الإبداع العلمي العربي في الميكانيكا.

Arab scientific creativity in mechanics.

مليكة مذكور

جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف

مخبر الفلسفة التطبيقية والدراسات المستقبلية

medkour.malika@yahoo.fr

تاريخ الاستلام: 2023/11/18 ؛ تاريخ القبول : 2023/12/20 ؛ تاريخ النشر : 2024 /01/08

ملخص:

أبدع العرب في علوم شتى بما في ذلك علم الحيل أو الميكانيكا، وقد نتج عن ذلك تطبيقات تقنية ظهرت في شكل وسائل وأجهزة استخدمت في الحياة اليومية، وهو ما ترجم في آلات الإسطرلاب لدراسة حركة الأفلاك، آلات ضخ المياه التي تعتمد على الطاقة الهيدروليكية، الساعات لقياس الوقت، وغيرها من الفروع العلمية التي كانت تنطوي تحت علم الحيل، وقد صاحب هذه المعرفة التقنية معرفة نظرية بقوانين الرياضيات والفيزياء، فتميزت الحضارة العلمية في الإسلام بظاهرة الجمع بين العلم النظري والتطبيقي، والدمج بين العلوم وتوظيف نتائجها لخدمة علوم أخرى.

وأمام هذه الوضعية نتساءل ما هي الدروس التي يمكن استنتاجها من دراستنا لعلم الحيل عند العرب، وما هي العوامل التي ساعدت على إبداع علمائه قديما وركوده حاليا.

الكلمات المفتاحية: علم الميكانيك، الحضارة العربية الإسلامية، الإبداع، الفكر المعاصر.

Abstract:

Arab scientists have excelled in several sciences, including mechanics, These innovations have resulted in various technical applications, They appeared in various means and devices that were used in everyday life, An example is astrolabe machines for studying the motion of the spheres ,Water pumping machines based on hydraulic power, Clocks for measuring time, And other scientific branches that were included under the science of mechanics, This technical knowledge was accompanied by a theoretical knowledge of the laws of mathematics and physics, This is what made the scientific civilization in Islam characterized by the phenomenon of combining theoretical and Applied Science, and Combining different sciences and using their results to serve each other.

In view of this situation, we wonder what lessons can be accessed through our study of mechanics among Arabs, and What are the factors that favored the creativity of its researchers in the past and its stagnation today?

Keywords: Mechanics science, Arab-Islamic civilization, creativity, contemporary thought.

مقدمة:

لا شك في أن ما يميّز حضارتنا المعاصرة هو التقدم العلمي والتقني الذي أحدث هوة كبيرة بين المجتمعات المنتجة لهذه المعرفة وهذه التقنيات وبين مستقبلها، وهذه الهوة خلقت في نفوس الكثير منا الشعور بالغربة اتجاه هذه التقنيات، إذ نستعمل الكثير من المنتجات الصناعية والتقنية التي لا نعرف لا كيف صنعت ولا مما تتألف ولا التقنيات المعتمدة في انتاجها ولا المبادئ التي تقوم عليها، وهذا الأمر خلق في نفوسنا عقدة التفوق الغربي التي زرعت في نفوسنا روح التكاسل والتبعية، وجعلتنا نشعر أننا غير نافعين لأي شيء.

ومن هنا جاء اختياري لعلم الحيل أو علم الميكانيك لموضوع للدراسة، فهو لم يكن اختيارا اعتباطيا بل جاء بهدف الوصول إلى عدة أهداف:

- التعريف بعلم يعتقد الكثير منا أنه وليد الفكر الغربي، ومن ثمة فالحديث عن الميكانيكا والتقنية أو التكنولوجيا هو حديث عن إبداع الفكر الغربي.

- التعريف ببعض العلوم التي ازدهرت إبان العصر الذهبي للعلوم العربية، وتعد من العلوم المنسية التي لم تنل حضها من البحث والدراسة مقارنة بعلوم أخرى كالرياضيات والفيزياء، باعتبار هذه العلوم إلى جانب علوم أخرى تمثل مرحلة من مراحل تاريخ العلم، وتحتاج منا أن نقف عندها للبحث في مبادئ هذه العلوم أسباب تطورها وأسباب ركودها، وهي على ما أعتقد إشكالية أساسية في فلسفة العلم، ولا ينبغي لإشكاليات تاريخ العلم أن تقترن فقط بإشكاليات العلم الحديث والمعاصر، لأنه في تصوري لكل مرحلة من مراحل تاريخ العلم إشكالياتها الخاصة وعوائقها، أسباب تقدمها ونكوصها.

- كما نهدف من وراء هذا كله إلى التأكيد على حقيقة أن العقل العربي ليس عقلا عاجزا مستقيلا أو منفعلا كما يحلو لكثير من المفكرين وصفه، بل هو عقل مبدع إذا ما توفر له المناخ والأرضية التي يولد فيها هذا الإبداع.

وبالتالي علينا أن نقاوم ما تحاول اتجاهات كثيرة أن تزرعه فينا من تضخيم لإنتاج العقل الغربي، وتقزيم لإنتاج العقل العربي، وهو ما خلق فينا ما يسميه علماء النفس "مشاكل سيكولوجية الإنسان المتخلف" التي تفقده الإحساس بالقوة والقدرة على المجابهة، لأن الإنسان في مثل هذه الوضعية يجد نفسه في وضعية المغلوب على أمره، وبذلك يفتقد موقفه العام من الحياة الطابع التغيري الفعال ويغلب على سلوكه طابع التلقي الفاتر لما قد يحدث، ثم هذا الإحساس بانعدام للثقة بالنفس، يظهر بوضوح في موقفنا من العلم والتكنولوجيا

المعاصرة، فيضع هذا الإنسان نفسه مسبقا في وضعية العاجز عن استيعاب التكنولوجيا الحديثة، يظل أمامها مبهورا، وكأن ما يحكمها هو الألغاز والطلاسم لا القوانين الفيزيائية والرياضية التي يمكن معرفتها و استيعابها[1].

