

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الفيزياء



مذكرة

ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: فيزياء

تخصص: فيزياء المواد

من إعداد: نتاري نسيمة * مسعودي حنان

بعنوان:

دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات رمل منطقة الطيبات

نوقشت يوم: 2017/05/25.

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيسا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر(أ)	بلعكروم كريمة
مناقشا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر(أ)	بن طويلة عمر
مقررا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر(أ)	غرياني رشيد

الموسم الجامعي: 2017/2016

شكرًا واحترافًا لجميع من ساهموا

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

يطيب لنا أن نضع السماع الأخير لمنزكرتنا هذه وأن نقدم ببالغ الشكر والتقدير للأساتذة الفاضل
د. غرياني رشيد علي أقرأه موضوع البحث، وما بذله من جهد ومتابعة مرة الأثر.

كما نقدم بالشكر للأساتذة بلعروق كريمة علي فوطا ترؤس لجنة المناقشة، والأساتذة بن طويلة حمير علي قبوله
مناقشة هذه المنزكرة.

وتوجه بالشكر والتقدير لكل أساتذتنا الكرام بقسم الفيزياء بجامعة قاصدي مباح ورقلة الذين درسونا
في مرحلة التعليم الجامعي.

كما نتفضل بالشكر للأساتذة كريمة علي مسؤولي مخبر الهندسة المدنية، وإلى طالبة الدكتوراه زواوير خديجة
علي ما بذلوه من جهد كما له الأثر البالغ في تنزيل الصعوبات وتقديم التسهيلات للإنجاز هذا البحث.
كما نشكر جميع المسؤولين والعاملين في:

مخبر الإصناع والبلدزما وفيزياء المطوح (L.R.P.P.S) جامعة ورقلة

مخبر الأشغال العمومية في الجنوب (L.T.P.S) ورقلة

مخبر الهندسة المدنية جامعة ورقلة

وإلى جميع الزملاء والزميلات في الدراسة وخاصة طلبة فيزياء المواد وإلى كل من ساعدنا في إنجاز هذا

العمل.

مسعودي حنان

نتاري نسيم

الفهرس

1 مقدمة

الفصل الأول: عموميات حول رمل الكثبان

3 1.I تعريف رمل الكثبان :

4 2.I الكثبان الرملية:

5 1.2.I كيفية تكون الكثبان الرملية :

6 2.2.I أنواع الكثبان الرملية:

8 2.3.I مكونات الكثبان الرملية:

8 1.2.3.I الكوارتز:

10 2.2.3.I الحجر الكلسي(الكالسييت) :

11 3.2.3.I الجبس :

12 3.I توزع الكثبان الرملية في العالم وفي الجزائر:

الفصل الثاني: التقنيات المستعملة في التحليل

14 1.I نبذة عن منطقة الدراسة:

14 2.I التقنيات المستعملة في الدراسة:

14 1.2.I التحليل الكيميائي :

15 1.1.2.I تجربة المكافئ الرملي:

16 2.1.2.I تجربة التحليل الكيميائي :

20 2.2.I التحليل الفيزيائي:

20 1.2.2.I تجربة الكتلة الحجمية للرمل:

23 2.2.2.I تجربة التدرج الحبيبي:

23 3.2.I الأدوات المستعملة:

25 4.2.I تجربة إجهاد القص :

28	.....: XRD تقنية التحليل بإنعراج الأشعة السينية
28	.....: 1.5.2.II مبدأ انعراج الأشعة السينية
29	.....: 2.5.2.II المستويات الشبكية
30	.....: 3.4.2.II قانون براغ
31	.....: 4.5.2.II الجهاز المستعمل في تقنية انعراج الأشعة السينية
33	.....: 5.4.2.II تحضير العينة لإجراء التحليل بواسطة انعراج الأشعة السينية XRD

الفصل الثالث: مناقشة وتحليل النتائج

33	.....: 1.III نتائج التحليل الكيميائي للرمل
33	.....: 1.1.III نتائج تجربة المكافئ الرملي
34	.....: 2.1.III نتائج التحليل الكيميائي
36	.....: 2.III نتائج التحليل الفيزيائي
36	.....: 1.2.III نتائج تجربة الكتلة الحجمية
37	.....: 2.2.III نتائج تجربة التدرج الحبيبي
41	.....: 3.III نتائج تجربة إجهاد القص
43	.....: 4.III نتائج تقنية انعراج الأشعة السينية
43	.....: 1.4.III تسجيل الطيف باستعمال انعراج الأشعة السينية
43	.....: 2.4.III تحليل رمل كثبان منطقة الطيبات باستعمال انعراج الأشعة السينية
45	.....: 3.4.III قياس أبعاد حبيبات الرمل باستخدام معادلة شرر
47	.....: الخلاصة العامة
49	.....: المراجع

قائمة الأشكال

الفصل الأول

- الشكل I-1: تصنيف حبيبات الرمل وفقا لأبعادها.....4
- الشكل I-2: مراحل تكوين الكثبان الرملية.....6
- الشكل I-3: الكثبان الهلالية.....6
- الشكل I-4: الكثبان المستعرضة.....7
- الشكل I-5: الكثبان الطولية.....7
- الشكل I-6: الكثبان النجمية.....8
- الشكل I-7: البنية البلورية للكوارتز وصورة له.....9
- الشكل I-8: البنية البلورية للكلس وصورة له.....11
- الشكل I-9: البنية البلورية للجبس وصورة له.....12
- الشكل I-10: توزع الكثبان الرملية الصحراوية في العالم.....13
- الشكل I-11: توزع الكثبان الرملية الصحراوية في الجزائر.....13

الفصل الثاني

- الشكل II-1: صورة توضح الكثبان الرملية للمنطقة.....14
- الشكل II-2: صورة توضح تجربة المكافئ الرملي.....15
- الشكل II-3: صورة توضح تجربة الكشف عن المواد غير المذابة.....16
- الشكل II-4: صورة توضح تجربة الكشف عن الجبس.....17
- الشكل II-5: صورة توضح عملية الكشف عن كربونات الكالسيوم.....18
- الشكل II-6: صورة توضح عملية الكشف عن ملح الطعام.....19
- الشكل II-7: صورة توضح تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية.....21
- الشكل II-8: صورة توضح تجربة الكتلة الحجمية المطلقة.....22
- الشكل II-9: صورة توضح المناخل المستعملة في تجربة التدرج الحبيبي.....23
- الشكل II-10: ميزان حساس.....24
- الشكل II-11: ميزان الرمل.....24

- الشكل II-12: جهاز الرج 24
- الشكل II-13: جهاز الرج المغناطيسي 25
- الشكل II-14: جهاز الرج بالاهتزازات. 25
- الشكل II-15: الجهاز المستعمل ورسم تخطيطي له ونموذج إحدى العينات في تجربة إجهاد القص. 28
- الشكل II-16 : انعراج الأشعة السينية لفحص البنية البلورية للمادة. 29
- الشكل II-17: مخطط يوضح المستويات الشبكية. 29
- الشكل II-18: مخطط يوضح قانون براغ وعملية الحيود هندسيا 31
- الشكل II-19: صورة لجهاز انعراج الأشعة السينية. 32
- الشكل II-20: صورة لجهاز انعراج الأشعة السينية من الداخل. 32

الفصل الثالث

- الشكل III-1: التدرج الحبيبي لرمل كثبان منطقة الطيبات. 38
- الشكل III-2: الإجهاد المطبق على عينة من رمل منطقة الطيبات. 41
- الشكل III-3: منحني تغير إجهاد القص بدلالة الإجهاد الناظمي. 42
- الشكل III-4: طيف انعراج الأشعة السينية لرمل كثبان منطقة الطيبات. 43

قائمة الجداول

الفصل الأول

- الجدول I-1: التقاسيم الخاصة بمجاميع الحبيبات الأولية **Erreur ! Signet non défini.**
- الجدول I-2: الخواص الفيزيو كيميائية للكوارتز 9
- الجدول I-3: الخواص الفيزيو كيميائية للكلس 10
- الجدول I-4: الخواص الفيزيو كيميائية للجبس 12

الفصل الثالث

- الجدول III-1: نتائج المكافئ الرملي لرمل كتبان الطيبات 33
- الجدول III-2: نتائج المكافئ الرملي للعينات الثلاثة 33
- الجدول III-3: التحليل الكيميائي للعينات الثلاثة 34
- الجدول III-4: نتائج تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية 36
- الجدول III-5: نتائج تجربة التدرج الحبيبي لرمل كتبان الطيبات 37
- الجدول III-6: نتائج معاملات التدرج للعينتين 40
- الجدول III-7: الملحقات الخاصة بانعراج الأشعة السينية على رمل منطقة الطيبات 43

فهرس الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
ES	المكافئ الرملي	النسبة المئوية
INS	المواد غير المذابة	النسبة المئوية
ρ_a	الكتلة الحجمية الظاهرية	$\frac{g}{cm^3}$
ρ_s	الكتلة الحجمية المطلقة	$\frac{g}{cm^3}$
τ	إجهاد القص	P_a
MF	معامل النعومة	النسبة المئوية
C_u	معامل الانتظام	النسبة المئوية
C_c	معامل التدرج	النسبة المئوية
C	قوة التماسك	bar
ϕ	زاوية الاحتكاك	الدرجة المئوية
L	قطر الحبيبة النانوية	nm
β	عرض الخط عند متوسط الارتفاع	الدرجة المئوية
θ	زاوية سقوط الأشعة السينية	درجة المئوية
I	الشدة	(u. a)
F	قوة القص	N

مقدمة عامة

الرمل هو احد المكونات التي توجد في الطبيعة بشكل حر، ويتكون من حبيبات الصخور وجسيمات المعادن، ويتم تعريف الرمال وفق حجمها باعتبارها أرق من الحصى.

يتواجد الرمل في الطبيعة على شكل كتبان رملية، وهي عبارة عن تجمعات لرواسب ذات أحجام مختلفة وقد تكون ذات مساحات ضخمة وتنتقل بواسطة الرياح، وغالبا ما يكون مصدرها من الصخور الرسوبية المتفتتة، أو من الصخور نارية ومتحولة نتيجة لعوامل التعرية بالإضافة إلى عاملي الأمطار والرياح.

للرمل عدة استخدامات فهو غني بمادة الكوارتز الداخلة في الصناعات الزجاجية، وهو مكون أساسي في مواد البناء كما يستخدم أيضا في الفلاحة.

ولأن منطقتنا الجغرافية تميزت بمادة الرمل ارتأينا أن نتناول في موضوع مذكرة التخرج لنيل شهادة الماستر تحت عنوان "دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات رمل منطقة الطيبات"

يتناول هذا البحث دراسة تحليلية للرمال لتحديد العناصر والمكونات الأساسية لرمال كتبان منطقة الطيبات باستخدام الطرق التالية: انعراج الأشعة السينية (XRD) والتحليل الكيميائي للرمال، والدافع لاختيار هذا الموضوع هو:

● نقص الدراسات عن الرمل

● عدم وجود دراسة سابقة لرمال المنطقة

وعليه فإننا نسعى من خلال هذه الدراسة لتحليل رمل منطقة الطيبات لتحديد رمل منطقة الطيبات لتحديد مكوناته وأهم خصائصه الفيزيائية والكيميائية.

فما هي المركبات المكونة للرمال؟ وما هي خصائصه الفيزيائية والكيميائية؟

تنقسم هذه المذكرة إلى ثلاثة فصول:

- ✓ الفصل الأول: "عموميات حول رمل الكثبان" حيث تعرفنا على الرمل والكثبان الرملية وكيفية تشكلها وتوزعها وأنواعها ومكوناتها الأساسية وأهم خصائصها.
- ✓ الفصل الثاني: "التقنيات المستعملة في التحليل" فقد عرّفنا فيه منطقة الدراسة (الطبيبات)، وتطرقنا فيه إلى مختلف التقنيات المستعملة في الدراسة: التحليل الكيميائي، المكافئ الرملي، التدرج الحبيبي، الكتلة الحجمية، إجهاد القص، انعراج الأشعة السينية (DRX)، مع التركيز على أهدافها ومبدأ عملها والأجهزة المستعملة في ذلك.
- ✓ الفصل الثالث: "مناقشة وتحليل النتائج" يمثل هذا الفصل تحليل النتائج المتحصل عليها من خلال التجارب المستعملة ومقارنتها بنتائج دراسات أخرى.
- وفي الأخير ختمنا هذا البحث بملخص عام عرضت فيها النتائج التي تحصلنا عليها مع تقديم آفاق مستقبلية يمكن على أساسها مواصلة البحث في هذا الموضوع.

