

جامعة قاصدي مرباح - ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم فيزياء



مذكرة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم المادة

شعبة الفيزياء

إختصاص: فيزياء المواد

من إعداد الطالبة: بكيري أحلام

بعنوان:

مساهمة في دراسة فيزيوكيميائية لرمال منطقة تامنغست

نوقشت يوم: 2022/06/20

أمام اللجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

رئيسا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر "أ"	بن كريمة يمينة
مناقشا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر "أ"	بن طويلة عمر
مشرفا ومقررا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر "أ"	عاشوري عبد الرحيم
مساعدة مشرف	جامعة ورقلة	طالبة دكتوراء	بن صديق رببعة

الموسم الجامعي: 2021/2022

شكر وتقدير



نشكر الله عز وجل الذي بتوفيق منه وبفضل منه تمكنت من انجاز هذه المذكرة .

أتقدم بالعرفان وشكر الجزيل إلى كل أساتذة قسم فيزياء بجامعة قاصدي مرباح ورقلة .

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف " **عاشوري عبد الرحيم** " الذي رافقني في هذا العمل وأمدني بالمعلومات والنصائح القيمة راجية من الله أن يسدد خطاه ويحقق مناه فجزاه الله عنا كل خير .

إلى مساعدة المشرف طالبة الدكتوراء " **بن صديق ربیعة** " التي ساعدتني وأمدتني بالتوجيهات لانجاز هذا العمل .

إلى لجنة المناقشة المكونة من الأستاذة " **بن كريمة يمينة** " والأستاذ " **بن طويلة عمر** " على قبولهم مناقشة هذه المذكرة .

إلى طالبة الدكتوراء " **بن شعاعة سايحية** " التي كانت لي عوناً في العمل التجريبي و المخبري وقدمت لي التوجيهات والنصائح .

إلى كل عمال المخابر بكلية الرياضيات وعلوم المادة وكلية الجيولوجيا .

وأخيراً لا يفوتني أن اعبر عن بالغ تحياتنا إلى كل من

مد لي يد العون من قريب أو بعيد في انجاز هذا العمل
المتواضع.

الطالبه بكيري احلام



إهداء

إلى روعي أبي الزكية الطاهرة رحمة الله عليه.

أهدي ثمرة جهدي هذا إلى أعز وأغلى إنسانة في حياتي إلى
الغالية أمي.

لكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من إخوة
وأخوات.

إلى أختي وزوجها عمار عبيدلي على مساعدتهم و تحفيزهم لي
طوال مدة إنجازي هذه المذكرة.

إلى كل الأساتذة الذين قدموا لي يد العون.

إلى كل من ساعدني في كتابة هذه المذكرة.

إلى كل الأشخاص الذين أحمل لهم المحبة والتقدير.

إلى كل من نسيه القلم وحفظه القلب.

إلى كل من علمني حرفا في هذه الدنيا.

الطالبة بكيري أحلام

I.....فهرس

V.....قائمة الأشكال

VII.....قائمة الجداول

1.....مقدمة عامة

فصل الأول: عموميات حول الرمال

4.....تمهيد

4.....1.I. تواجد الرمال في الجزائر

5.....2. I. تعريف الرمل

5.....3.I. الكثبان الرملية

6.....1. 3.I. أصل تشكل الكثبان الرملية

6.....2. 3.I. أنواع الكثبان الرملية

7.....1.2.3.I. أشكال الكثبان الرملية

3. 3. المكونات الرئيسية الكثبان الرملية

8.....I. الرملية

9.....1.3.3. I. الكوارتز

10.....2.3.3.I. الجبس

11.....3.3.3.I. الحجر الكلسي

13.....4. I. خصائص الرمال

13.....1.4.I. الخصائص الفيزيائية

13.....1.1.4.I. التصنيف الحبيبي

14.....	2.1.4.I المكافئ الرملي
15.....	3.1.4.I أشكال حبات الرمال
16.....	4.1.4.I حجم حبات الرمال
17.....	2.4. I الخصائص الكيميائية

فصل الثاني: طرق التجريبية والتقنيات المستعملة

20.....	تمهيد
20.....	1. II نبذة عن منطقة الدراسة
22.....	2. II الدراسة الفيزيوكيميائية
22.....	1.2. II تحضير العينة
23.....	3. II التصنيف الحبيبي بالغرلة الميكانيكية
23.....	1.3. II مبدأ التصنيف الحبيبي
24.....	2.1.3. II طريقة العمل
26.....	4. II مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR
27.....	1.4. II مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR
27.....	2. 4. II أنماط الاهتزازات الجزيئية
	3.4. II تحضير عينة التحليل بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR
	29.....
30.....	5. II تقنية انعراج الأشعة السينية XRD
31.....	1.5. II مبدأ انعراج الأشعة السينية XRD
31.....	2.5. II قانون براغ

32.....	آلية توليد الأشعة السينية XRF	3.5.II
34.....	مبدأ الأشعة السينية XRF	4.5.II
34.....	6.II مطيافية الفلورة بالأشعة السينية XRF	
34.....	1.6.II مبدأ تقنية مطيافية الفلورة بالأشعة السينية XRF	
35.....	تحضير عينة مطيافية الفلورة بالأشعة XRF	2.6.II السينية
37.....	7.II تقنية المجهر الإلكتروني الماسح SEM	
37	مبدأ تقنية المجهر الإلكتروني SEM	1.7.II الماسح
38.....	تحضير العينة للتحليل بمجهر إلكتروني SEM	7.2.II الماسح

فصل الثالث : تحليل النتائج التجريبية ومناقشتها

40.....	تمهيد	
40.....	1.III نتائج التصنيف الحبيبي	
42	نتائج مطيافية الأشعة تحت FTIR	2.III الحمراء
44.....	تحليل نتائج مطيافية الأشعة تحت FTIR	1.2.III الحمراء
47.....	مناقشة نتائج مطيافية الأشعة تحت FTIR	2.2.III الحمراء

48.....	3.III نتائج الفلورة بالأشعة السينية XRF
49.....	1.3.III مناقشة نتائج الفلورة بالأشعة السينية XRF
49.....	نتائج التحليل بالمجهر الالكتروني SEM
	4.III.الماسح
51.....	1.4.III نتائج تحليل بتقنية EDX
52	5.III مناقشة نتائج تحليل بتقنية EDX
55.....	الخلاصة العامة.....
58.....	المراجع.....

الفصل الأول: عموميات حول الرمال		
4	موقع العروق والوحدات الجزائرية	الشكل I-1
5	صورة لرمال منطقة تمنغاست	الشكل I-2
7	صورة لكثبان الهلالية	الشكل I-3
8	صورة لكثبان الطولية	الشكل I-4
8	صورة لكثبان النجمية	الشكل I-5
9	صورة لحجر كوارتز	الشكل I-6
10	أمثلة للألوان المختلفة لبلورات الكوارتز	الشكل I-7
11	صورة لحجر الجبس	الشكل I-8
12	صورة لحجر الكلسي نقي	الشكل I-9
14	تقسيم حبيبات تربة صلبة حسب نظام SNIP (النظام السوفياتي سابقا الخاص بالقواعد والأساسيات).	الشكل I-10
14	تقسيم حبيبات تربة صلبة حسب نظام USCS (نظام التصنيف الموحد الأمريكي للتربة).	الشكل I-11
15	أشكال الحبيبات من حيث التكوين و الاستدارة.	الشكل I-12
فصل الثاني: طرق التجريبية والتقنيات المستعملة		

20	(a) خريطة الجزائر (b. منطقة تامنغست. c) ارتفاع منطقة تمنغاست.	الشكل 1-II
21	صورة لموقع المنطقة التي أخذت منها عينة الرمل بواسطة Google Maps.	الشكل 2-II
22	صورة لجهاز السحق.	الشكل 3-II
23	(a) عينة الرمل الأصلية (b) عينة الرمل بعد طحن.	الشكل 4-II
23	حفظ العينات في علب بلاستيكية مغلقة.	الشكل 5-II
24	عملية تمرير عينة من رمل عبر مجموعة غرايبل قياسية.	الشكل 6-II
25	مجموعة الأدوات المستعملة في تجربة التصنيف الحبيبي.	الشكل 7-II
26	تصنيف حبيبي لحبات لعينة رمل منطقة تامنغست وفقا لUSDA.	الشكل 8-II
28	اهتزاز تمدد متناظر وغير متناظر.	الشكل 9-II
29	اهتزازات الانحناء.	الشكل 10-II
29	صورة لجهاز الضغط والمؤقت المستخدم في تقنية FTIR.	الشكل 11-II
30	صورة لجهاز FTIR.	الشكل 12-II
31	انتشار الأشعة السينية من مستويين متوازيين بمسافة فاصلة d.	الشكل 13-II
33	الأجزاء الأساسية في مولد الأشعة السينية.	الشكل 14-II
35	مبدأ الأساسي للفلورة بالأشعة السينية.	الشكل 15-II
36	جهاز ضغط العينات في تقنية ED-XRF.	الشكل 16-II
36	جهاز تقنية ED-XRF.	الشكل 17-II
38	مبدأ مجهر المسح الإلكتروني.	الشكل 18-II

38	صورة لجهاز المجهر الالكتروني الماسح SEM.	الشكل 19-II
فصل الثالث: تحليل النتائج التجريبية ومناقشتها		
42	تمثيل بياني للنسب المؤوية للمتبعي لأصناف عينة رمل تامنغست باستخدام برنامج Origin 2018.	الشكل 1-III
43	طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لعينة رمل منطقة تامنغست.	الشكل 2-III
47	طيف FTIR لعينة رمل كثنان ورقلة.	الشكل 3-III
50	صور بمجهر الالكتروني الماسح لعينة رمل منطقة تامنغست.	الشكل 4-III
51	طيف تحليل EDX لعينة رمل منطقة تامنغست.	الشكل 5-III

قائمة الجداول

الفصل الأول: عموميات حول الرمال		
الصفحة	عنوان الجدول	الجدول
16	تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم الأمريكي.	الجدول 1-II
17	تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم العالمي.	الجدول 2-II
فصل الثالث: تحليل النتائج التجريبية ومناقشتها		
41	نتائج المتحصل عليه في تصنيف الحبيبي لعينة رمل وفقا لتصنيف USDA منطقة تامنغست .	جدول 1-III
46	أهم أشرطة الامتصاص المسجلة والمجموعات الوظيفية وأنماط الاهتزاز الموافقة لها للعينة المدروسة.	جدول 2-III
48	نتائج تقنية ED-XRF لعينة رمل منطقة تامنغست.	جدول 3-III
49	نتائج تقنية الفلورة بالاشعة السينية بعينة رمل منطقة ورقلة	جدول 4-III
51	نتائج التحليل الكمي لعينة رمل منطقة تامنغست المتحصل عليها بواسطة تحليل EDX.	جدول 5-III
52	المقارنة بين نتائج التحليل الكمي لعينة رمل المدروسة و نتائج لعينة رمل كثبان منطقة ورقلة ذات اللون الأسود.	جدول 6-III

مقدمة عامة

الرمل من المكونات التي توجد في الطبيعة بشكل حر وهو مادة حبيبية تغطي الشواطئ وأحواض الأنهار والصحاري في العالم ، تتشكل الرمال من تفتت الصخور والمعادن والمواد العضوية بفعل عمليات التعرية الناتجة عن العوامل الجوية كالأمطار وتغير درجات الحرارة، على مدى ملايين السنين تنتقل هذه الرمال بفعل الرياح مشكلة كتبان رملية.

يعود استخدام الرمل إلى ما قبل التاريخ أين يوجد هناك أدلة أركيولوجية على أنه استخدم قبل الميلاد بنحو 6000 سنة حيث استخدم آنذاك لشحذ وتلميع الحجارة لجعل أطرافها حادةً وصالحةً للقطع.

كما ظهرت أولى الخزرات المطلية بالزجاج، المصنوع من صهر الرمال، في مصر ما بين 3000-3500 قبل الميلاد، وقبل ذلك بنحو ألف سنة كان الرمل قد دخل في صناعة طوب البناء في وادي السند أولاً، ومنذ ذلك الزمن وحتى يومنا هذا لم يغب الرمل يوماً عن صناعتي الزجاج والبناء.

غير أن الاستخدام الكثيف للرمل اتخذ منعطفاً حاداً مع انطلاق الثورة الصناعية في أواخر القرن الثامن عشر وتوسع المدن وبناء الطرقات، ومن ثم ظهور الخرسانة كمادة رئيسية للبناء. وازداد الطلب على الرمل في بداية القرن العشرين، واستخدامه في صناعة الزجاج وهذا لوجود مادة الكوارتز كمكون أساسي لرمل وفي عمليات بناء كصناعة الخرسانة وطلاء الجدران كما استخدم أيضاً في الزراعة.

و اعتباراً لأهمية الرمل نو الاستخدامات المتنوعة كصناعة الزجاج لوجود مادة الكوارتز كمكون أساسي له وفي عمليات بناء كصناعة الخرسانة وطلاء الجدران كما يستخدم أيضاً في الزراعة، يمكن بذلك دراسة حبات الرمل علمياً، أن تكشف كثيراً من المعلومات التاريخية حولها، تتعلق بمصدر الرمال وطريقة انتقالها من منطقة إلى أخرى. فالصخور و المعادن وغيرها، قبل أن تتحوّل إلى رملٍ، تنتقل بفعل الأمطار والسيول لآلاف

الكيلومترات. أما الرمل الذي تذرره الرياح مسافات بعيدة، وتحمله المياه معها ، فهو يتحاتّ و يصبح مستديراً أشبه بالكريات بفعل الدحرجة لفترات زمنية طويلة، ويحمل على صفحته آثار التآكل بفعل الرياح والظروف المناخية؛ وهذه هي حال رمل الصحارى نتيجة هبوب الرياح العاتية في هذه البيئة.

