مقومات العلم العربي عند رشدي

الأستاذة:شفيقة بورايو

المدرسة العليا للأساتذة جامعة قسنطينة 03

الملخص:

رشدي راشد من أبرز الباحثين الذين اكتشفوا الفجوة التي أدت إلى أن العلم ظاهرة أوروبية ، هذه النظرة تحمل ظلما سافرا لمرحلة العلم العربي الإسلامي في العصر الوسيط، حيث أثبت في أعماله ،جدارة مفكروا الإسلام ، و ما قدموه من إنجازات في البحث العلمي وما تنبهوا إليه من مضامين علمية و معرفية ،لم يكن في وسع رواد المناهج في أوروبا التدليل عليها أو الكشف عن ملابساتها دون جهودهم .

وما يؤكد أصالة هذا العلم و تفوقه مجموعة من المقومات، و التي أدركها رشدي راشد من خلال رحلة بحثه و تنقيبه المستمر لإحياء هذا التراث .

Résumé :*Par ses travaux Roshdi Rashed s'en prend au postulat grec, c'est –à-dire à l'idée que la science moderne est fondamentalement européenne et Qu'elle est essentiellement dérivée de la science et de la philosophie grecque.*

L'historien des sciences, On ne cessant de porter un regard critique sur le domaine de son activité, défini précisément la place des sciences arabes entre Antiquité et Age classique, on marquant les différentes ingrédients de cette science, issue d'une civilisation dont les représentants peuvent être de langues et de cultures différentes et qui adoptent l'arabe comme langue scientifique.

العلم العربي ليس مجرّد علم مدّون باللغة العربية، بل هو عبارة عن إبداع في طرح إشكالات جديدة ووضع إجابات جديدة لها، ومؤرخ العلوم رشدي راشد(*) يحصر العلم العربي في كل ما كتب بالعربية عندما كانت المراكز العلمية الأساسية تتكلم هذه اللغة بين القرنين 2 و9هـ الموافق للقرنين 8م و15م على التقريب، وتنوّع بين ما هو خاص بالدين مثل: علم الكلام، علم الفقه، علم الحديث، علم أصول الفقه...الخ، وما هو خاص بالعلوم الدنيوية مثل: الرياضيات ، الكيمياء، الطب، المعادن، الفلك، التاريخ...الخ. هذا ما نسجله في الكثير من مصنفات فلاسفة تلك الحقبة مثل: الفارابي(**)، أبو حامد الغزالي(***) ، ابن خلدون(****)...الخ.

وقد سمحت الدراسة الاستقرائية التي قام بها رشدي راشد و التي ظهرت في العديد من مصنفاته : أشهرها"**موسوعة تاريخ العلوم العربية** " في أجزئها الثلاث ،وإنتاجه الضخم الذي خصصه"**للرياضيات التحليلية العربية بين القرنين الثالث و القرن الخامس هجري**"في أجزائه الخمسة، إضافة إلى مجموعة من الأبحاث لا يتسع المجال لذكرها ،سمحت له بتحديد طبيعة العلم العربي ومميزاته.حيث حددّ مقومات هذا العلم محاولا التأكيد على أن هناك علم العربي و الدليل على ذلك أنه يتشكل من مجموعة من المقومات . فماّ هي مقومات العلم العربي عند رشدي راشد؟ يحصر رشدي راشد مجموعة من المقومات للعلم العربي نلخصها فيما يلي:

1/الروح النقدية:

منذ بداية الحركة العلمية، بدأ العلماء العرب في جمع كل ما يمكن أن يقع تحت نظرهم من وثائق علمية لمختلف الحضارات، مما ساهم في تطور حركة التنقل بين مختلف الأقطار حيث كان الانتقال بين الإسكندرية وأثينا وروما وبعض مدن فلسطين وأسيا الصغرى، وإذا رجعنا إلى كتب الطبقات رأيناها تحدثنا عن هذا التنقل الدائم: عن **ابن الهيثم** وتنقله بين البصرة والقاهرة، **ابن ميمون القرطبي** بين الأندلس والمغرب ومصر، **شرف الدين الطوسي** بين خراسان والشام، السمؤل المغربي بين فارس وسمرقند(1).

فالدافع وراء هذا الجهد المبذول في البحث والسعي وراء المعرفة والعلم الزمكان(*)، طوّر لديهم نوع من النشاط الأدبي الجديد وهو ذلك التبادل الذي كان حاصلا بين مختلف العلماء والفلاسفة حول ما وصلوا إليه من نصوص السابقين أو ما فهموه من هذه النصوص، هناك تلازم بين الترجمة والبحث أي أن الباحث أو المترجم أساسا هدفه محاولة فهم جيدّ لموضوع البحث لدراسته دراسة معمقة "**هذه الترجمة من اليونانية كانت من أجل البحث العلمي**

ولخدمته،فالكندي على سبيل المثال سينقح و يصحح ما نقل إلى العربية من هذه الكتابات اليونانية"[2]

يعتبر رشدي راشد أعمال الكندي حول كتاب "**علم المناظر**" لأقليدس الذي يعتبر أساسيا في التخصّص،أحد النماذج عن الممارسة النقدية " **في الإختلاف في المناظر**": "**وما يقصده الكندي من هذا العنوان هو قراءة نقدية لمجمل كتاب "علم المناظر" لأقليدس**"والدليل على الدراسة النقدية للكندي أنه " **تناول في مؤلفه بشكل منهجي،وبالترتيب ، القضايا الواردة في "علم المناظر" بهدف تحسين براهينها،وحل صعوبتها و تصحيح أخطائها .لقد أرد إذن القيام بشرح نقدي لمؤلف "علم المناظر" وهو يهدف بشرحه هذا،وهو الأول من نوعه لكتاب أقليدس ، إلى تجاوز المؤلف المشروح، وذلك أن كلمة شرح لا تنحصر هنا بتناول الموضوع من أجل فهمه بل من أجل تصحيحه أيضا**"[4]

فهذا الحرص على التصحيح والتنقيح وتجاوز الموروث، دليل على الروح العلمية والنقدية لعلماء تلك الفترة ،"**فالتّضَلُّع في العلوم و نقدها من خصائص سن النضج**"[5]،حيث أنهم كانوا قبل عرض ما وصلوا إليه من أبحاث وتطورات يذكرون الأرضية التي انطلقوا منها، ليس كنوع من التأريخ العلمي غير الواعي فقط، بل لإبراز الأرضية النقدية التي انطلقوا منها،كمثال على ذلك نجد عالم الفلك **البتاني**، وما ورد في الباب الأخير من زيجه(*) أن الأخطاء إما أن تكون شخصية بسبب قصور الفلكيين وإما أن يكون مبعثها خللا في الآلات نفسها "**وأن الذي يكون فيها من تقصير الإنسان في طبيعته عن بلوغ حقائق الأشياء في الأفعال**" [6]حيث نراه ذكر الأخطاء التي وقع فيها بطليموس، فيما يخص حركة الكواكب.

