الباب الثاني

إنجازات عُلماء العرب في مجالات العلم المختلفة

قياس الوزن النوعي

هو نسبة كتلة الجسم بالمقارنة بحجمه، ويُعبر عنها عادة بالوزن النوعي، وهو أيضاً نسبة كثافة الجسم بالمقارنة بكثافة الماء حيث تُؤخذ كثافة الماء على أنها وحدة واحدة.

وفي النظام المتري يزن السنتيمتر المكعب من المياه عند درجة حرارة مقدارها أربع درجات جراماً واحداً، كما يُمكن تحديد الوزن النوعي بعدة طُرق، حيث يُمكن وزن الأجسام الصلبة ذات الوزن النوعي العالي في الهواء على حدة ثُم بعد ذلك توزن في الماء، ثم يتم الحصول على الوزن النوعي بقسمة الوزن في الهواء على الفارق في الوزن عند غمس الجسم في الماء.

ولقد توصل العُلماء المُسلمون في القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي إلى طُرق مُتقدمة جدًّا لقياس الوزن النوعي للمعدن مُقارنة بالطرق المُستخدمة حديثاً، كما جاءت نتائجهم في غاية الدقة إذا قورنت بالأوزان المُتعارف عليها الآن، وقد كانت تجاربهم التي أجروها مثاراً للإعجاب حتى اليوم .

فلقد أجرى البيروني اختبار الوزن النوعي للتفريق بين معادن اللازورد، والياقوت، والزمرد، والعقيق، والبلور، واللؤلؤ، وتوصل إلى فروق لا تتجاوز أجزاء قليلة من المائة بينها وبين القياسات الحديثة، ولقد ذكر فروقاً بين الذهب والفضة فقال :

ـ ومتى وازى الذهب غيره في الوزن لم يساوه في الحجم ... ونسبة حجم الحديد إلى حجم الذهب المتساويين في الوزن نسبة مائة وواحد وخمسين إلى ثلاثة وستين، ويُقنعك فيه أن كفتي ميزانك إذا وسعتا شيئاً واحداً كانتا متساويتين في الوزن مضروبتين في جنس واحد، ثُم وازنت فيهما ذهباً مع غيره حتى توازنا ثُم أدليتهما معاً في الماء، وشلتهما من الغوص في الماء، فإن كفة الذهب ترجح لأن ما دخلها من الماء أكثر مما دخل الكفة الأخرى لصغر حجم الذهب وكبر حجم غيره ... والمُكعب الذي ضلعه ذراع إذا كان من الماء اتزن مع ما هو جزء من تسعة عشر إذا كان ذهباً.

ولقد وجد البيروني أن الوزن النوعي للماء البارد يقل عنه للماء الساخن، ولقد استخدم في ذلك جهازاً وضعه من ابتكاره، وهو أقدم جهاز مقياس لتعيين الوزن النوعي للمواد. والجهاز المُستعمل مخروطي الشكل ذي مصب بالقرب من فوهته بحيث يتجه هذا المصب

إلى أسفل.

وكان البيروني يزن المعدن أو الفلز المطلوب قياس وزنه قياساً دقيقاً في الهواء، ثُم يُدخله في جهازه المخروطي المملوء بالماء إلى فوهته، فتحل المادة مكان الماء المُزاح الذي يفيض من فتحة المصب، وعندئذ يقوم البيروني بوزن الماء المُزاح، ويُعين الوزن النوعي للمادة بحساب النسبة بين وزن المادة في الهواء ووزن الماء المُزاح. ولقد كانت نتائج القياس كما ورد في كتابه (الجماهر) لفلزات كُلٍ من الذهب والزئبق والرصاص والفضة والصفر والنحاس الأحمر وتوتياء النحاس والحديد والقصدير، مُقارنة بالقيم المُقيسة بالأجهزة الحديثة كما بالجدول التالي :

كما كانت نتائج قياس الوزن النوعي لبعض الجواهر الكريمة مثل الياقوت الأحمر والزُمرد واللازورد واللؤلؤ والمُرجان والزجاج والكوارتز مُقارنة بالقيم المُقيسة بالأجهزة الحديثة كما يلي :

وفي القرن السادس الهجري / الثاني عشر الميلادي استخدم الخازن الجهاز الذي نفسه استعمله البيروني لتعيين الوزن النوعي لبعض المواد الصلبة والسائلة، وتوصل به إلى درجة عالية من الدقة، كما ابتكر الخازن مُعادلة تُحدد الوزن المُطلق والوزن النوعي لجسم مُركب من مادتين بسيطتين، وهي : ـ

$$س = أ\left(\frac{\frac{1}{ك} - \frac{1}{ب_1}}{\frac{1}{ب_2} - \frac{1}{ب_1}}\right)$$

حيث (أ) الوزن المُطلق للجسم المُركب، و(ك) الوزن النوعي للجسم المركب، و(ب1) كثافة المادة الأولى، و(ب2) كثافة المادة الثانية، وقد أشار الخازن إلى أن للهواء وزناً وقوة رافعة كالسوائل، وأن وزن الجسم المغمور في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي، وأن مقدار ما ينقصه من الوزن يتوقف على كثافة الهواء، وبيّن أن قاعدة أرشيدس لا تسري على السوائل فقط بل تسري على الغازات أيضاً.

وقد أودع الخازن نتائجه هذه في كتابه ميزان الحكمة، وهي النتائج التي نُسبت فيما بعد إلى العالم الإيطالي تورشيلي، كما مهدت هذه الأبحاث أيضاً إلى اختراع البارومتر كمقياس لثقل السائل النوعي.

قياس مُحيط الأرض

كان هناك محاولات عديدة لقياس مُحيط الأرض مُنذ القرن الرابع قبل الميلاد، فلقد حاول الفلاسفة اليونان تقدير حجمها وقياس مُحيطها، واعتمدت طريقتهم في ذلك على قياس ارتفاع نجم مُعين من موقعين مُختلفين على سطح الأرض يقعان على خط طول واحد تقريباً، وقدر أرسطو مُحيط الأرض بحوالي (750000) كم، أي ما يقرب من ضعف طوله الحقيقي، وقدره يودوكسوس حوالي 370 قبل الميلاد بنحو (36000) كم. وهُناك تقديرات أخرى مُشابهة قام بها فلاسفة آخرون على نفس الأسس، ويعود الفرق بين هذا التفاوت في تقديرهم لارتفاعات النجوم في ذلك الوقت، أما أول من قاس مُحيط الأرض على أساس علمي سليم في العصور القديمة فهو الفلكي الرياضي السكندري إيراتوستين، واعتمدت طريقة إيراتوستين لقياس مُحيط الأرض على مُلاحظة الفرق بين زاوية سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض عند قرية سيين الواقعة على مدار السرطان (حوالي 40 كم جنوب أسوان)، ومدينة الإسكندرية وقت الظهيرة في يوم الانقلاب الشمالي للشمس (21 يونيو)، وكان معروفاً وقتذاك أن مدينتي أسوان والإسكندرية تقعان على نفس خط الطول وأن المسافة بينهما حوالي (5000 ستاديا، والستاديا تساوي 157.5 متراً، ولتحويلها إلى الكيلو متر نقسم على 1000 فتصبح 0.1575 كم)، واستخدم إيراتوستين المزولة لقياس زاوية ميل أشعة الشمس الساقطة، ولقد وجد إيراتوستين أن أشعة الشمس وقت الظهيرة في يوم الانقلاب الصيفي الشمالي كانت عمودية تماماً على سطح الأرض في منطقة أسوان حتى إن العصا التي تُثبت رأسياً في هذه المنطقة لا يكون لها ظل، وفي نفس الوقت يكون للعصا الرأسية في الإسكندرية ظل على السطح الأفقي، كما قاس إيراتوستين زاوية ميل الشمس عن العمودي في الإسكندرية فوجدها (7 1/5) درجة من دائرة وعاء المزولة التي مقدارها (360) درجة، وهي تُقابل المسافة بين أسوان والإسكندرية (5000 ستاديا)، وعلى ذلك كان مُحيط الأرض كما قدره إيراتوستين هو :

$$\text{محيط الأرض} = \frac{٣٦٠}{٧\frac{١}{٥}} \times ٥٠٠٠ = ٢٥٠٠٠٠ \text{ ستاديا}$$

ثُم صحح إيراتوستين هذا الرقم إلى (252000) ستاديا، وهو ما يُعادل (39690) كم (ضُربت في 0.1575 كم)، وهو يقل (430) كم عن المقدار الصحيح لمُحيط الأرض (40120)كم.

وفي العصر السكندري تمت محاولات أخرى لقياس مُحيط الأرض، فقد قاس فيلون السكندري الذي كان ضمن حاشية بطليموس سوتر وأجرى قياساته على ساحل البحر الأحمر في منطقة برانيس بمصر ووجد أن طول الدرجة يبلغ (700) ستاديا، وحصل على القيمة نفسها التي حصل عليها إيراتوستين.

وفي العصور الإسلامية قام العلماء المسلمون أيام الخليفة المأمون بقياس محيط الكرة الأرضية، وكان ذلك بأمر من الخليفة المأمون عندما وصل إلى علمه أن المتقدمين قد ذكروا أن مُحيط كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل، فأراد المأمون أن يقف على حقيقة ذلك، فأمر بني موسى أن يتأكدوا من ذلك قائلاً :

ـ أريد منكم أن تعلموا الطريق الذي ذكره المُتقدمون، حتى نُبصر هل يتحقق ذلك أم لا؟

فسأل بنو موسى عن الأراضي المتساوية في أي البلاد هي ؟ فقيل لهم : صحراء سنجار، وجاءوا إلى الصحراء المذكورة فوقفوا في موضع منها، فأخذوا ارتفاع القُطب الشمالي ـ أي عرض المكان ـ ببعض الآلات، وضربوا في ذلك الموضع وتداً وربطوا فيه حبلاً طويلاً، ومشوا فيه إلى جهة الشمال أيضاً كفعلهم الأول، ولم يزل ذلك دأبهم حتى انتهوا إلى موضع أخذوا فيه ارتفاع القُطب المذكور، فوجدوه قد زاد على الارتفاع الأول درجة، فمسحوا ذلك القدر الذي قدروه بالحبال، فبلغ ستة وستين ميلاً وثلثي ميل فعلموا أن كُل درجة من درج الفلك يُقابلها من سطح الأرض ستة وستون ميلاً وثلثان.

ثم عادوا إلى الموضع الذي ضربوا فيه الوتد الأول، وشدوا فيه حبلاً وتوجهوا إلى جهة الجنوب ومشوا على الاستقامة، وعملوا كما عملوا في جهة الشمال، ثم أخذوا الارتفاع فوجدوا القُطب الجنوبي قد نقص عن ارتفاعه الأول درجة، فصح حسابهم وحققوا ما قصدوه من ذلك ... فلما عاد بنو موسى إلى المأمون وأخبروه بما صنعوا، وكان موافقًا لما رآه في الكتب القديمة من استخراج الأوائل، طلب تحقيق ذلك في موضع آخر، فسيرهم إلى أرض الكوفة، وفعلوا كما فعلوا في سنجار فتوافق الحسابان، فعلم المأمون صحة ما حرره القُدماء في ذلك.

ولقد وجد بنو موسى أن مُحصلة القياسين اختلفت فيما بين (56.25) ميلاً و (57) ميلاً، فاتخذوا متوسطهما وهو (56.67) ميلاً تقريباً، وباعتبار أن الميل العربي يساوي (1973.2) متراً، فيكون طول مُحيط الأرض حاصل ضرب (56.67 × 1973.2) وهو يساوي(40253.3) كم بالقياس الحالي، أي بنسبة خطأ مقداره (133,3) كم عن القياس الحديث.

ويُعد هذا القياس أول قياس حقيقي أُجري بالتجربة، مع كُل ما اقتضته تلك المساحة من المُدة الطويلة والصعوبة والمشقة، واشتراك جماعة كبيرة من الفلكيين والمساحين في العمل،

ولكن بعد قرنين من الزمان قام البيروني مرة أخرى بالتجربة مُنفردا للتحقق من نتائج فلكيي المأمون، فذكر في كتابه الأسطرلاب ما نصه :

وفي معرفة ذلك طريق قائم في الوهم صحيح بالبُرهان والوصول إلى عمله صعب لصغر الأسطرلاب وقلة مقدار الشيء الذي يُبنى عليه فيه، وهو أن تصعد جبلاً مُشرفاً على بحر أو برية ملساء وترصد غروب الشمس فتجد فيه ما ذكرناه من الانحطاط، ثُم تعرف مقدار عمود ذلك الجبل وتضربه في الجيب المستوي لتمام الانحطاط الموجود، وتُقسم المجتمع على الجيب المعكوس لذلك الانحطاط نفسه، ثُم تضرب ما خرج من القسمة في اثنين وعشرين أبداً، وتُقسم المبلغ على سبعة فيخرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذي به قدرت عمود الجبل، ولم يقع لنا بهذا الانحطاط وكيته في المواضع العالية تجربة. وجرأنا على هذا الطريق ما حكاه أبو العباس النيريزي عن أرسطو طاليس أن أطوال أعمدة الجبال خمسة أميال بالمقدار الذي به نصف قُطر الأرض ثلاثة آلاف ومائتا ميل بالتقريب فإن الحساب يقضي لهذه المُقدمة أن يوجد الانحطاط في الجبل الذي عموده هذا القدر ثلاث درجات بالتقريب، وإلى التجربة يُلتجأ في مثل هذه الأشياء، وعلى الامتحان فيها يعول، وما التوفيق إلا من عند الله العزيز الحكيم.

ولقد استخدم البيروني المُعادلة الرياضية التقريبية التالية في حساب نصف قطر الأرض

$$س = \frac{ف \text{ جتا } ن}{١ - \text{ جتا } ن}$$

حيث (س) هي نصف قطر الأرض، و(ف) هي ارتفاع الجبل، و(ن) هي درجة الميول، وللتأكد من طريقته في الحساب وتحقيق هذه المُعادلة والتأكد من قياس فلكيي المأمون، قام البيروني فعلاً بالالتجاء إلى التجربة، فاختار جبلاً في بلاد الهند مُشرفاً على البحر وعلى برية مستوية، فصعد إلى قمة الجبل وقاس ارتفاع الجبل، ثُم قاس زاوية انخفاض مُلتقى السماء والأرض على المستوى الأفقي المار بقمة الجبل فكان مقدار ارتفاع الجبل (652) ذراعاً ومقدار زاوية الانحطاط (34) دقيقة، فاستنبط أن مقدار درجة من خط نصف النهار تُعادل (58) ميلاً على التقريب، وبالتعويض في المُعادلة يكون : ـ

$$\text{نصف قطر الأرض} = \frac{٦٥٢ \times ٠,٩٩٩٩٥}{١ - ٠,٩٩٩٩٥}$$

$$= ٨٤٣٩٣.٣١ \text{ ذراعا}$$

ويكون مُحيط الأرض = 2 ط س = 2 × 3.14174660 × 37459**5961.5899** =**84** كم

... وبالرغم من أن نتائج قياسات البيروني لم تكن بدقة فلكيي المأمون إلا أن البيروني ذكر أن : امتحانه هذا التقريبي كفانا دلالة على ضبط القياس المُستقصى الذي أجراه الفلكيون في أيام المأمون.

الجاذبية الأرضية

الجاذبية الأرضية عبارة عن قوة تجذب كُل الأجسام الموجودة في الكون جهة مركز الأرض، وهي أكثر الأنواع الشائعة من أربعة تفاعلات رئيسية للمادة، وللجاذبية خصائص رئيسية مُتعددة تُميزها عن التفاعلات الرئيسية الأخرى، وهي: القوة الكهرومغناطيسية، والقوة النووية القوية، والقوة النووية الضعيفة.

وخصائص الجاذبية الأرضية هي:

أولاً : أنها قوة شاملة تؤثر على كُل أشكال المادة والطاقة بطريقة كبيرة بينما تؤثر كُل التفاعلات الأخرى تأثيراً مُباشراً على أنواع مُعينة من الجُسيمات، فعلى سبيل المثال تُؤثر القوى الكهرومغناطيسية على الجسيمات المشحونة فقط.

ثانياً : أنها قوة جذب فقط بخلاف القوى الأخرى التي هي قوى جذب وطرد.

ثالثاً : أنها تتفاعل بشكل طويل المدى، عكس القوى الأخرى المحدودة في نطاق مُعين.

رابعاً: أنها أضعف أنواع القوى الأربعة الرئيسية، حيث إن لها تأثيراً ضعيفاً على الجسيمات البسيطة الملاصقة لها.

ولقد كانت هُناك محاولات عديدة لوصف وتفسير الجاذبية عبر التاريخ ففي عام 330 قبل الميلاد، زعم أرسطو أن للعناصر الأربعة (الأرض، والماء، والهواء، والنار) مواقعها الطبيعية وهي تميل إلى التحرك باتجاه هذه المواقع، وقد ذهب إلى أن الأجسام التي تحتوي على مقادير من الأرض أكبر من غيرها تسقط نحو الأرض بصورة أسرع، وأن سُرعتها تزيد عندما تقترب من موقعها الطبيعي.

وفي القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي عبّر البيروني بشكل واضح عن مفهوم الجاذبية الأرضية في رده على المُعترضين على دوران الأرض فقال في كتابه (القانون المسعودي) : الناس على الأرض منتصبو القامات على استقامة أقطار الكُرة، وعليها أيضاً نزول الأثقال إلى الأسفل.

إلى أسفل.

وكان البيروني يزن المعدن أو الفلز المطلوب قياس وزنه قياساً دقيقاً في الهواء، ثُم يُدخله في جهازه المخروطي المملوء بالماء إلى فوهته، فتحل المادة مكان الماء المُزاح الذي يفيض من فتحة المصب، وعندئذ يقوم البيروني بوزن الماء المُزاح، ويُعين الوزن النوعي للمادة بحساب النسبة بين وزن المادة في الهواء ووزن الماء المُزاح. ولقد كانت نتائج القياس كما ورد في كتابه (الجماهر) لفلزات كُلٍ من الذهب والزئبق والرصاص والفضة والصفر والنحاس الأحمر وتوتياء النحاس والحديد والقصدير، مُقارنة بالقيم المُقيسة بالأجهزة الحديثة كما بالجدول التالي :

كما كانت نتائج قياس الوزن النوعي لبعض الجواهر الكريمة مثل الياقوت الأحمر والزُمرد واللازورد واللؤلؤ والمُرجان والزجاج والكوارتز مُقارنة بالقيم المُقيسة بالأجهزة الحديثة كما يلي :

وفي القرن السادس الهجري / الثاني عشر الميلادي استخدم الخازن الجهاز الذي نفسه استعمله البيروني لتعيين الوزن النوعي لبعض المواد الصلبة والسائلة، وتوصل به إلى درجة عالية من الدقة، كما ابتكر الخازن مُعادلة تُحدد الوزن المُطلق والوزن النوعي لجسم مُركب من مادتين بسيطتين، وهي : ـ

$$س = أ\left(\frac{\frac{1}{ك} - \frac{1}{ب_1}}{\frac{1}{ب_2} - \frac{1}{ب_1}}\right)$$

حيث (أ) الوزن المُطلق للجسم المُركب، و(ك) الوزن النوعي للجسم المركب، و(ب1) كثافة المادة الأولى، و(ب2) كثافة المادة الثانية، وقد أشار الخازن إلى أن للهواء وزناً وقوة رافعة كالسوائل، وأن وزن الجسم المغمور في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي، وأن مقدار ما ينقصه من الوزن يتوقف على كثافة الهواء، وبيّن أن قاعدة أرشيدس لا تسري على السوائل فقط بل تسري على الغازات أيضاً.

وقد أودع الخازن نتائجه هذه في كتابه ميزان الحكمة، وهي النتائج التي نُسبت فيما بعد إلى العالم الإيطالي تورشيلي، كما مهدت هذه الأبحاث أيضاً إلى اختراع البارومتر كمقياس لثقل السائل النوعي.

أما العالم الإنجليزي إسحاق نيوتن فقد قدم تصوراً لنظرية الجاذبية الأرضية، حيث توصل في عام 1014هـ / 1606 م إلى أن مدار القمر يعتمد على نفس نوع القوة التي تجعل التفاحة تسقط على الأرض، وتتطلب هذه النظرية أن يتناقص مقدار القوة على أن يتناسب عكسيًّا مع مُربع المسافة من مركز الأرض، وقد دمج نيوتن قانون مُربع المسافة مع قوانين الحركة الثلاثة التي توصل إليها وكون نظرية الجاذبية العامة والتي تنص على أنه توجد جاذبية بين كُل زوجين من الأجسام تتناسب عكسياً مع مُربع المسافة بينهما.

ولكن نيوتن لم يُعط سبباً للجاذبية، بل في حقيقة القول، لقد تجنب نيوتن أساساً تسميتها باسمها "الجاذبية" وإنما تحدث بدلاً من ذلك عن "أجسام تنجذب بعضها نحو الآخر". وقد كان هذا الاستنتاج كافياً للتوصل إلى قوانين كيبلر الخاصة بحركة الكواكب، والمد والجزر في المُحيطات ونظرية الاعتدال الربيعي والخريفي، وفي عام 1262هـ / 1846 م استخدمت نظرية الجاذبية في التنبؤ بكوكب جديد واكتشافه ألا وهو نيبتون.

القانون الأول للحركة

يُشير القانون الأول للحركة في علم الفيزياء إلى أنه إذا كان مجموع الكميات الموجهة من القوى التي تؤثر على جسم ما صفراً، فسوف يظل هذا الجسم ساكناً، وبالمثل فإن أي جسم مُتحرك سيظل على حركته بسرعة ثابتة في حالة عدم وجود أية قوى تؤثر عليه مثل قوى الاحتكاك.

ولقد استطاع العالم ابن سينا في القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي أن يصوغ في كتابه (الإشارات والتنبيهات) هذا القانون بلفظه : إنك لتعلم أن الجسم خلية وطباع، ولم يعرض له من الخارج تأثير غريب، لم يكن له بُد من موضع مُعين، فإذن في طباعه مبدأ استجاب لذلك.

ويُشير إلى خاصية القصور الذاتي للجسم التي بها يُدافع عن استمراره في الحركة المُنتظمة، وهو المعنى الثاني للقانون الأول للحركة فيقول : الجسم له في حال تحركه ميل (مدافعة) يتحرك بها، ويحس به المُمانع ولن يتمكن من المنع إلا فيما يُضعف ذلك فيه، وقد يكون من طباعه، وقد يحدث فيه من تأثير غيره فيبطل المُنبعث عن انطباعه إلى أن يزول فيعود انبعاثه.

وهذا هو القانون الأول لابن سينا، ويقول في كتابه الشفاء : وليست المعاوقة للجسم بما هو جسم، بل بمعنى فيه يطلب البقاء على حاله من المكان أو الوضع، وهذا هو المبدأ الذي نحن في بيانه. ويستطرد في تأكيده لذات المعنى مرة أخرى بقوله :

obeikandl.com

ولكننا إذا حققنا القول، وجدنا أصح المذاهب مذهب من يرى أن المتحرك يستفيد ميلاً من المُحرك، والميل هو ما يحس بالحس إذا ما حوول أن يسكن الطبيعي بالقسر، أو القسري بالقسر.

أي أن الجسم يكون له (حال تحركه) ميل للاستمرار في حركته، بحيث إنه إذا تمت إعاقته أحس الموقف بمدافعة يُبديها الجسم للإبقاء على حاله من الحركة سواء كانت هذه الحركة طبيعية أو قسرية، وهذا يعني أن ابن سينا يُدلل بأن الجسم إذا لم يتعرض لقاسر خارجي، وتُرك لطبعه، فإن فيه خاصية تدعو للمُحافظة على حالته الطبيعية، وتُدافع عن بقائه على ما هو عليه.

القانون الثاني للحركة

يربط القانون الثاني للحركة بين مجموع القوى المؤثرة على الجسم وعلى زيادة سُرعته وهو ما يُعرف بالعجلة، وتكون العجلة مُتناسبة مع حجم القوة وفي نفس اتجاهها، ويُعتبر ثابت هذا التناسب بمثابة كُتلة الجسم (ك)، وقد أورد إخوان الصفا في رسائلهم :

أن الحركة هي النقلة من مكان إلى مكان في زمان ثان، وضدها السكون وهو الوقوف والثبات في مكان واحد بين زمنين، والحركة تكون سريعة وبطيئة، فالسريعة هي التي يقطع المُتحرك بها مسافة طويلة في زمن قصير، والبطيئة هي التي يقطع المُتحرك بها مسافة قصيرة في زمن طويل، وعلى هذا المثال تُعتبر الحركات والمُتحركات.