وبما أن صحراء الجزائر غنية بمادة الرمل انتقينا في هذه الدراسة رمل منطقة تامنغست بكونها اكبر منطقة في صحراء الجزائر. ولذلك سعينا من خلال هذا البحث للمساهمة في دراسة الخصائص الفيزيو كيميائية لعينة من رمل هذه المنطقة. حيث سنطرق فيه إلى :

الفصل الأول:

دراسة نظرية حول الرمال ونشأتها وأهم أشكال تواجدتها في الطبيعة وذكر أهم مكوناتها وبعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

الفصل الثاني:

سنطرق في هذا الفصل إلى دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية وذلك باستعمال تقنيات تحليل مخبرية: كالتصنيف الحبيبي، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR، انعراج الأشعة السينية XRD ، تقنية الفلورة بالأشعة السينية XRF والمجهر الالكتروني الماسح SEM.

الفصل الثالث:

سيتم في هذا الفصل عرض النتائج المتحصل عليها من التقنيات السالفة الذكر ومحاولة مناقشتها و مقارنتها مع الدراسات السابقة لعينات رمل لمناطق مختلفة أخرى.

الفصل الأول: عموميات حول الرمال

تمهيد

الرمل مادة طبيعية على شكل حبيبات صغيرة مفككة، ناتجة عن تفتت الصخور والمعادن وبعض المواد العضوية الجافة، نتيجة العوامل الطبيعية المختلفة من رياح وأمطار وأمواج ودورات التجمد والذوبان في الأماكن الباردة ونظراً لطول الزمن الذي يتطلبه تشكل الرمل، يمكن القول إنه مورد طبيعي غير متجدد.

I. 1. تواجد الرمل في الجزائر

تغطي الرمال ما يقارب 25% من مناطق الصحراوية في العالم [1]، حيث تحتل الصحراء تقريبا كل ساحل إفريقيا من ساحل المحيط الأطلسي إلى شواطئ البحر الأحمر بطول يمتد حوالي 5600Km² [2]. ففي الجزائر تشكل الكثبان الرملية حوالي 60% من مساحتها [3]. كما تحتل الكثبان الرملية للعرق الشرقي الكبير ثلثي صحراء الجزائر بمساحة تقدر بـ 120.000Km² ما يقارب 12% من صحراء الجزائر [4].



الشكل I-1: موقع العروق والواحات الجزائرية.

I . 2 . تعريف الرمل

الرمل هو عبارة عن جسيمات حبيبية لصخر متفكك غير متماسكة. من أهم مكوناته الكوارتز كما يحتوي على مواد أخرى ويتغير تركيب الرمل ولونه وفق منشأه [5]، حيث تتراوح أحجام حبيبات الرمل بين 0.625mm و 2mm. بالرغم من اختلاف النوعيات والكميات، فالرمال متحركة من حيث الحجم يعني أن حبيبات الرمال خفيفة بحيث تتحرك بالهواء حملا و ثقلا و تعليقاً و إلا سميت حصى، و لكنها تهبط بسرعة بحيث لا تبقى معلقة في الهواء و إلا سميت غباراً. و هنا يمكننا أن نقول أن حجم الرمل هو أكبر من حجم الغبار و أقل من حجم الحصى [6].



الشكل I - 2: صورة لرمال منطقة تمرناست.

I.3. الكثبان الرملية

الكثبان الرملية أحد مظاهر سطح الأرض الرئيسية و البارز و جودها في البيئات الجافة و شبه الجافة في مناطق مختلفة من العالم، و ذلك لتوافر الأحوال البيئية الملائمة لتكوينها في هذه البيئات [7].

1.3.I. أصل تشكل الكثبان الرملية

هي عبارة عن تكوينات جيولوجية نتيجة لعوامل التعرية من الرياح. يتكون الكُثيب نتيجة اندفاع الرياح ويكون له وجهان وجه مواجه للرياح و يكون مُحدب وذو انحدار بسيط و الوجه الآخر يكون مقعر و منحدر بشدة وتتعدد أنواع الكثبان الرملية، وتتكون تبع الاتجاه هبوب الرياح وهي غير ثابتة في مكانها تنتقل بفعل الرياح الشديدة [8].

2.3.I. أنواع الكثبان الرملية

تعد الرياح من العوامل الجيوغرافية الأكثر تأثير في تشكيل الكثبان الرملية. لذا فإن الرياح هي العامل الأول المسؤول عن عملية إزالة الرواسب التي تفككت نتيجة عمليات الجوية ونقلها إلى أماكن أخرى على سطح الأرض [9].

التنوع الهائل للكثبان الرملية يجعل تصنيفها مهمة صعبة. فهناك ثلاث عوامل رئيسية عاملان مناخيان وواحد رسوبي تؤثر على تراكم الرمال إلى كثبان بأشكال معينة، تتميز الكثبان الرملية بأشكال بسيطة أساسية ومركبة ومعقدة تم اقتراحه بواسطة McKee 15 [10].

❖ الكثبان الرملية البسيطة

تتكون من أشكال كثبان فردية والتي هي منفصلة مكانيا عن الكثبان الرملية القوية [10].

❖ الكثبان الرملية المعقدة

هي اندماج نوعين مختلفين أو أكثر من الكثبان الرملية البسيطة [10].

1.2.3.I. أشكال الكثبان الرملية

إنّ عوامل البيئة التي تعمل على ترسيب الرمال وخاصة سرعة الرياح واتجاهاتها والقرب والبعد من مصدر الرمال، وحالة الغطاء النباتي ووجود الحواجز الطبيعية من صخور وبقايا نباتات تحدد الشكل الهندسي العام للكثبان الرملية [11]. وأهم أشكالها :

❖ الكثبان الهلالية

هي كثبان الرملية على شكل هلال، حيث تتشكل عندما تهب الرياح من اتجاه واحد [12].



الشكل I -3: صورة لكثبان الهلالية.

❖ الكثبان الطولية

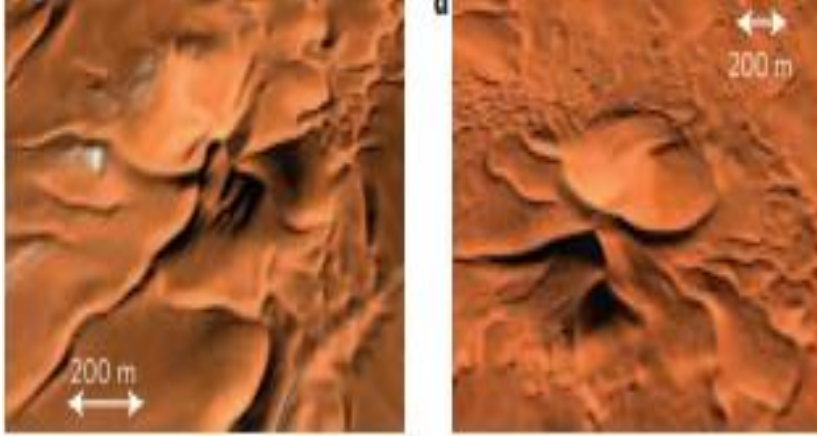
هي كثبان تمتد بشكل طولي وموازي لاتجاه الرياح السائدة. هذا النوع أكثر استقامة من الكثبان الرملية الهلالية [13].



الشكل I-4: صورة لكثبان رملية طولية.

❖ الكثبان النجمية

هي كثبان عملاقة هرمية الشكل تتكون من أذرع متشابكة، تتميز هذه الأذرع بعلامات منحرجة و وجوه منزلة مختلفة مشكلة نجمة [14].



الشكل I-5: صورة لكثبان النجمية [14].

I. 3. 3. المكونات الرئيسية للكثبان الرملية

تتكون الكثبان الرملية من ثلاث مكونات أساسية وهي الكوارتز، الجبس وحجر الكلسي.

I.3.3.1. الكوارتز

الكوارتز عبارة عن ثاني أكسيد سليكون SiO_2 ويعتبر من الأحجار الصلبة حيث تبلغ صلابته 7 على مقياس موهس وله معامل انكسار يتراوح ما بين 1.541 إلى 1.553 وتبلغ كثافته $2.65g/Cm^3$ ، وهو من الأحجار الشبه كريمة الشائعة في طبيعة وأكثر الأشكال البلورية تواجداً في الطبيعة على هيئة منشور سداسي الشكل (الشكل I-6) [15].



الشكل-I-6: صورة لحجر كوارتز.

يتواجد الكوارتز في عدة ألوان مختلفة (الشكل-I-7) منها الشفافة و التي تمتاز ببريق زجاجي ومنها الأصفر الذي يطلق عليه اسم سترين وقد يكون لون الكوارتز وردي و هناك الكوارتز المدخن و يمتاز بلونه البني الدخاني المائل إلى الرمادي وأيضا قد تكون بلورات الكوارتز مكونة من ثلاثة أو أربعة ألوان مجتمعة مع بعض كاللون البنفسجي والأخضر والبني وتدعى أمترين أما الكوارتز عديم اللون يطلق عليه البلور الصخري. وهناك كوارتز دقيق تبلور يطلق عليه خليقدون (كالسيدوني) [15].



الشكل I-7: أمثلة للألوان المختلفة لبلورات الكوارتز.

2.3.3.I الجبس

هو عبارة عن معدن مكون من ثنائي هيدرات كبريتات الكالسيوم (صيغته الكيميائية $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) و يتواجد في الطبيعة في صورة نقية شفافة أو في صورة ترابية مختلطة ببعض المواد الأخرى. يترسب الجبس عندما تتبخر مياه البحر المالحة بفعل حرارة الشمس في أحواض كبيرة مفصولة عن البحر أو في الصحاري الحارة، التي يتبخر الماء عن طريق النفاذية العالية في الرمال مخلفا ورائه ترسبات من الأملاح والجبس [16].

ويوجد الجبس على هيئة كتل بيضاء متبلورة أو على شكل بلورات شفافة تعرف بمعدن السيلينيت (الشكل-I-8) . قد يحتوي الجبس على بعض الشوائب مثل سليكات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم أو أكسيد الحديد، ولذلك فهو يختلف إلى درجة كبيرة في لونه وتركيبه، فقد يكون ذو لون ابيض أشهب على درجات أو يكون بنيا فاتحا أو يكون احمر ورديا في بعض الأحيان [17].



الشكل I-8: صورة لجر الجبس.

I.3.3.3. الحجر الكلسي

هو الاسم الذي يطلق على الصخور الرسوبية التي تحتوي على أكثر من 50% من معدن الكالسيوم ($CaCO_3$) و يحتوي الحجر الجيري غالبا على بعض المعادن الغير كربونية مثل حبيبات السيليكات والطين وبقايا الكائنات الحية من أصداف وعظام. ويختلف (يتراوح) لون الحجر الجيري بين الأبيض و البني و أحيانا الأسود، وكذلك يتفاوت نسيج الصخر من النسيج السكري إلى نسيج سهل التفنت، وينتشر الحجر الجيري على شكل طبقات رسوبية ذات سمك متفاوت ومن أهم أنواعه الحجر الجيري العضوي والحجر الجيري غير العضوي أو الحجر الجيري كيميائي النشأة [18].

ويتكون الحجر الكلسي النقي من معدن الكالسيوم وتكون فيه نسبة أكسيد الكالسيوم

وثاني أكسيد الكربون هي نفس النسب بالحجر الكلسي ($CO_2 = 44\%$ ، $CaO = 56\%$)

كما يتميز أيضا ببريق زجاجي ولون عادة أبيض أو شفاف ولكنه قد يكون مائل إلى الرمادي أو الأخضر أو الأصفر. كذلك قد يكون المعدن بني أو أسود عندما يكون غير نقي. كما يتميز أيضا ببريق زجاجي ولون عادة أبيض أو شفاف ولكنه قد يكون مائل إلى الرمادي أو الأخضر أو الأصفر. كذلك قد يكون المعدن بني أو أسود عندما يكون غير نقي [18].



الشكل I-9: صورة لحجر الكلسي نقي.

4.I خصائص الرمال

للرمال خصائص فيزيائية وكيميائية وهي:

1.4 .I الخصائص الفيزيائية

تعتمد الخصائص الفيزيائية على حجم وتوزيع الحبيبات المكوّنة للرمل .

1.1.4 .I التصنيف الحبيبي

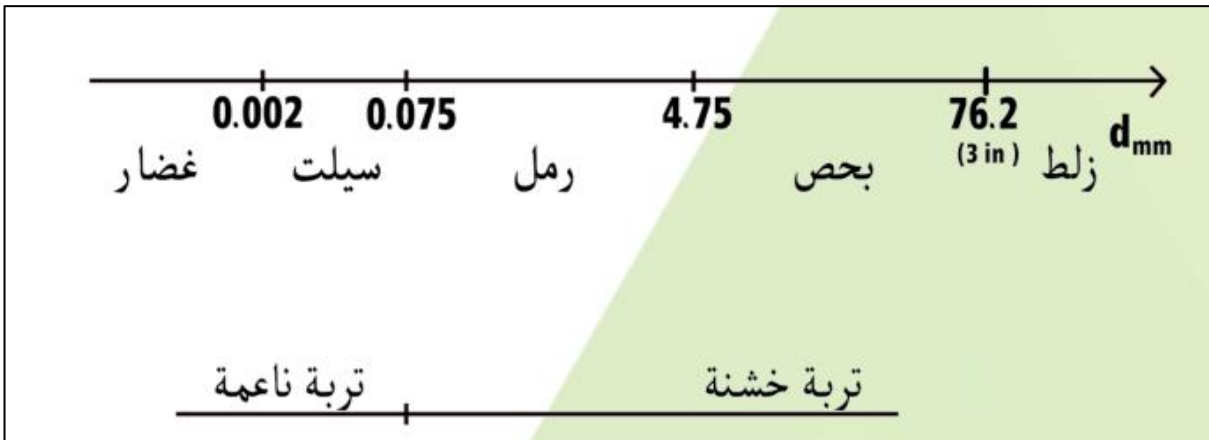
الهدف من التصنيف الحبيبي هو توزيع وتصنيف الحبيبات حسب أبعادها، ويتم ذلك بواسطة غرابيل أو مناخيل ذات قطر أكبر من 0.08mm .

