

## الجزء الأول

إسهام علماء العرب فى تطوير  
بعض فروع علم الأرض : علم  
البلورات وعلم المعادن وعلم  
الصخور الرسوبية وعلم  
الأرض الطبيعى (دوران الأرض)

## تتميز

يتكون الجزء الأول من كتاب علوم الأرض عند العرب من ثمانية فصول بيّانها كالآتي: الفصل الأول: وصف البلور الصخرى عند البيروني، والفصل الثاني: بعض خصائص المعادن كما عرفها علماء العرب، والفصل الثالث عن: وصف معدن الكهرمان عند العرب. أما الفصل الرابع فيتحدث عن: القلقند والقلقديس والقلقطار وهي سلسلة أملاح الكبريتات أو الزاجات التي عرفها العرب. بالنسبة للفصل الخامس فموضوعه: الأدوية المعدنية عند العرب، وفي الفصل السادس: إضافات عربية لعلم الصخور الرسوبية. أما الفصل السابع فهو عن: حركة الأرض عند علماء العرب، والفصل الثامن مرتبط به ويتكلم عن: دوران الأرض عند القزويني.

هذه الفصول الثمانية تمثل إسهام علماء العرب والمسلمين في إنشاء وتطوير عدد من فروع علم الأرض مثل: علم البلورات وعلم المعادن وعلم الصخور الرسوبية وعلم الأرض الطبيعي. وهنا يجب أن ننوه أن علماء المسلمين كانوا أول من اهتم بدراسة الأشكال البلورية للمعادن وقالوا إن البلور الصخرى - أي الكواثرز - ذو شكل سداسي. وفي كتاب عجائب المخلوقات للقزويني (توفي سنة ٦٨٢هـ / ١٢٨٣م) ذكر فكرة دوران الأرض حول الشمس.

# الفصل الأول

## وصف البلور الصخري عند البيروني

البيروني: هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني، ولد في خوارزم عام ٣٦٣هـ / ٩٧٣م وتوفي عام ٤٤٠هـ / ١٠٤٨م في سجستان بأفغانستان. وأمضى وقتًا غير قصير من حياته بالهند. ترك ثروة علمية هائلة تزيد على مائة وثمانين كتابًا في شتى مجالات العلوم من رياضيات وطبيعيات وجغرافيا وجيولوجيا ومعادن وفلك وتاريخ وفلسفة وصيدلة. كان من أعظم العقليات العلمية والفلسفية في العالم، يقول المستشرق (سخاو) بعد اطلاعه على بعض أعمال البيروني إنه أعظم عقلية في التاريخ ويقول مؤرخ العلم جورج سارتون «إن البيروني من أعظم عظماء الإسلام ومن أكبر علماء العالم».

كتاب «الجماهر في معرفة الجواهر» للبيروني:

أما الكتاب الذي ورد به وصف البلور الصخري Rock Crystal (الكوارتز أو الرو) فهو من مؤلفات البيروني وعنوانه «كتاب الجماهر في معرفة الجواهر» كتبه حوالي سنة ٤٤٠هـ / ١٠٤٨م وهو من أروع الكتب العربية في علم المعادن (السكري، ١٩٧٣). تقول مجلة الجمعية المصرية لتاريخ العلوم في العدد الخامس (١٩٦٥) إن الكتاب نشرته جمعية دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن عام ١٣٥٥هـ / ١٩٣٥م محققًا لفظيًا وليس علميًا من ينابيع ثلاثة:

(أ) نسخة محفوظة في خزانة طوب خانة بالآستانة وهي أصح النسخ.

(ب) نسخة محفوظة في خزانة السيد راشد أفندي بالقيصرية، نسخت في مصر أيام دولة المماليك وهي كثيرة الأخطاء.

(ج) نسخة محفوظة في خزانة الإسكوريال بمدريد.

وكتاب الجماهر يعتبر من أقدم المراجع العربية المميزة في علم المعادن وعلم الأحجار الكريمة، وهو سجل حافل لبحوث من سبقوه مثل الكندي ونصر الدينوري وغيرهما، بجانب ما توصل إليه من خبرته التي اكتسبها أثناء مصاحبته للملك الغزنويين في حروبهم. واستغل البيروني الوزن النوعي في الكشف عن نقاوة الفلزات والصلابة في الكشف عن الجواهر.

