أساسيات العلوم الفيزيائية المعاصرة فى التراث العربى
دراسة تأصيلية

أ.د. أحمد فؤاد باشا*

مقدمة :

علم الفيزياء ، هو أحد فروع العلوم الطبيعية ، وماهيته تختلف من عصر إلى عصر ، والرجوع إلى المعاجم والقواميس لا يفيد كثيرًا فى تعريفه . فالفيزيائيون يحاولون فهم القواعد أو القوانين الأساسية التى تحكم سير العالم الطبيعى الذى نعيش فيه ، وفى بعض الأحيان ينسحبون تدريجيًا من مجال ما بمجرد معرفة قوانينه الأساسية ، تاركين للآخرين القيام بالمزيد من التطوير والتطبيقات العملية . ولهذا نجد أن بعض الموضوعات التى تدخل الآن فى علم الكيمياء أو الجيولوجيا أو الفلك أو الهندسة أو غيرها ، كانت يومًا ما من موضوعات الفيزياء ، كما أن العديد من فروع الفيزياء الموجودة الآن لم تخطر على البال منذ جيل أو جيلين .

كذلك أصبحت الفيزياء قاسمًا مشتركًا فى الكثير مما ظهر من علوم بينية يتجاذبها تخصص أو أكثر ، مثل الفيزياء الكيميائية ، والفيزياء الأرضية ، والفيزياء الفلكية ، وعلوم الفضاء والعلوم البيئية وغيرها .

وتعريف الفيزياء بأنها العلم الذى يعنى بدراسة القوانين الأساسية التى تحكم سير العالم الواقعي ، هو الذى يوضح اهتمام ذوى التخصصات الأخرى بعلم الفيزياء ، لا بالنسبة للمتخصصين فى باقى فروع العلوم الطبيعية فحسب ، ولكن حتى بالنسبة لدراسى اللغة والآثار والتاريخ والفلسفة والاجتماع عندما يتعرضون مثلاً لعلاقة التطور بالنشاطات الإنسانية ، أو لبحث مسيرة التفكير العلمى ومناهجه ، أو لشرح مفاهيم الفراغ والزمن والمادة والطاقة ، أو غير ذلك مما يبرر أهمية الفيزياء بالنسبة لمختلف فروع المعرفة ومعالجتها على أسس علمية .

وهذه الدراسة التأصيلية تستعرض أساسيات بعض العلوم الفيزيائية المعاصرة فى التراث العربي ، وتلقى الضوء على الأفكار والآراء والنظريات والقوانين الفيزيائية التى تحتفظ

(*) أستاذ الفيزياء بكلية العلوم ـ جامعة القاهرة .

بقيمتها المعرفية أو المنهجية حتى اليوم ، والتى أصبحت تشكل الأساس لكثير من المباحث الفيزيائية التى تعامل كعلوم تخصصية مستقلة .

وسوف نعتمد فى توثيق هذا العرض على بعض النصوص المحققة المنتقاة من أمهات الكتب التراثية .

١ - الميكانيكا : Mechanics

(أ) الحركة وأنواعها وقوانينها :

حدد ابن سينا فى كتابه «الشفاء» عناصر الحركة فى : المتحرك (الجسم المتحرك) ، والمحرِّك (القوة المسببة للحركة) ، وما فيه (موضع الجسم) ، وما منه (مكان بداية الحركة) ، وما إليه (مكان نهاية الحركة) ، والزمان (الفترة الزمنية التى استغرقتها الحركة) .

ونجد تعريف الحركة الطبيعية والحركة القسْرية فى قول ابن سينا أيضًا : «وكل جسم متحرك فحركته إما من سبب من خارج ، وتسمى حركة قسرية ، وإما من سبب من نفس الجسم ، إذ الجسم لا يتحرك بذاته ، وذلك السبب إذا كان محرِّكا على جهة واحدة على سبيل التسخير فيسمى طبيعة » .

كما نجد تعريف الحركة الانتقالية والحركة الدورانية فى كتاب «المعتبر فى الحكمة » لابن ملكا البغدادي ، وقد سمّاهما «الحركة المكانية» و« الحركة الوضعية » ، حيث يقول : «الحركة المكانية هى التى بها ينتقل المتحرك من مكان إلى آخر ، والحركة الوضعية هى التى تتبدل بها أوضاع الحركة ولا يخرج عن جملة مكانه كالدولاب والرّحا » .

وربط ابن المرزبان فى كتاب « التحصيل» بين الحركة والزمن ، فقال : «كل سرعة فى زمان ، لأن كل سرعة هى فى قطع مسافة ، أو ما يجرى مجرى المسافة ، وكل ذلك فى زمان . . فلو كانت حركة لا نهاية لها فى السرعة ، لكان زمان لا نهاية له فى القصر ، فكانت الحركة لا فى زمان . .» .

وعرف ابن الهيثم مصطلح «كمية التحرك» الذى يشير إلى كمية فيزيائية فى المتحرك تتوقف على سرعة حركته وكمية المادة به (أى كتلته) ، وسماه «قوة الحركة» فى معرض شرحه لارتداد جسم مصادم لسطح مستوٍ ، حيث يقول : «والمتحرك إذا لقى فى حركته مانعًا يمانعه وكانت القوى المحركة له باقية فيه عند لقائه الممانع ، 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 تغير كمية التحرك بالنسبة للزمن هو الأساس الذى قام عليه قانون نيوتن الثانى للحركة كما سنرى بعد قليل .

ويعبر هبة الله بن ملكا البغدادى عن المعنى نفسه ، مقتربًا من مصطلح «طاقة الحركة» باستخدام كلمة « ميل» بمعنى «جذب» فيقول : «ويستدل على ذلك بالحجر المرمى من عالٍ من غير أن يكون عايدًا عن صعود بحركة قسرية ولا فيه ميل قسري ، فإنك ترى أن مبدأ الغاية كلما كان أبعد كان آخر حركته أسرع وقوة ميله أشدّ ، وبذلك يشجّ ويسحق ، ولا يكون ذلك له إذا ألقى عن مسافة أقصر ، بل يُبيِّن التفاوت فى ذلك مقدار طول المسافة التى يسلكها» .

وهذا أيضًا مثل واضح لحالة السقوط الحر للأجسام تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، حيث تزيد سرعة الجسم مع المسافة التى يقطعها من نقطة «السقوط» ، وتزيد كمية حركته وبالتالى طاقته تبعًا لذلك ، فيشج ويسحق عند ارتطامه . وفى هذا ـ مرة ثانية ـ تعبير كمى عن الحركة بتناسبها مع سرعة الجسم ومع كتلته ، وهو محتوى قانون نيوتن الثانى للحركة .

