

ر. الترتيب :  
ر. التسلسل :

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

ميدان علوم المادة

شعبة الفيزياء

اختصاص: فيزياء مواد

من إعداد الطالبتين: بن عليّة زهرة- مولاي نصيرة



تحت عنوان

## مساهمة في دراسة فيزيوكيميائية لرمال منطقة (تيفرين) إليزي

نوقشت بتاريخ: 2022\06\16.

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	استاذ التعليم العالي	غرياني رشيد
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	استاذ التعليم العالي	محمدي لزهري
مشرفا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	عاشوري عبد الرحيم
مساعد المشرف	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	طالبة دكتوراه	طويل مريم

السنة الجامعية: 2021-2022.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَلْيَسْمَعْ لَدُنَّا مِنْكَ تَوَكُّلاً عَظِيمًا  
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

# إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

و الصلاة و السلام على المصطفى الكريم، خير الأنام محمد عليه أذى التسليم

الحمد لله الذي أرسل رسوله بالهدى ودين الحق ليظهره على الدين كله ولو كره المشركون

إهداء من القلب إلى من قال المولى عز وجل فيهما بعد بسم الله الرحمن الرحيم ﴿وقضى ربك ألا تعبد إلا

إياه وبالوالدين إحسانا﴾

على التي حملتني وهنا على وهن و بكت من اجلي في صمت... على التي أهدتها الحياة والحرمان فأهدتني

الدفء و الحنان.... إلى أغلى ما املك في الوجود... إليك حفظك الله و أطال عمرك... أمي .

إلى من شق طريق نجاحي إلى رمز العطاء إلى من تعب و ضحى من أجل وصلى إلى هذه المرحلة، إلى الذي

علمني معنى التعب و الشقاء للوصول إلى المبتغى، إلى من اشتري أول قلم و دفعني بكل ثقة على خوض

إلى الحجر الأساس... أبي العزيز.

وإلى الذين تقاسموا معي عبي حياة إخوتي .

وإلى كل فرد من عائلة مولاي و بن علية . وإلى كل من كان لهم الفضل في تعليمي من الطور التحضيري إلى

الجامعة.

وإلى كل من ذكره القلب و غفل من ذكره القلم

**نصيرة، زهرة**



# الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين، الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا هدايا الله، الحمد لله والشكر لله والصلاة والسلام على رسول الله.

يطيب لي أن أضع اللمسات الأخيرة لمذكرتي هذه

وأن أتقدم ببالح الشكر ولتقدير للأستاذ عبد الرحيم عاشوري على اقتراحه

موضوع البحث ومرافقته لنا طيلة هذه المدة على صبره وتوجيهاته في انجاز هذه المذكرة

و إلى الأستاذة المساعدة مريم الطويل على متابعتها و دعمها .

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ غرياني رشيد على قبوله ترؤس لجنة المناقشة ، وإلى الأستاذ محمدي لزهري على قبوله مناقشة هذه المذكرة.

إلى الأستاذة بن شعاعة سايحية، والتي لم تبخلا علينا بدعمها ونصائحها.

وأوجه بالشكر والتقدير إلى كل أساتذتنا بقسم الفيزياء بجامعة قاصدي مرباح ورقلة،

و الذين درسونا في مرحلة التعليم الجامعي .

و أشكر جميع المسؤولين والباحثين في:

مخبر تطوير الطاقات الجديدة و المتجددة في المناطق الجافة و الصحراوية (L.E.N.R.E.Z.A)

مخبر الإشعاع والبلازما و فيزياء السطوح (L.R.P.P.S) جامعة ورقلة.

مخبر جيولوجيا الصحراء - جامعة ورقلة.

مخبر تسمين وترقية الموارد الصحراوية (VPRS) جامعة ورقلة.

مخبر الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية (CRAPC) جامعة ورقلة.

مصنع الاسمنت عين توتة باتنة .

## فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
I	إهداء
II	الشكر و التقدير
II	فهرس المحتويات
VI	قائمة الجداول
VII	قائمة الأشكال
أ	مقدمة عامة
الفصل الأول: عموميات حول رمل الكثبان	
4	I. الرمل Sand: .....
4	I. 1. تعريف الرمل .....
4	I. 2. كيف تنشأ الرمال .....
4	I. 3. الكثبان الرملية ( التجمعات الرملية ) Sand dune .....
4	I. 1.3. تعريف الكثبان الرملية.....
4	I. 2.3. انواع الكثبان الرملية.....
4	I. 1.2.3. كثبان رملية صحراوية .....
4	I. 2.2.3. كثبان رملية شاطئية .....
4	I. 4. أشكال الكثبان الرملية .....
4	I. 1.4. الكثبان الرملية الهلالية Barchan(crescent)Dunes.....
5	I. 2.4. الكثبان الرملية المستعرضة Cross Dunes.....
5	I. 4.4. الكثبان الرملية الطولية Longitudinal Dunes .....
5	I. 5.4. الكثبان النحمية Star Dunes .....
6	I. 6.4. كثبان المكافئ.....
6	I. 5. 1. توزيع الكثبان في العالم .....
7	I. 5. 2. توزيع كثبان الرمل في الجزائر .....
8	I. 6. خصائص الرمل .....
8	I. 6. 1. الخصائص الكيميائية .....
8	I. 6. 1.1. التركيب الكيميائي .....
8	I. 6. 1.2. الخصائص الحرارية ( درجات الانصهار ).....
8	I. 6. 2. الخصائص الفيزيائية .....
9	I. 6. 1.2. حجم حبيبات الرمل .....

9	..... 1.1.2.6. I تصنيف حبيبات الرمل
10	..... 2.1.2.6. I التدرج الحبيبي للرمل
10	..... 3.6. I أشكال حبيبات الرمل
11	..... 4.6. I لون حبيبات الرمل
11	..... 5.6. I المكافئ الرملي
11	..... 6.6. I Bulk density الكثافة الظاهرية
11	..... 7.6. I النفاذية
12	..... 7. I بعض المعادن المكونة للرمل
12	..... 1.1.7 I الكوارتز Quartz:SiO <sub>2</sub>
13	..... 2.1.7. I البنية البلورية للكوارتز
13	..... 3.1.7. I الخواص الفيزيائية للكوارتز
14	..... 4.1.7. I استخدامات الكوارتز
14	..... 8. I دراسات سابقة اجريه على الرمل
<b>الفصل الثاني: التقنيات المستعملة في التحليل</b>	
17	..... II . التقنيات المستعملة في الدراسة
17	..... 1. II تصنيف حجم الجسيمات بالليزر
17	..... 1.1. II تحليل الجسيمات على أساس تشتت الضوء
17	..... 2.1. II مبدأ عمل جهاز تحليل حجم جسيمات بتقنية حيود الليزر
17	..... 2. II مطيافية انعراج الأشعة السينية
18	..... 1.2. II خصائص الأشعة السينية
18	..... 2.2. II مبدأ جهاز الأشعة السينية
19	..... 3. II مطيافية الأشعة ما تحت الحمراء بتحويل فوريه
19	..... 1.3. II مبدأ مطيافية الأشعة تحت حمراء
20	..... 2.3. II أنواع الحركات الاهتزازية
20	..... 1- اهتزازات التمدد
20	..... 2- اهتزازات الانحناء
21	..... 3.3. II مسار الأشعة داخل جهاز الأشعة تحت حمراء
22	..... 4. II تقنية فلورة الأشعة السينية
22	..... 1.4. II المبدأ الفيزيائي لفلورة الأشعة السينية
22	..... 2.4. II تطبيقات فلورة الأشعة السينية
22	..... 3.4. II مكونات جهاز الفلورة
23	..... 5. II المجهر الالكتروني الماسح
23	..... 2.5. II التحليل الدقيق (EDX)
23	..... 3.5. II مبدأ عمل الجهاز

23	II. 4.5. أجزاء المجهر الإلكتروني الماسح.....
الفصل الثالث	
26	III. 1. نبذة عن منطقة الدراسة .....
26	III. 2. تحضير العينات .....
27	III. 3. تحليل النتائج .....
27	III. 1.3. نتائج تحليل حجم الحبيبات (التصنيف الحبيبي) .....
29	III. 3. 2. نتائج الدراسة المورفولوجيا .....
29	III. 1.2.3. نتائج المجهر الإلكتروني الماسح MEB.....
31	III. 3.3. نتائج الدراسة الطيفية .....
31	III. 1.3.3. نتائج مطيافية الأشعة تحت حمراء بتحويل فوريه FTIR.....
32	III. 3.2. نتائج انعراج الأشعة السينية DRX.....
35	III. 3.3.3. نتائج فلورة الاشعة السينية XRF.....
38	خلاصة عامة
40	المراجع
	ملخص الدراسة

## قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
8	تحاليل كيميائية لرمل الكثبان صحاري مختلفة في العالم	الجدول ( I - 01)
8	درجة حرارة انصهار بعض المواد الداخلة في تركيب رمل الكثبان	الجدول ( I - 02)
9	مقياس لتصنيف و وصف الرواسب حسب حجم الحبيبات ( مقياس ويتورث)	الجدول ( I - 03)
10	تصنيف حبيبات التربة حسب مجموعة أنظمة عالمية.	الجدول ( I - 04)
12	يبين العلاقة بين نفاذية التربة و نوعها و سرعة تسرب المياه داخل التربة	الجدول ( I - 05)
13	خواص الفيزيائية المعتادة لثاني أكسيد السيليكون البلوري وغير البلوري	الجدول ( I - 06)
14	يلخص بعض دراسات سابقة	الجدول ( I - 07)
19	يوضح مجال الاشعة تحت الحمراء	الجدول ( II - 01)
28	جدول حجم و نسب أقطار حبيبية للرمل والنسبة المارة من العينة في الجهاز	الجدول ( III - 01)
29	تصنيف الحبيبي للعينة بمقاييس ASTM و USDA	الجدول ( III - 02)
31	يوضح نتائج تقنية EDX لعينة الرمل.	الجدول ( III - 03)
33	الجاميع الوظيفية للامتصاص ومخططات الاهتزاز	الجدول ( III - 04)
34	يوضح اسم المركب ونسبته والمرجع المشفر الخاص به	الجدول ( III - 05)
35	زوايا الانعراج و المركبات الموافقة لها مع صيغة الكيميائية و معاملات ميلر .	الجدول ( III - 06)
36	:التركيب الكيميائي لعينة رمل تيفرين و النسب الموافقة لها	الجدول ( III - 07)



## قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
05	شكل لكثبان الهلالية	الشكل ( I - 01)
05	شكل الكثبان المستعرضة	الشكل ( I - 02)
05	شكل الكثبان الطولية	الشكل ( I - 03)
06	شكل الكثبان النجمية	الشكل ( I - 04)
06	شكل الكثبان المكافئ	الشكل ( I - 05)
07	خريطة توزيع الكثبان الرملية في العالم	الشكل ( I - 06)
07	توزيع الكثبان الرملية في الجزائر	الشكل ( I - 07)
10	أشكال الحبيبات الرمل حسب درجة التكور و الزاوية و أشكال الجسيمات (حبيبات الرمل).	الشكل ( I - 08)
12	صورة الكوارتز الكريستال الصخري	الشكل ( I - 09)
13	البنية البلورية $SiO_4$ و البنية البلورية الكوارتز	الشكل ( I - 10)
18	طيف الأشعة الكهرومغناطيسية	الشكل ( II - 01)
19	مخطط حيود الأشعة السينية	الشكل ( II - 02)
20	اهتزازات التمدد المتماثلة والغير متماثلة	الشكل ( II - 03)
21	يوضح اهتزازات الثني المختلفة	الشكل ( II - 04)
21	مسار الأشعة في مطياف FTIR	الشكل ( II - 05)
22	تمثيل للمبدأ الفيزيائي لفلورة الأشعة السينية	الشكل ( II - 06)
24	رسم تخطيطي لجهاز المجهر الالكتروني الماسح	الشكل ( II - 07)
26	صورة توضح موقع ولاية إليزي و الكثبان الرملية للمنطقة .	الشكل ( III - 01)
26	صورة لجهاز سحق العينة مع إناء للطحن	الشكل ( III - 02)
27	صورة للعينة قبل و بعد السحق	الشكل ( III - 03)
27	جهاز تحليل حجم جسيمات بالليزر	الشكل ( III - 04)
28	تسجيل لتصنيف الحبيبي لرمل تيفرين	الشكل ( III - 05)
28	صورة للمجهر الالكتروني الماسح المستعمل	الشكل ( III - 06)
30	صور بالمجهر الالكتروني الماسح بأبعاد مختلفة لرمل كثبان تيفرين ( إليزي )	الشكل ( III - 07)
31	أطياف العناصر المكونة للعينة بتقنية EDX	الشكل ( III - 08)
32	جهاز الأشعة تحت الحمراء و مكبس لضغط العينة في شكل قرص.	الشكل ( III - 09)
32	تسجيل الطيفي للأشعة تحت الحمراء.	الشكل ( III - 10)
33	جهاز حيود الأشعة السينية DRX	الشكل ( III - 11)

34	طيف انعراج الأشعة السينية لعينة رمل منطقة تفرنين.	الشكل (III-12)
34	يمثل مكونات رمل تفرنين ونسبها بـ DRX.	الشكل (III-13)

# مقدمة عامّة

## مقدمة عامة :

يتوزع الرمال في كافة أنحاء العالم، فيما يقارب الخمسة ملايين من سطح الارض ، حيث توجد أكبر تجمعاته (كتبان) في الشواطئ و الصحاري كالصحراء الإفريقية، والذي يعد من أكثر الأنواع جودة ، و يعتبر الرمل أيضا ثالث مورد الأكثر استخداما بعد الماء والهواء، لكثرة استخدامه و الطلب عليه ، لاعتباره من أهم المواد الخام التي تقوم عليها الصناعة سواء في حالته الخام أو بعد إجراءات ليكون جاهزا للاستخدام (استغلال عناصره المكون له)؛ لأنه المادة الاولية في صناعة الزجاج و الخرسانة و الطوب و القرميد و الحص و رقائق الكمبيوتر و يدخل أيضا في بناء البيوت و الجسور و السدود و صولا الى بعض مستحضرات التجميل ، حيث يتشكل معظم الرمل من مادة الكوارتز التي تجعل تركيبته الكيميائي غير متفاعلة ، و لان خصائص الرمل تختلف بناءً على الظروف التي ساهمت في تكوينه.

ولذلك فإننا بحاجة لمعرفة ما تمتاز به الرمال لاستغلالها على حسب استخدام.

وبما أن صحراءنا تتميز بوفرة رمالها، فإننا نسعى من خلال مذكرتنا هذه في المساهمة "بدراسة و تشخيص رمل

منطقة اليزي (تفرنين) بمعرفة خصائصه الفيزيائية والكيميائية"

وذلك بمجموعة من التقنيات و عليه تتلخص اشكالتنا في الأسئلة التالية :

- ما هي مكونات رمل منطقة تفرنين ؟

- ما هي خصائصه الفيزيائية و الكيميائية ؟

للإجابة عن هذه الأسئلة قسمنا مذكرتنا إلى ثلاث فصول و خلاصة :

**الفصل الاول:** سنتناول الدراسة النظرية لرمل الكتبان فكان بعنوان "عموميات حول رمل الكتبان" وتمثله في:

- تعريف الرمل و كيفية تكوينه .
- أشكال الكتبان و توزيعها.
- وأهم خصائصه الفيزيائية و الكيميائية .

**أما الفصل الثاني:** فكان بعنوان " التقنيات المستعملة في التحليل " والذي سنتطرق فيه الى الأجهزة و التقنيات التحليلية

المستعملة ومبادئ عملها والمتمثلة في:

- التصنيف الحبيبي بجهاز تحليل حجم جسيمات بالليزر .
- تقنية المسح الالكتروني MEB الرفق ب (EDX).
- مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR
- تقنية حيود الأشعة السينية (DRX)
- تقنية الفلورة بالأشعة السينية X-Ray Fourier (XRF).

