

منهج البحث في علم الحيل عند العلماء العرب

(أبو العز إسماعيل بن الرزاز الجزري أنموذجاً)

أميرة إبراهيم عبد الغني^١

gamelabbass@yahoo.com

ملخص

العلم في واحد من تعريفاته هو دراسة ذات موضوع معين له طريقة ثابتة للوصول إلى طائفة من المبادئ، والقوانين تنصب على القضايا الكلية والحقائق العامة، المستمدة من الوقائع والجزئيات. لذا فإن المنهج يشكل ركيزة مهمة من الركائز الأساسية التي يركز العلم عليها للوصول إلى الحقيقة أو البرهنة عليها من خلال هذه الطائفة من القوانين والنزريات التي تنتج لنا في نهاية الأمر تفسير الوقائع والجزئيات.

ولما كان للمنهج تلك الأهمية بالنسبة للعلم إذ بدونه يصبح جسداً بلا روح، والعلماء المسلمون أدركوا تلك الحقيقة فجاءت نتائجهم العلمية على درجة عالية من الدقة والموثوقية؛ بل إن إنجازاتهم جاءت نبراساً مضيئاً لمن تلاهم من العلماء. لذا ركز البحث على دراسة المنهج عند العلماء والمهندسين المسلمين في علم الحيل أو "الميكانيكا" أحد العلوم التطبيقية. والعالم "أبو العز إسماعيل الجزري" كان أبرز علماء هذا العلم بما قدمه من إنجازات علمية، وابتكارات ميكانيكية.

وقد قسمت الدراسة إلى أجزاء على النحو الآتي:

الجزء الأول: علم الحيل عند المسلمين: المعنى والتاريخ.

- معنى علم الحيل لغة واصطلاحاً، وموقعه في تصنيف العلوم.

- الجذور التاريخية لعلم الحيل.

- العلماء والمهندسون المسلمون السابقون على الجزري.

الجزء الثاني: العلم والمنهج عند "الجزري".

- الجزري حياته ومؤلفاته.

(١) مدرس الفلسفة وتاريخ العلوم - كلية الآداب - جامعة المنيا.

- العلم عند الجزري وكيفية تناوله للنص العلمي.
- المنهج الذي اعتمده مثل (المنهج التجريبي - الاستنباطي - التمثيلي)
- الكلمات المفتاحية: علم الحيل - الجزري - المنهج - القوانين - المعنى - التاريخ - الاستنباط

مقدمة:

العلم واحد من الإبداعات الإنسانية، يستمد قيمته من العقل الذي يؤكد نفسه في كل إبداع أو عمل خلاق. هذا الثنائي (عقل/ علم) - إن جاز التعبير - قد أنتج ما يسمى، لدى أهل الاختصاص، بالعقل العلمي، الذي يميز رجل العلم أو "العالم"، والذي يُتوقع منه الاتيان بجديد في كل خطوة يخطوها؛ لذا نجد علم يلح ويلح في البحث ويلح في السؤال.

لا علم بلا منهج، عبارة صادقة تمامًا؛ ذلك أن المنهج هو السمة الأساس للعلم تمييزًا له عن سائر الفاعليات الإنسانية، حيث إنه دون المنهج يصبح العلم مجموعة من المعارف المفترقة إلى التنظيم، إذن يمكن القول: إن العلم منهج قبل كونه نتيجة مقطوعًا بها. ومع تقدم العلم تعددت فروعها وتخصصاتها، ولكل فرع أو اختصاص موضوعات متميزة ومناهج خاصة.

وحيث إن العلم متطورٌ ونامٌ بفعل العنصر الإنساني وهذا الإسهام الإنساني في تطور العلم وسيورته له معنيان:

الأول: الأفق الثقافي التاريخي الذي يتمثل في طبقات أهل كل علم، وهي طبقات المتناضد بعضها فوق بعض، ومثال ذلك، مع عدم مراعاة التسلسل التاريخي، دقة أو تلاحمًا، نجد أرسطو يأتي بعده أبقراط، جالينوس، جابر بن حيان، الرازي، ابن سينا، وابن الهيثم، والجزري، وغيرهم. ثم بيكون وديكارت، فنيوتن، وهكذا. مثل هذه الطبقات تمثل تراكمًا، يجوز للبحث تشبيهه بالتراكم الجيولوجي على مدى العصور؛ فكل عالم من هؤلاء العلماء وجد قبله تركيبة

معقدة ومتأزمة، جزئياً، من الآراء والنظريات وعليه أن يتناولها بالبحث والتمحيص بقصد تصحيحها أو توليد نظريات علمية جديدة منها.

الثاني: ما تحت السطح، أو اللغة التي صاغ فيها، ومن خلالها، هؤلاء العلماء - أو تلك الطبقات الثقافية - آراءهم ونظرياتهم الجديدة، وما نتج عن ذلك الصوغ من مصطلحات خاصة بكل علم، وهذه اللغة هي بالطبع اللغة العلمية، التي تعد الأرضية المشتركة بين العلماء في كل عصر من العصور.

وسنقف عند إحدى هذه الطبقات الثقافية، وهي طبقة العلماء المسلمين، الذين كان لهم إسهامات في علم الحيل (الميكانيكا) وخاصة العالم "أبو العز إسماعيل الجزري" معتمدين في ذلك على منهج علمي سليم، ومستخدمين لغة علمية، أضافوا من خلالها بعض المصطلحات العلمية، التي مازال بعضها مستخدماً حتى وقتنا الحاضر. فقد كان علم الحيل (الميكانيكا) الذي غير أشياء في نمط معيشة المجتمعات التي وجد فيها آنذاك، مهتماً الطريق لما يُسمى بالتكنولوجيا الحديثة.

إن اختياري منهج البحث في علم الحيل موضوعاً لدراستي تلك يقوم على فرضيتين:

الأولى: أن ما كتب عن العلوم التطبيقية ومنها علم الحيل، قليل لا يتعدى إشارات في كتب تاريخ العلم.

الثانية: إنه إذا كانت الحقيقة هي الغاية التي يُصبى إليها فإنه يمكن للبحث القول: إن علم الحيل علم عربي إسلامي وإن امتدت جذوره إلى القدماء والإغريق، وذلك لما قدمه العلماء المسلمون من ابتكارات من مثل: الساعات المستوية، والساعات المائية، فضلاً عن الروافع وغيرها كثير. وما كانت تلك المبتكرات إلا نتاج منهج علمي طمَّه به الباحثون من الأسلاف بحوثهم.

من هنا سيحاول البحث أن يركز أشد ما يكون التركيز على المنهج العلمي عند العلماء والمهندسين، من عرب ومسلمين، بغرض أن يبرز البحث

هذا أصالتهم العلمية. وإذا ما أضفنا إلى ذلك أن ما بقي من علمائنا هو المنهج، أما الابتكارات فقد تعداها الزمن، فالمنهج هو ما يصلح للاحق أن يسير على هديه من السابق.

ولقد انتهجت في هذا البحث منهجاً يجمع بين التحليل والمقارنة، ما أمكن ذلك.

أما أقسام البحث فجاءت على قسمين:

القسم الأول علم الحيل، المعنى والتاريخ:

- معنى علم الحيل، وموقعه في تصنيفات العلوم عند العلماء العرب والمسلمين.

- المنهج العلمي عند العلماء العرب والمسلمين، وإنجازاتهم العلمية.

القسم الثاني العلم والمنهج عند الجزري:

- العلم عند الجزري ومؤلفاته.

- المنهج عنده استنباطي - استقرائي - التمثيل أو المماثلة.

- بعض إنجازاته وابتكاراته العلمية.

١- علم الحيل المعنى.. والتاريخ

١- الدلالة اللغوية والعلمية:

أولاً: الحيل لغة جمع حيلة اسم من الاحتيال، وأصله الحذق في تدبير الأمور ثم غلب في العرف على استعمال الطرق الخفية التي يتوصل بها المرء إلى حصول غرضه، بحيث لا يتفطن له إلا بنوع من الفطنة والذكاء^(١).

وقد أطلق علماء العرب كلمة الحيل على ما عرف عند اليونان بكلمة ميكانيكا mechanics وكانت تشمل كل الفنون المتعلقة بالمهارة والبراعة والحذق، وبالبحت في المعجمات يلاحظ أن "الحيل" و"الحول" و"الحال" ألفاظ تنطوي على معانٍ تتعلق بالحركة، والمتحرك، والقوة، والتغير، والثبات، والسقوط،

والعجلة، والنقل، والاستطاعة، والتحول، والحدق، والقدرة، والماء الساكن، والمهارة، ومن هذه الجذور اللغوية اشتقوا مصطلح "علم الحيل" بملاحظة دقيقة لما بين الدلالة المعنوية للفظ وموضوعات علم الحيل القائمة منطقيًا على منهج الاستدلال والتجربة^(٢).

كانت هذه الدلالة اللغوية قد مهدت لظهور الدلالة العلمية لمصطلح علم الحيل ويمكن تكشفها في جهود التعريف والتصنيف التي قام بها العلماء العرب في هذا العلم وعلاقته بالعلوم الأخرى، وقبل أن نشرع في بيان موقع علم الحيل من التصنيف لنعرف ما الهدف من علم الحيل؟^(٣).

الهدف من علم الحيل تقليل الجهد البشري، وتقليل التعب والمشقة عن الإنسان، والتحايل على الظروف الصعبة وتحقيق منفعة للإنسان، وهو بمعنى ما توفير الجهد البشري والقوة البشرية والتوسع في القوة الميكانيكية والاستفادة من المجهود البسيط للحصول على جهد أكبر من جهد الإنسان والحيوان، فقد أرادوا من خلاله تحقيق منفعة الإنسان واستعمال الحيلة مكان القوة، والعقل مكان العضلات والآلة بدل العضلات والاستغناء عن سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني فكان اتجاه المسلمين إلى تطوير الآلات لتقوم عوضًا عنهم بالأعمال الشاقة^(٤).

وعودة بنا إلى سؤالنا عن ما موقع علم الحيل من التصنيف؟

بداية يراد بكلمة تصنيف classification معنيان:

أولهما: إنه العملية الذهنية التي تم من خلالها إدراك التشابه أو الوحدة وهذا هو المعنى المنطقي logical.

ثانيهما: إنه عملية ترتيب الأشياء الفعلية الواقعة بحيث تمثل في الترتيب المجرد وهذا هو المعنى العملي practical^(٥).

والمعنى الثاني: وهو ما يهمننا، ترتيب العلوم من حيث الخصوص والعموم*.

من المعلوم أن تصنيف العلوم ارتبط بالفلسفة طوال عصور الفكر المختلفة، فقد عولج لأول مرة عند أفلاطون، ثم عند أرسطو، ولقد كان للتصنيف الأرسطي للعلوم أكبر الأثر على التصنيفات العلمية عند العرب، وقد ميز أرسطو بين ثلاث مجموعات للعلوم هي:

١- العلوم النظرية، ٢- العلوم العملية، ٣- العلوم الشعرية.

وقد قسّم العلوم النظرية إلى ثلاثة أقسام: هي العلم الرياضى، والطبيعى، وما بعد الطبيعة^(٦).

