

قراءات في العلم التجريبي عند العرب في العلوم الاساسية

د. علي محمد عوين *

تقديم :

انطلاقاً من بحثنا السابق حول العلم التجريبي عند العرب الذي قدم في ندوة التراث العلمي العربي (1) ، نقدم هنا اضافات جديدة تؤكد المنهجية العلمية والطريقة التجريبية التي توخاها علماء العرب في أعمالهم وسوف نقوم بتأكيد ذلك من خلال اظهار بعض التجارب في الميادين المختلفة للعلوم الاساسية التي قام بها علماء بارزون مثل البيروني وابن الهيثم والرازي وغيرهم .

بداية ، لن يساور الشك اي واحد منا في أن مانراه من تقدم علمي هائل هو نتيجة تراكميه لجهود بنى البشر منذ الأزل ، وان ذلك ما هو الا حصيلة اسهامات الانسان في كل مكان وزمان . في هذا المقال ، وكما ذكرنا آنفاً ، سوف نتطرق الى بعض الاسهامات التي خلدها التاريخ للعلماء العرب (2) في مجال التجربة والتجريب في العلوم الاساسية والتي تشتمل على الفيزياء والفلك ، والكيمياء ، وعلوم الحياة والارض . وقبل أن نبدأ نود أن نشير الى أمرين هامين :-

الاول :- ما المقصود هنا بالعلماء العرب ؟ وللإجابة نشير الى بحثينا السابقين) ، حيث عرفنا العلماء العرب على أنهم (كل علماء الحضارة العربية الاسلامية الذين تكلموا العربية واستخدموها وكانوا انتاج الثقافة العربية) ، كما أن الفترة المشار اليها هنا تمتد لمدة تزيد على السبعة قرون تقريباً تبدأ من بعد الفتح الاسلامي .

الثاني :- قبل الخوض في ذكر الأعمال التجريبية نتساءل : ماذا كانت افكار ومبادئ علمائنا بالخصوص ؟

هنا نورد بعض ما جاء على ألسنتهم ، وفي كتاباتهم بخصوص التجربة والتجريب :-

(ليس الخبر كالعيان لأن ادراك الناظر عين المنظور اليه في زمان وجوده وفي مكان

* عضوية تدريس بقسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة الفاتح .

حصوله) البيروني . (المشاهدات انما يستعاد الصدق بها من الحس) جابر بن حيان (ما اجتمع الاطباء عليه وشهد عليه بالقياس وعضدته التجربة فليكن امامك وبالعكس) الرازي . (الحس أقوى دليلاً من السمع ، فان جالينوس وان كان في الدرجة العليا من التجريبي والتحفظ فيما يباشره ويحكيه ، فان الحس اصدق منه) عبد اللطيف البغدادي . (لا يكون الحق الا ما املت التجربة انه حق) الرازي . (العمر يقتصر عن الوقوف على فعل كل نبات في الارض فعليك بالاشهر مما أصبح عليه ودع الشاذ واقتصر على ماجربت) الرازي .

(لا أصل الى الحق الا من أراء يكون عنصرها الامور الحسية وصورتها الامور العقلية) ابن الهيثم .

وهكذا نرى ، مما سبق ، أن العلماء العرب صبروا وثابروا فكانت نتيجة أعمالهم القياسات المتنوعة والجداول الممتحنة التي زخرت بالقيم والارقام فكانت ذخيرة رادعة غنم منها عصر جاليليو (جاليلي) واستعملها كبلاروبيكن ونيوتن : الشكل (1) .

2 - بعض الامثلة : -

1.2 الحسن بن الهيثم : -

عندما نتحدث عن التجربة والتجريب عند العرب في العلوم الاساسية ، فاننا لن نكن قد خرجنا عن جادة الصواب لو اعتبرنا الحسن بن الهيثم بأنه رائد الطريقة التجريبية ، فلقد ظل هذا العالم الكبير (الذي ولد على يديه شعاع النور ككائن مستقل قابل للدراسة والتحقيق) منقبا باحثا مجربا تجاربه في ظروف متباينة ومتأنيا للوصول بذلك الى اليقين ، ظل هكذا حتى ناهز عمره الستين قبل ان ينشر ابحاثه ونتائج تجاربه ، وهو بحق أهل لان يكون (أبا البصريات) .

وتتلخص طريقة ابن الهيثم التجريبية في (استقرا المعطيات الطبيعية وتسجيل خواصها الثابتة المطردة ومراجعة المقدمات ونقدها وعدم التسرع والاندفاع في اقرار النتائج ، بل هو يعيد التجارب في ظروف متباينة ويقارن بين النتائج ويربط بين مختلف الظواهر وما يتبعها من تغير في الاثار)⁽¹⁾ .

ولا غرو ان تكون هذه هي طريقة ابن الهيثم ، فمراجعة بسيطة لبعض ما سجله عن طريقته في تفكيره ومباشرته للعمل والبحث تجعلنا نقف اجلالا له ، فهو يقول ضمن تسجيلاته في كتاب (عيون الانباء) (اني لم ازل منذ عهد الصبا مرتابا في اعتقادات الناس المختلفة وتمسك كل فرقة منهم بما تعتقده من الرأي ، فكتب متشككا في جميعه ، مؤقناً بأن الحق واحد وان الاختلاف فيه انما هو من جهة السلوك اليه . فلما كملت



الشكل (1) فليكون عرب في المحفوظات الغربية .

لادراك الامور العقلية ، انقطعت الى طلب معدن الحق ، ووجهت رغبتى وحرصى الى ادراك ما به تنكشف تمويهات الظنون ... ، فرايت اننى لا اصل الى الحق الا من آراء يكون عنصرها الامور الحسية وصورتها الامور العقلية) .

أ - ظاهرة الانكسار : -

في تنقيح المناظر نجد التجربة الموالية لوصف ظاهرة الانكسار حيث يذكر ابن الهيثم ما يلي : (واما العلة الموجبة لانعطاف الضوء من الجسم الاغلف الى الجسم اللطيف الى خلاف جهة العمود فهى ان الضوء اذا تحرك في الجسم المشف يدافعه مدافعة ما والجسم الاغلف يدافعه مدافعة اكثر كما ان الحجر اذا تحرك في الهواء كانت حركته اسرع واسهل من حركته اذا تحرك في الماء ، لان الماء يدافعه مدافعة اكثر من مدافعة الهواء ، فاذا خرج الضوء من الجسم الاغلف الى الجسم اللطيف كانت حركته أسرع⁽¹⁾ .

ب : - الخيال : -

في التجربة الموالية ، من كتاب (تنقيح المناظر) نجد وصفا بديعا كما يسميه ابن الهيثم بالخيال ، وهو الصورة الناتجة عن انكسار الضوء ، وكذلك الطريقة التجريبية لاثبات كلامه فهو يبدأ بالقول (الخيال هو الصورة المبصر الذى يدركه البصر من وراء جسم مخالف اذا كان البصر مائلا على الاعمدة التى تخرج من البصر الى سطح المخالف ، وذلك ان الصورة التى يدركها البصر حينئذ ليست هى المبصر نفسه لانه ليس يدركه في موضعه ولا هيئته وهو مع ذلك يدركه في مقابلته ، وهذه الصورة تسمى (الخيال) وهذا المعنى يدرك بالقياس والاعتبار .

