



جامعة المنصورة
كلية السياحة والفنادق

نماذج من الإبداعات التقنية الآلية الدقيقة
” الحيل ” الإسلامية
(في ضوء الأدلة التاريخية والأثرية)

إعداد

برديس عبدالحليم الراجحي

باحثة دكتوراه

ملخص البحث:

يتناول البحث نماذج من الإبداعات التقنية الآلية المبتكرة، والتي تعتبر دليلاً على مدى التطور التقني " التكنولوجي " قديماً، أو ما كان يعرف بعلم الحيل، ولكن لسوء الحظ لم يصل إلينا من إبداعات هذا التقدم العلمي الهائل، سوى بعض النماذج اليسيرة والتي لم تحظى دراستها بالاهتمام الكافي لدى الباحثين في مجال الفنون والحضارة الإسلامية، كما أن ما يبقى لدينا كدليلاً على مدى تقدم الحضارة الإسلامية في العلوم التقنية الآلية، يظهر من خلال المنمنمات في المخطوطات العلمية، أو عبر وصف حادثة ما لرحالة أو مؤرخين يذكروا بها مثل هذه النماذج. لذا كان البحث ضرورة ملحة لالقاء الضوء على بعض من تلك النماذج التقنية الإبداعية، في الحضارة الإسلامية، خاصة في ظل الاهتمام العالمي بالتقدم التكنولوجي وتقنيات الذكاء الاصطناعي.

الكلمات الدالة:

التقنية الدقيقة، الآلية، الجزرى، الحيل، ذاتية الحركة، الإبداع

مقدمة

عرف العرب قديماً هذا النوع من العلوم الخاصة بالابتكارات والابداع، باسم " علم الحيل"، حيث قصدوا به اختراع الآلات التي تتحرك من ذاتها، وتؤدي بعض الأعمال من دون مشاركة الإنسان فيها، ويجب الإشارة الى أن العرب لم يكتفوا بترجمة كل ما وصل لأيديهم من مؤلفات يونانية تتعلق بعلم الحيل والتراكيب، بل اضافوا اليها الكثير من الاختراعات، حتى أصبح لديهم العديد من الابتكارات التي وضعوها في مؤلفاتهم، التي حوت كيفية صناعة تلك الآلات و استعمالها واشكالها، فيما يعرف بمخطوطات علم الحيل الإسلامية¹.

كما أنهم جعلوا من هذا العلم، علماً تطبيقياً وذلك للحصول على الفعل الكبير من الجهد اليسير، فيما يخدم الاغراض الدينية

¹سليم طه التكريتي، الحيل والتركيب عند العرب، (مجلة الأقاليم، عدد4، 1965)، 83؛
S.E. Al-Dajaziri, The Golden Age and Decline of Islamic
Civilization, (Bayt-Al Hikma press, Manchester,2006),393

والدنيوية، وليس بغرض المتعة فقط، لذا فقد اطلق عليه "الحيل النافعة"².

ولقد بلغ اتقان المسلمين لهذا النوع من الحيل، الى أن تغزل الشعراء بتلك الألعاب والآلات، كما سيتم تذكره عند عرض بعضها في الأمثلة، مما يدل على براعة واتقان العلماء لهذا النوع من العلوم، بالإضافة الى كون تلك الآلات التي لم يتبقي منها سوى اشكالها في المخطوطات، قد تمت صناعتها بالفعل.

وينقسم هذا البحث الى الخلفية التاريخية عن العلوم التقنية او ما يعرف بعلم الحيل قديماً، عبر التعريف بمصطلح هذا العلم وتوضيح اشكالية ترجمة وتفسير مصطلح هذا العلم لدى الباحثين، ثم يتناول تاريخ التقنية في الحضارات القديمة، وتوضيح دور منهج التجريب العلمي في تطور هذا العلم في الحضارة الإسلامية مع القاء الضوء على اهم العلماء المسلمين ممن اشتهروا بمعرفتهم بهذا العلم او ممن اشتهرت اعمالهم في هذا العلم

²محمد أحمد الكردوسي، علم الحيل الهندسية في مصر الفاطمية والأيوبية، (المؤرخ المصري، 2014)، 9

وأصبحت تصاوير مخطوطاتها دليلاً أثرياً وتاريخياً في آن واحد،
واشهرهم العالم الجزائري.

ثم تأتي الدراسة الوصفية التحليلية من خلال وصف وتحليل نماذج
من تلك الإبداعات التقنية وتصنيفها مثل الصناديق ذات الأقفال
المعددة " الرقمية"، والدمى ذاتية الحركة: "الروبوتات"، بالإضافة
الى عرض لنماذج أخرى من التقنيات الآلية الدقيقة مثل الساعات
المائية و الأواني العجيبة وغيرها. وذلك من خلال الدليل الأثرى
المتمثل في بعض القطع الفنية في المتاحف العالمية، او صورها
في المنمنمات الخاصة بالمخطوطات العلمية، بالإضافة الى
وصف وتحليل اقوال المؤرخين، عند ذكر نماذج شبيهة ثم ينتهي
البحث بخاتمة وعرض لأهم النتائج التي توصلت اليها الباحثة.

اهداف البحث:

تهدف الدراسة الى التعرف على مدى التقدم التكنولوجى في
الحضارة الإسلامية، بالإضافة الى التعرف على نماذج من تلك
الإبداعات التقنية الدقيقة من خلال امثلتها في التحف الفنية، مع
محاولة اثبات تنفيذ ما اندثر منها وبقيت فقط في تصاوير

المخطوطات العلمية الخاصة بعلم " الحيل" من خلال ما ذكره المؤرخون والأدباء القدامى عن تحف مماثلة .

كما تهدف الدراسة ايضاً الى التعرف على بعض العلماء الآخرين، الذين لم يحظوا بشهرة مماثلة لشهرة العالم الجزري في مجال التقنيات الدقيقة خلال العصر الإسلامي.

المقصود بالتقنية الآلية الدقيقة "Fine Technology"
:"

هي فرع دقيق مشتق من علم الهندسة، حيث يختص بالآلية الفنية الدقيقة، وضوابط التحكم المعقدة للألات.³

والتقنية "Technology"، بشكل عام هي كلمة معربة عن الكلمة الإنجليزية، والتي مشتقة بدورها من الاصل اللاتيني المكون من

³Joseph Casulleras” Mechanics and Engineering”, The Oxford Encyclopedia of Philosophy, Science, and Technology in Islam, VOL.1,(OXFORD UNIVERSITY PRESS,2014),539؛ دونالد ر. هيل، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، ترجمة: أحمد فؤاد باشا (مطابع السياسة، الكويت، 2004) 163،

جزأين " Techno " وتعنى فن او حرفة، وlogos" وتعنى علم، اى انها علم الحرف والفنون، ولكن بمعناها الإصطلاحى؛ فهى تعنى التطبيقات العملية للعلم والمعرفة في جميع المجالات، اى انها تدل على الطرق التى يستخدمها الناس في اختراعاتهم واكتشافاتهم لتلبية احتياجاتهم واشباع رغباتهم، و ابتكار واستخدام الادوات والآلات لى تجعل العمل ميسوراً واكثر انتاجية⁴