وتتقسم العلوم العملية إلى ثلاثة أقسام أيضاً هي:

١- الأخلاق ٢- السياسة ٣- تدبير المنزل.

ولم يُدخل أرسطو المنطق في تصنيفه للعلوم النظرية؛ لأن موضوع المنطق ليس هو الوجود، فالمنطق مقدمة لا بُد منها لدراسة الموضوعات، أي الموجودات الطبيعية، ولذلك سمّاه القدماء "آلة العلوم" (أورجانون)^(٧).

وكانت هذه نقطة الاختلاف بين تصنيف القدماء من اليونان وتصنيفات المسلمين، فهناك من تابع أرسطو في جعل المنطق آلة أو مدخل له، وهناك من جعله فرعاً من فروع الفلسفة- فيما بعد ونقطة الاختلاف الثانية هي إفراد قسم العلوم النقلية أو الشرعية في التصنيف^(٨).

وفي كتابه "إحصاء العلوم" يذكر "الفارابي" في مقدمته: "أنه قصد من هذا الكتاب إحصاء العلوم المشهورة في علم من العلوم في عصره علماً علماً، وتعيين غرضها بالدقة اللازمة، وبيان مُجمل ما يشتمل عليه كل واحدٍ منها وأجزاء كل ما له أجزاء... وهو في خمسة فصول: فالفصل الأول: علم اللسان وأجزائه، والثالث: في علوم التعاليم: وهي العدد والهندسة وعلم المناظر، وعلم النجوم التعليمي وعلم الموسيقى، وعلم الأثقال وعلم الحيل، والرابع: في العلم الطبيعي وأجزائه، والخامس: في العلم المدني وفي علم الفقه وعلم الكلام^(٩).

وقد تميزت محاولة الفارابي في تصنيفه من السابقين عليه بالجدّة والأصالة وتعمّد المؤلف القصد إليها والرغبة الواضحة في الإحاطة بفروع العلم في عصره، واكتمال تصوراته عن محتوى هذه الفروع وميادين بحثها، فلم يكن مجهوده بهذا الصدد من قبيل التجميع التراكمي للعلوم، بل لقد جاء كتاب (إحصاء العلوم) على سبيل التطبيق العملي لنظريته العامة في ترتيب العلوم، فقد أقام "الفارابي" تصنيفه على أساس إبستمولوجي^(١٠).

أما "ابن سينا" فنجدّه في رسالته "في أقسام العلوم العقلية" قد عرّف الحكمة بأنها: صناعة يستفيد منها الإنسان تحصيل ما عليه الوجود كله في نفسه، وما عليه الواجب مما ينبغي أن يكسبه فعله؛ لتشرق بذلك نفسه وتستكمل وتعبّر عالمًا معقولًا مضاهيًا للعالم الموجود ويستعد للسعادة القصوى بالآخرة وذلك بحسب الطاقة الإنسانية^(١١).

ويقسم "ابن سينا" الحكمة النظرية إلى ثلاثة أقسام هي:

أ- العلم الأسفل: وهو العلم الطبيعي؛ ويبحث في أمور يتعلق وجودها بالمادة، والحركة، كالعناصر الأربعة، أو أجرام الأفلاك، والاستحالة، والتغير والحركة، والكون والفساد، كما تدخل في دراسته النفس وقواها وأفعالها، وأيضًا النبات والحيوان، هذه إجمالًا هي الأقسام الأصلية للعلم الطبيعي^(١٢).

ب- العلم الأوسط: وهو العلم الرياضي؛ ويبحث في أمور وجودها، وليس حدودها متعلقة بالمادة والحركة، كالتربيع والعدد خاصة، وهنا أيضًا نجد أن هذا العلم وهو الذي يشير إليه "الإسلاميون" باسم التعاليم، كالحساب والهندسة^(١٣). ويمكن القول: إن ابن سينا لم يستفد كثيرًا في تفصيله للعلوم الرياضية من تجربة الفارابي في إحصاء العلوم^(١٤).

ج- العلم الأعلى: ويسمى بالعلم الإلهي؛ ويبحث في أمور لا وجود ولا حدود لها، مفتقرين إلى المادة والحركة، أما من الذوات فمثل ذات الأحد الحق، أو من

الصفات مثل: الهوية، والوحدة، والكثرة، والعلة والمعلول، والجزئية والكلية، والتمامية ونقصان^(١٥).

أما الحكمة العلمية أو العلم العملي: فهو متجه إلى تدبير الإنسان لنفسه أو لعائلته أول لمجتمع أو بمعنى أصح إلى أخلاقه.

وقسمها إلى ثلاثة أقسام هي: ١- الأخلاق، ٢- علم تدبير المنزل، ٣- السياسة، وفي كتاب "الشفاء" نجد أن ابن سينا قد نحى نفس المنحى في تقسيمه للعلوم إلى نظرية وعملية، ويبدو أن أساس التصنيف عند ابن سينا إنما يرجع إلى الغاية التي نقصدها من طلبنا للحكمة.. إذن فأساس التصنيف عند "ابن سينا" أساس إبستمولوجي^(١٦) * أيضاً، وهو الذي يقوم على أساس فلسفي خاص يتعلق بموضوعات المعرفة.

أما بالنسبة للتصنيفات الأخرى، فقد قسم أبو عبدالله محمد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي، العلوم إلى: علوم الشريعة وما يقترن بها من العلوم العربية، وعلوم العجم وغيرهم من الأمم: كالفلسفة، والمنطق والطب، والهندسة، والحيل، والكيمياء^(١٧).

كما قسمها "شمس الدين محمد بن إبراهيم بن ساعد السنجاري الأصفهاني" في كتابه "إرشاد العاضد إلى أسنى المقاصد" تقسيماً لا يخرج عن تقسيم "الفارابي"، وذكر فيه أنواعها وأصنافها وهو "فأخذ مفتاح السعادة لطاش كبرى زاده، وحمله ما فيه ستون علماً منها عشرة أصلية، سبعة نظرية وهي: المنطق الإلهي والطبيعي، والرياضي بأقسامه، وثلاثة عملية، وهي السياسية، والأخلاق، وتدبير المنزل، وذكر في جملة العلوم أربعمئة تصنيف"^(١٨).

أما "عبد الرحمن بن خلدون" فقد قسم العلوم إلى صنفين: صنف طبيعي للإنسان يهتدى إليه بفكره، وصنف نقلي يأخذه عن وضعه، وتحدث عن العلوم العقلية وأصنافها وهي: العلوم العددية، والهندسة والهيئة، والمنطق، والطبيعات،

والطب، والهندسة والهيئة، والمنطق، والطبيعات، والطب، والفلاحة والإلهيات، والسحر، والظلمسات، والكيمياء^(١٩).

وعودة بنا إلى تصنيف "أحمد بن مصطفى" الشهير بطاش كبرى زادة ففي كتابه "مفتاح السعادة ومصباح السيادة" جعلها سبعة أصول سماها الدوحات: الدوحة الأولى: في بيان العلوم الخفية.

الدوحة الثانية: في علوم تتعلق بالألفاظ.

الدوحة الثالثة: في علوم باحثة عما في الأذهان من المعقولات.

الدوحة الرابعة: في العلم المتعلق بالأعيان.

الدوحة السادسة: في العلوم الشرعية.

الدوحة السابعة: في علوم الباطن.

وفي كل دوحة عدة شعب وفروع، وقد بلغت شعب الدوحة الرابعة، عشر شعب وعدة فروع، ومنها شعبة علم الهندسة وفروعه^(٢٠).

وهذه الكثرة من العلوم التي ذكرها طاش كبرى زادة، منها ثلاثمائة واثنين وعشرين علمًا، اقتضتها الحياة والتقدم العلمي، وكانت الصنائع دافعًا مهمًا إلى العناية بالعلوم، إذ أنه لا بُد لها من العلم، وأن رسوخها في الأمصار "إنما هو رسوخ الحضارة وطول مدة أدائها" تسجد وتكثر إذ كثر طالبها" وأنها في النوع الإنساني كثيرة لكثرة الأعمال المتداولة في العمران"^(٢١).

واضح مما سبق أن علم الحيل أو الميكانيكا رغم أنه لم يظهر في تصنيف العلوم عند اليونان إلا أن بدايات هذا العلم كانت لديهم وقبلهم الشعوب القديمة، وهذا ما يجعلنا نُعرج قليلاً على مهد هذا العلم.

فقد برع المصريون القدماء في الميكانيكا حين استخدموا الآلات الرافعة في بناء الأهرامات والمعابد، معتمدين وسائل وأساليب هندسية شديدة الإحكام من أهمها "السطح المائل"، وكذلك كان الأمر في حضارة وادي الرافدين، حيث جذور علم الإستاتيكا والديناميكا في تشكيل الأدوات وصناعتها واستعمالها، ومن أعظم

الجهود الهندسية الفنية التي قام بها السومريون حفر شبكة من القنوات لإرواء الأرض وتسهيل النقل والمواصلات بين مختلف أجزاء البلاد واستخدموا الشادوف حين اقتضى الأمر رفع الماء إلى مستويات عالية^(٢٢).

أما اليونانيون فقد كانت لعلومهم خصائص مختلفة تمامًا عن تلك التي كانت للحضارات السابقة فهي أكثر عقلانية وتجريبًا فمن خلال اندماج الرياضيات اليونانية بالتقانة المصرية أو السومرية، تم إنجاز تطوير مهم على العدد والآلات مثال ذلك: الحركة الدورانية التي طُبِّقت في الطواحين و(الطنابير) والمكابس الهوائية، والأجهزة الهيدروليكية التي تدار بضغط الهواء: كالروافع المائية، والمضخات، وبرعوا في الصناعات المعدنية، قبل زمن الإسكندر وبنانتقالهم إلى بلاد مثل: مصر، وسوريا بمواردهما الكبيرة التي كانت تحت تصرفهم، أمكن إحداث تطوير ضخم في كل الآلات، وخاصة آلات الري وإزاحة الأقفال وبناء السفن بالماكينات العسكرية^(٢٣).

يضاف إلى ما سبق أن اليونان اهتموا بالهندسة، التي أخذوها من الأمم التي سبقتهم، وقد درسوها درسًا علميًا ثم أضافوا إليها إضافات هامة وكثيرة جعلت الهندسة علمًا يونانيًا، وترجم العرب عنهم كتبهم في الميكانيكا مثل "كتاب الفيزكس"، لأرسطو طاليس، وكتاب "الحيل الروحانية" وكتاب "رفع الأثقال" لأيرل، وكتاب "الآلات المصونة على بعد سيتين ميلًا" لمورطس، وكتاب "هيرون الصغير في الآلات الحربية"، وكتب فطيرنيوس هيرون الإسكندري في الآلات المفرغة للهواء والرافعة للمياه^(٢٤).

وعرفوا كتاب إقليدس "في الثقل والخفة"، وكتابه "أصول الهندسة" الذي سموه "كتاب الأصول"، وكتب أرشميدس مثل: كتاب "آلة ساعات الماء التي ترمى بالبنادق"، وغيره من بحوثه في الميكانيكا وكتاب "المخروطات" لايوليونيوس النجار^(٢٥).

