بديع الزمان بن الرزاز الجزري ودوره في التطور التكنولوجي في العالم المعاصر

Badi al-Zaman bin al-Razzaz al-Jazari and his role in technological improvement in contemporary world

أ.د. ندوى محمد محمد شريف أ.م.د.سرمد صلاح محيي الدين

جامعة كرميان / كلية اللغات والعلوم الانسانية/ قسم علم النفس

Abstract:

The early Muslims contributed to building our current civilization. If it were not for the innovations of Islamic civilization, our contemporary civilization would have been delayed by several centuries, the aim of the current research is to identify an important aspect in the history of technology, which is to reveal the role of the Muslim scientist and creative mechanical engineer (Ibn al-Razzaz al-Jazari) in technological development in the contemporary world. And his combination of theoretical and practical aspects, the researchers followed the historical, descriptive, approach to achieve the goal of the research. The researchers discussed his experimental scientific approach, his most prominent designs and inventions, their role in the technological development that we witness today and the practical applications of Al-Jazari's innovations in our contemporary life. The researchers concluded that the Arab scientific heritage had a great impact in the progress of the scientific movement and its arrival to what it has reached now, and that much of what is stated in the books on the science of tricks are basic rules of science that scholars cannot do without. He invented water pumps, many musical instruments, water clocks, and the elephant clock, He invented water pumps, many musical instruments, water clocks, and the elephant clock, and he was also interested in scientific issues of hydraulics and self-propelled machines, Al-Jazari's science was one of the foundations of the scientific renaissance in Islamic civilization, which later spread to Europe, with the recognition of many Western scholars. The impact of his inventions can be seen in the designs of steam engines, internal combustion engines, robots, and others. Finally, the two researchers presented a number of recommendations.

Article history
Received: 20/2/2024
Accepted: 28/3/2024
Published: 31/3/2024

تواريخ البحث
تاريخ الاستلام:20 /2/ 2024
تاريخ القبول:28 /3/ 2024
تاريخ النشر: 31/3/2024

الكلمات المفتاحية: بن الرزاز الجزري، الحيل، التطور التكنولوجي، الميكانيكا الهندسية، التقنية.

Key words: Ibn al- Razzāz al-Ǧazarī , Mechanical ,engineering kitāb al-Ḥiyal», Mechanics, » Tricks

© 2023 THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Corresponding author:
nadwa.mohammed@garmian.edu.krd
sarmad.salah@garmian.edu.krd

DOI:
https://doi.org/10.61710v8n1129

المستخلص :

أسهم المسلمون الأوائل في بناء حضارتنا الحالية فلولا ابداعات الحضارة الإسلامية لتأخرت حضارتنا المعاصرة عدة قرون، هدف البحث الحالي إلى التعرف على جانب مهم في تاريخ التكنولوجيا، وهو الكشف عن دور العالم المسلم المهندس الميكانيكي المبدع (بن الرزاز الجزري) في التطور التكنولوجي في العالم المعاصر، ومزاوجته بين الجانبين النظري والتطبيقي، اتبع الباحثان المنهج التاريخي الوصفي لتحقيق هدف البحث، وتناول الباحثان منهجه العلمي التجريبي وابرز تصاميمه واختراعاته ودورها في التطور التكنولوجي الذي نشهده اليوم والتطبيقات العملية لابتكارات الجزري في حياتنا المعاصرة، وتوصل الباحثان الى انه كان للتراث العلمي العربي اثرا كبيرا في تقدم الحركة العلمية ووصولها الى ما وصلت اليه الآن، وان الكثير مما جاء في كتب علم الحيل تعد قواعد أساسية للعلم لا يستغني عنها الدارسون، فقد قام بن الرزاز الجزري باختراع مضخات للماء وعدد من الآلات الموسيقية والساعات المائية وساعة الفيل، واهتم أيضا بالمسائل العلمية لعلم الهيدروليك والآلات ذاتية الحركة، وكان علم الجزري أحد أسس النهضة العلمية في الحضارة الاسلامية التي انتقلت فيما بعد إلى أوروبا باعتراف الكثير من علماء الغرب، اذ يمكننا ان نجد أثار اختراعاته في تصميم المحرك البخاري ومحركات الاحتراق الداخلي والانسان الالي وغيرها، وأخيرا قدم الباحثان عددا من التوصيات.

اشكالية البحث:

عندما يؤرخ مفكرو الغرب لمسيرة الحضارة الإنسانية يشيرون الى ان المسلمين قد أولوا اهتمامًا كبيرًا للعلوم الإنسانية ولفنون الأدب، وأنهم لم يعتنوا بالقدر نفسه بالعلوم التطبيقية، وفي الحقيقة فقد تمتع المسلمون بمكانة متميزة في تاريخ العلوم، وبالرغم من ذلك فنحن بعيدون كل البعد عن معرفة عظم هذه المكانة، اذ اننا نعرف اليوم جزءا بسيطا مما نجح المسلمون في اختراعه واكتشافه، نتيجة لما لاقاه تراثنا العلمي العربي من اهمال، كوننا لم نعر هذا التراث الاهتمام الكافي مقارنة بتراثنا الأدبي والديني، وعلى الرغم من أن هذا التراث لا يقل أهمية عن التراث الادبي والديني، فضلا عن تأثيره على علماء الغرب في مجال التكنولوجيا والطب والهندسة، فعند دراستنا للتراث العلمي العربي الإسلامي يمنحنا الوعي والثقة في مهاراتهم وقدراتهم على الابداع، وبطلان من يزعم ان الفكر الإسلامي كان فكرا لا يحاور ولا يكتشف، فللأسف لدينا جهل بما تدين به ثقافتنا للعالم الإسلامي والخدمات التي قدمتها للإنسانية جمعاء، وفي التراث الإسلامي لايزال هناك أعلام لم يتم الاهتمام الكافي بهم من قبل الباحثين لأسباب متعددة، وان بعض الاكتشافات التي تقدم على انها إنجازات إبداعية غير مسبوقة قد لا تكون سوى إعادة تشكيل لبعض الأفكار القديمة التي أهملت لسنوات عدة، فهناك من يحاول ان يطمس الدور البارز والمهم

للمسلمين في تاريخ العلوم بزعمهم بأن العصور الوسطى لم تكن عصور ظلمات وتأخر في بلاد الغرب لكنها شهدت قيام نهضة.