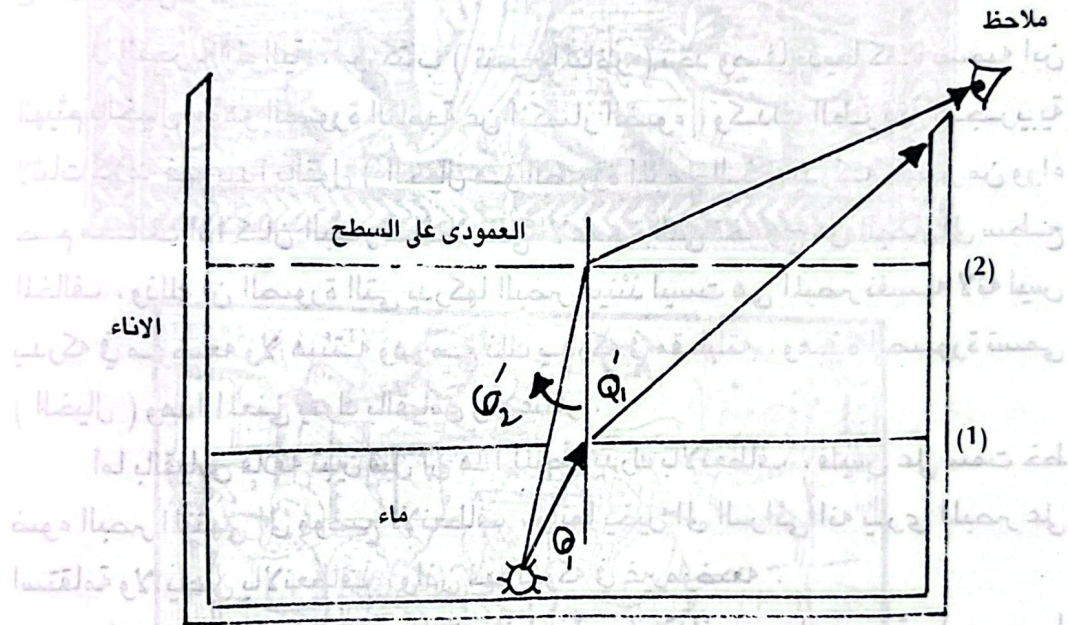
أما بالقياس فلانه تبين قبل ان هذا المبصر يدرك بالانعطاف ، فليس على سمت خط ضوء البصر المنتهى الى موضع الانعطاف ، وانما يخيل الى الرأى انه يرى المبصر على استقامة ولا يحس بالانعطاف ، واذن فهو يدركه في غير موضعه .

واما بالاعتبار فبأن يعتمد المعتبر اناء ذا حرف قائم ويجعل وسط قراره مبصرا مبينا كالخاتم والبيضة ويقف وقوفا حتى يرى المبصر في قرار الاناء ثم يتأخر قليلا الى أن يحجب عن البصر بحرف الاناء ، فعند أول ما يستتر عنه يقف في مكانه ثم يأمر غيره أن يسكب من الماء الصافي في الاناء ما يملؤه . وليكن السكب برفق لئلا يتحرك ما في قرار الاناء عن مكانه ولا يغير وضع البصر عما كان عليه في الوقوف الثاني ويصبر الى أن يسكن الماء ثم ينظر الى قرار الاناء فانه يرى المبصر بعدما لم يكن يراه فيتبين له أن الصورة المرئية حينئذ ليست في موضعها بل قد ارتفعت عن موضعها بحيث لن تستر

بحرف الاناء (1). انها حقا تجربة جميلة وبسيطة تقود الى النتيجة المتوقعة مباشرة . ويمكن توضيح هذه التجربة كما بالشكل (2) ، حيث نلاحظ انه عندما يكون الماء في الوضع (1) يتم اعتراض الشعاع المنبعث ، من مصدر الاضاءة (مصباح او اي جسم آخر) بقاع الاناء ، بحافة الاناء ، أما بعد اضافة الماء فان زاوية السقوط تزداد (2) وبذلك يخرج الشعاع الى الهواء بحيث يستطيع الملاحظ رؤية الخيال . وذلك يمكن بالطبع فهمه استنادا الى ما يسمى بقانون سنل ، والذي يربط بين جيوب زوايا السقوط والانكسار ومعامل الانكسار في هذه الحالة نلاحظ ان :-

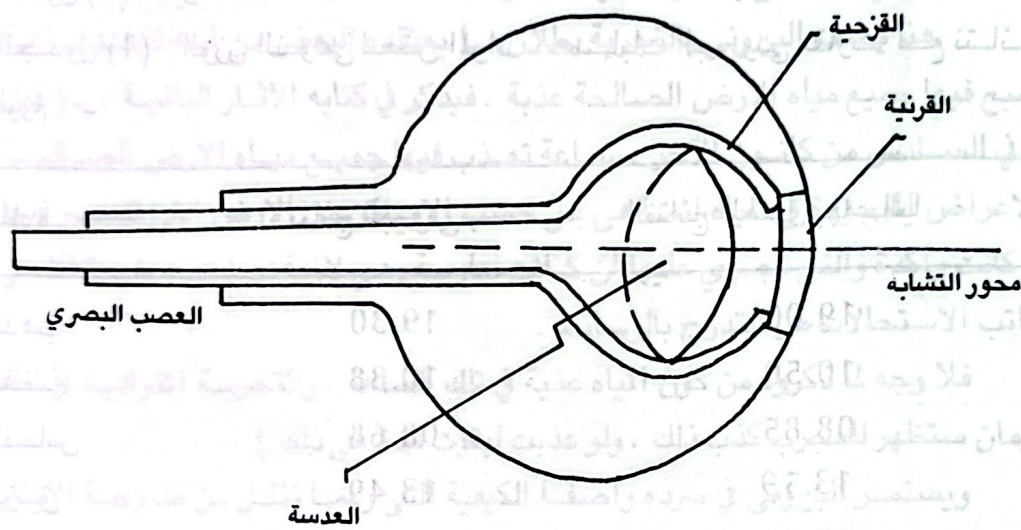
$$\sin Q_1 = \sin Q_2$$

$$\sin Q'_1 = \sin Q'_2$$



الشكل (2) توضيح لتجربة الخيال لابن الهيثم .

وفي تجاربه يمضي ابن الهيثم مستخدماً المرايا والعدسات بمختلف أنواعها وكذلك اسطوانات زجاجية لدراسة قضايا متعددة في مجال البصريات وخصوصاً ظاهرة الانكسار ، ولعل أعظم ما توصل اليه ابن الهيثم ، من تجاربه ، تفسيره الصحيح للكيفية التي يتم بها الابصار . ولا يقف عند تلك النقطة بل يتعداها ليدرس العين بالتفصيل وذلك من الناحية الحيوية والناحية التشريحية ويمضي في ذلك متتبعا وظيفه العين وعملها ابتداء من العصب البصري الذي يخرج من الدماغ ، الى العين نفسها بأجزائها المختلفة من الملتحمة الى القرنية فالقرينة والعدسة . ويبين ابن الهيثم بطريقة رائعة وظيفة كل عضو على حده في عملية الابصار ، كما يوضح الكيفية التي تتصرف بها العين ، كوحدة واحدة وكجهاز انكسار ، في الابصار . (أنظر الشكل (3)) .



الشكل (3) تشريح العين حسب رأى ابن الهيثم

2.2 - أبو الريحان البيروني :-

عندما نذكر البيروني ، ونحن بصدد الحديث عن العلم التجريبي عند العرب ، يكفي أن نتذكر قصة فساد بصره منذ حادثته ، من كثرة رصده لكسوف الشمس ، واستعماله ، وهو في السابعة عشر من عمره ، لحلقة مدرجة لمراقبة ارتفاع الشمس عند خط زوال مدينة كاث فهو يقول في كتابه تحديد نهايات الاماكن (: فان التماس بين الظل والقمر وان لم تحس به فالقليل من التقاطع يرى ، وليس كالشمس فان البصر لا يقاوم شعاعها بل يتأثر منه تأثراً مؤذياً مؤلماً ، فاذا أثار الانسان بصره اليها اسمدت وتحير ، ولاجله يؤثر الى خيالها في الماء دونها ، فان فيه يستبين جرمها ويقل شعاعها ،

على أن بصرى فسد بمثل هذا من رصد الكسوفات الشمسية في حادثتي (.
والبيروني هو احد ابرز العلماء العرب الذين قدموا الكثير والكثير للعلم ، بل يعتبره
المؤرخ سارتون احد اعظم العلماء على مر العصور . ولقد اتسمت اعماله كثيرا بالاسناد
الى التجربة والتجريب وفيمايلي نذكر بعضا من تجاربه والنتائج التي توصل اليها : -

