

مطالعات

تبينت آراء العلماء العرب في تحديد أساس مفهوم العلوم الطبيعية؛ فمنهم من نظر إليها نظرة فلسفية باعتبارها تحدد القانون الطبيعي بقضيته الفلسفية وجوهره، فالفارابي مثلاً يعرفها «بأنها العلوم التي تنظر في الأجسام الطبيعية، وفي الأعراض التي قوامها في هذه الأجسام، وتعرف الأشياء التي عنها والتي لها، والتي بها توجد هذه الأجسام والأعراض التي قوامها فيها»^(١). ويشتمل العلم الطبيعي عند الفارابي على ثمانية أجزاء ينقلها عن أرسطو وهي، السمع الطبيعي وكتاب السماء والعلم، وكتاب الكون والفساد والأثار العلوية، المعادن والنبات، والحيوان والنفس.

أما ابن خلدون فيرأه «علمًا يبحث عن الجسم من جهة ما يليقه من الحركة والسكن، فينظر في الأجسام السماوية والعنصرية، وما يتولد عنها من حيوان وأنسان ونبات ومعدن، وما يتكون في الأرض من العيون والزلزال، وفي الجرمن السحاب والبخار والرعد والبرق والصوات وغير ذلك، وفي مبدأ الحركة للأجسام وهو على تنوعها في الإنسان والحيوان والنبات»^(٢). وعرفه طاش كبرى زاده بأنه «علم يبحث في أحوال الأجسام الطبيعية بأنواعها، وموضوعه الجسم، من حيث كونه متغيراً»^(٣).

كانت العلوم الطبيعية اليونانية مجرد نظريات تستند إلى الأفكار الفلسفية وتقوم على منهج عقلي استباطي، لأنها اقتصرت على الحركة، ومؤداتها أن الأشياء تتحرك، وعلى الإنسان أن يتصدى لهذه الحركة. ولما أخذها العرب درسها دراسة علمية تستند إلى التجربة

الفيزياء والجبل عند العرب

محمد عيسى مصالحيه

أستاذ مساعد - قسم التاريخ

جامعة الكويت

(١) الفارابي: أوصياء العلوم، ٩١، حسين حلبي محفوظ: مؤلفات الفارابي، ١٩٣، ٢٥٥، ٢٨٩.

(٢) ابن خلدون: المقدمة، ٤٩٢.

(٣) طاش كبرى زاده: مفتاح دار السعادة،

وتطبيقاتها ، وصناعة الأواني العجيبة بأنواعها المختلفة .

- دراسة الصوت .
- دراسة الضوء والبصريات .
- علم السوائل .
- دراسة الجاذبية الأرضية والمد والجزر .
- فيزياء الغازات والرياح .
- أبحاث المغناطيس والبوصلة والرقصان .
- الآلات الحرارية (كالمنجنيق والبارود) .

وأهم بحوثهم النظرية في الفيزياء كانت :

- البحوث في القوى .
- البحوث في الحركة .

وكان من أهم بحوثهم العملية المتميزة :

- اقامة الساعات لحساب الزمن .

وقبل أن نبحث إنجازات العرب المسلمين في هذه الميادين ، فاننا نسجل بأن العرب قد أعطوا العلوم الطبيعية (الفيزياء والجبل) المنهج الصحيح في البحث العلمي ، بأن خلصوها من الشوائب التي ما فتئت تكدرها ، وذلك بطرح أسطيرها واعتماد منهجه موضوعي في فك مغاليقها ، إذ نفوا الخرافات وحاربوها ، فقد تصدى ابن حزم مثلاً للزعم القائل أن الفلك والنجوم تعقل وأنها ترى وتسمع وأثبت أنها دعوى بلا برهان^(٤) ، ورفض العلماء العرب الادعاء بأن أنهار النيل وجيون والغرات تخرج من الجنة ، وتسقى جميع المعمورة وردوها إلى أهلها وغيرها من الخرافات ، ورافق ذلك سعة اطلاعه غداً دستوراً علمياً صحيحاً ،

والملحوظة ، ومن ثم وضعوا لها القواعد والأصول الكثيرة ، وخلقوا بذلك علم الطبيعة التجاريبي ، فجاءت النتائج والدراسات دقيقة واضحة مبدعة بدرجة كبيرة ، حتى أنها لا تختلف في بعض المجالات عن النتائج العملية التي توصل إليها العلم الحديث^(٥) .

ومن الجدير بالذكر أن السريان لم يؤلفوا في العلوم الطبيعية كتاباً منفرداً عدا الأسقف الرهاوي ، الذي صنف كتاب « علة كل العلل » في النصف الثاني من المائة العاشرة ، وعليه فإن المراجع اليونانية التي نقلت أو فسرت بالعربية ، كادت أن تكون المرجع الأساسي لتزويد العلماء العرب بأوليات العلم ، الذي توسع العرب فيه ، وأضافوا إليه فيما بعد ، وأوجدوا طرقاً متعددة طبقت في أبحاث العلوم الطبيعية ، ومن تلك الكتب الطبيعية التي ترجمت مبكراً ، كتاب الفيزيكس لارسطاطاليس ، وكتاب الحيل الروحانية ، وكتاب رفع الأنقال لابرن ، وكتاب الدواليب ، والآلات المصوته على بعد ٦٠ ميلاً لمورطس ، وخاصة كتاب الأرغن البوقى ، والأرغن التزمرى ، وكتب قطيفينوس وهيرون الاسكندرى في الآلات المفرغة للهواء والرافعة للمياه ، وكتاب الثقل والخفة لأقليدس ، وكتاب ساعات الماء التي ترمي بالبندق لارشميدس^(٦) .

ونتيجة لدراسة العرب لهذه الآثار ، استطاعوا أن يزيدوا عليها زيدات تعتبر أساساً لبحث علم الطبيعة المتنوع بما طوروه وابتكره من آلات منذ وقت مبكر نبذت ميادين علم الطبيعة ممثلة فيها يلي :

- علم الحيل أو الميكانيك ، وتشمل مراكز الثقل

(٤) كمالاً : العالم البحت في المصور الإسلامية ، ٢١٩ ، ٣٢٢ ، مرجعاً : المرجع في تاريخ العلوم ،

(٥) ابن النديم : المهرست ، ٢٤٧ - ٢٥٩ ، الفلشتنى : صبح الاعنى ، ٢٦/٢ ، سارتون : تاريخ العلم ، ٢٣٥/٥

(٦) ابن حزم : الفصل في الملل والنحل ، ٣٦/٥ ، محمد بن يوسف الماربى : الأمد على الأبد ، ٦٨ ، ١١٩ - ١٢١

ومن المؤكد أن العرب قد أطلوا على هذا العلم منقولاً عن اليونانيين وزادوا عليه وطوروه ، ويرى ابن موسى بن شاكر (محمد ، أحمد ، الحسن) . كأشهر من كتبوا في هذا الفن^(١٠) ، وعلى الأخص ، أحمد بن موسى ، الذي نسب كعقلية خلقة مبدعة ، بابتكاراته العديدة التي وصفها بأنها «أوضاع غريبة وأشياء عجيبة في جر الأثقال ، وكلها عملت بالطليات والبكر»^(١١) ، فقد اخترع أجهزة متلائمة تلقائياً كلما فرغت من السوائل ، كدنان الخمر التي تفرغ كمية محدودة من ذاتها تعقبها استراحة محدودة ، وقناديل ترتفع فيها الفتائل ، ويصب الزيت فيها تلقائياً كلما أتت النار على جزء منها^(١٢) ، واخترع أيضاً آلات لخدمة الزراعة والفلاحة ، مثل المعالف المخصصة لحيوانات ذات أحجام خاصة ، تتمكن أن تصيب مأكلها ومشريها ، فلا تنازعها غيرها الطعام والشراب ، وأنه أخرى ثبت في الحقول وتصدر أصواتاً خاصة ، كلما ارتفع مستوى الماء في الحقول ، لثلاثة تضييع كميات الماء هدراً ، ويمكن بواسطتها السيطرة على عملية ري المزروعات ، وركب نافورات خاصة تندفع مياهها على أشكال مختلفة وصور متباعدة^(١٣) .

ان الاطلاع على الكتاب الموسوم «بحيلبني موسى» حيث جمعت اختراعات أحد بن موسى بين التطور الميكانيكي لا بداعه^(١٤) ، يعطي صورة واضحة

وصاحبه بحث وتنقيب ميداني من خلال الرجالات التي كانت ضرورة من ضروريات العلم عند العرب ، فكانوا يسافرون للقاء أهل العلم والمعرفة والأخذ عنهم على تعليمها والقاء ومحاكاة وتلقينا^(٧) . كما جعل علماء العرب التجربة منهاجاً مهماً في دراستهم الفيزيائية ولعل مطالعة قصة حي بن يقطان ، وآراء ابن طفيل في المازنة بين النبات والحيوان والمقارنة بينها في الخلق ، تؤكد جدية العرب في التجربة والمراقبة العملية الميدانية^(٨) .

وحتى نلم بطار الصورة ، أرى أن نعرض لإنجازات العرب بعض المبادين التي أشرنا إليها سابقاً .

علم الحيل (الميكانيك)

أطلق اليونانيون على العلم المخصص للأجهزة الميكانيكية اصطلاح «نيوماتيك» ، وعربه العلماء العرب باسم «علم الآلات الروحانية وعمل الحيل» وعرفوه «بأنه علم الآلات الروحانية ، المبنية على ضرورة عدم الأخلاء ، كقدر العدل وقدح الجحور ، وغيرها من آلات الشراب ، ومنفعته ارتياض النفس بغريب هذه الآلات» وبيدو جيلاً ، أن أكثر هذه الآلات توضح أنواعاً من الحيل المبنية على المبادئ الميكانيكية المنسوبة طيرون الاسكندرى وغيره من علماء اليونان^(٩) .

(٧) فروخ : عصرية العرب ٨٨٢

(٨) نفس المرجع السابق ، ٩٦

(٩) الشمس : مقدمة لعلماء الفيزياء في الحضارة العربية الإسلامية ، ٢٣٣ ، وجام الجبور : إنه يلا شراباً وينكس ، فلا ينصب منه شيء ليتوهم الشارب أنه استوفى ماليه ، أما جام العدل لماذا صب منه فوق المقدار فرغ كل ما فيه

(١٠) زيدان : تاريخ ذهب اللغة العربية ، ٢٨٦ / ٣

(١١) الصندي : الوافي بالوفيات ، ٨٥ / ٥

(١٢) Donald,R. Hill : the Genius of Arab civilization. P.137.

(١٣) مرجعاً : المرجع ، ٢٥٣

(١٤) نفس المرجع السابق ونفس المصنفة

يبنها لا يصل الى $4,000$ ، وهذه النسبة الدقيقة لا يمكن الوصول اليها الا باستعمال أدق الموازين الكيميائية الموضوعة في صناديق من زجاج ، لا تؤثر فيها موجات الهواء .

ومن الذين ألفوا في الميزان بالإضافة الى أبناء موسى بن شاكر ، ثابت بن قرة ، برب أبو سهل الكوفي ، والفارابي ، وقسطنطين لوقا ، وابن سينا والحسن بن الهيثم ، وابن جامع والجلدي . ويعتبر كتاب عبد الرحمن بن نصر المصري ، أحسن ما وضع في العصر الأيوبي ، فقد أعده للمحتجب لمراقبة الأسواق أيام صلاح الدين . ومن الجدير بالذكر أن كتاب «الميزان الطبيعي» الذي صنفه الرازى ت ٣٢٠ هـ / ٩٣٢ م ، يحظى بمنزلة مرموقة في تقديرنا ، فهو أول كتاب استقل في نهجه عن أبحاث اليونان في علم الميزان ، فقد خالف في صنته وعمله قرسطون أرشميدس ، فهو يستعمله والكتبان خارجستان عن الماء ، وكلتاهما مملوءتان متربعتان ، وتقسان الماء من كل كفة منها بقدر مساحة الجرم الذي فيها بينما أرشميدس يستعمل الكفتين وكلتاها في الماء غائستان ، وهو ذو شعيرات^(١٦) . وقد جعل الرازى فصوله الثلاث تشتمل على :

- في العمل بالميزان .

- بيان الميزان الطبيعي .

- وضع شعيرات النسبة عليه^(١٧) .

لتقدم علم الميكانيك عند العرب . وعلى أي حال ، فيمكن أن نقسم المؤلفات العربية في الحيل الى قسمين :

الأول : يبحث في مراكز الأثقال وجر الأجسام بالقوة اليسيرة .

والثاني : يبحث في آلات الحركات ، وصنعة الأولى العجيبة ، وآلات هذه الصناعة .

أما مركز الثقل عندهم « فهو العلم الذي يتعرف منه كيفية استخراج مركز ثقل الجسم المحور باعتباره حدا في الجسم ، يتعادل نسبيا مع الحامل » ، ومن ألف فيه أبو سهل الكوفي ، ونظريته مثبتة رياضيا^(١٥) . وقد أدى بهم التعمق في دراسة مركز الثقل الى الاهتمام بالموازين درسا وصنعا وتاليفا ، اذ يعتبرون العمل بالميزان من عجائب النسبة . وكان أن وضع ثابت بن قرة ت ٢٨٨ هـ / ٩٠٠ م أبحاثا في صفة استواء الميزان والوزن واختلافه وشرائطه ، ففي كتابه (القرسطون - القبان) . أقى بنظرية ، تعتبر من أهم نظريات العصور الوسطى ، وملخصها « ان الرافع يكث في حالة الاتزان ، اذا وضعنا على أحد ذراعيه عمودا ثقيلا ممتدا على أحد ذراعي العمود ، ثم استبدلنا هذا العمود بشغل ، وزنه مساو لثقل العمود ووضعناه على نصف المسافة التي كان العمود ممتدا عليها وهذه النظرية تقترب من حساب التفاضل والتكامل في عصرنا .

اهتم العرب بدراسة الموازين ، فاختبرعوا أدتها ، واستعملوا موازينهم أوزانا منوعة دقيقة ، وكان الفرق

(١٥) الفلكشندى : صبح الأعشى ، ٤٧٦/١

(١٦) حكمت نجيب : دراسات في تاريخ العلوم ، ٢٩٠

(١٧) المازني : ميزان الحكمة ، ٨٣

(معصرة للزيتنين) . كلها تعتمد على نقط الارتكاز والمحاور بعد الضغط عليها من الطرف الآخر^(٢١) .

في آلات الحركات وصناعة الأواني العجيبة :

ونعني بها الآلات والأواني التي ابتكرها العلماء العرب للمنفعة العامة كتدبير المنزل أو آلات الحرب والري والآلات الفلكية والساعات أو للتسلية كالدمى التي تتحرك وحدها أو التي تكشف حيل المشعوذين ، وتقوم هذه الآلات على الحركات الميكانيكية الناتجة من ذات الآلة ومن الماء أو من الرمل ، وكذا قد أشرنا إلى تفوقبني موسى ، وخاصة أحد في هذا المجال ، ونوهنا بأهمية آلة التي جاوزت المائة ، وعظيم فائدتها في دفع العلم الميكانيكي .

وبالاضافة الى كتاب حيلبني موسى ، فان هناك مجموعة من المؤلفات عننت بوصف الآلات الميكانيكية ، وأعطت رسوما توضيحية ، تبين طريقة صنعها وكيفية عملها ولعل من أهمها كتاب «الخيل أو الجامع بين العلم والعمل» لأبي العزبن اسماعيل بن الرزاز الجزائري ت ٥٢٩هـ / ١١٣٤م . وقد أولى فيه بديع الزمان الجزائري اهتماما خاصا بالمسائل العملية لعلم الهيدروليكا والآلات المتحركة بذاتها^(٢٢) ، وقد ألفه للملك الصالح محمد بن قرا أرسلان من آل أرتق بديار بكر في النصف الثاني من القرن ٦هـ بعد عمله في بلاط بي أرتق قرابة ٢٥ سنة ، وحرى الكتاب صورا للبنكام الذي يعرف به ما مضى من ساعات النهار ،

أما كتاب «ميزان الحكمة» الذي وضعه عبدالرحمن الخازني ، فهو من الكتب المعترفة في علم الطبيعة ، بل وأهم ما ألف في (mecanique) علم الميكانيكا والخيل وموازنة السوائل ، اذ يتضمن على نظرية الثقل والكتافة ونظرية الروافع ، وتطبيقات للميزان ، وطرق لقياس الزمن ، ويضاف الى ذلك ، أنه من أكثر الكتب استيفاء لبحوث الميكانيكا . ومن دراستنا لكتاب ميزان الحكمة ، نرجح أنه كان لدى الخازن آلات خاصة لحساب الوزن النوعي ، وأخرى لقياس حرارة السوائل^(١٨) بل أنه ضمن كتابه مصورة لآلية مركبة من عدة أعضاء ، وبها خمس كفات توزن بها الأشياء في الهواء والرطوبات ، وتحريك على ذراع واحد^(١٩) .

ومن ناحية ثانية ، فقد كان للعرب بحوث نفيسة في الروافع ، وكان لديهم عدد غير قليل من آلات الرفع ، ومع أن فضل اليونان لا ينكر في هذا المجال ، وخاصة ايرن الا أن العرب ابتدعوا روافع سهلة العمل ، قليلة التعقيد ، وكتاب «الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل» للجزري ضم صورا عددة لتلك الروافع وشرح طريقة عملها . وتفوق على ما سواه ، وليس معنى ذلك أنه الكتاب الوحيد في هذا المجال ، فقد صمم أمية بن عبد العزيز بن أبي الصلت ت ٥١٢هـ آلات بأشكال هندسية ، واستعملها لرفع الأنقال^(٢٠) وهناك آلات بسيطة جعلت جر الأجسام بالقوة اليسيرة ، شرحها الخوارزمي في كتابه ، مفاتيح العلوم ، ومنها البرطيس والمخل والبيرم وأبوخليون والثقل واسقاطولي والأسفين واللولب وغالباً غيرها

(١٨) الدوميل : العلم عند العرب ، ٣٠٥

(١٩) ماجد الش sis : مقدمة لعلم الميكانيك ، ٤٢ - ٤١

(٢٠) مجلة تاريخ العلوم العربية ، حلب ، السنة الأولى ، العدد الأول ، ١٩٧٧ ص ٥٦

(٢١) الخوارزمي : مفاتيح العلوم ، ١٤٢

(٢٢) الدوميل : العلم عند العرب ، ٣٠٥ ، مجلة تاريخ العلوم ، ١٩٧٧ ع ١ ص ٥٦

المؤلفات التي بحثت في الساعات وعملها ، وألات الحرب التي ترمي البندق وغيرها . أما نقي الدين الراصد ٩٩٤هـ / ١٥٨٥م ، فقد كان كتابه « الطرق السنية في الآلات الروحانية » اجمالاً لهذه الآلات وأشكالها وأنواعها^(٢٦) .

وأخيراً فقد نشر المستشرق الفرنسي كارا دي فر كتاباً عربياً في الميكانيكيات « الحيل الروحانية خانيقاً الماء » ويعتقد أنه لفيلون^(٢٧) ، وهو مفرد باليونانية إلا أنه محفوظ بنصه العربي ، كما أن قسماً صغيراً منه موجود باللاتينية نقاً عن النص العربي ، وقام Valentin Anecdota Rose بنشر النص اللاتيني في - ٢٨١ - *graeca et graecolatina* الصفحات - ٢٨١ - Wilhelm De ingenis Spiritibus Schmidt وباللاتينية والألمانية ، وبأرون كارا دوفو باللغة العربية وباللاتينية والألمانية ، وبأرون كارا دوفو باللغة العربية والفرنسية .

Le Livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, Notices et extraits de MSS de la Bibliothèque Nationale, 38,211,pp,paris, 1092.