لذا أصبح واجبا علينا أن نوضح حقيقة اننا أمة استطاعت ان تقود الفكر العلمي في العالم، وقد توصل العلماء المسلمون الى حقيقة العلاقة التي تربط بين العلم والتقنية باستخدامهم للمنهج التجريبي الاستقرائي، وقد كانت اختراعات ابن الرزاز الجزري السباقة في تاريخ العلوم واحدة من ركائز النهضة العلمية للحضارة الإسلامية في العصور الوسطى التي انتقلت بعدها الى اوروبا، فالجزري الذي أنصفته اوروبا نجد اسمه في متاحف العالم كونه أحد العلماء العرب الذين أدهشوا علماء الغرب بإنجازاته وتصميماته واهتماماته بالمسائل العلمية لعلم الهيدروليك والآلات المتحركة بذاتها، وأن أبسط ما يمكننا فعله هو معرفة إنجازاته وإنصافه، فضلا عن تخريج أجيال تفخر بتاريخها وبنفسها، لذا تحاول هذه الدراسة ان تعود بالعلوم التخصصية المعاصرة الى جذورها في المجتمع الذي كان شاهدا على ميلادها، فالعلوم التقنية عند المسلمين الأوائل تحتاج الى من يتناولها بالدراسة والتحليل لكشف أصولها في التراث الإسلامي على ضوء معطيات العلوم المعاصرة، ويمكن أن يحصر الباحثان مشكلة البحث الحالي بالإجابة عن السؤال الآتي:

-كيف ساهم العالم المسلم (بديع الزمان بن الرزاز الجزري) في التطور التكنولوجي في العالم المعاصر؟

أهمية البحث:

إن حضارة أي أمة تقاس بمقدار تقدمها وتطورها في مجالات العلوم والفنون، فضلا عن انها تستمد تقدمها من تاريخها وتراثها العلميين، فأمة بلا تاريخ بلا مستقبل، فيكون خلود الحضارات بمقدار ما تقدمه في تاريخ الإنسانية بمختلف نواحي الفكر والعلوم والأدب والأخلاق من آثار خالدة، وقد أسهمت الحضارة الإسلامية في تاريخ التقدم الإنساني، ويمكننا استقراء هذه الآثار فيما وصلت اليه أوروبا، اذ ان ما أنجزته الحضارة الأوروبية كان بتأثير الحضارة الإسلامية. (السرجاني،2009، ص692)

فالحضارة الاسلامية تعد من الحضارات الإنسانية العالمية، كونها لا ترتبط بإقليم جغرافي ولا بجنس بشري ولا بمرحلة تاريخية، ولكنها تحتوي جميع الأمم وآثارها موجهة الى مختلف البقاع، وقد ازدهرت مدة طويلة من الزمن، وبرع علماؤها في المجالات العلمية والأدبية والفكرية كافة، دفعهم ايمانهم بالبحث العلمي لخدمة البشرية، فظهر منهم من تفوق في (علم الحيل) الذي يظن الكثير من الناس ان هذا العلم لم يعرف قبل الثورة الصناعية في اوروبا، ولكن الحقيقة انه ظهر في العصور القديمة لسد حاجات الانسان في مجالات الحياة المختلفة، فقد كان لليونانيين القدماء الفضل الكبير في وضع اللبنات الأولى لهذا العلم ومنها اخذه المسلمون وطوروا الآلات كالحركة الدورانية التي طبقت في المكابس الهوائية والأجهزة الهيدروليكية التي تدار بضغط الهواء كالروافع المائية والمضخات واختراعات أرشميدس البكرات

لرفع الاثقال الكبيرة، واستخدم المصريون القدماء الآلات الرافعة في بناء الاهرامات والمعابد واستخدم السومريون الشادوف لرفع الماء الى مستويات عالية. (عبد الغني، 2021، ص3724)

ويعد التطور مطلب أساس لأي أمة، من أجل تحسين وسائل الحياة ورفع مكانتها بين دول العالم، والتطور الحضاري عملية متصلة حيث تبنى حضارة قوم على فهم وتطوير انجازات من سبقهم، وقد طور العلماء العرب العلوم التي نقلوها عن البيئات الثقافية الأخرى، خاصة الاغريقية القديمة والرومانية والبيزنطية والهندية والصينية والفارسية والمصرية، وأبدعوا علوما جديدة ومهدوا الطريق لعلوم أخرى، وساهموا في عملية التحديث والتطوير وكانوا منارة للعلم والمعرفة التي تمتد آثارها الى عصرنا الراهن، مع كل ذلك نحن لا ننكر الحضارة الغربية ولا ننكر تأثير الحضارات في بعضها، لأن تاريخ العلم وحده هو الذي يساعدنا في فهم العلم حق الفهم، وفي معرفة كونه وحدة متماسكة في ماضيه وحاضره ومستقبله، وهو جزء من التاريخ الإنساني العام الذي أسهمت فيه صنعه جميع الأمم على مصر العصور فهو تراث مشترك للإنسانية جمعاء، ولا ننكر اننا ورثة حضارة في غاية العظمة والمجد، وفي ذلك قال غوستاف لوبون: " من مباحثنا في اعمال العرب العلمية انهم أنجزوا في ثلاثة قرون أو أربعة قرون من الاكتشافات ما يزيد على ما حققه الأغا رقة في زمن أطول من ذلك كثير". (لوبون،2013، ص452).

ويعد علم الهندسة من العلوم الرياضية العقلية التي تستدعي اعمال الفكر، وكان أول ما يدعو ويحث عليه، وقد تبلور هذا العلم عند المسلمين وأتى ثماره عليهم وعلى الحضارات الأخرى .

ويشهد العالم بالفضل للعلماء المسلمين الذين أسهموا في تطور البشرية في مجال العلوم الهندسية، لذا فقد تناول الباحثان (بديع الزمان الجزري) صانع الآلات مؤلف كتاب (الجمع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل) الذي ترجم إلى العديد من اللغات، كونه ابتكر اختراعات عظيمة وورث انجازاته للبشرية، فالجزري يعد مؤسس علم القيادة والتحكم، عرف هذا الفرع المعرفي الى العالم قبل ديكارت وباسكال وليبنتز وبيكون فيما يتعلق ببداية علم القيادة والتحكم والأنظمة الاوتوماتيكية، حين أورد تصميمات الساعات المائية وأجهزة التحكم الآلي والمفاتيح المشفرة والأجسام الآلية. (السرجاني،2009، ص282)

وقد نشأ علم البنكامات أو الفنكامات (علم آلات الساعات)، ودفعتهم الحاجة إلى صناعة آلات جر الإثقال وإخراج الماء من الآبار والفوارات، وعنوا بالميكانيك واهتموا بالتطبيق العملي للهندسة، فكان علم الحيل الذي كانت معارفهم واسعة فيه، ففي الوقت الذي كان فيه الغرب الأوروبي يعيش عصر الظلمات، كان الشرق العربي الإسلامي يعيش عصر علم واختراعات وابتكارات ويؤسس لعصر النهضة الذي نعيشه اليوم، فالاكتشافات والاختراعات التي غيرت مسار الإنسانية لا يمكن ان تظهر بالمصادفة بل هو استمرار للتطور والتواصل في العلوم بين الثقافات كلها.