أ - قياس الاوزان النوعية : -

للبيروني تجارب عديدة في قياس الاوزان النوعية للمواد الصلبة والمعادن حيث قام
باستخدام جهاز ، هو بعينه المستعمل حتى يومنا هذا ، وهو البكنومتر ، ولقد تم تعقب
نتائج البيروني واعيدت حساباته وتم التوصل الى نتائج مذهشة (. يتضح من هذا
الجدول (1) المبين أسفله .
الجدول (1) : الوزن النوعي لبعض المواد - حسابات البيروني مقارنة مع نتائج
اليوم : -

المادة	نتائج البيروني	النتائج المعمول بها حاليا
الذهب	19.30	19.00
الفضة	10.38	10.50
النحاس	08.68	08.85
الزئبق	13.49	13.59
الحديد	07.82	07.79
الياقوت الاحمر	03.75	03.50
الزمرد	02.62	02.73
اللؤلؤ	02.73	02.75
اللازورد	03.91	03.90

ب : - تحليل فوران العيون وصعود المياه : -

هنا يتحدث البيروني عن الكيفية التي تفور بها العيون ويصعد بها الماء ، فيبدأ
حديثه : - (وأما فوران العيون وصعود المياه الى فوق فذلك لأجل أن خزانها أعلى منها
كالفورات المعمولة ، فان الماء لا يصعد علوا الا لذلك :) ويستمر في حديثه حتى

يصل الى وصف تجربة يستعمل فيها ما يسمى بسارقة الماء ، فيذكر (ومثاله الآلة التي تسمى سارقة الماء فانك اذا ملأتها ماء ووضعت كلا طرفيها في أنيتين سطح ما فيهما من الماء سطح واحد ، فان الذي فيها من الماء يقف ولودهر لا ينصب الى احدى الأنيتين لانها ليست بأولى من الاخرى) .

نرى هنا أن تجربة البيروني تذكرة حسنة بنظرية الاواني المستطرقة التي تفيد بأن الماء يتحرك نتيجة لطاقة الوضع المخزنة بالمنظومة ويستمر تدفق الماء بالانابيب حتى يتساوى ارتفاع الماء في كل الانابيب ، وهو الامر الذي ذهب اليه البيروني في تعليقه لفوران العيون وصعود المياه .

ج : - تجربة في الرد على بعض الخرافات والمعتقدات الباطلة : -

هنا يصف البيروني بالتجربة بطلان ما يعتقد البعض من أنه توجد ساعة تصبح فيها جميع مياه الارض الصالحة عذبة ، فيذكر في كتابه الآثار الباقية : - (قيل أن في السادس من كانون الآخر ، ساعة تعذب فيها جميع مياه الارض الصالحة والاعراض الموجودة في المياه انما هي على حسب الاماكن من الارض التي تنحصر فيها ان كانت راكدة والتي تجري عليها ان كانت جارية وهي لازمة لها غير متغيرة الا على مراتب الاستحالات من التدرج بالوسائط .

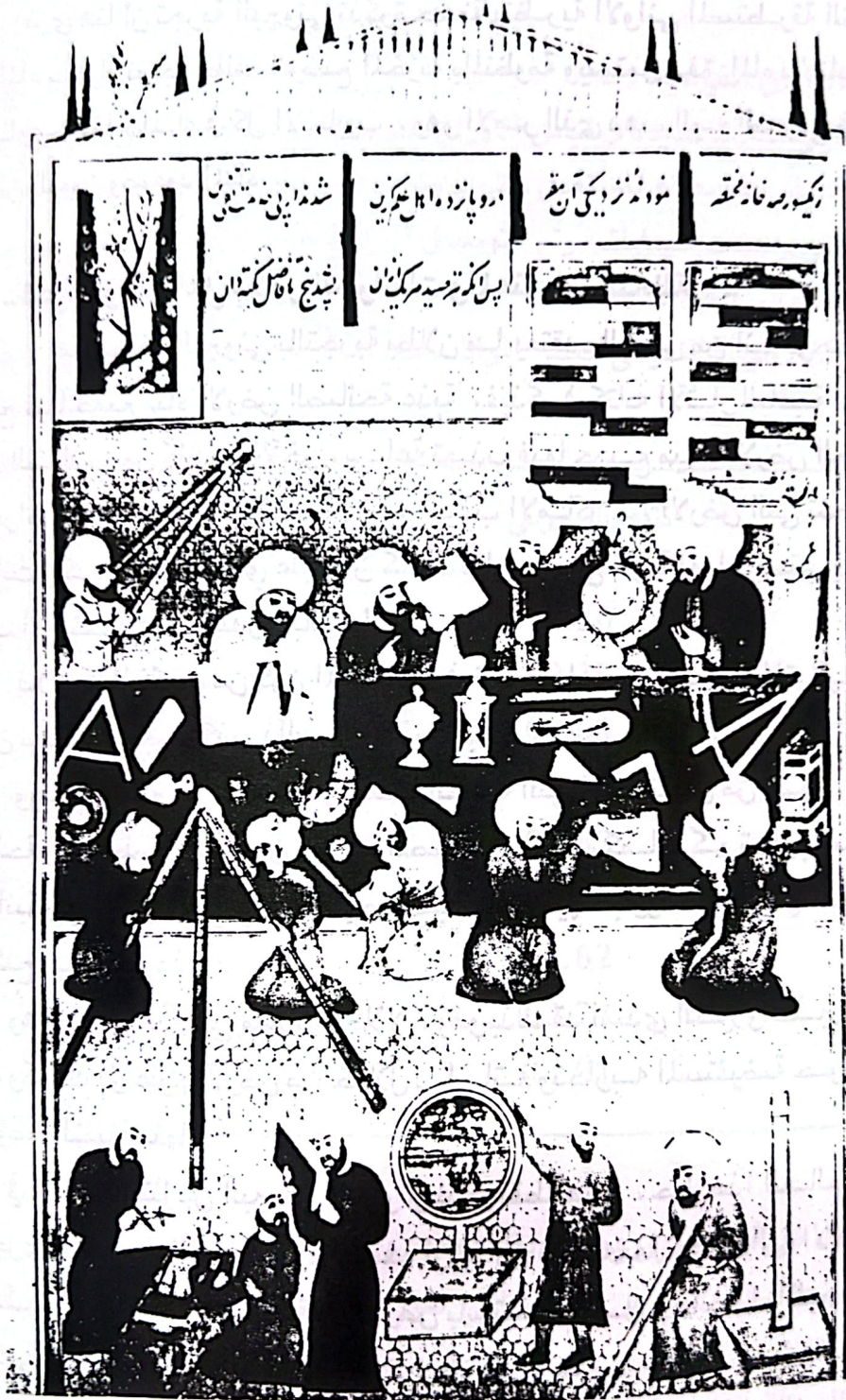
فلا وجه لما ذكروه من كون المياه عذبة في تلك الساعة ، والتجربة المتوالية في أثناء الزمان ستظهر للمجرب كذب ذلك ، ولو عذبت لبقيت مدة على ذلك) .

ويستمر البيروني في سرده واصفا الكيفية التي ربما تقلل من ملوحة الآبار الصالحة وذلك بطرح ارطال من الشمع المصفى المجفف ، كما يذكر تجارب غيره حول القاء أنية رقيقة من شمع في ماء البحر بحيث يبقى فيها بارزا لا يعلوه الماء وكيف ان ما يرشح فيها يكون عذبا .

وهكذا نرى البيروني مجربا محاللا ، وهو بذلك قد اسدى الكثير والكثير للفيزياء والفلك وكذلك الى علوم الارض من خلال دراساته وتجاربه المستفيضة حول المعادن وخصوصا الثمينة منها .