ومن هذه الآلات التي ابتدعها العلماء العرب ما يلي :

- آلات بني موسى للتدبير المترتب ، مثل المعالف والمشاب وخزانات الحمامات ، ودنان الخمر التي

وصوراً لآلات رفع الماء ، وألات سرية تظهر حركات مدهشة ، كرجل يدق ساعة أو رجل يمشي أو يتحرك ، ورسوماً أيضاً لتركيب الدمى وحركاتها وأشكالها كما أن الكتاب يعد مرجعاً هاماً لدراسة الساعات عند العرب ، وطرق صنعها وعملها^(٢٨) .

ووضع عبد الرحمن الخازن في كتابه ١١١٨هـ / ١٥١٢م ، كتاباً في الآلات العجيبة تعرض فيه لعمل آلات الرصد ، وعرف فيه أيضاً علم الهيئة ، وكانت تلك الدراسات هي التي مهدت لاختراع البارومتر .

وكان البيروني في كتابه ٤٤٤هـ / ١٠٥٢م قد ذكر في كتابه « الآثار الباقية عن القرون الخالية » بعضها من الآلات ، ووصف طريقة عملها ، وخاصة آلات رفع المياه الجوفية من الآبار والعيون ، ومن المعلوم أن للبيروني دراسات مهمة في السوائل والمطر والسحب والضباب والنقل النوعي ، وتشكل المياه في باطن الأرض وغيرها .

ووصف مجھول لعله أبو عامر (أحمد الأندلسي) ، كتاب « الباهر في عجائب الحيل » ويعرف أيضاً « بكتاب الباهر في التأريجات » ، وصف فيه أنواعاً من الدمى تتحرك بما يشبه أعمال الحواة ، قصد به الكشف عن حيل بعض المشعوذين ، كادخال البيضة في الزجاجة ، وألعاب الأقداح وأخفاء الخواتيم وغيرها^(٢٩) .

وعقد الخوارزمي في كتابه « مفاتيح العلوم » فصلاً لصناعة الحيل ، وأنفر فصلاً خاصاً باسمه « في حيل الماء وصنعة الأواني العجيبة »^(٣٠) ، هذا بالإضافة إلى

(٢٣) زيدان : تاريخ آداب اللغة العربية ٢٧٤/٣

(٢٤) نفس المرجع السابق ونفس الصفحة

(٢٥) الخوارزمي : مفاتيح العلم ، ١٤٥-١٤٣

(٢٦) توجد نسخة من المخطوطة في جمهوريّي تحت رقم ٥٢٩٢ اشار اليها حسن الحسن في كتابه من نقي الدين الراصد

(٢٧) مجلة الشرق ، السنة السابعة من ٢٦٥

أبي القاسم عبدالغافري بن مسافر (علم الدين الحنفي) ١١٦٨ - ١٢٥٤ هـ / ١١٦٨ - ١٢٥٤ م . حيث ارتبط اسمه «بفن السوق» وكان علم الدين الحنفي قد خدم أمير حماة ، وأنشأ له التواعير على نهر العاصي (٣١) .

وامتدت ابتكاراتهم إلى صنع الأواني العجيبة ، أي الأووعة الصغيرة التي تدخل في الأعمال المخبرية ، كالأنباب الزجاجية والبواقي والدوارق ، وأدوات الرفع البسيط وغيرها . فالرازي ت ٩٣٢ هـ / ١٢٢٠ م ، مثلاً يصف ما يزيد على عشرين جهازاً ، منها الزجاجي ، ومنها المعدني (٣٢) .

ومن ناحية ثانية ، فقد وصف الخوارزمي ، صنعة الأواني العجيبة التي تتحرك بحيل الماء ، كالاجانة التي تتوضع فوق الماء ، وتعلق بها خيوط ، كما تعلق بكفة الميزان ، وتشد بتلك الخيوط الأجسام التي يراد حركتها ، فكلما امتدت الاجانة ، رسبت في الماء ، وجرت الخيوط ، وما يتصل بها ، فيحدث لذلك حركة تختلف أشكالها بالمراد منها (٣٣) . ومن هذه الأدوات والأواني التي وصفها الخوارزمي نذكر ، الأواني السحرية ، والسحارة المخوقة التي تعمل في جام العدل ، والجوز المغريل السفل ، والبيثون ، والمليار أو المينار ، (أناء كبير يسخن فيه الماء) وسرن الرحى ، ويركز السرن ، والقطارات ، الحنات (آلات تعمل فتحن مثل صوت المعازف والمزامير والصفارات وغيره

تسكب القليل ثم تنقطع فترة ، والقناديل التي ترتفع فتايلها وزيتها تلقاءاً ، وألات مرصد سامراء ، ذات الشكل الدائري ، والتي تحمل صور النجوم ورموز الحيوانات ، وتدار بقوة مائية (٢٨) ، واذ كلما غاب نجم من السماء ، اختفت صورته من الآلة ، وهذا يتطلب معرفة دقيقة في علم الفلك ، ومهارة فائقة في علم الميكانيكا تتميز بالخيال الحصب والأفكار العلمية التي تبرز منها الدقة والتعمق وال موضوعية العلمية (٢٩) .

ومن الجدير بالذكر ، أن ابتكار الأدوات الفلكية ، كان فنا متقدماً عند علماء الفلك العرب ، وقد أدت آلاتهم الفلكية الغرض المرجو منها ، مما أوجب الاستمرار في استعمال بعضها حتى في عصرنا الحديث ، كآلة السدس والربع والاسطرباب وغيرها .

- آلات رفع الماء : الروافع والتواعير

ومن هذه الروافع ، آلات ترفع من غمرة ويشير لست بعميقة ونهر جار ، وألات ترفع من ماء من غمرة إلى مكان مرتفع بدبابة تدبر سهلاً ، وروافع للماء من غمرة أو بئر تدبرها دابة ، وألات أخرى في بركة ، وسطها عمود محفوف ، عليه قرص ، يعلوه قنال بقرة تدبر دولاباً باربعية وغيرها من الآلات ، ومن أشهرها مضخة ابن الرزاز الجزرية ، والتي تعد الجد الأقرب للآلية البخارية (٣٠) .

وعلى الأنهر ركبواً التواعير ، وقد عرف بها قيس بن

(٢٨) جورج ساركتون : تاريخ العلم ، ترجمة لفيف من العلامة ، ٥ / ٢٤٠

(٢٩) حكمت نجيب : دراسات في تاريخ العلم ، ٢٩١

(٣٠) مجلة تاريخ العلوم ، حلب ، العدد الأول ، ٥٦

(٣١) الدوسي : العلم عند العرب ، ٣٠٦ ، حكمت نجيب : دراسات ، ٢٩١ ، وقد وردت ملائحة لوسائل الري التي استخدمت في السادس مـ في كتاب

The Genius of AraB CIVILIZATION PP.181.184. ومنها مقياس النيل عند الروضة

(٣٢) ماجد الشمس : مقدمة العلم ، ٤١

(٣٣) الخوارزمي : مفاتيح العلوم ، ١٤٣

نجحت العديد من المكتبات العربية والأجنبية باقتناء العديد من المؤلفات التي تشرح كيفية صنع المجانين والأقواس والبندق وما إليها ، وكان كتاب «تبصرة أرباب الألباب في كيفية النجاة في الحروب من الاستواء» ، ونشر أعمال الأعلام في العدد والآلات المعينة على لقاء الأعداء «لمرضي بن علي بن مرضي الطرسوي ت ٥٨٩ هـ» ، نشره كلود كامن بيروت ، ١٩٤٨ ، من أهم كتب الحروب ، فقد وصف فيه طرق صنع السيف ، والأقواس والرماح والتراس والدروع والجهاز واللت والأعمدة والدبابيس والمنجنونات العربية والفارسية والرومية (الفرنسية) . وطرق صنع الدبابات والأبراج والستائر والمثلثات والنفوذ وخاصة النفط الذي يعيش على الماء ويصلح لحرق المراكب .

ان صنع الساعات والعمل بها ، كان من أهم ما عرفه العرب في علم الميكانيكا ونظراً لأهميته ، فلاري أنفرد لها مكاناً في هذا البحث .

الساعات العربية :

يعتقد بعض العلماء أن الاشارة التي وردت في سفر اشعيا «بان الظل رجع على درج آجاز عشر درجات» ، إنما تقصد بها الساعة الشمسية المعروفة بالمزولة والتي تقوم فكرتها على تقدير الوقت بحسب اتجاه الظل ، فيُنصب جسم موازٍ لمحور الأرض على سطح مستو ، قد درست عليه الزوايا المطابقة للساعات ، واد يقع ظل الجسم عليها ، يحدد الوقت بموجبه^(٣٨) .

والنضاحات والفوارات ، والمقاطع الفلس والشاقول^(٣٤) .

وهناك نوع من هذه الأواني تكون على هيئة الأنابيب والبرابخ - أنابيب الفخار والقنوات - ومنها ، المي دزد (سارق الشراب) ، وهو أناء يملا شراباً وينكس ، فلا ينصب منه شيء فيوهم الشارب أنه استوف ما فيه ويسمى جام الجود وضمه جام العدل ، لأنه إذا زيد فيه شيء يفوق المقدار ، انصب ما فيه كله^(٣٥) ، وكذلك المهندم ، وباب مطحون وباب المدفع (المستق) وألة الدبة ، وهي آلة من نحاس أو غيره مجوفة ولا متفس بها البنة ، وتوضع في سطل أو نحوه ، ثم يصب في السطل ماء صبا رقيقاً ، فكلما ازداد الماء ، طفت تلك الآلة ، ورفعت ما يتعلق بها من الأجسام فيحدث لذلك حركات^(٣٦) ..

واستفاد بعض العلماء العرب من الرمل والخردل والجاورس في صنع آلات بعيل بدل الماء ، وتقوم على أنابيب بربخية ، فوقها قطع من الرصاص المشدود بخيط معلق عليه ما يحتاج إلى تحريكه ، ويتلخص عمله بأنه كلما تناقض الرمل أو الجاورس تحرك الرصاص إلى الأسفل وحرك الخيط وما هو متصل به ومن جهة أخرى ، فقد نشأ علم خاص يسمى «علم الآلات الحربية» وهو علم «يعرف منه كيفية اتخاذ الآلات الحربية ، مثل المنجنونات والمرادات والخزيرات والسهام والأسطام وشلل أيضاً ، رمي القوس والبندق»^(٣٧) وعدد من فروع علم الهندسة . وقد

(٣٤) لتوضيح عمل هذه الآلات انظر المرجع السابق ، ١٤٣

(٣٥) نفس الرجع السابق ونفس الصفحة

(٣٦) المرجع السابق ، ١٤٣

(٣٧) حاجي خليفة : كشف الظلون ، ١٢٥/١

(٣٨) مجلة المق�향 ، المجلد ٧٠/١٥٩ ، خثار القاضي : أثر المدينة ، ٢٤٣ ، ساربون : تاريخ العلم ، ٢٤٦/٥

الشاهد والغسق والعتمة والفحمة والمرهون والقطع والجوشن والعبكة والتباشير والفجر الأول والمعرض والأسفار^(٤٠)، ومع أن هناك أسماء أخرى فرضتها اختلاف البيئات القبلية وأسباب موضوعية أخرى، إلا أنها لا تخرج في معناها عن المشار إليها، وأطلق عرب الجاهلية على من يعمل بالساعات هذه من غير رجال المعابد، اسم «المساوية»^(٤١)، وهذه دلالة أخرى على اهتمامهم بالوقت وتحديده.

وفي صدر الإسلام، كان تحديد مواقيت الصلاة يتم بحركة الشمس اليومية اليوم يبدأ عندما ينعدم بصالة المغرب، وذلك بعد غروب الشمس، والعشاء عند اختفاء الشفق الأعلى، والفجر تبدأ بظهور الفجر، أما الظهر، فعندما تبدأ الشمس في انخفاضها بعد عبورها خط الزوال، وبصالة العصر، تخل عندهما يساوي طول ظل أي قائم ظله عند الظهر، متساقاً إليه طول القائم، وكانت معرفة الوقت من الأمور التي يتوجب على كل مسلم معرفتها، حتى أن شاعرهم يقول:

ولا خير، فيمن كان بالوقت جاهلا
ولم يك ذا علم بما يتبعده^(٤٢)
وقد أجمل أحدهم ضبط الوقت بهذه الآيات، ولعلها
لابن يونس المصري

ومعرفة الأوقات فرض معين
على عقلاه المسلمين مؤكدا
أن ذلك في القرآن ياصاح جملا
وفسره خير البرية أحمد

ونحن وإن كنا لا نميل لمعالجة تطور صناعة الساعات والعمل بها عند الأمم الأخرى، كالكلدان واليونان خروجه عن مظان بحثنا، غير أن حساب الزمن وفق النظام السومري - البابلي لا يزال قائماً، ثم إن الكتاب التاسع لفترفيوس قد عني بالزاول أو الساعات المائية، ولم يُعثر على نص يوناني لكتاب فيلون «في الجبل الروحانية وميخانيقا الماء» الا بالعربية، الأمر الذي يؤكّد أنه كان لدى الأمم السابقة اهتمام بمسألة الوقت وتحديده من جهة، وأن العرب قد اطلعوا عليها من ناحية أخرى^(٣٩).

وفي رأينا، أن ذلك التطور الذي وصل إليه عرب الأنباط والحضر وتدمير والخيرة، لا يمكن أن يتم دون الالتفات لعنصر الزمن، اذا لا يعقل أنهم بلغوا مستوى حضاريا متقدما بلا معرفة متقدمة عن الساعات وتقسيم الزمن، سبيلاً وأثمن اهتمموا بالأرصاد الفلكية، هذا بالإضافة إلى أن عبادة الأجرام السماوية كانت جزءاً من عبادة الصابئة. وما يهمنا هو التأكيد على اهتمام عرب الجاهلية بأمر التوقيت لعوامل تتعلق بشئون حياتهم اليومية، فالزراعة فرضت عليهم الالتفات إلى تقلبات الجو، كما أن الأعياد وأمور العبادة، جعلت رجال الدين في المعابد والكهان يقومون بضبط الوقت اعتماداً على الفلك والنجوم والأنواء، وبيدو أن تحديد الزمن بواسطة الآلة، مكن عرب الجاهلية من تسمية كل ساعة من ساعات النهار الأربع والعشرين، باسم خاص، فساعات النهار هي الذرور والبزوغ والضحي والغزالة والهاجرة والزوال والدلوك والعصر والأصيل والصبوب، والحدود والغروب، وساعات الليل هي،

(٣٩) جواد على: المفصل في تاريخ العرب قبل الإسلام، ٤٦٩/٨، ابن سيده: المحسن، ٤٤/٩

(٤٠) إبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب، مقالة، علم الميقات لداليكتنج، ٣٩١

(٤١) نفس المرجع السابق، ٣٩٢

(٤٢) الشمس: متنمية، ٣٦، ابن أبي أصيحة: عيون الاتهام، ٤٨٣

ت ٢٢٠ هـ كتاب الرخائم ، وله محمد بن كثير الفرغاني كان « حبيا سنة ٢٤٧ هـ / ٨٦١ م » « عمل الرخامات »^(٤٦) ، وألف أبو عبدالله الشلوي ، كتابا في الرخامة المنحرفة وكتابا آخر في الرخامة المستطيلة^(٤٧) . ولا يبراهيم بن محمد بن حبيب البغدادي ت ١٨٨ هـ كتاب « مقاييس » ويدرك أنه لا تزال هناك ساعتان شمسيتان ، الأولى في متحف طوب قابي في إسطنبول على شكل ربع كرة ، قسم تجويفها إلى اثنتي عشر قسما ، ومحمولة على قاعدة من نفس المادة وفي سجلها ، أنها حملت من مداين صالح ، مما يؤكّد ما ذهبتنا إليه أن عرب الجاهلية قد عرفوا العناية بالوقت ، والأخرى بجوار الغرفة ، بجامع القرويين بالمغرب ، صنعتها (المعدل) محمد بن عمرت ٧٩٤ هـ / ١٣٩١ م ، وأضاف مؤلف جامع القرويين أن هناك أربع ساعات من هذا النوع تلائحت جلها اليوم ، كما أن هناك واحدة أخرى بأعلى الصومنة^(٤٨) . وحيث أن هذا النوع لا يدخل ضمن علم الحيل ، فاننا نكتفي بهذه العجلة فيه ، أما النوع الآخر من تأليف الساعات ، والذي قام أساساً على « علم الحيل في الماء » أو ميكانيكا الماء ، وبنية فيها العديد من العلماء العرب فدرجها تحت عنوان التأليف في الساعات المائية .

مؤلفات في ساعات الماء :

اقتصرت الفائدة في استعمال الساعة المزولة على أيام الصحو ، أما في أيام الغيم والمطر فقد تعذر استعمالها ،

فمهما رأيت الظل قد زاد فيئه
فصل صلاة الظهر إذ ذاك يرصد
وزد قامة ظل الزوال فانه
أوان لوقت العصر عدد
وعند غروب الشمس قم صل مغربا
فليس لها وقت سوى ذاك مفرد
وصل العشاء وأنت للجتو ناظر
إذا الشفق الأعلى يغيب ويفقد^(٤٩)
وما يجدر ذكره أن العرب قد أقاموا الساعات في المساجد والمدارس ومعاهد العلم ، وعيّنا لها المهندسين للإشراف عليها والعنابة بها ، وكان من مهام المؤذن أن يكون خبيراً بتحديد أوقات الصلاة ، وألقوا في الميقات والموقعين والساعاتيين بالجواجم والمدارس ، واتخذت مؤلفاتهم أشكالاً عدّة ، فمنها :

مؤلفات في الساعة الشمسية « أو المزولة » :

كانت الساعة الشمسية ، النقالة ، أكثر اختراعتهم أصالة وفتنا ، وهي المسماة « ساعة الرحلة » ، لا سيما بعد أن أصبحت دائرة الشكل ، وجعلوا بوسطها محوراً لتحديد موضع الشمس والوقت ، ومن الساعات الشمسية العربية ما عرف « بالرخامة » وهذا النوع من الساعات كثُرت المؤلفات العربية فيه ، ف ثابت بن قرة ت ٢٨٨ هـ / ٩٠٠ م ، وضع كتاباً في آلات الساعات التي تسمى رخامات^(٤٤) وللخوارزمي ٢٣٢ هـ ، كتاب « الرخامة »^(٤٥) ، ولحبش بن عبد الله المروزي^(٤٦)

(٤٣) إبحاث الندوة العالمية الأولى ، ٣٩٢

(٤٤) ابن النديم : الفهرست ، ٣٩٧ ، ناجي معرف : تاريخ علماء المستنصرية ، ٥١ / ٢٠ ، البغدادي : هدية العارفين ، ٦ / ١

(٤٥) ابن النديم : الفهرست ، ٤٠٣ ، ٣٩٨

(٤٦) البغدادي : هدية العارفين ، ٢ / ٥

(٤٧) ابن النديم : الفهرست ، ٣٩٨ ، الشخص : مقدمة ، ٣٦

(٤٨) النازمي : جامع القرويين ، ٣٤٧ / ٤

على غاية تلك الساعة^(٥٢) غير أن العلماء العرب قد ارتفوا بهذه الفكرة البسيطة ، ليدخلوها ضمن عمليات رياضية منظمة منسقة أساسها الاستفادة الشلل من مكتشفاتهم في علم الجيل ، حتى إذا ما وصلت هذه الاستفادة مرحلة متقدمة ، جعلوها على ، فتقرا في كشف الظنون^(٥٣) ، تعريفات لعلم البنكمات ولعلم آلات الساعة ، وعلم البنكمات عندهم يعني الصرور والأشكال المصنوعة لمعرفة الساعات المستوية والزمانية وذلك بالآلات يقدر بها الزمن ، موضوعه « حرکات مخصوصة في أجسام مخصوصة ، تقضي بقطع مسافات مخصوصة ، وغايتها معرفة أوقات الصلوات وغيرها ، دون ملاحظة حرکات الكواكب ، وكذلك معرفة الأوقات المفروضة للقيام في الليل ، تهجدأ أو للنظر في تدابير الدول ، والتأمل في الكتب والصكوك والخرائط المنصبه بها أحوال المملكة والرعايا واستمداده من الرياضة والطبيعة » أما علم آلات الساعات ، فيبحث في الصناديق والضوارب وأمثال ذلك .