و هذا **أبي الريحان البيروني** يقدم مؤلفا نقديا في الفكر الهندي"**تحقيق ماللهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة**"،عنوان المؤلف يؤكد على العقل المتيقظ الفطن الذي يدرك الخطأ ويصححّه فالعالم "**لامحالة إنّ كان متيقظا ،يهمه ما يراه في الكواكب من اضطراب الحساب، فيجتهد لتصحيحّه.**"[7] ، إن النقد وسيلة دينامكية في عملية بناء العلم،لهذا كان البيروني وغيره من علماء تلك الفترة يروا أنه واجب عليهم "**وإنمّا فعلت ماهو واجب على كل إنسان أن يعمله في صناعته من تقبل واجتهاد من تقدمّه بالمنة وتصحيح خللّ إن عثر عليه بلا حشمة،وخاصة فيما يمتنع إدراك صميم الحقيقة فيه من مقادير الحركات و تخليد مايلوّح له فيها تذكرة لمن تأخر عنه بالزمان و أتى بعده**"[8].

إذا النزعة النقدية عند العلماء العرب في العصر الوسيط والبيروني واحد منهم تؤكد على الروح العلمية و تقف وراء إبداعاتهم الكبيرة في ميادين مختلفة من العلم.فقد أوصلتهم إلى الانفتاح على كل المعطيات العلميةلكل الأمم، والإيمان بالتواصل الحضاري بين الأجيال المتعاقبة، فكل جيل يورث تراثه للجيل اللاحق به، يعمل على تنميته من خلال عملية إعادة التقويم المستمرة "**إن العلم حركة دائمة،واستمرار حيويته، إنّما هو مظهر من مظاهر حيوية الإنسان الذي أبدعه، ولن يتوقف هذا العلم إلا إذا توقفت حياة المبدعّ ذاته،و التعبير الذي يتخذ شكل التقدم والتحسن المستمر هو دليل على القوة**".(9)

2/العالمية:

تحدّث رشدي راشد عن عالمية العلم العربي،بشكل كلي،ولكن لكي نتمكن من فهمها وتوضيحها قمنا بتقسيمها إلى ثلاث مستويات: مستوى المصادر، ومستوى العلماء، ومستوى الامتداد: "**فكلمة "عالمي" هي أنسب وأصح الكلمات لوصف هذا العلم العربي الجديد: كان هذا العلم عالميا بمنابعه ومصادره، عالميا بتصوراته وامتداداته**"(10).

أ/مستوى المصادر:

لقد ظهر وتطور العلم العربي وفق ثلاث مراحل: مرحلة الترجمة والاقتباس، مرحلة البحث والتأليف، مرحلة الإبداع والخلق.

وقد ظهرمقوم عالمية العلم العربي منذ المرحلة الأولى، حيث تميزت الحضارة العربية الإسلامية بالانفتاح على كل الشعوب فلم يكتف العرب بترجمة وقراءة التراث اليوناني فحسب بل إلى كل ما توفر من مصادر من مختلف الأمم، سواء السريانية أو الهندية أو الفارسية وهذا ما سجله رشدي راشد بوضوح: "**فعلى الرغم من أن أغلب مصادره ومنابعه هيلينستية إلا أنها تضمنت أيضا مؤلفات سريانية وسنسكريتية وفارسية، ومن المعروف أن هذه الينابيع لم يتدفق منها نفس الفيض ولم يكن لها نفس التأثير، ولكن الجدير بالالتفات إليه هنا هو تعددها واختلاف أصولها، (...) فهذا التعدد وذلك الاختلاف كان لهما دور هام في صياغة بعض ملامح العلم العربي**"(11).

وعليه فالحس البحثي للعلماء العرب وحدسهم الكشفي لم يجعلهم يقفون عند بنية معينة للعلم، وهذا ما ظهر بوضوح في ترجماتهم عن السنسكريتية والصينية، فمثلا نجد أبو الريحان

البيروني يذكر ولوج التراث الهندي الفلكي عند الخوارزمي: "**وأما في زيجاتهم (الهند)، فمعرفة قطري النيريّن في "كندكانك" وفي "كرن سار" هو العمل الذي في زيج الخوارزمي**"[12]، ويذكر كذلك: "**والذي وقع إلينا من أخبارهم –الهنود– عن أبعاد الكواكب هو ما ذكره يعقوب بن طارق في كتابه في "تركيب الأفلاك" وقد استقاها عن الهندي في سنة إحدى وستين ومائة للهجرة**"[13].

وقد كان علماء العرب يدركون اختلاف التراكيب العلمية والأبعاد المعرفية للأمم التي ينقلون عنها وقد علق البيروني على طريقة تفكير علماء الهند في علم الفلك: "**فليعلم أولا أن معوّلهم في أكثر الأحكام ما يشبه المزجر والفراسة عكس الواجب من الاستدلال على الكائنات**"[14].كما أن ابن خلدون يؤكد على ذلك في معرض حديثه عن أصناف العلوم البشرية: "**إن العلوم التي يخوض فيها البشر ويتداولونها في الأمصار تحصيلا وتعليما هي على صنفين: صنف طبيعي للإنسان يهتدي إليه بفكره، وصنف نقلي يأخذه عمن وضعه، والأول هي العلوم الحكمية الفلسفية (...) والثاني هي العلوم النقلية التي هي طبيعية للإنسان من حيث أنه ذو فكر، فهي غير مختصة بملة، بل يوجد النظر فيها لأهل الملل كلهم، ويستوون في مداركها ومباحثها وهي موجودة في النوع الإنساني منذ كان عمران الخليقة**"[15].