تحدد أبعاد الحبات الخشنة في التربة باستخدام تجربة التحليل الحبيبي استخدام المناخل، حيث يتم استخدام سلسلة مناخيل نظامية حسب النظام المعتمد لفصل الحبات ذات أقطار المختلفة بعضها عن بعض، من خلال رجّ المناخل يدوياً أو باستخدام الهزاز الميكانيكي [19].

يتم تسجيل الوزن المتبقي على كل منخل، ثم حساب الوزن المتبقي المحجوز (التراكمي) على كل منخل، ثم حساب النسبة المئوية المتبقية التراكمية على كل منخل، ثم حساب النسبة المئوية المارة من كل منخل [19].



الشكل-10 : تقسيم حبيبات تربة صلبة حسب نظام SNIP (النظام السوفيتي الخاص بالقواعد والأساسيات) [19].



الشكل I-11: تقسيم حبيبات تربة صلبة حسب USCS (نظام التصنيف الموحد الأمريكي للتربة) [19].

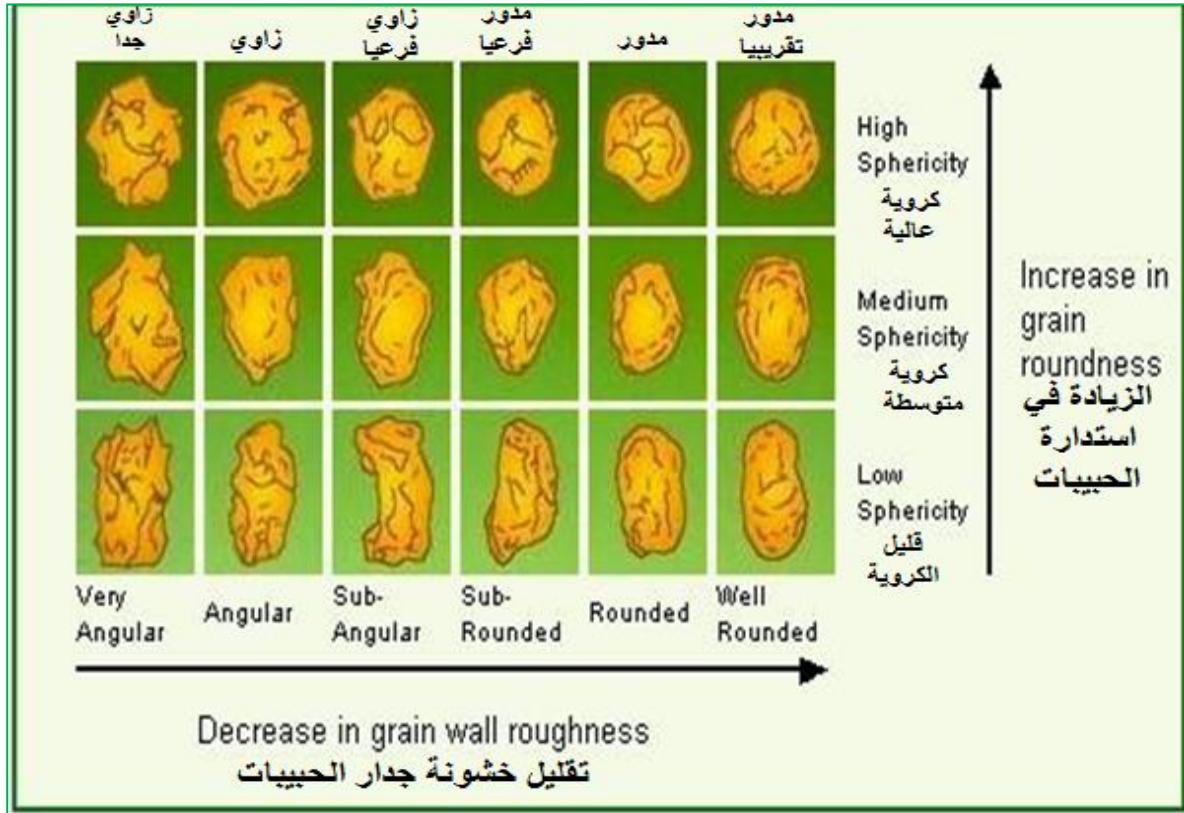
I.2.1.4. المكافئ الرملي

هو اختبار لتحديد نسبة الرمل أو المواد الناعمة (غضار و شوائب) ونسبة الحبيبات الخشنة كنسبة حجمية ضمن مزيج التربة ويحسب المكافئ الرملي كالتالي:

$$\text{المكافئ الرملي} = (\text{ارتفاع الرمل} / \text{ارتفاع الطين}) \times 100 [20].$$

I.3.1.4. أشكال حبات الرمال

يمكن تعريف شكل الحبيبات من حيث التكوير والاستدارة (الشكل I-12)، النعومة أو الخشونة. يشير التكوير إلى الشكل العام للجزيئات وتعكس التشابه بين طول الجزيئات والارتفاع والعرض. أما الاستدارة فتشير إلى الزاوية الحادة وتصف مقياس السمات السطحية الرئيسية. النعومة أو الخشونة وهي تصف ملمس سطح الحبيبات [21].



الشكل I - 12: أشكال الحبيبات من حيث التكوير والاستدارة [21].

I. 4.1.4. حجم حبات الرمال

يتكون الرمل من حبيبات ناعمة تتراوح أقطارها بين 0.0625mm و 2mm الواحدة منها تسمى حبة الرمل نفس المادة إذا كانت اصغر حجما تسمى طمي والأكبر حجما تسمى الحصى. حيث يوضح الجدول تصنيف الرمال حسب أقطارها حسب التصنيف الأمريكي والعالمى [22].

الجدول I - 1: تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم الأمريكي [22].

المفصولات	أقطار الحبيبات (mm)
رمل خشن جدا	من 1mm-2mm
رمل خشن	من 0.5mm-1mm
رمل متوسط	من 0.25mm-0.5mm
رمل ناعم	من 0.1mm-0.25mm
رمل ناعم جدا	من 0.05mm-0.1mm
طمي	من 0.002mm-0.05mm
طين	أقل من 0.002mm

الجدول I - 2: تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم العالمي [22].

المفصولات	أقطار الحبيبات (mm)
رمل	من 0.002mm-2mm
طمي	من 0.0002mm-0.02mm
طين	أقل من 0.002mm

I. 2.4 الخصائص الكيميائية

تدرس كيمياء الرمل الخواص الكيميائية للمكونات المعدنية و العضوية، و مدى تأثير الرمل بهذه الخواص. تنقسم المعادن في الرمل إلى نوعين: معادن أولية، وهي ناتجة من التحطم الفيزيائية لصخور الأصل، يوجد العديد منها ، ومن أكثرها انتشارا في الرمال الكوارتز SiO_2 ، و الفليسبار $AlSi_3O_8$.

المعادن ثانوية، وهي ناتجة من تجوية كيميائية عن طريق تفاعل المواد المعدنية لصخر الأصل مع العوامل الجوية المحيطة به لتحويل المعادن الأولية إلى معادن ثانوية والعمليات الأساسية التي تحدث أثناء التجوية الكيميائية هي الأكسدة وتحلل المائي، وهي مهمة لكثير من التفاعلات الكيميائية السائدة في الرمال، ومن أكثرها انتشارا السليكات و الكالسيت $CaCO_3$ و الدولميت $(MgCa(CO_3))$ و الجبس $CaSO_2 \cdot 2H_2O$ و أكسيد الحديد $FeO \cdot Fe_2O_3$ و الألمنيوم Al_2O_3 .

أما المكونات العضوية فتشمل جميع الكائنات الحية التي تعيش في الرمل وبقاياها، وعندما تسقط المواد العضوية أو تضاف في الرمل تحصل لها العديد من التغيرات نتيجة لقيام الكائنات الحية الدقيقة بتحويلها الى مواد بسيطة التركيب أو مواد أخرى معقدة. وعلى الرغم من قلة نسبة المادة العضوية، إلا ان لها دورا كبيرا ومهما في خواص الرمل الفيزيائية و الكيميائية [23].

كما تتكون رمال الكثبان بشكل رئيسي من حبيبات الكوارتز SiO_2 وتحتوي على كميات قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة ونسبة معتبرة من أكسيد الحديد الثلاثي Fe_2O_3 و كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ونسبة من اكسيد الالمنيوم Al_2O_3 [24].



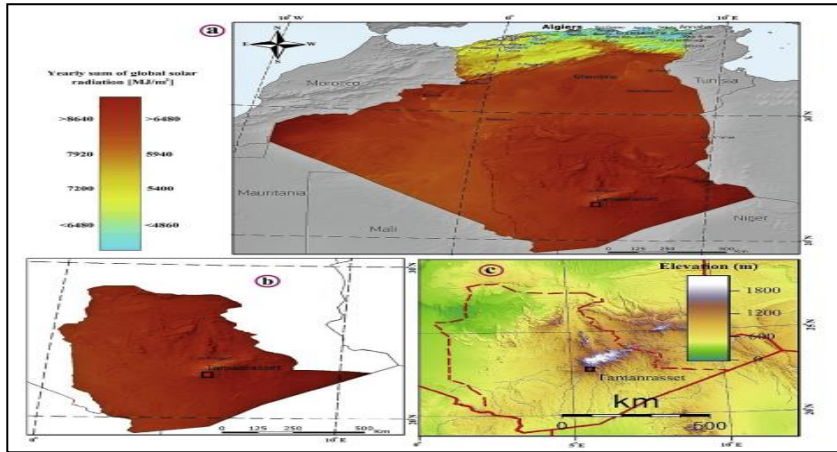
**الفصل الثاني: الطرق التجريبية
والتقنيات المستعملة**

تمهيد

سنوضح في هذا الفصل مختلف التقنيات والطرق التجريبية المستعملة في دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لعينة رمال منطقة تامنغست، والتي تمثلت في التصنيف الحبيبي، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR ، انعراج الأشعة السينية XRD، الفلورة بالأشعة السينية XRF و المجهر الالكتروني الماسح SEM. مع التطرق إلى مبادئ و أسس والأجهزة المستعملة في هذه التقنيات.

1.II. نبذة عن منطقة الدراسة

تامنغست هي أكبر مدينة في الجزائر تبلغ مساحتها حوالي 557906Km^2 (حوالي % 23.42 من المساحة الكلية للجزائر). تقع بين خطي طول 5.517° شرقا و خطي العرض 22.783° شمالا. مع ارتفاع 1377m فوق مستوى سطح البحر الأبيض المتوسط. ذات مناخ صحراوي مع إشعاع شمسي عالمي يتراوح من 17.4 MJ/m^2 في الشتاء، و 29.2 MJ/m^2 في صيف بمتوسط سنوي يقارب 23.5 MJ/m^2 [25].



الشكل II-1-a: خريطة الجزائر (b) منطقة تمناست (c) ارتفاع منطقة تمناست [25].

تامنغست، تلك المنطقة المتواجدة في وسط الصحراء، تقع في أقصى الجنوب الجزائري، يحدها من الشمال ولايتي غرداية و ورقلة، من الشرق ولاية إيزي، من الغرب ولاية أدرار، و من الجنوب دولتي مالي و النيجر.

تتميز ولاية تامنغست بتنوع مرتفعاتها الملفت للنظر مع هضبتي تادمايت و تينغرت الواقعتين في الشمال المتجسدتين على شكل حمادات. تحتوي على أعلى قمة في الجزائر اسمها اتاهات، كما تضم سهول أودية الهقار و تيديكلت التي تفصلها مجموعة من الوديان المحاطة بالطاسيلي [26].

أما المنطة التي قمنا بأخذ العينة منها فهي منطقة تبعد عن مدينة تامنغست بـ 30Km باتجاه الشمال الغربي نحو منطقة عين صالح ، التي تقع بين خطي طول 5.203° شرقا و خطي العرض 22.571° شمالا.



الشكل II -2: صورة لموقع المنطقة التي أخذت منها عينة الرمل بواسطة

Google Maps.

2.II. الدراسة الفيزيوكيميائية

قمنا بأخذ عينة من رمال منطقة تامنغست بغرض دراسة خصائصها الفيزيائية و

الخصائص الكيميائية لرمال التي ستم دراستها بتقنيات فيزيوكيميائية التالية:

التصنيف الحبيبي ، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR ، انعراج الأشعة السينية XRD ،
الفلورة بالأشعة السينية XRF و المجهر الإلكتروني الماسح SEM.

1.2.II. تحضير العينة

سحقت العينة الأصلية (الشكل-II-4) من منطقة تامنغست، باستخدام جهاز طحن

كهربائي (الشكل-II-3) لمدة ربع ساعة، حتى أصبح الرمل ناعم جدا في ملمسه (الشكل-4-

II). نأخذ ثلاث عينات تزن كل منهما 100g ووضعت كل عينة في علبة محكمة الإغلاق

(الشكل-II-5) لتفادي أي تأثيرات خارجية. ثم أرسلت العينات للدراسة إلى عدة مخابر.



الشكل-II-3: صورة لجهاز السحق.



الشكل II-4: (a) عينة الرمل الأصلية. (b) عينة الرمل بعد طحن.



الشكل II-5: حفظ العينات في علب بلاستيكية مغلقة.