وبالتالي نقول إن حضارتنا لم تكن حضارة فن وأدب وشعر فحسب؛ بل كانت أيضا حضارة مبدعة في مجال العلوم والتكنولوجيا، ولهذا سنجد أثناء رحلتنا مع علم الحيل النافعة عند العرب والمسلمين ما لا نتخيل وجوده من المخترعات والآلات في تلك العصور البعيدة حتى يصل الأمر إلى أن نتعرف على بعض الصور الأولية لما يمكن أن نسميه اليوم بالرجل الآلي الذي يتم التحكم فيه بطريقة آلية، مثلما سنرى هذا مع ابن الرزاز الجزري في صناعة ما يسميه بالآلات الروحانية.

إن علم الهندسة الميكانيكية أو علم الحيل النافعة كما سماه علماؤنا هو ذلك العلم الذي يشكل مع فروع أخرى مثل(هندسة الأشكال والمخروطات وهندسة البصريات، علم الساعات، علم استخراج المياه، علم جر الأثقال، علم الأوزان والموازين) منظومة عبقرية لعلوم الهندسة الميكانيكية العربية الإسلامية التي استطاعت أن تقدم ميكانيكا جديدة تقوم على نظرية القوى المحركة لا على نظرية الأرواح المحركة، مثلما كان شائعا في حضارات سابقة إذ كان هذا العلم في البداية يغلب عليه طابع التسلية والسحر، كما كان يستخدم من قبل الكهنة في التأثير الديني والروحي على اتباع مذاهبهم مثل استعمال التماثيل المتحركة والناطقة بواسطة الكهنة واستعمال الأرغن الموسيقي وغيره من الآلات المصوتة في المعابد.

وقد أشار أبو عبيد البكري صاحب كتاب" المسالك والممالك" إلى أن الصابئة كانت": لهم في هياكلهم مخاريق،.. فتجري الأصوات من تلك المنافخ والمخاريق إلى تلك الصور المجوفة، فيظهر لها نطق على حسب ما دبر على هيأة هندسية"[2].

1 - التعريف بعلم الحيل وبخلفيته التاريخية:

إن ما يعرف بعلم الحيل هو ما يقابل ما نسميه اليوم بعلم الميكانيكا، وكلمة ميكانيكا كلمة قديمة إغريقية الأصل " méchané" تعنى آلة أو مجموعة من الأجهزة البارعة، ولذلك كان المصطلح "ميكانيك" يرتبط بعلم الآلات البسيطة التي تسمح بتحريك أحمال ثقيلة بواسطة قوة ضعيفة[3].

[1] حجازي مصطفى،(2005)، التخلف الاجتماعي، مدخل إلى سيكولوجية الإنسان المقهور،ط9، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء المغرب، ص 75-46.

[2] العمري ابن فضل الله، بن يحي شهاب الدين أحمد،(2010)، مسالك الأبصار في ممالك الأمصار، تحقيق كامل سليمان الجبوري، ج1، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، ص 278 .

[3] نسكايا ماري م .روز، علم السكون" الستاتيكا : ضمن كتاب راشد رشدي،(2005)، موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج2، ط2، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، ص 783.

علم الحيل كأي علم آخر لا يمكن أن ينسب من حيث النشأة إلى حضارة بعينها، فقد تضافرت جهود العديد من الحضارات في التأسيس له فكرا وتطبيقا، إذ ساهمت في التأسيس له الحضارة الإغريقية من خلال ما تجمع لديها من معارف من خلال اطلاعها على علوم وخبرات الحضارات الأخرى، غير أن الطابع العام الذي تميّزت به في هذه المرحلة هو الطابع التجريدي، ولهذا فقد بقي هذا العلم بعيدا إلى حدا ما عن الطابع العملي التطبيقي.

أما في العصور الهلينستية وهي المرحلة التي تسبق الحضارة الإسلامية مباشرة، اتجه العلماء في هذه المرحلة إلى الجمع بين النظر والتطبيق، وهذا بفضل جهود العديد من العلماء من أبرزهم أرخميدس[4] الذي ربط الرياضيات بالتجريب والتطبيق التقني، وهو ما يظهر من خلال صناعته للعديد من الآلات لجر الأثقال ورفعها، واستخراج المياه، وغيرها، بالإضافة إلى اعتنائه بالجانب النظري كبحثه في الإنشاءات الهندسية التي لها علاقة مباشرة مع التطبيقات الميكانيكية كبحثه في الكرة والأسطوانة والمخروطات وغيرها.

وفي هذه المرحلة كرس عدد من العلماء بعض اهتمامهم للبحث في علم الميكانيكا بنوعيها، ميكانيكا الجوامد وميكانيكا الموائع، مثال ذلك فيلون البيزنطي[5](نحو 230ق م) وهيرون الاسكندري[6] (عاش حتى 60م) ومينيلاوس (نحو 100م) وبابوس الاسكندري (أوائل القرن الرابع الميلادي) وكانت أعمال هؤلاء الرجال معروفة جيدا لدى العلماء المسلمين ومتداولة بينهم ومن أهمها رسائل ارشميدس المختلفة حول الأستاتيكا والهيدروليكا[7].

[4] ارخميدس: حكيم الرياضي يوناني كان بمصر وبها حقق علمه وأخذ عن المصريين أنواعا من فنون الهندسة، لأنهم كانوا قائمين بها من قديم وله كتب جليلة، وقد أجمع العديد من المشايخ على أنه هو الذي أسس الجسور المصرية ووضع وفي أواسط الجسور قناطر ينفذ منها الماء من أرض قرية إلى أخرى، ابن القفطي جمال الدين أبو الحسن علي بن يوسف (ت646هـ،1248م)،(1326)، إخبار العلماء بأخبار الحكماء، ط1، مطبعة السعادة، القاهرة، ص 66-67.