كان هذا يجري في الوقت الذي اتهم فيه البابا سلفستر الثاني بأخذ السحر ، واستعانته بقوه الشيطان ، بعد صنعه ساعة في مدينة كلدبرج ٤٥٦هـ / ٩٩٦م ، تدور بثقل دواليب^(٥٤) ، ولا ندري إن كان سلفستر قد بنى ساعته على غلط تلك الساعة التي قيل أن هارون الرشيد قد أهداها ١٩٢هـ / ٨٠٧م إلى شارلماں ، وقد أغرب واصفوها غاية الغرابة في وصفها ، حيث أورثت رجال الدين حيرة وذهلاً ،

لأنها تقوم أساساً على الغلط ، ولهذا اضطر العلماء إلى استنباط الساعة المائية حل المشكلة السرقة ، وببدأت بسيطة بوعاء صنع من مواد مختلفة وبأشكال متعددة ، يصب فيه الماء وينفذ إلى وعاء آخر يقدر ، ليقيس الوقت بمقدار ما ينساب من الماء بوحدات زمنية اصطلاحية^(٤٩) ومن ثم زيد منها دولاب أو أكثر يدور بتناقص الماء في الوعاء ، فيدي عقراً على ميناء فتعرف الساعة^(٥٠) بذلك .

ولعل من معترض يرى أن الساعة المائية ما كانت إلا تطوراً لتلك التي كانت موجودة عند الكلدان والهنود واليونان . وفي تقديرنا أن الساعة الكلمانية المائية الهندية ، واليونانية ، لم تختلف كثيراً عن الساعة الرملية مع فارق ابدل الرمل بالماء ، وكان القصد منها تعين فترة للقيام بعمل معين ، دون الأخذ بعين الاعتبار زمناً محدوداً ، فالخطيب مثلًا كان يمنح مهلة للكلام ، تقضي بفراغ محتويات قارورة من سعة معينة ، بقطع النظر عن سرعة التفريغ ، إذ لم تحفل بالدرج وحتى لم تربطه بزمن معين^(٥١) .

وليس معنى هذا أن الأمم السابقة لم تعرف الساعة المائية الميكانيكية ، فقد ذهب سارطرون إلى أن كيتسبيوس قد اخترع ضاغطة وأرغنا مائياً وساعة مائية ، كما أنه استخدم الماء في القرى الضاغطة ، وتحكم في ذبذبات الهواء لاخراج أصوات معينة ، ويكون بذلك قد أدرك الحاجة الرئيسية للاسطوانة والكتاب والصمام ، وأدخل فيلوب البيزنطي بعض التحسينات

(٤٩) الشخص : مقدمة ، ٤٥

(٥٠) مجلة المقططف ، م ١٦٠ ص ٧٠

(٥١) سارطرون : تاريخ العلم ، ٢٢٧/٥

(٥٢) سارطرون : تاريخ العلم ، ٢٣٩/٥

(٥٣) حاجي خليفة : كشف الظنون ، ١٤٧/١ ، ٤٠٠

(٥٤) الشطي : مجموعة بحاث عن تاريخ العلوم الطبيعية ، ١٩ .

كانوا يستعملون بالنهار الاسطربلات وبالليل المكبات (٥٧) ولم بالنهار ظل يعرفون به ما مضى من النهار ، وما بقي ، وأضاف « ورأيناهم يتقدون المطالع والمجاري (٥٨) ، فهلا عرف أو سمع الجاحظ برسالة الكندي وهو المتقب المؤوب ، أو أنها أي صنعة الساعة التي وصفها الكندي لم تكن منتشرة ، واستمر الناس يعرفون الأوقات بالمطالع والمجاري الفلكية .

وكان مؤلف أبي عبدالله الخوارزمي ، (كان حيا ٣٨٠ هـ / ٩٧٦ م) . وما فيه من وصف الساعات المائية ، كآلة النوبة والفيل وصناديق الساعات وغيرها ، أكثر توضيحاً من المؤلفات السابقة (٥٩) .

يبدو أن التقدم الفعلي لصناعة الساعات والعمل بها قد تم في القرون الثلاثة السادسة والسابع والثامن الهجرية ، اذ وردت إشارات مؤلفات في الساعات وصناعتها ، وتحصص عدد من المهندسين في صنع الساعات وألاتها ومنهم ، علي بن تغلب (تعلب) بن أبي البيضاء ٦٨٣ هـ / ١٢٨٤ م ، وينسب اليه تدبير الساعات على أبواب المدرسة المستنصرية في بغداد ، وقيل أنه هو الذي صنعتها (٦٠) .

محمد بن رستم الساعاتي ت ٥٨٠ هـ / ١١٨٤ م ، وهو الذي صنع الساعات على باب الجامع الأموي بدمشق في زمن نور الدين ، محمود بن زنكي ، وكانت

ويبدو أن تلك الساعة كانت مائية ، صنعت من نحاس مذهب ولها في وجهها اثنا عشر باباً صغيراً بعدد الساعات ، وكلها مضت ساعة فتح باب وسقطت منها كرات معدنية ، تقع على جرس ، فيقرع بعدد الساعات وتبقى الأبواب مفتوحة تفتح الأبواب الاثنا عشر ، وحينئذ تخرج صور اثنى عشر فارساً على خيول تدور على الصفيحة ، ثم تدخل وتغلق الأبواب وراءها .

ونحن وإن كنا نشك في وجود مثل تلك الساعة في ذلك الوقت ، لأننا لم نعثر على أية إشارة في المصادر العربية التي اطلعنا عليها ، وذهب بارتولد في بحثه عن تاريخ فلسطين في العصور الوسطى ، إلى أن سفارة هارون الرشيد التي أنيطت بها مهمة السفر لمقابلة شارلمان ، ومعها الساعة والمقاييس ليست إلا من وضع أسحق اليهودي لتحقيق أهداف سياسية أصبحت اليوم معروفة ، ومهمها كانت التحليلات والدراسات ، فإن ايراد الخبر في المراجع الأوروبية فيه اقرار أوربي ضمني ، بأن العرب قد بلغوا شأوا في صناعة وعمل الساعات منذ فترة مبكرة (عصر هارون الرشيد) ، وبالتالي تقدم علم الحيل عندهم (٦١) ، وما يجدر ذكره ، أن العرب أطلقوا على الساعة المائية عدة تسميات ، مثل ، ميقاتية ، بنكم ، فنكان ، فنجانة ، منجانة ، القطان .

ولعل أبا يوسف الكندي ت ٢٤٦ هـ / ٨٧٣ م ، كان أول من ألف رسالة في عمل ساعات مائية على صفيحة تنصب على السطح الموازي للأفق ، خير من غيرها (٦٢) ومبعد شكتنا ما ذكره الجاحظ « ان المسلمين

(٥٥) مجلة المتنطف ، مجلد ١٦٠ / ٧٠ و مجلة الرسالة : الساعات العربية لأحمد دهمان ، عدد سبتمبر ١٩٣٦ / ٢٦٧٤

(٥٦) البغدادي : هدية العارفين ، ٦ / ٥٤٠ ، تاجي معروف : تاريخ علماء المستنصرية ، ٢ / ٣٢

(٥٧) ماجد الشمس : مقدمة ، ١١٧ ، المكبات (ج مكة) ، وهو ما يليف عليه الغزل او الخط

(٥٨) الجاحظ : الطيوان ، ١٠٧ / ٢

(٥٩) الخوارزمي : مقاييس العلوم ، ١٤٦ - ١٤٧ ، تاجي معروف : تاريخ علماء المستنصرية ، ٢ / ٥١

(٦٠) الرسالة : ١٩٣٦ ، مقالة دهمان ، ٦٧٤ ، تاجي معروف : تاريخ علماء المستنصرية ، ٢ / ٥٥

النبوغ ، فقد عمل نحاتا ثم تجارة ، وقرأ الهندسة والرياضيات ، واشتغل بالفلك وعمل الأزيج ، ثم انقطع للطب ، وفي زمنه تخرست ساعات المسجد الأموي ، فأصلحها وكان له في دمشق عطاءان ، أحدهما من طبه في البيمارستان الكبير ، والثاني من تفقده لصلاح ساعات المسجد الأموي ، ومن مؤلفاته :

- رسالة في معرفة رسم التقويم .
- مقالة في رؤية الملال (٦٤) .

- أبو العز بن اسماعيل بن الرزاقي الجزار ، نبغ في حوالي سنة ٦٠٢ هـ / ١٢٠٥ م ، وكنا قد أشرنا إليه سابقاً ، ولكننا نضيف بأن كتابه «الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل» يعد من أهم المؤلفات العربية في صناعة الساعات المائية بصفة خاصة ، وآلات الحيل بصفة عامة ، ولا أدل على أهميته من استعراض الأبحاث التي كتبت عن ابن الرزاقي ، وكان الدوميلي وجورج سارطرون وفيديمان وهائز قد درسوه ، أما المقالات والأبحاث والكتب التي تناولت أعمال ابن الرزاقي فالتي فاهها :

Carra de vaux, Note Sur Les mecaniques de bedi ez-zar el- Djazari et sur un appareil d'hydraul attribue a Appollonius de Perge (Congress d'histoirre de Paris, 5 section, 122-12. H.Suter:Mathematiker (137 — 226) 1900.

له الأنعام الكثيرة من السلطان ، وقيل أنه هو الذي صنع الساعة على باب جيرون (٦١) .

رضوان بن محمد رستم الساعاتي ت ٦٢٠ هـ / ١٢٢١ م ، وقد استوزره الملك الفائز ابن الملك العادل أبي بكر بن أيوب ، وقيل أنه بعد وفاة والده المشار إليه سابقاً انتدب ابن النقاش (لعليه محمد بن الحسين بن محمد التنوخي) ، لصلاح خلل وقع في ساعات المسجد فزادها خراباً ، فعهد إلى رضوان ، فأصلحها ، ومنها ساعة شمسية كبيرة ثُنثُنَت فيها الشموس والسيارات ، وقام رضوان أيضاً بتحسين ساعات أبيه ، ووضع كتاباً شرح فيه «علم الساعات والعمل بها» بالتفصيل والدقة ، صور كل قطعة منها وسمها باسمها ، ووصف مكانها وعملها ، ومن الكتاب نسخة دار الكتب والوثائق القومية في جملة كتب زكي باشا ، منقولة من مكتبة كورلي (٦٢) .

أبو عبدالله القيسراني : وهو محمد بن نصر بن صغير بن داغر الحزمي ت ٥٤٨ هـ / ١١٥٣ م ، أصله من حلب ، وسوليه بعكا ووفاته بدمشق ، وقد تولى الأشراف على ساعات باب جيرون بالجامع الأموي ، ثم خزانة الكتب ، وكانت بينه وبين ابن منير الشاعر الطرابلسي مكاتبات وأجوية ومهاجة ، وقد أورد صاحب مرآة الزمان خبر انتقال ابن القيسراني من الساحل الفلسطيني إلى حلب (٦٣) .

- محمد بن عبد الكريم بن عبد الرحمن الحارثي الدمشقي ت ٥٩٩ هـ / ١٢٠٢ م . وهو عالم بالهندسة والطب ، تعد حياته نادرة من نوادر الدهر ، تibili فيها

(٦١) التسم : مقدمة ، ٥٤ - ٥٥ ، مجلة الرسالة (١٩٣١) ، ٦٧٧/٢ .

(٦٢) التعمي الدمشقي : الدارس في تاريخ المدارس ، ٣٨٨/٢ ، ياقوت : معجم الادباء ، ٢١١/٤ .

(٦٣) زيادا : تاريخ آداب اللغة ، ٢٧٤/٢ ، سبط بن الجوزي : مرآة الزمان ، ٢١٣/٨ ، محمود إبراهيم : صدى الغزو الصليبي في شعر ابن القيسراني ، ٢٩ .

(٦٤) ابن العماد الحنبلي : شذرات الذهب ، ١٥/٤ .

هـ / ١٣٤٢ م ، ويكون من قطرة طولها نصف أو ثلث ذراع تقريباً ويدور على الدوام من غير ماء ، ويوجب حركات الفلك ، ورتب على أوضاع يعلم منها الساعات المستوية والساعات الرملية الزمانية ، ونستشف من النص ، أنها المرة الأولى التي يستعمل فيها الاسطرباب كساعة ميكانية صغيرة الحجم ، سهلة الاستعمال ، ولا مائية ، ومن مصنفات ابن الشاطر في هذا المجال ، تسهيل المواقف في العمل بصناديق المواقف .

- النفع العام في العمل التام ، بال تمام لموافق الاصلام (٦٧) .

- عبد العزيز محمد السوقي المؤيدى :
ت ٨٧٦ هـ / ١٤٧١ م .

وكان يعمل مؤقتاً بالجامع المؤيدى ، ومن تصانيفه

- نظم العقود في عمل الساعات على العمود .
- رسالة في دائرة المعدل .

- وسيلة الطلاب في عمل استخراج الأعمال
بالحساب (٦٨) .

تقي الدين الراصد : ت ٩٩٣ هـ / ١٥٨٥ م

وهو محمد بن أبي الفتح ، محمد بن أحمد بن يوسف الأسدى كان أوسع المهندسين بعد الجزرى دراسة في عمل الساعات وصنعها ، وانعكست خبرته الواسعة على مؤلفاته ، منها

- الطرق السنية في الآلات الروحانية .

- الكواكب الدرية في البنكمات المائية وهو منها ،
منه نسخة في مكتبة جامعة Chester deaty

E; Weidmann: Beitrage 3 (Sitzung sberichte, Er Langen. Vol, 37, 259, 262, 1905)

A.C.Coomaras: Treatise of al-Jazari on Automa

Leaves from aMS of Kitab fi ma arifat (21p. 8pi., Boston, 1924).

Creswell : Yearbook of oriental art and culture, A.C.Coomaraswamy: Early Arabic and Islamic Persian Paintings (Museum of fine Art Bulletin, 45 — 52, Boston, 1922).

هناك كتاب دونالد هل

The book of Knowldge of Ingenious Mechanical De Boston, U.S.A.
Printed in Nether Land. (٦٩)

ابن الشاطر ت ١٣٧٧ هـ / ١٧٧٧ م .

وهو أبو الحسن ، علاء الدين ، علي بن ابراهيم بن حسان الانصاري الدمشقي ، وكان قد تعلم صنعة تعليم العاج ، ومن ثم العلوم الرياضية والفلكلية وتولى التوقيت ورئاسة المؤذنين بالجامع الأموي ، وينسب إليه الارتفاع بمستوى صناعة الساعات ، فقد جعل حجمها صغيرة ، سهلة الحمل ، ويمكن تعليقها على الجدران ، ولا تحتاج آلاتها إلى الماء ، وقد وصف ابن العماد الحنبلي (٦٦) اسطرباب ابن الشاطر ، الذي كان موجوداً في منزله داخل باب الفراديس ، بدرج الطيار سنة ٧٤٣

(٦٥) النديم : الدارس ، ٣٧٨/٢ ، ابن تغري بردى : التلجم الراهن ، ٣٦٤/٥ ، الصندي : الراي ، ٢٧٩/٣ ، الزركلي : الاعلام ، ٢١٥/٦

(٦٦) البغدادي : هدية المعارف ، ٧٢٥/٥ ، ابن العماد الحنبلي : شذرات الذهب ، ٢٥٢/٦

(٦٧) البغدادي : هدية المعارف ، ٥٨٣/٥

(٦٨) نفس المرجع السابق ، ٢٥٧/٦

- عبد الرحمن بن سليمان الجائى ت ٧٦٣ هـ / ١٣٦١ م . وقد صنع ساعة مائية بأمر السلطان أبي سالم ، ابراهيم بن أبي الحسن بن عبد الحق (٧٣) . وهناك فتة من العلية آثرت أن تبحث في الميقات .

الحسن بن علي المراكشي ، كان حيا ٧٥٠ هـ / ١٣٤٩ م . وصنف في آلات التقويم وجامع المبادئ والغايات في علم الميقات (٧٤) . ومحمد بن سنان القوني (المعروف بابن كاتب سنان) ت ٩١٠ هـ / ١٥٠٤ م ، وقد ألف (تحفة الفقراء في علم الميقات) وابن أبي الخير ، محمد بن عموش الرشيدى الميقاتي ت ١٠٠٢ هـ / ١٥٩٣ ، ألف «النجوم الشارقات في ذكر بعض الصنائع المحتاج إليها في علم الميقات ، وأخيراً نذكر أحد بن عبد الرحمن ، الواقعظ بجامعبني أمية ، وقد ألف كتابه «هدية المشتاق لعرفة الأوقات في جميع الآفاق ، ولا يزال مخطوطاً ، ومنه نسخة في المكتبة الظاهرية تحت رقم ٧٥٦٤ - علوم أخرى (٧٥) .

وتجدر بنا أن نشير إلى أن العرب قد أطلقوا على الذين يعملون في الساعات اسم «المهندس» أو «الموقت» أو «المعدل» .

أشهر الساعات المائية في المشرق والمغرب :

يستفاد من اشارة ذكرها ناصر الحسين بن علي القيمي ، الذي أنشأ ساعة على باب المدرسة القيمية

- خلاصة الأعمال في مواقت الأيام والليال .
- الدر المنظوم في حل التقويم .

- ريحانة الروح في رسم الساعة على مستوى السطوح (٧٦) . وفي المغرب ، نشط صانعوا الساعات في عملها على المساجد والمعاهد والمدارس والطرقات العامة ، ومن أهمهم :

- أبو عبدالله - محمد بن الحباكت ت ٦٨٥ هـ / ١٢٨٦ م ، وقد ركب ساعة مائية في مدينة فاس بناء على طلب القاضي ، أبي عبدالله ، محمد بن أبي الصبر ، أيوب بن كنون ، ليعرف الناس أوقات النهار والليل ، سواء في الأيام المشمسة أو الغائمة وخاصة أن الساعة الشمسية والرملية ، لم تعد كافية بعد أن وصلت أخبار الساعة المستنصرية وطريقة صنعها (٧٧) .

محمد بن عبدالله الصنهاجي ت ٧١٧ هـ / ١٣١٧ م . وقد صنع منجاتة جامع القرنين ، أيام أبي سعيد ، عثمان المريني ، وذلك بالتعاون مع محمد بن الصديق القرسطوني ، الذي رسم خطوطها (٧٨) .

- محمد بن محمد بن العربي ت ٧٤٧ هـ / ١٣٤٦ م ، وقد قام بتجديد اصلاح المنجاته على وجه متقن ، ومن ثم أدخل استعمال الاسطراطاب فيها ، ومتى طلعت المطرة ، تعرف أوقات الليل والنهار ، بتحرك خيوط الاسطراطاب والساعة المائية فربط بين الاسطراطاب والساعة المائية بفن متقدم (٧٩) .

(٧٩) نفس المرجع السابق ونفس الصفحة

(٧٠) التازى : جامع القرنين ، ٣٢٢-٣٢٢/١

(٧١) التازى : جامع القرنين ، ٣٢٢/١

(٧٢) نفس المرجع السابق ، ٣٤٣/٢

(٧٤) البغدادى : هدية العارفين ، ٢٨٦/٥

(٧٥) نفس المرجع السابق ، ح ٢٦/٦ ، ٢٢٥

تلك الطيقات المذكورة التي عشرة دائرة من النحاس مخرمة ، وتعتبر في كل دائرة زجاجة من داخل الجدار في الغرفة تذهب ذلك كله منها ، خلف الطيقات المذكورة ، وخلف الزجاجة ضوء المصباح وفاض على الدائرة أمامها ساعتها ، فلاحت للأبصار دائرة مجدة ، ثم انتقل ذلك إلى الأخرى حتى تنقضي ساعات الليل وتعمر الدوائر كلها » .