ويقترب البغدادى أكثر فأكثر من الصياغة الوصفية الدقيقة للقانون الثانى للحركة فيقول : «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 ، وبذلك تصير الحركة فى غير زمان أشد ، لأن سلب الزمان للسرعة نهاية ما للشدة» . ونلاحظ هنا معنى التسارع «العجلة» فى عبارة «سلب الزمان فى السرعة» ، وهو يقابل فى لغة العلم الحديث «معدل تغير السرعة» ، مما يفيد وقوف ابن ملكا البغدادى على معنى تناسب القوة مع تسارع الحركة (أى العجلة) ، ولكنه بطبيعة الحال ، وفى إطار الضوابط الارتقائية للنمو المعرفى لم يتوصل ، ولم يكن مطلوبًا منه فى حدود معطيات عصره أن يتوصل إلى الصيغة الرياضية التى وضعها إسحق نيوتن بعد ذلك بحوالى ستة قرون ، وهى :

القوة = الكتلة × العجلة

أما بالنسبة لقانون الحركة الأول الذى عبر عنه نيوتن بقوله : «كل جسم يظل على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته» ، فإننا نجد أن ابن سينا قد عبر عن مضمونه المتمثل فى خاصية «القصور الذاتى»

التى يدافع بها الجسم عن بقائه فى حالته من السكون أو الحركة المنتظمة ، وذلك بقوله فى «الإشارات والتنبيهات» : «إنك لتعلم أن الجسم إذا خُليَّ وطباعه ، ولم يعرض له من خارج تأثير غريب ، لم يكن له بد من وضع معين ، وشكل معين ، فإذن فى طباعه مبدأ استيجاب ذلك» . ثم يضيف قائلا : «الجسم 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» .

وبالنسبة لقانون الحركة الثالث الذى عبر عنه نيوتن بأن «لكل فعل رد فعل مساوٍ له فى المقدار ومعاكس له فى الاتجاه» ، فإننا نجد معناه فى كتاب «المباحث المشرقية فى الإلهيات والطبيعيات» للإمام فخر الدين الرازى حيث يقول : «الحلقة التى يجذبها جاذبان متساويان حتى وقفت فى الوسط ، لاشك أن كل واحد منهما فعل فيها فعلاً معوقًا بفعل الآخر ، ثم لا شك أن الذى فعله كل واحد منهما لو خلى عن المعارض لاقتضى اجتذاب الحلقة إلى جانبه» .

ويوضح هذا النص فكرة اتزان الأجسام تحت تأثير قوتين متساويتين فى المقدار ومتعاكستين فى الاتجاه بتأثير الفعل ورد الفعل . ويؤكد الرازى هذا فى معرض شرحه «لإشارات» ابن سينا قائلاً : « . . فالحبل الذى يجذبه جاذبان متساويا القوة إلى جهتين مختلفتين لا يخلو إما أن يقال إنه ما فعل واحد منهما فعلا ، وهو محال لأن الذى يمنع كل واحد منهما عن فعله هو وجود فعل الآخر» .

(ب) الجاذبية الأرضية وحركة المقذوفات :

لا شك أن الإنسان لاحظ منذ القدم سقوط الأشياء من أعلى إلى أسفل ، وكان أرسطو يعتقد أن سبب سقوط الجسم إلى الأرض يعود إلى «الوحشة الطبيعية » الكامنة فى الجسم نفسه ، تمامًا مثلما يميل الطفل إلى حضن أمه باعتبارها المكان الطبيعى لإزالة وحشته ، واتجاه حنينه يدفع به إلى مقاومة حالة الوحشة وطردها . وقد لاحظ كثير من مؤرخى العلم أن أرسطو قد طبق الأحاسيس الإنسانية على ظواهر الطبيعة وسلوك أشيائها ، وأنه قد أمعن فى «أنسنة الطبيعة» عندما رأى أن الجسم المادى الصغير مكانه الطبيعى حين «يسقط» حراً هو حضن أمه : كوكب الأرض .

ويأتى الحسن بن أحمد الهمدانى فى القرن الثامن الميلادى بفكرة رائدة فى بنية الثورات العلمية كما طرحها فيلسوف العلم المعاصر «توماس كون» ، ضمنها كتابه القيم

«الجوهرتان العتيقتان» فى سياق حديثه عن الأرض وما يرتبط بها من أركان ومياه وهواء ، فيقول : « . . . 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 عليها ، فهى بمنزلة حجر المغناطيس الذى تجذب قواه الحديد إلى كل جانب . فأما ما كان فوقه فإن قوته وقوة الأرض تجتمعان على جذبه ، وما دار به فالأرض أغلب عليه بالجذب لأن القهر من هذه الحجارة لا يرفع العلاة ولا سفلة الحداد » .

ويتضح جليًا من هذا النص ـ ولأول مرة فى تاريخ العلم ـ أن الهمدانى قد ربط ظاهرة الجاذبية بالأرض التى تجذب الأجسام 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 يكون الهمدانى قد أرسى أول حقيقة جزئية فى فيزياء ظاهرة الجاذبية ، وهى ما يعرف بطاقة الموضع ، أو طاقة الكمون ، الناتجة أصلاً عن ارتفاع الأجسام عن الأرض .

ويزخر التراث العلمى العربى بالكثير من النصوص التى تتضمن مفاهيم أكثر وأوصافًا أشمل لظاهرة الجاذبية ، فيقول البيرونى فى كتابه «القانون المسعودى» : «والناس على الأرض منتصبو القامات على استقامة أقطار الكرة ، وعليها أيضًا نزول الأثقال إلى أسفل» ، ويفطن الإمام الرازى إلى تعميم أكبر لفكرة الجاذبية يشمل جميع الأجسام المادية ، فيتحدث عن «انجذاب الجسم إلى مجاوره الأبعد» . ويصحح علماء المسلمين ذلك الخطأ الجسيم الذى وقع فيه أرسطو عندما قال بسقوط الأجسام الثقيلة أسرع من الأجسام الخفيفة ، فيثبت ابن ملكا البغدادى حقيقة علمية هامة تقضى بأن سرعة الجسم الساقط سقوطًا حرًا تحت تأثير الجاذبية الأرضية لا تتوقف إطلاقًا على كتلته ، وذلك عندما تخلو الحركة من أى معوقات خارجية ، ويعبر عن هذه الحقيقة بقوله : « . . . وأيضًا 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 » .

ويضيف علماء الحضارة الإسلامية حقائق أخرى جزئية على طريق استكمال التصور

الإنسانى لظاهرة الجاذبية من خلال دراستهم لحركة المقذوفات ، من حيث إن حركتها إلى أعلى تعاكس فعل الجاذبية الأرضية ، أو أن القوة القسرية التى قذف بها الجسم إلى أعلى تعمل فى تضاد مع قوة الجاذبية الأرضية ، فيقول العالم الفيلسوف هبة الله البغدادي فى كتابه «المعتبر فى الحكمة» ، على سبيل المثال : « . . . 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 الطبيعي ، ولا يزال يضعف ويبطئ الحركة ضعفًا بعد ضعف وبطءاً بعد بطء حتى يعجز عن مقاومة الميل الطبيعي ، فيغلب الميل الطبيعى فيحرك إلى جهته» . وهنا يتضح أن البغدادى لا يستخدم مفهوم «الميل» كقوة خفية أو «وحشة طبيعية» فى اتجاه الحنين إلى حضن الأم : كوكب الأرض ، كما قال أرسطو ، ولكنه عنى به القوة المادية التى تتحكم عمليًا فى حركة المقذوف صعوداً ضد الجاذبية الأرضية ، وهبوطًا فى اتجاهها .