[5] فيلون البيزنطي : فيلون البيزنطي هو آخر من وصل اسمه من الميكانيكيين الهلنستيين، له كتاب "في الحيل الروحانية ومخانيقا الماء" وهو مفقود في اليونانية إلا أنه محفوظ بنصه العربي بترجمة قسطا بن لوقا(توفي عام 300 هـ / 912 م) ، كما تم جمع هذا الكتاب من قبل البارون كرا دوفو باللغة العربية والفرنسية تحت عنوان le livre des appareil pneumatiques et des machines hydrauliques

[6] هيرون أو ايرن: المصري الرومي الاسكندراني عالم بفنون أهل ذلك الزمان له تصانيف عدة منها كتاب" في حل شكوك اقليدس" كتاب الحيل الروحانية" ، كتاب "العمل بالإسطرلاب"، كتاب "شيل الأثقال"، أو "جر الأثقال"، وقد ساهمت مؤلفاته في التعريف بهذا العلم عند العلماء العرب والمسلمين، ومن بينها كتابه في رفع الأثقال الذي ترجمه قسطا ابن لوقا البعلبكي بطلب من الخليفة العباسي المعتصم. كما اشتهر بدراساته في الميكانيكا والخصائص الميكانيكية للغازات، واخترع عدة أجهزة وآلات تعمل بالماء أو البخار أو ضغط الهواء، ومن بينها نافورة، وعربة إطفاء الحرائق، وآلة تعمل بالبخار لإدارة كرة عجلة، وقد قام قسطا ابن لوقا بترجمة أحد مؤلفات هيرون إلى العربية انظر دي لاسي اوليري،(1962)، علوم اليونان وسبل انتقالها إلى العرب، ترجمة وهيب كامل، مراجعة زكي علي، دط، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ص 40-41.

[7] هيل دونالد،(2004) ، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية ، ترجمة أحمد فؤاد باشا، ضمن سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص89.

أما في الحضارة الإسلامية فلم يكن علم الحيل معروفا كعلم قائم بذاته في البداية كباقي العلوم الأخرى، بل كان يضم للعلوم الهندسية، دليل ذلك أن طاش كبرى زاده(ت 968 ه) وهو من مصنفي العلوم أورد في كتابه" مفتاح السعادة ومصباح السيادة " زمرة من العلوم تتعلق بموضوعات علم الحيل، ولكن من دون إدراجها تحت هذا العلم، بل ذكرها في مسميات بارزة وهي: علم مراكز الأثقال، علم جر الأثقال، علم الآلات الحربية، علم البنكامات، علم الأوزان والموازين، علم الآلات المبنية على ضرورة عدم الخلاء، أو علم الآلات الروحانية[8].

وقد تباينت في البداية مواقف المفكرين من هذا العلم الوارد بين الدعوة لتعلم هذا العلم والعمل به، وهو ما تبناه غالبية الفلاسفة والعلماء، وبين علماء الدين الذين نبهوا إلى ضرورة ربطه بما ينفع الانسان في دينه ودنياه، إذ لم يخفي علماء الدين تخوفهم في البداية مما اقترن بهذا العلم من أمور مخالفة للدين، ولهذا نلمح محاولة وسعي العديد من العلماء إلى تبريره والتمييز بين الهدف من هذا العلم قديما وحديثا، وقد أشار الحافظ ابن كثير(ت774ه) في كتابه "عمدة التفسير" إلى أن بعض الأمور التي كانت تقترن بعلم الحيل كانت تدخل في باب السحر ثم يحاول رسم الحدود الفاصلة بين توظيف هذا العلم في السحر وبين استعماله في ما ينفع الناس أي الحيل النافعة، مستشهدا بما قاله فخر الدين الرازي (ت606ه- 1210م) من أن تركيب صندوق الساعات، يندرج في علم جر الأثقال بالآلات الخفيفة، ولا ينبغي أن يعد من باب السحر، لأن لها أسبابا معلومة يقينية[9]. وهذا خوفا من تأثير هذه الآلات والأشكال الجسمية والدمى المتحركة على العودة إلى عبادة الأصنام بالنسبة للأشخاص ذوي النفوس الضعيفة .

أما إذا رجعنا إلى كتب الفلاسفة وتصنفيهم للعلوم فإننا نجد العديد من الفلاسفة ساهموا في التعريف بهذا العلم، إذ أشار إليه الخوارزمي(ت387ه) في كتاب مفاتيح العلوم حيث يعتبر علم الحيل واحدا من العلوم الثمانية الرئيسية ثم إنه يقسم هذا العلم إلى فرعين: الأول في جر الأثقال بالقوة اليسيرة ؛ والثاني حيل حركات الماء؛ وصنعة الأواني العجيبة وما يتصل بها من صنعة الآلات المتحركة بذاتها[10] .

وهنا نجد الخوارزمي وإن كان لا يعطي تحليلا مفصلا لعلم الحيل ومبادئه؛ إلا أنه يشير إلى كثير من الآلات والأجهزة التي يستعملها هذا العلم مشيرا إلى أصل اسم الآلة، مع وصف موجز لتركيبها والغرض منها،

[8] انظر زادة طاش كبرى،(1985)،مفتاح السعادة ومصباح السيادة في موضوعات العلوم، ج1، ط1، دار الكتب العلمية بيروت، لبنان، ص353 -345- 356 .

[9] شاكر أحمد، (2005)، عمدة التفسير عن الحافظ بن كثير، ج1، ط2، دار الوفاء للطباعة والنشر، المنصورة، ص150 .

[10] الخوارزمي أبو بكر،(1989) ، مفاتيح العلوم، تحقيق إبراهيم الأبياري ، ط2، دار الكتاب العربي، بيروت، ص 267-268. أما ابن سينا فيضم علم الحيل إلى العلوم الهندسية، إذ يذكر في "رسالة العلوم العقلية " ضمن كتاب تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات أن من فروع الهندسة: علم المساحة، وعمل الحيل المتحركة، وعلم جر الأثقال، وعلم الأوزان والموازين، وعلم الآلات الحربية، وعلم المناظر والمرايا، وعلم نقل المياه انظر ابن سينا أبو علي،(دس)، تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات، دط، دار العرب للبستاني، القاهرة، ص 112.

وحدد كل مدخل في عدة جمل، بحيث تشمل موضوعات الفصل الأول المتعلق بـ: جر الأثقال بالقوة اليسيرة، الرافعة، ونقطة الارتكاز، والبكرة، والأسفين واللولب، أما القسم الثاني الخاص من المقالة الثامنة فاهتم فيه بوصف المكونات المستخدمة في الآلات البارعة (الحيل) وآلات أخرى.

أما الفارابي(ت 339هـ) فكان له الفضل الأول في التعريف بهذا العلم لكنه ميّز علم الأثقال عن غيره من العلوم والصنائع العلمية الداخلة تحت نطاق علم الحيل والآلات، وعرفه بطريقة تشير إلى أنه علم حديث النشأة، حيث أشار في كتابه "إحصاء العلوم " إلى أن علم الأثقال يشتمل على شيئين:

1- إما على النظر في الأثقال من حيث تقدر بها، وهو الفحص عن أصول القول في الموازين.