ويضيف ابن جبير ، أنه أوكل بها في الغرفة ، متفقداً لها ، درب بشأنها وانتقامها ، يعيد فتح الأبواب وصرف الصنح إلى موضعها ، وهي التي يسعيها الناس « المنجاتة » . (٧٧)

وهناك ساعة مائية ثانية على باب جامع دمشق القبلي المسماً « باب الزيارة » وهي دائرة بيكار (نصفية) عليها عصافير نحاس ووجه حية من النحاس أيضاً ، وغراب فإذا تمت الساعة ، خرجت الحية وصفرت العصافير ، ونعنق الغراب ، وسقطت حصاة في الطست ، وهذه الأصوات ليست إلا عملية تحكم بذبذبات الهواء بحركات ميكانيكية نتيجة (الانتقال الماء وتحريك ما فوقه) (٧٨) .

ومن ناحية ثانية ، قد أشار ابن طولون في حوادث سنة ٨٥٩ هـ إلى « احتراق قيسارية الفرنج المعروفة بقيسارية ابن دلامة والتي هي شرق قيسارية ابن المزلق التي على بابها الساعات » (٧٩) ، وهذا تأكيد على أن الساعات المائية كانت تنصب على أبواب الأسواق علاوة على المساجد والمدارس .

الكبرى ، أن تكاليف بناء الساعات كانت باهظة فقد كلف بناء الساعة المذكورة أربعين ألف درهم (٧٦) ، وهو مبلغ ضخم آنذاك ، وعليه فقد اقتصر بناء الساعات وتركيبها على الأماكن المهمة دون سواها . وفي الموارض أو المدن الرئيسية ، وفي المساجد والمعاهد والمدارس والساحات العامة الواسعة أحياناً ، وكانت ساعات دمشق ذات شهرة متميزة ، وقد وصلنا وصف لتلك الساعات من خلال ما ذكره ابن جبير ، الذي وصل دمشق سنة ٥٨٥ هـ / ١١٨٩ م ووصف الساعات الموجودة في المسجد الأموي وعلى باب جিرون ذكر « عن بين الخارج من باب جিرون ، في جدار البلاط الذي أيامه ، غرفة ، ولهما هيئة طاق كبير مستدير ، فيه طيقات صفر ، قد فتحت أبواباً صغاراً على عدد ساعات النهار ودببت تدبيرة هندسياً ، فعند انقضاء ساعة من النهار ، تسقط صنعتان من صفر من في بازبين مصوريين من صفر قائمين على طاستين من صفر ، تحت كل واحد سهم ، أحدهما تحت أول باب من تلك الأبواب ، والثاني تحت آخرها والطاستان متقويتان ، فعند وقوع البندقتين منها ، تعودان داخل الجدار إلى الغرفة ، وتبصر البارزين ميدان أعقاهم بالبندقتين إلى الطاستين ويقدثنها بسرعة بتدبيرة عجيبة تخيله الأوهام سحراً ، وعند وقوع البندقتين في الطاستين يسمع لها دوي ، وينغلق الباب الذي هو لتلك الساعة للحين بلوح من الصفر ، لا يزال كذلك عند كل انقضاء ساعة من النهار حتى تنغلق الأبواب كلها ، وتنقضي الساعات ، ثم تعود إلى حالها الأول ، ولهما بالليل تدبيرة آخر ، ذلك أن القوس المنعطف على

(٧٦) بدران : منادمة الأطفال ، وسامرة الخيال ، ١٤١

(٧٧) ابن جبير : الرحلة ، ٢٤٤ - ٢٤٣

(٧٨) مجلة الرسالة : سنة ١٩٣٦ ، العدد ٦٧٥ / ٢ .

(٧٩) شمس الدين بن طولون : مفاكهنة الخلان في حوادث الزمان ، ١١٢ / ١

الشمس في البروج الاثني عشر ، وكيفية قطعها الفلك والدرج والدقائق ، وهي منقبة جليلة للامام المستنصر بالله (٨٠) .

أما الساعات التي عملت بعد المستنصرية ، فتقسم على دخول كرات رصاصية أو نحوها إلى جوف باز تسقط في وعاء ، فيسمع لها صوت ، وتكون أما بطريقة الضغط المائي . أو ببرشح من ثقوب صغيرة ، أو بذوبان شمعة فيقل وزنها وترتفع ، وتكون الشمعة مقسمة إلى أجزاء متساوية ينתרق كل جزء منها في ساعة وعند نهايته كرة من الرصاص أو الشبة وعند ذوبان الشمع عنها تحدث صوتا ، ثم تذهب إلى مكانها من ثقب في أسفل الاناء ، أما الأقمار والشموس والنجوم ، فكانت تحدث بتاثير الأضواء من خلفها (٨١) .

وبدأت ساعات ابن الرزاز الجزري غاية في التطور واستخدام علم الحيل المائي في عملها . ونستطيع أن نقسمها وفق تطورها إلى ثلاثة أنواع :

- ساعات تعمل بيكانيكا الماء ، وفيها سلاسل وموازين وبنادق .

- ساعات تعمل بيكانيكا الماء ولكن بدون سلاسل وموازين وبنادق ، صغيرة الحجم ، قليلة التلف .

- ساعات متقدمة كالثابتة ، ولكن يستعمل الشمع فيها بدل الماء ، وحركاتها الميكانيكية بسيطة ، وسهلة الحمل . صغيرة الحجم .

ومن النوع الأول ، اخترع ابن الرزاز .

أما في بغداد ، فقد أدهشت ساعة المدرسة المستنصرية ، مهندسي العصر ببراعة هندستها ودقة صنعها ، ولكونها تعمل عملاً ميكانيكياً جيداً ، ثم أنها في مدرسة ساهمت في النهضة الفكرية الإسلامية ، والمخطوطة رقم ١٣٨٣ تاريخ المحفوظة في الخزانة التيسورية في دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة تصفها ، وجاء في وصفها :

«سنة ٩٣٣ هـ ، تكامل بناء الايوان الذي أنشئ قبلة المدرسة المستنصرية وركب في صدره صندوق الساعات على وضع عجيب ، يعرف منه أوقات الصلوات ، وانقضاء الساعة الزمانية نهاراً وليلاً ، والصندوق عبارة عن دائرة فيها صورة الفلك ، وجعل فيها طاقات لطاف ، لها أبواب لطيفة ، وفي طرفي الدائرة بازان من ذهب في طاستين من ذهب ، ووراءها بندقان من شبة لا يدركها الناظر ، فعند مضي كل ساعة يفتح فيها البازين ، وتقع منها البندقان ، وكلما سقطت بندقة افتحت باب من أبواب تلك الطاقات ، والباب مذهب ، فيصير حيئاً مفضضاً ، وحيثئذ تضي ساعة زمانية . وأن وقعت البندقان في الطاستين ، فإنها تذهبان إلى مواضعهما من نفسها أي بصورة تلقائية ، ثم تطلع شموس من ذهب في سماء لازوردية في ذلك الفلك ، مع طلوع الشمس الحقيقة ، وتدور مع دورانها وتغيب مع غيبتها فإذا غابت الشمس وجاء الليل ، فهناك أقمار طالعة من ضوء خلفها ، كلما تكاملت ساعة ، تكامل ذلك الضوء في دائرة القمر ، ثم تبتدئ مع الدائرة الأخرى إلى انقضاء الليل وطلوع الشمس ، فيعلم بذلك أوقات الصلاة وتقضى الساعات الزمانية ليلاً ونهاراً ، وتوحد المواليد وحلول

(٨٠) الاربلي : خلاصة الذهب المبوك ، ٢٨٧ ، القرموطي : أثار البلاد واخبار العباد ، ٣١٦ - ٣١٧ ، ناجي معرفت تاريخ علماء المستنصرية ، ٥١/٢

(٨١) معرفت : تاريخ علماء المستنصرية ، ٥٣/٢ ، ماجد الشمس : مقدمة في علم الميكانيكا ، ٥١ - ٥٠

عربة الميدان تسير مسافة متناظمة القصيب المرتبط بها احدى الشظايا ، فتسقط بندقة عبر رأس البازي كل ساعة في تعقير الكفة المليئة بهاء يعادل ما يسقط ، وميزاب الدستور يؤثر على أول برج السرطان . وحيث أن سقوط الكرة يخل بتوازنها ، فتسكب الماء في الحوض ومتى إلى كفات الدولاب حيث تتحرك أيدي الطبالين والصناج ، ثم إلى القدر الصغير وهكذا

(٨٤)

ساعة الزورق : وتكون من زورق فيه ماء وطرباحة تمتليء وتفرغ ماء كل ساعة وكاتب على سرير بيده قلم ، وطائرة يقفز كرات فم ثعبان ، وملخص عملها « ان حركة الكاتب تؤثر على بقية الأجزاء ، فالطائرة يقفز كراته إلى فم الثعبان التي تقللها إلى صدر الزورق ويسمع لها صوت وترتفع الثعبان . وتكون الحركة في الزورق وأحواضه الداخلية وعمل الكاتب ، وحركة الطائر ورمي البندق ، وحركة السلاسل المحركة لشفري الميزاب .

ساعة الفيل : وهي تتفق مع بقية الساعات التي ذكرناها ، الا أن فيها طائرتين واحد يلقى البنادق والآخر يصفر عند القائهما ، وكاتب وشخص يجلس في الروشن وشعبان وسلسل تربط بين الأجزاء التي يراد تحريكها وهيئه فيل وفيال ، بيده فأس يضرب بها ومدقة وأنقال وماء طهرجاه وتم الحركة على عدة مراحل ، فالأجزاء الظاهرة لها حركة منضبطة ، وللفيل والسرير (الحوض) حركة ، بباطن الفيل وفيال ، والأعمدة الأربع ، والقصر الذي يجلس فيه الكاتب ، وميزاب لكرات ، والرجل الذي في الروشن ، والشعبان والطائر

- بنكام يعرف منه مضي ساعة زمانية ، وتقوم فكرتها على أحداث حركة في الأبواب ، تحرك البازين ، فتلقي كرات الرصاص ويدق الطبالون وينفتح حلقة الأبواب ويضرب الصناجون ، وذلك بحركة انساب المياه من دستور حكم (حنفية) ، وفي الليل يستعمل ضوء القنديلين يشكل أقمار (٨٢) .

ساعة الطبالين :

طولها (٥) أمتار ، وتكون مناثي عشرة جامة ، أسفلها شرفات وشخص يقطع كل شرفه ، وطائرة يلقى البنادق ، وخزان للماء فيه طفافة وحنفية (فيشون) ومحروط عائم يشكلان ببابا مطحونا ، لا ينفذ منه الماء إلا في حينه ، وعربة ذات سفود ، وتسير بموازاة الجامات لتحريك القماط الساتر للضوء المنبعث من قنديل ، يوقد داخل الساعة . ومكان لحفظ الكرات الساقطة إلى فم الطائر ، وبكرة في سقف بيت الساعة ، وير عليها الخيط الواصل بين رأس الطفافة وعجلة الميدان ، وكفة الحوض وأنبوب في الكفة يسمح بانسكاب الماء الزائد عن استيعابها ، ودستور منظم لعملية سقوط الماء (٨٣) حركتها على ثلاث مراحل :

عمل أدوات الماء .

عمل العربة ذات الأربع عجلات .

عمل الأجزاء المحركة لأيدي الطبالين والصناج وصوت البوابين .

فهذه الحركات متتابعة ، فهو طفافة ، تجعل

(٨٢) ماجد الشس : مقدمة في علم الميكانيكا ، ٥٣/٢

(٨٣) انظر وصفها وطريقة عملها في مقدمة في علم الميكانيكا في الحضارة العربية الإسلامية ، ص ١٤٩ ، والمعد الأول من مجلة تاريخ العلوم العربية لسنة ١٩٧٧ .

(٨٤) ابن الرزاز : الجامع بين العلم النافع ، ٦١

الطفافة ، فتحرّك الكاتب الى ١٥ درجة وهي تساوي ساعة زمانية ، وعند المساء يعاد الماء من القاعدة الى الكأس بسرعة وهكذا^(٨٦) على نفس النمط تعمل ساعة الطواويس .

اما النوع الثالث من ساعات ابن الرزاز فهي التي تعمل بالشمع بدل الماء ، وفائدتها أنها تحدد الساعات المستوية وأجزائها أيضا ، ومنها :

- ساعة السيف
- . - ساعة الكاتب
- . - ساعة القرد .
- ساعة الأبواب

وتقوم فكرتها جيّعا على استعمال الشمعة فيها كمادة تذوب نتيجة الاحتراق بقدر متساوٍ كل ساعة ، فينقص وزنها وتترفع ، وتسقط عند نهاية الذوبان في كل ساعة كثيرة ، وينفذ الثقل بالهبوط الى أسفل فتحرّك الأجزاء المربوطة مع بعضها^(٨٧) لتشير على تدريج ، جعل كل ١٥ وحدة منه تعادل ساعة زمانية ، وهكذا دوالياً كل أما ساعات المغرب فقد بنيت على نمط ساعة المستنصرية المائية . ولم تستعمل الشمعة فيما انتهى الى ولكنها استفادت من شبكة الاسطراطاب بربطها بلوب مع الساعات المائية ، وتقوم فكرتها العامة على :

- ماء في الأوعية ، ينساب بقدر معلوم .
- مجرى فوق الماء فيه خطوط وثقوب .
- طفافة تحرّك بنقصان الماء فتحرّك المتصلاً بها لتشير على التدريج .

والقدحان اللذان على كتفي الفيل . كل واحدة من هذه لها حركة تتم بصورة سريعة ومتتابعة كل ساعة .^(٨٥) ويلاحظ أن ابن الرزاز كان يسعى دائمًا لتحسين نوعية ساعاته ، ويحاول التغلب على المشاكل الفنية التي تعرّضه ، ليجعلها أكثر قبولا ، فساعاته السابقة ذات طول مرتفع يصل في بعضها الى ٥ أمتار (ساعة الطبالين) . وبعضها معقد وثقيل ، لكثره السلاسل والموازين والبنادق فيصعب حلها ، هذا بالإضافة الى كثرة تعطلها بسبب انقطاع خطيب أو عدم انتظام حركة سلسلة أو غيرها ، ثم ان هذه الأنواع لا تقيس إلا الساعات المستوية ، أي ساعات كاملة صحيحة ، العاشرة ، الحادية عشرة ، الثانية عشرة مثلاً . أما أجزاء الساعة كالنصف أو الربع أو الثلث فلا تقدر عليه ، علاوة على أن تشغيلها في الليل ، يتطلب مراقبة مستمرة وخاصة للماء ، ولذا ابتكر ابن الرزاز ساعات من نوع جديد ، بناء على طلب أبي الفتح بن محمود بن قرائس ، خفيفة وسهلة الحمل والتركيب ، ويمكن استصحابها في السفر ، ويعرف بها جزء الساعة وخلصها من السلاسل والموازين والبنادق ، ومن هذه الساعات :

ساعة الكأس وساعة الطواويس :

وت تكون الأولى من كاتب وبده قلم ، وبكرات ثلاثة كبيرة وبكريتين جانبيتين وثقالة ومسطرة تتحرّك عليها عوامة ، وجزعة مثقوبة من أسفل ويدن الساعة كأسى الشكل ، بقاعدة رباعية الشكل ، وتلخص فكرة عملها « أنه حين تملأ الكأس ماء ترتفع العوامة ، وينخفض الثقل ، وينبأ الماء بالنضج من ثقب الجزعة ، فتجذب

^(٨٥) المرجع السابق ، ١٧٧

^(٨٦) ابن الرزاز الجزائري : الجامع بين العلم والعمل ، ١٤٣-١٢٦

^(٨٧) الشمس : مقدمة ، ١٨١

هذا بالإضافة إلى ساعات المدرسة البوعلانية - نسبة إلى السلطان أبي عنان ، بشارع الطالعة من فارس وساعة الجاي ، وتقوم على أبواب وطاسات وكرات وأنابيب تصل بينها . (٩١) وأما في مصر ، فقد ذكر القليوبي في النواودر أنه كان عند السلطان الكامل شمعدان فيه أبواب فكلما مضت ساعة يخرج شخص من باب منها ، يقف في خدمته إلى مضي ساعة وهكذا إلى تمام الأبواب ، التي عشرة ساعة ، فإذا تم الليل خرج شخص فوق الشمعدان ويقول « أصبح السلطان » فيعلم أن الفجر قد طلع فيتأهب للصلوة . (٩٢)

ولقد أدهشتنا هذه الإشارة فهل عرف العرب تسجيل الصوت ، وحيث أنها لا نقطع برأي حول المسألة ، وغيل إلى أن الصوت إنما هو تحكم بذبذبات بطريقة خاصة تبعث صوتاً قد يفسره السلطان أو من سمعه « بأصبح السلطان » كما هي المعزوفات التقائية في زماننا ، غير أنها سنعود لبحثها في درستنا للصوت عند العرب .

ومن ناحية ثانية ، فقد أورد المقري في كتابه نفح الطيب وصفاً دقيقاً لساعة تلمسان كأنها حلقة مائية . « ولها أبواب معروفة على عدد ساعات الليل الزمانية فكلما مضت ساعة ، وقع التقر بقدر حسابها ، وفتح عند ذلك باب من أبوابها ، ويرزت فيه جارية ، صورت في أحسن صورة . وفي يدها اليمنى رقعة مشتملة على نظم تلك الساعة باسمها مسطورة ، فنضعها بين يدي السلطان بلطفة ويسراها على فمها كالمؤدية بالبایعة حق الخلافة . (٩٣)

- يعاد الماء بعد انتقاله بسرعة إلى الاناء الأول . وهكذا فإنها تتطلب مراقبة دقيقة ودائمة .
- إضافة شبكة الاسطرباب إلى الساعات .
وأهم تلك الساعات :

- ساعة ابن الحباك ، وتكون من صحن من الفخار بالقبة العليا بجامع القروريين ، يملأ ماء ، وعلى وجهه مجرى من النحاس ، ذو خطوط وثقوب ، ويخرج الماء منها بقدر معلوم إلى أن يصل الخطوط المرسمة على مختلف ساعات الليل والنهار ، فتعرف بذلك الأوقات ، وهي أصغر حجماً وأبسط تركيباً من ساعات ابن الرزاز . (٨٨)

وأما ساعة الصنهاجي فتتكون من مجس من خشب الأرض ، داخله إناءان من الفخار يعلو أحدهما على الآخر ، بأسفله أنبوب محكم العمل ، ينزل منه الماء في الاناء الأسفل ، وفي الجانب طست حوى خطوط تقسيم الوقت ، وعلى وجه الاناء الذي يجتمع في الأسفل جسم عائم مجوف من النحاس على شكل الأترجة ، والطفافة تحرك المسطرة فتظهر الورقة ، وعند المساء لا بد من رد الماء من الوعاء الأسفل إلى الأعلى ، وتعلق المسطرة كما كانت . (٨٩)

- ساعة محمد بن محمد بن العربي ت ٧٤٧ هـ ، وقد أضافا إلى المجس السابق شبكة الاسطرباب ، ومتى طلعت المسطرة المذكورة تعرف أوقات النهار والليل بتحريك خيوط الاسطرباب ورسومه ، وأجريت تحسينات فيها ، إذ أطربت دائرة الاسطرباب أربع صفائح وثبتت بشكل متين . (٩٠)

(٨٨) الفتن : مقدمة ، ٢٠٧ ، وصف الساعات في كتاب الجامع ، ٢٢٨ ، ٢٢٣ ، ٢٢١ ، ٢٢٢/٢

(٨٩) العازمي : جامع القروريين ، ٣٢٢/٢

(٩٠) المرجع السابق ٣٢٣/٢

(٩١) نفس المرجع السابق ونفس الصفحة

(٩٢) مجلة الرسالة سنة ١٩٣٦ ، مقالة دهمان ، المجلد ٢ من ٦٧٤

(٩٣) سعد الحادم : الذي تحرّك عند العرب ، ٤٠

اللبنانية ، السنة الخامسة ص ٣٥٧ - ٣٧٢ ، إن ثبت ما ذهب إليه قدرى طوقان المستشرقون ، ونجح في ذلك^{٩٥} .