في ختام حديثنا عن البيروني لابد وان نذكر نقطة هامة ، حول هذا العالم الجليل ، فهو يجري التجارب والقياسات ولا يتأفف ان يقارن نتائجه بما توصل اليه الآخرون . في هذا الصدد نذكر محاولته قياس قطر الارض باستخدام جبل في نالندا باقليم البنجاب وكشمير بالهند ومقارنة الرقم الذي تحصل عليه بما وصل اليه بنوشاكو (علماء المأمون) ، فيقول (قد قارب ذلك وجود القوم ، بل لاصقة ، وسكن القلب الى ما ذكروه ،

فأستعلمناه ، ان كانت الاتهم ادق وتعبهم في تحصيله اشد وأوثق (.
 لابد أن نذكر ، أيضا ، أن من بين العلوم التي نالت حظوة كبيرة عند العلماء
 العرب وأبدعوا فيها أيما ابداع علم الفلك ، والشكل (4) يوضح لوحة لفلكيين مسلمين
 وعرب بالآتهم العديدة ، يقومون بالقياسات .



الشكل (4) علماء فلك يقومون بالقياسات

3.2 عبد الرحمن الخازنى : -

في كتابه (ميزان الحكمة) يستخدم عبد الرحمن الخازنى الميزان كأداة متطورة لقياس الاوزان النوعية حيث وضع في الحسابان تأثير كثافة الاجسام بالحرارة .
لقد كان الخازنى على علم بقصة (وجدتها) لارشميدس وبناء على ماتوصل اليه هذا الاخير طور الخازنى معادلة لتعيين كمية الذهب أو الفضة بسبيكة ما ، وهذه المعادلة تتلخص في الآتى : -

$$\frac{\frac{1}{n} - \frac{1}{s}}{\frac{1}{n} - \frac{1}{f}} = \frac{f}{s}$$

وحيث ف يمثل وزن الفضة بسبيكة وزنها س ، كما أن ن ، ن ، ون هي الاوزان النوعية للذهب والفضة والسبيكة على التوالي .
والجدير بالذكر أن موازين دقيقة للخازنى عاشت حتى يومنا هذا بأرجاء عديدة من العالم الاسلامى (أنظر الشكل (5)) .

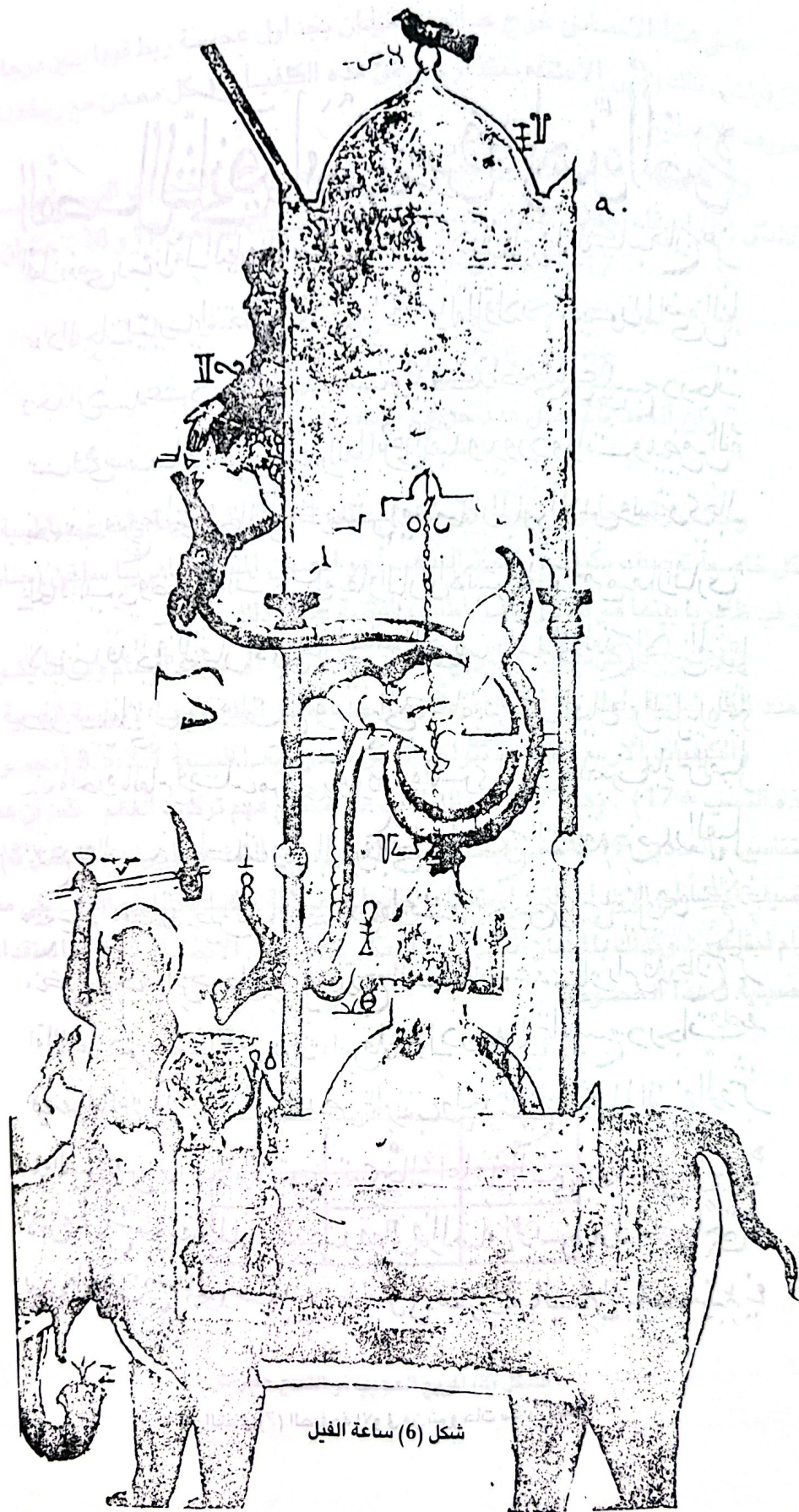
4.2 ابن الرزاز الجزرى : -

من المجالات الهامة التى طرقها العلماء العرب ميكانيكا السوائل وقد استفادوا من ذلك في صنع الساعات المائية التى عملت كأداة هامة لقياس الزمن الذى يشكل متغيرا دائما وعاملا مهما في كل مجال من مجالات العلوم الاساسية . في هذا الصدد برز العالم ابن الرزاز الجزرى الذى ألف كتابه (كتاب الحيل) والذى صمم فيه ساعات عملية تعمل بواسطة الماء وضمن كل ساعة أجهزة بديعة في صنعها كما وضح كيفية عمل هذه الاجهزة كمنظومة واحدة لقياس الزمن .

والشكل (6) يوضح ساعة الفيل ، بينما يمثل الشكل (7) الصفحة الاولى من شرح الجزرى للكيفية التى تعمل بها هذه الساعة وما يصدر عنها من أفعال .

5.2 - جابر بن حيان : -

ربما لا نقع في الخطأ لو قلنا بأن عصر جابر بن حيان شكل بداية حقيقية للتحليل الكمى في تاريخ الكيمياء ، فهو يعتبر الميزان المفتاح لفهم تركيب المعادن وكل المواد .
وهكذا لعب الميزان دورا هاما واساسيا في الكيمياء عند العرب ، وكما سبق وان أشرنا ببحث سابق (1) أن الميزان أرتبط بالكيفيات الداخلية والخارجية للمواد ، كما



