# التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري

د. محمد عبد الحميد سلامة*

الملخص

يهدف هذا البحث الموسوم بـ « التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري» إلى كشف جانب مهم في تاريخ التكنولوجيا، كما عرفتها الحضارة الإسلامية،لاسيما مع بديع الزمان أبوالعز إسماعيل الرزاز الجزري ،باعتبارها أنموذجاًمتميّزاً؛ مزاوجًا بين النظري والتطبيقي في انسجام مدهش، لبلورة خطاب مزدوج؛ نظري وعملي في الوقت نفسه، لكن بمعانٍ خاصّة لكلٍّ من النظر والتطبيق.

فعند إمعان النظر في التقنية الإسلامية، ولاسيّما مع بديع الزمان الجزري ، نجد أنّ النوافير المائية ، وآلات رفع المياه ، والساعات، والأقفال التي نغلق بها الأبواب الآن هي ابتكارات واختراعات لبناتها الأولى عربية إسلامية الأصل.

الكلمات المفتتاحية : التقنية – التكنولوجيا – الآلة – علم الحيل – بديع الزمان الجزري

The mechanized technique of the ~~brilliant scientist Badī al-Zama~~n al-Jazarī

Abstract

*The research entitled." The mechanized technique of the brilliant scientist Badī al-Zaman* al-Jazarī *"aims to find out the philosophy beyond on important side in the History of Technology as definod by the Arabic and Islamic civilization, especially with Badī al-Zaman* al-Jazarī *,considering it as adisinctive model combining the theoretical and applied aspects in asurprizing harmony to preset adouble discourses theorethicaly and practically at the same time Especilly with Badī al-Zaman* al-Jazarī *, we find that water fountains, water pumps, watches and padlocks hich we use to lock doors nowadays go to back to the Arabic and Islamic inventions*

Keywords : Badī al-Zaman al-Jazarī- Artifices - machine - Technology -Techne

مقدمة :

تُعد الحضارة الإسلامية من الحضارات العالمية التي استمر تفوقها وازدهارها فترةً طويلةً من الزمن، وطَرَق علماؤها كلَّ المجالات العلمية والأدبية والفكرية، يدفعهم إلى ذلك إيمانهم العميق بالبحث العلمي لخدمةِ البشرية والتَفكر والتأمل في الكون الفسيح الذي خلقه الله (عزّ وجلّ )، وأمرنا بإمعان النظر في كلِّ آيةٍ من آياتهِ الدالَّة على عظيم قدرتهِ، وبديع صُنعهِ، فظهر من هؤلاء العلماء مَن اتخذ من الفلسفةِ طريقاً يصل من خلالهِ إلى الحقائق المختلفة، ومنهم من تفوق في العلوم العقلية كعِلم الحِيَل(الميكانيكا Mechanics) الذي يظن الكثير من الناس أنَّ هذا العلم لم يعرفه العالَم قبل الثورة الصناعية في أوربا،ولكن الحقيقة غير ذلك تماماً، فقد ظهر هذا العِلم في العصور القديمة لسدِّ حاجات الإنسان في المجالات الحياتية المختلفة.

كما برز هذا العِلم في العصور الوسطى عند المسلمين، وظهر كثيرٌ من العلماء الذين بحثوا في علم الحِيَل(الميكانيكا) وألَّفوا فيه الكتب الكثيرة، وترك لنا هؤلاء العلماء الكثير من المؤلَّفات الغزيرة، ممَّا يُثبت –ولا شك– براعتهم وتفوقهم في هذا المجال.

وهذا العلم يعرفه ابن خلدون( في مقدمتهِ) :" هذا العِلم هو النَّظر في المقادير، إمَّا المتصلة كالخطِّ، والسطح، والجسم، وإمَّا المنفصلة كالأعداد وغيره".(*)

لقد أفاد علماء المسلمين فى ظل الحضارة الإسلامية مماً قدَّمه الإغريق،والرومان،والفرس،والصينيون من قواعد لعلم الميكانيكا، وابتكروا فيه تقنيات جديدة،وأضافوا إليه من إبداعهم ممَّا جَعلهُ عِلماً تطبيقياً فريداً في غاية الأهمية، بعدما كان عِلمًا للتسلية والسحر، وأطلقوا عليه علم الحِيَل ، ويعني بذلك التي يتحايلون بها على الظروف الصعبة لتحقيق غرضٍ من الأغراض، بمعنى توفير الجهد الإنساني والقوة البشرية والتوسع في القوة الميكانيكية، والاستفادة من المجهود البسيط للحصول على جهدٍ أكبر من جهد الإنسان.

وتمتع المهندسون بمكانة مرموقة فى المجتمع ولدى الخلفاء والحكام، وكان لقب مهندس يضاف إلى اسم من يمارس هذه المهنة .

وكان العلماء المسلمين يمارسون العلوم النظرية والعملية،وكانوا مهندسين إلى جانب ما اشتهروا به من الاختصاصات النظرية.

من هؤلاء العلماء المهندسين بديع الزمان أَبو العز بن إسماعيل بن الرزاز الملقب بالجزري (530هـ- 602هـ/ 1136م – 1206م)، جمع في حياته بين العلم والعمل والتحريض عليه ،ويمثل وصفه للآلات وصف مهندس مخترع مبدع عالم بالعلوم النظرية والعلمية،فهو يعد من أعظم المهندسين والميكانيكيين والمخترعين في الحضارة الإسلامية.وضع الجزري في كتابه «الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل» عصارة عمل دؤوب استمر قرابة خمسة وعشرين عامًا، ويظهر من طريقة عرضه أنه كان يريد للمهتمين من بعده أن يستفيدوا من علمه ، إلى جانب ذلك نجده يضع لنا تفصيلا كاملا لكل آلة من الآلات التي اخترعها.

و وفق ذلك تعتمد هذه الدراسة للتقنية الآلية عند « بديع الزمان الجزرى » على المصادر الأصلية ،ودراستها ،وتحليلها وتقويمها، ومن أهم هذه المصادر المخطوط « الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل » الذى عرض لهذا الجانب من النشاط الهندسي التقنى بدءاً بما أخذه بديع الزمان الجزرى عن الحضارات التي سبقته، لاسيما حضارة الإغريق، وما توصلوا إليه من مفاهيم صحيحة وأفكار أصلية، وما قدمه وأضافه من ابتكارات عظيمة.

ومن ثم فإن هذه الدراسة تقدم عرضًا لأهم رواد هندسة الحركات من علماء الإغريق، و بيانًا لأهم منجزاتهم، وهذه بلا شك هي نقطة البدء التي بدونها لا تصح دراسة جادة و منصفة للتقنية الآلية، ذلك أن العرب والمسلمين اهتموا منذ صدر حضارتهم بإصدار الترجمات العربية لأمهات كتب الإغريق والروم في هندسة الحركات ،وتحريرها وشرحها مثل جر الأثقال و رفعها، وعمل الساعات والآلات الروحانية (الآلات التي تعمل بالهواء أوالبخار)، وميخانيقا الماء (الآلات التي تعتمد على حركة الماء)، وصنعة الأواني العجيبة التي تعتمد فيما تعتمد على فكرة المثعب(الميزاب مَجرى الماء من الحوض وغيره)، وعلى ضرورة عدم الخلاء، وحيل إخراج الماء إلى جهة العلو، وآلات الحرب، ورمي الحجارة، والمرايا المحرقة والآلات التي تتحرك من تلقاء ذاتها إلخ. وهذا هو الشق الأول .

و فى الشق الثانى من الدراسة اقدم مدى استيعاب بديع الزمان الجزرى للتقنيات الإغريقية استيعابًا تامًّا،مكنه ليس من حفظ تراث الإغريق فحسب، وإنما أتاح له ذلك الاستيعاب فُرص التحسين والتطوير والإبداع والابتكار.

المبحث الأول : نشأة الحيل النافعة ( الميكانيكا ) وتطورها فى الحضارة الإسلامية :

إنَّ أول مَن أطلق على هذا العِلم (mechanics) هم اليونان، وكانت تشمل كلَّ الفنون المتعلِّقة بالمهارة والبراعة والحذق، ومن خلال دراستنا لهذا العِلم نجد أنّ المسلمين,أطلقوا عليه(عِلم الحِيَل).

