من مآثر العرب

في علم الطبيعة

٢ — فيما يتعلق بأصحاب التعاليم*

لمصطفى نظيف بك

استاذ الطبيعة بكلية الهندسة بجامعة فؤاد الاول

اقتصرت في حديثي السابق على بيان ما تناوله الفلاسفة الاسلاميون من المباحث التي لها ارتباط بعلم الطبيعة سواء من الناحية الفلسفية العامة أو من الناحية الخاصة بمسائل معينة من هذا العلم

فبقي أن أتناول في هذا المقال ما يتعلق بأصحاب التعاليم

أصحاب التعاليم الاسلاميون قد عُنوا بمسائل كثيرة من المسائل التي ترد الآن في علم الطبيعة . ولكنهم كانوا أكثر شغفاً بالمسائل الميكانيكية ، والمسائل الضوئية ، وأكثر ميلاً الى دراستها . وسيكون حديثي هذا مقصوراً على ما يرتبط من مباحثهم بفرعي الميكانيكا والضوء دون فروع علم الطبيعة الأخرى

أما في الميكانيكا فقد استرعى انتباههم من أول الأمر علم سموه « علم الحِيَل » ألّف فيه بنو شاكر الثلاثة محمد واحمد والحسن ، في منتصف القرن التاسع بعد الميلاد كتاباً عرف بحيل بني شاكر . وألّف فيه أبو العز اسماعيل الجزري في أوائل القرن الثالث عشر كتاباً سماه « الجامع بين العلم والعمل » . وتناول المشتغلون بهذا الفن وصف آلات مختلفة كالساعات وآلات لرفع المياه ، وفوارات يتبدل خروج الماء منها ، وآلات على هيئة الطير اذا سال الماء منها أحدثت صفيراً وما الى ذلك ، قد بنيت صنعتُها على قواعد علمية ولها لاشك قيمتها الفنية ، وأظهر فيها أربابها ابتكاراً وتفنناً عجيبين

ولم تكن عناية الاسلاميين بعلم الميكانيكا مقصورة على هذه الناحية الضيقة . فقد كانت لهم مباحث أخرى استطاعوا فيها أن يثبتوا بعض المعاني الاساسية التي يقوم عليها علم الميكانيكا في الوقت الحاضر ، وألمّوا فيها ببعض النظريات الهامة في علم الاستاتيكا ، خصوصاً النظريات المتعلقة بمراكز الاثقال

* أثر حديثي سبقت الاشارة اليه من بحثه الذي ألقاه في الاذاعة المصرية . وقد ينشر الباقي في العدد السابق من المقتطف

ويتضح مدى تقدمهم في هذا المضمار مما ذكره الخازني في كتابه « ميزان الحكمة » وهو كتاب علمي عربي يرجع تأليفه الى القرن الثاني عشر بعد الميلاد كان قد عثر عليه « خانكوف » قنصل الروسيا في تبريز وعلّق عليه في بعض المجلات الاميركية ونقل بعض فقراته الى الانكليزية سنة ١٨٦٠ (١) فقد أورد الخازني في مقالته الاولى من الكتاب رؤوس مسائل مراكز الاثقال التي ينتفع بها في الميزان نقلاً عن الحسن بن الهيثم وأبي سهل الكوهي

ويضيق المقام عن تفصيل المسائل التي نقلها الخازني عنهما وسأكتفي بأن أبين بايجاز المبادىء الاساسية والنظريات الهامة التي أوردها

فمن ذلك بيان واضح لمعنى الثقل عُرِّفَ فيه الثقل بالقوة التي يتحرك بها الجسم نحو مركز العالم أي مركز الارض ، وذُكر فيه ان الأجسام المتساوية الثقل كما يقول الخازني بلفظه « هي التي اذا تحركت في جسم واحد من الاجسام الرطبة من نقطة واحدة كانت حركاتها متساوية أعني انها تجوز في أزمنة متساوية مسافات متساوية ». وجاء فيه التمييز بين الأجسام من حيث الكثافة وورد في هذا التمييز معنى عبر عنهُ الخازني بلفظ « القوة » يغاير معنى الثقل لعلهُ أراد به معنى شبيهاً بمعنى الكتلة في الوقت الحاضر

ونعجب من ذلك معرفة أن تساوي الاثقال لا يكفي فيه تساوي الكتل والحجوم بل يتطلب علاوة على ذلك أن تتساوى الأبعاد عن مركز الارض