الفصل الأول:

عموميات حول رمل

الكتبان

مقدمة

يعد الرمل من أكثر المواد الطبيعية تواجداً على اليابسة، فهو من أقدم مواد التشييد التي عرفها الإنسان، ويوجد الرمل في الطبيعة على شكل كثبان رملية وهي عبارة عن تجمع لحبيبات الرمل السائب على سطح الأرض في شكل كومة ذات قمة. إن أهمية الرمل تتزايد بتزايد استخداماته التي نذكر منها :

- الرمل هو المادة الأساسية لصناعة الزجاج.
- الزراعة.
- تنقية المياه
- استخراج الكوارتز
- استخراج السيليسيوم النقي
- مكون أساسي لمواد البناء

1.I تعريف رمل الكثبان :

الرمل هو مادة حبيبية موجودة في الطبيعة، حيث يتكون من حبيبات معدنية ناعمة تتراوح أبعادها عموماً بين 0.062 و 2mm من وجهة النظر الجيولوجية، ويطلق على الجسيمات الفردية حبة رمل .

تتكون رمال الكثبان بشكل رئيسي من حبيبات الكوارتز SiO_2 بنسبة 60-65% وتحتوي على كميات قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة ونسبة معتبرة من أكسيد الحديد الثلاثي Fe_2O_3 وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ونسبة أكبر من أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 وهي مكونة كيميائياً الكيميائية من نفس المكونات الكيميائية للصخور التي منها نشأت [1] .

تتراوح أقطار حبيبات الرمل من 0.0625 إلى 2mm، أما حبيبات التي تتراوح أقطارها بين 2 و 64mm فتدعى حصى أما التي تكون حبيباتها أقل من الرمل فتدعى طمي وتتراوح أقطارها بين 0.0625 إلى 0.004mm .

تنقسم الرمال عادة إلى خمس فئات على أساس الأبعاد كالتالي :

الجدول I-1: التقاسيم الخاصة بمجاميع الحبيبات الأولية [2].

مجاميع الحبيبات الأولية	التقسيم الأمريكي (تقسيم وزارة الزراعة الأمريكية)		التقسيم الدولي (تقسيم الجمعية الدولية لعلوم التربة)	
	القسم	قطر الحبيبات mm	القسم	قطر الحبيبات mm
الرمل	رمل خشن جدا	2-1	رمل خشن	2 - 0.2
	رمل خشن	1-0.5		
	رمل متوسط	0.5-0.25	رمل ناعم	0.2 - 0.02
	رمل ناعم	0.25-0.1		
	رمل ناعم جدا	0.1-0.05		
الطمي	طمي خشن	0.05-0.02	طمي	0.02 - 0.002
	طمي ناعم	0.02-0.002		
الطين	طين	أقل من 0.002	طين	أقل من 0.002

ويعتمد توزيع هذه الأبعاد على مقياس (Krumbein) [3].



الشكل I-1: تصنيف حبيبات الرمل وفقا لأبعادها.

2.1. الكثبان الرملية:

يطلق لفظ كثيب على التلال الرملية التي يختلف ارتفاعها من بضعة أقدام إلى عشرات الأمتار، وقد يكون العامل

المساعد في بداية تكوين الكثيب تعرض الرياح لحاجز أو مانع في طريق اتجاهها، مثل تل أو شجرة أو بناء ما، تعمل على عرقلة

حركة الرياح وإرغامها على إرساب حمولتها من الرمال، أما إذا تميزت الرياح بشدة سرعتها من ناحية وقدرتها على نقل كميات هائلة من الرمال ثم تتوقف فجأة، فقد تتكون كثبان رملية كبيرة الحجم يراوح ارتفاعها من 50 إلى 150 مترا، كما هو الحال في بعض أجزاء من الصحراء الكبرى في إفريقيا وصحراء كولورادو في أمريكا الشمالية [4]

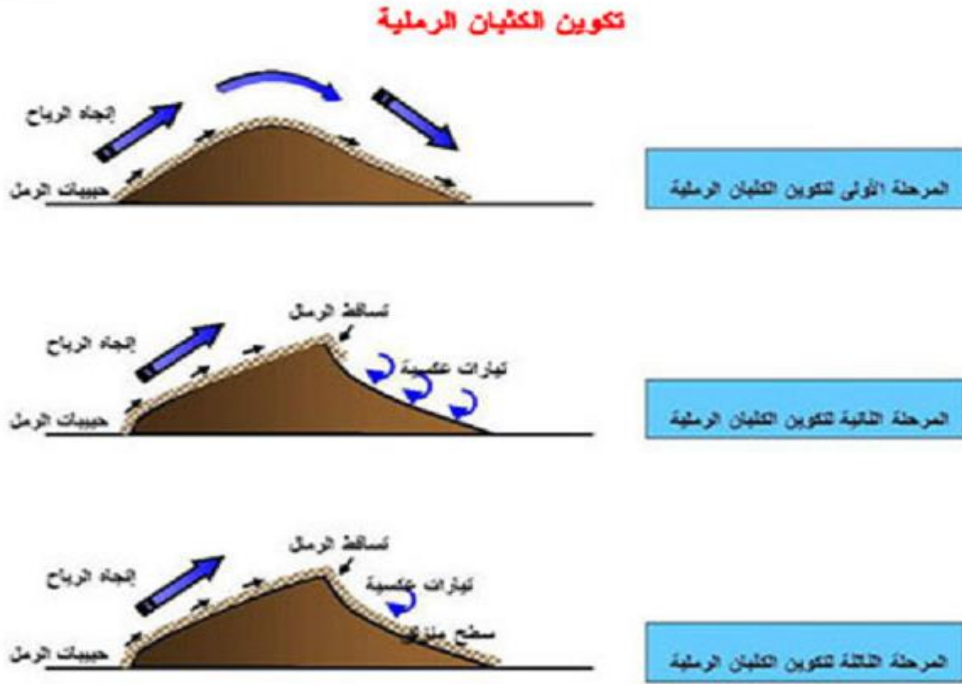
1.2.I. كيفية تكون الكثبان الرملية :

تتكون الرمال نتيجة لعوامل التعرية وهي تفاعل الصخور الصحراوية مع درجات الحرارة العالية وهبوب الرياح المتواصلة مما يؤدي إلى تفكيك الصخور وتفتتها إلى حبيبات رملية مختلفة الأحجام والأشكال، ويمر تكوّن الكثيب بالمراحل التالية [4]:

- عندما تضعف قوة الرياح تتساقط حمولتها من الرمال متجمعة فوق بعضها وتتراكم عادة على الجانب المواجه لاتجاه الرياح، وقد يتبقى بعضها في أعالي الكثيب ويتدحرج بعضها الآخر على الجانب المظاهر للرياح، وتشكل عملية تدحرج ذرات الرمال وتزحلقها بفعل الجاذبية الأرضية، وبالتالي تعمل الرياح على تسوية الجانب المواجه لهبوبها، في حين يراوح انحدار الجانب المظاهر بين 20-30 درجة، وعلى ذلك أول مراحل تكوين الكثيب تجمع الرواسب على الجانب المواجه للرياح أكثر منه فوق الجانب المظاهر لها، وبالتالي يزداد ارتفاع الكثيب تدريجيا كما يوضح الشكل (I - 2) .

- وفي المرحلة الثانية، تنحدر الرمال من أعالي الكثيب بفعل الجاذبية الأرضية أسفل الجانب المظاهر لاتجاه الرياح، وتكوّن انحدارا شديدا، إذا ما قورن بدرجة انحدار السطح المواجه لاتجاه الرياح، كما يوضح الشكل (2 - I).

- وفي المرحلة الثالثة، يظهر الاختلاف واضحا بين كل من الانحدار البسيط المواجه للرياح والانحدار الشديد المظاهر لها، إذ تتجمع الرمال على الجانب الأول وفوق أعاليه، وتنحدر تدريجيا بفعل الجاذبية على الجانب الآخر، الذي يتميز بتأثره بفعل الدوامات الهوائية، ثم إن الرياح تساعد على تكوين فجوة عميقة في ظهر الانحدار، وبذلك يبدو الأخير على شكل مقعر، ويكتسب لنفسه ذراعين طويلين يمتدان مع اتجاه الرياح، كما يوضح الشكل (I - 2).



الشكل I-2: مراحل تكوين الكثبان الرملية [5].

I.2.2. أنواع الكثبان الرملية:

تختلف أشكال الكثبان الرملية من حيث تباين انحداراتها وأبعادها ومظهر أسطحها وغطتها العام وتباين أحجامها، ويوجد هناك أربعة أنواع من الكثبان الرملية، وهي [6]:

1. الكثبان الهلالية: وهو عبارة عن كتيب على شكل قوس يتميز بوجود طرفين يمتدان إلى الجهة التي تندفع نحوها الرياح،

الشكل (I - 3)



الشكل I-3: الكثبان الهلالية

2. الكثبان المستعرضة: وتبدو على شكل موجات رملية متتالية، بعضها أمام بعضها الآخر، وهذه الموجات الرملية

تتكون من جانبيين في اتجاهين متضادين وسميت بالكثبان العرضية لأنها تعترض حركة الرياح السائدة، وكثيراً ما تنشأ

نتيجة لتلاحم الكثبان الهلالية، الشكل (I - 4)



الشكل I-4: الكثبان المستعرضة

3. الكثبان الطويلة: تنشأ الكثبان الطويلة موازية لاتجاه الرياح السائدة، وتبدأ هذه الكثبان دورة حياتها بكثبان هلالية

ثم تتحول إلى طويلة، حينما تتعرض إلى رياح جانبية تتقاطع مع الاتجاه العام للرياح الدائمة، الشكل (I - 5).



الشكل I-5: الكثبان الطويلة

4. الكثبان النجمية: تتشكل الكثبان النجمية حينما تأتي الرياح من عدة اتجاهات، ويتناسب عدد أذرع النجوم

الرملية، وطول كل ذراع منها مع اتجاهات الرياح السائدة، الشكل (I - 6).



الشكل I-6: الكثبان النجمية.

I.2.3.2. مكونات الكثبان الرملية:

تتكون رمال الكثبان من ثلاثة معادن رئيسية هي: الكوارتز والجبس و الكالسيت.

I.2.3.1. الكوارتز:

هو ثاني أكثر مادة متوفرة على سطح الأرض، تتكون من بلورات سداسية الشكل والتي تتكون بدورها من سيلكا ثلاثية التبلور (ثاني أكسيد السيلكون SiO_2) [7] وهو منتشر في جميع أرجاء العالم كأحد مكونات الصخور كما يوجد كترسبات نقية، ويستخدم المرو (السليكا) في تصنيف الصخور النارية حيث تعد الصخور النارية التي تحوي نسبة عالية من الكوارتز (66%) صخور نارية حمضية وكلما قلت نسبة السليكا تصحح هذه الصخور قاعدية، ويتميز بريق لافلزي زجاجي ويكون بألوان متعددة حيث هناك الكوارتز الوردي والأسود والشفاف وغيرهم وذلك نتيجة اختلاف التركيب الشبكي واختلاف نسبة وأنواع الشوائب، تقدر صلابة الكوارتز بسبع درجات حسب مقياس موهس، وتبلغ كثافته $2.65g/cm^3$ ، وتظهر بلورات الكوارتز خاصية تعرف باسم الكهربية الضغطية، حيث أنها تنتج كهرباء عند ضغطها على طول اتجاهات متعددة من الكريستال، ولها ميزة تدوير مستوي سطح الضوء المستقطب وبالتالي فهي تستخدم في الجواهر المستقطبة، ويستخدم الكوارتز في صناعة الساعات والأجهزة الحديثة [8].

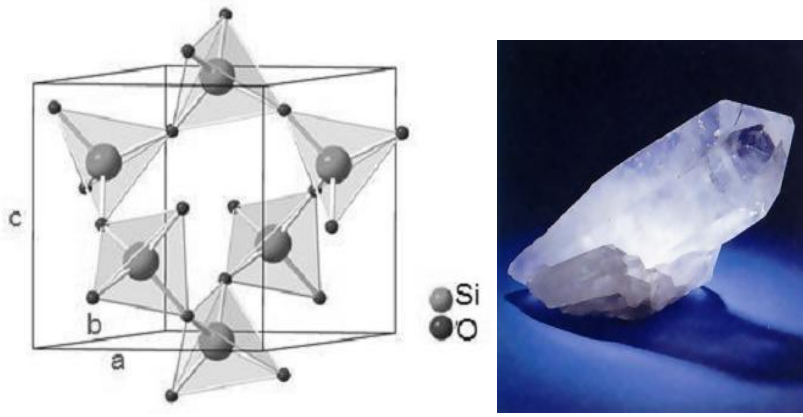
يظهر الكوارتز على شكلين هما الكوارتز α والكوارتز β ، يحتوي الكوارتز α (كوارتز درجة الحرارة المنخفضة) على

ثلاثة جزيئات من SiO_2 ويمتلك شبكة سداسية ثلاثية التناظر ذات الأبعاد البلورية التالية [9]:

$$a=b = 4.913\text{\AA} \quad C = 5.405\text{\AA} \quad \alpha = \beta = 90^\circ$$

وعند تسخينه يحدث له تحول انتقائي مباشر (شبه بلوري) إلى الكوارتز β (كوارتز درجة الحرارة المرتفعة) عند درجة حرارة

573°C .