2- أو الفحص عن أصول الآلات التي ترفع بها الأشياء الثقيلة وتنقل من مكان إلى مكان، وهو الفحص عن أصول الآلات التي ترفع بها الأشياء الثقيلة وتنقل من مكان إلى أخر).

وأما علم الحيل فيدخل تحته زمرة من العلوم من بينها:

- **الحيل العددية:** وهي على وجوه كثيرة منها العلم المعروف عند أهل زماننا بالجبر والمقابلة، وما شاكل ذلك على أن هذا العلم مشترك للعدد والهندسة، وهو يشتمل على وجوه التدابير في استخراج الأعداد التي سبيلها أن تستعمل فيما أعطى إقليدس أصولها من الأعداد الناطقة والصماء .

- **حيل هندسية**: وهي كثيرة منها صناعة رئاسة البناء، ومنها الحيل في مساحة أصناف الأجسام، وهي الحيل التي يستخدمها المهندسون في البناء وتقسيم الأراضي.

- **حيل في صنعة آلات نجومية**: وهي الحيل التي يستعملها علماء الفلك في صناعة آلات لرصد الأفلاك والنجوم البعيدة مثل آلات الإسطرلاب وغيرها.

- **حيل في صناعة آلات موسيقية**: وهي الحيل التي تستعمل لصناعة الآلات الموسيقية والمصوتة بذاتها.

-**الحيل في صناعة الآلات الحربية**: وتتلخص في جملة الحيل التي تستعمل في الدفاع عن النفس وفي الحروب مثل صناعة المنجنيق والمدافع وآلات هدم الحصون وغيرها.

- **الحيل في صنعة آلات تسدد الإبصار** نحو إدراك حقيقة الأشياء المنظورة إليها البعيدة منها، وفي صنعة المرايا وفي الوقوف من المرايا على الأمكنة التي ترد شعاعات الشمس إلى أجرام أخر، فتحدث من ذلك صنعة المرايا المحرقة والحيل فيها.

- **الحيل في صناعة أوان عجيبة**؛ مثل صناعة الآلات الروحانية المتحركة بذاتها[11].

وإذا نظرنا إلى هذا التصنيف فإننا نجد أن الفارابي قد ضم علم الحيل إلى العلوم الهندسية، كما أغفل الإشارة إلى علمين من علوم عصره يدخلان في علم الحيل: هما علم البنكامات أو علم الساعات، وعلم نقل واستنباط المياه، ولهذا إذا وضعنا جانبا علم الجبر والمقابلة وعلم هندسة المساحات، التي تدخل مباشرة في علم الرياضيات، وأضفنا علم البنكامات أو علم الساعات، وعلم نقل واستنباط المياه، فإننا نجد أن علم الحيل يضم تسعة فروع علمية هي: علم البنكامات أو علم الساعات، علم جر الأثقال، وعلم المناظر والمرايا المحرقة، وعلم اللآلات الروحانية المتحركة، وعلم الأوزان والموازين، وعلم الآلات الحربية، وعلم نقل واستنباط المياه، علم صناعة الآلات النجومية، وعلم صناعة اللآلات الموسيقية.

وقد سمى الفارابي أحد كتبه بالحيل الروحانية مثلما تشير إليه المخطوطة الشهيرة التي عنوانها "الحيل الروحانية والأسرار الطبيعية في دقائق الأشكال الهندسية".

وأعتقد أن العرب قد سموا علم الحيل بهذا الاسم الذي أطلق على آلات جر الأثقال، والآلات المتحركة العجيبة نتيجة قيامها بحركات وكأنها ذوات روح، إذ كانت تنوب عن الإنسان في الدفع والرفع والحمل والحركة وإصدار الأصوات مثل بعض الآلات التي سنشير إليها فيما بعد، فكان علم الحيل يقصد به كيف نحتال بالجهاز التقني لبلوغ هدف ميكانيكي لا يمكن بلوغه بصورة مباشرة، لا "لأن النفس ترتاح إليها"[12] مثلما ذهب إلى هذا التهانوي (ت. بعد 1158 هـ / بعد 1745 م) في كتابه "كشاف اصطلاحات الفنون" و طاش كبرى زاده (968هـ، 1561م) في كتابه "مفتاح السعادة".

أما اليوم فيدخل علم الحيل فيما أصبح يعرف بالهندسية الميكانيكية وهي العلم الذي يبحث في دراسة الأجسام تحت تأثير القوى المختلفة في حالتي الحركة والسكون، ويتفرع هذا العلم إلى ثلاثة أقسام رئيسية: ميكانيكا الأجسام الجاسئة (الصلدة) حيث يبحث هذا الجزء في دراسة التأثيرات الخارجية للقوى على الأجسام في حالتي الحركة والسكون، وذلك بإهمال تأثير التشوهات في هذه الأجسام، وينقسم إلى علمي الستاتيكا

[11] الفارابي أبو نصر،(1996)، إحصاء العلوم، قدم له وشرحه وبوبه علي بو ملحم، ط1، دار و مكتبة الهلال، بيروت، ص 62-63-64-65.

[12] انظر كبرى زاده طاش، مفتاح السعادة ومصباح السيادة، ج1، مصدر سبق ذكره، ص 356 ،انظر التهانوي محمد علي بن علي،(1991)، كشاف اصطلاحات الفنون، تحقيق علي دحدوح، تقديم رفيق العجم، ج1،ط1، مكتبة لبنان، بيروت، لبنان، ص 60 .

والديناميكا، بحيث يبحث علم الاستاتيكا أو علم السكون في التأثيرات الخارجية للقوى على الأجسام الصلبة في حالة السكون، ويعرض لشروط هذا الاتزان تحت تأثير القوى المختلفة المؤثرة على هذه الأجسام.