ومن بين المسائل التي ذكرها الخازني تعريف مركز الثقل . والشرط الذي يجب أن يتوافر عند تعادل ثقلي جسمين عند نقطة . ثم النص على انه اذا انضمّ الى أثقال متعادلة عند نقطة أو مركز ، أثقالٌ متعادلة عند ذلك المركز ، كان ذلك المركز مركز ثقلها جميعاً . أو اذا انتقص من أثقال متعادلة عند مركز ، أثقالٌ متعادلة عند ذلك المركز ، كان ذلك المركز مركز الباقي منها . والنص على ان المستوى الذي يخرج من مركز ثقل الجسم يقسم الجسم قسمين متعادلي الثقل وان المستوى الذي يقسم الجسم قسمين متعادلي الثقل يمر بمركز ثقله

ولو ان الخازني قد اقتصر في المسائل التي أوردها عن مراكز الاثقال ، على ما يتعلق منها بالميزان فقد كان لأبي سهل الكوهي مباحث أخرى تناول فيها تعيين مراكز الاثقال لبعض الاشكال الهندسية كقوس الدائرة والقطعة أو القطاع منها والمثلث والمخروط ونصف الكرة

(١) جميع ما يتضمنه هذا الحديث من الامور التاريخية مقتبس من كتاب « خانكوف » المشار اليه . والخازني اسمه الكامل « ابو الفتح عبد الرحمن المنصور الخازني » ويعرف بـ « الخازن » راجع « تراث العرب العلمي » الاستاذ قدري حافظ طوقان !

والقطع المكافىء وحجم القطع المكافىء وما الى ذلك . وقد اشتهر لدى معاصريه ببحوثه عن هذه المسائل وتبودلت بينه وبين أبي اسحاق الصابي الكاتب المعروف خطابات ورسائل في هذا الشأن

والاسلاميون سبقوا أهل أوروبا الى العناية بالاوزان النوعية وتعيينها وجعلوا لها جداول أدرجوا فيها مقاديرها لكثير من الاجسام التي شاع عندهم استعمالها سواء كانت فلزات مختلفة ، أو جواهر أو أجساماً استخدموها في بعض صناعاتهم ، أو مائعات . وقد امتاز في هذا الامر أبو الريحان محمد البيروني وهو من معاصري ابن سينا وابن الهيثم . واتخذ البيروني في بحوثه آلة استعان بها في تعيين مقدار الماء الذي يساوي حجمهُ حجمَ الجسم . وكانت تشبه الابريق لها عنق ضيق بو أنبوبة ضيقة مقوسة الى أسفل على صورة الميزاب ، حتى اذا ملئت الآلة ماء وقف سطحه ازاء ثقبتها ، فاذا غُمر الجسم فيها انسكب من الانبوبة ماء بقدر حجم الجسم

والبيروني نفسه وأصحاب التعاليم الاسلاميون الذين أخذوا عنهُ لم يستعملوا الاصطلاح (الوزن النوعي) المألوف في الوقت الحاضر أو اصطلاحاً آخر يؤدي معناه ، وانما اكتفوا بأن رصدوا في جداولهم وزن الماء الذي حجمه يساوي حجم مائة مثقال من الجسم . ومما يدل على درجة دقتهم في الوزن وفي تعيين الحجم بالآلة التي اخترعها البيروني ان المقادير الواردة في تلك الجداول صحيحة الى حد يثير الاعجاب فالوزن النوعي للزئبق مثلاً بحسب نتائج البيروني ١٣٫٥٦ في حين ان « بويل » العالم الطبيعي الشهور كما قال هانكوف في تعليقه على كتاب « ميزان الحكمة » ، عيّن في القرن الثامن عشر أي بعد البيروني بسبعة قرون ونيف ، الوزن النوعي للزئبق بطريقتين مختلفتين فلم يوفق في كلتيهما الى بلوغ الدقة التي بلغها البيروني من قبله

ومما لا شك فيه ان البيروني ومن حذا حذوه في هذا الامر قد أدركوا جيداً ان قيم المقادير التي رصدوها تتفاوت بحسب درجات الحرارة . وقد دعاهم هذا الى عنايتهم بذكر البقعة التي استخدموا ماءها في أرصادهم وذكر الفصل من السنة الذي عملت فيه تلك الارصاد والخازني يذكر ان البيروني قد رصد الفلزات والجواهر بزنتها المائية بجرجانية خوارزم في أوائل فصل الخريف و بماء معتدلة البرد . ويشير الى وجوب العمل في الشتاء بالماء الفاتر دون البارد جداً

