# العلوم الكونية

## في التراث الإسلامي

للأستاذ الدكتور

**أحمد فؤاد باشا**

قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة القاهرة

رئيس التحرير

**د. علي أحمد الخطيب**

هدية شهر رمضان ١٤١١ هـ (مجلة الأزهر)

بسم الله الرحمن الرحيم

# مقدمة

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد النبى الأمى العربى الصادق الأمين ، وعلى آله وصحبه والتابعين إلى يوم الدين .

أما بعد :

فقد مضى زمن طويل ، تخلف فيه المسلمون عن ركب الحضارة بعد أن كانوا فى مقدمته ، وأهملوا فيه تراثهم بحجة انه غير ذى قيمة أو جدوى فى حاضر الأمة أو مستقبلها ، وتركوا فيه غيرهم يستأثرون بكتابة تاريخ العلم والحضارة كما يحلو لهم ، فرفعوا من شأن بعض الحضارات ، وحطوا من شأن البعض الآخر ، بل إنهم غمطوا حق الحضارة الإسلامية وأنكروا دورها الرائد فى دفع مسيرة التقدم البشرى . وإذا كان ماوصل إلينا من تراثنا العلمى ـ على قلته ـ يؤكد سبق أسلافنا إلى وضع أصول البحث العلمى السليم ، ويدحض دعاوى الحاقدين وافتراءات المتعصبين الموجهة ضد الإسلام والمشككة فى قدرات العقلية الإسلامية ، والمشوهة لحقائق التاريخ والعلم على حد سواء ، فإن أغلب هذا التراث لايزال بكراً فى مظانه المختلفة ، ينتظر من يقرأه قراءة

عصرية متأنية ويتناوله بالدراسة العلمية المفصلة وفق منهج تحليلى مقارن . ولا يخفى ما لمثل هذه الدراسات التراثية من أثر عظيم فى تأصيل ثقافتنا الإسلامية باعتبارها الأساس لأية نهضة حضارية منشودة ، تأخذ بالعلم والتقنية طريقاً نحو التنمية والتقدم ، طبقاً لمبادىء الدين الإسلامى الحنيف .

وسوف نعرض فى دراستنا الحالية لأهم المنجزات التى حققها علماء الحضارة الإسلامية فى مجال العلوم الكونية ، وهى قضايا ونظريات يمكن تصنيفها ضمن ما نعرفه اليوم فى علوم الفيزياء والفلك والرياضيات والكيمياء وغيرها ، إلا أننا آثرنا أن نعبر عنها بمسمياتها الأصلية ، كما وضعها أصحابها لأول مرة ، وهى فى حقيقة الأمر لا تختلف كثيراً فى مدلولاتها عما تعنيه اليوم ، على الأقل من حيث الموضوع والمنهج ، إن لم يكن من حيث المحتوى العلمى أيضاً فى أغلب الأحيان .

وقد قمنا بترجمة الأفكار الأساسية التى تضمنتها هذه الدراسة إلى اللغة الانجليزية آملين وصولها إلى دائرة أوسع من القراء والباحثين .

نسأل الله العلى القدير أن يتقبل منا هذا العمل المتواضع خالصاً لوجهه الكريم .

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين .

أحمد فؤاد باشا

# الفصل الأول

# ظاهرة الجاذبية

# قانون الجذب العام

من المعروف أن العالم الانجليزى إسحاق نيوتن هو الذى وضع صياغة قانون الجذب العام الذى ينص على أن «كل جسم فى الكون يجذب أى جسم آخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتى الجسمين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما» ، ويعرف ثابت التناسب باسم «ثابت الجاذبية الكونى» Universal gravitational constant وهذا القانون كما نعرفه اليوم هو الذى يشرح حركة الكواكب فى مسارات دائرية تقريباً حول الشمس بفرض أن جذب الشمس وكواكبها هو السبب فى تلك الحركة الدورانية . لكن طبيعة العلم التراكمية ، كما يصفها فلاسفة العلم ومؤرخوه ، تلفت الأنظار إلى ما أكده نيوتن نفسه من أنه ما كان ليتوصل إلى صياغة قوانينه الشهيرة لولا أنه وقف على أكتاف من سبقوه من عمالقة العلماء .

ويقول الخبثاء إن المقصود بمن سبقوه هم علماء عصر النهضة الأوروبية فقط أمثال تيكوبراهى وكبلر وجاليليو وغيرهم . أما المنصفون فينسبون الفضل لأصحابه ، ويعثرون فى تراثنا الإسلامى على ما يؤكد سبق علماء الحضارة الإسلامية إلى اكتشاف فكرة الجاذبية وبلورة

مفاهيم جديدة متعلقة بها . ولعل فى سرد القصة من أولها ما يظهر هذه الحقيقة الهامة ، إذ لايشك أحد فى أن الإنسان القديم قد لاحظ سقوط الأجسام من الأعلى إلى الأسفل . مثلما لاحظ نيوتن سقوط التفاحة من الشجرة إلى الأرض ، ثم تعامل مع الموجودات على ضوء هذه الملاحظة .

# السقوط الحر للأجسام

كانت أولى محاولات تفسير السقوط الحر للأجسام للفيلسوف اليونانى أرسطو الذى أعتقد بأن سبب سقوط الجسم إلى الأرض يعود إلى «الوحشة الطبيعية» الكامنة فى الجسم نفسه ، تماماً مثلما يميل الطفل إلى حضن أمه كلما بعد عنها باعتبارها المكان الطبيعى لإزاحة وحشته ، واتجاه حنينه هو الذى يدفع به إلى مقاومة حالة الوحشة وطردها . ويلاحظ بعض الباحثين فى هذا الموضوع أن أرسطو قد أمعن فى «أنسنة الطبيعة» عندما طبق الأحاسيس الإنسانية على ظواهر الطبيعة وسلوك أشيائها ، فرأى أن الجسم المادى الصغير يجد مكانه الطبيعى حين «يسقط» فى حضن أمه : كوكب الأرض[1] ، أى أن النظرة «الأرسطية» تقضى بأن الجسم الساقط يميل من تلقائه إلى الحركة نحو الأرض .

ويأتى عصر الحضارة الإسلامية الذى اهتدى فيه العلماء إلى المنهج العلمى السليم فى تحصيل العلوم والمعارف ، فلم يقبلوا تماما البراهين الفلسفية للآراء التى يمكن اختبار صحتها تجريبيا . وفطنوا إلى أن التفسير العلمى لظواهر الطبيعة يكتسب دقته من مدى تعبيره عن الحقيقة العلمية

---

(١) محمود إبراهيم الصغيرى ، مكانة الهمدانى فى تاريخ تطور مفهوم الإنسان لظاهرة الجاذبية ، مجلة الإكليل ، العدد الخامس ، صنعاء ، ١٤٠١ هـ/١٩٨١ م .

الكامنة وراء سلوك هذه الظواهر ، إما بوصفها تطابقا للواقع الموضوعى ، وذلك بإطلاق لفظ الواقع على الأمور التى يمكن التحقق منها على نحو يقره الجميع ، وإما باعتبارها تطابقا لقضايا ذهنية ليس لها مسميات فى عالم الواقع ، مثل بعض قضايا علم الرياضيات للأشياء كما هى فى ذاتها ، إذ من الممكن تشييد نسق كامل للتفكير الرياضى .

استطاع علماء الحضارة الإسلامية ، بهذه الطريقة العلمية الجديدة فى البحث والتفكير والتأمل ، أن يقلبوا تصورات القدماء الفلسفية عن الظواهر الطبيعية رأسا على عقب ، وأن يقدموا لأول مرة أساسا مقبولا لتفسير السقوط الحر للأجسام تحت تأثير الجاذبية الأرضية . ويبدأ الهمدانى هذه الثورة العلمية بقوله ، فى سياق حديثه عن الأرض وما يرتبط بها من أركان ومياه وهواء : «فمن كان تحتها (أى تحت الأرض عند نصفها الأسفل) فهو فى الثبات فى قامته كمن فوقها ، ومسقطه وقدمه إلى سطحها الأسفل كمسقطه إلى سطحها الأعلى ، وكثبات قدمه عليه . فهى بمنزلة حجر المغناطيس الذى تجذب قواه الحديد إلى كل جانب .....»(٢) .

---

(٢) الحسن بن أحمد الهمدانى ، كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضة) ، إعداد وتحقيق : محمد محمد الشعيبى ، مطبعة دار الكتاب ، دمشق ١٩٨٣ . وكان المستشرق السويدى المعاصر «كريستوفر تول» قد عثر على إحدى النسخ الأصلية لمخطوطة كتاب

ويتضح جليا من هذا النص أن الهمدانى قد ربط ظاهرة الجاذبية بالأرض التى تجذب الأجسام الصغيرة فى كل جهاتها ، وهذا الجذب إنما هو قوة طبيعية مركزة فى الأرض وتظهر آثارها فى مجال فعال حول الأرض أشبه بذلك المجال الذى يتمتع به «حجر» المغناطيس . ولولا هذه الخاصية لكانت كروية الأرض ودورانها سببين أساسيين فى تطاير كل ما على سطحها . وبهذا المفهوم العلمى يكون الهمدانى قد أرسى أول حقيقة جزئية فى فيزياء ظاهرة الجاذبية ، وهى ما يعرف بطاقة الموضع أو طاقة الكمون Potential energy الناتجة أصلا عن ارتفاع الأجسام عن الأرض ، وإن كان لم يقل فى النص صراحة أن الأجسام تجذب بعضها البعض ، وهو المعنى الأساسى لقانون الجذب العام لنيوتن[٣] .

---

الجوهرتين فى إحدى المكتبات الأوروبية وقام بتحقيقها وترجمتها إلى اللغة الألمانية عام ١٩٦٨ ، طبعة جامعة أوبسالا ، ثم ظهرت بعد ذلك طبعته المذكورة باللغة العربية .

(٣) د . أحمد فؤاد باشا ، الاتجاه العلمى عند الهمدانى ، مجلة المسلم المعاصر ، ع ٥٨ ( ١٩٩٠ ) .

# حركة المقذوفات

وأضاف علماء آخرون تباعا ، فى عصر الازدهار الإسلامى ، حقائق أخرى جزئية على طريق استكمال التصور الإنسانى لظاهرة الجاذبية من خلال دراساتهم لحركة المقذوفات ، من حيث أن حركتها إلى أعلى عند القذف تعاكس فعل الجاذبية الأرضية ، أو أن القوة القسرية التى قذف بها الجسم إلى أعلى تعمل فى تضاد مع قوة الجاذبية الأرضية . فهذا هو هبة الله البغدادى يقول فى كتابه «المعتبز فى الحكمة» :

« ... فكذلك الحجر المقذوف فيه ميل مقاوم للميل القاذف ، إلا أنه مقهور بقوة القاذف ، ولأن القوة القاسرة عرضية فيه ، فهى تضعف لمقاومة هذه القوة والميل الطبيعى ولمقاومة المخروق .. فيكون الميل القاسر فى أوله على غاية القهر للميل الطبيعى ، ولايزال يضعف ويبطىء الحركة ضعفا بعد ضعف وبطئا بعد بطء حتى يعجز عن مقاومة الميل الطبيعى ، فيغلب الميل الطبيعى فيحرك إلى جهته»(٤) .

وهنا تجدر الإشارة إلى أن البغدادى لا يستخدم مفهوم «الميل» كقوة خفية أو «وحشة» طبيعية فى اتجاه الحنين إلى حضن الأم : كوكب الأرض ، مثلما قال أرسطو ، ولكنه عنى

---

(٤) راجع : د . جلال شوقى ، تراث العرب فى الميكانيكا ، القاهرة ١٩٧٣ .

به القوة المادية التى تتحكم عمليا فى حركة المقذوف صعودا ضد الجاذبية الأرضية وهبوطا فى اتجاهها . والسؤال الذى طرحه البغدادى فيما يتعلق بهذه القضية العلمية هو : هل يتوقف الحجر المقذوف عند أعلى نقطة يصل إليها حين يبدأ فى الارتداد إلى سطح الأرض ؟ ويجيب هو نفسه فى نفس الكتاب بالنص الواضح الصريح :

«من توهم أن بين حركة الحجر علوا المستكرهة بالتحليق وبين انحطاطه وقفة فقد أخطأ . وإنما تضعف القوة المستكرهة له وتقوى قوة ثقله ، فتصغر الحركة ، وتخفى حركته على الطرف ، فيتوهم أنه ساكن»(٥) .

ويثابر المخلصون من العلماء على البحث والتنقيب فى كتب التراث الإسلامى ، فيعثرون على المزيد من النصوص التى تتضمن مفاهيم أكثر وأوصافا أشمل لظاهرة الجاذبية ، ومن أشهر النصوص التى تعرضت لهذا الموضوع وأوضحها ما قاله البيرونى فى رده على المعترضين على دوران الأرض حول نفسها والمعتقدين بأن الأرض لو دارت لطارت من فوق سطحها الأحجار واقتلعت الأشجار ، وأكد فى هذا الرد أن الأرض تجذب ما فوقها نحو مركزها ، فقد جاء فى كتابه «القانون المسعودى» أن الناس على الأرض منتصبو القامات على استقامة أقطار الكرة ، وعليها أيضاً نزول الأثقال إلى

---

(٥) د . أحمد فؤاد باشا ، التراث العلمى للحضارة الإسلامية ومكانته فى تاريخ العلم والحضارة ، القاهرة ١٩٨٤ .

راجع أيضاً : محمود إبراهيم الصغيرى ، مرجع سابق .

أسفل . كما أن الخازن قد أوصلته أبحاثه إلى أن الأجسام الساقطة تنجذب فى سقوطها نحو مركز الأرض ، فذكر فى كتابه «ميزان الحكمة» أن الجسم الثقيل هو الذى يتحرك بقوة ذاتية أبدا إلى مركز العالم فقط ، أى أنه يعنى أن الثقل هو الذى له قوة تحركه إلى نقطة المركز . وقد فطن الإمام الرازى إلى تعميم فكرة الجاذبية على جميع الأجسام الموجودة فى الكون ، فنجده يتحدث عن انجذاب الجسم إلى مجاوره الأبعد ، مقتربا بذلك من المعنى الشمولى الذى توصل إليه نيوتن .

