46	2	1	5	0,89719	118,313	1,0
47	3	1	4	0,88891	120,124	1,0
48	1	0	6	0,88135	121,853	1,0
49	4	1	2	0,87817	122,605	1,0
50	3	0	5	0,85980	127,251	1,0
51	1	1	6	0,84584	131,203	1,0
52	5	0	1	0,84075	132,756	1,0
53	4	0	4	0,83592	134,293	1,0
54	2	0	6	0,82956	136,424	1,0
55	4	1	3	0,82539	137,895	2,0
56	3	3	0	0,81891	140,318	1,0
57	5	0	2	0,81168	143,251	3,0
58	3	3	1	0,80967	144,119	1,0

Stick Pattern



بطاقة ASTM للجبس (CaSO₄ ; 2H₂O)

Name and formula

Reference code:	01-076-1746
Mineral name:	Gypsum
Compound name:	Calcium Sulfate Hydrate
ICSD name:	Calcium Sulfate Hydrate
Empirical formula:	CaH ₄ O ₆ S
Chemical formula:	CaSO ₄ (H ₂ O) ₂

Crystallographic parameters

Crystal system:	Monoclinic
Space group:	C2/m
Space group number:	12

a (Å):	10,4700
b (Å):	15,1500
c (Å):	6,2800
Alpha (°):	90,0000
Beta (°):	98,9700
Gamma (°):	90,0000

Calculated density (g/cm ³):	1,16
Volume of cell (10 ⁶ pm ³):	983,95
Z:	4,00

RIR:	5,05
------	------

Subfiles and quality

Subfiles:	Inorganic Mineral Modelled additional pattern
Quality:	Calculated (C)

Comments

ICSD collection code:	036186
Creation Date:	01/01/1970
Modification Date:	01/01/1970
ICSD Collection Code:	036186
Calculated Pattern Original Remarks:	ATOM H 1 +1 16.00 Atoms not located in unit cell
Test from ICSD:	At least one TF missing
Test from ICSD:	No R value given.

References

Primary reference:
Structure:

Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Onorato, E., *Z. Kristallogr., Kristallgeom., Kristallphys., Kristallchem.*,
71, 277, (1929)

