علم الحيل عند العرب

للأستاذ فدرى حافظ طوقان

لقد أصبح علم الطبيعة من العلوم التى لها اتصال وثيق بالحياة، وشأن عظيم فى تقدم المدنية الحديثة القائمة على الاختراع والاكتشاف، ولانكون مبالغين إذا قلنا إن علم الطبيعة هو الأس الذى شيد عليه صرح الحضارة الحالية. وهو لم يتقدم تقدماً محسوساً إلا حينما أشرف القرن التاسع عشر الميلاد على ختامه. وفى هذا القرن — القرن العشرين — دبت اليه عوامل التحول واعتنى به علماء عصرنا عناية فائقة، فأنشأوا المختبرات وأنفقوا عليها المبالغ الطائلة، وبلغوا فى إتقانها درجة كبيرة استطاعوا بواسطتها أن يحلوا بعض المشاكل العلمية، وأن يجيبوا على مسائل كثيرة غامضة؛ وظهرت من ذلك عجائب الكون بصورة أوضح وأتم، واستخدم الانسان ما اكتشفه من نواميس الطبيعة والحياة فيما يعود عليه بالتقدم والرقى، فلولا بعض هذه النواميس ولولا فهمه إياها فهماً مكنه من الاستفادة منها لما كانت السابحات فى السماء والعائمات على الماء، ولما كان فى الامكان الغوص إلى أعماق البحار وحمل المولدات والمحركات الكهربائية فى متناول الانسان، ولما استطاع أن يطوّق القارات بالأسلاك الكهربائية، وأن يملأ الجو بعجيج الأمواج اللاسلكية، وقد حملت على أجنحتها الأنباء والأخبار والحوادث... ولما تمت الصناعة هذا النمو الغريب. وازدهرت هذا الازدهار العجيب. وعلى كل حال يمكن القول إنه بفضل البحث العلمى وبفضل ما اكتشفه الانسان من القوانين الطبيعية وعلاقاتها مع بعضها سيطر الانسان على عناصر الطبيعة هذه السيطرة القوية، سيطرة جعلته يعمل من المستنبطات قوى يستخدمها فى قضاء مآربه المتنوعة المتعددة، ويخضعها لتقوم بأعمال المدنية الحديثة المختلفة المعقدة، سيطرة أحدثت انقلاباً بعيد الأثر خطير الشأن فى الحياة والحضارة... إن علم الطبيعة وهذا شأنه وتأثيره وهذه خطورته لجدير بنا أن نهتم به وأن نتعرف عليه ونقف على تطوره وتاريخه وأثر الأمم فى تقدمه، ويهمنا بصورة خاصة أن نعرف مآثر أسلافنا وما أحدثوا فيه من النظريات والآراء. وسنتناول فى هذا المقال المجهود العربى فى علم الحيل — أى علم الميكانيكا — محاولين تبيان فضلهم عليه وما قدموه من جليل الخدمات فى هذا الميدان

... إن علم الطبيعة من العلوم التى اعتنى بها الأقدمون فقد كان معروفاً عند علماء اليونان، واليهم يرجع الفضل فى اكتشاف كثير من مبادئه الأولية ولهم مؤلفات عديدة ترجم العرب أكثرها. ولم يكتف العرب بنقلها بل توسعوا فيها وأضافوا اليها إضافات هامة تعتبر أساساً لبعض المباحث الطبيعية. وهم الذين وضعوا أساس البحث العلمى الحديث وقد قويت عندهم الملاحظة وحب الاستطلاع، ورغبوا فى التجربة والاختبار فأنشأوا (المعمل) ليحققوا نظرياتهم وليتأكدوا من صحتها. ومن الفروع التى أصابها شىء من اعتناء العرب واهتمامهم بحوث الميكانيكا أو علم الحيل، ومع أنهم لم يبدعوا فيه إبداعهم فى البصريات الا أنهم استنبطوا فيه بعضاً من المبادئ والقوانين الأساسية التى كانت من العوامل التى ساعدت على تقدمه ووصوله إلى درجته الحالية. لقد ترجم العرب كتب اليونان فى الميكانيكا ككتاب الفيريكس لأرسطوطاليس، وكتاب الحيل الروحانية، وكتاب رفع الأثقال لابرن، وكتاب الآلات المصوتة على بعد ستين ميلاً لمورطس، وكتب هيرون الصغير فى الآلات الحربية، وقطيزنيوس وهيرون الأسكندرى فى الآلات المفرغة للهواء والرافعة للمياه وغيرها. اطلع العرب على هذه المؤلفات ودرسوها ووقفوا على محتوياتها ثم أخذوها وأدخلوا تغييرات بسيطة على بعضها وتوسعوا فى البعض الآخر، واستطاعوا بعد ذلك أن يزيدوا عليها زيادات تعتبر أساساً لبحوث علم الطبيعة المتنوعة. وليس فى الامكان أن نجول كثيراً فى هذا المجال حول مآثر العرب فى الميكانيكا، ولكن سنأتى على ذكر شىء من مجهوداتهم فيه وما قدموه من الخدمات لهذا الفرع من المعرفة، وما كان لهذه المجهودات ولتلك الخدمات من أثر بيّن فى تقدمه ورقيه.