وينجح البغدادى مرة أخرى فى تصحيح ذلك الخطأ الجسيم الذى وقع فيه أرسطو عندما قال بسقوط الأجسام الثقيلة أسرع من الأجسام الخفيفة ، فنراه يثبت حقيقة علمية هامة تقضى بأن سرعة الجسم الساقط سقوطا حرا تحت تأثير الجاذبية الأرضية لا تتوقف إطلاقا على كتلته ، وذلك عندما تخلو الحركة من أى معوقات خارجية ، ويعبر عن هذه الحقيقة بكلماته فيقول : « ... وأيضاً لو تحركت الأجسام فى الخلاء لتساوت حركة الثقيل والخفيف والكبير والصغير والمخروط المتحرك على رأسه الحاد والمخروط المتحرك على قاعدته الواسعة ، فى السرعة والبطء . لأنها إنما تختلف فى الملاء بهذه الأشياء بسهولة خرقها لما تخرقه من المقاوم المخروق كالماء والهواء وغيره ....»(٦) .

---

(٦) راجع ما كتبناه عن «تطور نظريات الحركة» فى مؤلفنا : «فلسفة العلوم بنظرة إسلامية» ، القاهرة ١٩٨٤ ، ص ١٤٤ وما بعدها .

وهكذا يتضح سبق علماء الحضارة الإسلامية إلى بلورة المفاهيم الأساسية لظاهرة الجاذبية بعيداً عن الآراء الفلسفية القديمة والتصورات النظرية عن الحركة والسكون ، واستنادا إلى حقيقة ما أثبتوه من أن مناهج البحث فى المعرفة تعتمد على طبيعة موضوعاتها . ولولا هذه الثورة الهائلة التى أحدثوها فى منهجية التفكير والبحث العلمى السليم لظلت خرافات القدماء قائمة حتى وقتنا هذا ، ولما وجد إسحاق نيوتن من يقف على أكتافهم من عمالقة العلماء لكى يصنع مجده وشهرته . ففى قصة اكتشاف ظاهرة الجاذبية التى قدمناها خير دليل وأوضح مثال .

# الفصل الثانى

# نظريات الميكانيكا

يُعرف علم «الميكانيكا» حالياً بأنه «أحد العلوم الفيزيائية الذى يعنى بدراسة حركة الأجسام أو تغيير مواضعها ، وهو ينقسم عادة إلى «الديناميكا» Dynamics التى تعنى بالأسباب الفيزيائية للحركة بمختلف أنواعها ، و«الكينماتيكا» Kinematics التى تعنى بدراسة الحركة المجردة من وجهة النظر الهندسية بصرف النظر عن اعتبارات الكتلة والقوة ، و«الاستاتيكا» Statics التى تختص بحالات الأجسام الساكنة أو القوى المتوازنة التى تحول دون ظهور الحركة . وتعتمد نظريات الميكانيكا على مفاهيم غير معرفة للفراغ والزمن والمادة ، مثل مفهوم «النقطة» و«الخط المستقيم» فى الهندسة «الإقليدية» المستوية التى وضع أصولها عالم الرياضيات اليونانى «اقليدس» Euclid فى القرن الثالث قبل الميلاد .

# الفروض والنماذج في العلم الإسلامي

يلجأ العلماء كثيراً إلى تبسيط الوصف الرياضى للظواهر الفيزيائية بواسطة استبدال الأشياء الواقعية فى الطبيعة بنماذج مناسبة تفيد فى أغراض عملية كثيرة ، مثال ذلك نجده عندما نتعامل مع كل من الأرض والشمس كنقطة ، وذلك عند وصف حركة الأرض حول الشمس من الناحية الرياضية . وقد كانت هذه مرحلة متقدمة فى تاريخ العلم ، أرسى دعائمها علماء الحضارة الإسلامية الزاهرة خلال العصور الوسطى على أساس الدراسات النظرية عن الحركة والسكون فى المؤلفات الفلسفية القديمة .

من ناحية أخرى ، أدى المنهج التجريبى الذى اصطنعه علماء المسلمين إلى تحقيق ثورة هائلة فى مجال العلوم الطبيعية ، ومن بينها علم الميكانيكا الذى بدأته الفلسفة القديمة بعدم القدرة على التمييز بين حركة الطائر وحركة حجر يسقط من أعلى الجبل أو حركة نجم يدور فى السماء . ويكفى أن نستدل على طبيعة الفرض الفلسفى وانعدام جدواه فى تلك المرحلة المبكرة من تاريخ العلم الطبيعى بما جاء فى التراث الإغريقى على لسان أفلاطون فى وصف الكون مانصه : « والآن ، وبعد أن بلغت كل النجوم اللازمة لتكوين الزمن وضعا حركياً مناسبا لها ، وبعدما أصبحت أجسامها المكبلة بالسلاسل كائنات حية تعرف مهمتها المرسومة ، بدأت

تدور ، بعضها فى مدارات واسعة والبعض الآخر فى مدارات ضيقة ، وكانت النجوم ذات المدارات الأضيق تدور بشكل أسرع ، وكانت النجوم ذات المدارات الأوسع أبطأ دورانا(٧) .

ولم تكن آراء أرسطو ، عبقرى الحضارة الإغريقية ، وتأملاته الفلسفية فى حركة الأجسام أحسن حالا من آراء أستاذه أفلاطون ، فقد بحث هو الآخر فى حركة الوجود المادى المحسوس على أساس أن الطبيعة هى العلة الأولى لكل حركة أو سكون . ذلك أن لكل جسم فى فلسفة أرسطو مكانه الطبيعى الذى يسعى إليه ، وفى هذا المكان يكون الجسم فى حالة سكون ، وهذا السكون صادر عن الجسم نفسه ، بمعنى أن كل جسم لابد له من مكان يحل فيه ، وبذلك يكون السكون من ذات الجسم كما كانت الحركة من ذاته أيضا(٨) . ويكاد يجمع فلاسفة العلم ومؤرخوه على أن منطق أرسطو الصورى الذى اتبعه فى استخلاص مثل هذه الآراء الخاصة بظواهر العلم الطبيعى غير قادر على الوصول إلى حقائق علمية تؤكدها التجربة العملية ، ووصفوه بأنه منهج عقيم وأجدب لأنه لا يأتى بمعرفة علمية جديدة .

---

(٧) راجع مؤلفنا : فلسفة العلوم بنظرة إسلامية ، القاهرة ١٩٨٤ ، ص ١٤٨ وما بعدها .

(٨) د . محمد عبد الرحمن مرحبا ، الموجز فى تاريخ العلوم عند العرب ، دار الكتاب اللبنانى ، بيروت ١٩٧٠ ، ص ٤٩ وما بعدها .

وتجدر الإشارة فى هذا الشأن إلى أن علماء وفلاسفة المسلمين الممثلين لروح الإسلام يرون فى أفلاطون وثنيا كبيراً ويعتبرون أرسطو فيلسوف الإلحاد الكبير . راجع فى ذلك . د . على سامى النشار ، نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام ، الجزء الأول ، دار المعارف ط ٨، ١٩٨١ ، ص ١٦٦ .

من هنا ، كان لابد للعلم من منهج جديد يقوم على الملاحظة والتجربة والاستقراء وفرض الفروض واستنباط النظريات والقوانين العلمية . وقد جاء هذا المنهج على أيدى علماء الحضارة الإسلامية . ومثل هذا المنهج الذى التزموه فى كنف الروح الإسلامية الباعثة لكل الطاقات البشرية والملكات المعرفية يظل دائماً قادراً على الإنتاج والعطاء إذا ما أحسن استغلاله وتطبيقه . ولا عجب إذن من أن يشهد المنصفون بأن العلم يدين بنشأته وتطوره لهذا المنهج الإسلامى الرشيد الذى لولاه لتأخر سير المدنية عدة قرون .

وقد كشف الباحثون فى مخطوطات التراث العلمى للحضارة الإسلامية عن الكثير من النتائج الهامة التى يمكن تصنيفها ، فيما يتعلق بهذا الجزء من الدراسة ، إلى مستويين أساسيين فى علم الميكانيكا نجمل عنهما الحديث فيما يلى :

# تعريف عناصر الحركة وأنواعها

حدد الشيخ الرئيس ابن سينا[٩] عناصر الحركة فى ستة أمور هى : المتحرك (أى الجسم المتحرك) والمحرِّك (أى القوة المسببة للحركة) ، وما فيه (يعنى موضع الجسم) وما منه (يعنى موضع بداية الحركة) وما إليه (يعنى موضع انتهاء الحركة) ، والزمان (يعنى الفترة الزمنية التى استغرقتها الحركة) . ونجد تعريف الحركة الطبيعية والحركة القسرية فى قول ابن سينا أيضاً : «وكل جسم متحرك فحركته إما من سبب من خارج وتسمى حركة قسرية ، وإما من سبب فى نفس الجسم ، إذ الجسم لا يتحرك بذاته ، وذلك السبب إذا كان محركاً على جهة واحدة على سبيل التسخير فيسمى طبيعة» . كما نجد تعريف الحركة المكانية (الانتقالية) والحركة الوضعية (الدورانية) فى كتاب «المعتبر فى الحكمة» لابن ملكا البغدادى ، حيث يفرِّق بين هذين النوعين من الحركة بقوله : «الحركة المكانية هى التى بها ينتقل المتحرك من مكان إلى آخر ، والحركة الوضعية هى التى تتبدل بها أوضاع المتحرك ولا يخرج عن جملة مكانه كالدولاب

---

(٩) الشيخ الرئيس ابن سينا ، كتاب «الشفاء ـ الطبيعيات» ، تحقيق محمود قاسم ، مراجعة وتقديم إبراهيم مدكور ، المقالة الثانية ، الفصل الأول ، دار الكتاب العربى ، القاهرة ١٩٦٦ .

والرحا»[١٠] ، كذلك أوضح البغدادى الفروق الجوهرية بين نوعى الحركة الطبيعية والحركة القسرية بقوله : « ..... فإن الحركة إما طبيعية وإما قسرية ، والقسرية يتقدمها الطبيعية ، لأن المقسور إنما هو مقسور عن طبعه إلى طبع قاسره ، فإذا لم يكن حركة بالطبع لم يكن حركة بالقسر . والطبيعية إنما تكون عن مباين بالطبع إلى مناسب بالطبع ، وإلى مناسب أنسب من مناسب ....»[١١] ويتضح من هذا النص أن علماء المسلمين قد فطنوا لأول مرة فى تاريخ العلم إلى إمكان الجمع بين الحركتين الطبيعية والقسرية ، كما هو الحال بالنسبة للمقذوفات عند قذف الأحجار ورمى السهام وغير ذلك .

بالإضافة إلى هذا ، تمكن الباحثون فى تراث الحسن بن الهيثم من التوصل إلى حقيقة تاريخية هامة مؤداها أنه تعامل مع الحركة ـ من خلال معالجاته الرياضية لشرح ظواهر انعكاس الضوء وانعطافه ـ على أنها «كمية اتجاهية» قابلة للتحليل والتركيب بالمعنى المفهوم حالياً فى علم «المتجهات» Vectors . فهو يحلل الحركة للشعاع الضوئى الساقط إلى

---

(١٠) أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادى ، المعتبر فى الحكمة ، مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول رقم ٣٢٢٢ ، ٢٢٥ ورقة .

(١١) المرجع السابق ، عن د . على عبد الله الدفاع ود . جلال شوقى ، أعلام الفيزياء فى الإسلام ، الطبعة الثانية ، مؤسسة الرسالة ، بيروت ١٩٨٥ .

قسطين (أو مركبتين) : إحداهما عمودية على سطح السقوط والأخرى موازية له[١٢] .

ويحتوى التراث العلمى الإسلامى أيضاً على مصطلح هام فى العلوم الفيزيائية يتعلق بالأسباب الفيزيائية للحركة «الديناميكا» ، هو مصطلح «كمية التحرك» Momentum الذى يشير إلى كمية فيزيائية فى المتحرك تتوقف على سرعة حركته وكمية المادة به . وقد أشار الحسن بن الهيثم إلى هذا المعنى بمصطلح «قوة الحركة» ، وذلك فى معرض شرحه لارتداد جسم مصادم لسطح مستو ، حيث يقول : « .... والمتحرك إذا لقى فى حركته مانعاً يمانعه وكانت القوة المحركة له باقية فيه عند لقائه المانع ، فإنه يرجع من (حيث) كان فى الجهة التى منها تحرك ... وتكون قوة حركته فى الرجوع بحسب قوة الحركة التى كان تحرك بها الأول ، وبحسب قوة الممانعة .. لأن الحركة المكتسبة إنما تكون بحسب مقدار المسافة وبحسب مقدار الثقل» . وهنا ، يكتسب إدراك ابن الهيثم للمعنى الكمى للحركة أهمية خاصة إذا علمنا أن معدل كمية التحرك بالنسبة للزمن هو أساس تعريف «القوة» Force الذى قام عليه قانون نيوتن الثانى للحركة[١٣] .

---

(١٢) مصطفى نظيف ، الحسن بن الهيثم ، بحوثه وكشوفه البصرية . القاهرة ١٩٤٢ .

(١٣) نجد هذا المعنى أيضاً فى نصوص أخرى من التراث الإسلامى وردت فى مؤلفات ابن ملكا البغدادى . راجع فى ذلك المراجع المذكورة لمصطفى نظيف وعلى عبد الله الدفاع وجلال شوقى وأحمد فؤاد باشا .