أما الفصل الثالث: ويتمثل في الجزء التطبيقي في الدراسة، الذي سيتم فيه مناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليها من خلال التقنيات المذكورة سابقا.

وفي الأخير نختم مذكرتنا بملخص عامة أوجزنا فيها أهم النتائج المتحصل عليها

## الفصل الأوّل

عموميات عن رمل الكثبان

تمهيد:

يعتبر الرمل من بين أهم الموارد التي استغلها الإنسان لعصور، حيث زادت أهميته بتزايد استخداماته، في حالته الطبيعية أو بعد تهيئته ومعالجته (كاستخلاص السيلسيوم و صناعة الزجاج)، ومن اجل ذلك تطلب منا تعرف على ماهية الرمل و تركيبته وخصائصه، وعليه سنطرق في هذا الفصل على عموميات عن رمل الكثبان.

I. الرمل Sand:

I. 1. تعريف الرمل: رمل هو مادة طبيعية غير متجددة ، يتكون من خليط رسوبي غير متماسك من حبيبات متوسطة الحجم يتراوح قطرها ما بين  $mm(0.062 - 2)$ ، الناتجة من تفتت الصخور بعوامل كالمياه و الرياح، و يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولحجمها الصغير يسهل حملها بفعل الرياح.[01].

I. 2. كيف تنشأ الرمال :

يستغرق تكوين الرمل زمنا طويلا يصل إلى آلاف ومئات السنين ،و يعتمد تكوين الرمل على نوع الصخر كمية الأمطار ودرجات الحرارة و هبوب، وأيضا الرياح المتواصلة، وهذا الأخير تؤدي إلى تفكيك الصخور وتفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل، حيث تزيد درجات الحرارة العالية والرطوبة المرتفعة من سرعة تكوين الرمل، وعندما تنضج الرمال تظهر بطبقات وكل طبقة من هذه الطبقات تتميز بخواصها اللونية والتركيب الكيميائي خاصة بها . [01][02].

I. 3. الكثبان الرملية ( التجمعات الرملية ) Sand dune:

I. 1.3. تعريف الكثبان الرملية:

كثيب وجمعها كثبان هو عبارة عن مرتفع أو حاجز يتراكم من رمل سائب و مترسب يأخذ شكل مرتفع أو تل، تتشكل بفعل الرياح وبوجود عارض يعترض مجرى الرياح، فيؤدي إلى تجمع الحبيبات الرمل المحمولة ليلعب ارتفاعه ما بين بضعة أمتار إلى مئات الأمتار، تتواجد بعض أنواع كثبان الرملية عند شواطئ البحار ومعظمها عند مناطق الصحراوية . ولأنها بطبيعة ديناميكية تغير موقعها أو طولها أو ارتفاعها اعتمادا على نوع الكثبان [03] [04].

I. 2.3. أنواع الكثبان الرملية :

I. 1.2.3. 1. كثبان رملية صحراوية :هذا النوع مصدره الرئيسي، هو الجبال المحيطة بها بفعل عوامل التعرية وعامل النقل هو الرياح، تتميز بأن لها حبيبات مختلفة الحجم (جيدة التدرج-سيئة الفرز).

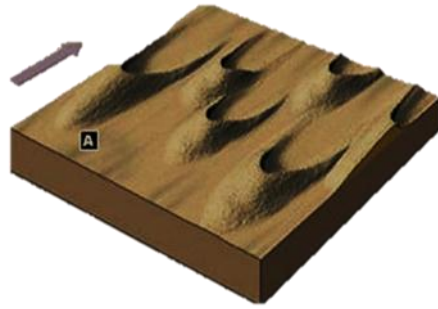
I. 2.2.3. 2. كثبان رملية شاطئية :وهذا النوع من الكثبان يكون مصدره الرئيسي، بعيد عنها وعامل النقل هو الماء كما أن حجم الحبيبات متساوي (سيئة التدرج-جيدة الفرز)[05]

I. 4. أشكال الكثبان الرملية :

تصنف الكثبان الرملية بطرق مختلفة و ذلك من خلال حجمها وشكلها، البيئة، واتجاه الرياح التي تشكلها و ومن أشهرها:

I. 1.4. الكثبان الرملية الهلالية Barchan (crescent) Dunes:

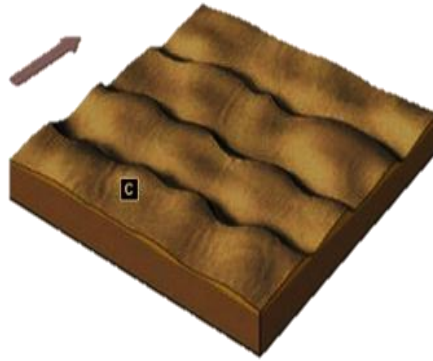
تتكون هذه الكثبان في المناطق ذات اتجاه الرياح الثابت، وتتشكل على صورة مجموعات ونادرا منفردة، حيث يبلغ ارتفاعها بين (20-30) مترا طولها يصل إلى 150 متر، وتكون هلالية الشكل، وتشير قرون الهلال إلى اتجاه الرياح والوجه الزلق المنحني إلى جانب اتجاه الرياح، و غطي هذه الكثبان نسب صغيرة من مناطق الرملية في العالم.



الشكل ( I - 01): شكل لكثبان الهلالية [04].

#### I .2.4. الكثبان الرملية المستعرضة Cross Dunes:

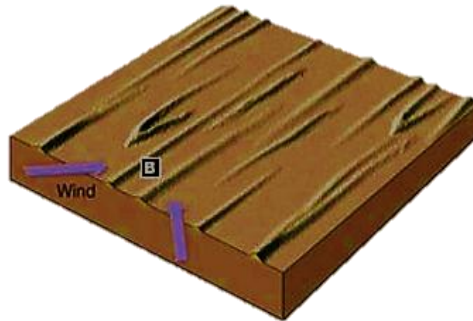
تظهر في المناطق التي يكون اتجاه الرياح عموديا على الاتجاه الأصلي، وهذا يحدث في المناطق الصحراوية التي يوجد فيها الجبال مرتفعة، سميت بهذا الاسم لأنها تعترض حركة الرياح السائدة إذا تكون في اتجاه متعامد معها.



الشكل ( I - 02): شكل الكثبان المستعرضة [04].

#### I .3.4. الكثبان الرملية الطولية Longitudinal Dunes:

تتكون في المناطق كثيرة الرياح وذات الرمال القليلة وقد يصل ارتفاعها إلى حوالي 100مترا وطولها يبلغ 400 كيلومترا.

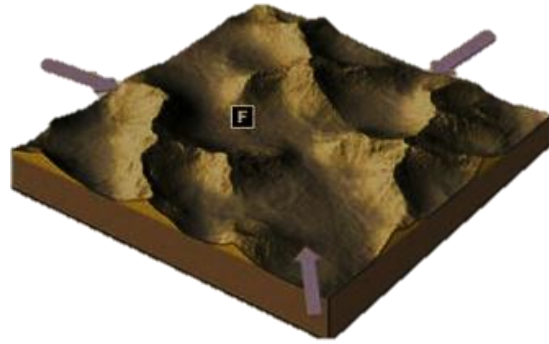


الشكل ( I - 03): شكل الكثبان الطولية [04]

#### I .4.4. الكثبان النجمية Star Dunes:

تتميز الكثبان النجمية بأحجامها الكبيرة وشكلها الهرمي ولها ثلاثة أو أربعة أذرع تشع من القمة المركزية يصل ارتفاعها إلى أكثر من 300م مرتبطة بأنظمة الرياح المعقدة أو متعددة الاتجاهات.

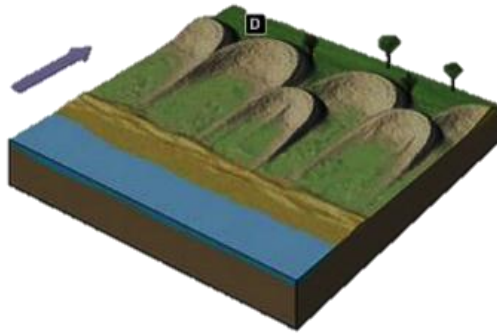




الشكل ( I - 04 ): شكل الكثبان النجمية [ 04 ]

#### I . 5.4. كثبان المكافئ:

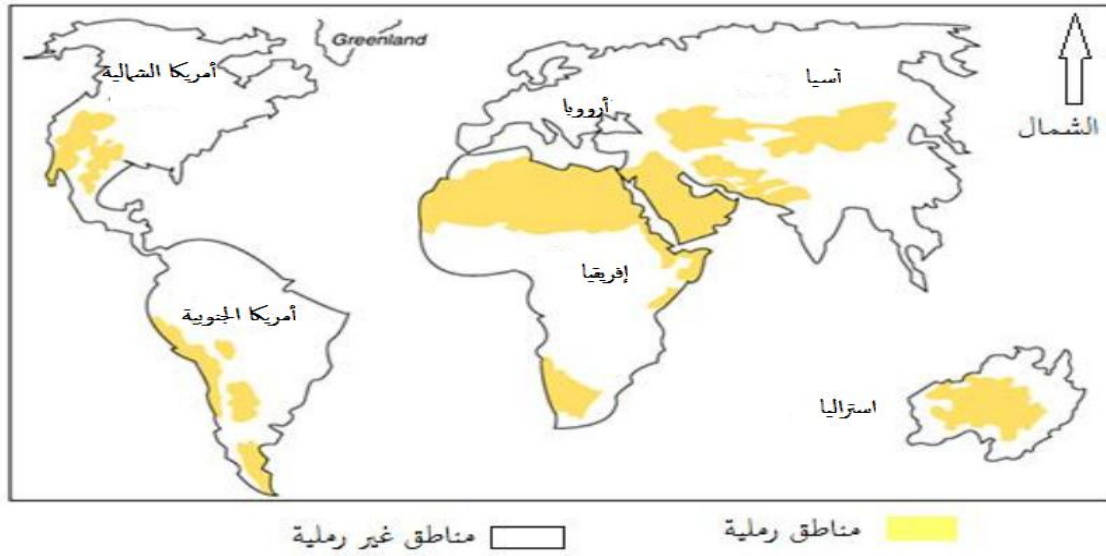
الكثبان ذات القطع المكافئ هي كثبان على شكل الحرف U وتتجه اذرعها عكس اتجاه الرياح وتثبت عن طريق الغطاء النباتي و تقع في المناطق الساحلية. [ 03 ] [ 04 ] [ 06 ] [ 07 ]



الشكل ( I - 05 ): شكل الكثبان المكافئ. [ 04 ]

#### I . 5. 1. توزيع الكثبان في العالم:

تتواجد الكثبان في جميع المناخات تقريبا حيث يوجد أكثر من 99% في الصحاري و أقل من 11% تقع في المناخات الرطبة وعلى طول السواحل، حيث تغطي الكثبان الرملية ما يصل إلى ربع العديد من مناطق الصحراوية والمناطق الصحراوية الرملية، و تبلغ مساحة أكبر الصحاري في العالم فمثلا: الصحراء الكبرى (الإفريقية)  $9,100,0000km^2$ ، صحراء جوبي (آسيا)  $1,300,000km^2$ ، صحراء فكتوريا الكبرى (أستراليا)  $670,000km^2$ ، صحراء كالهاري (أفريقية)  $370,000km^2$ ، صحراء الحوض العظيم (أمريكا شمالية)  $490,000km^2$ ، الصحراء السورية (الشرق الاوسط)  $490,000 km^2$ . [ 08 ] [ 09 ] [ 10 ]



الشكل ( I - 06): [11] خريطة توزيع الكثبان الرملية في العالم

## I . 5. 2. توزيع كثبان الرمل في الجزائر :

تغطي صحراء الجزائرية الجزء الأكبر من الصحراء الكبرى الإفريقية اذ تحتل ما يقارب 80% من مساحة الجزائر التي تبلغ حوالي  $2,4km^2$ . وتغطي الكثبان الرملية أكثر من 60% من الصحراء الجزائرية ، بانتشارها على شكل سلاسل طويلة وضخمة تمتد من العرق الشرقي الكبير على الجهة الشرقية إلى العرق الغربي الكبير من جهة الغربية [ 11 ] [ 12 ] [ 13 ]



في الشكل ( I - 07 ): [12] توزيع الكثبان الرملية في الجزائر.

I .6. خصائص الرمل :

I .6.1. الخصائص الكيميائية :

I .1.1.6. التركيب الكيميائي :

يختلف تكوين الرمال اعتمادا على مصادر وظروف الصحيرية المحلية له، حيث يحتوي الرمل على عدد كبير من العناصر الكيميائية، وعليه يوضح الجدول التالي على المكونات الكيميائية وكذلك النسب الوزنية لمختلف العناصر الداخلة في تركيبه لبعض صحاري العالم [13][14] [15].

الجدول ( I - 01): تحاليل كيميائية لرمل الكثبان صحاري مختلفة في العالم.

النسبة الوزنية (%)							الأوكسيد
المنطقة	الصحراء الكبرى الافريقية ( الجزائر)			رمل صحراء تارة(الهند)	شبه الجزيرة العربية	أستراليا	صحراء ( شبه جزيرة كاليفورنيا المكسيك Vizcaino )
	ورقلة	وادي سوف	بسكرة				
SiO <sub>2</sub>	86.04	97.63	74.61	83.42	83.37	88.37	71.38
Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	6.63	0.327	1.35	5.12	5.12	6.46	14.24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.35	0.042	0.86	0.64	0.64	3.09	1.92
CaO		0.564	17.3	4.60	4.06	0.15	4.74
Na <sub>2</sub> O	--	0.542	--	1.20	--	0.11	3.52
MgO	0.08	0.613	0.29	0.97	2.4	0.22	0.94

I .2.1.6. الخصائص الحرارية ( درجات الانصهار):

تتميز رمال الكثبان بدرجات انصهار عالية، حيث تتعدى 1600°C، وهذا يعود إلى قوة الروابط الكيميائية لمكوناته [16] والجدول ( I - 02): درجة حرارة انصهار بعض المواد الداخلة في تركيب رمل الكثبان.

اسم الركب	الصيغة الكيميائية	درجة انصهار ( °C )
أكسيد الألومين	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2070
السيليس	SiO <sub>2</sub>	1710
أكسيد الكالسيوم	CaO	2600
أكسيد التيتان	TiO <sub>2</sub>	1840
كروميت الكالسيوم	CaO - CrO <sub>3</sub>	2160

I .2.6. الخصائص الفيزيائية :

هي خصائص أو عمليات أو ردود فعل التربة التي هي ناتجة عن قوى فيزيائية، ويتم وصفها أو التعبير عنها بالناحية المادية أو بالمعادلات، في بعض الأحيان يتم الخلط بينها وبين الخصائص الكيميائية ويصعب فصلها عنها، ومثال على الخواص الفيزيائية هي الكثافة الظاهرية والقدرة على الاحتفاظ بالمياه والتوصيل الهيدروليكي، المسامية... الشكل الحبيبات وبعبارة أخرى سمات وميزات التي

اعتدنا ملاحظتها التي تميز المواد رغم تشابهها التي يمكن قياسها، إذ تشمل مجموعة تغييرات التي تطرأ على المادة دون تغيير في بنيتها الجزئية أي دون التغيير في شكل المادة أو ترتيب في جزيئاتها [17] .