الفصل الثاني فيما يصدق من هذه الصورة

أقول ان معنى رتبة زوايا النظار القلوب مستوي بالسواد فالذات قلم الكاتب خارج عن
 اعداد الاجزاء ليسير في انقطعاتها الا حتى يوافي راس القلم اول درجة فيكون لماضي من النهار
 درجة من خمسة عشر درجة من ساعة مستوية وكذا حتى ياتي على سبع درجات
 سبع وهي نصف ساعة فينبذ فيضير الطائر على القبة ويدور دورا وتبيض من الشمس
 خفة نقب ويرفع الشجر الجالس في الروش يده عن مقدار الباري الا ينزل ويستوي جاله
 على الحد البصري ويضع يده اليسرى على مقدار الباري الا يسير ويخرج من مقدار الباري
 لا ينزل قد في فم الشجر الا ينزل في راسه الى الفتح الا ينزل في راسه الى الفتح
 حتى ينزل في راسه الى الفتح ويضع يده الى مكانه فيضرب الفيل راس الفيل يده
 يده واحد بالفارس وكانت مرفوعة ويرفع يده اليسرى بالمدق ويضرب به راس الفيل
 وترفع يده اليسرى الى مكانه عليه بالفارس وتبقى بالها وتخرج البندقة من صدر الفيل
 تقع على امره معلقة على الفيل فيسمع صوتها وتشتقر فيضرب يده اليسرى وهو مستريح
 منكر الى جبهه راس خرطوم الفيل وقد رجح الكاتب بسرعته مينا وراس قلمه طاح عن
 اول الاعداد ثم رجح شئ الا حتى يوافي راس القلم اول درجة الى تمام سبع درجات ونصف
 فيضير الطائر ويدور دورا وتبيض تمام نقب واحد ويرفع الشجر الجالس في الروش
 يده اليسرى عن مقدار الباري الا يسير ويستوي جالس على فم الفيل يده اليمنى على راس الباري
 لا ينزل ويخرج من مقدار الباري الا يسير يده الى فم الشجر الا يسير في راسه الى الفتح
 يضع يده الفتح المتخذ على الكفة اليسرى ويضرب الفيل راس الفيل كضربة يده

الشكل (7) الصفحة الاولى من شروحات ساعة الفيل .

على هذا الاساس خرج جابر بن حيان بجد اول عجيبة ربط فيها بين درجات الكيفيات ، ذلك يعنى الاعتناء بمقدار كل من هذه الكيفيات في كل معدن مع ربط ذلك بحروف الابدجية .

وفي جداوله اعتمد جابر بن حيان المربع السحري ذى الحجرات التسع الموضح بالشكل (8) اسفله ، حيث ظهرت أهمية خاصة في حساباته للرقمين 17 و 28 لاحظ ان

$$8+5+3+1=17 \quad (3)$$

$$6+7+2+9+4=28 \quad (4)$$

وان العدد 28 يمثل عدد حروف الابدجية .

وحسب رأى جابر بن حيان كل معدن يمتلك خاصية ظاهرية وأخرى باطنية ، وكل خاصية توصف بكيفيتين فمثلا الذهب وهو المعدن المثالي ظاهريا ساخن (حار) ورطب ظاهريا بينما هو بارد وجاف باطنيا والفضة عكس ذلك . ويقسم جابر كل كيفية الى أربع درجات وكل درجة الى سبعة أقسام وبذلك يكون العدد الكلى ثمانية وعشرين (28) جزءاً ، وكل جزء يناظر أحد حروف الابدجية العربية . والكيفيات الاربع المذكورة تتواجد في كل معدن تبعا للنسبة 8:5:3:1 (مجموع هذه النسب = 17) ، وهذه النسبة والتناسب هما مفتاح فهم تركيب العالم ، كما أن هذا التناسب والعديدين 28، 17 مرتبط بالمربع العجيب ذى التسع حجرات (الشكل 8) . نضيف أيضاً أن الاعداد التى استعملها جابر لها علاقة وطيدة بالسلم الموسيقى منذ أيام فيثاغورث وكذلك بالمعمار البابلى ، كما يعكس ذلك مدى الاتصال المبكر بالمعتقدات الصينية في هذا الخصوص .

4	9	2
3	5	7
8	1	6

وهكذا قام جابر بن حيان والكيميائيون العرب من بعده بكتابة جداول رائعة توضح التماثل بين حروف الابدادية ودرجات الكيفيات المختلفة ، ومقدار كل كيفية موجودة في المعدن .

وهكذا أصبح اسم المعدن بالعربية ذا صلة بتركيب المعدن من خلال هذه الجداول . بلغة أخرى أصبحت معالجة الكيفيات الكيميائية ، حسب رأى جابر ، غير قابلة للفصل عن علم الاعداد من جهة ، وعلم الرموز من جهة أخرى . وكل معدن يتكون من نفس الكيفيات بنسب مختلفة ظاهريا وباطنيا والتحويلات تعنى تغير هذه النسب حسب الجداول المعدة وبمساعدة الميزان الذى هو المصدر الاساسى لهذه الجداول (6) .
ننوه أيضا بأن (كتاب السبعين) و (كتاب الميزان) لابن حيان مثلا اساس الكيمياء العربية (انظر الشكل 9) .

6.2 - أبوبكر الرازى :-

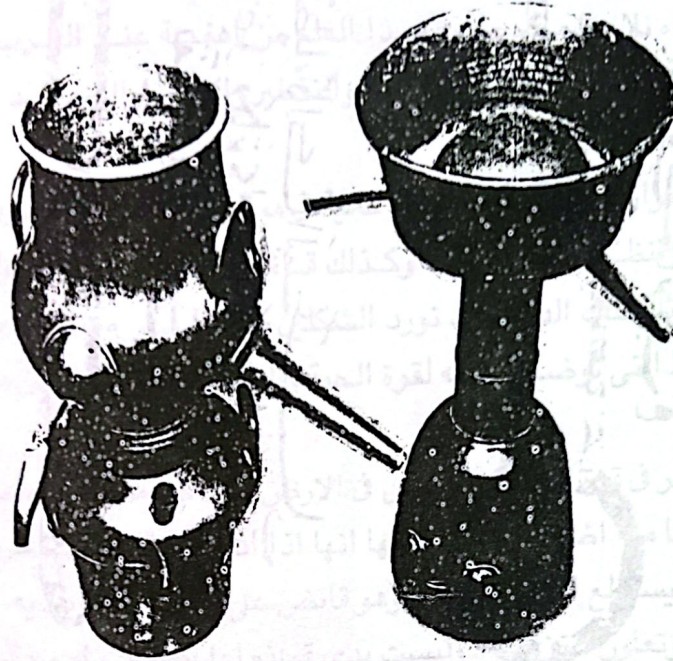
في كتابه (سر الاسرار) كان منهجه مدققا واجهزته مضبوطة ، فهو يجمع مواد تجربته ثم يعرض طريقته وخطوات بحثه وفروضه واحتمالاته وما بلغ اليه من نتائج جزئية ثم يلخص ثمرة بحوثه وزبدة تجاربه⁽³⁾ .

لقد كان من نتائج تجاربه تحضير بعض الحوامض وتحضير الكحول حيث قام الرازى بوصف طريقة لتخفيف الكحول بواسطة الجير ، كما قام بتحضير حامض الكبريتيك من كبريتات الحديد⁽³⁾ .

3 - تجارب أخرى متفرقة :-

في الحقيقة لم يترك العرب مجالا من مجالات العلوم الاساسية الا وخاضوا غماره ، فأقاموا التجارب العلمية وصنعوا لذلك الاجهزة الدقيقة ، فكانت نتيجة اعمالهم المعمار الجميل والتقدم الطبى الكبير والاساليب الزراعية المتقنة . (انظر الشكل 10) .
ان ما نذكره هنا من اضافات وما حاولنا القاء الضوء عليه ببحثينا السابقين (2،1) ، ما هو الا قليل من كثير ، ولو حاولنا ان نعدد العلماء العرب ومآثرهم العلمية لكأن ذلك عملا ضخما ولما انصفناهم . الا انه لا بأس ان نضيف في هذا المقال بعض التجارب الاخرى المتفرقة .

في الفيزياء مثلا ، وفي الميكانيكا على وجه الخصوص ، نذكر ما يفيد به أبو البركات حول صياغة لقانون نيوتن الثالث حيث يقول (ان الحلقة المتجاذبة بين المصارعين لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر ، وليس اذا غلب احدهما فجذبها



ب.