و بالتدقيق في المعاجم العربية نجد أنَّ كلمة (الحِيَل) أو(الحول) أو (الحال) هي ألفاظٌ تنطوي على معانٍ تتعلَّق بالحركة والمتحرك والقوة والتغيير والثبات والسقوط والعجلة والنقل ...وغيرها، ومن هذهِ الجذور اللغوية اشتقوا مُصطلح (علم الحِيَل)، بمُلاحظةٍ دقيقة لملا بين الدلالة المعنوية للفظ ، وموضوعات علم الحِيَل القائمة منطقياً على منهجي الاستدلال والتجربة.[1]

فعِلمُ الحِيَلة لغةً : بكسرِالاسم (الاحتيال)[2]، وذكر ابن منظور، بأنهاَّ: الحَوْل، والحِيَل، والحَوْل، والحِيَلة، والحويل، والمحال، والتَّحول ,والتَحُيل، كلَّ ذلك الحذق وجودة النظر، والقُدرة على دقَّة التصرف، وهي التي تحول المرء عما يكرهه إلى ما يُحبه[3] ، ويذكر الزبيدي الحِيَلة بأنها القوة [4].أمَّا اصطلاحاً :فقد عرَّف الفارابي (عِلم الحِيَل)، بأنَّه :علم وجه التدبير في مُطابقة جميع مَا يُبرهن وجوده في التعاليم.[5] والحِيَلِ هي : فنٌّ مشترك بين الرياضي والطبيعي، وما يتوصل إليه من استنباط المياه المتكنة في بطون الأرض ،وأساقها على وجهها، وهوعن طريق الدواليب، وبها يتقوَّى على حمل الأشياءالثقيلة بمعونةِ القوى الضعيفة [6]

.و يضع ابن سينا [7] الحِيَل في الأقسام الفرعية للعلوم الرياضية، ضمن فروع الهندسة مع عِلم المساحة Surveying وجرِّ الأثقال وعِلم الأوزان والموازين weight وعِلم الآلات الجزئية Molecular engineering وعِلم المناظروالمرايا Optics وعِلم نقل المياه، وسماه بالحِيَل المتحركة و عِلم الحِيَل مُصطلحٌ أطلقه العرب على الميكانيك أوالفيزياء الميكانيكية [8]، و هي

آلاتٌ متحركة بذاتها أو بُجهدٍ يسير كآلات الرفع والجرّ والساعات الصامتة أو الصائته وعمل آلات النار [9] و يُسمَّى عِلم الحِيَل بعِلم الآليات البارعة في الوقت الحاضر [10] ، و قد كانت كثيرٌ من الموسوعات الشرقية في القرون الوسطى تُعطي هذا التعريف الحصري لعِلم الميكانيك . [11]

إنَّ بدايات هذا العِلم يعود إلى المصريين القدماء، فقد برع هؤلاء في الميكانيكا حيث استخدموا الآلات الرافعة في بناءِ الأهرامات والمعابد، مُعتمدين على وسائل وأساليب هندسية شديدة الإحكام، و من أهمها السطح المائل An inclined plane. [12]كما استخدم المصريون القدماء الساعة الشمسية والمائية لقياس الزمن، وعرفوا فائدة التزييت واستخدموه في نقل الحجارة، و تركوا آثارا هائلة من فن النحت فكان التمثال النصفي للملكة نفرتيتي من أروع الأمثلة للنحت في العالم .والعمارة المصرية القديمة يوضحها المعابد ذات الأعمدة الضخمة بما عليها من زخارف على هيئة زهرة اللوتس، والنقوش ذات الألوان الزاهية في الأقصر ووادي الملوك والملكات، ومعبد إسنا، حيث توجد المسلات الفرعونية بما عليها من رسومات و نقوش .

كما أن أهرامات الجيزة إحدى العجائب المعمارية المصرية القديمة التي تعد أضخم بناء في العالم .وصنع المصريون القدماء أقدم عربة بعجلات حيث تم العثور عليها كاملة في أحد القبور .وهي تحفة فنية رائعة.

وتتكون هذ العربة من عدة أجزاء يتم تجميعها بخبرة ودقة، وهي المحور، وفراغ المحور، والكلابات للدعامات، والمحيط الخشبي الخارجي للعجلة .كما اخترع المصري القديم المنضدة الدائرية أو العجلة الفخارية، لتشكيل الطمي بعملية الدوران .واستخدموا الأبراج والسلالم المستخدمة في البناء .وكانت هناك أدوات من الخشب والنحاس لعمليات الغزل والتفصيل

استطاع المصريون القدماء نقل ملايين الكتل الحجرية، التي تزن الواحدة منها أطنان ، لبناء هرم يزن ستة ملايين وخمسمائة ألف طن، يمكن رؤيته من الفضاء، في فترة استغرقت عشرين عاما ، فكيف فعلوا ذلك؟ وما التكنولوجيا التي استخدموها،وما المصانع أو المعدات الثقيلة المساهمة في البناء بهذه العظمة من الدقة والفخامة؟ [13]

أمَّا حضارة وادي الرافدين، فقد بَرَع الإنسان العراقي في هذا المجال، وخصوصاً بأنَّ جذور علم الميكانيكا والديناميكا Dynamics كانت في تشكيل الأدوات وصناعتها أو استعمالها،فقد قام السومريون بحفرِ شبكةٍ من القنواتِ لإرواء الأراضي وتسهيل النقل والمواصلات بين مختلف أجزاء البلاد، واستخدموا الشادوف * حيث اقتضى الأمر رفع الماء إلى مستوياتٍ عالية .(14)

أمّا اليونانيون القدماء، فقد كانت لعلومهم خصائص مختلفة تماماً عن تلك التي كانت للحضارات السابقة، فهي أكثر عقلانية وتجريدًا، فمن خلال اندماج علم الرياضيات اليونانية بالثقافة المصرية والسومرية القديمة تمَّ إنجاز وتطوير مهم على العُدد والآلات، مثال ذلك الحركة الدورانية axis التي طُبِّقت في الطواحين والمكابس الهوائية والأجهزة الهيدروليكية التي تُدار بضغطِ الهواء كالدوافع المائية والمضخَّات، وبرعوا في الصناعات المعدنية قبل زمن الإسكندر بانتقالهم إلى بلادٍ مثل مصر وسورية بمواردها الكبيرة التي كانت تحت تصرفهم، مَا أمكن إحداث تطويرٍ ضخم في كلِّ الآلات وخاصةً آلات الرَّي وإزاحة الأثقال وبناء السفن. (15)

شهدت الفترة الهيلنستية– فترة التقاء العلم اليونانى بالعلم الشرقى القديم والعلم الرومانى – صحوة تكنولوجية ، فقد وفد إلى الإسكندرية فى القرن الثالث ق.م كثير من العلماء اليونانيين ، نذكر منهم على سبيل المثال لا الحصر ، أرشميدس السيراكوزى Archimedes of syracuse(16) ( 278 – 212 ق. م ) الذى يعد من أعظم الرياضيين والمخترعين فى العصور القديمة ، فقد كانت أعماله تجمع بين النظرية والتطبيق ، فذكر النظرية المضبوطة للرافعة " الأجسام تتوازن إذا ما علقت على مسافات تتناسب عكسيًا مع وزنها".

ولقد استنتج هذا القانون من البديهيات التى تنص على أن الأجسام المتساوية الوزن ، والموضوعة على أبعاد متساوية من محور الإرتكاز تتوازن ، كما أن الأجسام المتساوية الوزن ، والموضوعة على أبعاد غير متساوية من محور الارتكاز لا تتوازن ، وأن الجسم الأبعد من محور الارتكاز ينخفض (17)

و اكتشف أرشميدس قانون ميكانيكا السوائل الساكنة (الهيدروستاتيكا أو علم توازن السوائل) والضغط الذى تتعرض له الأجسام العائمة فيها ، و له قاعدة مشهورة هى :"إن الجسم المغمور كليًا أو جزئيًا فى سائل ما ، يفقد جزءًا من وزنه يعادل وزن السائل المزاح" ، وقد ساعدته هذه القاعدة على تحديد الوزن النوعى للأجسام ،كما ساعده على حل مسألة التاج [18] .

و من اختراعاته مرايا مقعرة كبيرة لجمع أشعة الشمس ، وإعادة تسليطها على أشرعة السفن المهاجمة فتحرقها ، وهى بمثابة آلة ، أو جهاز إشعاعى شمسى ، يقوم بتجميع أشعة الشمس فى بؤرة منه ، ثم يعيد تسليطها منه مره أخرى فى صورة شعاع حارق مدمر يحرق كل ما يسلط عليه .

و من أهم اختراعات أرشميدس الروافع والبكرات لرفع الأثقال الكبيرة ،والتى استعملها فى الدفاع عن سيراكوزة ضد هجمات الرومان . فمن خلال فتحات فى أسوار المدينة ، وبواسطة أعمدة متحركة معلقة على الأسوار استطاع أرشميدس أن يرمى سفن الرومان المهاجمة بأحجار كبيرة تعمل على إغراقها .[19] كما ينسب إليه اختراع الحلزونة المائية (حلزونة أرشميدس ) [20]، أو الطنبور, وهى جهاز بسيط يرفع المياة إلى أعلى ، بتحركها خلال أسطوانة دوران بداخلها حلزونة ، وهى عبارة عن قطعة خشب لُفَّتْ بطريقة حلزونية على محور مائل ،ومحاطة بأسطوانة مجوفة مفتوحة ، ويوضع جزؤها الأسفل فى الماء ، وتدار فيرتفع الماء إلى المستويات الأعلى [21]

و إذا انتقلنا إلى القرنين الثاني والأول ق.م . نجد أن المنهج التجريبى قد بلغ درجة عالية فى كافة العلوم والفنون . وقد كان لهذا المنهج أثره فى التقدم العلمى فى مجالى الفيزياء ، والتكنولوجيا فى هذين القرنين ، ففى هذين المجالين برز ثلاثة أعلام خلال القرنين الثانى والأول ، وهم "كيتسيبيوس السكندرى" و" فيلون البيزنطى " و"هيرون الاسكندرى " .