ولقد أضافوا : ثُم اعلم أنه لا تنفصل حركة عن حركة إلا بسكون بينهما، وهذا يعرفه ولا يشك فيه أهل صناعة الموسيقى، وذلك أن صناعتهم معرفة تأليف النغم لا يكون إلا بالأصوات، والأصوات لا تحدث إلا من تصادم الأجسام، وتصادم الأجسام لا يكون إلا بالحركات، والحركات لا تنفصل بعضها عن بعض إلا بسكونات تكون بينها، فمن أجل هذا قال الذين نظروا في تأليف النغم إن بين زمن كُل نقرتين زمن سكون.

القانون الثالث للحركة

ينص القانون الثالث على أن الجسم يبذل قوة لأنه يتفاعل مع جسم آخر، فالقوة التي يبذلها جسم(1) على جسم(2) لا بد أن تكون من نفس الحجم ولكن في اتجاه مُعاكس للقوة التي يبذلها الجسم(2) على الجسم(1)، فعلى سبيل المثال، إذا قام شخص بالغ كبير بدفع طفل على زلاجة دفعاً خفيفاً، فبالإضافة إلى القوة التي يمنحها البالغ للطفل، فإن الطفل يمنح للبالغ قوة مُساوية ولكن في اتجاه عكسي، ومع هذا، وحيث إن كُتلة البالغ أكبر، فسوف تكون عجلة البالغ أقل.

ويورد ابن ملكا البغدادي في كتابه (المُعتبر) : أن الحلقة المُتجاذبة بين المُصارعين لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر. وليس إذا غلب أحدهما فجذبها نحوه يكون قد خلت من قوة جذب الآخر، بل تلك القوة موجودة مقهورة، ولولاها لما احتاج الآخر إلى كُل ذلك الجذب.

ويورد فخر الدين الرازي نفس المعنى في كتابه (المباحث المشرقية) إذ يقول : الحلقة التي يجذبها جاذبان مُتساويان حتى وقفت في الوسط، لا شك أن كُل واحد منهما فعل فيها فعلاً معوقاً بفعل الآخر، (ثُم لا شك) أن الذي فعله كُل واحد منهما لو خلا عن المُعارض لاقتضى انجذاب الحلقة إلى جانبه، فثبت وجود شيء لو خلا عن المعوق لاقتضى الدفع إلى جهة مخصوصة.

ويقول ابن الهيثم في كتابه (المناظر) : المُتحرك إذا لقي في حركته مانعاً يُمانعه، وكانت القوة المُحركة له باقية فيه عند لقائه المُمانع، فإنه يرجع من حيث كان في الجهة التي منها تحرك، وتكون قوة حركته في الرجوع بحسب قوة الحركة التي كان تحرك بها الأول، وبحسب قوة الممانعة.

قوانين نيوتن للحركة

وفي القرن السابع عشر الميلادي قدم عالم الفيزياء الإنجليزي إسحاق نيوتن صيغة لقوانين الحركة الثلاثة تم التوصل إليها بالمُشاهدة والتجربة، عُرفت باسم قوانين نيوتن للحركة، وكان نص الأول فيها : أن كُل جسم يظل على حالته من السكون أو الحركة المُنتظمة في خط مُستقيم ما لم تُؤثر عليه قوة خارجية تُغير من حالته.

أما نص القانون الثاني : أن القوة المُؤثرة على جسم مُتحرك تتناسب تناسباً طرديًّا مع كُلٍّ من كُتلة الجسم وعجلة تحركه، حيث العجلة هي مُعدل تغير السُرعة.

كما تم صياغته رياضيّاً كما يلي :

ق = ك ج

حيث (ق) هي القوة المُؤثرة على الجسم، و(ك) هي كُتلة الجسم، و(ج) هي العجلة.

وأخيراً ينص القانون الثالث للحركة : أن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومُضاد في الاتجاه.

الأسطرلاب

والأسطرلاب أداة تُستخدم في قياس أوضاع الأجرام السماوية، وتتكون من دائرة أو مقطع من دائرة مُعلم بدرجات، وبها ذراع مُتحركة تدور على محور في مركز الدائرة، وعندما تكون نقطة الصفر في الدائرة باتجاه الأفق، يُمكن قياس ارتفاع أو زاوية مدار أي كائن فضائي بالنظر على طول الذراع.

وتتلخص وظيفة الأسطرلاب في أنه يُستخدم في قياس ارتفاع الأجرام السماوية وبالتالي يُمكن تحديد خط العرض الذي يقف عليه المُراقب والتوقيت الذي يقوم فيه بعملية المُراقبة، فقياس ارتفاع النجم الشمالي يُعطي خط عرض وارتفاع الشمس وكذا الوقت، ويُستخدم الجُزء الخلفي من الأسطرلاب في إجراء عمليات الرصد المطلوبة، وحول حافة الأسطرلاب نُقشت دائرة بها درجات تُستخدم في قياس ارتفاع الشمس أو النجم باستخدام شريط أو قضيب المُشاهدة.

ويُوضع الأسطرلاب في موضع رأسي عن طريق حلقة ويُقاس علو الشمس باستخدام شريط أو قضيب المُشاهدة المذكور، ثُم يُدار القرص الأمامي للأسطرلاب حتى تكون نُقطة النجم المُناسب فوق خط الارتفاع المذكور على القُرص الآخر، كما يُمكن قراءة ارتفاع زاوية مدار النجوم على هذا القُرص.

تاريخ الأسطرلاب

يُعتبر الفلكي اليوناني هيبركيس أول من استخدم الأسطرلاب في القرن الأول قبل الميلاد، وقد ظلت هذه الآلة مُستخدمة طوال القرون بعد الميلاد حتى تم ترجمة كُتب اليونان من قبل العُلماء المُسلمين، وأول من وضع الأسطرلاب من المُسلمين أبو إسحاق إبراهيم بن حبيب بن سُليمان الفزاري، ووضع فيه كتاباً يوضح العمل بالأسطرلاب المُسطح، ثُم جاء من بعد الفزاري العديد من الفلكيين المُسلمين الذين قاموا على تطوير الآلة، ومن أشهرهم البديع الأسطرلابي، والخوارزمي، والبيروني، ولقد تطورت أشكال الأسطرلاب كثيراً وكثرت أنواعه وأسماؤه، وهي مُشتقة من صوره كالهلالي من الهلال، والكروي من الكُرة، والزورقي، والصدفي، والمبطح، والتام، والمُسطح، والطوماري، والورقي، والعقربي، والأسّي، والجنوبي، والشمالي، والمُسرطن، وحُق القمر، والمغني، والجامع، وعصا الطوسي، ومنها أنواع كالتام، والمُجيب، والمقنطرات، والشكازي، والأفاقي، ودائرة المعدل، وذات الكرسي، والزرقالة، أما أشهر أشكال الأسطرلاب فهي الأسطرلاب المُسطح والأسطرلاب الكروي.

الأسطرلاب المسطح

وهو يتكون من جسم معدني في الغالب يشتمل على صفائح مُستديرة رُسمت فيها خطوط مُستقيمة ومُستديرة تامة وناقصة، متوازية وغير متوازية، وهو قُرص صغير يُمثل الأرض، وتُحيط بها دائرة تُمثل فلك القمر، والقمر هو الكُرة المارة بها. ثُم الدائرة الكبيرة التي حولها تُمثل فلك الشمس، والشمس هي الكُرة المارة بها، ويُحيط بها دائرتان أصغر من دائرتها هُما: فلك عطارد، وهو الكُرة الصُغرى في الدائرة الداخلية، وفلك الزهرة، وهي الكُرة الكُبرى في الدائرة الخارجية، ثُم يلي هذا كُله ثلاث دوائر تُمثل أفلاك المريخ والمُشترى وزُحل، ثُم دوائر ثلاث كبار هي دوائر الأفلاك التي لا كواكب فيها.

الأسطرلاب الكروي

هو عبارة عن دائرتين معدنيتين مُتداخلتين تدل إحداهما على دائرة البروج، والثانية تدل على مدار الانقلاب الذي يرسم عليه قطبا خط الاستواء، ويُضاف إلى الدائرتين ثالثة تدور حول قُطبي دائرة البروج، وبها يُعرف خط الطول، ثُم تُضاف دائرة رابعة موضوعة في داخل الدوائر الثلاث فيها ثُقبان اثنان يُرى منهما القمر والنجوم والكواكب المُراد رصدها، وقياس أطوالها وعروضها، ثُم الكُرة الداخلية الأخيرة وهي تُمثل كُرة الأرض.

وفي القرن العاشر الهجري / السادس عشر الميلادي، وقبل اختراع التليسكوب بقليل، قام الفلكي الدانمركي تايكو براهي الذي أدت مُلاحظاته عالية الدقة إلى التوصل للنظريات الحالية للنظام الشمسي بعمل أسطرلاب يبلغ نصف قُطره ثلاثة أمتار، وقد ظلت أنواع أصغر من الأسطرلاب هي الأدوات الرئيسية التي يستخدمها البحارة حتى حلت محلها السدسية أثناء القرن الثامن عشر (وهي آلة بها يتعرف على أحوال الكواكب والنجوم وتحديد مواقعها في السماء، وتحديد الوقت بالساعة ليلاً ونهاراً، ومعرفة ارتفاع الشمس، واتجاه القبلة، وعروض البلدان).

أطوار القمر

يبدو القمر في أطوار مُختلفة على نحو تدريجي حيث يتحرك في مداره حول الأرض، ويكون أحد نصفي القمر دائماً مُقابلاً لضوء الشمس تماماً، فبينما يكون أحد نصفي الكُرة الأرضية

نهاراً يكون الآخر ليلاً، وتعتمد الأطوار التي يمر بها القمر على مقدار ما يُرى من النصف المُضيء في أي وقت من الأوقات، ففي طوره المُسمى بـ"الهلال" يبدو وجه القمر مُعتماً تماماً، ثُم يمر القمر بطوره الأول بعد أسبوع ليُشبه نصف دائرة مُضيئة، وبعد أسبوع آخر يظهر القمر بدراً مُكتمل الضوء، وبعد أسبوع آخر يأتي الطور الأخير للقمر فيبدو في شكل نصف دائرة مرة أخرى، وهكذا تتكرر هذه الدورة مع كُل شهر قمري، ويكون القمر بدراً عندما تكون المسافة بينه وبين الشمس أبعد من المسافة بينه وبين الأرض.

ويكون هلالاً عندما يكون أقرب للشمس، وعندما يزيد الجُزء المُضيء منه على النصف يكون القمر مُحدباً، ويكون القمر مُحاقاً عندما يتحول من طور البدر إلى طور الهلال ثُم يبدأ الجُزء المُضيء في الزيادة مرة أخرى عند تحوله إلى طور التمام المُسمى بدراً. وفي القرن السابع الهجري / الثالث عشر الميلادي أثبت مُؤيد الدين العرضي السبب في كون المُضيء من جرم القمر يُرى تارة هلاليّاً وتارة نصف دائرة أُخرى ذا حُدبتين، وتارة مُمتلئاً بالنور، وأخرى لا يُرى أصلاً فيقول في كتابه الهيئة :

لما كان نور القمر مُستفاداً من ضوء الشمس، وكان المخروط المُحيط بالقمر والشمس حين يكون القمر في أعظم أبعاده من الأرض لا يتجاوز رأسه مركز الأرض ... فإن المخروط البصري المُحيط بجرم القمر في هذا البُعد أقصر من المخروط الحادث من ظل القمر في وقت الكسوفات الشمسية لأن رأس مخروط ظل القمر ينتهي إلى مركز الأرض إذا كان جرم القمر في ذروة التدوير.

وأما إذا كان على نقطة أخرى فإن رأس هذا المخروط يتجاوز مركز الأرض، ورأس المخروط البصري دائماً أصغر من مخروط ظل القمر. فأما مخروط ظل القمر فقطعة من المخروط المُحيط بجرمي الشمس والقمر. وقاعدة مخروط ظل القمر هي الفصل المُشترك بين المُضيء من جرم القمر والمُظلم منه، وهو الذي لا يقع عليه شيء من شعاع الشمس وقوعاً أوليّاً، وهذا المخروط ومخروط البصر المُحيط بجرم القمر متى انطبق سهم أحدهما على سهم الآخر كان كسوف أحد النيرين. فإن كانت نُقطتا رأسيهما مما يلي مركز العالم كان كسوفاً شمسياً كُلياً، لأن مخروط ظل القمر يستغرق مخروط البصر في داخله، لأن رأس مخروط ظل القمر مركز العالم ورأس مخروط البصر سطح الأرض. وإن كانا مُتقابلين انكسف القمر لأن مخروط البصر يكون قد حازه مخروط ظل الأرض في داخله. لأن المُستدق من ظل الأرض في أبعاد القمر المُسمى بدائرة الظل أعظم من جرم القمر الذي هو قاعدة مخروط البصر بكثير. وجرم القمر في هذا الحالة لا يقع عليه شيء من شعاع الشمس وقوعاً أوليّاً، فيظلم لأنه غير مُضيء من ذاته، لكنه يقع على سطحه من الأضواء الثواني التي تصل إليه من الشعاعات المُحيطة بمخروط

ظل الأرض. فلذلك يرى لونه تارة كلون النُحاس الأصفر وتارة يُرى لونه على غير ذلك، لاختلاف الأضواء الثواني المُنعكسة على سطحه من الأجزاء المضيئة من كُرة الهواء إلى سطحه فيُرى في سطحه الذي يلينا بعض الإضاءة. وحاله هذه تُخالف حاله عند المُقارنة بالشمس؛ لأن الأضواء الثواني التي تصل إليه إنما ترجع إلى سطحه على زوايا حادة، وفي الحالة الأولى على زوايا مُنفرجة.

والخطوط المُحيطة بالمنفرجة أقرب إلى الاستقامة من التي تُحيط بالحادة، فتكون الأضواء الواصلة من طريق الزوايا المُنفرجة أقوى من التي تصل من طريق الزوايا الحادة، لأن أصدق الأضواء وأقواها الواصلة على الخطوط المُستقيمة من الجرم النير. وأيضاً فإن ظلمة الليل مُعينة على بصر الأشياء ضعيفة النور، وضوء النهار بالعكس من ذلك. ولذلك لا ترى الكواكب بالنهار ولا يُرى للسرج والشمع إذا أوقدت في الشمس نور، بل يُرى لشكلها ظل في مُقابلة الشمس لغلبة ضوء الشمس على ضوئها. وفي الاجتماع تكون رؤية القمر بالنهار، وفي الكسوفات القمرية تكون رؤيته بالليل. فلذلك يُرى جرم القمر في كسوفات القمر ولا يُرى في الاجتماعات. ولما كان البصر كما قُلنا لا يُدرك التحديب الذي في سطح القمر لبُعده، فلذلك يُرى ما يُحيط به من جرم القمر سطحاً مستوياً. فإن كان مُمتلئاً بالنور رُئي دائرة مُضيئة مستوية. وإن لم يواجهنا شيء من المُستنير فلا نراه لظُلمته. وإن واجهنا فلا يخلو إما أن يكون بجميع المُستنير أو ببعضه. فإن كان الأول اتحد السهمان وتقابل رأسا المخروطين فيُرى بدراً. وإن كان الثاني فرؤية المُستنير من سطحه حينئذ تكون على ثلاثة أنواع : هلالياً، ونصف دائرة، وذا حدبتين. فالأول منها يكون قُطب دائرة وقطب قاعدة ظل القمر داخل قاعدة مخروط البصر. والثاني منها حين يكون على مُحيطها. والثالث حين يخرج منها. ولا يستطيع أي مُشاهد للقمر بحال من الأحوال أن يرى أكثر من 50٪ من إجمالي سطح القمر. إلا أنه يُمكن رؤية نسبة 9 ٪ إضافية من وقت إلى آخر حول الحافة الظاهرة بسبب الحركة النسبية التي يُطلق عليها "ميسان". ويُعزى هذا إلى الفروق الطفيفة في زاوية الرؤية من الأرض إلى المواضع المُختلفة نسبياً من القمر حيث يدور في مداره البيضاوي.

الكسوف

هو إخفاء جرم سماوي لجرم آخر خاصة الشمس، ويوجد نوعان من الكسوف يُصيبان الأرض:

1 ـ كسوف القمر. 2 ـ كسوف الشمس.

ويحدث الكسوف القمري (أو مايسمى بخسوف القمر) عندما تكون الأرض بين الشمس والقمر ويعتم القمر ظلها، أما الكسوف الشمسي فيحدث عندما يكون القمر بين الشمس والأرض ويتحرك ظله فوق وجه الأرض، وهُناك ظواهر فلكية مُشابهة مثل العبور والاحتجاب ولكنها غير مُثيرة مثل الكسوف لصغر حجم الأجرام المُتداخلة عند مُشاهدتها من الأرض، ويرجع تاريخ أول تسجيل علمي للكسوف إلى القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي عندما سجل البيروني أول تصور للكسوفين القمري والشمسي في كتابه (تحقيق ما للهند) رداً على مزاعم وخرافات علماء الهند الذين قالوا عن التنين الذي يأكل قُرص القمر فذكر : ـ

إن كسوف القمر – أي خسوفه – إن هو إلا دخوله في الظل، وكسوف الشمس إن هو إلا ستر القمر للشمس عنا، ولهذا لا يكون ظهور الكسوف في القمر من جانب المغرب، ولا في الشمس من جانب المشرق، وقد يمتد من الأرض ظل مُستطيل كامتداد ظل الشجرة مثلاً، فإذا قل عرض القمر وهو في البُرج السابع من الشمس ولم يكثر مقداره في شمال أو في جنوب فإن القمر يأتيها من جهة المغرب فيسترها ستر قطعة السحاب، ويختلف مقدار الستر في البقاع، ولأن ساتر القمر عظيم فإن ضوءه يضمحل عند انكساف نصفه، وساتر الشمس ليس بعظيم ولذلك تكون قوة الشعاع مع الكسوف.

وعلمياً يحدث الكسوف القمري نتيجة لإضاءة الشمس للأرض، فتعكس الأرض ظلاً طويلاً مخروطي الشكل. وعند أية نقطة في هذا المخروط، يعتم ضوء الشمس تماماً. ويُحيط بهذا الظل المخروطي منطقة بها ظل جزئي يُسمى الظل الناقص. ويبلغ متوسط طول الظل (1.379.200) كم تقريباً في مسافة تبلغ (384.600) كم وهي متوسط مسافة القمر من الأرض، كما يبلغ قُطر الظل حوالي (9.170) كم.

المجرّة

المجرة ظاهرة سماوية ملحوظة عُرفت أيضاً بالطريق اللبني، وهي ظاهرة كانت معروفة لشعوب العالم الإسلامي وعلماء الفلك المسلمين حق المعرفة. ويبدو أن تشبيه هذه المجرة بانتشار اللبن تشبيه ذو أصل إغريقي. ويسمى المسلمون الطريق اللبني أيضًا باسم درب التبانة. ولفظ المجرة مشتق من الفعل " ج ر ر " فيما يذهب إليه مؤلفو المعاجم العربية، ويوجد أحيانا التباس في بعض النصوص العربية بين الطريق اللبني أو المجرة وكلمة (مجمرة) وهو اسم يوناني لإحدى المجموعات النجمية. وجاء الالتباس نفسه في نص عربي لمحمد المقرئ بعنوان : منازل القمر عند العرب.

وقد عُرف الطريق اللبني للعرب في العصور القديمة، وفي النصوص اللغوية وصف لعديد من النجوم الثابتة المُرتبطة بالطريق اللبني، وقد قدم الدينوري وصفاً لمجرة الطريق اللبني في السماء كما رآه العرب في عصور الجاهلية، وفيما بعدُ رصدها عُلماء الفلك المُسلمون، وذكروا أن موقع الطريق اللبني في السماء يتغير مع الفصول المُختلفة تبعاً للدورة الثانوية في السماء، ثُم وصفها بعد ذلك ملاح المُحيط الهندي المشهور ابن ماجد اعتماداً على خبرته الشخصية عام 896 هـ /1490م. وذكر ابن قتيبة والقزويني وابن ماجد أن بعض العرب قديماً قد فهموا الطريق اللبني كتجمع كثيف من نجوم خافتة تُرى لعين الراصد كُتلة سديمية، وهي النظرية التي نشأت من أرصاد عربية قديمة مُنفصلة غير مُتأثرة بالمعلومات الفلكية الإغريقية.

وقد وصف بطليموس الإغريقي الطريق اللبني لأول مرة وصفاً علميّاً فلكيّاً في كتابه (المجسطي)، وهو الوصف الذي أصبح معروفاً لدى عُلماء الفلك المُسلمين من خلال سلسلة من الترجمات من نهاية القرن الثاني الهجري / الثامن الميلادي إلى نهاية القرن الثالث الهجري / التاسع الميلادي، إلا أن وصف الدينوري يبدو غير مُتأثر بكتاب المجسطي، فقد استخدم في وصف الطريق اللبني عناصر وصفية من أصل عربي خالص، وكذلك بدأ وصفه بالدائرة البروجية وانتهى بكوكبة العقرب قريباً من دائرة البروج، في حين أن بطليموس بدأ الوصف وانتهى به عند مجموعة قنطورس في منطقة أقصى جنوب السماء التي كانت مرئية له، وهو يعمل في مكتبة الإسكندرية.

وقد اقتنع بعض العُلماء المسلمين بنظريات الطريق اللبني الكونية عند الفلاسفة الإغريق من ترجمات وشروح. وتُعد استنتاجات ابن الهيثم والبيروني من أهم الدراسات حول الطريق اللبني حيث خالفوا نظريات الفلاسفة الإغريق، فابن الهيثم هو الذي توصل إلى أن الطريق اللبني لا يكون جُزءاً من الهواء، ولكنه يجب أن يكون أبعد في الفراغ. أما البيروني فعلى العكس من تعاليم أرسطو يرى أن المجرة لها نفس ارتفاع النجوم الثوابت لأن القمر والكواكب لا تتأثر بها حينما تمر أمامها.

المدّ والجزر

عبارة عن ارتفاع وانخفاض دوري لكل مياه المحيطات بما في ذلك مياه البحار المفتوحة والخلجان. وينتج المد والجزر بتأثير من جاذبية كل من القمر والشمس على الأرض ذاتها، وبصفة خاصة على الماء.

ويُعتبر القمر هو السبب الرئيسي الذي يُؤدي إلى المد والجزر نظراً لقُربه من الأرض أكثر

من الشمس، وعندما يكون القمر فوق نقطة مُعينة من سطح الأرض مُباشرة، فإنه يُؤثر تأثيراً كبيراً على كُتلة الماء التي ترتفع (تبعاً لذلك) فوق مستواها المُعتاد، وعادة توجد موجتان مُتضادتان من المد والجزر تتعاقبان في دورة مُستمرة في كُل يوم قمري.

ويبلغ متوسط طول اليوم القمري 24 ساعة و50 دقيقة و28 ثانية، كما تُؤدي الشمس أيضاً إلى ارتفاع موجتين مُتضادتين من المد والجزر، ولكن لأن الشمس أكثر بُعداً عن الأرض من القمر، فإن قوة الجزر الشمسي تبلغ 46٪ من الجزر القمري، وتُؤدي مجموع القوى التي يبذلها كُل من الشمس والقمر إلى موجة تتكون من قمتين من المد والجزر يعتمد موقعها على المواقع النسبية لكُل من الشمس والقمر في ذلك الحين، وأثناء فترة الهلال والبدر عندما يكون كُل من الشمس والقمر والأرض على خط مُستقيم، فإن الموجات الشمسية والقمرية تتزامن مع بعضها البعض، وهذا بدوره يؤدي إلى حالة تُعرف بالجزر الربيعي حيث تكون هُناك أعلى قيمة للمد، وأعلى قيمة للجزر.

وفي القرن الثالث الهجري / التاسع الميلادي، انفرد الكندي برسالة مُستقلة في علة المد والجزر ذكر فيها أسبابه وأنواعه. فعرف نوعين من المد أحدهما المد الطبيعي وعرفه بأنه : استحالة الماء من صغر الجسم إلى عظمه.