مما سبق اتضح أن العرب أولوا اهتمامًا بترجمة التراث اليوناني الفلسفي والعلمي، وهذه العناية بترجمة ما عند اليونان والانتفاع به والإضافة إليه مما حدا بكثير من المستشرقين المنصفين والباحثين إلى الاهتمام بهذا التراث العلمي العربي، فيقول الدومبيلي: "ينبغي ألا نظن أن العرب لم يضيفوا شيئاً جديداً إلى العلم الذي كانوا أوصياء عليه، وليس لأحد أن يقول - كما يقول ذلك بعض المؤلفين - أن دور العرب ينحصر ببساطة في المزج والنقل لمعارف الأقدمين التي لولاهم لذهبت أدراج الرياح الذي هو في ذاته عنوان فخر عظيم وشرف لا يستهان به"^(٢٦).

أما عن علم الحيل فيقول الدكتور "أحمد يوسف الحسين": "إن العرب ورثوا من اليونان مبادئ الميكانيك، ووصفت كتب هيرون ونيلون وغيرها العديد من الحيل والأواني الميكانيكية المتحركة"^{(٢٧)*}.

أما "زيغريد هونكه" فإنها تقول: "لقد اهتم العرب نحو الأمجاد التي رسموها لأنفسهم، فكان أن طوروها وزادوا عليها أشياء عديدة، وقدموا اختراعات تشبه المعجزات مبتكرين بذلك آلات مختلفة للمراقبة والقياسات أخذها العرب عنهم وبقي على استعماله لها أمداً، دون أن يكون لاختراع المنظار المكبر المتأخر أي تأثير في ذلك"^(٢٨).

لقد عرف العرب الآلات وصناعتها، وظهر علم الحيل، وقد عرّف الدكتور "عمر فروخ" علم الحيل أو الآلات بقوله: "إننا نعني بعلم الحيل هنا علم آلات متحركة بنفسها أو بالجهد اليسير؛ كآلات الرفع والجر، وعمل الساعات الصامتة أو الصائتة، وعلم آلات النار وما شابهها"^(٢٩).

لقد كان للعرب وللمسلمين دورٌ كبيرٌ في صناعة الحيل - الميكانيك، إذ برعوا فيه وطوروه ومنهم "بنو موسى بن شاكر" و"الحسن بن الهيثم".

أما "بنو موسى بن شاكر" أشهر من اهتم بعلم الحيل أو الإنشاءات الميكانيكية، وقد ذكرهم "ابن النديم" فقال وهو يتحدث عن المهندسين وأصحاب الحيل: "بنو موسى محمد وأحمد والحسن بنو موسى بن شاكر وهؤلاء يقوم ممن تناهى في طلب العلوم القديمة وبذل فيها الرغائب واتبعوا فيها نفوسهم، .. وكان الغالب عليهم من العلوم : الهندسة، والحيل، والحركات والموسيقى، والنجوم وهو الأقل..، ولبنى موسى كتاب بنو موسى في القرسطون، وكتاب لأحمد بن موسى وكتاب الشكل المدور المستطيل للحسن بن موسى، وكتاب حركة الفلك الأول لمحمد، وكتاب المخروطات، وكتاب ثالث لمحمد، ... وكتاب في أولية العالم لمحمد، وكتاب على مائبة الكلام مقالة لمحمد، وكتاب مسائل جرت أيضاً بين سند وأحمد، وكتاب الأكبر وقسمه الزوايا بثلاث أقسام متساوية ووضع مقدار بين مقدارين لتتوالى على قسمة واحدة" (٣٠).

هذا ما كان من أمر بني موسى بن شاكر، وقد اهتم بهم المعاصرون قال "جوان فيرينه" وهو يتحدث عن الرياضيات والبصريات: "ويبرز في حقل الهندسة من العلماء العرب الأخوة الثلاثة أبناء موسى بن شاكر الذين عاشوا في القرن الثالث الهجري، وكان مصنفهم الرئيسي المعروف باسم " كتاب مساحة الأشكال" (٣١)*.

أما عن إنجازاتهم وابتكاراتهم الميكانيكية نجد أن "أبا العز إسماعيل الجزري" رائد علم الميكانيكا وهو يتحدث عن فوارات تتبدل في أزمنة معلومات وعمل الزمر الدائم: "لم أسلك في ذلك مذهب بني موسى - رحمهم الله - والفضل لهم بالسبق إلى موضوعات المعاني وأنهم أحالوا الاستبدال فيه، ثم أحالوا في شكلين على أنبوب كعمود ميزان يكاد يوازي الأفق يجري فيه الماء إلى حوض ثم إلى الفوارة، وفي بعض الأنابيب حوض صغير معلق يقطر إليه من الماء شيء يسير فيمتلئ في زمان معلوم فيشغل طرف الأنبوب ويميل ويتفرغ ما في الحوض الصغير دفعة إلى حوض آخر فيه أنبوب يخرج منه في زمان مثل الزمان الذي امتلأ به

الحوض الأول، ومتى نقص من الثقل مقدار يسير ارتفع الأنبوب إلى مكان عليه أولاً، ولا يطول زمان ميله لينفذ ما في الحوض من الماء، ولا أعلم من أين هذا ليس من الأصل أم من الثقل^(٣٢).

ما ذكره "الجزري" - والذي سيكون للبحث معه وقفة تفصيلية- عن إنجازات بني موسى بن شاكر هو قليل من كثير. ولا بُد للبحث، في هذا السياق، الإشارة أيضاً إلى عالم آخر له بصمته المميزة في علم الميكانيكا هو العالم "الحسن بن الهيثم" فكان أول من أجرى تجربة ميكانيكية لبيان كيفية انعكاس الضوء عن المرايا المستوية أو علة الانعكاس حيث يقول: "فلمّا لم تتعكس الأضواء في السطح القائم على السطح المماس لسطح الصقيل وليس تتعكس في غير السطح، ولم تتعكس على الخط الذي يكون هو الذي عليه امتد الضوء يحيطان مع العمود القائم على نقطة الانعكاس بزوايتين متساويتين، وليست تتعكس على الخط الذي غير هذا الخط، فإن ذلك لأن الضوء يتحرك حركة في غاية السرعة، فحركته في غاية القوة، بالقياس إليه، والسطح إذا أشرق عليه الضوء دافعة مدافعة في الغاية، والمتحرك إذ لقي في حركته مانعاً يمانعه، وكانت القوة المحركة له باقية فيه عند لقائه المانع فإنه يرجع متى كان في الجهة"^(٣٣).

ولتوضيح هذه الفكرة يعد الاعتبار (يقصد التجربة) التالي حيث يقول: "وقد يمكن أن يعتبر هذا المعنى من الأجسام الثقال اعتباراً محرراً، أما الحركة الطبيعية فيعتبر بأن يوجد جسم الحديد أو النحاس أو ما جرى مجراها وأنه ليس بأكثر من مثقال واحد وليكن كُريا أملس لتلقى ما تلقاه من الأجسام على نقطة وارتقى مرفق إلى موضع عالٍ ومعه هذه الكرة ويجعل المعتبر في السفلى على وجه الأرض مرآة من الحديد ويستوي سطحها مع سطح الأفق بالقياس إلى الحس وليكن بعد المرتقى الذي ارتقى عليه حامل الكرة عن سطح الأرض ليس بأقل من عشرين ذراعاً، وكلما زاد البعد كان أجود للاعتبار وأبين،

لأن البعد كلما ازداد ازدادت قوة المتحرك فيه ثم يرسل المرتقى في السفلى ويتأمل
المعتبر هذه الكرة عند لقاءها للمرأة، فإنه يجدها ترجع في الحال إلى جهة العلوم
ثم تسقط راجعة إلى السفلى، وإن ألقيت هذه الكرة في مسافة أبعد كان انعكاسها
عن المرأة أقوى وإلى سماكة أبعد، وأن ألقيت من مسافة أقرب كان رجوعها أقل،
فيتبين من هذا الاعتبار أن الجسم الثقيل إلى تحرك إلى السفلى كلما كانت
مسافته أقرب كات حركته أقوى وأسرع، فتبين من هذا الاعتبار أيضاً أن حركة
الرجوع إنما هي بحسب الحركة التي يكتسبها الجسم الثقيل في انحداره من العلو
بحسب الحركة الطبيعية للتقيل"^(٣٤).

وهنا نجد أن ابن الهيثم يمثل لانعكاس الضوء ومدى سرعة حركته
بحسب الجسم الصقيل الذي ينعكس عنه بارتداد الكرة الصغيرة عن سطح المرأة
الحديد، وبين أنه كلما زادت المسافة التي تلقى فيها الكرة ازدادت قوة ارتدادها،
وهو بذلك ينقل الحكم من واقعه إلى واقعة أخرى تماثلها في أمر من الأمور...،
أو بمعنى آخر الانتقال من جزئي إلى جزئي وهذا هو الاستدلال التمثيلي وفيه
هذا يذكر "مصطفى نظيف": "إن ابن الهيثم بهذا التمثيل قد سبق "نيوتن" الذي
شرح انعكاس الضوء على حسب نظرية الدقائق، بل أنه سبق علماء الطبيعة
الإنجليز الذين رأوا أن يمثلوا للأمور الطبيعية بمثل ميكانيكية"^(٣٥).

لم يكن هذا إنجاز ابن الهيثم الوحيد، فقد قدم أول وصف واضح وتحليل
صحيح للكاميرا المظلمة والكاميرا ذات الثقب، فهو أول من شرح هذه التجربة مع
مصباحه، فكان أول من نجح في مشروع نقل صورة من الخارج إلى شاشة
داخلية كما في الكاميرا المظلمة التي اشتق الغرب اسمها من الكلمة العربية
"قمره"^(٣٦).

ولا نستطيع أن نغفل دور العلماء العرب الآخرين ممن جاءوا بعد
"الجزري"، حيث يظهر راصد ومهندس ورياضي وفلكي، هو "تقي الدين محمد
بن معروف بن أحمد الراصد الشامي (١٥٥٨ م - ٩٩٣ هـ) صاحب كتاب

"الطرق السنية في الآلات الروحانية" وقد عد الدكتور "أحمد يوسف الحسن" هذا الكتاب تكملة لحلقة مفقودة في تاريخ التكنولوجيا العربية وفي تاريخ الهندسة الميكانيكية العربية بشكل خاص.. إذ سار على أسلوب حيل بني موسى، وكتاب الجزري، ولكنه وصف الكثير من الآلات التي استحدثت والتي لم يرد ذكر لها في الكتب السابقة^(٣٧).

كان تقي الدين مهندسًا ميكانيكيًا.. ووضع عدة كتب ورسائل منها الكواكب الدرية في وضع البنكومات الدورية وريحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح، وسدرة منتهى الأفكار في ملكوت الملك الدوار، وكتاب "الطرق السنية في الآلات الروحانية" الذي يبحث في الميكانيكا أو ما أطلق عليه القدماء اسم "علم الحيل"^(٣٨).