وهكذا نجد أن علماء الحضارة الإسلامية العرب قد سعوا بمنهجهم العلمى السليم إلى بلورة مفاهيم وصيغ ميكانيكية ساعدت علماء النهضة الأوربية بعد ذلك على صياغة النظريات والقوانين العلمية لحركة الأجسام على الأرض ، أو حركة الأرض والكواكب والنجوم فى الفضاء الكوني .

٢ - البصريات : OPTICS

(أ) الضوء ونظرية الإبصار :

كانت آراء فلاسفة الإغريق متباينة فى تعريف طبيعة الضوء وتفسير عملية الإبصار ، وهذا بسبب قصور منهج التفكير السائد آنذاك ، القائم على التأمل العقلى الخالص والقياس الصورى البحت . وكان يمكن لهذه الآراء أن تظل سائدة حتى عصرنا هذا لأن القياس الصورى الذى اصطنعوه منهجًا للنظر لا يسمح بتقدم العلم مهما تراكمت المعارف المستنتجة على أساسه .

لكن علماء الحضارة الإسلامية استطاعوا أن يتوصلوا إلى الطريقة التجريبية الاستقرائية التى قفزت بهم إلى مرحلة معرفية أرقى ، وكانت نظرية ابن الهيثم فى الإبصار ثورة علمية بكل المقاييس ، انطلق فيها من مبدأ عام هو القول بوجود العالم الخارجى وجوداً مستقلاً فى ذاته خارج الذهن وخارج النفس ، وأن العقل والحواس من أدوات إدراكه ، ومن ثم عزا

إحساس البصر إلى عامل أو مؤثر خارجى له فى ذاته وجود عيني ، وأسماه «الضوء» .

(ب) قوانين انتشار الضوء :

من الموضوعات الهامة التى تطرق إليها ابن الهيثم فى كتابه الشهير «المناظر» إثبات خاصية انتشار الضوء فى خطوط مستقيمة بتجربة «الغرفة المظلمة» ، أو «الخزانة ذات الثقب» التى تحمل فكرة آلة التصوير الضوئى (الكاميرا) . وعندما تعرض ابن الهيثم لشرح ظواهر انعكاس الضوء وانعطافه 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 (مركبتين) متعامدين ، وأفاد من رؤيته النقدية فى استخدام المنهج الرياضى إلى جانب المنهج التجريبي ، ولهذا يعتبر المؤسس الأول لعلم البصريات الهندسية .

ولم يغفل ابن الهيثم الجانب التقنى فى بحوثه العلمية ، فقد استخدم الآلات الدقيقة فى تجاربه ، ولم يكتف بمجرد وصف 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 طريقة العمل فى اتخاذه وترتيب آلته ، وقدمنا الأصول التى يستعملها المهندسون فى جميع أنواع المرايا ، ليهتدى إليه من التمسه» .

(ج) مسألة ابن الهيثم :

عرفت هذه المسألة عند الأوربيين باسم «مسألة الهازن» Alhazen problem وهى تنص على أنه : «إذا فرضت نقطتان حيثما اتفق أمام سطح عاكس ، فكيف تُعيَّنُ على هذا السطح نقطة بحيث يكون الواصل منها إلى إحدى النقطتين المفروضتين بمثابة شعاع ساقط والواصل منها إلى الأخرى بمثابة شعاع منعكس » .

وحلول هذه المسألة كثيرة ومتنوعة ، وهى تتراوح بين اليسر والسهولة فى الأحوال

العامة ، وحينما يكون السطح العاكس مستويًا ، وبين الصعوبة والتعقيد إذا كان السطح العاكس كرويًا أو أسطوانيًا أو مخروطيًا . وتتدرج مسألة ابن الهيثم فى التعقيد إلى معادلة من الدرجة الرابعة ، وقد حلها ابن الهيثم بواسطة تقاطع دائرة مع قطع زائد . كما أورد حلولاً عامة لكل نوع من أنواع المرايا .

وقد كتب علماء آخرون فى البصريات وتعرضوا لبعض نظرياتها ، مثل الكندى والرازى وابن سينا وكمال الدين الفارسى وغيرهم ، 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 «الليزر» .

٣ - الصوتيات : Acoustics

لم يصلنا شيء ذو قيمة علمية عن اهتمام أهل الحضارات القديمة بدراسة ظاهرة الصوت وتطبيقاتها ، اللهم إلا فيما يتعلق ببعض أنواع الغناء والعزف (الموسيقا) . لهذا فإننا نبدأ الحديث عن الصوتيات ـ أحد المباحث الفيزيائية المهمة ـ من حيث بدأ علماء الحضارة الإسلامية فى تناول ظاهرة الصوت بالدراسة والتحليل على أسس منهجية سليمة . فقد أجمعوا من حيث المبدأ على أن هناك شيئين ضروريين لانبعاث الصوت وانتشاره . أما الشيء الأول فلابد من وجود جسم يهتز لإحداث موجات الصوت (التضاغطية) على نحو ما نجد فى وتر العود أو الأوتار (الأحبال) الصوتية عند الإنسان . وأما الشيء الثانى فلابد من وجود وسط مادي ، كالهواء أو الماء ، تنقل خلاله هذه الموجات الصوتية إلى أن تصل إلى الأذن ويحدث الإحساس بالسمع . كذلك أجمع علماء المسلمين على تفسير جيد لحدوث الصدى نتيجة انعكاس الموجات الصوتية عندما يعترض مسارها عائق ، فتحدث فى ارتدادها رجعًا يشبه الصوت الأصلى .

ومن أوضح النصوص التراثية فى ذلك ما جاء فى كتاب «التحصيل» لبهمنيار ابن المرزبان ، حيث يقول : «الصوت أمر يحدث من تموج الجسم السيال الرطب كالهواء والماء بين جسمين متصاكين متقاومين . وأما الصدى فإنه يحدث من تموج يوجبه هذا التموج ، فإن هذا التموج إذا قاومه شيء من الأشياء كجبل أو جدار حتى دفعه ، لزم أن ينضغط أيضًا بين هذا التموج المتوجه إلى قرع الحائط أو الجبل وبين ما يقرعه هواء آخر يرده ويصرفه إلى خلف بانضغاطه ، ويكون شكله شكل الأول وعلى هيئته . . . ويجوز أن يكون لكل صوت صدى ولكن لا يسمع ، كما أن لكل ضوء عكسًا . . . والسبب فى أن لا يسمع الصدى فى

البيوت أن المسافة إذا كانت قريبة من المصدر وعاكس الصوت سُمِعَا معًا فى زمان واحد أو قريب من واحد» .