كذلك عرف علماء الحضارة الإسلامية أسباب معاوقة سواء عن طريق الاحتكاك أو بسبب تأثير شكل الجسم وكثافة الوسط الذى تحدث فيه الحركة . فهذا نصير الدين الطوسى يؤكد بوضوح أن قوة المعاوقة الناشئة عن الاحتكاك تتناسب طردياً مع وزن الجسم . جاء ذلك فى معرض شرحه لكتاب ابن سينا «الإشارات والتنبيهات» حيث قال : «ولاشك أن طبيعة (أى وزن) الجسم الأعظم تكون أقوى من طبيعة الجسم الأصغر لاشتمال الأعظم على مثل طبيعة الأصغر وعلى ما يزيد عليه ، ويلزم منه أن تكون مقاومة الأعظم أكثر من مقاومة الأصغر» .

وعن مقاومة الوسط التى يتحرك فيه الجسم يقول ابن سينا فى طبيعيات كتابه «الشفاء» : «فإنك ستعلم أن مقاومة المنفوذ فيه هى المبطل للقوة المحركة» . ويقول هبة الله البغدادى فى كتابه «المباحث الشرقية» : «إن الجسم إذا تحرك فى مسافة ، فكلما كان الجسم الذى فى المسافة أرق كانت الحركة فيه أسرع ، وكلما كان أغلظ كانت الحركة فيه أبطأ» . وعن تأثير شكل الجسم المتحرك على مقاومة الحركة يقول ابن ملكا : «إن المخروط المتحرك على رأسه يخرق أسهل من المتحرك على قاعدته» ، وفى هذا أيضاً إشارة إلى أهمية الشكل الانسيابى فى سهولة الحركة ، وهو ما يلاحظ عادة عند صناعة السيارات والسفن والطائرات والصواريخ(١٤) .

---

(١٤) لمزيد من التفصيل راجع مؤلفنا «التراث العلمى للحضارة الإسلامية ومكانته فى تاريخ العلم والحضارة ، فصل الفيزياء» القاهرة ١٩٨٤ .

# قوانين الحركة وتطبيقاتها

نعلم الآن أن قوانين الحركة الشهيرة يعزى اكتشافها إلى العالم الانجليزى إسحاق نيوتن فى القرن السابع عشر، وتستخدم هذه القوانين لكى تصف وتنبىء عن حركة الأجسام الظاهرة فى الكون، بما فى ذلك حركة كواكب مجموعتنا الشمسية. وينص قانون نيوتن الأول للحركة كما نعرفه اليوم على أن «كل جسم يظل على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته»، أى أن هذا القانون يختص بصفة مدافعة الجسم عند بقائه على حالته، وهى ما تعرف باسم «خاصية القصور الذاتى»، أما قانون نيوتن الثانى للحركة فينص على أن «القوة المؤثرة على جسم متحرك تتناسب تناسباً طردياً مع كل من كتلته وعجلة تحركه»، حيث تعرف العجلة بأنها معدل تغير سرعة الجسم. وهناك نص آخر لهذا القانون هو: «يتناسب معدل التغير فى كمية تحرك جسم ما مع القوة المؤثرة عليه، ويكون هذا التغير دائماً فى اتجاه القوة». وإذا ما وصلنا إلى القانون الثالث للحركة فإننا نجد أنه ينص على أنه: «لكل فعل رد فعل مساوٍ له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه».

وقد أكدت مخطوطات التراث الإسلامى سبق علماء المسلمين إلى صياغة وصفية لقوانين الحركة الثلاثة المنسوبة

لإسحاق نيوتن فى نصوص صريحة واضحة نذكر منها على سبيل المثال :

( أ ) إشارة ابن سينا إلى خاصية القصور الذاتى التى يدافع بها الجسم المتحرك عن استمراره فى الحركة المنتظمة ، بقوله : «إنك لتعلم أن الجسم إذا خلى وطباعه ، ولم يعرض له من خارج تأثير غريب ، لم يكن له بد من موضع معين ، وشكل معين ، فإذن فى طباعه مبدأ استيجاب ذلك ... والجسم له فى حال تحركه ميل (أى مدافعة) يتحرك به ، ويحس به الممانع ولن يتمكن من المنع إلا فيما يضعف ذلك فيه ، وقد يكون من طباعه ، وقد يحدث فيه من تأثير غيره فيبطل المنبعث عن طباعه إلى أن يزول فيعود انبعاثه»[١٥] ويقول ابن سينا فى موضع آخر من طبيعيات الشفاء : « .... وليست المعاوقة للجسم بما هو جسم ، بل بمعنى فيه يطلب البقاء على حاله من المكان أو الوضع ... وهذا هو المبدأ الذى نحن فى بيانه»[١٦] وهذا هو القانون الذى يناظر قانون نيوتن الأول للحركة .

( ب ) صياغة ابن ملكا البغدادى للقانون الثانى للحركة على الصورة : «وكل حركة ففى زمان لا محالة ، فالقوة الأشد تحرك أسرع وفى زمان أقصر .. فكلما اشتدت القوة ازدادت السرعة فقصر الزمان ، فإذا لم تتناه الشدة لم تتناه السرعة ،

---

(١٥) عن : «أعلام الفيزياء فى الإسلام» مرجع سابق .

(١٦) المرجع السابق .

وبذلك تصير الحركة فى غير زمان أشد ، لأن سلب الزمان فى السرعة نهاية ما للشدة»[١٧] .

ونلاحظ هنا معنى التسارع (العجلة) فى عبارة «سلب الزمان فى السرعة» ، وهو يقابل فى عصرنا معدل تغير السرعة ، مما يفيد وقوف ابن ملكا البغدادى على معنى تناسب القوة مع تسارع الحركة . ولكنه بطبيعة الحال لم يكن مطلوباً منه فى حدود معطيات عصره أن يتوصل إلى الصيغة الرياضية التى وضعها نيوتن بعد ذلك بحوالى ستة قرون وهى «القوة تساوى حاصل ضرب الكتلة فى تسارع الحركة» .

(جـ) إشارة فخر الدين الرازى إلى أحد معانى قانون الحركة الثالث من خلال صياغته لقانون الاتزان تحت تأثير قوتين متساويتين بقوله : «الحلقة التى يجذبها جاذبان متساويان حتى وقفت فى الوسط ، لاشك أن كل واحد منهما قد فعل فيها فعلا معوقا بفعل الآخر ، ثم لاشك أن الذى فعله كل واحد منهما لو خلى عن المعارض لاقتضى اجتذاب الحلقة إلى جانبه»[١٨] .

وهكذا نجد أن علماء المسلمين قد سعوا بمنهجهم العلمى السليم إلى بلورة الكثير من المفاهيم الميكانيكية الجديدة التى ساعدت علماء النهضة الأوروبية بعد ذلك على ايجاد صياغات كمية لقوانين حركة الأجسام على الأرض ، أو حركة الأرض والكواكب والنجوم فى الفضاء الكونى .

---

(١٧) هبة الله بن ملكا البغدادى ، المعتبر فى الحكمة ، مرجع سابق .

(١٨) الإمام فخر الدين الرازى ، كتاب «المباحث الشرقية فى علم الإلهيات والطبيعيات» ، مطبوعات دائرة المعارف العثمانية ، حيدر أباد الدكن بالهند ، ١٩٢٤ ، عن «أعلام الفيزياء فى الإسلام» ، مرجع سابق .

# الفصل الثالث

# النظرية الذرية

إن تطور العلم والتقنية قد بلغ الآن حداً يستطيع عنده الإنسان أن يسلم بوجود الجزء الأصغر الذى تتكون منه مادة كل عنصر كيميائى ، وهو ما أطلق عليه فلاسفة الإغريق اسم «أتوم Atom» وظهر فى تراثنا الإسلامى باسم « الجزء الذى لايتجزأ » و « الجوهر الفرد» ثم دخل فى لغتنا العربية حديثا باسم « الذرة » وذلك على سبيل ترجمة غير دقيقة لكلمة « أتوم Atom» التى تعنى فى لغة الإغريق «غير المنقسم» أو «غير القابل للانقسام» ، بالرغم من احتفاظ اللغات الأجنبية الأخرى بنفس الكلمة كما هى فى الأصل الإغريقى لتؤدى المعنى المقصود منها[١٩] .

وإذا كان إنسان القرن العشرين قد أفاد كثيراً من مختلف تطبيقات النظرية الذرية فى الأغراض السلمية ، فإنه فى نفس الوقت لم يسلم من آثارها المدمرة وتهديداتها المروعة عند استخدامها فى أسلحة الحرب وقنابل الخراب والإبادة . وقد جاءت النتائج العملية لتطبيقات النظرية الذرية على هذا النحو أو ذاك بعد أن مرت بمراحل عديدة عبر آلاف السنين ،

---

(١٩) كلمة «ذرة» فى اللغة العربية تجمع على «ذر» : وهو صغار النمل ، ومن أبرز معانيها أنها تطلق على ما يرى من هباء وجسيمات دقيقة فى شعاع الشمس الداخل من النافذة (انظر لسان العرب لابن منظور ، مادة «ذر») ومعناها البيانى المقصود : هو التهوين والتصغير والتقليل . قال تعالى : ﴿ فَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْراً يَرَهُ.وَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرّاً يَرَهُ ﴾ (سورة الزلزلة : ٧ ، ٨) أما استخدام مصطلح «الذرة» بمعناه الفيزيائى الكيميائى فى لغة العلم العربية فقد شاع وأصبح مقبولاً باتفاق الناس عليه ، لكنه لا يطابق المعنى اللغوى والبيانى من وجوه عدة .

كانت فى معظمها فلسفية الطابع ، وظلت كذلك حتى قرب نهاية القرن الثامن عشر ، حيث أخذت فى التحول إلى نظرية علمية يمكن أن يعول عليها فى تفسير الكثير من الظواهر الفيزيائية والكيميائية ، وإن كان فهم الإنسان الكامل لنموذج الذرة وتصوره الصحيح عن تركيبها الدقيق لم يكتملا بعد حتى الآن ، ولعله من المفيد أن نتتبع بإيجاز مسيرة النظرية الذرية The atomic theory منذ نشأتها على أيدى فلاسفة العصور القديمة، آملين من خلال ذلك أن نكشف النقاب عن الدور الذى لعبه علماء المسلمين فى تطوير واحدة من أهم النظريات العلمية المعاصرة ، وأن نلقى مزيداً من الضوء على إسهامهم فى تأصيل قواعد المنهج العلمى بصورة عامة ، وتطويرهم لمعنى «الفرض» وأهميته فى عملية التفكير بصورة خاصة .

# نشأة النظرية الذرية

نشأت فكرة «الذرة» فى تفكير الإنسان لأول مرة، عندما واجهته أول مشكلة فلسفية تتعلق بالتساؤل عن مبدأ الكون ، أو المادة الأولى التى نشأ منها ، وعن مدى إمكانية تقسيم المادة وصولاً إلى الجزء الأصغر منها . ويبدو أن هذا التساؤل كان بدوره نتيجة منطقية لاعتقاد مؤداه أن فهم الكون يتطلب معرفة بعض الشىء عن أجزائه الصغرى . وهو اعتقاد فطرى صحيح إلى حد كبير ، ولايزال له انعكاس فيما يتردد الآن من نظريات حول أصل الكون ونشأته بعد أن زاد عليه «هيزنبرج» بقوله : إن فهم أى شىء عن تركيب الظواهر الطبيعية يتم عن طريق اكتشاف العلاقات الرياضية المعبرة عن أجزائها الصغرى(٢٠) .

وتنسب النظرية الذرية فى نشأتها عادة إلى «لويقيبوس» الملطى وتلميذه «ديمقريطس» فى القرن الخامس قبل الميلاد ، وإن كان المؤرخ والجغرافى اليونانى القديم «سترابو» Strabo قد عزا نشأتها إلى «موشوس» Mochos الفينيقى الذى سبق

---

(٢٠) د . ڤرنر هيزنبرج ، الجزء والكل ، محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية ، الترجمة العربية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٨٦ .

«لويقيبوس» ببضعة قرون[٢١] . وتشير بعض المصادر إلى أن بداية التفكير فى «الذرة» تعود إلى الفيثاغوريين الذين نادوا فى القرن السادس قبل الميلاد بالذرية العددية عندما قالوا بأن الوحدات الأساسية للأشياء هى أشكال رياضية أو أعداد . وهناك أيضاً من يقول بأن الهنود القدماء تكلموا فى «الذرة» منذ مطلع القرن السادس قبل الميلاد ، لكن كلامهم هذا كثير الغموض لاختلاطه بنظريتهم القديمة «نحو عام ١٥٠٠ ق.م» حول العناصر الخمسة المؤلفة للوجود وهى التراب والماء والنار والهواء والأثير[٢٢] ويميل بعض المؤرخين إلى ترجيح احتمال وصول هذه الآراء إلى لويقيبوس وديمقريطس، أحدهما أو كليهما ، وخاصة أن الأخير قد عرف عنه أنه سافر

---

(٢١) جاء فى معجم الأعلام بقاموس «المورد» لمنير البعلبكى ، ص ٨١ من طبعة عام ١٩٨٦ أن آثار سترابو «٦٤ ق . م ـ ٢٣ ق.م» تعد مرجعا معتمدا فى دراسة التاريخ القديم . أما المعلومة الواردة عنه فقد استقيناها من المرجع التالى :

F.W. Dobbs, A. Forslev and R.L. Gilbert, «The physical Sciences,» Alhyn and Bacon, Inc. Boston (1972), P. 195 .

(٢٢) ليست هذه العناصر هى المواد التى نعرفها اليوم بهذه الأسماء ، بل هى مثالات عامة لأصناف الأجسام الموجودة فى عالمنا ، فالتراب يمثل جميع الأجسام الصلبة ، والماء يمثل جميع السوائل ، والهواء يمثل جميع «الغازات» والأثير هو امتداد مكانى هادىء يتيح لباقى العناصر أن تتحرك وتشكل الأجسام فيه . راجع فى ذلك :

عمر فروخ ، تاريخ العلوم عند العرب ، دار العلم للملايين ، بيروت ١٩٧٠ ، ص ٦٧ .