الشكل I-7: البنية البلورية للكوارتز [10] و صورة [8] .

الجدول I-2: الخواص الفيزيو كيميائية للكوارتز [14].

الكوارتز	المركب
SiO_2	الصيغة الكيميائية
60.085	الكتلة المولية (g/mol)
22.688	الحجم المولي (Cm^3)
غير قابل	قابلية الذوبان
7	صلابة
1.554-1.543	قرينة الانكسار
$4 * 10^{12}$	المقاومية الكهربائية (Ωm)
1713-1705	درجة الانصهار (C°)

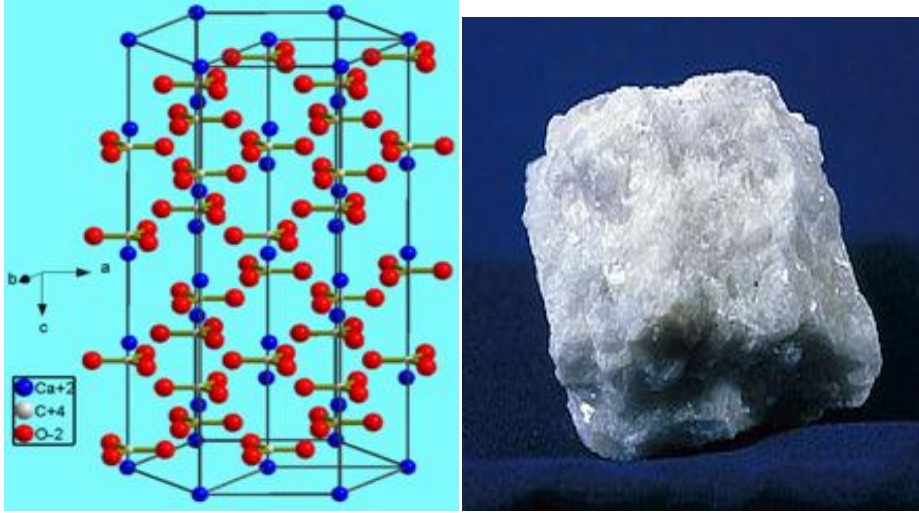
2.2.3.I. الحجر الكلسي (الكالسيت):

هو صخر رسوبي يتكون بشكل رئيسي من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) [9]، نظامها البلوري سداسي أما شكلها الخارجي عبارة عن بلورات منشورية أو على شكل توائم سداسية، تتواجد على شكل كتل متراصة، بلورات مجهرية (الحجر الجيري)، ليفية، متصلبة، وذو ألوان مختلفة عديم اللون، ابيض، وردي، اخضر، اصفر [11]، ويكون عادة على شكل كاسايت أو أراجونايت وقد يحتوي أيضا كميات كبيرة من كربونات المغنيسيوم (الدولومايت)، وأيضا قد يتضمن على بعض المكونات الأخرى ولكن بكميات بسيطة مثل الطين وكربونات الحديد والفلدسبار والبيرايت والكوارتز.

أكثر الأحجار الكلسية لها قوام حبيبي، ويتراوح تلك الحبيبات ما بين 0.001mm إلى حبيبات الكبيرة المرئية. للكلس استخداماته الهامة في صناعة الزجاج والزراعة أيضا، وبعض أنواع الحجارة الكلسية تدخل في مجال البناء.

الجدول I-3: الخواص الفيزيو كيميائية للكلس [14].

المركب	الكلس
الصيغة الكيميائية	$CaCO_3$
الكتلة المولية (g/mol)	100.089
الحجم المولي (cm^3)	36.9257
قابلية الذوبان	في الأحماض المخففة
صلابة	3
قرينة الانكسار	2.7106
المقاومية الكهربائية (Ωm)	$2 * 10^{12}$



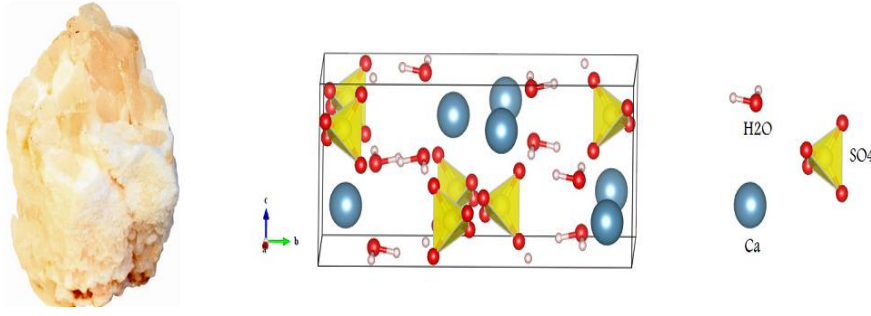
الشكل I-8: البنية البلورية للكلس وصورة له [9].

I.3.2.3. الجبس :

هو مادة صلبة مكونة من ثنائي كبريتات الكالسيوم المائية ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ، وهو من الخامات المتوفرة بكثرة في الأرض وهو معدن كبريتي منتشر في الطبيعة بأحد شكله المعدني أو صخر رسوبي وهو يتداخل مع معدن الأنهدريت (كبريتات الكالسيوم اللامائية) ويتواجد مع الطين والحجر الجيري وهو ذو لون رمادي أو أبيض ويميل إلى الاحمرار في بعض الأحيان وقد يكون وجوده على سطح الأرض أو على أعماق قد تصل إلى 350 متر.

يستخدم الجبس كمادة رابطة للوحدات البنائية ويستعمل في أعمال الإنهاء أو كمادة تدخل في إنتاج بعض المنتجات الجبسية، إلا أنه يمتاز بتأثره بالرطوبة، لذا يجب استخدامه في المناطق غير معرضة للرطوبة [12] ويستخدم أيضا في صناعة القوالب الخاصة بالنحت والزخرفة وغيرها.

يتبلور الجبس وفق نظام بلوري أحادي الميل (monoclinic) [13] ، وفق الشكل (I-9)



الشكل I-9: البنية البلورية للجبس وصورة له [14]

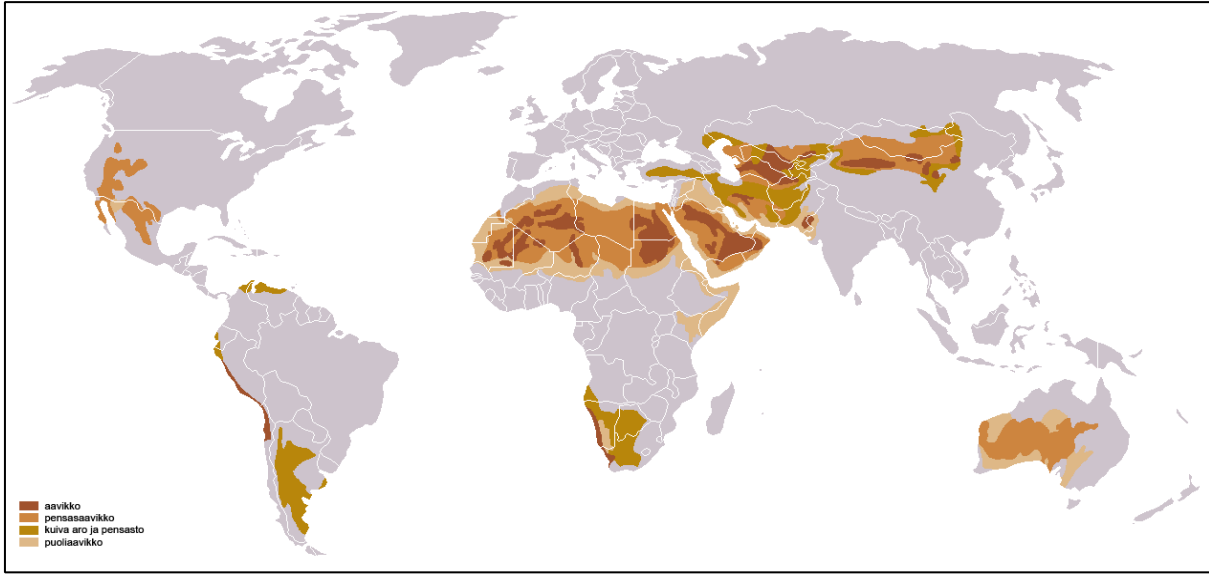
الجدول I-4: الخواص الفيزيوكيميائية للجبس [14].

الجبس	المركب
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	الصيغة الكيميائية
172.173	الكتلة المولية (g/mol)
74.440	الحجم المولي (cm^3)
في حمض HCl مع التسخين	قابلية الذوبان
2-1.5	صلابة
1.530-1.519	قرينة الانكسار
$1.21 * 10^{14}$	المقاومية الكهربائية (Ωm)

I.3. توزيع الكثبان الرملية في العالم وفي الجزائر:

تغطي الرمال القارية حوالي 30% تقريبا من الغطاء الرسوبي للقشرة الأرضية، فيما تتموضع الرمال القارية ذات البيئة

الترسيبية الصحراوية (الكثبان الرملية) بمعدلات مختلفة في العالم، كما في الشكل I-10:



الشكل I-10: توزيع الكثبان الرملية الصحراوية في العالم (البيئي الداكن).

تغطي الكثبان الرملية حوالي 18% من صحراء إفريقيا [15] والتي تعتبر الجزائر أكبر دولها مساحة .

تقدر مساحة الجزائر حوالي 2.4 مليون كيلو مترا مربعا، وتحتل الصحراء منها أكثر من أربعة أخماس مساحتها

الإجمالية، حيث تتوفر الصحراء الجزائرية على مخزون هائل من الرمال التي تغطي أكثر من 40% من مساحتها والتي تعد

مصدرا طبيعيا، محليا ومجانيا لمادة الكوارتز التي تمثل أكثر من 70% من تركيب الرمل بالصحراء الجزائرية [16]



الشكل I-11: توزيع الكثبان الرملية الصحراوية في الجزائر [17]

الفصل الثاني

التقنيات المستعملة في

التحليل

من خلال هذا العمل حاولنا إجراء دراسة تطبيقية على رمل كثبان منطقة الطيبات، وذلك بأخذ عينات منها وتحليلها باستعمال العديد من تقنيات التحليل الفيزيائية والكيميائية، التي سوف نتطرق إليها في هذا الفصل.

كما سنتطرق أيضا إلى نبذة عن منطقة الدراسة والمعروفة بمنطقة الطيبات .

1.II. نبذة عن منطقة الدراسة:

أجرينا هذه الدراسة على عينة من رمل كثبان منطقة الطيبات، وهي إحدى دوائر ولاية ورقلة تقع في الشمال الشرقي من الولاية على حدود مع ولاية الوادي، تتميز كثبانها باللون الأصفر والأبيض ، وتصنف تحت نوع الكثبان الطويلة التي تنشأ بصورة موازية لاتجاه الرياح السائدة، والشكل (II-1) يوضح ذلك .



الشكل II-1: صورة توضح الكثبان الرملية للمنطقة.

2.II. التقنيات المستعملة في الدراسة:

1.2.II. التحليل الكيميائي :

يهدف التحليل الكيميائي لعينات من الرمل في المخبر إلى : - تحديد المكافئ الرملي

- معرفة بعض مكونات الرمل

1.1.2.II. تجربة المكافئ الرملي:

الهدف من التجربة هو تحديد نسبة الشوائب والمواد العالقة الموجودة في الرمل لمعرفة مدى نقاوته، وتتم التجربة بأخذ العينة من الحفب ونقوم بغربلتها بغربال 2مم.

نقوم بوزن 120 غ من الرمل الناعم (بدون شوائب) بواسطة الميزان الالكتروني، ثم نملأ الأنبوب بمحلول الغسول إلى غاية التدريجة 10سم، ونضيف العينة إلى الأنبوب بواسطة قمع والانتظار لمدة 10د، ثم نضع الأنبوب في جهاز الرج لمدة 30ثا (90 درجة) بعد نزع الأنبوب من جهاز الرج، وتركه يرتاح لمدة 20د على أن يتسبب تماما ونقرأ بواسطة المسطرة H_1 ، أما H_2 فنقوم بإدخال المكبس داخل الأنبوب ونقرأ.

- H_1 : رمل + شوائب.

- H_2 : ارتفاع حبيبات الرمل .

نقوم بتكرار العملية على الأقل ثلاث مرات وبعد ذلك نقوم بحساب المكافئ الرملي وفق العلاقة التالية:

$$ES = (h_2/h_1) * 100 \quad (1.II)$$



الشكل II - 2: صورة توضح تجربة المكافئ الرملي.