### I 1.2.6 حجم حبيبات الرمل:

رمل هي عبارة عن خليط رسوبي فضفاض، فهو عبارة عن حبيبات يتراوح قطرها ما بين  $(2 - 0.062)mm$ ، إذ تتميز حبيبات رمل الكثبان أنها متماثلة ومتجانسة من حيث الشكل، ويتراوح حجم حبيباتها 80 إلى غاية 160 ميكرون، وتصنيف حبيبات الرمل في العديد من المقاييس على حسب قطر حبيبة. [18]

### I 1.1.2.6 تصنيف حبيبات الرمل:

حسب مقياس وينتورث (وهو أحد الأنظمة المستخدمة لتصنيف الرواسب، بما في ذلك الرمل ويصطلح كلمة رواسب على الحبيبات المعدنية، ويستخدم مصطلح الرمل للرواسب التي يتراوح قطرها ما بين  $(2 - 0.25)mm$  [19] .  
الجدول ( I - 03) : مقياس لتصنيف و وصف الرواسب حسب حجم الحبيبات (مقياس وينتورث)

الفتة		قطر الحبوب (mm)
بولدر	الصخور	250 - 100
الحصى	الحصى	65 - 250
	بريليس	4 - 65
	حبيبات	2-4
	رمل خشن جدا	1-2
الرمل	رمل خشن	0.5-1
	رمل متوسط	0.25 - 0.5
	رمال ناعمة	0.125 - 0.25
	رمل ناعم جدا	0.0625 - 0.125
	الطمي الخشن	0.031 - 0.0625
	الطمي المتوسط	0.0156 - 0.031
	الطمي الناعم	0.0078 - 0.0156
الطين	طمي ناعم جدا	0.0039 - 0.0078
	الطين	<0.0039
	تراب	<0.0005

تصنف التربة إلى تقسيمات تبعا لأبعادها حسب نظام المتبع، ويكون التصنيف لأغراض جيولوجية وهندسية وغيرها [20] .

الجدول ( I - 04): تصنيف حبيبات التربة حسب مجموعة أنظمة عالمية.

0.1 μm	1 μm	2 μm	10 μm	20 μm	50 μm	100 μm	200 μm	500 μm	1 mm	2 mm	20 mm	75 mm	250 mm	
طين ناعم	طين خشن	طين ناعم	طين خشن	طين ناعم	طين خشن	رمل ناعم	رمل متوسط	رمل خشن	رمل خشن جداً	حصى	حجر			CSSC
	طين	طين	طين	طين	طين	رمل ناعم	رمل متوسط	رمل خشن	رمل خشن جداً	حصى	حجر			USDA
	طين (I)	طين (II)	طين (III)	رمل ناعم (III)	رمل ناعم (IV)	رمل ناعم (V)	رمل متوسط (VI)	رمل خشن (VII)	رمل خشن (VIII)	حصى				ISSS
	طين و طمي			رمل ناعم	رمل متوسط	رمل خشن	رمل خشن جداً	حصى	حجر					ASTM

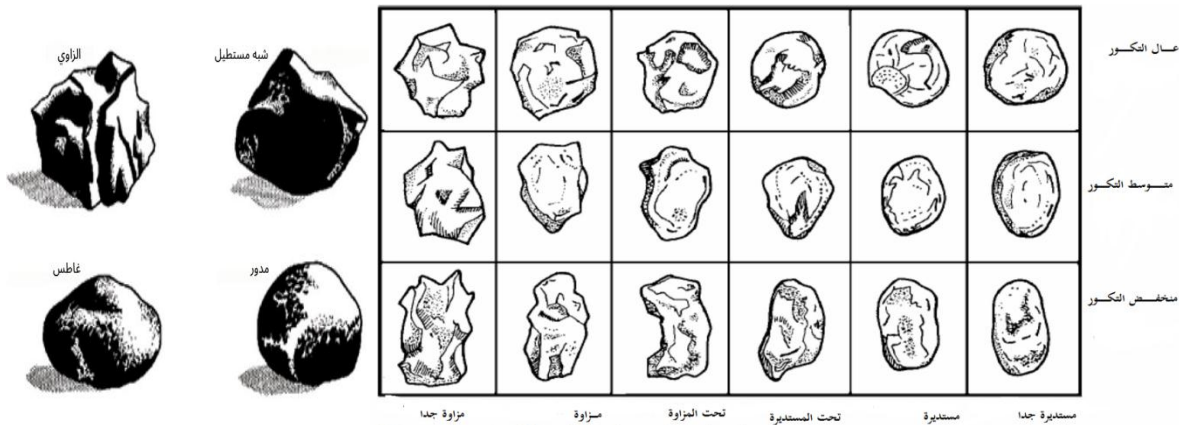
### 3.1.2.6. I. التدرج الحبيبي للرمل :

وينقسم الرمل من حيث التدرج إلى الأنواع التالية:

- أ- الرمل جيد التدرج: هو الرمل الذي يحتوي على النسب المناسبة من الأحجام المختلفة.
- ب- الرمل المتدرج: هو الرمل الذي يحتوي على معظم الأحجام بغض النظر عن نسبتها.
- ت- رمل ناقص التدرج: هو الركام الذي لا يوجد فيه مقياس معين أو أكثر من الأحجام المختلفة. [21]

### 3.6. I. أشكال حبيبات الرمل:

يرجع ظهور سطح الرمل إلى العوامل المتعددة، التي يتعرض لها الرمل عند التحريك مثل الرياح والمياه، حيث تصنف حبيبات الرمل حسب الشكل، بحسب الزاوية والكروية، إذ تختلف حبيبات الرمل من مدورة جيداً إلى مدورة وشبه دائرية أو زاوية فرعية... ، تتحدد بمعرفة درجة تكوُّر الحبات sphericity وتَدَوُّرها roundness ، حيث يعبّر التكوُّر عن درجة اقتراب الحبة من الشكل الكروي تبعاً للنسبة بين المحاور الثلاثة الرئيسة للحبة. فهناك الحبات الكروية والقرصية والورقية والنصلية و القضيبيية، أما التدوُّر فيعبر عن درجة انحناء أركان الحبة. وبحسب مقياس التدور المعتمد عالمياً تقسم الحبات إلى حبات مزواة جداً، مزواة، تحت مزواة، تحت مستدير، مستدير، مستدير جداً [22][23][24].



الشكل ( I - 08): أشكال الحبيبات الرمل حسب درجة التكوُّر والزاوية [22] وأشكال الجسيمات (حبيبات الرمل) [25]

#### I .4.6. لون حبيبات الرمل:

يعتبر لون الرمل من أكثر الخصائص وضوحا ، لأنه يمكن تمييز اللون بالعين المجردة، حيث يكتسب الرمل لونه من عدة عوامل كهيكله البلوري والمعادن المكونة لهو طبيعة الصخور المتشكلة منها، إذ يشير كل لون على معلومات عن المعادن موجودة فيه، حيث يشير الأحمر إلى غناه بأكسيد الحديد وأصفر شاحب إلى أكسيد الحديد المائي وأسود إلى البازلت وهو معدن مكون للصخور النارية و الرمادي إلى المنغنيز، المنغنيت والأخضر الجلوكونيت والأبيض السيليكا النقي. الجبس طين الكاولين [26] [27] [28].

#### I .5.6. المكافئ الرملي:

يستخدم هذا الاختبار بشكل شائع لتقييم نظافة الرمال أي هي وسيلة لمعرفة المواد الناعمة في الرمل، ويكون الاختبار بفصل الجسيمات الدقيقة الموجودة في الرمل عن العناصر الرملية الخشنة، ويتم حسابه وفق العلاقة التالية: [29] [30]

$$\text{المكافئ الرملي} = \frac{\text{قراءة الرمل} \times 100}{\text{غضار القراءة}}$$

#### I .6.6. الكثافة الظاهرية Bulk density:

هي كتلة المادة الجافة للتربة (على درجة  $105^{\circ}\text{C}$  منسوبة الى حجم التربة في حالته الطبيعية ويعبر عنها بوحدات  $\text{g/cm}^3$  أو  $\text{kg/m}^3$  كتلة التربة جافة (مجففة على درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$ ) حجم التربة في حالتها الطبيعية (الحجم الظاهري للتربة)

ولو اعتمدنا بأن الكثافة الظاهرية تتوقف على الكتلة و الحجم المادة و تعرف بأنها نسبة كتلة المادة الصلبة من الترب بعد تحقيقها إلى حجمها الكلي بما في ذلك الفراغات ونعبر عنها بالعلاقة : [31] [32]

$$\rho_a = m_s / v$$

حيث أن  $\rho_a$ : الكثافة الظاهرية ( $\text{g/cm}^3$ ).

$m_s$ : كتلة المادة الصلبة ( $\text{g}$ ).

$v$ : الحجم الكلي  $\text{cm}^3$ .

#### I .7.6. النفاذية:

يعتمد معيار تصنيف التربة تبعا للنفاذية على حجم الحبيبات التربة و سرعة جريان المياه فيه و على قوامه و يلخص

ذلك في الجدول التالي: [33]

الجدول ( I - 05 ) : يبين العلاقة بين نفاذية التربة و نوعها و سرعة تسرب المياه داخل التربة.

الخاصية	سرعة تسرب الماء داخل التربة (mm/h)
درجة النفاذية	
غير نفوذة	0.36 <
ضعيفة النفاذية	3.6 - 0.36
متوسطة النفاذية	36 - 3.6
نفوذة	360 - 3.6
نفوذة جدا	360 >
نوع التربة	
طينية جدا	1.2 <
طينية	1.5 - 1.3
سيلتية ( طمي )	30 - 5
سيلتية رملية	120 - 60
رملية ناعمة - متوسطة	250 - 120
رملية خشنة	1000 - 250

I .7. بعض المعادن المكونة للرمل:

بعض المعادن المكونة للرمل:

I 1.1.7 الكوارتز:  $SiO_2$  Quartz:

هو مركب كيميائي من السيليكون والاكسجين، ثاني أكسيد السيلكون ويسمى عادة السليكا  $SiO_2$  وهو معدن شائع جدا ومهم لتشكيل الصخور، إذا كان الكوارتز نقي فهو مادة بلورية عديمة اللون شفافة وصلبة للغاية ذات مظهر يشبه الزجاج. له عديد من أصناف الملونة مثل الجمشت (البنفسجي)، السترين (الأصفر) أو الكوارتز المدخن (الرمادي، البني إلى الأسود). [34]



الشكل ( I - 09 ) : صورة الكوارتز الكريستال الصخري [34]

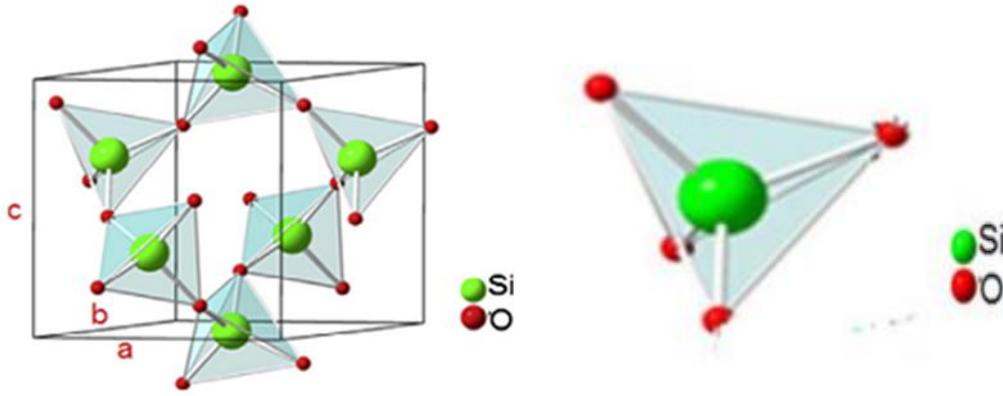
### 2.1.7. I. البنية البلورية للكوارتز :

الكوارتز ألفا الطبيعي و الذي يكون مستقر عند درجات حرارة دون 573 و الضغط الجوي العادي ، يتكون في الحالة العادية من بلورات سداسية الشكل (hexagonal) تتكون بدورها من سيليكات (SiO<sub>2</sub>) متبلورة وفق نظام ثلاثي الميل (trigonal) وهو ناتج عن الاتصال المستمر لرباعي الوجوه SiO<sub>4</sub> حيث تتمركز ذرة سليسيوم بين أربع ذرات أكسجين . الشكل ( I - 10 ) .

تتكون الوحدة البنوية للخلية المتبلورة من ثلاث مجموعات SiO<sub>2</sub> ، كل منها في الخلية بنوية واحدة مع ثلاث من السيليكون للخلية المجاورة ، فيتشكل سداسي أضلاع غير منتظم . أبعاد الخلية الاولية لخلية البنية البلورية للكوارتز ثلاثية الميل هي :

$$V=113.832 A^3 \quad , \quad c=5.4093 A \quad , \quad a=b=4.9294 A \quad . \quad \alpha = \beta = 90^\circ , \gamma = 120^\circ$$

[36][35] [10]



الشكل ( I - 10 ) : [ 10 ] البنية البلورية SiO<sub>4</sub> و [ 37 ] البنية البلورية للكوارتز .

### 3.1.7. I. الخواص الفيزيائية للكوارتز :

جدول ( I - 06 ) : خواص الفيزيائية المعتادة لثاني أكسيد السيليكون البلوري وغير البلوري [ 38 ]

الخاصية	الوحدة	السليكا البلورية	السليكا غير البلورية
درجة الانصهار	°C	حوالي 1700	حوالي 1700
الكثافة	g/cm <sup>3</sup>	2.6	2.2
معامل الانكسار	-----	1.46	1.46
المقاومة النوعية	Ω · cm	10 <sup>12</sup> – 10 <sup>16</sup>	10 <sup>18</sup> <
التوصيلية الحرارية	w/(cm. k)	1.3	1.4
نسبة يواسون	-----	0.17	0.165
معامل التمدد الحراري	K <sup>-1</sup>	7.64 × 10 <sup>-7</sup>	5.4 × 10 <sup>-7</sup>



I. 4.1.7. استخدامات الكوارتز:

- تستخدم أصناف الكوارتز الملونة للمجوهرات على مر العصور . ولكن يستخدم معظم الكوارتز كعنصر من مكونات الخرسانة: كوارتز الرمل، كوارتز الحصى.
- وهناك حاجة إلى كوارتز النقي لإنتاج الزجاج والسيراميك والأجهزة الكيميائية، السليكا المصهور المنتج عن طريق التبريد السريع للكوارتز المصهور.
- له العديد من الخصائص المثيرة للاهتمام معامل التمدد الحراري الخاص به منخفض جدا، شفاف للأشعة فوق البنفسجية و هو شبه حامل كيميائيا , ويمكن أن تشكل خيوطا رفيعة و لكنه قوية تستخدم في الأدوات الفيزيائية.
- ويستخدم الكوارتز كمذبذب في الدوائر الكهربائية في الساعات وأجهزة الكمبيوتر و كغشاء في الأجهزة الموجات فوق الصوتية [ 34 ]

I. 8. بعض الدراسات السابقة التي اجريت على الرمل:

هناك العديد من الدراسات السابقة التي تطرقت في دراسة رمل ورمل الكثبان، وتناولته بزوايا مختلفة، من حيث استخداماته في الزراعة والري والبناء وفي الآونة الاخيرة زاد الاهتمام بها، إذ تم التركيز على توصيف الرمال ودراسة بعض خصائصه المجهريه والميكروسكوبية ، كما كان للدراسات المحلية (الجزائر) نصيب منها لغناها بهذا المورد و كذا في دول أخرى وعليه سوف نستعرض جملة من الدراسات التي تم الاستفادة منها :

جدول ( I - 07 ) : يلخص بعض الدراسات سابقة [39] [40] [41]

الدراسة	أجهزة والأدوات	البلد	ابرز النتائج
2017. منطقة حاسي مسعود ميلود بورقلة، سالم مرهم - غرياني مروة , 2016-		الجزائر (ورقلة )	تم الحصول على القياسات الفيزيائية حيث أن: <ul style="list-style-type: none"> <li>• نسبة المكافئ الرملي %64.91.</li> <li>• الكتلة الحجمية <math>1.13 \text{ g/cm}^3</math></li> <li>• وبالنسبة للتدرج حبيبي للعينة فكان مختلط ما بين الرمل الناعم و الخشن</li> <li>• وقوة تماسك الرمل <math>0.11 \text{ bars}</math></li> </ul> الخصائص الكيميائية على نسب بعض مكونات رمل