وهذا التنوّع في المصادر لم يشمل علما بعينه بل خصّ كل العلوم التي عُرِفت في الحضارة العربية الإسلامية : "**وهذه الظاهرة –عالمية المصادر– لا تخص الكيمياء والطب فقط، بل تشهد عليها رسائل البيروني ومؤلفات السموؤل المغربي في الرياضيات، أعني فيما سمي بالاستكمال التربيعي، وتشهد عليها أيضا صياغة ابن الهيثم لما يسمى مبرهنة "البقية الصينية" في نظرية الأعداد**"[16]، ومنه لدراسة علم بعينه في مصادره يستوجب العودة إلى عدة مصادر وهذا ما سجله رشدي راشد مقارنا بين دراسة الرياضيات العربية والرياضيات اليونانية حيث أن الأولى لا تتوقف على الثانية الواضحة الأصول بل ضرورة العودة إلى مصادر مختلفة[17]

ب/مستوى العلماء:

لا تسجل العالمية في المصادر فحسب، بل هي كذلك تظهر بشكل واضح في تنوع أصول وجنسيات العلماء أنفسهم، فمن العرب نجد أبي كامل، ابن الهيثم والعرضي، وابن الشاطر وآخرين.ومن الفرس نذكر الخيام والطوسي، والكاشي وكثيرين.

كما ساهم في تكوين هذا العلم العربي وتنميته كل من الخوارزمي، وبن موسى والبيروني وغيرهم من المسلمين، وثابت بن قرة وآخرين من الصابئة، وآل بخنيشوع، وقسطا بن لوقا وغيرهم من النصارى، وسند بن علي بن اليهود ومحمد بن زكريا الرازي من المتشككة، فالعلم العربي لم يعرف شعوبية ولا طائفية، وقد ساعد في هذا المزج والتلاقح طبيعة المعرفة العلمية من جهة وإيديولوجية المجتمع الإسلامي من جهة ثانية[18]، وعليه كان العلم الذي أُنْتِج في تلك الحقبة هو عِلْم عَالمَ تلك الفترة بكل أبعاده الثقافية المختلفة والتي انصهرت في بوتقة الحضارة الإسلامية: **"هذه الظاهرة التي لا أعرف لها مثيلا من قبل أنتجت لأول مرة في التاريخ مكتبة علمية لها أبعاد عالم تلك الحقبة احتوت هذه المكتبة على النتاج العلمي والفلسفي لتقاليد متعددة الأصول واللغات وأصبحت هذه التقاليد العلمية وما أنتجته جزءا من حضارة واحدة لغتها العلمية هي العربية"**[19].

وعليه أصبح العلم العربي هو الصورة الوحيدة للعلم في تلك الحقبة، وهذا طبعا يعود في جزئه الكبير لواقع الخلافة الإسلامية العربية في بعدها الجغرافي، يقول رشدي راشد عن العلم العربي: **"نراه قد أصبح واقعا مكتملا في علم تطور حول حوض البحر المتوسط لا كرقعة جغرافية –فحسب– بل كبؤرة تواصل وتبادل لكل الحضارات التي ترعرعت حول هذا الحوض، مركز العالم القديم، وكذلك في أطرافه"**[20].

وهكذا أنتج هذا المزيج من العلماء ومصادر العلم، علما يختلف تماما عن رجاله ومصادره الأصلية في أحضان الحضارة الإسلامية: **"والمؤرخ الواعي المدقق لا يفوته في هذه الحال أن يقف على الإطار الجديد للرياضيات قبل أن يغوص في دراسة النتائج الموروثة، عليه أن يحلل ويصف ظواهريا إن صحت الكلمة اشتراك كل هذه التقاليد الرياضية واندماجها من يونانية وفارسية وسنسكريتية في مجتمع جديد أعني انصهار كل هذه التقاليد تحت قبة الحضارة الإسلامية"**[21].

إذا هذا ما يفسر القفزة النوعية في تطور العلم العربي: **"وهكذا أصبحت هذه التقاليد تمتلك وسائل التأثير والتأثر فيما بينها، مما مكنها من التوصل إلى مناهج جديدة والتطرق لحقول علمية لم يعرفها الأوائل، مثل الجبر والإسقاطات الهندسية وغيرها"**[22].

إن عالمية مصادر العلم العربي وعالمية رجاله، جعلته إرثا عالميا، **"فالعلم العربي هو أول علم يمكن أن ينعت بحق "بالعالمية" وهذه السمة التي طبعت العلم العربي منذ القرن التاسع**

تأكدت ووضحت فيما بعد فقد تابع علماء القرنين الحادي عشر والثاني عشر مناقشة النتائج التي تم التوصل إليها في مختلف البقاع وفي تعميمها ودمجها في بنيات نظرية غريبة عن حقولها الأصلية في معظم الأحوال"[23].

ج/مستوى الامتداد:

يرى رشدي راشد أن العلم العربي ومن خلال كل الترجمات التي كانت في العصور الوسطى في أوروبا والتي تم من خلالها ترجمة التراث العلمي العربي ليكون هو نقطة البداية في الحداثة الكلاسيكية فهو إرث عالمي بمعنيين:

أولا: الترجمة إلى اللاتينية والعبرية في أوربا، حيث أصبح هو المصدر الأساسي للتعليم، ففي مجال الكيمياء مثالا نجد جيرارد وكريمون ***Gérard De Crémone*** في القرن 13 م ترجم ثلاثة أعمال في الكمياء:

- ***Liber dicrmitatis de LXX*** وهو يطابق أول كتاب لعمل جابر بن حيان "الكتب السبعون".

- ***De alumsnibus et Salibus*** "الشبوب (كبريتات) والأملاح" قدم فيه جابر تصنيف مدقق للكبريتات والأملاح، مع وصف للعمليات المتعلقة بها، وقد مارس هذا العمل تأثير حاسما في الجانب التطبيقي كله من الكيمياء اللاتينية، وبشكل أعم في علم المعادن.

- ***Liber luminis luminum*** وهو مؤلف تتأرجح نسبته إلى الرازي أو أرسطو، وهو نظرية في السحر[24].

وقد أصبح اللاتينيون، ومنذ القرن 13م، مطلعين وبشكل كاف على المعرفة الجديدة، لكي يقدموا أعمال أصيلة، فألف ميشال سكوت ***Michel Scot*** (قبل 1200 وتوفي حوالي 1235م) ***Ars Alchimise***، حيث يتحدث فيه عن تطبيق انتشر في العالم الإسلامي أو في العالم المسيحي، وارتكز على تجارة العطارين.