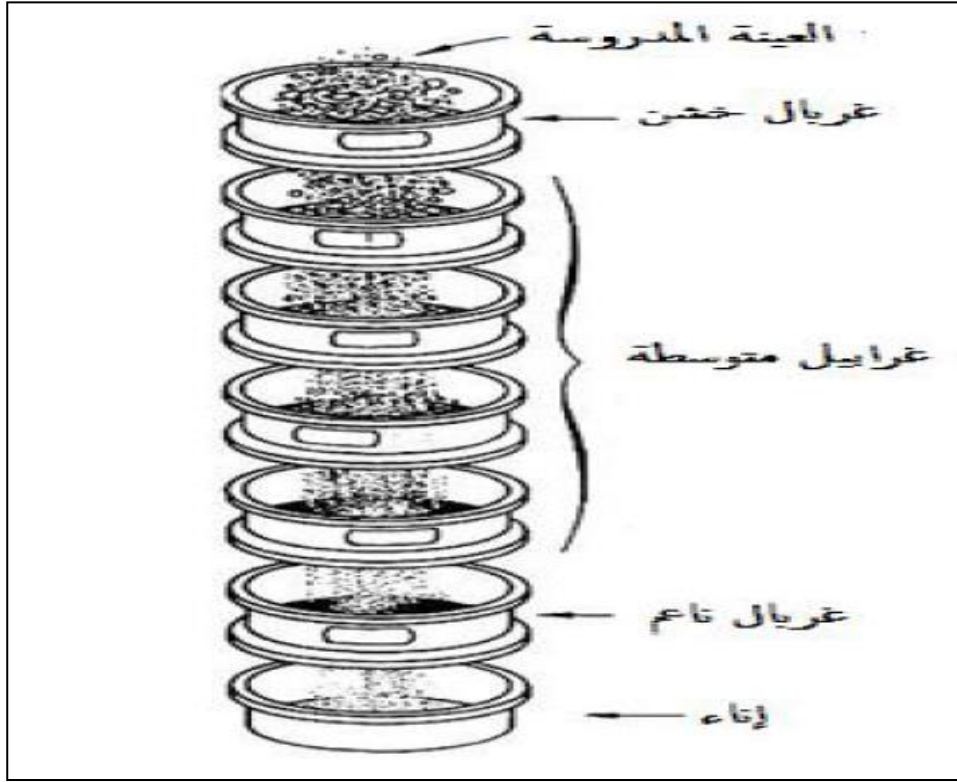
3.II. التصنيف الحبيبي بالغربلة الميكانيكية

تعتبر الغربلة من أهم الطرق المستخدمة في التصنيف الحبيبي لرمال، حيث يتم فصل حبيبات الرمال حسب أصنافها و قياساتها تختلف باختلاف فتحات الغربال بواسطة الهزاز الميكانيكي .

1.3.II. مبدأ التصنيف الحبيبي

هو اختبار لفصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض، ويكون ذلك باستخدام مجموعة من مناخل مرتبة حسب مقاس فتحتها، وموضوعة فوق بعضها البعض، بحيث يكون أكبرها مقاسا من الأعلى وهذا ما يعرف بالتحليل بالمناخل (Seive Analysis) [27].

الغرض من تجربة التدرج الحبيبي هو تعيين مختلف النسب المئوية لمختلف أقطار حبيبات الرمل، بمعنى آخر هو تحديد مختلف مكونات التدرج الحبيبي لمعرفة إذا كانت قابلة للاستعمال أولا.



الشكل II-6: عملية تمرير عينة من رمل عبر مجموعة غربايل قياسية.

II.2.1.3. طريقة العمل

قمنا بأخذ عينة من رمل ذات مقدار 914.72 g، وضعنا مجموعة من مناخل قياسية ذات قياسات مختلفة (0.4mm، 0.5mm، 0.63mm، 0.8mm، 1mm، 2mm، 2.5mm)، مرتبة فوق بعضها البعض حسب فتحاتها من الأصغر إلى الأكبر، قمنا بوضع العينة في الغربال الأعلى، ثم شرعنا في عملية الغربلة بواسطة الهزاز الميكانيكي لمدة 15 دقائق.



ميزان الكتروني



مجموعة غرابل



جهاز الهزاز ميكانيكي

الشكل II-7: مجموعة الأدوات المستعملة في تجربة التصنيف الحبيبي.



الشكل II-8: تصنيف الحبيبي لحبات لعينة رمل منطقة تامنغست وبقال USDA .

4.II. مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

مطيافية الأشعة تحت الحمراء، هي احد فروع علم الأطياف الذي يتعامل مع المنطقة تحت الحمراء من طيف كهرومغناطيسي أين يقع طيف الأشعة تحت الحمراء بين طيف المرئي وطيف أشعة ميكروويف، تسمح هذي تقنية بتحديد

الروابط الكيميائية الداخلة في تراكيب الجزيئية للمواد العضوية و اللاعضوية، وكذلك البلورية وغير البلورية دون التأثير على خصائصها. كما تغطي الأشعة تحت الحمراء منطقة واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي ككل وتنقسم إلى ثلاث مناطق [28].

- الأشعة تحت الحمراء القريبة $12820-400 \text{ Cm}^{-1}$: وهي أقرب إلى الأشعة المرئية وبالتحديد إلى اللون الأحمر.
- الأشعة تحت الحمراء البعيدة $33 \text{ Cm}^{-1}-400$: وهي التي تكون الأقرب لأشعة الميكروويف.
- الأشعة تحت الحمراء الوسطى $400 \text{ Cm}^{-1}-4000$: وهي التي تقع بين منطقتين السابقتين [29].

1.4.II. مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

يعتمد مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء على التداخل بين طيف هذه الأشعة والروابط الكيميائية للمواد. يؤدي امتصاص الأشعة تحت الحمراء إلى الحركة اهتزازية للذرات المكونة للجزيء، حيث ينشأ عن الحركة الاهتزازية للذرات بالنسبة لبعضها البعض تغير دوري في:

- طول الرابطة الكيميائية.
- الزوايا بين هذه الروابط.

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

- نوع الذرات.
 - طبيعة الزوايا الكيميائية المتضمنة في الحركة الاهتزازية.
- وعلى ذلك فإنه بتحليل طيف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء فإنه يمكن معرفة طاقة الامتصاص، ومنها يمكن معرفة نوع الذرات والروابط الموجودة في الجزيء [30].

II.4.2. أنماط الاهتزازات الجزيئية

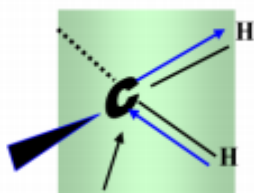
يمكن تقسيم الاهتزازات إلى نوعين اهتزاز تمدد واهتزاز انحناء :

أ. اهتزازا تمدد

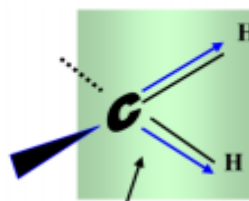
ينشأ عن تغير المسافة بين الذرات في اتجاه المحور الرابطة وهو نوعان :

- **تمدد بسيط** : يشمل تمدد رابطة واحدة فقط .
- **تمدد مزدوج** : يشمل رابطتين أو أكثر في آن واحد وهنا يحدث نوعان من تمدد الاهتزازي المزدوج.
- ❖ **تمدد مزدوج متناظر** : وفيه يتم تمدد الرابطتين معا أو تقلصهما معا.

❖ **تمدد مزدوج غير متناظر** : وفيه تتمدد إحدى الروابط بينما تنكمش الأخرى بالتزامن مع الأولى [31].



تمدد غير متناظر



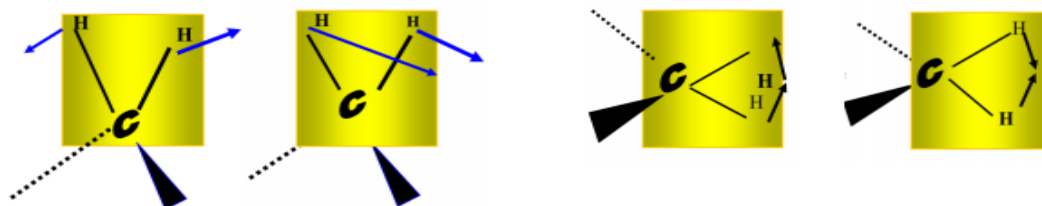
تمدد متناظر

الشكل II-9: اهتزاز تمدد متناظر وغير متناظر [32].

ب. اهتزاز انحناء

يحدث أثناء حركة الذرات خارج محور الرابطة الناتج عن تغير الزاوية بين الرابطتين، وقد تكون حركة الذرات في نفس مستوي الرابطتين أو خارج المستوي، كما يوجد أيضا انحناءات متناظرة و أخرى غير ذلك كما هو موضح في الشكل وعليها يمكن تقسيمها إلى أربعة أقسام:

- **انحناء التآرجي** : تتأرجح الوحدة التركيبية يمينا وشمالا في مستوي اتزان.
- **انحناء مقصي**: تتقارب الرابطتين وتتباعد بالنسبة لبعضها البعض بحركة تشبه حركة المقص في مستوي الاتزان نفسه.
- **انحناء ارتجاعي**: تتأرجح الوحدة التركيبية إلى الخلف وإلى الأمام خارج مستوي اتزانها.
- **انحناء التوائي**: تلتف الذرة حول الرابطة بينها وبين باقي الأجزاء خارج مستوي اتزانها [31].



المقصي التآرجي ارتجائي التوائي

الشكل II-10: اهتزازت الانحناء [32].

II.2.4. تحضير عينة لتحليل بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

نخلط 1g من عينة الرمل مع 100 mg من بروميد بوتاسيوم (KBr) كمادة حاملة شفافة تسمح بنفاذ الأشعة تحت الحمراء ذات الترددات الموجية من $4000-400\text{Cm}^{-1}$ ، كما تعمل على تثبيت العينة، ثم تطحن لمدة 5 دقائق، يوضع المزيج على حامل ويوزع بشكل متساوي. ثم يضغط المزيج بواسطة مكبس تحت ضغط مرتفع، ليكون على شكل قرص.



الشكل II-11: صورة لجهاز الضغط المستخدم في تقنية FTIR.



الشكل II-12: صورة لجهاز FTIR.

II.5. تقنية انعراج الأشعة السينية XRD

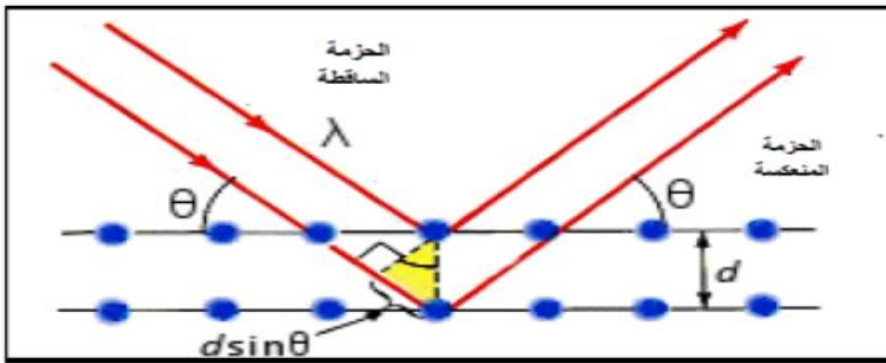
أكتشفت الأشعة السينية من قبل العالم الألماني رونجن سنة 1895م، وكان لهذا الاكتشاف أثر كبير على حياة الإنسان في مختلف النواحي الطبية والصناعية والعلمية. تعتبر الأشعة السينية نوعاً من أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية غير المرئية ذات الطبيعة المؤينة لذرات المواد الحية وغير الحية [9][4]، حيث أن لها نفس طبيعة الضوء المرئي ولكن مع طول موجي أقصر بكثير حيث يتراوح الطول الموجي لها بين 5.0 و 2.5 أنغستروم بينما الطول الموجي للضوء المرئي يقع بين 4000 و 8000 أنغستروم، مما يجعلها تمتلك مقدرة كبيرة على اختراقاً لأجسام [33].

II.1.5. مبدأ انعراج الأشعة السينية XRD

يعتمد مبدأ حيود الأشعة السينية على تسليط حزمة من الأشعة السينية أحادية الطول على المادة، فإنه يجب أن تظهر ظاهرة التداخل عند انتشارها من ذرات البلورة، فكما هو معلوم تتكون البلورة من صفوف منتظمة من الذرات، وبالتالي الذرات مترابطة في مستويات موازية لبعضها البعض، فحيود الأشعة السينية تسمح لنا بإيجاد تركيب البلورة من خلال تحديد مواضع الذرات في الشبكة البلورية، والعامل المهم هو تحديد المسافة d الفاصلة بين المستويات المتوازية والمتمثلة في قانون براغ [34].

II.5.2. قانون براغ

عند توجيه حزمة موجة من الأشعة السينية إلى البلورة، فإن انتشار فوتونات الأشعة السينية في كل اتجاهات ومن مختلف طبقات الذرات في البلورة، وبسبب المنظم للذرات في البلورة في اتجاهات معينة الموجات المنتشرة تدخل على موجات أخرى، تداخل بناء يتم قياس هذه الموجات المنتشرة والمتداخلة بشكل بناء كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل II-13: إنتشار الأشعة السينية من مستويين متوازيين بمسافة فاصلة d .

لكي يحدث التداخل البناء لابد من أن يكون فرق المسار بين المستويات هو مضاعفات صحيحة لأطوال موجية بالأشعة السينية [34].

إن الأشعة الكهرومغناطيسية موازية لبعضها البعض كما هو مبين في الشكل أعلاه مما ينجم عن فرق مسار مقداره:

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

وهي معادلة اقترحت من قبل العالم Bragg عام 1912 وتسمى بقانون براغ.
حيث:

θ : زاوية سقوط الأشعة (الانعراج).

λ : الطول الموجي .

n : رتبة الحيود (رتبة الإنعراج).

d : المسافة البينية لمجموعة المستويات (hkl) [34].