إلى مصر والحبشة وبابل وفارس والهند ، فضلاً عن طوافه بلاد اليونان ، ولاشك أنه تعلم كثيراً من هذه الأسفار(٢٣) .

ومهما يكن من أمر الخلاف حول صاحب فكرة الأساس الذرى للعالم ، فإن أول صياغة للنظرية الذرية قد قام بها لويقيبوس وديمقريطس فى صورتها التقليدية ، وأضاف إليها أبيقور (٣٤١ ـ ٢٧٠ ق . م) بعض الإضافات البسيطة ، ثم طرحها لوكريتيوس (٩٩ ـ ٥٥ ق . م) طرحا وافيا عن أبيقور فى قصيدته الشعرية «عن طبائع الأشياء» On the nature of things وليس يعنينا هنا تفصيل الفروق الفرعية بين هذه الفلسفة أو تلك ، ولا أى الفلسفات نقلت عن الأخرى أو تأثرت بها ، وإنما أول ما نود توضيحه هو أهم الأفكار التى تضمنتها آراء القائلين بالتفسير الذرى فى التراث الإغريقى ، والتى تتمثل إجمالاً فى افتراض أن العالم يتألف من ملاء «أى مادة» وخلاء «أى فراغ» ، وأن الملاء قوامه ذرات أو وحدات متجانسة لا تقبل الانقسام . وهى وإن كانت متناهية فى الصغر بحيث لا تدركها الحواس ، إلا أن العقل يمكنه إدراكها بالاستنتاج الرياضى . كما أنها لا متناهية فى أعدادها وأشكالها وأحجامها وترتيبها ، وإليها تعزى كل ثروة الأشكال والظواهر المتباينة للعالم ، وليست خصائص المواد المختلفة ـ فى زعم هذه النظرية ـ إلا نتيجة غير مباشرة لاختلاف طرق ترتيب الذرات وحركاتها النسبية . بل إن ما نلاحظه من

---

(٢٣) د . محمد عبد الرحمن مرحبا ، الموجز فى تاريخ العلوم عند العرب ، دار الكتاب اللبنانى ، بيروت ١٩٧٠ ص ٣٥ وما بعدها .

تغيرات فى الأشياء وفى العالم ترجعه النظرية إلى ما يطرأ على هذه الأشياء أو ما يستحدث بها من تغير فى الوضع النسبى للذرات الداخلة فى تركيبها .

وقد عبر ديموقريطس نفسه عن مضمون نظريته الذرية بقوله : «كما يمكننا بنفس الحروف كتابة التراجيديا وكتابة الكوميديا ، كذا يمكننا أن نعرف الوقائع المتباينة لهذا العالم بنفس الذرات ، طالما كانت هذه تشغل أماكن مختلفة وتتخذ حركات متباينة»[٢٤] وهذا يعنى أن العالم الذى نعيش فيه ، فيما يعتقد أصحاب المذهب الذرى ، آلى محض ، أو محكوم بآلية محضة .

---

(٢٤) فيرنر هيزنبرج ، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية ، الترجمة العربية ، القاهرة ١٩٧٢ .

# النظرية الذرية في التراث الإسلامي

إذا كان المذهب الذرى الذى وضعه فلاسفة الإغريق لايزال يحظى باهتمام كبير من جانب بعض المؤرخين وفلاسفة العلم الغربيين - ومن يدور فى فلكهم - يعرضون لتاريخ النظرية الذرية بالتحليل والتأصيل ، فإن الأمر من جانبنا نحن المسلمين يجب أن نتناوله بكل الحذر ولا نبالغ فى تقديره فوق ما يجب ، لأن هذا المذهب قام على كثير من الخيال ومن الجدل النظرى العقيم ولم يقم على منهج علمى منظم ، وهو بعيد كل البعد عن المدرك المعاصر فى تركيب المادة وبناء الذرة ، فضلاً عن أنه يستند عند أنصاره ويذهب بهم إلى أقصى حدود النزعة المادية الآلية التى تسيِّر - فى نظرهم - جميع الأشياء بحتمية القانون الطبيعى(٢٥) .

---

(٢٥) المادية Materalism نزعة فلسفية يزعم أتباعها أن المادة أصل كل شىء ، وبها دون غيرها تفسر الموجودات والآلية أو الميكانيكية Mechanism منحى فلسفى يعول على التفرقة بين المادة والقوة ويرد التغيرات كلها إلى الحركة ، فيقال حركة آلية لما لا تفكير فيه تقريباً ، ويقال تفسير آلى لكل ما يعتمد على الظواهر الحسية والمادية وحدها . أما الطبيعية «أو النيتشرية» Naturalism فهى مذهب الطبيعيين ، والموسومين بالدهرية نسبة إلى الدهر أو الزمان المطلق الذى يهلك ولا يهلك ، حيث يزعمون أن العالم وجد نفسه دون علة خارجة عنه ، ويردون جميع الأشياء إلى الطبيعة وحدها فيفسرون كل شىء فى ضوئها ويستبعدون كل مؤثر يجاوز عالم الطبيعة .

«راجع : المعجم الفلسفى ، إصدار مجمع اللغة العربية القاهرة ١٩٨٣» .

وقد اطلع المسلمون الأوائل على آراء فلاسفة الإغريق فى «الذرة» أو «الجوهر الفرد» من خلال مترجماتهم إلى اللغة العربية ، وخاصة ما جاء عن المذهب الذرى لديموقريطس فى كتابى «الميتافيزيقا» و«النفس» لأرسطو . وكان طبيعيا أن يتبرأ مفكرو الإسلام من هذا المبدأ الذى يجحد أصحابه الصانع المدبر للعالم ، وينكرون وجود الخالق الواحد جل وعلا ، كما ينكرون النبوة والبعث والحساب . وقد وصفهم الغزالى «فى المنقذ من الضلال» بالزنادقة ، كما وسموا بالدهرية الذين عناهم القرآن الكريم بقوله : ﴿ وَقَالُوا مَا هِيَ إِلَّا حَيَاتُنَا الدُّنْيَا نَمُوتُ وَنَحْيَا وَمَا يُهْلِكُنَا إِلَّا الدَّهْرُ وَمَا لَهُم بِذَلِكَ مِنْ عِلْمٍ إِنْ هُمْ إِلَّا يَظُنُّونَ . وَإِذَا تُتْلَى عَلَيْهِمْ آيَاتُنَا بَيِّنَاتٍ مَّا كَانَ حُجَّتَهُمْ إِلَّا أَن قَالُوا ائْتُوا بِآبَائِنَا إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ . قُلِ اللهُ يُحْيِيكُمْ ثُمَّ يُمِيتُكُمْ ثُمَّ يَجْمَعُكُمْ إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ لَا رَيْبَ فِيهِ وَلَكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ ﴾ (سورة الجاثية : ٢٤ ـ ٢٦) .

ولما كان المجال هنا لا يسمح بإسهاب الحديث حول كل ما جاء فى التراث الإسلامى بخصوص «النظرية الذرية» فإننا سنكتفى بالإشارة إلى مثالين ذوى مغزى يوضحان كيفية تناول المسلمين لهذه القضية الهامة من جانبيها الفكرى والعلمى التطبيقى .

١ ـ بالنسبة لفكرة «الذرة» ، يأتى أبو الهذيل العلاف فى مقدمة فلاسفة المسلمين الذين ساهموا فى أول صياغة إسلامية لنظرية «الجزء الذى لا يتجزأ» بحيث تنسجم

انسجاما مطلقا مع مذهبهم الدينى[٢٦] ويقضى السياق العام لهذه النظرية عند العلاف بأن العالم يتكون من عدد من «الذرات» أو الجواهر المفردة ، أو الأجزاء البسيطة التى لا تتجزأ ، وإلى هذه الأجزاء التى لا تتجزأ تنحل جميع الموجودات ، «إن الخردلة يجوز أن تتجزأ نصفين ، ثم أربعة ثم ثمانية إلى أن يصير كل جزء منها لا يتجزأ ، ويجوز على الجوهر الواحد الذى لا ينقسم إذا انفرد ما يجوز على الأجسام من الحركة والسكون ، وما يتولد عنهما من المجامعة والمفارقة . وهذه الأجزاء تتحرك «فى خلاء» ، لكنها لا تتحرك ولا تسكن بذاتها لأن الله من حيث هو ذات مريدة وقادرة هو الذى أوجد الحركة فيها والسكون» . وقد أخذ بهذه النظرية بعد ذلك كثيرون من المعتزلة ، ثم وضعها الأشاعرة ، ولاسيما أبو الحسن الأشعرى وتلميذه الباقلانى ، فى صورة أشمل جعلت منها مذهبا للأشاعرة[٢٧] .

٢ ـ أما بالنسبة للجانب العلمى من النظرية الذرية فى التراث الإسلامى فإننا نختار ما يدل عليه من إحدى التجارب الكيميائية العملية التى أجراها جابر بن حيان (٧٣٧ ـ ٨١٥ م) لتحضير الزنجفر «أو كبريتوز الزئبق» حيث يقول : «لتحويل الزئبق إلى مادة صلبة حمراء ، خذ قارورة

---

(٢٦) أبو الهذيل العلاف من أشهر فلاسفة المعتزلة ، ولد عام ١٣٥ هـ/٧٥١ م ، وتوفى عام ٢٣٥ هـ/٨٤٩ م .

(٢٧) راجع فى ذلك بالتفصيل : د . على سامى النشار ، نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام ، الجزء الأول ، الطبعة الثامنة ، دار المعارف «بدون تاريخ» ، ص ٤٤٣ وما بعدها .

مستديرة وصب فيها مقداراً ملائماً من الزئبق واستحضر آنية من الفخار بها كمية من الكبريت حتى يصل إلى حافة القارورة ، ثم أدخل الآنية فى فرن واتركها فيه ليلة بعد أن تحكم سدها ، فإذا ما فحصتها بعد ذلك ، وجدت الزئبق قد تحول إلى حجر أحمر ، وهو ما يسميه العلماء بالزنجفر ، وهى ليست مادة جديدة فى كليتها ، والحقيقة أن هاتين المادتين لم تفقدا ماهيتهس ، وكل ما حدث أنهما تحولتا إلى دقائق صغيرة امتزجت ببعضها ، فأصبحت العين المجردة عاجزة عن التمييز بينهما ، وظهرت المادة الناتجة من الاتحاد متجانسة التركيب ، ولو كان فى قدرتنا وسيلة تفرق بين دقائق النوعين لأدركنا أن كلا منهما محتفظ بهيئته الطبيعية الدائمة» .

ويعلق أحد العلماء المعاصرين[٢٨] على هذا الوصف العلمى بأنه تصوير عجيب للاتحاد الكيميائى لعل فيه شبهاً من تصوير دالتون Dalton «١٧٦٦ ـ ١٨٤٤ م» الذى جاء بعد جابر بألف عام ، وقال بأن الاتحاد الكيميائى يكون باتصال ذرات العناصر المتفاعلة بعضها ببعض .

وإذا عقدنا مقارنة سريعة بين الطريقة التى عالج بها علماء المسلمين مشكلة الذرة على النحو الذى أوضحنا والطريقة التى اتبعها علماء الغرب إبان عصر النهضة الأوروبية الحديثة ، نجد أن المذهب الذرى الإغريقى القديم قد عاد إلى الظهور على يد جاسندى Gassendi «١٥٩٢ ـ ١٦٥٥ م» ،

---

(٢٨) د . عبدالحليم منتصر ، تاريخ العلم ودور العلماء العرب فى تقدمه ، دار المعارف ١٩٨٠ ، ص ١٥٨ .

وعلى أيدى علماء الكيمياء فى القرنين السابع عشر والثامن عشر ، فى صورة ضروب من الحدس الهندسى نستطيع اليوم أن ندرك مبلغ سذاجتها . والواقع أن المفكرين فى ذلك الحين لم يترددوا فى أن ينسبوا إلى الذرة كل المدركات الحسية المباشرة ، بحيث أن الصورة الخاصة لذرات المادة تفسر إحساسات الذوق والرائحة واللون . وهكذا قيل إن ذرة البرد مدببة لأن البرد قارس ، وأن تأثير الأحماض فى الأجسام القاعدية أشبه باختراق الطرف المدبب فى الأحماض لمسام القلويات . ولاشك فى أن مثل هذه التشبيهات ليست بذات قيمة علمية ، بل إنها لا تصور لنا الظواهر تصويراً جيداً(٢٩) .

لكن الذرة الكيميائية كما تصورها «جابر» و«دالتون» فى عمليات الاتحاد الكيميائى بين العناصر لم تعد مع حلول القرن العشرين ذلك الجزء الذى لا يتجزأ . فقد أدى تطور النظرية الذرية إلى قيام علم الفيزياء النووية لدراسة التغيرات التى تتعرض لها نواة الذرة ، ودراسة الإشعاع الذرى الطبيعى ، ودراسة التفاعلات النووية ، بل إن ظهور عالم الجسيمات الأولية وفيزياء الطاقات العالية قد أدى بنا الآن إلى الدخول فى مجال العلم الذى مازال يتكون ، والبحث فى أعماق «الذرة» عن جزء جديد منها لا يقبل التجزئة !!

ترى ..

---

(٢٩) بول موى ، المنطق وفلسفة العلوم ، الترجمة العربية ، مكتبة دار العروبة ، ١٩٨١ م ، ص ٣١٥ وما بعدها .

ما دور علماء الأمة الإسلامية الآن ، بعد أن اقترب الإنسان كثيراً من الرؤية المباشرة للذرات الكيميائية المفردة والإمساك بها لاستخدامها فى إجراء تجارب علمية لم تخطر يوما على بال بشر ؟!(٣٠) .

وأين إسهامات المسلمين الآن فى كل هذه المجالات الهامة وغيرها من مجالات العلوم المعاصرة وتقنياتها ؟

هيهات - والحال كما نرى - أن يفعلوا مثلما أسلافهم فعلوا !!!