وكانت هذه قفزة هائلة في تاريخ الساعات امتدت آثارها حتى اليوم ، فالساعات الحديثة تقوم عليها ، باستثناء ما بني على استخدام الآليات.

وتشير في النهاية إلى نوع من الساعات ، التي لا تزال تستعمل إلى يومنا بسيطة الصنع والتركيب ، والغرض منها تعين فترة محددة ، وهي الساعات الرملية والتي تترکب من دورتين ، الصقت فوهه أحدهما بفوهة الأخرى بواسطة الشمع وملئت العليا رملاً فينزل الرمل بالتدريج إلى السفل ، من مرتبتها صنع بنسبة مقدرة ، وتقلب الساعة عندما تفرغ العليا ، وهناك ساعة في جامع القرىين تعمل بالنظام الرملي صنعتها محمد بن محمد العربي ت ١٣٤٦هـ / ٧٤٧م ، وبعض أجزائها محفوظة في الغرفة بالجامع^{٩٦} . إن الالام بكل ما ابتكره العرب من آلات وأواني ميكانيكية الحركة ، يتطلب جهداً جاعياً ، لتجتمع خطوطاته ، ويعهد إلى المختصين درسها ، ليحدد مدى ما قادفوه إلى الحضارة الإنسانية في هذا المجال .

أما ما أضافه علماء العرب في الصوت والضوء والبصريات والقوى والحركة والمغناطيس والغازات والرياح ، ومدى استفادة الغرب منها فسيكون موضوع الصفحات التالية ، ونبين منها ما حققه علماء العرب المسلمين في هذا المجال .

ويضيف المقرى أن خزانة المجانة كانت ذات تماثيل لجين محكمة الصنع ، بأعلاها أیكة تحمل طائراً فرخاه تحت جناحيه ويختله فيها أرقام خارج من كوة ، يجذب الأیكة صاعداً ، ويصدرها أبواب مرتجة بعدد ساعات الليل الزمانية ، يصاقب طرفها بباباً كبيراً ، وفوق جميعها ذئبين رأس الخزانة قمر أكمل يسير على خط الاستواء سير نظيره في الفلك ، ويسامة أول كل ساعة بباباً المرتج ، فينقض من البالين عقاباً في يد كل واحد منها صنجة صفر ، يلقاها إلى طست من الصفر مجوف بواسطة ثقب يفضي بها إلى داخل الخزانة فيرين وبneath الأرقام أحد الفرخين ، فيصرف له أبوه ، فهناك يفتح باب الساعة الذهب وتبرز منه جارية محترمة كأظفاف ما أنت راء ، بيماتها أضباراً فيها اسم ساعتها منظوماً ، ويسراها موضوعة على فيها كاللباعية بالخلافة^{٩٤} .

وكان التطور الهائل في صناعة الساعات واعتمادها على الميكانيكا بصورة عامة ، فكان حين استعمل العرب الأنقال بدون ماء ، لأحداث الحركة الاوتوماتيكية . فاختروا الرقاصل (بندول الساعة) ، ويدوأن مترعنه هو أبوسعید ، عبد الرحمن بن أحمد بن يونس المصري ت ١٠٠هـ / ٣٩٩م ، وقد اعترف بذلك تيديو وسدويك وتايير فذكروا أن العرب قد سبقوا غاليليو بستة قرون في اختراع الرقاصل واستعماله . وفي إيجاد علاقته بالزمن ، لا سيما وأنه كان لديهم فكرة عن قانون الرقاصل ، إذ كان الفلكيون العرب يستعملون البندول لحساب الفترات الزمنية أثناء الرصد ، ولقد حاول أسامة عانوفي في بحثه « هل اكتشف العرب رقاصل الساعة » المنشور في مجلة الدراسات الأدبية - الجامعة

(٩٤) المقرى : نفح الطيب ، ٢١٦/٩ .

(٩٥) سيدبو : تاريخ العرب ، ٢١٤ تابلر : مختصر تاريخ العالم ، ١٦٣ ، سمث : تاريخ الرياضيات ، ٦٧٣/٢ غنار القاضي : أثر المدينة الإسلامية ، ٢٤٣

(٩٦) مجلة الرسالة ، المدد ٥٧ ص ١٢٩٣ ، النازبي : جامع القرىين ، ٣٤٧/٢

الصوت و دراسته :

المسافة ، فلا يحس بتفاوت زمان الصوت و عكسه . وقد برع أخوان الصفا في تعليل تمويغ الصوت بشكل كروي ، وبينوا عوامل قوة وضعف مجاته ، فالسبب في حدوث الصوت عند أخوان الصفا « هو حركة الأجسام المchorورة في الهواء ، الذي لشدة لطافته و خفة جوهره ، و سرعة حركة أجزائه ، يتخالل الأجسام كلها ، فيما إذا صدم جسم جسما آخر ، انسلا ذلك الهواء من بينهما ، وتدافع وتبعي إلى جميع الجهات وحدث من حركته شكل كروي ، واتسع كما تسع القارورة من نفح الزجاج منها ، وكلما اتسع ذلك الشكل ضعفت حركة تمويغ الهواء إلى أن يسكن ويضمحل^(٩٩) .

ومن ناحية ، فإن دراسات العلماء العرب لم تقف عند صوت الإنسان بل تعدتها إلى دراسة أصوات الحيوانات ، وكان أخوان الصفا والجاحظ والدميري رواداً في هذا المجال ، إذ قسمت أصوات الحيوانات عندهم إلى :

- أصوات الحيوانات ذات الرئة و تختلف باختلاف الصدر والحجاب والحلقوم والمنخرین ، وشدة استنشاق الهواء ، وقوه دفع أنفاسها من أفواهها ومناخيرها .

- أصوات الحيوانات التي ليست لها رئة ، ولكن لها جناحين ، كالزنابير والبلور والصراصير وغيرها ، فإن الأصوات التي تحدثها ناتجة عن تحريك الهواء بأجنحتها . و اختلاف أنواعها إنما تستند على لطافه . هذه الأجنحة و غاظها و طولها و قصرها و سرعة حركتها .

- أصوات الحيوانات التي ليست لها رئة ولا أجنة ، كالسمك والسرطان والسلحفاف وما شاكلها ، و تسمى

كان للعرب اشتغال في بحوث الصوت ، وأحاطوا بالمعلومات الأساسية فيه ، وذهبوا إلى أن السبب في منشأ الأصوات ، إنما يعود إلى حركة الأجسام المصوتة ، وهذه الحركة تؤثر في الهواء لشدة لطافته و خفة جوهره و سرعة حركة أجزائه كما قسم علماء العرب الأصوات إلى أنواع منها ، الصوت الجهير والصوت الخفيف والحاد والغليظ وغيرها . وعززوا ذلك إلى طبيعة الأجسام المصوتة ، وإلى قوة تمويغ الأصوات بسيبها . وتميزت أبحاث الموسيقيين العرب بدراسة الأوتار والأصوات الناجمة عن اهتزازها ، وكشفوا بقوانين رياضية العلاقة بين طول الوتر و غلطه و قوة شدته أو توتره و شدة النقر من جهة نوع الصوت من جهة أخرى^(١٧) . وقادهم هذا بالضرورة إلى بحث الألحان التي جعلوها ٤٧ نوعا هي : الصياح ، والسباح ، والنبرات ، والشذرات ، والصرخات ، والنهدات ، والضجرات ، والزجرات ، والتدريج ، والرمء ، واللغة ، والتعليق ، والتفخيم ، والتأوه ، والنوح ، والترجمي ، والكرة ، والتشبيع ، والإبدال ، والاستهلال ، والانشداد ، والاستغاثة ، والتغير ، والقهقهة ، والهزة ، والابتاع ، والانتزاع ، والتفكك ، والتفاجر ، والشهقات ، والامالة ، والتمطي ، والتقطعة ، والمهاهأة ، والمقطع ، والردة ، والصلة ، والاستحال ، والتشويب ، والصهيل ، والهمسة ، والتجنيبة ، والزحمة ، والتكاهن ، والغمزة^(١٨) .

وعملوا الصدى ، والذي يحدث حسب تعليلهم عند انعكاس الهواء المتموج بعد مصادمته لعال ، كجبل أو حائط ، ويجوز أن لا يقع الشعور بالانعكاس لقرب

(١٧) نجيب : دراسات في تاريخ المعلم ، ٣١٢ ، كحالة : العلوم البجنة ، ٢٢٠

(١٨) الكاتب (الحسن بن أحد) : كتاب كمال ادب الفناء ، ٧٨ ، الفارابي : كتاب الموسيقي الكبير ، ١٠٦٩

(١٩) أخوان الصفا : الرسائل ، ٤٠٧/٢

الوسط فهي ليست حركة مستقيمة ولا مستديرة ، وإنما حركة وسطية ، كحركة ضياء المصايبع من العلو إلى الوسط^(١٠٢) وهو يتحرك إلى جهات كثيرة .

ويرى الفلاسفة الطبيعيون ، أن الضوء صورة جوهرية ، وهو معنى من المعاني التي تتقدم منها ماهية الجسم المضيء بذاته ولا تفارقه مادام حافظاً لجوهره ومع أن التعريف لا يخرج عن ما أورده أرسطوطاليس^(١٠٣) ، إلا أن ابن سينا أضاف إليه « بأنه افعال في القابل من المضيء ، أو حصول أثر فيه من واهب الصور »^(١٠٤) .

أما ابن الهيثم فالضوء عنده « حرارة نارية تبعث من الأجسام المضيئة بذواتها كالشمس أو النار أو الجسم المتوجه ، وأنه إذا أشرف على جسم كثيف أخذه وإذا انعكس عن مرآة مقعرة ، واجتمع عند نقطة واحدة ، وكان عندها جسم يقبل الاختراق ، أحرقة »^(١٠٥) .

وكيفما كان الحال ، فإن للعلماء العرب أبحاثاً متقدمة في الضوء والبصريات ثُلثت بالتوالي التالية :

درس ابن سينا انعكاس الضوء وانكساره وأخطاء البصر ، واستطاع أن يعلل بذلك كبر حجم الشمس والقمر والكواكب والنجوم في رأي العين ، حينما تكون قريبة من الأفق عند الشروق والغروب ، وكانت تحليلات ابن سينا لكيفية تكون الحالة القمرية والحملة الشمسية هي أساس التفسير العلمي الحالي ، حيث افترض وجود بخار الماء في الجو وسقوط الشعاع الضوئي

بالحيوانات الخرس ، لأنه لا منطق ولا صوت لها ، وتختلف أصواتها باختلاف البيس والصلابة والحجم من كبير وصغر وطول وقصر وسعة وضيق وغير ذلك^(١٠٦) .

ولم تتوقف دراسة الصوت عند العرب على المسائل النظرية ، بل طبقوا مبادئ الطبيعة في الصوت وغيره على الموسيقى ، ويدعوا في هذا الفن « وقطعوا فيه شوطاً بعيداً ، وكانوا دائمًا في نظرياتهم الموسيقية عمليين ، فلا يقبلون النظرية إلا بعد التثبت منها عملياً . وقد تفرق في هذا المجال ، الكندي ، والفارابي ، وابن سينا ويوسف الكاتب وابن المنجم والأرموي وغيرهم . ويدرك أن اجادة العرب لبحوث التموجات الكروية للصوت ، هي التي أوحت لزرياب أن يضيف الوتر الخامس للمعود وصيغه باللون الأحمر . وجعله^(١٠٧) متوسطاً في موضعه بين الأوتار الأربع .

- الضوء والبصريات :

تجاوزت أبحاث العلماء العرب في الضوء ما انتهى إليه علماء اليونان ، وكانت مقالة حنين بن إسحق « فيحقيقة الضوء » بداية الانطلاق نحو دراسة الضوء والاستفادة منه في تحليل العديد من الظواهر الكونية . ومع أن رسالة حنين استندت أساساً على مقالة أرسطوطاليس ، إلا أنه أضاف إليها وطورها بحيث بدت شيئاً متميزاً ، فالضوء عند حنين عرض وليس بجسم نير وحني أنه ليس بجسم ويورد العديد من البراهين ، ووصف حنين حركة الضوء بأنها تتجه إلى

(١٠٦) المرجع السابق ، ١٩١/٢ ، الجاخط : الحيوان ، ١٩٣/٤ ، ١٤٧/٧ .

(١٠٧) المعنوي : زرياب ، ٤٦ ، عبد الرحمن : تاريخ الموسيقى الاندلسية ، ٢٦ ، صارات حلبي : تاريخ آلة المعود وصناعتها ، ٣٩ .

(١٠٨) حنين بن إسحق : في الضوء وحقائقه ، الشرق ، السنة الثانية ، العدد ٢٤ ، ١٥ ، كانون أول سنة ١٨٩٩ هـ ، ١١١٢ ، ١١٠٧ .

(١٠٩) مصطفى نظيف : الحسن بن الهيثم ، ٨٠/١ .

(١١٠) ابن سينا : التعليقات ، ٤٧ .

(١١١) مصطفى نظيف : الحسن بن الهيثم ، ٨٠ .

لقد بلغت دراسات ابن سينا منزلة متفردة ، فيما أورده بشأن البراق والارعاد فالبرق عنده نتيجة لاحتكاك وقرع بين الغمام ، أو للاستirاح اللطيف من الغمام اذا طفت نارها ، بمعنى انتقال الشحنات اثر الحرارة ، أو اذا كانت في الغمام نار مستكنة وانضفت الغمام وانصررت وتفرقـت^(١٠٨) . وأشار ابن سينا الى احتمال حدوث الارعاد بلا برق أو العكس ، ورسالة ابن سينا في الرعد ، تضمنت الاشارة الى اسبابه ، فالرعد عنده ، يقع اذا تصادمت غمامتان ، واذا دخلت في غمامه جوفاء ريح فدارت عليها ، واذا ما سقطت نار في غمامه رطبة وطفئت ، وحين يقرع الريح غمامه عرضية جليدة قرعا شديدا ، واذا دخلت في غمامه مجوفة وانفقت ، واخيرا اذا ما احتكت غمامتان خشتان ببعضهما^(١٠٩) . والصواعق عنده أما نار ريحية او ريح نارية ، ويرى أن الصاعقة تكون لسبعين ، أو لها احتكاك الريح بالغمام ومن ثم شدة خروجها وقد صارت نارا ، وثانيها ، اجتماع الكثير من الغمام الصغار ، فإذا اجتمعت مع بعضها صارت منها صاعقة .

وأما البصريات :

فقد درس العلماء العرب الحواس دراسة وافية ، وكان علماء اليونان والماننود قد أخطأوا في تحديد كيفية الأ بصار ، فاشتغل العرب بها وخاصة الكندي الذي ألف في اختلاف المناظر واختلاف مناظر المرأة . وهناك من يعتقد أن ابن سينا قد سبق ابن الهيثم في الوصول الى

على القطرات المكونة للهالة^(١٠٦) . كما عمل أسباب تناقص الشفق حينما تصبح الشمس على ١٩ درجة تحت الأفق .

ومع أن ابن سينا هو الذي وضع قانون سير الأشعة سيرا كرويا ، منحناها كائنـاء سطح الأرض غير أن البيروني كان أكثر منه دقة في هذا المجال ، وأشار الى عظم سرعة الضوء اذا ما قيـست حتى بالنسبة لسرعة الصوت . ان هذه النتائج أفادت نصير الدين الطوسي في أبحاثه عن المناظر وانعكاس الشعاعات والانعطافات وأقـى فيه على برهانـه ، مساواة زاويـي السقوط والانعكـاس .

وقد حاول ابن سينا أن يدرس الآثار العلمية الكونية ، فقرر كيفية تشكيل قوس قـرح ، كذا الـهـالةـ المـحيـطةـ بـهـ ، وـتـعـدـ الـأـلـوانـ مـنـهـ كـمـاـ فـعـلـ الـكـنـدـيـ حينـ عـلـلـ الـلـوـنـ الـلـازـوـرـدـيـ الـذـيـ يـرـىـ فـيـ الـجـوـ . الاـ انـ محمدـ بنـ مـسـعـودـ بنـ مـصـلـحـ الشـبـرـازـيـ تـ ٧١١ـ هـ / ١٣١١ـ مـ ، كـانـ أـكـثـرـ الـعـلـمـاءـ تـوـضـيـحـاـ لـدـرـاسـةـ ظـاهـرـةـ قـوسـ قـرحـ ، فـقـدـ شـرـحـهـ فـيـ كـتـابـهـ «ـنـهـاـيـةـ الـادـراكـ فـيـ درـيـاتـ الـأـفـلـاكـ»ـ شـرـحاـ وـافـيـاـ ، وـبـيـنـ أـنـ ظـاهـرـةـ قـوسـ قـرحـ إـنـاـ تـحـدـثـ مـنـ وـقـوعـ أـشـعـةـ الشـمـسـ عـلـىـ قـطـيـرـاتـ المـاءـ الصـغـيرـةـ الـمـوجـوـدةـ فـيـ الـجـوـ ، عـنـدـ سـقـوطـ الـأـمـطـارـ ، وـحـيـثـنـدـ تـعـانـيـ أـشـعـةـ انـعـكـاسـ دـاخـلـياـ ، وـلـعـلـ الشـبـرـازـيـ قدـ بـنـ تـعـلـيـلـهـ عـلـىـ تـلـكـ الـدـرـاسـاتـ الـتـيـ بـدـأـهـاـ ابنـ سـيناـ قـبـلـهـ ، وـشـمـلـتـ الـظـلـ وـالـثـلـاجـ وـالـضـبابـ وـالـهـالـةـ وـالـقـوسـ وـالـشـمـسـيـاتـ وـالـنـيـازـكـ وـالـرـياـحـ وـالـبـرـقـ وـالـرـعدـ^(١٠٧) .

(١٠٦) لروخ : مبقرية العرب ، ١١٢ ،

(١٠٧) نفس المرجع السابق ونفس الصفحة

(١٠٨) كحالـةـ : المـلـمـ الـجـعـةـ ، ٢٢٦ ،

(١٠٩) المرجع السابق ونفس الصفحة

الحسن بن الهيثم بموافقته على أفعال الحاكم ورضائه عنه ، ظاهر بالخبل والجنون ، حتى اذا ما غابت سيرة الحاكم عاد الى حياة البحث والعلم في بيته بجوار الأزهر . ومنهجه في البحث العلمي يقوم على الملاحظة والتجربة والأخذ بالاستقرار والقياس ، ويذلك أنه يستقرىء الموجودات ، ويتصفح أحوال المبصرات ، ويميز خواص الجزيئات ، مع انتقاء المقدمات ، ولذا كانت ابن الهيثم شفافية علمية خاصة في البحث ، تدفعه وباستمرار للمزيد من التوسيع^(١١١) والتعقب في سبر غور المسائل لتحقيقها . وقد صنف ابن الهيثم ما يقرب من مائتي رسالة وكتاب في الرياضيات والفلك والعلوم الطبيعية والفلسفة والطب ، وأشار إليها القسطنطيني وابن النديم وابن أبي اصبيعة ، درسها حجاج في مقالته عن الثروة العلمية لابن الهيثم^(١١٢) ، وحدد كتاب تذكرة التوادر من المخطوطات العربية ، أماكن توزعها في المكتبات العربية^(١١٣) ، ولا يزال الباحثون يعملون لكشف المزيد من تراث ابن الهيثم العلمي .