الشكل (9) وحدتا تقطير (أ) ووحدتا تكثيف (ب)

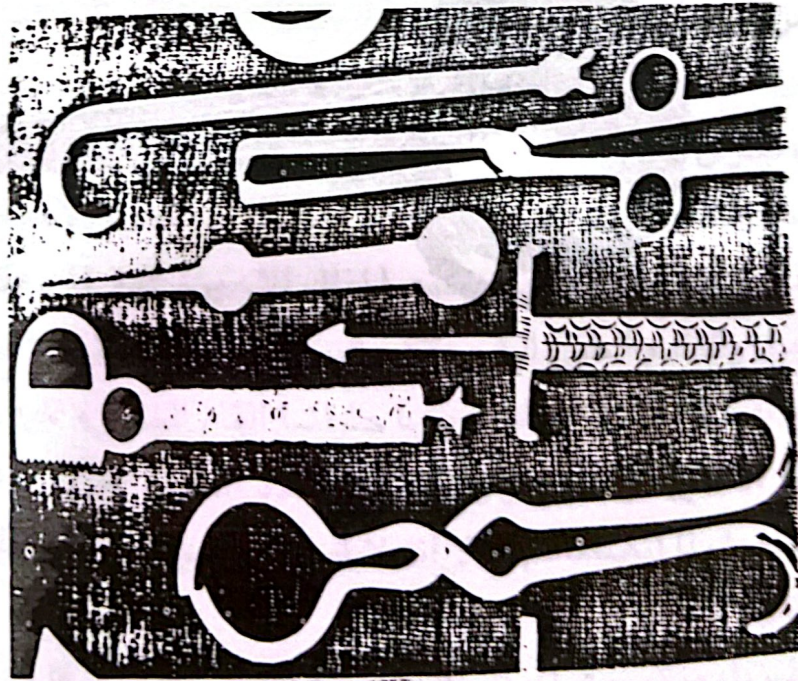
وهذا لا صورة المشدح الذي يشدح
 بدراسة الجني يشبه المقصلة اسنان في
 الظرف صمنا نري



وتنقش مستطيه كالك التي ع
 هكذا يضيء كمانه في كمان كاشنا الزناد
 تقطع به حرم



اعلم ان صفة الانكسار التي اشرت انواعها وكانت معدلة
 في النسخ كانت اشع اصداءه وارفع عند الناقلة قليلا فلا تستقيم



الكشل (10) آلات جراحية استخدمها الاطباء العرب

نحوه تكون قد خلت من قوة جذب الآخر ، بل تلك القوة موجودة مقهورة . ولولاها لما احتاج الآخر الى كل ذلك الجذب⁽³⁾ . وهو هنا يتحدث عن محصلة قوى جذب المتصارعين كما يؤكد على انه (لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه) .

في الكيمياء نلاحظ ما حذى به هذا العلم من اهمية عند العرب حيث تميزت العمليات الكيميائية بتطور عمليات الكلسنة والتقطير والبلورة والتصعيد والدمج الخ .

في علم الحيوان وصل العرب درجة عالية في ميدان التشريح ، فدرسوا الانسان دراسة مفصلة (انظر الشكل 11) ، وكذلك قاموا بدراسات تفصيلية لكثير من الحيوانات ، وكمثال لتلك الدراسات نورد الشكلين (12.13) . مستشهدين هنا بفقرات من كتاب الجاحظ التي توضح وصفه لقوة الحية والتي نبعت بالتأكيد من معايشة واقعية وتجارب جريئة .

فهو يذكر في قوة الحية : (وليس في الارض شيء جسمه مثل جسم الحية ، الا والحية اقوى بدنا منه اضعافا ، ومن قوتها انها اذا ادخلت راسها في جحرها او في صدع الى صدرها ، لم يستطع اقوى الناس ، وهو قابض على ذنبها بكلا يديه ، ان يخرجها لشدة اعتمادها وتعاون اجزائها . وليست بدى قوائم لها اصفار ، او مخالب لها اضلاف تنشبها في الارض تنشب بها وتعتمد عليها . وربما انقطعت في يد الجاذب لها من انها لدنة ، ملساء ، علكة 7) .

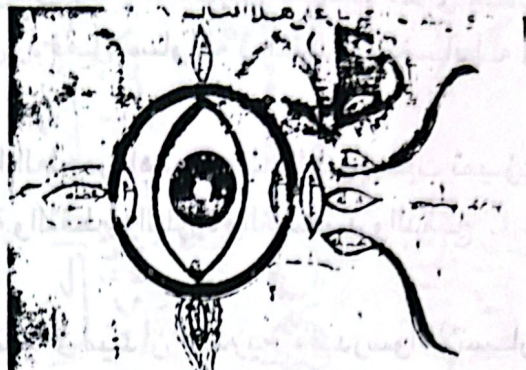
في علم النبات كان اهتمام العرب كبيرا ومنصبا في مجالات استخدامات النباتات الزراعية والطبية والصيدلانية .

ولقد عمل الكثيرون في هذا الميدان ، ابتداء من جابر بن حيان ، وكتابه (كتاب الحدود) الذي كان مرجعا مفيدا لكثير من العلماء من بعده ولعدة قرون ، فأبى سعيد الاصمعي و (كتاب النبات والشجر) الى ابى حنيفة الدنياورى و (كتاب النبات) ، ثم ابن شميل والانصارى وماقاما به من تجميع للمعلومات حول خصائص النباتات واسمائها ، وابى البيطار وابن باجة (كتاب التجربتين) وابن سينا والكبرى والبغدادى وغيرهم . انظر الشكل (14) .

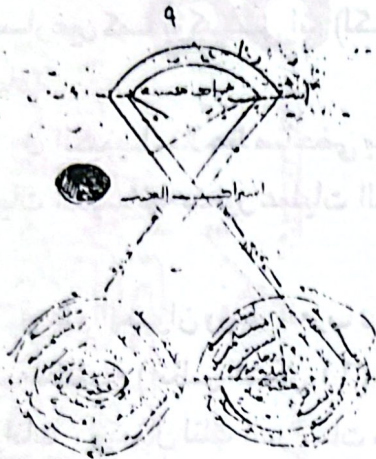
لقد كانت دراساتهم حول الخواص المختلفة للنبات وكذلك لما يمكن استخلاصه من المعانى الرمزية والروحية للنباتات المختلفة في هذا الكون .

كما تضمنت اعمال علماء المغرب العربى والاندىسى ، وكذلك علماء الشرق العربى ، في القرنين الثانى والثالث عشر ، دراسات مستفيضة للازهار بمناطق

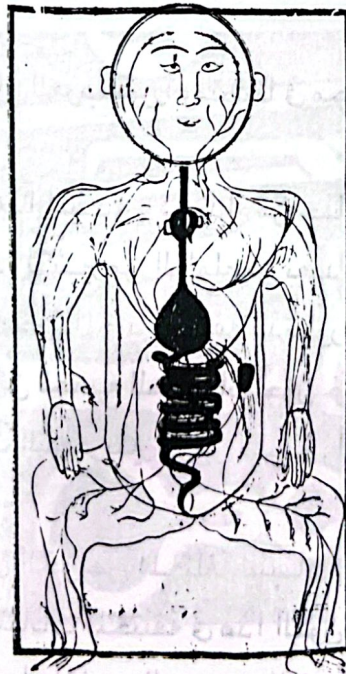
تواجدهم . انظر الشكل (15) .