---

(٣٠) راجع ما كتبناه عن المصائد الليزرية واستخدامها لاصطياد ذرات بمفردها فى مقالنا «أشعة الليزر ومجالات استخدامها» ، مجلة الأزهر ، عدد ربيع الآخر ١٤٠٩ هـ/ نوفمبر ١٩٨٨ م ، وأيضاً ما كتبناه عن أحدث أنواع المجاهر «الميكروسكوبات» فى مقالنا «الأجيال الجديدة من التقنيات المتقدمة» ، مجلة الأزهر ، عدد صفر ١٤١١ هـ/ سبتمبر ١٩٩٠ م .

# الفصل الرابع

# علم المناظر

علم المناظر (أو البصريات Optics) هو أحد العلوم الفيزيائية الذى يعنى بدراسة طبيعة الضوء وخواصه و«تقنياته» .

وقد عرفه حاجى خليفة بأنه «علم يتعرف منه على أحوال المبصرات فى كميتها وكيفيتها ، وما يتوسط بين الناظر والمبصرات وغلظته ورقته ، وعلل تلك الأمور ، ومنفعته : معرفة أحوال الإبصار ، وتفاوت المبصرات والوقوف على سبب الأغاليط الحسية الواقعة فيها ويستعان بهذا العلم على مساحة الأجرام البعيدة والمرايا المحرقة أيضاً»[٣١] .

ويكتسب علم المناظر أهمية خاصة لأن أى تقدم يحرزه المتخصصون فيه يؤثر تأثرا مباشرا على باقى فروع العلوم الطبيعية والتطبيقية ، فما تقدمت علوم الفلك والفضاء والكيمياء والطب والصيدلة والچيولوچيا والنبات والحيوان وغيرها إلا نتيجة لتقدم أبحاث الضوء وتقنية الأجهزة البصرية .

---

(٣١) حاجى خليفة ، «كشف الظنون فى أسامى الكتب والفنون» ، أسطنبول ١٣١٠ هـ .

# مدخل تاريخى لنظرية الإبصار

تقتضى أمانة السرد التاريخى لعلم المناظر أن نبدأ من مرحلة العلم القديم ، حيث كانت آراء فلاسفة الإغريق أول ما وصلنا فى تعريف طبيعة الضوء وتفسير عملية الإبصار .

فقد قال «أفلاطون» بنظرية الشعاع القائمة على أساس أن إبصار الموجودات يتم بخروج النور من عين الإنسان ، فيحيط بالأشياء ويتم إدراكها بالرؤية المباشرة .

لكن «أرسطو» خالف أستاذه فى هذه النظرية وقال : إن الإبصار يتم بانطباع صور الأشياء فى البصر ، فترى العين تلك الأشياء دون أن يرد منها شىء العين ، إذ ليس للضوء - بحسب زعمه - وجود فى ذاته .

أما «أبيقور» فقد تخيل أن المرئيات ليست سوى أشباح أو صور تنخلع عنها وتنبعث منها بصورة مستمرة ومتصلة ، ويتم الإبصار بورود هذه الصور إلى العين .

وهناك أيضاً «الرواقيون» الذين ذهبوا فى تأملاتهم إلى القول بأن الإبصار لا يكون إلا بالاتصال المادى بين العين وبين الجسم المرئى ، وذلك بأن يخرج من العين شعاع على شكل مخروط رأسه عند العين وقاعدته عند الجسم المرئى ، فإذا لمس هذا الشعاع جسما ما حدثت الرؤية ، وقد شاع هذا الرأى حتى سمى أنصاره «بأصحاب الشعاع» .

وهكذا نرى تعدد نظريات الإغريق فى طبيعة الضوء

وتفسير الإبصار ، وهذا شيء طبيعى إذا ما فهمناه فى إطار علاقة التوازى بين مراحل تطور العلم ومراحل تطور التفكير ونمو القدرات العقلية(٣٢) . فعندما يكون منهج التفكير السائد عقليا تأمليا فقط ، أو قياسا صوريا بحتا ، فإن كل فريق من الفلاسفة يعتقد أن ما يهديه إليه عقله ويتصوره ذهنه هو الرأى الذى لا صواب غيره ، حتى وإن بدا التفكير فى بعض الأحيان ذا صلة منطقية بالتصور السليم عن غير قصد ، مثلما جاء فى فكره «الورود» التى قال بها الأبيقوريون وصاغوها فى صورة خيالية جعلتها تفقد قيمتها فى البناء المعرفى لنظرية الضوء .

وإذا كانت الشخصية النمطية المميزة لطفل مرحلة ما قبل العمليات Pre-operational period - وهى مرحلة التفكير التصورى حتى سن السابعة كما يراها بياجيه - تجعل منه طفل التناقضات والعجائب ، وتظهر لنا التراكيب الخاصة به على درجة كبيرة من البساطة والافتقار إلى التنظيم ، فإن تفكير

---

(٣٢) قدم «جان بياچيه» فكرة «الابستمولوچيا الارتقائية» Genetic epistemology لنظرية المعرفة والنمو المعرفى من خلال دراساته لجوانب النمو العقلى والمعرفى عند الطفل بشكل عام .

فقد رأى أن تاريخ العلم يعمل بنفس الطريقة التى يعمل بها علم النفس الارتقائى فى دراسته لمراحل التطور العقلى عند الطفل ، ومن ثم فإنه يبنى نظريته على أساس أن الهيكل التفسيرى الذى ينظم نشوء العمليات العقلية وتطورها عند الإنسان ينطبق على تاريخ العلم نفسه . راجع فى ذلك تحليلاً علميا مفصلاً قمنا به فى دراسة بعنوان : «ابستمولوجيا العلم ومنهجيته فى التراث الإسلامى ، مجلة «منبر الحوار» العدد ١٦ (١٩٩٠) ، ص ٦ - ١٨» .

علماء الإغريق فى المرحلة الصورية للعلم يكون أشبه بتفكير ذلك الطفل ، متمركزاً حول الذات ، ومرتبطا إلى أبعد حد بالانطباعات الخاصة ، ومن ثم يصعب عليهم تصور الأشياء تصورا تاما مستقلا عن المحسوسات .

# المنهجية الإسلامية وانتقال العلم إلى مرحلة أرقى

وكان يمكن أن تظل آراء فلاسفة الإغريق سائدة حتى عصرنا هذا ، فالقياس الصورى الذى اصطنعوه منهجا للنظر لا يسمح بتقدم العلم خطوة واحدة مهما تراكمت المعارف المستنتجة على أساسه . لكن علماء الحضارة الإسلامية استطاعوا أن يعثروا على منهج علمى جديد ، استمدوا أصوله من تعاليم الإسلام الحنيف واجتهادات علماء الأصول وطبقوه حسب ما تسمح به حالة العلم فى عصرهم ، فقفزوا بالمعرفة العلمية إلى مرحلة «ابستمولوجية» ومنهجية أرقى ، تعتمد على الملاحظة والتجربة وتستخدم الفروض وصولاً إلى نتائج أعم . إنه المنهج الاستقرائى الإسلامى الذى عملوا فى حدود ثوابته الإيمانية ومتغيراته الفكرية والعملية[٣٣] ، فأدى بهم إلى كشوف علمية ثورية جديدة غيرت من النموذج القديم

---

(٣٣) د . احمد فؤاد باشا «نسق إسلامى لمناهج البحث العلمى . تحديد الثوابت والمتغيرات» ، دراسة مقدمة إلى ندوة «قضايا المنهجية فى الفكر الإسلامى» قسنطينة الجزائر ٩ ـ ١٢ سبتمبر ١٩٨٩ ـ المعهد العالمى للفكر الإسلامى وجامعة الأمير عبد القادر للعلوم الإسلامية ، والدراسة منشورة كاملة بمجلة «منبر الحوار» العدد ١٧ (١٩٩٠) .

واستبدلته بنموذج أحدث يقوم على تصور واضح لنظرة الإنسان إلى ظواهر الكون(٣٤) .

وكان طبيعيا أن ينتقل العلم إلى مرحلة أرقى معرفيا ومنهجيا ، مثلما يتطور تفكير الطفل من مرحلة التفكير التصورى أو ما قبل العمليات إلى مرحلة العمليات العيانية أو المحسوسة Con- crete operations التى يبدو فيها الطفل وكأنه يمتلك نظاما أو نسقا معرفيا محددا ، ينظم بواسطته العالم من حوله وهذا يعنى أن العقل الإنسانى فى عصر الحضارة الإسلامية قد بلغ رشده بارتقائه من مرحلة إدراك العلاقات بين الأمور المتشابهة إلى مرحلة إدراك العلاقات بين الأمور المختلفة عن طريق «الاستقراء» ، وهو ما يتفق مع حالة العلم فى مرحلة اعتماد المنهج العلمى على الملاحظة والتجربة جنبا إلى جنب مع إعمال العقل وغيره من ملكات الإدراك والتفكير .

وكان الحسن بن الهيثم أحد نماذج هذه المرحلة الجديدة ، فقد استطاع بحاسته النقدية وعقليته التجريبية أن يضع حدا للخلافات القديمة التى لم تتوصل إلى اتفاق حول تعريف الضوء وتفسير عملية الإبصار ، وانطلق من مبدأ علم هو القول بوجود العالم الخارجى وجوداً مستقلا فى ذاته

---

(٣٤) يرى فيلسوف العلم المعاصر «توماس كون» T.Kuhn فى كتابه «بنية الثورات العلمية» أن تاريخ العلم الحقيقى تحكمه طائفة من الكشوف الثورية التى تقدم ما أسماه «بالنموذج القياسى» Paradign راجع فى ذلك :
T.S.Kuhn. The Structure of Scientific Revolutions University of Chicago, 1970

خارج الذهن وخارج النفس ، وأن العقل والحواس أدوات إدراكه ، ومن ثم أعزى إحساس البصر إلى عامل أو مؤثر خارجى له فى ذاته وجود عينى ، وأسماه «الضوء» ، وقال عن طبيعته : إنه جسم مادى لطيف يتآلف من أشعة لها أطوال وعروض ، وما هذه الأشعة إلا حبال النور المنبعثة من الأجسام ذوات الأضواء الذاتية فحسب ، وإذا أشرقت هذه الأشعة على جسم كثيف أسخنته ، وإذا انعكست من مرآة مقعرة واجتمعت عند نقطة واحدة وكان عندها جسم يقبل الاحتراق أحرقته . وهذا التعريف لطبيعة الضوء يتفق مع ما نعرفه الآن عن الطاقة الضوئية .

واستطاع الحسن بن الهيثم أن يحيط بكل ما تفرق من آراء السابقين ويصوغها بعد تصحيحها وتطويرها فى مؤلفات عديدة اشتهر من بينها كتابه «المناظر» الذى نهل منه كل من جاء بعده ، ودعا الاهتمام العالمى به إلى وضع ترجمة لاتينية كاملة له عام ١٥٧٢ م أخذ عنها الكثير من علماء الغرب واعتمدوها مرجعا أساسيا لهم يشيرون إليها كلما تحدثوا عن علم البصريات أو صنفوا فيه الكتب والمراجع .

ومن أهم ما جاء به الحسن بن الهيثم فى هذا المجال ، وما نعتبره ثورة علمية بكل المقاييس التى وضعها فلاسفة العلم ومؤرخوه ، هو أنه أتبع منهجا استقرائيا دقيقا لتحقيق نظريته الجديدة فى الإبصار على أساس الشروط أو «المعانى» التى لا يتم الإبصار إلا بها ، وهى أن يكون الجسم المرئى مضيئا بذاته أو بإشراق ضوء عليه .

وأن يكون بين الجسم المرئى والعين بعد ما .

وأن يكون الوسط الفاصل بينهما مشفا .

وأن تكون المرئيات ذات حجم وكثافة يسمحان للعين بإبصارها .

وأن تكون العين خالية من عيوب الإبصار .

ويناقش ابن الهيثم عملية الإبصار بأسلوب المنطق والتجربة العملية ، بعيداً عن الشطحات والأوهام القديمة ، فيقول : «إن البصَر إذا أحس بالمبصَر بعد أن كان لا يحس به ، فقد حدث فيه شيء ما بعد أن لم يكن ، وليس يحدث شيء بعد أن لم يكن إلا لعلة ، ونجد المبصَر إذا قابل البصَر أحس به البصَر ، وإذا زال عن مقابلة البصر لم يحس به البصَر ، وإذا عاد المبصَر لمقابلة البصَر عاد الإحساس ، وكذلك نجد البصَر إذا أحس بالمبصَر ثم أطبق أجفانه بطل ذلك الإحساس ، وإذا فتح أجفانه والمبصَر فى مقابلته عاد ذلك الإحساس والعلة هى التى إذا بطلت بطل المعلول وإذا عادت عاد المعلول ، فالعلة إذن التى تحدث ذلك الشيء فى البصر هو المبصَر»(٣٥) .

ويتضح من هذا النص أن الحسن بن الهيثم استخدم منهج الاستقراء التجريبى فى فحص اقتران ظاهرة الإبصار لجسم بوجود ذلك الجسم . وهذا هو مضمون مبدأ الربط بين الأسباب والنتائج التى تخضع لها عملية إطراد حدوث الظواهر الطبيعية ، بمعنى أن يكون بإمكان المجرب كشف القوانين التى تخضع لها تلك الظواهر .

---

(٣٥) د . مصطفى نظيف ، الحسن بن الهيثم ، بحوثه وكشوفه فى البصريات ، القاهرة ١٩٤٢ .