<p>يشير التوصيف المعدني و التركيبي الى أن رمل الدويرات نقي نسبيا إذ تبلغ نسبة الكوارتز به حوالي 98.86%. و يتوافق مع الكوارتز بدون أي خليط معدني مهم. يتبلور هذا الرمل جيدا. يتراوح حجم حبيباته من (1-50)ميكرومتر يعرض مسامية داخلية سيئة قريبة من 15% و سطح محدد و تسمح هذه الخصائص بمجموعة من الاستخدامات :مثل تصنيع الزجاج و تحضير السليكا لا نما لا تتطلي العديد من العلاجات الواسعة . تم اجراء التخليق القلوي من هلام السليكا عند 1060°C . من خلال المقارنة بين الخواص الفيزيائية و الكيميائية بين المنتج المتحصل عليه و المادة الاولية ( الرمل الطبيعي).زيادة المسامية تصل الى 58% زيادة السطح المحدد الى 720 م<sup>2</sup>/م<sup>3</sup>م تعرض هذه الخصائص نسيجاً مسامياً جداً و بالتالي قدرة كبيرة على الامتزاز لهذا المنتج.</p>	<p>تونس (الدويرات جنوب تونس)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ الأشعة السينية</li> <li>■ الفلورة</li> <li>■ حيود الأشعة</li> <li>■ السينية</li> <li>■ المجهر الالكتروني</li> <li>■ لمسح</li> <li>■ قياس الضغط</li> <li>■ وامتصاص</li> <li>■ النتروجين</li> <li>■ يعتمد قياس سطح</li> <li>■ المحدد على امتزاز و</li> <li>■ امتصاص النتروجين</li> <li>■ على السطح في</li> <li>■ المساحة مسام</li> <li>■ العينة BET</li> <li>■ Surface Area</li> <li>■ Analyser</li> <li>■ Thermo</li> <li>■ electron Q</li> <li>■ SurfM1</li> </ul>	<p>زينة 31 اوت 2009 الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لرمل الدويرات (جنوب تونس) تمين لإنتاج هلام السليكا ميمر بوعزيز مراد بن</p>
<p>من خلال التحليل المتبعة تبين أن رمل كثبان الواد يتكون أساساً من 97.6% من الكوارتز في الطور <math>\alpha</math> و 0.56% من الكالسيت <math>CaCO_3</math> و تراكيز منخفضة من <math>MgO, Al_2O_3, Fe_2O_3</math> و بعض الشوائب . تقدر درجة تبلور الكوارتز <math>CI = 0,975</math>. أكدت نتائج <b>XRD</b> أن رمل الواد غنية بالكوارتز بهيكل بلوري سداسي و قدر حجم البلوري للكوارتز <math>D=42,64nm</math> . ونظام البلوري للكالسيت بنظام بلوري ثلاثي الزوايا</p>	<p>واد سوف ( الجزائر)</p>	<p>FTIR XRD XRF</p>	<p>الخصائص الطيفية لمعادن الكثبان الرملية بالوادي ( شمال شرق الصحراء الجزائرية ) بواسطة تحليلات ( XRF; XRD; FTIR) فيفري 2012- نسيمه مفتاح-محمد صادق محبوب</p>

الفصل الثّاني  
التقنيات المستعملة في  
التحليل

## تمهيد :

سنتناول في فصلنا هذا مختلف طرق العمل المتبعة، ومجموعة القياسات التي سنجرها على العينة، المتمثلة في تصنيف حجم الجسيمات بالليزر، وستتطرق كذلك إلى مجموعة التقنيات الطيفية التي سيتم بواسطتها تشخيص العينات، المتمثلة أساساً في تقنية انعراج الأشعة السينية (DRX)، مطيافية الأشعة تحت حمراء بتحويل فورييه (FTIR)، تقنية فلورة الأشعة السينية (XRF)، التحليل بواسطة المسح المجهر الإلكتروني (MEB) المرفق بتقنية (EDX)، حيث سنتطرق إلى شرح مبدأ كل تقنية، وألية عملها.

## II . التقنيات المستعملة في الدراسة:

## II .1. تصنيف حجم الجسيمات بالليزر:

تحليل حجم الجسيمات أو قياس حجم الجسيمات، هو مجموعة الإجراءات والتقنيات المخبرية التي تحدد حجم الجسيمات في عينة مسحوق أو سائل، ويعد جزءاً من علم الجسيمات، ويتحقق قياس حجم الجسيمات بواسطة أجهزة تقوم على تقنيات مختلفة، وله أهمية كبيرة في العديد من الصناعات. [42]

## II .1.1. تحليل الجسيمات على أساس تشتت الضوء:

تقنية (MALS) تصنف تشتت الضوء متعدد الزوايا لقياس الضوء المنتشر بواسطة عينة إلى مجموعة من الزوايا. يتم استخدامه لتحديد كل من الكتلة المطلقة ومتوسط حجم الجسيمات في العينة، غالباً ما يتم استخدام الضوء الموازي من مصدر الليزر. و تسمى في هذه الحالة باسم تشتت ضوء الليزر (MALLS). [ 43 ]

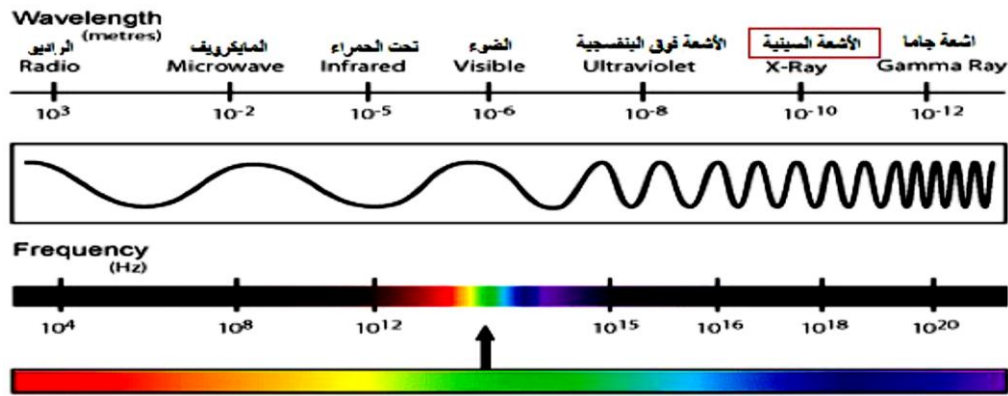
## II .1.2. مبدأ تحليل حجم جسيمات بتقنية حيود الليزر:

يتم قياس حجم الجسيمات للعينة بتقنية حيود الليزر وفقاً لمبدأ هو أن الجسيمات تنثر الضوء في جميع الاتجاهات بشدة تعتمد على حجم الجسيمات، حيث كلما كبر حجم الجسيمات زادت شدة التشتت.

في حيود الليزر يتم حساب حجم الجسيمات من خلال جمع بيانات شدة الضوء بواسطة كاشف، حيث يمر شعاع الليزر من خلال العينة بعدة زوايا مختلفة، يمكن استخدام حيود الليزر على نطاق واسع وذلك نظراً لسيطرتها وقدرتها على قياس نطاق واسع من أحجام الجسيمات (استخدامها على أصغر الجسيمات من 1 ميكرومتر إلى أكبر حد 600 ميكرومتر). [ 44 ] [ 45 ]

## II .2. مطيافية انعراج الأشعة السينية :

الأشعة السينية من أكثر أنواع الطاقة فائدة، وقد اكتشفها العالم الفيزيائي الألماني رونجرت عام 189 ولأنه لم يكن يعرف عنها شيء في البداية وكانت مجهولة بالنسبة له أطلق عليها اسم الأشعة إكس، وأثبتت التجارب فيما بعد لأنها عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ولها خصائص مشتركة مع الضوء المرئي، حيث تنتقل الأشعة السينية بسرعة الضوء وينتقل كل منهما في خطوط مستقيمة على شكل طاقة كهربائية وطاقة مغناطيسية مرتبطين معاً تسما الموجات الكهرومغناطيسية، وتختلف الأشعة السينية عن الضوء في الطول الموجي حيث الطول الموجي لأشعة السينية أقصر بكثير من الطول الموجي للضوء، وهذا ما يمنح للأشعة السينية قدرة على اختراق مواد كثيرة لا يمكن للضوء النفاذ من خلالها. [ 46 ]



الشكل ( II - 01 ) [47]: طيف الأشعة الكهرومغناطيسية.

### II. 1.2. خصائص الأشعة السينية:

1. الأشعة السينية ليست موجات مشحونة لذلك لا تتأثر بالموجات الكهربائية و المغناطيسية.
2. لا يمكن التصوير بها لأنها تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساس.
3. تستطيع تفريغ الأجسام المشحونة كهربائيا سواء سالبة أو موجبة.
4. تستطيع تأين الغازات عند مرورها من خلال الغازات.
5. عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير في حدود  $1\text{Å}$ .
6. تتفاوت قدرتها على اختراق المواد (إذا كانت المواد ذات عدد ذري صغير تخترق سمكا معينا).
7. أطوالها الموجية أقصر بكثير من أطوال موجية للضوء المرئي ونتيجة لذلك تكون طاقتها أكبر بكثير من طاقة الضوء. [48]

### II. 2.2. مبدأ جهاز الأشعة السينية :

يعتمد مبدأ جهاز الأشعة السينية على العلاقة التالية:

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

وتعرف هذه المعادلة بالاسم قانون براغ حيث:

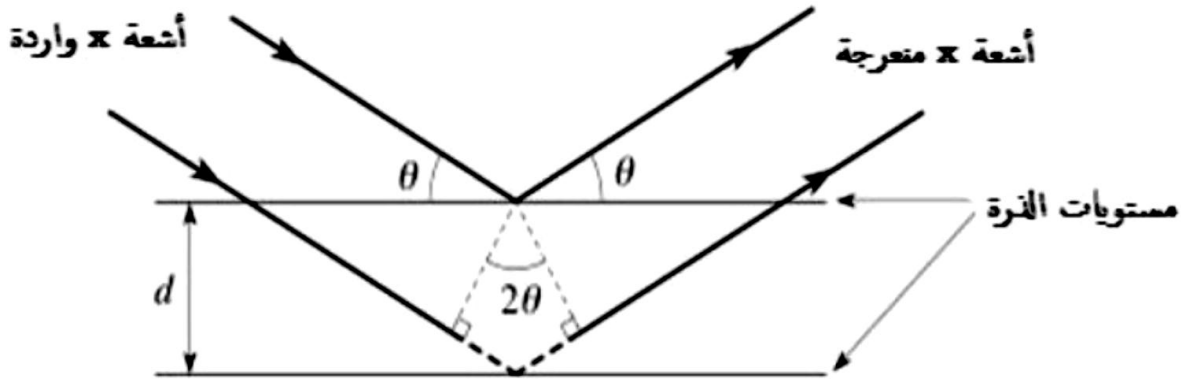
$n$ : رتبة الحيود.

$d$ : المسافة بين المستويات البلورية.

$\lambda$ : الطول الموجي.

يحدث حيود الأشعة السينية ذات الطول الموجي  $\lambda$  فقط عند زاوية خاصة  $\theta$  يمكن من خلالها تعيين المسافة البينية  $d$  بين

مستويات بلورية [10]



الشكل (II-02): [49] مخطط حيود الأشعة السينية

### II. 3. مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه :

يعد التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء من أهم وسائل التحليل، حيث تركز هذه التقنية على امتصاص الأشعة تحت حمراء من طرف المادة المدروسة، يتم تحويلها إلى طاقة اهتزاز و طاقة دوران وذلك حسب تواترها يؤدي أي تغير في طاقة الاهتزاز إلى عدة تغيرات في طاقة الدوران لأن طاقة الاهتزاز أكبر من طاقة الدوران، تنتج هذه التغيرات عصابات طاقة امتصاص اهتزاز - دوران (vib-rot) .

ينقسم مجال الأشعة تحت حمراء إلى 3 مناطق هي:

جدول (II-1): يوضح مجال الأشعة تحت الحمراء [50]

المنطقة	العدد الموجي ( $cm^{-1}$ )	الطول الموجي ( $\mu m$ )
الأشعة تحت الحمراء القريبة	4000-13300	2.5-0.75
الأشعة تحت الحمراء المتوسطة	400-4000	25-2.5
الأشعة تحت حمراء البعيدة	20-400	500-25

حيث المجال  $cm^{-1}$  (400-4000) أي  $(\mu m)$  (25-2.5) يوافق مجال طاقة اهتزاز جزيئات المادة هذه المنطقة

نجد فيها المعلومات التي تحدد البنية الجزيئية للمادة المدروسة لأنها المنطقة التي تحدث فيها معظم الاهتزازات الجزيئية. [50]

### II. 1.3. مبدأ مطيافية الأشعة تحت حمراء:

يؤدي امتصاص الأشعة تحت حمراء إلى حركة اهتزازية للذرات المكونة للجزيء، حيث ينشأ عن هذه الحركة الاهتزازية بعض التغيرات الدورية في كل من طول الروابط الكيميائية والزوايا بين هذه الروابط، تعتمد طاقة الأشعة الممتصة للحركات الاهتزازية في الجزيء على طبيعة الروابط الكيميائية ونوع الذرات.

يتبين أنه من خلال التحليل بالأشعة تحت حمراء يمكن معرفة طاقة الامتصاص والتي تمكن من معرفة نوع الذرات وكذلك الروابط الموجودة في الجزيء، لذلك يعتبر طيف الأشعة تحت حمراء من أهم وسائل تشخيص المجاميع الوظيفية (التحليل النوعي).

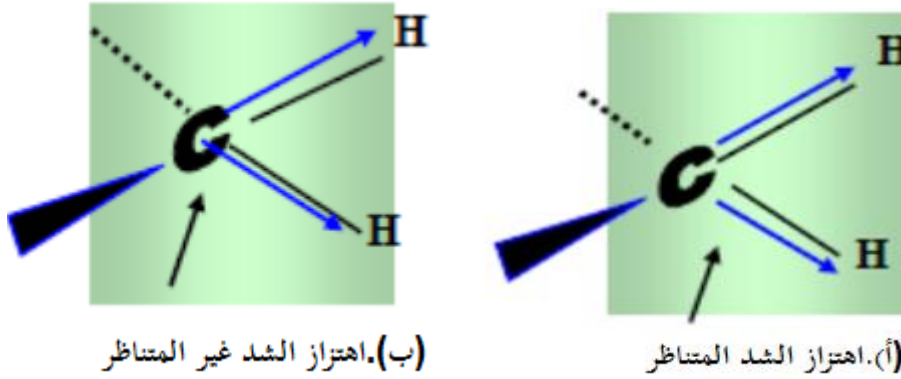
يمكن من خلال معرفة طول موجة الأشعة الممتصة من طرف المادة قياس أطيف الأشعة تحت حمراء حيث يعتبر الميكرون  $\mu m$  وحدة قياس الطول الموجي، ويمكن قياس الأطيف بواسطة وحدات التردد التي يعبر عنها بالعدد الموجي  $cm^{-1}$  حيث العدد الموجي يمثل عدد الموجات الموجودة في السم الواحد. [ 51 ]

### II. 2.3. أنواع الحركات الاهتزازية :

تنقسم الاهتزازات الحركية للذرات إلى نوعين:

#### 1- اهتزازات التمدد :

ينتج اهتزاز التمدد عن التغير في المسافة بين الذرات على مستوى محور الرابطة وذلك دون التغير في زوايا الروابط. [51] كما في الشكل (1) وهو نوعين:



الشكل (II - 03): اهتزازات التمدد المتماثلة وغير متماثلة. [ 51 ]

#### 2- اهتزازات الانحناء:

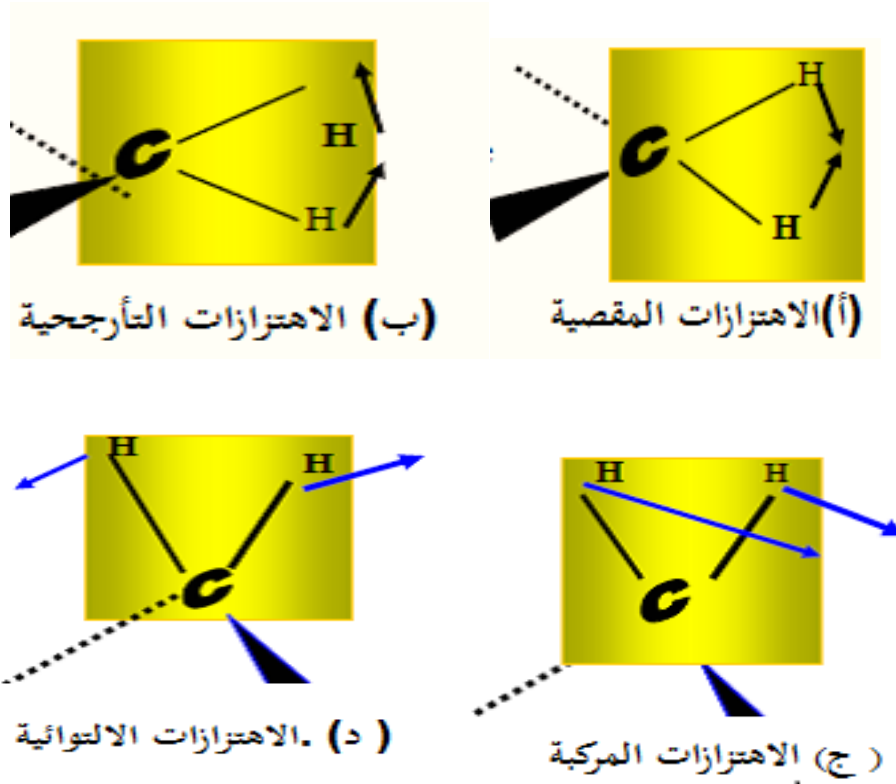
ينتج عن حركة الذرات خارج محور الرابطة، حيث لا يحدث أي تغير للمسافة بين الذرات، تحدث الانحناءات في نفس مستوى الرابطة أو خارجها، ينقسم إلى أربعة أنواع وهي:

أ. المقصي (**scissoring**): تتقارب وتباعد الرابطين بالنسبة لبعضهما البعض، بحركة تشبه حركة المقص في مستوى اتزان واحد.