والثاني المد العرضي وعرفه بأنه : زيادة الماء بانصباب مواد فيه، كما في الأنهار والأودية والفيوض التي أصلها من الأنهار. وأشار إلى أن مثل هذا المد لا تظهر فيه زيادة؛ وذلك لصغر قدر المياه المُضافة إليه من الأنهار وغيرها بالمقارنة مع مياه البحار، وكذلك بسبب البخر الواقع لها.

ولقد قسم الكندي المد الطبيعي إلى ثلاثة أنواع كما يلي:

الأول : المد السنوي وهو الزيادة في مياه البحار في وقت مُحدد من السنة في موضع دون موضع، حسب حركة الأجرام السماوية.

الثاني : المد الشهري وهو يحدث حسب تغير أوضاع القمر في دورانه حول الأرض.

الثالث : المد اليومي وهو واقع لتأثير ضوء القمر عليه، فيبتدئ مده مع طلوع القمر عليه، ويبتدئ جزره حين يبتدئ زوال القمر عن مدار رؤوس أهله.

وقد ربط الكندي في جميع الحالات بين قانون التمدد وعلاقته بالرياح، وارتباط كل منها بالمد والجزر، وفي مُنتصف القرن العشرين بدأ استخدام الطاقة المُنبعثة من المد والجزر في إنتاج الكهرباء، وفي هذه الحالة يتم بناء محطة توليد الطاقة عند مصبات الأنهار، وعند تدفق الجزر القادم من النهر يمر عبر سد، ويقوم بدفع التوربينات ثُم يحبس الماء خلف هذا السد. وعندما

يمتد الجزر، ينطلق الماء المحبوس ويتدفق عبر السد فيدفع التوربينات مرة أخرى. وتعمل مثل هذه المحطات بكفاءة إذا كان الفارق بين أعلى قيمة للجزر وأقل قيمة له حوالي 8.5 مترًا.

آلات رفع الماء

وهي وسائل تُستخدم لرفع الماء من المستويات المُنخفضة إلى المستويات الأعلى باستخدام تقنيات مُتعددة.

أولاً: آلات رفع الماء في العصور القديمة:

إن أقدم آلة استخدمها الإنسان للري وللتزود بالماء هي الشادوف، فقد وجدت رسوم عنها في نقوش بلاد الأكاديين منذ 2500 سنة قبل الميلاد، وفي مصر منذ ما يُقارب 2000 سنة قبل الميلاد، ولقد ظل استخدامها شائعاً حتى أيامنا هذه، وعلى امتداد العالم كُله، وكان الشادوف يتألف من عصا خشبية طويلة مُعلقة على محور ارتكاز دوراني مُثبت على عارضة مُرتكزة على عمودين من خشب أو حجر، وفي طرف ذراع الرافعة القصير توجد ثقالة من حجر، أو من صلصال في المناطق المُغطاة بالطمي، حيث يتعذر وجود الأحجار، ويُعلق الدلو في الطرف الآخر من العصا بواسطة حبل، وينزل مُستخدم الآلة الدلو في الماء بهدف تعبئته، ثُم يتم رفعه بفعل الثقالة، وأخيراً يُفرغ في قناة الري أو في الخزان المراد وضع الماء فيه.

ثُم حلت الساقية كآلة لرفع الماء، وهي النموذج التقليدي للمُزارع البسيط، فهي تتكون من سلسلة قواديس يتم تحريكها بمُساعدة عجلتين مُسننتين وذلك بواسطة حيوان أو حيوانين مُدربين لهذا العمل مربوطين بساعد الجر، ويدوران حول منبسط دائري. وقد تم اختراع هذه الآلة في مصر، وعلى الأرجح حوالي عام 2000 قبل الميلاد، ولم يطرأ عليها أي تطور مُهم قبل القرنين الرابع والخامس بعد الميلاد، وقد تمثل هذا التطور فيما بعد بإدخال آلية سقاطة التوقيف وأوعية الخزف.

وفي أواخر القرن الثالث قبل الميلاد، تم اختراع الترس الحلزوني على يد أرشميدس(287 ــ 212 ق.م) عندما كان يعيش في مصر، وهي تتضمن صفيحة خشبية مُحكمة لولبياً على امتداد دوار أسطواني خشبي، كما تحتوي على صندوق خشبي مُحكم حول هذا الدوار، وهو شبيه ببرميل مؤلف من ألواح مطلية بالقطران ومطوقة بأحزمة حديدية، والدوار مُجهز بغلافات معدنية تدور في علب معدنية، ويوضع الترس بشكل مائل بحيث يكون أحد طرفيه غائصاً في الماء، ومن خلال دوران الآلة يصعد الماء على امتداد الترس الدودي ليصب في الطرف الآخر،

وكُلما صغرت الزاوية المُحدثة بين محور الدوار وسطح الماء ازدادت كمية الماء المرفوعة.

كما استخدمت أيضاً السدود الدائمة حيث يُمكن رفع المياه للمستوى المطلوب، ثم بعد ذلك يُسمح للمياه بأن تتدفق بفعل الجاذبية من خلال قنوات إلى المناطق الأكثر انخفاضاً حيث يُترك لري الحقول المُنحدرة، وفي الحضارات القديمة مورست هذه الطريقة على نطاق كبير باستخدام سدود تُرابية بسيطة، وتُشبه هذه النظرية أسلوب الري الحديث باستخدام سدود حجرية أو تركيبات خرسانية ضخمة.

ثانيًا: آلات رفع الماء في العصور الإسلامية:

عرف المسلمون تقنيات مُختلفة لرفع الماء، فقد كانت أنظمة الري المتطورة لديهم تتطلب بالضرورة تقنية عالية من آلات رفع الماء بجانب السدود لتخزين الماء، والقنوات الاصطناعية التي انتشرت عبر الديار الإسلامية.

وكانت الساقية القديمة هي أكثر الوسائل استخداماً في العالم الإسلامي لتكلفتها البسيطة، حيث يتم ربط الحيوان إلى ساعد الجر الذي يمر عبر ثُقب في عمود الإدارة، وعلى هذا العمود تُثبت العجلة المُسننة أُفقيًّا بواسطة قُضبان شُعاعية (برامق)، ويدور العمود داخل عارضة خشبية مُدعمة بواسطة قواعد، مع الحفاظ عليه على مستوى الأرض وفوق العجلة المُسننة، والعجلة هذه هي ترس فناري مؤلف من قُرصين خشبيين كبيرين مُتباعدين بواسطة قُضبان مُتساوية البُعد فيما بينها. أما العجلة المُسننة العمودية التي تحمل سلسلة القواديس، فهي مُرتكزة محوريًّا فوق البئر أو مصدر مياه آخر بواسطة محور خشبي. وعلى أحد جانبي العجلة توجد قُضبان تدخل في الفراغات بين قُضبان الترس، كما تخترق العجلة إلى الجانب الآخر لكي تستند وتحمل سلسلة القواديس. وتتألف هذه السلسلة من حبلين يتم ربط أوعية الخزف بينهما. وتُستخدم أحياناً سلاسل وأوعية معدنية.

ويتم منع العجلة من الدوران في الاتجاه المُعاكس باستخدام سقاطة التوقيف التي تضغط على أسنان العجلة العمودية، وهذه الآلية ضرورية؛ لأن الحيوان الذي يدفع الساعد يخضع لقوة جر ثابتة عندما يتحرك، وكذلك عندما يقف، وتعمل الآلية في حالتين: عندما يتخلص الحيوان من عدته، أو عند وقوع كسر أو ما شابه في العدة، ومن دون هذه الآلية، فإن الآلة تدور في الاتجاه المُعاكس بسرعة كبيرة، وبعد دورة يضرب ساعد الجر الحيوان على رأسه، وفي الوقت نفسه يتحطم العديد من قُضبان الترس وتنكسر الأوعية، وقد يكون حيوان الجر حماراً أو بغلاً أو ثوراً. وأحياناً يُستخدم حيوانان من الصنف نفسه. وعندما يتقدم الحيوان على المُنبسط الدائري، يدور الترس ويحرك عجلة القواديس التي تغوص في الماء في حركة متواصلة وتفرغ

عندما تكون في رأس العجلة في قناة متصلة بخزان، وعلى الرغم من أن الوظيفة الأساسية لـ "الساقية" تتعلق بأعمال الري، إلا أن استخدامها مُمكن للتزود بالماء عندما تكون الأبنية على مسافة قريبة من المنبع الطبيعي، وكُلما طالت سلسلة القواديس؛ أي كُلما ازدادت مسافة الرفع، انخفض مردود التغذية بالماء، ولا يُشكل هذا الانخفاض عاملاً سلبيًّا بالنسبة إلى التزود البيتي بالماء، إلا أن نقل كميات كبيرة من المياه بواسطة أنظمة رافعة صغيرة يُشكل في الواقع إحدى المشكلات التقنية في رفع الماء، ويُمكن حل هذه المشكلة باستخدام عجلة قواديس حلزونية الشكل وهي تصعد حتى مستوى الأرض بفعالية كبيرة، إن هذه الآلة واسعة الانتشار في مصر في أيامنا هذه.

وكانت هذه الطريقة مُستخدمة بشكل واسع في العالم الإسلامي منذ العصور القديمة وحتى أيامنا هذه، وقد أدخلها المُسلمون إلى الأندلس حيث تم استغلالها بشكل واسع، ثم انتقلت هذه الوسيلة إلى البلدان الأوروبية بفضل تقنيين أسبان، وهي تملك ميزة بالنسبة إلى المضخة العاملة بمحرك ديزل؛ لأن صناعتها وصيانتها مُمكنتان على يد حرفيين محليين، كما أنها لا تتطلب وقوداً.

وقد وصف الجزري وهو من عُلماء القرن السادس الهجري / الثاني عشر الميلادي، في كتابه (الحيل) خمسة أنظمة لرفع الماء، وأحد هذه الأنظمة يُمثل ساقية تعمل بالماء، وهو طراز اشتهر باستخدامه اليومي في العالم الإسلامي في القرون الوسطى، وذلك بهدف واضح يتمثل في زيادة مردود الآلة التقليدية. ويُقدم هذا الوصف معلومات قيمة عن تطور التقنيات الميكانيكية. فعلى سبيل المثال، نرى في أحد هذه الأنظمة إشارة إلى تخفيض العمل المُتقطع. وفي ثان منها يتم استخدام مقبض الإدارة، وهذا أول نموذج لمقبض مُستخدم كجزء مُكمل للآلة. أما الآلة الخامسة فهي الأكثر دلالة، إنها مضخة مائية مؤلفة من أسطوانتين تعملان بواسطة عجلة تجديف مُركبة على محور أفقي فوق مجرى الماء، ومن عجلة مُسننة مُثبتة على الطرف الآخر من المحور. وينشبك هذا المحور مع عجلة مُسننة أفقية موضوعة في تركيب خشبي مُثلث الشكل، والتركيب هذا مُثبت فوق حوض يُغذيه جدول. وعلى الجانب العلوي من العجلة المسننة الأفقية توجد عصا تقود ذراعاً مُثبتة في زاوية من التركيب. أما محورا الأسطوانتين (المضخة) فهما مُرتبطان من كُل جانب من الذراع بمشابك وحلقات. وفي طرف كُل محور يوجد مكبس يتضمن قرصين نحاسيين مُتباعدين بمسافة قيمتها حوالي 6سم، والفراغ بين القرصين مملوء بجبل من قنب مفتول. والأسطوانتان النحاسيتان مزودتان كُلٍ منهما بأنبوبين أحدهما للإدخال والآخر للصرف، وكل أنبوب مُجهز بصمام لا رجعي. ويتصل أنبوبا الصرف معاً ليُشكلا أنبوباً واحداً يدفع الماء إلى ارتفاع يبلغ حوالي (14) متراً فوق الجدول. ويتم العمل على الشكل التالي :

ـ عندما تدور عجلة التجديف، فإنها تُجبر العجلة المُسننة العمودية على الدوران حول محورها، والمحور بدوره يُدير العجلة المُسننة الأفقية الموجودة في التركيب، وتفرض العصا على الذراع حركة تذبذبية من جهة إلى أخرى (من أسطوانة إلى أخرى). وعندما يقوم أحد المكبسين بالصرف، فإن الآخر يقوم بالإدخال. والركن الأساسي في هذه الآلة هو مبدأ الفعل المزدوج، وتحويل الحركة الدورانية إلى حركة مُتناوبة، واستخدام أنابيب إدخال حقيقية.

وقد تم صنع نموذج بقياس يساوي رُبع قياس الآلة الأصلية بمناسبة المهرجان العالمي للإسلام في العام 1396هـ / 1976م وهو مُخصص لمُتحف العلوم في لندن، ولديه التركيبة نفسها للآلة التي وصفها الجزري، باستثناء أن تشغيلها يتم بالطاقة الكهربائية. وقد سارت هذه المضخة النموذج على الوجه الأكمل، مع نقل للحركة بليونة، ومع صرف مُنتظم للماء في أنابيب الخروج.

أما التقنية الأكثر تكلفة والأقل انتشاراً فهي الناعورة، وهي آلة تتألف من عجلة خشبية كبيرة مُجهزة بمجاديف، وتملك هذه العجلة إطاراً يقع داخل المجاديف، وهو مُقسم إلى حُجيرات. وتوجد نماذج مُختلفة من الناعورة، يتضمن بعضها أوعية خزفية شبيهة بأوعية "الساقية" مُثبتة على الإطار. وتُركب العجلة على محور يقع فوق مجرى الماء بحيث تغوص الحُجيرات والمجاديف في الماء في النقطة السُفلى من دورانها، وتضغط قوة التيار على المجاديف، فتُجبر العجلة على الدوران، وتمتلئ الحُجيرات بالماء ثُم تُفرغ عندما تصل إلى قمة العجلة. وبشكل عام يُغذي الماء خزاناً، ثُم يتم توجيهه عبر قناة نقل وصولاً إلى نظام الري أو نظام التزود بالماء في المدن.

وهكذا، فإن الناعورة تعمل تلقائيًّا ولا تتطلب وجود إنسان أو حيوان من أجل استخدامها، وقد شاع استخدام الناعورة كثيراً في العالم الإسلامي في تلك المناطق الجبلية. أما أكثرها شُهرة فهي نواعير حماة على نهر العاصي في سوريا، التي تُشكل منظراً مؤثراً ومُدهشاً، ويبلغ قطر الناعورة الكبرى حوالي 20 متراً. وتصب هذه النواعير الماء في قناة تحمله إلى المدينة والريف المجاور. وقد صنع هذه الناعورة المهندس قيصر تعاسيف في القرن السادس الهجري / الحادي عشر الميلادي، عندما أراد أن يُظهر براعته الهندسية لحاكم حماة المُظفر الثاني تقي الدين (626 هـ ـ 541 هـ). وقد انتقلت هذه التقنية إلى أسبانيا، إذ يوجد ناعورة شبيهة بنواعير حُماة كانت مُستخدمة في طليطلة تعود إلى نفس القرن، وقد شاع استعمالها بعد ذلك في أسبانيا الإسلامية. كما انتشرت في أجزاء أخرى من أوروبا، وهي كالساقية ما زالت مُستخدمة حتى أيامنا هذه.

وفي القرن العاشر الهجري / السادس عشر الميلادي وصف تقي الدين الناعورة في كتابه (الطرق السنية في الآلات الروحانية) عدداً من الآلات بما فيها مضخة مُماثلة لمضخة الجزري، إلا أن النظام الأكثر إثارة للاهتمام هو مضخة أحادية الكُتلة بست أسطوانات، والأسطوانات الست هذه محفورة على خط واحد في كُتلة خشبية مغمورة في الماء، وكُل أسطوانة منها مُجهزة بصمام لا رجعي لاستقبال الماء فيها عند طور الإدخال، أما أنابيب الصرف فهي أيضاً مزودة بصمامات لا رجعية، وكُل واحد منها يمتد خارج الأسطوانة، وتلتقي جميعها في أنبوب صرف

واحد رئيسي. وعند طرف كُل مكبس توجد ثقالة ورافعة موصولة تحت الثقالة تماماً بواسطة مسمار وصلة. وعلى محور العجلة المُسننة توجد كامات تعمل على إنزال الرافعات الواحدة تلو الأخرى، مما يؤدي إلى رفع المكابس من أجل الإدخال. وعندما تتحرر الرافعة من الكامة، تنزل الثقالة المكبس من أجل الصرف. وعلى الرغم من مُضي قرون عديدة على التوصل إلى هذه الآلات المُستخدمة في رفع الماء، إلا أنها ما زالت مُستخدمة حتى الآن في بعض المناطق الريفية إما لعدم دخول الطاقة الكهربائية إليها، وإما لتعود الفلاحين والمزارعين على هذه الآلات العتيقة التي ورثوها عن آبائهم وأجدادهم.

ومع التقدم الحضاري المُذهل في مجال الصناعة التي أضحت جزءًا ضروريًّا للحياة اليومية، بدأت مضخات رفع المياه الحديثة التي تعمل بالطاقة الميكانيكية أو الطاقة الكهربائية تحل محل آلات رفع المياه القديمة، وإن كانت الفكرة الأساسية لهذه المضخات تعتمد اعتماداً كُليًّا على نفس الطريقة التي طرحها تقي الدين مُنذ حوالي أربعة قرون.

الأقفال

والأقفال أداة ميكانيكية تُستخدم في إغلاق الأبواب، والخزائن، والصناديق، ويتكون أساساً من مزلاج تحميه بعض الأدوات الميكانيكية ويفتح باستخدام مفتاح، وأبسط أنواع الأقفال هي تلك الأقفال المُسننة، وهي عبارة عن مزلاج يحتوي على سن يُعرف باسم ريشة القفل، ويتحرك المزلاج للأمام أو للخلف بإدخال مفتاح في ريشة القفل، ويُوجد زُنبرك خلفي مُلحق بالمزلاج يُثبت المزلاج في مكانه عندما يفتح باستخدام المفتاح.

والقفل الرافع قريب الشبه بالقفل المُسنن، إلا أنه يحتوي على قطعة معدنية أو أكثر ذات ارتفاعات مُختلفة تقوم باعتراض المزلاج وتمنعه من التحرك حتى يُمكن رفع أو فتح ريش القفل باستخدام المُفتاح المُناسب. أما أنواع الأقفال المُستخدمة في المنازل فهي أقفال أسطوانية تعمل بواسطة مفتاح من الخارج ومقبض من الداخل. وهُناك نوع آخر من الأقفال يتزايد استخدامه يُسمى القفل المغناطيسي وهو يشبه القفل الأسطواني تماماً، إلا أن الأسنان تحتاج إلى مفتاح مُمغنط مُناسب لجعلها مُستقيمة بحيث تُتيح للسدادة الدوران.

تاريخ الأقفال

الأقفال قديمة قدم الحضارات. ويعود أقدم قفل عُثر عليه حتى الآن إلى المصريين القُدماء، وهو قفل مصنوع من الخشب عُثر عليه ومعه مفتاحه في بقايا نينوى وهي إحدى المدن الآشورية

القديمة. ولكنه من حيث التركيب صورة طبق الأصل من القفل الأسطواني الحديث. كما استخدم اليونانيون والرومانيون الأقفال ذات التصميمات البسيطة. أما صُناع الحضارة الإسلامية فقد صمموا أقفالاً ذات أشكال دقيقة رائعة، مما أعطى الانطباع أنه لا توجد علاقة بين الثقوب والأشكال المنحوتة في القفل وصناعة الأقفال. ولقد وصف الجزري في القرن السادس الهجري / الثاني عشر الميلادي، قفلاً يقفل على صندوق بحروف اثني عشر على حروف المُعجم.

وصفة هذا القفل كما في كتابه (الجامع بين العلم والعمل) هي ما يلي :

ـ أربع دوائر على مُربع مُستطيل، ودون كُل دائرة دائرة وبينهما ستة عشرة خطاً، وبين الخطوط ستة عشر حرفاً تقوم مقام ثمانية وعشرين حرفاً، وتُمثل صورة سطح الغطاء وعليه الدوائر وأوساطهن مخروقات خروقاً مُستديرة.

ثُم يتخذ في كُل خرق فلس يملؤه وسُمكه سُمك الغطاء. ويتخذ دون حرف الفلس دائرة، ويُقسم ما بين حرفه وبين الدائرة ستة عشر خطاً، ويُكتب بينهما الحروف الستة عشر، ويتخذ على حروف الفلس لوزة لطيفة نصفها على وجه الفلس ونصفها خارج عن حرفه. ويتخذ حيالها على حرف الفلس أيضاً رأس طائر ليُمسك به ويُدار الفلس في خرق الغطاء ورأس اللوز يمر بالحروف كمري الأجزاء ومنقار الطائر أيضاً وهما يمنعان الفلس من النزول في الخرق إلى أسفل، ثم يُثقب مركز هذا الفلس ثُقباً واسعاً، وهذه صورته :

ثم يتخذ في ثُقب الفلس شنبر خارجه يملأ ثُقب الفلس وطرفه مساوٍ لوجه الفلس، والطرف الآخر بارز عن ظهر الفلس ضعف سُمك الفلس ويُلحم بحاله.

وحتى أواخر القرن الثامن عشر الميلادي، لم ترق تكنولوجيا الأقفال عما وضعه المسلمون. وفي القرن التاسع عشر، تم تطوير الأقفال المُسننة واخترعت وطورت الأقفال الرافعة والأقفال الأسطوانية والأقفال التي تعمل بدون مفاتيح.

النوافي (الفوارات)

والنافورات (الفوارات) قنوات أو ينابيع يتم عبرها تسيير الماء تحت ضغط مُعين لأغراض زُخرفية، أو لتلطيف الجو، وقد كانت النوافير سمة هامة من سمات المُدن والحدائق والمنازل الخاصة عبر التاريخ، فكانت الأولى عبارة عن ينابيع مياه طبيعية، ولكن يرجع استخدام الطاقة المُنبعثة من المياه إلى الحضارتين: المصرية والبابلية القديمتين، وكان قدماء اليونانيين ينظرون إلى ينابيع المياه باعتبارها المصادر المُقدسة للحياة، ثم انتقلت هذه النظرة إلى الرومانيين حيث توصلوا إلى إنشاء بناء مُعين يُحيط بحوض أو بركة مياه.

وفي الحضارة الإسلامية استُخدمت النافورات في زخرفة الحدائق العامة والخاصة، وقد وصلت براعة المُهندسين المُسلمين في القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي حدًّا كبيراً في صنع أشكال مُختلفة من النوافير، فقد صنع بنو موسى بن شاكر نافورة يفور منها الماء كهيئة السوسنة ويتم تغييرها حسب الحاجة ليفور الماء كهيئة الترس، وكذلك تمكنوا من صُنع نافورة مُركبة يفور منها الماء مُدة من الزمان كهيئة الترس ثُم ينقطع ذلك ويفور مثل تلك المدة من الزمان كهيئة القناة، ثم يعود مرة أخرى فيفور كهيئة الترس، وهكذا دواليك.

ومن جُملة ابتكاراتهم صنع نافورتين يفور من إحداهما شبه القناة، ومن الأخرى شبه السوسنة مُدة من الزمان ثُم يتبدلان فيخرج من التي كانت تفور قناة سوسنة ومن التي كانت تفور سوسنة قناة مقدار ذلك من الزمان ثُم يتبادلان وهكذا.

ولقد وصلت تقنية النوافير قمتها في الأندلس في القرن الخامس الهجري / الحادي عشر الميلادي، حيث تنافس المُهندسون الأندلسيون في تزيين حدائق وقصور الخُلفاء والأمراء، وتُمثل نافورات قصر الحمراء وجنة العريف بغرناطة نموذجاً مُتطوراً لما وصلت إليه إبداعات المُسلمين في ذلك الوقت.

ومن الأندلس انتقلت تقنية النوافير إلى أوروبا حيث استخدمت المياه في أوروبا الغربية استخدامات أخرى رائعة.