# نظريات متقدمة لابن الهيثم في خصائص الضوء

ومن الموضوعات الهامة التى تطرق إليها ابن الهيثم فى كتابه «المناظر» إثبات خاصية انتشار الضوء فى خطوط مستقيمة بتجربة الغرفة المظلمة ، أو الخزانة ذات الثقب التى يدرسها طلاب هذا العصر ، فيقول : «إذا كان فى موضع واحد عدة سرج فى أمكنة متفرقة وكانت جميعها مقابلة لثقب واحد وكان ذلك الثقب ينفذ إلى مكان مظلم ، وكان مقابل ذلك الثقب فى المكان المظلم جدار .. فإن أضواء تلك السرج تظهر على ذلك الجدار متفرقة وبعد تلك السرج .. وكل واحد منها مقابل الواحد من السرج على السمت (أى الخط) المستقيم الذى يمر بالثقب وإذا ستر واحد من السرج بطل من الأضواء التى فى الموضع المظلم الضوء الذى كان يقابل ذلك السراج فقط ، وإن رفع الساتر عن السراج عاد ذلك الضوء إلى مكانه» .

ويحرص ابن الهيثم على التمييز بين فعل الوسط الشفيف وفعل الوسط الكثيف ، فالضوء الذاتى كضوء الشمس ينطلق على استقامة واحدة فى وسط الجسم المشف ، كالهواء مثلاً ، فإذا صادف جسما كثيفا استحال الأمر وتبدل وأصبح الجسم الكثيف مصدراً جديداً للضوء يشرق من كل نقطة على سطحه من جديد . وبهذا المعنى يظهر السبب فى أن البصر لا يدرك المرئيات إلا إذا كانت كثيفة أو بها بعض الكثافة ،

فالهواء لا يرى لأنه شفيف مطلق أما الماء فيمكن رؤيته لأن فيه بعض الكثافة[٣٦] .

وعندما تعرض ابن الهيثم لشرح ظواهر انعكاس الضوء وانعطافه[٣٧] وانتشاره لجأ إلى استخدام الخيال العلمى فى المماثلة بين الظواهر المختلفة والكشف عن الوحدة التى تربط بين وقائع متناثرة ، وابتكر الكثير من المفاهيم العلمية المطابقة للواقع والخبرة وكان التمثيل الذى استخدمه هو النموذج الميكانيكى لحركة كرة صغيرة من الحديد أو الصلب تسقط على سطح مستو أملس فترتد عنه .

وأدخل ابن الهيثم لأول مرة طريقة تحليل «المتجه» Vector إلى قسطين متعامدين ، ووصل بخياله التجريبى إلى استنتاج أن القسط الموازى لسطح المصادمه من سرعة الكرة يبقى على حاله ، بينما يتغير القسط العمودى بحسب ممانعة سطح المصادمة . وذكر أن الضوء يختلف عن الكرة فى «أنه ليس فيه قوة تحركه إلى جهة مخصوصة ، بل إن خاصته أن يتحرك على الاستقامة فى جميع الجهات التى يجد السبيل إليها إذا كانت ممتدة فى جسم مشف . فإذا انعكس وصار على سمت الاستقامة التى أوجبها الانعكاس امتد على ذلك السمت .. واستمر حتى يعترضه مانع . ويثبت ابن الهيثم أن

---

(٣٦) راجع : د . مصطفى نظيف ، مرجع سابق

(٣٧) نشير هنا إلى مدى الدقة العلمية عند ابن الهيثم فى ترجمة وانتقاء المصطلحات العلمية المناسبة ، فكلمة «انعطاف» الضوء تعنى تحوله عن مساره الأصلى ، وهى أدق من كلمة «انكسار» التى أخذناها من التعبير الأجنبى Refraction .

سرعة الضوء فى الوسط المشف الألطف أعظم من سرعته فى الوسط المشف الأغلظ ، ويبين كيف يترتب على ذلك أن ينعطف الضوء عند نفوذه من الألطف إلى الأغلظ مقتربا جهة العمود على سطح الانفصال ، إلى الألطف مقتربا من العمود . وهو بهذا يسبق كلا من «ديكارت» و«سنيل» و«نيوتن» فى تقديم وصف دقيق للرسم المعروف لدى طلاب هذا العصر فيما يتعلق بقانونى انعطاف الضوء وقابليته لعكس مساره ، ولم يزد العلم الحديث عليه إلا حساب معامل الانكسار النسبى بين الوسطية(٣٨) .

ومن الجدير بالذكر أن نشير إلى دور المنهج الرياضى إلى جانب المنهج التجريبى فى فكر الحسن بن الهيثم ، وأثر ذلك فى إنشاء علم «المناظر» أو «البصريات الهندسية» على يديه ، محققا بذلك نجاحاً غير مسبوق فى اعتبار المنهج العلمى غير محدد بمجموعة من الخطوات التى حسبها المحدثون ملزمة وفق ترتيب معين ليس للباحث أن يتجاوزه ، ومن ثم فإن منهج البحث الإسلامى يحقق للباحث قدراً كافياً من المرونة وحرية التفكير ويحول دون جموده أمام حركة العلم وتطوره(٣٩) .

ولم يغفل ابن الهيثم الجانب التقنى فى بحوثه العلمية فقد استخدم الآلات الدقيقة فى تجاربه ، ولم يكتف بمجرد وصف

---

(٣٨) راجع تفصيل ذلك فى مؤلفنا : «التراث العلمى للحضارة الإسلامية ومكانته فى تاريخ العلم والحضارة » القاهرة ١٩٨٤ .

(٣٩) د . أحمد فؤاد باشا «العلوم الفيزيائية فى التراث الإسلامى» ، ندوة «التراث العلمى العربى فى العلوم الأساسية» . طرابلس ليبيا ، ١٧ ـ ٢٠ ديسمبر ١٩٩٠ م .

كيفية استعمالها ، وإنما أسهب فى شرح التفاصيل المتعلقة بصنع الأجزاء المختلفة للجهاز ، فيقول مثلاً فى استخدام أنواع المرايا : «رأينا أن نشرح ذلك ونوضح ليحيط بعلمه من كانت له رغبة فى معرفة الحقائق ، فبيناه فى هذه المقالة ولخصنا البرهان على علم حقيقته ، وذكرنا طريق العمل فى اتخاذه وترتيب آلته ، وقدمنا الأصول التى يستعملها المهندسون فى جميع أنواع المرايا ، ليهتدى إليه من التمسه»(٤٠) .

على أننا يجب ألا ننسى أن هناك علماء آخرين ، مثل «الكندى» و«الرازى» و«ابن سينا» وغيرهم ، قد كتبوا فى علم المناظر وتعرضوا لبعض نظرياته ، لكن ابن الهيثم يظل له القدح المعلى فى هذا المجال الهام من مجالات العلوم الفيزيائية على مر العصور ، بعد أن وضع أصوله السليمة التى أدت إلى الحصول على واحد من أهم الإنجازات العلمية المعاصرة ، وهو ما يعرف باسم «الليزر» الذى أدى بدوره إلى الحصول على أشعة أقوى منه باستخدام الأشعة السينية ، ويؤمل أن يمتد التطور لتطويع أشعة جاما أيضاً فى المستقبل القريب(٤١) .

---

(٤٠) الحسن بن الهيثم ، مجموعة الرسائل (رسالة فى المرايا المحرقة بالقطوع) .

(٤١) راجع مقالنا : «أشعة الليزر ومجالات استخدامها» مجلة الأزهر عدد ربيع الآخر وجمادى الأولى ١٤٠٩ هـ/ نوفمبر/ديسمبر ١٩٨٨ م .

# الفصل الخامس

# علوم المعادن والتعدين

اهتم علماء الحضارة الإسلامية بدراسة كوكب الأرض والظواهر المتعلقة به قبل أن ينقلوا معارف الحضارات القديمة إلى اللغة العربية . وكان فى مقدمة الأسباب التى دفعتهم إلى دراسة علوم الأرض عموما ، أى الجغرافيا والچيولوچيا ، ما وجدوه فى تعاليم دينهم الإسلامى الحنيف من حث على طلب العلم وعدم التوانى فى تحصيله مهما بعدت مصادره ، وإعمال العقل والتفكير فى كل ما خلق الله وسخره لخدمة الإنسان وإعمار الحياة ، بما فى ذلك الأرض التى يعيش على صدرها وينعم بخيراتها .

قال تعالى : ﴿ إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِن مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴾(٤٢) .

وقال سبحانه : ﴿ مِنْهَا خَلَقْنَاكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنْهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَى ﴾(٤٣) وقال عز من قائل : ﴿ هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذَلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ وَإِلَيْهِ النُّشُورُ ﴾(٤٤) صدق الله العظيم .

---

(٤٢) سورة البقرة : ١٦٤ .

(٤٣) سورة طه : ٥٥ .

(٤٤) سورة الملك : ١٥ .

ولقد شهدت علوم الأرض تطوراً ملحوظاً عندما اتسعت رقعة الدولة الإسلامية ، وكثرت الأسفار والرحلات الميدانية للتعرف على ثروات وتضاريس ومواقع الأقطار والبلدان لتوثيق الصلات بينها وتطبيق أحكام الشريعة الإسلامية بالعدل بين سكانها جميعا . وسوف نعرض هنا للحديث عن بعض إسهامات علماء الحضارة الإسلامية فى تأسيس وتطوير علوم المعادن والتعدين ، لاعتقادنا بأن هذا المجال دون غيره من مجالات علوم الأرض لم يحظ بالاهتمام المناسب من جانب المؤرخين لتراثنا الإسلامى ، وخاصة أنه يزخر بالعديد من النماذج والأمثلة التى تؤكد أصالة المنهجية العلمية فى فكر علماء المسلمين .

# تعريف المعادن وخصائصها

يعرف المعدن عموما بأنه مادة طبيعية غير عضوية ذات تركيب كيميائى ثابت وبنية بللورية محددة ، ومن ثم يتميز عما سواه بمجموعة معينة من الصفات الفيزيائية التى تحدد شكله ولونه وبريقه وصلابته وكثافته . وطبقاً لهذا التعريف الموجز يكون الذهب والنحاس والكبريت والفضة والأحجار الكريمة ومكونات الصخور جميعها معادن . ذلك أن الجواهر والأحجار الكريمة ليست إلا معادن منتقاة ميزتها صفاتها الفيزيائية والكيميائية بالقدرة على مقاومة عوامل الفساد والاحتفاظ بجمال المنظر ونعومة الملمس ، كما أكسبتها ندرتها قيمة غالية بحيث لا تبتذل بالكثرة ، أما الصخور فتطلق على التجمعات التى تشتمل على معدن أو أكثر . ولو أن معظم الصخور تشتمل على عدة معادن ، إلا أن بعض المعادن توجد أحياناً بمفردها وبكميات كبيرة ، ويمكن اعتبارها فى هذه الحالة على أنها تمثل معدنا أو صخرا مكونا من معدن واحد ، كما هو الحال بالنسبة لمعدن الكالسيت الذى يتكون كيميائيا من كربونات الكالسيوم (ورمزها الكيميائى $CaCo_3$) ويعتبر المكون الرئيسى لوحدات صخرية كبيرة تعرف باسم «الحجر الجيرى» .

وبالرغم من دقة التعريف الذى ذكرناه للتفرقة بين المعادن والصخور ، إلا أنه لا يخلو من بعض العيوب . فهو مثلاً

يستثنى المركبات العضوية فى الوقت الذى يعتبر فيه معظم الچيولوچيين الفحم الحجرى والنفط من المواد المعدنية . هذا بالإضافة إلى أن التركيب الكيميائى لكثير من المعادن يتفاوت على مدى واسع نسبيا .

# أسلوب علماء المسلمين في دراسة المعادن

عنى علماء الحضارة الإسلامية بدراسة المعادن وخواصها ، وطرق استخراجها وصهرها ، وتغير تركيبها ، وناقشوا فكرة تحويل الرخيص منها إلى نفيس ، تأييدا أو تفنيدا ، ثم سرعان ما اتصلت جهود الكيميائيين بجهود جماع الأحجار الكريمة ومقتنيها ، وبجهود الأطباء والصيدلانيين المهتمين بما ينسب إليها من تأثيرات «علاجية» ، فتحول الاهتمام بهذه الأحجار إلى علم قائم بذاته ، وتفرعت الدراسات المتعلقة به لتشمل تركيبها الكيميائى ، وصفاتها ، وخواصها المميزة ، ومواطن استخراجها ، وطرق صقلها ، وتقدير أثمانها ، ومدى إمكان استخدامها فى علم الصيدلة ، إلى غير ذلك من الفوائد الجمة(٤٥) .

واعتمد علماء المسلمين التجربة فى كثير من دراساتهم للمعادن والجواهر والأحجار الكريمة ، وفى تمييز دخيلها من

---

(٤٥) عرف الحاجى خليفة فى كتابه «كشف الظنون» علم الجواهر بقوله : «هو علم يبحث عن كيفية الجواهر المعدنية البرية كالألماس والياقوت ، والبحرية كالدر والمرجان وغير ذلك . ومعرفة جيدها من رديها بعلامات تخص كل نوع منها ومعرفة خواص كل منها وغايته وغرضه» راجع : كتاب الجواهر وصفاتها ، وفى أى بلد هى ، وصفة الغواصين والتجار ، تأليف يحيى بن ماسويه المتوفى سنة ٢٤٣ هـ - ٨٥٧ م ، حققه وعلق عليه الدكتور عماد عبد السلام رءوف ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٧٧ ، ص ٤ .

أصيلها . ويبدو أن قيمة الجواهر المادية واهتمام عِلْية القوم باقتنائها كان وراء الجدية فى إجراء التجارب التى تميز أصيل الجواهر من أشباهها . ويأتى هذا الرأى منسجما مع الرغبة المتزايدة لدى الأثرياء فى اقتناء الحجارة النفيسة والتزين بها ، وموافقا لروح البذخ والترف التى سادت مجتمعات المسلمين فى عصر الازدهار الحضارى إبان القرنين الرابع والخامس الهجريين . فقد أصبحت هذه الحجارة ـ فى عهد تميز بنمو الحركة التجارية وقوتها ـ بديلا مهماً لأنواع العملات المعدنية ، فهى أكثر قيمة وأخف حملا(٤٦) .