وقد بيّن شيارا كريسياني ***Chiara Crisciani*** [25]أن الكيمياء العربية تمثل بالنسبة إلى الغرب في القرون الوسطى شيئا جديدا ضخما فتطبيقاتها على ما يبدو تستطيع أن تلعب دورا في التطور التكنولوجي، ونظرياتها تفيد في استكمال المعرفة عن عالم المواد المعدنية.

كما ترجم جيرارد دي كريمون باللاتينية كتاب "يحي بن طريق" وتوقف في الكتاب الرابع ليأتي فيما بعد ألفرد الإنكليزي ***Alfred L'anglais*** حوالي 1200 أضاف ثلاثة فصول

أخرى والتي هي عبارة عن ترجمة مختصرة لمقطع من كتاب الشفاء لابن سينا[26]، التي تعالج تشكل الحجارة وأصل الجبال وتصنيف المواد المعدنية (أحجار قابلة للتميع، كبريتات، أملاح، كما تعالج أصل المعادن. واستمر هذا المؤلف بهذا التركيب إلى غاية القرن السادس عشر ليمثل فكر ستاجيريت ***Lestagirite***.[27]

وقد كتب جوليوس روسكا ***Juluis Ruska*** في بدء دراسته الكبيرة عن الرازي: **"لن نستطيع أبدا القول وبهذا القدر من الإصرار، بأن الكيمياء في الغرب اللاتيني لا تدين تقريبا بشيء إلى اليونانيين، أما إلى العرب فإنها تدين تقريبا بكل شيء، وإبان عقود طويلة انصب اللاتينيون على مقاطع الكيميائيين اليونانيين وكأن محتوى ومضمون الكيمياء اللاتينية، يمكن تفسيرها بهذه المقاطع** (...) **ليس الكيميائيون اليونانيون، بل الترجمات لأعمال أصيلة عربية هي التي مهدت الطريق أمام التطور الغربي"**[28].

أما في مجال علم الفلك، فيسجل أول دليل على دخول علم الفلك العربي إلى الغرب اللاتيني بالإسطرلاب(*) المبني على أساس الإسقاط التصويري للجسم، حيث ظهرت سلسلة من الترجمات في القرن 12م، منها ترجمة أفلاطون التيقولي ***Platon Detivoli*** حوالي ما بين 1134-1145م للمؤلف ابن الصفار (426هـ-1035م) وترجمه أدلار دوباث حوالي 1126م مصدر قوانين وجداول الخوارزمي. النص الذي دققه مسلمة المجريطي "جداول البتاقي" الترجمة الأولى مفقودة وهي لروبير دوشستر، وبقت الترجمة الثانية لأفلاطون التيقولي ***Platon Detivoli*** و"جداول الزرقالي" والتي تؤلف نواة المجموعة المعروفة باسم جداول طليطلة، ترجمت من طرف جيرارد دي كريمون (1187م)، وقد 30 سنة من ترجمة ***De Crémone*** كان ريمون المارسيلي من أوائل اللاتينيين الذين استخدموا جداول عربية المصدر ووضع في عام 1141م مؤلفا عن حركات الكواكب، حيث يعلن أنه استند إلى "الزرقالي"، كما استخلص منه فكرة أن الجداول الفلكية تتطلب تصحيحات مستمرة[29].

وقد استمرت حركة اقتباس الجداول العربية، وبشكل أساسي جداول طليطلة(*) في أنحاء العالم المسيحي طيلة القرنين الثاني عشر والثالث عشر للميلاد، مثل جداول خط زوال بيزا التي وضعها أبراهام بن عزرا ***Abraham Ibn Ezra*** حوالي عام 1145م، وجداول لخط زوال لندن تعود لروبير دوشستر في عامي 1149-1150، وجداول لمدينة لندن وضعها هيرفورد ***Herford*** في عام 1178م[30].

إذن السمات المميزة للجداول اللاتينية من القرنين الثاني عشر والثالث عشر هي نفسها سمات جداول طليطلة وهي في الأساس انعكاس للتعديلات التي أدخلها الفلكيون العرب في القرن التاسع للميلاد على النظرية البطلمية، أما في مجال علم المناظر لم يكن الغرب قبل الترجمات مطلعا سوى على القليل من علم المناظر في القرنين الثاني عشر والثالث عشر ، فهذه الترجمات أحدثت تحولا جذريا، وكانت أول مقالة مترجمة لـ: حنين ابن اسحق "تركيب العين"، ترجمت من طرف قسطنطين الإفريقي في أواخر القرن الحادي عشر، وفيها تقديم لتشريح وفيزيولوجيا العين لجالينوس، وهناك كتاب علي بن العباس "الكامل في الصناعة الطبية"، "القانون" لابن رشد، "المنصوري" للرازي و"الكناش الصغير" ليوحنا بن سرابيون، وهذه الكتب الثلاثة الأخيرة ترجمها "جيرارد دي كريمون" وكذا "المناظر" للكندي و"الغسق" لابن معاذ و"المناظر" لتيديوس ***Tideus*** و"المناظر" لابن الهيثم ومترجمه مجهول في القرن 12م وبداية القرن 13م، وهكذا توفر كم هائل في مؤلفات الأدب البصري للغرب اللاتيني[31].

ثانيا: الترجمة الحديثة: إن ارتقاء العلم العربي كان على أيدي العلماء الأوربيين، ويضرب رشدي راشد مثال فيقول: **"إن كان علم المناظر –كما كتبه ابن الهيثم– قد واصل تقدمه عند كمال الدين الفارسي في القرن الثامن الهجري خاصة القرن 14م، فإنه لم يكن هنالك تقدم ملحوظ له بالعربية فيما بعد، أما التقدم الحقيقي لذلك العلم فكان عندما قرأ كبلر ومن بعده ديكارت، ترجمة مناظر ابن الهيثم إلى اللاتينية"**[32].

ونجد روجر بيكون ***Roger Bacon*** (1220-1292م)، قد أعطى عرضا مجملا لهندسة الإشعاع التي أخذها بشكل أساسي من ابن الهيثم، فقد حدد خمسة طرق لانتشار الضوء: المستقيم والمنعكس والمنكسر والعرضي والملتوي أو الأعوج، بالإضافة إلى أفكار عدة، لكن أهم ما استخلصه روجر بيكون من مصادره هو طريقة تصور الإشعاع المنبعث من جسم ذي امتداد معين، فقد استخلص انطلاقا من الكندي وابن الهيثم أن الضوء يشع بشكل مستقل في كل الاتجاهات، ومن كل نقطة (أو جزء صغير) من الجسم المرئي، وهذا التصور لعملية غير متماسكة أساسا للإشعاع كانت مجهولة في العصور اليونانية القديمة، فقد صاغه الكندي للمرة الأولى ثم طبقه ابن الهيثم لاحقا[33].