لذا فلا شك ان ابتكاراته تعد واحدة من أسس وركائز النهضة العلمية للحضارة الإسلامية في العصور الوسطى، التي انتقلت بعدها إلى أوروبا في عصر النهضة بالقرن السادس عشر.

تبرز أهمية البحث من خلال القاء الضوء على ما يزخر به التراث الإسلامي من أفكار قيمة أسهمت بشكل فعال في تاريخ العلم والحضارة الإنسانية كضرورة معرفية وحضارية، من هنا تتجلى أهمية البحث فيما يأتي:

1-تشجيع وتعزيز مفهوم الابتكار التكنولوجي مع بيان اسهام المسلمين في تطوير العلوم والتكنولوجيا المعاصرة بإبراز وجود الجزري على الساحة العالمية من الجانب التقني.

2- ما كتب عن الجزري قليل في كتب تاريخ العلم، لذا يحاول الباحثان التركيز على المنهج العلمي عنده ودوره في التطور التكنولوجي.

3-تناوله التقدم التكنولوجي الذي يعد من أهم العوامل المسؤولة عن النمو الاقتصادي، والوقوف على طبيعة التطور العلمي في مجال الميكانيكا الهندسية.

4-دراسة تاريخ العلوم عند العرب أصبحت ضرورة كونها تعريف بالعبقريات العربية بالكشف عن الجوانب الإبداعية والإنجازات التي أسهموا فيها وتحقيق لطموحاتنا في التنمية، فلا ابداع بدون أساس نستمد منه جذور أصالتنا في العلم، فضلا عن ان الاشادة بمخترعات الجزري في الميكانيك هو معرفة لمرحلة مهمة من مراحل تأسيس العلم التي أسهم فيها المسلمون اسهاما كبيرا.

5-قد تسهم هذه الدراسة في استعادة الثقة في نفوس ابنائنا بالعقل الإسلامي وقدرته على الاكتشاف والاختراع وبأننا لم نكن مجرد مستوردين للحضارة والابتكارات، بل كنا مصدرين لها وبأننا أساس هذه الحضارة التي ينعم بها العالم اليوم.

هدف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى التعرف على العالم المسلم بديع الزمان إسماعيل بن الرزاز الجزري ودوره في التطور التكنولوجي في العالم المعاصر.

منهج البحث: لتحقيق هدف البحث الحالي اتبع الباحثان المنهج التاريخي الوصفي التحليلي الاستقرائي.

نبذة عن حياة الجزري:

بديع الزمان أبو العز بن إسماعيل بن الرزاز الجزري، ولد سنة 530هـ/1136 م ويقال انه توفي سنة 602هـ / 1205م. (الزركلي، 2002، ص298)

عاش في النصف الثاني من القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي حتى بداية القرن السابع الهجري/ الثالث عشر الميلادي، وهي أعظم مدة انتشر خلالها العلم الإسلامي في الغرب، بسبب حركة الترجمة من العربية الى اللاتينية، كنيته أبو بكر ولد في جزيرة ابن عمر (جزيرة بوطان) (*) ومن

هذه الجزيرة جاء لقبه الجزري، وهو عالم ومهندس ميكانيكي مبدع عاش في عصر ما قبل العصور الوسطى، من أعظم المخترعين والمهندسين في علم الميكانيكا، حصل على منصب رئيس للمهندسين في منطقة (آمد) ديار بكر في ذلك الوقت، وعمل في خدمة ملوك

(*): جزيرة بوطان بلدة بمحافظة شرغاف التركية جنوب شرق الاناضول قرب الحدود السورية والعراقية غالبية سكانها من الاشوريين السريان والكرد فضلا عن العرب، يحيط بها نهر دجلة من الجنوب والشرق والشمال سميت جزيرة ابن عمر لأنه يقال ان من بناها رجل من الموصل اسمه عبد العزيز بن عمر يطلق عليها في الوقت الحاضر اسم جزيرة بوطان او بوتان وهذه الجزيرة لا يوجد بها بحر بل محاطة بالأنهار. (سلامة،2020، ص551)

آل أرتق (1)، صمم الكثير من الآلات، منها: آلات لرفع المياه، ساعات مائية تعمل بنظام تنبيه ذاتي، صمامات التحويل، أنظمة التحكم الذاتي. (باشا ،2007 ص149)

لا توجد معلومات وفيرة عن تفاصيل حياته، وإن كل ما يعرف عنه كان من خلال ما اخبرنا به في مقدمة كتابه:(العلم والعمل النافع في صناعة الحيل)، وقد تلقى العلم على طريقة معاصريه، فبدأ بتعلم العلوم الإسلامية والأساسية، ثم تلقى العلم الذي سوف يتخصص فيه عن مشايخ هذا العلم في عصره، درس الرياضيات وما توفّر في عصره من معلومات فيزيائيّة ومعلومات خاصّة بالتطبيقات الصناعية، وكان دائمًا يقرن الدراسة النظرية بالتّجريب، ولا يثق بالنظريات الهندسية ما لم تؤكدها التجارب العملية، اطّلع على مؤلفات من سبقوه في ميدان الهندسة الميكانيكية (علم الحيل)، واعترف بجهود السابقين وأشار ليهم مثل: أرخميدس ويونس الأسطرلابي وبني موسى وابلينوس النجار والبديع الاسطرلابي. (الجزري، 1979، ص569)

بعد سنوات من كتابه جاء تقي الدين محمد بن معروف بن احمد الراصد (2) كتكملة لحلقة مفقودة في تاريخ الهندسة الميكانيكية العربية الى جانب حيل بني موسى في القرن التاسع الميلادي وكتاب الحيل للجزري القرن الثالث عشر الميلادي. (هيل، 2004، ص18)

بحث في صناعة كثير مما كان الناس يحتاجون اليه في زمانه ومن خبرته العلمية وتجربته العملية وامامه، فقد اهتم بتحسين الحياة اليومية للمجتمع فابتكر النافورات والفوارات والمضخات ودواليب ترفع المياه من الآبار والأنهار واخترع الساعات المائية والرملية وأبدع في رسم ساعة الفيل المشهورة، وقد قدم اختراعين كانا أساس صناعة الساعات في أوروبا في القرن الخامس عشر الميلادي الأول هو المسننات الدقيقة، والثاني هو ميزان الساعة الذي يحافظ على ثبات سرعة دوران المسنّنات ويضمن أن تكون أساسات المباني الكبيرة بشكل أفقي تماما، وقد استخدمها بحيث

---

(1): آل أرتق" أسرة تنسب إلى قبيلة الدوغر التركمانية، سميت بالارتقية نسبة إلى مؤسسها وقائدها أرتق بن أكسك جد الملوك الارتقية، كان أرتق من مماليك السلطان ملكشاه بن ألب أرسلان ثالث سلاطين السلاجقة حكم بين سنتي (465-485هـ/1072-1092م) وكان اول من تلقب من حكام الاراتقة بالملك ارتق أرسلان. (خليل،1980، ص58،25)