مما سبق نرى مدى اهتمام العلماء العرب بعلم الحيل فقد ظهر في التصنيفات العلمية العربية التي هي أساس في تحديد المنهج الملائم لهذا العلم، بالإضافة إلى ما قدموه من إنجازات وابتكارات جعلتهم يقفوا في مصاف العلماء الأول لهذا العلم التطبيقي ووضع أساس للتكنولوجيا الحديثة.

٢ - العلم والمنهج عند "الجزري":

العلم هو ضمير الانسانية، وإنسانية العلم يمكن أن نصورها بأسلوب أكثر تواضعًا بأن نلقي نظرة تأمل على أدواتنا إنها تبين لنا أن العلم لم يخلق بعقولنا لا غير، بل إنه إلى حد أكثر كثيرًا، مما نتصوره في العادة ثمرة لأيدينا، ففي بعض الأحيان يقودنا العقل، وفي أحيانٍ أخرى تقودنا أيدينا^(٣٩).

وفي عبارات أكثر إيضاحًا، نقول: إن رجل العلم "أو العالم" بعد أن يجمع مادته لا بُد أن يستخدمها استخدامًا وثيقًا وأن يحسن تخيله (أو يعمل عقله) لكي يصير عالمًا خلاقًا، ويعد عالمًا ذا أثر؛ لأنه إذا كان رجال التجربة "العقل" أشبه بالنملة إنها تجمع وتستهمل ما تجمع فحسب، أما المفكرون فأشبه بالعناكب التي تصنع بيوتها من مادتها، ولكن النحلة تجري على نهج وسط إنها

تجمع مادتها من الأزهار في الحديقة والحقل، ولكنها تتمثلها وتهضمها بقدر من عنف^(٤٠).

رجل العلم إذن هو المحرّض الأعظم، أية آراء جديدة قد يأتي بها في الخطوة التالية، فقد يخلد البشر إلى الراحة، أما هو فلا بُد أن يتقدم، إنه روح البشر الحائر، وضميرهم^(٤١).

وبديع الزمان "أبو العز بن إسماعيل بن الرزاز الجزري" من العلماء الذين عرفوا قيمة العلم، فلم يقف عند حد جمع المعلومات فقط، بل تعداها إلى الإبداع العلمي، وقد عاش في ديار بكر في النصف الثاني من القرن الثاني عشر وأوائل القرن الثالث عشر الميلادي، وقد كنى بالجزري؛ لأنه كان من أبناء الجزيرة الواقعة بين دجلة والفرات^(٤٢). فالمعلومات قليلة عنه إذ لم يترك لنا المؤرخون ما يشفي الغليل في هذا الصدد.

لكن الجزري عاش في بلاط الأسرة الحاكمة في ديار بكر منذ أن تولى "نور الدين محمد بن أرسلان" الحكم في عام ٥٧٠هـ (١١٧٤م) وعاصره طيلة أيام حكمه؛ أي خلال الفترة (٥٧٠ - ٥٨١هـ) (١١٧٤ - ١١٨٥م) ثم عاصر الجزري بعد ذلك "قطب الدين سلمان بن محمد" الذي تولى الحكم خلال الفترة (٥٨١ - ٥٩٧هـ) (١١٨٥ - ١٢٠٠م) ثم استمر في خدمة هذه الأسرة أثناء تولي ناصر الدين محمود بن محمد الحكم عام ٥٩٧هـ (١٢٠٠م) وبطلب من هذا الملك قام الجزري بتأليف كتابه فمن المؤكد أن "الجزري" بدأ في تأليف كتابه بعد تولي "ناصر الدين بن محمود" للملك؛ أي بعد عام ٥٩٧هـ (١٢٠٠م) ومع أن الملك ناصر الدين محمود بن محمد تولى الحكم طيلة الفترة ٥٩٧، ٦١٩هـ (١٢٠٠ - ١٢٢٢م) إلا أن الجزري توفى أثناء هذه الفترة^(٤٣).

ومن أهم مؤلفاته كتابه "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل"، واضح من اسم الكتاب أنه يجمع بين العلم النظري وتطبيقاته، وهو من أهم الكتب في علم الحيل أو الميكانيكا عند المسلمين.

وقد عبّر عن ذلك "جورج سارتون" قائلاً: "إن كتاب الجزري "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" هو أهم سجل هندسي وصل إلينا عن أي حضارة سبقت عصر النهضة في أوروبا، ليس فقط فيما حواه من وصف الحيل والآلات المبتكرة، بل لأنه سجل التفاصيل الدقيقة لكيفية صنع هذه الآلات حتى أن عدداً من هذه الحيل أعيد تركيبها على أيدي حرفيين في العصر الحاضر بمجرد اتباع التعليمات التي زوردهم بها الجزري في كتابه عن صناعة الحيل"^(٤٤).

والحديث عن العلم وتطبيق العلم لا يعني أن هناك علمين، بل هناك نظرتان للعلم: نظرة إستانتيكية تقصر العلم على محتواه المعرفي وهو من هذه الناحية أميل إلى أن يكون مجموعة من الوقائع والمبادئ والحقائق، وهذا يمثل عنصر الثبات والاستقرار في العلم. ولكن العلم له طبيعة ديناميكية من حيث إنه يمثل نشاطاً وجهداً موصولاً للتعرف على الطبيعة والسيطرة عليها، بوصفه - أي العلم - أحد جوانب الفاعلية الإنسانية، وهذا يتطلب مزيداً من عمليات وإجراءات تالية متواصلة"^(٤٥).

ومن هاتين النظرتين - أو الاتجاهين - تتشكل العلاقة بين العلم والإنسان، فالعلم في ظاهره ثابت مستقر، ولكنه في الآن نفسه متطور نام بفعل العنصر الإنساني الذي يمثل طبيعته الدينامية.

أما عن أسلوب "الجزري" ففي مقدمة كتابه يبدأ بذكر أسباب تأليفه للكتاب حيث يقول: "الحمد لله المبدع في السمائيات، المودع أسرار حكمه في الأرضيات فهي نسخة من عالم ملكوته... وبعد فإني تصفحت من كتب المتقدمين وأعمال المتأخرين أسباب الحيل في الحركات المشبهة بالروحانيات وآلات الماء المتخذة للساعات المستوية والزمانية ونقل الأجسام بالأجسام عن المقامات الطبيعية، وتأملت في الخلاء والملا لوازم مقالات برهانية، وباشرت علاج هذه الصناعة برهنة من الزمان، وترقيت في عملها عن رتبة الخبر إلى

العيان فأخذت فيها أخذ بعض من سلف وخلف واحتذيت حذو من علم ما عرف، وما لهجت بمزاولة هذا المعنى الدقيق ولحجت بمحاولة التحقيق، رمقني أعين الظن بالتبريز في هذا الفن العزيز^(٤٦).

في الفقرة السابقة نجد أن "الجزري" ينهج منهج العلماء العرب في ذكره دوافع تأليفه للكتاب، كما وضح أنه تناول أعمال السابقين بالتدقيق والتحقيق، وهذا ما يؤكد في قوله: "وكننت وجدت فريقاً ممن خلا من العلماء وتقدم من الحكماء وضعوا أشكالاً وذكروا أعمالاً لم يباشروا جملتها وسلكوا إلى تصحيح جمعها طريقاً وكل علم صناعي لا يتحقق بالعلم فهو متردد بين الصحة والخلل، فجمعت فصولاً مما فرقوه وفرعت أصولاً مما حققوه واستنبطت فنوناً لطيفة المدارج خفيفة المداخل والمخارج^(٤٧).

مما سبق نجد أن "الجزري" في تناوله لأعمال السابقين كان تناولاً عميقاً نفذ إلى المحتوى المعرفي الذي يتكون من المحتوى التجريبي، والمحتوى المنطقي أو الفلسفي، فتحقق لديه دلالاتي الموضوعية من حيث فصل الذات عن الموضوع وهي الدلالة الأكسيولوجية، والدلالة الإبستمولوجية.

ثم يوضح "الجزري" أقسام الكتاب حيث يقول: "وجمعت ذلك في مقدمة تتضمن خمسين شكلاً وقسمتها إلى أنواع ستة وبسطت القول في الصفة والكيفية واستعملت فيما وضعته أسماء أعجمية أتى بها السابق من القوم واستمر عليها اللاحق إلى اليوم وألفاظاً آخر يقتضيها الزمان إذ كان لأهل كل عصر لسان ولكل طائفة من أهل العلم اصطلاحات بينهم معروفة.. وصورت لكل شكل مثلاً وأشرت إليه بالحروف استدلالاً، وجعلت عليه من تلك أبدالاً.

النوع الأول: في عمل بناكيم وقيل فناكين يعرف مناهج مضى ساعات مستوية وزمانية وهو عشرة أشكال.

النوع الثاني: في عمل أواني وصور تليق بمجالس الشراب وهو عشرة أشكال.

النوع الثالث: في عمل أباريق وطاس للفصد والوضوء في عشرة أشكال.

النوع الرابع: في عمل فوارات في برك تتبدل وآلات الزمن الدائم وهو عشرة أشكال.

النوع الخامس: في علم آلات ترفع ماء من غمره وبير ليست بعميقة ونهر جاء وهو خمسة أشكال.

النوع السادس: في علم أشكال مختلفة غير متشابهة وهو خمسة أشكال^(٤٨).

مما سبق يتضح أن "الجزري" يوضح ما ورد كتابه من مصطلحات علمية ومفردات لغوية بعضها جاء بلغة أصحابها من السابقين عليه، بالإضافة إلى الشروح والرسوم، كما يوضح في مقدمة فصوله الصورة أي التصميم الذي قام به، ثم كيفية عمل هذه الآلات وهو يتطلب المشاهدات والتجارب.

ففي مقدمة الفصل الأول يقول: "وكنت سلكت مذهب الفاضل أرشميدس في قسمته البروج الاثني عشر في نصف الدائرة لينتقل على هذه القسمة جزعة متقوية مركبة في آلة ليخرج منها الماء، وهو الأصل المبني عليه العلم، وأما ما سواه ففروع تحتل الزيادة والنقصان، وذلك أنه اتخذ صفحة وهو شكل نصف دائرة وقسم محيطها ب (١٢) قسماً متساوية، وكتب على كل قسم اسم برج، وأول الأقسام برج الجدي وآخرها القوس، وغاية محيطها السرطان، وجعل قطرها يوازي الأفق بناءً على أن مخرج الماء يرتفع من حيال مركز نصف الدائرة إلى غاية محدها في ١٨٠ يوماً وينخفض في مثلها؛ لأن كل برج مجزأ إلى أجزاء متساوية فيضعف بارتفاعه ويقوى بانخفاضه^(٤٩).

ثم يقول موضعاً كيفية تنفيذ هذه الآلة: "فعملت الآلة على هذه الصورة فلم يصح بها العمل، وعلمت أن صانعها لم يصح له العلم بما وصفه أرشميدس، ويعزي إليه عمل الفنجيان، وقيل القطان، وهو دائرة تامة مقسومة باثني عشر قسماً متساوية، ولو أنه له لما نص على نصف دائرة والعمل به أيضاً لا يتم، فعدلت عن ذلك وأتممت الفكر، فوقع أن أقسم دائرة تامة^(٥٠).

