الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

رقم الترتيب:.....
رقم التسلسل:.....

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي
كلية العلوم الدقيقة
قسم الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة
تخصص: فيزياء تطبيقية إشعاعات وطاقة

من إعداد:
نسيب علي الصادق
سلطاني ضياء الدين

الموضوع:

دراسة الخصائص الكيميائية للمعادن الموجودة في مادة الرمل بمنطقة الوادي

نوقشت يوم: ...../2018/06

أمام لجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

عيادي مريم	أستاذة مساعدة –أ-	رئيسة
بقاص عزالدين	أستاذ مساعد – أ-	ممتحنا
مفتاح نسيمة	أستاذة محاضرة –ب-	مِؤطرة

الموسم الجامعي: 2018/2017

الأهداء

إلى ملاكي في الحياة...إلى معنى الحب و الحنان... إلى بسمة الحياة و سر الوجود، إلى من كان دعاؤها سر

نجاحي و حنانها بلسما لجراحي، إلى أغلى الحبايب

أمي ثم أمي ثم أمي

إلى من علمني العطاء بدون انتظار.. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار.. .....قد حان قطاف
أرجو الله أن يمد في عمره ليرى ثماراها بعد طول انتظار
والدي العزيز

إلى من أرى التفاؤل بأعينهم...
إلى أهلي وعشيرتي

إلى أساتذتي

إلى زملائي وزميلاتي

إلى الشموع التي تحترق لتضئ للآخرين

إلى كل من علمني حرفا

أهدي هذا البحث المتواضع راجياً من المولى

عز وجل أن يجد القبول والنجاح.

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين، الحمد لله الذي هدانا لهذا وماكنا لنهتدي لو لا أن هدانا الله، الحمد لله والشكر لله والصلاة والسلام على رسول على الله.

يطيب لنا أن نتقدم ببالغ الشكر و التقدير للأستاذة الدكتورة المشرفة **"مفتاح نسيمة "**على إقتراحها موضوع البحث، وما بذلته من جهد وتعب خلال مدة الإشراف فلها منا وافر التقدير والإحترام .

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذة **"عيادي مريم "**على قبولها ترأس لجنة المناقشة

والأستاذ **"بقاص عزالدين"**على قبوله مناقشة المذكرة .

وأتوجه بالشكر والتقدير إلى كل أساتذتنا الأفاضل الذين درسونا خلال ثانية ماستر بجامعة الشهيد

حمه لخضر– كلية علوم دقيقة.

كما أتقدم بالشكر لمسؤول مخبر:

مخبر إستغلال وتثمين موارد الطاقات الصحراوية (LEVRES)جامعة الوادي

الفهرس

المقدمة العامة 02

الفصل الأول

عموميات حول المادة الطبيعية الرمل

1-1-مقدمة.....05

1-2- تعريف مادة الرمل.....05

1-3- كيفية تشكل الرمل والحجر الرملي.....05

1-4-المكونات الأساسية للرمل.....06

1-5-الخصائص الفيزيائية للرمل.....09

1-6-التصنيفات الحبيبية للرمل.....12

1-7تصنيف التربة الرملية.....13

1-8-توزع الرمل في العالم.....14

1-9- توزع الرمال في الجزائر.....15

1-10- استخدامات الرمل.....15

2- الكوارتز.....16

2-1- تعريف الكوارتز.....16

2-2- الخصائص الفيزيائية للكوارتز.....16

2-2-1- الخصائص الكهربائية للكوارتز.....16

2-2-2-البنية البلورية للكوارتز.....17

2-2-3-استعمالات الكوارتز.....18

الفصل الثاني

الطرق التجريبية المستعملة

2-1- مقدمة.....20

2-2- جمع و تحضير العينات.....20

2-3- مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحليل فورييه($FTIR$).....20

2-3-1- مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء.....21

2-3-2- أساسيات مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR).....21

2-3-3- أنواع الاهتزازات الجزيئية.....22

2-3-4- مبدأ عمل مطياف الأشعة تحت الحمراء.....23

2-3-5- تحضير العينات لمطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR).....24

2-4- حيود الأشعة السينية.....26

2-4-1- مبدأ حيود الأشعة السينية.....26

2-4-2- قانون براغ.....26

2-4-3-الجهاز ومبدأ القياس.....27

2-4-4- برامج تحليل المعطيات التجريبية.....29

الفصل الثالث

نتائج القياسات الطيفية: تحليلها ومناقشتها

3-1- مقدمة.....31

3-2- النتائج المتحصل عليها و مناقشتها.....31

3-2-1- مطيافية الأشعة التحت الحمراء..... 31

3-2-2- تقنية حيود الأشعة السينية.....34

3-3- خلاصة.....37

الخاتمة العامة 39

فهرس الأشكال

ترتيب الأشكال	عنوان الشكل	الصفحة
	الفصل الأول	
الشكل (1-1)	البنية البلورية للكوارتز وصورة لمعدن الكوارتز	**06**
الشكل (1-2)	البنية البلورية للجبس ($CaSO_4 2H_2O$) وصورة له	**07**
الشكل (1-3)	البنية البلورية للكلس وصورة له.	**08**
الشكل (1-4)	مقياس استدارة الحبات	**10**
الشكل (1-5)	النسيج السطحي لحبات الرمل الكوارتزية باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح.	**11**
الشكل (1-6)	تحليل سطح عينات من الرمل مختلفة الألوان بإستخدام تقنية (EDS)	**12**
الشكل (1-7)	خريطة توزع الرمال في العالم	**14**
الشكل (1-8)	توزع الرمال في الجزائر	**15**
الشكل(1-9)	البنية البلورية لـ SiO_4	**17**
الشكل(1-10)	البنية البلورية للكوارتز	**18**
	الفصل الثاني	
الشكل (2-1)	شكل يوضح الكثيب التي أخذت منه العينة المدروسة	**20**
الشكل (2-2)	رسم تخطيطي يوضح أنماط اهتزاز التمدد	**22**
الشكل (2-3)	رسم تخطيطي يوضح أنماط الانحناء	**23**
الشكل (2-4)	مخطط مطياف الأشعة التحت حمراء بتحويل فوريه (FTIR)	**23**
الشكل (2-5)	جهاز مطيافية الامتصاص ما تحت الحمراء	**24**
الشكل (2-6)	المكبس(أ) ولواحقه (ب)	**25**

الشكل (2-7)	الأدوات المستخدمة في تحضير عينات التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء	**25**
الشكل (2-8)	رسم تخطيطي يوضح المستويات الشبكية	**26**
الشكل (2-9)	رسم توضيحي لقانون براغ يوضح المسافة بين مستويين	**27**
الشكل (2-10)	جهاز انعراج الأشعة السينية المستعمل	**28**
الشكل (2-11)	مخطط وظيفي لجهاز انعراج الأشعة السينية	**28**
الشكل (2-12)	واجهة برنامج الماتش المستخدم في تحليل نتائج مخططات الأشعة السينية	**29**
الفصل الثالث		
الشكل (3-1)	طيف امتصاص الأشعة التحت حمراء لعينة الرمل.	**31**
الشكل (3-2)	طريقة تحديد قمم النفاذية T_0 و T	**33**
الشكل (3-3)	طيف انعراج الأشعة السينية لرمل كثبان منطقة الوادي	**34**

فهرس الجداول

ترتيب الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
	الفصل الأول	
الجدول (1-1)	بعض الخواص الفيزوكيميائية لمكونات الرمل الرئيسية	9-8
الجدول (1-2)	التصنيف وفقا لأقطار الحبيبات	10
الجدول (1-3)	التصنيف الخاصة بمجاميع الحبيبات الأولية	13
الجدول (1-4)	أهم خصائص الفيزيائية للكوارتز	13
الجدول (1-5)	الخصائص البلورية للكوارتز	16
	الفصل الثاني	
الجدول (2-1)	المواد المستخدمة كحوامل للتحليل في مطياف FTIR	24
	الفصل الثالث	
الجدول (3-1)	العصابات الأساسية للامتصاص والاهتزازات المميزة لها	32
الجدول (3-2)	خصائص بنيوية لمادة الرمل لمنطقة الوادي	36-35
الجدول (3-3)	النتائج البنيوية للكوارتز و الكالسيت المتواجد في رمل كثبان الوادي	36
الجدول (3-4)	النتائج البنيوية للكالسيت المتواجد في رمل كثبان الوادي	37

المقدمة العامة

يعد الرمل من أكثر المواد الطبيعية تواجدا على سطح الأرض، فهو من أقدم المواد التي عرفها الإنسان وهو أحد المواد التي جمعت بين علوم الهندسة والبيئة والجيولوجيا والفيزياء والكيمياء وغيرها وذلك لأهميته وتزايد استخداماته وتنوعه.

تغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من العالم فهي أحد مظاهر سطح الأرض الرئيسية ويبرز وجودها في البيئات الجافة وشبه الجافة و مناطق مختلفة من العالم، حركة هذه الكثبان ظاهرة من شأنها أن تشكل خطرا كبيرا على هذه المناطق رغم أن هذه الرمال تعد من بين الثروات الطبيعية التي يمكنها دفع عجلة التنمية.

تعد رمال الكثبان من بين أهم الموارد الطبيعية التي يمكنها استغلالها و الاستفادة منها في العديد من المجالات، فالرمل تعتبرمادة أولية يعتمد عليها في عدة صناعات سواء باستعمالها بشكلها الطبيعي أو بعد إجراء فحوصات عليها. فضلا عن كون مادة الرمل تستخدم في العديد من المجالات كتصفية المياه و في البناء و كوسط لتخزين الحرارة، فان الرمل يعتبر مصدر مهم لمادة الكوارتز والتي تعتبر مادة حيوية تستخدم في الصناعات الزجاجية والبصريات كصناعة الألواح الشمسية، بالإضافة إلى إمكانية استخلاص مادة السيلسيوم منها و الذي بدوره يستخدم في الصناعة النانومترية و أشباه النواقل.

تتوفر الجزائر على كميات كبيرة من رمل الكثبان فهو يغطي أكثر من نصف مليون كيلومتر مربع أي حوالي ربع مساحتها، تتوزع هذه الكثبان في الجزء الجنوبي من البلاد وتنتشر فيها على هيئة عروق في أجزاء متفرقة منها. لكن استخدام هذه الثروة الطبيعية مازلت محدودا جدا في الجزائر وذلك لعدم تواجد دراسات تحدد الخصائص المجهرية والبنيوية لهذه المادة.

كان لتطور طرق التحليل الطيفي في نهاية القرن التاسع عشر فوائد عظيمة في تحليل المركبات والكشف عن خواصها الفيزيائية والكيميائية وبما أن منطقتنا وادي سوف تميزت بتواجد كميات كبيرة من الرمل، ارتأينا أن نتناول في موضوع مذكرة التخرج لنيل شهادة ماستر دراسة طيفية لمادة الرمل. ويتناول هذا البحث دراسة تحليلية للرمل تهدف معرفة التركيب الجزيئي والبنيوي وبعض الخصائص من خلال تقنيات التحليل الطيفي .

وقد دفعنا لاختيار هذا الموضوع هو تزايد أهمية الرمل بتزايد استخداماته وأتساعها يوما بعد يوم فالرمل غني جدا بمادة الكوارتز التي يستخدم في العديد من

المجـــالات. و كـــذلك عـــدم وجـــود دراســـة مجهريـــه ســـابقة لرمـــل وادي ســـوف ودراســـة خصائصه الفيزيائية والكيميائية وبنيته البلورية.

لهـذا فإننـا نسـعى مـن خـلال هـذه الدراسـة المسـاهمة فـي تشـخيص رمـل منطقـة وادي سـوف بمعرفـة مكوناتـه وأهـم الخصـائص المميـزة لـه وإسـتخداماته ومقارنـة النتـائج المحصـل عليها بعد تطبيق تقنيات الطرق الطيفية عمليا.

نلخص إشكالية بحثنا في مايلي :

- ماهي المركبات الكميائية المكونة للرمل ؟
- ماهي البنية البلورية لكل مركب مكون له ؟ وماهي خصائصه الكيميائية ؟

للإجابـة عـن هـذه الأسـئلة قسـمنا مـذكرتنا إلـى مقدمـة عامـة و ثـلاث فصـول ثـم خلاصـة عامة.

فالفصـل الأول كـان بعنـوان "عموميـات حـول المـادة الطبيعيـة الرمـل " تناولنـا فيـه دراسـة نظريـة للرمـل، وعلـى الخصـوص الكـوارتز الـذي يعتبرالمـادة الأساسـية الداخلـة فـي تركيبـه، ومـن خلالـه نتعـرف علـى البنيـة الدقيقـة ومكوناتـه الكيميائيـة والمعدنيـة أهـم خصائصهما.

والفصـل الثـاني كـان عنوانـه **"الطـرق التجريبيـة المسـتعملة "** تطرقنـا فيـه إلـى الطـرق التجريبيـة المسـتعملة فـي الدراسـة، وألا وهـي مطيافيـة الأشـعة تحـت الحمـراء وحيـود الأشـعة السـينية، مركـزين علـى الأجهـزة المسـتعملة فـي ذلـك مـن حيـث مبـدأ عملهـا وكيفيـة استخدامها، إذ نجد أن هذه الطرق تسمح بمعالجة المادة المدروسة كما وكيفا.

أمـا الفصـل الثالـث والـذي يمثـل الجـزء العملـي مـن الدراسـة فيتنـاول المراحـل التجريبيـة لدراسـة الرمـل، كمـا يتنـاول مناقشـة وتحليـل نتـائج المتحصـل عليهـا مـن مطيافيـة الأشـعة تحت الحمراء وانعراج الأشعة السينية.

فـي الأخيـر ختمنـا بخلاصـة عامـة أوجزنـا فيهـا أهـم النتـائج المحصـل عليهـا مـع تقـديم بعـض الملاحظات لمواصلة البحث في هذا الموضوع.

الفصل الأول

عموميات حول المادة الطبيعية الرمل

1-1-مقدمة:

تتوفر الصحراء الجزائرية على مخزون هائل من رمال الكثبان التي تغطي أكثر من 40% من مساحتها. حيث تعرف الكثبان الرملية (sand dunes) على أنها تجمعات وتراكمات من الرمال السائبة على سطح الأرض تكونت على إمتداد العصور الجيولوجية نتيجة عوامل التعرية المختلفة. ومن بين مميزات مادة الرمل هو تحملها لدرجات حرارة عالية تفوق 1600°م مما يمكنها من الاستعمال في التخزين الحراري. كما أن لها فجوة طاقة كبيرة جدا تفوق $8ev$ مما يعطيها خصائص عزل كهربائي جيدة كما أن لها شفافية كبيرة جدا في المجال الطيفي الممتد من الفوق البنفسجي إلى المرئي ثم إلى ما تحت الحمراء مما يرشحها للاستعمال في القياسات الطيفية [1]. هذه الخصائص تعطي أهمية بالغة لهذه المادة الطبيعية في المجال الصناعي و العلمي خاصة في علم النانو تكنولوجيا.