وقد اشتمل هذا الكتاب على وصف عدد كبير من المعادن والأحجار الكريمة والفلزات. وقسمها المؤلف إلى معادن وفلزات. ومن بين هذه المعادن والأحجار الكريمة معدن البلور الصخري الذي تعرض البيروني لدراسته، شكل ١. ونعرض في الفقرات التالية بعضاً من دراسة هذا العالم الجليل لمعدن البلور الصخري الذي هو معدن المرو أو الكوارتز بلغة علم المعادن الحديث.

#### معدن البلور الصخري أو المها:

يقول أبو الريحان البيروني في كتابه المعنون الجماهر في معرفة الجواهر (الطبعة الأولى، ١٣٥٥هـ / ١٩٣٥م) في ذكر حجر البلور:

حجر البلور هو المها منصوب الميم ومكسورها. قالوا أصله من الماء لصفائه ومشابهة زلاله.. وقيل في المها إنه اسم مركب من الماء والهواء، أصلى الحياة لأنه يشبه كل واحد منهما في عدم اللون، قال البحتري:

يخفى الزجاج لونها<sup>(١)</sup> فكأنها في الكأس قائمة بغير إناء

وقال صاحب:

رق الزجاج ورقت الخمر فتشابهها وتقارب الأمر

وكأنما خمر ولا قدح وكأنما قدح ولا خمر

وقال أبو الفضل الشكري:

---

(١) أي لون الخمر.

يحسبها الناظر لاتحادها بكأسها قائمة بلا إناء

وقال ابن المعتز:

فتحسب الماء زجاجا جرى وتحسب الأقداح ماء جمهد

هذه الأبيات الجميلة من الشعر العربي لبعض شعراء العرب المشهورين مثل البحتري والصاحب وابن المعتز، قيلت في وصف كثوس وأقداح نحتت كلها من البلور الصخرى الذى يتميز بشفافيته الشديدة وصفائه ونقائه وحسن مظهره وخلوه من العيوب الطبيعية، شكل ١، ومن شدة صفاء البلور الطبيعي «فكأنما خمر ولا قدح» كما يقول الصاحب.

### صلابة البلور:

يستطرد أبو الريحان البيرونى فى وصف البلور، فيبرز أهم خصائصه الطبيعية وهى الصلابة، فيقول:

«والبلور أنفس الجواهر التى يعمل منها الأوانى لولا تبدله بالكثرة، ويسميه أهل الهند بتك، وفيه فضل صلابة يقطع بها كثير من الجواهر ويقوم لأجلها مقام فولاذ الحديد حتى تنقدح منه النياز إذا ضربت قطاعه بعضها ببعض وشرفه بالصفاء ومماثلة أصلى الحياة من الهواء والماء».

يبرز البيرونى فى النص السابق وهو نص علمى أدبى رائع بعضاً من خصائص البلور الطبيعية الهامة، ومن بينها أنه من أنفس الجواهر وفيه صلابة زائدة وتخرج النار عند ضرب قطعه بعضها ببعض، ثم يشير إلى صفائه أى شفافيته التى تجعله من أنفس الأحجار الكريمة. ونوضح هنا بصفة خاصة مقالة البيرونى عن صلابة حجر البلور.

صلابة المعدن أو صلادته هى قدرته على مقاومة الخدش، وتقدر صلابة أى معدن بالقياس إلى أحد المعادن المعروفة الصلابة. وقد رتبت عشرة معادن متدرجة الصلابة تصاعدياً من ١ إلى ١٠ فى مقياس حديث يعرف باسم مقياس موهز للصلابة Mohs Scale of Hardness بحيث يكون المعدن رقم ١ أقلها صلابة والمعدن رقم ١٠ أكثرها صلابة. وهذه المعادن هى:

- ١ - طلق ٢ - جبس ٣ - كالسيت ٤ - فلوريت ٥ - أباتيت  
٦ - فلسبار ٧ - كوارتز (البلور) ٨ - توباز ٩ - كورندم ١٠ - ألماس.