لقد كانت أبحاث ابن الهيثم موضوع اهتمام كبار فنري وفيتو وماكس مايرهوف حتى عد بحق أعظم فيزيائي في العصر الوسيط ، بل اعتبر هؤلاء أن عظمة الابتكار الإسلامي إنما تتجلى في علم الضوء والبصريات ، وقد ألف ابن الهيثم في الضوء والاظلال وصورة كسوف القمر ، إلا أن أعظم مؤلفاته كانت ، كتابه «الماء» الذي اعتبر أكثرها شمولًا ودقّة وتحليلًا ، حتى أنه لا يقل أهمية عن الكتب الحديثة المؤلفة في موضوع انكسار الضوء وتشريح العين ،

قانون الأ بصار ، وإن ابن الهيثم قد زاد عليه بتشريح العين وتفصيل نظريات الضوء ، وذهب هذا النفر إلى أن ما أورده ابن سينا في معرض تعريفه للبصر بأنه «قدرة مرتبة في العصبة الموجفة ، تدرك صورة ما ينطبع في الرطوبة الجلدية من أشباح الأجسام ذوات اللون المتادية في الأجسام الشفافة بالفعل إلى سطوح الأجسام الصقلية» . إنما هو شرح لعملية الأ بصار ليس الا .

ونحن وإن كنا لا نتفق مع ما ذهبت إليه هذه الفتاة ، لنرى أن فيتناولنا لجهود الحسن بن الهيثم ، كشف لمنجزات العلماء العرب في الضوء والبصريات وتوضيح لما حققه في هذا المجال ، سيما وإن البحث يبقى مبتورا بدون كشوفات الحسن بن الهيثم البصرية والضوئية .

الحسن بن الهيثم ت ٤٣٠ هـ / ١٠٣٩

ولد ونشأ في البصرة ٤٣٥ هـ / ٩٦٥ م . ثم نزح إلى مصر في كهولته ، أثر استدعائه من قبل الحاكم بأمر الله ، الخليفة الفاطمي ، عندما تناهى إليه قول ابن الهيثم «لو كنت بمصر لعملت في نيلها عملا ، تحصل به النفع في كل حالة من حالاته من زيادة ونقص ، فقد بلغني أنه ينحدر من موضع عال ، وهو في طرف الأقليم المصري»^(١١٤) .

وفي محاولة لتنفيذ مشروعه ، سار ابن الهيثم إلى الجنادل ، ولما لم يجد المكان العالي ، قفل عائدا إلى القاهرة ، وتولى منصبها هاما في الدولة ، حتى إذا ما شهرت أفعال الحاكم وتعديه على الناس ، وحتى لا يتم لهم

(١١٠) القسطنطيني : تاريخ الحكيماء ، ١٦٥ ، البهقي : تاريخ حكماء الاسلام ، ٨٥ ، زمير الكتبني : الحسن بن الهيثم ، ٩ ، ابن أبي اصبيعة : عيون الانباء ، ٥٥١

(١١١) مصطفى نظيف : الحسن بن الهيثم ، ٣٠ / ١ Irving : Readings on Logic , P. 256.

(١١٢) حجاج (محمد عل) : الثروة العلمية لابن الهيثم ، مقالة مجلة الجمعية المصرية لتاريخ العلوم ، والمدد ٢ / ١٣٦ - ١٣٨ .

(١١٣) انظر تذكرة التوادر من المخطوطات العربية ، رتب وطبقت بجدر أيام سنة ١٣٥٠ م .

وذهب أبعد من ذلك ، وميز بين الأجسام المشففة التي ينفذ منها الضوء وطاقة قوة مؤدية للضوء ، وال أجسام الكثيفة ، والتي لها قوة قبول الضوء ، ومن خصائص هذه الأجسام عند ابن الهيثم ، أنها إذا جاورت أجساماً مضيئة بذاتها ، استضاءت من ضوئها ، وأشرقت منها بفعل هذه المجاورة^(١١٧) . ومن ناحية ثانية فقد كان ابن الهيثم أول من أقام التجارب على البيوت المظلمة ، ودخول الضوء إليها من الثقوب ، وكانت المناسبة التي هدته إلى ذلك هي محاولته إثبات أن ضوء الشمس يشرق من جميع أجزاء سطح الشمس ، فأجرى التجارب على ضوء الشمس مدخلاً إياه من ثقب يوصل إلى غرفة مظلمة ، فتبين له أنه يتشرّد داخل الغرفة انتشاراً واسعاً ، مما يدل على أنه يصدر من أجزاء مختلفة من الشمس ، ويرجع مصطفى نظيف ، أن الحسن بن الهيثم ، وهو يمعن النظر في موقع الأضواء النافذة من الثقوب قد عرض أمام بصره ، صورة منكوبة لجسم موجود في الخارج ، وقد عرض ابن الهيثم تجربته على الشكل التالي «إذا كان في موضع واحد عدة سراج في أمكنة متفرقة ، وكانت جميعها مقابلة لثقب واحد ، وكان ذلك الثقب ينفذ إلى مكان مظلم وكان مقابل ذلك الثقب في المكان المظلم جدار أو قوبيل بجسم كثيف ، فإن أضواء تلك السراج تظهر على ذلك الجسم ، أو ذلك الجدار ، متفرقة وبعد ذلك السراج وكل واحد منها مقابل لواحد من السراج على السمت المستقيم الذي يمر بالثقب ، وإذا ستر واحد من السراج ، بطل من الأضواء التي في الموضع المظلم الضوء الذي كان يقابل ذلك السراج فقط ، وأن رفع الساتر عن السراج ، عاد ذلك

وكيفية تكوين الضوء على شبكةها . وبالجملة ، فإنه يبحث عن أحوال حاسة البصر من جهة محسانتها ومدركاتها وتتناول الكثير من ظواهر الضوء الأساسية وخواصه الذاتية ، وقد جاء الكتاب في سبع مقالات ، تناولت كيفية الأ بصار وخواص البصر وتفصيل المعاني التي يدركها البصر وعللها وكيفية ادراكها وأغلاق البصر ، وفي ادراك البصر بالانعكاس عن الأجسام الصقيقة والخيالات ، وأخيراً في كيفية ادراك البصر بالانعطاف من وراء الأجسام المشففة المخالفة لشفيف الهواء^(١١٤) . والكتاب يحقق صبراً منذ ٣ سنوات . وكانت هذه من أعظم مآثر ابن الهيثم في الضوء ، حيث أبطل النظرية القديمة التي كانت شائعة منذ عهد اليونان إلى عصر ابن الهيثم نفسه وهي «أن الأ بصار يكون بشعاع يخرج من البصر إلى البصر» ، إلا أن ابن الهيثم بين أن البصر يجب أن يكون مضيناً ، أما بذاته ، أو باشراف ضوء من غيره ، وأن تكون بينه وبين العين مسافة ، وأن يكون بين كل نقطة من سطح البصر وبين العين خط مستقيم غير منقطع بشيء كثيف ، واستنتاج من ذلك ، على أن السبب الرئيسي للإبصار هو وجود البصر مع توافر هذه الشروط^(١١٥) .

ويتم بسقوط شعاع أو حزمة من الأشعة على الجسم المرئي وانعكاسه على شبكة العين^(١١٦) . وعلل عدم ازدواج الصورة إذا نظر إلى الشيء بعينين ، وذلك أن صورة الشيء تتأدي في كل عين ، حتى إذا وصلت إلى ملتقي بصر العينين انطبقت الصورتان ، إذا كانتا متماثلتين مع أنها صورتان لا صورة واحدة .

(١١٤) صيرة : تطور نظريات الضوء منذ ابن الهيثم حتى الوقت الحاضر ، ٧٤

(١١٥) فروخ : عبقرية العرب ، ١٠٧ ، نظيف : الحسن بن الهيثم ، ٤٢/١ ، جلال موسى : منبع البحث العلمي ، ٩٨

(١١٦) نظيف : الحسن بن الهيثم ، ٩٣/١

(١١٧) المراجع السابقة ، ٨١

وأن سطحه المضيء هو الذي يكون مقابلًا لجسم الشمس^(١١٨) (١٢١) بمعنى أن القمر غير مضيء من ذاته ، وأنه يكتسب ضوءه من الشمس ، وذهب الطبيعيون إلى أن ضوء القمر هو ضوء الشمس منعكساً عن سطحه إلى الأرض ، كما ينعكس الضوء عن سطوح الأجسام الصغيرة .

ويعلق ابن الهيثم بقوله « ليس يوجد لأحد منهم قول برهاني يدل على أن ذلك واجب ضرورة ، ما لم يقم البرهان على أن ذلك واجب ، فليس يحمل وجهاً غير ذلك الوجه الامكاني ، وكان مظنوناً لا متيقناً »^(١٢٢) فابن الهيثم يرى أنه ما لم يقم البرهان على ما ادعاه الطبيعيون ، تبقى امكانية الاتيان بفرضيات أخرى لتحليل الظاهرة واردة ، بل ومحكمة ، وأقى بتفسير للظاهرة مؤداه « أن ضوء القمر من خواص الأجسام المضيئة من ذاتها » ، إذ كل نقطة من سطحه المضيء يشرق منها ضوء على كل نقطة تقابلها ، أي أن ضوء القمر ثانوي يشرق عن القمر كما يشرق الضوء الثانوي عن سطوح الأجسام الكثيفة التي تستضيء بالأضواء المشروقة من الأجسام المضيئة بذاتها^(١٢٣) .

أما ماهية الأثر الذي يظهر في وجه القمر فهو على صفة واحدة لا يتغير لا في شكله ولا في كيفية سواده . ويورد ابن الهيثم في رسالته عن مائة (ماهية) الأثر الذي في وجه القمر ، آراء الطبيعيين حوله ، من اعتقادهم أن الأثر من نفس جرم القمر أو خارج عن

الضوء إلى مكانه^(١١٩) يضاف إلى ذلك أن ابن الهيثم عالج الشروط الالازمة لوضع الصورة الحاصلة بواسطة التقب ، فاشترط الضيق النسي للثقب ، لأن الضيق يقلل الضوء ، فتكون الصورة أدنى إلى الحفاء عن البصر^(١٢٠) .

كما درس ابن الهيثم خواص المرايا المتعددة ، وكيفية تجميع أشعة الشمس في نقطة واحدة ، تكون بمثابة النقطة التي تحدث فيها أشعة الشمس ، وهذا هو المبدأ الذي يقوم عليه الفتن الشمسي في زماننا .

وتعمق ابن الهيثم أيضاً في استقراء أشعة الشمس الساقطة على مرآة ، والتي تتبعثر في اتجاهات كثيرة حسب السقوط .

ان هذه الدراسات مهدت الطريق لاختراع آلة التصوير - الكاميرا - بمحاجتها المظلمة وعدستها ، وكذا الفائدة من العدسات اللامنة والمفرقة للأشعة ، ومن ثم صناعة الآلات البصرية ، القائمة على تسخير ظاهرة الزيف الكروي الطوري^(١٢٠) لتحسين رؤية العين بتلك الآلات ، النظارات الطبية فيما بعد ، وقدره هذا لدراسة العين وتشريحها ، وله في ذلك جهد لا ينكر بفضل رسوماته التشريحية .

وتستحق آراء ابن الهيثم في ضوء القمر وماهية الأثر الذي في وجه القمر وفترة تأميمه . فقد كان الرأي الشائع عند الطبيعيين أن « ضوء القمر مستفاد من الشمس ،

(١١٨) المرجع السابق ، ٨٣

(١١٩) زعير الكوفي : ابن الهيثم ، ١٤٤

(١٢٠) نظيف : ابن الهيثم ، ١٢١/١

(١٢١) ابن الهيثم : رسالة في ضوء القمر ، ٣ ، ضمن مجموعة رسائل للحسن بن الهيثم ، حيدر إبراد الدكن ، سنة ١٣٥٧ هـ .

(١٢٢) انظر رسائل ابن الهيثم ، ص ٤ ، جلال موسى : ملخص البحث ، ٩٩

(١٢٣) نظيف : الحسن بن الهيثم ٤٢/١

منها الى احدى النقطتين المفترضتين بثبات شعاع ساقط والواصل منها الى الآخر بثبات شعاع منعكس » وقد درس المسألة العديد من العلماء أمثال بودا وسارطون وفرنطة وطوقان وفروخ والدمراش ، ولكن مصطفى نظيف قد أقى برهانها في أكثر من مائة صفحة ، وناقش أوجهها حسب آراء ابن الهيثم^(١٢٦) ، وهي تمثل ذروة الشبوغ عند الحسن بن الهيثم لزواجه السقوط والانعكاس .

السائل :

كان للعرب فضل بين في علم السوائل ، فقد شرحا بعض الظواهر التي تتعلق بضغط السوائل وتوازنها ، وكان (منها جهم) واضحاً ودقيناً وسهلاً ، وقد حفظ لنا ابن عساكر رواية المعتمر بن سليمان عن أبيه التي توضح مفهوم العرب لتكون ماء المطر في القرن الأول هـ . فالماء عند خالد بن يزيد ، من السماء أو من الغيم الذي يحمله من البحر ، حيث يعلبه البرق والرعد^(١٢٧) ، ويضيف خالد ، ان باستطاعته تحليل مياه البحر ، وأحضر القلال الى المجلس ، ووصف كيف يصنع به حتى يعذب^(١٢٨) وبيدو أن مسألة استخراج الماء العذب من البحر كانت معروفة ، فقد لاحظ الكريحي أن أهل السفن يستخرجون من قرار البحر الماء العذب ويشربونه ، وذلك بأنهم يتخلدون آنية من الأنك ، متقوية من أسفلها ، وفي فمها أنبوبة متخلدة

جرم القمر ، أو متوسط بين جرم القمر وبين أبصار الناظرين اليه ، أو صورة تظهر بالانعكاس لأن سطح القمر صغير ، أو أنه صور البحار التي في الأرض وترى بالانعكاس أو صور الجبال أو صورة قطعة من الأرض التي يقع عليها الشعاع المنعكس . وبعد أن يناقش ابن الهيثم هذه الآراء ويفندوها ، بين أن جوهر القمر مختلف لجوهر جميع الكواكب الباقية ، والظلمة في جسمه سببها أن ذلك الجزء لا يقبل الضوء قبولاً تاماً ، ويعمل هذه الظاهرة بالبراهين التالية :

- ان القمر يقبل الضوء من الشمس وليس فيه شيء من الشفيف^(١٢٤) . ومعنى هذا أن في القمر القوة القابلة للضوء ، وليس فيه القوة المنفذة له .
- ان درجة قبول القمر للضوء تختلف من مكان لأخر على سطحه ويعزو ذلك إلى كثافة ذلك الجزء .

وحربي بنا أن نشير الى الدراسات الحديثة لسطح القمر ، والتي عللت الأثر سبب وجود الجبال والوديان والحرير على سطحه . وليس بعيداً عمّا ورد في المقالة أن في جسم القمر تغيراً ، فإذا أشرق عليه ضوء الشمس ، صار لمحيط التغير ظل على باطن التغير ، والأثر هو ظل محيط التغير^(١٢٥) .

وأخيراً نشير الى مسألة على غاية الأهمية ، تعرف بمسألة الحسن بن الهيثم أو « مسألة المازن » وملخصها « اذا تعرضت نقطتان حيثما اتفق أمام سطح عاكس فكيف تعين على هذا السطح نقطة بحيث يكون الوصل

(١٢٤) انظر ، مقالة أبي علي ، الحسن بن الهيثم في مالية الأثر الذي في وجه القمر ، خطوطه مكتبة الإسكندرية رقم ٢٠٩٦ د ، نشرها عبد الحميد صبرة في مجلة تاريخ العلوم ، العدد الأول ١٩٧٧ ، ١٨٠ - ٥ .

(١٢٥) ابن الهيثم : مالية الأثر ، ١٢

(١٢٦) الكجي : الحسن بن الهيثم ، ١٥٩

(١٢٧) ابن عساكر : تاريخ دمشق ، خطوط ، ترجمة خالد بن يزيد ، بدران : علب تاریخ دمشق ، ١٢٣/٥

(١٢٨) نفس المراجع السابقة .

باهتمام العلماء العرب ، اذ حددوا مدى امكانية صعود السوائل منها ، وتحليل ارتفاع المواقع فيها ، وهذا البحث قادهم الى دراسة التوتر السطحي ، Surface Tension (١٣٣) وفسر ايدمون بن علي ايدمون الجلدي ، ظاهرة التموج في السوائل ، وجعله (أمر يحدث بعد صدم وسكنون بعد سكون) .

ومن ناحية ثانية فقد وصف العلماء العرب طريقة لتجميد الماء في غير وقته ، باستعمال مقادير معلومة من الشعب اليماني الجيد المسحوق ويضاف اليه ماء في قدر ، ويجعل في تور ويطحن عليه حتى يتبعثر منه الثنان ويبقى الثالث ، ثم يرفع في قينة ويُسْدِّد رأسها جيدا ، ويستعمل هذا الماء المحضر بالطريقة السابقة باضافته الى قناني مائية أخرى ، فتجمد ، وهناك طريقة أخرى استعملها المغاربة حيث ينفع بزر الكتان في خل مختمر جيد مركز ، فإذا جمد فيه ، يلقى في جرة أو حب مليء بالماء ، فإنه يجمد ما كان فيه من الماء ، ولو في حريران أو تموز (١٣٤) وقد اعتاد هارون الرشيد أن يحمل الثلج معه في أسفاره ، وكان يجعل له من الجبال الشمالية للعراق ، أو حتى من جبال لبنان ، إلى أماكن حارة كالحجاز مثلا ، وهو أمر يقتضي المعرفة بوسائل جيدة لحفظ الثلج ونقله لمسافات طويلة ولعدة أيام .

الثلج النوعي :

ومن ناحية أخرى فقد عرف العرب الثقل لبعض

من الجلود الرقيقة مشمعة ، فلا يدخلها الماء في خرزها ويُسْدِّد في الجرة بكرة مهندمة ، قد جعل فيها خطيب ممدود في وسط الأنبوة ، طوله مثل طولها ، وترسل الآنية الى قعر البحر ، وعند شد الخطيب ودخول الماء اليها ، تخرج الآنية بالخطيب المشدود في عروة مركبة عليها ، فيوجد فيها ماء عذب (١٢٩) .

وعرض البيروني لموضوع اتزان السوائل ، فشرح الظواهر التي تقوم على ضغط السوائل وازانها وتوازنها ، وبين كيفية تجميع مياه الآبار والمياه الجوفية وكذلك صعود مياه الفوارات والعيون الى أعلى ، وبين عليه الينابيع وطريقة رفع الماء بأنابيب الرصاص والرفاع والبراغن ، مستندا في ذلك الى سلوك السوائل في الأوانى المستطرقة حيث تتساوى السطوح ، فإن اخضعت أحداها عن الأخرى سال الماء الى أن يتهدى الماء أو تعود حالة التوازن مرة أخرى (١٣٠) .

وقد حوى كتاب الحازني ، مواضع هامة في موازنة السوائل ، منها على سبيل المثال ، موازنة عمود الميزان على سطح الأفق والميزان مائي ، وكذلك في أحكام الجسم المصمت (المجوف) في الماء وطفوه ورسوبه ، وعمل الحالات التي يمكن أن تفرق السفينة أو حتى حساب مقدار غوصها في الماء وهي محملة (١٣١) ، وكتاب ميزان الحكمة كتاب معتبر في علم الطبيعة العامة ، وعلم المدرستيات والميكانيكا خاصة (١٣٢) .