تاريخ التقنية الدقيقة في الحضارات القديمة:

اهتم قدماء المصريين واليونان والرومان بهذا النوع من العلوم التقنية، ولكن كانوا يستعملونه في الغالب للاغراض الدينية في المعابد، وفي السحر والتسلية، وكان من أشهر العلماء الذين اهتموا بالابتكارات الآلية والدمى المتحركة العالم اليونانى كستيبوس، حيث ابتكر الارغن المائى، كما اهتم العالم اليونانى ارشميدس ايضاً بجزء هام من التقنية الدقيقة وهو الساعات المائية، بالاضافة الى بعض الدمى المتحركة والذي ساهمت مؤلفاته المترجمة في تنفيذ بعض التقنيات خلال العصر

⁴خضر حيدر، مفهوم التقنية دلالة المصطلح ومعانيه وطرق استخدامه،(مجلة الإستغراب، عدد2019، 15)، 284 ويلاحظ التفرقة بين التقنية والتقانة technique واختلاف العلماء حول تفسير كلا منهما ايضاً

الإسلامي، كتفنيذ ما عرف بشجرة الطيور المتحركة، كما كان
لؤلفات فيلون البيزنطي والتي تعود للقرن 3م أهمية كبيرة في
الهام علماء المسلمين في مجال التقنية الآلية الدقيقة عبر تطويرها
وتفنيذ البعض منها.⁵

التقنيات الآلية الدقيقة في الحضارة الإسلامية:

ولاً: علم الحيل ما بين " التقنية الدقيقة " و " الهندسة

الميكانيكية":

يختلف كثير من الباحثين حول ترجمة وتفسير مصطلح علم "
الحيل" الإسلامي، ويتم ترجمته في كثير من المراجع باعتباره
الهندسة الميكانيكية، والبعض الآخر يذكره بأنه الفيزياء التطبيقية،
التي تهتم بتطبيق الميكانيكا في المجالات التكنولوجية.⁶

ولكن تتفق الباحثة مع كلاً من " دونالد هيل"⁷، و " جوزيف

كاسوليراس" في تقسيم ما ورد من آلات وابتكارات في

⁵ محمد أحمد الكردوسي، علم الحيل الهندسية في مصر الفاطمية والأيوبية، 9، منى
سنجدار، الدمى المتحركة، 7، 8

⁶ محمد أحمد الكردوسي، علم الحيل الهندسية في مصر الفاطمية والأيوبية، (المؤرخ
المصري، 2014)، 9

⁷ دونالد. ر. هيل، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، 163

مخطوطات علم الحيل الى للمتعة والترفيه بالإضافة الى دورها
في خدمة البشر.⁸

كما أنه جدير بالذكر أن العرب قديماً كانوا يقسمون علم الحيل
الى قسمين؛ الأول يبحث في جر الأتقال بالقوة اليسيرة، والثاني
يختص بالآلات ذاتية الحركة والأواني العجيبة، والتي صممت
لكي تثير الدهشة، وتحقق المتعة الجمالية لدى الحكام ونبلاء
البلاط ممن يأمررون بصناعتها⁹، او هذا القسم ما يمكن تعريفه
بالتقنية الآلية الدقيقة وهي موضوع الدراسة بهذا البحث.

ومن المسميات الأخرى، لتلك الآلات التقنية الدقيقة، في الحضارة
الإسلامية مثل؛ الحيل النافعة، الحيل الهندسية، صناعة الحيل،
علم الآلات، بالإضافة الى الآلات الروحية او الروحانية وذلك
لعدة أسباب منها ارتياح النفس بغرائب هذه الآلات، وارتياح
اجساد العاملين بعملها¹⁰.

؛ دونالد.ر.هيل، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، 163 "Fine Technology".
p.539⁸

⁹ أسماء سماء المحاسني، الوسائل التوضيحية في المخطوطات العلمية العربية، (مطبوعات
الملك فهد الوطنية، الرياض، 2001)، 48
¹⁰ محمد أحمد الكردوسي، علم الحيل الهندسية في مصر الفاطمية والأيوبية، 10؛ سليم طه
التكريتي، الحيل والتركييب عند العرب، 84

ثانياً- دور منهج التجريب في تطور الإبداع التقني في الحضارة الإسلامية:

لقد كان البحث العلمي لدى المسلمين، قائم على الملاحظة والتجربة، حيث كان منهج الاستقراء هو الحقيقة العلمية المعتمدة لدى الباحثين، في العصور الإسلامية، وعبر التجارب العلمية الدقيقة اختبر العرب النظريات، والقواعد العلمية الإغريقية، فتأكدوا من الصحيح منها، وعدلوا الخطأ في بعضها، ووضعوا بديلاً له، لذا يعبر هذا المنهج العلمي بالإضافة الى حركة الترجمة هما أساس التقدم العلمي في مجال الإبداع التقني الآلى.¹¹

اشهر العلماء المبتكرين للتقنيات الدقيقة في الحضارة الإسلامية:

اولاً- في شرق العالم الإسلامي:

1- بنو موسى:

¹¹نادية حسنى صقر، العلوم ومناهج البحث في الحضارة الإسلامية، (مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 1991)، 112

هم ثلاثة أشقاء ابو القاسم محمد، ابو جعفر أحمد، والحسن، ولدوا في بغداد وكان والدهم عالماً ايضاً يدعى " موسى بن شاكر"، عاشوا في عصر المأمون¹²، وكان يرجع اليهم في فهم ما تعسر عليه فهمه من اراء الحكماء القدامى، ويرجع لهم الفضل في ترجمة العديد من المؤلفات العلمية اليونانية الى العربية.¹³

من اشهر مؤلفاتهم "كتاب الحيل"، والذي يحتوى على حوالى مائة من الآلات التقنية المتنوعة ما بين أشكال للنافورات، وآلة موسيقية ذاتية الحركة، وقناع واقى للحماية من التلوث، والعديد من الآلات التقنية، وجدير بالذكر أن العالم الشهير الجزرى قد تأثر بعلمهم و كتابهم " كتاب الحيل"، عند تأليف مرجعه الشهير "الجامع في الحيل".¹⁴

ويجدر الإشارة الى وجود كتاب آخر لبنو موسى يسمى "القرسطون" ويرجح العلماء أن هذا الكتاب من عمل بنى موسى

¹² الخليفة المأمون:

؛ zekai ŞEN, Technology and its Place in Islamic Civilization, p.80z
سماء المحاسني، الوسائل التوضيحية في المخطوطات العلمية العربية، (مطبوعات الملك فهد الوطنية، الرياض، 2001)، 47،

¹⁴ zekai ŞEN, Technology and its Place in Islamic Civilization, p.80

مجتمعين، بينما كتاب الحيل هو من تأليف احمد بن موسي وحده، حيث كان عالماً في الحيل¹⁵.