يتضح من هذا المقياس أن معدن الكوارتز الذى هو البلور الصخرى قد أعطى رقم ٧ فى مقياس موهز للصلابة أى أنه يلى الألماس والكورندم (الياقوت) والتوباز فى الصلابة، وهى أقوى ثلاثة معادن فى درجة صلابتها كما أنه يخدش عدداً كبيراً من المعادن التى تأتى بعده فى قائمة ترتيب الصلابة. وهذا يدل على زيادة صلابة البلور الصخرى أو أن «فيه فضل صلابة» كما قال البيرونى. هذا من ناحية ومن جهة أخرى فمن المعروف أن المكافئ الشائع للكوارتز فى الصلابة هو سكين القلم (هوتن وبروكس، ١٩٧٤) وهى من حديد صلب وهذا يفسر عبارة البيرونى وفيه (أى البلور الصخرى) فضل صلابة يقطع بها كثير من الجواهر ويقوم لأجلها مقام فولاذ الحديد. هكذا نرى أن البيرونى وصف صلابة البلور الصخرى أو الكوارتز بدقة بالغة تضارع الوصف العلمى المعاصر.

### مقالة الكندى عن البلور:

ينقل البيرونى رأى الكندى فى البلور فيقول:

«قال الكندى: أجود البلور الأعرابى يلقط من براريهم من بين حصاها، وقد غشى بغشاء رقيق عكر، ويوجد منه ما يوازن الرطلين كما يلقط أيضا بسرنديب وهو دون الأعرابى فى الصفاء، ومنه ما يخرج من بطن الأرض فإن كان فى أرض العرب كان أجود. قال: ورأيت منه قطعة زادت على مائتى رطل، وإنما كانت كثيرة الغيم والثقوب، وله معدن بأرمينية وآخر ببديس بين تخومها يضرب لونه إلى الصفرة».

من المعروف أن رسائل وكتابات الحكيم الكندى (المتوفى سنة ٢٤٦هـ / ٨٦٩م) فى الجواهر والأحجار قد ضاع أغلبها وفقد، وبالتالي فإن البيرونى قد حفظ جزءاً من مؤلفات ودراسات الكندى فى الجواهر والأحجار منقولة عنه. أى أن البيرونى أدى خدمة جليلة لعلم المعادن، وذلك بنقله عن الكندى ونصر الدينورى وبذلك حفظ جزءاً من أعمالهما فى هذا المجال من ضياع مؤكد.

يتضمن النص المنقول عن الكندي الإشارة إلى أماكن تواجد معدن البلور الصخري المعروفة في ذلك الوقت. فمنه ما يوجد بشبه الجزيرة العربية ومنه ما يوجد بجزيرة سرنديب (سيلان) ونوع آخر يوجد بأرمينية وبدليس. كذلك يشير الكندي إلى وجود ما يسمى حالياً المحصورات المائية Fluid Inclusions ، وهى عبارة عن فجوات ميكروسكوبية صغيرة، فى البلورة مليئة بالغاز أو السائل أو الاثنين معاً، وذلك حينما يصف قطعة البلور بأنها «كانت كثيرة الغيم والثقوب». ذلك أن كثرة وجود هذه المحصورات المائية يقلل من شفافية قطعة البلور ويعطيها الشكل الغيمى الذى ذكره الكندي، ويظهرها على أنها كثيرة الثقوب.

يشير الكندي فى النص إلى الأحجام الكبيرة والضخمة لمعدن البلور الصخري حيث يقول « ورأيت منه قطعة زادت على مائتى رطل أى تزيد على ٦٠ كيلو جراماً ». من المعروف أن معدن البلور الصخري أو المرو كثيراً ما يوجد بأحجام ضخمة يزيد وزن الواحدة منها على ٦٠ كيلو جراماً كما قال الكندي بل تصل إلى حوالى ٥٠٠ كيلو جرام. فمعدن المرو المتبلور يعد من ضمن المعادن القليلة فى القشرة الأرضية التى لها القدرة على النمو فى أحجام ضخمة، حيث قد يصل طول البلورة إلى بضعة أمتار، وسمكها قد يتعدى المتر، وذلك فى صخور اليجماتيت، ووجدت أضخم بلورة مرو فى سيبيريا، وكان طولها ٣,٥ متراً وعرضها ١,٦ متر ووزنها ١٣ طناً (حسن وخفاجى، ١٩٧٧).