(2): تقي الدين محمد بن معروف بن احمد الراصد الشامي ولد عام (927-993هـ/ 1521-1585م) بإسطنبول أي انه قد عاش في القرن (10هـ/16م) عالم بالفلسفة والفلك والرياضيات والفيزياء والكيمياء والصيدلة والزراعة والهندسة الميكانيكية، له اكثر من 90 كتاب في علوم متعددة منها كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية الذي يبحث في الميكانيكا (علم الحيل).(السرجاني،2009،ص331)

توضع مياه داخل هذه الآلة التي تصنع من النحاس أو الخشب، ويوضع رماد فوق المياه، وبتتابع اتجاه تدفق الرماد فوق المياه لتمهد الأرض بشكل مستو، أما إذا لم يتحرك الرماد وقف في نقطة معينة، فهذا يعني ان الأرض مستوية. (سلامة، 2020 ص540)

كان فنانًا ورسامًا بارعًا وماهرا في التأليف الهندسي وفي فن الرسم الصناعي ووصف أدق الآلات وأكثرها بكل سهولة، في كتابه الذي يعبر عن اختراعاته بشكل رسوماتٍ فنيّة، ألف الجزري كتابا واحدا هو: (الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل) عام (1206م) المعروف أيضا بكتاب في معرفة الحيل الهندسية الذي ربما كان من أحسن الكتب العربية التي عرفتنا بمبلغ النمو الذي وصل اليه علم الميكانيكا اليوناني في البلدان الإسلامية، وقد وضعه كما يعتقد عام (602هـ/1206م) بطلب من الملك ناصر الدين أبي الفتح محمود بن محمد بن قرا بن أرسلان بن داود بن سكمان أحد سلاطين بني أرتق في ديار بكر الذي تولى الحكم من(597-619هـ)(1200-1222م)، حين طلب منه توثيق مخترعاته في مخطوطة، وثقها بعد (25)عاماً من الدراسة المستفيضة، بخمسة أجزاء يختص كل منها بقسم من أقسام الحيل أو تكنولوجيا الصناعات.(هيل، 2004، ص135) (الحسن،1979، ص100)

ويعد أعظم كتاب عن الآلات الميكانيكية والهيدروليكية في القرون الوسطى، أودع فيها اختراعاته، ضمنها أوصافا مهمة للآلات الميكانيكية التي ابتكرها وطرق صنعها بتفاصيل وارشادات امكن معها صنعها بعصرنا بأيدي الفنيين، ترجم إلى عدة لغات كالألمانية والانجليزية، وتوجد نسخ من كتابه في عدد من المتاحف العالمية كمتحف الفنون الجميلة في بوسطن ومتحف اللوفر في فرنسا ومكتبة جامعة أوكسفورد في بريطانيا، يطلق اسمه اليوم على متحف إسطنبول الجزري) إذ تعرض فيه مبتكراته العلمية، و قامت شركة "بايكار" المتخصصة في صناعة الطائرات المسيرة "بيرقدار"، بإطلاق اسم الجزري على نموذج سيارتها الطائرة التي تعد اختراع سابق لأوانه.

ورد في كتاب الجزري وصفا دقيقا لخمسين جهازا آليا يتضمن صناعتها وتركيبها والأجزاء المكونة لها، تم تصنيفها إلى ست فئات أساسية: الأول في الساعات، الثاني في الأواني العجيبة، الثالث في الآلات

الزامرة، الرابع في آلات إخراج الماء من المواضع العميقة، الخامس في الأباريق والطشت، والسادس في بعض الصور والأشكال. (هيل، 2004، ص 169)

وهذه الفئات الست مقسمة على الشكل الآتي:

1-عشر ساعات مائية وشمعية.

2- عشر أوعية وأشكال مناسبة الشرب .

3-عشرة أباريق وأحواض للوضوء.

4-عشر نوافير وآلات الفلوت والناي.

5-خمس آلات تستخدم لرفع المياه.

6-خمس أجهزة متنوعة. (لطيف،2022ص548)

أقوال المنصفين من المستشرقين والمؤرخين الغربيين فيه وفي فضل الحضارة الاسلامية:

ان الكثير من المنصفين من المستشرقين الغربيين الذين درسوا العلوم عند العرب، أعجبوا كثيرا بما أنجزه العلماء العرب، بل وقد عدوا أن كل ما تحقق بتلك المدة كان ثورة علمية بكل المقاييس، فيقول مؤرخ العلم المعاصر البلجيكي الأصل (جورج سارتون)عن كتاب الجزري "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" بأنه: "أهم سجل هندسي وصل إلينا عن أي حضارة سبقت عصر النهضة في أوروبا، ليس فقط فيما ضمنه من وصف للحيل والآلات المبتكرة بل لأنه سجل التفاصيل الدقيقة لكيفية صنع هذه الآلات حتى أن عددا من هذه الحيل أعيد تركيبها على أيدي حرفيين في العصر الحاضر بمجرد إتباع التعليمات التي زودهم بها الجزري في كتابه عن صناعة الحيل".(سارتون، 1970، ص631)

وتقول المستشرقة الألمانية زيجريد هونكه Z.Honke (ت1999م) عن براعة العرب بالميكانيكا: " كان العرب ميكانيكيين موهوبين بارعين"، كما تقول: " نحن مازلنا حتى يومنا هذا نقف فاغري الأفواه دهشة وإعجابا كلما رأينا ساعة كبيرة في مبنى البلدية، وما يرافق دقاتها من ظهور شخوص صغيرة متحركة تذكرنا بما فعله العرب في الماضي البعيد حباً بالآلات الميكانيكية وولعاً بها".(هونكه، 2002،ص134)

ورغم ما قدمه العلماء المسلمين من اسهامات في مجال العلوم التجريبية والهندسية، كان لها فضلا في تطوره فيما بعد، الا أن القليل من علماء الغرب ينصفون الحضارة العربية، ومنهم الباحث المعاصر الخبير في التراث العلمي العربي المستشرق البريطاني المتخصص في تاريخ العلوم والتكنولوجيا العربية مترجم كتاب الحيل البريطاني الدكتور المهندس (دونالد هيل) Donald R. Hill (ت1994م) الذي أشار في مقدمة ترجمته لكتاب الجزري: أنه" صنع ساعات مائية وساعات تتحرك بفتائل القناديل، وآلات قياس، ونوافير، وأخرى لرفع المياه، كما صنع إبريقاً جعل غطاءه على شكل طير يصفر" كما قال انه:"لم تكن بين أيدينا حتى العصور الحديثة، أية وثيقة من أية حضارة أخرى في العالم، فيها ما يضاهي ما في

كتاب الجزري من غنى في التصاميم وفي الشروحات الهندسية المتعلقة بطرق الصنع وتجميع الآلات". (الجزري،1979، ص9)