1-2- تعريف مادة الرمل:

الرمل هو مادة طبيعية تعرف على أنها خليط من الحبيبات الغير متماسكة، المكون الرئيسي لمعظمها هو معدن الكوارتز. وتختلف مادة الرمل في حجم حبيباتها ودرجة إستدارها، فأبعادها من وجهة النظر الجيولوجية تنحصر عموما بين $0.063mm$ و $2mm$ ويطلق على الجسيمات الفردية بحبة رمل [2].

1-3- كيفية تشكل الرمل والحجر الرملي:

يتكون الرمل نتيجة عوامل التعرية حيث تفاعل الصخور خاصة الصحراوية مع العوامل الطبيعي كدرجات الحرارة القصوى والرياح المتواصلة و الرطوبة مما يؤدي إلى تفكيك الصخور وتفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل.

ويتشكل الحجر الرملي عندما يدفن الرمل المترسب من المياه (الأنهار والبحيرات أو البحار) أو من التيارات الهوائية كما في الصحراء ويرص تحت طبقات متعاقبة من الرسوبيات، وأثناء عملية الدفن يتماسك الرمل ويترابط بترسب معادن رابطة مثل كربونات الكالسيوم أكاسيد الحديد أو السليكات، من المياه الجوفية التي تمر في المسامات بي الحبيبات[3] .

ويكون تجمعها العام اعتمادا على حركة الرياح واتجاهاتها المختلفة، حيث حتى يتكون الكثيب لابد من وجود عائق مثل الصخور أو الأشجار التي تعمل على تقليل سرعة الرياح وترسيب الرمال المنقولة كما يليَ:

ا- تسقط حبيبات الرمال عند اصطدامها بالعائق حيث يترسب الرمل حول هذا العائق وتتراكم أمامه.

ب- ينقسم تيار الهواء إلى اتجاهين يمران بجوار العائق حيث يترسب الرمل حول هذا العائق.

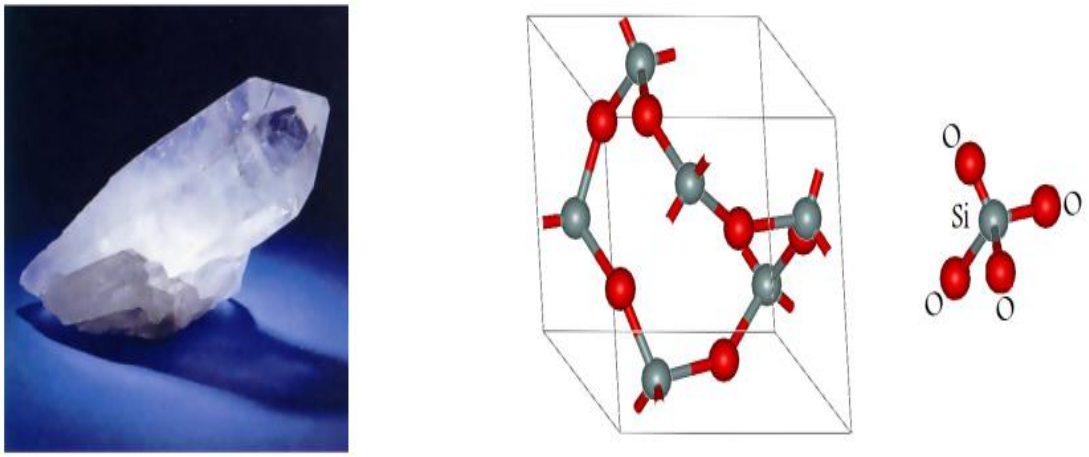
ج- يزداد حجم الذراعين حيث يلتقيان مكونان الظل الرملي، وتستمر الكثبان الرملية في النمو بترسيب المزيد من الحبيبات الرملية إلى أن يصل حجم الكثيب إلى مرحلة تتوقف عندها عن النمو وعندها يصل الكثيب إلى مرحلة النضوج ولا يستطيع أن يجذب المزيد من الحبيبات [5][4].

1-4-المكونات الأساسية للرمل:

تتكون رمال الكثبان بشكل رئيسي من مادة الكوارتز (SiO_2) وكربونات الكالسيوم $(CaCO_3)$ ومادة الجبس $(2CaCO_3 2H_2O)$ وتكون هذه المعادن غالبا ذا طبيعة بلورية. ويمكن أيضا أن تتواجد كميات قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة، ونسبة معتبرة من أكسيد الحديد الثلاثي (Fe_2O_3) ونسبة أكبر من أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)[7][6].وفي ما يلي بيان لكل منها:

أ- معدن الكوارتز (SiO_2):

يعد معدن الكوارتز من أكثر المواد وفرة على سطح الأرض بعد الفلدسبار$(KAlSi_3O_8، \ CaAl_2Si_2O_8، NaAlSi_3O_8)$. فالكوارتز يتكون في الحالة العادية من بلورات سداسية الشكل والتي تتكون بدورها من السيليكا SiO_2 متبلورة وفق نظام ثلاثي الميل وهو ناتج عن الاتصال المستمر لرباعي الوجوه SiO_4 حيث تتمركز ذرة سيليسيوم بين أربعة ذرات أوكسجين [9][8] كما يوضحه الشكل(1-1).



-ا-

(البنية الفراغية)

-ب-

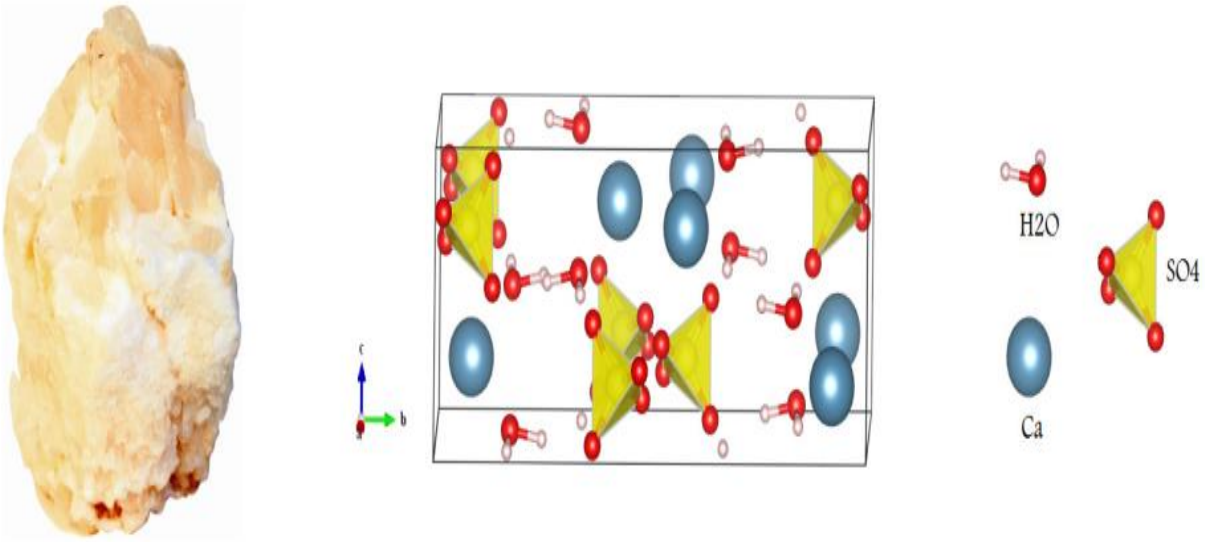
(صورة طبيعية)

الشكل (1-1): البنية البلورية للكوارتز وصورة لمعدن الكوارتز [8,9]

يتميز معدن الكوارتز ببريق زجاجي ويكون بألوان متعددة كالأسود والوردي والشفاف وذلك نتيجة اختلاف التركيب الشبكي وإختلاف نوعية الشوائب ونسبتها [9] .
تظهر بلورات الكوارتز خاصية تعرف بإسم الكهربائية الضغطية حيث تنتج كهرباء عند ضغطها، مما يجعلها تستخدم في الساعات الدقيقة وأجهزة البث الحديثة وتستخدم كذلك بلورات الكوارتز أيضا في صناعات المجاهر المستقطبة.

ب- الجبس ($CaSO_4 2H_2O$):

هو أحد أهم المعادن الكبريتية المنتشرة بكثرة في الطبيعة ومتواجد كذلك في الصخور الرسوبية نتيجة ترسب كبريتات الكالسيوم لماء البحر كما يتواجد أحيانا في باطن الأرض على أعماق تصل إلى 350متر[10]. ينتج الجبس أيضا في المناطق البركانية من خلال التفاعل بين حمض الكبريتيك مع المعادن التي تحتوي على الكالسيوم كما هو موضح في الشكل (1-2).



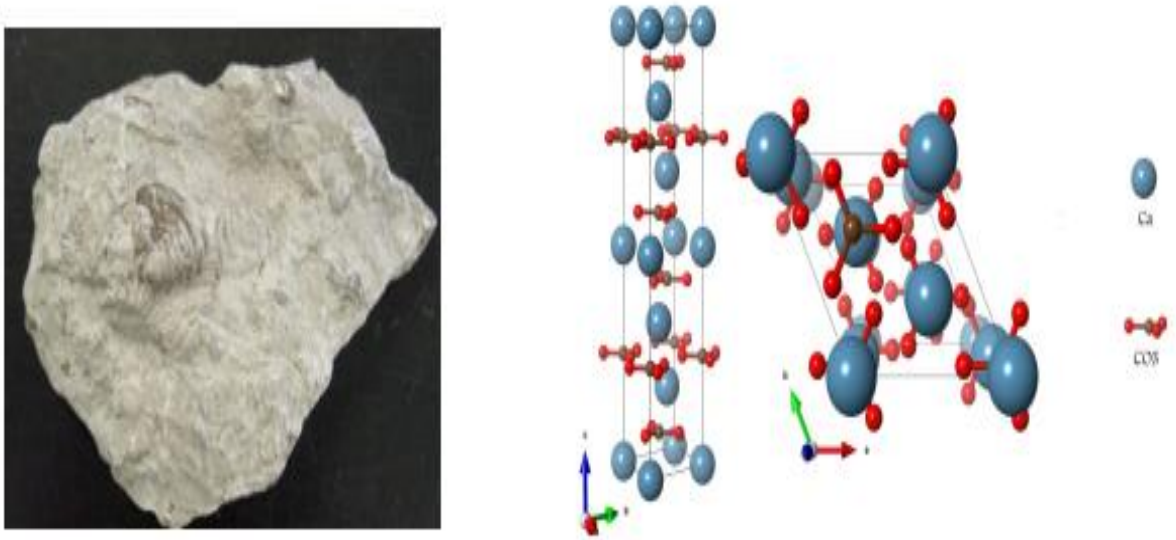
الشكل (1-2): البنية البلورية للجبس ($CaSO_4 2H_2O$) وصورة له [9،11] .

يتواجد الجبس في جميع بقاع العالم (فرنسا، سويسرا، الولايات المتحدة الأمريكية...) وللجبس درجة صلابة ضعيفة حيث يمكن خدشه بالأظافر وعند تسخينه بدرجة حرارة تفوق 128°C يفقد محتواه من الماء.

ج- الكالسيت ($CaCO_3$):

هو صخر رسوبي يتكون أساسا من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وقد يحتوي على كميات من كربونات المغنزيوم وفي بعض الحالات قد يحتوي على مكونات أخرى مثل الطين وكربونات الحديد والفلدسبار.

ويستقر الكالسيت عند درجات الحرارة الأقل من 850°C تحت نظام بلوري ثلاثي الميل (Trigonal) كما هو موضح في الشكل (1-3).



الشكل (1-3): البنية البلورية للكلس وصورة له[12] .

عندما يسخن الكالسيت بدرجة حرارة تفوق 850°C فإنه يتفكك إلى ثاني أكسيد الكربون و الكلس (الجير) كما يلي :

$$CaCO_3 \xrightarrow{850°C} CaO + CO_2$$

الجدول (1-1): بعض الخواص الفيزوكيميائية لمكونات الرمل الرئيسية[18][8]

الكالسيت	الجبس	الكوارتز	
$CaCO_3$	$CaSO_4, 2H_2O$	SiO_2	**الصيغة الكيميائية**
100.089	172.173	60.085	**الكتلة المولية** (g/mol)
36.9257	74.440	22.688	**الحجم المولي** (cm^3/mol)

قابلية الذوبان		غير قابل	في حمض HCl مع التسخين	في الاحماض المخففة
صلابة (هوس)		7	2-1.5	3
الكثافة $(g/^3)$		2.648	2.313	2.7106
التبلور		Trigonal hexagonal	Monoclinic	Trigonal
أبعاد الخلية البلورية	$a(A°)$	4.9134	5.670	4.9896
	$b(A°)$	-	15.201	-
	$c(A°)$	5.4052	6.533	17.0610
	$\beta(°)$	-	118.60	-
المجموعة الفضائية		$P3_121$ أو $P3_221$	I2/a	$R\bar{3}c$
اللون		شفاف، وردي، أسود....	أبيض، شفاف، أسود، أصفر، اخضر.....	أبيض
البريق		زجاجي – شمعي	زجاجي الى حريري، لؤلؤي شمعي	زجاجي الى لؤلؤي على سطح الانقسام
الشفافية		شفاف الى معتم تقريبا	شفاف الى نصف شفاف	شفاف إلى نصف شفاف
قرينة الانكسار		1.543 -1.554	1.519-1.530	1486 -1.660
المقاومة الكهربائية (Ω)		$4 \times 10^{12} - 2 \times 10^{16}$	1.21×10^{14}	2×10^{12}
درجة الانصهار		1705 -1713	-	-

1-5-الخصائص الفيزيائية للرمل:

تتصف الرمال بخصائص فيزيائية تختلف باختلاف صخور المصدر وعوامل التجوية الفيزيائية أو الكيميائية والنقل الناتج عن الرياح أو المائي.