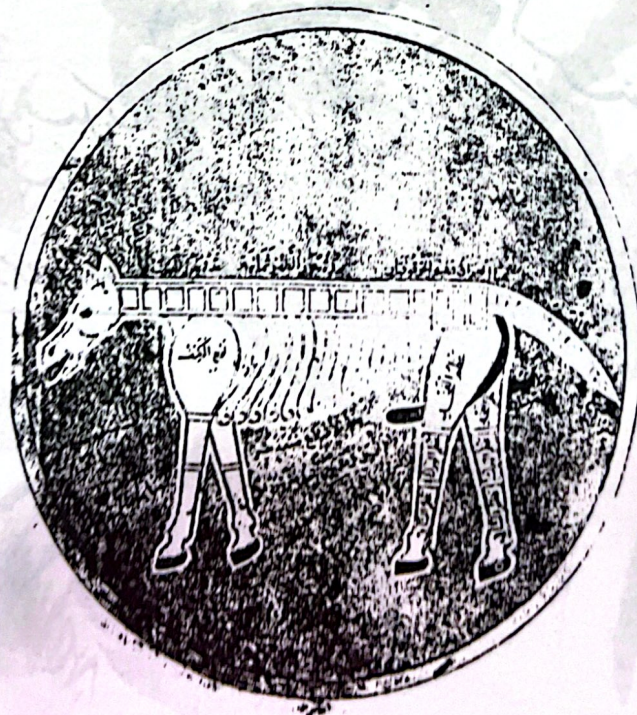
في هذه السبعة العظام يكون بطبيعتها الأربع عظاما الا ان عظاما منه
 في سبعة ارجل البهي واما يعرف الانسان بطبيعة السبعة ارجل واما
 في هذه السبعة هي موحدة في بعضها فلا تدفع بعضها عنان العلم ما خلد الراجح
 في ان يكون منسوبة فيقول ان كل عضو من الاعضاء الخمسة في
 حده من عنصر اربعة بطبيعته والاخر من نوعه اربعة من بعضه ومنفعة
 الاربع ايضا في اخرها صفة في بعضها من ارجلها كما ذكرنا من طبيعة وهو
 يقول ان الاربع عظاما اربعة ارجل الاربع اعضاء البدن واربعة ارجل والاخر
 من بعضه والحاجة اليه وهو ان يقول ان الاربع اربعة من بعضه
 لا اراد به السياسة وعلى المدين فحان الاربع اربعة من بعضه
 اربعة ارجل وهو ان الاربع اربعة اعضاء البدن واربعة ارجل فانه لا
 سائر الاضمار مع الاربعة اربعة من البدن عضو اربعة من البدن
 ولا اربعة منه وذلك لما انما ذكره في بعض ارجلها فحان
 الحد الثاني في ان الاربع اربعة من بعضه والاربعة اربعة
 والسياسة فانه ايضا لا يدل على عضو منها الاربع وذلك لما



١٥٠
 ١٥١
 ١٥٢
 ١٥٣
 ١٥٤
 ١٥٥
 ١٥٦
 ١٥٧
 ١٥٨
 ١٥٩
 ١٦٠
 ١٦١
 ١٦٢
 ١٦٣
 ١٦٤
 ١٦٥
 ١٦٦
 ١٦٧
 ١٦٨
 ١٦٩
 ١٧٠
 ١٧١
 ١٧٢
 ١٧٣
 ١٧٤
 ١٧٥
 ١٧٦
 ١٧٧
 ١٧٨
 ١٧٩
 ١٨٠
 ١٨١
 ١٨٢
 ١٨٣
 ١٨٤
 ١٨٥
 ١٨٦
 ١٨٧
 ١٨٨
 ١٨٩
 ١٩٠
 ١٩١
 ١٩٢
 ١٩٣
 ١٩٤
 ١٩٥
 ١٩٦
 ١٩٧
 ١٩٨
 ١٩٩
 ٢٠٠
 ٢٠١
 ٢٠٢
 ٢٠٣
 ٢٠٤
 ٢٠٥
 ٢٠٦
 ٢٠٧
 ٢٠٨
 ٢٠٩
 ٢١٠
 ٢١١
 ٢١٢
 ٢١٣
 ٢١٤
 ٢١٥
 ٢١٦
 ٢١٧
 ٢١٨
 ٢١٩
 ٢٢٠
 ٢٢١
 ٢٢٢
 ٢٢٣
 ٢٢٤
 ٢٢٥
 ٢٢٦
 ٢٢٧
 ٢٢٨
 ٢٢٩
 ٢٣٠
 ٢٣١
 ٢٣٢
 ٢٣٣
 ٢٣٤
 ٢٣٥
 ٢٣٦
 ٢٣٧
 ٢٣٨
 ٢٣٩
 ٢٤٠
 ٢٤١
 ٢٤٢
 ٢٤٣
 ٢٤٤
 ٢٤٥
 ٢٤٦
 ٢٤٧
 ٢٤٨
 ٢٤٩
 ٢٥٠
 ٢٥١
 ٢٥٢
 ٢٥٣
 ٢٥٤
 ٢٥٥
 ٢٥٦
 ٢٥٧
 ٢٥٨
 ٢٥٩
 ٢٦٠
 ٢٦١
 ٢٦٢
 ٢٦٣
 ٢٦٤
 ٢٦٥
 ٢٦٦
 ٢٦٧
 ٢٦٨
 ٢٦٩
 ٢٧٠
 ٢٧١
 ٢٧٢
 ٢٧٣
 ٢٧٤
 ٢٧٥
 ٢٧٦
 ٢٧٧
 ٢٧٨
 ٢٧٩
 ٢٨٠
 ٢٨١
 ٢٨٢
 ٢٨٣
 ٢٨٤
 ٢٨٥
 ٢٨٦
 ٢٨٧
 ٢٨٨
 ٢٨٩
 ٢٩٠
 ٢٩١
 ٢٩٢
 ٢٩٣
 ٢٩٤
 ٢٩٥
 ٢٩٦
 ٢٩٧
 ٢٩٨
 ٢٩٩
 ٣٠٠
 ٣٠١
 ٣٠٢
 ٣٠٣
 ٣٠٤
 ٣٠٥
 ٣٠٦
 ٣٠٧
 ٣٠٨
 ٣٠٩
 ٣١٠
 ٣١١
 ٣١٢
 ٣١٣
 ٣١٤
 ٣١٥
 ٣١٦
 ٣١٧
 ٣١٨
 ٣١٩
 ٣٢٠
 ٣٢١
 ٣٢٢
 ٣٢٣
 ٣٢٤
 ٣٢٥
 ٣٢٦
 ٣٢٧
 ٣٢٨
 ٣٢٩
 ٣٣٠
 ٣٣١
 ٣٣٢
 ٣٣٣
 ٣٣٤
 ٣٣٥
 ٣٣٦
 ٣٣٧
 ٣٣٨
 ٣٣٩
 ٣٤٠
 ٣٤١
 ٣٤٢
 ٣٤٣
 ٣٤٤
 ٣٤٥
 ٣٤٦
 ٣٤٧
 ٣٤٨
 ٣٤٩
 ٣٥٠
 ٣٥١
 ٣٥٢
 ٣٥٣
 ٣٥٤
 ٣٥٥
 ٣٥٦
 ٣٥٧
 ٣٥٨
 ٣٥٩
 ٣٦٠
 ٣٦١
 ٣٦٢
 ٣٦٣
 ٣٦٤
 ٣٦٥
 ٣٦٦
 ٣٦٧
 ٣٦٨
 ٣٦٩
 ٣٧٠
 ٣٧١
 ٣٧٢
 ٣٧٣
 ٣٧٤
 ٣٧٥
 ٣٧٦
 ٣٧٧
 ٣٧٨
 ٣٧٩
 ٣٨٠
 ٣٨١
 ٣٨٢
 ٣٨٣
 ٣٨٤
 ٣٨٥
 ٣٨٦
 ٣٨٧
 ٣٨٨
 ٣٨٩
 ٣٩٠
 ٣٩١
 ٣٩٢
 ٣٩٣
 ٣٩٤
 ٣٩٥
 ٣٩٦
 ٣٩٧
 ٣٩٨
 ٣٩٩
 ٤٠٠
 ٤٠١
 ٤٠٢
 ٤٠٣
 ٤٠٤
 ٤٠٥
 ٤٠٦
 ٤٠٧
 ٤٠٨
 ٤٠٩
 ٤١٠
 ٤١١
 ٤١٢
 ٤١٣
 ٤١٤
 ٤١٥
 ٤١٦
 ٤١٧
 ٤١٨
 ٤١٩
 ٤٢٠
 ٤٢١
 ٤٢٢
 ٤٢٣
 ٤٢٤
 ٤٢٥
 ٤٢٦
 ٤٢٧
 ٤٢٨
 ٤٢٩
 ٤٣٠
 ٤٣١
 ٤٣٢
 ٤٣٣
 ٤٣٤
 ٤٣٥
 ٤٣٦
 ٤٣٧
 ٤٣٨
 ٤٣٩
 ٤٤٠
 ٤٤١
 ٤٤٢
 ٤٤٣
 ٤٤٤
 ٤٤٥
 ٤٤٦
 ٤٤٧
 ٤٤٨
 ٤٤٩
 ٤٥٠
 ٤٥١
 ٤٥٢
 ٤٥٣
 ٤٥٤
 ٤٥٥
 ٤٥٦
 ٤٥٧
 ٤٥٨
 ٤٥٩
 ٤٦٠
 ٤٦١
 ٤٦٢
 ٤٦٣
 ٤٦٤
 ٤٦٥
 ٤٦٦
 ٤٦٧
 ٤٦٨
 ٤٦٩
 ٤٧٠
 ٤٧١
 ٤٧٢
 ٤٧٣
 ٤٧٤
 ٤٧٥
 ٤٧٦
 ٤٧٧
 ٤٧٨
 ٤٧٩
 ٤٨٠
 ٤٨١
 ٤٨٢
 ٤٨٣
 ٤٨٤
 ٤٨٥
 ٤٨٦
 ٤٨٧
 ٤٨٨
 ٤٨٩
 ٤٩٠
 ٤٩١
 ٤٩٢
 ٤٩٣
 ٤٩٤
 ٤٩٥
 ٤٩٦
 ٤٩٧
 ٤٩٨
 ٤٩٩
 ٥٠٠
 ٥٠١
 ٥٠٢
 ٥٠٣
 ٥٠٤
 ٥٠٥
 ٥٠٦
 ٥٠٧
 ٥٠٨
 ٥٠٩
 ٥١٠
 ٥١١
 ٥١٢
 ٥١٣
 ٥١٤
 ٥١٥
 ٥١٦
 ٥١٧
 ٥١٨
 ٥١٩
 ٥٢٠
 ٥٢١