2- الخوارزمي:

هو محمد بن موسي الخوارزمي، وهو عالم شهير، يشتهر بابتكاره لعلم الجبر والمقابلة، ولكن على الرغم من ذلك فقد كتب عن الحيل والآلات في كتابه المعروف باسم مفاتيح العلوم.¹⁶

3- بديع الزمان الجزري:

هو بديع الزمان ابي العز بن الرازاز اسماعيل الجزري، عاش في ديار بكر " تركيا حالياً" ودخل في خدمة ملوكها منذ عام 570هـ/1174م، ويعد من كبار المخترعين في الحضارة الإسلامية، ولقد ألف كتابه (كتاب في الحيل النافعة) سنة 603هـ/1206م لصالح سلطان ديار بكر محمد بن محمود الارتقي، حيث اشتمل الكتاب على نماذج من ابتكاراته في مجال علم الحيل " التقنية الآلية الدقيقة" كالساعات المائية، والنافورات،

¹⁵سليم طه التكريتي، الحيل والتركيب عند العرب، (مجلة الأعلام، عدد4، 1965)، 84؛

S.E. Al-Dajaziri, The Golden Age and Decline of Islamic

.Civilization, (Bayt-Al Hikma press, Manchester,2006),393

¹⁶سليم طه التكريتي، الحيل والتركيب عند العرب، 84

والآلات الموسيقية— والدمى المتحركة والالوانى العجيبة
وغيرها.¹⁷

4- الإمام القرافي:

هو احمد ابن ادريس القرافي كان فقيه علامة وأحد أئمة المالكية
في مصر، توفي عام684هـ، وبالإضافة الى العلوم الفقهية فقد
برع في الفنون والعلوم حيث له عدة تماثيل متحركة وآلات فلكية
ومنها ذكره لشمعدان يتغير به لون الشمعة كل ساعة وبه تمثال
اسد تتغير عيناه كل ساعة الى لون، بالإضافة الى تمثال رجل
يضع اصبعه على اذنه ويظهر عند طلوع الفجر مشيراً للأذان
حيث ذكر ذلك في كتابه " نفائس الاصول في شرح المحصول"
ونقله عنه ابن طولون الصالحى في رسالة" الدمع فيما ورد في
الشمع.¹⁸

¹⁷ حليلة الغرارى، بناء الفكر العلمى في الحضارة الإسلامية(المكتبة الشاملة

الذهبية، 2001)، 33، 32

¹⁸ احمد تيمور، التصوير عند العرب(القاهرة، 1941)، 104؛ شهاب الدين أحمد بن إدريس
القرافي (ت 684هـ)، فائس الأصول في شرح المحصول، تحقيق: عادل عبد الموجود، على
معرض (مكتبة نزار مصطفى الباز، 1995)، 441.

وجدير بالذكر ما ذكره ابن النديم¹⁹ من أسماء بعض الغلمان ممن اشتهروا في علم الحيل والآلات، لمهارتهم وذكائهم مثل " خفيف" غلام على بن عيسى، و احمد بن خلف واخوه محمد وهما غلامان ايضاً لعلى بن عيسى وغيرهم، مما يدل على مدى الاهتمام بهذا العلم في العصر الإسلامي²⁰.

ثانياً في غرب العالم الإسلامي:

2-عباس بن فرناس:

هو عباس بن فرناس بن ورداس التاكريني(ت274هـ/887م)، درس الطب والصيدلة ومهر في علوم الفلك والكيمياء والفيزياء والموسيقي واتقن صناعة آلاتها، كما أنه اجاد الرسم والهندسة المعمارية وكانت له حظوة في بلاط امراء بنى أمية بالاندلس، وبالإضافة الى شهرته في محاولة الطيران، فإنه قد ابع في صناعة الآلات مثل القبة السماوية التي جعلها في داره، وابتكاره آلة اسطوانية تتغذي بحبر سائل مما يجعلها بمثابة اول قلم حبر

¹⁹أبو الفرج محمد بن إسحاق بن محمد الوراق البغدادي المعتزلي الشيعي المعروف بابن النديم (المتوفى: 438هـ)، الفهرست، تحقيق: ابراهيم رمضان(دار المعرفة،بيروت،1997)،344
²⁰سليم طه التكريتي، الحيل والتركيب عند العرب،85

في العالم، وبالنسبة لعلم الحيل فقد ابتكر آلة اسمها الميقاتة
استلهمها لقياس الوقت وحساب الظل ويعتقد بأنها قد الهمت من
جاء بعده في صناعة الساعات المائية او الشمسية²¹.

1- المرادي:

هو احمد او محمد بن خلف المرادي عالم ومهندس أندلسي،
عاش في القرن 5هـ/11م، له كتاب شهير في علم الحيل وهو "
كتاب الأسرار في نتائج الأفكار" حيث احتوى على العديد من
الآلات التقنية مثل الآلات المائية والساعة الشمسية، كما أنه يذكر
عنه أن من ابتكاراته منبر او منصة آلية كانت تفتح من تلقاء
نفسها وتتيح تناول المصحف دون أن تمسها الأيدي عبر سيور،
وجدير بالذكر أن مؤلفه الوحيد "كتاب الاسرار" قد اعيد نسخة
بواسطة الملك الفونسو العاشر في القرن 7هـ/13م²²

²¹شوقي ابو خليل، علماء الأندلس ابداعاتهم المتميزة واثرها في النهضة الأوروبية،(دار
الفكر، دمشق، 2010)، 25-27.

²²useph Casulleras” Mechanics and Engineering”, 340

أنواع التقنيات الدقيقة في الحضارة الإسلامية:

تشتمل التقنيات الدقيقة على العديد من الآلات والأجهزة المتنوعة، التي صمم كثيراً منها للتسلية أو المتعة الجمالية، بالإضافة الى بعض الاغراض العملية؛مثل الأقفال الرقمية، والأواني البارعة والآلات ذاتية الحركة و النافورات والساعات المائية وغيرها²³.

وبسبب الطبيعة الهشة، وسهولة الكسر لتلك الآلات الدقيقة فإن مقاومتها لعوامل الزمن ضعيفة، لذا فإن ما وصل منها كدليلاً أثرياً على وجودها يعتبر قليلاً، ولكن تعتبر صور المخطوطات العلمية من الأدلة الأثرية على وجود تلك الآلات، حيث تعطي أوصافاً عن شكلها وطبيعة تشغيلها، مما يعطي دليلاً على امكانية تطبيقها بشكل عملي، ونفي كونها مجرد اراء نظرية للعلماء²⁴.

²³دونالد.ر.هيل، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية،163
²⁴ونالد.ر.هيل، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية،164

كما تعد اوصاف المؤرخين عن آلات شبيهة، اعتبروها من العجائب، يعد دليلاً آخر على تنفيذ مثل تلك الآلات في العصور الإسلامية. ويمكن تتبع وتحليل تلك النماذج كما يلي:

أولاً-الصناديق ذات الأقفال الرقمية " TRICK BOXES":

تتشابه تلك الصناديق ذات الأقفال المعقدة، بما يطلق عليه حالياً بالخزائن الرقمية في عصرنا الحديث، حيث تتشابه تقنية عملها عبر ابتكار اكواداً سرية لفتحها، من خلال تقنية معقدة، ولكن يلاحظ أنها كانت اكواد من حروف وليس ارقام.