وقد فطن إخوان الصفا إلى تأثير الحركة الصوتية فى الهواء الذى لشدة لطافته وخفة جوهره وسرعة حركة أجزائه يتخلل الأجسام كلها «فإذا صدم جسم جسمًا آخر انسل ذلك الهواء من بينهما وتدافع وتموج إلى جميع الجهات ، وحدث من حركته شكل كروى واتسع كما تتسع القارورة من نفخ الزجّاج (صانع الزجاج) فيها ، وكلما اتسع ذلك الشكل ضعفت حركته وتموجه إلى أن يسكن ويضمحل» . ولعل فى هذا القول أيضًا ما يؤكد سبق علماء المسلمين إلى تقرير ما أثبته العلم التجريبى حديثًا من أن الموجات الصوتية المنتقلة فى الوسط المادى تفقد قدرًا من طاقتها عنه اصطدامها بالأجسام تبعًا لنوعيتها وطبيعتها .

أما الحديث عن سرعة الصوت فى التراث العربى فيكتسب أهمية خاصة داخل الإطار المنهجى لتقييم المعرفة تاريخيًا . ومن يستعرض هذا الموضوع فى مختلف النصوص التراثية سوف يلاحظ أن البحث فى سرعة الصوت يأتى فى أغلب الأحيان مقارنًا بسرعة الضوء . فقد ذكر البيروني ، على سبيل المثال ، أن سرعة النور أعظم كثيرًا من سرعة الصوت ، وتحدث ابن سينا عن تأخر سماع صوت الرعد عن رؤية وميض البرق . واستطاع الحسن ابن الهيثم أن يثبت أن للضوء زمانًا وسرعة معينة ، كما أن للصوت زمانًا وسرعة معينة ، إلا أن زمان حركة الضوء أسرع بحيث لا يحس به أصلاً .

ومما يؤسف له أن أحدًا فى ذلك الوقت لم يفد من هذه الأفكار الهامة فى تقدير سرعة الصوت كميًا ، ونحن لا نرى سببًا لذلك غير عدم توافر أجهزة دقيقة لقياس الزمن بالثوانى أو بأجزاء من الثانية فى تلك المرحلة المبكرة من تاريخ التقنية عمومًا ، وتطور أجهزة القياس الدقيق على وجه الخصوص . وقد تأخرت هذه الخطوة الهامة والبسيطة إلى القرن السابع عشر الميلادى عندما تمكن «ميرسن » و«جاسندى» Mersenne & Gassendi من إجراء أول تجربة عملية لتعيين سرعة الصوت فى الهواء عن طريق قياس الفترة الزمنية التى تنقضى بين لحظة رؤية النار المنبعثة من فوهة مدفع (أو بندقية) عند إطلاق قذيفة منه على مسافة بعيدة ، وبين لحظة سماع صوت القذيفة . وظلت فكرة الربط بين ضوء وصوت صادرين من مصدر واحد فى نفس اللحظة أساسًا لتجارب عديدة أجريت بعد ذلك إلى أن تمكن «إسكلاجنون» E. Esclagnon خلال الحرب العالمية الأولى من تقدير سرعة الصوت فى الهواء الجاف عند درجة الصفر المئوى بدقة عالية تقترب من القيمة المعروفة

حاليًا (١,٣٣٠ متر فى الثانية) .

وقد أفاد المسلمون من فهمهم الواعى لأساسيات مبحث «الصوتيات» فى مجالات نظرية وتطبيقية متنوعة ، من بينها تطوير تقنية الهندسة الصوتية ، واستخدامها فيما يعرف الآن باسم «تقنية الصوتيات المعمارية» ، فقد عرفوا أن الصوت ينعكس عن السطوح المقعرة ويتجمع فى بؤرة محددة ، شأنه فى ذلك شأن الضوء الذى ينعكس عن سطح مرآة مقعرة . وقد استخدم التقنيون المسلمون خاصية «تركيز الصوت» فى أغراض البناء والعمارة ، وخاصة فى المساجد الكبيرة لنقل وتقوية صوت الخطيب أو الإمام فى أيام الجمعة والأعياد .

حدث هذا قبل أن يبدأ العالم المعروف «والاس ك . سابين» حوالى عام ١٩٠٠م فى دراسة سوء الصفات الصوتية لقاعة محاضرات فى «جامعة هارفارد» الأمريكية ، وتتبع سلوك الخواص الصوتية للقاعات وغرف الموسيقى .

٤ – فيزياء المواد والتمعدن : **Physics of Materials and Metallurgy**

اهتم علماء الحضارة الإسلامية بدراسة خواص المادة الصلبة والسائلة والغازية ، وبحثوا فى طرق تعيين هذه الخواص ، ومنها :

(أ) خاصية اللزوجة Vicsosity ، وقد أشار إليها عدد من العلماء فى معرض حديثهم عن طرق مقاومة الحركة ، أو عند محاولة تبسيط بعض الظواهر الطبيعية ليسهل فهمها واستيعابها . من ذلك ما قاله ابن سينا عن السقوط الحر للأجسام فى أوساط مادية مختلفة ، حيث أوضح أن مقاومة المنفوذ فيه هى المبطل للقوة المحركة . وقال هبة الله البغدادى : «إن الأكثف يبطئ حركة الجسم أكثر والأرق أقل» . وإذا كان فى هذا إشارة إلى تأثير لزوجة الوسط على سقوط الجسم خلاله ، كما هو واضح من كلمتى «الأكثف» و«الأرق» ، فإن كلمة «المبطل» التى استخدمها ابن سينا تدل على أنه ربما عنى ميل الأجسام الساقطة فى الأوساط اللزجة إلى أن تأخذ سرعة ثابتة بعد فترة معينة ، وهى ما تعرف باسم «السرعة النهائية» التى استخدمها «ستوكس» حديثًا فى استنتاج قانونه المعروف فى اللزوجة .

ومما يدل على أن كلمتى «الأكثف» و« الأرق» اللتين استخدمهما البغدادى تعنيان الاختلاف فى درجة لزوجة الوسط ، أن نفس الكلمتين استخدمتا فى أماكن أخرى عند ابن الهيثم للدلالة على الاختلاف فى الكثافة الضوئية للأوساط التى تسبب انكسار الضوء عند انتقاله خلالها .

وهناك من استخدم صراحة مفهوم اللزوجة فى السوائل والغازات ، لا بمعنى أن الوسط يقاوم حركة الجسم فحسب ، ولكن أيضًا بمعنى أن الوسط إما غليظ القوام أو خفيف القوام ، فيقول الإمام الرازى : «إن الجسم إذا تحرك فى مسافة ، فكلما كان الجسم الذى فى المسافة أرق كانت الحركة فيه أسرع ، وكلما كان أغلظ (أى فى القوام) كانت الحركة فيه أبطأ» . ويقول ابن الهيثم :« . . . كما أن الحجر إذا تحرك فى الهواء كانت حركته أسرع وأسهل من حركته إذا تحرك فى الماء لأن الماء يدافعه مدافعة أكثر من مدافعة الهواء» .