### مقالة نصر الدينورى عن البلور:

ينقل البيرونى فى كتابه الجماهر تقسيم نصر الدينورى لأنواع معدن البلور فيقول:

« وأما نصر فإنه قسمه على أربعة أنواع: أولها الأعرابي، وقد وصفها بصفات الكندي إياه، وزاد عليه أن ضياء الشمس إذا وقع عليه رُئِيَ منه ألوان قوس قزح - وكان واجبا عليه أن يشترط فإن ذلك فى المنكسر دون المجرود (الصحيح) وذلك أنه

مشابه للجمز وفي مكاسره المضطربة ترى هذه الألوان أيضاً،  
والثاني يسمى على وجه التشبيه غيميا، والثالث السرنديبي  
قريب من الأعرابي مخلف الصفاء عنه، والرابع مستنبط من  
بطن الأرض وهو يفوق الأعرابي، قال: ومنه لون أصابته  
رائحة النار والدخان وهو أردؤه».

نصر الذى نقل عنه البيرونى هو نصر بن يعقوب الدينورى من زمن يلى زمن  
الكندى (المتوفى سنة ٢٤٦هـ / ٨٦٩م)، اشتغل بالكتابة وكتب مقالته عن  
الجواهر باللغة الفارسية، وهو تابع للكندى فى أكثرها. يظهر من النص أن نصر  
الدينورى قسم البلور الصخرى إلى أربعة أنواع: الأعرابي - الغيمي - السرنديبي -  
البطنى (مستنبط من بطن الأرض).

ثم ذكر الدينورى نوعاً آخر من البلور الصخرى وهو ما يعرف اصطلاحاً حالياً  
باسم الكوارتز المدخن Smoky Quartz ووصفه بأنه «منه لون أصابته رائحة النار  
والدخان وهو أردؤه». من المعروف علمياً أن سبب اللون المدخن بهذا النوع من  
الكوارتز أو البلور الصخرى هو تعرضه لإشعاعات ذرية من الصخور والمعادن  
المحيطة (بيرل، ١٩٦٥). غير أن الدينورى وصف هذا النوع المدخن من البلور  
الصخرى بأنه أردؤه والواقع الحال خلاف ذلك حيث يشكله طائفة الجوهريين  
كواحد من الأحجار الكريمة التى تستخدم فى التزين ويقبل على شرائه والتزين  
به كثير من الناس. ومن الملفت للنظر فى النص أن الدينورى وصف هذا النوع من  
البلور الصخرى بأنه «أصابته رائحة الدخان» منطبقاً فى ذلك تماماً مع الوصف  
المعاصر لهذا المعدن الذى يطلق عليه مصطلح «الكوارتز المدخن».

### وصف أشكال البلور الطبيعية:

يورد البيرونى فى النص التالى ملاحظاته عن أشكال البلور الصخرى الطبيعية  
فيقول:

«والعجب ما اتفق فى البلور من الأشكال خِلقة - فقد ذكر  
الحكاك المذكور أنه وجد خلال الحصى من التفتيش بناحية

ورزفنج معدن اللعل كأعلام النرد وبياذق الشطرنج - مثمّنة  
ومسدسة كالمنحوتة بالصناعة».