ب. التارجحي (**rocking**): تأرجح الوحدة التركيبية يمينا و شمالا على مستوى اتزانها.

ج. الارتجاجي (**wagging**): تتأرجح الوحدة التركيبية إلى الخلف وإلى الأمام خارج مستوى اتزانها.

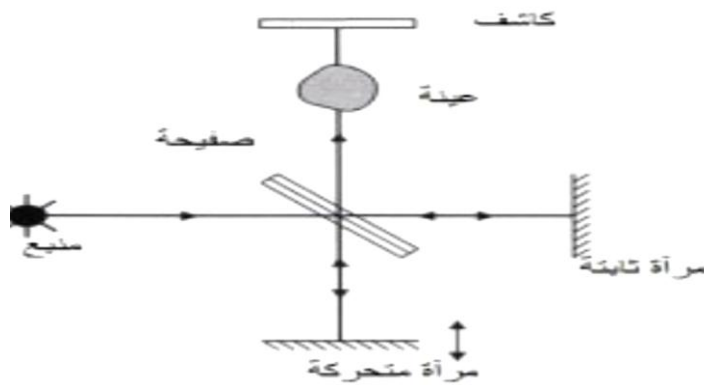
د. الالتوائي (**twisting**): تلتف الذرات حول الرابطة وباقي الأجزاء ويكون ذلك خارج مستوى اتزانها [13].



الشكل ( II - 04): يوضح اهتزازات الفتي المختلفة. [ 51 ]

### II .3.3. مسار الأشعة داخل جهاز الأشعة تحت حمراء :

تمر حزمة من شعاع أحادي اللون بموشور، حيث ينقسم إلى حزمتين متساويتين فتنعكس إحدى الحزمتين على إحدى المرأتين بينما تمر الأخرى بالمرأة الثانية، ثم يتم تجميع الشعاعان في مسار واحد لتعبر العينة ومن ثم الكاشف [ 10]، كما يوضح الشكل ( II - 05)



الشكل ( II - 05): [10] مسار الأشعة في مطياف FTIR.

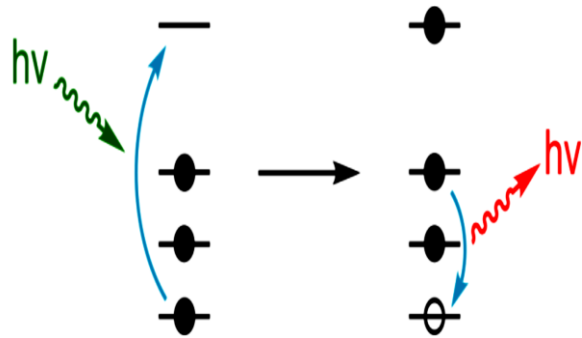


## II. 4. تقنية فلورة الأشعة السينية :

تحدث ظاهرة فلورة الأشعة السينية عند تعريض المادة للأشعة السينية عندما اصطدامها بذرّات أو جزيئات المادة، وهي عبارة عن انبعاث ضوء من المادة عند إسقاط ضوء ذو طاقة عالية تؤدي إلى إثارة الذرة، حيث تعتمد على عدة مبادئ أساسية أهمها تفاعل الأشعة السينية مع إلكترونات ذرات العينة. تستخدم تقنية فلورة الأشعة السينية في تحديد تركيز العناصر الكيميائية المكونة للمادة، هي تقنية غير مدمرة (لا تؤثر على خصائص المادة ولا تدمر بنيتها). [ 52 ]

### II. 1.4. المبدأ الفيزيائي لفلورة الأشعة السينية :

عند تسليط أشعة ذات طاقة مرتفعة على مادة ما تؤدي هذه الطاقة إلى إثارة ذرات المادة مما يسبب في طرد الإلكترونات الداخلية للذرة من مدارات الذرة الداخلية إلى المدارات الخارجية فيصبح التشكيل الإلكتروني لذرات المادة غير مستقر فتقوم الإلكترونات الخارجية بالانتقال من مداراتها إلى المدارات الفارغة ملء المكان الشاغر مصدرة إشعاعات مميزة ذات طاقة ضئيلة. [ 47 ]



الشكل ( II - 06): تمثيل للمبدأ الفيزيائي لفلورة الأشعة السينية [ 47 ]

### II. 2.4. تطبيقات فلورة الأشعة السينية :

- تستخدم تقنية فلورية الأشعة السينية في العديد من التطبيقات منها:
- دراسة الصخور النارية الرسوبية المتحولة.
  - التعرف على العناصر المكونة لتربة الأراضي.
  - صناعة الزجاج والزخرف.
  - التعرف وتحديد نسب العناصر الرئيسية والنادرة في العينات البيولوجية مثل أنسجة الأورام.
  - الدراسات الجيولوجية وذلك باستخدام أجهزة التحليل الطيفي XRF. [ 52 ]

### II. 3.4. مكونات جهاز الفلورة:

- يتكون جهاز فلورة الأشعة السينية من عدة أجزاء رئيسية وهي:
1. جهاز الامتصاص الذري.
  2. جهاز التفلور بالأشعة السينية ويكون من:
    - كاشف الأشعة السينية.

- مكبر طيفي ومحلل.
- وحدة جهد تعمل على تغذية كاشف الأشعة السينية.
- حاسوب لتخزين المعطيات وتحليلها بواسطة مجموعة البرامج [53].

## II. 5. المجهر الإلكتروني الماسح :

الفحص المجهر الإلكتروني الماسح هو تقنية تعطي صورة لسطح العينة عن طريق مسحها بشعاع إلكتروني . تعتمد هذه التقنية على مبدأ تفاعلات المادة الإلكترونية وهي تقنية قادرة على إنتاج صورة عالية الدقة لسطح العينة. العينة التي يتم مسحها بواسطة المسبار الإلكتروني هي مركز الظواهر المختلفة (انبعاث الإلكترونات الثانوية وانبعاث الفوتونات X والفوتونات الضوئية تشكل المجالات الكهربائية أو المجالات المغناطيسية) حيث تؤدي كل هذه التأثيرات إلى تكوين صورة. [54]

### II. 1.5. التحليل الدقيق (EDX) :

هو أحد ملحقات المجهر الإلكتروني يسمح بتحديد طبيعة وتركيز العناصر الموجودة في العينة يمكن استخدامه على العينات الصغيرة والكبيرة ينتج عن تأثير الإلكترونات طيف الانبعاث المميز يعطي نتائج كمية ونوعية يستخدم في التحليل الكمي والنوعي حيث يتيح إمكانية تحديد العناصر الكيميائية الموجودة في العينة وذلك بفضل خصائص الأشعة السينية المنبعثة منها المميزة لكل عنصر و يتيح إمكانية مراقبة توزيع العناصر الكيميائية للعينة. [54].

## II. 2.5. مبدأ عمل الجهاز :

يعتمد المجهر الإلكتروني الماسح على مبدأ تفاعل المادة الإلكترونية. عند تسليط شعاع إلكتروني على المادة بحيث يمر هذا الشعاع بمرحلتين من التركيز والتكثيف ليتم تجميعه في نقطة قطرها لا يتعدى النانومترات ليصبح كأنه قلم يعمل هذا الشعاع على مسح العينة من الأسفل إلى الأعلى ومن اليسار إلى اليمين يتم جمع وعد الانبعاثات الناتجة عن كل نقطة من العينة مع الشعاع الإلكتروني المركز لتعطي لكل مربع تم مسحه درجة لون معين (بين الأبيض والأسود). [55]

أهم الانبعاثات الناتجة عن تفاعل الحزمة الإلكترونية الواردة عن العينة هي:

1. لإلكترونات الثانوية: هي الإلكترونات التي تقذفها ذرات العينة عند اصطدام الإلكترونات التي يقذفها المجهر.
2. الإلكترونات المرتدة: هي الإلكترونات المرتدة من على سطح العينة لأن طاقتها عالية.
3. الفوتونات تنطبق: نتيجة إثارة الإلكترونات بسبب التصادم تعطي معلومات حول نوع المادة.
4. الإلكترونات المنبعثة: مهمة في العينات الصغيرة.
5. الأشعة: السينية تحدد نوع الذرات والعناصر المكونة للمادة.

حيث يتم جمع و تحليل هذه الجسيمات بواسطة كواشف لتكوين صورة لسطح العينة. [56]

### II. 3.5. أجزاء المجهر الإلكتروني:

- يتكون المجهر الإلكتروني من عدة أجزاء تتحكم في جودة الصورة والقدرة على تكبيرها تتمثل في
1. العدسات المغناطيسية: وهي نوعين اثنين:
    - النوع الأول العدسات الشبكية وهي التي تعمل تكبير الصورة.
    - أما النوع الثاني العدسات المكثفة وهي التي تحدد شدة الشعاع.
  2. قاذف الإلكترونات: عبارة عن سلك رفيع جدا من التنغستن تنبعث منه الإلكترونات عند تسخينه.

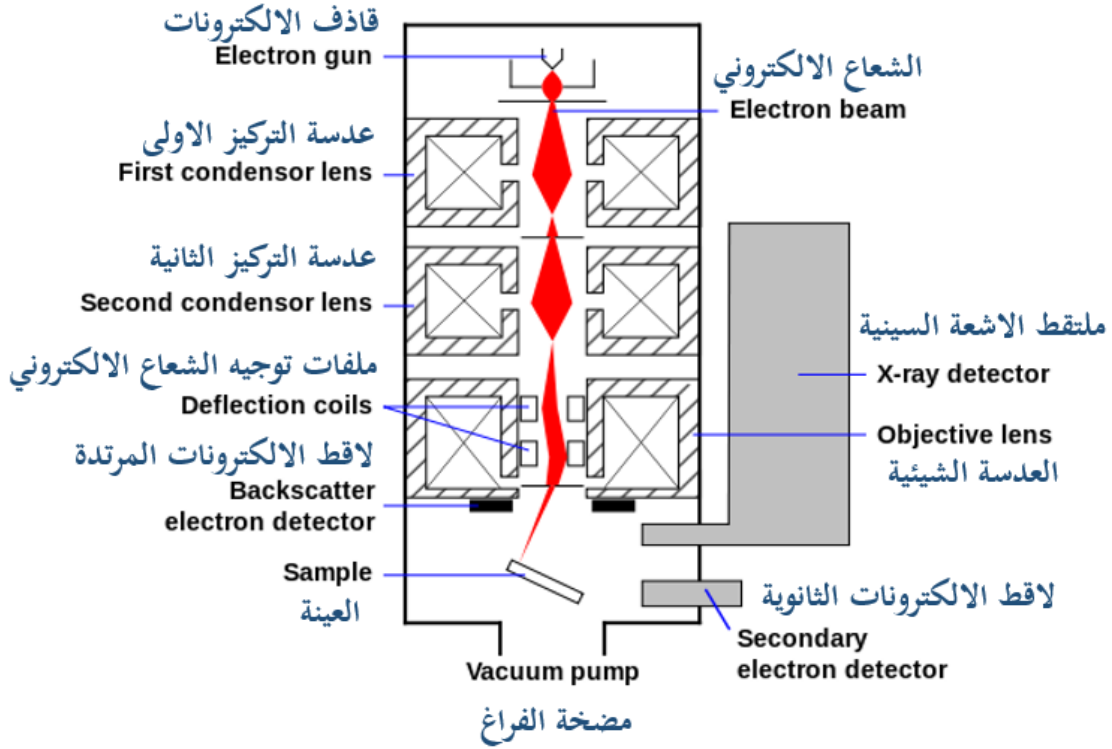
3. ملفات توجيه الشعاع الإلكتروني تسمى ملفات المسح تستخدم لتوجيه الشعاع الذي يقوم بمسح العينة.

4. كاشف الإلكترونات: يثبت فوق العينة يقوم بكشف والتقاط الإلكترونات المنبعثة من العينة.

5. قاعدة تثبيت العينة.

6. المرآة الهدف منها إيصال الإضاءة إلى كاشف الإلكترونات.

7. الذراع جزء متصل بالقاعدة يحمل أنبوب الذي تتوضع أعلاه العدسات. [57]



الشكل ( II - 07 ): [54] رسم تخطيطي لجهاز المجهر الإلكتروني المسح.

# الفصل الثالث

## تحليل ومناقشة النتائج

تمهيد:

سيكون اهتمامنا في هذا الفصل بتقديم مختلف النتائج المتحصل عليها ومناقشتها من خلال التقنيات والأجهزة المستخدمة، سنقوم أولاً بتحديد الاصناف الحبيبية للرمال بواسطة جهاز تحليل حجم الجسيمات بالليزر، ثم التصوير العينة بالمجهر الإلكتروني الماسح (MEB) المرفق بتقنية (EDX)، التحليل الطيفي بواسطة الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، حيود الأشعة السينية (DRX) وأخيراً تقنية فلورة الأشعة السينية (XRF) ومقارنتها مع نتائج دراسات سابقة.

### III.1. نبذة عن منطقة الدراسة :

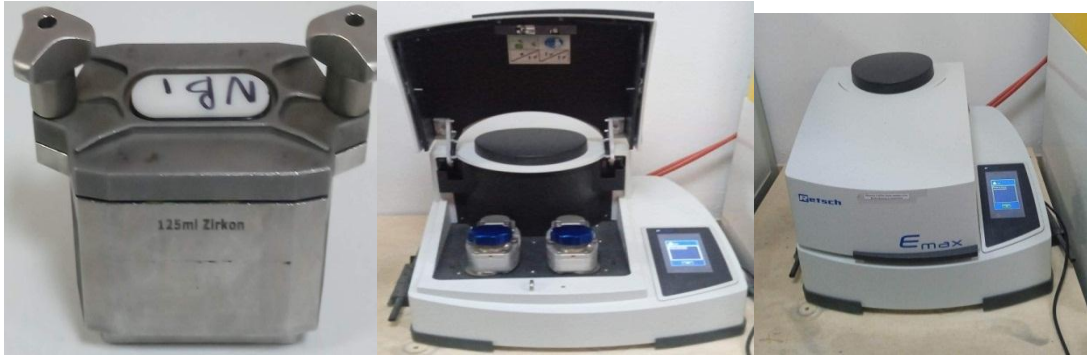
أجرينا هذه الدراسة على عينة من رمل كثبان منطقة تفرنين، تقع ولاية إليزي في أقصى الجنوب الشرقي للجزائر، تنحصر بين دائرتي عرض 26.15 و 30.32 درجة شمالاً خط الاستواء وبين خطي طول 5.40 و 9.58 درجة شرق خط غرينتش للولاية سلسلة تضاريس ممتدة عبر جبال الطاسيلي تاجر جنوباً وحمادة التغرث شمالاً تنهر من خلالها أودية وسيول تتدفق أغلبها شمال الهضبة.