ويدلنا على أصالة المنهج التجريبى فى هذا المجال ما جاء على لسان البيرونى فى كتابه «الجماهر فى معرفة الجواهر» حيث يقول نقلاً عن الكندى : « .... وذكر الكندى أنه اشترى كيسا فيه حُصيَّات مجلوبة من أرض الهند غير مصلحة بالنار . وأنه أحمى بعضها فجاد صبغ أحمرها . وكان فيها قطعتان إحداهما شديدة السواد يلوح من شفافها فى النور حمرة خفية والأخرى تشف بصبغ أقل . وأنه نفخ عليهما فى البوطقة مدة ينسبك فيها خمسون مثقالا من الذهب ، وأخرجهما منها لما بردتا وقد نقى أقلها صبغا وقد قارب الوردى قليلاً ، وأما المظلم فإنه انسلخ اللون عنه حتى بقى كالبللور السرنديبى . وامتحنه فكان أرخى من الياقوت . ومن أجل هذا يزيل الإحماء عن أحمره ما عسى أن يمازجه من سائر الألوان فيصفو منها . قال : ومتى أزال الحمرة دل على

---

(٤٦) كتاب الجواهر وصفاتها ، المرجع السابق ، ص ٥

أن المحمى ليس بياقوت» . ويؤدى تحليل هذا النص إلى معرفة تسلسل خطوات البحث التجريبى على النحو التالى[٤٧] .

( أ ) تمييز حصيات الياقوت بلونها الأحمر بعد الإحماء بالنار .

(ب ) التعرف على إحدى الحصيتين بعد النفخ والإحماء فى «البوطقة» بثبات اللون .

(جـ) تجريب قساوة تلك التى زال لونها وأصبحت كالبللور ، وملاحظة أنها ألين من الياقوت وتعد من البللور (أى الكوارتز) .

( د ) استنتاج قاعدة علمية بالاستقراء مؤداها أنه «إذا زال اللون بالإحماء لم يكن المحمى من جنس المعدن صاحب اللون الأصيل» .

وتجدر الإشارة إلى أن الباحث المعاصر يمكنه الآن أن يتعرف بسهولة على أى معدن باستخدام العديد من الوسائل التقنية المتقدمة كأجهزة التحليل الكيميائى والمجاهر وأدوات الفحص والقياس المتنوعة . وهذا يبين مدى الصعوبة التى واجهت علماء المسلمين فى التعرف على المعادن المختلفة عن طريق خصائصها الفيزيائية فقط ومحاولة قياس بعضها وتقديره كميا . ويكفى أن نشير هنا بإيجاز إلى اثنتين من هذه الخصائص لأهميتهما القصوى فى دراسة المعادن .

---

(٤٧) د . عبد القادر عابد ، المعادن (الجواهر والأحجار) فى التراث العربى الإسلامى ، ندوة التراث العلمى العربى للعلوم الأساسية ، طرابلس ليبيا ، ديسمبر ١٩٩٠ .

أما الخصيصة الأولى فتعرف باسم «الصلابة» Hardness وهى تحدد درجة تماسك المعدن وقدرته على خدش معدن آخر ، ويمكن الحصول على قيمة عددية لصلابة المعدن باستخدام مقياس الصلابة المنسوب للعالم الأوروبى «موه» Mohs scale[٤٨] والذى يتكون من عشرة معادن كان أصلبها الماس (رقم ١٠) وأقلها صلابة التلك (رقم ١) ، ويحتل الياقوت (واسمه العلمى الكوراندم Corundum) الرتبة التالية للماس (أى رقم ٩) .

وقد فرق علماء المسلمين بين العديد من المعادن على أساس صلابتها قبل أن يضع «موه» مقياسه بعدة قرون . ومن الأمثلة الواضحة على ذلك قول البيرونى فى وصف صلابة الماس والياقوت : «إنما قدمت ذكر الماس على ما ذكر مما بقى من مثمنة الجواهر التى لها الرياسة أعنى اللؤلؤ والزمرد ، لأنه فاعل فى الياقوت الفاعل فيما دونه وغير منفعل بشىء فوقه ولا متأثر مما دونه .. والمناسبة بينه وبين الياقوت أقرب المناسبات بالرزانة والصلابة ...»[٤٩] .

---

(٤٨) يستعين العلماء حالياً بمقياس الصلابة هذا لمعرفة صلابة أى معدن مجهول . وتقدر صلابة ظفر الإنسان بحوالى ٢,٥ وصلابة قطعة النقود النحاسية بحوالى ٣ وصلابة قطعة من الزجاج بحوالى ٥,٥ فالجبس الذى تقدر صلابته على المقياس بحوالى ٢ يمكن خدشه بواسطة الظفر بسهولة بينما معدن الكالسيت الذى صلابته ٣ يخدش الظفر ولا يخدش الزجاج . أما الكوارتز وهو أكثر المعادن الشائعة صلابة فإنه يخدش الزجاج بسهولة .

(٤٩) عن د . عبدالقادر عابد ، مرجع سابق .

| المعدن | قيم البيرونى | القيم المعروفة حالياً |
|---|---|---|
| الذهب | ١٩,٢٦ | ١٩,٢٦ |
| الزئبق | ١٣,٤٩ | ١٣,٥٩ |
| الرصاص | ١١,٤٤ | ١١,٣٩ ـ ١١,٤٥ |
| الفضة | ١٠,٣٨ | ١٠,٤٣ ـ ١٠,٤٧ |
| النحاس الأصفر | ٨,٥٨ | ٨,٤ |
| النحاس الأحمر | ٨,٦٨ | ٨,٦٧ ـ ٨,٧٣ |
| القصدير | ٧,١٥ | ٧,٢٩١ |
| التديد | ٧,٩٢ | ٧,٦ ـ ٧,٧٩ |
| الياقوت الأحمر | ٤,٠١ | ٣,٩٩ ـ ٤,٤ |
| الكوارتز | ٢,٥٨ | ٢,٥٨ |

وبهذا أثبت البيرونى بطريقة عملية أن الماس أصلب المعادن ويليه الياقوت الذى هو حجر كريم تابع لمعدن الكوراندم .

والخاصية الثانية التى نشير إلى أهميتها هنا فى تحديد نوع المعدن هى خاصية «الوزن النوعى» Specific gravity التى يعبر عنها كميا بعدد يمثل نسبة وزن حجم معين من المعدن إلى وزن حجم مساو له من الماء . فنقول ، على سبيل المثال ، إن الوزن النوعى لمعدن ما ، يساوى ٣ إذا كان وزن

قطعة من هذا المعدن يساوى ثلاثة اضعاف وزن [illegible] من الماء مساو لحجمها . وقد عرف علماء الحضارة الإسلامية خاصية الوزن النوعى للمواد الصلبة والسائلة وعينوها لمواد كثيرة بدقة تطابق تقديرات علماء العصر الحاضر بالرغم من اختلاف المستوى التقنى للآلات والأجهزة التى استعملت فى هذين العصرين . ويأتى أبو الريحان البيرونى فى مقدمة هؤلاء العلماء الذين طوروا جهازا لقياس الوزن النوعى للمعادن وللتمييز بينها على أساس التقدير الكمى لهذه الخاصية الفيزيائية ، ويوضح الجدول مقارنة بين قيم الوزن النوعى التى حصل عليها البيرونى لبعض المعادن وبين القيم المعروفة لها حالياً .

# التعدين والتنقيب عن المعادن

يزخر تراثنا العلمى بالكثير من المؤلفات التى تؤكد الدور الرائد لعلماء المسلمين فى دراسة المعادن وتعدينها والتنقيب عنها . فقد تناول البيرونى ، على سبيل المثال ، العديد من المعادن بالفحص والتحليل ، موضحا مناطق وجودها وكيفية استخراجها من مناجمها وخواصها وفوائدها وما يوجد معها من أخلاط وشوائب ، وغير ذلك مما يدخل الآن فى مجالات علم التعدين الفيزيائية والجيولوجية . كما جمع ابن حوقل الكثير من المعلومات الخاصة بعلوم المعادن والتعدين فى «كتاب المسالك والممالك» وتكلم عن استخراج الرخام من «تبريز» والكحل من «أصفهان» والرصاص من «فرغانة» و«كرمان» والكبريت من «سوريا» و«فلسطين» والنفط من «باكو» والملح من «عبدان» والياقوت والزمرد والعقيق من «مصر» و«خراسان» و«جنوب شبه الجزيرة العربية» .

ويقول التيفاشى(٥٠) عن تعدين الزمرد الموجود خلف أسوان بمصر : « ... فيخرج منها الزمرد قطعا صغارا كالحصباء منبثة فى تراب المعدن . وأخبرنى رأس المعدِّنين بمصر المكلف من قبل السلطان بهذا المعدن أن أول ما يظهر

---

(٥٠) أحمد بن يوسف التيفاشى ، أزهار الأفكار فى خواص الأحجار ، تحقيق د . محمد يوسف حسن ود . محمد بسيونى خفاجى ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٧٧ .

من معدن الزمرد شيء يسمونه الطلق .. ثم يحفر فتجد طلقا هشا فيه الزمرد فى تربة حمراء لينة .. وربما أصيب العرق منه متصلا فيقطع وهو جيده . وأما صغيره فإنه يوجد فى التراب بالنخل . وذلك أنهم ينخلون التراب ثم يوجد خلاله فيغسل كما يغسل تراب الفضة ...» .

ويعتبر الحسن بن أحمد الهمدانى من أفضل الذين كتبوا فى علم المعادن والتعدين ، فقد سرد فى «كتاب الجوهرتين العتيقتين» مناجم الذهب والفضة المعروفة فى جزيرة العرب وبلاد الأعاجم وأرض النوبة والحبشة ، واهتم بوصف مناجم اليمن وتهامة ونجد . وبفضل هذه المعلومات الهامة تمكنت بعثة للمسح الجيوفيزيائى من الكشف حديثا عن العديد من المناجم الهامة فى أرض اليمن ، وتجرى حالياً دراسات تقديرية للجدوى الاقتصادية لهذه المناجم ، خصوصاً بعد التأكد من توافر خامات الزنك والحديد والرصاص إلى جانب الفضة بكميات تجارية(٥١) وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على الأهمية المتزايدة للدراسات التراثية فى الحياة المعاصرة .

كذلك خصص الهمدانى من كتاب « الجوهرتين العتيقتين » جزءا كبيراً لشرح عملية تعدين الذهب والفضة من جميع النواحى النظرية والعملية والتقنية ، ابتداء من الحصول على الخام من منجمه وانتهاء بصب قوالب الذهب أو الفضة الخالصتين وإيضاح استخدامهما فى صناعة الحلى

---

(٥١) د . أحمد فؤاد باشا ، التراث العلمى للحضارة الإسلامية ، القاهرة ١٩٨٤ .

وترصيع التيجان وتزيين صفحات القرآن الكريم وغيرها . كذلك قدم وصفا تفصيليا لعملية الطبخ وعملية التملغم وعمليات الاتحاد الكيميائى لفصل الشوائب وخواص الأجهزة والأدوات المستخدمة وطرق تصنيعها أو تركيبها ، واستخدم الميزان فى التقديرات الكمية(٥٢) .

---

(٥٢) الحسن بن أحمد الهمدانى ، كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضة) ، إعداد وتحقيق محمد محمد الشعيبى ، من التراث اليمنى الإسلامى (بدون تاريخ) .

# خاتمة

وأخيراً ، فهذا قليل من كثير مما يزخر به التراث العلمى الإسلامى فى مجال العلوم الكونية ، وما أحوجنا اليوم إلى أن نتخذ من أسلافنا القدوة والمثل فى حب العلم والحرص على طلبه والتفانى من أجله ، حتى ننقذ أمتنا الإسلامية من التخلف الذى ركدت فيه زمنا طويلا ، وندفعها لتستعيد مكانتها فى ركب الحضارة التى حملت لواءها من قبل قرونا عديدة .

# الفهرس

**الموضوع** **الصفحة**

# AL AZHAR MAGAZINE

# NATURAL SCIENCES
# IN
# THE HERITAGE OF ISLAM



**BY**

*Prof. Dr.*
*AHMAD FOUAD BASHA*
Physics Department, Faculty of Science
Cairo University

# CONTENTS

# IN THE NAME OF ALLAH, MOST GRACIOUS, MOST MERCIFUL

## PREFACE

Historians and scientists emphasize that the history of scientific discovery, like the history of all civilization, has gone through cycles. However, in respect of the cycle of Islam, it is of ten alleged that the role of Islamic civilization was restricted to preservation of Greek legacy and that Muslim scientists, following the Greek theoretical tradition blindly, added nothing to science and to scientific method. Indeed, this is a false allegation and the glaring achievements of Muslim scientists in developing science and methods of scientific research are made known as a matter of fact . In Briffault's words : « ....What we call science arose as a result of new methods of experiment, observation and measurement, which were introduced int Europe by the Arabs .... Modern science is the most momentous contribution of the Islamic civilization .... » .

In this connection, we are still in need to read again and again in the legacy of Muslims in terms of contemporary scientific language, not only to

modernize our Islamic scientific culture, but also to Islamize the methods of scientific thinking according to the teachings of the Holy Qur'ān and the Sunnah of our Prophet, prayers and peace from Allah upon him .

Islamization fo knowledge in general, and scientific thought in particuler, should be one of the essential features of the contemporary Islamic renaissance. The past and the present, combined, give rise to the futute - a future in which the Muslims will once again be able to speak proudly of their achievements in all fields of human activity .

These thoughts are behind the goal of the present study on some topics of natural sciences in the heritage of Islam .

May Allah ta'ālā accept this work as humble contribution of one of His servants in the field of Islamic scientific thought .