كما حظيت الخاصية الشعرية في الأنابيب الدقيقة ،

(١٢٩) محمد بن الحسن الحاسب الكرخي : أنياب المياه الجبلية ، ١٠ - ١١

(١٣٠) جلال شوقي : دراسات البيروني في الطبيعتين ، ٢٦٩ ، البيروني : الآثار الباقية ، ٢٦٢ - ٢٦٣

(١٣١) عبد الرحمن الحازني : كتاب ميزان الحكمة ، ط حيدر آبد ، ٢٦ - ٢٨

(١٣٢) مرحبا : المرجع في تاريخ العلوم ، ٣٤٧

(١٣٣) أنور الرفاعي : تاريخ المعلم ، ١٤٠

(١٣٤) ابن أبي أصيحة : عيون الأنباء في طبقات الأطماء ، ١٢٤ ، الشمس : مقدمة لعلم المكتبات ، ٤١

ولم تقف جهود العلماء العرب على دراسة الثقل النوعي للمواد الصلبة ، بل شملت أيضاً المواد السائلة ، وكانت نتائجهم متفرقة في اقتراها من الأرقام الحديثة :

الأرقams	Aرقams	المادة	الخازن	الحادية
١,٠٠	١,٠٠	الماء العذب البارد	١,٠٠	١,٠٠
٠,٩٥٩٧	٠,٩٥٨	الماء الحار	٠,٩٥٨	
٠,٩٩٩	٠,٩٦٥	الماء اذا بلغ درجة الصفر	٠,٩٦٥	
١,٠٢٧	١,٠٤١	ماء البحر	١,٠٤١	
٠,٩١	٠,٩٢٠	زيت الزيتون	٠,٩٢٠	
١,٤٢ - ١,٠٤	١,١١٠	حليب البقر	١,١١٠	
١,٠٧٥ - ١,٠٤٥	١,٠٣٣	دم الانسان	١,٠٣٣	

وتعتبر نسب الخازن دقيقة ، لأن فرق الاختلاف إنما يعود إلى طبيعة الماء والسوائل وليس للخطأ أو عدم دقة الطريقة^(١٣٨) . فقد استعمل الخازن ميزان الهواء Aero Meter في ذلك ، وقد ذكر محبي الدين عبد القادر بن محمد الطبرى ت ٩٧٦ هـ / ١٥٦٨ م . في كتابه «عيون المسائل من أعيان الوسائل» ، جداول فيها الأنقال النوعية للذهب والرثيق والرصاص والفضة والنحاس والحديد ولبن البقر والجبن والزيت والياقوت ، والياقوت الأحمر ، والزمرد ، واللازورد والعقيق والماء والزجاج^(١٣٩) .

المواد الصلبة والسائلة ، وقدروا ثقلها بدرجة دقة تقارب أحياناً ما قدره علماء العصر الحاضر ، وفي بعض الأحيان تطابق الدراسات الحديثة . بالرغم من اختلاف المستوى العلمي والتقني^(١٣٥) . وقد أوجد العلماء أجهزة لتعيين الثقل النوعي ، فالبيروني مثلاً استخدم جهازاً لتعيين الثقل النوعي للمعادن والأحجار الكريمة ، ذو شكل مخروطي ، له مصب بالقرب من فوهته ، بحيث يتوجه إلى أسفل ، وتنقوم طريقة البيروني على القاعدة المعروفة : الكثافة = الحجم / الكتلة = ث = ح / ك ، وهذا كان يزن الجسم في الهواء وزناً دقيقاً ، ثم يلقى في الإناء المملوء بالماء ، فعندما ينقر الجسم في الماء يزاح الماء إلى وراء آخر ، وهو حجم الجسم المغمور ، وأهمية الجهاز ، أن يكون معروفاً في هذه الفترة المبكرة من تاريخ العلوم^(١٣٦) ويدخل في أبحاث الكثافة والحجم وغيرها .

ان استعراض أرقام نتائج دراسات البيروني والخازن في الثقل النوعي ومقارنتها بالأرقام الحديثة تبين أن أرقام البيروني والخازن كانت قريبة جداً من القيم الصحيحة الحالية :

المادة	أرقams	Aرقams	أرقams	المادة
البيروني	الخازن	الحادية	البيروني	الخازن
الذهب	١٩,٢٦	١٩,٠٥	١٩,٢٩	
الرثيق	١٣,٥٩	١٣,٥٦	١٣,٤٩	
النحاس	٨,٨٥	٨,٦٦	٨,٨٣	
النحاس				
الأسفه		٨,٤	٨,٥٧	٨,٦٧٦

(١٣٥) في مكتبة الأئمـة الثلاثة للروم الأرنـوكـس ، بيـرـوت - هناك رسـالـة في النـسـبـ الـتـي بـيـنـ الـقـلـزـاتـ وـالـجـواـهـرـ ، أـنـظـرـ الشـرـقـ ، المـجـلـدـ العـاـشـرـ ، سـنـةـ ١٩٦٩ـ ، ٩ـ .

(١٣٦) جلال شوقي : دراسة البيروني في الطبيعيات ، ٢٦٤ ، أبحاث الندوة العالمية لتاريخ العلوم حلب ٧٧ ، ٢٦٤ ،

(١٣٧) الأرقام مقارنة إلى الماء ، هل أساس أن الوزن النوعي للماء = ١

(١٣٨) الدوميل : العلم عند العرب ، ٢٢٨ ،

(١٣٩) كحالة : العلوم البحتة ، ٢٤١ ، الرفاعي : تاريخ العلوم في الإسلام ، ١٤٣

والقسرية والإرادية والطبيعية^(١٤٠) . ولا تخرج قوانين الحركة عن هذه المضامين كما يتضح من مناقشتها .

القانون الأول :

يقول هذا القانون بأن الجسم يبقى في حالة سكون أو حالة حركة مستقرة في خط مستقيم ما لم تجبره قوى خارجية على تغيير هذه الحالة ، ويتعلق القانون بخاصية القصور الذاتي أو العطالة .

وقدتناول أخوان الصفا أجزاء من القانون في رسائلهم في أكثر من وضع عند حديثهم عن الحركة ، فالجسم الكليات كل واحد له موضع مخصوص ، ويكون واقعا فيه لا يخرج إلا بقسر قاسر ، فمتي وقفت الدابة ، سكن الدولاب وعدم الاستقاء^(١٤١) .

وابن سينا في الاشارات والتبيهات ، ذكر « انك لتعلم أن الجسم اذا خل وطباعه ، ولم يعرض له من خارج تأثير غريب ، لم يكن له بد من موضع معين وشكل معين فاذن في طباعه مبدأ استيصال ذلك^(١٤٢) . وما يريد ابن سينا بيانه ان الجسم لا يخلو من موضع وشكل طبيعيين ، لأن فيه طبيعة تتفضي بذلك ، شريطة أن لا يعرض له من الخارج أي تأثير ، لأن التأثير الخارجي ربما جعل للجسم موضعا وشكلا قسريا ، كتأثير الحرارة والاناء المكعب في الماء .

ان التعمق في دراسة كثافة الأجسام ، وثقلها النوري ، كانت الموجى للعلم العربي الأندلسى عباس بن فرناس ، بفكرة الطيران المعروفة النهاية^(١٤٣) ، اذ وقع وأصيب بكسر سببته له آلاما عاشت معه لسنوات قبل وفاته .

الحركة :

حدد ابن سينا في كتابه الشفاء العناصر الأساسية للحركة وهي ، التحرك والمحرك وما منه وعليه ، والزمان^(١٤٤) . ويرى أبو البركات هبة الله ابن ملكا البغدادي ان اتصال الزمان لازم لاتصال الحركة^(١٤٥) .

وقد قسم فلاسفه العرب الحركة الى عدة أقسام منها : الحركة الانتقالية والحركة الوضعية ، والحركة القسرية والحركة الطبيعية^(١٤٦) . وفي عصرنا يقوم علم الحركة على قوانين ثلاثة ، جرى العرف على نسبتها جميعا الى اسحق نيوتن ، علما أن بين العلماء سواء من المشرق او المغرب من سبقوه اليها ، غير أن فضل نيوتن في حسن وجودة صياغته لها ، وتحديد صورها الرياضية وعلى الأخص القانون الثاني^(١٤٧) .

وقد جمع البرجاني ت ٨١٦ هـ / ١٤١٣ م في كتابه « التعريفات » الحالات الممكنة للحركة في الكم والكيف والأين والوضع والحركة العراضية والذاتية

(١٤٠) الرفامي : تاريخ العلوم في الاسلام ، ١٤٣

(١٤١) المتحرك : الجسم الذي فيه الحركة ، المحرك : القوة المسببة للحركة ، مافية : المكان والموضع ، مamente وما إليه : مواضع الابتداء والانتهاء ، والزمان : الفترة الزمنية التي تتم فيها الحركة بقطع مسافة الانتقال .

(١٤٢) العراقي (محمد عاطف) : الفلسفة الطبيعية عند ابن سينا ، ط مصر سنة ١٩٦٩ ، ١٩٦ ، ١٤١٣

(١٤٣) مصطفى نظيف : الحسن بن المأمون ، ١٢٢/١ ، ١٤١٣

(١٤٤) جلال شوقي : تراث العرب في الميكانيك ، ٢٦

(١٤٥) البرجاني (علي بن محمد) : التعريفات ، ٤٥

(١٤٦) اخوان الصفا : الرسائل ، ٣٣٣/٣ ، ابن سينا : الاشارات والتبيهات ، ٢٥٤/٢

(١٤٧) ابن سينا : الاشارات والتبيهات ، ٢٧٣/٢

تضمن كتاب المناظر شرحا للأوضاع التي يراها ابن الهيثم لتصادم الأجسام .

لقد كانت دراسة الحسن بن الهيثم لحركة تصادم الأجسام دراسة علمية مؤيدة بالتجربة والتحليل ، فامكنته التوصل الى القواعد الأساسية التي تحكم هذه الحركة ، ووقف على معنى كمي للحركة ، وقدم ابن الهيثم أول طريقة عرفها العالم لقياس صلابة الأجسام ، على أساس تبادل مانعة الاجسام لالتفاعل بالمصادمة^(١٥٢) .

القانون الثاني :

وينص هذا القانون على أن القوة اللازمة للحركة تتناسب مع كل من كتلة الجسم المتحرك وتسارعه ، وبالتالي فإنها تقاس بحاصل ضرب الكتلة والتسارع بحيث يكون التسارع في نفس اتجاه القوة وعلى خط ميلها وبلغتنا الحديثة « تتناسب العجلة التي يتحرك بها جسم تناصبا طرديا مع القوة المؤثرة عليه ، وتناسبا عكسيا مع كتلته » .

ونستطيع القول أن العرب قد وقفوا على بعض المعاني الواردة فيه ، ولم يتوصلا الى منطق القانون ذاته ، ولنستعرض مقولات العلماء بهذا الصدد ، فابن سينا يرى بأن القوة في الجسم الأكبر ، اذا كانت مشابهة للقوة في الجسم الأصغر حتى لو فصلت من الأكبر مثل

وعليه فان مبدأ القصور الذائي أشار اليه ابن سينا أيضا في طبيعتيات الشفاء حيث ان الجسم وهو في حالة الاندفاع تكون قوته المستمدبة من السبب الذي أثار حركته في الأصل ، قادرة على دفع تلك القوة التي تعوقه عن الحركة في اتجاه معين أي قادرة على مقاومة الوسط الذي تتطبق فيه ، حتى تبدد أخيرا في الخلاء^(١٤٨) .

وبناءً على ذلك يمكن القول ان الجسم له ميل للاستمرار في حركته ، يحس به المانع والذي لا يمكن من منع حركته الا فيما يضعفها أولا ، حيث تأخذ المانع الخارجية والطبيعية معا في افائه قليلا قليلا^(١٤٩) .

ومجمل القول ، ان ابن سينا قد توصل الى القانون الأول للحركة بشقيه الخاصين بحالة السكون وحالة الحركة المنتظمة ومدافعه الجسم وطلبه البقاء على حاله ومقاومته للتغير ، وهي ذاتية خاصة بالجسم ، حال سكونه وحال حركته^(١٥٠) .

ومن ناحية أخرى ، فقد تضمنت مباحث ابن الهيثم معنى القصور الذائي ، فقد ناقش ذلك في وصفه لحركة الكرة بعد ارتدادها من السطح ، اذ لا تثبت الكرة حتى تهبط الى أسفل للقوة الطبيعية المحركة لها الى أسفل ، كما أنسد تغير قوة الحركة من حيث الكم والمقدار الى القوة ، وذلك واضح من اسناد تغير الحركة الى فعل المانعة في أقواله عن الانعكاس وعن الانعطاف ، وكذلك في تحليله لحركة الحركة الى مركبتين متعامدين^(١٥١) . وقد

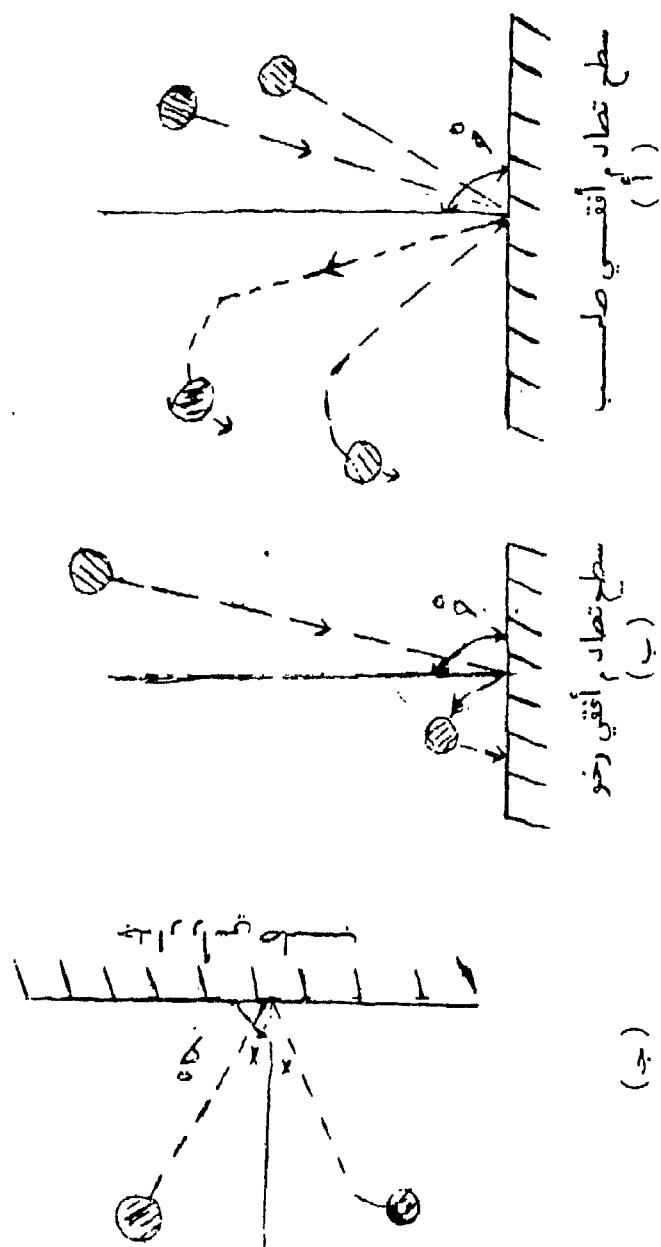
(١٤٨) نصر (سيد حسين : ثلاثة حكماء مسلمين ، ٤٨)

(١٤٩) ابن سينا : الاشارات والتبصيرات ، ٢٨٣/٢

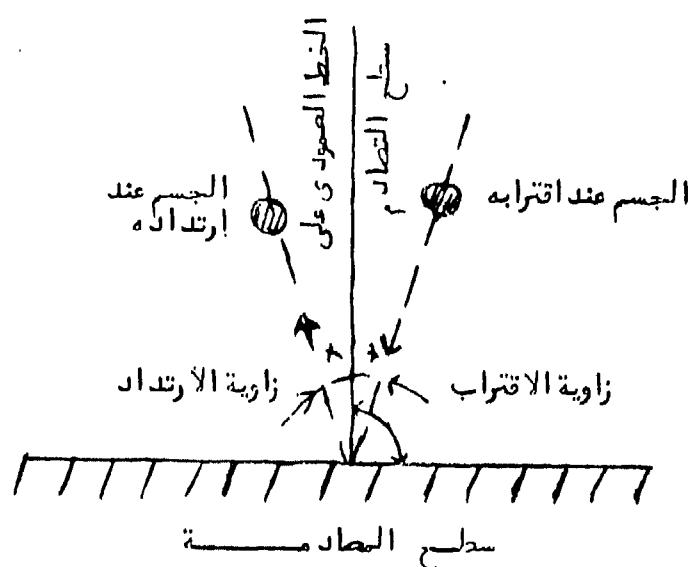
(١٥٠) جلال شوقي : تراث العرب ، ٦١

(١٥١) نظيف : الحسن بن الهيثم ، ١٤٨/١

(١٥٢) جلال شوقي : تراث العرب ، ٥٥



(شكل ١٢) مسار الجسم المدار قبل وبعد الصادمة
من كتاب رات العرب الحسيني الم يكن يكل بلال شفقي



(شكل ٣) تساوي زاويتي الاقتراب "السقوط" و"الارتداد" (الانعكاس)
عند تصادم جسم مع سطح ألماس.

المفروض ، فيجب أن يحرك الثاني أكثر من الأول ، وذلك لأن المقصور إنما يعاون القاسى بحسب طبيعته المخالفة لطبيعة القاسى ، ويستتبع نصير الدين بأن القوة غير المتناهية لو حررت بالغرض جسمين مختلفين ، لوجب أن يكون تحريكها اياهما متفاوتاً^(١٥٣) .

ويقول هبة الله بن ملكا البغدادي ت ٥٤٧ هـ في كتابه «العتبر في الحكمة» بازدياد السرعة عند اشتداد القوة ، فكلما زادت قوة الدفع زادت سرعة الجسم المتحرك وقصر الزمن لقطع المسافة المحددة .

وكل هذه النصوص تبين أن العرب قد وقفوا على ما يكاد يكون كل معانى القانون الثاني للحركة ، وإن لم يتوصلا إلى صياغته بشكل رياضي مناسب كما فعل اسحق نيوتن بعدهم^(١٥٤) .

القانون الثالث :

ونص هذا القانون على أن «لكل فعل رد فعل مساو له في المدار ، ومضاد في الاتجاه» .

ولنا أن نقر ، أن العرب قد قالوا بأصول هذا القانون وعلى الأخص ، أبو البركات ، هبة الله بن ملكا البغدادي في كتابه المشار إليه سابقاً ، وكان يراقب لعب شد الحلقة من قبل متصارعين ، فذهب إلى أن الحلقة المتجادلة بين المصارعين ، لكل واحد من المتجادلين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر ، فإن غالب أحدهما كانت قوته مقهورة وليس معدومة .

الأصغر ، تشابه القوتان بالأطلاق ، فإنها في الجسم الأكبر أقوى وأكثر ، إذ فيها من القوة شيء تلك الزيادة ، ويضيف ابن سينا بأن الجسم الأقل مقداراً أقل للتحرك وأسرع حركة^(١٥٣) .

ويؤكد فخر الدين الرازي ، ازدياد القوة الطبيعية مع عظم الجسم ، فال أجسام كلها كانت أعظم كان ميلها إلى حيازها الطبيعية أقوى ، فإذا كانت كذلك ، كان قبولاً للمملي القسري أضعف^(١٥٤) .

