الفصل الثانى

بعض خصائص المعادن كما عرفها علماء العرب

من أشهر الكتب العربية التى رجعنا إليها فى هذه الدراسة كتاب الجماهر فى معرفة الجواهر للبيرونى، كتبه قبل وفاته (سنة ٤٤٠هـ / ١٠٤٨م) وكتاب أزهار الأفكار فى جواهر الأحجار لأحمد بن يوسف التيفاشى (المتوفى سنة ٦٥١هـ / ١٢٧٤م). أما الخواص المعدنية التى سنتناولها فى هذا البحث والتى عرفها علماء العرب وتحدثوا عنها بوضوح قاطع فى مؤلفاتهم فتشمل ست خصائص هى: التبلور والشكل البلورى – ظاهرة النمو المتجاوز – الهرّية – الأهلة والعيون بالملاكيت – الشكل الشجرى الأسود – الثقل النوعى. وسنتحدث عن معرفة العرب القديمة لكل من هذه الخواص المعدنية فى الفقرات التالية.

١ – التبلور والشكل البلورى :

عرف العرب ظاهرة التبلور Crystallization بالجواهر أو المعادن، ودليلنا فى ذلك ما يقوله البيرونى فى كتاب الجماهر فى معرفة الجواهر عن الألماس: « فأشكاله فى ذاتها من غير وضع.. » ويقول نفس المؤلف بمكان آخر من كتاب الجماهر المذكور فى وصف البلور الصخرى أو الكوارتز: « والعجب ما اتفق فى البلور من الأشكال خلقة.. ». بناء عليه فإن جملة « أشكاله فى ذاتها من غير وضع » وجملة « ما اتفق فى البلور من الأشكال خلقة » تعنى كل منهما الشكل الطبيعى الهندسى الذى تأخذه بلورة المعدن دون تدخل من الإنسان وهو ما يعرف حاليا بظاهرة التبلور.

استخدم علماء العرب الشكل البلورى Crystal Form فى التمييز بين معدن وآخر. يقول البيرونى فى كتاب الجماهر المذكور عن الشكل البلورى لكل من

الألماس والياقوت: « وبهذه الأشكال ينفصل (الألماس) عن الياقوت الأبيض، إلا أن الموهين يخرطون منه بالحك ما شاكل الألماس ويروجونه معهم». من المعروف حاليًا أن الألماس يتبلور فى نظام المكعب بينما يتبلور الياقوت فى نظام السداسى ويوضح النص أن البيرونى استخدم الأشكال الطبيعية البلورية المختلفة فى التفرقة بين كل من الألماس والياقوت المشف.

وفى كتاب الجماهر كذلك يصف البيرونى الشكل البلورى لمعدن البلور الصخرى أو الكوارتز، فنراه يقول:

« وفى حدود منكاور، وليس ببعيد عن قلعة بأرض الهند، ما حمل إلى من أحجار صغار وكبار فى طول الأنملة[1] وأقل، يميل بياضها إلى قليل حمرة وشفاف يسير شابهت بها الجمسيت كلها، كالتعاويذ المصوغة على مثال أسطوانة مسدسة الأضلاع (يعنى فى طرفها)[2] بمخروطين مضلعين متصلين بأضلاع الأسطوانة ملس الوجوه، لم يشكك فى أنها معمولة بالحك، حتى رأيت فى وجه بعضها حجرًا نابتًا من الوجه (من غير جنسها) لا شفاف له ولو حك لسوّاه مع الوجه وإن حك حولها استبان ذلك للبصر ولم يستو ذلك الاستواء، فعلمت أن شكلها طبيعى غير صناعى، وحكى لى وجود مثله فى بئر بالجبال القريبة من غزنة ».

يصف البيرونى ببراعة ظاهرة واقتدار واضح فى هذا النص بلورات الكوارتز (البلور الصخرى أو الجمسيت) حيث ينطبق عليها صفات الشكل البلورى الذى ذكره. ويقول إن أطوال هذه البلورات تقل عن ٣ سنتيمترات. ثم يشرح البيرونى الأشكال البلورية الموجودة فى بلورة الكوارتز فيقول إنها «مصوغة على مثال أسطوانة مسدسة الأضلاع ينتهى فى طرفيها بمخروطين مضلعين متصلين بأضلاع

---

(١) الأنملة: المفصل الأعلى من الأصبع الذى فيه الظفر وطوله ٣ سنتيمترات تقريبًا.