ومنه فتقدم العلم العربي وقدرته على استيعاب الموروث القديم وتلقيحه، والإضافة إليه أحيانا والإبداع والتجاوز أحيانا أخرى، نتيجة للتنظيم الكبير الذي امتازت به كل العلوم في العصر

الوسيط الإسلامي، ما جعله سهل التبليغ والانتشار في العصر الوسيط اللاتيني من خلال الترجمات الضخمة، ويلخص رشدي راشد كل مميزات العلم العربي بقوله: "**فمن الجلي إذن أن هذا العلم العالمي –بمعنى هذه الكلمة في ذلك العصر– تقدم محاطا بموكب من التحويلات، تجددت العلاقات بين التقاليد العلمية الموروثة ولم تعد على ما كانت عليه، وتغيرت محتويات المكتبة العلمية وإمكانياتها، وتوحدت بصورة ما لغة العلم وزاد كثيرا عما كان عليه تنقل العلماء بين الأقطار**"[34].

3/وحدة اللغة العلمية:

تعتبر الحضارة العربية الإسلامية هي الحضارة الوحيدة التي امتازت بهذا التنوع في المصادر والوثائق وأصول وديانات علمائها ولغاتهم، ولكن مع هذا كان الكل يكتب ويفكر بلغة واحدة هي اللغة العربية، فلأول مرة كما يؤكد ذلك رشدي راشد في تاريخ الإنسانية جمعاء أصبح بالإمكان قراءة ترجمات الإنتاج العلمي لحضارات متعددة قديمة وأبحاث جديدة مبتكرة على السواء بلغة واحدة، أي العربية، ولم يقتصر هذا على بلدان أهل الضاد، بل عمّ بلادا يتكلم مواطنوها بلغات مختلفة، فالعربية كانت لغة العلم في سمرقند وفي غرناطة مرورا بخراسان وصقلية ومايورقة[35].

فقد كانت اللغة العربية لغة علمية، امتازت بالقدرة على التركيز والتجريد وقدرتها على توليد الألفاظ والمصطلحات وقياسها ببعضها البعض، وعليه فقد أدرك العلماء الطبيعة، ديناميكية اللغة العربية، مما جعلها الصورة المثلى التي تظهر فيها كل العلوم، فهي جزء لا يتجزأ من أساليب التفكير العلمي وتاريخ المصطلحات، بل أصبح كل علم جديد يحتاج إلى مصطلحات جديدة، وكل تصور جديد يدعو صاحبه إلى خلق مصطلحات جديدة، بقدر دقة العلوم ونظامها كانت دقة اللغة ونظامها.

فبالرغم من أن أغلب علماء هذه الحقبة كانوا يتقنون أكثر من لغة إلا أنهم كانوا يحرصون على الكتابة باللغة العربية "**وكان هذا العالم أو ذاك إن حن واشتاق إلى الكتابة بلغته الأم–الفارسية– خاصة مثل النسوي والطوسي أسرع وعاد هو نفسه بنقل ما كتبه إلى العربية وبالجملة لن نبالغ قط إن قلنا إنه منذ بداية القرن التاسع الميلادي، أصبح للعلم لغة، وكانت هذه اللغة هي العربية... واكتسبت بدورها بعدا عالميا، فلم تعد لغة شعب واحد ولا لغة أمة واحدة، بل لغة شعوب عدة وأمم مختلفة، ولم تعد لغة ثقافة بعينها بل لغة كل المعارف**

العقلية"[36].وتدل وحدة اللغة على وحدة الفكر والعلم مما سهّل عملية التواصل الثقافي والعلمي، فقد أدت وحدة هذه اللغة إلى فتح معابر جديدة لم يكن لها وجود من قبل، وكان لهذه المعابر الأثر الكبير في تسهيل الاتصال المباشر بين المراكز العلمية المنتشرة بين حدود الصين وبين الأندلس[37].

4/اجتماعية المعرفة:

ظهر العلم العربي ومنذ البداية في أحضان المجتمع العربي الإسلامي، وتطوره في مستويين بحسب رشدي راشد:

أ/مستوى المدينة الإسلامية:

وذلك من خلال دور الخلفاء والتشجيع المادي والمعنوي للعلماء، فقد كان لا يخلو بلاط الأمراء والخلفاء من علماء يتنافسون في شتى المعارف العلمية، وما يجدر بالذكر هنا كذلك هو ذلك الغدق المادي الكبير الذي كانت تخصصه المدينة الإسلامية لتطوير العلم من إنشاء بيوت للحكمة، المراصد، المستشفيات، والمدارس، ووراقين...الخ.مما يؤكد على الوعي الكبير والقصدية في توفير كل الوسائل المادية للمساهمة في تكوين نخبة من العلماء وتطوير العلم من خلال إرساء تقاليد علمية مادية وفكرية، هذا ما يؤكده رشدي راشد في قوله: **"ومما يجب الانتباه له أيضا أن هذه الظاهرة لم تكن وليدة الصدفة ولنتاج الحظ، فالتقاليد العلمية التي تمثلها علماء الحضارة الإسلامية لم تنقلها قوافل التجار ولا سفن البحارة ولا جيوش المجاهدين، بل كانت ثمار تنقيب وبحث عن كتب القدماء قام بهما علماء فحول نقلوا بنشاط جم الكتب العلمية والفلسفية بدعم من السلطة السياسية التي هيأت السبل وشجعت على المضي فيها"**[38].

فقد أمر الخليفة أبو جعفر المنصور (136-118هـ/754-775م) ثاني الخلفاء العباسيين بترجمة كتب علمية في الطب والرياضيات وعلم الفلك[39] ومن أول المترجمين في هذا العصر جورجيس بن جبريل بن بختيشوع ***Bokhtoho*** من أسرة بختيشوع المشهورة بالطب كان رئيس أطباء جند يسابور، استدعاه الخليفة المنصور إلى بغداد عام 148هـ/765م، ليعالجه من مرض في معدته، وعلى أثر ذلك اهتم الخليفة بالطب، مما جعله يطلب منه ترجمة بعض كتب الطب من اليونانية إلى العربية[40].