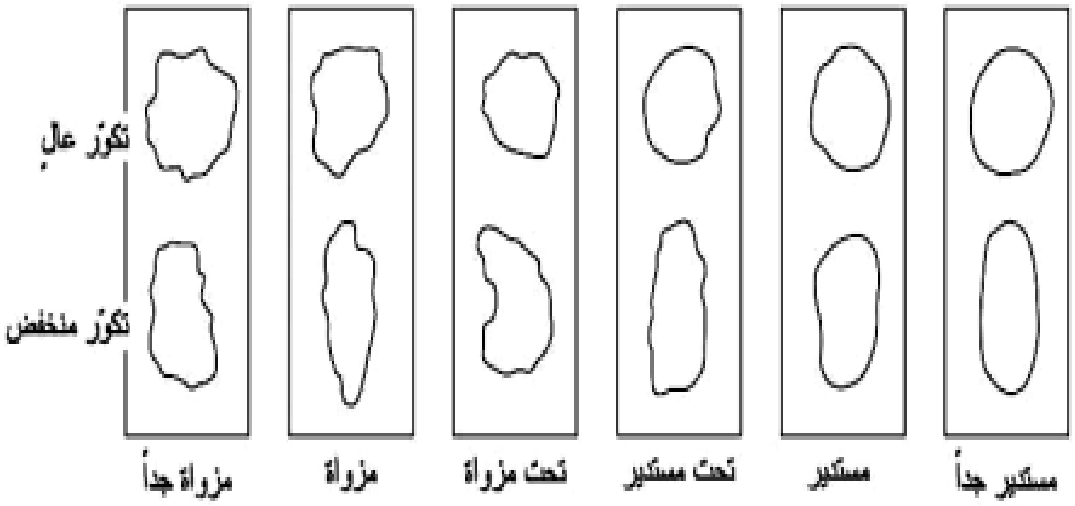
- ✓ **الحجم:** في التصنيفات الجيولوجية لا يعتبر رملا إلا إذا كانت الحبيبات ذات أقطار من 0.063 إلى 2مم وتقسم الحبيبات والأحجار الرملية تبعا لأبعادها إلى أربعة مجموعات حبيبية[6] مبينة في الجدول التالي:

الجدول (1-2): التصنيف وفقا لأقطار الحبيبات [6]

التصنيف	الأقطار الحبيبية
حصى *(Gravel)*	$2mm < Gravel$
رمل *(Sand)*	$0.063mm < Sand < 2mm$
طمي *(Silt)*	$0.002mm < Silt < 0.063mm$
طين *(Clay)*	$Clay < 0.002mm$

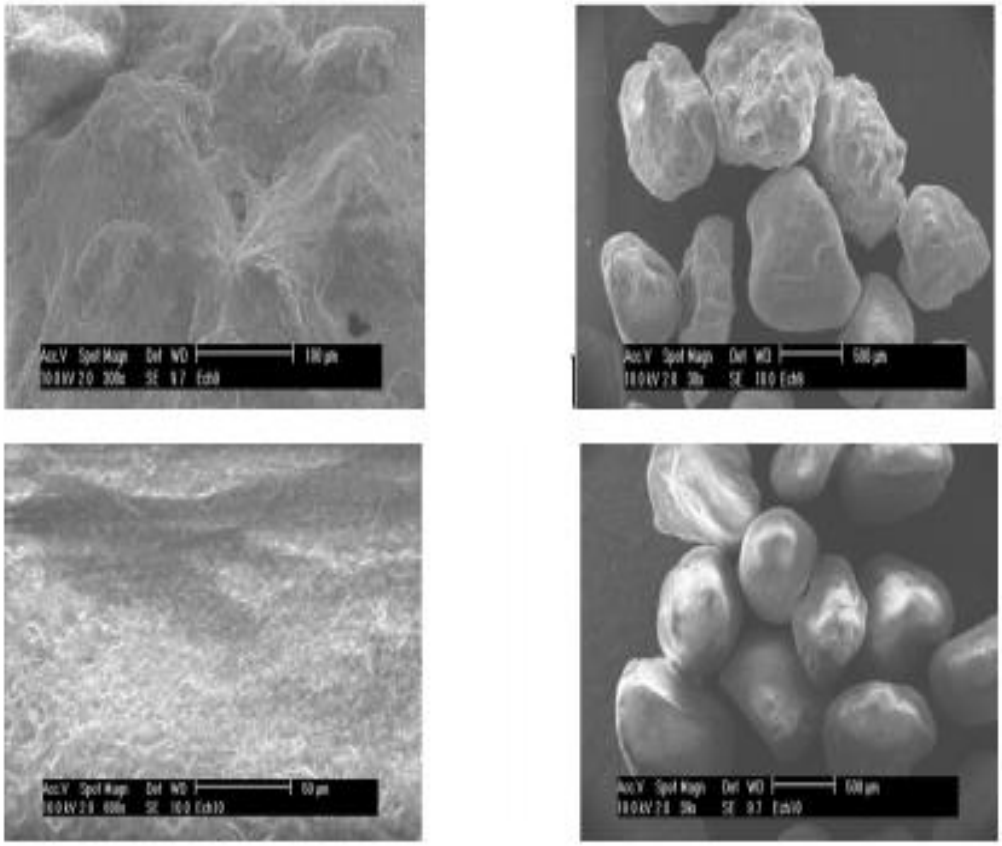
- ✓ **الشكل:** تأخذ حبيبات الرمل أشكالا مختلفة تتحدد بمعرفة درجة تكور الحبيبات وقد تكون سطوح الحبيبات ملساء أو خشنة [13].

وبحسب مقدار التدور المعتمد عالميا تقسم الحبات إلى حبات مزواة جدا وحبات مزواة وحبات تحت المزواة وحبات تحت المستديرة ومستديرة ومستديرة جدا كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل (1-4): شكل يوضح درجة استدارة حبات الرمل

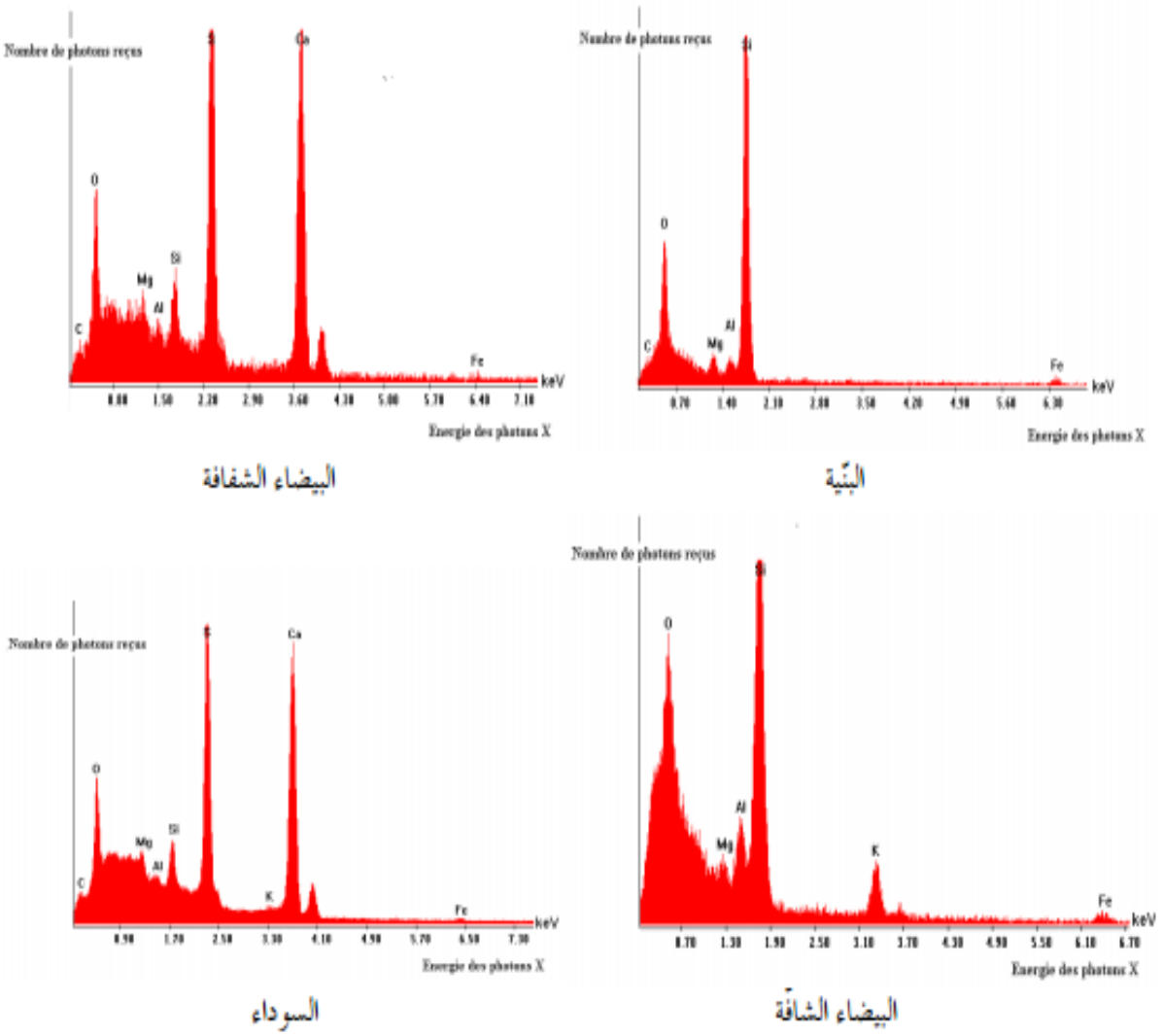
تتميز حبات الكوارتز بسطوح ملساء أو خشنة ويمكن التعرف على ذلك من خلال الدراسة المفصلة للنسيج السطحي لها باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح.



الشكل (1-5): النسيج السطحي لحبات الرمل الكوارتزية باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح.

- ✓ **اللون:** تتصف الرمال بألوان مختلفة تبعا للمواد التي تحتوي عليها وأكثر الألوان شيوعا البني، الأحمر، الوردي وهي تنتج عن وجود الحجر الجيري وأكسيد الحديد (الهيماتيت hematite) كما توجد ألوان أخرى للرمل مثل الأبيض والرمادي ناتج عن غياب المواد الرابطة أو أنها مرتبطة بمادة الكالسيت أو الكوارتز [14] .

ولقد بينت دراسة سابقة على أسطح حبيبات رملية ملونة بإستخدام مطيافية تشتيت الطاقة بالأشعة السينية (EDS) ان حبيبات الرمل البنية تحتوي على السيليسيوم Si بكميات كبيرة نوعا ما وعلى الحديد بكميات معتبرة. أما البيضاء الشفافة فهي تحتوي اساسا على الكالسيوم Ca والكبريت S بكميات معتبرة فإذا كانت غير شفافة فإن ذلك يدل على وجود البوتاسيوم K بتركيز قليل، اما الحبيبات الرمادية والسوداء فإنها تحتوي على السيليسيوم Si والأكسجين O بكميات كبيرة والبوتاسيوم بكميات معتبرة [15] .كما هو يشير الشكل التالي.



الشكل (1-6): تحليل سطح عينات من الرمل مختلفة الألوان بإستخدام تقنية (EDS)

1-6-التصنيفات الحبيبية للرمل:

يوضح الجدول اقسام حبيبات التربة تبعا لأصنافها حسب التصنيفات المختلفة، تدعى حبيبات التربة ذات الحجم المتقارب والذي يقع بين أدنى وحدة واعلى وحدة بالمجموعة الحجمية.

الجدول (1-3): التصنيف الخاصة بمجاميع الحبيبات الأولية [17][16].

مجـــاميع الحبيبـــات الاولية	التصنيف الأمريكي (وزارة الزراعة الأمريكية)		التصنيف الدولي (الجمعية الدولية لعلوم التربة)	
	الصنف	قطـــر الحبيبـــات (mm)	الصنف	قطـــر الحبيبـــات (mm)
الرمل $(Sand)$	رمل خشن جدا	1-2	رمل ناعم	0.2-2
	رمل خشن	0.5-1		
	رمل متوسط	0.25-0.5		
	رمل ناعم	0.1-0.25	رمل ناعم	0.02-0.2
	رمل ناعم جدا	0.063-0.1		
	طمي خشن	0.02-0.063		
الطمي $(Silt)$	طمي ناعم	0.002-0.02	طمي	0.002-0.02
الطين $(Clay)$	طين	أقل من 0.002	طين	أقل من 0.002

إن التوزيع الحجمي لحبيبات التربة من الصفات الثابتة نسبيا فهو لا يتغير تحت تأثير العمليات المختلفة التي تجري على التربة وقد اتخذ كأحد أسس تصنيف التربة في بلدان كثيرة من العالم مثل الولايات المتحدة الامريكية.

1-7-تصنيف التربة الرملية:

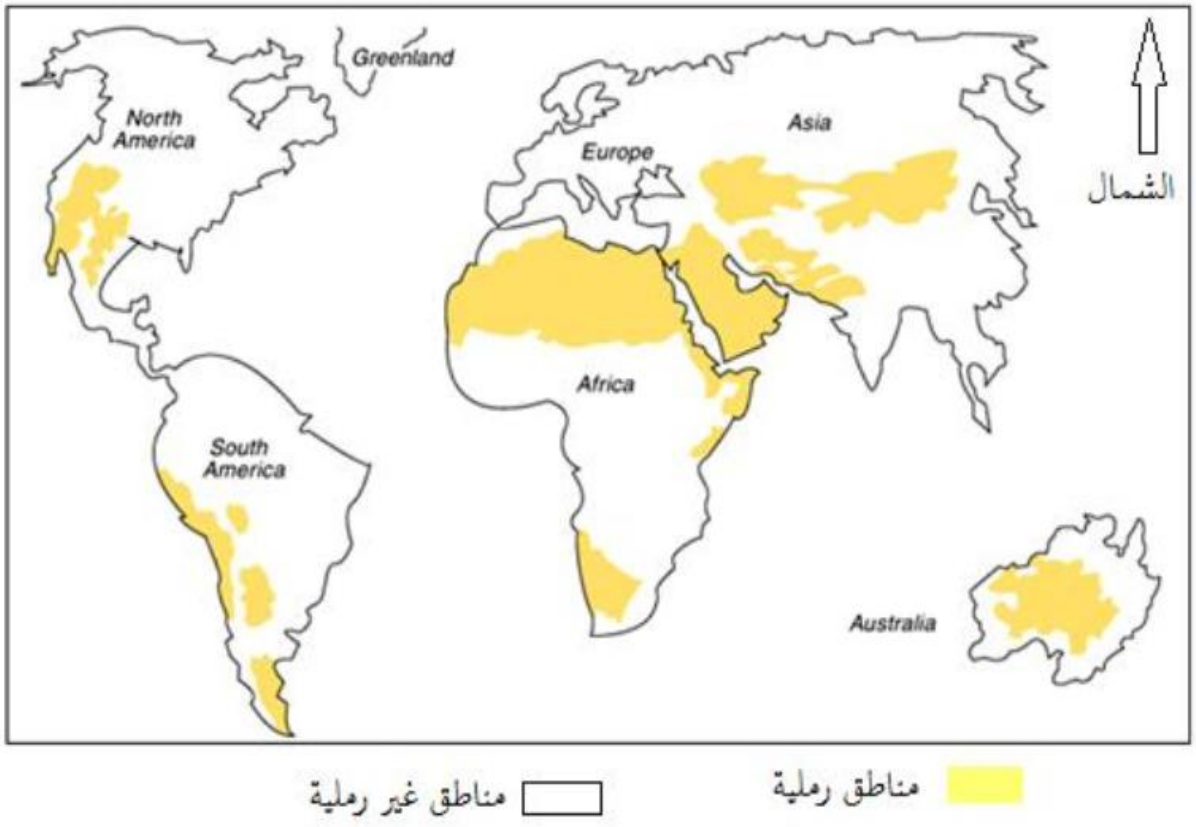
تصنف التربة الرملية الى مجموعات حسب التصنيف الوصفي الموضح في الجدول (1-4).