(٢) هكذا فى الأصل ولكن سياق الكلام يتطلب تصحيحها لتصبح (ينتهى فى طرفيها) ولعله تصحيف وقع للأصل.

الأسطوانة» وهو بهذا يصف نوعًا من بلورات معدن الكوارتز الذى يتبلور فى النظام السداسى، والذى يتكون من منشور رأسى سداسى الأوجه ينتهى طرفاه من أعلى وأسفل بهرمين سداسى الأوجه كذلك (حسن صادق، ١٩٢٩)، شكل ٣. ويشير البيرونى إلى أوجه البلورة Crystal Faces حينما يقول عن المخروطين أعلى وأسفل الأسطوانة مسدسة الأوجه بأنهما ملس الوجوه.

٢ - النمو المتجاوز فى البلورات :

من الخصائص المعدنية الطبيعية التى لاحظ وجودها علماء العرب فى وقت مبكر من الزمن قبل حوالى ألف عام من الآن، وسجلوا وجودها ظاهرة النمو المتجاوز فى البلورات Overgrowth حيث يقول البيرونى فى الفقرة المقتبسة السابقة: « حتى رأيت فى وجه بعضها (أى بعض بلورات الكوارتز) حجرا نابتا من الوجه (من غير جنسها) لا شفاف له ولو حك لسوّاه مع الوجه وإن حك حولها استبان ذلك للبصر ولم يستو ذلك الاستواء، فعلمت أن شكلها طبيعى غير صناعى » .

يعرف قاموس المصطلحات الجيولوجية (١٩٦٢) مصطلح النمو المتجاوز بأنه مادة ثانوية ترسبت فى تواصل للخواص الضوئية مع حبة بلورية. أى أن المادة الثانوية قد نبتت على وجه البلورة الأساسية، شكل ٤، وتكون خواصها الضوئية متواصلة مع الخواص الضوئية للبلورة الأصلية. وهذا يتطلب أن تكون البلورة الثانوية والبلورة الأم من نفس المادة الكيميائية لا أن تكون من غير جنسها كما أشار إلى ذلك البيرونى، غير أنه من الممكن أن تكون المادة الجديدة لا شفافية لها نتيجة اختلاطها ببعض الشوائب. هكذا نرى كيف سجل علماء العرب ظاهرة النمو المتجاوز بهذه الصورة العلمية المشرقة.

٣ - الهرَية :

كان أول من تحدث عن الخاصية المعروفة فى علم المعادن باسم الهرية Chatoyancy هو العالم العربى أحمد بن يوسف التيفاشى (المتوفى عام

٦٥١هـ/١٢٧٤م) فى كتابه المعنون «أزهار الأفكار فى جواهر الأحجار» (الطبعة المصرية ١٩٧٧)، وخصص الباب التاسع من هذا الكتاب القيم لدراسة حجر عين الهر Cat's Eye. يقول التيفاشى فى كتابه المذكور فى وصف حجر عين الهر «هذا الحجر لم أجد له ذكرا فى كتاب من كتب الأحجار المتقدمة ولا المتأخرة وأظنه محدث الظهور فى أيدى الناس». ويشرح التيفاشى الخواص الطبيعية لهذا المعدن فيقول:

> هذا الحجر عجيب الشكل، وذلك أن الغالب على لونه البياض بإشراق عظيم ومائية رقيقة شفافة إلا أنه يرى فى باطنه نكتة تميل إلى الزرقة على قدر ناظر الهر الحامل للنور المتحرك فى فص مقلته.. فهى كناظر الهر حقيقة ولذلك سمى الحجر عين الهر.

ثم يضيف قائلا:

> وكان إذا أشرق وهو ساكن رئى فيه ماء كالموج متحركا يشف حتى يلقى نوره على ما يليه، فإن حرك زادت حركته موجة حتى يظن أن فيه ماء. وإنما هو حجر شفاف ويظهر فيه كالماء المشف.