2.1.2.II. تجربة التحليل الكيميائي :

• الكشف عن المواد غير المذابة:

- نأخذ بيشر ذو سعة 250ml ونضع فيه 1g من العينة.
 - نضيف 100ml من محلول حمض كلور الماء (حمض الكلور هيدريك).
 - نضع البيشر في صفيحة التسخين ونتركه يغلي لمدة 5 دقائق ثم نضعه يرتاح لمدة 15 دقيقة.
 - نجلب أنبوب اختبار ذو سعة 250ml ونضع فوقها أقمع ونضع للأقمع أوراق ترشيح، ونفرغ العينة السابقة في أنبوب الاختبار ونتركه يترشح.
 - بعد الترشيح نغسل البيشر وورق الترشيح بالماء المقطر الساخن.
- نضع الورق والعينة التي تبقت فيه بعد الترشيح في البوتقة ندخله المجفف لمدة 15د تحت درجة 105 °C، ثم نضعها في الفرن لمدة 15د تحت درجة 900°C، بعد تبريد العينة نقوم بوزنها ونحسب نسبة المواد غير مذابة وفق العلاقة التالية:

$$INS\% = \frac{P_2 - P_1}{P_0} * 100 \quad (2.II)$$



ب- المواد غير مذابة



أ- عملية الترشيح

الشكل II-3: صورة توضح تجربة الكشف عن المواد غير المذابة.

• الكشف عن الجبس :

- نضيف الماء في الأنبوب حتى نصل إلى 250ml (الماء الذي رشحنا به العينة) ونقوم بعملية التحريك
- نأخذ 100ml من الأنبوب ونضيف 10ml من كلور الباريوم، ثم نضعه في صفيحة تسخين حتى الغليان
- نضع البيشر في حوض مائي بارد ثم نقوم بعملية الترشيح مرة أخرى، ونغسل بالماء الساخن
- نضع ورق الترشيح + المادة المرسبة في البوتقة ونضعها في المجفف لمدة 15د تحت درجة حرارة 900 °C
- نخرج البوتقة من الفرن ونقوم بوزنها، ونقوم بحساب نسبة الجبس وفق العلاقة التالية:

$$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}\% = \frac{P_2 - P_1}{P_0} * 184.23 \quad (3.II)$$



ب- عملية الترشيح

أ- إضافة كلور الباريوم

الشكل II-4: صورة توضح تجربة الكشف عن الجبس.

• الكشف عن كربونات الكالسيوم CaCO_3 :

■ الهدف : الهدف من التجربة هو معرفة نسبة الكربونات في عينة من الرمل

- نضع 0.5g من العينة في بيشر ذو سعة 100ml
- نضيف له 10ml من حمض كلوروهيدريك (نظاميته 1 نظامي)

- نضيف قطرتين إلى ثلاث قطرات من فينول فتالين من أجل الكشف عن كربونات الكالسيوم
- نقوم بتسخين المزيج (لتحفيز التفاعل) ونعاير بهيدروكسيد الصوديوم NaOH (معايرة حمض بأساس) نضعها في المرج المغناطيسي ونفتح السحاحة
- بعد الحصول على اللون البنفسجي الفاتح نوقف التفاعل ونقرأ مقدار الحجم المضاف من السحاحة
- نسبة كربونات الكالسيوم تحسب وفق العلاقة التالية:

$$\text{CaCO}_3\% = \frac{V_{\text{HCl}} - V_{\text{NaOH}}}{m_0} * 5 \quad (4.II)$$



أ- عملية الرج ب- إضافة فينول فتالين للكشف عن كربونات الكالسيوم

الشكل II-5: صورة توضح عملية الكشف عن كربونات الكالسيوم.

• الكشف عن ملح الطعام NaCl:

▪ الهدف: معرفة نسبة NaCl في عينة من الرمل.

- نأخذ 50g من الرمل
- نضيف له 100ml من الماء المقطر

- نقوم بوضع المزيج في جهاز الرج بالاهتزازات ونتركه لمدة 24h
- نقيس درجة حموضة العينة بمقياس ال ph
- نقوم بعملية الترشيح بواسطة ورق الترشيح ونتركه لمدة 15mn
- نأخذ 25ml من المحلول المرشح ونضيف لها قطرتين من حمض السلفريك H_2SO_4 (درجته 0.02) حتى نخفض من درجة ph
- نضيف قطرتين من كرومات البوتاسيوم (كاشف ملون)
- نضيف إلى السحاحة نترات الفضة $AgNO_3$
- نضع البيشر في جهاز الرج المغناطيسي ونقوم بفتح السحاحة حتى يصبح اللون أحمر أجوري ونقرأ الحجم المضاف من السحاحة .

-نسبة الكلور تحسب وفق العلاقة التالية:

$$Cl^{-}\% = V_{AgNO_3} * 0.005672 \quad (5.II)$$

-نحسب نسبة ملح الطعام وفق العلاقة التالية:

$$NaCl\% = Cl^{-} * 1.64 \quad (6.II)$$



ب- قياس درجة الحموضة (ph)

أ- عملية الرج

الشكل II-6: صورة توضح عملية الكشف عن ملح الطعام.

II.2.2. التحليل الفيزيائي:

يساعد التحليل الفيزيائي على معرفة : - الكتلة الحجمية للرمل

- التدرج الحبيبي

II.2.2.1. تجربة الكتلة الحجمية للرمل:

• الكتلة الحجمية الظاهرية للرمل:

هي كتلة المادة (الرمل) بالنسبة لوحدة الحجم مع حساب الفراغات وتعطى بالعلاقة التالية [18]:

$$\rho_a = \frac{M_t}{V_t} \quad (7.II)$$

M_t : كتلة العينة (g).

V_t : حجم الوعاء (Cm^3).

ρ_a : الكتلة الحجمية الظاهرية للعينة ($\frac{g}{Cm^3}$).

▪ طريقة التجربة:

- نقوم بغرلة الرمل في غربال 0.5ml
- نزن الوعاء وهو فارغ
- نزن الوعاء المملوء بالرمل: نضع الوعاء تحت القمع بعد غلق فتحته ثم نقوم بملاؤه بالرمل ثم نقوم بفتحه للسماح بمرور الرمل إلى الوعاء وبواسطة مسطرة خاصة نزيل الفائض من الرمل دون الضغط على محتوى الوعاء، ونكرر التجربة أربع مرات.
- نقوم بطرح وزن الوعاء وهو فارغ من الوزن الكلي (الوعاء +رمل) للحصول على وزن الرمل.
- نقوم بحساب القيمة المتوسطة لوزن الرمل لإيجاد القيمة التقريبية :

$$M = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \quad (8.II)$$

- نحسب الكتلة الحجمية الظاهرية بتطبيق العلاقة :

P/V

(9.II)



الشكل II-7: صورة توضح تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية.

• الكتلة الحجمية المطلقة:

هي النسبة بين كتلة المادة الصلبة على الحجم، بدون حساب الفراغات الموجودة بين الحبيبات وتعطى

بالعلاقة التالية [18]:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \quad (10.II)$$

ρ_s : الكتلة الحجمية المطلقة $\left(\frac{g}{cm^3}\right)$

M_s : كتلة العينة (g)

V_s : حجم الوعاء (cm^3)

▪ طريقة التجربة :

- نقوم بوزن 300g من الرمل

- نملأ الحوجلة بالماء ثم نقوم بوزنها
- نضع 300g من الرمل في حوجلة ثم نملأها بالماء ونقوم بوزنها
- نقوم بحساب حجم الرمل الجاف وفق العلاقة التالية :

$$V = P_3 - P_4 \quad (11.II)$$

حيث :

P_3 : وزن الرمل + وزن الحوجلة المملوءة بالماء

P_4 : وزن الحوجلة + الرمل + الماء

- نتحصل على الكتلة الحجمية المطلقة للرمل من خلال العلاقة التالية :

$$P_1/V \quad (12.II)$$



الشكل II-8: صورة توضح تجربة الكتلة الحجمية المطلقة

II.2.2.2. تجربة التدرج الحبيبي:

▪ **الهدف:** تهدف التجربة إلى الحصول على توزيع وتصنيف حبيبي للمادة حسب حجم حبيباتها باستعمال مجموعة من الغراييل.

▪ مراحل التجربة:

- نقوم بوزن عينة من الرمل: $M=1000g$
- نقوم بتحضير مجموعة من غراييل الرمل ذات الأبعاد (من 0.080mm إلى 5 mm)
- نقوم بغرلة العينة بمجموعة من المناخل بواسطة اليد
- نزن كمية الرمل المتبقية من كل منخل، ونضعها في جدول لحساب النسب المئوية المارة
- نرسم المنحنى البياني بحيث: محور الفواصل يمثل أقطار الغراييل، ومحور التراتيب يمثل النسب المئوية لكميات الرمل المارة



الشكل II-9: صورة توضح المناخل المستعملة في تجربة التدرج الحبيبي.

II.3.2. الأدوات المستعملة:

- **ميزان إلكتروني:** هو عبارة عن جهاز يستعمل لقياس الكتل الصغيرة، كالمستعملة في المخابر الكيميائية يعطي مباشرة قيمة الكتلة بالأرقام، مزود بأزرار تحكم.



الشكل II-10: ميزان حساس

■ **ميزان الرمل** : نقوم بوضع الرمل في الإناء المقابل ووزنه بميزان حساس



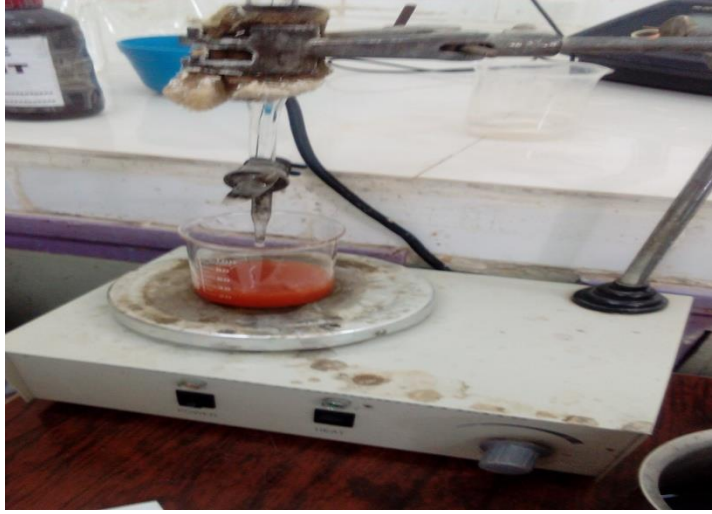
الشكل II-11: ميزان الرمل

■ **جهاز الرج** :



الشكل II-12: جهاز الرج

▪ جهاز الرج المغناطيسي :



الشكل II-13 : جهاز الرج المغناطيسي

✓ جهاز الرج بالاهتزازات :



الشكل II-14 : جهاز الرج بالاهتزازات.

II.4.2. تجربة إجهاد القص :

إجهاد القص : تعرف مقاومة التربة للقص بإجهاد المقاوم لشكل قص مستمر مؤثر على حبيبات أو شكل التربة.

الهدف من التجربة : هو تعيين معاملات القص وهما زاوية الاحتكاك ϕ وقوة التماسك C للرمل .

● **مبدأ التجربة :** هو تعيين زاوية الاحتكاك ϕ وقوة التماسك C لعينة من الرمل تكون معرضة لإجهاد ناظمي،

حيث توضع هذه الأخيرة بين نصفي العلبتين اللتين يمكنهما أن تتحرك الواحدة بنسبة للأخرى .

● **تحضير العينة :** تأخذ هذه العينات من موقع المراد دراسته وفي حالة تعذر ذلك تنقل هذه العينات للمخبر

مضاف لها كميات من الماء لتصبح عجينة سهلة القطع عن طريق قالب له أبعاد علبة القص المباشر للحصول على

الأبعاد

الأدوات المستعملة :

- جهاز القص
- علبة القص
- مقياسية

خطوات التجربة:

- توضع العينة محضرة سابقا في علبة القص.
- يثبت الجزء السفلي والعلوي لها بواسطة براغي التثبيت التي تترع قبل إجراء التجربة.
- توضع العلبة بما تحتويه في الصندوق المثبت على الجهاز.
- يوضع المكبس على السطح العلبة مزودة بحمل ابتدائي.
- تترع براغي التثبيت لسماح بحركة الجزء العلوي.
- تثبت المؤشرات عند الصفر لكل من عدادى الإزاحة الأفقية وعداد القوة الأفقية المطبقة.
- يشغل الجهاز ونسجل القراءات بالنسبة للعينة الأولى بعد كل 15 ثانية.
- توقف التجربة عندما يبدأ المؤشر بقياس قوة القص بالتناقص في القراءات.

- نقوم بإجراء التجربة على 3 عينات تحت حمولات متزايدة.