ويعتبر "الجزري" أول من ابتكر الأقفال الكودية المعقدة ، حيث تم ذكرها وتصويرها بمخطوط الشهير "جامع الحيل" (لوحه1)، ولحسن الحظ فإنه هناك نماذج أثرية تدلل على تطبيق هذه التقنية، في العصر الإسلامي، حيث الهمت تلك الرسوم العلمية العالم "محمد بن حامد الاسطربلابي" لتنفيذها، ولقد وصل منها نموذجان وهما:

النموذج الأول وهو الأقدم يعود لنهاية القرن 12/هـم، وهو عبارة عن صندوق ذو قفل معقد، مركب من اربعة أقراص ذات

مستويين، بحيث تنشيء رمزاً مكوناً من ثمانية ارقام لقفل المجموعة. ويلاحظ أن ذلك الصندوق جمع بين جمال الشكل والوظيفة، حيث الحماية المادية، المتمثلة في القفل المعقد للصندوق، والحماية الرمزية التي تمثلت في ثلاثة أشكال آدمية بارزة، صنعت من النحاس المكفت بالذهب، لأشخاص ربما يمثلوا حراس ما يوجد بالصندوق (لوحة 2).

والنموذج الثاني يعود الى نفس الصانع، يعود الى عام 597هـ/1200م، وهو القطعة المحفوظة بمجموعة ديفيد بكوبنهاجن، وهي عبارة عن صندوق ذو قفل عددي معقد، من النحاس المطعم بالفضة، وهو مكون من اربعة اقرص مزدوجة، يمكن لكل منها أن يضبط في 16 موضع، وتسمح بـ 4,294,967,296 تشكيل. وعندما يتم إدخال التشكيل الصحيح، فإنه يحرر الصفيحة المعدنية الداخلية، المتصلة بكل من المقبض الخارجي وآلية القفل نفسه. (لوحة 3).

ثانياً-الدمى المتحركة ذاتياً "Automata" :

تتشابه تلك الدمى مع ما نعرفه حالياً باسم الإنسان الآلي، أو الروبوتات، بشكل عام، حيث أنها عبارة عن آلات تشبه الإنسان في الشكل الخارجي، وتم توظيفها لخدمة البشر والقيام بوظيفة يقوم بها بشرياً ما، كالخادم، أو الجارية على سبيل المثال.

ولسوء الحظ فإنه لم يصل منها دليلاً أثرياً مادياً، من العصر الإسلامي، مماثلاً لما تم تصويره في المنمنمات الخاصة بالمخطوطات العلمية وبشكل خاص مخطوط "جامع الحيل" للجزري، ولكن من خلال تحليل تلك الصور وأوصافها في المخطوطات، ومقارنتها مع ما تم ذكره من اقوال بعض المؤرخين، والشعراء عن حوادث ما، أو اوصاف لآلات مماثلة، ربما يعد دليلاً على صناعتها في تلك العصور، وترجيح عدم وصول نماذج منها لأسباب عديدة؛ فبالإضافة الى هشاشة تكوينها وتعقيدها، فإن ذكرها كان في مجالس السلاطين والامراء، لذا فمن المرجح قلة نماذج صنعها، بالإضافة الى ما تتعرض له القصور والمنازل، من نهب وتدمير اثناء الحروب والصراعات وغيرها، وبشكل خاص ما تعرض له العالم الإسلامي من تدمير على يد المغول.

ويجدر الإشارة الى وجود دمي متحركة، متصلة بآلات تقنية دقيقة أخرى كالساعات، ولكن من نماذج الدمي ذاتية الحركة المنفصلة، فيما يتشابه مع الروبوت حالياً، ما ورد في مخطوط جامع الحيل ما يلي:

النموذج الأول وهو منمنمة تعرف بـغلام الضوء (لوحة 4):

تصور المنمنمة غلام من نحاس منتصب القامة، ويده اليمنى ممدودة وتحمل ابريقاً، وعلى غطاء الابريق طائر، وبلبله الابريق مرتفعة ومحنية الى أسفل مثل رقبة الطاووس، وفي اليد الأخرى منشفة ومراة ومشط، وبحسب النص فإن آلية عمل هذا الغلام هي أن يؤتى به عند حاجة الملك للوضوء، فيسمع للطائر صوت، ثم يفيض من بلبله الابريق مقدار معين من الماء، يتوضء به الملك، وعند آخر وضوءه يمد الغلام يده اليسرى للملك، بالمنشفة والمشط والمرآة، ثم يعيدهن الملك بعد استخدامهم الى يد الغلام والعصفور يغرد، دون حاجة الى خادم او جارية²⁵.

²⁵ محمد عبد الحميد سلامة، التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري، 537.

ومما يدل على تنفيذ هذه الآلة فعلياً، أنها صنعت بناءً على طلب من الحاكم نفسه لكبير مهندسيه وهو الجزري، حيث طلب منه الأمير ناصر الدين بن ارتق أن يبتكر حيلة ما تمكنه من الوضوء، دون الحاجة لخدم أو جارية حيث قال له ذات ليلة "كرهت أن يصب الماء على يدي خادم أو جارية اتوضأ به، فهل لديك حيلة للوضوء بالماء دون أن يصبه أحداً لي؟"، ومن هنا جاءت فكرة ابتكار الغلام الآلي، الذي يعمل بطريقة آلية مبرمجة له سابقاً، للمساعدة في بعض الأمور²⁶.

وهناك متحركة دمي شبيهة بها في العصر الإسلامي؛ مثل ما ذكره المؤرخون عن تمثال متحرك لجارية لها شعر وتدور على لولب وأحدى رجليها مرفوعة، وفي يدها طاقة ريحان، واليد الأخرى بها كأس شراب، فاذا وقفت حذاء انسان شرب، ثم ينقرها فتدور مرة أخرى ورآها المتنبى في مجلس بدر ابن عمار²⁷ فقال فيها الشعر مرتجلاً ومنه:

²⁶الجزري، الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل، 117؛ محمد عبد الحميد سلامة، التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري، 537
²⁷بدر ابن عمار: هو الأمير أبو الحسين، بدر بن عمار بن إسماعيل الأسدي الطبرستاني، أمير صور وصيدا ومرجعيون، وقيل أمير طبرية، يغلب الظن بأن أصله من طرابلس، ويُقال من طبرستان، ذكره المتنبى في أشعاره، وامتدحه في القرن 10/هـ4م.

جارية ما لجسمها روح.. في القلب من حبها تباريح
سأشرب الكأس عن اشارتها.. ودمع عيني في الخد مسفوح
وقال ايضاً فيها أن الامير اقام الله دولته.. تفاخر به مضر
في الشرب جارية من تحتها خشب.. ما كان والدها جن ولا بشر
قامت على فرد رجل من مهابته.. وليس تعقل ما تأتي وما تذر²⁸
ولكن يجب الإشارة الى أن ما ذكره الشاعر من دمية متحركة
في شكل جارية، يعود الى عصر مبكر يسبق عصر الجزرى،
لذا وجب الإشارة الى أنه على الرغم من شهرة العالم بديع الزمان
الجزرى، وابداعاته في ذلك العلم، واعتباره مخترعاً للروبوت،
الا أن ابتكاره هذا جاء تطويراً لما سبقه من تجارب علماء
سابقين، خاصة مع وجود منمنمات شبيهة لدمى متحركة في
المؤلفات اليونانية المترجمة مثل مؤلفات هيرون السكندرى
وارشميدس²⁹ (شكل 1).