الجدول (1-4) : مجموعات التربة الرملية حسب التصنيف الوصفي[17].

نوع الرمل	نسبة وزن الحبيبات من وزن التربة الاصلي(%)
حصوي $(gravell)$	الحبيبات الأكبر من $2mm$ أكثر من 25%
خشن$(coarse - grained)$	الحبيبات الأكبر من $0.5mm$ أكثر من 50%
متوسط الخشونة$(medium - graine)$	الحبيبات الأكبر من $0.25mm$ أكثر من 50%
ناعم $(fine - graine)$	الحبيبات الأكبر من $0.1mm$ أكثر من 75%
ناعم جدا $(fust)$	الحبيبات الأكبر من $0.1mm$ اقل من 75%

1-8-توزع الرمل في العالم:

تتباين المساحات الرملية الصحراوية من قارة إلى أخرى تتصدرها قارة أستراليا إذ تمثل 49% من مساحتها الإجمالية و تتذيلها قارة أوروبا إذ تمثل 1%من مساحتها الإجمالية. وتتفاوت المساحات التي تشغلها الصحاري في بقية أقطار العالم فعلى سبيل المثال تمثل الصحاري 98% من مساحة ليبيا و96% من مساحة مصر و 95% من مساحة شبه الجزيرة العربية و11% من مساحة الهند [14].



الشكل (1-7): خريطة توزع الرمال في العالم [19]

1-9-توزع الرمال في الجزائر:

تمثل الكثبان الرملية إحدى الأشكال الجيومورفولوجية المميزة لسطح الصحراء الجزائرية، ينحصر توزع هذه الرمال في الجزء الجنوبي من البلاد وتنتشر فيها على هيئة عروق في أجزاء متفرقة وأهمها العرق الشرقي الذي يمتد من الحدود التونسية إلى المنخفض الفاصل بين هضبة تادمايت والمنيعة بمساحة تقدر حاليا $192000Km^2$ ويليه العرق الغربي والذي يمتد بين بني عباس غربا حتى هضبة لمنيعة شرقا، ثم يواصل امتداده حتى هضبة ميزاب شمالا وكتلة تادمايت جنوبا بمساحة $80000Km^2$ وعرق الشاش وعرق إقيدي بالحدود الجزائرية الموريتانية [20،21].

الشكل (1-8): توزع الرمال في الجزائر[22]

1-10-استخدامات الرمل:

تعد الرمال من أهم الموارد الطبيعية التي يمكن الاستفادة منها وتستخدم هذه المادة في:

1- تستخدم الرمال في تنقية المياه وتحسين التربة الزراعية (عند خلط التربة مع الطين تنتج تربة خصبة جيدة للزراعة).

2- يستخدم الرمل في ردم خنادق تمديد الخطوط الهاتفية والطرق والسدود والمباني السكنية كونه رخيص الثمن.

3- تندرج رمال الكثبان ضمن قائمة الخامات المفيدة المستخدمة في الكثير من الصناعات فهي تشكل المادة الأولية الرئيسية المستخدمة في صناعة الزجاج والإلكترونيات كما تدخل بنسب مختلفة في صناعة الإسمنت والسيراميك ومواد البناء.
4- تعمل كخزانات للمياه الجوفية .
5- في صناعة أجهزة بالغة الدقة .
6- مؤخر هناك استعمل الرمل كوسط لتخزين حرارة الشمس.
7- بعض الأنواع تستعمل كأحجار كريمة وللزينة.
8- يضاف الجبس إلى خلطة الإسمنت لتنظيم سرعة تصبنها .

2- الكوارتز:

2-1- تعريف الكوارتز:

هو ثاني أكسيد السيلكون SiO_2 و يعتبر من المعادن الأكثر شيوعا على سطح الارض وهو مكون أساسي لكثير من الصخور النارية الحامضية مثل الجرانيت والبيغماتيت كما يوجد في كثير من الصخور المتحولة مثل الكواتزيت والشيست والنيس وهو أيضا المكون الأساسي في الصخور الرسوبية الرملية ويتميز بدرجة حرارة انصهار عالية تصل الى 1700°C ويتواجد الكوارتز في الطبيعة على هيئة قشورأو ألياف رقيقة جدا ويشكل حوالي 70%من تركيب الرمل و له أشكال سداسية و معيّنيّة، كما يتواجد عادة على هيئة متماسكة أو هشة [23] .

2-2- الخصائص الفيزيائية للكوارتز:

يتمتع الكوارتز بدرجة قساوة عالية تبلغ 7 وفقا لسلم قياس قساوة الفلزات، كما يتميز بدرجة انصهار عالية جدا، وهذا راجع إلى الرابطة التساهمية القوية الموجودة بين السيلكون والأكسجين(**Si-O**) والتي لا يمكن كسرها إلا عند درجة حرارة عالية في حدود 1700 °C. الكوارتز هو مادة شفافة عديمة اللون ، لها بريق زجاجي في حالته النقية وبسبب غياب الإلكترونات الحرة في تركيبته الكيميائية فإن الكوارتز يمتاز بموصلية كهربائية رديئة ويسلك سلوك المواد العازلة. الجدول بين بعض الخصائص الفيزيائية للكوارتز.

الجدول(1–5): أهم خصائص الفيزيائية للكوارتز[24].

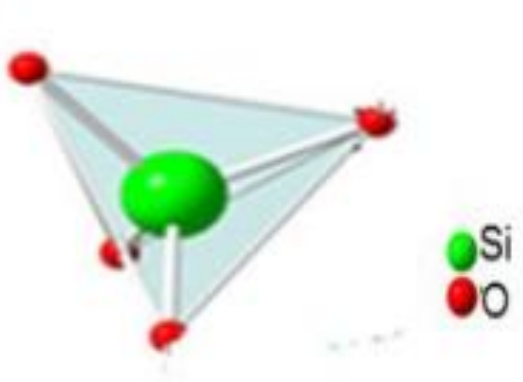
الخاصية	القيمة	الوحدة
الكتلة الحجمية	2.65	g/cm3
قرينة الانكسار	1.543	-
درة حرارة الانصهار	1710	°C
معامل المرونة	54	GPa
مقاومة الضغط	1200	MP

2-2-1- الخصائص الكهربائية للكوارتز:

يعتبر الكوارتز من المعادن ذات الخاصية الكهربائية الضغطية الذي يستعمل في صناعة أجهزة الراديو والإرسال اللاسلكي . كما يعتبر من المعادن التي تتنافر مع المغناطيس وتعرف باسم الديا مغناطيسية (Diamagnetic) و تستخدم هذه الخاصية في عمليات الكشف الجيو فيزيائي لبعض الرواسب الفلزية مثل خامات الحديد والنيكل. والتي تحدث نتيجة حدوث الاستقطاب على أطرافها نتيجة تعرضها إلى جهود ميكانيكية وتستخدم هذه الخاصية في صناعة الساعات لضبط الوقت وصناعة الأجهزة اللاسلكية والاتصالات وكذلك صناعة الميزان الحساس الدقيق والمحولات ومهمة في صناعة أجهزة التحسس والاستشعار، ويستخدم في صناعة الأجهزة التي تتناول دراسة الحمض النووي والبروتينات والدهون وغيرها.

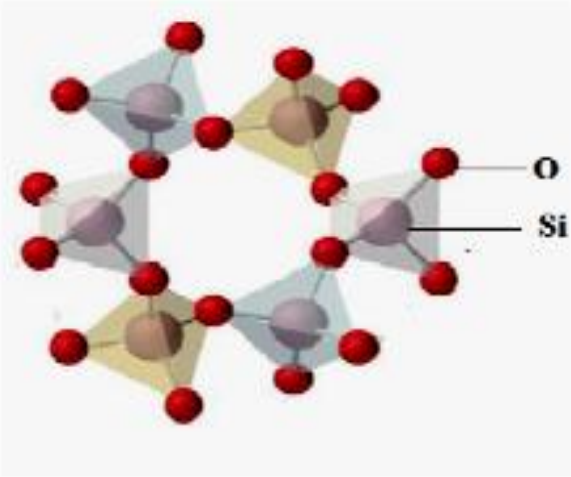
2-2-2-البنية البلورية للكوارتز:

الكوارتز ذو بنيه مشكّلة من رباعيات أوجه من SiO_4، تتصل فيما بينها بواسطة تقاسم الجزء الزاوي مع رباعي أوجه آخر، كما هو موضح في الشكل (1-9).



الشكل(1-9): البنية البلورية لـ SiO_4

المركب المتشكل ذو ثلاثة أبعاد حيث تملك كل ذرة سيلكون (Silicon) أربع ذرات أكسجين (Oxygen) و كل ذرة أكسجين مرتبطة بذرتيْ سيلكون. تتكون الوحدة البنيوية للخلية المتبلورة من ثلاث مجموعاتSiO_2، كل منها في خلية بنيوية واحدة مع ثلاث من السليكون للخلية المجاورة، فيتشكل سداسي أضلاع غير منتظم [25] كما في الشكل **(1-10)** .



الشكل(1-10): البنية البلورية للكوارتز [26]

ليس لروابط الكوارتز الطول نفسه داخل البنية البلورية، فكل ذرة سيليسيوم محاطة بأربع ذرات أكسجين، اثنتان منها تقع على مسافة 1.603 Å و الاثنتان الأخريان تقعان على بعد 1.163 Å .

الجدول (1-6): الخصائص البلورية للكوارتز[27]

الصيغة الكيميائية	SiO_2
نظام التبلور(crystal system)	trigonal
المجوعة النقطية (point group)	32
المجوعة الفضائية (space group)	$P3_121$or $P3_221$
أبعاد الخلية (unit cell parameters)	a=b= 4.1937 Å c= 5.4047 Å
حجم الخلية (unit cell volume)	113.00 $Å^3$
Z (N°. of formula units per Cell)	3

2-2-3-استعمالات الكوارتز:

إن الكوارتز من المعادن التي تزيد من المستوى الاقتصادي لكونه يدخل في العديد من التطبيقات ولاسيما في قطاع البناء وقطاع النفط يستخدم الكوارتز على نطاق واسع في بناء الطرق وصناعة الأسمنت و صناعة الزجاج و البصريات، كما تدخل الأنواع عالية النقاء منه في الصناعات الإلكترونية مثل صناعة السيليكونات التي تدخل في صناعة الكمبيوتر و معظم الأجهزة الإلكترونية، كما تستخدم بلورات الكوارتز في ناقلات الموجات الخاصة بأجهزة المذياع و التلفاز و معظم الرادارات.

الفصل الثاني

الطرق التجريبية المستعملة

2-1- مقدمة:

سنعرض في هذا الفصل كيفية جمع العينات و تحضيرها للدراسة ثم سنعرج إلى الطرق التجريبية المستعملة لتحليل هذه العينات والمتمثلة في مطيافية التحت حمراء بتحويل فورييه و كذلك وحيود الأشعة السينية، مع التذكير بمبدأ عمل كل تقنية واهم خصائص كلا منهما و في الأخير سنتطرق إلى بعض البرامج المساعدة لتحليل نتائج الأشعة السينية.

2-2- جمع و تحضير العينات:

لقد تم اخذ عينات الرمل من كثبان موجود في منطقة بعيدة جدا عن التجمعات العمرانية و ذلك لتأكيد الطبيعة النقية لهذه العينات وعدم امتزاجها مع عناصر أخرى. أخذنا حوالي خمسة و سبعون عينة من كثبان موجود في الجنوب الشرقي لمدينة الوادي (الشكل2-1) ولقد حددت الإحداثيات الجغرافية للمنطقة بـ " 40'49.7 °6 شرقا + " 08'54.7 °33 شمالا.

جمعت العينات من كل جهات الكثيب و من الأعلى إلى الأسفل و من أعماق مختلفة ثم مزجت أوزان متماثلة من كل عينة مع بعضها البعض و ذلك لمحاولة اخذ عينة متجانسة و صورة مماثلة من الكثبان ككل. ولتحضير هذه العينة للتحليل الطيفي قمنا طحن يدوي لهذه العينة لمدة ساعة تقريبا وذلك بواسطة هاوون حتى تحصلنا على مزيج ناعم جدا.

-ا-

موقع مدينة الوادي

-ب-

كثبان محل الدراسة

-جـ-

العينة المدروسة

الشكل(2-1): شكل يوضح الكثيب التي أخذت منه العينة المدروسة

2-3- مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحليل فورييه($FT-IR$):

يعتبر التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء أحد أهم فروع علم الأطياف غير الهدام حيث تعتمد هذه التقنية على تفاعل الأشعة التحت حمراء مع المادة. وتسمح هذه التقنية بتحديد الروابط الكيميائية الداخلة في التراكيب الجزيئية للمواد العضوية واللاعضوية وكذلك البلورية وغير بلورية دون التأثير على خصائصها[28]. لا تتطلب هذه التقنية كميات كبيرة من العينات لتحضير النماذج المعدة للقياس، كما أن إعداد العينات مناسب للحالات الصلبة والسائلة والغازية وهي تستخدم للتعرف على تركيب الجزيئات في حالاتها العادية، كما يمكن استخدامها في الكشف عن التغيرات التي تحدث للجزيئات نتيجة تفاعلها وتكوين

جزيئات جديدة. من ناحية أخرى وبدرجة اقل فإنه يمكن استخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء في التحليل الكمي للمركبات.