لقد كتب العرب فى الحيل، وأشهر من كتب فى هذا البحث محمد وأحمد وحسن أبناء موسى بن شاكر «ولهم فى الحيل كتاب عجيب نادر يشتمل على كل غريبة، ولقد وقفت عليه فوجدته من أحسن الكتب وأمتعها وهو مجلد واحد..»[1]

وهى — أى الحيل — شريفة الأغراض، عظيمة الفائدة،

(١) ابن خلكان — كتاب وفيات الأعيان — ج ٢ ص ٧٩

مشهورة عند الناس [١] ويحتوى هذا الكتاب على مائة تركيب ميكانيكى عشرون منها ذات قيمة عملية [٢] . وكان علماء العرب يقسمون علم الحيل الى قسمين : الأول منهما يبحث فى جر الأثقال بالقوة اليسيرة وآلاته . والثانى فى آلات الحركات وصنعة الأوانى العجيبة . وألّف العرب فى علم مراكز الأثقال ، وهو « علم يتعرف منه ثقل الجسم المحمول ، والمراد بمركز الثقل حد فى الجسم يتعادل بالنسبة الى الحامل » [٣] ، ومن الذين ألفوا فيه أبو سهل الكوهى ، وابن الهيثم ، وبنو موسى

وكذلك للعرب فضل فى علم السوائل ، فلأبى الريحانى البيرونى فى كتابه الآثار الباقية شروح وتطبيقات لبعض الظواهر التى تتعلق بضغط السوائل وتوازنها ، ووضعوا فى هذا كله مؤلفات قيمة . وقد استنبطوا طرقاً واخترعوا آلات تمكنوا بواسطتها من حساب الوزن النوعى وكان لهم فيه ميل خاص ، وقد يكون ذلك آتياً من رغبتهم الشديدة فى معرفة الوزن النوعى للأحجار الكريمة وبعض المعادن ، وهم أول من عمل فيه الجداول الدقيقة فقد حسبوا كثافة الرصاص مثلا فوجدوها ١١,٣٣ بينما هى ١١,٣٥ والفرق بين المقدارين ضئيل

وفى كتاب عيون المسائل من أعيان المسائل لعبد القادر الطبرى جداول فيها الأثقال النوعية للذهب والزئبق والرصاص والفضة والنحاس ، والصفر ، والحديد ، ولبن البقر ، والجبن والزيت ، والياقوت ، والياقوت الأحمر ، والزمرد واللازورد والعقيق ، والماء والبلخش والزجاج ؛ واستطاعوا أن يحسبوا أثقال هذه المواد النوعية بدقة أثارت اعجاب العلماء . وعمل البيرونى تجربة لحساب الوزن النوعى ، واستعمل لذلك وعاء مصبه متجه الى أسفل ، ومن وزن الجسم بالهواء وبالماء تمكن من معرفة المقدار المزاح ، ومن هذا الأخير ووزن الجسم بالهواء حسب الوزن النوعى . وقد وجد الوزن النوعى لثمانية عشر عنصراً ومركباً من الأحجار الكريمة والمعادن ، ويعترف سارطون بدقة تجارب البيرونى فى ذلك