3. 5.II. آلية توليد الأشعة السينية RX

يتكون جهاز توليد الأشعة السينية بشكل أساسي من أنبوب توليد الأشعة، لوحة التحكم الأساسية، مولد الجهد العالي ونظام التبريد. أنابيب الأشعة السينية المستخدمة هي عبارة عن أنبوب زجاجي محكم الإغلاق ومفرغ من الهواء و يوجد فيه فتحة مغلقة بطبقة رقيقة من البيريلىوم تسمح بانبثاق الأشعة السينية، يوجد داخل أنبوب الأشعة السينية [35] مايلي:

➤ المهبط

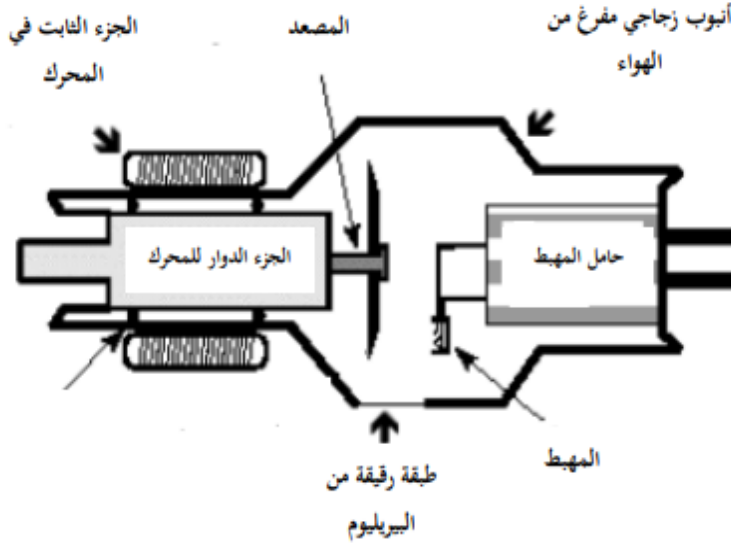
يتم اختياره من مادة ذات درجة انصهار عالية حيث يطبق عليه تيار من مرتبة 3 A حتى 8 A و توتر حوالي 20 V، بحيث تصل درجة حرارة المهبط إلى مرحلة يمكن معها جعل الالكترونات السطحية للمعدن أقل ارتباطا بذرتها.

➤ المصدر

يدعى مادة الهدف حيث ينبغي أن يكون ذو عدد ذري عالي، وعادة ما يستخدم التنغستن .

➤ أنابيب التبريد

التي تعمل على تبريد مادة المصعد باستخدام الماء النقي [35].



الشكل II-14: الأجزاء الأساسية في مولد الأشعة السينية.

4.5.II. مبدأ الأشعة السينية RX

عندما تصطدم الإلكترونات التي تتحرك بسرعة عالية تقترب من سرعة الضوء بهدف معدني، فإنه ينشأ عن إيقاف الإلكترونات المفاجئ بواسطة ذرات مادة الهدف نوع من الأشعة التي لها القدرة على اختراق المواد، والتي أطلق عليها اسم الأشعة السينية أو الأشعة رونتجين نسبة إلى مكتشفها رونتجين [36].

تتولد الأشعة السينية في أنبوبة تسمى أنبوبة كوليديج COULIDGE من الفنتيلة التي تصنع من سلك التنغستن. تنبعث الإلكترونات بفعل الحرارة، وتطلق الإلكترونات الكاثود في اتجاه الهدف تحت تأثير فرق جهد عالي يبلغ 10^5 V بين المهبط والمصعد، وعلى الرغم من طاقة العالية للإلكترونات إلا أنها لا تخترق الهدف وإنما تنفذ لعمق ضئيل جداً، ويصبح سطح الهدف مصدر الأشعة السينية [36].

II.6. مطيافية الفلورة بالأشعة السينية XRF

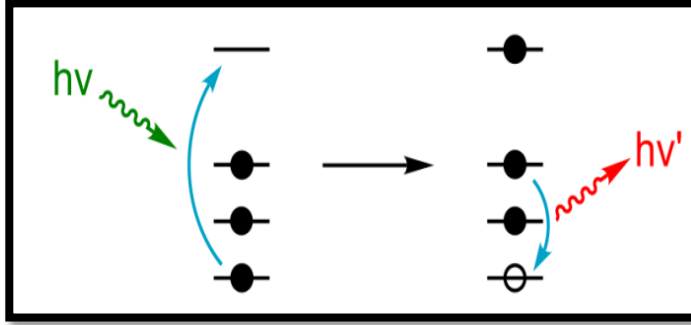
هي إحدى ظواهر تألق، تظهر أشعة الفلورة عند تعريض مواد معينة لضوء أو الأشعة أو الجسيمات المشعة (عملية تشعيع)، تمتص الذرات والجزيئات طاقة الأشعة الواردة، فان كانت كافية فان الذرات تثار إلى سويات طاقة أعلى، كما قد تتأين، لا تكون الذرات أو الجزيئات المثارة مستقرة، لذا فإنها تعود إلى حالتها الأساسية على هيئة إشعاع [28].

II.6.1. مبدأ تقنية مطيافية الفلورة بالأشعة السينية XRF

عند تسليط أشعة سينية ذات طاقة عالية على المادة، يؤدي ذلك إلى تأين بعض الذرات وذلك بطرد ونزع بعض الكتروناتها، فان كانت طاقة الإشعاع كافية لطرد إلكترون داخلي بالذرة مع النواة أي طاقة الإشعاع اكبر من طاقة ربط الإلكترون بالنواة داخل الذرة فان الذرة تصبح غير مستقرة، وبالتالي ينزل احد الالكترونات البعيدة ليحل محل الإلكترون الداخلي المفقود، وأثناء هاته العملية تتحرر طاقة الزائدة عن طاقة هذا الإلكترون في المدار الجديد القريب من النواة في شكل أشعة.

وتكون طاقة الأشعة المنبعثة منخفضة، وهي اقل من طاقة الأشعة السينية الابتدائية الساقطة على المادة، وتسمى الأشعة الفلورية وهذه الأخيرة تكون طاقة فتوناتها ذات قيم محدودة مميزة لكل عنصر نتيجة الانتقال بين المدارات محددة للإلكترون في العنصر [28] [37].

يمكن استخدام فلورية الأشعة السينية الناتجة في الكشف على نسبة وفرة تواجد العناصر في العينة .



الشكل II-15: مبدأ الأساسي للفلورة بالأشعة السينية.

2.6.II. تحضير عينة مطيافية الفلورة بالأشعة السينية XRF

لإجراء القياس بتقنية الفلورة المعتمدة على طاقة الأشعة السينية المتبعثرة ED-XRF باستعمال جهاز من نوع Philips Cubix-XRF تضاف قطرتان أو ثلاث من المادة العضوية تدعى تريتانولامين ($C_6H_{15}NO_3$) لحوالي 3g من الرمل حيث أن مادة تريتانولامين تساعد على تبريد الجهاز وتماسك المادة بعدها تظغط العينة ميكانيكيا 150kN فيتشكل قرص ذو قطر 3.5 Cm .



الشكل II-16: جهاز ضغط العينات في تقنية ED-XRF .



الشكل II-17: جهاز تقنية ED-XRF .

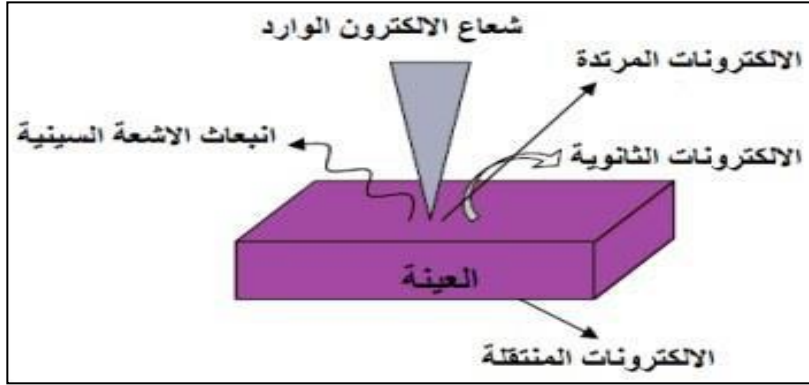
7.II. تقنية المجهر الإلكتروني الماسح SEM

المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) هو نوع من أنواع المجاهر الإلكترونية، التي تنتج صور لسطح عينة ذات دقة عالية وله الكثير من التطبيقات الرئيسية والمهمة في مجال علوم المادة، حيث تتمثل الوظيفة الرئيسية لهذا الجهاز في إنتاج الإشارات المختلفة تحتوي على معلومات حول تضاريس السطح وتكوينه، وفحص الخواص التركيبية لمواد المدروسة حيث تظهر العينة بشكل ثلاثي الأبعاد ويتميز بقدرته التكبيرية.

1.7.II. مبدأ تقنية المجهر الإلكتروني الماسح SEM

تعتمد تقنية التحليل باستعمال المجاهر الإلكترونية لدراسة أسطح العينات وتركيباتها الدقيقة وبنيتها المجهرية، وهذا بهدف متابعة تشكل الحبيبات أو الرواسب على سطح العينة. حيث تركز هذه التقنية على مبدأ تفاعل إلكترون - مادة (تتفاعل الإلكترونات مع الذرات في العينة)، فتصطدم هذه الحزمة عالية الطاقة عمودياً بسطح العينة بسطح العينة ويتم بعد ذلك جمع مختلف الإشارات المنعكسة والصادرة من العينة باستخدام كواشف مختلفة للحصول على معلومات تخص العينة المدروسة [38].

من بين أهم نتائج التفاعل الإشعاع الإلكتروني مع المادة هو إنتاج الإلكترونات الثانوية بحيث الإشارة الملتقطة من طرف الكاشف تمكن من رسم صورة لسطح العينة على شاشة مرفقة كما يوضحه الشكل هذه الصورة من الممكن إن تصل دقتها إلى بعض العشرات من النانومتر [39].



الشكل II-18: مبدأ المجهر الالكتروني الماسح [39].

II.2.7. تحضير العينة للتحليل بمجهر الالكتروني الماسح SEM

في تحليل بمجهر مسح الالكتروني تأخذ العينة الأصلية دون تمريرها على جهاز سحق، وذلك لأخذ صورة لسطح للعينة.

الجهاز المستعمل في تحليل بالمجهر الالكتروني الماسح SEM.



الشكل II-19: صورة لجهاز المجهر الالكتروني الماسح SEM.

الفصل الثالث: تحليل النتائج التجريبية ومناقشتها

تمهيد

يتم في هذا الفصل التطرق لنتائج التجريبية المتحصل في دراسة خصائص الفيزيوكيميائية لعينة من رمال منطقة تمراس و ذلك بالتصنيف الحبيبي و تقنيات مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR، فلورة بالأشعة السينية XRF و المجهر الإلكتروني الماسح SEM. مع تحليل النتائج ومقارنتها بدراسات السابقة.

III.1. نتائج التصنيف الحبيبي

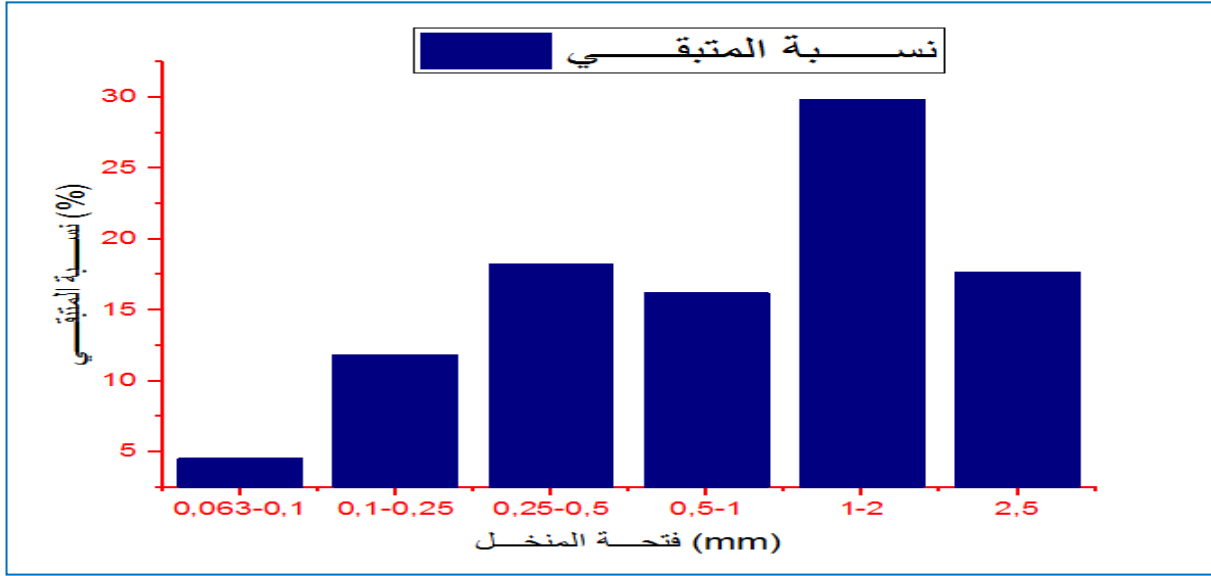
بعد تمرير 914.71g من عينة الرمل في 14 منخل مرتب من أكبر فتحة إلى أصغر فتحة. ثم قمنا بوزن الكمية المتبقية في كل منخل بعدها أجرينا حساب نسبة المئوية المتبقية في كل منخل بعلاقة التالية:

$$\% \text{ نسبة المتبقي المجمع في كل منخل} = \frac{\text{وزن المتبقي المجمع على منخل}}{\text{وزن الكلي للعينة}} \times 100$$

يبين الجدول (1-III) و الشكل (1-III) نتائج المتحصل عليها في تصنيف الحبيبي لعينة رمل منطقة تامنغست وفقا لتصنيف USDA [40].

جدول III-1: نتائج المتحصل عليه في تصنيف الحبيبي لعينة رمل منطقة تامنغست وفقا لتصنيف USDA .