وقد حصل (دونالد هيل) على جائزة Dakastr الدولية التي عادة ما تعطى إلى ذوي الإنجازات المتميزة بمجال التكنولوجيا كونه قام بترجمة كتاب الجزري إلى اللغة الإنجليزية، وكتابته لرسالة شاملة عنه تحت عنوان: (بديع الزمان الجزري وتاريخ التكنولوجيا الإسلامية)، واعترف المؤرخ الامريكي (لين تاونسند وايت) (ت1987م) في كتابه (تاريخ تكنولوجيا العصور الوسطى) بأن تصاميم الجزري قد نقلت إلى أوروبا، وان التروس القطعية ظهرت لأول مرة في مؤلفات الجزري، وأنها ظهرت في أوروبا بعد الجزري بقرنين في ساعة جيوفاني دو دوندي الفلكية عام 1364هـ. (هيل،2004، ص139)

وقال عن الجزري العالم الايطالي ألدو ميلي Aldo Mieli:" تخصص بدراسة آلات قياس الزمن – على وجه الخصوص– أبو العز إسماعيل بن الرزاز بديع الزمان الجزري...، ولكنه اهتم كذلك بالمسائل العلمية في الهيدروليك والآلات المتحركة بذاتها". (مطلوب،2000، ص15)

وأشار المؤرخ الفرنسي غوستاف لوبون Gustave Le Bon الى ان:" معارف العرب الميكانيكية العملية واسعة جداً، ويستدل على مهارتهم في الميكانيكا من بقايا آلاتهم التي انتهت إلينا ومن وصفهم لها في مؤلفاتهم". (لوبون، 2013، ص487)

علم الحيل Artifices:

كان لعلماء اليونان الفضل الكبير في وضع الأساس لعلم الحيل، وبدأ العرب بنقله من كتب السابقين أمثال اقليدس وارشميدس وهيرون الاسكندري، ثم ظهر العلماء المسلمون الذين تخصصوا بهذا المجال وابتكروا تطبيقات رائدة فيه. (سلامة،2020، ص524)

وان أول من أطلق على هذا العلم Mechanics هم اليونان، وكانت تشمل كل الفنون المتعلقة بالمهارة والبراعة والحذق، وأطلق عليه المسلمون علم الحيل، أي الهندسة الميكانيكية بلغة العلم المعاصرة، وفي المعاجم العربية نجد كلمة (الحيل) تنطوي على معاني الحركة والقوة والتغير والثبات والسقوط والعجلة والنقل، والحيل جمع حيلة، وقد قال الشريف الجرجاني: "الحيلة اسم من الاحتيال وهي التي تحول المرء عما يكرهه إلى ما يحبه". (الجرجاني،1983 ص100)

عرفه الدكتور عمر فروخ بقوله: " أننا نعني بعلم الحيل هما عمل آلات متحركة بنفسها أو بالجهد اليسير كآلات الرفع والجر، وعمل الساعات الصامتة أو الصائتة، وعمل آلات النار وما شابهها ". (مطلوب،2000، ص13)

ان الكثير من المنجزات العلمية والاختراعات التكنولوجية الحديثة أسهب فيها العلماء المسلمون، وصمموا نماذج لنقل هذه الأفكار إلى الواقع العملي واعاد علماء الغرب تقديم هذه الأفكار بقوالب وصيغ جديدة.

الحكمة والسبب الكامن وراء علم الحيل عند المسلمين:

يرى الباحثان ان الهدف من علم الحيل (الميكانيكا الهندسية) عند العرب المسلمين والسبب الخفي وراءه يكمن في النقاط الآتية:

1-تحويل التصورات والخيال والأساطير والخرافات القديمة الى حقيقة.

2-تطبيق لتعاليم الدين الإسلامي السمحة بتحريم سخرة الانسان للإنسان، فضلا عن تحريم ارهاق الحيوانات بمجهود جسمي شاق بتقليل المشقة عنهم، من خلال تطوير آلات تقوم عوضا عنهم بالأعمال الشاقة، باستخدام الطاقة الميكانيكية للاستغناء عن الطاقة التي تعتمد على العبيد، فضلا عن الدعوة لإتقان العمل.

3-الحصول على العمل الكبير من الجهد اليسير.

4-محاكاة واستلهام أشكال وحركات وأصوات الكائنات الحية.

5-الابهار واثارة العجب والدهشة.

6-حماية الانسان من المخاطر من خلال روبوتات العمليات الجراحية الخطيرة وروبوتات الاستكشاف في قاع البحار وروبوتات البحث عن الألغام.

العلم والتكنولوجيا:

التكنولوجيا Technology هي علم الفنون والمهن ودراسة خصائص المادة التي تصنع منها الآلات والمعدات، وقد استخدم لفظ التكنولوجيا في العصر الحديث بعد ظهور الثورة الصناعية والاهتمام الكبير بالآلة، في مجال الإنتاج الصناعي، وهي من أكثر الألفاظ استخداما في يومنا هذا، وأن العلم والتكنولوجيا كانا في العصور السابقة يسيران بخطى بطيئة نسبيا، وان تطورهما في يومنا هذا بدأ يأخذ شكل قفزات هائلة ومتلاحقة.

يعتقد البعض خطأ ان التقنية هي المخترعات الحديثة في العصر الحديث، لكن ظاهرة استحداث المخترعات وتطويرها قديمة منذ أن بدأ الانسان يستعين بأدوات تستحق اسم التقنية، فالتقنية ظهرت ليستعين بها الانسان لإكمال ما ينقصه من القدرات، فضلا عن ان مستوى التقنية يتغير تبعا لحالة المجتمع في مرحلة من مراحل تطوره، والتكنولوجيا (مصطلح التقنية) تدل على العلم التطبيقي ووسائله الفنية المستخدمة لتوفير كل ما هو ضروري لراحة ورفاهية الناس في مجالات متعددة. (باشا، 2007، ص 145)

والفرق بين العلم والتكنولوجيا يكمن في أن العلم يعنى بمعرفة لماذا؟ اما التكنولوجيا فهي معرفة كيف؟ وانه من خلال العلم نصل الى نظريات وقوانين عامة، اما التكنولوجيا تحولها إلى تطبيقات، وان العلم يملك صفة العمومية أما التكنولوجيا فتملك صفة الخصوصية. (كرم،1982، ص 24-26)

وقد عرف الجزري قيمة العلم وجمع المعلومات، وأبدع علميا ونهج منهج العلماء العرب في ذكره لدوافع تأليف كتابه، كما انه تناول بالذكر أعمال السابقين بالتدقيق، وآمن بضرورة ابراز دور العلم في تسهيل نمط الحياة في المجتمع. (الجزري، 1979، ص4).