أما ستيسيبيوس أو كتيبيوس أو تيبيوس (222ق.م – 285ق.م) ( Ctesibius of Alexandria) ينسب إليه اختراع ساعة مائية، تعتمد على تدفق الماء بمعدل ثابت خلال ثقب ، وقد صنع اكتسيبيوس الثقب من الذهب ، وذلك لتفادى حدوث الصدأ ،كذا من

جوهر كريم ؛ لتفادي التآكل ، وينساب الماء المتدفق الثقب إلى وعاء أسطواني ، فيرفع عوامة تحمل مؤشرًا يشير إلى تدريج للساعات ، وقد زودت العوامة بجريدة مسننة تدير قرصًا مسننًا ، فيحرك عرائس أو شخوصًا ، أو ليقرع أجراسًا ، أو ليجعل طيورًا تصدح .[22]

أما فيلون البيزنطى (280ق.م–220 ق.م) ( Philon of Byzantium) [23] فقد اشتهر في حقل الميكانيكا التطبيقية.ومن أهم مؤلفاته في هذا المجال كتاب تُرْجِمَ إلى الفرنسية تحت عنوان: Les(pneumatiques de Philon de Byzance حيث نجد فيه قسم يتعلق بالنظريات الفيزيائية، نذكر منها نظرية تحليل طبيعة الهواء ، وأخرى تبحث في امتزاج الهواء مع الماء ، مع شرح لبعض التقنيات المعتمدة في عصره كالعوامة ،والسيفون ،والعتلة وغيرها.

فله سلسلة من التجارب تدل على أن الهواء جسد مادى يملأ الفضاء ، وأن الفراغ لا يمكن أن يكون . فالماء لا يمكن أن يسكب من وعاء إلا إذا تمكن الهواء من الحلول محله ، فإذا جرى سحب الهواء من وعاء ما ، فإن الماء يتبعه ، ولو كان الاتجاه إلى أعلى. وعليه يكون فيلون قد وصل إلى أبعد ما يمكن التوصل إليه قبل مجيء تورشيلى( 1643) .

يسوق فليون – على سبيل المثال لا الحصر – تجارب فيزيائية يبرهن من خلالها على أن الهواء " جسد من الأجساد" وعلى أن الخلاء أمر مستحيل.

أما هيرون السكندرى(10م–70م) ( Heron of Alexandria ) من أهم مؤلفاته مجموعة من ثلاث كتب ترجمت إلى الفرنسية تحت عنوان (Les mécaniques ). استنادًا إلى النسخة العربية التي ترجمها قسطا ابن لوقا البعلبكى (820م– 912 م).

الكتاب الأول يتعرض لمسائل رياضية ، ومسائل في علم السكون والحركة، بينما الكتاب الثاني يتناول الآلات البسيطة كالرافعة ، والسطح المائل ، والزاوية وغيرها. أما كتابه الثالث ، فقد خصصه للتطبيقات العملية ، ويحمل عنوان (Les pneumatiques).

في هذا الكتاب حدد هيرون مجموعة من الأوعية ، والحيل على غرار من سبقوه . ومن أهم اختراعاته الكرة الدوارة التى اخترعها ، وهى عبارة عن كرة معدنية تُمْلأ بالماء، ويوضع تحتها لهب لتسخين الماء بشدة حتى يغلي ، ويتحول إلى بخار يندفع منه خلال فوهتين، وقد

ركبت الكرة على حاملين جانبين يمكناهما من الدوران عندما يندفع بخار الماء خارجًا من الفوهتين [24]

واخترع آله كانت تثير اعجاب ودهشة المترددين على المعابد فى الحضارة الإغريقية القديمة ، وهى آله تضع بها قطعة من النقود فى فتحة معينة تحصل على ماء مقدس .كما استغل تمدد الهواء بالحرارة لإحداث حركة يخفى فاعلها كفتح الأبواب.

وقد نبغ هيرون السكندرى فى علم البصريات ، وكان يتضمن ثلاثة أقسام كبيرة : البصريات البحتة ، وعلم انعكاس الضوء (المرايا النظرية والتطبيق) ، وعلم انكسار الضوء (الكاسر النظرية والتطبيق) ، وفيه نرى العلم ممزوجًا بالتقنية بشكل وثيق .[25]

أما العرب فقد بدأوا بنقل هذا العِلم من كتب السابقين، أمثال :إقليدس وأرشميدس وأريلبينوس وهيرون الإسكندري، ثمَّ ظهر العلماء والمهندسون المسلمون الذي تخصصوا في هذا المجال وطوره ووضعوا له قواعد علمية جديدة وابتكروا تطبيقاتٍ رائدة للاستفادة منه.

ويمثل علم " الحيل النافعة " الجانب التقني المتقدم في علوم الحضارة الإسلامية ، حيث كان المهندسون والتقنيون يقومون بتطبيق معارفهم النظرية للإفادة منها تقنيا في كل ما يخدم الدين، ويحقق مظاهر المدنية والأعمار, وقد ازدهر علم الحيل في العالم الإسلامي ما بين القرنين الثالث ،والسابع الهجريين ، التاسع والثالث عشر الميلاديين ،واستمر عطاء المسلمين فيه حتى القرن السادس عشر الميلادي تقريبا.

والهدف من علم الميكانيكا معرفة كيفية الحصول على فعلٍ كبيرٍ بجهدٍ يسيرٍ، ولهذا سمَّاه العرب بالحيل، أي استخدام الحيلة مكان القوة، والعقل مكان العضلات، والآلة بدل البدن. عكس الشعوب السابقة التي كانت تعتمد على العبيد، وتلجأ إلى نظام السخرة في إنجاز الأعمال التي تحتاج إلى مجهود جسماني كبير.

فلما جاء الإسلام ونهى عن السخرة ،وإرهاق الخدم والعبيد وتحميلهم فوق ما يطيق الإنسان العادي، إلى جانب تحريمه المشقة على الحيوان اتجه المسلمون إلى تطوير الآلات لتقوم بالأعمال الشاقة، وبعد أن كانت غاية السابقين من علم " الحيل " لا تتعدى استعماله في التأثير الديني والروحي على إتباع مذاهبهم ، مثل استعمال التماثيل المتحركة أو الناطقة بواسطة

الكهان ،واستعمال الأرغن الموسيقى وغيره من الآلات المصوتة في المعابد،فقد جاء الإسلام وجعل الصلة بين العبد وربه بغير حاجة إلى وسائل وسيطة، أو خداع حسي ،أو بصري وأصبح لعلم " الحيل النافعة " هدف جديد؛ هو التيسير على الإنسان باستعمال آلات متحركة.

وعِلم الحركة يقوم على ثلاثة قوانين رئيسة، كان قد وضعها عالِم الفيزياء الإنجليزي إسحق نيوتن Sir Isaac Newton (1642م-1726م م) في أوائل القرن الثامن عشر، عندما نشرها في كتابهِ الشهير( الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية Philosophiae) Naturalis Principia Mathematica, 1687، وكان قد جمع هذهِ القوانين من المعلومات العربية القديمة وممَّا كتبه العلماء المسلمون عن الحركة للأشياء قبل عصرهِ بسبعةِ قرون، أنَّه صاغها في قالب مُعادلاتٍ رياضية، ومن خلال دراستنا لجهود العلماء المسلمين في عِلم الميكانيكا نأخذ على سبيل المثال قانون الحركات الثلاثة، وبعيداً عن العاطفة ،والكلام العاطفي المجرَّد، فإنَّ جُهد علماء المسلمين كان واضحًا وصريحًا تدعمه النصوص الكثيرة الموثَّقة في مخطوطاتهم التي ألَّفوها.

القانون الأول للحركة :

يُشير القانون الأول للحركة في عِلم الفيزياء إلى أنَّه مجموع الكميات الموجَّهة من القوى التي تؤثر على جِسمٍ مَا صفراً، فسوف يظل هذا الجسم ساكناً، وبالمثل فإنَّ أيَّ جسمٍ متحرك سيظل على حركةٍ بسرعةٍ ثابتة في حالة عدم وجود أيَّةِ قوىً تؤثر عليه؛ مثل قوة الاحتكا.

و هذا ما جاء فيه قانون نيوتن الرياضي، حيث قال :"إنَّ الجسم يبقى في حالةِ سكون أو في حالة حركة مُنتظمة في خطٍّ مستقيم، مَا لم ربُجته قوىً خارجية على تغيير هذهِ الحالة".