**Ahmad Fouad Basha**

# 1. GRAVITATIONAL PHENOMENA

## 1.1. Law of Universal Gravitation

The law of universal gravitation was formalated by Newton on 1686. It states that "every particle of matter in the universe attracts every other particle with a force which is directly proportional to the product of the masses of the particles and inversely proportional to the square of the distance between them". The constant of proportionality is called the universal gravitational constant. The gravitational force is responsible for holding the planets in their orbits about the sun. Moreover, it holds all terrestrial objects on the surface of the earth, keeps the atmosphere of earth in place and acts between all material particles which compose our universe .

It is alleged that Newton was led to deduce the law of universal gravitation from speculations concerning the fall of an apple toward the earth, but the real story of gravitation was initiated long ago before the birth of Newton by Muslim scholars .

## 1.2. Freely Falling Bodies & Projectiles

The most common example of motion with

nearly constant acceleration is that of a body falling toward the earth under the effect of gravity. The idealized problem is spoken of as "free fall", although the term includes rising as well as falling motion .

Scientists of Islamic civilization were the first who studied this problem on scientific basis. Ibn-Malka-al- Baghdadi examined the motion of projectiles and differentiated between the forced motion and the motion under the effect of gravity. He proved that the velocity of freely falling bodies does not depend upon their masses provided the absence of any external opposing or frictional forces. He also observed that a freely falling stone aquires an energy depending on the distance it travels. This because, in his words, the higher the position from which it is thrown the quicker will be its motion and hence the larger will be its energy .

On the other hand, the idea of gravity was introduced for the first time in scientifically acceptable form. Al-Hamdani of Yemen, in his recently discovered manuscript on gold and silver (Kitab al-Jawharatayn al-Atiqatayn), spoke about the rotation of earth and why people and trees do not fall from it. He considered the earth

as a "magnet" which attracts iron from all directions. Nearly hundred years later, the thoughts of Al-Hamdani were echoed by Al-Biruni who added that the earth attracts every thing on its surface tawards its centre. Fakhr ad-Din al-Razi generalized the idea of gravitation for all bodies existed in the universe and spoke about the attraction between distant bodies. Al-Khazini, in a remarkable treatise entitled "The book of the Balance of wisdom" (Kitab Mizan al-Hikmah), worked out a theory of universal gravity directed towards the centre of the earth, he was also responsible for the assum-ption that air has weight and for original work on capillarity .

All of what we have mentioned are great new ideas about various gravitational phenomena, made by Muslims long before the fall of Newton's apple .

# 2. MECHANICS

## 2.1. Elements and Types of Motion

Muslim scholars were aware of the physical quantities and concepts that describe the motion of bodies. Ibn-Sina (Avicenna) determined the elements of motion in the moving body, the force causing the motion, the initial position of the body, the position at any time, the position at the end of motion and the time interval of motion .

Ibn-Malka-al-Baghdadi distinguished clearly between the types of motion, i.e. tramslational, rotational, forced and free types of motion. Moreover, several authors referred implicitly to the viscosity of the medium when they spoke about the resistance to motion. Ibn-Sina compared the effect of different media on freely falling bodies and concluded that the frictional force of the medium resists the moving force of the body. Ibn-Malka pointed out that denser media make the motion of the body slower. He also proposed the "hypothetical experiment" that "if bodies of various mass and shape are moved in vacuum they will have the same velocity because the velocity depends on the nature and type of

medium". Ibn-Al-Haytham (Alhazen) reported that "a stone moving in air is quicker than when moving in water because the resistance of water to motion is greater than the resistance of air"

## 2.2. Laws of Motion

Regarding the laws of motion, Ibn-Sina enunciated the law of inertia, later to become Newton's first law of motion, as follows : "Every moving body possesses the tendency of keeping itself moving unless it is subjected to any external effect" .

The second law of motion was qualitatively described by Ibn-Malka in the form : "Every motion must be in time under the effect of larger forces. Increasing the force entails an increase of velocity and a decrease in time interval". Of course, Newton rediscovered and elaborated this approach in the well-known mathematical formula F=ma, where F in the force, m is the mass and a is the acceleration .

The third law of motion can be infered from the work of Fakhr ad-Din-al-Razi who explained the idea of equilibrium under the effect of two equally opposing forces. He enunciated that : "a

rope pulled by two persons of the same force to opposite directions seems to be as if unaffected by the action of each person, and this is not the case becouse the action of one force is prevented by the reaction of the other force"

# 3. THE ATOMIC THEORY

## 3.1. The Origin of the Atomic Theory :

One of the longest and most exciting stories in the history of science is that of the development of the idea of the atom. The story has begun at least 2400 years ago and is not yet complete .

The word atom is Greek in origin and means "Something which cannot be divided"?. The idea of the atom arose in part to answer a rather fundamental question about matter : is it possible to go on subdividing it indefinitely or would eventually a fundamental particle be reached which could no longer be divided? Those who believe matter is "continuous" believe in infinite divisibility; those who believe matter is "discrete" believe in some fundamental particle or atom .

The Greek philosopher Leucippus (ca. 450 B.C.) is usually credited with the origin of the atomic theory. The idea of the atom was also current in ancient India at about the same time. The ancient geographer strabo attributed the atomic theory to Mochos, a Phoenician who predated Leucippus by some centuries .

Leucippus was followed by his student Demo-

ritus and by a number of Greek and Roman philosophers. The most thoroughgoing exposition of ancient atomic theory which survives is a work titled "On The Nature of Things" by the Roman Lucretius. Anyhow, the ancient atomic interpretation was gnerally besed on the assunption that matter consists of atoms which are infinite in their number, shape, volume and arrangement. The idea of "void", i.e. truly empty space, was also introduced to make the motion in universe possible .

### 3.2. Atomic Theory in Islamic Lagacy

Muslim philosophers have repudiated the views of Greek naturalists concerning the profanization of the atomic interpretation of matter. In Islām, nature is creation and gift of Allah. As creation it is teleological, perfect and orderly; as gift it is an innocent good placed at the disposal of man. Its purpose is to enable man to do the good and achieve felicity. This treble judgement of orderliness, purposiveness and goodness characterizes and sums up the Islamic view of nature. Muslim rationalists spoke about the atom from their Islamic point of view. The mo'tazilite Abul-Hudhayl Al-Allaf said : "A seed of mus-

tard may be repeatedly cut in two halves, then four, then eight, until reaching parts which are indivisible (i.e. atoms). The laws of these atoms and of nature in general are governed by command of Allah and His will" .

On the other hand, Muslim scientisis, although had different opinions about alchemy, succeeded in obtaining many chemical compunds. The great chemist Gaber Ibn-Hayyan, for axample used sulpher and mercury in a chemical experiment to produce a solid red material called "zenjavr". The components of this material are dissolved in each other to a degree that naked eye could not distinguish them. In Gaber'swords:" This happend after the components have been dissociated into minute particles and their combination took place to give a homogeneaus product". By this discription of chemical combination Gaber was anticipating Dalton by 1000 years .

# 4. OPTICS

## 4.1. Historical Approach (Theory of Vision)

Islamic achievements in optics were solidly based on the foundation laid by the ancient Greeks. Greek optics was primarily a theory of vision, and it was a subject of varied discussions initiated by Euclid, Ptolemy, Aristotle, Galen and others. The manner in which the eyes function was a point of great misconception until Al-Hasan Ibn-al-Haytham alias Alhazen (965-1039) formulated a theory of vision quite distinct from any other that had existed earlier. Ibn-al-Haytham derived the idea that vision occurs when a "form" emanating from the objects enters the eye. To achieve this theory, Ibn-al-Haytham followed, for the first time, an inductive method based on observation, experiment, causality and uniformity of nature. He used the methods of agreement and concomitant variation to elaborate the causal explanation of vision and the determinate relation between cause and effect. He also realized that the old theory of vision based on an impression produced in the eye or brain is incomplete without an explanation of

how the impression comes to be perceived as an object located at a certain distance, having a certain size and shape, and so forth. This in turn led him to construct a highly original theory of psychology of visual perception and to give a detailed description of the structure of the eye on the basis of contemporary anatomical works. The name "iris" dates back to Alhazen who described the eye as partitioned into three regions which were watery, crystalline and glassy, respectively .

Development of the theory of vision had to wait several centuries after Ibn-al-Haytham until the German Christoph Scheiner (1575-1950) performed a classic and irrefutable experiment. He removed the coating on the back of an animal's eye and peering through its transparent retina from behind, was able to perceive a small inverted image of the scene beyond the eye. At just about the same time Descartes performed similar experiments .

## 4.2. Some Properties of Light

### 4.2.1 Rectilinear Propagation of Light

The prototype of the modern photographic camera was a device known as the "camera obscura", the earliest form of which was simply

described by Ibn-al-Haytham who utilized it to examine solar eclipses indirectly. He explained the formation of inverted images of shining objects inside a "dark chamber" that allows the light to go through a small hole in one of its walls. In discussing this problem, Ibn-al-Haytham ascertained that light propagates from shining objects to their images, passing through the hole of the "dark room", in straight lines.

On the other hand, in the Book of Optics (Kitab Al-Manazir) in which Ibn-al-Haytham expressed the results of his investigations, the attention was called to the fact that light propagation from sources to objects must be in a time, even undetectable, varying from medium to another. The denser the medium the lower is the "velocity" of light .

Mareover, he enunciated that a ray of light, in passing through a medium, takes the path which is the easier and "quicker". In this he was anticipating Descartes and Fermat by many centuries .

### 4.2.2 Laws of Reflection and Refraction

Ibn-al-Haytham explained the laws of reflection and refraction of light, putting the angles of

incidence and reflection or refraction in the same plane normal to the interface. He used suitable models to describe these properties in mechanical terms and considered the light as consisting of small spheres or "particles" moving at the surface of reflection or refraction in accordance with the rectanguler law of forces. In this he introduced an experimentally established approach later elaborated by Newton .

It is worthwhile to mention that Kitab Al-Manazer is a large and comprehensive work that includes many valuable thoughts. The so-called Alhazen problems of reflection from plane, spherical and parabolic mirrors are still of scientific interest .

# 5. MINING and MINERALOGY

## 5.1. Minerals and Their Properties

Before proceeding further it would be well to distinguish between minerals and rocks. Very simply, a rock can be considered to be an aggregate of one or more minerals. The minerals may be an interlocking network of crystals of one type of mineral such as found in marble (a rock), or a rock may contain several varieties of minerals as in granite. Other rocks such as sand-stone contain rounded fragments of one mineral cemented together by some other minerals .

Minerals are naturally occuring chemical elements or compounds. An examination of minerals shows that they have characteristic physical properties including crystal structure, habit, hardness, colour, cluster, specific gravity, refractive index, etc .

## 5.2. Mining and Metallurgy .

Muslem scientists were good experimentalists in the applied and technological fields of natural sciences. They paid more attention to location of

mines and extraction fo precious stones and metals. Al-Hamdāni, for example, expressed detaild information about gold and silver, which extends from the extraction of ore from the mines to the minting of coins. The gold particles, for example, are extracted by means of water and a washing-trough. The gold is "boiled" in plates with sulphate, salt and pulverized brick in a pot in the furnace. This means that the sulpher combines with the silver and the other impurities in the gold. The gold is tried by the touchstone : if it is still base it is boiled again. Any gold which may still be left in the separated impurities is collected by amalgamation with mercury, a method also used for silver .

Al-Hamdani described the use of gold and silver as ornaments, e.g. in embroidery in the shape of crowns, on the pages of the Holy Qur'ān, on glass, etc .

Quantitatives studies of the physical properties of minerals were carried out by several Muslim scientists. Al-Biruni, for example, determined the specific gravity for many solids including metals and precious stones. The obtained values are highly accurate and comparable with the recent values, in spite of the difference between

the scientific and technological levels of equipment and apparatus in the two ages. This is illustrated in the following table :

| Mineral | Al-Biruni Values | Recent Values |
|---|---|---|
| Gold | 19.26 | 19.26 |
| Silver | 10.38 | 10.43-10.47 |
| **Copper :** | | |
| yellow | 8.58 | 8.4 |
| red | 8.68 | 8.67-8.73 |
| Iron | 7.92 | 7.6-7.79 |
| Corundum | 4.01 | 3.99-4.4 |
| Quartz | 2.58 | 2.58 |

# CONCLUSION

The proceeding examples give some idea of the achievements of Islamic civilization in various fields of natural sciences. It could be asserted that the theories of classical Antiquity were examined by Muslim scholars according to the reality of nature and the laboratory. The role of Muslim scientists did not consist merely of handing over to Europe what they had earlier aquired from the ancients; rather, having digested what they learned from their predecessors, they were able to enrich it by new observations, new results and new techniques .

Unfortunately, much of the Islamic contribution to the history of science and many of its details are still unknown. The extant manuscripts are stored in libraries scattered allover the world, and the vast majority of them have been neither published nor examined. Hard efforts are thus needed to unfold their contents .

# REFERENCES


1. A.F.Basha; Scientific Heritage of Islam and Its Value in The History of Science and Civilization (In Arabic), 2nd. edition, Cairo 1984 .
2. A.F.Basha; philosophy of Science From an Islamic Viewpoint (in Arabic), Cairo 1984 .
3. A.F.Basha; "Towards and Islamic theory of Science and Technology", The Contemporary Muslim, Vol.14, No.54 (1989) .
4. A.F.Basha; "Al-Hamdani's Scientific Orientation", The Contemporary Muslim, Vol.15, No.57 (1990) .
5. A.A.Dafaa and G.Shawki; Scholars of physics in Islam (in Arabic), Beirut 1984 .
6. J.R.Hayes (Editor); The Genius of Arab Civilization, Source of Renaissance, 2nd edition, London 1983 .
7. I.R.Al-Faruqi; Tawhid : It's Implications For Thought and Life, International Institute of the Islamic Tought, 1402 AH/1982 AC .
8. Z.Hassan and C.H.Lai (Editors); Ideals and

Realities. Selected Essays of Abdus Salam, World Scientific Publishing Co Pte Ltd, Singapore 1984 .

9. F.W.Dobbs, A.Forslev, R.L.Gilbert; "The Physical Sciences", Allyn and Bacon, Inc., 1972 .