آلات الري الإسلامية

هو ري الأرض صناعيًّا للمحافظة على نمو النباتات، ويُمارس الري في كُل أنحاء العالم حيث لا توفر الأمطار رطوبة كافية للأرض، وفي المناطق الشبه الجافة لا بد من المحافظة على الري منذ زراعة النبات. أما في المناطق التي لا يسقط فيها المطر بصورة منتظمة، فيُستخدم الري أثناء نوبات الجفاف لضمان الحصول على المحصول ولزيادة إنتاجية المحاصيل. وقد أدى الري إلى زيادة الأراضي المزروعة وإنتاجية الغذاء في كافة أرجاء العالم. ففي عام 1800م كان يتم ري حوالي عشرين مليون فدان لكن ارتفع الرقم إلى 99 مليون فدان عام 1317 هـ / 1900 م بينما ارتفع إلى 260 مليون فدان عام 1950م وإلى أكثر من 550 مليون فدان الآن. وتمثل الأرض المروية حوالي 15 في المائة من الأرض المزروعة ولكنها تُنتج ضعف الأراضي غير المروية. ومع هذا يُسبب الري ملوحة التُربة وتشبعها بالمياه بحيث يتعذر استخدامها فيما بعد وهذه المشاكل تُعرض حوالي ثُلث الأراضي المروية في العالم للخطر.

الري في العصور القديمة

ظهرت تقنية الري لأول مرة في مصر القديمة حوالي عام 5000 قبل الميلاد، حيث استخدم المصريون الري بواسطة الأحواض. فكانت تسوى قطع كبيرة من الأرض، مجاورة لنهر أو قناة، وكُل قطعة منها تكون مُحاطة بحواجز، وعندما يبلغ ماء النهر مستوى مُعيناً، يتم فتح ثغرة في الحواجز، فيغمر الماء القطعة، ويتم الإبقاء على الماء حتى تركد الرواسب المُخصبة، وبعد ذلك يتم تصريفه ويُعود إلى النهر. وبحلول عام 2100 قبل الميلاد استخدمت نُظم ري مُتطورة مثل قناة يبلغ طولها (19) كم لتحويل مياه فيضان النيل إلى بُحيرة موريس.

كما اعتمد السومريون اعتماداً شديداً على الري في سقي الحقول في جنوب منطقة الجزيرة (جنوب العراق حالياً) وكان ذلك حوالي 2400 قبل الميلاد. واستُخدمت السدود كوسيلة للري في المناطق الجافة التي تقل فيها الأمطار فيتم حجز مياه السيل خلف سدود واستخدامها لري الريف المجاور بواسطة مجارٍ مائية، ويُعد سد مأرب في اليمن من أقدم السدود المُستخدمة في هذا الغرض، وقد عرف الصينيّون الري بحلول عام 2200 قبل الميلاد. أما في الصين والمناطق المجاورة التي تحتوي على هضاب فكان أسلوب الري بالمصطبات حيث كان الصينيون يعدون سلسلة مصطبات مُتدرجة على منحدر التلة، ويتم الري بتجميع مياه المطر في آبار أو ينابيع أو قنوات اصطناعية إذا ما وجدت.

ولقد استخدم الرومان طريقة الري الدائم لسقاية المحاصيل الزراعية بطريقة مُنتظمة خلال فصل النمو، وذلك بإرسال الماء عبر جداول صغيرة تُشكل صفوفاً مُتعامدة على امتداد الأرض. فالماء الوارد من الشُريان الرئيس يُوزع بواسطة قنوات فرعية تُغذي جداول صغيرة وصولاً إلى الحقول.

الري في العصور الإسلامية

إن العديد من المُدن الإسلامية، كبغداد والبصرة وشيراز، قد بُنيت بعد إبان العصور الإسلامية لذلك نستطيع التأكيد أن مُهندسي هذه المُدن بفضل جهودهم قد وسعوا إلى أقصى حد مُمكن دائرة انتشار الأنظمة التي كانت موجودة، مع قيامهم باختراع تقنيات مُستحدثة تماماً، فقد كانت مدينة البصرة، مُنذ القرن الأول للهجرة/ السابع للميلاد، مُجهزة بنظام ري متطور يأخذ مياهه من شط العرب، كما تم توسيعه وفق احتياجات مدينة في خضم نموها، وفي خلال النصف الأول من القرن الرابع للهجرة/ العاشر للميلاد، وصف الجغرافي الأصطخري في كتابه (المسالك والممالك) الشبكات الضخمة من القنوات المقامة حول البصرة من كُل الجهات.

وفي عصر الدولة العباسية تم بشكل واسع تطوير نظام الري الساساني الذي كان موجوداً في وسط العراق بهدف تلبية حاجات المدينة الجديدة بغداد، التي بلغ عدد سكانها في ذروة نموها حوالي مليون ونصف المليون نسمة، كما تم توسيع نطاق شبكة القنوات المبنية بين نهري دجلة والفرات، بالإضافة إلى توسيع القناة الكبيرة نهروان الواقعة إلى الغرب من نهر دجلة، وتمت أيضاً إضافة نظامين جديدين على نهري العظيم وديالى.

كما وجدت أنظمة عديدة أخرى للري في العالم الإسلامي، مُنذ إنشاء شبكات القنوات الكُبرى في مصر والعراق، وكانت توصل الماء من آبار المنطقة إلى أجزاء القُرى، وقد كان أحد هذه الأنظمة الأكثر أهمية مُركّزاً حول مدينة مرو في خُراسان على نهر مرغب، الذي كان يُوفر ماء الري لمنطقة شاسعة من الحقول المزروعة.

وفي المغرب الإسلامي كانت هُناك خزانات مُعدة للتجميع الاصطناعي للماء ما زالت رؤيتها مُمكنة خارج مدينة القيروان، ويتصل بالخزانات قنوات رئيسية يتم من خلالها تحويل المياه داخل المدينة عبر مجار وقنوات مفتوحة تقوم بتغذية الحمامات، بالإضافة إلى النوافير وميضات المساجد، والأبنية الخاصة والعامة والحدائق. ومن الخزانات القائمة حتى الآن حوضان ضخمان مُتصلان فيما بينهما كانا يستخدمان لاستقبال مياه وادي مرج الليل في فترة الفيضان، وقد تم بناؤهما إبان عام 248 هـ / 862 ـ 863 م. وعلى الرغم من أنهما كانا يبدوان دائريين، إلا أنهما كانا مُتعددي الزوايا. وكان قُطر الحوض الأكبر يربو قليلاً على (130) متراً، أما الأصغر فقد كان قُطره يساوي (37.4) متراً. وكان هذا الحوض الأخير يستقبل مياه الوادي ويعمل كخزان، وتحت قاعدته على مسافة عدة أمتار كانت توجد قناة تصله بالحوض الأكبر الذي يصل عُمقه إلى حوالي ثمانية أمتار. وبعد خروجها من الحوض الأكبر تُصفى المياه مرة أخرى داخل حوضين مُستطيلين ومُغطيين.

كما وجدت في أسبانيا أنظمة ري مُشابهة لتلك الموجودة في غوطة دمشق، وقد شُيدت المُنشآت الكبيرة على امتداد نهر الوادي الكبير في مُقاطعة بلنسية. وكانت حافات القنوات تُدعم بواسطة حزمات من القصب، والمقطع المذكور يُخبرنا حتى عن مُدة العمل الضرورية لليد العاملة من أجل تجهيز ووضع الحزمات، أما فيما يتعلق بالحفر فقد كان يتم أولاً حساب عدد العُمال الضروريين للعمل، وإلى كُل عامل من هؤلاء يتم بعد ذلك ضم بعض العُمال الإضافيين من أجل نقل المواد وعددهم يتعلق ببعد المكان الذي تُلقى فيه البقايا. كما كان يتم تقدير تكاليف عامة لاستخدام هؤلاء العُمال الإضافيين ولمُراقبتهم.

العرب وصناعة الورق

كان لاكتشاف صناعة الورق وانتشار حرفة (الوراقة) في العالم الإسلامي فضل في انتشار تأليف المخطوطات لا يُدانيه إلا فضل اختراع الطباعة في أوربا، وقد تنوعت المخطوطات العربية بين مُترجم ومؤلف، أما المُترجم فكان منها الهندي، والفارسي، والإغريقي، والمصري (من مكتبة الإسكندرية)، ولم تكن المكتبات الإسلامية كما هي في عصرنا مجرد أماكن لحفظ الكتب، بل كان في المكتبة الرئيسية جهاز خاص بالترجمة، وآخر خاص بالنسخ والنقل، وجهاز بالحفظ والتوزيع، وكان متواجدًا المترجمون من جميع الأجناس الذين يعرفون العربية مع لغة بلادهم، ثُم يراجع عليهم عُلماء العرب لإصلاح الأخطاء اللغوية، أما النقلة والنسَّاخون فكانت مُهمتهم إصدار نُسخ جديدة من كُل كتاب علمي عربي حديث أو قديم.

وكانت أضخم المكتبات هي المُلحقة بالجامعات، ففي بيت الحكمة في بغداد وفي دار الحكمة في القاهرة وفي جامعة القيروان وقرطبة كانت المخطوطات في كُل منها بالألوف في كل علم وفرع من فروع العلم، ويذكر المقريزي أن مكتبة القاهرة في عهد الخليفة العزيز بالله، المتوفى في سنة 996م، قد أصدرت فهرساً بأسماء الكُتب التي تحويها فبلغ الفهرس وحده أربعة وأربعين كتاباً، وكانت كُلها مُيسرة للاطلاع أو الاستعارة بدون رهن، فكان يحق للقارئ أن يستعير كتاباً تبلغ قيمته في حدود المائتي دينار بدون رهن، ففي ذلك الوقت كانت نسبة الأمية بين فتيان المُسلمين تكاد تكون معدومة وكان تعلم القرآن كتابة وقراءة إلزاميًّا.

ومن باب المُقارنة بأوروبا في ذلك العصر كانت نسبة الأمية في أوربا في القرن التاسع، والعاشر، والحادي عشر، والثاني عشر أكثر من 95 ٪، فكان أكثر الملوك والحُكام وأيضاً الرهبان لا يكادون يقرأون، بل كان أكثرهم لا يعرف أن يوقع باسمه، ويذكر المُستشرق (آدم متز) في كتابه (الحضارة الإسلامية في القرن الرابع الهجري) أن أوروبا كُلها في ذلك العصر لم يكن بها إلا عدد محدود من المكتبات التابعة للأديرة، فكان في مكتبة دير البندكتين عام 1032 م مائة كتاب فقط، وفي خزانة مدينة بامبرج عام 1130 ستة وتسعون كتاباً، ولا يعرف التاريخ أمة اهتمت باقتناء الكُتب والاعتزاز بها كما فعل المسلمون في عصور نهضتهم وازدهارهم، فقد كان في كُل بيت مكتبة، وكانت الأسر الثرية لا تتباهى بما لديها من قصور وضياع وأثاث في بيوتها ولكن بما لديها من مخطوطات نادرة وثمينة، وكان بعض التُجار يُسافر إلى أقصى بقاع الأرض لكي يحصل على نسخة من مخطوط نادر أو حديث، كما كان الخلفاء والأثرياء يدفعون بسخاء من أجل أي مخطوط جديد، فالسلطان مسعود قد دفع للبيروني حمل ثلاثة أفيال من الفضة عن كتابه "القانون المسعودي"، وابن الهيثم كان يخط بيده كُل عام نسخة واحدة من كتاب "المجسطي" يبيعها بمبلغ يكفيه مؤونة عيشه طوال عام كامل.

ويذكر المُستشرق الأسباني (كونده **Conde**) أن الأسبان عندما استولوا على قُرطبة أحرقوا في يوم واحد نحو سبعين خزانة (أي قاعة) للكتب فيها أكثر من مليون وخمسين ألف مُجلد، وعندما استولى التتار على بغداد ألقوا بالكُتب في نهر دجلة وتحولت مياه النهر إلى السواد من الحبر ثلاثة أيام مُتتالية.

ورغم كُل هذه الظروف المؤسفة التي تعرضت لها المخطوطات الإسلامية فما يزال في أنحاء العالم اليوم فيض منها في متاحف أوربا ومتاحف العالم الإسلامي والكثير منها لم يخرج إلى النور، ولم يتم تحقيقه أو دراسته بما فيه من كنوز المعرفة.

وقد أعلن الفاتيكان أن لديه في مكتبته بضعة آلاف مخطوط إسلامي نادر، ومثلها في مكتبة الإسكوريال في مدريد مُنذ رحيل الإسلام عن الأندلس.

إنجازات المسلمين في الكيمياء

1 ـ المُسلمون أول من استعملوا الكيمياء في صناعة الدواء، فلقد كانت جميع الأدوية المعروفة قبلهم من الأعشاب الطبية، فأدخل الرازي لأول مرة استعمال أملاح المعادن كالزئبق والماغنيسيوم والحديد والزنك في الدواء والعلاج، وصنع منها المراهم والسفوف والبرشام، وكان الرازي يُجرب هذه الأدوية على الحيوانات وبخاصة القرود القريبة الشبه بجسم الإنسان.

كذلك كان ابن سينا أول من أوصى بتغليف حبوب الدواء بأملاح الذهب أو الفضة وذلك في حالة إذا كان الدواء مُر الطعم أو إذا كان المطلوب عدم ذوبانه في المعدة بل في الأمعاء.

2 ـ توسع المُسلمون في الصناعات الكيميائية فهم أول من صنعوا الصابون من الصودا، وصنعوا منه الملون والمُعطر والسائل والصلب، والكلمة الأوربية **Savon** أصلها عربي وهو صابون، وتذكر بعض المراجع أنهم أول من صنعوا الورق، وقد توصل جابر بن حيان إلى صنع أنواع من الورق يقاوم الحريق ويُستعمل في تغليف المصاحف والكُتب القيمة، كما ابتكر قماشاً يُقاوم الماء، كما توصل عباس بن فرناس إلى تقليد البرق في القبة السماوية من اشتعال الماغنيسيوم، ففتح الطريق أمام التصوير الليلي.

كما توصل أيضًا إلى تقليد الرعد فيها باستعمال البارود، فالمسلمون هُم أول من استعملوا البارود كقوة دافعة في المدافع. كذلك برعوا في صناعة الزجاج، وطوروا منه أنواعاً على درجة من النقاوة والجودة، وقد ابتكر جابر بن حيان طريقة إضافة ثاني أكسيد المنجنيز إلى الزجاج

لإزالة اللون الأخضر والأزرق الذي يظهر في الزجاج العادي الرخيص، ويُعتبر عباس بن فرناس أول من صنع الزُجاج البلوري (الكريستال) بإضافة بعض أملاح المعادن إليه كالرصاص والذهب والفضة لإضفاء البريق عليه.

كذلك ابتكر المُسلمون المينا التي تتكون من مسحوق الزجاج الذي يُخلط ببعض الأكاسيد المعدنية، ثُم يُذاب المخلوط في مادة زيتية حتى يتحول إلى سائل بالتسخين، ويُرسم به رسومات بارزة على الزُجاج ذات بريق وشفافية يرسمونها على القناديل وزُجاج المساجد، وقد انتقل هذا الفن من الأندلس إلى أوروبا وان

تشر في الكنائس وقصور الأمراء.

كذلك ابتكر المُسلمون الكثير من الأصباغ، كما اخترع المسلمون عدداً كبيراً من المواد الكيميائية التي ما زالت تحمل الاسم العربي، ومازالت دُعامة علم الكيمياء، فلقد اخترعوا (الكحول) من التخمير، واستخرجوا الزيوت الطيارة بالتقطير، واكتشفوا الصودا، واستخرجوا السُكر من عصير الفاكهة بواسطة عقدها على النار، ولا يزال اسمه **Sucker**، كما استخرجوا الفلزات من المُركبات الكيميائية، وصنعوا السبائك من معادن مُختلفة، وتُعتبر صناعة الصُلب العربي إحدى مُعجزات العلم العربي فكانت السيوف العربية مضرب الأمثال في متانة معدنها وصفائها.

وألفوا الكثير من كُتب الكيمياء، منها رسالة الكندي (المتوفى عام 866م) بعنوان (فيما يُطرح على الحديد والسيوف حتى لا تثلم ولا تكل) وقد أصدر قسم هندسة المواد في جامعة ستانفورد بالولايات المُتحدة سنة 1984م نشرة أن عُلماءهم توصلوا إلى سر صناعة الفولاذ الدمشقي الذي صنع منه العرب سيوفهم التي كانت مضرب الأمثال في التاريخ بحدة شفرتها ونعومة سطحها ومتانة معدنها، واكتشفوا أنها كانت تصنع الصُلب المخلوط بذرات كربيد الحديد الذي يتم إنتاجه بتعريض المعادن لدرجة حرارة مُنخفضة، بينما كانت المُشكلة عند من سبقهم من العُلماء والباحثين الذين أجروا دراساتهم على الصلب العربي أنهم كانوا يفرضون قدراً كبيراً من الحرارة أكثر من اللازم، وقد عرف المسلمون أن النار تنطفئ بانعدام الهواء، ومن أعظم إنجازات المُسلمين اكتشاف الأحماض مثل: النيتريك، والكلوردريك فلقد اكتشفهما الرازي عام 932م، وكذلك الأحماض العضوية مثل الخليك، والليمونيك، والطرطريك، والنمليك، وقد حضروا (الماء الملكي) الذي يُذيب الذهب من نسبة مُعينة من حامض النيتريك (الزاج)، وحامض الكلوردريك (روح الملك) بنسبة 1 : 3.

ورغم أن الكثير من كيميائيي المُسلمين قد صرفوا جُهدهم ووقتهم في مُحاولة تحويل المعادن الرخيصة كالنحاس والرُصاص إلى ذهب وفضة دون نتيجة، إلا أن هذه الجهود كانت تذهب

هباءً، لكنهم توصلوا عن طريقها إلى الكثير من الاكتشافات والاختراعات التي طورت علم الكيمياء، كما أصبح المُسلمون سادة صناعة الذهب والفضة في عصرهم، فبرعوا في صناعة السبائك والعُملات الذهبية والفضية بنسبة دقيقة كانت مضرب الأمثال.

كما أنهم وضعوا القواعد لاكتشاف هذه النسب، واكتشاف غش المعادن النفيسة كلها، وقد قام أحد عُلماء الكيمياء المُعاصرين في أوروبا وهو الدكتور (فلندر بتري) بتحليل نقود عربية ذهبية قديمة من مصادر مُختلفة، فوجد أن نسبة السبيكة واحدة فيها جميعاً، ثُم وزن العُملات الثلاث وهي بنفس القيمة فلم يجد فارقاً في الوزن أكثر من جُزء من ثلاثة آلاف جُزء من الجرام بين العُملة ومثيلتها، ويقول في بحثه الذي نشره :

ـ إن هذه دقة في الصنعة تفوق كُل تصور.

كذلك برع المُسلمون في علم دباغة الجلود وتحضيرها، واستنبطوا أنواعاً من الجلود تختلف من اللين والنعومة بحيث تصلح كملابس إلى الأنواع الصلبة التي تصلح أغلفة للسيوف، والخناجر، وأغلفة للمخطوطات، كما تفننوا في النقش بالألوان الثابتة على الجلد، وفي الكتابة البارزة عليه، ومازالت هذه الصناعة في أسبانيا مُزدهرة مُنذ عصور الإسلام.

أما صناعة الأصباغ والألوان والأحبار فيدلنا على تفوقهم فيها ما نراه اليوم من ألوان زاهية في القصور الإسلامية مثل قصر الحمراء، وقصور إستانبول، وما نراه في أغلفة المصاحف الملونة، وقد ابتكروا مداداً يُضيء في الليل من المواد الفسفورية، وآخر يبرق في الضوء بلون الذهب من المرقشيشا الذهبية وهو (كبريتيد النُحاس) ليستخدم بدل الذهب الغالي في كتابه المصاحف والمخطوطات القيمة.

كما صنعوا أنواعاً من الطلاء الذي يمنع الحديد من الصدأ، واخترع جابر بن حيان مواد كيميائية تُنقع فيها الملابس أو أوراق الكتابة فتمنع عنها البلل، ومواد أخرى تُنقع فيها الملابس أو الورق فتُصبح غير قابلة للاحتراق.

علم الفلك

دعا عالم الفلك ابن باجة الأندلسي المتوفى سنة 1138م حشداً من أصدقائه والشخصيات الكبيرة في البلاد إلى حفل ساهر في مرصده الفلكي وأخبرهم أنه يعدّ لهم مُفاجأة كبيرة، وكان ابن باجة إلى جانب علمه بالفلك فيلسوفاً وموسيقيًّا ماهراً وشاعراً وأديباً، وبينما ضيوفه

جالسون على مائدة الطعام أخذ بن باجة يعزف على العود ويتغنى بأبيات من تأليفه وهو ينظر إلي القمر : ـ

شـــــقيقك غيـــــب في لحـــــده وتـــــشرق يـــا بـــدر مـــن بعـــده

فهـــلا كـــشفت فكـــان الكـــسوف حـــــداداً لبـــــست علـــــى فقـــــده

وأخذ يكرر هذه الفقرة والجميع ينظرون إلى البدر، حتى كسف القمر واختفى، فتعجب الحاضرون جميعاً وأخذوا يسألونه كيف فعلها، فأخبرهم أنه كعالم فلكي قد حسب موعد كسوف البدر بالسنة والشهر واليوم والساعة والدقيقة، وذلك بالحساب الفلكي وصناعة التعديل، فأعد لهم هذا الحفل دون أن يُخبرهم بالمُفاجأة، وهذه القصة تدلنا على مدى ما توصل إليه عُلماء المسلمين من نبوغ وتبحر ودقة في هذا العلم.

الإسلام وفضله في تقدم علم الفلك

لقد كان للإسلام كدين وتعاليم الفضل الأكبر في النهضة الفلكية عند المُسلمين، فالمُسلم يبدأ نهاره قبل شروق الشمس فيُراقب مطلع الفجر لكي يُصلي الصبح، وفي آخر نهاره يرقب الغسق ليُصلي العشاء، وبين ذلك يُتابع حركة الشمس في زاوية من الأفق في الظُهر، ثُم العصر، ثُم المغرب لكي يُصلي كُل صلاة في حينها.

ويصوم رمضان مع هلال شهر رمضان، ويُفطر حسب الشهر القمري، وإذا صلى في أي بقعة من الأرض فهو مُلتزم أن يعرف اتجاه الكعبة؛ أي يعرف مكانه على ظهر الأرض، ويعرف الشمال والجنوب والشرق والغرب، ثُم تأتي آيات القُرآن فتأمره أن يتأمل في الفضاء الخارجي لكي يعرف قُدرة الله.

ثُم يذهب القرآن أبعد من ذلك فيذكر كواكب مُعينة ونجوماً بأسمائها، ومن ذلك قوله تعالى :

ومعني الثاقب هُنا أنه من الشُهب المُتحركة، وقوله تعالى :

والشعرى هو ألمع نجوم كوكبة الدب الأصغر، وإلى جانب هذه التوعية بأهمية الفلك فإنَّ القرآن يأتي إلينا بحقائق علمية تُعتبر مُعجزات قرآنية، ولا يُمكن لأحد فهمها أو مُجرد محاولة تفسيرها ما لم يكن لديه علم واسع واطلاع على الفلك.

ومُنذ قامت دولة الإسلام وثبتت أركانها أقبل المُسلمون على علم الفلك وأولوه اهتماماً كبيراً، حيث ابتدأت المرحلة الأولى من تلك النهضة بتجميع وترجمة كل علوم السابقين من إغريق وفُرس وهند وصين، ومن أشهر الكُتب المُترجمة في هذا الميدان كتاب "السند هند" عن الهندية، وكتاب "المجسطي" لبطليموس عن الإغريقية.

ثُم جاءت مرحلة الإنتاج العلمي والإبداع والابتكار حيث تفرغ الكثير من عُلماء المُسلمين لعلوم الفلك ونبغوا فيها، ومن هؤلاء الكندي والفارابي والبتاني والمجريطي والبيروني وابن الهيثم البصري وابن باجة الأندلسى وابن يونس المصري وابن رشد والقزويني والبتاني وعباس بن فرناس وعبد الرحمن الصوفي وغيرهم.

وقد بلغ اهتمام العرب بالفلك أن أصبح الهواية والتسلية لكل أسرة مُتعلمة، تماماً كما يهوى الناس اليوم مُشاهدة التليفزيون، فكان لكل أسرة مكتبة فلكية، وكانوا يحرصون على مُشاهدة السماء ومُراقبة سير الأفلاك والقمر، وزيارة المراصد العامة في المناسبات الدينية كبداية رمضان والأعياد كجزء من أداء المناسك، وكانت بعض الأسر تتوارث هذا العلم وتأخذ لنفسها كنية فلكية مثل الأسطرلابي، والراصد، والفلكي.