(ب) الوزن النوعى Specific gravity ، وقد عرف العلماء العرب هذه الخاصية للمواد الصلبة والسائلة وعينوها لبعض المواد بدقة تطابق تقديرات علماء العصر الحاضر . بالرغم من اختلاف المستوى العلمى والتقنى للآلات والأجهزة التى استعملت فى هذين العصرين . وكان من أوائل الذين أجروا تجارب لحساب الوزن النوعى للمواد المختلفة أبو الريحان البيرونى الذى استخدم جهازه المخروطي . كما استخدم الخازنى مقياسًا خاصًا لتعيين الوزن النوعى لبعض الوسائل .

أما فيما يتعلق بفيزياء المواد والتمعدن فقد تفوق عدد من العلماء فى دراسة الفلزات واستخلاصها من خاماتها ، أو سبكها مع غيرها . فالبيرونى ـ على سبيل المثال ـ تحدث عن تعدين الذهب وتصفيته بالنار ، إما بالإذابة وحدها أو بالتشوية ، كما وصف عملية تنقية الذهب عندما يكون ممزوجًا مع الأتربة أو الأحجار الكريمة ، وتحدث عن اختلاط الفضة بالذهب وتكوين السبائك بالمزج (الاتحاد) بين العناصر ، فهو يقول : «ومزاج الصفر مزاج حقيقي ، لأنهما بعد الاتحاد لا يتميزان بحيلة يعودان بها إلى الانفراد ، وإنما يبقيان ما بقيا ، ويفسدان معًا » .

وتحدث البيرونى أيضًا عن الشَّبه بقوله : « الشبه نحاص صُفِّر بإطعام التوتيا (الخارصين) المدبر بالحلاوات وغيرها حتى أُشبه بالذهب وسمى شَبهًا ، ولما كانت الصفرة فيه عارضة أخذت الناس بقسطها منه عند كل ذوب ؛ ولذلك يُرَقَّد بإطعام جديد من ذلك التوتيا ، وإلا بلغ به التنقيص إلى الحال الأولى النحاسية المحضة . . وكما أن الصفرة عرض عارض فيه ، كذلك ما اختلط فيه من التوتيا زائد فيه غير متَّحد به ولا مستحيل إليه ، فالنار فى كل إذابة تنقصه عنه وتنقصه عن جرمه ووزنه حتى تذهب به كله » .

وتحدث كثيرون عن التمعدن والفلزات ، من بينهم يظهر صاحب « كتاب الجوهرتين» الحسن بن أحمد الهمدانى الذى قدم شرحًا تفصيليًا لعملية تمعدن الذهب والفضة ، ابتداء

من الحصول على الخام من منجمه ، وانتهاء بصبّ قوالب الذهب أو الفضة الخالصتين ، وإيضاح استخدامهما فى صناعة الحلى وترصيع التيجان وتزيين صفحات القرآن الكريم وغيرها . كذلك شرح صناعة السبائك ومعالجة الحديد الخام والحصول على الفولاذ اللازم لصناعة السيوف وبعض أنواع الأسلحة . واهتم أثناء ذلك بوصف عمليات الطبخ والتملغم والاتحاد الكيميائى لفصل الشوائب ، وزود كتابه برسوم توضيحية لأشكال الأجهزة والأدوات والقدور والأفران المستخدمة .

٥ – الفيزياء الذرية : Atomic Physics

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 غير القابل للانقسام ، أو « الأتوم» Atom كما أطلق عليها فلاسفة الإغريق . وتنسب النظرية الذرية عادة فى نشأتها إلى «لويقيبوس» الملطى وتلميذه «ديمقريطس» فى القرن الخامس للميلاد ، وإن كان المؤرخ والجغرافى اليونانى القديم «سترابو» Strabo قد عزا نشأتها إلى «موشوس » Mochos الفينيقى الذى سبق «لويقيبوس» ببضعة قرون .

وقد عرف العرب «الذرة» و«المذهب الذرى» الذى وضعه فلاسفة الإغريق ، ولكنهم استخدموا لذلك مصطلح « الجزء الذى لا يتجزأ» أو «الجوهر الفرد» ، ودخل المصطلح فى اللغة العربية حديثًا باسم «الذرة » ، وهى ترجمة غير دقيقة لكلمة Atom ، وتناولوا القضية من جانبيها الفلسفى والعلمي .

ويكفى أن نشير إلى الجانب العلمى من النظرية الذرية فى التراث العربى بإحدى التجارب العلمية التى أجراها جابر بن حيان (ت ٨١٥م) لتحضير «الزنجفر» (كبريتوز الزئبق) ، حيث يقول : «لتحويل الزئبق إلى مادة صلبة حمراء ، خذ قارورة مستديرة وصب فيها مقدارًا ملائمًا 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 سدّها ، 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 ماهيتهما ، وكل ما حدث أنهما تحوّلتا 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 كلاً منهما محتفظ بهيئته الطبيعية الدائمة» .

ومن وجهة النظر العلمية المعاصرة يعتبر هذا الوصف تصويرًا عجيبًا للاتحاد الكيميائي ،لعل فيه شبهًا من تصوير «دالتون» Dalton (ت ١٨٤٤م) الذى جاء بعد جابر بألف عام ، وقال بأن الاتحاد الكيميائى يكون باتصال ذرات العناصر المتفاعلة بعضها ببعض .

وإذا عقدنا مقارنة سريعة بين الطريقة التى عولج بها مفهوم الذرة على النحو الذى أوضحنا ، وبين الطريقة التى اتبعها علماء الغرب إبان عصر النهضة الأوروبية الحديثة ، نجد أن المذهب الذرى الإغريقى القديم قد عاد إلى الظهور على يد جاسندى Gassendi (ت ١٦٥٥م) ، وعلى أيدى علماء الكيمياء فى القرنين السابع عشر والثامن عشر الميلاديين ، 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 إن الصورة الخاصة لذرات المادة تفسر إحساسات الذوق والرائحة واللون . وهكذا قيل إن ذرة البرد مدببة لأن البرد قارس ، وإن تأثير الأحماض فى الأجسام القاعدية أشبه باختراق الطرف المدبب فى الأحماض لمسام القلويات . ولا شك أن مثل هذه التشبيهات ليس لها قيمة علمية ، بل إنها لا تصور لنا الظواهر تصويرًا جيدًا .

لكن الذرة الكيميائية كما تصورها «جاب» و«دالتون» فى عمليات الاتحاد الكيميائى بين العناصر لم تعد مع حلول القرن العشرين ذلك الجزء الذى لا يتجزأ . فقد أدى تطور النظرية الذرية ، أو الفيزياء الذرية ، إلى قيام علم الفيزياء النووية بدراسة التغيرات التى تتعرض لها نواة الذرة ، ودراسة الإشعاع الذرى الطبيعى بدراسة 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 » ـ مرة أخرى ـ عن جزء جديد منها لا يقبل التجزئة . لقد اقترب الإنسان كثيرًا من الرؤية المباشرة للذرة المفردة والإمساك بها لاستخدامها فى إجراء تجارب علمية لم تخطر يومًا على بال بشر !!