وزن الكلي للعينة (g)	نسبة المتبقي المجمع في عدة (%)	وزن المتبقي في عدة مناخل (g)	وزن المتبقي في كل منخل (g)	فتحة المنخل (mm)	صنف الرمل
914.71	17.67	161.65	161.65	2.5	حصى
	29.88	273.32	43.35	2	رمل خشن جدا
			229.97	1	
	16.20	148.24	75.97	0.8	رمل خشن
			59.15	0.63	
			13.12	0.5	
	18.27	167.20	72.14	0.4	رمل متوسط
			41.62	0.315	
			53.44	0.25	
	11.86	108.57	37.62	0.2	رمل ناعم
			34.74	0.16	
			36.21	0.1	
	4.53	41.46	30.87	0.08	رمل ناعم جدا
			10.59	0.063	

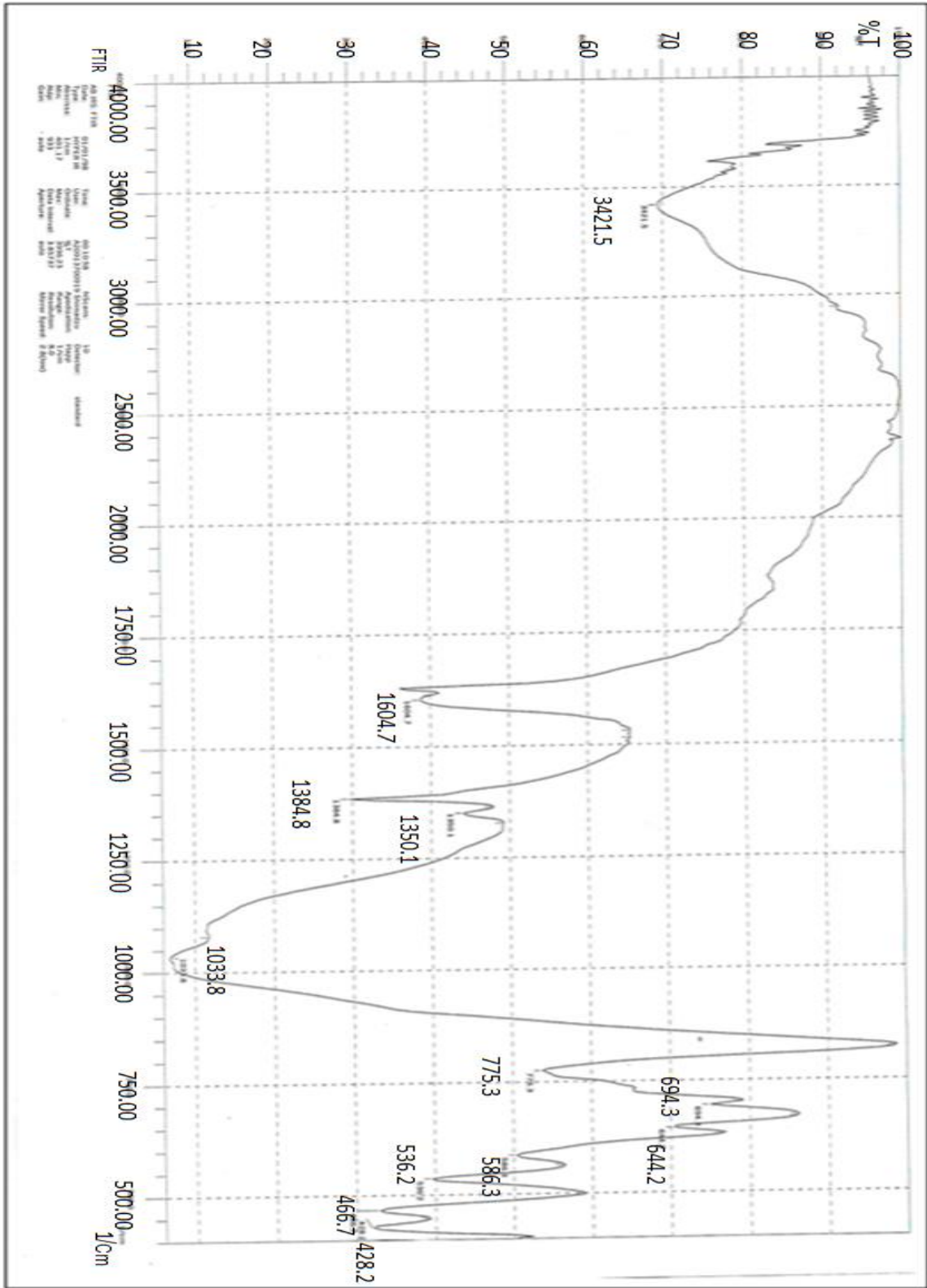


الشكل III-1: أعمدة بيانية للنسب المؤوية للمتبقي لأصناف عينة رمل تامنغست باستخدام برنامج Origin 2018.

يتبين من الجدول (III-1) والشكل (III-1) أنّ عينة الرمال المدروسة تتكون من حصى بنسبة 17.67%، رمل خشن جدا بنسبة 29.88%، رمل خشن بنسبة 16.20%، رمل متوسط بنسبة 18.27%، رمل ناعم بنسبة 11.86%، ورمل ناعم جدا بنسبة 4.53%، و منه نستنتج أنّ رمل العينة غالب عليه رمل خشن جدا بنسبة أكبر.

III. 2. نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

يعطي طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء معلومات على نمط وكمية الروابط في المادة ومعرفة العناصر الكيميائية المكونة لها، كما يمكن التنبؤ ببنيتها الجزيئية. يظهر الشكل (III-2) طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لعينة رمل منطقة تامنغست باستخدام جهاز FTIR-8300.



الشكل III-2: طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لعينة رمل منطقة تامنغست.

III. 1.2. تحليل نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

يسمح التحليل الطيفي بواسطة الأشعة تحت الحمراء بحديد المجموعات المميزة من الذرات (المجموعات الوظيفية) الموجودة في الجزيئات والروابط الكيميائية بين الذرات.

ينتج طيف الأشعة تحت الحمراء بتسجيل مقدار الضوء تحت الأحمر الذي يمر عبر المركب، بعض الترددات سوف تمر من خلال عدم امتصاصها بالكامل في حين البعض الآخر، سيختبر امتصاصا كبيرا نتيجة الروابط الكيميائية الخاصة في الجزيئات ، هذا يؤدي إلى منحني يربط بين نفوذية الأشعة ما تحت الحمراء كتابع للعدد الموجي على هذا الأساس نقوم بتحليل طيف الأشعة تحت الحمراء لعينة الرمل المدروسة وذلك بالاستعانة بمراجع الأعمال السابقة .

يعطي الشكل طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة المدروسة المتحصل عليه حيث تظهر

- امتصاصات قوية التي تتميز بنفوذية من 0 إلى 35% والتي تظهر في الترددات 1604.7،1384.8

. 428.2 Cm⁻¹،1033.8،466.7،

- امتصاصات المتوسطة التي تتميز بنفوذية بين 35 إلى 75% والتي تظهر في الترددات 536.2 Cm⁻¹،1350.1،775.3،694.3،644.2،586.3، 3421.5.

- عدم ظهور امتصاصات ضعيفة ذات نفوذية من 75 إلى 90% .

عندما تمتص جزيئات المادة الأشعة تحت الحمراء فيحدث إثارة لذرات المادة نتيجة لهذه الطاقة الممتصة ،وهذه إثارة تكون في صورة اهتزاز لذرات هذه المادة، إي انتقال اهتزازي لذرات بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء مما يؤدي إلى تغير دوري في طول الروابط الكيميائية أو تغير في الزوايا بين الروابط الكيميائية في الجزيء وقد تنتج كل حركة اهتزازية من حركة ذرتين أو قد تشكل مجموعة من الذرات .

بعد المقارنة والمطابقة لأشرطة الامتصاص في طيف عينتنا مع ما هو موجود في مراجع مختلفة لدراسات مشابهة

نلاحظ أن أغلب الروابط الناتجة تعود إلى مادة الكوارتز الممتلئة في:

أشرطة الامتصاص 466.7 ، 536.2 ، 775.3 ، 1033.8 و 3421.5 Cm^{-1} وهي عائدة الى اهتزاز الانحناء لرابطة Si - O ، أما الشريط 428.2 Cm^{-1} فهو راجع إلى اهتزاز تمدد لرابطة Al - O - Si والشريط 694.3 Cm^{-1} إلى اهتزاز تمدد متناظر لرابطة Si - O .

يشير الشريط 586.3 Cm^{-1} إلى رابطة C - O اهتزاز متمائل الانحناء لمركب Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) و الشريط 644.2 Cm^{-1} إلى مركب Wollastonite (CaSiO_3). أما الشريط 1384.3 Cm^{-1} يشير إلى اهتزاز تمدد لرابطة O - C لمركب كربونات الرصاص ($\text{Pb}(\text{CO}_3)$) و الشريط 1604.7 Cm^{-1} يرجع إلى رابطة الهيدروكسيل OH-H معبرة عن الماء.

جدول III-2: أهم أشرطة الامتصاص المسجلة والمجموعات الوظيفية وأنماط الاهتزاز الموافقة لها للعينة المدروسة.

التردد (Cm^{-1})	المركب	المجموعة الوظيفية ونمط الاهتزاز
428.2	كوارتز [41]	Si - O - Al اهتزاز تمدد

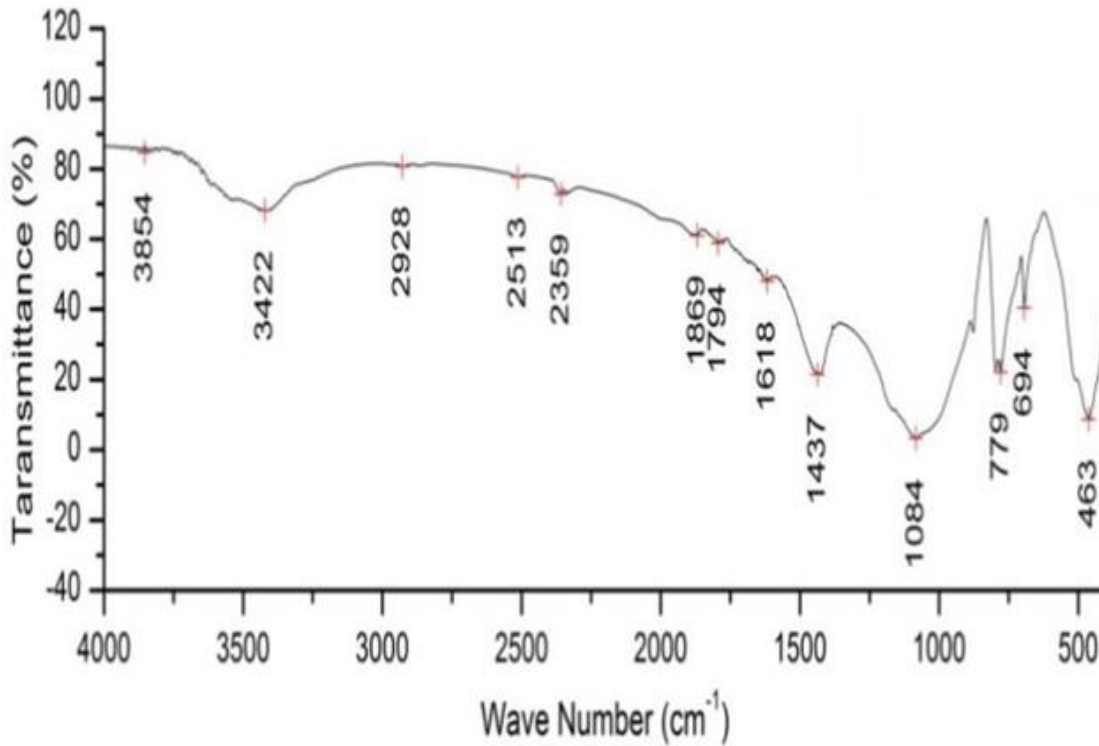
Si – O . Si – O – Fe اهتزاز انحناء	كوارتز [42]	466.7
Si – O . Si – O – Al اهتزاز انحناء	كوارتز [43]	536.2
C – O اهتزاز إنحناء متناظر	[43]Dolomite	586.3
/	[44]Wollastonite	644.2
Si – O, SiO4 اهتزاز تمدد متناظر	كوارتز [45]	694.3
Si – O	كوارتز [46]	775.3
Si – O ,Si – O– Si اهتزاز انحناء	كوارتز [2]	1033.8
C – O اهتزاز تمدد	كربونات الرصاص [43]	1384.8
H – OH اهتزاز انحناء	ماء [47]	1604.7
Si – O	كوارتز [45]	3421.5

III. 2.2. مناقشة نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

من خلال نتائج المتحصل عليها تبين أنه يوجد أربعة أنواع من الاهتزازات وهي : اهتزاز تمدد، اهتزاز انحناء، انحناء متناظر، واهتزاز تمدد غير متناظر .

بمقارنة نتائج FTIR المتحصل عليها لرمل منطقة تامنغست مع نتائج لعينة رمل كثبان منطقة ورقلة [11] نلاحظ تقارب وتشابه في ترددات قمم الامتصاص التي تدل في أغلب الأحيان على وجود الكوارتز (الشكل III-3) و ذلك حسي أشرطة الإمتصاص التالية هي:

$$.3422 \text{ Cm}^{-1}, 779 \text{ Cm}^{-1}, 694 \text{ Cm}^{-1}, 463 \text{ Cm}^{-1}$$



الشكل III-3 : طيف FTIR لعينة رمل كثبان ورقلة [11].

III-4. نتائج الفلورة بالأشعة السينية XRF

تستخدم تقنية الفلورة بالأشعة السينية لتحليل العناصر كتحليل نوعي و تحليل كمي ، إنّ تفريق الطاقة تشتت الفلورة بالأشعة السينية ED-XRF هو واحد من أبسط الأساليب التحليلية الأكثر دقة والأكثر اقتصادية لتحديد التركيب الكيميائي لأنواع كثيرة من المواد. فهي تقنية تحليل غير تالفة لنماذج المقاسة وموثوق بها ، ولا يتطلب تحليل نماذج لغرض القياس أي جهد علمي صعب، وان إعداد العينات المناسب لصلبة وسائلة منها أو مسحوق من العينات. إنّ تحليل الفلورة بالأشعة السينية باستخدام ED-XRF هو أسلوب يستخدم عادة في

تحديد وتقدير العناصر في المادة المعينة. حيث تعتمد هذه الطريقة على تفاعل عينة مع مصدر الإثارة بالأشعة السينية، المبدأ الذي تستند إليه هذه الطريقة هو أن كل عنصر له بنية ذرية تسمح لمجموعة مختلفة من القمم في طيف انبعاث الأشعة السينية. في تقنية ED-XRF يضرب شعاع الإلكترون العينة ويثير إلكترونات وينفجر إلكترونات مما يخلق ثقباً إلكترونياً في هيكل الإلكترونات للعنصر.