و إذا جئنا إلى علماء المسلمين ودورهم في ذلك، فإنَّ الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابهِ ( الإشارات والتنبيهات) صاغ ذلك بلفظهِ، فقال :"إنَّك لتَعلَم أنَّ الجسم إذا خلي طباعه، ولم يعرض له من خارج تأثيرٌ غريب، لم يكن له بُد من موضعٍ مُعين وشكلٍ مُعين

فإنَّ في طباعهِ مبدأ استيجاب ذلك، وليست المعاوقة للجسم بما هو جسم، بل بمعنى يطلب البقاء على حالهِ"[26].

و الواضح لنا من النص السابق أنَّ تعبير ابن سينا للقانون الأول للحركة يمتاز عن تعبير إسحاق نيوتن الذي جاء بعده بأكثر من ستَّةِ قرون، وفيه يؤكِّد على أنَّ الجسم يبقى في حالةِ سكون أو حركة مُنتظمة في خطٍّ مُستقيم مَا لم يُجبره قوى خارجية على تغيير هذهِ الحالة، بما يعني أنَّ ابن سينا هو أول مَن اكتشف هذا القانون. [27]

القانون الثاني للحركة :

و هذا القانون يربط بين مجموع القوى المؤثِّرة على الجسم وعلى زيادة سرعتهِ، وهو ما يُعرف بالعجلة، وتكون العجلة متناسبةً مع حجم القوة وفي نفس اتجاهها، ويُعد ثابت هذا التناسب بمنزلة كتلة الجسم( ك).

و قد جاء ذلك في قانون نيوتن الرياضي، حيث قال :إنَّ القوة اللازمة للحركة تتناسب تناسبًا طرديًّا مع كلٍّ من كتلة الجسم وتسارعهِ، وبالتالي فإنها تُقاس كحاصل ضرب الكتلة × التسارع، بحيث يكون التسارع في نفس اتجاه القوة وعلى خطِّ ميلها.

و إذا رجعنا إلى علماء المسلمين، نجد مثلاً هبة الله بن مَلَكا البغدادي في كتابه (المعتبر في الحكمة)، حيث يقول :"وكُلُّ حركةٍ فيها زمان لا محالة، فالقوة الأشد تحرك أسرع ،وفي زمنٍ أقصر، فكلَّما اشتدَّت القوة؛ ازدادت السرعة فقَصُر الزمان، مَا لم تتناه الشدَّة لَم تتناه السرعة، وفي ذلك تصير الحركة في غير زمانٍ أشد؛ لأنَّ سلب الزمان في السرعة نهاية مَا للشدَّة " .

و في الفصل الرابع عشر الموسوم(الخلاء)، قال بلفظهِ" : تزداد السرعة عند اشتداد القوة، فكلَّما زادت قوة الدفع زادت سرعة الجسم المتحرك وقَ الزمن لقطع المسافة المحدَّدة"، وهو بالضبط ما نسخه نيوتن في قانونهِ الرياضي، وأسماه القانون الثاني للحركة. [28]

القانون الثالث للحركة:

و هو يعني أنَّه إذا تفاعل جُسيمان، فإنَّ القوة التي يؤثر بها الجسُيم الأول في الجسُيم الثاني (تُسمَّى قوة الفعل)، تساوي بالقيمة المطلقة، وتُعاكس بالاتجاه القوة التي يؤثر بها الجسُيم

الثاني في الأول( تُسمَّى قوة ردِّ الفعل)، وقد صاغها نيوتن في قانونهِ :"لكلِّ فعلٍ ردّ فعلٍ مساوٍ له في المقدار ومُضاد له في الاتجاه"، وهذا مَا أورده الإمام فخر الدين الرازي في كتابهِ (المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات)، حيث يقول :"الحلقة التي يجد بها جاذبان متساويان حتَّى وقفت في الوسط، لا شكَّ أنَّ كلَّ واحدٍ منها فعل فيها فعلاً معوقاً بفعل الآخر". (29)

إذن يمكن القول من خلال دراستنا لعِلم الميكانيكا( الحِيَل النافعة)،أنَّ علماء اليونان كان لهم الفضل الكبير في وضع اللَّبنات الأولى لهذا العِلم، ومنها أخذه المسلمون وطوَّروه وأصبحوا مُبدعين فيه، ومنهم العالم بديع الزمان الجزري .

المبحث الثانى : بديع الزمان الجزري والأهمية العلمية والتراثية لمخطوطه النفيس:

يعد كتاب « الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل». لبديع الزمان الجزري الأطروحة الأهم في الهندسة الميكانيكية في التراث العربي الإسلامي، وقد أثار هذا الكتاب اهتماماً بالغاً من قبل مؤرخي التقنيات ومؤرخي الفن كذلك.

و بالإضافةِ لإنجازاته كمخترعٍ ومهندسٍ . كان الجزري فناناً بارعاً، فمخطوطاته التي مازالت باقية إلى الآن تزود القارئ بتعليمات مفصلة عن جميع اختراعاته ،وتوضحها باستخدام لوحات مصغرة، حتى يتمكن من إعادة بناء هذه الاختراعات، وهذا هو الأسلوب الخاص بالفن الإسلامي في القرون الوسطى.

عاش المهندس بديع الزمان الجزري فى النصف الثانى من القرن السادس الهجرى/الثانى عشر الميلادى وحتى بداية القرن السابع الهجرى/ الثالث عشر الميلادى , ولقب بالجزرى نسبة إلى جزيرة ابن عمر(جزيرة بوطان)* الواقعة بين دجلة والفرات في الأقاليم السورية الشمالية على نهر دجلة التي تتبع اليوم تركيا،وكل ما عرف عن حياته هو ما أمكن استنتاجه من مقدمة كتابه التى كتبها هو بخط يده.(30)

عمل بديع الزمان الجزرى كرئيس المهندسين في ديار بكر(مدينة آمد) شمال الجزيرة الفراتية تحت حكم صلاح الدين الأيوبى،وحَظِيَ برعاية حكام ديار بكر من بني أرتق، ودخل

في خدمة ملوكهم لمدة خمسٍ وعشرين سنة،وذلك ابتداءً من سنة (570هـ/1174م)، فأصبح كبير مهندسي الميكانيكا في البلاط.

ونفهم من مقدمة كتاب الجزرى أنه ألف كتابه بطلب من ملك ديار بكر الملك الصالح ناصر الدين أبى الفتح محمود بن محمد بن قرا بن أرسلان بن داود بن سكمان بن أرتق ،الذى تولى الحكم فى الفترة من (597هـ- 619هـ / 1200م – 1222م) .

والجزرى يورد إشارة هى على قدر كبير من الأهمية فى مقدمة كتابه ،ملمحًا إلى المدة التى بقاها فى خدمة الأسرة الأرتقية المالكة بقوله : " ثم إني عدلت عمَّا به هممت، وتركت ما عليه عزمت حذار أفكار غائب صائب بنظر ثاقب .وعند اتصالي بخدمة الملك الصالح أبي الفتح محمود بن محمد بن قرا أرسلان ملك ديار بكر من آل أرتق – أبقاه الله – وذلك على أثر خدمتي أبيه وأخيه مدة خمس وعشرين سنة ؛أولها سنة 570هـ" [31] ثم يكمل عبارته بالقول : " إلى أن قضى الأمر إليه"[32]

و بموجب النص الوارد فى مخطوط الجزرى ،ترى جميع المصادر أنه خدم خمسا وعشرين سنة إلا أن العبارة المكملة " إلى أن قضى الأمر إليه" أو" الملك إليه " فى مخطوط آخر ، تشير إلى أنه خدم الأسرة المالكة ،حتى وفاته عام 602هـ ، ابتداء من عام 570هـ ،اثنين وثلاثين عامًا وليس خمسة وعشرين، أى أن الجزرى عاصر الملك نور الدين محمد بن ارسلان خلال الفترة من( 570هـ - 581هـ / 1174م – 1185م)

ثم عاصر الجزري بعد ذلك قطب الدين سكمان بن محمد الذى تولى الحكم خلال الفترة ( 581هـ - 597هـ / 1185م – 1200م), ثم استمر فى خدمة هذه الأسرة أثناء تولى ناصر الدين محمود بن محمد طيلة الفترة (597هـ - 619هـ / 1200م – 1222م), إلا أن بديع الجزري توفى أثناء هذه الفترة ،ولا يعرف على وجه الدقة تاريخ وفاة بديع الزمان الجزري .

و لكن الناسخ محمد بن يوسف بن عثمان الحصكفى ، قد استمطر الرحمة على بديع الجزري فى المخطوطة المؤرخة فى شعبان عام 602هـ (توب قابو سراى/ طوباقى باسطنبول تحت رقم 3472)، و لما كان بديع الزمان الجزري قد أنهى كتابه فى جمادى الآخرة

من العام نفسه فهذا يدل على أنه قد توفى فى الفترة الواقعة بين جمادى الآخرة وشعبان من عام 602هـ.[33] .