وأبو يحي بن البطريق المتوفى سنة 184هـ/800م الذي نقل للخليفة المنصور عن اليونانية كتاب الأربع مقالات في صناعة أحكام النجوم ليطليموس[41] وكتاب طيماوس لأفلاطون و"السماء والعالم"، "الحيوان"، "الآثار العلوية" لأرسطو[42].

كما كلف المنصور أيضا محمد بن إبراهيم ابن حبيب الفزاري بترجمة كتاب "السند هند" إلى العربية، وهذا الكتاب هو المؤلف الهندي "سدّهانتا ***Siddhanta*** الذي ألفه براهما جوبتا ***Brahma Gupta*** في عام 228هـ ، وبفضل ترجمة هذا الكتاب عرف العرب الأرقام الهندية[43].

وأمر الخليفة أبو جعفر المنصور كذلك عبد الله بن المقفع معرّب –كليلة ودمنة–[44] الذي ترجمه من اللغة الفهلوية، أن يعرّب له كتابا في المنطق عن اليونانية وقد ترجم كتب أرسطو المنطقية الثلاثة، وهي كتاب قاطيغوس، كتاب بارمنياس وكتاب أنولوطيقا[45]وغيرهم كثيرون، وفي غضون حكم المأمون (198-218هـ/813-833م)، وصلت جهود رعاية الخلفاء للعلماء والعلم لأقصى المستويات، فقد كان يتعهدهم بالرعاية والتقدير ويغدق عليهم الأموال، يستهل محمد بن موسى الخوارزمي الرياضي والفلكي وهو عضو مرموق من أعضاء بيت الحكمة في بغداد في كتابه "الجبر والمقابلة" بذكر بذل وتشجيع الخليفة المأمون للآداب والعلوم مما حثه على تأليف هذا الكتاب[46] فقد أرسل وفدا إلى ملك الروم يطلب منه المؤلفات الموجودة في إمبراطوريته [47]وشيّد لهذا الغرض دارا خاصة سماها "بيت الحكمة" جهزها بمكتبة كبيرة وأنشأ فيها حلقة للمناقشة، ومعهدا للترجمة، وقد استقدم إلى بيت الحكمة أبرع المترجمين، ووكل أمرهم إلى حنين بن إسحاق شيخ المترجمين آنذاك وقد كان يتقن ثلاث لغات أساسية في ذلك العصر وهي العربية واليونانية والسريانية، فكان كل ما تمّترجمته في هذا البيت، كان الخليفة المأمون يعطي لحنين بن إسحاق وزنه ذهبا[48].مما جعل عدد المترجمين لا يحصبالإضافة إلى ما ذكرنا،هناك ابن حنين ابن إسحاق وهو إسحاق ابن حنين، وابن أخته حبيش بن الحسن المعروف بالأعسم، أبو الحسن ثابت بن قرة الصابئ، الحجاج بن يوسف بن مطر الوراق الكوفي، قسطا بن لوقا البعلبكي، عبد المسيح بن ناعمة الحمصي.

وهذا ما طور بعض الأسر مثل أولاد موسى بن شاكر محمد وأحمد والحسن الذين عرفوا في عهد الخليفة المأمون، حيث ألفوا ببغداد الكثير من المؤلفات المشتركة في الرياضيات والفلك والطبيعة والحيل وشجعوا الترجمة لذا تفانوا في طلب كتب التراث القديم، وبذلوا الكثير من الأموال

للحصول عليها، واستعانوا بكبار النقلة لترجمتها إلى العربية، وعلى رأسهم حنين ابن إسحاق ومدرسته مقابل راتب شهري يتقاضونه[49].

وعن التنافس الكبير بين العديد من المدارس يقول رشدي راشد: **"كانت هناك مدارس من هؤلاء العلماء، مدارس متنافسة أحيانا ومتعاونة أحيانا أخرى، دفعهم البحث العلمي نفسه للتنقيب عن آثار السلف لنقلها إلى العربية، ولم يكن هدفهم في ذلك هو نقل هذه الكتب للتعريف بها، ولكن لمتابعة بحث علمي نشط، من هذه المدارس كانت هناك مدرسة حنين وابنه وأهله، وكانت هناك أيضا مدرسة بن موسى وتلاميذهم ومدرسة الكندي وقسطا بن لوقا وحلفائهم"**[50].

ب/مستوى الممارسة الدينية والاجتماعية:

كان العلم وثيق الصلة بالمجتمع، حيث نجد المسلمين يتوجهون خمس مرات في اليوم شطر المسجد الحرام المقدس في مكة حيث يقول الجلّي القدير في سورة البقرة الآية 144: ***(...فَوَلِّوَجْهَكَ شَطْرَ المَسْجِدِ الحَرَامِوَحَيْثُ مَا كُنتُمْ فَوَلُّواوُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ...)***، ولهذا فكل المساجد أينما كانت تبنى موجهة نحوه، وحتى الأموات يدفنون نحوه، بل أكثر من ذلك حتى بعض الممارسات: كذبح الأنعام، وقراءة القرآن أو الدعوة إلى الصلاة، أن يكون واقفا اتجاه القبلة، يقول دافيد كينغ(*): **"يتجه المسلمون إذا في حياتهم اليومية جسديا وروحيا نحو الكعبة والمدينة المقدسة مكة منذ ما يقارب أربعة عشر قرنا"**[51].

ولهذه الأهمية الدينية والدنيوية للكعبة، عكف فلكيو تلك الحقبة على تعيين وتحديد القبلة حسابيا، انطلاقا من معطيات جغرافية، مصنفين هذا الموضوع من مسائل علم الجغرافيا الرياضية.

إذ أننا نجد أغلب المؤلفات الإسلامية الفلكية تقدم حساب جداول تحدد القبلة تبعا لخط العرض والطول الأرضيين، حتى المؤلفات حول استخدام الآلات كالإسطرلاب وأنواع مختلفة من الربعيات، تتضمن فصلا حول البحث عن القبلة بواسطة الآلة موضوع البحث[52].