واخترع الخازن آلة لمعرفة الوزن النوعى لأى سائل ، واستعمل بعض علماء العرب قانون أرخميدس فى معرفة مقدار الذهب والفضة فى سبيكة ممزوجة منهما من غير حلها . وعلى كل حال فالذين كتبوا فى الوزن النوعى كثيرون ، منهم سند بن على والرازى وابن سينا والخيام والخازن وغيرهم ، وكانت كتاباتهم مبنية على التجربة والاختبار ، واستعمل البعض موازين خاصة يستعينون بها فى ايجاد الكثافة ، فقد استعمل الرازى ميزاناً سماه الميزان الطبيعى [١] وله فى ذلك كتاب محنة الذهب والفضة والميزان الطبيعى . وللخازن كتاب ميزان الحكمة كتبه سنة ١١٣٧ م وفيه وصف دقيق مفصل للموازين التى كان يستعملها العرب فى تجاربهم ، وفيه أيضا وصف لميزان غريب التركيب لوزن الأجسام بالهواء والماء [٢] ، ونجد فيه جداول الأوزان النوعية لكثير من المعادن والسوائل [٣] والأجسام الصلبة التى تذوب فى الماء [٤] وهذه الجداول دقيقة جداً ومستخرجة بطرق متنوعة . ويقول سارطون إن ابن سينا والخيام أوجدا طرقا عديدة لايجاد الوزن النوعى . وكتاب ميزان الحكمة المذكور من الكتب الرئيسية المعتبرة جدا فى علم الطبيعة إذ هو أكثر الكتب استيفاء لبحوث الميكانيكا ، وقد يكون الكتاب الوحيد الذى ظهر من نوعه فى القرون الوسطى . واعترف بلتن فى خطاب ألقاه فى أكاديمية العلوم الأمريكية بأهمية هذا الكتاب . ومن هذا الكتاب يستدل على أنه كان لدى الخازن آلات مخصوصة لحساب الأوزان النوعية ولقياس حرارة السوائل [٥] . وفى الكتاب نفسه بحث فى الجاذبية [٦] وبأن هناك علاقة بين سرعة الجسم الساقط والبعد الذى يقطعه والزمن الذى يستغرقه ، وبأن قوى التثاقل تتجه دائماً الى مركز الأرض [٧]

ولم ينفرد الخازن ببحوثه فى الجاذبية ، فقد بحث غيره من قبله ومن بعده من علماء العرب فيها وفى الأجسام الساقطة ، ووضعوا قوانين لذلك ، وقد كنا وفّينا هذا الموضوع بعض حقه فى مقال لنا فى (الرسالة عدد ٧٢ عنوانه « المهدون للاكتشاف

(١) القفطى — كتاب إخبار العلماء بأنباء الحكماء — ص ٢٠٨
(٢) كتاب تراث الاسلام — ص ٣٢١
(٣) الانصارى — ارشاد القاصد إلى أسنى المقاصد — ص ١١٠

(١) ابن أبى أصيبعة — طبقات الأطباء ج ١ ص ٣١٧
(٢) كاجورى — تاريخ الفيزياء — ص ٢٣
(٣) سارطون — مقدمة لتاريخ العلم — مج ٢ ص ٢٦
(٤) مجلة المقتطف — مج ١ ص ١٦٤
(٥) سارطون — مقدمة لتاريخ العلم — مج ٢ ص ٢١٦
(٦) سارطون — مقدمة لتاريخ العلم — مج ٢ ص ١٢٨
(٧) سارطون — مقدمة لتاريخ العلم — مج ٢ ص ٢١٦

والاختراع » ، ولا نرى الآن ضرورة لاعادة ما كتبناه فى هذا الموضوع . ويحتوى الكتاب المذكور على بحث فى الضغط الجوى وبذلك يكون العرب قد سبقوا اتورشيللى فى هذا البحث . ويحتوى أيضاً على المبدأ القائل إن الهواء كالماء يحدث ضغطاً من أسفل الى أعلى على أى جسم مغمور فيه ، ومن هذا استنتج أن وزن الجسم فى الهواء ينقص عن وزنه الحقيقى [1] وكل هذه المبادئ والحقائق هى كما لا يخفى الأسس التى عليها بنى (فيما بعد) بعض الاختراعات كالبارومتر ومفرغات الهواء

وللعرب بحوث فى الروافع وقد أجادوا فى ذلك كثيراً ؛ وكان لديهم عدد غير قليل من آلات الرفع وكلها مبنية على قواعد ميكانيكية تمكنهم من جر الأثقال بقوى يسيرة ، فمن هذه الآلات التى استعملوها المحيطة والمخل والبيرم وآلة الكثيرة الرفع والأسفين واللولب والأسقاطولى وغيرها ، وقد يطول المطال إذا أردنا أن نبين ماهية كل منها ، ويمكن لمن يريد الوقوف على ذلك أن يرجع إلى كتاب مفاتيح العلوم للخوارزمى ففيه بعض التفصيل . ومن الطريف أن العرب عند بحثهم فى خواص النسبة أشاروا إلى أن عمل القبان هو من عجائب النسبة ، فقد جاء أن : — « من عجائب خاصية النسبة ما يظهر فى الابعاد والأثقال من المنافع . من ذلك ما يظهر فى القرسطون أعنى القبان ، وذلك أن أحد رأسى عمود القرسطون طويل بعيد من المعلاق والآخر قصير قريب منه ، فاذا علق على رأسه الطويل ثقل قليل ، وعلى رأسه القصير ثقل كثير ، تساويا وتوازنا متى كانت نسبة الثقل القليل إلى الكثير كنسبة بعد رأس القصير إلى بعد رأس الطويل من المعلاق ... » [2] والمقصود من المعلاق هنا نقطة الارتكاز