يعرض "الجزري" هنا للصورة الكلية للشيء؛ أي التصميم ثم ينتقل بنا إلى الجزئي، ولكن من خلال التجريب للتحقق من صحة ما وصل إليه السابقون مثل: أرشميدس في النص السابق.

ولنأخذ مثالاً آخر من طريقة علم الساعات المستوية حيث يقول: "في صفة ظاهر الصورة ومعناها ويعرف منه الساعات وأجزاؤها.

وإني وقفت علي فنكان من عمل "يونس الأسطرلابي" رحمة الله وهو على ما وصفت ظاهرة في مقدمة الشكل الأول وإن العارضة التي في وسطها ثقب فيه الفتيلة متخذه في مكان الحق الذي أتخذته ليمنع صعود الشمعة، ووجدت الشمع قد سال إلى داخل الغلاف وتلبست به آلات في داخل الغلاف، وبالْحَقِيقَةُ فلا يصح العمل بالعارضة البتة، ثم وجدت الثقافة، علي غير الوضع الذي أتخذته والبكرتين اللتين عليهما خيطاً الفقالة في نصف ارتفاع الغلاف، ونفوراً تصعد عليه الشمعة إلي فوق، وفيه كلفة عظيمة، ولهذا السبب بطل العمل بهذا الوضع، وخسارة الشمع فعملت ما أصفه وهو مشمع عليه غلاف من شبه وعلي أسفل الغلاف ياز قايم علي كندره وقد ألقى ظهره ورأسه إلي الغلاف وعن يمين البازي على قصعه المشمع بسرير عليه كاتب بيده قلم رأسه على أجزاء مقسومة بخمسة عشر قسماً في دايرة تامة علي أرض السرير .." (٥١).

في النص السابق نجد أن "الجزري" تناول عمل الساعات المستوية والتي سبق أن عمل بها "يونس الأسطرلابي" فوضح ما وقع فيه يونس من خطأ عندما قال، ولهذا السبب بطل العمل بهذا الوضع، وناره بسيلان الشمع فعملت ما أصفه إلى آخره . وقد تحقق من عمل هذه الساعة متبَعاً المنهج التجريبي، فسار بنا من التجريد إلى التجريب، أو من المعقول في المحسوس، حيث أن

العلم والمنهج متلازمان، فهو يتميز عن سائر أوجه النشاط الإنساني بمنهجه،
فما المنهج؟

- المنهج method بوجه عام، وسيلة محدده توصل إلى غايه معينه أما المنهج العلمي scientific method هو خطه منظمة لعدة عمليات ذهنية أو حسية بغية الوصول إلى كشف حقيقة أو البرهنة عليها.^(٥٢)

وبذلك نستطيع القول بأن المنهج هو الطريق المؤدي إلى الكشف عن المجهول أو الحقيقة المجهولة. وهو بهذا يفترض اتباع خطوات معينة للوصول إلى هذه الحقيقة، ولكن هذا لا يعنى أن تكون هذه الخطوات ثابتة لا تتغير، بل إن هذه الخطوات قد تتغير أو تتقدم إحداها على الأخرى حسب البحث. فعلى سبيل المثال: الاستقراء وهو منهج العلوم الطبيعية فهو "يبدأ بالملاحظة ويتلوها أو يتبعها بتحقيق الفرض بواسطة التجربة؛ فالملاحظة والغرض، والتجريب هي الفقرات الثلاث المكوّنة لسلسلة المنهج التجريبي رأي الاستقراء."^(٥٣)

وإذا كان الاستقراء Induction والاستنباط Deduction يشكلان أداتين من أدوات المنهج العلمي، فإنهما في الآن نفسه يمثلان نمطين من أنماط الاستدلال فما هو الاستدلال Inference هو: "البرهان الذي يبدأ من قضايا يسلم بها ويسير إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة دون التجاء إلى التجربة، وهنا يسير إما بواسطة القول أو بواسطة الحساب"^(٥٤).

ما يهمنا هنا هو كون الاستقراء صورة (استدلالية سواء كان نمطاً أو لحظة من لحظاته - أي الاستدلال- لذا فإن هناك من يعرف الاستقراء بأنه عملية تشكيل النظريات بالاستناد إلى قرائن المشاهدة)^(٥٥).

وعودة بنا إلى "الجزري" نفى حديثه عن عمل الفوارات والتي لم يسلك في عملها مسلك "بنو موسى بن شاكر" على حد قوله: "في فوارات تتبدل في أزمنة معلومه وعمل الزمر الدائم. لم أسلك في ذلك مذهب بنو موسى رحمهم الله، والفضل لهم بالسبق إلى موضوعات المعاني، وأنهم أحالوا الابتدال على فرجات تدور بالهواء والماء دوره واحدة تتبدل بها الفوارات، وذلك زمان يقصر عن تبين الابتدال فيه، أحالوا في شكلين على أنبوب كعمود ميزان يكاد يوازي الأفق يجري فيه الماء إلى حوض ثم إلى الفوارة وفي بعض الأنبوب حوض صغير معلق به يقطر إليه من الماء شيء يسير فيمثليء في زمان معلوم فينتقل طرق الأنبوب ويميل ويتفرغ ما في الحوض الصغير دفعه إلى حوض آخر فيه أنبوب يخرج منه في زمان مثل الزمان الذي أمتألاً بهالحوض الأول..^(٥٦).

ثم يواصل حديثه وهو يعرض لنا عرض بنو شاكر وما ورد فيه من غلط حيث يقول: "والظاهر أن هذا الأنبوب مال بتكامل ثقل معلوم وهو آخر قطره قطرت إلى الحوض الأول.... ولا بطول زمان ميله لينفذ ما في الحوض من ولا أعلم من أين هذا اللبس من الأصل أم من النقل"^(٥٧).

واضح مما سبق أن "الجزري" تناول النص العلمي تناولاً نقدياً نفذ فيه إلى أعماق النص فتحقق من محتواه التجريبي حيث يوضح ما قام به عملياً ليوضح الطريقة الصحيحة لعمل الفوارات حيث يقول: "أصف ما صنعته: وهي فوارة في بركة يفور منها الماء مدة ساعة مستوية عموداً منتصباً، ثم تتبدل فيفور منها الماء شبيهه صوالجة ستة مدة ساعة ثم تعود تتبدل فتفور عموداً، وكذلك ما دام الماء يجري إليها، وأكيف عمل ذلك يتخذ بيت مرتفع بعيد عن البركة وإليه يسيل الماء ومنه إلى الفواره. ثم يتخذ في البيت حوض ويقسم حوضين عليهما

(ح ع) ويخرج من أرض حوض على أنبوب واسع إلى البركة ويرتفع من من وسطها نحوًا من شبه أشياء ويتخذ على رأس الأنبوب كرة من شبه ليدخل إليها الماء ويجتمع فيها ويتقب في دابر أعلاها شبه أثقاب مايلة إلى البركة ويتقب في الوسط بين الأثقاب ثقب واسع، وعلى الأنبوب (ل) ثم يخرج من أرض حوض (ح) أنبوب دقيق ويدخل في أنبوب ليرتفع فيه حتى يبرز من ثقب وسط الكرة يسيرًا ويلصق بينهما^(٥٨).

يتضح مما سبق أن "الجزري" حاول التحرر من سلطة النص متخذًا الشك المنهجي مسلًا، مبرزًا مدى التكامل بين المنهجي، كما أبرز مدى التكامل بين المنهجين المنهج الفرضي الاستنباطي، والمنهج الاستقرائي، ليس هذا فقط بل اعتمد على منهج آخر وهو الاستدلال التمثيلي أو المماثل، ولكن ماذا عن التمثيل أو المماثلة!!

أما معنى التمثيل: فهناك من يرى أن إذا أردنا أن نقارن بين شيئين في بنيتهما وعناصرهما فإن التمثيل على سبيل المثال: إدارة الحكومة مثل: إدارة الزراعة، فالمماثلة تقتض أن بعض الاعتبارات الوظيفية إدارة الحكومة تتشابه مع وظيفة إدارة الزراعة والأشياء المتشابهة في كليهما، عادة ما تعرض في سياق الكلام الذي يقوم فيه قياس التمثيل على سبيل المثال: في مناقشة عن مقدار عمومية هذا التمثيل المقترح للإيجاد بالتشابه بين المشكلات الاقتصادية للحكومة والزراعة عند مقارنة.... فيما يتعلق ببعض الخصائص مثل: الكثافة، الإشراف، الارتفاع وما شابه ذلك باستخدام بعض الكلمات مثل Like مثل، As (كما) Similar التشابه، أو Same الشيء نفسه هذا هو التشبيه على نحو تقليدي.^(٥٩)

أما عن معنى التمثيل في الفكر الإسلامي فيذكر "على سامي النشار" أنه الانتقال من جزئي إلى جزئي - كما هو معروف - وقد استمدّه الشراح الإسلاميين أيضاً من "أرسطو"، غير أن المتأخرين من المناطقه بحثوه تحت تأثير الدراسات الأصولية بشكل يخالف البحث الأرسطاطليس كليه^(١٠).

وقد تمثل هذا النوع من الاستدلال عند "الجزري" عندما شرح لنا كيفية تقديم غلام أو خادم خدمة للمخدوم وهو يتوضأ؛ أي تقديم الماء والمنشفة بطريقة شبه آليه، بل والتخلص من الماء بعد الوضوء، كالتالي: "في صفة ظاهر الصورة ومعناها وكيفية عمل الكرسي والغلام.. وهو كرسي مربع الشكل ارتفاعه نحو من شبر وسعته شبران في شبرين وعليه غلام جاثٍ على ركبته وفي يده اليمنى إبريق، وفي يده اليسرى منديل ومشط وهي مرتفعة منطبقة على ركبتيه، وعلى أركان الكرسي أربع أساطين، وعلى الأساطين قصر لطيف عليه قبة عليها طاير ونحت سمث الإبريق ملصق بالكرسي نصف طست وكثيراً ما يُصنع طاس كذلك. وفي أرض الطست بطة لطيفة جائمة؛ ذنبها يزاحم جانب الطست مما يلي الكرسي، وقد رفعت ركبته وعطفتها من نصفها ومنقارها بماس أرض الطست، هذه الصورة، وأما المعنى فإن الخادم يقدم ذلك بجملته بين يدي المخدوم فيصفر الطائر وينصب من الإبريق ماء وهو يتوضأ حتى يتم وضوءه وقد اجتمع الماء في أرض الطست، وحينئذٍ تشربه البطة عن أخرى، أو يبسط الغلام يده بالمنديل والمشط فيأخذ المنديل وينشّف به ويستعمل المشط، ويعيده إلى يده ويرفع الخادم الطست إلى خارج المجلس الطست، وفي جانب الكرسي فيثون بفتحه ليخرج الماء الذي شربته البطة بأسره".^(١١)

ولم يكتف بذلك بل شرح لنا كيفية عمل هذا الغلام قائلاً: "يتخذ كرسي من نحاس مربع الشكل ارتفاعه شبر وسعته شبران في شبرين، ويتخذ عليه غلام جاثٍ على ركبتيه وفي يده اليمنى إبريق من شبه لطيف، ويقطع هذا الإبريق من نصفه بصفيحة ليصير بيتين، بيت من نصفه إلى أسفل وبيت من نصفه إلى فوق، ويسد رأسه بصفيحة ويتقب تحت عروقه ثقبان ويجعل عليهما أنبوبان، أنبوب يمتد من العروة في الكم إلى عضد الغلام ويتخذ عليه بندق صغير وأنبوب يمتد إلى الكم وينعطف عند مرفق الغلام إلى أسفل حتى ينتهي إلى تحت ذيل الغلام من ورائه ويبقى حاله" (٦٢).