الشكل (III-01): صورة توضح موقع ولاية إليزي و الكثبان الرملية للمنطقة .

### III.2. تحضير العينات:

تم فحص كمية من العينة (رمل) بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح (EDX) MEB وجهاز تصنيف حجم جسيمات، وسحق كمية أخرى من العينة بواسطة جهاز Breyeur من نوع Retsch Emax، الموجود في مخبر الأرضية التقنية للتحليل الفيزيائية والكيميائية CRAPC ورقلة قبل تحليلها بواسطة FTIR, XRD.



الشكل (III-02): صورة لجهاز سحق العينة مع إناء للطحن .

- لإجراء التحليل بواسطة مطيافية الأشعة تحت حمراء، قمنا بمخلط كمية من رمل الكثبان المسحوق، مع كمية من بروميد البوتاسيوم (KBr) لمدة، وذلك للحصول على توزيع متجانس لكلا العنصرين، ثم وضعنا الخليط في المكبس للحصول على قرص.
- لإجراء القياس بواسطة انعراج الأشعة السينية قمنا بتحضير العينة، وذلك بسحق كمية من الرمل بواسطة جهاز Breyeur.



الشكل (III-03): صورة للعينة قبل وبعد السحق.

### III.3. تحليل النتائج:

#### III.3.1. نتائج تحليل حجم الحبيبات (التصنيف الحبيبي):

أظهر التحليل الحبيبي، الذي أجريه بواسطة جهاز تحليل حجم جسيمات بالليزر، من نوع HORIBA partica- LA 960 Scientific الشكل (III-04)، الموجود في مخبر الإشعاع والبلازما وفيزياء السطوح (L.R.P.P.S) كلية الرياضيات وعلوم المادة - جامعة ورقلة.



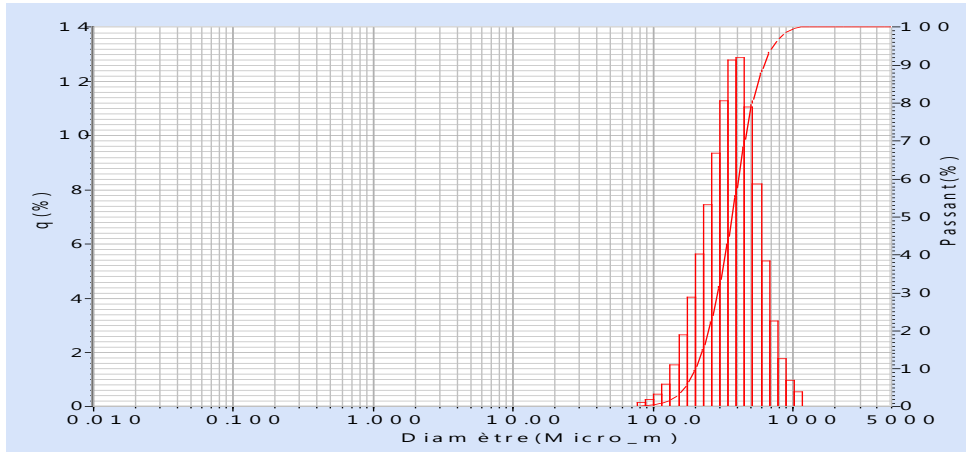
الشكل (III-04): جهاز تحليل حجم جسيمات بالليزر.

بعد تمرير كمية من العينة في الجهاز، تم تسجيل النتائج الموضحة في الجدول (III-01) والشكل (III-05).

الجدول (III - 01): جدول حجم و نسب أقطار حبيبية الرمل والنسب المارة من العينة في الجهاز .

النسبة المئوية المارة %	النسبة المئوية %	أقطار الحبيبات (Micro m)
0.000	0.000	58.953
0.000	0.000	67.523
0.000	0.000	77.340
0.137	0.137	88.583
0.376	0.239	101.460
0.805	0.429	116.210
1.623	0.818	133.103
3.150	1.528	152.453
5.788	2.637	174.616
9.805	4.017	200.000
15.403	5.598	229.075
22.822	7.419	262.376
32.155	9.333	300.518
43.421	11.266	344.206
56.191	12.769	394.244
69.026	12.836	451.556
80.063	11.037	517.200
88.253	8.190	592.387
93.606	5.353	678.504
96.754	3.148	777.141
98.511	1.758	890.116
99.468	0.957	1019.515
100.000	0.532	1167.725
100.000	0.000	1337.481
100.000	0.000	1531.914
100.000	0.000	1754.613

من خلال الجدول نلاحظ أن حبيبات رمل العينة يتراوح قطرها ما بين  $(1167.725 - 88.583)\mu m$  .



الشكل (III - 05): تسجيل لتصنيف الحبيبي لرمل تيفرين.

يظهر تسجيل الجهاز للأعمدة بيانية أن عينة تفرنين يسود عليها حبيبات ذات القطر  $452.556 \mu m$  بنسبة  $12.836\%$  و  $394.244 \mu m$  بنسبة  $12.769\%$  وتمتاز عينة بحبيبات متقاربة ومتجانسة وعليه نستنتج أن عينة الرمل جيدة التدرج.

ويبين منحني اللوغاريتمي العشري نسبة الرمل المار في الجهاز، حيث أن نسبته تتزايد إلى أن يثبت بانتهاء العينة. يمكن تصنيف حجم حبيبات حسب نظام USDA , ASTM (سابقة الذكر في الفصل الأول) في الجدول التالي:

**الجدول (III-02): تصنيف الحبيبي للعينة بمقياسي ASTM و USDA.**

تصنيف الرمل		قطر الحبيبات ( $\mu m$ )
USDA	ASTM	
رمل ناعم جدا	طمي	101.460 – 88.583
رمل ناعم	رمل ناعم	174.616 – 101.460
رمل متوسط		200.000 – 174.616 451.556-200.000
رمل خشن	رمل متوسط	890.116- 451.556
رمل خشن جدا		1167.725-890.116

حيث يوضح التصنيف الحبيبي للعينة الرملية أن رمل مختلط من رمل متوسط ورمل ناعم وطمي بالنسبة لمقياس ASTM و حسب مقياس USDA فإنه من رمل ناعم جدا إلى رمل خشن جدا.

**III.3.2. نتائج الدراسة المورفولوجيا:**

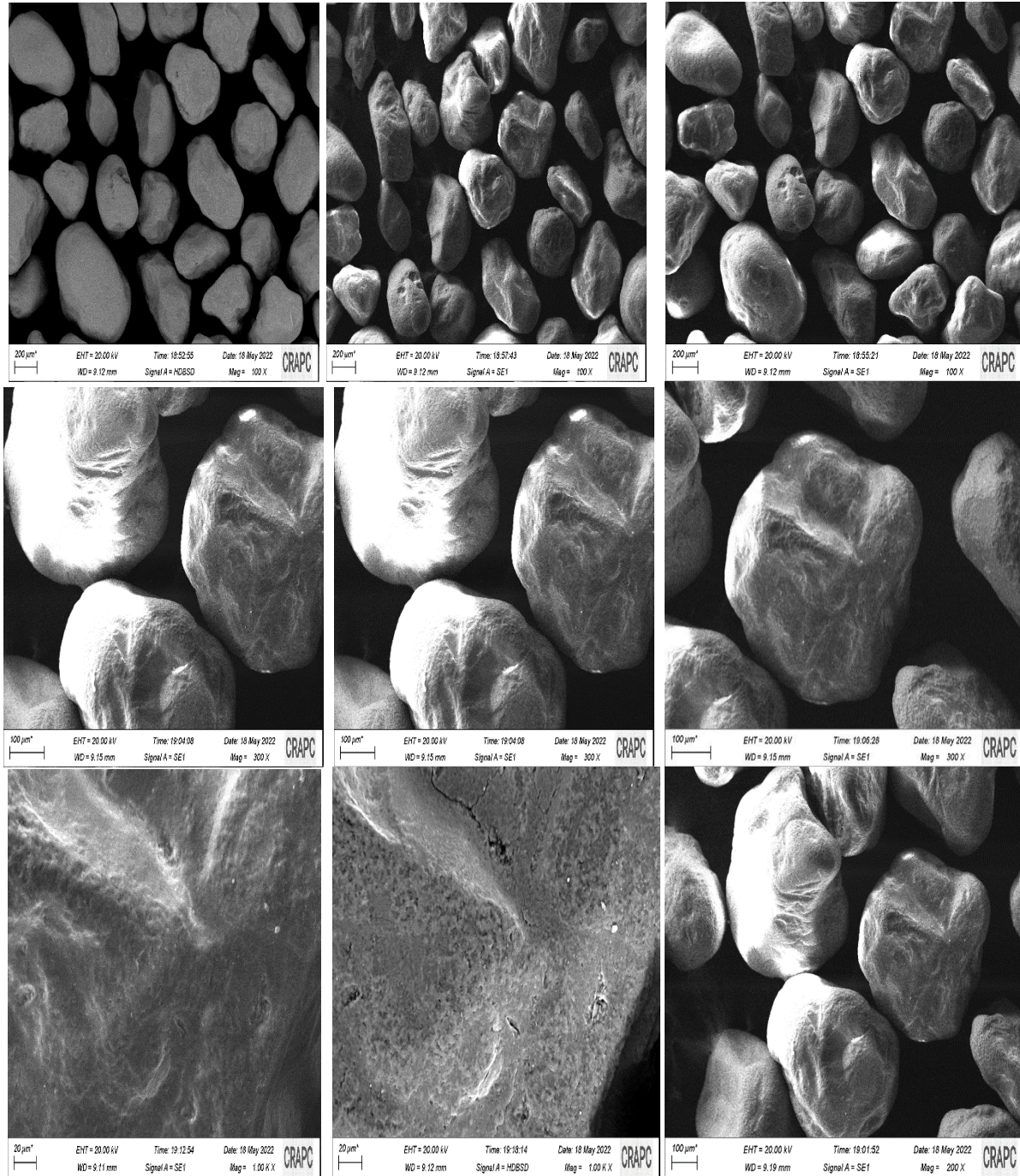
**III.3.2.1. نتائج المجهر الإلكتروني الماسح MEB:**

يظهر التصوير بالمجهر الإلكتروني الماسح المرفق بتقنية (EDX)، صوراً دقيقة بأبعاد مختلفة لسطح بعض حبيبات الرمل، الذي أجري بجهاز من نوع Zeiss Smart EDX، المتواجد بمخبر الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية ورقلة (CRAPC).



الشكل (III-06): صورة للمجهر الإلكتروني الماسح المستعمل .





الشكل (III-07): صور بالمجهر الإلكتروني الماسح بأبعاد مختلفة لرمل كثبان تيفرين (إيزي)

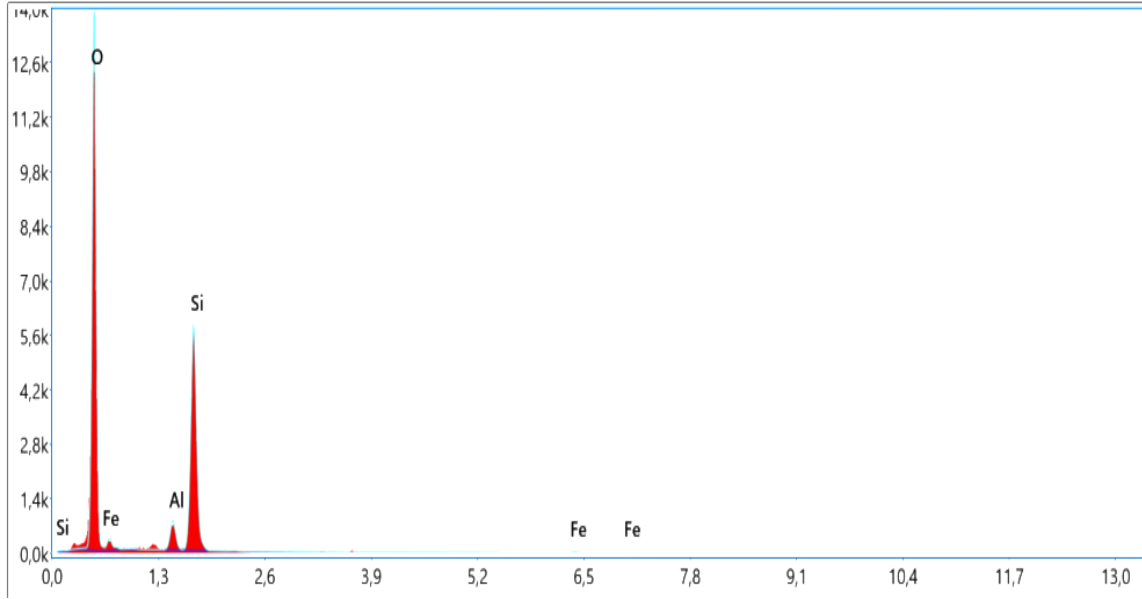
حيث توضح الصور أن شكل حبيبات الرمل تتراوح من مدورة (عالية التكور) إلى شبه دائرية، وبعض منها مستدرة منخفضة التكور (بالمقارنة في شكل حبيبات المذكور في الفصل الأول)، و أن سطح حبيبات خشن وبه تجويف وعلامات مختلفة، وقد يحتوي على تشققات بسبب عوامل المناخية.

من خلال العين المجرة نلاحظ أن عينة الرمل تأخذ اللون أجوري أو البني الفاتح وتحتوي على حبيبات شفافة ولامعة.

كما يعطينا التحليل بتقنية EDX أهم مكونات لعينة الرمل ونسبها:

إذ يظهر التحليل النوعي للعينة: أن تركيبها الذري يتكون أساساً من أكسجين (O) سليكون (Si) حديد (Fe) ألومنيوم

(Al).



الشكل (III-08): أطياف العناصر المكونة للعينة بتقنية EDX

وكذلك يبين لنا التحليل الكمي للعينة نسب العناصر المكونة لها: حيث تحتوي العينة على 71.75% من الأكسجين، وعلى نسبة معتبرة من السيلكون تقدر بـ 24.32 %، و على نسب منخفضة من الألمنيوم حوالي 3.49% و 0.44% من الحديد.

الجدول (III-03): يوضح نتائج تقنية EDX لعينة الرمل.