وحالة التوازن السكوني هي الحالة التي لا تتغير فيها أماكن أجزاء النظام بمرور الوقت، أو أن عناصر النظام ذات سرعة ثابتة، ففي حالة التوازن السكوني يكون النظام إما ساكنا أو يكون مركز ثقله متحركا بسرعة ثابتة، والقوانين التي تحكم الحركة والسكون هي القوانين المعروفة باسم قوانين نيوتن والقانون الأول والثالث لهما التحكم المطلق في الاستاتيكا، وبما أن المبدأ الأساسي لعلم الاستاتيكا هو الاتزان وحسب القانون الأول لنيوتن فإنه إذا تلاشت محصلة القوى المؤثرة على جسم فإنه يسير بسرعة منتظمة أي أن تسارعه يساوي صفرا، وعلى هذا يجوز لنا أن نقول أن الجسم متزن، وينطبق القول أيضا على الجسم الذي تساوي سرعته صفرا، فنجد أن خاصية الاتزان لها وجهان: الأول تلاشي محصلة القوى المؤثرة على الجسم والثاني أن تكون السرعة منتظمة أو تساوي صفرا[13]، أما الديناميكا فتبحث في دراسة حركة الأجسام واتجاهاتها والقوى المسببة لهذه الحركة.

ويبحث القسم الثالث في ميكانيكا الموائع، والموائع تعرف بأنها المواد القابلة للتشكل بشكل الأوعية التي تحتويها، وتكون قادرة على السريان، وهذه المواد هي السوائل والغازات.

وميكانيكا الموائع هو العلم الذي يدرس ميكانيكا السوائل والغازات أو بمعنى آخر هو العلم الذي يدرس السوائل والغازات في حالتي الحركة والسكون، وفيه يتم دراسة سلوك توازن السوائل والجوانب الفيزيائية للسوائل كاختلاف كثافتها وطرق استخدامها في الهيدروستاتيكا، وتدفقها وحركتها في الهيدروديناميكا، كما تدرس حركة الغازات وانتشارها إلى جانب تأثيرها على السطوح والأجسام المتحركة في الديناميكا الهوائية[14].

2- جهود العلماء المسلمين في التأسيس لعلم الحيل:

ساهم في التأسيس لعم الحيل ورسم ملامحه في الفكر العلمي العربي جهود الكثير من العلماء من أبرزهم:

2-2 أبناء موسى بن شاكر:

اشتهر أبناء موسى بن شاكر في القرن03هـ،9م من خلال "كتاب الحيل" الذي أوردوا فيه الكثير من إبداعاتهم واختراعاتهم الميكانيكية، جمعوا فيه علم الميكانيكا القديمة، وتجاربهم الخاصة كاختراعهم مثلا

[13] عماد توما بني كرش ،(2015)، أجهزة نقل الحركة، دط، جمهورية العراق وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، الجامعة التقنية الشمالية، بغداد،ص20

[14] عصام محمد عبد الماجد أحمد وآخرون،(2001)، الموائع، ط2، الدار السودانية للكتب، السودان، ص21 .

لقناديل ترتفع فيها الفتائل تلقائيا كلما أتت النار على جزء منها، ويصب فيها الزيت تلقائيا ولا تنطفئ عند هبوب الرياح عليها، كما ابتكروا آلة ميكانيكية للزراعة والفلاحة تحدث صوتا بصورة تلقائية كلما ارتفع الماء إلى مستوى معين في الحقل.

2-3بديع الزمان الجزري(607هـ،1206م):

اشتهر بديع الزمان الجزري من خلال كتابه" الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل"، حيث قدم فيه الكثير من أسس الميكانيكا، وتميّز الجزري عن غيره من المهندسين في أنه جمع بين الجانبين النظري والعملي من هذا العلم، وهو ما أراد أن يؤكده من خلال كتابه الذي اختار له عنوان: "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل".

2-4 تقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي (ت993هـ،1585 م):

يعرف تقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي بعدة كتب تتناول أجهزة علم الفلك والرصد مثل الاسطرلاب وغيرها وله تآليف عدة لعل أبرزها كتاب "الطرق السنية في الآلات الروحانية" بالإضافة إلى كتاب " الكواكب الدورية في البنكامات الدورية "

2-5عبد الرحمن الخازني(ت550هـ)

اشتهر الخازني بعلم الأوزان والموازين ومختلف الأجهزة التي تحدد المقادير والمكاييل المختلفة، ولعل أهم كتبه في هذا المجال "ميزان الحكمة" الذي اهتم فيه بالأوزان والموازين، كما اهتم فيه أيضا بطرق حساب مراكز الثقل وشروط التوازن وغيرها، هذا بالإضافة إلى عالم أندلسي في علم الحيل هو بن خلف المرادى الذي عاش في القرن الخامس الهجري(الحادي عشر الميلادي) وذلك في كتابه" الأسرار في نتائج الأفكار".

وقد تميزت هذه الأعمال بإحاطتها بإنجازات علوم الأوائل في هذا المجال، إضافة إلى ذلك اتجاهها الواضح إلى استعمال الطرق التجريبية ومناهج محددة في البحث.

وما يدل على مدى معرفة علمائنا بالأصول النظرية والتطبيقية لهذا العلم، معرفتهم بأغلب قوانين الميكانيكا النظرية، وأقصد بهذا معرفتهم بقوانين الحركة الثلاثة وهي القوانين المنسوبة إلى نيوتن، بينما عرفها العلماء المسلمون قبله لكن في قالب يخلوا من الصياغة الرياضية، وقد أشار إليها العديد من العلماء والفلاسفة المسلمين في مؤلفاتهم، ولعل أوضح هذه القوانين وأدقها على الإطلاق هي ما نجده في رسائل إخوان الصفا، وفي كتاب الشفاء لابن سينا، وعند أبي البركات البغدادي في كتاب "المعتبر في الحكمة"، كما أشار إليها أيضا فخر الدين الرازي في كتاب" المباحث الشرقية".

- **القانون الأول للحركة:**

وينص على أن الجسم يبقى في حالة سكون أو في حالة حركة منتظمة في خط مستقيم مالم تجبره قوى خارجية على تغيير هذه الحالة، جاء هذا المعنى واضحا في كتاب الإشارات والتنبيهات لابن سينا (ت 428هـ، 1037م)، حيث يقول: "إنك لتعلم أن الجسم إذا خلى وطباعه ولم يعرض له من الخارج تأثير غريب لم يكن له بد من موضع معين وشكل معين فإذن في طباعه مبدأ استيجاب ذلك" [15].