ثم يواصل كيفية عمل هذا الغلام بقوله: "ثم يتخذ عوامه تقدم وصفها في عدة مواضع مقدرة ومتخذ على وسط استدارتها رُزّة وفي الرُزّة سلسلة أو خيط محكم، وتوضع العوامة في أرض الكرسي ويتقب في أعلاه عند مسقط حجر رُزّة في فاضل يد الغلام اليسرى ثقب، وترفع السلسلة في ثقب طبق الكرسي إلى تجويف الغلام، ويوصل طرفها برُزّة فاضل يده مرفق الغلام فترتفع يده المنديل والمشط حتى يكاد كفه وأصابعه تماس منكمبه ومتى أنصب إلى الكرسي ماء فإن العوامة ترتفع فتنزل يد الغلام" (٦٣).

وما قدمه "الجزري" من عمل هذا الجهاز - إن جاز التعبير - ينقل فيه الحكم فيه من جزئي إلى جزئي، أي من حال الإنسان يقدم الماء والمنشفة إلى إنسان آخر يعمل بطريقة آلية.

وهناك مثال آخر فيه مدى إفادة "الجزري" من هذا النوع من الاستدلال بصورة رائعة وهو كيفية عمل جارية تخرج من خزانة كل زمان وفي يدها قدح وشراب حيث يقول: "في صفة ظاهر الصورة ومعناها: وهي خزانة من الخشب

طولها نحو من سبعة أشبار وعرضها شبران ونصف، ولها باب عليه مصراعان مطبقان، ولتكن هذه الخزانة إلى جانب ملك في مجلس الشراب وهي لطيفة الصنعة مغرقة بالنقوش، وعند مضي ثمن ساعة يفتح المصراعان عن جارية قائمة في الباب بيدها اليمنى قدح من زجاج مملوء من شراب، وفي يدها الشمال مندبل لطيف فيأخذ الملك القدح ويشرب ما فيه من الشراب ويعيد القدح إلى يدها، وإن شاء مسح فاه بالمندبل، ثم إنه يطبق عليها المصراعين وكذلك يجري الأمر كل ثمن ساعه..^(٦٤).

ثم يوضح كيفية عمل الجارية أو بمعنى أصح كيفية تنفيذ هذه الفكرة أو التصميم حيث يقول: "يتخذ للجارية يدين نحاس خفيفة ما أمكن وهي اليمنى وأصابعها وكفها كأنها قابضة على قدح من أقداح الشراب وساعدها ومرفقها، وفي مرفقها محور يتحرك عليه إلى فوق وأسفل طرفاه ثابتان في كمها، وفي مرفقها فضلة تمتد كالعمود وينفذ طرفه من ظهرها نحوًا من طول أصبع ويعطف طرفه إلى أسفل سيرًا وحينئذ تدفع الجارية إلى ظهر الخزانة حتى تدخل يدها وهي ممدودة وفيها قدح إلى داخل الخزانة"^(٦٥).

ثم يواصل "الجزري" حديثه قائلاً: "وتجري الجارية على البكرات بسرعة وتفتح المصراعين بيدها اليسرى وفيها المندبل ولا حركة لليد اليسرى وهي أطول من اليمنى، ومتى دفعت المصراع الأيسر باليد اليسرى انفتح المصراع الأيمن أولاً، لأنه منطبق على الأيسر ولا يماس قدح الزجاج،..... ويتخذ في أرض حوض الكفة ثقب واسع وعليه أنبوب قصير وهو مقدر مسامته القدح إذا كانت الجارية في داخل الخزانة معوقة عن الخروج."^(٦٦)

مما سبق يتضح مدى نجاح "الجزري" في استخدامه للاستدلال التمثيلي، وكتابة الجامع بين العلم والعمل يتضمن أمثلة أخرى على استخدامه لفكرة الإنسان الآلي بلغة العلم الحديث مثل: عمل الكاتب، وصورة للإنسان في عمل الساعات المستوية، وهو بذلك يبرز الطابع النموذجي للواقعة العلمية على حساب الجانب المنفرد الخاص (لأن رجل العلم إذا كان يبدأ بالجزئي والخاص فلكي يستخلص منه ما هو كلي، ولا يتم ذلك إلا بإعادة بناء المعطيات بحيث تكون خلقاً جديداً له... المباشرة المتميزة في عين الوقت الذي تكون فيه نموذجاً متكرراً متصلاً بغيره).^(٦٧)

هذا من ناحية ومن ناحية أخرى، فإن "الجزري" قد شارك غيره من العلماء العرب في استخدامه للاستدلال بالمثل في المجال العلمي، وفي هذا رد على بعض المفكرين العرب الذين رأوا أن العرب استخدموا هذا النوع من الاستدلال في المجالات الدينية فقط مثل "محمد عابد الجابري" الذي يرى "أن قياس التمثيل - أو قياس الغائب على الشاهد - تلك الطريقة العلمية التي كانت الأساس المنطقي - الذي قامت عليه العلوم العربية الإسلامية إلى قياس لـ (الجديد) على (القديم) فأصبحت معرفه الجديد متوقفة على اكتشاف قديم يقاس عليه لقد أصبح "القياس" يمارس بشكل آلي دون استقراء وتحليل".

في نهاية بحثنا يمكننا القول مطمئنين إلى أن "الجزري" قدم نموذجاً رائعاً للعالم الذي تيسر له الجمع بين العلم وتطبيق العلم، مؤمناً بضرورة إبراز دور العلم في تسهيل نمط الحياة في المجتمع. وكان في سعيه - الذي أشار البحث إليه معتمداً منهجاً علمياً مما كفل له أن يخطو بعلم الحيل (الميكانيكا) خطوات

واسعة، ويعد العلم تراكمي فإن إسهامه أتي مشتركاً مع سواه إلا من العلماء العرب فنجحوا في رسم ملامح التكنولوجيا العربية.

خاتمة البحث:

١ - المنهج يشكل ركيزة أساسية من الركائز التي يرتكز العلم عليها، للوصول إلى الحقيقة، والبرهنة عليها من خلال هذه الطائفة من القوانين والتطبيقات التي تنتج، للعالم، في نهاية المطاف تفسير الوقائع والجزئيات. وبصدد المنهج عند العرب في علم الحيل يمكن القول:

- المنهج واحد من أهم أسباب تطور العلوم، بصفة عامة، وعلم الحيل أو الميكانيكا بصفة خاصة. ولقد أدرك العلماء العرب في علم الحيل ضرورة التآزر بين العلم وتطبيقاته العملية، وجاءت انجازاتهم وابتكاراتهم الميكانيكية شاهداً لهم في هذا المجال. بل إننا لا نتجاوز الحقيقة إذا قلنا إن بعض مبنكراتهم غيرت نمط الحياة في مجتمعاتهم.

- تنبه العلماء العرب مبكر إلى ضرورة الاستفادة من الجانب التطبيقي للعلم بما يفيد المجتمع، ولقد تجلى وعيهم هذا - ضمن ما تجلى - في سياق آخر هو التصنيفات العلمية العربية، بعده علماً تطبيقياً.

٢ - ترجع الجذور التاريخية لعلم الحيل إلى القداماء من المصريين والسومريين الذين ابتكروا كثيراً من الآلات الرافعة، وشبكات ري الأراضي، وغيرها من الابتكارات، التي كان هدفها تيسير أمور الحياة، غير أنهم لم يعتمدوا على منهج علمي.

أما اليونان فعلم الحيل لديهم كان عبارة عن اندماج الرياضيات اليونانية بالتقانة المصرية والسومرية؛ فأحدثوا تطوراً مهماً في الآلات والأجهزة الهيدروليكية، وبناء السفن المزودة ببعض الماكينات العسكرية، وبرزت بعض الأسماء من مثل: إقليدس، وأرشميدس.

٣- قد كان للعرب والمسلمين النصيب الأوفى من علم الحيل وتطبيقاته العملية، واشتهر منهم "بنو موسى بن شاكر" بما لهم من اختراعات ميكانيكية، ومؤلفات علمية في هذا المجال، وتلك إضافة تحسب للعلماء العرب وهي التأليف في علم الحيل. كذلك إقامتهم هذا العلم لديهم على منهج علمي، استطاعوا من خلاله الخطو بهذا العلم خطوات واسعة. ومن العلماء الذين كانت لهم بصمات واضحة "الحسن بن الهيثم" و "أبو العز إسماعيل بن الرزاز الجزري" ومن جاء بعدهما مقل "تقي تادين محمد بن معروف".

٤ - كتاب (الجامع بين العلم والعمل في صناعة الحيل) الذي ألفه "الجزري" جاء في لغة علمية محددة، وهي السمة التي وسمت كتابات العلماء العرب والمسلمين عامة. كما كان "الجزري" دقيقاً في تناوله للنص العلمي، مفنداً محتواه المعرفي، الذي يشمل المحتوى التجريبي والمحتوى المنطقي، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى أبرز التكامل بين المنهج الاستنباطي والمنهج الاستقرائي وكذا الاستدلال التمثيلي.

٥ - كان للاستدلال التمثيلي دوراً بارزاً فيما قدمه "الجزري" من نماذج رائعة للساعات المستوية والزمانية، والتي استعان فيها بنموذج الإنسان المتحرك أو شكل الكاتب، بل الإنسان الذي يتحرك بصورة شبه آلية؛ فكان هذا أول نموذج للإنسان الآلي أو الروبوت "بلغه العلم الحديث، هذا من ناحية، ومن ناحية

أخرى، فإن ما قدمه "الجزري" - مشاركًا غيره من العلماء العرب - فيه ردٍ كافٍ على بعض المفكرين العرب أمثال: "محمد عابد الجابري" الذين يرون أن الاستدلال التمثيلي اقتصر استخدامه عند العرب والمسلمين على المجالات الدينية والفقهية. لكن أمثال "الجزري" أثبتوا أن الاستدلال التمثيلي - في التراث العلمي العربي والإسلامي - قد استخدم في مجالات علمية بحتة.

أخيرًا، يمكن القول: إن "الجزري" قدم نموذجًا رائعًا للعالم الذي تيسر له الجمع بين العلم وتطبيق العلم فيما يعود نفعًا للمجتمع، وقد قاده هذا الوضع إلى أن يخطو بعلم الحيل خطوات واسعة، وكان خطوة حقيقية في رسم ملامح التكنولوجيا العربية، بل لعله من نافلة القول أن "الجزري" أسهم في تشكيل ملامح خطى العلماء ممن أتوا بعده.