العلاقات الحسابية:

1. حساب إجهاد القص (P_a):

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (13.II)$$

حيث:

F : قوة القص (N)

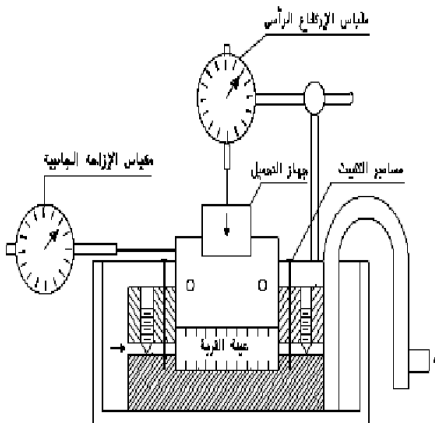
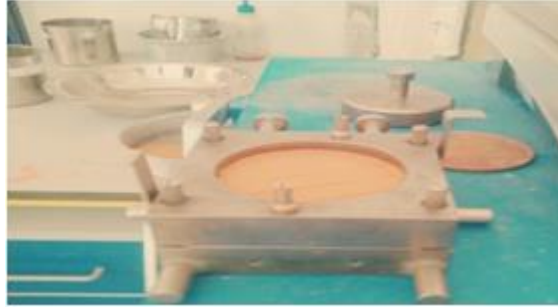
A : مساحة مقطع العينة (m^2)

2. حساب إجهاد الضغط:

$$E = P/A \quad (14.II)$$

حيث:

P : ثقل الحمولات.



الشكل II-15: الجهاز المستعمل ورسم تخطيطي له ونموذج إحدى العينات في تجربة إجهاد القص.

II.5.2. تقنية التحليل بانعراج الأشعة السينية XRD:

اكتشفت الأشعة السينية عام 1895 على أيدي رونتجن ، وتأكدت طبيعتها الموجبة عام 1913 عندما أجريت أولى تجارب الحيود التي إقترحها "فون لاو" ثم بينت التجارب اللاحقة إن الأشعة السينية موجات مستعرضة، وإنها موجات كهرومغناطيسية [19]، وقد اثبت أيضا أن طبيعة الأشعة السينية هي نفس طبيعة الضوء العادي مع فارق طول الموجة [20].

أقترح "فون لاو" استخدام بلورة مفردة لحيود الأشعة السينية وكان ذلك بعد أن تبين له أبعاد البلورة المفردة لا تختلف كثيرا عن الطول المتوقع للأشعة السينية ، وقام "فريد رش" تحت إشراف "لاو" نفسه بتسليط حزمة من الأشعة السينية على بلورة مفردة ثم أسقطت الأشعة بعد مرورها خلال البلورة على لوح تصوير وتم الحصول لأول مرة على نموذج حيود مميز يتكون من مجموعة من النقاط المضئبة المرتبة بصورة منتظمة ، ويعرف بنموذج "لاوي" وقد تمكن "براغ" من تطوير وتبسيط هذه الطريقة فيما بعد [21].

II.5.2.1 مبدأ انعراج الأشعة السينية :

تُعرض المادة المراد فحصها لحزمة من الأشعة السينية لتنعرج عليها بزواوية θ ، كما يبين الشكل (II-15). تُقاس شدة الأشعة المنعرجة مع تغير زاوية الانعراج.

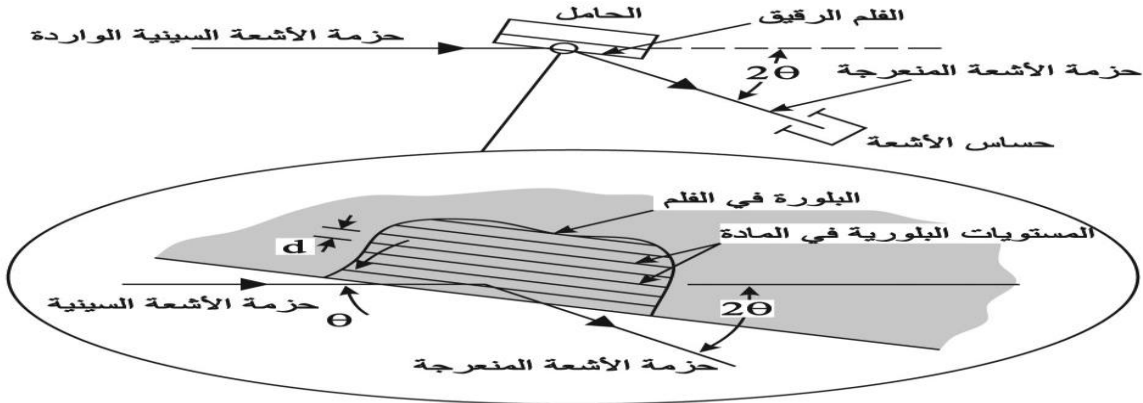
إن طاقة الأشعة السينية التقليدية هي $E=6-17\text{keV}$ ، وتوافق طول موجة قدره $\lambda=0.7-2\text{Å}$ ففي حال كانت البنية البلورية مكعبة وثابت الشبكة فيها a_0 ، فإن المسافة بين المستويات البلورية d_{hkl} :

$$d_{hkl} = \frac{a_0}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}} \quad (15.II)$$

أي إن موجة الأشعة السينية ذات الطول λ تنعرج انعراجاً بناءً (في شدة الأشعة المقاسة أعظمية)، في حال تحقق قانون

براغ Bragg's law التالي: [22]

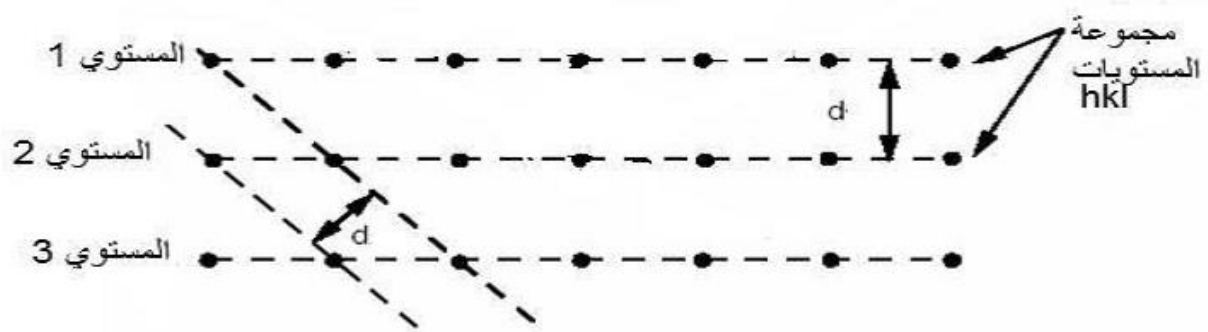
$$2d_{hkl} \sin \theta_{hkl} = \lambda \quad (16.II)$$



الشكل II-16 : انعراج الأشعة السينية لفحص البنية البلورية للمادة [22].

II.2.5.2. المستويات الشبكية:

إن الذرات تنظم في البلورة على ثلاثة إتجاهات، ويطلق على هذا التنظيم الشبكة البلورية، يمكن وصف هذه الاخيرة على أنها التوزيع المنتظم للذرات أو الجزيئات أو الأيونات، وتتمثل على شكل مستويات متوازية ومتباعدة بمسافة متساوية وتسمى بالمستويات الشبكية والشكل (II-17) يوضح ذلك.



الشكل II-17 : مخطط يوضح المستويات الشبكية.

هناك عدة طرق يمكن من خلالها اختيار المستويات الشبكية، وكل طريقة تشكل فيها تسمى عائلة مستويات وتسمى المسافة الفاصلة بين مستويات نفس العائلة بالمسافة الشبكية [23].

II.3.4.2. قانون براغ:

في عام 1913 وضع براغ الشروط الهندسية لحيود حزمة وحيدة الطول الموجي من الأشعة السينية وقد افترض أن حزمة الأشعة الساقطة على البلورة تنعكس مثلما تنعكس الأشعة العادية عن مرآة مستوية (زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس) بالنسبة لمختلف المستويات الذرية في البلورة، وإن الربط بين زاوية السقوط وطول الموجة للضوء المستعمل والمسافة بين مستويات الانعكاس شرط أساسي للانعكاس الجيد (براغ) [24]

وإن كل مستوي ذري لا يعكس سوى جزء صغير من الإشعاع الوارد، وهذا يتفق مع ما هو معروف من قدرة الأشعة السينية على النفوذ داخل البلورة. وتكون شدة الأشعة المنعكسة في اتجاه معين عن المستويات المتوازية قوية إذا كانت أمواجه متفقة في الطور، أي كانت فروق المسير بينها مساوية عدداً صحيحاً من طولها الموجي، لأنها تتداخل آنثلاً تداخلاً بناءً يؤدي إلى زيادة شدتها. أما الأشعة التي لا تحقق هذا الشرط فتكون شدتها ضعيفة ولا ترصد.

يتضح من الشكل (II-18)، أنه يمكن رصد الأشعة المنعرجة في الاتجاه الذي يشكل الزاوية 2θ مع اتجاه الأشعة

الساقطة إذا حققت الزاوية θ علاقة براغ الآتية [25]:

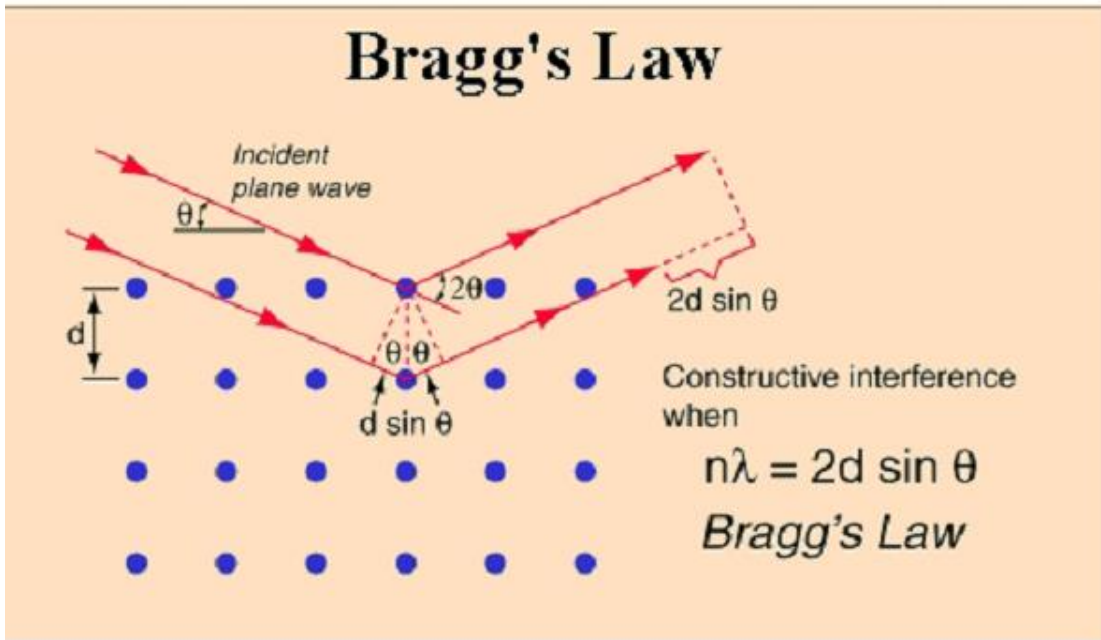
$$2d \sin \theta = n\lambda \quad (17.II)$$

d: البعد بين مستويين بلوريين.

n: رتبة الانعكاس (θ)

λ : طول موجي للإشعاع السيني A^0 .

θ : زاوية الانعكاس.



الشكل II-18: مخطط يوضح قانون براغ وعملية الحيود هندسيا [24].

II.4.5.2. الجهاز المستعمل في تقنية انعراج الأشعة السينية:

الجهاز المستعمل في هذه الدراسة هو SEIFERT_XRD 3003 TT والذي يعمل وفق هندسة Bragg-

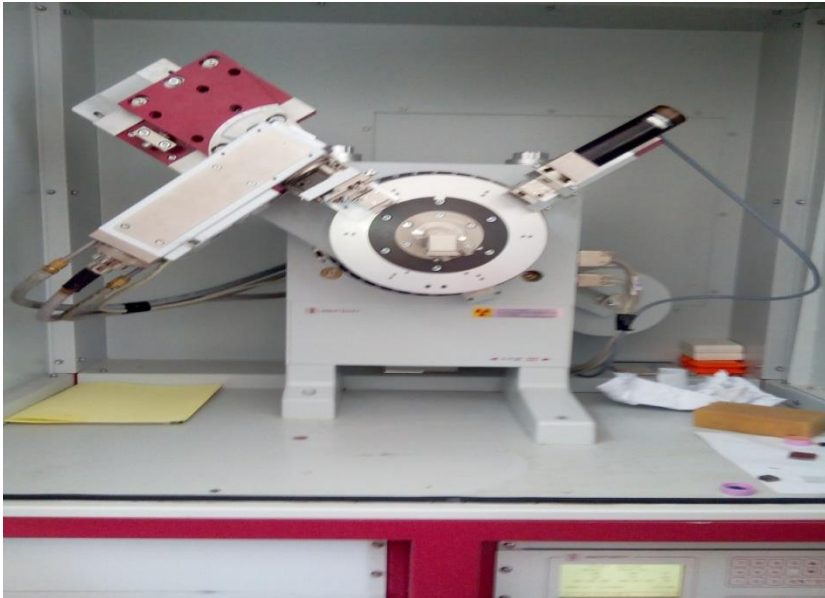
Brentano وهي الهندسة الأكثر استعمالا، والذي يعمل تحت توتر مقداره 40Kv وشدة تيار 30mA .