أبرز تصميمات واختراعات الجزري:

لقد خدم الجزري الحضارة العالمية من خلال تصاميمه التي أثرت بشكل كبير على تطور التكنولوجيا في عالمنا المعاصر، اذ صمم آلات كثيرة ذات أهمية كبيرة، الكثير منها لم يكن معروفاً في أي مكان في العالم من قبل وإنجازاته العلمية سابقة لوقتها، فما قام به الجزري قبل 800 عام مهد الطريق لابتكار الآلات الحديثة اليوم، اذ أسهمت في دفع البشرية نحو عصر الآلات والصناعة، وظهور كثير من الآلات التي أدت دورا مهما في مجال الصناعة وعلوم الحركة والروبوتات، فقد كان معنياً باستخدام الحقائق العلمية والخبرة التكنولوجية في صناعة آلات مبتكرة، فهو أول مخترع لمضخة المكبس piston Cylinder وقدم في كتابه خمسة آلات لرفع المياه تعمل بقوة جريان الماء في مجراه الطبيعي، كل منها يمثل تطورا جديدا في علم الميكانيكا كان لها الفضل في ابتكار مضخات سحب البترول من الأعماق: الأولى آلة تدور بقوة الحيوان كما في الساقية، ويصف الدولاب المسنن جزئيًّا الذي استخدم في أوربا بعد نحو مائتي عام من تاريخ كتاب الجزري، الثانية آلة مزودة بأربع مغارف، ويحرك كل مغرفة مسنن جزئي، وكانت الأسنان الجزئية موزعة بالتساوي على محيط الدائرة بحيث تعمل المغارف بمسافات زمنية متساوية، الثالثة آلة تدور بقوة الماء وليس الحيوان، الرابعة آلة تستخدم آلية المرفق والكتلة المنزلقة، الخامسة استخدم مضخة ذات أنابيب ادخال حقيقية (الأنابيب الماصة) كابسة ذات أسطوانتين متقابلتين باستخدام آلية المرفق والكتلة المنزلقة، وتستخدم مبادئ هذه الماكنة اليوم في صناعة محركات السيارات والقطارات والبواخر والدراجات النارية والمضخات... (الحسني،2016، ص113)

كما اخترع وطور الجزري العديد من الساعات، كالساعات الرملية والساعات المائية التي تعبئ وتفرغ الماء من وعاء لآخر بمعدل ثابت، وبعضها مزود بآليات معقدة جدا تعتمد في عملها على حركة الماء في دورة مغلقة، وينتج عنها مؤثرات خلابة، كإصدار أصوات موسيقية بأوقات معينة، أو دمية تتحرك بغرض التنبيه إلى أوقات الساعة، وقد وصف بالتفصيل تركيب الساعات الدقيقة التي أخذت اسمها من الشكل الخاص الذي يظهر فوقها: ساعة القرد، ساعة الفيل، ساعة الرامي البارع، ساعة الكاتب، ساعة الطبال.. وقد وثق الرحالة ابن بطوطة ساعة الفيل في كتابه (رحلة ابن بطوطة)، ووصفها بأنها اختراع عبقري، كما ابتكر الجزري النوافير أو الفوارات لحدائق القصور في زمانه، ومحركة، ورافعة، وضاغطة، وآلات قياس.

وفي القسم الأخير من كتابه تحدث عن قفلين ومنقلة وباب أثري كبير لقصر الأمير في آمد أحد القفلين يجمع بين أربعة اقفال توافقية على غطاء صندوق، كل قفل توافقي متكون من عدة أقراص متحدة المركز على محور دوران، وكل قرص يتحرك الى حرف محدد مسبقا قبل ان يفتح القفل ولا يرفع غطاء الصندوق الا عندما تفتح الاقفال الأربعة، اما الباب فقد تضمن طريقة صب اذ كان مصنوعا من النحاس الأصفر وبعض قطع الصفر تصب في قوالب مغلقة في تربة رملية خضراء. (الجزري، 1979، ص486) (هيل،2004، ص196)

مما سبق وجد الباحثان ان كل تصميمات الجزري تدل على تميزه وسبقه في انشاء الآليات.

المنهج التجريبي لدى الجزري:

وجد العلماء العرب والمسلمين أن أسلوب التفكير الفلسفي لا يكفي وحده لمعالجة المسائل الطبيعية لذا استعانوا بالتجريب وجعلوه سبيلا للوصول الى المعارف العلمية فاتبعوا المنهج التجريبي، وخير مثال على ذلك تجارب ابن الهيثم على الضوء، وتجربة البيروني لاختبار مقولة أن النظر إلى الزمرد يسيل أعين الأفاعي، وتجارب الجزري في الحيل وآلات رفع الماء، وقد أشار لوبون في كتابه (حضارة العرب): " اختبر العرب الأمور وجربوها، وكانوا أول من أدرك أهمية هذا المنهاج في العالم." (لوبون،2013، ص452)

وقد ترتب على غلبة المنهج التجريبي، وعلى دخول أبناء الحرف الصناعية في خدمة أهل العلم، وعلى رغبة علماء العرب الدائمة في رفع درجات دقة بحوثهم، بأنهم تفوقوا كثيرًا على الحضارات السابقة في مجال التكنولوجيا العلمية، ومن ثم استلهم وطور المسلمون من أسلافهم مختلف الآلات. (الحسني،2016 ص12)

فالجزري قرن الدراسة النظرية بالتجربة العملية التطبيقية، ولم يؤمن بصحة النظريات الهندسية إلا إذا أكدتها التجارب العملية، وكل إنجازاته كانت ضمن صناعة الآلات والاختراعات الميكانيكية، وكان كثير الاعتماد على الخبرة التكنولوجية والحقائق العلمية في صناعته للآلات اذ يقول: " كل علم صناعي لا يتحقق بالعمل فهو متردد بين الصحة والخلل، فجمعت فصولا مما فرقوه وفرعت أصولا مما حققوه واستنبطت فنونا لطيفة المدارج خفيفة المداخل والمخارج، ولما وجدت في ذلك من المشقة ما بعدّ علي الشقة كرهت أن يذهب اجتهادي ادراج الرياح وينتسخ أثر ما عملته انتساخ الليل بالصباح، سولت لي نفسي أن أضع في ذلك تذكارا لمن عنيت يبشر اديمه ورغبت في تعليمه".(الجزري،1979،ص3-4)

لقد أفاد العلماء المسلمين مما قدمه الاغريق والرومان والفرس والصينيون من قواعد لعلم الميكانيكا، وابتكروا فيه تقنيات حديثة، وأضافوا إليه وابدعوا مما جعله علما تطبيقيا يلبي احتياجات المجتمع من قبيل الري والانشاءات الحجرية والطواحين، بعد أن كان علما لتسلية الخلفاء واثارة اعجابهم وابهارهم مع