ومن الخلفاء أيضاً من كان عالماً مثل الخليفة المأمون الذي كان أول من قاس مُحيط الكرة الأرضية سنة 830م، وكثير من الخلفاء كان يبني في بيته مرصداً فلكيًّا خاصاً به لهوايته.

وخير شاهد على فضل عُلماء المُسلمين وإنجازاتهم في علوم الفضاء أن أعلنت الهيئة الفلكية العالمية التي تتألف من عُلماء من جميع أنحاء العالم أنها شكلت لجنة تُسمى (لجنة تسمية تضاريس القمر) مُهمتها دراسة فضل العُلماء على مر العصور الذين ساهمت أبحاثهم في هبوط الإنسان على سطح القمر، فكان في مُقدمة من اختاروهم (18) عالماً إسلاميًّا، فقررت وضع أسمائهم على تضاريس القمر، ومن هؤلاء كما جاء في القرار :

أبو الفداء، ابن فرناس، ابن يونس الذي كان أول من قام بقياس مواقع الكواكب السيارة بعضها إلى بعض، ابن الفزاري، المرودي، الفرغاني، أبو عبد الله المهاني، أبو ريحان البيروني، القزويني، الخوارزمي، جابر بن حيان، والرحالة الإسلامي ابن بطوطة الذي ساهمت خرائطه في فك بعض الرموز على سطح القمر للتشابه الكبير بين سطحه وسطح الأرض، والعالم الإسلامي عُمر بن الخيام الذي قام بأبحاث هامة في مرصده عن دوران الكواكب حول الشمس، هذا علاوة على اسم العالم الإسلامي المُعاصر الدكتور فاروق الباز.

لم يأتِ القرن التاسع والعاشر الميلادي حتى كانت كُل عاصمة إسلامية من الأندلس غرباً حتى الصين شرقاً تزخر بالمراصد الضخمة المزودة بالآلات المتنوعة والعلماء المتفرغين، ومن

أشهرها المرصد الذي بناه الخليفة المأمون فوق جبل قايسون في دمشق، ومرصد الشماسية في بغداد، ومرصد جبل المُقطم الذي بناه الخليفة الحاكم بأمر الله في القاهرة، ومرصد الدينوري في أصفهان ... وغيرها كثير.

الأسطرلاب

وهو آلة رصد اخترعها الإغريق، وعندما أخذها المسلمون عنهم كانت في شكل قرص بسيط بدائي فطورها المُسلمون واخترعوا أنواعاً جديدة تتفق مع اكتشافاتهم الفلكية، فاخترعوا الأسطرلاب الكروي وأيضاً الزورقي (اخترعه السجستاني سنة 1048م حسب نظريته في دوران الأرض حول نفسها) كما اخترع عُلماء المُسلمين آلات رصد جديدة لم تكن معروفة من قبل مثل: ذات الأوتار، وذات الحلق، وآلة الرُبع المجيب، والرُبع المُقنطر، وذات الشُعبتين، وذات السمت، والارتفاع، والحلقة الاعتدالية، وأنواعاً مُختلفة أخرى.

اختراع الكاميرا

اخترع الحسن بن الهيثم أول كاميرا في التاريخ **(Camera Obscura)** وسماها (الخزانة المُظلمة ذات الثقب)، وهي عبارة عن صندوق مطلي من الداخل بالأسود وبه ثُقب من ناحية، ولوح زجاجي مصنفر من الناحية الأخرى، وقد استعمل عُلماء الفلك المُسلمون هذه الكاميرا في مراصدهم حيث تظهر على اللوح الزجاجي صور صافية للنجوم والكواكب مما ساعد على معرفة نسبها وأحجامها، وفي اكتشاف نجوم جديدة.

كما اخترع أبناء موسى بن شاكر (فلكي الخليفة المأمون) آلة ضخمة ذات شكل دائري استعملت في مرصد سامراء وقد جاء في وصفها :

ـ أنها تحمل صور النجوم ورموز حيوانات في وسطها، وتُديرها قوة مائية، وكان كُلما غاب نجم في السماء اختفت صورته في الخط الأفقي من الآلة.

وبهذا كان للمُسلمين الفضل في اكتشاف الكثير من النجوم والكواكب المعروفة في عصرنا ومازالت حتى اليوم تحمل الأسماء العربية، كما أن الكثير من الاصطلاحات العربية في علم الفلك ما زال مُستعملاً حتى اليوم، ومن ذلك مجموعة الطائر **Altair** ومجموعة **Deneb** أصلها الذنب، و **Familheut** أصلها فم الحوت، و **Betelgeuse** أصلها بيت الجوزاء، و

Anka أصلها العنقاء، و**Aldebran** أصلها الدبران، و **Almucantar** وأصلها المقنطرة، و **Azimuth** أصلها السموت، وهي تزيد عن 150 اسماً ومُصطلحاً.

وقد رسموا خرائط ملونة للسماء وألف عبد الرحمن الصوفي كتاباً عن النجوم الثوابت به خرائط مصورة، وبين مواضع ألف نجم ورسمها على شكل الإنسان أو الحيوان وكُلها رصدها بنفسه ووصفها وصفاً دقيقاً ووضع أقدارها من جديد بدقة مُتناهية تقرب من التقديرات الحديثة.

والمسلمون هُم أول من أثبتوا بالتجربة والمُشاهدة والحساب نظرية أن الأرض كروية، أما عن علاقة الشمس بالأرض فقد تقبل المسلمون أول الأمر نظرية بطليموس التي تقول (بأن الأرض هي مركز الكون كله، وأن الشمس والقمر وسائر النجوم تدور حولها)، ولم يعارضه الرازي وابن سينا في ذلك، ثُم جاء البيروني فشكك في هذه النظرية وقال في كتابه (علم الهيئة): بإمكانه أن يكون العكس صحيحاً أي أن تكون الأرض هي التي تدور حول الشمس مرة كُل عام إلى جانب دورانها حول نفسها مرة كُل يوم وليلة، ثُم جاء أبو سعيد أحمد بن محمد الدجاني المتوفى سنة 1024م، والذي عاصر البيروني، فأكد هذا القول واستنبط أسطرلاباً خاصاً حسب نظريته الجديد يُسمى (الأسطرلاب الزورقي)، وهكذا فتح المُسلمون الطريق أمام (كوبرنكس) عام 1543م لكي يثبت هذه النظرية.

وكذلك حسب الفرغاني وابن رسته أبعاد الشمس والقمر والزهرة والمريخ وعطارد وزحل والمشتري عن مركز الأرض، كما قدّر البتاني أن بُعد الشمس في أبعد أفركها يساوي 1146 مرة مثل نصف قطر الأرض، وفي أقرب مواقعها مثل 1070 مرة، وهي نتائج قريبة من الحقيقة.

وأيضاً اكتشف ابن الهيثم طبيعة الغُلاف الجوي حول الأرض، وقدر ارتفاعه بنحو 15 كيلو متراً وهو الصحيح، وقد ابتكر المسلمون تقاويم شمسية فاقت في ضبطها وإتقانها كُل التقاويم السابقة، وحسبوا أيام السنة الشمسية بأنها 365 يوماً وست ساعات وتسع دقائق وعشر ثوان، فكان الخطأ في حسابهم بمقدار دقيقتين و 22 ثانية، وقد اكتشف ابن رشد الكلف على وجه الشمس وفسره بأنه بسبب عبور عطارد أمامها، وفسر ابن الهيثم الكثير من الظاهر الفلكية والفضائية والضوئية مثل الكسوف، والخسوف، والطيف، وقوس قُزح.

اكتشافات المسلمين الجغرافية

أولاً: كروية الأرض:

كان الإغريق يعتقدون أن الأرض قُرص دائري مُسطح تُحيط به مياه المُحيطات من كُل

جانب، وهذا هو هكتاتيوس سنة 500 ق.م، والذي يُعتبر أبو الجغرافيا الإغريقية يرسم خرائطه على أساس القرص المُستدير، ثُم جاء أفلاطون سنة 348 ق . م. بأول نظرية عن كروية الأرض، وجاء بعده من أيده ومن عارضه. وقد رفضت الدولة الرومانية هذه الفكرة وكتب كوزماس **COSMAS** سنة 547م (أبو الجغرافيا الرومانية) "أن العالم يُشبه العجلة، وأن ميه المُحيط حوله من كُل الجهات" وقد تبنت الكنيسة هذه النظرية بشدة وقالت بأن الأرض مُسطحة، وأن الجانب الآخر غير مأهول وإلا سقط الناس في الفضاء، وكان من يُعارض هذه النظرية يتعرض للتعذيب على الخازوق أو الحرق حيًّا بتُهمة الهرطقة.

وكان عُلماء أوروبا حتى القرن 13 الميلادي يرسمون خريطة العالم على شكل صليب رأسه هي الجنة وقدماه هي النار، وذراعاه البحر الأبيض، والبحر الأحمر، وبيت المقدس في موضع القلب (أورشليم).

ثُم جاءت الحضارة الإسلامية فأحيت نظرية كروية الأرض وتبنتها، ورُبما كان من أهم أسباب ذلك أن القرآن ذكر أن الأرض كُرة وذلك في سورة النازعات الآية 30 حيث يقول تعالى:

﴿وَالأَرْضَ بَعْدَ ذَلِكَ دَحَاهَا﴾

والدحة في اللغة هي الكرة، وإذا أردنا الدقة فهي الشكل البيضاوي، لأن الدحة هي البيضة، كما أن هُناك آيات عن دوران هذه الكرة حول نفسها بما يُحدث الليل والنهار وذلك كما جاء في سورة الزُمر الآية 5، حيث يقول تعالى:

﴿خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضَ بِالْحَقِّ يُكَوِّرُ اللَّيْلَ عَلَى النَّهَارِ وَيُكَوِّرُ النَّهَارَ عَلَى اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لأَجَلٍ مُّسَمًّى أَلاَ هُوَ الْعَزِيزُ الْغَفَّارُ﴾

ثم يؤكد هذا المعنى في سورة الرحمن فيقول تعالى:

﴿الرَّحْمَنُ* عَلَّمَ القُرْآنَ* خَلَقَ الإِنسَانَ* عَلَّمَهُ البَيَانَ* الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ* وَالنَّجْمُ وَالشَّجَرُ يَسْجُدَانِ* وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ المِيزَانَ* أَلاَّ تَطْغَوْا فِي المِيزَانِ﴾

وهذه الآية تُشير بوضوح إلى أن الشمس عندما تُشرق على نصف الكرة الأرضية يكون هُناك غروب على النصف الآخر، أي أن هُناك مشرقان ومغربان يتعاقبان بسبب دوران الكرة الأرضية حول نفسها.

وقد استشهد الفقيه الإسلامي ابن حزم الأندلسي بهذه الآيات في تأييد عُلماء الجغرافيا، ونظراً لأن بعض الكُتب والمراجع العربية ما زالت تنقل عن المراجع الأجنبية أن المُسلمين لم يعرفوا نظرية كروية الأرض، وأن هذه النظرية لم تُعلن إلا بفضل كوبرنكس، فقد نقلنا نصوصًا من أقوال عُلماء المُسلمين في هذه النظرية كما جاءت في مخطوطاتهم :

1 ـ يقول ابن خردذابة المتوفى سنة 885 م : الأرض مدورة كدوران الكُرة، موضحة كالمُلحة في جوف البيضة (والمحة: صفار البيض).

2 ـ وكتب ابن رسته المتوفى سنة 903 م : إنَّ الله ﷻ وضع الفلك مُستديراً كاستدارة الكُرة، أجوف دواراً، والأرض مُستديرة أيضًا، ومصمتة في جوف الفلك.

3 ـ وكتب المسعودي المتوفى سنة 956م : جعل ﷻ وجل الفلك الأعلى وهو فلك الاستواء وما يشمل عليه من طبائع التدوير، فأولها كُرة الأرض يحيط بها فلك القمر، ويُحيط بفلك القمر فلك عطارد.

4 ـ ولقد صنع الإدريسي المتوفى سنة 1099م كُرة أرضية مُجسمة، وفي ذلك يقول : إنَّ الأرض مدورة كتدوير الكرة، والماء لاصق بها وراكد عليها ركوداً طبيعياً لا يُفارقها، والأرض والماء مُستقران في جوف الفلك كالمُلحة في جوف البيضة، ووضعهما وضع متوسط، والنسيم يُحيط بها (يقصد الغلاف الجوي) من جميع جهاتها، وحولها جاذب إلى جهة أو دافع لهما، والله أعلم بالحقيقة.

5 ـ ويقول القزويني المتوفى سنة 1283م في كتابه (عجائب المخلوقات): الأرض كُرة، والدليل على ذلك أن خسوف القمر إذا كان يُرى من بلدان مُختلفة فإنه لا يُرى فيها كُلها في وقت واحد، بل في أوقات مُتعاقبة؛ لأن طلوع القمر وغروبه يكونان في أوقات مُختلفة في الأماكن المُختلفة. والأرض واقفة في وسط الأفلاك كُلها بإذن الله تعالى.

ثُم يُفند القزويني آراء عُلماء القرون الوسطي في أوروبا ورجال الكنيسة الذين يقولون إن الأرض لو كانت كُرة لسقط الناس في الجانب الآخر منها، أو كانت رؤوسهم مقلوبة فيقول : إن الإنسان في أي موضع يقف على سطح الأرض فرأسه أبداً مما يلي السماء، ورجله أبداً مما يلي الأرض، وهو يرى من السماء نصفها، وإذا انتقل إلى موضع آخر ظهر له من جانب السماء الذي أمامه بقدر ما كان قد خفي عنه من الجانب الآخر.

6 ـ والمُسلمون هُم أول من وضعوا خطوط الطول وخطوط العرض على خريطة الكرة الأرضية، فلقد وضعها العالم أبو علي المراكشي الذي توفي عام 1262م؛ وذلك كي يستدل المُسلمون على الساعات المتساوية في بقاع الأرض المُختلفة للصلاة.

7 ـ كما أن البيروني وضع قاعدة حسابية لتسطيح الكُرة أي نقل الخطوط والخرائط من الكرة إلى سطح مُسطح وبالعكس، وبهذا سهّل رسم الخرائط الجُغرافية.

ثانياً: دوران الأرض حول نفسها:

في الوقت الذي كان العالم لا يتخيل فيه أن الأرض كُرة لم يكن هُناك من يُناقش مسألة دوران الكُرة حول نفسها، ولكن ثلاثة من عُلماء المُسلمين كانوا أول من ناقش فكرة دوران الأرض في القرن الثالث عشر الميلادي وهُم :

1 ـ علي بن عُمر الكاتبي.

2 ـ قُطب الدين الشيرازي من الأندلس.

3 ـ أبو الفرج علي من سوريا.

فقد كان هؤلاء الثلاثة أول من أشاروا في التاريخ الإنساني إلى احتمال دوران الأرض حول نفسها أمام الشمس مرة كُل يوم وليلة، ويقول سارتون في كتابه (مُقدمة في تاريخ العلم) :

ـ إن أبحاث هؤلاء العُلماء الثلاثة في القرن 13 لم تذهب سُدى، بل كانت أحد العوامل التي أثرت على أبحاث كوبرنكس في نظريته التي أعلنها سنة 1543م.

ثالثا: استكشاف القارات:

أولاً: قارة آسيا:

كان أقصى ما يعرفه الإغريق عن شرقي آسيا هو منطقة سيراداريا **Syradarya** وهي أبعد ما وصل إليه الإسكندر الأكبر في فتوحاته سنة 323 ق . م، ثُم جاء المُسلمون فتعدوا هذه الحدود وتمكنوا من عبور جبال (تيان شاه) والتوغل مئات الأميال إلى الشرق منها، فوقعت كُل مُدن وسط آسيا (كبُخاري وسمرقند وفرغانه وكشغر (إحدى ولايات الصين)) تحت نفوذهم مُنذ عام 705م، وقد ذكرت مراجع التاريخ العربي أن ولاية كشغر أصبحت ولاية إسلامية مُنذ فتحها القائد قُتيبة بن مُسلم على عهد الخليفة الوليد بن عبد الملك، وقد انتشر الإسلام في هذه المنطقة وبقي فيها حتى يومنا هذا، وكان الخُلفاء يرسلون الوفود إلى ملوك الصين والتبت وكُل آسيا يدعونهم إلى الإسلام، وكان إمبراطور الصين يدفع الجزية للخليفة في دمشق.

وقد اكتشف المُسلمون أن بحر الصين يتصل بالمُحيط الهندي وذلك عن طريق أساطيلهم التجارية التي كانت تُبحر من ميناء عدن إلى ميناء كانتون بالصين، كما اكتشفوا بُحيرة (آرال) فوُضعت لأول مرة على الخرائط المأمونية في عهد المأمون باسم (بُحيرة خوارزم)، وقد زار البيروني سيبيريا الشرقية وكان أول من سمى نهر أنجارا بهذا الاسم، كما أنه عاش في الهند قُرابة العشرين عاماً، ووصفها وصفاً لم يسبقه إليه أحد في كتابه (ما للهند من مقولة).

ثانيًا: في أوروبا:

لقد عرف المسلمون أوروبا رغم أنها كانت مُتخلفة وليست لها قيمة حضارية تُذكر، وفي عام 921م ذهب ابن فضلان رسولاً من قبل الخليفة في بغداد إلى بلاد البلغار في الفلجا تطلق عند العرب على بلاد الصقالبة[19] الروس وعلى عاصمتهم التي تقع شرقي نهر الفلجا كما وصف البيروني بلاد (الفرنج) وهم النرويج والسكندنافيون ووصف بحر الثلج وهو القطب الشمالي، كما عرفوا بلاد الغال وهي فرنسا وقد عُثر حديثاً على عُملات إسلامية في كُلٍ من روسيا وإسكندينافيا تعود إلى العصر العباسي.

ثالثًا: في أفريقيا:

توقفت معلومات الإغريق والرومان في أفريقيا على البلاد الساحلية وحدها، وقد بقي قلب القارة السوداء غامضاً للعالم حتى جاء العرب كتُجار أو رحالة أو سفراء فاستكشفوا القارة الغامضة ونشروا فيها الإسلام في السودان والسنغال والنيجر، كما وصلت مراكبهم من الأندلس والجزائر إلى الصومال وزنجبار وموزمبيق وجزائر الكومور، واكتشف المسلمون منابع نهر النيل(21)العظيمة التي تمده قبل أن تصل إليها حملات الاستكشاف البريطانية بعدة قرون، فقد ذكر الخوارزمي في كتابه الرحالة البريطاني (ستانلي) أنه في رحلاته لاكتشاف منابع النيل قد وجد التجار العرب قد سبقوه، وأن القبائل الأفريقية تدين بالإسلام، كما أن العرب أول من اكتشف مدغشقر(22) .

اختراعات معمارية

لقد اهتم المُسلمون بإدخال التكنولوجيا المُعاصرة لهم في فن العمارة، وبخاصة العلوم الحديثة التي ابتكرها أو طورها عُلماء المُسلمين مثل: علم الجبر والرياضيات والكيمياء والهندسة والطبيعة والضوء، وقد توصل عُلماء المُسلمين إلى عدة ابتكارات واختراعات في مجال العمارة منها ما يلي :

أولاً: أبنية ضد الهزات الأرضية:

لاحظت الحكومة الأسبانية حديثاً أن قصر الحمراء في قُرطبة والذي بُنى في القرن التاسع الميلادي قد ظل صامداً حتى عصرنا هذا رغم تعرض المنطقة لعدة زلازل دمرت كُل ما حوله من بيوت ومبان وبينما بقي هو قائماً.

فشكلت لجاناً علمية لدراسة هذه الظاهرة، فاكتشفوا أن بعض أعمدة القصر مُفرغة من الداخل وفيها قوالب من الرُصاص الذي يُصب مُنصهراً، وأن هذا التصميم الهندسي يمتص الصدمات العنيفة، أما حوائط القصر فقد صُنعت بنوعين من الحجارة على التوالي: الحجارة الحمراء، مع الحجر الرملي العادي، وهذا التصميم ضد الاهتزازات.

وقد احتل نابليون قُرطبة من 1808م حتى 1812م فجعل قصر الحمراء مركز قيادة لقواته، وعندما أراد الانسحاب منها وضع المواد الناسفة في بعض أبراج القصر وهو يتصور أنه سيُدمره كُله، ولكن العُنف الذي دمر بُرجين في القصر لم يؤثر على باقي القصر الذي ظل حتى يومنا هذا يتحدى عناصر الزمن والزلازل ومحاولات التخريب.

ثانياً: التحكم في بالصوت داخل العمارة الإسلامية:

بنى المُسلمون مساجد ضخمة يسع الواحد منها آلاف المُصلين، في وقت لم تكن فيه أجهزة صوتية توصل خطبة الجمعة أو صوت المُقرئ إلى هذه المسافات البعيدة، ومع ذلك فقد كان آخر مُصلٍ في الصف يسمع بوضوح وذلك عن طريق تصميم خاص في جُدران المسجد والأعمدة لنقل الصوت من المنبر وتوزيعه على الساحة كُلها بوضوح، وقد كان في بعض بيوت الخُلفاء وأثرياء المُسلمين قاعة خاصة تُسمى قاعة المُوسيقى أو قاعة الصدى، وهي قاعة في حوائطها فجوات مُفرغة على شكل آلات مُوسيقية، أو أوانٍ فخارية، فإذا عُزفت الموسيقى في القاعة فإن هذه الفجوات تمتص الصوت وتكسر الصدى وتمنع التشويش على العازفين. وما زال أحد القصور الذي يحتوي على هذا الإنجاز العلمي قائماً حتى يومنا في مدينة أصفهان بإيران مُنذ العهد الصفوي.

ثالثاً: تكييف الهواء:

توصل عُلماء المُسلمين إلى معرفة أن الهواء البارد أثقل من الهواء الحار، فاستفادوا من ذلك في تبريد البيوت والمعمار بصنع ما يُسمى بالملاقف؛ وهي عبارة عن غُرفة صغيرة في أعلى المبنى بها فتحة رئيسية في اتجاه الريح، ومُتصلة بالغُرف السُفلية، وبذلك يدخل الهواء البارد من الطبقات العُليا ويهبط إلى أسفل ليحل مكان الهواء الحار ويُلطف جو المبنى.

وهُناك مُدن كاملة في إيران وأفغانستان والأندلس وشمال إفريقيا قد صُممت بيوتها بهذا النظام كما نجده في بعض المساجد الكُبرى القديمة في القاهرة ودمشق وبغداد حيث كان يُستفاد من المآذن المُرتفعة كملاقف للهواء. وإلى جانب هذه الطريقة كان المُسلمون يستفيدون من النوافير المائية التي تُوضع داخل القصور والمساجد وحتى البيوت الصغيرة، فكانت هذه النوافير

تُوضع في طريق التيارات الهوائية القادمة من أعلى إلى أسفل مما يُساعد على تبريد الهواء وتنقيته من الأتربة.

رابعاً: المقرنصات:

وهي تصميم هندسي ابتكره عُلماء الهندسة المُسلمون لوضع القباب الدائرية فوق المبنى المُربع. فقد كان الأسلوب الروماني الذي يستعمله غيرهم من الشعوب السابقة للإسلام يقوم على المُعلقات الرومانية **Roman Pendentives** التي تُنقل من المُربع إلى الدائرة بزوايا حادة غير مُريحة للنظر.

فابتكر المُسلمون المُقرنصات وهي تصميم هندسي عبارة عن كوة في الحائط ثُم تتكرر الكوة إلى مُضاعفاتها في متوالية هندسية بديعة حتى تُصبح مثل خلايا النحل، وعن طريق المُقرنصات يتم التحول من المُربع إلى المُثمن إلى الدائرة بتدرج بديع يُعطي السعة والجمال والانسجام والسكينة، وهي بعض ما انفردت به العمارة الإسلامية.

خامساً: ابتكارات في العمارة العسكرية:

أدخل عُلماء المُسلمين عدة ابتكارات في عِمارة الحصون، منها الممرات المسقوفة لكي تُقلل من إصابات الجنود أثناء تنقلهم، ومنها المزاغل البارزة التي تُمكن من الحركة الجانبية مثلها مثل أبراج السور، وأيضاً إضافة نوع من الشُرفات أو المشربيات الحجرية التي يُمكن من خلال ثقوب في قاعها صب الزيت أو القطران على جنود العدو، كما أنهم تفننوا في تحصين أبراج القلاع بخوذ من الصخور الضخمة لمُقاومة المنجنيق، وقد نقل ملوك أوروبا الكثير من هذه الأفكار إلى بلادهم أثناء الحروب الصليبية.