الهوامش

(^١) ماذا تعرف عن علم الحيل (الميكانيكا) وما دور علماء المسلمين فيه، الباحثون المسلمون
<https://muslims.res.com>.

(^٢) منهل سراج- علم الحيل فى الحضارة الإسلامية

Detail.<http://ency.com.sy>

وأيضاً انظر الجرجاني، التعريفات، تحقيق إبراهيم الأبيارى، دار الكتاب العربى، ط١، ص ١٠٠ أيضاً ابن منظور، لسان العرب، دار المعارف، مصر.
أيضاً موسوعة المفاهيم الإسلامية، مفهوم علم الحيل سنترى ميراث الرسول أ.د. احمد فؤاد باشيمه

<https://alresalaz.forumegypt.net>

(^٣) الهدف من علم الحيل تقليل <https://www.almnsq.com>

(^٤) جلال وسى: منهج البحث العلمى عند العرب فى العلوم الطبيعية والكونية، دار الكتاب اللبنانى، بيروت ١٩٧٢م.

(^٥) التصنيف لغة: التنوع والتأليف، ومنه تصنيف الكتب وأصطلاحاً تقسيم الأشياء او المعانى وترتيبها فى نظام خاص وعلى اساس معين بحيث تبدو صلة بعضها ببعض ومنه تصنيف الكائنات، وتصنيف العلوم، انظر المعجم الفلسفى، إصدار مجمع اللغة العربية، القاهرة، ١٩٧٩، ص ٤٥.

* التصنيف لغة: التنوع والتأليف، ومنه تصنيف الكتب وأصطلاحاً يقسم الأشياء او المعانى وترتيبها فى نظام خاص وعلى اساس معين بحيث تبدو صلة بعضها ببعض ومنه تصنيف الكائنات، وتصنيف العلوم، انظر المعجم الفلسفى، إصدار مجمع اللغة العربية، القاهرة، ١٩٧٩م، ص ٤٥.

(^٦) انظر محمد على ابو ريان: تاريخ الفكر الفلسفى (أرسطو والمدارس المتأخرة) الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة، ١٩٧٤، ط٢، ج ٢، ص ٣١، ٣٢.

(^٧) محمد على أبو ريان: المرجع السابق نفسه،

(^٨) محمد على ابو ريان: تصنيف العلوم بين الفارابى وابن خلدون، عالم الفكر، عدد ابريل - يونيه ١٩٧٨ الكويت، ص ٩٩.

(٩) الفارابي: إحصاء العلوم، تحقيق عثمان أمين، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٦٨، ص ٥٣.

(١٠) انظر: محمد على أبو ريان: تصنيف العلوم بين الفارابي وابن خلدون، ص ١٠٨، وأيضا أحمد عبدالحليم عطيه: دراسات في تاريخ العلوم عند العرب، دار الثقافة، القاهرة، ١٩٩١، ص ٨٢، ولمزيد من التفاصيل عن تصنيف الفارابي .. أنظر: رسالته (التنبه على سبيل السعادة) مطبوعة مجلس دائرة المعارف العثمانية من أباد الدكن ١٣٤٦ هـ- ص ٢٠، ٢١، وتدخل فيه المنطق آلة العلوم أو مدخلا لها، في حين أنه في كتابه (إحصاء العلوم) جعله قسما من اقسام الحكمة النظرية.

(١١) ابن سينا: (رسالة في اقسام العلوم العقلية) في كتاب تسع رسائل في الحكمة والطبيعات، مطبوعة هندية بالموسكى مصر، ١٩٠٨، ص ١٠٤، ١٠٥.

(١٢) ابن سينا: (رسالة في أقسام العلوم العقلية): المرجع السابق نفسه.

(١٣) ابن سينا: المرجع السابق، ص ١٠٦.

(١٤) محمد على أبو ريان: تصنيف العلوم بين الفارابي وابن خلدون، ص ١١.

(١٥) ابن سينا: أقسام العلوم العقلية، ص ١٠٦، ولمزيد من التفاصيل عن أقسام الحكمة العملية، انظر ابن سينا: أقسام العلوم العقلية، ص ١٠٧، ١٠٨ وعن أقسام المنطق أنظر ص ١٣٦ وما بعدها، وعن تصنيف ابن سينا انظر جورج فنواي: اسهام ابن سينا في تقدم العلوم مجلة التراث العلمى العربى، ع ٥، دار القلم العربى دمشق، ص ٢٠، وما بعدها.

(١٦) محمد على أبو ريان: تصنيف العلوم بين الفارابي وابن خلدون، ص ١٣٣.

* جدير بالذكر أن تشير إلى أن هناك بعض التصنيفات الحديثة مثل تصنيف "فرنسيس بيكون" حيث يرى ان العلوم من إنتاج الفكر، والفكر يتكون من ثلاث قوى وقد حصر هذه القوى فى ثلاث الذاكرة والمخيلة والعقل، ولذلك فقد قسم العلوم الى علم التاريخ وتحصيله بالذاكرة، وهو قسمان: التاريخ المرئى والتاريخ الطبيعى، ثم الشعر وتحصله بالمخيلة والفلسفة ونحصلها بالعقل، ثم يتناول علوم العقل (الفلسفة) وقسمها حسب موضوعاتها الله والطبيعة والإنسان: أى الفلسفة الإلهية، والفلسفة الطبيعية التى تدرس الظواهر المادية ثم الميكانيكا والسحر، وتالف الأقسام الفلسفة الانسانية التى تفتقر الفسيولوجيا والتشريح وعلم النفس، ثم العلاقات الاجتماعية والسياسية أنظر: أحمد عبدالحليم عطيه - دراسات فى تاريخ العلوم عند العرب، ص ١٨، ١٩ وعلى الرغم من أن ابن سينا تابع فى تصنيفه السابقين عليه من اليونان

والإسلاميين إلا أنه كان أكثر عمقا من " بيكون" من حيث الأسس التي قام بها التصنيف وايضا نسق التصنيف.

(١٧) د. أحمد مطلوب، علم الحيل عند العرب،

<http://www.arabacademy.gov.sy>

(١٨) د. أحمد مطلوب، علم الحيل عند العرب،

<http://www.arabacademy.gov.sy>

(١٩) ابن خلدون - مقدمة ابن خلدون - دار الكتب العلمية، بيروت، ط٤، سنة ١٩٧٨، ص ٤٣٤، ٤٣٥.

(٢٠) د. أحمد مطلوب، المرجع السابق.ص٤

(٢١) المرجع السابق، وأيضا محمد على ابو ريان تصنيف العلوم بني الفارابي وابن خلدون، ص ١٣٥.

(٢٢) منهل السراج - علم الحيل في الحضارة الاسلامية

[Detail.http://arab.ency.com.sy](http://arab.ency.com.sy)

(٢٣) منهل السراج، المرجع السابق.

[Detail.http://arab.ency.com.sy](http://arab.ency.com.sy)

لمزيد من التفاصيل انظر: د توفيق الطويل، العرب والعلم في العصر الإسلامي الذهبي، القاهرة، بدون تاريخ، ص ٥٤.

(٢٤) د. أحمد مطلوب، علم عند العرب

<http://www.arabacademy.gov.sy>

أيضا د. عبدالحليم منتصر- تاريخ العلم ودور العلماء العرب في تقدمه- دار المعارف - القاهرة، ط٢، ١٩٦٧، ص ١٧٠.

(٢٥) المرجع السابق .

(٢٦) ألدومبيلي: تاريخ العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي . ترجمة د. عبدالحليم النجار، د. محمد يوسف موسى، القاهرة، دار القلم، ط١، ١٩٦٢، ص ١٤٤.

(٢٧) د. أحمد مطلوب علم الحيل عند العرب.ص٦

* لا بد ان نشير هنا الى أن العرب عرفوا أنواعا من الحيل وهي: ١-علم الحيل الشرعية وتسمى بالحيل الفقهية، ٢- علم الحيل الساسانية: وهو علم يعرف به طريق الاحتيال في

جلب المنافع وتحصيل الأموال، ٣- علم الحيل الروحانية: وهو من العلوم المتصلة بالهندسة الميكانيكية ويبحث في الحركة ن وفي معادلة القوى المحرومة والآلات ويسمى في اللغة الحديثة باسم الميكانيكا، المرجع السابق.

(٢٨) زيغريد هونكه - شمس العرب تسطح على الغرب ترجمة فاروق بيضون، وكمال دسوقي، المكتب التجارى للطباعة والنشر، بيروت، ط٢، سنة ١٩٦٩، ص ١٢٢.

(٢٩) عمر فروخ: تاريخ العلوم عند العرب، دار العلم بيروت، ١٩٧٠م، ص ٢٢٦.

(٣٠) ابن النديم: الفهرست، دار المعرفة، بيروت، بدون تاريخ، ص ٤٣٤.

(٣١) أحمد مطلوب: علم الحيل عند العرب

* ولمزيد من التفاصيل عن علم الحيل عند العرب انظر: عمر فروخ: تاريخ العلوم عند العرب، ص ٢٢٦، أيضا قدرى حافظ طوقان، العلوم عند العرب، دار اقرأ، عمان، الأردن، بدون تاريخ، ص ٢٦، وزيغريد هونكه، شمس العرب تسطح على الغرب، ص ١٢٢، وأيضًا عبدالحليم منتصر، تاريخ العلم ودور العلماء العرب في تقدمه، ص ١٧٠.

(٣٢) أبو العز إسماعيل الجزرى: الجامع بين العلم والعلم النافع في صناعة الحيل- تحقيق د. أحمد يوسف الحسن- معهد التراث العلمي العربي. جامعة حلب، ١٩٧٩، ص ٣٩٣.

(٣٣) الحسن بن الهيثم - مخطوط المقالة الرابعة - من كتاب المناظر- معهد إحياء المخطوطات - التابع لجامعة الدول العربية بالقاهرة- المقالات الرابعة، الخامسة، السادسة، (السابعة)، ص ٦٩، ٧٠.

(٣٤) المرجع السابق ص ٧٠، ٧١ وأيضًا مصطفى نظيف- الحسن بن الهيثم بحوثه وكشوفه البصرية، ١٣٦١هـ-١٩٤٢م. ج١، ص ٤٩، ٥٠.

(٣٥) مصطفى نظيف، الحسن بن الهيثم ن بحوثه وكشوفه البصرية العصرية. ص ٥١.

(٣٦) مصطفى نظيف، الحسن بن الهيثم من بحوثه وكشوفه البصرية العصرية. ص ٥٢.

(٣٧) د. أحمد مطلوب، علم الحيل عند العرب، ص ٢٣.

(٣٨) د. أحمد مطلوب، علم الحيل عند العرب، ص ٢٣.

(٣٩) جورج سارتون تاريخ العلم والإنسية الجديدة، ترجمة اسماعيل مظهر القاهرة، نيويورك، مؤسسة فرانكلين، ١٩٦١، ص ٨٧.

(٤٠) رينيه ديبو، رؤى العقل ترجمه، فؤاد صروف، بيروت، المؤسسة الوطنية للنشر، بدون تاريخ، ص ٤٤.