تحقيق المتعة والسحر، وكان من العلماء المسلمين من يمارسون العلوم النظرية والعملية، وكانوا مهندسين الى جانب ما اشتهروا به من الاختصاصات النظرية، منهم بديع الزمان الجزري، ويعد علم الحيل النافعة الجانب التكنلوجي المتقدم في علوم الحضارة الإسلامية، اذ طبق المهندسون والتقنيون معارفهم النظرية للاستفادة منها بالجانب التقني بما يخدم الدين ويؤكد مظاهر التقدم والتمدن .(السرجاني،2009،ص 327)

وقد كان الجزري ملما بالعلوم النظرية وركز في كتابه على أهمية الملاحظة الدقيقة للظواهر التي تكون أساسا للاستنتاجات العملية، كما أكد على التجربة ولم يؤمن بعلم لا تدعمه التجربة العملية، وقد كان الجزري يتبع المنهج العلمي ويرسم المخططات، بعدها يصنع نموذجًا مصغرًا لما ينوي تنفيذه، وقد أعاد الفنيون المحدثون بناء العديد من التركيبات والآلات وفقا لشروح الجزري في كتابه (الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل). (باشا 2007، ص157)

كما اتخذ الجزري الشك المنهجي سبيلا، وأبرز مدى التكامل بين المنهج الاستنباطي والمنهج الاستقرائي.

التطبيقات العملية لابتكارات الجزري في حياتنا المعاصرة:

قام العلماء المسلمون بتطوير فن الحيل ووضعوا له قواعد علمية جديدة وابتكروا تطبيقات للاستفادة منه وتحويله إلى واقع وعلم ينتفع به ... لذا سمى بعد ذلك بعلم الحيل النافعة، فيما يأتي بعض النماذج منها:

1-آلة رفع الماء: مضخة الزنجير والدلاء وهو من آلات السقوط التي تعطي مردودا حركيا بفضل سقوط الماء على المغارف، تحتاج إلى رفع منسوب الماء عن طريق سدود أو مصادر مائية أخرى.

2-الثور الشارب : عبارة عن آلة على شكل ثور تصدر صوت ارتواء بعد شرب الماء، ويتضمن وصفا دقيقا لمضخة تتألف من زنجير طويل متصل عليه مجموعة من الدلاء، وكان محيط الدولاب الرأسي يدير مسننا آخر افقيا متعامدا عليه، ثم تنتقل الحركة التي يسببها الماء الساقط على الدولاب عبر محور رأسي طويل إلى مسنن أفقي علوي، يدير بدوره مسننا رأسيا آخر في الأعلى، محمولا على محور علوي أفقي يدير الزنجير، ويدور هذا الزنجير المتصل ذو الدلاء بواسطة دولاب رأسي مثبت أيضا على المحور الافقي، ووضع الجزري صينية وذراعا وتمثالا خشبيا لبقرة تدور مع دوران العمود.(الجداوي وجلال،2016، ص6- 9)

3-ساعة الفيل: تعد ساعة الفيل الضخمة أدق ساعة من نوعها في التاريخ وأهم ما اخترعه الجزري، فهي مصدر عزه وفخره، تعتمد فكرة ذاتية الحركة (الاوتوماتيكية) والانسان الآلي، فهي ساعة صممت على اشكال تعبر عن تنوع البشرية وتمثل عددا من ثقافات الشعوب، فالفيل إشارة لثقافة الهند والأفارقة، وطائر العنقاء الفينيق يمثل الثقافة المصرية القديمة، والسجادة إشارة لثقافة فارس، وشكل التنين يمثل

ثقافة الصين، واستخدم مبادئ أرخميدس المائية الاغريقية مع جهاز التوقيت المائي الهندي، وفي الأعلى رجل معمم رمز للثقافة والحضارة العربية الإسلامية.(الجزري،1979،ص 117)

وقد غير الجزري مفهوم الهندسة باستخدامه الترس (الدولاب المسنن) وطبق تقنية ذراع التدوير باستخدام مضخة لها مكبس يعمل باتجاهين ويستخدم تركيبة من دولاب مسنن وذراع تدوير عبارة عن آلية لتحويل الحركة الدورانية الى حركة ترددية متناوبة بمساعدة مكبسين يتحركان بالتناوبات باتجاهين متعاكسين لضخ الماء من المصدر المنخفض، كان المحرك البخاري الذي اخترعه (جيمس وات)، يستخدم فقط لضخ الماء بمساعدة المكبس، بعد ذلك استخدم جيمس وات آلية ذراع التدوير التي اخترعها الجزري لنقل الحركة الناشئة عن البخار من حركة ترددية الى حركة دورانية، فأصبح بالإمكان استخدام محرك البخار في تحريك القطارات والسفن، وفي نهاية القرن التاسع عشر، وبعد اختراع المحرك ذي الاحتراق الداخلي تطلب استخدام ذراع التدوير التي اخترعها الجزري لإدارة محرك السيارة. (هيل، 2004 ص301)

4- آلية تصريف المياه في الحمامات والمغاسل: فاخترع حوض لغسل اليدين وكان فيه آلة على شكل خادمة، فالحوض يكون مملوءا بالماء النظيف وعندما ينتهي المستخدم من غسل يديه يسحب عتلة جانب الحوض، فيندفع الماء المستخدم خارج الحوض عن طريق قناة تفريغ، بينما تملأ الخادمة الحوض بماء نظيف مجددا. (الجزري،1979، ص257).

5-الانسان الآلي: مصطلح روبوت استخدم للمرة الاولى في عام (1920) ليدل على كائن خيالي بمسرحية للكاتب المسرحي التشيكي (كارل تشابيك) ومبتكر هذه الكلمة شقيقه (جوزيف تشابيك)، وروبوت تعني العمل الشاق، بعدها في عام (1948) صمم كل من العالمان (ويليام جراي والتر) و(جورج ديفول) أول جهازي روبوت في بريطانيا، غير ان فكرة الإنسان الآلي في الاصل تعود إلى الجزري في اختراع أول روبوت ذاتي الحركة في التاريخ للخدمة في المنزل، بعد أن طلب منه حاكم ديار بكر أن يصنع له آلة تغنيه عن الخدم كلما رغب في الوضوء للصلاة، فصنع آلة على هيئة صبي في يده إبريق ماء، وفي اليد الأخرى منشفة، وعلى عمامته يقف طائر، فاذا حان وقت الصلاة يصفر الطائر، ثم يتقدم الخادم نحو سيده، ويصبّ الماء في الإبريق بمقدار معين، وعقب الانتهاء من وضوءه يقدم له المنشفة، ثم يعود إلى مكانه.(الجزري، 1979، ص117)