يمثل الشكل (II-19): صورة لجهاز انعراج الأشعة السينية.



الشكل II-19: صورة لجهاز انعراج الأشعة السينية.

و يمثل الشكل (II-20): جهاز انعراج الأشعة السينية من الداخل، المهبط المستعمل يكون مصنوع من النحاس.



الشكل II-20: صورة لجهاز انعراج الأشعة السينية من الداخل.

5.4.2.II. تحضير العينة لإجراء التحليل بواسطة انعراج الأشعة السينية XRD:

يتم وضع العينة في حامل العينة، ثم ضغطه بواسطة صفيحة زجاجية إلى أن نتحصل على سطح مستو ثم وضعه داخل الجهاز.

لإجراء التحليل الكيفي للعينة يتم استخدام الطول الموجي $\lambda_{CuK\alpha} = 1.54\text{\AA}$ ، حيث تم مسح المجال 2θ من 20° إلى 90° وفرق جهد مقداره 40Kv وشدة تيار قدره 30mA وسرعة الدوران $0.05^\circ/s$ ، في زمن قدره 23 دقيقة .

- من خلال هذه التقنية يتم تحديد خطوط الانعراج ومعرفة المسافة d_{hkl} باستخدام قانون براغ :

$$2d \sin \theta = n \lambda \quad (17.II)$$

إذا اعتبرنا $n=1$ تصبح المعادلة كالتالي:

$$2d \sin \theta = \lambda \quad (18.II)$$

وهو صيغة قانون براغ المستعمل لتحليل النتائج التجريبية بالمقارنة بين النتائج التجريبية ونتائج المدرجة في قاعدة البيانات.

الفصل الثالث

مناقشة وتحليل النتائج

سنتهم في هذا الفصل بتحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها بواسطة تقنية انعراج الأشعة السينية وبعض القياسات الفيزيائية والكيميائية التي تم إجراؤها على العينة.

1.III. نتائج التحليل الكيميائي للرمل :

1.1.III. نتائج تجربة المكافئ الرملي:

الجدول III-1: نتائج المكافئ الرملي لرمل كتبان الطيبات.

المحاولات	1	2	3
الارتفاع الكلي H_2 (Cm)	10	10.8	10.5
ارتفاع الرمل H_1 (Cm)	9.5	9.4	9
المكافئ الرملي (%)	95	88.67	85.71
$ES = \frac{H_2}{H_1} * 100$			
القيمة المتوسطة للمكافئ الرملي ES (%)	87.19		

• مقارنة نتائج المكافئ الرملي:

الجدول III-2: نتائج المكافئ الرملي للعينات الثلاثة.

العينات	نسبة المكافئ الرملي ES (%)
رمل كتبان منطقة الطيبات	87.19
رمل كتبان منطقة حاسي ميلود	64.91

نلاحظ من خلال التجربة أن :

نسبة المكافئ الرملي لرمل كتبان منطقة حاسي ميلود تساوي 64%، أما بالنسبة لرمل كتبان منطقة الطيبات فتساوي

87%، وهذا يدل على أن رمل كتبان منطقة الطيبات يحتوي على نسبة قليلة من الشوائب تقدر ب 12.81%.

III.2.1. نتائج التحليل الكيميائي:

الجدول III-3: التحليل الكيميائي للعينات الثلاثة.

العينات			الكاشف	المركب
رمل منطقة عين البيضاء	رمل منطقة حاسي ميلود	رمل منطقة الطيبات		
0.5%	1%	10%	فينول فتالين NFT 15-461	CaCO ₃
0.31%	1.27%	7.31%	كلوريد الباريوم (BaCl ₂) BS 1377	CaSO ₄
0.058%	0.23%	1%		SO ₃ ⁻
-	-	2%		SO ₄ ⁻²
-	-	88.69%	حمض كلور الماء	INS
0.0065%	0.040%	0.018%	كرومات البوتاسيوم	NaCl
0.0099%	0.024%	0.011%		Cl ⁻

نلاحظ من خلال تجربة التحليل الكيميائي للعينات الثلاثة أنها تتكون من:

• نسبة كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4, 2H_2O$:

بينت النتائج أن نسبة الجبس في رمال كثبان منطقة عين البيضاء تساوي 0.31% أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة حاسي ميلود فتساوي إلى 1.27%، أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة الطيبات فكانت 7.31% وهي أعلى نسبة من العينتين السابقتين.

• نسبة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$:

بينت النتائج أن نسبة كربونات الكالسيوم في رمال كثبان منطقة عين البيضاء تساوي 0.5% أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة حاسي ميلود فتساوي إلى 1%، أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة الطيبات فكانت 10% وهي أعلى نسبة من العينتين السابقتين.

• نسبة أكسيد الكبريت الثلاثي (SO_3^-) :

بينت النتائج أن نسبته في رمال كثبان منطقة عين البيضاء تساوي 0.058% أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة حاسي ميلود فتساوي 0.23% أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة الطيبات فكانت 1% وبالتالي فهي أعلى نسبة من العينتين السابقتين.

• نسبة كلوريد الصوديوم $NaCl$:

بينت النتائج أن نسبة كلوريد الصوديوم في رمال كثبان منطقة عين البيضاء تساوي 0.0065% أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة حاسي ميلود فتساوي 0.040%، أما بالنسبة لرمال كثبان منطقة الطيبات فكانت 0.018%.

• نسبة الكلور Cl :

بينت النتائج أن نسبة الكلور في رمل كثبان منطقة عين البيضاء تساوي 0.0099% أما بالنسبة لرمل كثبان منطقة حاسي ميلود فتساوي 0.024% أما بالنسبة لرمل كثبان منطقة الطيبات فكانت النسبة 0.011%.

2.III. نتائج التحليل الفيزيائي :

1.2.III. نتائج تجربة الكتلة الحجمية :

- الكتلة الحجمية الظاهرية:

الجدول III-4: نتائج تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية .

V=161.24		حجم الوعاء (cm ³)
53.38		وزن الوعاء (g)
P ₁ = 243.26	296.64	P ₁ + T
P ₂ = 241.41	294.79	P ₂ + T
P ₃ = 246.42	299.80	P ₃ + T
P ₄ = 244.52	297.90	P ₄ + T
243.90		M=(P ₁ + P ₂ + P ₃ + P ₄)/4

- الكتلة الحجمية المطلقة:

الجدول (III-5): نتائج تجربة الكتلة الحجمية المطلقة.

P ₁ = 300	وزن الرمل (g)
P ₂ = 822.49	وزن الحوجلة مملوءة بالماء (g)
P ₃ = P ₁ + P ₂ = 1122.65	مجموع الأوزان (g)
P ₄ = 1009.32	وزن الحوجلة + الرمل + الماء (g)
V=P ₃ - P ₄ = 113.33	حجم حبيبات الرمل (Cm ³)

- مقارنة نتائج الكتلة الحجمية:

الجدول (III-6): نتائج الكتلة الحجمية للعينات الثلاثة المدروسة.

العينات	الكتلة الحجمية الظاهرية	الكتلة الحجمية المطلقة
رمل منطقة الطيبات	1.51g/Cm ³	2.64g/Cm ³
رمل منطقة حاسي ميلود	1.13g/Cm ³	-
رمل منطقة عين البيضاء	1.51g/Cm ³	-

من خلال تجربة الكتلة الحجمية للرمل:

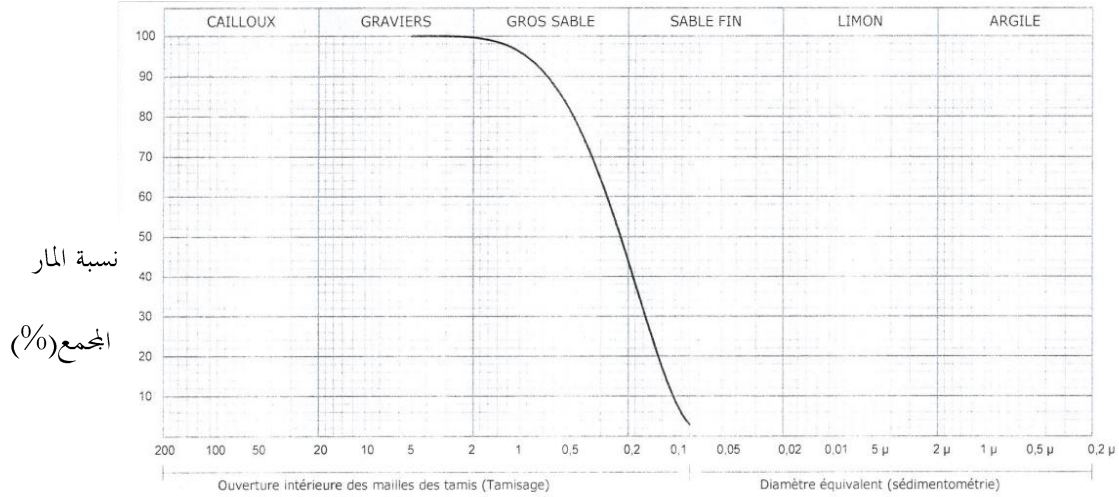
نلاحظ أن الكتلة الحجمية الظاهرية لرمل كثنان منطقة حاسي ميلود تساوي 1.13 g/Cm³ أما الكتلة الحجمية لرمل

منطقة عين البيضاء والكتلة الحجمية لرمل كثنان منطقة الطيبات فهي متساوية 1.51 g/Cm³

III.2.2. نتائج تجربة التدرج الحبيبي :

الجدول III - 5: نتائج تجربة التدرج الحبيبي لرمل كثنان الطيبات.

فتحة الغربال (mm)	وزن المتبقي المجموع (g)	نسبة المتبقي المجموع (%)	نسبة المار المجموع (%)
5	0.00	0.00	100
2.5	0.13	0.013	99.87
1.25	0.19	0.019	99.81
0.63	0.83	0.083	99.17
0.315	67.09	6.709	93.29
0.160	860.58	86.058	13.94
0.080	970.65	97.065	2.93



فتحات المناخل (mm)

الشكل III-1: التدرج الحبيبي لرمل كثبان منطقة الطيبات.

من خلال منحني التدرج الحبيبي يتم الحصول على نسب حبيبات الحصى والرمل والطيني والطين، فمن الشكل (III-1)

وحسب التقاسيم الخاصة بمجاميع الحبيبات الأولية في الجدول (I-1) يتضح أن هذا الرمل يتكون من:

رمل ناعم = 41%

رمل خشن = 58%

حصى = 1%

■ معامل النعومة (MF) [26]: تدل قيمة معامل النعومة للرمل على الخشونة أو النعومة النسبية التي تتمتع بها حبيباته

فهي بشكل أو بآخر تعطي فكرة عن المقاس الوسطي للأقطار من أصغرها إلى أكبرها لذلك نسعى إلى دراسة التدرج

الحبيبي له لحساب قيمته وفق العلاقة التالية:

$$MF = \sum Rc / 100 \quad (1.III)$$

Rc : المتبقي المجمع (%) للغرايل ذو الفتحات (0.080، 0.160، 0.315، 0.63، 1.25، 2.5، 5).

ويعبر معامل النعومة عن الحجم المتوسط لحبيبات الرمل ولا يدل على مدى تدرج الرمل من عدمه.

يتراوح معامل النعومة للرمل بين (1.5%-3.75%) وللبحص (5%-8%).

ويصنف الكود الأوروبي للرمل حسب معامل النعومة إلى:

- $(1.5 < MF < 2)$ رمل ناعم جدا.
- $(2 < MF < 2.6)$ رمل ناعم.
- $(2.6 < MF < 2.8)$ رمل متوسط.
- $MF < 3.2$ رمل خشن.

$$MF = \sum \frac{0.013 + 0.019 + 0.083 + 6.709 + 86.058 + 97.065}{100} = 1.89$$

معامل النعومة يساوي 1.89% وهي محصورة بين 2-1.5 إذن الرمل المستعمل رمل ناعم جدا يستعمل في الخرسانة العادية [26].