لقد استخدمنا في تقنية الفلورة بالأشعة السينية ED-XRF جهاز Philips Cubix- XRF المتواجد بمصنع الاسمنت بعين توتة – ببائنة الذي يمكننا من تعرف على العناصر الكيميائية الموجودة في العينة و تراكيزها. حيث أعطى نتائج التالية:

جدول III-3: نتائج تقنية ED-XRF لعينة رمل منطقة تامنغست.

الأكاسيد	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Cl
التركيز (%)	63.35	12.37	1.87	3.83	0.51	3.68	3.18	0.00	0.01

تؤكد نتائج الجدول (III-3) أن رمل منطقة تامنغست في الحالة الطبيعية يتكون من الكوارتز (SiO₂) بنسبة 63.35%. دل ذلك العمود الأول من الجدول (II-3).

كما وضح الجدول أن نسبة CaO تقدر بـ 3.83% وانعدام SO₃ دل على ذلك العمود الرابع من الجدول (III-3) على الترتيب وهذا ما يؤكد على أن رمل منطقة تامنغست لا يحتوي على الجبس.

بينت أيضا أن عينة الرمل غنية بالألومين Al₂O₃ بنسبة 12.35% وباقي العناصر Fe₂O₃ ، K₂O ، Na₂O بنسب 1.87%، 3.68%، 3.18% على الترتيب والعناصر SO₃ و Cl بنسب ضئيلة جدا تكاد تنعدم.

1.4.III. مناقشة نتائج الفلورة بالأشعة السينية XRF

بمقارنة نتائج الفلورة المتحصل عليها لعينة رمل منطقة تامنغست مع نتائج لعينة رمل ورقلة (الجدول III-4) [24] لاحظنا وجود تقارب بحيث أن كلا العينتين يعتبر الكوارتز

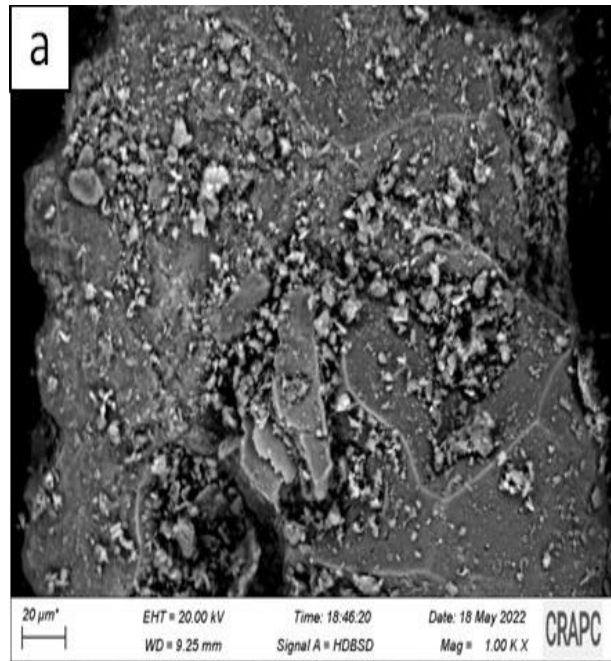
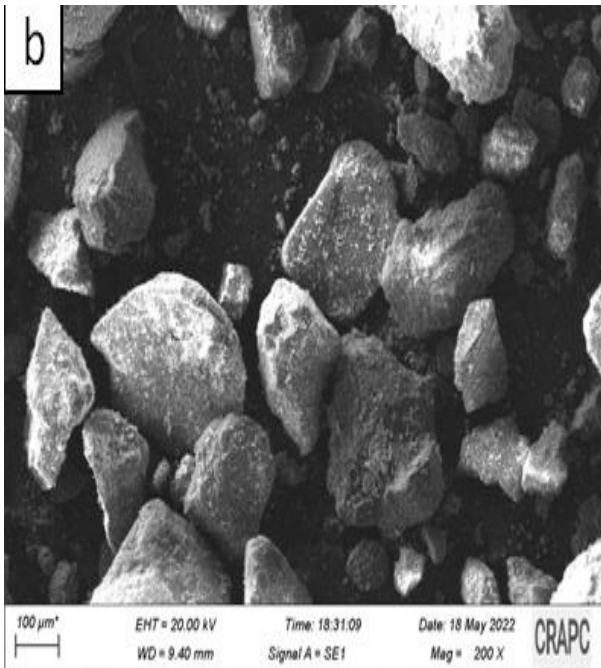
مكون أساسي لهما بنسبة عالية وهذا ما يؤكد أنّ رمل العينتين في حالته الطبيعية ذو بلورية جيدة مع وجود الألومين بنسبة معتبرة وباقي العناصر بنسب ضئيلة .

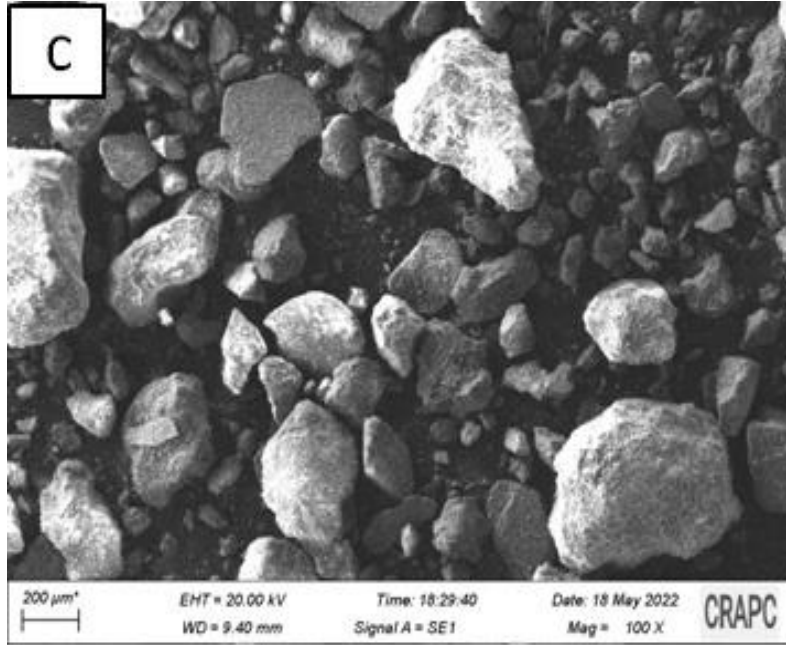
جدول III-4 : نتائج تقنية الفلورة بالأشعة السينية لعينة رمل منطقة ورقلة [24].

الأكاسيد	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaCO ₃	مواد أخرى
التركيز (%)	86.04	6.63	1.35	0.08	0.86	5

5.III. نتائج المجهر الإلكتروني الماسح SEM

تظهر الصور (a) ، (b) ، و (c) صورة دقيقة من رمل منطقة تامنغست بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح ذات سلم 20 um و 100 um و 200 um على التوالي. في صورة (c) يظهر أنّ رمل يحتوي على أشكال مختلفة منها الدائرية ومسطحة والطولية وما هو غير منتظم بأحجام متعددة منها الصغيرة والكبيرة (الشكل III-4).

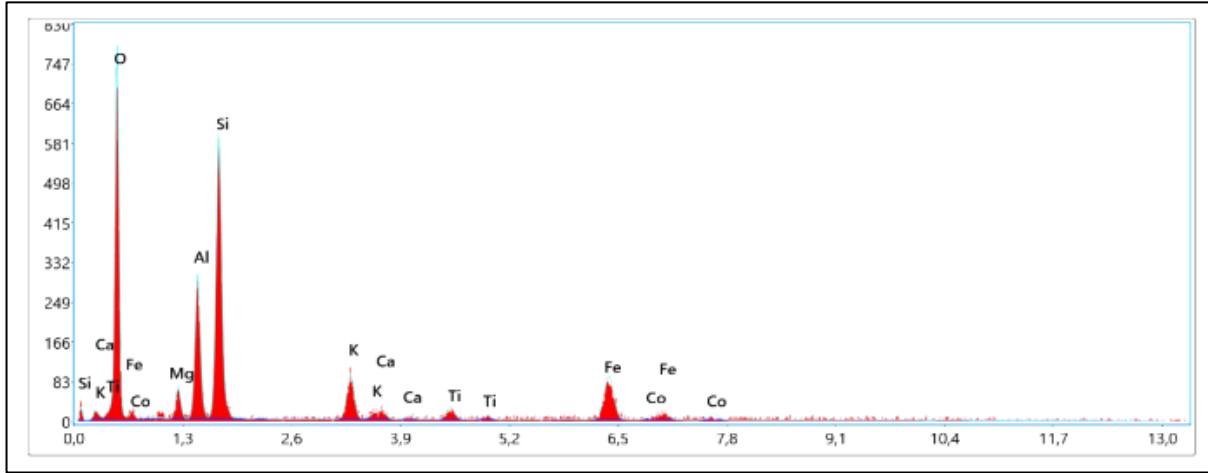




الشكل III-4 : صور بمجهر الالكتروني الماسح لعينة رمل منطقة تامنغست.

III. 1.5. نتائج تحليل بتقنية EDX

أما التحليل الكمي باستخدام تقنية EDX المرفقة بجهاز مجهر الالكتروني الماسح التي تعطي تراكيز كتلي والذري لعناصر الكميائية المكونة لعينة الرمل منطقة تامنغست. حيث أظهرت انا عينة الرمل المدروسة تحتوي على نسبة اكبر من اكسجين (O) بـ 44.89 % و 19.41 % من السيليسيوم (Si) ونسب معتبرة من Al و Fe تقدر بـ 10.42 % و 13.06 % على ترتيب وباقي العناصر K، Mg، Ti، Co، Ca بنسب اقل 5.02 %، 2.61 %، 1.91 %، 1.36 %، 1.33 % على ترتيب.



الشكل III-5 : طيف تحليل EDX لعينة رمل منطقة تامنغست.

جدول III-5: نتائج التحليل الكمي لعينة رمل منطقة تامنغست المتحصل عليها بواسطة تحليل EDX.

العنصر الكيميائي	تركيز الذري (%)	تركيز الكتلي (%)
O	63.07	44.89
Mg	2.41	2.61
Al	8.68	10.42
Si	15.54	19.41
K	2.89	5.02
Ca	0.74	1.33
Ti	0.90	1.91
Fe	5.26	13.06
Co	0.52	1.36

III.2.5. مناقشة نتائج تحليل بتقنية EDX

جدول III-6: المقارنة بين نتائج التحليل الكمي لعينة رمل المدروسة و نتائج لعينة رمل كثبان منطقة ورقلة ذات اللون الأسود.

العنصر الكيميائي	تركيز الكتلي (%) لعينة رمل منطقة تامنغست	تركيز الكتلي (%) لعينة رمل كثبان منطقة ورقلة ذات اللون الأسود [23]
O	44.89	40.59
Mg	2.61	2.35
Al	10.42	6.91
Si	19.41	41.70
K	5.02	6.19
Ca	1.33	/
Ti	1.91	/
Fe	13.06	2.26
Co	1.36	/

يوضح الجدول (III-6) المقارنة بين نتائج التحليل الكمي لعينة رمل المدروسة و نتائج لعينة رمل كثبان منطقة ورقلة ذات اللون الأسود [23] يتبين وجود نسب عالية ومقاربة من الأكسجين (O) في العينتين واختلاف في نسب تركيز العناصر الأخرى حيث نسبة السيليوم (Si) اكبر التي ترجع إلى تواجد الكوارتز في عينة رمل كثبان ورقلة من العينة المدروسة أما باقي العناصر الأخرى فنلاحظ تواجدها بنسب أكبر في عينة رمل منطقة تامنغست.

الخلاصة العامة

قمنا في هذا العمل بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينة رمل منطقة تامنغست باستعمال التقنيات الفيزيوكيميائية المتمثلة في التصنيف الحبيبي بالغريلة الميكانيكية، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR، فلورة بالأشعة السينية ED-XRF و المجهر الالكتروني الماسح SEM. ذلك بهدف تصنيف حبيبات الرمل ومعرفة أهم العناصر الكيميائية الأساسية المكونة للعينة المدروسة، حيث حصلنا على النتائج التالية:

- بعد إجراء التصنيف الحبيبي وذلك بتمرير العينة عبر مناخل ذات فتحات قياسات مختلفة (0.4mm، 0.5mm، 0.63mm، 0.8mm، 1mm، 2mm، 2.5mm، 0.08mm، 0.1mm، 0.16mm، 0.2mm، 0.25mm، 0.315mm، 0.063mm). تم تصنيف رمل إلى حصى، رمل خشن جدا، رمل خشن، رمل متوسط، رمل ناعم و رمل ناعم جدا. حيث ظهر أن رمل منطقة تامنغست رمل خشن جدا بنسبة 29.88%.
- أظهرت تقنية FTIR أن رمل منطقة تامنغست أساسا من كوارتز ذات أشرطة 466.7، 536.2، 775.3، 1033.8 و 3421.5 Cm^{-1} . ومكونات أخرى تمثلت في: مركب Dolomite، مركب Wollastonite، مركب كربونات الرصاص والماء.
- أعطت نتائج تقنية الفلورة بالأشعة السينية ED-XRF أن رمل منطقة تامنغست يحتوي على نسبة 63.35% من الكوارتز (SiO_2) وهذا ما يؤكد أن الرمل في حالته الطبيعية ذو طبيعة بلورية جيدة، كذاك يحتوي على الألومين (Al_2O_3) بنسبة جيدة مع وجود أكاسيد أخرى بنسب قليلة وهذه نتائج تؤكد نتائج تقنية FTIR.