²⁸ احمد تيمور، التصوير عند العرب (لجنة التأليف والترجمة، القاهرة، 1941)، 71 ؛
المتنبي، ديوان المتنبي (المطبعة العلمية، بيروت، 1900)، 131-133
²⁹ منى سنجقدار شعراني، الدمى المتحركة عبر العصور، (الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم
العربية)، 7،

ثالثاً- الساعات المائية المتحركة:

هناك العديد من الساعات المائية، التي اشتهرت في الحضارة الإسلامية وعلى رأسها ساعة الفيل للجزرى، ولكن تم اختيار نموذجاً آخر لم يحظ بالشهرة الكافية، كساعة الفيل، وهو أكبر ساعة مائية عملاقة او ما يعرف "بساعة القلعة"³⁰. على الرغم من أن هذا المثال اقرب في وصفه و رسوم منمنماته، بما وصفه المؤرخون عن بعض الساعات الشهيرة على ابواب المدن الإسلامية، وبشكل خاص وصف ساعة المدرسة المستنصرية، ويظهر ذلك في هذا المثال:

النموذج الأول منمنمة تصور ما يعرف " بساعة القلعة")
لوحة(5):

تصور المنمنمة منظراً لساعة مائية ضخمة، يعلوها قبة البروج الفلكية، وعلى جانبيها منظراً لبازين أسفلهما ما يشبه الطاس او الكأس، بالإضافة الى وجود بعض العازفين بالأسفل.

³⁰نزمين كامل الجداوي، آخرون،فلسفة الدمج بين البناء الحركى واستلهام الطبيعة عند المسلمين الأوائل "Artifices Science" فى إبداع،(مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية،مج1، عدد1، 2016،)،293

ومما يدل على صناعتها هو أقوال المؤرخين، والرحالة، مثلما ذكر عن ابن جبير في رحلته عن ساعة باب جيرون بالمسجد الأموي" عن يمين الخارج من باب جيرون، في جدار البلاط الذي أمامه غرفة في جدار البلاط الذي أمامه غرفة ولها هيئة طاق كبير مستدير فيه طيقان صفر قد فتحت أبوابا صغارا على عدد ساعات النهار ودبرت تدبيراً هندسياً فعند انقضاء ساعة من النهار تسقط صنجان من فمي بازيين مصورين قائمين على طاستين من تحت كل واحد منهما أحدهما تحت أول باب من تلك الأبواب والثاني تحت آخرها، والطاستان متقوبتان فعند وقوع البندقيتين فيها تعودان داخل الجدار إلى الغرفة وتبصر البازيين بمدان أعناقهما بالبندقيتين إلى الطاستين ويقذفانها بسرعة بتدبير عجب تتخيله الاوهام سحرا وعند وقوع البندقيتين في الطاستين يسمع لهما دوي وينغلق الباب الذي هو لتلك الساعة للحين بلوح من الصفر لا يزال كذلك عند كل انقضاء ساعة من النهار حتى تتغلق الأبواب كلها وتتقضى الساعات ثم تعود إلى حالها الأول. ولها بالليل تدبير آخر وذلك أن في القوس المنعطف على تلك الطيقان المذكورة اثنتي عشرة دائرة من النحاس مخرمة

وتعترض في كل دائرة زجاجة من داخل الجدار في الغرفة مدبر ذلك كله منها خلف الطيقان المذكورة خلف الزجاج مصباح يدور به الماء على ترتيب مقدار الساعة ف إذا انقضت عم لزجاجة ضوء المصباح وفاض على الدائرة إمامها شعاعها فلاحت للأبصار دائرة محمرة³¹

كما ذكرت اوصاف شبيهة بتلك، لساعة المدرسة المستنصرية بواسطة مؤلف مجهول لمخطوط بالخزانة التيمورية " وبني في حائط هذه الصفة دائرة. وصورت فيها صورة الفلك، وجعلت فيها طاقات لطاف لها أبواب لطيفة: وفي الدائرة بازان من ذهب، في طاسين من ذهب. ووراءهما بندقتان من شبه لا يدركهما الناظر، فعند مضي كل ساعة يفتح فما البازين، وتقع منهما البندقتان وكلما سقطت بندقة انفتح باب من أبواب تلك الطاقات، والباب مذهب فيصير حينئذ مفضضاً. وإذا وقعت البندقتان في الطاسين تذهبان إلى موضعهما. ثم تطلع أقمار من ذهب في سماء لآزوردية في ذلك الفلك مع طلوع الشمس الحقيقية، وتدور مع دورانها وتغيب مع غيوبتها، فإذا جاء الليل فهناك أقمار طالعة

³¹ ابن جبير، رحلة ابن جبير، (بيروت، 1964)، 243.

من ضوء خلفها، كلما تكاملت ساعة تكامل ذلك الضوء في دائرة القمر، ثم تبتدئ في الدائرة الأخرى إلى انقضاء الليل الشمس، فتعلم بذلك أوقات الصلوات)³².

لذلك فمن الواضح أن ساعة القلعة المصورة في مخطوط الجزرى، ربما كانت وصفاً منه لهذا النوع من الساعات الشهيرة بالمدن الإسلامية.

رابعاً- تقنيات آلية دقيقة متنوعة:

النموذج الأول: شجرة العصافير المغردة الآلية (لوحة6):

على الرغم من أن تلك المنمنمة جاءت من أحد المخطوطات المترجمة للعربية، في بيت الحكمة في بداية العصر العباسي، وهو مخطوط ارشميدس " الحيل الروحانية وميخانيقا الماء"³³، الا أنه قد جاء في اقوال المؤرخين وصفهم لما يتشابه معها.