2-3-1- مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء:

يعتمد مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء على التداخل بين طيف هذه الأشعة والروابط الكيميائية للمواد. يستعمل في تحليل المواد الأشعة التحت الحمراء المتوسطة ($4000 - 400\ cm^{-1}$) لأنها الأنسب لتحليل المواد. يؤدي امتصاص الأشعة تحت الحمراء إلى تداخل بين المجال الكهربائي لتردد مناسب من الأشعة المارة مع المجال الكهربائي المتولد عن عزم ثنائي القطب الكهربائي للرابطة الكيميائية لجزيئات المواد، في حالة توافق بين ترددي هذين المجالين يحصل امتصاص ينقل الرابطة الكيميائية من مستوى اهتزازي منخفض إلى مستوى اهتزازي أعلى، حيث ينجم عن هذا الامتصاص زيادة في الحركة الاهتزازية أو الدورانية للجزيئات [29]، ثم تعود الجزيئات إلى المستويات الأكثر استقرار (أي الأقل طاقة) ويوافق ذلك إشعاع الطاقة الممتصة. ومن خلال هذه الطاقة الممتصة يتم تحديد طبيعة المادة المدروسة انطلاقا من الخصائص الاهتزازية للروابط الكيميائية للجزيئات. حيث توفر هذه الأشعة كمية الطاقة التي يمكنها أن تسبب انتقالات بين المستويات الاهتزازية الدورانية للروابط الكيميائية إلا أنها لا يمكنها إحداث انتقالات بين المستويات الإلكترونية [30].

2-3-2- أساسيات مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR) :

يمثل طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء بصمة مميزة لتركيب الجزيء ككل. فعندما تمتص جزيئات المادة الأشعة تحت الحمراء تحدث إثارة لذراتها في صورة اهتزاز، فيحدث انتقال اهتزازي بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء مما يؤدي إلى تغيير دوري في طول الروابط الكيميائية أو تغير في الزوايا بين هذه الروابط. يتوقف طول الموجة الذي يحدث عند هذا الامتصاص على كتلة الذرة وقوة الروابط المكونة للجزيء والشكل الهندسي لذراته، لذا يمكن القول أن طاقة الأشعة الممتصة المسببة لأي من الانتقالات الاهتزازية في الجزيء يعتمد على نوع الذرات وطبيعة الروابط الكيميائية المشتملة في الحركات الاهتزازية[31]. ويمكن حساب مقدار التردد الممتص من قبل الجزيئات باستخدام القانون التالي :

$$\vartheta = \frac{1}{2\pi c}\sqrt{\frac{K}{\mu}} \qquad (1-2)$$

حيث:

c : سرعة الضوء في الفراغ.

K: ثابت يمثل قوة الرابطة في الجزيء (أو ثابت مرونة النابض المكافئ للرابطة الجزيئية)

μ : الكتلة المختزلة لذرتي الرابطة الجزيئية بين الذرتين A وB وتعرف بـ:

$$\mu = \frac{m_A \times m_B}{m_A + m_B} \qquad (2-2)$$

تمثل الانتقالات الاهتزازية مستويات طاقة اهتزازية محددة في الجزيء تقاس هذه الطاقة عادة بوحدة العدد الموجي (cm^{-1}) وكذلك تتناسب طردا مع طاقة التذبذب والتي تختلف من جزيء إلى آخر معطية ما يعرف بالبصمة المميزة لكل جزيء من غيره.

2-3-3- أنواع الاهتزازات الجزيئية:

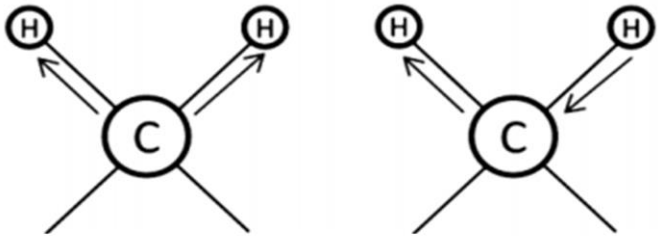
يؤدي امتصاص الأشعة تحت الحمراء إلى حركة اهتزازية للذرات المكونة للجزيء، والتي ينشأ عنها تغير دوري في أطوال الروابط الكيميائية بالنسبة لبعضها البعض أو تغير في الزوايا بين الروابط الكيميائية. كما تتعلق طاقة الأشعة تحت الحمراء الممتصة على كتلة الذرة وقوة الروابط المكونة للجزيء والشكل الهندسي للذرات. يمكن تقسيم حركة اهتزازات الذرات إلى نوعين [32 ،30]:

1- اهتزاز التمدد: ينشأ اهتزاز التمدد عن تغير المسافة بين الذرات في اتجاه محور الرابطة دون تغير المحاور أو الزوايا وهو أيضا ينقسم إلى نوعان:

أ- تمدد بسيط: يشمل تمدد رابطة واحدة فقط .

ب- تمدد مزدوج: يشمل تمدد رابطتين أو أكثر في آن واحد وهو نوعان كما يوضح الشكل (2-2):

- ✓ **تمدد مزدوج متماثل :** وفيه يحدث تمدد للرابطتين معا أو تقلصهما معا.
- ✓ **تمدد مزدوج غير متماثل:** وفيه تمدد إحدى الروابط بينما تنكمش الأخرى بالتزامن مع الأولى.



تمدد غير متماثل **تمدد غير متماثل**

الشكل (2-2): رسم تخطيطي يوضح أنماط اهتزاز التمدد [30]

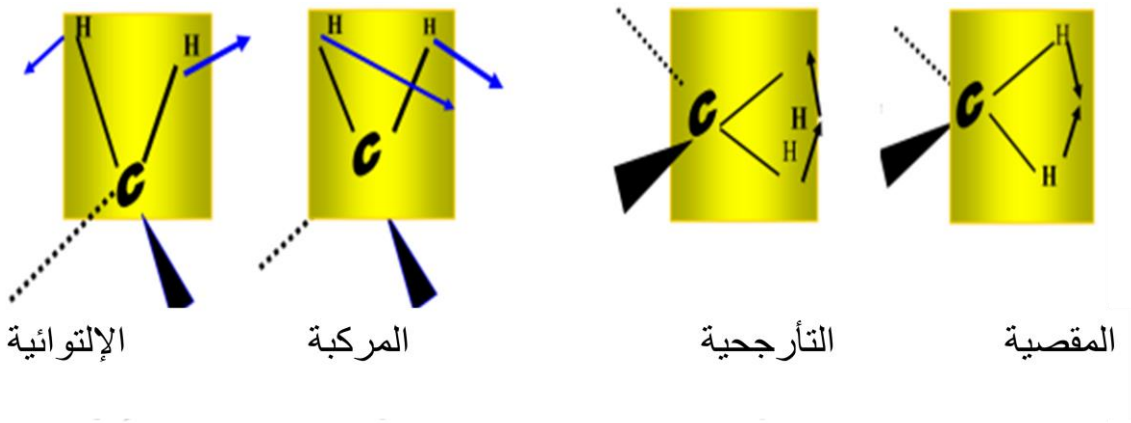
2- اهتزاز الانحناء: ينشأ اهتزاز الانحناء عن تغير الزاوية بين الرابطتين مما يؤدي إلى تغير اتجاه محور الرابطة ويمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع :

أ- **انحناء التأرجح:** تتأرجح الوحدة التركيبية يمينا وشمالا في مستوى اتزانها.

ب- **انحناء مقصي:** تتقارب الرابطتان وتتباعدان بالنسبة لبعضها البعض بحركة تشبه حركة المقص في مستوى الاتزان نفسه.

ج- **انحناء ارتجاجي:** تتأرجح الوحدة التركيبية إلى الخلف وإلى الأمام خارج مستوى اتزانها.

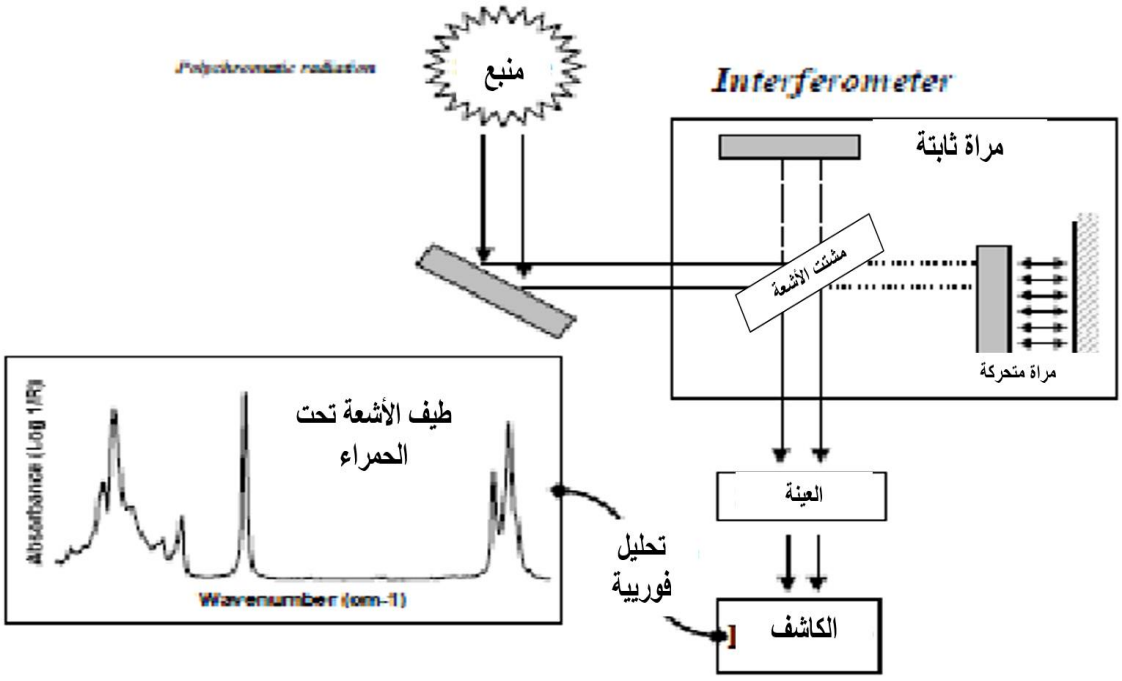
د- انحناء التوائي: تلف الذرات حول الرابطة بينها وبين باقي الجزيء خارج مستوى اتزانها.



الشكل (2-3): رسم تخطيطي يوضح أنماط الانحناء [30]

2-3-4- مبدأ عمل مطياف الأشعة تحت الحمراء:

يرسل مصدر الإشعاع في مطياف ***FTIR*** حزمة تحتوي على كل أطوال موجات الأشعة تحت الحمراء المتوسطة ($\mathbf{4000 - 400\ cm^{-1}}$) إلى صفيحة فاصلة فتقسمها إلى حزمتين، الحزمة الأولى توجه إلى مرآة ثابتة أما الحزمة الثانية فتوجه إلى مرآة متحركة كما هو موضح في الشكل (2-4). ثم يجمع الشعاعين في حزمة واحدة والتي تسقط على العينة ، حيث يمر الشعاع ذو التردد الوحيد بالعينة المراد دراستها، ثم يعبر إلى الكاشف ($detector$) المرتبط بجملة تضخيم ($amplify$) وتسجيلها، ثم مقارنتها بالمرجع($reference$) ، لتعطي في النهاية الطيف ($spectrum$) المطلوب .



الشكل (2-4): مخطط مطياف الأشعة التحت حمراء بتحويل فوريه (FTIR)

2-3-5- تحضير العينات لمطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR):

في هذا العمل قمنا بتسجيل طيف الأشعة تحت الحمراء بواسطة مطياف (FTIR) من نوع ($\boldsymbol{SHIMADZU - FTIR - 8300}$) كما هو موضح في الشكل الذي يعمل في المجال الطيفي $[4000 - 400cm^{-1}]$.

الشكل (2-5): جهاز مطيافية الامتصاص ما تحت الحمراء

في البداية قمنا بتجفيف عينة الرمل بوضعها داخل الفرن لمدة نصف ساعة وذلك بهدف تجفيفها تماما من الرطوبة إذ تعتبر هذه الأخيرة ماصة للأشعة تحت الحمراء. ثم قمنا بتحضر العينة لوضعها داخل المطياف. وذلك بمزجها مع مادة حاملة تسمح بنفاذ الأشعة تحت الحمراء عبرها. نلخص بعض المواد التي تستعمل كحوامل في مطيافية الامتصاص ما تحت الحمراء في الجدول التالي:

الجدول (2-1): المواد المستخدمة كحوامل للتحليل في مطياف FTIR

مادة حاملة العينة	النفاذية الموجية العابرة (cm^{-1})
NaCl	$4000 - 625$
KBr	$4000 - 400$
AgCl	$2500 - 435$
CsBr	$1000 - 270$
CsI	$1000 - 200$
Ge	$2000 - 600$
Polyethylene	$625 - 33$

بعد عملية تجفيف عينة الرمل قمنا بخلط $2mg$ من العينة مع $198mg$ من مسحوق بروميد البوتاسيوم الجاف KBr. ثم يضغط هذا المزيج على شكل قرص صلب وذلك عن طريق كبسها تحت ضغط مرتفع يساوي لمدة خمسة دقائق في القاع بشكل دائري، وذلك بهدف الحصول على توزيع متجانس لكلا العنصرين. بعد الضغط تحصلنا على قرص قطره $10mm$ وسمكه $0.5mm$.

الشكل (2-6): المكبس(أ) ولواحقه (ب)

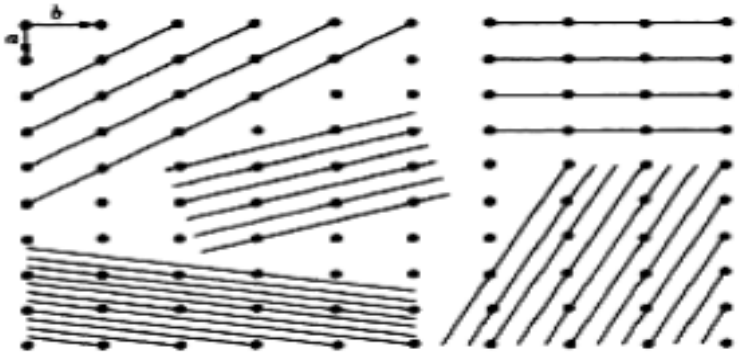
الشكل (2-7): الأدوات المستخدمة في تحضير عينات التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء

2-4- حيود الأشعة السينية:

أن الهدف من استخدام تقنية انعراج الأشعة السينية هو دراسة البنية الدقيقة للمادة و معرفة التركيب البلوري لها. الأشعة السنية هي عبارة عن إشعاع كهرومغناطيسي فأطوالها الموجية تمتد بين 0.01 و Å 100 في المجال الواقع بين أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية من الطيف الكهرومغناطيسي. و يستخدم هذا الإشعاع خاصة في مجال الفيزياء، الطب والصناعة. فيما يلي سنتطرق إلى أهم مبادئ حيود الأشعة السينية.