- **معامل الانتظام (C_u):** ويتم حسابه من خلال النسبة بين قطر حبيبات الرمل المناظر لما نسبته 60% ($D_{60\%}$) إلى قطر حبيبات الرمل المناظر لما نسبته 10% ($D_{10\%}$) من نسبة المار من عينة الرمل الموضح على منحنى التدرج الحبيبي، ويمثل بالعلاقة التالية:

$$C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}}$$

وعندما يكون معامل الانتظام عاليا فإن ذلك يعني أن هناك تفاوتاً بين $D_{60\%}$ و $D_{10\%}$ ، والرمل الذي له معامل انتظام أقل من 2 يعد رمل منتظم الحبيبات.

$$C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}} = \frac{0.25}{0.10} = 2.5$$

معامل الانتظام يساوي 2.5% أي أنه يوجد تفاوت بين $D_{60\%}$ و $D_{10\%}$.

- معامل التدرج (C_c): ويدخل في حساب هذا المعامل قطر حبيبات الرمل المناظر لما نسبته 30% ($D_{30\%}$) من نسبة المار من عينة الرمل الموضحة على منحنى التدرج الحبيبي، ويحدد معامل التدرج بالعلاقة:

$$C_c = \frac{D_{30\%}^2}{D_{10\%} * D_{60\%}}$$

فإذا كان C_c قريبا من 1 فإن الرمل ذو تدرج جيد، أما إذا كان أقل أو أعلى من 1 بكثير فإن الرمل ذو تدرج ضعيف.

$$C_c = \frac{D_{30\%}^2}{D_{10\%} * D_{60\%}} = \frac{(0.16)^2}{0.10 * 0.25} = 1.02$$

معامل التدرج قريب من 1 إذن الرمل ذو تدرج جيد.

• مقارنة النتائج:

الجدول III - 6: نتائج معاملات التدرج للعينتين.

العينات		المعاملات
رمل منطقة حاسي ميلود	رمل منطقة الطيبات	
2.5	1.89	معامل النعومة
1.5	1.02	معامل الانتظام
2.8	2.5	معامل التدرج

من خلال تجربة التدرج الحبيبي:

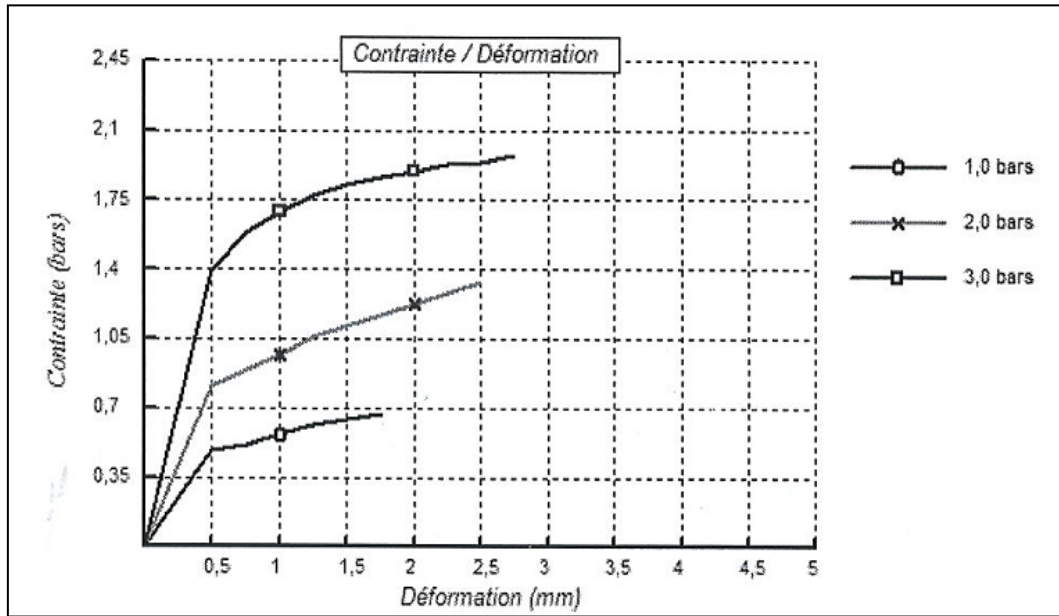
نلاحظ أن معامل النعومة لرمل منطقة الطيبات اقل من معامل النعومة لرمل منطقة حاسي ميلود، ومعامل الانتظام لرمل منطقة الطيبات أقل من معامل رمل حاسي ميلود ومعامل التدرج لرمل منطقة الطيبات أقل أيضا من معامل التدرج للرمل منطقة حاسي ميلود، وبالتالي فإن التدرج الحبيبي لرمل منطقة الطيبات أحسن من التدرج الحبيبي لرمل منطقة حاسي ميلود.

3.III. نتائج تجربة إجهاد القص:

نرسم العلاقة بين الإجهاد و إزاحة القص، بالإضافة إلى العلاقة بين الإجهاد القص و الإجهاد الناظمي باستخدام برنامج

.Soltests

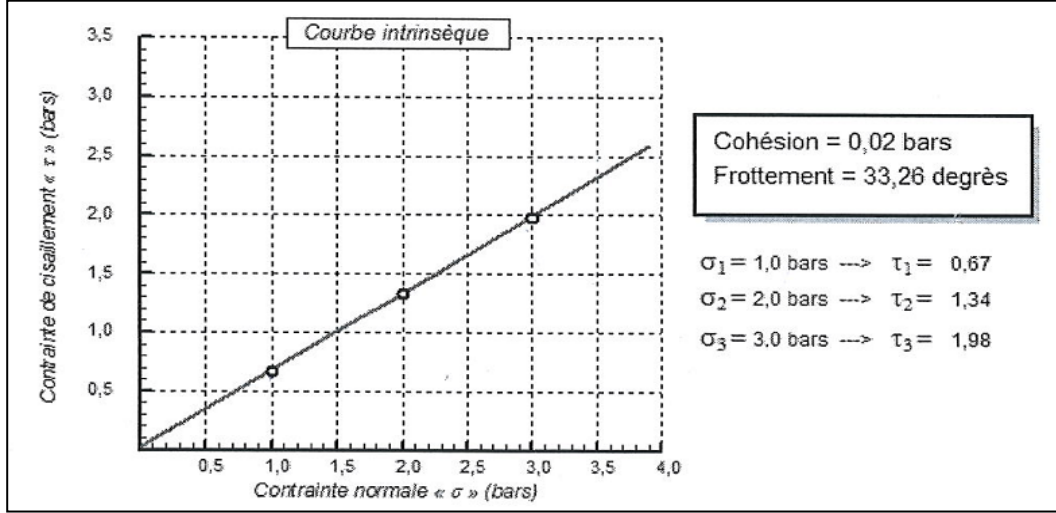
يمثل الشكل(III-2): منحنى تغير الإجهاد المطبق على عينة من رمل كثنان منطقة الطيبات.



الشكل III-2: الإجهاد المطبق على عينة من رمل منطقة الطيبات.

نلاحظ من خلال المنحنى انه:

كلما زادت إزاحة القص يزداد الإجهاد الناتج من الضغط المطبق على العينة (1bar , 2bar , 3bar)، حيث عند الضغط 1bar كان الإجهاد في حدود 0.55bar، أما عند الضغط 2bar فكان الإجهاد في حدود 1.30bar، وعند الضغط 3bar كان في حدود 2.0bar.



الشكل III-3: منحنى تغير إجهاد القص بدلالة الإجهاد الناظمي.

نلاحظ من خلال المنحنى أنه:

- كلما زاد الإجهاد الناظمي (δ) المطبق على العينة يزداد إجهاد القص (τ)
- قوة التماسك لرمل المنطقة تساوي $C=0.02 \text{ bar}$ ، وهي قيمة ضعيفة أي أن رمل المنطقة قليل التماسك.
- زاوية الاحتكاك $\phi=33.26^\circ$.

وبالمقارنة النتائج المتحصل عليها مع نتائج رمل منطقة حاسي ميلود تبين أن قوة التماسك لرمل هذا الأخير أكبر منها لرمل

منطقة الطيبات حيث كانت في حدود 0.11bar، على عكس زاوية الاحتكاك فقد كانت أقل حيث كانت في حدود

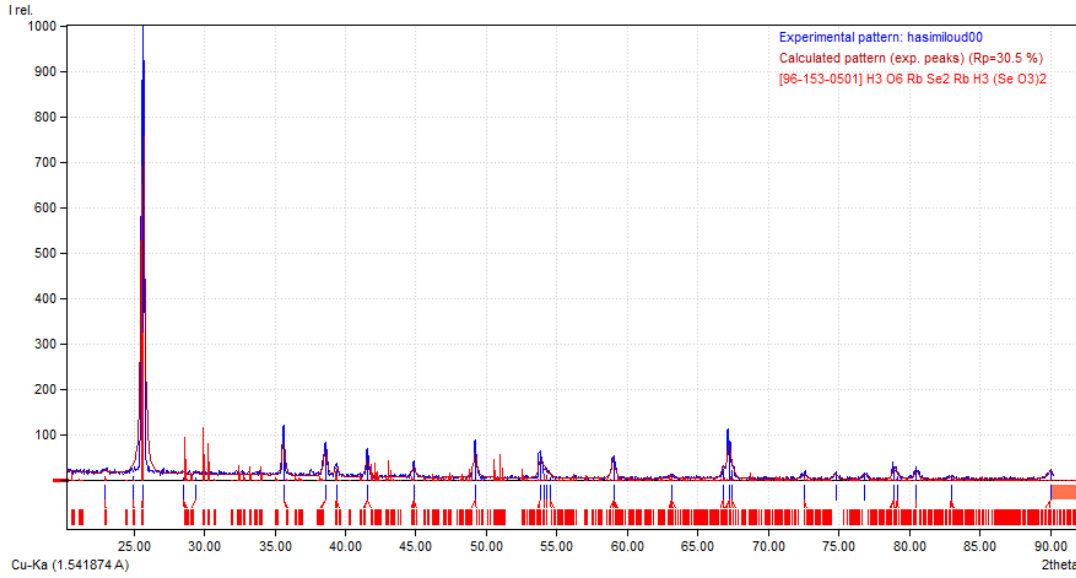
33.07° .

4.III. نتائج تقنية انعراج الأشعة السينية:

1.4.III. تسجيل الطيف باستعمال انعراج الأشعة السينية:

سمح لنا جهاز انعراج الأشعة السينية بتسجيل نمط الانعراج للعينة المدروسة من رمل كثبان منطقة الطيبات، ويعتمد نمط التسجيل على قياس شدات الخطوط المنعرجة عن طريق انتقال خطوة للعينة وخضوة للكاشف، حيث تم معالجة هذا النمط بواسطة برنامج الماتش (Match!2) الذي أعطى معلومات عن التراكيب البلورية الموجودة في العينة.

يمثل الشكل (III-4): نمط الانعراج المتحصل عليه من خلال جهاز انعراج الأشعة السينية.



الشكل III-4: طيف انعراج الأشعة السينية لرمل كثبان منطقة الطيبات

2.4.III. تحليل رمل كثبان منطقة الطيبات باستعمال انعراج الأشعة السينية:

الجدول III-7: الملحق الخاصة بانعراج الأشعة السينية على رمل منطقة الطيبات

المركبات	L	K	H	d_{hkl} (Å ⁰)	I (u. a)	$\sin \theta$	θ (°)
----------	---	---	---	-----------------------------	----------	---------------	--------------

1	25.5423	0.2210	1177.79	3.4846	1	0	1	الكوارتز
2	35.3540	0.3036	160.41	2.5368	0	6	0	الجبس
3	38.3736	0.3286	109.70	2.3438	1	1	0	الكوارتز
4	39.0367	0.3341	100.23	2.3055	1	0	2	الكوارتز
5	41.2180	0.3519	129.14	2.1884	4	0	1	الكالسيت
6	44.4941	0.3786	96.51	2.0346	2	1	3	الكالسيت
7	48.8656	0.4136	637.39	1.8623	1	1	3	الجبس
8	54.1951	0.4555	70.54	1.6911	2	0	2	الكوارتز
9	58.7400	0.4904	244.20	1.5706	10	1	1	الكالسيت
10	62.8156	0.5211	48.94	1.4781	1	1	3	الكوارتز
11	66.4467	0.5479	93.90	1.4059	2	1	2	الكوارتز
12	66.9492	0.5515	230.64	1.3966	1	2	2	الكوارتز
13	72.3436	0.5902	36.46	1.3051	1	1	9	أكسيد الحديد الثلاثي
14	74.5045	0.6053	67.49	1.2725	3	0	6	الكالسيت
15	78.7102	0.6341	77.32	1.2147	2	1	3	الكوارتز
16	80.2630	0.6445	56.04	1.1951	1	1	4	الكوارتز
17	82.7127	0.6607	39.64	1.1658	2	1	10	الكالسيت

بمطابقة طيف انعراج الأشعة السينية ببطاقات (ASTM) نتحصل على النتائج التالية، التي بينت أن طيف انعراج الأشعة

السينية يعطي أربعة أطوار وهي:

- الكوارتز (SiO_2) [27]: دل على ذلك قمم الانعراج عند الزوايا 2θ : 25.5423، 38.3736، 39.0367، 54.1951، 62.8156، 66.4467، 66.9492، 78.7102، 80.2630.
- الكالسيت (CaCO_3): دل على ذلك قمم الانعراج عند الزوايا 2θ : 41.2180، 44.4941، 58.7400، 74.5045، 82.712.
- الجبس (CaSO_4): دل على ذلك قمم الانعراج عند الزوايا 2θ : 35.3540، 48.8656.
- أكسيد الحديد الثلاثي (Fe_2O_3): دل على ذلك قمم الانعراج عند الزوايا 2θ : 72.3436.