علم الحيل الهندسية (الميكانيكا)

في القرن التاسع الميلادي (حوالي سنة 807 م) أرسل الخليفة العباسي هارون الرشيد هدية عجيبة إلى صديقه شارلمان ملك الفرنجة "وكانت الهدية عبارة عن ساعة ضخمة بارتفاع حائط الغُرفة تتحرك بواسطة قوة مائية، وعند تمام كُل ساعة يسقط منها عدد مُعين من الكُرات المعدنية بعضها في أثر بعض بعدد الساعات فوق قاعدة نُحاسية ضخمة، فيُسمع لها رنين مُوسيقى يُسمع دويه في أنحاء القصر، وفي الوقت نفسه يُفتح باب من الأبواب الاثني عشر المؤدية إلى داخل الساعة، ويخرج منها فارس يدور حول الساعة، ثُم يعود إلى حيث خرج، فإذا

حانت الساعة الثانية عشرة يخرج من الأبواب اثنا عشر فارساً مرة واحدة، ويدورون دورة كاملة، ثُم يعودون فيدخلون من الأبواب فتُغلق خلفهم.

وكان هذا هو الوصف الذي جاء في المراجع الأجنبية والعربية عن تلك الساعة التي كانت تُعد وقتئذٍ أعجوبة الفن، وأثارت دهشة الملك وحاشيته، ولكن رُهبان القصر اعتقدوا أنه في داخل الساعة شيطان يُحركها، فتربصوا به ليلاً، واحضروا البُلط وانهالوا عليها تحطيماً إلا أنهم لم يجدوا بداخلها شيئاً، وتواصل مراجع التاريخ الرواية فتقول:

ـ إنَّ العرب قد وصلوا في تطوير هذا النوع من الآلات لقياس الزمن بحيث إنه في عهد الخليفة المأمون أهدى إلى ملك فرنسا ساعة أكثر تطوراً تُدار بالقوة الميكانيكية بواسطة أثقال حديدية مُعلقة في سلاسل وذلك بدلاً من القوة البدنية.

ومن هذه القصة نرى مدى تطور المُسلمين في علوم الميكانيكا أو ما كانوا يسمونه علم الحيل الهندسية، في حين كانت أوربا في عصر الظُلمات.

علم الحيل

علم الحيل هو ما كان يُعرف عند الإغريق (بالميكانيكا) وهو علم قديم اهتمت به الشعوب السابقة مثل قُدماء المصريين والصين والإغريق والرومان، لكن مُعظم هذه الشعوب كانت تستعمله للأغراض الدينية في المعابد، أو في مُمارسة السحر والتسلية لدى الملوك، فكان الصينيون يستخدمون عرائس مُتحركة على المسرح الديني لها مفاصل يتحكم فيها الممثل بواسطة خيوط غير مرئية، وقد صنع قُدماء المصريين في معابدهم تماثيل لها فك مُتحرك وتُخرج صوت صفير عند هبوب الريح.

هذا، وقد استفاد المصريون القُدماء من هذا العلم في بناء معابدهم وتماثيلهم الضخمة أو نقلها، أما الإغريق فكانوا أول من ألف الكُتب في هذا العلم، ووضعوا له القواعد العلمية، وقد صنعوا الآلات العلمية المُتحركة التي تستعمل قوة دفع الماء أو الهواء، ومن ذلك الآلات الصوتية المُسماة بالأرغن الموسيقى، ومنها الساعات المائية.

المسلمون وعلم الحيل

بدأ العرب هذا العلم بنقل كُتب السابقين من أمثال اقليدس، وأرشميدس، وأرسطو طاليس، وأبلينوس، وهيرون السكندري، ثُم ظهر منهم العُلماء والمُهندسون المُسلمون الذين تخصصوا

obeikandl.com

في هذا المجال وطوروه ووضعوا له قواعد علمية جديدة وابتكروا تطبيقات رائدة للاستفادة منه، ويُمكننا أن نُلخص هدف المُسلمين من هذا العلم في تسميته بأنه علم (الحيل النافعة)، وقد ذكروا في مراجعهم أن الغاية منه هو الحصول على الفعل الكبير من الجُهد اليسير، ومعنى هذا الاصطلاح أن المُسلمين أرادوا به منفعة الإنسان واستعمال الحيلة مكان القوة، والعقل مكان العضلات، والآلة بدل البدن، وقد كان لتعاليم الإسلام وتوجيهاته فضل كبير في تطوير هذا العلم عند العرب.

فقد كانت الشعوب السابقة تعتمد على العبيد وعلى نظام السُخرة في قضاء أمورهم المعيشية التي تحتاج إلى مجهود جُثماني كبير، فلمَّا جاء الإسلام حرّم السُخرة، وحرم إرهاق الخدم والعبيد وتحميلهم فوق ما يطيقه الإنسان العادي، هذا إلى جانب تحريمه المشقة على الحيوان، لذلك اتجه المُسلمون إلى تطوير الآلات لتقوم بالأعمال الشاقة.

وبعد أن كانت غاية السابقين من هذا العلم لا تتعدى استعماله في التأثير الديني والروحي على اتباع مذاهبهم مثل استعمال التماثيل المُتحركة أو الناطقة بواسطة الكُهان، واستعمال الأرغن الموسيقى وغيره من الآلات الصوتية في المعابد، فقد جاء الإسلام ونهى عن ذلك كُله، وجعل الصلة بين العبد وربه بدون وسائل وسيطة أو خداع حسي أو بصري.

لهذا كُله فقد أصبح لعلم الحيل عند المُسلمين هدف جديد هو التحايل على ضعف الإنسان، والتيسير عليه باستعمال الآلة المُتحركة.

عُلماء المسلمين وإنجازاتهم

من أشهر عُلماء المُسلمين في علم الحيل أولاد موسى بن شاكر وهم: محمد (توفي عام 873م)، وحمد والحسن، وقد ألفوا كتاب "الحيل النافعة"، وكتاب القرطسون (وهو ميزان الذهب)، وكتاب (وصف الآلة التي تُزمر بنفسها صنعة بني مُوسى بن شاكر)، ومن اختراعاتهم التي وصفها المؤرخون بكثير من الإعجاب آلة رصد فلكي ضخمة تعمل في مرصدهم وتُدار بقوة دفع مائية، وهي تُبين كُل النجوم في السماء، وتعكسها على مرآة كبيرة، وإذا ظهر نجم رُصد في الآلة، وإذا اختفى نجم أو شهاب رُصد في الحال وسُجل، وقد اخترع أحمد بن موسى قنديلاً آليًّا يُشعِل الضوء لنفسه، وترتفع فيه الفتيلة تلقائيًّا، ويصب الزيت بنفسه، ولا يُمكن للرياح إطفاؤه.

ومن أساطين هذا العلم في الأندلس عباس بن فرناس (الذي توفي عام 878 م)، وهو

صاحب عدد كبير من الاختراعات الميكانيكية، ومنها (الميقاتة) لمعرفة الأوقات، وهي تسير بقوة دفع مائية، ومنها نموذج القبة السماوية الذي توصل فيها إلى مُحاكاة البرق والرعد ثم صنع أول طائرة ذات جناحين مُتحركين وطار بها من فوق مئذنة مسجد قُرطبة.

ومن هؤلاء العُلماء أيضًا ابن يونس المصري (الذي توفي عام 1009م)، ويذكر عنه سارتون في موسوعة (تاريخ العلم) أنه أول من اخترع الرقاص، واكتشف قوانين ذبذبته، وذلك قبل الإيطالي جاليليو (المتوفى سنة 1624م) بستة قرون.

كما يُعتبر العالم المهندس بديع الزمان الجزرى (المتوفى سنة 1184م) شيخ عُلماء المُسلمين في علم الحيل، وقد ألف كتاب "الحيل الجامع بين العلم والعمل" ويُسمى في أوربا (الحيل الهندسية) وهو من أدق الكُتب وصفاً وشرحاً وتفصيلاً، وهو مُحلى بلوحات ملونة فيها وصف لآلاته واختراعاته، وما زالت بضع نسخ أصلية من هذا الكتاب موجودة في متاحف أوروبا حيث يعتدون بها كجواهر أثرية ثمينة، وقد تُرجم الكتاب إلى جميع اللغات الأوربية عدة مرات، وكان قاعدة لعلم الميكانيكا الحديثة.

والجزرى هو أول من اخترع الإنسان الآلي المُتحرك للخدمة في المنزل، حيث طلب منه الخليفة أن يصنع آلة تُغنيه عن الخدم كُلما رغب في الوضوء للصلاة، فصنع له آلة على هيئة غُلام مُنتصب القامة وفي يده إبريق ماء، وفي اليد الأخرى منشفة، وعلى عمامته يقف طائر (بلبل)، فإذا حان وقت الصلاة يُصفر الطائر ثُم يتقدم الخادم نحو سيده ويصب الماء من الإبريق بمقدار مُعين، فإذا انتهى من وضوئه يُقدم له المنشفة، ثُم يعود إلى مكانه والبلبل يُغرد.

ومن أكثر الأمور التي حظيت باهتمام عُلماء المُسلمين استعمال الروافع لرفع الأثقال الكبيرة بالجهد اليسير، وقد وضعوا لها قواعد وصنعوا أجهزة مُعقدة لرفع الأثقال الكبيرة أو جرها بالجُهد اليسير، وقد وضع ثابت بن قُرة (المتوفى في القرن التاسع الميلادي) كتاباً عن قوانين الروافع ومُعادلاتها وحساباتها، وقد تُرجم في أوروبا باسم **Liber Karatonis** أي كتاب ابن قُرة، وكان لهذا الكتاب فضل كبير في النهضة الصناعية الحديثة.

التطبيقات العملية لعلم الحيل

يتصور بعض الأوربيين أن العرب رغم ولعهم الشديد بالميكانيكا أو علم الحيل فإنهم لم يطبقوه في أمور علمية نافعة كما طبقته أوربا في الاختراعات العصرية الحديثة، كما يتصور بعضهم أن التطبيق السائد عند العرب كان في تسلية الخُلفاء في بلاط الحُكم بصناعة الدُمى

المُتحركة والمصوتة، وهذا مُخالف للواقع، وينمّ عن قصور في الدراسة والبحث، لأن ما تركه المُسلمون، والذي لا تزال آثاره موجودة حتى وقتنا الحاضر، يُعتبر أبلغ شاهد على تطور هذا العلم وتطبيقاته المُتعددة، فمثلاً تُعتبر العمارة الإسلامية هي المجال الواسع لتطبيق علم الميكانيكا في عصور الإسلام المُختلفة، فنظرة واحدة إلى آثار العمارة الإسلامية الموجودة حتى عصرنا الحاضر في شتي بقاع الأرض، وما فيها من تطبيقات علمية متطورة، وما أنجزه عُلماء المُسلمين من القباب والمآذن والسدود والقنوات، تؤكد أن وراء ذلك كله آلات متطورة تساعدهم في تشييد كُل هذا.

كما برع المُسلمون في تشييد القباب الضخمة ونجحوا في حساباتها المُعقدة التي تقوم على ما يُسمى في وقتنا الحاضر بطرق تحليل الإنشاءات القشرية **(SHELLS)**، فهذه الإنشاءات المُعقدة والمتطورة من القباب، مثل قبة الصخرة في بيت المقدس، وقباب مساجد الأستانة والقاهرة والأندلس، والتي تختلف اختلافاً جذريًّا عن القباب الرومانية، كُل هذا يدل على تمكنهم من هذا العلم الذي يقوم على الرياضيات المُعقدة.

وأيضاً إنشاء المآذن الطويلة التي يعلو بعضها أكثر من سبعين متراً فوق سطح المسجد، والتي تختلف اختلافاً جذرياً ومتطوراً عن المنارات الرومانية، وإنشاء السدود الضخمة التي أقامها العهد العباسي والفاطمي والأندلسي، مثل سد النهروان، وسد الرُستن، وسد الفُرات.

ثُم وسائل الري والفلاحة التي ابتكرها المُسلمون، مثل سور صلاح الدين الذي يجلب الماء من النيل إلى قمة جبل المُقطم، ووضعوا في النيل آلة متطورة ترفع الماء إلى ارتفاع عشرة أمتار لكي يتدفق من هذا الارتفاع إلى القلعة مُباشرة.

وأيضاً هذا الاستغلال العبقري لنظرية الأنابيب المُستطرقة في توصيل المياه في شبكة من المواسير إلى البيوت، أو في بناء النوافير داخل القصور كما في نوافير الماء الراقصة في قصر الحمراء، هذا علاوة على استغلالها في تحريك الدُمى والأبواب.

والمدن الإسلامية أول مُدن في التاريخ تستعمل شبكات المياه من المواسير المعدنية، وذلك قبل أوروبا بعدة قرون، وما زالت إحدى هذه الشبكات حتى اليوم موجودة في مدينة (عنجر) شرقي لبنان، وقد أقامها الأمويون في عهد الخليفة عبد الملك بن مروان.

وقد أبدع المُسلمون في استغلال علم الحيل في صناعة السلاح، فطوروا المنجنيق والدبابات الخشبية، وكانوا أول من صنعوا المدفع والبندقية، وتُحدثنا كُتب التاريخ عن الكثير من الاختراعات العجيبة في قصور الخُلفاء وأثرياء المُسلمين، فمن ذلك أن أحد الخلفاء كان مُصاباً بالأرق فصنع له العُلماء فراشاً فوق بحيرة من الزئبق ليساعده على النوم، وجاء في وصف

مقصورة جامع مراكش المصنوعة أيام المُوحدين أنها كانت تتحرك جُدرانها ومنبرها فتتحرك بمجرد أن تلمس رجل الخليفة الأزرار الموضوعة في المدخل الخاص عند دخوله المقصورة، وكانت هذه المقصورة تُدار بحيل هندسية بحيث تُنصب إذا استقر المنصور ووزراؤه بمصلاه، وتختفي إذا ذهبوا، وقد تجلت مهارة المُسلمين الميكانيكية في صناعة الساعات الكبيرة والصغيرة، فيذكر ابن كثير (في البداية والنهاية جـ 9) أن أحد أبواب جامع دمشق كان يُسمى باب الساعات لأنه عمل فيه الساعات التي اخترعها فخر الدين الساعاتي، وكان يعمل بها كُل ساعة تمضي من النهار، وعليها عصافير وحية من نُحاس وغُراب، فإذا تمت الساعة خرجت الحية فصفرت العصافير وصاح الغُراب، وسقطت حصاة في الطست فيعلم الناس أنه قد ذهب من النهار ساعة.

ويقول ابن جُبير في وصف هذه الساعة :

ـ إنها كان لها بالليل تدبير آخر؛ إذ تُجهز بمصباح يدور به الماء خلف زجاجة داخل الجدار، فكُلما انقضت ساعة عم الزُجاجة ضوء المصباح ولاحت للأبصار دائرة محمرة، وكانت هذه الساعة في غُرفة كبيرة وهُناك شخص يُقيم بداخلها مسئول عن صيانتها وإدارتها، ومُدرب على أعطالها الميكانيكية، فهي أشبه بمحطة من محطات توليد الطاقة في عصرنا الحاضر.

وفي سنة 758 هـ صنع المُهندس أبو عنان المرينى المغربي ساعة ضخمة من النُحاس، ووضعت في الساحة العامة بسوق القصر بالمغرب، وكانت في كُل ساعة تسقط صنجة كبيرة فوق طاس كبير فيحدث لها دوى كبير يسمعه أهل المدينة.

كما يُعتبر الجزري أول مُخترع لمضخة المكبس **piston Cylender**، وكذلك قدم الجزرى في كتابه خمس آلات مُختلفة لرفع المياه من الأعماق بالجهد اليسير، وكُل منها يُمثل تطوراً جديداً في علم الميكانيكا، وكان لها الفضل في ابتكار مضخات سحب البترول من الأعماق.

اختراعات عسكرية

في معركة القادسية فوجئ المُسلمون في اليوم الأول للمعركة بظهور الفيلة في مُقدمة جيش الفُرس، وكانت الفيلة بحجمها وصراخها المُرتفع تُخيف خيول المُسلمين فتتراجع الخيل أمامها، وبسرعة خاطفة تشاور قادة المسلمين، وأعدوا خطة للتغلب على الفيلة، فجاءوا في مُقدمة جيشهم بجمال ضخمة وربطوا كل جملين معاً وكسوهما بثوب واحد حتى بدت الجمال كأنها وحوش هائلة، وأخذ الرُماة على الجمال يصوبون سهامهم إلى عيون الفيلة، فأصيبت الفيلة بالذعر فألقت بالجنود من فوقها وعادت وهي تدهس كُل من في طريقها من جنود الفُرس، وبهذا انقلبت الهزيمة إلى نصر.

ومن أشهر الخطط العسكرية في التاريخ التي مازالت تُدرس حتى اليوم في كليات أركان الحرب، ما فعله محمد الفاتح في فتح القسطنطينية، فقد وصل بسفنه المُحملة بالمدافع الضخمة إلى مضيق الدردنيل فوجد أن البيزنطيين قد سدوا المضيق بمجموعة من السلاسل الضخمة التي تمتد بين الشاطئين فتمنع السُفن من العبور، ولكن هذا لم يفت من عضد هذا القائد العبقري ولم يُوقف تقدمه، فقد قرر أن يقوم بأكبر عملية نقل أسطول بحري في التاريخ، وقام الجيش كُله بسحب السفن على أعمدة خشبية ووضعها على البر، والتف من خلف السلاسل ونزل الأسطول في البحر مرة أخرى، وفوجئ البيزنطيون بحركة الالتفاف التي لم يسبق لها مثيل في التاريخ كله، فلأول مره في التاريخ العسكري يجرؤ قائد على نقل سُفنه البحرية بما تحمله من مدافع ثقيلة ومؤن وعتاد، ويصعد بها قمة الجبل، ثُم يهبط بها إلى البحر ليواجه عدوه، وكانت نتيجة المُفاجأة أن سقطت المدينة في قبضته بأقل الخسائر.

وهذه القصص تدلنا بوضوح على أن تفوق المُسلمين الحربي وانتصاراتهم التاريخية لم تكن نتيجة الحماس والشجاعة وحدهما، ولكن كان هُناك تنظيم وترتيب، وكان هُناك تخطيط ومكيدة، وكانت هناك خبرة بفنون الحرب.

لقد وضع الرسول ﷺ بنفسه مبدأ تطوير السلاح وكان حريصاً أن يحصل جيشه على أحدث الأسلحة في عصره، فمن ذلك أنه رأى في يد الزبير بن العوام، بعد عودته من هجرة الحبشة نوعاً جديداً من الرماح يُقال له (العنزة)، وكان الأحباش يصيدون به الوحوش بدقة مُتناهية، فأمر الرسول أن يُصنع لجيشه مثلها، وأمر الزُبير أن يُدربهم عليها، وكذلك كان الرسول ﷺ أول من أدخل في جزيرة العرب المنجنيق، فأرسل إلى الشام وفداً لتعلم صُنعهم وقد صنعهم قبل حصار الطائف وقذف بهم الأسوار والحصون.

وبفضل هذا المبدأ الذي وضعه الرسول ﷺ كان المُسلمون من بعده يحرصون على تطوير سلاحهم بالدراسة والعلم والتجربة، حتى جاء يوم أصبح السلاح العربي مضرب الأمثال في الجودة والمتانة والكفاءة، ومن هذه التطورات صناعة الصُلب العربي الذي تُصنع منه الأسلحة، فقد بلغت هذه الصناعة أوجها في دمشق والقاهرة، وأصبح السيف العربي لا يُدانيه سيف آخر من حيث حدة شفرته وعدم قابليته للصدأ أو الاعوجاج، وكان التوصل إلى هذا النوع من الصُلب بفضل عُلماء المُسلمين في الكيمياء الذين وضعوا الكُتب والمؤلفات بعنوان مثل (فيما يوضع على الحديد والسيوف حتى لا تثلم ولا تصدأ)، وقد ظلت صناعة هذا النوع من الصلب العربي سرًّا لا يعرفه الغرب، ولم يُكتشف إلا من عهد قريب عندما أعلنت إحدى الجامعات الأمريكية أنها توصلت إلى تحليل معدن السيوف العربية القديمة.

أيضاً تفنن المُسلمون في الأسلحة الثقيلة كالمنجنيق لمُهاجمة الحصون فكان أول استعمالهم لها بعد الرسول في حصار دمشق سنة 13 هـ كما ادخلوا عليها الكثير من التطور، وفي حصار (الديبل) في بلاد السند كان لدى الجيش الإسلامي منجنيق هائل يُدعى (العروس) بلغ عدد الجنود الذين يُحركونه ويرمون عليه خمسمائة جُندي.

وقد استعمل ابن الرشيد في حصار (هرقلية) في بلاد الروم منجنيقاً يرمي الحصون بنار حارقة مكونة من خليط من الكبريت والنفط والحجارة وملفوف في الكتان، وفي الحروب الصليبية ابتكر المُسلمون آلة جديدة اسمها (الزيار) ترمي أعداداً كبيرة من السهام الثقيلة دفعة واحدة.

كذلك كان المُسلمون أول من اخترعوا حرب الغازات، فقد جاءت جماعة من طائفة الإسماعيلية فعرضت على صلاح الدين اختراعاً من ابتكارهم يُعتبر أول استعمال للغازات في الحرب، وذلك بأن تُحرق مجموعة من الأعشاب المُخدرة في موضع قريب من جيش العدو بحيث يكون اتجاه الريح نحوهم فيُسبب التخدير للجيش كُله وينومه مما ساعد صلاح الدين على مُباغتة الصليبيين وهزيمتهم.

وقد طور المُسلمون هذا السلاح، فصنعوا منه (القبرة) وهي قُنبلة يقذفونها بالمنجنيق على مُعسكر العدو وهي مُشتعلة وتحتوي على مزيج من البنج الأزرق والأفيون والزرنيخ والكبريت فإذا تفاعل الكبريت والزرنيخ تولدت عنه غازات حارقة وخانقة.

وهُناك أيضاً المؤلفات المُتخصصة في علوم الحرب فمن ذلك كُتب في الرمي بالنبال وإصابة الهدف وأخرى في صفات الأسلحة وأساليب استعمالها مثل (كتاب الدبابات والمنجنيقات) وكتب في الخيل والفروسية والعناية بالخيل مثل كتاب (فضل الخيل) لمؤلفه الفارس الإسلامي عبد المؤمن الدمياطي وكتاب (رشحات المداد في الصافنات الجياد)، وكذلك هُناك مخطوطات في الخطط الحربية أو الخدعة مثل كتاب (الحيل والمكايد) وكُتب التدريب التعبوي ككتاب (أدب الحرب) وكُتب عن (فتح الحصون والمدائن وتربيض الكمائن) وكُتب عن (توجيه الجواسيس والطلائع والسرايا).