Elément	% de masse	% atomique	Intensité totale	Erreur %	Kratio	Z	A	F
O K	71.75	81.72	891.45	5.95	0,3900	1.0260	0.5299	1.0000
AlK	3.49	2.36	62.55	6.23	0,0215	0.9127	0.6683	1.0081
SiK	24.32	15.78	503.39	3.88	0,1720	0.9327	0.7576	1.0012
FeK	0.44	0.15	3.17	19.62	0,0039	0.7842	1.0105	1.1067

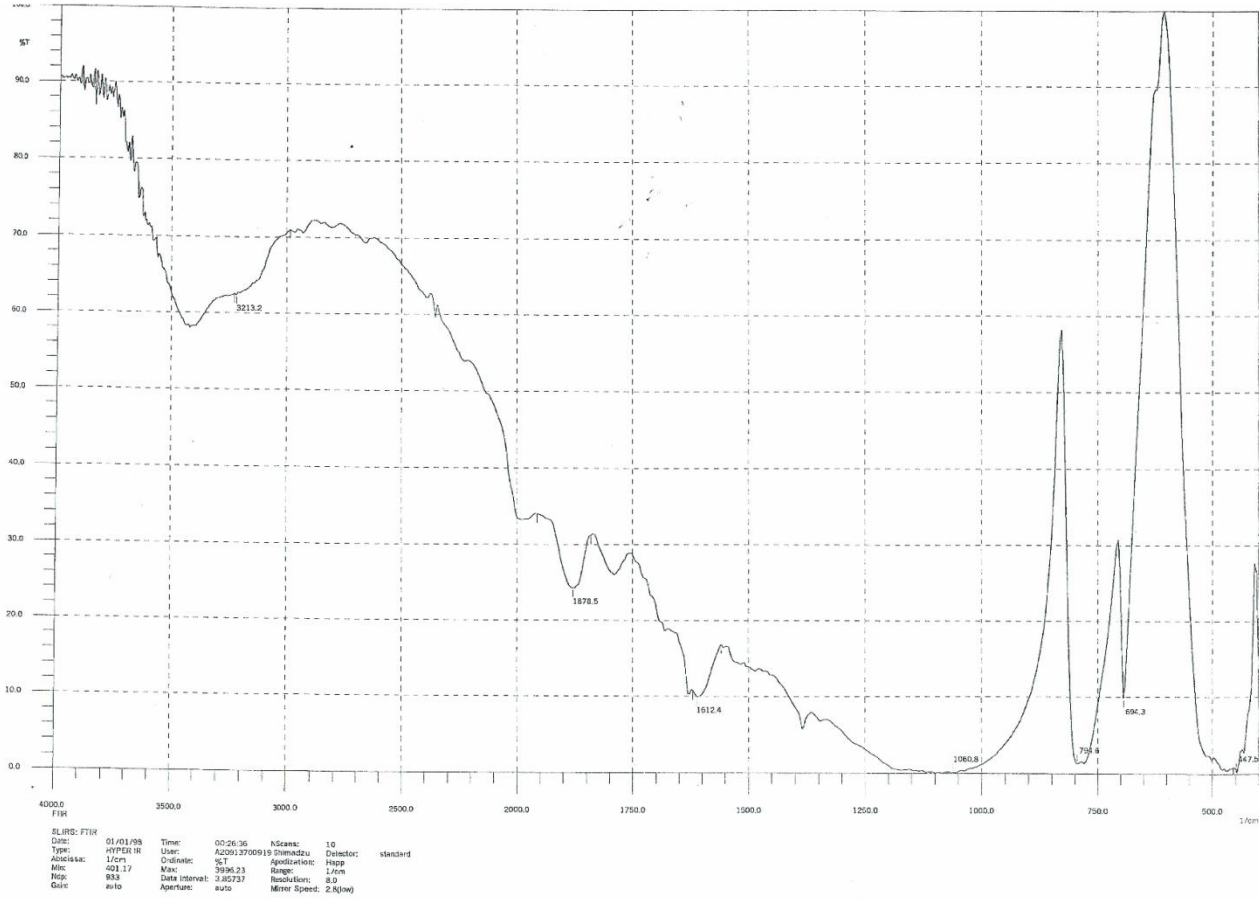
### III.3.3. نتائج الدراسة الطيفية:

#### III.3.3.1. نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR:

يعد التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بالتأكييد، أحد أهم التقنيات التحليلية المتاحة لعلماء اليوم في هذا العمل سُجِلت أطياف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR، لعينة رمل تفرنين (إليزي) بواسطة جهاز من نوع 8300 - SHIMADZU FTIR، الذي يعمل في المجال المحصور بين  $(4000 - 400)cm^{-1}$  والموضح في الصورة (III-06)، المتواجد بمخبر تسمين وترقية الموارد الصحراوية (VPRS) بكلية علوم المادة بجامعة ورقلة.



الشكل (III-09): جهاز الأشعة تحت الحمراء و المكبس.



الشكل (III-10): طيف للأشعة تحت الحمراء لرملة منطقة تيفرين.

ومن أجل التحليل الطيفي، يكفينا تحديد أطوال الموجات الممتصة الموافقة للمجموعات الموجودة فيها، ثم تحليلها بتحديد الروابط الكيميائية الموجودة في العينة، وذلك باستخدام المراجع السابقة والمتاحة. [10] [15] [58] ومن خلال مقارنة أشرطة الامتصاص في الطيف الخاص بعينتنا المدروسة مع المراجع، تمكنا من تحديد أغلب روابط الكيميائية الموجودة في العينة، إذ اتضح لنا أن أغلب الروابط الموجودة تعود إلى الكوارتز، حيث تمثلت بالأشرطة التالية: 447.4- 694.3 - 794.6 - 1060.8.

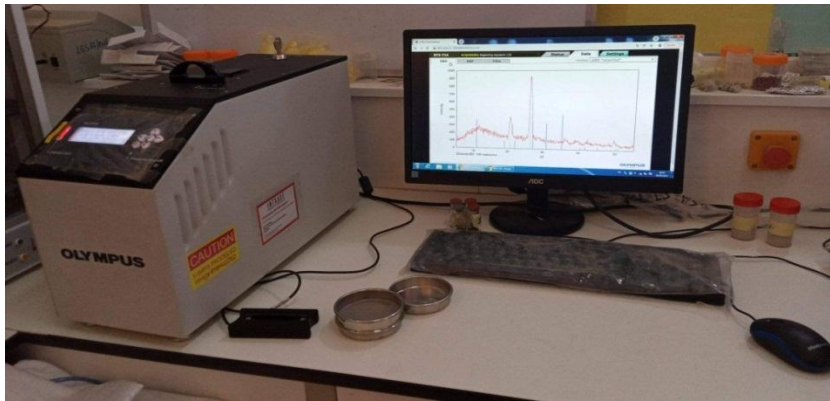
- يشير الشريط عند التردد (447.4 - 694.3) إلى اهتزاز انحناء متمائل Si- O-Si.
- يمثل الشريطين عند التردد (447.4 - 694.3) إلى اهتزازت مدد المتناظر Si- O-Si و Si- O-Si.
- يشير الأشربة (1612.4 - 1878.5 - 3213.2) إلى اهتزاز تمدد لـ H-O-H و H-O التي تدل على الجبس المشبع بالماء.

الجدول (III-04): الجاميع الوظيفية للامتصاص ومخططات الاهتزاز.

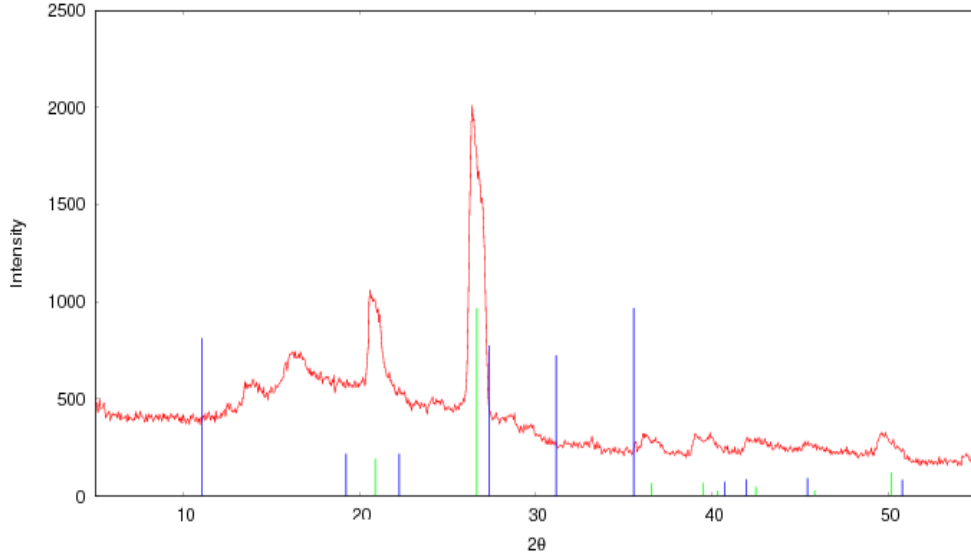
التردد ( $mc^{-1}$ ) (Frequency)	المعدن (Minerals)	المجموعة الوظيفية ونمط الاهتزاز (Type IR band Modes of vibration)
447.5	كوارتز	انحناء متمائل Si- O-Si
694.3	كوارتز	انحناء متمائل Si- O-Si
794.6	كوارتز	تمدد المتناظر Si- O
1060.8	كوارتز	تمدد متناظر Si- O-Si
1612.4	الماء	تمدد H-OH
1878.5	الماء	تمدد H-O-H
3213.2	الماء مُمتص	تمدد H- O

### III.3.2. نتائج انعراج الأشعة السينية DRX:

سمح لنا جهاز انعراج الأشعة السينية من نوع OLY MPUS المتواجد في مركز البحث العلمي بمخبر جيولوجيا الصحراء بكلية العلوم التطبيقية بجامعة ورقلة، بتسجيل مخطط انعراج الأشعة على عينة الرمل المدروسة الشكل (III-11)، حيث عولجت النتائج و المخططات بواسطة برنامج XPertHighScore فتحصلنا على نتائج الشكل (III - 12).

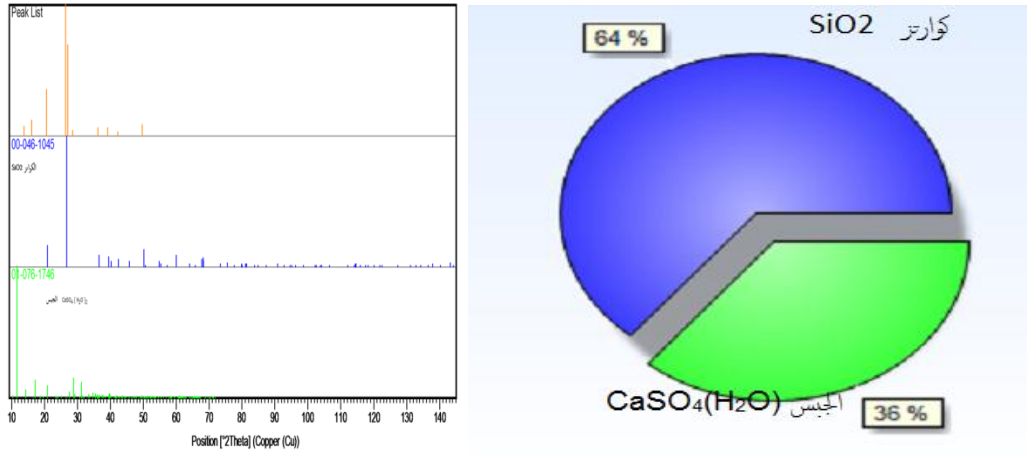


الشكل (III-11): جهاز حيود الأشعة السينية DRX



الشكل (III-12): طيف انعراج الأشعة السينية لعينة رمل منطقة تفرنين.

بعد معالجة نتائج الانعراج بالأشعة السينية بواسطة برنامج X'PertHighScore، قمنا بتقدير نسب مركبات العينة.



الشكل (III-13): يمثل مكونات رمل تفرنين ونسبها بـ DRX.

حيث نلاحظ من خلال الدائرة النسبية في الشكل (III - ) أن نسبة الكوارتز في قد بلغت 64% و نسبة الجبس 36%.

الجدول (III-05): يوضح اسم المركب ونسبته والمرجع المشفر الخاص به.

المرجع المشفر	اسم المركب	نسب التركيز %	الصيغة الكيميائية
00-046-1045	أكسيد السيليكون (الكوارتز)	64	SiO <sub>2</sub>
01-076-1746	هيدرات كبريتات الكالسيوم	36	CaSO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O)

من خلال المرجع المشفر المذكور في جدول (III - 11) تم تحديد اسم مركبات في العينة.

الجدول (III-06): زوايا الانعراج و المركبات الموافقة لها مع صيغة الكيمائية و معاملات ميلر .

المركب	hkl	$d_{hkl}$ (Å)	$2\theta$ (°)	
\	\	\	13.7944	01
CaSO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) (الجبس)	(-1 1 1)	5.4765	16.1727	02
SiO <sub>2</sub> أكسيد السيليكون (الكوارتز)	(1 0 0)	4.3064	20.6037	03
SiO <sub>2</sub> أكسيد السيليكون (الكوارتز)	(1 0 1)	3.3816	26.3274	04
SiO <sub>2</sub> أكسيد السيليكون (الكوارتز)	(1 0 1)	3.2934	27.0504	05
CaSO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) (الجبس)	(0 0 2)	3.1211	28.5677	06
SiO <sub>2</sub> أكسيد السيليكون (الكوارتز)	(1 1 0)	2.4782	36.2116	07
SiO <sub>2</sub> أكسيد السيليكون (الكوارتز)	(1 0 2)	2.3019	39.0899	08
SiO <sub>2</sub> أكسيد السيليكون (الكوارتز)	(2 0 0)	2.1382	42.2135	09
CaSO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) (الجبس)	(1 3 3)	1.8355	49.6183	10

من خلال مطابقة طيف لانعراج لأشعة السينية مع بطاقات ASTM يتبين لنا أن :

تظهر نتائج انعراج الأشعة السينية DRX لعينة رمل تفرنين وبعد مطابقتها ببطاقة ASTM يتبين أن قمم الحيود المرتبطة بالزوايا (2 θ): 20.6037°, 26.3274°, 27.0504°, 36.2116°, 39.0899°, 42.2135° الموافقة لقرائن

ميلر (hkl) على التوالي: (1 0 0) (1 0 1) (1 0 1) (1 1 0) (1 0 2) (2 0 0)، تدل على الكوارتز SiO<sub>2</sub>.

وقمم الانعراج المرتبطة عند الزوايا (2 θ): 16.1727°, 28.5677°, 49.6183° الموافقة لقرائن ميلر (hkl) على التوالي:

(- 1 1 1) (0 0 2) (1 3 3) توافق مركب الجبس CaSO<sub>4</sub>(H<sub>2</sub>O).

### III.3.3.3 نتائج فلورة الأشعة السينية XRF:

لمعرفة مركبات الكيمائية لرمل تفرنين وتحديد نسبها، استخدمنا تقنية الفلورة بالأشعة السينية بجهاز XRF

ZETIUM المتواجد بمخبر الاسمنت بعين توتة بياتنة .

حيث تم تلخيص نتائج هذا قياس في الجدول التالي:

الجدول (III-07): التركيب الكيميائي لعينة رمل تيفرنين و النسب الموافقة لها

نسبة التركيز %	المكونات	
	صيغته	اسم المركب
90,94	SiO <sub>2</sub>	السيليس
0,64	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	الالومين
1.32	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	أكسيد الحديد الثلاثي
2.84	CaO	أكسيد الكالسيوم
0,07	MgO	أكسيد المغنيزيوم
0,00	K <sub>2</sub> O	أكسيد البوتاسيوم
0,01	Na <sub>2</sub> O	أكسيد الصوديوم
0,00	SO <sub>3</sub>	أكسيد الكبريت
0.010	Cl	كلور
95.83	المجموع	

ومن خلال نتائج الجدول نجد أن مجموع نسب التراكيز لمكونات رمل تيفرنين تقدر بـ 95.83%، ويفسر ذلك بأن تقنية XRF لا يمكنها الكشف عن التراكيز ذات النسب الضئيلة في العينة المدروسة ، حيث نلاحظ أنه يتكون أساسا من السيليس (الكوارتز) بنسبة 90.94%، ونسب معتبرة من أكسيد الكالسيوم CaO بـ 2.84% وأكسيد الحديد الثلاثي Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> بـ 1.32%، و نسب ضئيلة جدا من الالومين Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> أكسيد المغنيزيوم MgO أكسيد الصوديوم Na<sub>2</sub>O. من خلال تحليل نتائج تقنيتنا XRF, DRF وجدنا أن نسبة الكوارتز عالية في العينة إلا أن اختلفت نسب تقديرها ومن محتمل يرجع هذا الاختلاف إلى دقة الأجهزة أو خطأ من تقني. وبما أن الكوارتز المكون الأساسي لرمل الكثبان قارنا نتائج XRF مع عينة الوادي (المذكورة في الفصل الأول) في الدراسات السابقة حيث تبلغ نسبته في كتبان الواد بـ 97.6% وعليه رمال الواد أكثر جودة من حيث كمية الكوارتز.