نلاحظ من خلال التحليل أن رمل كثنان منطقة الطيبات يتكون أساسا من الكوارتز SiO_2 ونسبة معتبرة من الكالسيت CaCO_3 والجبس CaSO_4 ، أما أكسيد الحديد الثلاثي فكانت نسبته ضئيلة.

مع العلم أنه توجد أطوار ثانوية لا تكون مرئية في DRX، لأن حساسية الجهاز لا تسمح بظهور المركبات ضعيفة التبلور.

III.4.3. قياس أبعاد بلورات الرمل باستخدام معادلة شرر [28]:

قام العالم بول شرر سنة 1918 بوضع معادلة لحساب أبعاد الحبيبات النانوية عند معرفة زاوية براغ وعرض أشد خط انعراج له، حيث يتناسب فيها سمك البلورة عكسها مع عرض الخط، فكلما زاد عرض الخط زاد كلما قل سمك البلورة والعكس، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$L = \frac{K*\lambda}{\beta*\cos \theta} \quad (2-III)$$

حيث:

L: قطر الحبيبة النانوية.

K: ثابت شرر(يعرف بعامل الشكل وهو مقدار ثابت يعتمد على شكل الحبيبات النانوية، ويتغير مقداره ما بين 0.62 إلى 2.08، فهو للنظام التكعيبي 0.94، وللنظام غير التكعيبي 0.89).

β : عرض الخط عند متوسط الارتفاع.

θ : زاوية سقوط الأشعة السينية.

λ : الطول الموجي للأشعة السينية.

باستعمال معادلة شرر نقوم بحساب الأبعاد المتوسطة لبلورات رمل كثبان منطقة الطيبات كالتالي:

المعطيات:

$\lambda=0.154\text{nm}$ - الطول الموجي:

$K=0.89$ - ثابت شرر:

$\beta=0.1700^\circ$ - عرض القمة عند منتصف الارتفاع للخط الأكبر شدة:

$$L = \frac{K * \lambda}{\beta * \cos \theta} = \frac{0.89 * 0.154}{0.1700 * \cos(12.77)}$$

$$= 0.83\text{nm}$$

من خلال هذه الحسابات التي قمنا بها للعينة نجد أن:

قطر حبيبة بلورة الكوارتز الموجودة في رمل كثبان منطقة الطيبات في حدود 0.83nm.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

قمنا في هذا العمل بدراسة تحليلية على رمل كثبان منطقة الطيبات لتحديد خصائصه الفيزيائية والكيميائية باستعمال تقنيات التحليل الفيزيائية المتمثلة في: التدرج الحبيبي و تجربة الكتلة الحجمية و إجهاد القص، والكيميائية: وهي المكافئ الرملي و التحليل الكيميائي للكشف عن بعض المركبات في العينة المدروسة، و تقنية انعراج الأشعة السينية لتحديد الأطوار البلورية الموجودة في الرمل وكانت النتائج كالتالي:

- ❖ بينت تجربة التدرج الحبيبي أن رمل كثبان منطقة الطيبات له تدرج حبيبي جيد على العموم
- ❖ مكنت تجربة الكتلة الحجمية للرمل من قياس :
 - الكتلة الحجمية الظاهرية: $1.51\text{g}/\text{cm}^3$
 - الكتلة الحجمية المطلقة: $2.64\text{g}/\text{cm}^3$
- ❖ بتحليل نمط انعراج الأشعة السينية لعينة من رمل كثبان منطقة الطيبات تبين أنها تحوي تراكيب بلورية تعود للكوارتز والكالسيت والجبس ونسبة ضئيلة من أكسيد الحديد الثلاثي.
- ❖ استخدامنا معادلة شرر لقياس البعد المتوسط لبلورة الكوارتز فتحصلنا على النتيجة التالية:
$$L = 0.83\text{nm}$$
- ❖ بينت تجربة المكافئ الرملي أن رمل كثبان منطقة الطيبات قليل الشوائب حيث كانت نسبته:

$$ES=87.19\%$$

- ❖ من خلال التحليل الكيميائي تحصلنا على بعض النسب لبعض المركبات مثل كربونات الكالسيوم و كبريتات الكالسيوم المائية(الجبس) و المواد غير مذابة و السلفات و بعض المواد ضعيفة النسب فكانت النتائج على الترتيب:

- $\text{CaCO}_3 = 10\%$

- $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O} = 7,31\%$

- $\text{INS} = 88,69\%$

$$\text{SO}_4^- = 2\% \quad \bullet$$

من خلال تجربة إجهاد القص قمنا بتحديد معامل التماسك C وزاوية الاحتكاك ϕ حيث تحصلنا على النتائج

$$\phi = 33,26^0 \quad , \quad C = 0,02 \text{bar} \quad \text{كالآتي:}$$

وبحصولنا هذه النتائج نكون قد توصلنا إلى الهدف المرجو من هذا البحث وهو دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات رمل منطقة الطيبات وتحديد المكونات والعناصر الأساسية المكونة له.

بعد إتمام هذه الدراسة يمكن تسجيل عدة ملاحظات هامة لتكون منطلقاً لبحر ودراسة لأعمال أخرى في المستقبل:

❖ استخلاص مادة الكوارتز.

❖ استغلال الرمل في صناعة الزجاج.

❖ استخلاص السيليسيوم النقي المستخدم في الصناعات المعاصرة.

هذه الدراسة تعتبر كإحدى الدراسات لدراسة رمل منطقة الطيبات و الذي يفتح آفاق مستقبلية لدراسات معمقة و خاصة عند توفر أجهزة التحليل المناسبة.



المراجع

- [1] د. محمد القاضي، " الرمل الكوارتزي"؛ (الجزء الأول)، جامعة قطر(1999).
- [2] faculty.ksu.edu.sa.
- [3] A. Bigelow, C. Bowman and D. K. Cassel, Physical Properties of Sand Amended with Inorganic Materials", USGA Turfgrass and Environmental Research Online, Vol 03, Num 6, (2004).
- [4] http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/sec060.doc_cvt.htm (version 01/2016).
- [5] ادوارد جي تاريوك, فريدريك كي لوتجنس, دينيس تازا, "مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية", المجلد 8.
- [6] <http://www.sgs.org.sa> (version 01/2016).
- [7] <https://www.vb.elmstaba.com>.
- [8] <http://www.chemistrysources.com/> (version 01/2016).
- [9] كريمة خشانة، "مقارنة بين عينة رمل تنمو فيها وردة الرمال وعينة من الرمل لا تنمو فيها وردة الرمال، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر، جامعة ورقلة ، جوان 2014.
- [10] A. Amirat, "formulation et comportement d'un béton de sable de dune pour Structures ", Mémoire d'ingénieur poly-tech d'Alger, (2004).
- [11] زنجري فهيمه، "تحضير ودراسة مرشحات وحواملها انطلاقا من مواد أولية محلية"، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماجستير في الفيزياء، جامعة قسنطينة، جوان 2008.
- [12] <http://www.uobabylon.edu.iq>.
- [13] Pratiyogita Darpan ,Competition Science Vision , March 2000 , India ,year 3,Issue.

- [14] محمد العيد مشري، "دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كئبان ورقلة وعلى ناقليته الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية"، مذكرة تخرج لنيل شهادة دكتورا، جامعة ورقلة، 2016.
- [15] A. M. SHARAKY, T. M. LABIB Sand Dune Movement and Its Effect on Cultivated Lands in Africa: Case Study: Dakhla Oasis, Western Desert, Egypt, Land Degradation in Egypt and Africa, Cairo University, (23-24 March 2002), page 1-15.
- [16] Y. Benna, S. Bedjou, B. Gueltahe et A. Braray, (2006), Valorisation des sables de dune: Applications aux sables des régions de Ouargla et de Boussaada, National Center of Studies and Integrated Researchs (CNERIB).
- [17] <http://news.quickk.co/> / خريطة_الجزائر_الطبيعية (version 01/2016).
- [18] مرخوفي عبد المالك، "المساهمة في دراسة خصائص وتشوهات خرسانة ألياف النخيل في المناطق الجافة والحارة"، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير، قسم الري والهندسة المدنية، جامعة ورقلة 2004.
- [19] نعيمة عبد القادر أحمد، محمد أيمن سليمان، "علم البلورات والأشعة السينية"، دار الفكر العربي، القاهرة، 2005.
- [20] أ.د. محمود نصر الدين، "الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها"، الهيئة العربية للطاقة الذرية، تونس 2008.
- [21] عقيلة بن حامد، "تفسير منحنيات مطيافية أوجي مسجلة على طبقات رقيقة من التيتان مرسبة على مساند من الفولاذ"، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر، جامعة ورقلة، ماي 2016.
- [22] الأشعة السينية، الموسوعة العربية، اختبار المواد، الصفحة 382.
- [23] سميحة بضياف، "دراسة التركيب الجزيئي لرمال كئبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الأشعة السينية"، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر، جامعة ورقلة، جوان 2012.
- [24] محمد أحمد الجلاي، "سلسلة محاضرات الجلاي في الفيزياء"، فيزياء الحالة الصلبة (الفصل الثالث)، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة الطائف.

[25] مصطفى عتقي، بسام معصراني، الموسوعة العربية، المجلد الخامس: الكيمياء والفيزياء، الصفحة 330.

[26] ديمة أمين إبراهيم، البحث عن تقنية لتنظيف الرمل في سوريا وتحسين أدائها في البيتون، دراسة أعدت لنيل درجة

الماجستير في الهندسة المدنية، جامعة تشرين.

[27] Wei, Die Bindung im Quartz, Zeitschrift fuer Kristallographie

Kristallgeometrie, Kristallphysik, Kristallchemie (-144,1977) 92,1935, Page 355-362.

[28] قيسة حليلة، "حساب الأقطار المتوسطة لبلورات الكوارتز في الأصناف اللونية لرمل كئبان ورقلة باستخدام قانون

شرر"، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر، جامعة ورقلة، 2016.

الملخص:

تمثل الكثبان الرملية 40 بالمائة من مجموع مساحة الجزائر إلا أن إستغلاله يكاد ينحصر في البناء و التطبيقات التقليدية، ونظرا لاحتواء الرمل على عناصر كيميائية مهمة كالكوارتز المستعمل في التطبيقات و الصناعات الحديثة يفتح مجال واسع لدراسته و تحليله علميا.

إن الهدف الأساسي من هذا العمل هو دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لرمل كثبان منطقة الطيبات باستعمال بعض طرق التحليل الفيزيائية والكيميائية وحيود الأشعة السينية (DRX)، حيث بينت النتائج أن رمل منطقة الطيبات يتميز بتدرج حبيبي جيد، ودرجة نقاوة عالية تصل إلى 86.19%، وأوضحت نتائج التحليل الكيميائي أن رمل المنطقة المدروسة يحتوي على:

10% من كربونات الكالسيوم، 7.31% من الجبس، 1% من أكسيد الكبريت الثلاثي، و 88.69% من المواد غير المذابة المتمثلة في الكوارتز بنسبة عالية وبعض المركبات الأخرى.

أكدت تقنية انعراج الأشعة السينية النتائج المتحصل عليها انطلاقا من التحليل الكيميائي أن الرمل مكون أساسا من الكوارتز و نسبة معتبرة من كربونات الكالسيوم والجبس.

الكلمات المفتاحية: رمل الكثبان، انعراج الأشعة السينية، التحليل الكيميائي، التدرج الحبيبي، المكافئ الرملي.

Abstract:

Sand dunes account for 40% of the area of Algeria however, It s exploitation is limited to traditional applications, and construction, and because the sand contains important chemical elements such as quartz used in modern applications and industries opens a wide area for study and analysis scientifically.

The main objective of this work is to study the physical and chemical properties of sand dunes of the area of Taibat, using some physical, chemical and x-ray(DRX) methods where the results showed that sand dunes of Taibat characterized by a good granular gradient and a high purity of up to 86.19% the results of the chemical analysis showed that the sand of the studied area contains 10% of calcium carbonate, 7.31% gypsum, 1% sulfur dioxide, 88.69% non- dissolved matters such as quartz and some other components.

X-ray diffraction technique confirmed there salts obtained from chemical analysis that sand is mainly composed of quartz and a signification proportion of calcium carbonate and gypsum.

Key words: sand dunes, x-ray diffraction, chemical analysis, granular gradient, the sand equivalent.