حيث تصور المنمنمة طيور مغردة فوق افرع شجرة، تبدأ بالصفير عندما تهددها الحيات، وهي طيور آلية تعمل بتقنية

³²احمد دهمان، الساعات العربية، (مجلة الرسالة، عدد146، 1936)، 674؛ احمد تيمور،

التصوير عند العرب، 77

³³رهام اسماعيل، الدمى المتحركة في المخطوطات العربية، ص1000؛

احلال الماء محل الهواء في خزان، حيث لا يجد الهواء مخرجاً سوى في اجساد العصافير التي تحتوى على بندقة وتتصل بالخزان، عبر انابيب ضيقة تمثل افرع الشجرة.³⁴ (لوحة6).³⁵

ومن الأدلة التاريخية على صناعة تلك الشجرة وطورها الآلية المغردة، ما ذكره بعض المؤرخون عن وجود شجرة شبيهة، حيث ذكر المقریزی في وصفه لبغداد وعجائب مبانيها ما يعرف " بدار الشجرة" وذكر أنها احدى مباني الخليفة المقتدر بالله وأن سبب تسميتها بدار الشجرة، هو تلك الشجرة المصنوعة من الذهب والفضة، حيث وصفها بأنها " دار فيحاء ذات بساتين مؤنقة، وإنما سميت بذلك لشجرة كانت هناك من الذهب والفضة في وسط بركة كبيرة أمام أبوابها، ولها من الذهب والفضة ثمانية عشر غصناً، ولكل غصن فروع كثيرة مكللة بأنواع الجواهر

³⁴ رهام اسماعيل، الدمى المتحركة في المخطوطات العربية، 1000
³⁵ وجب التنويه أن تلك اللوحة للشجرة ذات الطيور المغردة بشكلها المفصل تم ذكرها خطأً وسهواً في المرجع السابق (رهام اسماعيل، الدمى المتحركة)، باعتبارها تعود الى مخطوط فيلون البيزنطي " الحيل وميخانيقا الماء" المترجم في بداية العصر العباسي، ولكن من خلال البحث وجد أن تلك اللوحة تعود الى نسخة حديثة نسبياً لمخطوط ارشميدس في عمل البنكامات تعود للقرن 10 هـ/16م، ومحفوظة حالياً بمكتبة قطر وليس اسطنبول .

على شكل الثمار. وعلى أغصانها أنواع الطير من الذهب والفضة، إذا هب الهواء سمعت منها الهدير والصفير³⁶.

كما ذكرها أيضاً المؤرخ الخطيب البغدادي، عند حديثه عن زيارة رسل ملك الروم لقصر الخلافة كالتالي "ثم أخرجوا من هذه الدار إلى دار الشجرة، وفيها شجرة في وسط بركة كبيرة، مدورة فيها ماء صاف، وللشجرة ثمانية عشر غصناً لكل غصن منها شاحنات كثيرة عليها الطيور والعصافير من كل نوع مذهبة ومفضضة، وأكثر قضبان الشجرة فضة، وبعضها مذهب، وهي تتمايل في أوقات ولها ورق مختلف الألوان يتحرك كما تحرك الريح ورق الشجر، وكل من هذه الطيور يصفر ويهدر"³⁷.

النموذج الثاني: كأس شراب يصدر صفير (لوحة 7):

وظهر هذا النوع من الكؤوس في إحدى منمنمات مخطوط جامع الحيل للجزري، حيث توضح المنمنمة رسماً لكأس يقف في منتصفه طائر على قبة ويفتح فمه ليصدر صفيراً. وهي ترجع

³⁶ | زكريا بن محمد بن محمود القزويني (ت682هـ)، كتاب آثار البلاد وأخبار العباد (دار

صادر، بيروت، 1960)، 316

³⁷ الخطيب البغدادي، تاريخ بغداد وذيولة العلمية (دار الكتب العلمية - بيروت)، 118،

الى عام 711هـ/1311م ومحفوظة بمتحف المتروبوليتان (برقم
55.121.14).

وعلى الرغم من عدم وصول قطع أثرية من هذا النوع من
الكؤوس الا أن المؤرخين قد ذكروا وجود مثل هذا النوع من
الكؤوس، بنفس الشكل الظاهر في المنمنمة؛ حيث ذكر ابن ابي
اصبيعة في كتابه " طبقات الاطباء عن عيون الانباء" كأس في
وسطها صورة طائر على قبة مخرمة- اذا وضع الماء في
الكأس، دار الطائر وصفر بحيلة محرمة، ومن يقف بمحاذاته حكم
عليه بالشرب، وان ترك شيئاً لا ينقطع صفير الطائر، الا اذا لم
يبق في الكأس شيئاً، وتوضحها ابیات الشعر التالية التي كتبها
عليه سديد الدين الشيباني³⁸ :

انا طائر في هيئة الزرزور.. مستحسن التكوين والتصوير

³⁸سديد الدين الشيباني: هو ابو الثناء محمود بن محمد بن ابراهيم بن شجاع الشيباني
الحانوي ويعرف بأبي رقيقة، اتصف بالمرؤة و جمع من صناعة الطبّ ما تفرق من أقوال
المُتقدِّمين وتميز على سائر نظرائه وأضرابه من الحكّماء والمتطبّبين هذا مع ما هو عليه من
الفترة الفاتقة والألفاظ الرائقة والنظم البليغ والشعر البديع كما كان له معرفة بصناعة الكحل.
ابن ابي اصبيعة، عيون الانباء في طبقات الاطباء، 703،

فاشرب على نغمى سلاف مدامة.. صرفاً تتير حنادس الديجور³⁹

وإذا تخلف من شرابك درهم.. في الكأس نم به عليك صفيري⁴⁰

وذكر بأنه رأى قلة شبيهة، و علل سبب الصفير بأن الهواء ينحبس فيها لصعود الماء فيصعد الصفير لتقب مصنوعة فيها، وأن الكأس مثلها والدليل أنه يسكت عن الصفير إن فرغ منه الخمر، لعدم ملاقة الخمر الهواء⁴¹.

النموذج الثالث منمنمة ساعة الشمعة، من مخطوط الحيل للجزرى (نوحة8):

تصور تلك المنمنمة نوعاً من الساعات المعقدة، حيث تستخدم شمعة كبيرة في غلاف حديدي ملائم، والجزء السفلى من الشمعة يرقد في اناء له حلقة في جانبية متصلة بتقل موازن من خلال بكرة ، بحيث كلما احترقت الشمعة كلما دفعها البكر الى اعلى

³⁹حنادس الديجور: حنادس جمع حندس ،هو الليل شديد الظلمة والسواد، كما يقال ان الحنادس هي ثلاث ليال مظلمة في آخر الشهر ، والديجور تعنى الظلام ايضاً وربما المعنى هنا شدة ظلام الليل.

⁴⁰احمد تيمور، التصوير عند العرب،75؛ ابن ابي اصبيعة، عيون الانبياء في طبقات

الاطباء، 713،

⁴¹احمد تيمور، التصوير عند العرب،75،

بصورة ثابتة، كما توجد دمية ذاتية الحركة وكانت تستخدم للدلالة على الوقت في الليل او الاوقات الغائمة.⁴²

وذكر المؤرخون عن تحفة شبيهة عبارة عن شمعدان من نحاس يخرج منه شخص يخاطب الملك، حيث قيل أن " ملوك اليمن قد أهدت الى الملك الكامل محمد شمعداناً من نحاس، يخرج منه عند طلوع الشمس شخصا من نحاس، لطيف الخلق، يخاطب الملك قائلاً: " صبحك الله بالخير، قد طلع الفجر " او صغيراً هذا معناه، وأنه من صنع الميقاتية"⁴³ كما ذكر أنه قد ظل في حواصل الملوك الى ايام الناصر محمد بن قلاوون، ثم فقد بعد ذلك⁴⁴.