- (^{٤١}) جورج سارتون: المرجع السابق، ص ١١٣.
- (^{٤٢}) جورج سارتون: المرجع السابق، ص ١١٣.
- (^{٤٣}) أحمد يوسف الحسن - مقدمة كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة، ص ٣٥.
- (^{٤٤}) جورج سارتون - تاريخ العلم - ج ٢ ترجمة جورج حداد، ماجد فخري وآخرون، دار المعارف، مؤسسة فرانكلين، القاهرة، نيويورك، ١٩٧٠، ص ٦٣١، أيضاً انظر ألدوميلي، تاريخ العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي، ص ٣٠٥.
- (^{٤٥}) راجع د. صلاح قنصوه - فلسفة العلم - دار الثقافة - القاهرة، ١٩٨١، ص ٤٤، ٤٥، ٧٠.
- (^{٤٦}) الجزري: الجامع بين العلم والعمل، ص ٣، ٤.
- (^{٤٧}) المصدر السابق، ص ٤.
- (^{٤٨}) الجزري: الجامع بين العلم والعمل، ص ٦٥.
- (^{٤٩}) الجزري - المرجع السابق، ص ٩، ١٠.
- (^{٥٠}) المصدر السابق، ص ١١.
- ^{٥١} - الجزري - المصدر السابق - ص ١٩٨، ١٩٩ .
- ^{٥٢} - المعجم الفلسفي - إصدار مجمع اللغة العربية الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية - القاهرة سنة ١٩٧٩ - ص ١٩٥ .
- ^{٥٣} - د. صلاح قنصوه - فلسفة العلوم ص ٤٤، ٤٥، ٧٠.
- ^{٥٤} - د. عبد الرحمن بدوي - مناهج البحث العلمي - وكالة المطبوعات - الكويت ط ٣ ١٩٧٣ - ص ٨٣.
- ^{٥٥} - يميل "بول موي" إلى الرأي القابل بأن الاستقراء والاستنباط هما نمطان من أنماط الاستدلال، ويسمى الأول بالاستدلال الباحث الذي ينتقل من الوقائع إلى القوانين، وهو يفترض مبدأً خاصاً به هو مبدأ الحتمية، والثاني (أي الاستنباط، يسميه الاستدلال الاستنباطي ينقل من المبدأ إلى النتائج، ويرده أرسطو إلى القياس . أنظر بول بول موي - المنطق - وفلسفة العلوم - ترجمة - فؤاد زكريا - القاهرة - النهضة مصر بدون تاريخ - ص ٢٤٦.

- ^{٥٦} - جوف كيميبي - الفيلسوف والعلم - ترجمه محمود الشريف - بيروت - المؤسسة الوطنية - ١٩٦٥ - ص ١٧٠ - وفي هذا المعنى أيضاً أنظر ماهر عبدالقادر محمد على - فلسفة العلوم المنطق الاستقرائي - ج١ - بيروت - دار النهضة الغربية ١٩٨٤ - ص ٣٦ .
- ^{٥٧} - الجزري: الجامع بين العلم والعمل ص ٣٩١ .
- ^{٥٨} - الجزري - المصدر السابق ص ٣٩٤ .
- ⁵⁹ - D.carny and R.K. Schear: Fundamentales of Logic, Newyork, London, 1.64 , P.141 .

كما يذكر المؤلفان: أن قياس التمثيل له استخدامات أخرى:

- ١- استخدام قياس التمثيل لاءاء امثلة توضيحية او للتفسير
- ٢- دور التمثيلات في افتراض الفروض ٣- استخدامات في الحجج والجدل (المناظرات) *ibid*P. 141

- ^{٦٠} - على سامي النشار - مناهج البحث عند مفكرى الإسلام - دار المعارف - القاهرة - ط ٤ - ١٩٧٨م - ص ٦١ . وإلى مثل هذا الرأي أي أن (أي التمثيل انتقال من جزئي إلى جزئي) يذهب نيقولا ريشر في كتابه تطور المنطق العربي، حيث يقول: أن التمثيل فهو حكم على جزئي بمثل ما في جزئي آخر يوافقه في معنى جامع، ويسمى المحكوم عليه فرعاً، أو الشبيه أصلاً (أنظر نيقولا ريشر . المقطن العربي - ترجمه وتعليق محمد مهران . القاهرة . دار المعارف ط - ١٩٨٥ - ص ٧ .
- ^{٦١} - الجزري - المصدر نفسه - ص ٣٨٤ .
- ^{٦٢} - المصدر نفسه ص ٣٨٥ .
- ^{٦٣} - الجزري: المصدر نفسه ص ٣٨٦ .
- ^{٦٤} - المصدر نفسه ص ٣٠٦ .
- ^{٦٥} - الجزري - المصدر نفسه - ص ٣٠٦ ، ٣٠٧ .
- ^{٦٦} - الجزري - المصدر نفسه - ص ٣٠٦ ، ٣٠٧ .
- ^{٦٧} - صلاح قنصرة - فلسفة العلم - ص ١٨٥ .

المصادر والمراجع

أولاً، المصادر:

- الجرجاني: التعريفات، تحقيق، إبراهيم الإبياري، دار الكتاب العربي، بيروت، ط ١، ١٤٠٥م.
- أبو العز إسماعيل الجرزي: الجامع بين العلم والعلم النافع في صناعة الحيل، تحقيق أحمد يوسف الحسن، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، سوريا ١٩٧٩.
- الحسن بن الهيثم: مخطوطة المقالات من الرابعة حتى السابعة من كتاب المناظر، معهد إحياء المخطوطات التابع لجامعة الدول العربية، (المقالة الرابعة).
- ابن سينا: رسالة في أقسام العلوم العقلية "ضمن تسع رسائل في الحكمة والطبيعات"، مطبعة هندية بالموسكي، القاهرة، ط ١، ١٩٠٨.
- المعجم الفلسفي: (إصدار) مجمع اللغة العربية، القاهرة ١٩٧٩.
- ابن منظور المصري: لسان العرب، دار المعارف، القاهرة.

ثانياً المراجع :

- أحمد مطلوب: علم الحيل عند العرب، بغداد
<https://www.araacademy.gov.sy>
- ألدوميلي: تاريخ العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي، ترجمة: عبد الحليم النجار، ومحمد يوسف موسى، دار القلم ط ١، القاهرة ١٩٦٢.
- بول مول: المنطق وفلسفة العلوم. ترجمة: فاد زكريا، التهضة، القاهرة (د. ت).

- توفيق الطويل: العرب والعلم في العصر الإسلامي الذهبي القاهرة، بدون تاريخ.
- جلال موسى: منهج البحث العلمي عند العرب في العلوم الطبيعية والكونية، دار الكتاب اللبناني، بيروت، ١٩٧٢.
- جورج سارتون: تاريخ العلم والإنسية الجديدة، ترجمة: إسماعيل مظهر، مؤسسة فرانكلين، نيويورك - القاهرة ١٩٦١.
- جورج قنوتاي: إسهام ابن سينا في تقدم العلوم، مجلة التراث العلمي العربي، العدد الخامس، المجمع العلمي العربي بدمشق.
- جون كيميبي: الفيلسوف والعلم، ترجمة: محمود الشريف، المؤسسة الوطنية للنشر - بيروت ١٩٨٤.
- عبد الرحمن بن خلدون: مقدمة ابن خلدون، دار الكتب العلمية ط ٤، بيروت ١٩٧٨.
- رينيه ديبو: رؤى العقل، ترجمة: فاد صروف، المؤسسة الوطنية للنشر، بيروت. (د. ت)
- زيجريد هونكه: شمس العرب تسطع على الغرب، ترجمة: فؤاد بيضون، و كمال دسوقي. المكتب التجاري للطباعة والنشر ط ٢. بيروت ١٩٦٩.
- صلاح قنصوة: فلسفة العلم، دار الثقافة، القاهرة ١٩٨١.
- عبد الحليم عطية: دراسات في تاريخ العلوم عند ابن سينا، دار الثقافة، القاهرة ١٩٩١.
- عبد الحليم منتصر: تاريخ العلم ودور العلماء العرب في تقدمه، دار المعارف، ط ٢، القاهرة ١٩٦٧.

- عبدالرحمن بدوي: مناهج البحث العلمي، وكالة المطبوعات، ط ٣، الكويت ١٩٧٣.
- عمر فروخ: تاريخ العلوم عند العرب، دار العلم، بيروت ١٩٧١.
- الفارابي: إحصاء العلوم، تحقيق عثمان أمين، مكتبة الأنجلو، القاهرة ١٩٦٨.
- قدرى حافظ: العلوم عند العرب، دار اقرأ. عمان / الأردن (د. ت).
- ماهر عبد القادر: فلسفة العلوم المنطق الاستقرائي، دار النهضة العربية ١٩٨٤، بيروت.
- محمد علي أبو ريان: تاريخ الفكر الفلسفي أرسطو والمدارس المتأخرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب م ١٩٧٤، القاهرة .
-: تصنيف العلوم بين الفارابي وابن خلدون مجلة عالم الفكر، الكويت، عدد : أبريل - يونيو ١٩٧٨.
- مصطفى نظيف: الحسن بن الهيثم بحوثه وكشوفه البصرية العصرية مطبعة الاعتماد، مصر، ج ١، ١٩٤٢.
- ثالثاً، المواقع الإلكترونية:
 - أحمد فؤاد باشا: موسوعة المفاهيم الإسلامية، مفهوم علم الحيل، منتدى ميراث الرسول. <https://alresalaz forum Egypt.net>
 - منهل سراج: علم الحيل في الحضارة الإسلامية.. <https://arab-ency.com.sy> <https://muslims.res.com>

Abstract

Science in one of its definitions is a study of a specific subject that has a fixed method to reach a set of principles, and laws focus on general issues and general facts, derived from facts and particulars. Therefore, the method constitutes an important pillar of the basic pillars on which science rests in order to reach the truth or prove it through this group of laws and opinions that ultimately produce for us the interpretation of facts and details.

Since the method has such importance for science, as without it, it becomes a body without a soul, and Muslim scholars realized that fact, so their scientific results came to a high degree of accuracy and reliability. Rather, their achievements came as a shining beacon to those who followed them from among the scholars. Therefore, the research focused on studying the curriculum of Muslim scientists and engineers in the science of tricks or "mechanics", one of the applied sciences. The scientist "Abu Al-Ezz Ismail Al-Jazari" was the most prominent scientist in this science with his scientific achievements and mechanical innovations.

The study was divided into parts as follows:

part One: The science of tricks among Muslims: meaning and history.

- The meaning of the science of tricks, linguistically and idiomatically, and its position in the classification of sciences.
- The historical roots of the science of tricks.
- Former Muslim Scientists and Engineers on Al-Jazari.

The second part: Science and method according to Al-Jazari.

- Al-Jazari, his life and writings.
- The science of Al-Jazari and how he deals with the scientific text.
- The approach that he adopted, such as (experimental - deductive - representative)

key words: The science of tricks - Al-Jazari - method - laws - meaning - history - deduction