2-4-1- مبدأ حيود الأشعة السينية:

إن المادة هي عبارة عن جسيم متعددة البلورات ، تتكون البلورات من ذرات أو جزيئات أو شوارد مرتبة بشكل منتظم. وموزعة على مستويات متوازية تدعى المستويات البلورية[33] ، تمر هذه المستويات بالذرات عبر شبكة بلورية ثلاثية الأبعاد ، لذلك يوجد العديد من هذه المستويات في الشبكة الواحدة كما هو موضح بالشكل **(2-8)**.



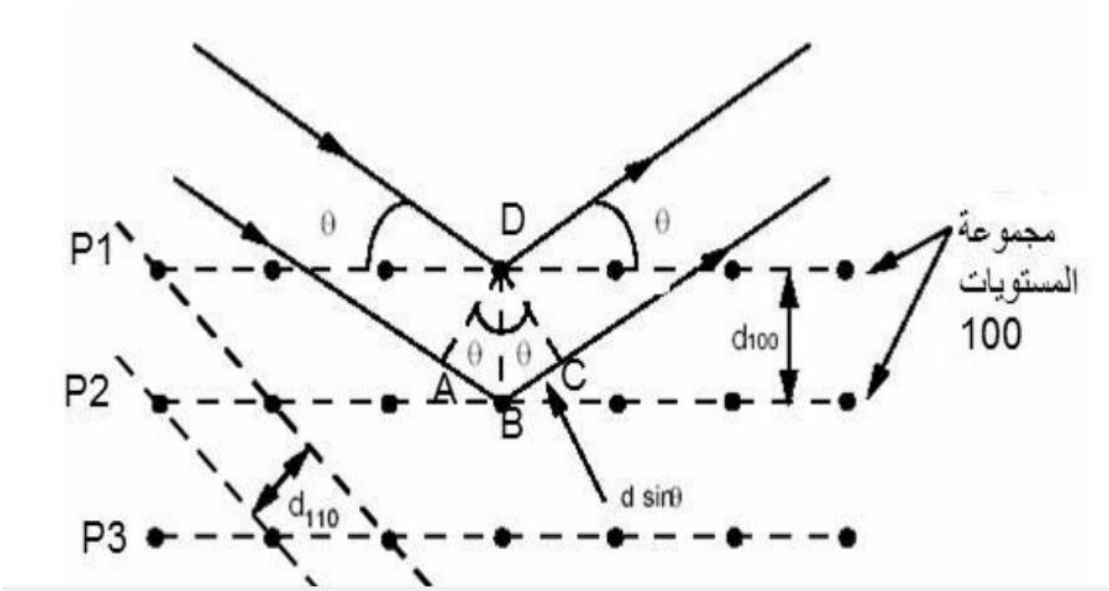
الشكل (2-8): رسم تخطيطي يوضح المستويات الشبكية[34]

عند ورود الأشعة السينية على بلورة فإن مستويات الذارت تعمل كمرايا صغيرة تحيد الأشعة وفق أنماط منتظمة، وكل نوع من هذه البلورات له مخطط مختلف من الحيود، حيث تتعلق زاوية الحيود بشكل رئيسي بتغير البنية البلورية وطول موجة الأشعة السينية الواردة على البلورة.

2-4-2- قانون براغ:

حيود الأشعة السينية عبارة عن طريقة تستخدم لوصف التركيب البنيوي للمادة، حيث تمكن من تحديد بنية المادة المدروسة وطور تبلورها، كما تسمح بتحديد حجم وتوجيه حبيبات هذه المادة. يعتمد مبدأ حيود الأشعة السينية على علاقة براغ و التي تخص عملية حيود الأشعة X .

إذا تصورنا أن شعاعا أحادي الطول الموجي يخترق مستوي ذرات أو أيونات من المادة المدروسة كما موضح في الشكل (2-9):



الشكل (2-9) :رسم توضيحي لقانون براغ يوضح المسافة بين مستويين

فإن قانون براغ (Bragg) ينص على أن:

$$n\lambda = 2d \sin\theta \qquad (3-2)$$

حيث:

n تمثل مرتبة الحيود، λ تمثل الطول الموجي و **d** تمثل المسافة البينية.

حيث يحدث حيود لأشعة سينية ذات طول موجي معين λ فقط عند زاوية θ خاصة والتي تعين من خلالها المسافة البينية (d). حيث في كل مرة تعين قيم زوايا الانعراج θ من خلال تدوير العينة ومن ثم يمكن قياس المسافة بين المستويات[35].

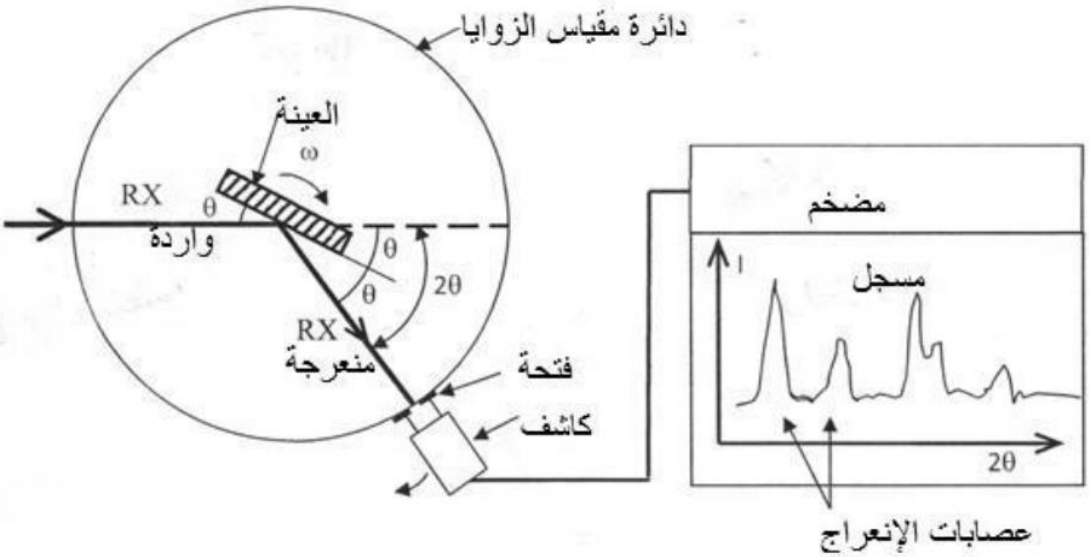
2-4-3-الجهاز ومبدأ القياس:

الجهاز الذي استعملناه لتحليل عينة الرمل بواسطة حيود الأشعة السينية (XRD) من نوع proto Benchtop Powder diffraction Axrd كما في الشكل (2-10). يعمل هذا الجهاز بطول موجي مساوي الى λ=1.54 Å وتحت جهد مقداره 30 KeV وشدة تيار 20 mA حيث كانت زاوية المسح محصورة بين 20 إلى 80° .

بحيث تُثَبَّتُ العينة على قاعدة الحامل، يمكن لها أن تدور حول محور عمودي، كما بالشكل (2-11) تصدر الأشعة السينية من المنبع ثم تنعرج من خلال العينة لتشكل أشعة منعرجة ثم تركّز عند فتحة الكاشف حيث تدخل إلى العداد.

تتغير زاوية الورود أثناء القياس خطوة بخطوة، و في كل خطوة تسجل الشدة الفعلية للشعاع المنعكس بواسطة عداد عندما يتحقق شرط براغ تظهر قمة لشدة الشعاع المنعكس[36].

الشكل (2-10) :جهاز انعراج الأشعة السينية المستعمل



الشكل (2-11) : مخطط وظيفي لجهاز انعراج الأشعة السينية

2-4-4- برامج تحليل المعطيات التجريبية:

نذكر من بين البرامج المنتشرة و التي يساعد على تحليل معطيات حيود الأشعة السينية

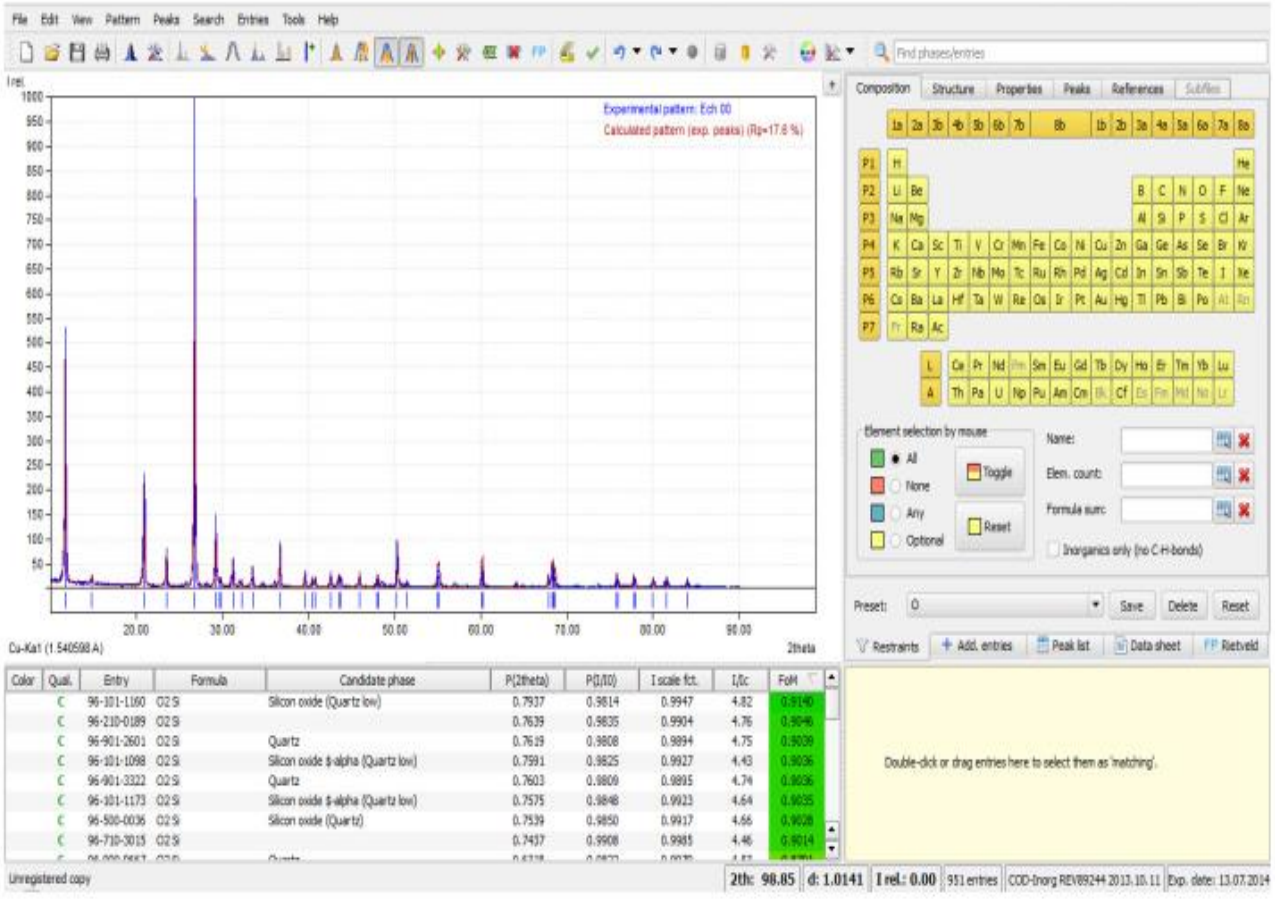
1- برنامج X'PertHighScore **:**

هو احد البرامج الحاسوبية المشهورة التي تعالج بيانات حيود الأشعة السينية، و ذلك باستخدام قواعد بيانات تحوي معلوماتٍ عديدةً عن مختلف التراكيب البلورية. بإمكان برنامج X'PertHighScore المطابقة بين المعلومات المقدمة له من مخطط حيود الأشعة السينية للعينة المدروسة و تلك التي عنده من قواعد البيانات، معطيا التركيب البلوري الأكثر تطابقا و كذا تركيزه.

2- برنامج (Match):

يعتبر برنامج ماتش (Match) من بين البرامج الحاسوبية التي تعالج بيانات انعراجات الأشعة السينية وذلك باستخدام قواعد بيانات تحتوي معلومات جديدة عن مختلف التراكيب البلورية، بإمكان برنامج الماتش المطابقة بين المعطيات المقدمة له عن مخططات انعراج الأشعة السينية للعينة المدروسة وتلك التي لديه من قواعد البيانات معطيا التركيب البلوري الأكثر تطابقا وكذا تركيزه تزداد فعالية هذا البرنامج كلما زود بقائمة العناصر الكيميائية التي تعرف وجودها مسبقا في العينة المدروسة.

توجد برامج أخرى مشابهة لبرامج الماتش إلا أننا في دراستا هاته اخترنا برنامج الماتش عن غيره لسهولة العمل به وكذلك توفره، وهذه واجهة هذا البرنامج كما هو موضح في الشكل (2-12).