٦ – الفيزياء الفلكية : Astrophysics

يختص هذا المبحث الهام بتطبيق قوانين الفيزياء على مشكلات علم الفلك ، ومنها حركات الكواكب وأقمارها ، والقوى التى تربط بين أجزاء المنظومات السماوية المختلفة

لتحتفظ بالشكل الذى يميزها ، وتركيب وديناميكا المجرات ، وتندرج هذه الموضوعات تحت علوم فرعية من قبيل : « الميكانيكا السماوية» Celestial mechanics والقياسات الفلكية Astrometry ، وفيزياء المجموعة الشمسية Solar system physics ، وغيرها .

وكانت النظرية السائدة قديمًا عن حركة الكواكب (بما فى ذلك حركة الشمس والقمر) تقضى بأن الأرض تقع فى مركز الكون ، وأن الحركة الكوكبية دائرية منتظمة . واقترح فى القرنين الثالث والثانى قبل الميلاد نموذجان لتفسير الحركة الكوكبية : أحدهما نموذج حركة فلك التدوير Epicyclic motion والآخر نموذج حركة الفلك الخارج المركز Eccentric motion.

وفى القرن الثانى للميلاد أدخل بطليموس عدة تعديلات مهمة لتفسير الحركات الظاهرة للقمر وللكواكب المتحيرة ، ولكنه لجأ مضطرًا إلى أنواع من الحركة المناقضة لمبدأيْ الانتظام والدائرية ، وشيَّد نظامه الكوكبى على تخيُّل الكوكب متحركًا على فلك حامل (ناقل) Deferant مركزه خارج عن مركز العالم (الأرض) ، تم تصوّر فلكا معدِّلاً للمسير Equant ، لا ينطبق مركزه على مركز العالم (الأرض) ولا على مركز الفلك الخارج ، وقال إن الكوكب الدائر فى فلك تدويره تكون حركته منتظمة أو معتدلة بالقياس إلى هذا الفلك المتخيل الجديد ، لا بالقياس إلى مركز العالم ولا إلى مركز الفلك الخارج ، رغم أن الكوكب لا يتحرك هو نفسه ، ولا يتحرك مركز فلك تدويره على هذا الفلك المعدِّل .

وجاء الحسن بن الهيثم (ت ١٠٤٠م) برؤيته النقدية ، فاستدرك على بطليموس فى مؤلفه المعروف «الشكوك على بطليموس» محددًا ١٦ اعتراضًا على النظرية البطلمية ، هى حالات عدم الانتظام فى الحركة الكوكبية . ولعل أهم شك على «المجسطى» لابن الهيثم ، من الناحية التاريخية ، هو اعتراضه الموجه إلى استخدام بطليموس لما يسميه «الفلك المعدل للمسير» . والمهم ، من الناحية التاريخية أيضًا ، أن عدم رضاء كوبرنيكوس عن حيلة الفلك المعدل للمسير كان أحد الأسباب التى أدت به (كما قال هو نفسه) إلى قلب نظام بطليموس رأسًا على عقب ، ووضْع الشمس ، بدلاً من الأرض ، فى وسط العالم .

وفى القرن الثالث عشر الميلادى قدم نصير الدين الطوسى (ت ١٢٧٤م) إصلاحًا أشمل ، منطلقًا على الأرجح من تحليلاته العلمية لشكوك ابن الهيثم المتعلقة بالحركات غير المنتظمة للأفلاك الحاملة للقمر والكواكب ، فاقترح آليّة تعرف باسم «مزدوجة الطوسى» Al-Tusi's couple لتفسير التناقضات الواضحة بين تراكيب بطليموس النظرية

وبين نتائج الأرصاد العملية . وبالإضافة إلى الطوسي ، اقترح فلكيون آخرون من مدرسة مراغة نظرية تسمح بتحويل النماذج الخارجة المركز إلى نماذج تداويرية ، وكان الأبرز من بين هؤلاء «مؤيد الدين العُرضى الدمشقي» (ت ١٢٦٦م) و«ابن الشاطر» (ت ١٣٧٥م) . وتعزى الأهمية البالغة لهذه النتائج إلى علاقتها بنظرية كوبرنيكوس الخاصة بمركزية الشمس . تلك النظرية التى عكست المتجه Vector الذى يصل الشمس بالأرض ، مع إبقاء النماذج الرياضية مصونة على حالها دون أن تمسها .

إن تشابه الروايات المتواترة عن نماذج كوبرنيكوس ونماذج فلكيى مراغة هو الذى أثار الاهتمام ، وأصبح من المتفق عليه فى الأعمال الحديثة التى تناولت علم الفلك عند كوبرنيكوس - وخاصة الأعمال التى قام بها كل من نوجبور Neugebauer وسورد لو Swerdlow أن التصور الفلكى الجديد لكوبرنيكوس عن نظام العالم لم يقم على ملاحظات جديدة مفاجئة ، ولا على نماذج رياضية لم يتوصل إليها العرب ، وإنما كان الأمر نقلة جذرية خالصة فكريًا ، ونوعًا من التحول العقلى أحال المجموعة القديمة من المقدمات إلى مجموعة جديدة من العلاقات . وفضلاً عن ذلك ، فإنه لا فرق بين مركزية الشمس للعالم أو مركزية الأرض من الناحية الرياضية البحتة التى كان يعمل عليها الفلكيون العرب ، فلقد كانوا يعرفون تمام المعرفة أن الظواهر الفلكية التى نراها من الأرض ، يمكن أن تفسر على أن الأرض ثابتة والشمس متحركة ، أو العكس بالعكس .

ومن ناحية أخرى ، فإن من يرجع إلى أعمال كوبرنيكوس يراه يُعمل هيئة أفلاك الكواكب جميعها على افتراض أن الأرض ثابتة ، ثم ينقل هيئة تلك الأفلاك النهائية إلى افتراض أن الشمس ثابتة والأرض متحركة . والحقيقة العلمية التى نعرفها اليوم تقول إنه لا الأرض ثابتة ولا الشمس ثابتة فى هذا الكون الذى يعج فيه كل شيء بالحركة ولا يعرف السكون . ولذلك يمكن المقابلة بين هيئة الأفلاك التى كان يعمل عليها كوبرنيكوس ، والهيئة التى كان يعمل عليها الفلكيون العرب من أمثال الطوسى والعرضى وابن الشاطر ، بعد أن حفزتهم شكوك ابن الهيثم إلى إعلان الثورة على النظام البطلمى والبحث عن نظام كوكبى جديد ، ونجحوا فى وضع نماذج يمكن ترجمتها إلى صيغة فيزيائية لا تجبّ المبادئ الفلكية المعروفة ، أى نماذج تعبّر عن الحركة الظاهرية لكوكب ما باعتبارها محصلة لمجموعة حركات ، كل منها حركة منتظمة بالنسبة لمركزها الخاص بها . وكان هذا هو ذروة ما أنجزته بحوث العرب فى النظرية الفيزيائية لحركة الكواكب .