لذا فنحن ندين للجزري عبقريته الميكانيكية في صناعة أول روبوت ذاتي الحركة في التاريخ متعدد الاستخدامات، طورها الغرب وعرف باسم الروبوت Robot وهو مصطلح يقصد به آلة قادرة على القيام بأعمال مبرمجة سلفا وتعرف بمصطلح انسالات، وهو دمج لكلمتي إنسان وآلي، ويعد الروبوت (صوفيا) أَحد أَذكى الروبوتات في العالم وتمثل ثورة في تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، صممته شركة هانسون روبوتيكس Hanson Robotics بهونغ كونغ عام (2015)، ويقول دونالد هيل: "إن صناعة

أجهزة الروبوت قد تأثرت إلى حدٍ كبير بأفكار الجزري التي انتقلت إلى أوروبا من معابر عديدة " .(عنب،2018،ص47)

خاتمة:

اهتم العرب بعد ظهور الاسلام بالعلم اهتماما كبيرا فلم يكونوا نقلة للعلم، وإنما شرحوه وطوروه وأضافوا إلى التراث الإنساني الكثير، ومن العلماء الذين أسهموا في قيام أسس النهضة الأوروبية المهندس الميكانيكي (الجزري) الذي عاش في عصر الإسلام الذهبي وألف كتابا مهما في علوم الهندسة الميكانيكية جمع فيه أبرز مخترعاته، ومن أبرز النتائج التي توصل اليها الباحثان:

1–تعد الحضارة الإسلامية التي ظهرت في ظل ظروف متباينة أساس الحضارة والعلوم الأوروبية الحديثة، وهي العامل الكامن من وراء تفوق الغرب التكنولوجي.

2–الحضارات لا تنفصل عن بعضها، فكل حضارة أخذت عن سابقتها ونقلت عنها اكتشافات تسهم في النهضة والتقدم والبناء، فالحضارة العربية الاسلامية أخذت عن الحضارة اليونانية وأخذت الحضارة الغربية عن الحضارة العربية الإسلامية.

3–علم الحيل علم عربي إسلامي لما قدمه العلماء المسلمون من ابتكارات نتاج المنهج العلمي.

4–اتبع الجزري المنهج العلمي في اعماله ورسم المخططات ثم صمم نموذجا مصغرا لما ينوي تنفيذه وكان من نتائج عقليته انه أصبح المؤسس الحقيقي لمفهوم العالمية في المعرفة.

5– كتابه دمج بين العلوم الميكانيكية النظرية وبين النواحي التطبيقية العملية.

6– الآلات التي وردت في كتابه آلات علمية مصممة بدقة أدت دورا مهما في الثورة الصناعية في أوروبا ، فالمخترع العربي واضع مبادئ التكنولوجيا الحديثة ليس الغرب.

7–التصميمات الواردة في المخطوطات تعد بنك أفكار غني للمصمم الصناعي.

التوصيات Recommendations

في ضوء نتائج البحث يقدم الباحثان التوصيات الآتية:

1–التعرف على نماذج اخرى من ابداعات المسلمين في علم الحيل للاستفادة منها.

2–وضع الابداعات الاسلامية تحت أعين المصممين الصناعيين للاستفادة منها في وضع تصميمات حديثة معاصرة.

3–توجيه الدراسات نحو تراث المسلمين بغية تنقيته وتطويره.

المصادر والمراجع:

1–آغا، رياض نعسان. (2010). الجزري كبير المهندسين، **مجلة المعرفة**، (ع556)، كانون الثاني، سوريا.

2–باشا، احمد فؤاد. (2007). **اساسيات العلوم المعاصرة في التراث الإسلامي دراسة تأصيلية**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.

3–الجداوي، نرمين كامل وهيثم محمد جلال. (2016). فلسفة الدمج بين البناء الحركي واستلهام الطبيعة عند المسلمين الأوائل Science Artifices في إبداع، **مجلة العمارة والفنون والعلوم الاسلامية**، (م1)، (ع1).

4–الجرجاني، علي بن محمد بن علي. (1983). **كتاب التعريفات**، (ج1)، تحقيق جماعة من العلماء، دار الكتب العلمية: بيروت – لبنان.

5–الجزري، بديع الزمان. (1979). **الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل**، تحقيق احمد يوسف الحسن وآخرون، معهد التراث العربي، جامعة حلب.

6–الحسن، احمد يوسف. (1979). الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل. **أبحاث المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم**، جامعة حلب، (6–7) نيسان، 1977، مكتبة المهتدين.

7–الحسني، سليم. (2016). **ألف اختراع واختراع التراث الإسلامي في عالمنا**، دار نهضة مصر.

8–خليل، عماد الدين. (1980). **الامارات الارتقية في الجزيرة والشام أضواء جديدة على المقاومة الإسلامية للصليبيين والتتر**، مؤسسة الرسالة: بيروت.

9–الزركلي، خير الدين. (2002). **الأعلام**. (ج4)، (ط15)، دار العلم للملايين، بيروت.

10–سارتون جورج. (1970). **تاريخ العلم**، ترجمة جورج حداد وآخرون، (ج2)، دار المعارف، مؤسسة فرانكلين، القاهرة نيويورك.

11–السرجاني، راغب. (2009). **ماذا قدم المسلمون للعالم اسهامات المسلمين في الحضارة الإنسانية**، (ط2)، مؤسسة اقرأ للنشر والتوزيع والترجمة، القاهرة.

12–سلامة، محمد عبد الحميد. (2020). التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري، **مجلة الآداب والعلوم الإنسانية**، (م91)، (ع2)، يوليو.

13–عبد الغني، اميرة إبراهيم. (2021). منهج البحث في علم الحيل عند العلماء العرب أبو العز إسماعيل بن الرزاز الجزري انموذجا، **مجلة كلية الآداب – جامعة الفيوم**، مج (13)، ع (2)، يوليو.

14–عنب، محمد أحمد عبد الرحمن. (2018). بديع الزمان الجزري مؤسس علم الروبوت، **مجلة أفكار**، (ع357)، تشرين الاول، وزارة الثقافة، المملكة الاردنية الهاشمية.

15–كرم، انطونيوس. (1982). **العرب امام تحديات التكنولوجيا**، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب–الكويت.

16–لطيف، رياض سعيد. (2022)، هندسة الميكانيكا والحيل في التراث، مركز احياء التراث العلمي العربي، جامعة بغداد، **مجلة الجامعة العراقية**، (ع54)، (ج1).

17–لوبون، غوستاف. (2013). حضارة العرب، ترجمة عادل زعيتر، مؤسسة هنداوي، المملكة المتحدة.

18–مطلوب، أحمد. (2000). علم الحيل عند العرب، **مجلة المورد**، يوليو، (ع3).

19–هونكه، زيجريد. (2002). **شمس العرب تسطع على الغرب**، ترجمة فؤاد بيضون، (ط10)، دار صادر، بيروت.

20–هيل، دونالد.ر. (2004). **العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية لبنات أساسية في صرح الحضارة الإنسانية**، ترجمة احمد فؤاد باشا، مطابع السياسة، الكويت.