فالجزري مهندس ميكانيكى مخترع ،رفعته مهارته فى الهندسة إلى أن أصبح ( رئيس الأعمال / رئيس المهندسين ) فى عصره ،وقد بلغ هذا المنصب العلمى الرفيع ، نظرًا لإتقانه المهارات العلمية إلى جانب براعته فى التأليف الهندسى والرسم الصناعى .

فقد كان لا يثق بأية نظرية هندسية لا تدعمها التجربة العلمية وفى ذلك يقول بنصه : "و كل علم صناعي لا يتحقق بالعمل فهو متردد بين الصحة والخلل، فجمعت فصولاً مما فرقوه، وفرعت أصولاً مما حققوه، واستنبطت فنوناً لطيفة المدارج خفيفة المداخل والمخارج. ولما وجدت في ذلك من المشقة ما بعد عليّ الشقة كرهت أن يذهب اجتهادي إدراج الرياح، وينتسخ أثر ما عملته انتساخ الليل بالصباح، سولت لي نفسي أن أضع في ذلك تذكارا لمن عنيت ببشر أديمه ورغبت في تعليمه. "[34]

و كان بديع الزمان الجزري صادقاً فيما ذكر في مقدمة كتابه، إذ اعترف بجهود السابقين وأشار إليهم مثل أرشميدس الذي قال عنه: "وكنت سلكت مذهب الفاضل أرشميدس في قسمة البروج الاثنى عشر في نصف دائرة لينتقل عن هذه القسمة جزعه مثقوبة مركبة في آلى ليخرج منها الماء، وهو الاصل المبني عليه هذا العمل وأما ما سواه ففف روع تحتمل الزيادة والنقص"[35] .

و ذكر يونس الأسطرلابي، فقال: "وإني وقفت على فنكان(ساعة مائية ) من عمل يونس الاسطرلابي- رحمه الله - وهو على ما وصفت ظاهرة في مقدمة الشكل الأول"[36] ,وذكر بني موسى واعترف لهم بالسبق في عمل الفوارات وقال :" ولم أسلك في ذلك مذهب بني موسى -رحمهم الله - والفضل لهم بالسبق إلى موضوعات المعاني" . [37]

و ذكر أيلينوس النجار وهو يتحدث عن آلة الزمر بالكرتين فقال : "وإني وقفت على مقالة أيلينوس النجار الهندي وهي شهيرة ، وقد أحال على دولاب يدور ببطؤ ويفتح باب مغيض الماء عند تمام نصف دورة، وذلك زمان يقصر على المطلوب، ولو أبطأ الدولاب في دورانه أكثر مما توهمه".[38]

و أشار إلى آلة قديمة وقف عليها ولم يجد عليها رسالة بل صورة، والزمر فيها كالناي، ثم ذكر البديع الأسطرلابي فقال:" ووقفت على مقالة استبطها البديع الفاضل هبة الله بن الحسين الاسطلابي ببغداد سنة 517 هجرية .ولقد أبدع فيها بالحقيقة".(39)

و تتضح إنجازات بديع الزمان الجزري العلمية من كتابه المهم "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل"، وهو كتاب في الهندسة الميكانيكية، يعد -بحقٍّ- أروع ما كتب في القرون القديمة والوسطى عن الآلات الميكانيكية والهيدروليكية.

و قد اشتهر هذا الكتاب كثيرًا في العالم الغربي، وترجمت فصول كثيرة منه في الربع الأول من القرن العشرين إلى اللغة الألمانية، وقام بالترجمة كل من " إيلهارد فيدمان"* (Eilhard Wiedmann) و" فريتز هاوسر" (Hawser) اللذان قاما بأبحاث هامة جدًّا في تاريخ العلم والتكنولوجيا عند العرب. كما صدرت ترجمة كاملة باللغة الإنجليزية، قام بها "دونالد هيل" (Donald Hall) المتخصص في "تاريخ التكنولوجيا العربية".

و يحمل كتاب الجزري عنوان " الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل " وهذا هو نفسه العنوان الذى تحمله النسخ القديمة والجيدة من مخطوطات الكتاب ، وهى المخطوطات الموجودة في إسطنبول.

بينما تحمل النسخة المتأخرة التى ترجم منها إيلهارد فيديمان وفريتزهاوسر وهى نسخة اكسفورد رقم 27 والتى ترجمها دونالد هيل أيضا ,وعنوانها" كتاب فى معرفة الحيل الهندسية "(40)

و من المؤسف أن النص العربي الكامل لهذا الكتاب، لم ينشر إلا بعد نقله إلى الألمانية والإنجليزية، وقام معهد التراث العلمي العربي بإصدار نصه العربي الكامل، حيث قام بتحقيقه الدكتور المهندس أحمد يوسف الحسن بالتعاون مع الدكتور عماد غانم ومالك ملوحي، اعتمادًا على صورة كافة مخطوطات الجزري المعروفة والموجودة في المكتبات العالمية المختلفة، وأفضلها مخطوطات إسطنبول (مخطوطة طوب قابي سَرايِي، رقم 3472).(41)

و من عنوان الكتاب نشعر بأن الجزري جمع بين العلوم الميكانيكية النظرية التى كانت معروفة آنذاك ،وبين النواحى التطبيقية العملية ، فهو كتاب نظرى وعملى فى آن واحد . ولم يقف الجزري عند حد تقنيات أسلافه سواء مسلمين أو غيرهم من الحضارات الأخرى ، بل

كان مبدعاً وخلاقاً، فقد قام بتصنيع العديد من الأجهزة الميكانيكية والهيدروليكية حيث يمكن رؤية أثر هذه الاختراعات في تصاميم المحركات البخارية ومحركات الاحتراق الداخلي، مما مهد الطريق إلى تقنيات التحكم الآلي والآلات الحديثة الأخرى.

و بفضل هذه الاختراعات العظيمة له فقد لقب الجزري بـ "أبي الهندسة "، وكان قد وضع كتبه بعد أن اطلع على أعمال السابقين، وباشر الصناعة،وأراد أن يطوي عمله لولا أنَّ الملك الصالح ناصر الدين أبي الفتح ملك ديار بكر شجعه على وضع هذا الكتاب بعد أن رأى صنعه بديعة، و أعمالاً عجيبة.

و بنص الجزرى قال: ثم إني عدلت عمَّا به هممت، وتركت ما عليه عزمت حذار أفكار غائب صائب بنظر ثاقب .وعند اتصالي بخدمة الملك الصالح أبي الفتح محمود بن محمد بن قرا أرسلان ملك ديار بكر من آل أرتق – أبقاه الله – وذلك على أثر خدمتي أبيه وأخيه مدة خمس وعشرين سنة أولها سنة 570هـ إلى أن قضى الأمر إليه .وبينما أنا ذات يوم لديه ، و قد عرضت شيئًا مما صنعته عليه ،وهو ينظر إليّ ويفكر فيما كنت هممت به ولا أشعر، فرمى حيث كنت رميت، وكشف بإصابته عما أخفيت فقال :لقد صنعت أشكلاً عديمة المثل، و أخرجتها من القوة إلى الفعل فلا تضع ما أتعبت فيه، وشيدت مبانيه، وأحبّ أن تصنف كتاباً ينظم ما استبددت بتمثيله وانفردت بوصف تصويره وتشكيله . فبذلت من قوتي حسب الاستطاعة إذ لم أجد محبذا عن الطاعة، وألفت هذا الكتاب يشتمل على بعض خروق رفعتها وأصول فرعتها وأشكال اخترعتها، ولم أعلم أني سبقت إليها، واثقا بكرم من يقف عليه من أهل العلم وقد علم أولو العدل في الكم أن كلا ميسر لما له خلق، ومنفق مما رزق، وتألو نسمه نفعها ولا تكلف نفس إلا وسعها.[42]

و يعد كثير من الباحثين وعلماء التكنولوجيا التطبيقية، هذا الكتاب أهم مؤلف هندسي وصل إلينا من جميع الحضارات القديمة والوسيطة التي عرفها العالم حتى عصر النهضة الأوربية.

و لا ترجع هذه الأهمية فقط لاشتمال الكتاب على أوصاف مهمة للآلات الميكانيكية التي ابتكرها ووصفها الجزري، بل ترجع أيضًا إلى اشتماله على طرائق صنعها؛ فقد

وصفت هذه الطرق بتفاصيل وافية وإرشادات دقيقة أمكن معها صنعها في عصرنا بأيدي الفنيين. وكل ذلك قد أكسب كتاب الجزري شهرة واسعة، وظفر له باهتمام كبير في الغرب.