يطلق اسم عين الهر على تلك المجموعة من المعادن التى تحتوى على شعيرات وخيوط دقيقة جدا، ومتوازية تنعكس عليها الأشعة الساقطة فتكسبها بريقا حريريًّا متموجًا على هيئة حزم ضوئية خاصة إذا كانت هذه الشعيرات الدقيقة موازية لأحد الاتجاهات البلورية فى المعدن (حسن وخفاجى، ١٩٧٧). هذا البريق الحريرى المتموج والمميز لمعدن عين الهر هو الذى عناه التيفاشى بقوله: «وكان إذا أشرق وهو ساكن رُئِىَ فيه ماء كالموج متحركا» وكذلك فى قوله «فإن حرك زادت حركته موجة حتى يظن أن فيه ماء».

واضح من الفقرتين المقتبستين عن التيفاشى أنه شرح ظاهرة البريق المتغير بهذا النوع من المعادن بوضوح يتفق فى خطوطه العريضة مع التعريف الحديث. وعلى هذا لابد من القول إن مصطلح الهرية العربى سابق على المصطلح الأجنبى فرنسى

المصدر Chatoyancy بل لا نجاوز الحقيقة إذا قلنا إن الأخير ما هو إلا ترجمة فرنسية حرفية للمصطلح العربى الأصلى، كذلك الاسم الإنجليزى للمعدن Cat's Eye ما هو إلا ترجمة حرفية لاسمه العربى الأصلى عين الهر.

٤ -الأهلة والعيون بالدهنج أو الملاكيت :

ذكر البيرونى فى كتاب الجماهر فى معرفة الجواهر، وفى الباب الخاص بحجر الدهنج (ملاكيت) ما يلى:

> قال حمزة[1] هو دهانة وهو نوع من الفيروزج، وقال الكندى معدنه فى غار من جبال كرمان فى معادن النحاس ولذلك ينسبك منه فى الاستنزال فى بوط مربوط نحاس. زعم أن الكيميائيين يستعملونه فإن كان كذلك فهو إما للينه ودسومته وإما لعدم تغيره على الحمى وهو مشبع الخضرة، فيه عيون وأهلّة خضر.

واستطرد بعد ذلك قائلاً:

> وقال نصر[1] هو حجر أخضر صلب معدنى وأنواعه ثلاثة أولها المردانى نسبة إلى اسم مستنبط معدنه فى معادن النحاس بجبال كرمان وكان يخرج خلنجا[2] بعروق فيها عيون نابتة وأهلّة منصفة.

إن معدن الدهنج أو الملاكيت وهو كربونات النحاس القاعدية، ذو اللون الأخضر يعتبر نموذجًا للمعادن التى يكون لبلوراتها شكل غير منتظم حيث ينمو فى هيئة عنقودية Botryoidal Habit أو هيئة ثديية Mammillary، وتأخذ هذه الأنواع من المعادن أحيانا الشكل الكلوى Kidney Shaped، وهذا ما عناه البيرونى فى وصفه لهذا المعدن وذلك حينما يقول «وهو مشبع الخضرة فيه عيون وأهلة

---

(١) حمزة ونصر: هما حمزة بن الحسن الأصفهانى ونصر بن يعقوب الدينورى، من العلماء المسلمين الذين كتبوا فى علم المعادن وغيره من العلوم والثقافات قبل زمن البيرونى ونقل عنهما.

(٢) الخلنج: شجر، فارسى معرب. والمراد أنه كان يخرج متشعبًا.

خضر» ثم ما ذكره نقلا عن نصر الدينورى (كانت وفاته قبل سنة ٤٤٠هـ/١٠٤٨م) «وكان يخرج خلنجا بعروق فيها عيون نابتة وأهلة منصفة»، شكل ٥. فكأن كلمة عيون وكلمة أهلة اللتين ذكرهما البيرونى تشيران إلى الهيئة العنقودية والهيئة الثديية لمعدن الملاكيت والمعروفتين حاليا فى علم المعادن الحديث، كذلك فمن المحتمل أن لفظ الأهلة والأهلة المنصفة اللتين ورد ذكرهما بالنصوص المقتبسة تشيران إلى الشكل الكلوى لهذه الأنواع من المعادن.

٥ -الشكل الشجرى الأسود بمعادن النحاس :

يتابع البيرونى فى كتابه المذكور آنفا دراسته الشيقة عن معدن الدهنج الذى هو الملاكيت الأخضر فيصف بعض خصائصه الطبيعية فيقول:

> وقال صاحب كتاب النخب هو (الدهنج) شديد الخضرة تلوح منه زنجارية وفيه خطوط سود دقاق جدا وربما شابه حمرة خفيفة.