واستعمل العرب موازين دقيقة للغاية وثبت أن فرق الخطأ فى الوزن كان أقل من أربعة أجزاء من ألف جزء من الجرام . وكان لديهم موازين أدق من ذلك ، فقد وزن الأستاذ فلندرس بترى ثلاثة نقود عربية قديمة ، فوجد أن الفرق بين أوزانها جزء من ثلاثة آلاف جزء من الجرام ، ويقول الأستاذ المذكور تعليقا على هذه الدقة : « إنه لا يمكن الوصول إلى هذه الدقة فى الوزن إلا باستعمال أدق الموازين الكيميائية الموضوعة فى صناديق من الزجاج (حتى لا تؤثر فيها تموجات الهواء) وبتكرار الوزن مراراً حتى لا يبقى فرق ظاهر فى رجحان أحد الموازين على الآخر ، ولذلك فالوصول الى هذه الدقة لما يفوق التصور ، ولا يعلم أن أحداً وصل إلى دقة فى الوزن مثل هذه الدقة ... » [1] ومن هنا يظهر أن العرب درسوا مسألة الميزان دراسة دقيقة ؛ وقد ألفوا فى ذلك مؤلفات قيمة جداً ، فثابت بن قرة ألف كتابين فى ذلك : أحدهما فى صفة استواء الوزن واختلافه وشرائط ذلك ؛ والثانى فى القرسطون ، ولا تزال من هذا الكتاب الأخير نسخة فى برلين وأخرى فى وكالة الهند بلندن . ومن الذين كتبوا فى الموازين والأوزان نظرياً وعملياً الكوهى والفارابى وابن سينا وقسطا بن لوقا البعلبكى وابن الهيثم والخازن والجلدكى وغيرهم ... وعلى ذكر الجلدكى نقول إن هذا النابغ حلق فى الكيمياء ووصل فيها درجة لم يصلها أحد من معاصريه ، وهو الذى يقول إن العناصر يفعل بعضها ببعض على نسب محدودة ؛ فكأنه اتصل الى المبدأ الجوهرى قبل دلتون [2] . واستعمل العرب لموازينهم أوزاناً متنوعة ، وأحسن كتاب فى هذا البحث الكتاب الذى وضعه عبدالرحمن بن نصر المصرى للمراقب (المحتسب) العام لأحوال الأسواق التجارية فى أيام صلاح الدين الأيوبى . وتوجد كتب أخرى تبحث فى هذا الموضوع ككتاب ابن جامع وغيره

وفوق ذلك فقد كتب العرب فى الأنابيب الشعرية ومبادئها وتعليل ارتفاع الموائع وانخفاضها فيها ، وهذا طبعاً قادهم إلى البحث فى التوتر السطحى (Surface Tension) وأسبابه وبحث فى هذا كله الخازن . . ..وقد يجهل كثيرون أن ابن يونس هو الذى اخترع بندول الساعة (الرقاص) واعترف بذلك سيديو وشيدوبلك وبيكر وتايلر وغيرهم . وكان عندهم (أى العرب) أيضاً فكرة عن قانون الرقاص . يقول سمث : «ومع أن قانون الرقاص هو من وضع غاليلو إلا أن كمال الدين لاحظه وسبقه فى معرفة شىء عنه . وكان الفلكيون يستعملون البندول لحساب الفترات الزمنية أثناء الرصد ... » [3]

وسبق لنا أن كتبنا شيئاً من هذا فى (الرسالة) عدد (٥٧)

. . . هذا مجمل ما عمله العرب فى علم الحيل أو الميكانيكا وهو بدل كما قلنا — فى أول المقال — على أنهم أخذوا ماعرفه اليونان وغيرهم فى هذا الفرع الجليل وتوسعوا فيه ثم زادوا عليه زيادات هامة يعد بعضها أساساً لبعض البحوث والمواضيع والنظريات فى علم الطبيعة

(نابلس — فلسطين) قدرى حافظ طوقان

(١) كاجورى — تاريخ الفيزياء — ص ٢٣

(٢) رسائل اخوان الصفاء — ج ١ ص ١٩٣

(١) مجلة المقتطف — مج ٦٨ ص ٣٠٣

(٢) مجلة المقتطف — مج ٦٧ ص ٣٠٤

(٣) سمث — تاريخ الرياضيات — ج ٢ ص ٦٧٣