وهذا ما يؤكد أن الجسم له خاصية المدافعة عن الاستمرار و 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:**

أما القانون الثاني فيتعلق بدراسة الأجسام المتحركة، وهو ينص على أن تسارع جسم ما أثناء حركته، يتناسب مع القوة التي تؤثر عليه، وهذا ما يظهر في تفسير الفلاسفة لنظرية الميل الطبيعي مثل ما أشار إليه أبو البركات البغدادي الذي بين أن قوة الميل الطبيعية إلى أسفل تكون في الجسم الكبير أكبر منه في الجسم الخفيف، وهذا المعنى صحيح علمياً، وهو ما نعبّر عنه اليوم بهذا القانون: قوة الجذب = كتلة الجسم x تسارع الجاذبية، إذ من المعروف أن تسارع الجاذبية الأرضية ذو مقدار ثابت في المكان الواحد، وبالتالي قوة الجاذبية الأرضية تزيد بزيادة كتلة الجسم[(16)]، 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 يقول أبو البركات البغدادي : "إن الأجسام لو تحركت في الخلاء لتساوت حركة الصغير والكبير منها والمخروط المتحرك على رأسه والمتحرك على قاعدته" [(17)].

- **القانون الثالث للحركة :**

ينص هذا القانون على أن لكل فعل رد فعل مساوي له في الشدة معاكس له في الاتجاه، هذا المعنى بنصه نجده في كتاب (المعتبر في الحكمة) لأبي البركات البغدادي إذ يقول:« ألا ترى أن الحلقة المتجاذبة بين المتصارعين، لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر، وليس إذا غلب أحدهما فجذبها نحوه،

[15] ابن سينا أبو علي ،(1992)، الإشارات والتنبيهات، تحقيق سليمان دنيا مع شرح نصير الدين الطوسي،ج2، ط3، دار المعارف، مصر، ص 273-274-275.
[(16)] شوقي جلال ،(1973)، دط، تراث العرب في الميكانيكا، عالم الكتب، القاهرة، ص 66-67.
[(17)] المصدر نفسه، الموضع نفسه.

تكون قد خلت من قوة جذب الآخر، بل تلك القوة موجودة مقهورة فلولاها لما احتاج الآخر إلى كل ذلك الجذب » [18].

وهذا ما يؤكد أن الفلاسفة والعلماء العرب و المسلمين قد توصلوا إلى معاني هذه القوانين لكن في صورة تخلوا من الصياغة الرياضية.

هذا بالإضافة إلى إدراكهم لحقيقة السرعة والتسارع، ومفهوم القوة والكثير من قوانين الهندسة خصوصا ما تعلق منها بحركة الكرة والأسطوانة والمخروطات وطرق إنشائها والقوانين التي تحكم إنشاء المثلثات داخل دائرة وغيرها من القوانين التي تمثل الإطار النظري لأي إنشاء هندسي تطبيقي.

وقد كتب محمد البوزجاني(ت 388هـ، 998م) كتابا تحدث فيه عن كيفية القيام بمختلف الإنشاءات الهندسية التي لها تطبيقات هندسية عملية وتدخل كمبادئ أولية في علوم عدة، وهو ما أشار إليه بعنوان: "ما يحتاج إليه الصانع من علم الهندسة"[19].

لكن على الرغم من معرفتهم بهذه القوانين إلا أن الإشارة إليها باعتبارها تمثل أسس ومبادئ هذا العلم تتفاوت من عالم إلى آخر، وهذا لأن أغلب الكتب التي ألفت في هذا المجال كانت بطلب من الخلفاء، أو الملوك ولم يكن يهتم العلماء بتدوين معارفهم، وما ألف من كتب في علم الحيل ينزع أصحابه إلى الاتجاه التطبيقي وشرحه أكثر من الاتجاه النظري لهذا العلم، إلى درجة أن ساعة والد رضوان ابن محمد الساعاتي(ت618هـ) عندما تعطلت لم يعرف أحد من علماء عصره طريقة إصلاحها، ولهذا نجده يشير إلى أن المهذب بن النقاش لم يستطع إصلاح الساعة التي صنعها والده، يقول " وليس العجب من جهل ابن النقاش بعملها وضعف فكره فحسب بل إن والدي أيضا لم يطلع أحدا على سرها "[20].

3- أسباب تطور العلوم عند العرب قديما:

بقي أن نجيب عن الجزء الثاني من الإشكال وهو ما يتعلق بالعوامل التي أدت قديما إلى تطور العلوم وأدت حاليا إلى ركودها.

---

[18] البغدادي أبو البركات، (1357هـ، 1938)، المعتبر في الحكمة، ج2، دار المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند، ص 100.

[19] انظر البوزجاني محمد ،(1979) ، ما يحتاج إليه الصانع من علم الهندسة، تحقيق صالح أحمد العلي، مركز إحياء التراث العلمي العربي، بغداد.

[20] الساعاتي ابن رضوان،(1981)، علم الساعات والعمل بها، تحقيق محمد أحمد دهمان، دط، مكتب الدراسات الإسلامية ،دمشق، ص 42-43.

يمكن القول أن هناك جملة من العوامل منها ما هو ذاتي ومنها ما هو موضوعي ساعدت في الماضي على تطور العلوم عموما وعلم الحيل خصوصا، وهناك عوامل أخرى ساعدت حاليا على ركود العلم والفكر على العموم.

وإذا بحثنا في عوامل ازدهار الفكر والعلم إبان العصر الذهبي للعلوم العربية نجد أن الحضارة العربية الإسلامية قد تهيأ فيها الجو المثالي للإبداع الفكري والعلمي، فكانت نتيجة ذلك أن أصبحت الإبداعات تتدفق مثل المياه المتفجرة في كل الاتجاهات، منتجة علوم شتى كعلم المنطق، علم الفلك، الموسيقى، الميكانيكا، علم الفقه، علم الحديث، علم أصول الفقه، علم الكلام .

وقد ساهم في صناعة هذا الجو عدة أسباب من بينها:

3-1 تشجيع القرآن و السنة على اكتساب العلم:

إن الدافع الأول الذي حمل المسلمين على تعلم العلوم المختلفة من شتى المصادر اليونانية والمصرية والهندية و غيرها هو حث الإسلام على ذلك، ودعوته الواضحة الصريحة لطلب العلم، وتقديره الكبير لطالبه، قال الله تعالى: ﴿ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لاَ يَعْلَمُونَ ﴾ (سورة الزمر، الآية 9)، وقوله تعالى ﴿ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آَمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴾ (سورة المجادلة ، الآية 11).