خلاصة عامة



## خلاصة عامة

في هذا العمل هذا تمكنا من تحديد الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لرمل كثبان منطقة تيفرين (اليزي) بالمساهمة في دراسته بواسطة مجموعة من التقنيات وتمثلت في تحليل حجم الجسيمات بالليزر، المجهر الالكتروني الماسح (MEB) المرفق بتقنية (EDX)، التحليل الطيفي بواسطة الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، بجيود الأشعة السينية (DRX) وأخيرا تقنية فلورة الأشعة السينية (XRF)، وكانت النتائج كالتالي:

- تحليل الجسيمات بتقنية حيود الليزر: بينت أن حبيبات الرمل يتراوح قطرها ما بين  $(1167.725 - 88.583)\mu\text{m}$  ويسود عليها حبيبات ذات القطر  $452.556 \mu\text{m}$  بنسبة 12.836% وبعد تصنيفه حسب مقياس USDA فإنه رمل مختلط من رمل ناعم جدا إلى رمل خشن جدا.
  - المجهر الالكتروني الماسح (EDX) MEB: أوضحت الصور المجهرية أن حبيبات الرمل ذات أشكال دائرية وشبه دائرية ذات سطح خشن تحتوي تشققات، بينما كشف التحليل الكمي والنوعي بـ EDX أن العينة تحتوي على نسبة 71.75% من الأكسجين ونسبة 24.32% من السليكون، أما نسبة الألمنيوم 3.49%، ونسبة الحديد 0.44%.
  - تقنية FTIR: بينت أن عينة الرمل تتكون أساسا من الكوارتز وكانت أغلب أشرطة الامتصاص المسجلة في الطيف تدل عليه. تمثلت كالتالي: 1060.8 - 794.6 - 694.3 - 447.4. و أشارت الأشرطة 3213.2 - 1878.5 - 1612.4 الى الجبس المشبع بالماء .
  - تقنية DRX: أظهرت نتائجها أن الرمل يتكون من الكوارتز وجبس. الكوارتز  $\text{SiO}_2$ : قدرت نسبته بـ 64% وتمثلت قمم حيوده عند الزوايا  $(\theta = 2)$ :  $20.6037^\circ$ ،  $26.3274^\circ$ ،  $27.0504^\circ$ ،  $36.2116^\circ$ ،  $39.0899^\circ$ ،  $42.2135^\circ$ . الجبس  $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})$ : بلغت نسبته بـ 36% و قمم الانعراج الخاصة به عند الزوايا  $(\theta = 2)$ :  $16.1727^\circ$ ،  $28.5677^\circ$ ،  $49.6183^\circ$ .
  - تقنية XRF: حيث أظهرت نتائجها أن الرمل كثبان منطقة تفرين تحتوي على كمية كبيرة من الكوارتز ( $\text{SiO}_2$ ) بنسبة 90.94%، أكسيد الكالسيوم كان بنسبة 2.84%، ثلاثي أكسيد الحديد  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  بنسبة 1.32%، بينما مركبات ( $\text{Cl}$ ،  $\text{Na}_2\text{O}$ ،  $\text{MgO}$ ،  $\text{CaO}$ ،  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) كانت بنسب ضئيلة، ومركبات أخرى.
- بعد إتمام هذه الدراسة يمكننا القول أن رمل كثبان منطقة تفرين تعتبر من أهم المصادر الطبيعية للكوارتز ومنها نأمل ونتطلع أن يكون مجال بحث و دراسة في المستقبل من أجل تحسين و تدعيم النتائج المتحصل عليها كذلك زيادة التطبيقات العلمية و الرفع من كفاءة المواد الطبيعية التقليل من التكلفة المادية باستخلاص السيليوم.

# المصادر والمراجع

المراجع:

[01] أ.د . محمد أحمد حسن هيكل . د عبد الجليل عبد الحميد الهويدي علوم الأساسية أساسيات الجيولوجيا الفيزيائية، مكتبة دار العربية للكتاب.

[02] المادة العلمية، مركز البحوث الزراعية، الكتبان الرملية، الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي 2003.

[03] دكتور ميشيل كامل عطالله، أساسيات الجيولوجيا GEOLOGY دار المسيرة للنشر والتوزيع 2009.الأردن.

[04]The geology of sand dunes , HabesA .Ghrefat, Kingsaud University, Department of geology and Geophysics Riyadh ,Saudi Arabia,January2011.

[05] (د. عباس بن عيفان الحارثي. مقرر المخاطر الهندسية و البيئية ،قسم الجيولوجيا الهندسية والبيئة – كلية علوم الارض – جامعة الملك عبد العزيز).

[06] لقيس حاكم خطار، الكتبان الرملية في ناحية الشنافية، بحث لنيل شهادة البكالوريوس في كلية الآداب قسم الجغرافية، 2018.

[07]TauRho,AlphaJohnp, Galloway,ScottW.Starratt,SandDunes,U.S.DEPARTMENT OF THE INTERIOR

[08] د.عماد محمد ابراهيم خليل ،أساسيات الجيولوجيا البيئية ،كلية العلوم-جامعة الزقازيق -جامعة مصر العربية ،2016.

[09]H.Their ,of Aeolian Sand Dunes and Their Formation, Department of Geography and Environment Ben-Gurion University of the Negev Beer – Sheva 84105,Israel.

[10] بضياف سميحة، تحديد التركيب الجزئي للأصناف الحبيبية المختلفة لرمال كتبان منطقة ورقلة وحساب تركيز الكوارتز فيها باستخدام التقنيات الطيفية أطروحة الدكتوراة 2015-2016.

[11]Samiha Beddiaf, Smail chihi , Hamza Bouguettaia ,Mouhmmad Laid Mechri .Naouia Mahdadi,Qualitative and Quantitive Evaluation of Quartz in Different Granular Types of Ouargla Sand Dunes – Algeria.,25]June 2015.

[12]مدقن أمال، رصد التغييرات الطورية في رمل من خلال قياسات المطيافية الممانعة، مذكر تخرج ماستر 2018-2019.

[13] بربغي أناس -عطيلي مريم، تحضير هلام السيلكا انطلاقا من رمال السليكا لمنطقة تندالة الوادي مذكرة لنيل ماستر، جامعة الوادي 2019-2020.

[14]Samiha Beddiaf , Smail Chichi ,youcef Leghrieb ,The determination of some crystallographic parameters of quartz in the sand dunes ofOurgla,Algeria.27,March 2015.

[15]NassimaMeftah , Mohammed sadokMahboub,Spectroscopic Characterizations of Sand Dunes Minerals of El-Oued (Northeast Algerian Sahara) by FTIR, XRF,and XRD Analyses,12 February 2019.

[16]سميحة بضياف، دراسة التركيب الجزيئي لرمال كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الأشعة السينية، مذكرة ماستر أكاديمي، 2011-2012.

[17] Glossary of Termin soil science :publication 1459,Revised1976

[18]مريقة ابراهيم، رحمانى كمال، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل المحاجر بواسطة التصحيح الحبيبي، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر

[19][manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/coasts](http://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/coasts) استكشاف الأرض السائل

[20]رجاني م الصحلاوي 2008، المعادن و الصخور الضارة ، مجلة أسبوط للدراسات البيئية 101:31-118.

[21] المهندس جمال أبو قبع، الجيولوجي لطفى أبو سعد، المهندس محمود عزام، دراسة جيولوجية و هندسية لرمال الكربن في المملكة الأردنية الهاشمية.

[22] prof Dr Altan Turkeli ,Sand. Sand additives sand properties .and sand reclamation ,MSE 432 foundry Technology

[23]Balhaachemi Sara, Berrafa Fatouma Imane , La valorisation de sable de dune (sable de Naama) Durabilite et comportement mécanique ,du diplôme de Master, centre Universitaire Belhadj Bouchaib d Ain Témouchent ,2016 /2017 .

[24] arab-ency.com.sy الموسوعة العربية

[25]Engineering Classification of Earth Materials ,National Engineering Handbook,part631,United States Department of Agriculture, Junury 2012.

[26](خصائص الفيزيائية للتربة، محاضرة من اعداد الاستاذ المساعد الدكتور اسلام هاتف احمد الحويوي، قسم الجغرافيا، كلية التربية ابن رشد جامعة بغداد، الموارد الطبيعية)

[27]egyresmag.com الباحثون المصريون

[28]مقرر الجيولوجيا الهندسية أ.د عباس بن عيفان الحارثي

[29] بن تيمة مروة، دراسة بنيوية لعينة من الرمل منطقة سيدي خويلد - ورقلة ، مذكرة لنيل شهادة الماستر ، جامعة ورقلة2018-2019.

[30] Bekkari Houda .kafi Meriem , Améliortion du comportement du béton de sable de dunes par l addition des fibres plastiques issues de déchets industriels.

[31]( اساسيات اراضي . أ.د .ابراهيم نصار , خواص الطبيعية للتربة )

[32] د .جمال عبد الناصر خليل ،الكثافة الظاهرية للتربة ، 201 ( أسس علم التربة ).

[33] صاحب الربيعي التربة والمياه ( استصلاح التربة و الري و الصرف ) .

[34][the quartz pag www.quartzpage.de/about.html](http://www.quartzpage.de/about.html)

[ 35] مشري محمد العيد،دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثنان ورقلة ، وعلى ناقلته الكهربائية ، باستخدام الطرق الطيفية ، جامعة ورقلة ، 2015-2016.

[36] منصورى زنبب – قروط شريفة ،المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيمائية لرمل و وردة الرمال منطقة الراشدي بالحجيرة ،2019-2020.

[37] Samiha Beddiaf, Smail Chihi ,Youcef Leghrieb ,The determination of some crystallographic parameters of quartz, in the sand dunes of Ouargla, Algeria

[38]الخواص التطبيقية لثاني أكسيد السيليكون من الرمل الى التقنيات المتقدمة أ. نور الدين بن صالح بشية قسم الفيزياء كلية علوم الزاوية – جامعة الزاوية مجلة الجامعة العدد 17 – المجلد الثاني أغسطس 2015.

[39 ] سالم مريم ، غرياني مروة، مساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيمائية لعينات من رمل منطقة حاسي مسعود ميلود بورقلة، مذكرة لنيل شهادة ماستر ،جامعة ورقلة ,2016-2017

[40 ]W.Trabelsi; M.benzina ,S.Bouaziz ,Physico\_chemical characterization of the Doouiret sand ( Southern Tunisia) :Valorisation for the production of Silica Gel,31August 2009.

[ 41 ]Nassima Meftah , Mohammed Sadok Mahboub ,Spectroscopic Chactions of Sand Dunes Minerals of El\_ Oued (Northeast Algerian Sahara ) by FTIR, XRF, and XRD Analyses.12February 2019.

[42] mordorintelligence.com

[43]stringfixer.com

[44]Sayhia Benchaa; Rachid Gheriani; Abderrahim Achouri; Hamza Bouguettaia; Mohammed Laïd Mechri Structural characterizations of dune sand and construction sand of Sidi Slimane and Zaouia El Abidia areas in the Touggourt region in southeast Algeria –Arabian Journal of Geosciences.2021.

[45]Samuel Asante-Babatunde James Olawuyi-PARTICLE SIZE DISTRIBUTION METHODS AS ADOPTED FOR DIFFERENT MATERIALS -2Department of Building, School of Environmental Technology, Federal University of Technology 2016.

[46] دراه مصطفى احمد إبراهيم، التصوير بالأشعة السينية - بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس - جامعة السودان 2015.

[47] elarning.univ-eloued.dz spectroscopie des rayons

[48] اعداد طالبة نور الهادي غيث، منى مهدي، بعنوان حيود الاشعة السينية، بحث لنيل درجة بكالوريوس - جامعة سبها - ليبيا  
\_ 2016 - 2015.

[49] لبيهي عائشة، جديعي عيبر، تحضير ودراسة مادة السليكا النانومترية من الرمل لمنطقة الوادي، مذكرة تخرج لنيل ماستر  
، جامعة الوادي 2020-2021.

[50] وردة بن علي \_ صبرين بن بوشول، دراسة و تحضير الاغشية الرقيقة لكبريتيد الكاديوم (CdS) (المرسبة بطريقة الحمام  
الكيميائي - (CBD) مذكرة تخرج لنيل ماستر : جامعة الواي، 2017-2018.

[ 51 ] طرق التحليل الطيفي - تقنية مختبرات كيميائية - المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهنية - المملكة العربية  
السعودية.

[ 52 ] د. صالح محمد متولي ، الاشعة السينية الفوائد والمخاطر ، مكتبة الملك فهد الوطنية - الرياض 2015.

[53] إكرام حفاف، التصنيف الحبيبي لعينات رمل منطقة نقوسة ( ورقلة ) ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر ، جامعة ورقلة،  
2018-2019

[54] Fatima Zohra Mammeri , ETUDE DE  
L'EVOLUTION MICROSTRUCTURALE AU COURS DE LA  
CROISSANCE DES REVETEMENTS DE NITRURES, ANALYSE PAR  
MEB-EDX-EBSD, MEMOIRE REPRESENTANTE POUR OBTENIR LE  
DIPLOME DE MAGISTER , UNIVERSITE MENTOURI  
CONSTANTINE., 2006

[55] non-arabia.com .

[56] www . techno - science . Net

[57] hyatok.com

[58] S. Anas Boussaa A. Kheloufi N. Boutarek Zaourar and F. Kerkar,  
Valorization of Algerian Sand for Photovoltaic Application ,08 September2016.



# ملخص الدراسة

يهدف هذا العمل إلى تعرف و اكتشاف خصائص الفيزيائية و الكيميائية لرمال منطقة تفرنين بتحديد التركيب الذري والجزئي له و دراسة المورفولوجيا لسطح و شكل حبيبة الرمل بتقنيات مختلفة مثل التصوير بالمجهر الإلكتروني الماسح المرفق بتقنية التحليل الطيفي للأشعة السينية لتشتت الطاقة، مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه، حيود الأشعة السينية ، فلورة الأشعة السينية

رمل تفرنين هو عبارة عن رمل مختلط من رمل خشن جدا الى رمل ناعم جدا ، يتراوح قطر حبيباته من  $(1167.725 - 88.583)\mu m$  يتميز بحبيبات مدورة و شبه دائرية ذات السطوح الخشنة وتأخذ اللون أجوري ومنها ما هو شفاف، و يتكون أساسا 71.75% من الأكسجين وعلى نسبة معتبرة من السيلكون تقدر بـ 24.32%، وعلى نسب منخفضة من الألمنيوم حوالي 3.49% و 0.44% من الحديد، الذي أظهرته تقنية EDX، وأوضحت تقنيتا مطيافية الأشعة تحت الحمراء و حيود الأشعة السينية أن العينة تحتوي على نسبة عليه من الكوارتز وهذا الأخير قدرها بـ 64% و 36% من الجبس وأكدت تقنية XRF أنه غني بالكوارتز بنسبة 90,94% ونسبة منخفضة من أكسيد الكالسيوم CaO بـ 2.84% وأكسيد الحديد الثلاثي Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> بـ 1.32%.

الكلمات المفتاحية: رمل، تفرنين ، فيزيوكيميائية ، الكوارتز، التقنيات .

### Abstract:

This dissertation is studying the physical and chemical properties of the Tavernin sand ,we focus on its atomic and molecular structure ,we also study the morphology of the surface and shape of the sand. We use different techniques such as scanning electronic, microscopy imaging, x\_ray spectroscopy of energy dispersion ,Fourier transform infrared spectroscopy diffraction ,x\_ray. After some experiment ,we discover that Tavernin sand is mixed ,it contains every coarse and every fine sand .the diameter of its grains are  $(1167-725-88,583)\mu m$

They have a circular and semi circular shape and are characterized by a transparent and agaric color. Tavernin sand consist of 71,757%oxygen,3,49%of aluminum and 0,44of iron which was shown by GDX technology.the study also showed that sample contains quartz 90,94%calcium oxide cao 2,84% and oxide triple,ironfe Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with1,32%

**Key words:** sand ,Tavernin, physicochemical, quartz, techniques