فنجد مؤرخ العلم "جورج سارتون" يبايعه بإمارة الهندسة الإسلامية فيقول : " هذا الكتاب أكثر الأعمال تفصيًلا من نوعه ،ويمكن عده الذروة فى هذا المجال بين الانجازات الإسلامية ". و قد اعترف العالم "لين وايت" والكثير من علماء الغرب أن الكثير من تصاميم الآلات التي ابتكرها الجزري قد نقلت إلى أوروبا، وأنَّ التروس القطعية ظهرت لأول مرة في مؤلفات الجزري، وأنها لم تظهر في أوروبا إلا بعد الجزري بحوالي قرنين في ساعة "جيوفاني دي دوندي" الفلكية عام 1364م . (43)

و كتب "دونالد هيل Donald Hill " وهو مؤرخٌ وأكاديميٌ مختصٌ في تاريخ الميكانيكا والهندسة الإسلامية في كتابه "دراساتٌ في التقنيات الإسلامية في القرون الوسطى ": "من المستحيل أن نتجاهل أهمية عمل الجزري في تاريخ الهندسة، وحتى عصرنا الحالي، لا توجد أي وثيقة أخرى من أي منطقة قابلة للمقارنة مع هذه الكمية الهائلة من التعليمات والشروحات عن تصميمِ وتجميع الآلات''. (44)

و لخص الدكتور أحمد يوسف الحسن أهمية كتاب الجزري بقوله :" فكتابه جامع بين العلم والعمل، أي أنه كتاب نظري وعملي في آن واحد، وهو كتاب في الآلات الميكانيكية، فالجزري كان مهندساً ميكانيكا، وهو رئيس الأعمال ( رئيس المهندسين ).وقد بلغ هذه المكانة بحكم خبرته الطويلة وإلمامة بالعلوم النظرية واتقانة للمهارات العلمية . والجزري مخترع، فهو يصف التعبير عن نفسه ووصف أدق الآلات وأكثرها تعقيداً بكل سهولة ويسر، والجزري يؤكد على أهمية التجربة والمشاهد، ولا يؤمن بعلم لا تدعمه التجربة العملية".(45)

و حقَّق الدكتور أحمد يوسف الحسن الكتاب ونشره سنة 1979 م بمعهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب، وقد تحدث فيه المحقق عن الجزري وكتابه، وقابل بين نسخ المخطوطات، ووضع له مسارد شملت المكافئات العددية للأبجدية العربية، والأبراج الفلكية والملابس و الأزياء والأعلام، والمعادن والمواد والمهن والحرف والمراتب الاجتماعية، والنبات و

الحيوان والمصطلحات الفنية و معاجم معاني المفردات( عربي - عربي ) و (عربي - انكليزي)وبذلك خدم الكتاب خدمة عظيمة وقدم للباحثين جهداً محموداً

يعد مخطوط بديع الزمان الجزري " الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل " أهم مخطوط عربي عني بعلم الحيل ، وذلك للأسباب التالية : جمال الخط ، وضوح الرسومات و وفرتها ، الشرح المفصل لكل جزء من أجزاء الحيلة الموصوفة بالإضافة إلى تعيين نوع المادة المستعملة لتصنيع هذا الجزء . أخيرا ينهي الوصف بإضافة الزركشات اللازمة لتحسين صورة العمل .

في هذا المخطوط نجد تطورا مميزا لتكنولوجيا التصنيع وإعطاء الحركة اللازمة للحيلة. بالإضافة إلى الأدوات الأولية المستعملة كالبكرات والحبال ودواليب الماء، والأقراص المعدنية المسننة ،والمتشابكة.

فقد اخترع بديع الزمان الجزري عدة تقنيات خاصة به؛ نذكر منها الكفة التي تمتلئ وتفرغ نفسها بوقت معين ، الإسطوانة الدائرية حاملة الشظايا التي تحرك أيدي الموسيقيين، دولاب الكفات الذي يدور بواسطة ثقل الماء على كفاته ، وغير ذلك من التقنيات المميزة التي لم نجدها في أي مخطوط عربي أو أجنبي قبله .

من أجل ذلك حظي هذا المخطوط باهتمام عدد كبير من الباحثين العرب والمستشرقين في جميع أنحاء المعمورة وقد أقيمت المعارض التي تحتوي على مجسمات من الآلات الموصوفة كما تم إعطاء الآلة الحركة اللازمة لها كما ورد في المخطوط .[46]

يتألف كتاب بديع الزمان الجزري من ستة أنواع وخمسين شكلاً هندسيًا, يحتوي كل منها على مجموعة من الأشكال التي تخضع لموضوع واحد . تتصدرة مقدمة مستفيضة ، عرض فيها أسباب تأليف الكتاب وطريقة تقسيمه ،وتبويبه، والغاية منه .

فقال فى شرح ذلك ."وجمعت ذلك في مقدمة تتضمن خمسين شكلاً، وقسمتها إلى أنواع ستة، وبسطت القول في الصفة والكيفية، السابق من القوم واستمر عليها واستعملت فيما وضعته أسماء أعجمية أتى اللاحق إلى اليوم، وألفاظاً أخر يقتضيها الزمان إذ كان لأهل كل عصر لسان، ولكل طائفة من أهل العلم اصطلاحات بينهم معروفة

،واتفاقات عندهم مألوفة. وصورت لكل شكل مثالاً، وأشرت إليه بالحروف استدلالاً وجعلت عليه من تلك الحروف أبدالا" (47)

بعد أن سرد لنا الجزرى مقدمته اللطيفة المليئة بالحكم ،وما يوحى بخصب الفكر سطر لنا الأنواع الستة التى قسّم لها آلاته ،ويمكن تقسيم أبواب وفصول الكتاب على النحو التالي:

النوع الأول : في عمل فناكين/ بناكيم (ساعات) يعرف منها مضي ساعات مستوية وزمانية بالماء والشمع وهو عشرة أشكال.

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

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

النوع الرابع : في عمل فوارات في يدك تتبدل ،وآلات الزمر الدائم ،وهو عشرة أشكال.

النوع الخامس : في عمل آلات ترفع ماء من غمرة ،وبئر ليست بعميقة ،ونهر جار، وهو خمسة أشكال.

النوع السادس : في عمل أشكال مختلفة غير متشابهة ،وهو خمسة أشكال.

و في الكتاب كثير من الأسماء الأعجمية التي ذكرها السابقون واستمرت ألفاظ اقتضاها العصر، ومن ذلك بنكام ،وجمعها بناكم، أوفنكان وجمعها فناكين، والسلجمة، وابشيزكة وسنباذج، ودندانجة، وشربوش، واسكرجه،وغيرها من ألفاظ الأعجمية، أما الألفاظ العربية فهي الغالبة، وكانت معبرة عن حاجة العصر إلى العلوم المختلفة.

وختم الجزرى كتابه بقوله:"وقد أتيت في هذه الخمسين شكلاً بأصول فروعها كثيرة ومنافعها كبيرة، ومن يحقق أوصافها وَلَّد منها أضعافها، على أني ألغيت ذكر كثير مما اخترعته من الأعمال وغوامض الأشكال محاذرة الالتباس والاشكال، وفيما ذكرته بلاغ للمستفيد ومتاع للمستزيد"(48)

المبحث الثالث : تطبيق ابتكارات بديع الزمان الجزرى فى الحياة المعاصرة :

يتصور بعض الأوربيين أن العرب رغم ولعهم الشديد بالميكانيكا أو علم الحيل فإنهم لم يطبقوه في أمور عملية نافعة كما طبقته أوروبا في الاختراعات العصرية الحديثة كالقطار، والسيارة والطائرة؛ كما يتصور بعضهم أن التطبيق السائد عند العرب كاف في تسلية الخلفاء، وفي بلاط الحكام بصناعة الدمى المتحركة والتى تصدر أصوتا- وهذا يجعل التساؤل مشروع هل الاهتمام بتاريخ العلوم والتقانة العربية الإسلامية له تطبيقات عملية فى حياتنا المعاصرة ؟ هل منجزات وابتكارات بديع الزمان الجزري هى أشياء قديمة لم يعد لها تطبيق اليوم، أم إن كثيرا منها ظل مطبقا حتى الآن؟- وهذا مخالف للواقع وينم عن قصور في الدراسة والبحث ؛ لأن ما تركوه المسلمون بصفة عامة وبديع الزمان الجزري بصفة خاصة ، و الذي لا تزال أثاره موجودة حتى وقتنا الحاضر يعد أبلغ شاهد على تطور هذا العلم وتطبيقاته المتعددة، ويعد المعمار المجال الواسع لتطبيقات علم الميكانيكا في عصور الإسلام المختلفة، فنظرة فاحصة إلى آثار العمارة الإسلامية الموجودة حتى عصرنا الحاضر في شرق العالم ،وغربه تدل على ذلك .بما تحمله من تطبيقات عملية متطورة، وما أنجزه علماء المسلمين من القباب ، والمآذن والسدود والقنوات، فقد برع المسلمون في تشييد القباب الضخمة، ونجحوا في حساباته المعقدة التي تقوم على ما يسمى في وقتنا الحاضر بطرق"تحليل الإنشاءات القشرية "فالإنشاءات المعقدة والمتطورة من القباب مثل قبة الصخرة في بيت المقدس وقباب مساجد الأستانة والقاهرة والأندلس، والتي تختلف اختلافا جذرياً عن القباب الرومانية ,كل هذا يدل على تمكنهم من هذا العلم الذي يقوم على الرياضيات المعقدة . ذلك إلى جانب إنشاء السدود الضخمة التي أقيمت فى العهد العباسي والفاطمي والأندلسي مثل سد النهروان ،وسد الرستن، وسد الفرات، ثم وسائل الري، والفلاحة التي ابتكرها المسلمون مثل سور صلاح الدين" سور مجرى العيون "الذي يجلب ماء النيل إلى قمة جبل المقطم، حيث وضعوا في النيل آلة متطورة ترفع الماء إلي ارتفاع عشرة أمتار؛ لكي يتدفق من هذا الارتفاع إلى القلعة مباشرة . وطواحين الهواء، واستعمالها في مصانع الورق ،والمصانع نفسها ،وما فيها من تروس معشقة ،وعجلات ضخمة