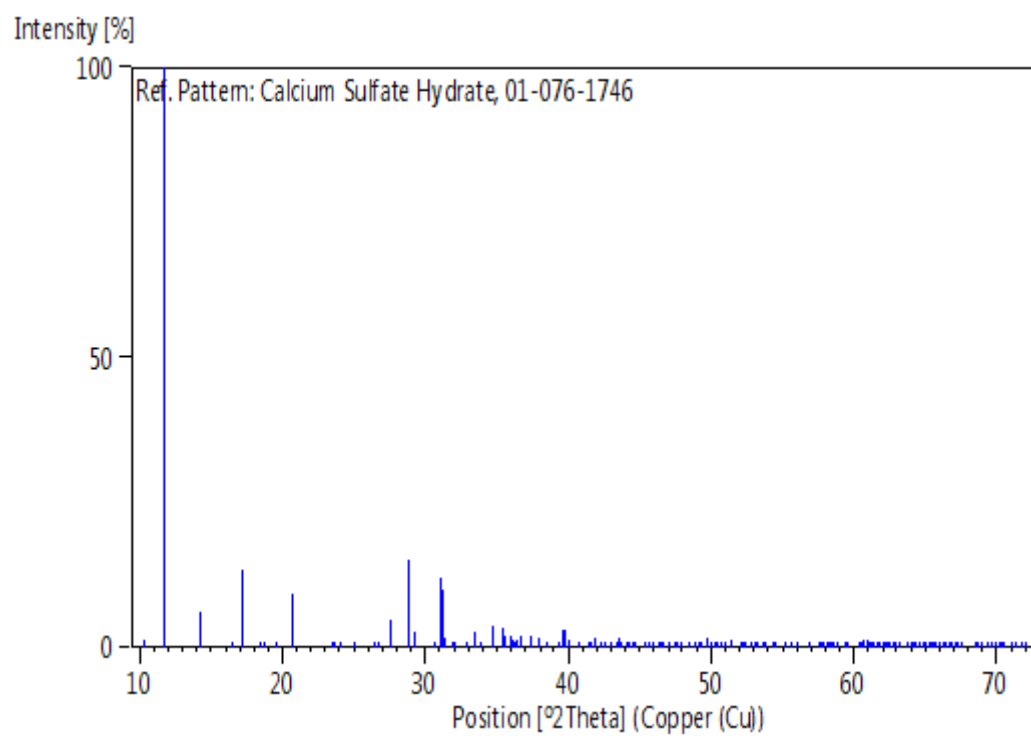
Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	1	1	0	8,54155	10,348	1,4
2	0	2	0	7,57500	11,673	100,0
3	0	0	1	6,20320	14,267	6,1
4	-1	1	1	5,35799	16,532	0,1
5	2	0	0	5,17098	17,134	13,3
6	0	2	1	4,79931	18,472	0,2
7	1	1	1	4,73752	18,715	0,9
8	1	3	0	4,53789	19,546	0,8
9	2	2	0	4,27077	20,782	9,3
10	-1	3	1	3,78750	23,469	1,0
11	-2	2	1	3,75050	23,704	0,1
12	2	0	1	3,69843	24,043	0,4
13	1	3	1	3,54864	25,074	1,1
14	3	1	0	3,36139	26,495	0,3
15	2	2	1	3,32346	26,803	0,1
16	0	4	1	3,23258	27,572	4,7
17	0	0	2	3,10160	28,760	15,2
18	2	4	0	3,05554	29,204	2,7
19	1	5	0	2,90777	30,723	0,5
20	0	2	2	2,87031	31,134	11,9
21	-2	0	2	2,86409	31,204	9,9
22	3	3	0	2,84718	31,394	1,6
23	1	1	2	2,80189	31,915	0,4
24	3	1	1	2,78343	32,132	0,3
25	-3	3	1	2,72404	32,852	0,2
26	-2	2	2	2,67899	33,421	2,8
27	-1	3	2	2,64636	33,845	0,1
28	1	5	1	2,58549	34,667	3,6
29	-4	0	1	2,53072	35,442	3,3
30	0	6	0	2,52500	35,525	2,0
31	2	0	2	2,49383	35,984	1,9
32	1	3	2	2,48273	36,150	1,2
33	-3	1	2	2,47469	36,272	1,0
34	3	3	1	2,46986	36,345	1,3
35	4	2	0	2,44688	36,699	1,9
36	-4	2	1	2,40031	37,437	2,1
37	2	2	2	2,36876	37,954	1,6
38	0	6	1	2,33868	38,462	0,4
39	-2	4	2	2,28446	39,412	1,1
40	3	5	0	2,27585	39,567	1,9
41	2	6	0	2,26895	39,692	3,1
42	4	0	1	2,26441	39,775	3,0
43	-3	3	2	2,24651	40,106	1,3
44	-3	5	1	2,21147	40,769	0,3
45	-2	6	1	2,17952	41,394	0,5
46	4	2	1	2,16955	41,593	0,9
47	-4	0	2	2,15837	41,819	1,8
48	4	4	0	2,13539	42,290	0,1
49	1	7	0	2,11840	42,646	0,7
50	-4	4	1	2,10422	42,947	0,2