■ أعطت تقنية SEM صورة دقيقة لسطح عينة رمل بتكبيرات ذات سلم ذات سلم 20 um و 100 um و 200 um. وتحليل الكمي بواسطة EDX أظهرت أن رمل منطقة تامنغست يحتوي على نسبة أكبر من أكسجين (O) بـ % 44.89 و % 19.41 من السيليسيوم (Si) ونسب معتبرة من Al و Fe تقدر بـ % 10.42 و % 13.06 على الترتيب وباقي العناصر K، Mg، Ti، Co و Ca بنسب اقل. هذه التقنية أكدت نتائج كل من تقنية FTIR و تقنية الفلورة بالأشعة السينية ED-XRF.

بعد الدراسة الفيزيوكيميائية التي قمنا بها لعينة رمل منطقة تامنغست يمكننا القول أن:

❖ رمل هذه المنطقة يعتبر مصدر لاستخلاص الكوارتز الذي يعتبر مكون أساسي له وهذا ما يتطلب استغلاله واستخدامه في الصناعة المعاصرة المختلفة.

هذه الدراسة ما هي إلا بداية لدراسات أخرى في المستقبل على الرمل الذي تزرع به بلدنا الجزائر و منطقة تامنغست بصفة خاصة، مع تدعيم البحث على رمل هذه المنطقة مستقبلا.



المراجع

- [1] A. Eslam, X Wenbin , D Xiaoli. Improved optical image matching time series inversion approach for monitoring dune migration in North Sinai Sand Sea: Algorithm procedure, application, and validation .ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing , Vol. 164,2020 Pages 106-124.
- [2] Y. Shao . Physics and Modelling of Wind Erosion. 2ed revised and expanded edition. Atmospheric and oceanographic sciences Library. Vol.37,2008.
- [3] S. Guettala , B. Mezghiche and M. Mellas. Adding finely crushed dune sand to cement on the evolution of hydration of pasta portland cement asian journal of civil engineering (building and housing) Vol. 11, NO. 2 ,2010, Pages 241-251.
- [4] N. Koull, T. Benzaoui, A. Sebaa, ME. Kherraze, S. Berroussi Grain size characteristics of dune sands of the Grand Erg. .Oriental (Algeria). Journal Algérien des Régions Arides (JARA). No 13 ,2016.
- [5] G. greenberg 2008 .A Grain of Sand: Nature's Secret Wonder , voyageur press.pp41.
- [6] د. اشرف فوزي البارودي. كتاب اطلس السياحة الجيولوجية في دولة الإمارات العربية.صفحة 91.
- [7] د حسين عذاب خليف الموسوي ود ماجد راضي حسين القرشي 2015. جيومورفولوجية الكثبان الرملية في شرق محافظة واسط مجلة كلية التربية .العدد 21 صفحة149.
- [8] الأستاذ صبحي دغاب .كتاب الكثبان الرملية .مادة العلمية مركز البحوث الزراعية بمصر 2003
- [9] أ.م.د حسين خليف الموسوي. صفا غني عبد الواحد .مجلة كلية التربية.العدد الثاني والعشرون .جامعة واسط.الأشكال الأرضية المتأثرة بالرياح غرب محافظة واسط

- [10] H. Tsoar. Department of Geography and Environmental Development Ben-Gurion University of the Negev Beer-Sheva 84105. Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation.
- [11] بالضياف سميحة. تحديد التركيب الجزيئي للأصناف الحبيبية المختلفة لرمل كثبان منطقة ورقلة وحساب تركيز الكوارتز فيها باستخدام التقنيات الطيفية. أطروحة دكتوراء. جامعة ورقلة (2016)
- [12] B. Andreotti¹, P Claudin, and S Douady. Selection of dune shapes and velocities. Part 1: Dynamics of sand, wind and barchans. The European Physical Journal B manuscript No28.2018 page 341-352.
- [13] E. Reffet, S. Courrech du Pont, P. Hersen, and S. Douady .LESIA. Formation and stability of transverse and longitudinal sand dunes. Vol.38, NO. 6,2010, Pages 491-494.
- [14] D. Zhang , Morphology and dynamics of star dunes from numerical modeling. Clément Narteau¹ *, Olivier Rozier¹ and Sylvain Courrech du Pont. Vol.5, NO.7,2012, Pages463-467.
- [15] دكتور محمد ابراهيم ابداح .موسوعة الاحجار الكريمة-انواع الاحجار الكريمة خصائصها وفوائدها
- [16] جمال محمد حسن جرار. كتاب الجيولوجيين و موارد الأرض
- [17] محمد سعيد عبد الله. كتاب تعلم الخزف. فن وعلم دليل الهواة و الدارسين والفنان
- [18] دكتور طلال بن مصطفى القاضي –المعادن والصخور الصناعية –كلية علوم الأرض– جامعة الملك عبد العزيز
- [19] دكتور كنان زين DELTA TEAM HAMA CIVIL ENGINEERING العابدين .مكانيك التربة
- [20] A. Nikolaides , E. Manthos, M., Greece sand equivalent and methylene blue value of aggregates for highway engineering Sarafidou .2007 Aristotle University of Thessaloniki, Department of Civil Engineering 54006 Thessaloniki .

- [21] الاستاذ م. عمار نجيب النمر. دراسة تأثير نسبة المواد الناعمة على السلوكية الإنظغاطية للتربة الرملية. أطروحة ماجستير 2017.
- [22] الدكتور مظفر الموصللي. تحليل التربة والنبات والماء. دار اليازوري العلمية
- [23] Mohammed Laid MECHRI et Smail CHIHI. Etude de la composition atomique du sable des dunes de la région de Ouargla par spectroscopies XRF, MEB, EDX et ANN. Annales des Sciences et Technologie Vol. 4, N 2, Novembre 2012.
- [24] BEDDIAF S and CHIHI S. 2014 .Study of some structural properties of quartez in the sand dunes of region of ouargla. Articles universitaires Vol.92 N.2320147 Pages 193-194.
- [25] Lazhar Achour a, Malek Bouharkat a , Ouarda Assas b , Omar Behar c. Hybrid model for estimating monthly global solar radiation for the Southern of Algeria: (Case study: Tamanrasset, Algeria). Energy. Vol 135 .2017.Pages 526-539.
- [26] <https://www.marefa.org>.
- [27] P.Hosain Ben Abd Alatif sandi. Enginnring properties of soil (1Eeg 311),Grain size Analysis-Mechanical Method .
- [28] مشري محمد العيد 2016. دراسة اثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقليته الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية. مذكرة دكتوراء. تخصص مطيافية المواد. جامعة ورقلة
- [29] A. Boulmokh. Y Berredjem, K Guerfi,. and A Gheid,2007. Kaolin from DjebelDebbagh Mine Guelma, Algeria. Res J ApplSci, Vol 2, 2007pages435-440.
- [30] صبتي نجاح 2015. دراسة البنى النانومترية أكسيد التيتانيوم:تطبيق الكهروكيميائية الضوئية. مذكرة دكتوراء. تخصص علم المواد. جامعة قسنطينة

- [31] محادي النوية 2017. تحديد تركيب الاصناف اللونية الرئيسية لرمل كثبان منطقة ورقلة ، وتحديد سبب تلونها باستخدام طرق الطيفية. أطروحة دكتوراء ، تخصص مطيافية المواد ، جامعة ورقلة.
- [32] كتاب طرق التحليل الطيفي تقنية مختبرات كيميائية ، المؤسسة العامة للتعليم الفني وتدريب المهني المملكة العربية السعودية 61
- [33] د- رفيق عبده ، د- منذر حجل ، أ- علي منذر ، د- موسى نعمة الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها.
- [34] د. صباح محمود امان الله و د. عبد السميع فوزي عبد العزيز. كتاب أساسيات فيزياء ذرية. [34]
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Basic Medical Radiation Safety Package Part D - Radiation Protection in Diagnostic Radiology 19/1/01
- [36] أساسيات العلوم الفيزيائية ، د- أحمد فؤاد باشا ، د- محمد نبيل يس بكري ، د فوزي حامد عبد القادر ، د- شريف أحمد خيري ، 2008/ 1429
- [37] دكتور صالح محمد متولي الأشعة السينية الفواد والمخاطر. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم وتقنية
- [38] H .Paquton, J Ruste (2006) Microscopie électronique à balayage Principe et équipement. Techniques de l'Ingénieur. P 865 V2.
- [39] N. Menguy, "Microscopie électronique", Univ Paris 7 Diderot (2013).
- [40] الخصائص الفيزيائية للتربة د عصام الخوري ود حيدر الحسن. الجلسة العلمية الثانية 2019 جامعة حماه كلية الزراعة.
- [41] A. Sdiri . T Higashi . T Hatta. F Jamoussi . N Tase . Mineralogical and spectroscopic characterization, and potential environmental use of limestone from the Abiod formation, Tunisia. Environ Earth Sci . Vol 61. 2010. Pages 1275–1287.

- [42] P. S . NAYAK and B. K SINGH. Instrumental characterization of clay by XRF, XRD and FTIR .Bull. Mater. Sci., Vol. 30, No. 3. 2007, pages. 235–238. © Indian Academy of Sciences.
- [43] R. Senthil Kumar and P. Rajkumar.Characterization of minerals in air dust particles in the state of Tamilnadu, India through ftir spectroscopy .Atmos. Chem. Phys. Discuss., Vol 13,2013.Pages 22221–22248.
- [44] Z.lai Yi, H-hu Sun, C Li, Y-ming Sun, and Y Li ,Relationship between polymerization degree and cementitious activity of iron ore tailings, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials ,Vol. 17, No. 1 , February 2010, Page 16-20.
- [45] S. Gnanasaravanan, P. Rajkumar, Characterization of minerals in natural and manufactured sand in Cauvery River belt, Tamilnadu, India, Infrared Physics & Technology, Vol. 58, May 2013, Page 21–31.
- [46] J. Saikia, Gopalakrishnarao Parthasarathy. Fourier Transform Infrared Spectroscopic Characterization of Kaolinite from Assam and Meghalaya, Northeastern India. J. Mod. Phys., 2010, 1, 206-210.
- [47] Hazem bouraaoui."conformation moleculaire,structure cristalline,spectroscopie, des produits polycyiques benzeniques organoselenies "these de doctorat, Dpt. Physique. Univ, Frere Mentouri, Constantine Algerie. 2016

ملخص

قمنا في هذا العمل بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينة رمل منطقة تامنغست وذلك بتصنيف الحبيبي، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR ، تقنية الفلورة بالأشعة السينية XRF و المجهر الإلكتروني الماسح SEM. حيث تبين أن رمل منطقة تامنغست من صنف رمل خشن جدا بنسبة 29.88%. كما أظهرت تحليل بتقنية FTIR على وجود الكوارتز (SiO_2) كمكون الأساسي والغالب في عينة الرمل المدروسة مع ظهور مركبات أخرى Dolomite ، Wollastonite و مركب كربونات الرصاص والماء. أعطت نتائج تقنية الفلورة بالأشعة السينية ED-XRF أن رمل منطقة تامنغست يحتوي على نسبة 63.35% من الكوارتز (SiO_2) والألومين (Al_2O_3) بنسبة جيدة مع وجود أكسيد أخرى بنسب قليلة. أكدت تقنية SEM وتحليل EDX أن عينة الرمل تحتوي على أكسجين (O) والسيليسيوم (Si) بنسب كبيرة الدالة على مركب الكوارتز (SiO_2) ونسب معتبرة من Fe و Al مع نسب ضئيلة من K، Mg، Ti، Co و Ca .

الكلمات المفتاحية : رمل، الكوارتز، تصنيف الحبيبي، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR ، تقنية الفلورة بالأشعة السينية XRF، المجهر الإلكتروني الماسح SEM.

Abstract

In this work, We have studied the physical and chemical properties of the sand of Tamanrasset region by granular classification, FTIR spectroscopy, scanning electron microscope SEM. It was found that the sand of Tamanrasset region is very coarsz sand with a percentage of 29.88%. Also, FTIR analysis showed the presence of quartz (SiO_2) as the main and predominant component in the studied sand sample, with the appearance of other compounds, namely: dolomite, wollastonit, lead carbonat and water.

The results of the X-ray fluorescence technology showed that sand of Tamanrasset region contains 63.35% of quartz (SiO_2) and alumina (Al_2O_3) in good proportions with the presence of other oxides in small proportions.

SEM and EDX analysis confiremed that the alum sample contains oxygen (O) and silicon (Si) in large proportions indicating the quartz (SiO_2) compound and significant proportions of Al and Fe with small proportions of Co, Ti, Mg, K, and Ca .

key words:

Sand, quartz , granular classification, FTIR spectroscopy ,Scanning electron microscope SEM.

Résumé

Dans ce travail, nous avons étudié les propriétés physiques et chimique d' un échantillon de sable de la région de tamanrasset. Cela fait par classification granulaire, spectroscopie FTIR , technique de florescence XRF et microscopie électronique a balayage MEB.

Ou il a été constate que le sable de la région de tamanrasset est de sable très grossier avec un pourcentage de 29.88% .les analyses FTIR ont également montre la présence de quartz SiO_2 comme composant principal et prédominant dans l'échantillon de sable étudié, avec l'apparition d autre composant, la dolomite, la wollastonite, le carbonate de plomb et l eau.

Il a également été constate grâce aux résultat de technique de florescence utilise les rayons X ED-XRF que la sable de la région de tamanrasset contient 63.35% de quartz (SiO_2) et d'alomine Al_2O_3 en bonne proportion avec la présence d autre oxydes dans un faible pourcentage.

La technique MEB et l analyse EDX ont confirme que l'échantillon de sable contient l'oxygène (O) et silicium (Si) dans une grande proportion indiquant le compose de quarts SiO_2 et un proportion significative d Al et Fe avec une petite proportion de Co, Ti, Mg, K, et Ca.

Mots clés : sable, quartz , classification granulaire, spectroscopie FTIR , technique de florescence XRF et microscopie électronique a balavage MEB.