وذهب مثل ذلك نصير الدين الطوسي في معرض شرحه لاشارة ابن سينا في الفصل التاسع عشر من النهج السادس من الاهليات ، وقد جاء منها «اعلم أنه لا يجوز أن يكون جسم ذو قوة غير متناهية يحرك جسماً غيره ، لأنه لا يمكن أن يكون إلا متناهياً ، فإذا حررك بقوته جسماً ما ، من مبدأ نفرضه ، حركات لا تنتهي في القوة ثم فرضنا أنه يحرك أصغر من ذلك الجسم بتلك القوة ، فيجب أن يحركه أكثر من ذلك من المبدأ المفروض ، فتفعل الزيادة التي بالقوة ، في الجانب الآخر ، فيصير الجانب الآخر متناهياً أيضاً ، وهذا محال^(١٥٥) » ويشرح نصير الدين الطوسي هذه الاشارة على الكيفية التالية ، ان القوة التي لا نهاية لها ، هي التي تكون على أعمال أو حركات غير متناهية ، والحركة غير المتناهية هي الدورية ، وفي مثل هذه الحالة ، فإن القوى الجسمانية هي غير متناهية ، ثم إذا فرضنا أن ذلك الجسم المحرك ، يحرك جسماً آخر شبهاً بالجسم الأول في الطبيعة ، وأصغر منه في المدار ، بتلك القوة عينها من ذلك المبدأ

(١٥٣) ابن سينا : الطبيعتان ، ١٥ ، جلال شوقي : تراث العرب ، ٦٩

(١٥٤) جلال شوقي : تراث العرب ، ٦٧

(١٥٥) ابن سينا الاشارات والتشبيهات ، ١٦٥/٣

(١٥٦) المرجع السابق ، ١٦٧

(١٥٧) جلال شوقي : تراث العرب ، ٦٩

وهو يجاهد ليأخذ مكانه الطبيعي ، اثما يسلك في ذلك أقرب الطرق ، الخط المستقيم ، كما حاولوا أن يعلموا العديد من خواص الجذب ، فالمدرة عند ثابت بن قرة اثما تعود إلى السفل ، لأن بينها وبين كلية الأرض مشابهة في كل الأعراض من البرودة والبيوسنة والكتافنة ، والشيء ينحدب إلى مثله والأصفر ينحذب إلى الأعظم ، وإلى المجاور الأقرب قبل انجذابه إلى مجاوره الأبعد . وعند إخوان الصفا أن الأجسام وهي في أمكنتها الطبيعية الخاصة لا توصف بالخففة أو الثقل ، فإذا ما خرجت من أمكنتها وصفت بالثقلة ، إن كانت حركتها نحو المركز (مركز الأرض) ، وبالخفيفة إن كانت حركتها نحو المحيط ، ولعل الثقل والخففة تكون أيضاً بسبب الموضع الذي تعيق الجسم من أن يتنظم في مكانه الطبيعي ، فيقع التنازع ، ويكون على أشدّه في المركز وأضعفه في المحيط^(١٥٩) ولا تتعذر آراء ابن سينا هذا الإطار في الثقل والخففة ، ولم يأت فيها بجديد ، وإنما عرضها على النهج الارسطوطالي ، فلكل جسم مكانه الطبيعي أو ميزة تقتضي طبيعته أن يتحرك إليه ، فالنار مثلاً تتحرك إلى أعلى ، والجمر عادة وطبعياً يتحرك إلى أسفل^(١٦٠) ، والتحرك إلى الوسط هو الذي يسمى ثقيلاً ، أما المتحرك عن الوسط فيكون خفيفاً^(١٦١) ، وقد علق فخر الدين الرازى على هذه المسألة بأن كل جسم له ميل إلى المكان الملائم وميل عن المكان الغريب ، والميل هو الثقل والخففة^(١٦٢) .

ومن ناحية أخرى ، فقد أدرك علماء العرب ، أن قوة

أما فخر الدين الرازى ، في كتابه «المباحث الشرقية في علم الأطياف والطبيعتيات» عند حديثه عن الميل والمدافعة ، فيرى ، أن وقوف الحلقة في الوسط بين المتجاذبين تدل على فعل كل منها فيها فعلاً متساوياً وهو يتعدى المدافعة أي قوة الدفع وهو غير قوة الجذب أيضاً . ويقرر أن الذي فعله كل منها لوحظ عن المعارض (العائق) لاقتضي انجذاب الحلقة إلى جانبه ، وانتهى أن ما حدث يتعدى العلة الطبيعية والقوة النفسانية .

ويعمل القول ، أن العرب بالفعل قد توصلوا إلى أصول القانونين الأول والثالث للحركة ، وكادوا أن يتوصلا إلى القانونين الثاني للحركة في صورته الكاملة^(١٥٨) .

أاما الجاذبية الأرضية :

فقد درس العرب منذ القرن التاسع الميلادي ، قوة التناقل الناشئة عن الجاذبية الأرضية ، وسموها القانون الطبيعي أو الميل الطبيعي ، حيث افترضوا أن لكل جسم مكانه الطبيعي في منظومة الكون ، فإذا ما أخرج منه قسراً ، نزع إلى استعادة مكانه الطبيعي . وقد درس مجموعة من العلماء تفاصيل تساقط الأجسام تحت تأثير الجاذبية الأرضية . ومنهم على سبيل المثال ، ثابت بن قرة ، وإخوان الصفا ، والبيروني وابن سينا ، وأبوالبركات هبة الله بن ملكاً البغدادي وفيخر الدين الرازى ونصير الدين الطوسي ، وذهبوا إلى أن الجسم

(١٥٨) المرجع السابق ، ٧٧

(١٥٩) إخوان الصفا : الرسائل ، انظر رسالة السهام والعالم

(١٦٠) أبو ريان : تاريخ الفكر الفلسفى ، ٣٠٣ ، ماجد نعري : تاريخ الفلسفة الإسلامية ، ١٨٨

(١٦١) ابن سينا : الطبيعتيات ، ٩

(١٦٢) المرجع السابق ، ٩٩

تظهر عندما تكون الشمس في نصف النهار ، وإنما عند الطلع أو الغروب ، ولا يختلف هذا القول عن ما ذهب إليه العلم الحديث . وقد صرخ البيروني مقولات المندو ح حول ظاهرة المد والجزر ، وبين أنها ترتبط بالتغيير الدوري لوجه القمر^(١٦٦) .

ولعل البيروني خير من فهم هذه الناحية من العلماء في عصره فهما علمياً صحيحاً ، فقد عرف بأن الأرض تجذب ما فوقها نحو مركزها ، وأن الأجسام تنزع دوماً إلى المركز^(١٦٧) ، وأورد الأدرسي أن الأرض جاذبة لما في أبدانهم (أي أبدان الأجسام) من الثقل وتكوين الأرض بمثابة حجر المغناطيس الذي يجذب الحديد . وعرف الخازن في «ميزان الحكمة» أن الأجسام الساقطة تتجذب في سقوطها إلى مركز الأرض ، وتتجاذب ذلك إلى معرفة نسبة السرعة المتصاعدة في سقوط الأجسام ، «فالثقل هو القوة التي يتحرك بها الجسم الثقيل إلى مركز العالم» والسرعة تزيد عندما يكون الوسط (هواء) رطباً وغيرها من الأمور^(١٦٨) .

ومن ناحية أخرى ، فقد سخر العرب ظاهرة الجاذبية الأرضية لخدمة حياتهم اليومية ، وخاصة في الإبرة المغناطيسية ، إذ استعملوها في أسفارهم البحريّة لتحديد الاتجاهات ، ولأغراض أخرى ، بعد تطور معرفتهم العلمية ، فمع أن اليونان قد عرفوا المغناطيس ، وتأكدوا من اتجاهه نحو الشمال والجنوب على الأقطاب المغناطيسية الأرضية ، إلا أنهم لم يعرفوا

التناقض تزيد بكثير الجسم وإنها تسلك أقصر الطرق في تساقطها ، وتزيد سرعته مع مسافة السقوط ولا تعتمد تلك السرعة على كتلة الجسم ، وبهذا الصدد يذكر هبة الله بن ملكاً في كتابه المعتبر في الحكمة «وأيضاً لو تحركت الأجسام في الخلاء لتساوت حركة الثقيل والخفيف والصغير والمخروط المتحرك على رأسه الحاد ، والمخروط المتحرك على قاعدته الواسعة ، في السرعة والبطء ، لأنها إنما تختلف الملائمة بهذه الأشياء بسهولة حرقها لما تحرقه من المقاوم المحرق ، كالماء والهواء وغيرها^(١٦٩) . وهذه الأخيرة إنما هي مبادئ للديناميكا المواتية ، حيث أن مقاومة الهواء تختلف باختلاف الشكل الهندسي للجسم الذي ينترن الهواء ، فالسمم المائل مثلاً يجعل من الهواء وسطاً حاملاً له ، في حين أن الشكل المخروطي يلقي مقاومة من الهواء . ولعمري إنها اللبنة الأولى لدراسة حركة الأجسام في الهواء ، وما يسمى في عصرنا «الديناميكا المواتية»^(١٧٠) .

ولم تترافق بحوثهم عند هذا الحد ، فقد أدركوا أن للهواء وزناً ، وأن له قوة رافعة كما في السوائل^(١٧١) ، وأدرك الخازن أن وزن الجسم في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي ، وعمل ابن سينا حرقة الرياح بتحليل جهة من الهواء لسخونة أو برودة وكذا الشمسيات التي هي كالشموس ، خيالات تحدث في مرآة شديدة الاتصال والصقالة ، والنیازک عند ابن سينا ، خيالات أيضافي لون قوس قزح ، إلا أنها مستقيمة ، تكون في جهة الشمس ينبع منها أوبسراً ، لا تحتها ولا أمامها ، وقلما

(١٦٣) جلال طوقي :تراث العرب ، ٨٣

(١٦٤) هبة الله بن ملكاً : المعتبر ، ١٠٧/٢

(١٦٥) الخازن : ميزان الحكمة ، ٥

((١٦٦)) البيروني : تحقيق ما للهند من مقوله ، ٤٢٨/١٣٧

(١٦٧) المرجع السابق ، ٢٢٣

(١٦٨) الخازن : ميزان الحكمة ، ١٦ - ٢٠

البصريات القليلين المشهورين في العالم كله ». . ويبدو ان شهرة ابن الهيثم الأوربية ، اما تعود الى اطلاع الاوروبيين على كتابه « المناظر » منذ فترة مبكرة ، لا سيما وان كتابه « المناظر » يعتبر أهم كتاب ظهر في القرون الوسطى ، لانه استوفى العديد من البحوث الضوئية ، وعالج القوانين الأساسية للاقعكاس والانكسار والانعطاف ، تلك القوانين التي تعرف خطأ بقوانين ديكارت بالإضافة الى المواضيع الأخرى ، مما حدا به H.Sutter أن يذكر بأن هذا الكتاب « المناظر » قد أثر تأثيراً عظيماً في دراسة علم المناظر أثناء القرون الوسطى من عهد روجر بيكون إلى عهد كيلر^(١٧٠) .

كان العالم البولوني Witello أول من نشر كتاباً في البصريات في أوروبا سنة ١٢٧٠ م . ، وضعه كما قال هو نفسه على أساس ما جاء في كتاب بطليموس القلوزي ، وكتاب آخر مؤلف عرف في العالم اللاتيني باسم AL-Hazen^(١٧١) وما هو الا الحسن بن الهيثم .

ان هذه الاشارة التي أوردها « witello » ، كانت بداية التوجه الأوروبي نحو دراسة منجزات الحسن بن الهيثم ، ومن يومها ، وأبحاث الحسن بن الهيثم تجد مكانها في الدراسات الأوروبية اما بصورة مشهورة او بالاقتباس الضمني ، فقد درس جون بيكمان سنة ١٢٩١ م ما أسماه « علم المناظر » ولدى تدقيقه من قبل الدوميلي ، خلص الدوميلي بتبيّن مفادها « ان مناظر peckam J. ليست الا اقتباساً ناقصاً من كتاب ابن الهيثم »^(١٧٢) . أما روجر بيكون فكان أكثر نبلًا من

البوصلة ، الاختراع الذي تنازعه كل من الصينيين والعرب والطليان ، وتسقط دعوى الايطاليين لأنها تنسبها الى جيرارد الكريوني ، والذي أثبتت الدراسات المحدثة الموثقة ، ان جيرارد اعتاد أن ينسب ما ترجمه من التراث العربي لنفسه ، فيدعى التأليف وما هو بأكثر من مترجم وحق مترجم ضعيف لأنه لم يكن يجيد العربية ، أما الادعاء الصيني فإن المؤرخ الصيني Chuyu يذكر أن الصينيين عرّفوا البوصلة عن طريق ملاحين أجانب هنود أو عرب ، وحيث أن المراجع الهندية لا تذكرها ، فانا نرجح أنها وصلت الصين مع الملاحين العرب الذين كانوا يجوبون الهند والصين في رحلاتهم البحرية وأن البوصلة تطوير عربي لفكرة الإبرة المغناطيسية وامرها معروفة .

ومن الجدير بالذكر ، ان بطرس فون ماريكيو ، نقل مباشرة معلوماته عن المغناطيسيين من العرب ، وكذا كيفية استعمال البوصلة ، وأدخلها الى أوروبا ، ورسالته المسماة « Epistole Mayneie » مشهورة ومعروفة في الأوساط العلمية الأوروبية^(١٦٩) .

أثر الفيزيائيين العرب في الترقى الأوروبي :

يعد ابن الهيثم أعظم الفيزيائيين العرب باكتواراته واختراعاته المتعددة ، ويبدو ان اهتمام علماء أوروبا به بدء نهضتهم يفوق اهتمامهم باي عالم آخر ، ولعل سارطون أصحاب كبد الحقيقة حين قرر « ان ابن الهيثم هو أعظم عالم ظهر عند العرب في علم الطبيعة ، بل أعظم علماء الطبيعة في القرون الوسطى ، ومن علماء

(١٦٩) النس : مقدمة لعلم الميكانيك ، ٣٦

(١٧٠) دي بور : تاريخ الفلسفة الاسلامية ، ١٩٢

(١٧١) نظيف : الحسن بن الهيثم ، ٢

(١٧٢) الدوميلي : العلم عند العرب ، ٢٠٨

وقد ترجم جيرارد كرمونات ١١٨٧ ، رسالة ابن الهيثم في الشفق ، ونشرت رسالته في الضوء في المجلة الآسيوية - الألمانية (ZDMG) في العدد ٣٦ ، الصفحات (١٩٧ - ٢٣٧) ، نشرها المستشرق بارمان ، وفيها بحث عن ماهية الضوء وكيفية انتشاره والأجسام المشقة التي تفلنه .^(١٧٥)

وترجم Carl Shoy مقالة ابن الهيثم في الأثر الظاهر في وجه القمر ، وكان عنوان مقالته في سنة ١٩٢٥ ،

Abhandlung des Shaicks... Ibn Al-Haitham: Über die Natur der Spuren (Flecken), die man der Oberfläche Des Mondes sieht, Hannover, 1925.

وأعادها عبد الحميد صبره فيها بعد في مجلة تاريخ العلوم ، ١٩٧٧ ، العدد الأول ونشر أرمان آبل بحثاً عن المقالة بالفرنسية يعوده بعشر سنوات وعنوانه

La Selenographie d'Ibn Al-haitham (965-1039) das ses rapports avec la sciences, Bruxelles, 19-23, Juin, 1935, p. 76-81.^(١٧٦)

ومع أن كاجوري يقر في كتابه - history of phy-sics ، بأن الحسن بن الهيثم كان أول طبيب وصف العين بصفة تشريحية ، فقد نسب اكتشاف الخزانة

سبقه ، فاعترف بأبدي ابن الهيثم فيما توصل إليه من نتائج دراساته البصرية والضوئية سنة ١٢٩٤ م . وقد نشر روزنر سنة ١٥٧٢ ترجمة لاتينية كاملة لكتاب المناظر سماها «الذخيرة في الأوبتيكي للحسن» وقد بقيت الترجمة دستوراً للبصريات حتى القرن السابع عشر^(١٧٧) . وتواكب الدراسات عن ابن الهيثم فيما بعد ، فقد اطلع E. Weidemann على مخطوط عربي عنوانه «تنقیح المناظر لنبوی الأبصار والبصائر» zu ibn al-Kamal الدين الفارسي ، فألف على أثرها alhaitams optik وفقرات من رسالته في المكان ، ومسألة ابن الهيثم العددية ، التي أشرنا إليها سابقاً ، ورسالته في المرايا المحرقة بالدواير^(١٧٨)

ومن الدراسات الحديثة التي جعلت ابن الهيثم وكشوفه عناوينها الرئيسية نذكر :

H. J. Winter: *The Optical researches of Ibn Al-Haitham in Contaurus*, 31 (1954) p. 19-120

O. S. Marshall: *Al-Hazen and the telescope*, Astronomical society of the pacific; San Francisco, 1950

Donald, R. Hill: *On the Construction of water Clocks*, The Art Bulletin, 11, 1920, p. 206-214 .

Library of the University of Leiden .

(١٧٣) خثار القاضي : أثر المدينة الإسلامية في الحضارة الغربية ، ٢١١

(١٧٤) المرجع السابق ، ٢١١

(١٧٥) المشرق : السنة الثانية ، العدد ٢٤ ، سنة ١٨٩٩ ، ١١٠٧ ،

(١٧٦) عبد الحميد صبرة : مقالة الحسن بن الهيثم ، حلب ، لمجلد الأول ، العدد الأول ، أيام ١٩٧٧ ، ٥ مبد الرحمن بدرو : أبحاث المشرقين في تاريخ المعلم ،

فالمفك ، الكويت ، ١٩٧٨ ، ٣٩

الصوت^(١٧٨) . ومعظم هذه الابحاث وجدت طريقها الى الترجمة المبكرة .

وأخيراً فان نظرية ابن سينا حول القصور الذاتي ، ظهرت لأول مرة بصورة واضحة في كتابات peter olivi ، وحرفت على يد جون بوريدان غير أن البحث الأولي المتصفح اعترف بما قدمه علماء الفيزياء العرب في مجالات الحركة والقوى والجاذبية ، مما يتعدى معه على أي باحث في تاريخ العلوم ان يتجاوزه .

اما ما قدمه العرب في علم الحيل وصنعة الأواني وتأثير الأوربيين بها وعلى الأخص الروافع ، فهذا ما أشرنا اليه في القسم الأول من بحثنا هذا .

ان تاريخ العلوم حلقات متصلة ، وان تجاوز بعضها ، باعتبارها ليست ذات شأن يضعف حلقة التتابع الجديدة ، ولا يضر بأية حال بنية الحلقة المتقطعة ، وعندها ، فان اعادة الربط والوصل بين الحلقات يصبح أمراً محتماً ، وهذا ما نحاول أن نجذره ، فهلا تعاوننا !

المظلمة ذات الثقب الى باتيستا دلابورتا من خلال وصفه لها في كتابه *Magia naturalis* (السحر الطبيعي) . ونحن وان كنا نقدر له رأيه ، فنورد ان حنين بن اسحق في مقالاته العشرين عن العين قد سبق ابن الهيثم في تشريح العين ، كما أن دلابورتا يشير في كتابه المذكور ، مسألة تأثيرها بما توصل اليه ابن الهيثم بهذا الصدد^(١٧٧) ، ولعل ابن الهيثم قد فسر عمل الكيرا تفسيراً مقبولاً من الناحية النظرية والعلمية .

ولم يقتصر اهتمام علماء أوروبا على منجزات الحسن بن الهيثم دون غيره ، فقد ترجمت أيضاً بكريات الكندي الى اللاتينية ، وكان لها أثر في أعمال روجر بيكون وغيره . اما الكندي ت ٢٥٢ هـ / ٨٦٤ م فينسب اليه أكثر من ٢٦٥ بحثاً على شكل رسالة ومقالة وكتاب في الفيزياء والطقس والمد والجزر والبصرىات والصوت والموسيقى ، بالإضافة الى ماقتبه في المطر والضباب والرياح وأسبابها واتجاهها والكتافة والثلج والبرد والصواعق والرعد واختلاف سرعة الضوء عن سرعة

* * *

(١٧٧) نظيف : الحسن بن الهيثم ، ١٨٠ ، خثار الفاضي : أثر المدينة ، ٢١٢ .

(١٧٨) مرجعاً : المرجع في تاريخ ، ٣٢٢ .