كما ذكر القرافي أنه حاول تقليد هذا الشمعدان فقال " وعملت انا هذا الشمعدان، وزدت فيه أن الشمعة يتغير لونها في كل ساعة، وفيه أسد تتغير عيناه من السواد الشديد الى البياض الشديد، الى الحمرة الشديدة، في كل ساعة لها لون، فإذا طلع الفجر، طلع

⁴² نزمين الجداوى، فلسفة الدمج بين البناء الحركي، 296

⁴³ الميقاتية: هي جمع ميقاتي وهو الذي يكون عارفاً بعلم الوقت وآلاته، ومعرفة الوقت من

خلال الآلات. محمد الكردوسي، الحيل الفاطمية، 73

⁴⁴ احمد تيمور، التصوير عند العرب، 97

شخص الى اعلى الشمعدان واصبعه على اذنه يشير الى الأذان،
غير أنى عجزت عن صنعة الكلام".⁴⁵

خامساً- الفوارات (النافورات النافثة " Jet Fountain "):

تتشابه تلك التقنية مع ما نعرفه حالياً بالنافورات الراقصة، حيث يخرج الماء منها بأشكال متعددة، وبأشكال متتالية، فى اوقات محددة، ولقد ذكرت الفوارات ذات التقنية الآلية فى مخطوطات الحيل، حيث ذكرت فى مخطوطات بنو موسى ثمانى فوارات تعمل بطريقة تقنية، بحيث يتبدل خروج اشكال الماء منها، ومنها ما هو مركب ويخرج الماء فى اوقات محددة، وفى مخطوط الجامع فى الحيل، للجزرى ستة فوارات، تعمل بطريقة تقنية وتبدل أشكال خروج الماء منها فى اوقات محددة، بينما فى مخطوط" الطرق السنة للآلات الروحانية" لابن معروف الدمشقي فقد تم ذكر اربع فوارات⁴⁶.

⁴⁵ شهاب الدين أحمد بن إدريس القرافي (ت 684هـ)، فائس الأصول فى شرح المحصول، تحقيق: عادل عبد الموجود، على معوض (مكتبة نزار مصطفى الباز، 1995)، 441
⁴⁶ جلال شوقي، العلوم والمعارف الهندسية (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي: إدارة التأليف والترجمة والنشر، الكويت، 1995)،

ومن براعة بنو موسى في مجال التقنية الدقيقة، ابتكارهم ما أسموه بالنوافير العجيبة اى التي تغير اشكالها في فترات معينة، وذلك بفضل ما يسمى " برعماً بها" يحدد شكل خروج الماء منها، اى ان ما يحدد شكل الماء هو هذا البرعم والانايبب التي تؤدى اليه، بالإضافة الى ضرورة وضع خزان ماء كبير فوق النافورة وعلى ارتفاع كافي بحيث يولد ضغط كافي للحصول على الشكل المرغوب وكانت أشكال خروج الماء على ثلاثة اشكال وهى الدرع والحربة والزنبقة⁴⁷(شكل2).

ومن أشهر النافورات في الحضارة الإسلامية، ما يعرف بنافورة بهو الأسود بقصر الحمراء بالاندلس، والتي تعتبر نموذجاً رائعاً للتراث الزخرفي، والتقدم التقنى في آن واحد، حيث استخدمت تلك النافورة كساعة مائية ايضاً،حيث كان الماء يخرج من فم كل أسد بعد انقضاء ساعة، تم بنائها فيما بين عامى 1364-1391م،
لوحه (9)⁴⁸

⁴⁷(سليم الحسنى، ألف اختراع واختراع،223

⁴⁸ Ahmed Alfahidi, Invention or Solving the Mystery of Water Clock of the Lion Court Fountain in Alhambra palace (Granada), (International Journal of Innovative Science and Research Technology, vol.7, no.1,2022),952-954.

لوحة (1): صورة القفل المركب بمخطوط جامع الحيل للجزري



(نقلًا عن: الجزري، الجامع بين العلم والعمل النافع، معهد التراث العربي، حلب، 1979، ص 138، 139)



شكل(1):شكل لخادمة تصب الماء
والنبيذ للمخدوم
مخطوط فيلون البيزنطي ميخانيقا
الماء
(نقلًا عن: منى سنجقدار، الدمى
المتحركة،7)



لوحة(4): منمنمة تصور غلام
الوضوء- مخطوط جامع الحيل
للجزري

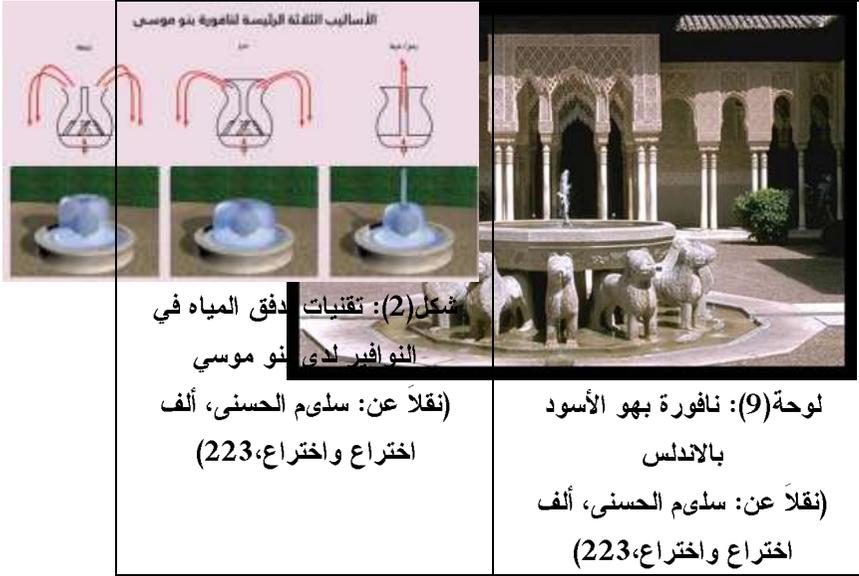


لوحة (6): شجرة العصافير
المفردة - نسخة مترجمة للعربية
من مخطوط ارشميدس - المكتبة
الوطنية باريس (نقلًا عن: منى
سنجدر، الدمى، ص7)



لوحة (5): منمنمة تصور ساعة القلعة
(نقلًا عن: الجزري، الجامع بين العلم
والعمل النافع، معهد التراث
العربي، ص7)





الخاتمة والتوصيات

كان للحضارة الإسلامية دوراً هاماً في تطور العلوم والتقنية، ونقلها الى العالم، كما كان علمائها على درجة عالية من التقدم، ويرجع ذلك لعدة أسباب كان على رأسها الاهتمام بمنهجية التجريب، لذا فقد أخذوا من العلوم السابقة وطوروها، حتى

أصبحت مؤلفاتهم العلمية نواة قيام العلوم الحديثة، ومن تلك العلوم ، علم اختص بالآلات والهندسة والتقنية الدقيقة او ما يعرف " بعلم الحيل"، وفي ظل الاهتمام الحالى بالتقدم التكنولوجى وتقنيات الذكاء الاصطناعي وجب علينا لقاء الضوء على هذا الجانب في الحضارة الإسلامية؛ والتي نجد بها ما يشابه الواقع الحالى حيث ابتكر العلماء الصناديق ذات الأقفال الرقمية، وهى شبيهة بالخزائن الرقمية الحالية، بالإضافة الى ابتكارهم الدمى المتحركة ذاتياً ، والساعات المائية وتقنية النافورات النافثة وغيرها من التقنيات الدقيقة التى تتشابه مع تقنياتنا الحالية. لذا فإن اهم النتائج والتوصيات الخاصة بموضوع البحث مايلي:

1- ضرورة الاهتمام بدراسة علم التقنيات الدقيقة في الحضارة الإسلامية.