يتطرق البيروني في هذا النص إلى ظاهرة التبلور Crystallization بمعدن البلور الصخرى فيقول: «والعجب ما اتفق في البلور من الأشكال خلقة» ويقصد وجود بلورات هذا المعدن بأشكالها الهندسية الرائعة وبطريقة طبيعية لا دخل لأحد في تكوينها، (شكل ٢). وإذا صح وضع الجملة بالطريقة التي أوردناها بالنص «والعجب ما اتفق في البلور من الأشكال خلقة.. مثمّنة ومسدسة كالمنحوتة بالصناعة» تكون إشارة البيروني إلى الشكل المسدس لبلورات الرو أو البلور الصخرى إشارة صحيحة حيث يتبلور هذا النوع من المعادن في نظام بلوري Crystal System هو النظام السداسي Hexagonal System (حسن صادق، ١٩٢٩). وقد أشار البيروني إلى شكل بلوري Crystal Form يشيع في المرو، وهو الشكل السداسي أو كما يسميه هو «أشكال مسدسة»، (شكل ٢). كما أنه رمز لأوجه البلورة Crystal Faces بأنها كالمنحوتة بالصناعة. أما إشارته في النص إلى الشكل المثلث Octahedron فقد تكون عن طريق الخطأ، أو يكون المقصود بها الشكل البلوري لمعادن أخرى مصاحبة للمرو. إننا نعتبر هذا النص - وهو غنى بالمصطلحات - دراسة متقدمة وفريدة في نوعها في علم البلورات Crystallography الذي هو أحد الفروع الحديثة لعلم الأرض.

### الإسكندر وأوانى البلور:

يسرد البيروني أثناء ذكره معدن البلور في كتابه الجماهر قصة فلسفية عميقة المغزى، عن أوانى البلور التي أهديت للإسكندر الأكبر، فيقول:

« احتسرت الإسكندر لما أهدى إليه أوانى بلور نفيسة فاستحسنها، ثم أمر بكسرها، وقيل له في ذلك، فأجاب بأنى علمت أنها ستتكسر على أيدي خدمي واحدة بعد أخرى وكل مرة يهيجنى الغضب، فأرحت نفسى من تلك المرات بواحدة وأرحتهم منى.»

إذا كنا نتفق مع البيرونى فى المغزى العميق لهذه القصة الغريبة وهو ألا يحزن الإنسان على فقد شيء نفيس يمتلكه فإننا - وكذلك الأسلوب العصرى للبحث - لا تتفق معه على سرد هذه القصص وأمثالها خلال الدراسة العلمية لمعدن البلور الصخرى وغيره . وعلى العموم فقد أظهر النص استحسان الإسكندر الأكبر أوانى البلور النفيسة، وفى هذا إشارة إلى أن معدن البلور الصخرى كان يستعمل كواحد من الأحجار الكريمة فى أغراض متعددة منها: نحت الأوانى المنزلية الفاخرة؛ وذلك لشفافيته وصفائه وصلابته وحسن مظهره.

### تكون البلور من المحاليل المائية:

ينهى البيرونى دراسته عن معدن البلور الصخرى التى استغرقت تسع صفحات من كتاب الجماهر قائلاً عن طريقة تكون هذا الحجر الكريم:

« وكان عندى كرة بلور فيها سنبله من سنابل الطيب الهندية برمتها، وقد انكسر من شعراتها شيء قليل فتبددت فى جوف البلور حولها، وحصلت أخرى مثلها فى ضمنها فتات ورق أخضر باقية على خضرتها كبقاء ذلك السنبيل على دكنته. ومعلوم أن هذه الأشياء لم تخالط البلور إلا فى وقت ميعانه وكونه على رقة فوق رقة الماء القراح، فلو لم تكن كذلك لما غاصت تلك الأشياء فيه، فإن من شأنها الطفو على وجه الماء لخفتها دون الرسوب، أو يكون سيالا كالأتى (السييل) يدهدها (يدحرجها) ويحملها، ويكون جمودها بلورا فى تلك الحال سريعاً، والله أعلم بكيفية ما لا نعلم من ذلك ».