متداخلة .وذاك الاستغلال العبقري لنظرية الأنابيب المستطرقة في توصيل المياه في شبكة المواسير إلى البيوت، أو في بناء النوافير داخل القصور كما في النوافير الراقصة في قصر الحمراء،هذا علاوة على استغلالها في تحريك الدمى والأبواب.(49)

و يمكن التماس بعض نماذج من ابتكارات ومنجزات بديع الزمان الجزري التى ما زالت موجودة فى شكل اختراعات ومبتكرات نستخدمها الآن ومن أهم هذه النماذج الإنسان الآلى، وقد تَطوَّرت فِكرته عبر العُصور التَاريخيّة، وطَوَّرها الغرب، وعُرف باسم الروبوت *Robot*(*)؛ وهو مُصطلح يُقصد به آلة قادرة على القِيام بأعمال مُبرمجة سلفًا , وتعُرِّف المراجع الروبوت بمصطلح "إنسالات" وهو دَمج لكلمتى (إنسان) (آ لى) ، كما عُرف أيضًا باسم (جسمال) وهو دَمج لكلمتى (جسم) (آلى) ، وتَعتمد فِكرة عَمل الروبوتات الحَديثة عَلى نِظام تَمييز وتَحليل الأصوات المسموعة في عمليّة تَحويل للإشارات الصَوتيّة التى يَتم التقاطها إلى مَجموعة من الكَلمات المكتوبة المفهومة للانسلات والمخزّنة في بَرمجيّاتها، ويُطلق عَلى هذه العَمليّة'' مُعالجة اللغات الطَبيعيّة ، وتُعتبر الروبوت « صُوفيا» أَحد أَذكى الروبوتات في العَالم، وتُمثل ثَورة في تكنولوجيا الذَكاء الاصطناعي، فهي أَشهر مَا وَصل له العِلم في تَصنيع الروبوتات وأكثرها شبهًا بالبشر، وقد صَمّمته شركة هانسون روبوتيكس Hanson *Robotics* الموجودة في هونغ كونغ عام 2015 م، وتتميز الروبوت « صُوفيا» بالذكاء الاصطناعي ومُعالجة البيانات البَصريّة والقُدرة عَلى تَمييز الوجوه، وعلى الإجابة عن أسئلة مُعيَّنة وإجراء حِوارات بَسيطة في مَواضيع مُحدَّدة ، ومع التطوُّر الهائل في صِناعة الروبوتات في العالم، إلاّ أنَّ العَالِم بديع الزمان الجزري يَبقى هو صَاحب الدَّور البَارز في أصل وتَطوُّر صِناعة الروبوتات، وإليه يَرجع الفضل في ما وَصلت إليه الحَضارة الغَربيّة من تقدُّم، فاستحقَّ أن يُلقب بجدارة بِأبي الانسان الآلى تَقديرًا له ولإسهاماته العِلميّة في خِدمة البَشرية، وما زال كِتابه « الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل» الذي تَتوزَّع نُسَخه في مَتاحف أوروبا *يمثِّل المرجع الأول لعلماء الميكانيكا في العالم مُخلِّدًا ذِكري حَضارة عَظيمة أَبدعها المسلمون(50)، حيث صنع الجزري العديد من الروبوتات متعددة الاستخدامات ومنها

مثلا، ذات ليلة قَال الأمير نَاصر الدين بن أرتق للجزري" :كرهتُ أن يَصبَّ المِاء على يَدي خادم أو جارية كي أتوضّأ به، فهل لَديك حِيلة للوضوء بالماء دُون أن يَصُبّه أَحد لي ؟"[51] ومِن هُنا جَاءت فِكرة الإنسان الآلي الذي يَعمل بطريقة مِيكانيكيّة مُبرمجة له مُسبقًا للمُساعدة في بعض الأمُور، وبالفعل صَنع له بَديع الزمان الجزري آلة على هَيئة غُلام يَصبّ عَلى يَد المِلك مَاءً ليَتوضّأ؛ وهو غُلام من نحاس مُنتصب القَامة ويَده اليُمنى مُمدودة وتَحمل إبريقًا، وعَلى غِطاء الإبريق طَائر وبُلبلة الإبريق مُرتفعة مَحنيّة إلى أسفل كَرَقبة الطَاووس، وفي اليَد الأخُرى منشفة؛ يُؤتى بهذا الغلام عِند حَاجه المِلك إلى الوضوء، فيُسمع للطَائر صوت ثم يَفيض من بُلبلة الإبريق مَاء بمقدار مُعينٌ . يَتوضّأ به المِلك،وعند آخر وُضوئه يَمدّ الغُلام يَده اليُسرى للمَلك بالمنشفة والمِرآة والمشط، ثم يُعيدهنّ الملك إلى يَد الغُلام، والعصفور يُغرِّد دون حاجة إلى خادم أو جارية. وهذا بنص الجزري :"وهو غلام يتخذ من نحاس مولف القميص مكمل بيدين ورجلين ورأس وهو قايم على قدميه وفي يده اليمنى وهي ممدودة إبريق وعلى غطاء الإبريق طاير وبلبلة الإبريق مرتفعة محنية إلى أسفل كرقبة الطاووس ورأسها والإبريق مايل إلى جهة البلبلة، ويده اليسرى مرتفعة وساعدها يكاد يماس عضدها وفي كفها منديل مرخي يماس أثوابه ومرآة ومشط .يؤتى بهذا الغلام عند حاجة الملك إلى الوضوء ويقام إلى جانب طشت بين يديه، وينفصل عنه الخادم فيسمع للطائر صوت ثم يفيض من البلبلة ما يتوضأ به الملك، ويفضل عما يكفيه وعند آخر وضئه يمد الغلام يده اليسرى حتى تعود مبسوطة فيأخذ الملك المنديل والمرآة والمشط فيفعل بهن ما وضعن له ثم يعيدهن إلى يد الغلام فيرفعه الخادم وعند الحاجة يقدمه فيفعل ما فعل أولا ( انظر شكل رقم 1)". [52]

ويعرض الجزري وَصف ثان لأحَد النَّماذج لإنسان آلي ؛ ويَأخذ شكل إبريق كَبير تَمسكه أُنثى رَاكعة تَقف في منصّة يَعلوها قُبّة،ويَعلوه طَائر، ومُجرّد أن تنطلق صَافرة الطير،يَصبّ الماء في حُوض أسفله يَأخذ شَكل بَطة،حيث تُستخدم هذه المياه للوضوء أو الاغتسال،وتَنصرف هذه المياه مِن خلال ذِيل هَذا الحُوض في حَاوية مُخبّأة تَحت المنصّة، وقد عَرَّفت المراجع الأجنبية هذه الآلة أو هَذا الجِهاز بأنه جِهاز غَسل اليَد أو آلة سَكب

المياه للوضوء, وهذه الفتاة الروبوتية أخرى لغسل اليدين متضمنة في جهاز يعمل بآليات طرد مشابهة لآليات الطرد الموجودة في دورات المياه اليوم ،حيث تقف الفتاة الروبوتية إلى جانب حوض ماء وحينما يطرد المستخدم مياه الغسل من الحوض تقوم الفتاة بإعادة ملئه مرة أخرى فالجزري كان حريصًا على اختراع عدد من الآلات ذات العلاقة بالمجال الصحي، حيث كان يهتم بموضوعات البيئة وضرورة الحفاظ عليها في سياق تكاملي مع وسائل الإنتاج التقليدية كالزراعة.فابتكرالفتاة الروبوتية الانفة الذكر لتصريف المياه الناتجة عن المغاسل والحمامات ، فالحوض يكون مملوءا بالماء النظيف وعندما ينتهي المستخدم من غسل يديه يقوم بسحب عتلة بجانب الحوض فيندفع الماء المستخدم إلى خارج الحوض عن طريق قناة تفريغ، بينما تقوم الخادمة الآلية بملء الحوض بماء نظيف مجددًا، وهي الآلية المستخدمة في حماماتنا اليوم فوضع الجزرى المبدأ التقنى لحمامات (الأوتوماتيك) المستعملة فى المنازل وطريقة صب الماء باستمرار دون توقف .