51	2	6	1	2,08287	43,410	0,6
52	1	5	2	2,07575	43,566	1,5
53	3	5	1	2,06884	43,719	1,0
54	5	1	0	2,04938	44,156	0,2
55	-5	1	1	2,04217	44,320	0,1
56	-2	0	3	2,03227	44,548	0,1
57	-1	7	1	2,02459	44,726	0,4
58	0	2	3	1,99475	45,432	0,1
59	1	7	1	1,98542	45,658	0,1
60	3	3	2	1,97459	45,922	0,1
61	0	6	2	1,95816	46,330	0,2
62	1	1	3	1,95300	46,459	0,2
63	4	4	1	1,94354	46,699	0,1
64	-3	5	2	1,93219	46,990	1,0
65	5	3	0	1,91406	47,462	0,5
66	-5	3	1	1,90819	47,617	0,3
67	-2	6	2	1,89404	47,995	1,1
68	-4	4	2	1,87525	48,507	0,1
69	5	1	1	1,86213	48,871	0,1
70	4	0	2	1,84922	49,234	0,7
71	-5	1	2	1,84603	49,325	0,4
72	1	3	3	1,83299	49,700	1,8
73	2	0	3	1,82436	49,951	0,3
74	0	4	3	1,81489	50,230	0,3
75	0	8	1	1,81123	50,338	0,4
76	4	6	0	1,80645	50,481	0,2
77	4	2	2	1,79646	50,781	0,5
78	-2	4	3	1,79076	50,954	0,3
79	-4	6	1	1,78746	51,055	0,1
80	2	8	0	1,77825	51,339	0,9
81	2	6	2	1,77432	51,461	1,2
82	-4	0	3	1,75370	52,111	0,6
83	3	5	2	1,75093	52,200	0,6
84	-5	3	2	1,74529	52,381	0,4
85	-2	8	1	1,73421	52,742	0,3
86	1	7	2	1,72366	53,090	0,7
87	3	7	1	1,71953	53,227	0,4
88	-4	2	3	1,70831	53,605	0,7
89	-5	5	1	1,70413	53,747	0,4
90	4	6	1	1,68562	54,385	0,3
91	6	2	0	1,68070	54,558	0,7
92	4	4	2	1,66147	55,243	0,5
93	3	1	3	1,65263	55,564	0,1
94	-3	7	2	1,63864	56,080	0,7
95	-6	0	2	1,61752	56,878	0,5
96	5	1	2	1,59993	57,561	0,1
97	5	5	1	1,59495	57,758	0,1
98	-4	4	3	1,59139	57,899	0,1
99	-5	5	2	1,58509	58,152	0,3
100	-5	1	3	1,58186	58,282	0,6
101	-2	8	2	1,57967	58,370	0,7
102	-6	4	1	1,57501	58,560	0,4
103	6	4	0	1,56884	58,813	0,3
104	-2	0	4	1,55358	59,448	0,5
105	0	0	4	1,55080	59,565	0,8
106	5	3	2	1,53301	60,328	0,3
107	4	8	0	1,52777	60,556	0,4
108	3	7	2	1,52366	60,737	1,2
109	0	2	4	1,51929	60,930	1,3
110	-4	8	1	1,51623	61,066	0,6
111	3	9	0	1,51263	61,227	1,0