هذا بالإضافة إلى الأحاديث النبوية الداعية إلى طلب العلم ، والمبيّنة لقيمة العالم وطالب العلم.

3-2 حث القرآن والسنة النبوية على التأمل والتدبر في الكون ومخلوقاته .

حث القرآن الكريم الناس علي التدبر والتفكر في أحوال الكائنات ويحذرهم من سطحية النظر إلى آيات الله في الطبيعة: قال الله تعالى ﴿أَفَلَا يَنْظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ * وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ * وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ* وَإِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ ﴾ (سورة الغاشية، الآية 14-18-19-20)، فكانت هذه الآيات دافعا قويا للبحث والتأمل وأخذ العلم والحكمة حيثما وجدها المسلم.

إن مما يلفت النظر هو أن الإسلام في الوقت الذي لا يجيز للمسلمين الاعتماد على غير المسلمين في أمور الدين، فانه يزيل هذا الحاجز فيما يتعلق بتعلم العلم ويجيز اكتسابه من أي مصدر كان بل و يحث عليه، لذلك ففي القرون الهجرية الأولى لم يكن العلماء المسلمون هم وحدهم الذين ينظر إليهم بإجلال وإكبار، بل العلماء غير المسلمين كانت لهم تلك المنزلة أيضا .

3-3جهود الخلفاء في الحث على طلب العلم:

ساهم الخلفاء في الحث على طلب العلم من خلال إرسال البعثات العلمية، واستجلاب الكتب وترجمتها، وبناء المكتبات، يقول ابن النديم(ت حوالي 384هـ، 994م) صاحب كتاب "طبقات الأمم": ثم لما أفضت الخلافة إلى الخليفة السابع منهم عبد الله المأمون بن هارون الرشيد ابن محمد المهدي بن أبي جعفر المنصور تمم ما بدأ به جده المنصور فأقبل على طلب العلم في مواضعه واستخراجه من معادنه بفضل همته الشريفة وقوة نفسه الفاضلة؛ فداخل ملوك الروم وأتحفهم بالهدايا الخطيرة وسألهم صلته بما لديهم من كتب الفلاسفة فبعثوا إليه بما حضرهم من كتب أفلاطون وأرسطو طاليس وابقراط و أوقليدس وجالينوس وبطليموس وغيرهم من الفلاسفة فاستجاد لهم مهرة التراجمة وكلفهم إحكام ترجمتها فترجمت له غاية ما أمكن ثم حض الناس على قراءتها ورغبهم في تعليمها وكان يخلو بالحكماء ويأنس بمناظرتهم، ويلتذ بمذاكرتهم ، علما منه بأن أهل العلم هم صفوة الله في خلقه، ونخبه من عباده[21].

4-3 الشعور بالمواطنة العالمية عند العلماء المسلمين:

من العوامل الأخرى التي أدت إلى دعم العلم ورواجه في العالم الإسلامي في تلك الحقبة هو الشعور بالمواطنة العالمية لدى رجال العلم المسلمين، حيث كانوا يعتبرون البلدان الإسلامية كلها وطنا لهم، فإذا لم يجدوا البقاء في مكان ما يتفق وأهدافهم أو إذا شاؤوا التعلم من أحد العلماء، انتقلوا فورا إلى مكان آخر من دار الإسلام، لقد كانت هذه النظرة ذاتها هي التي تحمل رجال العلم وطالبيه على تحمل عناء السفر وهجر الديار لكسب العلم، فيحطون رحالهم حيثما وجدوا المكان مناسبا للدرس والبحث واعتبروه وطنهم .

5-3 مميزات طالب العلم في الإسلام:

لقد عُرِفَ علماء المسلمين بحبهم للعلم وأهله ورغبتهم في التغير وهمتهم العالية في طلب العلم والخروج من حالة الجهل إلى حالة العلم والمعرفة، ولهذا نجد الجيل الأول من العلماء يتميزون بحبهم الكبير لطلب العلم وتحمل الصعاب والتنقل من مكان لمكان طلبا لضبط حديث فنرى أحدهم يسافر من بلد إلى بلد ليجلس بين يدي أحد العلماء الكبار ليأخذ عنه حديثاً أو حديثين لا يجدهما عند غيره من العلماء، أو طلب مخطوط أو غيره.

[21] صاعد الأندلسي أبي القاسم،(1912)، طبقات الأمم، نشره وذيله بالحواشي والفهارس الآب لويس شيخو، دط، المطبعة الكاثوليكية، بيروت،ص48

6-3 التسامح وقبول الاختلاف:

كانت سعة الصدر وتحمل آراء الآخرين والتزام الإنصاف معهم سمة أساسية لدى العلماء، وكان المبدأ الإسلامي "وجادلوهم بالتي هي أحسن" المبدأ الأساسي في التعامل مع الفرق الأخرى الإسلامية واختلافاتها أو في تعاملهم مع أصحاب الديانات الأخرى، وكان هذا سببا في فتح باب المناظرة والاختلاف وتنوع الآراء وتعددها وهو ما سمح بتطور المعارف والعلوم في شتى أنواعها.

4-أسباب توقفنا عن إنتاج العلم قبل عصر النهضة الغربية:

لعل أول سؤال يمكن أن يثير انتباه الباحث في التراث العلمي العربي بعد اطلاعه على الانجازات العظيمة والباهرة لعلمائنا وفلاسفتنا في جميع مجالات المعرفة، هو لماذا توقف هذا النهر الإبداعي المتدفق، ولماذا جفت منابع الإبداع في فكرنا المعاصر، سواء من الناحية الفلسفية أو العلمية، بحيث لم نسمع بعد القرن الخامس عشر بأي نظرية فكرية أو علمية ذات تأثير واضح في الفكر أو العلم.

الواقع أن وراء هذه الحالة الكثير من الأسباب المتشابكة والمتداخلة منها ما هو خارجي كتأثير الاستعمار والنكبات العربية المتتالية، وهو ما أدى إلى غياب العلم الجاد وانتشار الجهل والخمول وانطفاء شعلة الاجتهاد، ومنها ما هو داخلي.