الشكل (11) دراسة للعين (أ، ب) وللهيكل العظمي ج



الشكل (12) صورة تشريحية للحصان

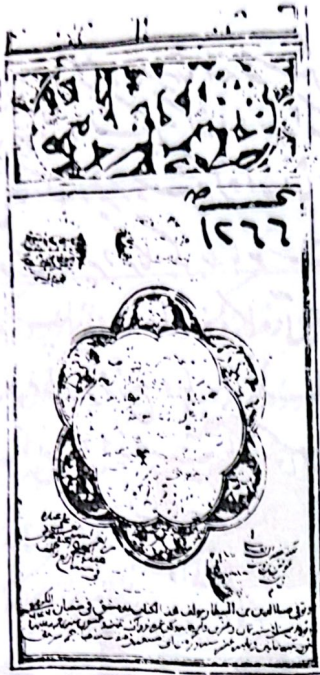


الشکل (13) دراسة للعقرب

پیل بریان کتد و بر ریشها نهند خوش سازد و استخوان برمنه
 شست و پختن کند و در سر را سرگاه که با سپر و
 نکل ضاوت کند و نیز روشن کرد اند نشا نهاده سی و خالها را
 و کلف را بر سرگاه بکوبند با بونست خرق سنی و
 کتد پیل و طلا سازند و گاه آینه بخت می کنند و
 در مهاب و فزاح و بار و غنما و غلله
 نافع بود از جبت ماندگی و منافع او
 بیارت
 والله اعلم



الشكل (14) زهرة السوسن والزنبق الأبيض



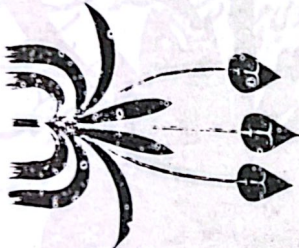
سَدَّ
يُضَاهِيهِ يَسَّ تِلْكَ كَشِبَةِ الدَّرَاسِيَّةِ لَكِنَّهُ لَقَوْلُهُمْ وَاحِدٌ وَنَسَبَ
وَالْجِبَّةُ رَاجِعَةٌ وَلَمْ يَنْزِلْ وَلَهُ قَضَا كَثِيرٌ وَلَمْ يَنْزِلْ وَلَهُ قَضَا كَثِيرٌ
وَمِنْهُ الْمَوَاضِعُ لِلْمَجْلِبَةِ الْعَلَمُ لَهُ قُوَّةٌ مَحْنَةٌ حَرِيَّةٌ مَا جَابِلِيْنَ مَشْرَبُهُ
بِجَرِّ الْوَلِّ وَالْعَطَشُ فِيهِ وَالشَّيْبَةُ



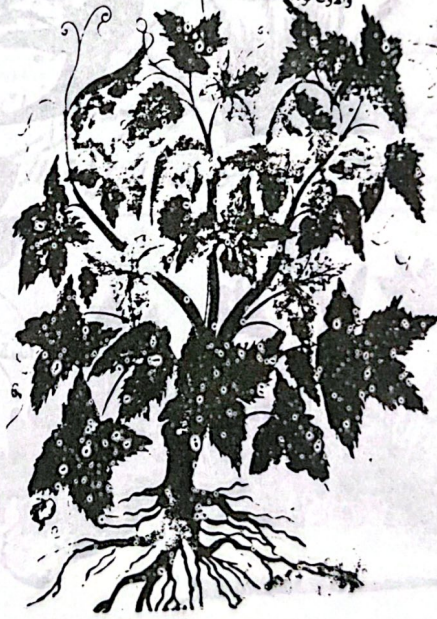
أَيْسَهُ فَهَذِهِ شَيْءٌ كَشِبَةِ الدَّرَاسِيَّةِ وَلَمْ يَنْزِلْ وَرَأَاهَا وَمِنْهُ
مَنْزِلُ الْبَلَدِ خَارِجُهُمْ كَالْمَوَدِّ الْعَطَشُ وَهُوَ سَدَّ أَوْشِبَةُ وَمِنْهُ فِي تِلْكَ
كَثِيرٌ الْأَوَّلُ وَالْجِبَّةُ وَهُوَ يَطْعُهُ فَأَبْصَارُهُ وَلَمْ يَنْزِلْ وَلَمْ يَنْزِلْ

Plate 26. An illustration of a variety of sorrel

وَيُغَانِ الْأَوَّلُ لِأَجْلِ لِهَ عَنَّا كَثِيرٌ يَلْمَسُهُ يَسَّ يَسَّ يَسَّ
الْكَلَمُ وَالْبَغِ وَالْبَغِ يَلْمَسُهُ عَنَّا وَنَعْنَعُهُ يَلْمَسُهُ يَسَّ يَسَّ يَسَّ
وَالْأَوَّلُ قُوَّةٌ مَحْنَةٌ كَالْمَوَدِّ الْعَطَشُ



صُنِفَتْ فِي بَعْضِ الْأَنْوَاعِ وَهُوَ يَسَّ يَسَّ يَسَّ



الشكل (15) النباتات في المخطوطات التراثية

ثبت بأهم المراجع

- 1 - علي محمد عوين (العلم التجريبي عند العرب) ، وقائع ندوة التراث العلمي العربي في العلوم الاساسية - تحرير علي بن الاشهر ، محمد أبو ميس ، ومفيدة الزقوزي ، الهيئة القومية للبحث العلمي (طرابلس 1991) ص 133 - 168 .
- 2 - علي محمد عوين (دور العلماء العرب في الفيزياء والفلك) المؤتمر العالمي الاول للعلوم الاساسية (طرابلس ، 1989) .
- 3 - محمد سويس (أدب العلماء) الدار العربية للكتاب (طرابلس ، 1979) .
- 4 - محمد سويس (أدب العلماء) الدار العربية للكتاب (طرابلس ، 1983) .
- 5 - ماجد عبدالله الشمسي (مقدمة في علم الميكانيكية . مركز احياء التراث العلمي العربي (بغداد 1977) .
- 6 - سيد حسين نصر ((العلم الاسلامي) ، شركة الاعياد الاسلامية (كنت) ، 1979) .
- 7 - جميل جبر (الجاحظ في حياته وأدبه وفكره) ، (بيروت : دار الكتاب اللبناني 1974) .