ومنذ نهاية القرن الثالث عشر وبداية القرن الرابع عشر، انتشرت علب البوصلة التي كانت تحمل لوائح بالأماكن مع اتجاهات القبلة الخاصة بها أو تصويرا خرائطيا بسطا للعالم حول مكة، ونسجل أهمية هذا الاختراع حتى في عصرنا الحالي، مثل السجادة التي تنير عندما توضع في اتجاه الكعبة، كما أن قياس الوقت وتحديد أوقات الصلاة، دفع العلماء لوضع علم الميقات(*)

حيث يبدأ اليوم عند المسلمين عند غروب الشمس، لأن الحساب القمري وأشهره تبدأ عند رؤية الهلال بعد غروب الشمس بقليل، وتوزع الصلوات الخمس الشرعية طيلة هذا اليوم، فأوقات الصلوات النهارية بواسطة طول الظلال (نمو الظل) أما أوقات الصلوات الليلية تحدد بواسطة ظواهر تحدث في الأفق وبواسطة الغسق والسحر، كما أنا هناك صلاة سادسة، معتمدة عند بعض الجماعات، اسمها الضحى وتقع في منتصف الصبيحة[53] ويعتبر الخوارزمي واضع الجدول الأول المعروف لضبط أوقات صلاة النهار، وذلك في بغداد في بداية القرن التاسع للميلاد، كما وضع جداول أخرى بسيطة، تبين أوقات النهار في ساعات زمنية، تبعا لارتفاع الشمس المرصود، وقد بنيت هذه الجداول على صيغة تقريبية[54].

كما نسجل في الجبر ظهور كتاب الخوارزمي في بداية القرن التاسع ما بين 813م و830م "الجبر والمقابلة"، والذي وضع من خلاله نظرية معادلات قابلة للحل بواسطة الجذور، يمكن أن تُرجع إليها مسائل علميّ الحساب والهندسة على السواء، وبالتالي يمكن استخدامها في مسائل الحساب والتبادلات التجارية ومسائل الإرث ومسح الأراضي...الخ[55].

و في الأخير يمكننا القول أن رشدي راشد تمكن من استقراء العلوم كما ظهرت عند العرب المسلمين في العصر الوسيط ،لا من أجل الوصف فقط و تحديد كيفية تطورها و الإضافات التي طرءت عليها ، بل من أجل العلم العربي المستقبلي كذلك.حيث يتمنى رشدي راشد أنه : "**في يوم أرجو ألا يكون بعيدا ستوضح لنا الدراسة الاجتماعية للعلم العربي دور المجتمع والمدينة الإسلامية في انبثاق هذه الظاهرة التاريخية وسنفهم عندئذ كيف أصبح ممكنا للتيارات العلمية المستقلة الموروثة من الالتقاء والتزاوج**"[56].

وحينها سيظهر لمؤرخي العلوم أهمية و قيمة العلم العربي في دراسة التراث العلمي العالمي بشكل عام و التراث اليوناني و الحديث بشكل خاص ،لأنه ستظهر قدرات العلم العربي ليس في استيعاب الموروث القديم و تلقيحه فقط ،بل و الإضافة إليه أحيانا و الإبداع و التجاوز أحيانا أخرى و ذلك نتيجة التنظيم الكبير الذي امتازت به كل العلوم في العصر الوسيط الإسلامي لتنهار فكرة أن العلم ظاهرة غربية، و تعاد كتابة تاريخ العلوم.

الهوامش:

(*) رشدي راشد **Rochdi Rushed** من مواليد 1936 بالقاهرة، رحل إلى باريس 1956 ولا يزال يقيم بها إلى يوم كتابة هذا المقال، مؤرخ علوم، توجهت دراساته في العقد الأخير نحو التأريخ للعلم العربي، وقد قدم عدة مؤلفات ضخمة فيه.

1. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**،مجلة الفلسفة و العصر،المجلس الأعلى للثقافة،لجنة الفلسفة،العددالثاني يناير 2002 القاهرة،مصر. ص 33.

(*) هو حب المعرفة والعلم والبحث عن الحقيقة، والتي يشجعها الوازع الديني حيث نجد حديث للرسول (صلى الله عليه وسلم): "أطلبوا العلم ولو في الصين".

2. رشدي راشد: **دراسات في تاريخ العلوم العربية وفلسفتها**، مركز دراسات الوحدة العربية، ط1، 2011، ص121.
3. رشدي راشد: **علم المناظر وعلم إنعكاس الضوء** "ابو يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي"، ترجمة: نزيه المرعبي، مراجعة: بدوي مسبوط ونقولا فارس، مركز دراسات الوحدة العربية، ط1، 2003، ص 21.
4. المصدر نفسه، ص 21.
5. كلود برنار: **مدخل لدراسة الطب التجريبي**، ترجمة: عمر الشاربي، دار بوسلامة للطباعة والنشر والتوزيع، تونس، 1982، ط1، ص 227.
6. أبو الريحان البيروني: **تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أم مرذولة**، مطبعة دائرة المعارف العثمانية، بحيدر آباد أندهرابويش، 1377هـ/ 1957، ص 354.
7. أبو الريحان البيروني: **القانون المسعودي**، مطبعة جمعية مجلس دائرة المعارف العثمانية، بحيدر بباد، الركن، الهند، 1373هـ/1954م، ج1، ص 137.
8. المرجع نفسه، ج1، ص
9. فؤاد زكريا: **التفكير العلمي**، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، ع3، ص 56.
10. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**،المصدر السابق، ص 31.

11. R.R : Youssh kevitch, Historien des mathématiques arabes,archives internationales d'histoires des sciences vol.58 ;n^0 160-161.juin-decembre 2008.p11

12. أبو ريحان البيروني: **تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة**،مطبعة دار المعارف العثمانية، آندهرابريش1377هـ/1957م ص 410.
13. المرجع نفسه، ص 397.
14. المرجع نفسه، ص 515.

15. نقلا عن أحمد زكي يماني: **الرياضيات التحليلية لرشدي راشد**،نصوص و دراسات من التراث العلمي فس\ي الحضارة الإسلامية –المؤسسون و الشارحون–حققه و قدم له رشدي راشد،مؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي لندن 1996م/1416هـ، الفاتحة ج***I***2، ص***IV***.

16. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**، المصدر السابق،ص 31.

17. R.R : Youssh kevitch, :Op.cit, p 11.

18. رشدي راشد: **تاريخ العلم والعطاء العلمي في الوطن العربي**، مجلة المستقبل العربي ،السنة 8،العدد الواحد و الثمانون ،تشرين الثاني ،نوفمبر 1985.ص 39.

19. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**، المصدرالسابق ،ص 32.

20. المصدر نفسه، ص 31.

21. المصدر نفسه، ص 31.

22. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**،المصدر السابق، ص 32.