وللبيروني بحث عيّن فيه بكل ما تيسر لهُ من الدقة وزن الذراع المكعب من الماء . وهذا البحث على قدر ما وصل اليه علمي هو أول محاولة من نوعها في تاريخ العلم قصد منها وضع

وحدات القياس على دعامة ثابتة . والبيروني في نظري قد سبق علماء فرنسا في ابان مستهل القرن التاسع عشر الى فكرتهم في تثبيت الكيلوجرام بالديسيمتر المكعب من الماء . وقد تناول الاسلاميون موضوع الوزن النوعي على أسلوب آخر . واستعانوا في ذلك بقاعدة ارخيمدس . وتوسعوا في الامر حتى اتخذ الموضوع عند كثير منهم صبغة عملية انتفعوا بها في الصباغة وفي صك النقود . وليس أدل على ذلك من تفننهم في عمل موازين مختلفة جعلت ذات تدريجات او شعيرات كما كانوا يسمونها تصلح للاغراض التي أرادوها بأهون سبيل

حسبي ان أذكر من هذه الموازين الميزان الذي اخترعه المظفر بن اسماعيل الاسفزاري وسماه « ميزان الحكمة » . وهو المقصود من عنوان كتاب الخازني الذي أسلفنا ذكره . وكان للميزان خمس كفات منها كفة تغمر في الماء وكفتان متنقلتان وجعل ساق الميزان مدرجاً ذا شعيرات ولا يسمح المجال بتفصيل العمل بهذا الميزان العجيب . واكتفي بالاشارة الى انهم استطاعوا به معرفة هل كان الجسم المفحوص عن حقيقة معدنه مثلاً من فضة خالصة ، او من ذهب خالص ، أو ممتزجاً منهما ؟ وان كان ممتزجاً فاستطاعوا بالميزان معرفة وزن ما فيه من الفضة أو الذهب وذلك من غير سبك أو تخليص أو طروه أي تعديل أو تغيير عليه

وقد أدرك الاسلاميون ان قاعدة ارخيمدس لا يقتصر تطبيقها على السائلات بل هي قاعدة عامة تطبق أيضاً على الغازات وكما يقول الخازني بلفظه « الاجرام الثقال يعاونها الهواء وهي بذواتها في الحقيقة أثقل من ثقلها الموجود في ذلك . واذا نقلت الى هواء ألطف كانت أثقل . وعلى خلافه اذا نقلت الى هواء أكثف كانت أخف »

ونقص الوزن بحسب القاعدة هو بقدر وزن الهواء الذي يُزيحه الجسم . فلا جدال في ان الاسلاميين قد علموا بأن للهواء وزناً وقد سبقوا أهل اوربا الى معرفة هذا الامر . وعلمهم بأن وزن الجسم في الهواء ليس هو وزنه الحقيقي هو في ذاته جدير بالتقدير

هذا ما أحببت أن أستعرضه في هذا الحديث من مآثر الاسلاميين في علم الميكانيكا

أما علم الضوء أو بالاحرى فرعه الذي نسميه الآن البصريات الهندسية فقد كان امره أعجب . واذا ذكر علم الضوء عند الاسلاميين ذكر الحسن بن الهيثم . فهو الذي وضع القواعد التي لا يزال يقوم عليها هذا العلم . وهو الذي دعم أصوله بالاعتبار . وهو الذي جعل له كيانه الحديث الذي أخذه عنه علماء الغرب ، وظل لديهم قروناً عدة ، من غير أن يضيفوا اليه من عندهم شيئاً ذا قيمة . ولابن الهيثم مقالات كثيرة متفرقة تناول فيها موضوعات مختلفة من هذا العلم . وله كتاب المناظر . وقد بلغ به الذروة وهو من أجل الكتب العلمية التي

ألّفها الاسلاميون . وقد تُرجم الى اللاتينية ونُشرت ترجمته في الربع الاخير من القرن السادس عشر وعُرف عند الغربيين باسم « الذخيرة في علم الاوپطيقي للهازن » والهازن هو اسم الحسن بن الهيثم المحرّف الذي عرف به عند الفرنجة