من المعروف علمياً أن أحد أسباب تكون معدن البلور هو ترسبه من مياه معدنية غنية بمادة ثانى أكسيد السليكون، فإذا كانت هذه المياه بقايا صهير صخرى Magma تبلور على عدة مراحل، فإنه يكثر بها تركيز المواد الطيارة، فترفع من سيولة المحلول الباقي الذى يكون غنياً بمادة السليكا، والذى يترسب منه بلورات المرو عادة كبيرة الحجم وكاملة الأوجه. فإذا كانت هناك شوائب فى المحلول

مثل بقايا بعض النباتات تبلورت مع بلورات المرو أثناء نموها. وهذا ما عناه البيرونى فى قوله «ومعلوم أن هذه الأشياء (بقايا النباتات) لم تخلط البلور إلا فى وقت ميعانه وكونه على رقة فوق رقة الماء القراح». هكذا نرى أن علماء العرب قد توصلوا فى وقت مبكر من الزمن منذ حوالى ألف عام من الآن إلى الاستنتاج الصحيح لإحدى طرق تكون معدن البلور الصخرى أو المرو فى الطبيعة.

هناك استدراك بسيط على النص المقتبس حيث ذكر فيه البيرونى «ويكون جمودها بلوراً فى تلك الحالة سريعاً» ، إذ يرى علماء المعادن حالياً أنه لا بد أن يكون نمو البلورات بطيئاً، وتبريد المحاليل المعدنية الحارة التى يترسب منها المرو بطيئاً كذلك، حتى تتمكن بلوراته من النمو بالأحجام الكبيرة المشاهدة.

### أصل وكيفية تكون البلور:

يختم البيرونى حديثه الشيق عن معدن البلور بفقرة موجزة عن أصل وكيفية تكون هذا المعدن فيقول:

« ويتحدث من شاهد البلوريين بالبصرة، أنهم يجدون فيه حشيشاً وخشبا وحصى وطينا وريحا فى نفاخات، وكل ذلك شاهد على أنه فى مبدئه ماء سائل وليس ذلك بمستنكر، فلقد يوجد فى بعض المواضع ما يستحجر، ومتى استحجر حيوان ونبات زال استبداع تحجر الماء والأرض - ولولا كثرة مشاهدة المتأملين ذلك لما تواتر ذلك على ألسنتهم ».

يؤكد النص فى النهاية على أصل معدن البلور (أو المرو أو الكوارتز) وإحدى طرق تكونه من مياه معدنية حارة أو عادية الحرارة مذابا بها مادة ثانى أكسيد السليكون وذلك فى قوله: «إنه فى مبدئه ماء سائل».

يلاحظ أن النص - رغم إيجازه - فإنه يحتوى العديد من المصطلحات الفنية مثل: البلوريين Crystallographers - ربح فى نفاخات Gas Bubbles - مبدؤه Genesis - استحجار حيوان ونبات Silicification of Plant & Animal - تحجر الماء Crystallization of Solid From Solution . هذه المصطلحات المتعددة وغيرها

ما سبق ذكره فى الفقرة الخاصة بوصف أشكال البلور الطبيعية، تشكل لغة العلم الحديث فى فرع علم البلورات، وتبين بوضوح أن العرب كانوا سابقين فى وضع أسس علم البلورات الحديث.

يتضح من النص كذلك الأسلوب العلمى العربى فى دراسة المعادن والبلورات، الذى يعتمد فى أحد أركانه الأساسية على المشاهدة الشخصية «ولولا كثرة مشاهدة المتأملين ذلك لما تواتر ذلك على ألسنتهم». وبذلك جاءت استنتاجاتهم بخصوص أصل معدن البلور الصخرى صحيحة ومقاربة لما نعرفه اليوم عن أصل هذا المعدن.