وأسفرت مقارنات الباحثين بين النصوص والرسوم الواردة فى مؤلفات كل من كوبرنيكوس وفلكيى مرصد مراغة ، عن أن الشبه بلغ (باستثناء مركزية الشمس عند كوبرنيكوس) حداً دعا البعض إلى القول - دون تجاوز الحقيقة - بأن كوبرنيكوس هو أشهر أتباع مدرسة مراغة ، إن لم يكن آخرهم ، ودعاهم أيضًا إلى التساؤل ، لا عمّا إذا كان كوبرنيكوس قد تعلم نظرية مراغة ، بل متى تعلمها وكيف ؟

والإجابة على التساؤل المطروح تتضح من دراسة انتقال بعض المؤلفات العربية إلى الغرب اللاتيني ، فقد تسنّى هذا الانتقال بواسطة مصادر بيزنطية وصلت إلى إيطاليا فى القرن الخامس عشر الميلادي . وظهر فى البندقية عام ١٥٣٦م كتاب للمؤلف جيوفانى باتيستا أميكو Giovanni Battista Amico بعنوان :

"De motiblus Corporum Coelestium uixta Principia peripatetica sine excentricis st epicyclis"

وفيه يبذل المؤلف جهده من أجل إعادة الحياة إلى علم الفلك متحد المركز بمساعدة نماذج مبنية كلها على استخدام نظرية الطوسى ومزدوجته الموجودة فى كتابه «التذكرة » .

وهناك دليل آخر على الانتقال المباشر موجود فى مخطوط بيزنطى إغريقي ، لترجمة يونانية وضعها ـ حوالى عام ١٣٠٠م ـ « شيونيادس» Chioniades عن أصل عربي وجد طريقه إلى «الفاتيكان» بُعيد سقوط القسطنطينية عام ١٤٥٣م يوجد على إحدى صفحاته عرض واضح لمزدوجة الطوسى مع نموذج قمرى لابن الشاطر ، ويوجد على صفحة أخرى عرض نموذج قمرى للطوسى مع رسم تخطيطى يوضح تعديل مزدوجة الطوسى لهيئة الأجسام الصلبة .

وإذا علمنا أن كوبرنيكوس قد أقام فى إيطاليا لسنوات قليلة ، وانتقل إلى روما فى ربيع عام ١٥٠٠م ، وبقى فيها حوالى سنة وقام بإلقاء محاضرات فى الرياضيات الفلكية ، فإن ما لدينا من ظن يتحول إلى اعتقاد بأن كوبرنيكوس قد اطلع بالفعل على نظريات العرب الفلكية وأفاد منها فى صياغة نظريته عن مركزية الشمس وهيئة المجموعة الشمسية .

٧ - فيزيـاء الأرض : Geophysics

(أ)علم شكل الأرض : Geomorphology

يهتم هذا العلم فى صورته المعاصرة بدراسة التضاريس الأرضية المختلفة فوق سطح اليابسة والمغمورة تحت الماء ، ويعنى بتتبع أطوارها المتعددة ، وتفهم الأسباب والعوامل

المؤثرة فى تكوينها ، وذلك فى ضوء ما يسمى «بالنظرية الجيومورفولوجية» الحديثة التى تقضى بأن تطور أشكال سطح الأرض يعتمد على عوامل التعرية والإرساب والحركات الأرضية ، وهى عوامل ناتجة عن تأثير قوى البناء والهدم .

وقد استطاع أبوبكر الكرجى فى القرن الحادى عشر الميلادى أن يطور فكرة الدورة التضاريسية التى تقول بتطور معالم سطح الأرض بحيث كلما أثرت قوى الرفع البانية على منطقة ما ورفعتها فوق مستوى سطح البحر ، فإنها تكتسب طاقة كامنة بفارق الارتفاع عمّا حولها ، مما يسهل لقوة الجاذبية الأرضية أن تنقلها شيئا فشيئا الى مواقع أقل ارتفاعاً منها ، مثل قيعان المحيطات ، فى محاولة لكى يتساوى بُعد قممها عن مركز الأرض ، وينتج عن ذلك تطور فى تضاريس الأرض ينتهى معه السطح النهائى بالتعرية إلى سطح منخفض ومستو هو «السهب» (أى الفلاة) . وقد نسبت هذه الفكرة إلى «ديفيز» فى القرن التاسع عشر الميلادى ، ولكننا نجد ما يصحح هذا الإسناد الخاطىء عندما نقرأ للكرجى قبل ذلك بثمانية قرون ، فى كتابه «إنباط المياه الخفية» ، ما نصه :

«إن فى الأرض حركات دائمة ، منها طلب الأبنية للوقوع والانهدام ، والميل على سمت الاستقامة ، وكذلك الجبال والتلاع تنهار قليلا قليلا ، وتتفتت طلباً للمركز ، والأرض الرخوة فى تربتها حركة دائمة ، وهى طلب أجزائها الصلابة باعتماد بعضها على بعض . وأعظم هذه الحركات المذكورة انتقال المياه العظيمة ، وجريان الأودية القوية من أرض الى أرض فى الأزمنة الطويلة ، فإذا اجتمعت موادها فى ناحية من نواحيها ، وارتفعت حتى بُعد سطحها من المركز ، وساوى ذلك بُعد الموضع المحاذى له الذى يقابله ، ثم بعد المساواة زاد عليه ، تحركت الأرض طلبا للمعادلة المذكورة ، فتتغير لذلك عروض البلاد ومطالعها وأنصاف نهارها ، ويصير ذلك سبب انتقال البحار ، وظهور عيون وغيض عيون ، ولا يكون ذلك دفعة واحدة ، بل يكون على التدرج كانتقال العمارات من أرض إلى أرض» .

والمتأمل فى هذا النص للكرجى يلاحظ تحليله الفيزيائى لبيان أنواع الحركات الأرضية الدائمة وأثر الجاذبية الأرضية عليها .

(ب) علم المعادن والتعدين : Mining and Mineralogy

يزخر التراث العربى بالكثير من المؤلفات التى تناولت دراسة العديد من المعادن وتعدينها والتنقيب عنها . وقد اعتمد علماء الحضارة الإسلامية على الملاحظة والتجربة فى كثير من دراساتهم للمعادن والجواهر والأحجار الكريمة ، وفى تمييز دخيلها من أصيلها

بحسب لونها وشفافيتها وبريقها وصلابتها وحكاكتها (مخدشها) وتشعيرها (أو تشققها) ، وغير ذلك من الخواص الفيزيائية التى تميز بها المعادن اليوم . وقد حاولوا قياس بعض هذه الخواص وتقديرها كميًا ، مثل خاصية الوزن النوعى التى عينوها لمواد كثيرة بدقة تطابق التقديرات المعروفة حاليا ، ومثل خاصية الصلابة Hardness التى تحدد درجة تماسك المعدن وقدرته على خدش معدن آخر ، فقد ذكر التيفاشى من خواص «الألماس» Diamond أنه يقطع كل حجر يمر عليه ، وهو نفسه عسر الانكسار ، وذكر أن الياقوت يقطع الحجارة شبيها بالماس ، وليس يقطعه شىء غير الماس .