112	2	8	2	1,50819	61,427	0,7
113	4	0	3	1,50390	61,621	0,5
114	-1	3	4	1,49919	61,836	0,2
115	5	7	0	1,49533	62,013	0,4
116	1	1	4	1,49191	62,171	0,3
117	-6	4	2	1,48754	62,374	0,3
118	-7	1	1	1,48339	62,568	0,2
119	-1	9	2	1,48008	62,724	0,5
120	4	2	3	1,47564	62,934	0,3
121	0	10	1	1,47174	63,120	0,3
122	3	5	3	1,45756	63,806	0,1
123	2	10	0	1,45269	64,046	0,1
124	1	9	2	1,44954	64,202	0,2
125	3	9	1	1,44696	64,330	0,1
126	-3	3	4	1,44212	64,572	0,3
127	1	3	4	1,43768	64,796	0,3
128	0	4	4	1,43516	64,923	0,3
129	-4	0	4	1,43204	65,082	0,4
130	-2	10	1	1,42820	65,279	0,2
131	2	0	4	1,42554	65,416	0,4
132	6	6	0	1,42359	65,517	0,6
133	5	5	2	1,42102	65,650	0,4
134	-7	1	2	1,41582	65,922	0,4
135	-5	7	2	1,41059	66,197	0,5
136	-4	2	4	1,40712	66,382	0,4
137	2	10	1	1,40094	66,713	0,3
138	-3	9	2	1,39776	66,884	0,6
139	-1	5	4	1,39396	67,091	0,3
140	6	2	2	1,39172	67,213	0,4
141	-2	8	3	1,38547	67,557	0,1
142	-7	3	2	1,36942	68,458	0,1
143	1	11	0	1,36522	68,698	0,2
144	-6	6	2	1,36202	68,882	0,3
145	5	1	3	1,35470	69,307	0,1
146	-3	5	4	1,34773	69,717	0,2
147	-6	4	3	1,34411	69,932	0,2
148	-5	1	4	1,34028	70,162	0,1
149	-7	5	1	1,33748	70,330	0,1
150	2	4	4	1,33416	70,531	0,1
151	3	9	2	1,32434	71,133	0,7
152	0	6	4	1,32146	71,312	0,5
153	2	8	3	1,31387	71,787	0,1
154	-1	9	3	1,31130	71,950	0,2

Stick Pattern



المخلص:

حددت في هذا العمل مختلف التراكيب المكونة لرمل كثبان منطقة المقارين (تقرت) مصحوبة ببعض تراكيزها وكذلك تم دراسة شكل سطح حبيبات الرمل وتحديد قطرها، وذلك باستعمال التقنيات التالية: انعراج الأشعة السينية DRX، مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فوري (FTIR)، التحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة (EDX)، المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) والتصنيف الحبيبي بتقنية حيود الليزر (LA-960). لقد تبين ان هذا الرمل يتكون اساسا من الكوارتز طور α بتركيز 44.6%. والجبس بتركيز 30.7% والكالسيت 22.8% وكذلك اكسيد الالمنيوم بنسبة 2%. تتراوح حبيبات الرمل بين 58.953 الى $777.141 \mu\text{m}$. شكل العينة يتراوح بين حبيبات ذات تكور منخفض ومستديرة.

الكلمات المفتاحية: رمل الكثبان, المقارين, DRX, FTIR, MEB-EDS.

Résumé

Dans ce travail, on a identifié les différentes compositions de sable des dunes dans la région d'Al-Meggarin (Touggourt), leurs concentrations ainsi que la morphologie et la taille des grains. On a utilisé les techniques suivantes : la diffraction des rayons-X (DRX), la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), la spectroscopie des rayons-X à dispersion d'énergie (EDX), la microscopie électronique à balayage (MEB) et la classification granulaire par diffraction laser. On a constaté que ce sable se compose principalement de quartz en phase alpha (α) avec une concentration de 44,6 %, de gypse avec une concentration de 30,7 %, de calcite à 22,8 % et d'oxyde d'aluminium avec un pourcentage de 2 %. Les grains de sable varient de 58,953 à 777,141 μm en diamètre. La morphologie des surfaces d'échantillons varie de grains à basse sphéricité aux grains arrondis.

Mots clés : Sable de dunes, Al-Meggarin, MEB, FTIR, DRX-EDS.

Abstract

The aim of this work is to identify the existed phases in the dunes sand of the region Al-Meggarin (Touggourt), their concentrations as well as the grains' size and morphology. These characteristics were carried out using the following techniques : X-ray diffraction (XRD), Fourier transformation infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscopy (SEM) occupied with an energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and the granular classification by diffraction laser. The sand of Al-Meggarin consists mainly of quartz in alpha phase (α) with a concentration of 44.6%, gypsum with a concentration of 30.7%, calcite with 22.8% and aluminum oxide with a percentage of 2%. The sand grains show both low spherical and rounded morphologies with a grains' size ranges between 58.953 and 777.141 μm .

Keywords : The dunes sand, Al-Meggarin, MEB, FTIR, DRX-EDS.