والكثير من هذا المخطوطات التي عددها ابن النديم قد فقدت من العالم العربي، ومنها النادر الموجود في مكتبات أوروبا حيث تُرجم عدة مرات واستفادوا منها قرون طويلة، فمن أهم هذه المراجع مؤلفات القائد العسكري الإسلامي حسن الرماح الذي توفي في سوريا عام 1294م وقد ألف كتاب (الفروسية والمكائد الحربية)، وكتاب (نهاية السؤال والأمنية في تعلم الفروسية)، ومن أهم كُتبه كتاب (غاية المقصود من العلم والعمل)، ويُلمح سارتون في كتابه

(مُقدمة إلى تاريخ العلم) إلى أن روجر باكون قد نقل صناعة من هـذا الكتـاب، ولا يفوتنـا هُنـا الإشارة إلى مخطوط إسلامي عسكري هام ظهر أخيراً في مُراكش يعود إلى سـنة 1583م ومؤلـف هذا الكتاب هو (إبراهيم بن أحمد بن غانم بن محمد بن زكريا) وكـان إبـراهيم هـذا مـن بقايـا مُسلمي الأندلس الذين أخفوا إسلامهم، وعندما علم الأسبان بأمره، طردوه إلى مُراكش بعـد أن قضى في سجونهم سبع سنوات، وكـان إبـراهيم خـبيراً بالمدفعيـة وبـصناعتها، وقـد ورث هـذا العلم أباً عن جد مُنذ عصور الأندلس، أما الكتاب فاسمه (العز والرفعة والمنافع للمُجاهـدين في سبيل الله بالمدافع)، ويُعتبر هذا الكتاب أول كتاب من نوعـه في التـاريخ مُتخـصص في صـناعة المدافع وحدها، وفيه يصف مؤلفـه صـناعة المـدافع ابتـداءً مـن عـصور الإسـلام إلى اسـتعمالها وتطويرها في الجيوش الأسبانية، وقد وصف الكتاب اثنين وثلاثين نوعـاً مـن المـدافع المُختلفـة الأحجام والصناعة والأغراض، ووصف أنواع الحجارة وأحجامها التي يقـذفها المـدفع، ووصـف صناعة المدفع وطريقة وزنه بميزان خاص للتأكد من دقة إصابته للهدف، ثُم يختم هـذا المخطـوط ببيان طريف بعنوان عن (تذويب المدفع إذا كان ثقيلاً كي لا يغنمه الأعـداء) والكتـاب مُحلـى بالصور العلمية التوضيحية الملونة، ولا تقتصر أهمية هذا المخطوط على ما فيه مـن معلومـات قيمة عن المدفعية في أسبانيا في مرحلة التحول عن الإسلام، ولكنه يُعتبر آخر صـيحة مـن أحـد بقايا مُسلمي الأندلس إلى العـالم الإسـلامي كُلـه تـدعوه إلى اليقظـة وإعـداد الـسلاح المتطـور لمواجهة أعداء الإسـلام عملاً بقولـه تعـالى ﴿**وَأَعِـدُّوا لَهُـم مَّـا اسْـتَطَعْتُم مِّـن قُـوَّةٍ**. . .﴾ (سـورة الأنفال:60) حتى لا يواجهوا مصير أهـل الأنـدلس مـن الإبـادة الجماعيـة، وفي ذلـك يقـول في مُقدمة كتابه:

ـ ما قصدت به نفعاً دنيوياً، بل الإخـلاص لله تعـالى، راجيـاً أن يـصل إلى جميـع بـلاد المُـسلمين ليحصل به النفع، ويحصل لهـم الأجـر عنـد الله سُـبحانه وتعـالى بتفـريج المُـسلمين بإتقـان أعمالهم، وتخويف أعدائهم الكافرين.

وهُناك اثنا عشر اختراعاً أو اكتشافاً إسلامياً خطيراً كان لكُلٍ منها أثر حاسم في تغيير مجـرى التاريخ، وفي مسار الحضارة الإنسانية في العصور الوسـطي، وتـشمل هـذه الاكتـشافات مجـالات الطب، والميكانيكا، والبصريات، والكيمياء، والعلوم العسكرية، وغيرها، وهي :

1 ـ اكتشاف الدورة الدموية: فقد غير نظريات الطـب والعـلاج تغـييراً جـذريًّا اكتـشفها ابـن النفيس المولود سنة 1215 م.

2 ـ التخدير : فقد كان له الفضل في تطـور الجراحـة الكـبيرة والطويلـة، واكتـشفه ابـن سـينا المولود سنة 980م.

3 ـ خيوط الجراحة من مصارين الحيوان : بفضلها تطورت الجراحة الداخلية، واكتشفها الرازي المولود سنة 850م.

4 ـ النظارة : لقد غيرت حياة ضعاف البصر، واخترعها ابن الهيثم المولود سنة 965م.

5 ـ تطوير صناعة الورق : بفضله انتشر العلم، وأصبحت الكُتب في أيدي الناس جميعاً.

6 ـ الإبرة المغناطيسية : اخترعها الصينيون، ولكن العرب أول من عرفوا طريقة تشغيلها، وبفضلها تحسنت الملاحة وظهرت الاكتشافات البحرية، واكتشفت القارات الجديدة.

7 ـ المدفع : استعمل في أغراض السلم والحرب، كما حسم كثيراً من المعارك التاريخية.

8 ـ المضخة الماصة الكابسة : التي أصبحت أساساً لمُحركات السيارات والقطارات، وقد اخترعها (الجزري) المولود سنة 1165م.

9 ـ الكاميرا : التي أصبحت نواة لكُل الأجهزة البصرية، والمرئية، كالسينما، والتليفزيون، واخترعها ابن الهيثم المولود سنة 965م.

10 ـ الرقاص أو البندول : بفضله عُرف الزمن، وصُنعت الساعات لدقة القياس، وقد اخترعه ابن يونس المصري الذي تُوفي سنة 1009 م.

11 ــ الجبر : وهو علم إسلامي كان له الفضل في تطور علوم الرياضيات والمُحاسبة والكمبيوتر، اخترعه الخوارزمي المولود سنة 780 م.

12 ـ قوانين الحركة الثلاثة : وهي القوانين المنسوبة اليوم إلى نيوتن بينما اكتشفها المُسلمون قبله في القرن العاشر الميلادي، وبفضلها قام علم الميكانيكا الحديث، وجميع الآلات المُتحركة.

والمُلاحظ هُنا أننا لم نتقيد بترتيب مُعين في سرد هذه الإنجازات من حيث الأولوية فالكثير منها لا يُعرف له زمن مُحدد بحيث نتخذ الترتيب الزمني أساساً وقاعدة.

اختراع نظارة القراءة

كان عالم البصريات ابن الهيثم من النوع الذي يأبى الوظائف الحكومية، ويُفضل العمل الحُر، وكانت وسيلته الوحيدة لكسب عيشه تأليف الكُتب العلمية وبيعها، وكان ابن الهيثم خطاطاً يكتب كُتبه بخط يده الجميل، ويزودها بالزُخرف الإسلامي من رسمه، كما يهتم فيها بالرسوم العلمية التوضيحية، ثُم يبيعها في رواق الأزهر، وكان الناس ينتظرونه بفارغ صبر حتى

ينتهي من نسخ أحد كُتبه العلمية ويدفعون له بسخاء في النسخة الواحدة ما يكفيه مؤونة عيشه لعام كامل.

وعندما كبر بن الهيثم في العُمر أحس بضعف بصره مما يتهدده في مصدر رزقه الرئيسي وهو نسخ الكُتب العلمية، ولكنه كعالم في البصريات بالذات لم ييأس، وأخذ يجري التجارب في معمله على الزجاج، حتى صنع قُرصاً كبيراً من الزُجاج المُحدب إذا وضعه على الكتاب فإنه يُكبر الكتابة والخط، ولكن ابن الهيثم الذي كان يعرف تركيب العين ووظائف القرنية والعدسة كان يعلم أن كُل عين لها قوة إبصار خاصة بها تتوقف على العدسة.

فقرر أن يصنع بدلاً من قُرص الزُجاج قُرصين، واحد لكُل عين حسب قوة إبصارها، وبذلك توصل ابن الهيثم إلي صناعة أول نظارة طبية للقراءة في التاريخ، وتعتمد على قياس النظر لكُل عين على حدة، وكانت هذه النظارة تُثبت أمام العين أثناء القراءة.

وأعتقد أن دور النظارة في تطور الحضارة الإنسانية أمر لا يُمكن إغفاله؛ فقد ساعدت ضعاف البصر على أن يعيشوا حياة طبيعية، وأن يقرؤوا ويُنتجوا، وهذه نعمة عظيمة.

البارود

وعزي اختراع البارود إلى روجر بيكون زمناً طويلاً، مع أن روجر بيكون لم يفعل غير ما فعله ألبرت الكبير من اقتباس المُركبات القديمة من العرب، فقد عرف العرب الأسلحة النارية قبل النصارى بزمن طويل. ويستشهد أصحاب هذا الرأي بما وجدوه في المخطوطات العربية التي تعود إلى القرن العاشر الميلادي (أي قبل بيكون بثلاثة قرون) فقد جاء وصف صناعة البارود كما يلي :

- تؤخذ عشرة دراهم من ملح البارود ودرهمان من الفحم ودرهم ونصف من الكبريت، وتُسحق حتى تصبح كالغبار ويُملأ منها ثُلث المدفع فقط خوفاً من انفجاره، ويصنع الخراط من أجل ذلك مدفعاً من خشب تتناسب فتحته مع جسامة فوهته، وتُدك الذخيرة بشدة ويُضاف إليها البُندق (كُرات الحديد)، ثُم يُشعل ويكون قياس المدفع مُناسباً لثقله.

وكتاب القائد الإسلامي (حسن الرماح) المتوفى سنة 278ام، والذي يحتوي شرحاً تفصيليًّا عن صناعة البارود في العالم الإسلامي، وعن طُرق استخلاص ملح البارود من الطبيعة وتنقيته في المُختبرات الكيميائية، هذا الكتاب يدلنا على أن تلك الصناعة كانت قد بلغت في العالم العربي والإسلامي شأناً كبيراً من التطور والكمال قبل أن يعرفها بيكون، مما حدا بسارتون أن يلح بأن بيكون ربما نقل كتاب الرماح، وأخيراً يقول سارتون:

ـ إن نسبة البارود إلى بيكون أمر تدور حوله الشكوك والشبهات.

ثُم يُشير إلى احتمال اطلاع بيكون على المخطوطات الإسلامية في هذا المجال، وبهذا كُله تسقط حجة من يدعون أن أوروبا صاحبة اختراع البارود، وتبقى الحجة الثانية التي تقول إن الصينيين صنعوا البارود قبل العرب واستعملوه في الألعاب النارية والأغراض الدينية، وللرد على ذلك يجب أولاً أن نُميز بين أمرين هُما :

1 ـ هُناك ملح البارود وتركيبه الكيميائي (نترات البوتاسيوم) وهو موجود في الطبيعة تحت اسم (البارود الأسود الخام)، وسُمي بالبارود لأنه قابل للاشتعال عند التسخين أو مُلامسته للنار، فهذه المادة الخام هي التي عرفها الصينيون واستعملوها كما هي في الطبيعة دون تركيب أو تحضير، ولابد أن هُناك شعوباً أخرى غيرهم قد عرفوها أيضاً.

ونستشهد هُنا بفقرة هامة من الموسوعة العالمية "العلم والحضارة في الصين"، التي تُعتبر المرجع الرئيسي والحجة في تاريخ الصين **science and cevilisation in China** (الجزء الخامس ص 432 لمؤلفه نيدهام) والتي يقول فيها :

ـ إن المُسلمين قد عرفوا ملح البارود **salt peter** عن الصينيين وكانوا يسمونه (الملح الصيني) وكان هذا الملح يُؤخذ من (الحجارة) أي من الموارد الطبيعية في أواسط وشرقي آسيا (انتهى كلام نيدهام).

2- أما بارود المدافع **Gun powder**، فهو تركيبة كيميائية، اخترعها الكيميائيون العرب في معاملهم وتتركب من)نترات البوتاسيوم بنسبة 75 ٪ + كبريت بنسبة 10 ٪ + فحم بنسبة 15 ٪) ومن المفروض أنهم قد جربوا (الملح الصيني) أو ملح البارود الخام في هذه التركيبة أول الأمر، فلم يُؤد الغرض كقوة دافعة لأنه في صورته الطبيعية مليء بالشوائب.

وهُنا تأتي ثلاث خطوات هامة قام بها العرب :

الأولى : تحضير ملح البارود كيميائيًا في المعمل: فالمعروف أن أول من اخترع حامض النيتريك هو جابر بن حيان، ثُم جاء بعده الرازي المولود سنة 850 م، فأجرى عليه التجارب وصنع منه الأملاح، ذلك أثناء محاولته لإذابة الذهب وسماه الزاج الأخضر، ويقر دكتور نيدهام للعرب بسبقهم في تحضير هذه الأملاح كيميائياً فيقول :

ـ كان العرب يُطلقون على الأملاح المأخوذة من الطبيعة اسم (الحجارة)، أما الأملاح المُستحضرة في معاملهم كيميائياً فكانت تُسمى (المُستنبطة **Mustanbat**)، ولم يكن الصينيون يعرفون غير الأملاح الطبيعية وحدها.

الثانية : وهي تنقية ملح البارود الخام من الشوائب الطبيعية لأنه أقل تكلفة من الملح المحضر كيميائيًّا، وهُنا أيضاً نستشهد بفقرة من سارتون (مقدمة في تاريخ العلم) جـ 2، يقول فيها تحت عنوان (البارود): إن المُسلمين أول من قام بتنقية ملح البارود الخام، ويستشهد على ذلك بأنه خلال (ثورة الزنج التي قامت سنة 869 م) كان هؤلاء الزنوج عُمالاً في صناعة تنقية ملح البارود في البصرة، وفي شرح أهمية هذه الخطوة يقول سارتون:

ـ وبفرض معرفة الصينيين لملح البارود قبل العرب فلم يكن ذلك ذا قيمة علمية أو تاريخية؛ لأنه لم يكن بصورة نقية تسمح باستعماله كقوة دافعة، وأول من قام بتنقيته وتصفيته هُم المسلمون.

الخطوة الثالثة : وهي صُنع بارود المدفع **(Gun powder)** ليكون قوة دافعة، فلقد كان الكيميائيون العرب يعرفون أن الاشتعال السريع للكبريت والفحم يولد كمية كبيرة من الغازات دفعة واحدة، فأرادوا أن يستفيدوا من هذه الخاصية باستعمالها كقوة دافعة فوضعوا عليها نسبة مُعينة من ملح البارود كعامل وسيط للاشتعال، وكان المدفعي يُدك هذا المسحوق في المدفع ثُم يضع أمامه القذيفة وهي كُرة من الحجر أو الحديد ثُم يُشعل فيها النار.

ومن هُنا نتبين أن العرب أول من صنعوا بارود المدافع واستعمله كقوة دافعة، في حين أن الصينيين كانوا يستعملون ملح البارود الخام لخاصية الاشتعال في أعمال الزينة والأغراض الدينية كالجنازات.

والخلاصة أن البارود اختراع عربي أصلاً لم يعرفه الصينيون قبلهم ولم يعرفه الأوروبيون إلا بعدهم بثلاثة قرون، وكان ذلك عن طريق العرب.

صناعة المدفع:

المدفع اختراع إسلامي، وليس هُناك من يدعي غير ذلك، وقد جاء في المخطوطات العربية أن المُسلمين قد استعملوا المدافع في حصار سرقسطة سنة 1118م، ويذكر ابن خلدون أن سلطان مراكش عندما فتح سلجماسة سنة 1273م قد استعمل المدافع في حصارها فيقول: "إنهم ضربوا أسوارها بمختلف الآلات، فكانت الآلة ترمي قذائف كبيرة من الحجارة أو الحديد ينبعث من خزنة أمام المدافع بطبيعة غريبة ترد الأفعال إلى قدرة باريها"، ويذكر جوستاف لوبون أن أول مرة استعمل الأوروبيون فيها المدافع (بعد أن تعلموها من العرب في الحروب الصليبية) وكان ذلك في معركة (كريسي) سنة 1346م، أي بعد المسلمين بثلاثة قرون أو أكثر.

وحتى بعد أن عرفت أوروبا صناعة المدافع فقد ظلت مُتخلفة عن المُسلمين في تطوير هذا السلاح، فعندما حاصر محمد الفاتح القسطنطينية سنة 1453م استعمل مدافع ضخمة لم تعرف

أوروبا مثيلاً لها، وعندما حاصر العثمانيون فيينا بعد ذلك كانت مدفعيتهم متفوقة على أوروبا بمراحل كبيرة.

كذلك كان للمُسلمين الفضل في اختراع الأسلحة الصغيرة كالبندقية أو البارودة، وقد اخترع مسلمو الأندلس (القربينة) ونقلها عنهم الأسبان في غزو المكسيك سنة 1520 م وكانوا يُسمونها **Arquabus**، وهو اسم مشتق من العربية.

مضخة المكبس Piston Cylinder

اخترعها بديع الزمان الرزاز الجزري (ت سنة 1184 م)، وتم تطويرها عندما جاء عصر البُخار الذي يتمثل في صناعة القطار والمراكب البُخارية، ثُم تلاه عصر البنزين الذي يتمثل في مُحرك السيارة والطائرة، وكانت الفكرة الأساسية التي اعتمد عليها المخترعون لتحويل الطاقة إلى قوة مُحركة هي فكرة عربية أصلاً، والتي اخترعها المُهندس العربي وعالم الميكانيكا الجزرى، وأورد لها وصفاً دقيقاً مُزوداً بالصور العلمية التوضيحية الملونة في كتابه المعروف "الحيل الجامع بين العلم والعمل"، وقد تُرجم هذا الكتاب عدة مرات إلى كُل اللغات الأوروبية تحت اسم (الحيل الهندسية).

ومضخة، الجزرى عبارة عن آلة من المعدن تُدار بقوة الريح أو بواسطة حيوان يدور بحركة دائرية، وكان الهدف منها أن ترفع المياه من الآبار العميقة إلى أسطح الأرض، وكذلك كانت تستعمل في رفع المياه من منسوب النهر إذا كان منخفضاً إلى الأماكن العليا مثل جبل المقطم في مصر وقد جاء في المراجع أنها تستطيع ضخ الماء إلى أن يبلغ ثلاثة وثلاثين قدماً، أي حوالي عشرة أمتار، وهو ما يُعادل ارتفاع مبنى يتألف من ثلاثة أو أربعة طوابق، وتُنصب المضخة فوق سطح الماء مُباشرة بحيث يكون عمود الشفط مغموراً فيه، وهي تتكون من ماسورتين مُتقابلتين في كُلٍّ منهما ذراع يحمل مكبساً أسطوانياً، فإذا كانت إحدى الماسورتين في حالة كبس (اليسرى) فإن الثانية تكون في حالة شفط، ولتأمين هذه الحركة المتقابلة المُضادة في نفس الوقت يُوجد قُرص دائري مُسنن قُد ثُبت فيه كُل من الذراعين بعيداً عن المركز، ويُدار هذا القُرص بواسطة تروس متصلة بعامود الحركة المركزي، وهُناك ثلاثة صمامات على كُل مضخة تسمح باتجاه المياه من أسفل إلى أعلى ولا تسمح بعودتها في الطريق العكسي.

هذا التصميم العبقري لم يكن معروفاً لدى الرومان والإغريق، وهو اختراع عربي صميم، ولا يزال مبدأ مضخة المكبس مُستعملاً حتى الوقت الحاضر في جميع مضخات المكبس التي تعمل باليد، وهي مُنتشرة في كثير من القُرى في العالم أجمع.

وهذه المضخة هي الفكرة الرئيسية التي بنيت عليها جميع المضخات المتطورة في عصرنا الحاضر والمحركات الآلية كلها، ابتداء من المحرك البخاري الذي في القطار أو البواخر إلى محرك الاحتراق الداخلي الذي يعمل بالبنزين كما في السيارة والطائرة، والفكرة الرائدة التي أدخلها الجزري هي استعماله مكبسين وأسطوانتين يعملان بشكل مُتقابل وبصورة متوازية، ثُم نقل الحركة الناتجة وتحويلها من حركة خطية إلى حركة دائرية بواسطة نظام يعتمد استعماله على التروس المُسننة، وهو ما يُطبق حاليًّا في جميع المُحركات العصرية.

اختراع الكاميرا:

وتسمى أيضًا الخزانة المظلمة ذات الثقب **Camera Obscura** اخترعها عالم البصريات ابن الهيثم المولود سنة 965م، عندما كان يعيش في مدينة البصرة سمع عن بيت قديم مهجور من بيوت المدينة يقولون عنه (بيت الأشباح)، فإذا كنت بداخل البيت رأيت صور أشخاص يسيرون على الحائط، وقد ظهرت الصور مصغرة مقلوبة، وزار ابن الهيثم هذا المنزل وأخذ يجري التجارب على هذه الظاهرة حتى تبين له أن هناك ثقب صغير جدًّا في الحائط الفاصل بين البيت والشارع، فإذا مر أحد في الطريق على مسافة معينة من ذلك الحائط تظهر له صورة مصغرة مقلوبة على الحائط الآخر، ولكي يؤكد ابن الهيثم نظريته العلمية شيد في بيته حجرة مماثلة وأخذ يجري التجارب على حجم الثقب والمسافة بين الثقب والجدار المقابل الذي تسقط عليه الصورة حتى حصل على صورة أوضح من تلك التي رآها في (منزل الأشباح).

ومرت السنوات وانتقل ابن الهيثم إلى القاهرة وتبلورت تجاربه العلمية فأراد أن يطور فكرة غرفة الأشباح إلى صندوق صغير يستطيع أن ينقله أينما ذهب فجاء بخزانة أي صندوق صغير مطلي من الداخل باللون الأسود، وجعل في أحد جوانبه ثقباً صغيراً، وفي الجانب المواجه للثقب وضع لوحاً من الزجاج (المصنفر) وعندما وضع هذه الخزانة في رواق الأزهر أمام تلاميذه ظهرت لهم على الزجاج صورة صغيرة مقلوبة كانت مثار الدهشة والضحك.

وقد طور ابن الهيثم اختراعه بعد ذلك، وإذا كنا نعرف أنه أول من اخترع العدسة المحدبة واستعملها في النظارة فقد استخدم هذه العدسة في الخزانة أيضاً ووضعها خلف الثقب مباشرة، وهو بذلك يكون قد استكمل اختراع أول كاميرا في تاريخ الإنسانية، إلا أنه لم يطلق عليها اسمه، بل اسماً علمياً بسيطاً هو (الخزانة المظلمة ذات الثقب).

وعندما يمسك الواحد منا بتلك الأجهزة المتطورة التي أصبحت في يد كل سائح وصحفي وعالم وطبيب، وفي يد الطفل الصغير والشيخ الكبير، وكأنها جواز سفر إلى الدنيا لا بد لنا تذكر ابن الهيثم شيخ البصريات الإسلامي، واختراعه الأول الذي جعل هذه النعمة ميسرة لنا.

الرقاص أو المِوار Pendulum

وقد اخترعه عالم الرياضيات والفلك أحمد بن يونس المصري المتوفى سنة 1009 م. وقبل اختراع الرقاص كان الزمن يُحسب بالساعة الرملية أو الساعة الشمسية، ومنذ عرف الإنسان الرقاص تطورت آلات حساب الوقت بسرعة، وكان ابن يونس عالماً رياضياً وفلكياً لدى الخليفة الحاكم بأمر الله، وكان مديراً لمرصد المقطم في حلوان، وقد لاحظ ابن يونس أنه إذا علق ثقلاً في خيط طويل في سقف المرصد ثم أزاحه قليلاً عن مركز سكونه فإن هذا الثقل يكتسب حركة ترددية منتظمة على شكل قوس مركزه نقطة التعليق وذلك وفقاً لقانون ثابت يتوقف على طول الخيط وليس على المسافة التي يقطعها في حركته.

وبعد ابن يونس في مصر جاء عالم فلكي آخر في العراق هو كمال الدين الموصلي المتوفى سنة 1242 م فأجرى المزيد من التجارب على الرقاص، وتوصل إلى الكثير من قوانين تذبذبه، وقد استعمل العرب الرقاص في كثير من الآلات الحاسبة والساعات الدقاقة وآلات رصد الفلك، وبعد أن اخترع العرب الرقاص بستمائة وخمسين عاماً ووصولهم إلى أكثر قوانينه جاء العالم الإيطالي جاليلو المُتوفى سنة 1624 م فاستفاد من أبحاث العرب ووضع أكثر القوانين الرياضية التي نعرفها اليوم عن البندول (الرقاص) وحسبها رياضيًّا.

ولم يعد أحد اليوم يُجادل في أن الرقاص اختراع عربي، وقد أجمع على ذلك كُل من سارتون وسيديو ومتز وهونكة ولوبون.

ويقول سميث في كتاب (تاريخ الرياضيات – ص 673 جى 2): ومع أن قانون الرقاص من وضع جاليلو إلا أن ابن يونس المصري قد سبقه إلى اكتشافه، وكان فلكيو المسلمين يستعملون البندول لحساب الفترات الزمنية أثناء الرصد، كما يذكر الدكتور جوستاف لوبون : أن العرب هم أول من طبق استعمال الرقاص في الساعة.

وقد كان لاختراع البندول الفضل في قيام علم جديد قائم بذاته هو علم ميكانيكا الذبذبات أو الاهتزازات، واستعمل في تسجيل الزلازل والهزات الأرضية والتنبؤ بها.