أما صاحب كتاب النخب الذى ذكره النص فهو غالبًا جابر بن حيان (المتوفى سنة ٢٠٠هـ/٨١٥م). ثم يصف النص الهيئة البلورية الشجرية Dendritic لبعض المعادن ذات اللون الأسود، وهى غالبا أكاسيد المنجنيز والحديد التى تأخذ الشكل الشجرى الأسود بمعادن النحاس الخضراء، شكل ٦، وذلك فى قوله «وفيه خطوط سود دقاق جدًّا». ويعرف معجم المصطلحات الجيولوجية (١٩٦٢) الشكل الشجرى بأنه شكل متفرع يشبه الشجرة أو الشجيرة يحدث داخل معدن أو صخر، وذلك بتبلور معدن دخيل عادة يكون أحد أكاسيد المنجنيز (السوداء) كما يحدث فى العقيق. وهكذا فإن ما فى الدهنج أو الملاكيت من «خطوط سود دقاق جدا» ما هو إلا الشكل المعروف حديثًا باسم الشكل الشجرى الذى يتكون من أكاسيد المنجنيز والحديد السوداء.

٦ - حسابات فى الثقل النوعى :

فى ذكر الذهب والحديد، يقول أبو الريحان البيرونى فى كتاب الجماهر الذى سبقت الإشارة إليه عن أحجام الذهب والحديد المتساويين فى الوزن:

ومتى وازى الذهب غيره فى الوزن لم يساو حجمه وسنجات العيار فى الأغلب تكون من حديد ونسبة حجم الحديد إلى حجم الذهب المتساويين فى الوزن نسبة مائة وواحد وخمسين إلى ثلاثة وستين (١٥١ : ٦٣) يقنعك فيه أن كفتى ميزانك إذا وسعتا شيئا واحدا كانتا متساويتين فى الوزن مضروبتين فى جنس واحد، ثم وازنت فيهما ذهبا مع غيره حتى توازنا، ثم أدليتهما معا فى الماء وشلتهما بعد الغوص فى الماء، أن كفة الذهب ترجح لأن ما دخلها من الماء أكثر مما دخل الكفة الأخرى (لصغر حجم الذهب وكبر حجم غيره).

فى هذا النص تجارب معملية باستخدام الميزان وحسابات عن أحجام معادن الذهب والحديد المتساويين فى الوزن، وهذه الحسابات تقود بالضرورة إلى حساب الكثافة Density والثقل النوعى Specific Gravity لكل منهما. من المعروف أن كثافة الذهب (ثقله النوعى تقريبا) ١٩,٣ جم/سم^{٣} وكثافة الحديد ٧,٩ جم/سم^{٣} (روبرت وست ١٩٦٥). وبعملية حسابية بسيطة يكون حجم ١٠٠ جرام ذهب = ٥,١٨ سم^{٣} وحجم ١٠٠ جرام حديد = ١٢,٦٦ سم^{٣} ونسبة حجم الحديد إلى حجم الذهب المتساويين فى الوزن = ١٢,٦٦ / ٥,١٨ = ٢,٤٤ وهى قريبة جدا من النسبة التى حسبها البيرونى لهذين الفلزين المتساويين فى الوزن = ١٥١/٦٣ = ٢,٤٠ حيث يقول البيرونى إن «نسبة حجم الحديد إلى حجم الذهب المتساويين فى الوزن نسبة مائة وواحد وخمسين إلى ثلاثة وستين»، ويعطى بعد ذلك الدليل على صغر حجم الذهب بتجربة غوص الميزان فى الماء كما شرحها فى النص المقتبس. جدير بالذكر أن الفرق الملاحظ فى نسبة حجم الحديد والذهب بين النسبة الحديثة (٢,٤٤) والنسبة البيرونية (٢,٤٠) قد يرجع إلى قليل اختلاف فى درجة نقاوة كل من الحديد والذهب المستعملين فى عصر البيرونى بالنسبة لمثيليهما المستعملين فى العصر الحاضر.