الشكل (2-12): واجهة برنامج الماتش المستخدم في تحليل نتائج مخططات الأشعة السينية

الفصل الثالث

نتائج القياسات الطيفية: تحليلها ومناقشتها

3-1- مقدمة:

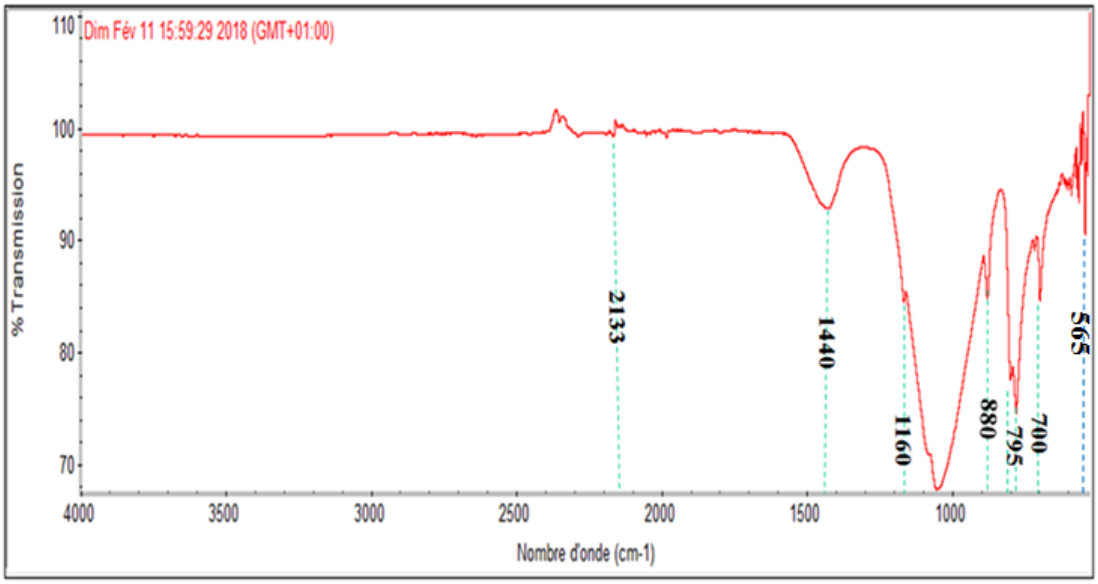
سنهتم في هذا الفصل بعرض أهم النتائج المتحصل عليها من خلال تحليل رمل منطقة وادي سوف بواسطة مطيافية الأشعة التحت حمراء بتحويل فورييه و كذلك انعراج الأشعة السينية ثم تحليل وتفسير هذه النتائج كلا منها على حدا.

3-2- النتائج المتحصل عليها و مناقشتها:

3-2-1- مطيافية الأشعة التحت الحمراء:

من خلال مقارنة قمم الامتصاص في طيف الأشعة التحت الحمراء مع أطياف مرجعية أخرى أجريت على مواد معروفة مسبقا يمكننا تحديد نوعية الروابط الكيميائية الموجودة في المادة المدروسة و من ثم يمكننا تحديد البنية الجزئية للمادة.

سجلنا في الشكل (3-1) طيف الأشعة التحت الحمراء بتحويل فورييه لعينة طبيعية لمادة الرمل أخذت من منطقة الوادي. لوحظ أشرطة الامتصاص الموجودة في المجال 1200-500سم$^{-1}$ هي قمم شديدة و حادة.



الشكل (3-1): طيف امتصاص الأشعة التحت حمراء لعينة الرمل.

تشير النتائج إلى أن رمل منطقة الوادي يحتوي فقط على كمية كبيرة من مادة الكوارتز و كمية اقل من مادة الكالسيت. و كما يلخص الجدول (3-1) فان أشرطة الامتصاص 595،512 ،694 ،795 سم$^{-1}$ كانت موافقة للرابطة O-Si-O أو الرابطة O-Si و الممثلة لمادة الكوارتز [37-38]. أما عنصر الكالسيت فكان ممثلا في أشرطة الامتصاص الموافقة لـ 880، و1440سم$^{-1}$ والموافقة للمجموعة الوظيفية CO_3^{-2} [39-40]. كما وجدت رابطة أخرى عند 2133سم$^{-1}$ و التي تعود للماء.

الجدول (3-1) : العصابات الأساسية للامتصاص والاهتزازات المميزة لها [41 – 42].

المادة	نوع الإهتزاز	التردد (cm^{-1})
كوارتز	$Si-O$ إنحناء إهتزاز- bend-	**565**
كوارتز	$Si-O$ كوارتز *Sym bend*	**700**
	$Si-O$ Symmetrical Stretching Vibration اهتزاز تمدد متناظر - كوارتز	**795**
كالسيت	إنحناء خارج مستوى الإتزان CO_3^{-2} كالسيت	**880**
كوارتز	$Si-O$ ASymmetrical Stretching Vibration اهتزاز تمدد غير متناظر - كوارتز	**1060**
	$Si-O$ ASymmetrical Stretching Vibration اهتزاز تمدد غير متناظر - كوارتز	**1160**
كالسيت	تمدد غير متناظر CO_3^{-2} ASymmetrical Stretching Vibration كالسيت	**1440**
ماء	$anhydrite$	**2133**

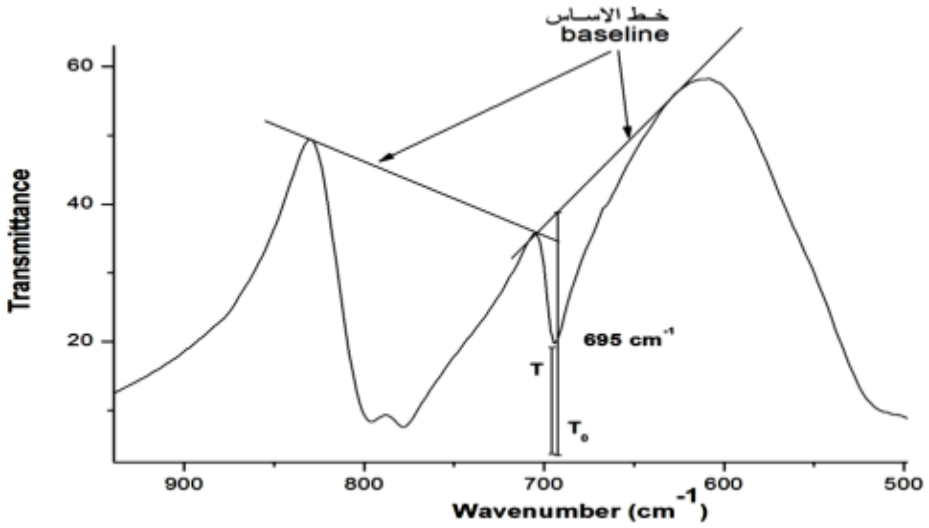
لوحظ أيضا شريطي امتصاص متجاورين عند 776 و 796سم$^{-1}$ و هذا يؤكد على أن مادة الكوارتز في مادة الرمل موجود في الطور البلوري α [**43**] . كما أن شريط الامتصاص عند 698سم$^{-1}$ يدل على وجود الكوارتز في شكل متبور [**43**].

لقد اثبت هذه المطيافية أن رمل منطقة الوادي هي مادة طبيعة غنية بمادة الكوارتز و كذلك خالية من أي شوائب. حيث لم نجد أي شريط امتصاص يوافق عناصر أخرى في تركيب مادة الكوارتز.

يمكن حساب نسبة تبلور عينة الرمل من خلال حساب النسبة بين قيمتي الامتصاصية عند 695 و 797سم$^{-1}$ أي $\frac{A_{699.3}}{A_{795}}$.

علما أن قيمة الامتصاصية A تحسب كما يوضح الشكل (3-2) كما يلي [44]:

$$A = log\frac{T_0}{T} \qquad (1-3)$$

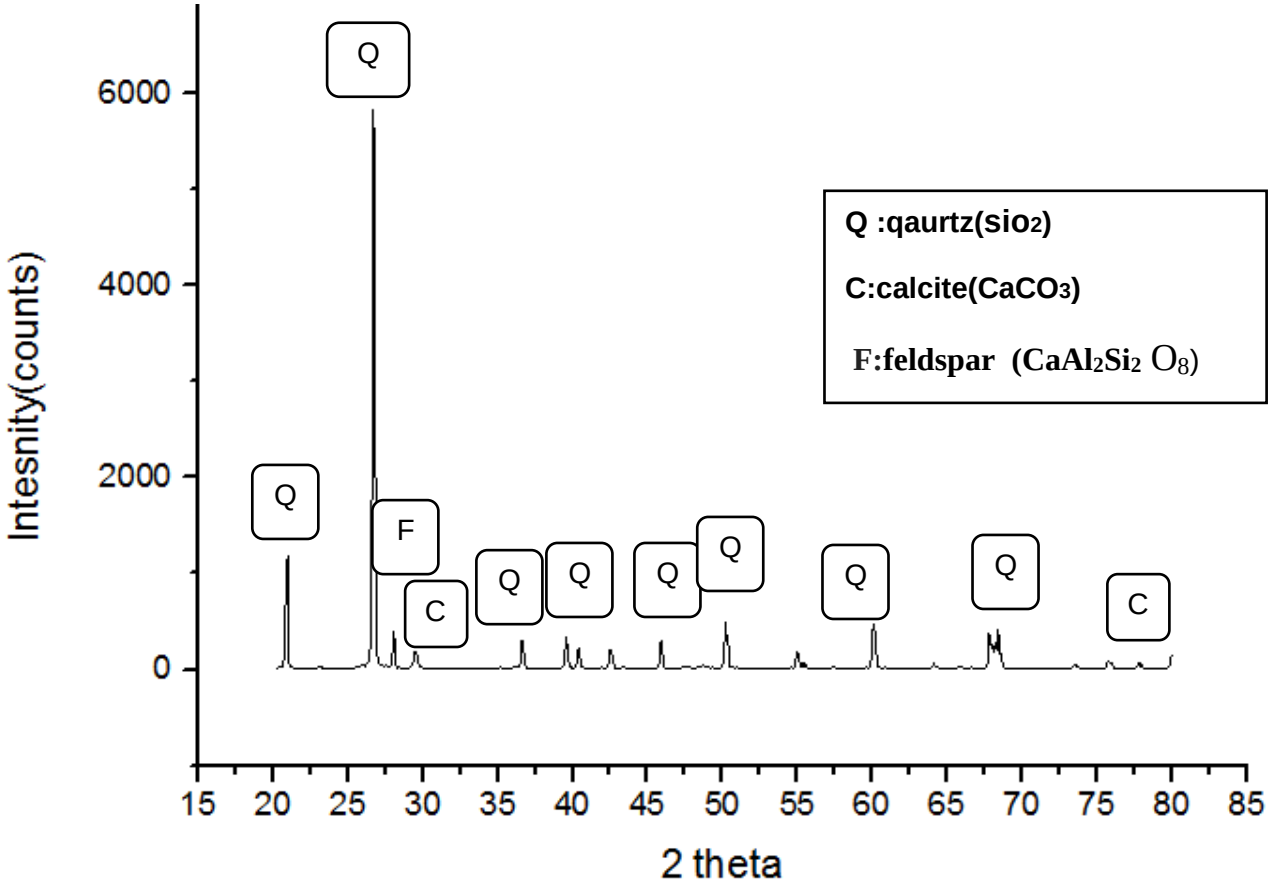


الشكل (3-2): طريقة تحديد قمم النفاذية T_0 و T

اعتمادا على هذه العلاقة وجدنا ان قيمة تبلور مادة الرمل تساوي 0.49 و هي دليل على درجة تبلور مادة الكوارتز في مادة الرمل.

3-2-2- تقنية حيود الأشعة السينية:

لقد تم تسجيل طيف انعراج الأشعة السينية على عينة رمل منطقة الوادي و الممثل في الشكل (3-3).
و بمعالجة هذا الطيف ببرنامج الماتش تمكننا أولا من تحديد كل العناصر الكيميائية المشكلة للعينة.
قمم الانعراج 2Θ عند : 20.90°، 26.70 °، 28.04 °، 36.60 °، 39.55 °، 40.38°، 42.53°، 45.88°، 50.23°، 55.00°، 60.07°، 64.11 °، 68.10°، °، 75.78°، 77.79°، كانت موافقة لمادة الكوارتز(SiO_2). أما قمم الحيود عند 29.50°، 73.52°°، 65.59° دلت على وجود مادة الكالسيت($CaCO_3$). أيضا لوحظت قمة حيود وحيدة عند القيمة 28.04°والموافقة لمادة الفالسبار $CaAl_2Si_2O_8$ [45].



الشكل (3-3): طيف انعراج الأشعة السينية لرمل كثبان منطقة الوادي

أكدت تقنية حيود الأشعة السينية المعلومات التي تحصلنا عليها من مطيافية الأشعة التحت حمراء و المتمثلة في أن رمال منطقة الوادي تحتوي على نسبة كبيرة من معدن الكوارتز(SiO_2) و مادة الكالسيت ($CaCO_3$).

أيضا من خلال برنامج التحليل ماتش و كذلك مقارنة النتائج التجريبية المتحصل عليها مع طيف الانعراج ببطاقات (ASTM) تحصلنا على معلومات تخص معاملات ميلر (lkh) لكل مستو و المسافة البينية بين المستويات d و شدات القمم كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (3-2): خصائص بنيوية لمادة الرمل لمنطقة الوادي

زواياالحيود θ2(◦) (Angle diffraction)	المعدن (mineral)	المسافة البينية d (Å) (Interlayer spacing)	معاملات ميلر (h k l) (Miller indices)	المسافة البينيةd (Å) المحسوبة	الشدة (u.a)Intensity
20.90	كوارتز	4.2506	1 0 0	4.2453	189.06
26.70	كوارتز	3.3392	1 0 1	3.3348	1000.00
28.04	الفالسبار	3.1827	1 0 1	3.1389	45.99
29.50	كالسيت	3.0278	1 0 4	3.0243	41.00
36.60	كواتز	3.4550	1 0 4	2.4523	53.08
39.55	كوارتز	2.2789	1 0 2	2.2786	52.91
40.38	كوارتز	2.2335	1 1 1	2.2459	33.84
42.53	كوارتز	2.1259	2 0 0	2.1197	41.08
45.88	كوارتز	1.9780	2 0 1	1.9788	45.90
50.23	كوارتز	1.8165	1 1 2	1.8118	93.84
55.00	كوارتز	1.6695	2 0 2	1.6675	35.60

60.07	كوارتز	1.5403	2 1 1	1.540	104.44
64.11	كوارتز	1.4526	1 1 3	1.4490	10.39
68.10	كوارتز	1.3769	2 1 1	1.3752	106.34
73.52	كالسيت	1.2882	1 0 4	1.2248	7.97
75.78	كوارتز	1.2553	3 0 2	1.2534	12.32
77.79	كالسيت	1.2279	2 2 1	1.2261	16.53

أيضا عند حساب المسافة البينية باستعمال قانون براغ وجد انه هناك اختلاف طفيف بين القيمة المحسوبة و القيمة المعطاة بواسطة البرنامج و هذا سببه وجود بعض العيوب البلورية في المعادن المشكلة لمادة الرمل.

تؤكد أهم الإنعكاسات الطيفية التي تقع على المسافات d_{hkl} لـ4.2506، 3.3392 ، 1.5403وجود البنية البلورية من الصنف ألفا (α) للكوارتز في العينة المدروسة [46].