واستُعمل في قياس شدة الجاذبية الأرضية التي تُؤثر على زمن الذبذبة، وفي إثبات حركة دوران الأرض، ومن أهم استعمالاته في العصر الحديث، في اكتشاف الاهتزازات الناجمة عن المحركات الدوارة، كما في الطائرات السريعة والمركبات الفضائية ومعالجتها لتحقيق توازن المحرك.

علم الجبر

اخترعه محمد بن موسى الخوارزمي المتوفى سنة 1846م، وفي أوروبا يسمى هذا العلم (اللوجاريتم **Logaritmi**) وهي كلمة مشتقة من اسم (الخوارزمي) مؤلف هذا العلم.

اتسعت الخلافة الإسلامية في مشارق الأرض ومغاربها، وزادت حاجة المسلمين إلى علم جديد من علوم الحساب يُساعدهم في الأمور الآتية :

أولاً : مُعاملات البيع والشراء : مع الدول المجاورة والشعوب المختلفة، بما في ذلك اختلاف العملات والموازين ونظام العقود.

ثانياً : مُعاملات المساحة : ابتداءً من حساب مُحيط في الكرة الأرضية وقطرها وخطوط الطول والعرض في البلدان، إلى مساحات البلدان والمدن والمسافات بينها، ثُم مساحات الشوارع والأنهار، إلى مساحات الضياع والبيوت.

ثالثاً : الوصايا والمواريث : وتقسيم التركات المُعقدة.

رابعاً : الحساب العلمي : مثل الحسابات الفلكية التي تصل أرقامها إلى الملايين، وحساب المعمار، إلى غير ذلك مما تحتاجه دولة ناهضة تسابق الزمن بل تسبق كل علوم عصرها في نهضتها ولا تسعفها علوم الحساب العادية والموروثة عن السابقين.

من هنا فقد أُمر عالم الرياضيات المشهور في بغداد الخوارزمي أن يتفرغ لعلم جديد أو وسيلة جديدة لحل المُعادلات الصعبة التي تُواجه المشتغلين بالحساب، وقد ألف الخوارزمي في ذلك كتابه (الجبر والمقابلة).

ويشرح الخوارزمي الهدف من هذا العلم الجليل فيقول عنه :

ـ لما يلزم الناس من الحاجة إليه في مواريثهم ووصاياهم وفي مقاسمتهم وأحكامهم وتجارتهم وفي جميع ما يتعاملون به بينهم من مساحة الأرضين وكرى الأنهار والهندسة وغير ذلك من وجوهه وفنونه.

ومن بعد الخوارزمي جاء علماء آخرون من أنحاء العالم الإسلامي فأسهموا في تطوير هذا العلم الذي وضع الخوارزمي أساسه، ومن هؤلاء: التبريزي والبتاني وابن يونس المصري وابن الهيثم وعمر الخيام، وغيرهم كثيرون حيث وصلوا بهذا العلم إلى قمة الكمال، وعندما جمعت أوروبا ما كتبه المسلمون في هذا الميدان كان لهذا العلم فضل عظيم في نهضتها الحديثة في كُل مجالات الحياة، ابتداءً من صناعة السيارات، والطائرات والقاطرات، إلى إقامة الجسور الضخمة وناطحات السحاب، إلى صناعة صواريخ الفضاء والهبوط على سطح القمر.

ويكفي لكي نتصور كيف كان حال الدُنيا لو لم يُخترع علم الجبر أن ننظر إلى هذه الرسمة الرمزية التي نشرتها هيئة اليونسكو في كتاب تاريخ الإنسانية وهي تبين مرحلة في أوروبا في العصور الوسطى بين مدرسة الخوارزمي في الحساب وبين المدرسة الإغريقية القديمة، فعلى اليمين رجل أمامه لوح مُكون من عدد من الكرات على السلك لمعرفة الحساب، وعلى اليسار رجل يحسب بطريقة اللوغاريتم وعلم الجبر، فانظر الفارق بين الحضارتين والعلمين!

ويذكر الدومييلي **Al - domieli** في كتابه "العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي" أن فضل الخوارزمي لم يُؤد فقط إلى وضع لفظ الجبر وإعطائه مدلوله الحالي، بل إنه افتتح عصراً جديداً في الرياضيات، حتى وإن أمكن أن نجد رواداً سابقين عليه في ذلك النوع من الحساب".

عُلماء المسلمين اكتشفوا قوانين الحركة قبل نيوتن وجاليليو

علم الحركة يقوم على ثلاثة قوانين رئيسية تنسب حاليًّا إلى إسحق نيوتن المتوفى سنة 1727م عندما نشرها في كتابه الشهير (الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية).

كانت هذه هي الحقيقة المعروفة في العالم كله وفي جميع المراجع العلمية حتى مطلع القرن العشرين، إلى أن تصدى للبحث جماعة من علماء الطبيعة المعاصرين، وفي مقدمتهم الدكتور(1) مصطفى نظيف أستاذ الفيزياء، والدكتور جلال شوقي أستاذ الهندسة الميكانيكية، والدكتور على عبد الله الدفاع أستاذ الرياضيات. فتوفروا على دراسة ما جاء في المخطوطات الإسلامية في هذا المجال. فاكتشفوا أن الفضل الحقيقي في هذه القوانين يرجع إلى علماء المسلمين، بحيث اعتبروا أن فضل نيوتن في هذه القوانين هو تجميع المعلومات القديمة وصياغتها وتحديده لها في قالب الرياضيات، وهذا سرد مبسط لكل واحد من هذه القوانين وما كتبه علماء المسلمين في المخطوطات العربية قبل نيوتن بسبعة قرون.

القانون الأول للحركة

وينص على أن الجسم يبقى في حالة سكون أو في حالة حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تجبره قوى خارجية على تغيير هذه الحالة، جاء هذا المعنى في أقوال إخوان الصفا وابن سينا وفخر الدين الرازي ونصير الدين الطوسي، ففي الرسالة الرابعة والعشرين (8) يقول إخوان الصفا، "الأجسام الكليات كل واحد له موضع مخصوص ويكون واقفاً فيها لا يخرج إلا بقسر قاسر"، ويقول ابن سينا المتوفى سنة 1037م في كتابه الإشارات والتنبيهات:

"إنك لتعلم أن الجسم إذا خلي وطباعه ولم يعرض له من الخارج تأثير غريب، لم يكن له بد من موضع معين وشكل معين، فإن من طباعه مبدأ استيجاب ذلك ".

ثم يقول ابن سينا: "إذا كان شيء ما يحرك جسمًا ولا ممانعة في ذلك الجسم، كان قبوله الأكبر للتحريك مثل قبوله الأصغر، ولا يكون أحدهما أعصى والآخر أطوع حيث لا معاوقة أصلاً".

ثم يأتي بعد ابن سينا علماء مسلمون على مر العصور يشرحون قانونه ويجرون عليه التجارب العملية، وفي ذلك يقول فخر الدين الرازي المتوفى سنة 1209م في شرحه "إنكم تقولون: طبيعة كل عنصر تقتضي الحركة بشرط الخروج عن الحيز الطبيعي والسكون بشرط الحصول على الحيز الطبيعي ".

ويقول أيضاً في كتابه "المباحث الشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات": وقد بيّنا أن تجدد مراتب السرعة والبطء بحسب تجدد مراتب المعوقات الخارجية والداخلية.

كل هذه إشارات واضحة إلي خاصية مدافعة الجسم عن استمراره في البقاء على حاله من السكون أو الحركة، وهذا يؤكد أن ابن سينا أول من اكتشف هذا القانون قبل جاليلو ونيوتن بعدة قرون.

القانون الثاني للحركة

ويتعلق بدراسة الأجسام المتحركة، وهو ينص على أن تسارع جسم ما أثناء حركته، يتناسب مع القوة التي تؤثر عليه، وفي تطبيق هذا القانون على تساقط الأجسام تحت تأثير جاذبية الأرض تكون النتيجة أنه إذا سقط جسمان من نفس الارتفاع فإنهما يصلان إلى سطح الأرض في نفس اللحظة بصرف النظر عن وزنهما، ولو كان أحدهما كتلة حديد والآخر ريشة، ولكن الذي يحدث من اختلاف السرعة مردّه إلى اختلاف مقاومة الهواء لهما، في حين أن قوة تسارعهما واحدة.

وقد تصدى لهذه القضية العديد من علماء الميكانيكا والطبيعيات المسلمين، فيقول الإمام فخر الدين الرازي في كتابه "المباحث المشرقية"[11]:

"فإنَّ الجسمين لو اختلفا في قبول الحركة لم يكن ذلك الاختلاف بسبب المتحرك، بل بسبب اختلاف حال القوة المحركة، فإن القوة في الجسم الأكبر، أكثر مما في الأصغر الذي هو جزؤه؛ لأن ما في الأصغر فهو موجود في الأكبر مع زيادة"، ثم يفسر اختلاف مقاومة الوسط الخارجي كالهواء للأجسام الساقطة فيقول: "وأما القوة القسرية فإنها يختلف تحريكها للجسم العظيم والصغير لا لاختلاف المحرك بل لاختلاف حال المتحرك، فإن المعاوق في الكبير أكثر منه في

الصغير، وهكذا نجد أن المسلمين قد اقتربوا – إلى حد بعيد جدًّا – من معرفة القانون الثاني للحركة.

القانون الثالث للحركة

وينص على أن لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه، هذا المعنى بنصه في كتاب (المعبر في الحكمة) [12] لأبي البرَكات هبة الله البغدادي المتوفى سنة 1165م إذ يقول "إن الحلقة المتجاذبة بين المصارعين لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر. وليس إذا غلب أحدهما فجذبها نحوه تكون قد خلت من قوة جذب الآخر، بل تلك القوة موجودة مقهورة، ولولاها لما احتاج الآخر إلى كل ذلك الجذب "، ويقول الإمام فخر الدين الرازي في كتابه " المباحث المشرقية" [13]: " الحلقة التي يجذبها جاذبان متساويان حتى وقفت في الوسط لا شك أن كل واحد منهما فعل فيها فعلاً معوقاً بفعل الآخر" .

وبهذا نستطيع أن نقول إن المسلمين قد توصلوا إلى أصول القانونين الأول والثالث للحركة واقتربوا كثيراً من القانون الثاني. وجدير بنا أن ننسب القانون الأول لابن سينا والثالث للبغدادي لا لنيوتن.

أهمية هذه القوانين وفضلها على الحضارة المعاصرة:

هذه القوانين الثلاثة للاستقرار والحركة ورد الفعل هي القوانين الأساسية التي ترتكز عليها كل علوم الآلات المتحركة، ابتداء من السيارة والقطار والطائرة إلى صواريخ الفضاء والعابرة للقارات، وهي نفسها التي هبط بها الإنسان على سطح القمر، وسيرته في الفضاء الخارجي، وهي أيضاً أساس جميع العلوم الفيزيائية التي تقوم على الحركة، فالكهرباء هي حركة الالكترونات. والبصريات هي حركة الضوء، والصوت هو حركة الموجات الضوئية... إلخ. وجدير بنا أن نفخر بفضل علمائنا الأولين كلما ذكر اسم نيوتن الذي وضعه بعض المؤرخين في صف الأنبياء بسبب نسبة هذه القوانين إليه.

كان هذا اثني عشر اكتشافاً إسلامياً، لكل منها دور بارز في تطور العلوم وفي مسيرة الحضارة الإنسانية، وليس معنى ذلك أن هذا هو كل ما قدمته تلك الحضارة من إنجازات ولكنها على سبيل المثال لا الحصر، وقد أردت بها أن تكون أمثلة حية وملموسة على إنجازات المسلمين في عصر نهضتهم، نردّ بها على فريق المستشرقين المغرضين الذين دأبوا دون ملل ولا كلل على ترديد أن فضل الحضارة العربية هو في نقل العلوم الإغريقية وحفظها إلى أن جاء الأوروبيون أصحاب هذا التراث العلمي لكي يتسلموه منهم.

والواقع أن هناك الكثير من إنجازات الحضارة الإسلامية، الذي مازال خافياً علينا، والذي نُهب منا ونَسبه غيرنا إلى نفسه ونحن غافلون، فهناك في مكتبات أوروبا عشرات الألوف من المخطوطات العلمية العربية، الموجودة في الأفنية المظلمة والدهاليز السرية، ومعظمها من النادر الثمين الذي لا يوجد منه غير نسخة واحدة في أوروبا لا مثيل لها في العالم العربي، كما أن هناك أضعاف هذا العدد من المخطوطات في العالم العربي نفسه، وكلها مما لم يتفرغ له أحد لتحقيقه والكشف على ما يحتويه من كنوز المعرفة.

والملاحظ هنا أن كل واحد من هذه الاكتشافات قد تعرض لادعاءات كثيرة من شعوب مختلفة ومن علماء في شتى أنحاء الأرض، وتتراوح هذه الادعاءات بين السرقة العلمية الواضحة، وبين الاقتباس والتطوير. أما أمثلة السرقة فهو ما فعله سرفيتوس في نقله الدورة الدموية عن ابن النفيس، وقد اتفقت الهيئات العلمية التي تناولت هذا الموضوع بالبحث والدراسة على أن النقل قد تم بالمعنى واللفظ، ونفس الشيء فعله قسطنطين الإفريقي عندما ترجم مجموعة من كتب المسلمين.

ومن أمثلة الاقتباس والتطوير ما فعله جاليليو في اختراع البندول ونيوتن في قوانين الحركة، حيث وضعوا لها المعادلات الرياضية التي نعرفها اليوم ولكنهم لم يذكروا فضل من سبقوهم من المسلمين في هذا الميدان.

وهناك ثلاثة من هذه الاكتشافات كثر حولها الجدل، قيل إن العرب نقلوها عن الصينيين، وهي: البارود والبوصلة والورق، وقد ناقشنا هذا الادعاء بوضوح، واستشهدنا برأي العلماء المختصين في تاريخ الصين العلمي، وبيّنا في هذا الميدان ما لنا وما علينا، بأمانة العلم، فإذا كان علماء الغرب قد أنكروا على غيرهم حقه وحاولوا سلبه منه، فلا يعني ذلك أن نفعل مثلهم فننكر فضل من سبقونا، فالحضارة الإنسانية كلها متصلة ببعضها، وجميع الحضارات تنقل عن بعضها أفكاراً ثم تطورها وتقدمها لصالح الإنسانية كلها، وهذه سنة الحياة التي لولاها لكان على كل حضارة أن تبدأ من الصفر، وتظل الإنسانية دائرة في حلقة مفرغة، ولا تحرز تقدماً جيلاً بعد جيل.

ولكن المهم في هذا الميدان.. ميدان التسابق الحضاري، هو أن لا تطغى روح الأنانية، وأن تعترف كل حضارة بغيرها وتقر بمنجزاته. وللحقيقة والتاريخ: فلم نسمع أن عالماً واحداً من علماء المسلمين حاول أن ينسب لنفسه أي اكتشاف علمي ليس له، أو كتاباً لم يؤلفه وقد كان ذلك سهلاً وميسوراً؛ لأن كتب الإغريق كانت قد نسيت واندثرت، وكان بعضها يستخرج من مقابر أصحابها، وفي مثل هذه الأحوال ما أسهل الادعاء، ولكنك تجد دائماً في المراجع العربية ذكر لكل صاحب فضل وعلم في هذا الميدان مع الكثير من التقدير والاحترام، فإذا كان رأيه

خطأ يناقشونه بشجاعة ولكن دون إفحاش ولا إساءة. فكان الرازي وابن سينا وابن النفيس والزهراوي وغيرهم يقولون "قال الفاضل جالينوس"، "وقال الفاضل أبوقراط"، فإذا وجدوا خطأ قالوا (وهذا الرأي عندنا خطأ وصحته كذا). قارن هذا بما فعله رجال أمثال بارسيليسو في أوروبا في القرن السادس عشر عندما قام بإحراق كتب ابن سينا والرازي في الساحة العامة في إحدى مدن أوروبا لكي يقول إن عهدهم قد انتهى ونفوذهم على العلم يجب أن يتوقف.

وفي ختام هذا الباب لنا هنا ملاحظة أخيرة. فبعض هذه الإنجازات التي سردتها مازالت بحاجة إلى المزيد من الأدلة والبراهين من خلال مطالعة واسعة ومسح شامل للمخطوطات الإسلامية، وهذا عمل لا يستطيع فرد واحد أن يقوم به، وحسبي أنني فتحت الأبواب لمن يأتي بعدي ولكل من يهمه رد الاعتبار إلى حضارتنا الإسلامية لإبراز الحقيقة من ثنايا كتب التراث.. ولكنني أحذر القارئ والباحث من الاعتماد على المصادر الأجنبية وحدها في هذا الميدان بالذات حتى لو كانت موسوعات علمية منصفة؛ فقد اعتادت هذه الموسوعات أن تنقل عن بعضها، وبعض الحقائق الخطيرة الخاطئة يظل ينقل من كتاب إلى آخر، بل من جيل إلى جيل، إلى أن يظهر من يتصدى له ويبين خطأه كما فعل الدكتور التطاوى في الدورة الدموية.

ومن أكبر الصعوبات التي ستصادف الباحث في هذا الميدان، أن معظم المخطوطات العلمية العربية القيمة موجودة الآن في متاحف الغرب ومكتباتهم، وأنه لا يوجد لها مثيل في العالم العربي والإسلامي، والقليل الذي نعرفه عنها هو ما يسمحون بنشره أو يذكرونه في كتبهم.. وهذا أيضاً يؤيد ما ذهبنا إليه في الباب الأول من هذا الكتاب من وجوب العمل على كافة المستويات ابتداء من المستوى السياسي عن طريق رؤساء الدول، إلى مستوى الحكومات والكليات والمعاهد العلمية، إلى مستوى الأفراد من العلماء لاستعادة كتب التراث الإسلامي الموجودة في الغرب، أو على الأقل نقلها وتصويرها.

قياس الوزن النوعي

هو نسبة كتلة الجسم بالمقارنة بحجمه، ويُعبر عنها عادة بالوزن النوعي، وهو أيضاً نسبة كثافة الجسم بالمقارنة بكثافة الماء حيث تُؤخذ كثافة الماء على أنها وحدة واحدة.

وفي النظام المتري يزن السنتيمتر المكعب من المياه عند درجة حرارة مقدارها أربع درجات جراماً واحداً، كما يُمكن تحديد الوزن النوعي بعدة طُرق، حيث يُمكن وزن الأجسام الصلبة ذات الوزن النوعي العالي في الهواء على حدة ثُم بعد ذلك توزن في الماء، ثم يتم الحصول على الوزن النوعي بقسمة الوزن في الهواء على الفارق في الوزن عند غمس الجسم في الماء.

ولقد توصل العُلماء المُسلمون في القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي إلى طُرق مُتقدمة جداً لقياس الوزن النوعي للمعدن مُقارنة بالطرق المُستخدمة حديثاً، كما جاءت نتائجهم في غاية الدقة إذا قورنت بالأوزان المُتعارف عليها الآن، وقد كانت تجاربهم التي أجروها مثاراً للإعجاب حتى اليوم.

فلقد أجرى البيروني اختبار الوزن النوعي للتفريق بين معادن اللازورد، والياقوت، والزمرد، والعقيق، والبلور، واللؤلؤ، وتوصل إلى فروق لا تتجاوز أجزاء قليلة من المائة بينها وبين القياسات الحديثة، ولقد ذكر فروقاً بين الذهب والفضة فقال :

ـ ومتى وازى الذهب غيره في الوزن لم يساوه في الحجم، ونسبة حجم الحديد إلى حجم الذهب المتساويين في الوزن نسبة مائة وواحد وخمسين إلى ثلاثة وستين، ويُقنعك فيه أن كفتي ميزانك إذا وسعتا شيئاً واحداً كانتا متساويتين في الوزن مضروبتين في جنس واحد، ثُم وازنت فيهما ذهباً مع غيره حتى توازنا ثُم أدليتهما معاً في الماء، وشلتهما من الغوص في الماء، فإن كفة الذهب ترجح لأن ما دخلها من الماء أكثر مما دخل الكفة الأخرى لصغر حجم الذهب وكبر حجم غيره ... والمُكعب الذي ضلعه ذراع إذا كان من الماء اتزن مع ما هو جزء من تسعة عشر إذا كان ذهباً.

الفلز	قيم البيروني منسوبة إلى الماء على أساس الوزن النوعي للماء = 1	القيم الصحيحة منسوبة إلى الماء باستخدام الأجهزة الحديثة
الذهب	19	19.258 ـ 19.3
الزئبق	13.49	13.557
الرصاص	11.437	11.389 ـ 11.445
الفضة	10.377	10.474 ـ 10.428
الصفر	8.859	8.726 ـ 8.667
النحاس الأحمر	8.676	8.726 ـ 8.667
الحديد	7.92	7.79 ـ 7.6
القصدير	7.15	7.291

ولقد وجد البيروني أن الوزن النوعي للماء البارد يقل عنه للماء الساخن، ولقد استخدم في ذلك جهازاً وضعه من ابتكاره، وهو أقدم جهاز مقياس لتعيين الوزن النوعي للمواد.

والجهاز المُستعمل مخروطي الشكل ذي مصب بالقرب من فوهته بحيث يتجه هذا المصب إلى أسفل.

وكان البيروني يزن المعدن أو الفلز المطلوب قياس وزنه قياساً دقيقاً في الهواء، ثُم يُدخله في جهازه المخروطي المملوء بالماء إلى فوهته، فتحل المادة مكان الماء المُزاح الذي يفيض من فتحة المصب، وعندئذ يقوم البيروني بوزن الماء المُزاح، ويُعين الوزن النوعي للمادة بحساب النسبة بين وزن المادة في الهواء ووزن الماء المُزاح. ولقد كانت نتائج القياس كما ورد في كتابه الجماهر لفلزات كُلٍ من الذهب والزئبق والرصاص والفضة والصفر والنحاس الأحمر وتوتياء النحاس والحديد والقصدير، مُقارنة بالقيم المقيسة بالأجهزة الحديثة كما بالجدول التالي :

كما كانت نتائج قياس الوزن النوعي لبعض الجواهر الكريمة مثل الياقوت الأحمر والزُمرد واللازورد واللؤلؤ والمُرجان والزجاج والكوارتز مُقارنة بالقيم المقيسة بالأجهزة الحديثة كما يلي : ـ

المعدن	قيم البيروني منسوبة إلى الماء على أساس الوزن النوعي للماء =1	القيم الصحيحة منسوبة إلى الماء باستخدام الأجهزة الحديثة
الياقوت	4.01	4.4ـ3.99
الأحمر	2.86	2.775ـ2.678
الزمرد	2.8	حوالي 3
الزبرجد	2.7	2.684ـ2.65
لازورد	2.67	2.7ـ2.5
اللؤلؤ	2.66	2.6
المرجان أو العقيق	2.58	2.58

وفي القرن السادس الهجري / الثاني عشر الميلادي استخدم الخازن نفس الجهاز الذي استعمله البيروني لتعيين الوزن النوعي لبعض المواد الصلبة والسائلة، وتوصل به إلى درجة عالية من الدقة، كما ابتكر الخازن مُعادلة تُحدد الوزن المُطلق والوزن النوعي لجسم مُركب من مادتين بسيطتين، وهي :

$$س = أ\left(\frac{\frac{1}{ك} - \frac{1}{ب_1}}{\frac{1}{ب_2} - \frac{1}{ب_1}}\right)$$

حيث (أ) الوزن المُطلق للجسم المُركب، و(ك) الوزن النوعي للجسم المركب، و(ب1) كثافة المادة الأولى، و(ب2) كثافة المادة الثانية، وقد أشار الخازن إلى أن للهواء وزناً وقوة رافعة كالسوائل، وأن وزن الجسم المغمور في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي، وأن مقدار ما ينقصه من الوزن يتوقف على كثافة الهواء، وبين أن قاعدة أرشيدس لا تسري على السوائل فقط بل تسري على الغازات أيضاً.

وقد أودع الخازن نتائجه هذه في كتابه ميزان الحكمة، وهي النتائج التي نُسبت فيما بعد إلى العالم الإيطالي تورشيلي، كما مهدت هذه الأبحاث أيضاً إلى اختراع البارومتر كمقياس لثقل السائل النوعي.

❁❁❁

obeikandl.com