ذكر البيرونى أن نسبة حجم الحديد إلى حجم الذهب المتساويين فى الوزن = ١٥١ : ٦٣. يلاحظ أن مقلوب حجم وحدة الوزن من الحديد مضروبا فى ألف أى

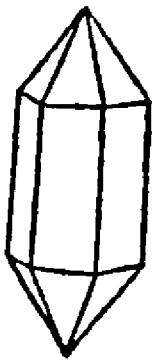
١٥١/١٠٠٠ = ٦,٦٢ رقم قريب من كثافة الحديد الزهر المعروفة لنا حاليا وهى ٧,٢ جم/سم^{٣}. وبالمثل فإن مقلوب حجم وحدة الوزن من الذهب مضروبا فى ألف أى ٦٣/١٠٠٠ = ١٥,٨٧ رقم قريب من كثافة الذهب الغير نقى والتى من المعروف حاليًا أنها تتراوح بين ١٥,٦ إلى ١٩,٣ جم/سم^{٣}.

هذه الدراسات تدل على أن للعرب تجارب فى ميدان حساب كثافة الفلزات والمعادن وحساب الثقل النوعى لها، وأن نتائج هذه التجارب لا تختلف كثيرا عما نعرفه اليوم.

الخلاصة :

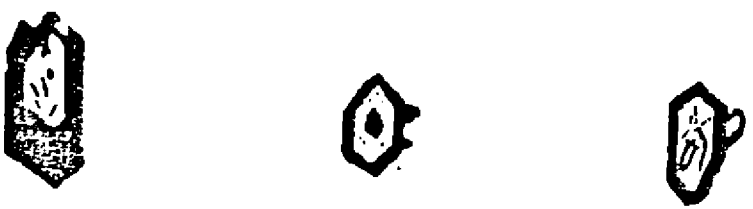
فى هذه الدراسة تعرضنا لست خصائص معدنية عرفها علماء العرب والمسلمين فى المعادن منذ العصور الوسطى، هذه الخصائص هى: التبلور والشكل البلورى – النمو المتجاوز فى البلورات – الهرّية – الأهلة والعيون بالدهنج أو الملاكيت – الشكل الشجرى الأسود بمعادن النحاس – الثقل النوعى. استندنا فى هذه الدراسة أساسا إلى كتاب الجماهر فى معرفة الجواهر للبيرونى وكتاب أزهار الأفكار فى جواهر الأحجار للتيفاشى.

هذه صفحات مشرقة من الحضارة العربية فى علم المعادن، تبين إلمام العرب المبكر بكثير من خصائص هذه المواد قبل أن يتوصل إليها العلم الحديث فى أوروبا بردح من الزمن. وتبين فى نفس الوقت دقة الدراسات العربية وقوة ملاحظة العلماء العرب واعتمادهم على التجربة كلما دعت الضرورة إلى ذلك.



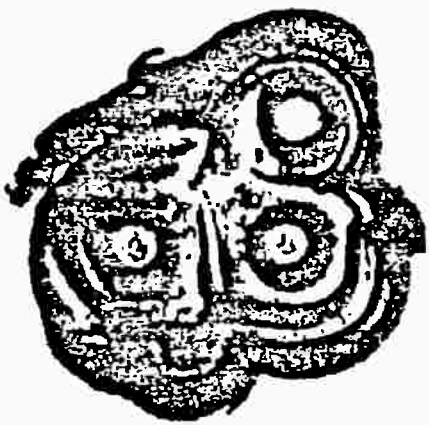
(شكل ٣)

إحدى بلورات معدن الكوارتز أو البلور الصخرى التى وصفها البيرونى
وهى تتكون من هرم سداسى مزدوج ومنشور سداسى وتنتمى لفصيلة السداسى.
وقد وصفها البيرونى بقوله « مصوغة على مثال أسطوانة مسدسة الأضلاع
ينتهى طرفاها بمخروطين مضلعين متصلين بأضلاع الأسطوانة ».



(شكل ٤)

ظاهرة النمو المتجاوز فى البلورات.
بلورة ثانوية صغيرة تنبت على وجه البلورة الكبيرة الأصلية.



(شكل ٥)

العيون والأهلة بالدهنج أو الملاكيت.

(شكل ٦)

الشكل الشجرى الأسود بمعدن النحاس الأخضر أو الملاكيت.

عن (باسهل ، ١٩٨٠).