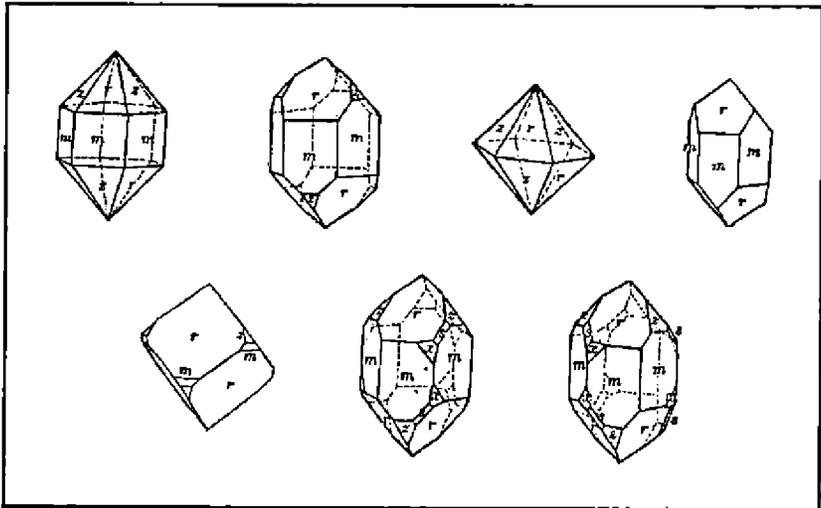
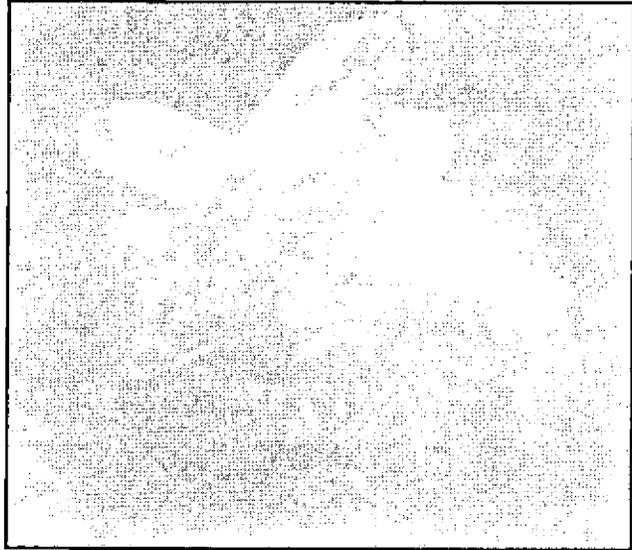
### الخلاصة :

فى هذا البحث تناولنا نماذج الدراسة العلمية المعدنية لمعدن البلور الصخرى أو المها أو الكوارتز أو المرو، التى قام بها العالم الجليل أبو الريحان البيرونى فى كتابه الجماهر فى معرفة الجواهر حوالى سنة ٤٤٠هـ / ١٠٤٨م. وهى دراسة متقدمة سابقة لزمانها بكل مقياس وقد اشتملت العناصر الهامة التالية: الأصل اللغوى لكلمة المها وهى المرادفة لكلمة البلور - شفافية البلور وصفاؤها - صلابة أو صلادة البلور الصخرى - البلور كأحد الأحجار الكريمة - أماكن تواجد البلور - بلورات المرو الضخمة - المحصورات المائعة (ريح فى نفاخات وغيم وثقوب) - أقوال العلماء المتقدمين زمانهم مثل الكندى ونصر الدينورى فى البلور - تقسيم أنواع البلور إلى أربعة أنواع - ذكر البلور أو الكوارتز المدخن - أشكال البلور الطبيعية - بلورات المها أو البلور الصخرى ذو شكل سداسى - قصة الإسكندر وأوانى البلور النفيسة - طريقة تكون البلور من المحاليل المائية - أصل وكيفية تكون البلور من محاليل مائية سائلة.

تبين النصوص الأسلوب العلمى العربى فى دراسة المعادن والبلورات، الذى يعتمد فى أحد أركانه على المشاهدة الشخصية والملاحظة القوية، هذا الأسلوب الذى لا يختلف كثيراً عن الأسلوب الحديث فى دراسة المعادن والبلورات، وبذلك يكون علماء العرب أول من وضع الأسس العلمية الأولى لعلم المعادن وعلم البلورات بمفهومهما الحديث.

(شكل ١)

صورة فوتوغرافية  
لمجموعة من  
بلورات الكوارتز  
أو الرو أو المها أو  
البلور الصخري  
كما دربها العالم  
العربي البيروني  
(١٠٤٨هـ/١٠٤٨م).  
عن رتشارد بيول  
(١٩٦٥).



(شكل ٢)

رسم لأنواع مختلفة من بلورات معدن الكوارتز وكلها تنتمي للنظام السداسي.  
عن كتاب دانا (١٩٤٩).