وذكر البيرونى فى كتاب «الجماهر فى معرفة الجواهر» أن الماس أصلب الجواهر ويليه الياقوت ثم أشباه الياقوت ، وقال : «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 » . وبهذا يكون البيرونى والتيفاشى قد وضعا اللبنة الأولى فى فكرة بناء «مقياس موهز » Mohs scale للصلابة ذى الدرجات العشر ، ويشغل الألماس والياقوت الدرجتين العاشرة والتاسعة فيه على الترتيب ، بينما يحتل « التلك» ، وهو أقلها صلابة ، الرقم واحد .

(ج) علم الزلازل : Seismology

حاول الإنسان منذ القدم أن يتعرف على أسباب حدوث الزلازل ، وكانت أفكاره عنها فى بادئ الأمر قائمة على الأساطير والخرافات . وكانت تفسيرات علماء الإغريق مجرد آراء فلسفية وتخيلات بعيدة عن الواقع ، يمثلها رأى أرسطو الذى يقضى بأن الأرض جافة بطبيعتها ، ولكن المطر يملؤها بالرطوبة ، وتقوم الشمس ونارها بتسخينها وتتسبب فى الرياح . والزلازل هى ريح وعواصف مكتومة فى كهف كبير بجوف الأرض ، أو هى نتيجة ضرورية لذلك .

وجاءت بدايات التفسير العلمى على أيدى علماء الحضارة الإسلامية ، فيتحدث الهمدانى فى القرن الرابع الهجرى (العاشر الميلادى) عن الطاقة الزلزالية «فى باطن الأرض ، ولكنه يسميها «الرياح المحتقنة» ، ويصف ما ينتج عنها من هزات متفاوتة الشدة يصحبها أحيانا حدوث خسف على نطاق واسع . والخسف الذى ذكره الهمدانى فى كتابه «الجوهرتين» هو المقابل للمصطلح الأجنبى الحديث Taphrogenesis ، ويعنى الحركات

التى تحدث رأسيا إلى أسفل على نطاق واسع ويصاحبها تصدع كبير الزاوية .

ويقدم ابن سينا وصفا تفصيليا لبعض أنواع الزلازل ، فيقول : «منها ما يكون على الاستقامة إلى فوق ، ومنها ما يكون مع ميل إلى جهة ، ولم تكن جهات الزلزلة متفقة ، بل كان من الزلازل رجفية ، ما يتخيل معها أن الأرض تقذف إلى فوق (أى زلازل رأسية) ، ومنها ما تكون اختلاجية عرضية رعشية (وهى ما ينتج عنها الطيات الملتوية) ، ومنها ما تكون مائلة إلى القطرين ويسمى القطقط (وهى ما تحرك الأرض فى اتجاهين وينتج عنها ما يعرف بالطيات المضطجعة) ، وما كان منه مع ذهابه فى العرض يذهب فى الارتفاع أيضا ، ويسمى «سلميا» (أى ما يحرك الأرض حركة رأسية وأفقية معاً ويسبب ما يعرف بالانكسارات السلمية)» .

ومثل هذه المحاولات التى تعاملت مع الظاهرة بأسلوب علمى ، بالإضافة إلى ما دوَّنه المسلمون من سجلات زلزالية موثقة على أساس من الملاحظة والتجريب ، هو الذى ساعد على زيادة معرفتنا نسبيا بطبيعة مثل هذه الظاهرة الكونية التى تتطلب إلماما دقيقا بوقائع تاريخها الطويل . والاسترشاد بهذا التاريخ يعتبر ضرورة منهجية ومعرفية لأى دراسات معاصرة أو مستقبلية تتعلق بخرائط التوزيع الزلزالى ، فظاهرة الزلزال تعتبر أقل الظواهر الكونية من حيث فهمنا لها ، لأن مصادرها فى باطن الأرض لا تزال بعيدة عن ملاحظاتنا المباشرة ، ولا نستطيع إلا الاستدلال على ما يحدث فى الباطن من خلال القليل الذى نشاهده على السطح .

أهم المصادر والمراجع :

١- أحمد فؤاد باشا : الاتجاه العلمى عند الهمداني ، مجلة المسلم المعاصرع ٥٨ ، ١٩٩٠م .

٢ - أحمد فؤاد باشا : التراث العلمى الإسلامى شيء من الماضى أم زاد للآتى . القاهرة : دار الفكر العربى ، ٢٠٠٢م .

٣ - أحمد فؤاد باشا : التراث العلمى للحضارة الإسلامية ومكانته فى تاريخ العلم والحضارة . القاهرة : دار المعارف ، ١٩٨٣م .

٤ - أحمد فؤاد باشا : دراسات إسلامية فى الفكر العلمي . القاهرة ، ١٩٩٠م .

٥- أحمد فؤاد باشا : فلسفة العلوم بنظرة إسلامية . القاهرة ، ١٩٨٤م .

٦ – توبى ، أ : فجر العلم الحديث ، الإسلام – الصين – الغرب . الكويت : سلسلة عالم المعرفة ، ٢٠٠٠م .

٧ – جولد شتاين ، توماس : المقدمات التاريخية للعلم الحديث . الكويت : عالم المعرفة ، ٢٠٠٣م .

٨ – الخازنى ، عبد الرحمن : ميزان الحكمة . حيدر آباد الدكن : دائرة المعارف العثمانية ، ١٣٥٩هـ .

٩ – ابن سينا : كتاب الشفاء – الطبيعيات ، تحقيق محمود قاسم ، مراجعة وتقديم إبراهيم مدكور . القاهرة : دار الكتاب العربي ، ١٩٦٩م .

١٠ – شاخت وبوزرت : تراث الإسلام . الكويت : عالم المعرفة ، ١٩٨٨م .

١١ – عبد الله الدفاع وجلال شوقي : أعلام الفيزياء فى الإسلام . ط ٢ . بيروت : مؤسسة الرسالة ، ١٩٨٥م .

١٢ – الكرجى ، أبو بكر محمد بن الحسن : كتاب إنباط المياه الخفية ، تحقيق ودراسة : بغداد عبد المنعم . القاهرة : معهد المخطوطات العربية ، ١٩٩٧م .

١٣ – مصطفى نظيف : الحسن بن الهيثم ، بحوثه وكشوفه البصرية . القاهرة ، ١٩٤٢م .

١٤ – ابن ملكا البغدادى : أبو البركات هبة الله :«المعتبر فى الحكمة ، مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستنبول ، رقم ٣٢٢٢ ، ٢٢٥ ورقة .

١٥ – الهمدانى ، الحسن بن أحمد : كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضة) ، دراسة وتحقيق : أحمد فؤاد باشا . القاهرة : دار الكتب والوثائق القومية ، ٢٠٠٤م .