وأيضا بمعالجة البيانات التجريبية المتحصل عليها من مخطط حيود الأشعة السينية لرمل الوادي بواسطة برنامج ماتش تحصلنا على بعض المعلومات البنيوية للمواد المكونة لمادة الرمل. و الجدول (3-3) (3-4) يلخص أهم النتائج البنيوية المتحصل عليها، والمتمثلة في أبعاد الخلية البنيوية (a, b, c,)، ونظام التبلور (crystal system)، والمجموعة الفضائية مع الوزن النوعي.

الجدول (3-3): النتائج البنيوية للكوارتز و الكالسيت المتواجد في رمل كثبان الوادي

الصيغةالكيميائية(chemical formula)	**SiO_2**
النوع	α -كوارتز
الوزن الذري(u. m. a)	60.08
الوزن النوعي (g/cm^3)	2.66
نظام التبلور(crystal system)	سداسي (hexagonal)

المجموعة الفضائية (space group)	$P3_221(145)$
a (Å)	4.90
b (Å)	4.90
c (Å)	5.40

الجدول (3-4): النتائج البنيوية للكالسيت المتواجد في رمل كثبان الوادي

الصيغةالكيميائية(chemical formula)	**($CaCO_3$)**
النوع	كالسيت
الوزن الذري(u. m. a)	100.08
الوزن النوعي (g/cm^3)	2.65
نظام التبلور(crystal system)	سداسي(hexagonal)
المجموعة الفضائية (space group)	$R\bar{3}c(167)$
a (Å)	4.9910
b (Å)	4.9910
c (Å)	17.0680

3-3- خلاصة:

من خلال تقنية الأشعة التحت حمراء بتحويل فورييه و انعراج الأشعة السينية تمكنا من تحديد التركيب الكيميائي لمادة الرمل لمنطقة الوادي و المتمثلة أساسا في مادة الكوارتز (SiO_2) و مادة الكالسيت ($CaCO_3$). و هذا دليل على نقاء رمل هذه المنطقة. كما تمكننا من تحديد نسبة التبلور لمادة الكوارتز.
أيضا تم تحديد بعض المعلومات البلورية للكوارتز و الكالسيت. حيث هذه المعلومات يمكن استغلالها في الصناعات التي تعتمد على مادة الرمل.

الخاتمة العامة

الخلاصة العامة

الرمال تغطي مساحات شاسعة من مدينة الوادي حيث تعتبر هذه المادة من أهم الموارد الطبيعة المتوفرة والتي يمكن استغلالها والاستفادة منها. فهي مادة أولية يعتمد عليها في النانو تكنولوجيا كصناعة الألواح الشمسية و الألياف البصرية وكذلك في الصناعة كتصفية المياه و البناء. وبهدف تثمين الأهمية العلمية لرمال الكثبان و تقدير نسبة الكوارتز الموجودة فيها قمنا في هذا العمل بدراسة الخصائص الكيميائية للمواد الموجودة في مادة الرمل بمنطقة الوادي وذلك باستخدام مطيافية الامتصاص للاشعة ما تحت الأحمر بتحويل فورييه و حيود الأشعة السينية.

في الفصل الأول قدمنا لمحة عامة حول الرمل و الكثبان الرملية و خصائصها. كما تطرقنا لبنية و خصائص الكوارتز كمكون أساسي للرمل.

أما الفصل الثاني فتطرقنا فيه إلى الطرق الطيفية المستعملة في الدراسة ألا و هي مطيافية الامتصاص للاشعة ما تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR و حيود الأشعة السينية XRD و كذلك مبدأ عمل كل منهما.

في الفصل الثالث قمنا بتحليل و مناقشة النتائج المتحصل عليها من تحليل عينة رمل من كثبان منطقة الوادي. أكدت النتائج التجريبية المتحصل عليها من مطيافية امتصاص الاشعة ما تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR و حيود الأشعة السينية XRD أن الرمل يتكون أساسا من مادة السيليس (الكوارتز) SiO_2 ومن مادة الكالسيت $CaCO_3$. كما بينت مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه ان الامتصاص المزدوج عند 779 و$795\ cm^{-1}$ يستعمل لتمييز مختلف أنواع السيليكا ويدل على تواجد الكوارتز في الطور α. كما انه ومن خلال هذه التقنية تمكننا من حساب درجة التبلور و بينت النتيجة أن الكوارتز يبدي طبيعة عالية التبلور في مادة الرمل.

أكدت الدراسة بواسطة الأشعة السينية أيضا وجود البنية البلورية α للكوارتز في العينة المدروسة. و من خلال معالجة النتائج التجريبية المتحصل عليها من انعراج الأشعة السينية بواسطة برنامج ماتش تمكننا من تحديد بعض الخصائص البنيوية لمادة الكوارتز و الكالسيت في عينة الرمل. وذلك لاستخدامها عند استعمال مادة الرمل.

و بحوصلة هذه النتائج نكون قد توصلنا إلى دراسة التركيب الجزيئي و البنيوي لرمل كثبان منطقة الوادي من خلال طرق التحليل الطيفي الموجهة لمثل هذه البحوث المهمة، و استنتاج بعض الخصائص التي تميز مكونات هذا الرمل.

بعد إتمام هذه الدراسة فإننا نسجل التطلعات و الآفاق التالية لتكون مجال بحث ودراسة في المستقبل من أجل تحسين وتدعيم النتائج المتحصل عليها ، وكذلك زيادة التطبيقات العلمية و الرفع من كفاءة الموارد الطبيعية من جهة ، وكذا التقليل من التكلفة المادية من جهة أخرى:

- استخلاص مادة الكوارتز.
- استخلاص السيلسيوم النقي للأبحاث النانومترية.
- إمكانية استخدام الرمل كمادة عازلة كهربائيا أو لتخزين الحرارة.

المراجع

المراجع

[**1**] Y.Benna.S., BEdjon.B.,Gueltahe A Baray (2006) Vallorisation des sables de dune Application aux sables des regions de ouargla et de Boussaada، National Center of studies and Integrated Reserarchs (CNERIB)

[**2**] Bigclow CA Bowman DC Cassel DR (2004) Physical Properties of sand amented With inorganic materials or Sphagnum peat moss USGA Turfgrass Environ Res online 3(6) (1-14)

[**3**] د/ محمد القاضي الرمل الكوارتزي (الجزء الأول) جامعة قطر 1999

[**4**] كتاب/د أمين إبراهيم إلياس /الجيولوجيا العامة /دار الكتاب الجامعي العين – الإمارات 2003م-1423هـ

[5] مذكرة مقدم لنيل درجة الماجستير في تهيئة الأوساط الإقليمية مشكلة صعود المياه وآثارها البيئية بإقليم وادي سوف عبداوي جيهان ريم 2006.

[**6**] Beddiaf S, chihi S, Leghrieb Y, (2015) the determination of some crystallographic parameters of quartz in the sand dunes of Ouargla Algeria J Afrearth sci 106 (129-133)

[**7**] Guettala S Mezghiche B Mellas M(2010) Adding finely Gushed dune sand to cement on the evolutionof hydration of pasta .rtland Cement .Asian Journal of Civil Engineering (building and housing) 11(2) 241-251.

[**8**] https://en .wikipedia .org (Version 01/2016)

[**9**] http://www.chemistrysources .com(Version 01/2016)

[**10**] http:// mawdoo3 .com (Version 01/2016)

[**11**] https:// crys tallography 365.wordpress .com /sturctures (Version 01/2016)

[**12**] https:// crys tallography 365.wordpress .com /sturctures (Version 01/2016)

[**13**] Mahaney W.C (2002) Atlas of sand Grain Surface Textures and Appllication .oxford University press

[**14**] Petre M Gligor J traje sand Blao B(2004) the dependence of quartz and opal color on trace element composition –as ftir and micro-raman spectroscopy study balletion of the chemiste and the chonlogists Macedonia 23(2) :(171-184)

[**15**] M.L Mechri .S. Chihi . Study of the atomic composition of the sand dunes of ouragla region by XRF spectroscopy SEM .Exx and Ann Sci Technol Vol .4.NO.2.2012 Page (69-79)

[**16**] الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (2005) خواص التربة وإختبارات التربة

[**17**] سامي أحمد حجاوي (2003) وفحوصات التربة

[**18**] Deen .W.A.R.A Howie .and J.Zussaman(1963) Rock –Forming Mineral Vol 4 langmans london 435 PP

[**19**] Knneth pye .hain tsoar (2009) the physical of sand and sand dunes springer .

[**20**] Pye .k.and tsoar H(2009) Aeolian sand and sand dunes .springer verlay Berlin Heidelberg

[**21**] مذكرة ماجستير كلية العلوم الإنسانية والإجتماعية جامعة منتوري قسنطينة .جراية محمد المشري الصحراء الجزائرية خلال العصر الحجري الحديث(2008).

[**22**] http://www: google .dz /maps /@28.6520.306.5739441.2817309 m/data.

[**23**] لى عبد الاله صكبان العابدي (2009)؛ درسة الخصائعى البصرية و الضوئية لعدن الكوارقز و الكشف عن توجدها ضمن مغصولات الرمال في بعض الرب الرسوبية؛ مجلة الغرات للعلوم الزراعية 1(3): 104- 115

[24] غويل بوجمعة ،(2010)تحضير و دراسة مساند للأغشية انطلاقا من مواد خزفية، مذكرة ماجستير في البنية المجهرية وميكانيك المواد، جامعة باتنة.

[25] Anbalagana G, Prabakaramb A.R, Gunasebaramb S (2010) Spectroscopic characterization of Indian stander sand. Journal of applied spectroscopy 77 (1):86-94.

[26] Raniert V (2009) Amélioratoin des performances du quartz par substitution de germanium au cilicium dans le réseau cristallin ,Thèse docteur , Univ Nontpellier II p12-13.

[27] Frondel C (1962) Dana's system of mineralogy (7th edition), v. III, silica minerals, 9-250.

[28] Reig .F.B.Adelantado J.V.G and Moreno M.C.M (2002) FTIR quantitative analysis of calcium (calcite) and silica (quartz) mixtures using the conttant ratio method APPlication to geological samples talanta 58:811-821.

[29] Derricle M.R Stulik Dand landry J.M (1999) Infrared .Spectrocopy in conservation science the J Paul Getty trust the Getty conservation Institule.

[30] polfer N.C qnd dugourd p (2013) laser photodissociation and spectroscopy of Mass .sparated Biomlecular Ions lecture notes in chemistry 83.

[31] sturt B(2004) Infrared spectroscopy and Application John wily – sons.

[32] المطيافية بين النظرية والتطبق أ- د أحمد خميس محمد سلامة . كلية العلوم بالزلفي – جامعة القصيم – المملكة العربية السعودية 2010 صفحة (84-109)

[33] Iadonisi G., Cantele G. and Chiofalo M. L. (2014); Introduction to Solid State Physics.
and Crystalline Nanostructures; Springer-Verlag Italia

[34] Cullity B. D. (1956); Elements of x ray Diffraction; Addison-Wesley Publishing
Company, Inc.

[35] Lounis CHEKOUR , Elément de diffraction de rayons X, Univ Mentouri de Contantine p8-11.

[36] Powder diffraction Files Search Manual Minerals (2003) joint committee on powder diffraction standares,USA.

[37] J.hlavay;K;Jons;S; Elek qnd Inczedy (1978) Clay clay Miner p (139-143).

[38] H.Marel ;HBentelspacher (1976) atlas of Infrared spectroscopy of Clay minerals and their admixtures EL-SERVER ;NEWYORK.

[39] K.NaKaoto;(1986)Infrared and Ranan spectra of inorganic and coordination compounds;willey Interscience; NEWYORK.

[40] J.Michael; Hollas(1974) Modern spectroscopy; ED willy.

[41] Aboulmokh .y beerdjem ;K.Guerfidand .AGHEID (2007) Koalin form djebel Debbagh Mim;Guelma AlGERIA Research journal of applied –sience
2 p(435-440).

[42] D.Taylor;CNendic and .J.Grade (1970) EdHyy Assoc 31;p(100-108)

[43] Anbalagana G., Prabakaramb A. and Gunasebaramb S. (2010); Spectroscopic characterization of Indian stander sand; Journal of applied spectroscopy .

[44] Stuart B. (2004); Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications; John Wiley &Sons.

[45] Jo, D., Sanyal, B., Lee, J. W., & Kwon, J. H. (2015). Thermoluminescence characterization of isolated minerals to identify oranges exposed to γ-ray, e-beam, and X-ray for quarantine applications. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 303(1), 297-304.

[46] Sivakumar S, Ravisankar R, Raghu Y, Chandrasekaran A , Chandramohan J

FTIR Spectroscopic Studies on Coastal Sediment Samples from (2012)Cuddalore

District, Tamilnadu, India, Indian Journal of Advances in Chemical Science

(1):40-46.

الملخص :

في هذا العمل تم دراسة التركيب الكيميائي المكون لرمل كثبان منطقة الوادي و ذلك باستعمال تقنية التحليل الطيفي و المتمثلة في مطيافية الأشعة السينية (XRD) و مطيافية الأشعة التحت حمراء بتحويل فورييه (FTIR). أثبتت كل من XRD و FTIR أن مادة الرمل في هذه المنطقة تتكون أساسا من طورين بلوريين هما الكوارتز(SiO_2) طورα و الكالسيت ($CaCO_3$) بنسبة اقل. و من خلال حساب درجة التبلور لمادة الكوارتز من طيف الأشعة التحت حمراء تأكد لنا أن مادة الكوارتز على درجة عالية من التبلور. معالجة النتائج التجريبية المتحصل عليها من الأشعة السينية بواسطة برنامج ماتش مكننا من تحديد بعض المعلومات البلورية لمادة الكوارتز و الكالسيت المتواجدين في رمل منطقة الوادي.

الكلمات المفتاحية: الرمل، الكواتز، الكالسيت' البنية البلورية، مطيافية الأشعة التحت حمراء.

Dans ce travail nous avons étudié la structure chimique du sable de dunes de la région d'El-Oued par deux techniques analytiques, en utilisant la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (TFIR) et la diffraction de rayons X (DRX). Ces deux méthodes affirment que ce sable se compose principalement par deux phases cristallines: le Quartz-α (SiO_2) et la Calcite ($CaCO_3$) en faible quantité. Ainsi le calcul du degré de cristallisation de Quartz par FTIR montre une nature de cristallisation très élevée. L'analyse des données expérimentales obtenus la diffraction de rayons X par le logiciel Match nous a permes d'identifier quelques paramètres cristallines du quartz et de la calcite du sable d'El-Oued.

Mot clés: Sable, Quartz, Calcite, Spectroscopie infrarouge, structure cristalline.