ومن بين الأسباب الفكرية التي كانت وراء تخلف العقل العربي والعقل العلمي ابتداء من أواخر القرن الثالث عشر للميلاد هو استسلام هذا العقل للخرافات والغيبيات التي تشده للماضي وتعوق مسيرته نحو الدخول في النهضة العلمية، وهو ما انتبه له ابن حزم الأندلسي(456هـ، 1064م) ونقده للقول بأن النجوم تحركها العقول، خير مثال على ذلك، وهو ما يبيّن أن الفكر العربي الإسلامي في هذا العصر أصبح لا يرقى إلى التفكير العلمي والمنطق الواقعي، وسقط في التفسير الخرافي.

كما أن نقد السببية والتفسير السببي للعلاقات بين الظواهر، كان وراء بعدهم عن التفسير العلمي؛ لأن التفكير العلمي يعتمد على الواقع وفهم الأمور ومواجهتها والبرهنة عليها بالحجج والبراهين والابتعاد عن الفكر القدري الاستسلامي، ورغم جهود ابن رشد ودفاعه عن مبدأ السببية إلا أن جهوده لم تثمر في الفكر العربي، بل أثمرت في الفكر الغربي.

بينما تميز الفكر العربي الإسلامي عموما بانتشار التصوف والبدع وانتشار الرؤية الارجائية، وغياب الاجتهاد، وانتشار التواكل بدل التوكل وهو ما أفقد الفكر العربي الفاعلية والقدرة على التغير والتغيير، هذا بالإضافة إلى غياب روح التسامح وظهور ضيق النظر بين المسلمين ومع الأقوام الأخرى، وهو ما جعل العديد

من العلماء والفلاسفة ينشغلون بخلافاتهم الداخلية ومهاجمة بعضهم بعضا، وهو ما أدى إلى غياب الجو الضروري لنشأة الإبداع وغياب المناخ اللازم لنشأة الأفكار ونموها وتبادل الأفكار اللازمة لتطوير العلوم وتعميقها.

- **الخاتمة:**

ومما سبق يمكن القول إن الابداع في أي عصر يحتاج إلى بيئة لينبت وينموا فيها وتتعهده السلطة الحاكمة بالرعاية والاهتمام والمتابعة في جو من الحرية و التسامح الفكري الذي يشجع على معارضة الأفكار وانتقادها وتطويرها وتطبيقها؛ وهو ما توفر في عصر الرعيل الأول من الفلاسفة المسلمين والمفكرين المبدعين، وهو ما أصبحنا نفتقده في عصورنا الحاضرة ، وهو ما يفسر ما آلت إليه أحوالنا من التخلف والانحطاط نتيجة غياب الحافز والدافع للإبداع.

- **قائمة المصادروالمراجع:**

1. ابن القفطي جمال الدين أبو الحسن علي بن يوسف،(1326ه)، إخبار العلماء بأخبار الحكماء، ط1، مطبعة السعادة، القاهرة.
2. ابن سينا أبو علي،(1992) ، الإشارات والتنبيهات، تحقيق سليمان دنيا مع شرح نصير الدين الطوسي ،ج2، ط3، دار المعارف، مصر.
3. ابن سينا أبو علي،(دس)، تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات، دط، دار العرب للبستاني، القاهرة.
4. الأندلسي أبي القاسم صاعد،(1912)، طبقات الأمم، نشره وذيله بالحواشي والفهارس الآب لويس شيخو، دط، المطبعة الكاثوليكية، بيروت.
5. البغدادي أبو البركات،(1357ه،1938م)، المعتبر في الحكمة، ج2، ط1، دار المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند.
6. البوزجاني محمد،(1979)، ما يحتاج إليه الصانع من علم الهندسة، تحقيق صالح أحمد العلي، مركز إحياء التراث العلمي العربي، مطبعة جامعة بغداد، بغداد.
7. التهانوي محمد علي بن علي،(1991)، كشاف اصطلاحات الفنون، تحقيق علي دحدوح، تقديم رفيق العجم، ج1،ط1، مكتبة لبنان، بيروت، لبنان.
8. حجازي مصطفى،(2005)، التخلف الاجتماعي، مدخل إلى سيكولوجية الإنسان المقهور،ط9، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء، المغرب.
9. الخوارزمي أبو بكر (1989) ، مفاتيح العلوم، تحقيق إبراهيم الأبياري، ط2، دار الكتاب العربي، بيروت.
10. دي لاسي أوليري،(1962)، علوم اليونان وسبل انتقالها إلى العرب، ترجمة وهيب كامل، مراجعة زكي علي، دط، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.
11. زادة طاش كبرى، (1985) ، مفتاح السعادة ومصباح السيادة في موضوعات العلوم، ج1، ط1، دار الكتب العلمية بيروت، لبنان.

12. الساعاتي ابن رضوان،(1981)، علم الساعات والعمل بها، تحقيق، محمد أحمد دهمان، دط، مكتب الدراسات الإسلامية ،دمشق.
13. شاكر أحمد،(2005)، عمدة التفسير عن الحافظ بن كثير،ج1، ط2، دار الوفاء للطباعة والنشر، المنصورة.
14. شوقي جلال، (1973)، تراث العرب في الميكانيكا، دط، عالم الكتب، القاهرة.
15. صاعد الأندلسي أبي القاسم،(1912)، طبقات الأمم، نشره وذيله بالحواشي والفهارس الآب لويس شيخو، دط، المطبعة الكاثوليكية، بيروت.
16. عصام محمد عبد الماجد أحمد وآخرون،(2001) ، الموائع ، ط2، الدار السودانية للكتب، السودان.
17. عماد توما بني كرش،(2015)، أجهزة نقل الحركة، دط، جمهورية العراق وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، الجامعة التقنية الشمالية، بغداد.
18. العمري ابن فضل الله، شهاب الدين أحمد بن يحي،(2010)، مسالك الأبصار في ممالك الأمصار، تحقيق كامل سليمان الجبوري، ج1، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان.
19. الفارابي أبو نصر، (1996)، إحصاء العلوم، قدم له وشرحه وبوبه علي بو ملحم،ط1، دار ومكتبة الهلال، دب.
20. نسكايا ماري م .روز، علم السكون" الستاتيكا : ضمن كتاب راشد رشدي،(2005)، موسوعة تاريخ العلوم العربية، اشراف رشدي راشد، ج2، ط2، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان.
21. هيل دونالد،(2004)، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، ترجمة أحمد فؤاد باشا، ضمن سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.