***

واعمال ابن الهيثم في الضوء تضيق الاحاديث عن الاحاطة بها ولا يسعني الاّ أن أبيّن منها سياق مجراها العام على وجه الاجمال فابن الهيثم استأنف النظر في هذا العلم من مبادئه الاولى . فأثبت بالاعتبار امتداد الاضواء على السموت المستقيمة في الجسم المشف الواحد . وتناول على هذا الاساس شرح الظواهر التي تنجم عن خاصة الامتداد على السموت المستقيمة كظاهرة الاظلال ، وحدوث صور المبصرات عند نفوذ اضوائها من ثقب ضيق الى بيت مظلم. وابن الهيثم قد سبق علماء الغرب الى بيان حقيقة الامور المتعلقة بهاتين المسألتين وله من غير شك فضل السبق في هذا المضمار

ثم هو تناول موضوع الانعكاس وكان قد تناوله من قبل اقليدس وبطليموس . ولكنه أعاد النظر فيه من مبادئه . فبحث عن كيفية الانعكاس مستنداً على الاعتبار . واتخذ آلة خاصة سماها آلة الانعكاس استطاع بها أن يستقصي احوال المرايا المختلفة كالمستوية والكرية المحدبة والمقعرة والاسطوانية المحدبة والمقعرة والمخروطية المحدبة والمقعرة بل وذكر امكان الاعتبار بالآلة المذكورة بالمرايا ذات القطوع المخروطية . واستقرأ من بحوثه كيفية انعكاس الاضواء جميعاً ونصّ بجلاء ودقة على ما نسميه اليوم قانون الانعكاس بشطريه المعروفين

ثم أخذ يطبق القانون لشرح كيفية تكوّن الصور وقد سماها الخيالات . وبيّن مواضع تلك الخيالات في المرايا المختلفة التي ذكرناها . وأوضاع الخيالات واعظامها وتضمنت أقواله حالتي الصور الحقيقية والصور التقديرية . وأحاط في هذا الصدد بظاهرة الزيغ الكري

وعني بالمرايا المحرقة وشرح كيفية صنع المرايا المحرقة التي تحدث احراقاً في نقطتين معينتين فضلاً عن النقطة الواحدة

وقد ابتكر في الانعكاس مسألة عرفت عند اهل اوربا بمسألة الهازن وهي تتلخص في تعيين النقطة او النقاط من السطح التي اذا وصلت بنقطتين مفروضتين حيث اتفق كان احد الخطين بمثابة الشعاع الساقط والآخر بمثابة الشعاع المنعكس . واستطاع أن يضع لهذه المسألة حلولاً

في احوال السطوح الكرية والاسطوانية والمخروطية المحدبة منها والمقعرة وبيّن الاحوال التي تكون فيها نقطة الانعكاس واحدة والاحوال التي تتعدد مثنى وثلاث ورباع . وهي جميعاً مسائل معقدة تتعلق بالهندسة الفراغية وتتضمن هندسة القطوع المخروطية

وتناول ابن الهيثم موضوع الانعطاف وقد تناوله من قبل بطليموس ولكنه هنا ايضاً أعاد النظر فيه من مبادئه وتوسع في دراسته واتخذ له آلة هي آلة الانعطاف كانت كفيلة باستقصاء الانعطاف من الهواء في الماء ومن الهواء في الزجاج ومن الماء في الزجاج وبالعكس في جميع هذه الاحوال وذلك عند السطوح المستوية فيما يتعلق بالهواء والماء وعند السطوح الكرية والمستوية في الاحوال الاخرى . فتحقق بذلك من صدق ما نسميه الآن القانون الاول في الانكسار . ورصد مقادير الزوايا وأراد أن يستخرج علاقة بينها ولكنه عني بزاوية الانعطاف لا بما نسميه الآن زاوية الانكسار فلم يوفق الى الكشف عن العلاقة المنشودة عنها الآن بثبوت النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار. وقد ظلت هذه العلاقة في طيّ الكتمان زهاء ستة قرون من بعده . حتى كشف عنها سنل العالم الدانماركي سنة ١٦٢١

واذ لم يوفق ابن الهيثم في كشف هذه العلاقة فقد استطاع ربط قيم زوايا السقوط التي اعتبر بها في تجاربه وقيم زوايا الانعطاف التي تقتضيها تلك الزوايا . استطاع ربطها بعلاقات اضطر لبيانها الى وضع سبعة او ثمانية أحكام لا يسمح المجال بذكرها او مناقشتها في هذا الحديث