2- الإهتمام بدراسة العلماء في الحضارة الإسلامية، بشكل اعمق دون التركيز على الشهير فقط منهم.

3- ضرورة الاهتمام بدراسة اقوال المؤرخين، والمصادر التاريخية والأدبية والتي تؤكد او تفسر وجود ابتكارات علمية،

ربما لم يعد لها وجوداً أثرياً بشكل مادي حالياً، وظلت فقط من خلال المنمنمات العلمية.

4- ضرورة دراسة القطع الفنية بمزيد من التعمق، ليس فقط من الناحية الفنية ولكن من الناحية الوظيفية والعملية.

قائمة المصادر والمراجع:

أولاً المصادر التاريخية:

- بنو موسى بن شاكر، كتاب **الحول**، تحقيق: أحمد يوسف الحسن، وآخرون، (معهد التراث العلمي بحلب، جامعة حلب 1981).
- أبو العز إسماعيل الجزري، **الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحول**، تحقيق: أحمد يوسف الحسن، (معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب 1979).
- أحمد بن القاسم بن خليفة بن يونس الخزرجي موفق الدين، أبو العباس ابن أبي أصيبعة (المتوفى: 668هـ)، **عيون الأنباء في طبقات الـأطباء**، تحقيق: نزار رضا، (دار مكتبة الحياة، بيروت).
- ابن جبير، **رحلة ابن جبير**، (بيروت، 1964)

- شهاب الدين أحمد بن إدريس القرافي (ت 684هـ)، فائس الأصول في شرح المحصول، تحقيق: عادل عبد الموجود، على معوض (مكتبة نزار مصطفى الباز، 1995)، 441.
- أبو الفرج محمد بن إسحاق بن محمد الوراق البغدادي المعتزلي الشيعي المعروف بابن النديم (المتوفى: 438هـ)، الفهرست، تحقيق: إبراهيم رمضان (دار المعرفة، بيروت، 1997)، 344. ثانياً المراجع العربية والمترجمة:
- أحمد تيمور، التصوير عند العرب، (القاهرة 1942).
- دونالد ر. هيل، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، ترجمة د. أحمد فؤاد باشا، (مطابع السياسة، الكويت، 2004).
- بطرس دي فراجيل اليسوعي، العرب والعلوم الميكانيكية في مدرسة الإسكندرية، (مجلة المشرق، عدد 6، مارس 1904): 265-272.
- ثروت عكاشة، موسوعة التصوير الإسلامي، (مكتبة لبنان، 2001).
- سماء زكي المحاسني، الوسائل التوضيحية في المخطوطات العلمية العربية، (مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، 1422هـ / 2001).

- رهام اسماعيل، فنون التماثيل المتحركة في المخطوطات الإسلامية المصورة: دراسة أثرية فنية في ضوء نماذج مختارة" المخطوطات العربية" (دراسات في آثار الوطن العربي)، (997-1033
- سليم طه التكريتي، الحيل والتركييب عند العرب، (مجلة الأرقام، عدد4، 1965)، 83-88.
- جلال شوقي، العلوم والمعارف الهندسية (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي: إدارة التأليف والترجمة والنشر ، الكويت، 1995)،
- محمد أحمد الكردوسي، علم الحيل الهندسية في مصر الفاطمية والأيوبية، (المؤرخ المصري، 2014)، 7-95.
- مصطفى سليمان، تاريخ العلوم والتكنولوجيا في العصور القديمة والوسطى ومكانة الحضارة الإسلامية فيه، (الهيئة العامة للكتاب، القاهرة، 2008).
- نادية حسنى صقر، العلوم ومناهج البحث في الحضارة الإسلامية، (مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 1991).
- سلوى الحسنى، ألف اختراع واختراع، التراث الإسلامى فى عالمانا، (مؤسسة العلوم والتكنولوجيا، المملكة المتحدة، 2016).
- نرمين كامل الجداوي، آخرون: فلسفة الدمج بين البناء الحركى واستلهام الطبيعة عند المسلمين الأوائل "Artifices Science فى إبداع، (مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، مج1، عدد1، 2016)، (311-327).

- محمد عبد الحميد سلامة، "التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري". (مجلة الآداب والعلوم الإنسانية مج2، عدد91، 2020): 516-553.
 - بديع الزمان الجزري، الجامع بين العلم والعمل المافع في صناعة الحيل، تحقيق: أحمد يوسف الحسن، (معهد التراث العربي، جامعة حلب، 1997).
 - أحمد دهمان، الساعات العربية، (مجلة الرسالة، عدد146، 1936): 672-675.
 - حاجي خليفة، كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون، (وكالة المعارف الجلية، اسطنبول 1941).
- ثالثاً المراجع الأجنبية:

- Devika, Martin. "Did the Greeks believe in their robots?" (The Cambridge Classical Journal, vol. 59, 2013): 52-69.
- Ahmed Alfahidi, "Invention or Solving the Mystery of Water Clock of the Lion Court Fountain in Alhambra palace (Granada)", (International Journal of Innovative Science and Research Technology, vol.7, no.1,2022):952-954.
- Juseph Casulleras" Mechanics and Engineering", The Oxford Encyclopedia of Philosophy, Science,

and Technology in Islam, VOL.1, (OXFORD UNIVERSITY PRESS,2014):537-542.

- S.E. Al-Dajazairi, **The Golden Age and Decline of Islamic Civilization**, (Bayt-Al Hikma press, Manchester,2006).
- Zekai, Şen , "**Technology and its Place In Islamic Civilization.**", (Afro Eurasian Studies, vol. 5,no.1-2 ,2016,): 70-89.
- Zidan, Boussy Muhammad, "**Contributions of Muslim Mechanical Engineers In Modern Automata (In the light of Kitāb al-Ḥiyal of al-Ġazarī) A Descriptive and Analytical study.**" (Journal of the General Union of Arab Archaeologists, vol. 6, no.2 ,2021,). 141-173.
- Ibn al-Razzaz al-Jazari, **The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices:(Kitāb fī MA ‘Rifat al-ḥiyal al-Ḥandasiyya)**, translated by: **Donald.R. Hill** (D. Reidel Publishing Company,1974).

رابعاً المواقع الإلكترونية:

- <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/451301?deptids=14&ft=WHISTLE+CUP&offset=0&rpp=40&pos=1>

- https://www.qdl.qa/en/archive/81055/vdc_1000_23491125.0x00002f
- <https://collections.mfa.org/objects/21956/combination-lock-boxa> access: 22/1/2022