23. المصدر نفسه، ص 33.

24. روبير هالو: **استقبال الكيمياء العربية في الغرب**، موسوعة تاريخ العلوم العربية–التقانة ،الكمياء،علوم الحياة–إشراف رشدي راشد ،مساعدة ريجيس مورلون ،سلسلة تاريخ العلوم العربية ،مركز دراسات المحدة العربية ،بيروت 1997م،ط1، ج3، ص 1138.

25. المرجع نفسه، ص 1143.

26. المرجع نفسه، ص 1146.

27. المرجع نفسه، ص 1146.

28. روبير هالو: **استقبال الكيمياء العربية في الغرب**، المرجع السابق، ص 1148.

(*) الأسطرلاب: آلة تعليمية بامتياز في القرون الوسطى، وهو أيضا آلة حسابية، إذ أنه سمح بحل هندسي سريع للمسائل الرئيسية في علم الفلك الكروي، وهو يقدم عرضا سهلا لحركتي الشمس اليومية والسنوية ولتزاوج فعلي هاتين الحركتين، الذي ترتبط به المطالع المستقيمة والمائلة، وفترة الساعات غير المتساوية والبزوغ الشروقي للنجوم في القرون الوسطى إلى مجالين مختلفين؛ هما علم فلك الحركة اليومية للقبة السماوية أو علم فلك الحركة الأولى من جهة وعلم فلك الكواكب من جهة أخرى، فإن المؤلفات عن الأسطرلاب ترتبط بالمجال الأول.

29. هنري هوغونار–روش: **تأثير علم الفلك العربي في الغرب في القرون الوسطى**، موسوعة تاريخ العلوم العربية–علم الفلك النظري و التطبيقي –إشراف رشدي راشد ،مساعدة ريجيس مورلون

،سلسلة تاريخ العلوم العربية4،مركز دراسات الوحدة العربية ،بيروت 1997م،ط1 ،ج1، ص 246.

(*) جداول طليطلة: مجموعة متعددة العناصر، فهي تتضمن إلى جانب أجزاء ترجع إلى جداول الزرقالي، وأجزاء أخرى مأخوذة من الخوارزمي (لخطوط عرض الكواكب بشكل خاص) وأخرى من البتاني (بخاصة من أجل جداول معادلات الكواكب)، وهناك ما هو للمجسطي ليطليموسن ولثابت بن قرة.

30. هنري هوغونار-روش: المرجع السابق، ص 247.

31. دافيد ليندبرغ: **الاستقبال الغربي لعلم المناظر العربي**، موسوعة تاريخ العلوم العربية-علم الفلك النظري و التطبيقي -إشراف رشدي راشد ،مساعدة ريجيس مورلون ،سلسلة تاريخ العلوم العربية 4،مركز دراسات الوحدة العربية ،بيروت 1997م،ط1 ،ج1، ص 914.

32. رشدي راشد: **تاريخ العلم والعطاء العلمي في الوطن العربي**،المصدر السابق، ص 41.

33. دافيد ليندبرغ: **الاستقبال الغربي لعلم المناظر العربي**، م، ص 918.

34. رشدي راشد: **العلوم العربية بين النظرية والتاريخ**،المصدر السابق ،ص 34.

35. رشدي راشد: **العلوم العربية بين النظرية والتاريخ**،المصدر السابق، ص 33.

36. المصدر نفسه، ص 33.

37. المصدر نفسه، ص 33.

38. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**،المصدر السابق، ص 32.

39. دومنيك أورفوا: **تاريخ الفكر العربي الإسلامي**، ترجمة رندة بعث، المكتبة الشرقية، ط1، 2010م، ص 181.

40. سير توماس أرنولد وآخرون: **تراث الإسلام**، ترجمة جرجيس فتح الله، ط3، دار الطليعة، بيروت، 1978م، ص 452.

41. كمال اليازجي: **معالم الفكر العربي في العصر الوسيط**، دار العالم للملايين، مصر، ط4، 1966، ص 64.

42. حسن حمادة: **تاريخ العلوم عند العرب**، الشركة العامة للكتاب، بيروت، د.ط، 1987، ص 25.

43. كارل بركلمان: **تاريخ الأدب العربي و الإسلامي** ،ترجمة يعقوب بكر،دار المعارف ،مصر ،دط،ج 1975،4م،ص 95.

44. أسعد داغر: **حضارة العرب**،مطبعة المقتطف،مصر،ط2، 1991م ،ص 110.

45.علي سامي النشار: **مناهج البحث عند مفكري الإسلام إكتشاف المنهج العلمي في العالم الإسلامي**،دار النهضة العربية ،بيروت ،ط3، 1984م، ص 22.

46.أسعد داغر:**المرجع السابق**، ص 111.

47.أحمد عبد الرزاق أحمد: **الحضارة الإسلامية في العصور الوسطى –العلوم العقلية–** ،عين شمس ،القاهرة ط1، 1991م ،ص 15.

48.المرجع نفسه، ص 16.

49.رشدي راشد: **الجبر**، موسوعة تاريخ العلوم العربية، –الرياضيات و العلوم الفزيائية–،إشراف رشدي راشد ،مساعدة ريجيس مورلون ،سلسلة تاريخ العلوم العربية،مركز دراسات الوحدة العربية ،بيروت 1997م،ط1، ج ***II***، ص 463.

50.رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**،المصدر السابق، ص 32.

(*)دافيد كينغ: من معهد تاريخ العلوم، جامعة جوان وولفغانغ، غوته، فرانكفورت، ألمانيا.

51.دافيد كينغ: **علم الفلك والمجتمع الإسلامي**، موسوعة تاريخ العلوم العربية، –الرياضيات و العلوم الفزيائية–،إشراف رشدي راشد ،مساعدة ريجيس مورلون ،سلسلة تاريخ العلوم العربية،مركز دراسات الوحدة العربية ،بيروت 1997م،ط1 ج1،ص 174.

52.المرجع نفسه، ص 197.

(*)علم القياس الفلكي للوقت بواسطة الشمس والنجوم، علم تحديد ساعات الصلوات الخمس.

53.دافيد كينغ:المرجع السابق، ص 220.

54.دافيد كينغ:**المرجع السابق**، ص 223.

55.رشدي راشد: **الجبر**، المصدر السابق، ص 464.

56. رشدي راشد: **العلوم العربية بين نظرية المعرفة والتاريخ**،المصدر السابق، ص 32