ومضى ابن الهيثم الى بيان الخيالات التي ترى بانعطاف الضوء عند السطوح المستوية وعند السطوح الكرية واستقصاء أحوالها من حيث الوضع والعِظَم وبيّن في هذا الصدد أثر الانعطاف في أوضاع الاجرام السماوية وتناول في مقالته في الكرة المحرقة شرح كيفية نفوذ أشعة الشمس في كرة من الزجاج وقدّر بُعدَ النقطة التي تتجمع فيها وهي نقطة الاحراق وألمّ بظاهرة الزيغ الكري في الانعطاف خطا على هذه الصفة بموضوع الانعطاف خطوات واسعة لم يسبقه اليها أحد من قبل

تلك بإيجاز هي رؤوس الموضوعات التي عالجها في فرع البصريات الهندسية وهي جميعها لا تزال تدرس في مدارسنا في الوقت الحاضر على وتيرة لا تختلف في جوهرها كثيراً عن الطريقة التي سلكها هو نفسه

وفضل ابن الهيثم على علم الضوء ليس مقصوراً على هذه الامور التي أوجزناها . فان الهيثم قد غيّر وجهة النظر في هذا العلم بل هو في نظري قد قلب أوضاعهُ . فقد كانت الآراء

عن حقيقة وجود الضوء في ذاته غامضة فان كان المتقدمون من الفلاسفة وأصحاب التعاليم كانوا قد ذهبوا بوجه عام الى القول بوجود الاضواء الذاتية وهي التي تشرق من الاجسام المضيئة بذاتها ، فانهم ميزوا بينها وبين الاضواء الثواني أو العرضية وهي التي تشرق من الاجسام المستضيئة بغيرها وذهبوا الى كيفية الإبصار مذهبين متناقضين. جمهور اصحاب التعاليم يقولون بأن الابصار هو بخروج شعاع من البصر . وجمهور الفلاسفة يقولون بان الابصار هو بورود شبح المُبْصَر الى البصر دون ان يعنوا ماهية هذا الشبح فجاء ابن الهيثم وأثبت بالاعتبار ان خواص الاضواء الذاتية والاضواء العرضية واحدة على تصاريف الاحوال ودلل بذلك على ان التمييز بينهما باطل ونقد رأي أصحاب الشعاع وبيّن انهُ عبث، ونقد رأي الفلاسفة وبيّن ان الشبح الذي يقولون بورودهِ الى البصر لا يفيد اجمالاً ولا تفصيلاً في بيان كيفية الابصار

ووضع نظريته في ان الابصار هو بورود الضوء من المبصَر الى البصر ومهّد لتفصيل نظريته بشرح تركيب البصر وطبقاته ورطوباته المعروفة في الوقت الحاضر وبيّن على هذا الاساس على قدر ما سمحت لهُ المعلومات التي توافرت لديه حدوث صورة للمبصر في البصر وبيّن السبب في ادراك الصورة واحدة بالنظر اليها بالبصرين وعالج الإبصار من الناحية النفسية وشرح كيفية ادراك البعد والشكل والعظم وما الى ذلك . وتدرّج الى تفصيل أغلاط البصر وبحوثه في هذه المسائل آية في الاتقان . وهي على ما هي عليهِ في الاصل لا تزال تحتفظ بسلامتها وجدّتها وروعتها

ولا يزال تعليلهُ لظهور الاجرام السماوية مثلاً وهي على الأفق أعظم منها وهي عند السمت هو المعوّل عليه في الوقت الحاضر

وابن الهيثم قد أدرك بجلاء بصيرته ما شقّ ادراكه على أساطين العلم من أهل أوروبا الى أواسط القرن السابع عشر من أمثال كبلر وديكارت من ان الضوء ينتقل في زمان وان لهُ سرعة محدودة . بل هو قد سما فوقهم جميعاً في ذهابه الى ان السبب في انعطاف الضوء عند نفوذه من جسم مشفّ الى آخر يختلف عنه في الكثيف انما هو اختلاف سرعته في الجسمين . وان كان نيوتن قد أخطأ في القول بأن سرعة الضوء في الوسط الأغلظ أعظم منها في الألطف فابن الهيثم قد أصاب في قوله بعكس هذا القول

***

هذا ما اتسع لهُ هذا الحديث من مآثر أصحاب التعاليم الاسلاميين في علم الطبيعة ولا شك ان حظهم من العمل على تقدم هذا العلم ورفع مستواه عظيم الشأن