و قد بَلغ العالم الجزري قمة الإبداع في أَعماله بصِناعته لنُسخة بِدائيّة من صُنعت بصورة إنسان، وتَعمل بوظيفة مُبرمجة لها مُسبقًا؛ فَقد صَنع فِرقة مُوسيقيّة تَعمل بقوّة الماء، وتَطفو عَلى سَطح الماء، وتَعزف الموسيقى في الحَفلات، وتَتكوَّن هذه الآلة الغريبة من فِرقة رُباعيّة تَضم عَازف قِيثارة، وعَازف فلوت، وقَارعي طبول، يُرافقهم فَريق من المجذفين مُهمتهم تَحريك الآلة من البحيرة، وقد صُنعت هذه الآلة خِصيصًا لتَسلية ضُيوف البَلاط الملكي في دِيار بكر،وقد اعتمدت هذه الآلة في عَملها عَلى أسطوانة مُزوَّدة بأوتاد، وعِند دَورانها تُحرك مَجموعة مِن الرَافعات والأذرع فتُنتج أصواتًا مُختلفة، وصَمّم الجزري هذه الأوتاد بحيث يُمكن تَبديلها لتُنتج أغانٍ مُختلفة وهذا بنص الجزرى "أقول أنه كلفني من لم استطع مخالفته أن أعمل زورقا عليه صورة بعض ندمائه وصورة جماعة من مطربات مجلسه عمّالات.وحيث لم أجد سبيلاً إلى إدخال شئ من الماء إلى الزورق ولا إخراج شئ من الماء إلى خارج الزورق، عملت ما أصفه. وهو زورق لطيف متخذ من خشب وأعلاه منطبق وعلى كوثله دكة عليها قبة وعلى الدكة صورة الملك جالساً وعن يمينه حاجبه قايماً دون الدكة وعن شماله حامل السلاح. وبين يديه غلام في يده قرابة وقدح وكأنه يسقي ودون ذلك صور جماعة

من الندماء جلوس عن اليمين وعن الشمال وبين أيديهم وفي أيديهم أشياء من أواني الشراب وعلى كوثل الزورق دكة قبالة الملك عليها زامرة ودفية وجنكية ثم دفية . وما وراء الدكة والجواري ملاّح قايم بيده سكان الزورق وعلى حافتي الزورق ملاحان بأيديهما مجذافان. وهذه صورة الزورق وما عليه.(انظر شكل رقم 3) [53]

و أما معناه فإنه يوضع الزورق على سطح الماء في بركة كبيرة، ولا يكاد يسكن بل يتحرك على سطح الماء، وكلما تحرك فإن الملاحين يتحركون لأنهم على محاور والمقاذيف تحركهم بحركتها في الماء ليمضي من الزمان نحو نصف ساعة ،فتزمر الزامرة ويلعب الجواري بالملاهي بأصوات يسمعها من حضر هنية ماز ثم يمسكن والزورق متحرك على سطح الماء حركة بطيئة حتى يمضي من الزمان نحو نصف ساعة، فتزمر الزامرة وينصت من حضر ويلعب الجواري بالملاهي كما جرت الحال في المرة الأولى ولا يزلن كذلك نحوا من خمس عشرة نوبة حتى يتقوض المجلس".

بعد أن يستعرض الجزري الشكل العام للزورق، والهدف من صناعته ينتقل إلى الشرح المفصل لكيفية عمل كل جزء من أجزاءه موضحا نوع المادة المستعملة للتصنيع (الخشب، كاغد معجون ) وكذلك القياسات المناسبة لذلك دون أن ينسى أدق التفاصيل،ولعل من الأمور المثيرة للدهشة أنه حتى في الآلات كان يعطيها الطابع الإنساني في التصميم ما يكسبها بهاء وحلاوة وكان أيضا لا يصمم الآلات لأهداف المرح فحسب بل في المقام الأول للأغراض العملية ،وكيفية توظيف الموارد المتاحة أمام الإنسان بالشكل المثمر، و هي الملاحظة التي أشار إليها مؤلف كتاب "تاريخ تطور الإنسان الآلي" واسمه مارك إي رتشمان، الذي كان قد وصف الفرقة الموسيقية سابقة الذكر من تصميم الجزري .قال عنها: "على عكس الإغريق، فإن الأمثلة العربية للإنسان الآلي لا تعكس تطورا مفصليا في التصميم فحسب، بل تعكس توجها لاستخدام الموارد المتاحة لراحة الإنسان .فالرجل كان إذن يجمع بين الهدف والغاية والمتعة والمرح في وعاء واحد،فالآلة يجب أن تخدم غرضا لكن يجب أن تكون أيضا جميلة وتسر الناظرين وتكون ابتكارية في شكلها

و من أشهر ما تَضمَّنه مخطوط الحيل الهندسيّة للعالم الجزري أيضًا "ساعة الفيل" الرّائعة؛ والتي تعتبر أَدقّ ساعة من نوعها في التاريخ، وتَعتمد على فكرة الذاتيّة الحَركيّة والإنسان الآلي؛ فهي ساعة عَلى شكل فيل، وقد استُخدمت في هذه الساعة أشكال وعَلامات تُعبِّر عن تَنوُّع البشريّة وطَبيعة عَالميّة الإسلام، كَما تَعكس مُساهمات الأمم والثَقافات الأخُرى؛ فالفيل إشارة للهند،وطائر العَنقاء إشارة لمِصر القديمة،بالإضافة للسِجادة الفَارسيّة، وشكل التنّينات الصينيّة، و في الأعلى رَجل مُعمَّم يُعتقد أنه إشارة إلى صَلاح الدين الأيوبي .رَمز للحضارة العَربية الإسلامية.وتَعتمد آليّة التُوقيت في هذه الساعة عَلى دَلو مَملوء بالماء مُخبَّأ داخل الفيل، ويوجد داخل هذا الدَّلو وعاء عَميق عَائم في الماء مَع وُجود ثُقب صَغير في الوسط، ويَستغرق الوعاء نصف ساعة لكي يَتمّ تَعبئته بالماء، وعِندما يمتلئ هذا الوعاء يَقوم بسحب سِلسلة مُتَّصلة به؛ مِمّا يُؤدي لتَحرير كُرة تَسقط في فم الثُّعبان فَيَتأرجح هَذا الثُعبان نَحو الأمام، و في الوقت نفسه يقوم نِظام السَلاسل بسحب اليد اليُمنى أو اليُسرى لسَائق الفِيل لَيقرع بها الطَّبل مُعلنًا عَن مرور نِصف ساعة، بعد ذلك يَعود الثُعبان إلى وَضعيّته السَابقة ويَتمّ رفع الوعاء من الماء لتَتكرر العمليّة مَرّة أُخرى. ( انظر شكل رقم 4)[54]

و هناك أيضا إحدى تصميمات" بديع الزّمان الجزريّ، "لتصميم وحدة لغسيل الأيدي، إذ تعتمد فكرة التصميم على وجود وعاء في أسفل التصميم وداخله يوجد وعاء آخر، أصغر بحيث إذا صب ماء داخل الوعاء الأكبر ظل يرتفع حتى يصل إلى سطح الوعاء الأصغر فينساب إلى داخله، وداخل كل وعاء عوامة – ترتفع بمقدار ارتفاع السائل بكل وعاء – متصلة بذراع وفي نهاية كل ذراع دمية لخادم، الدمية الأولى متصلة بالذراع المتصل بعوامة الإناء الأصغر وتمسك بيدها منديل،وفوق الإناء الأكبر يوجد سطح لتجميع الماء وتوجيهه إلى الوعاء الأكبر، ويخرج من ذلك السطح أربعة أعمدة تحمل فوقها مجسم على شكل قصر، في أحد جوانبه بابان متلاصقان ومفتوحان ليخرج من كل منهما الدميتان السابق ذكرهما، و فوق القصر يوجد تمثال لطاووس يميل بمنقاره لأسفل في اتجاه الدميتين، و الطاووس مفرغ من الداخل و مملوء بالماء، و عند التشغيل يبدأ الماء بالنزول من

منقار الطائر فيغسل المستخدم يديه بالماء، و ينساب إلى الوعاء الأكبر و ترتفع العوامة فتخرج الدمية الأولى مقدمة الصابون للمستخدم ، و مع استمرار انسياب الماء من منقار الطاووس يدخل الماء إلى الوعاء الأصغر و ترتفع العوامة فتخرج الدمية الثانية و تقد المنديل للمستخدم . و يوجد صنبور في أسفل الوعاء الأكبر فعند نهاية الاستخدام يفتح الصنبور و تميل الوحدة على جانبها تجاه الصنبور فيتفرغ ما في الوعائيين من مياه"(انظر شكل رقم5).[55]

و من ذلك صناعة قفل يقفل على صندوق بحروف اثني عشر من حروف المعجم، قال : إن المتقدمين من الصناع صنعوا أقفالا تقفل وتفتح بالحروف، فمنها بحروف أربعة على دوائر أربع ومنها ما يقفل بحرفين على دائرتين،ومنها ما يقفل بحروف ستة على دوائر ست، وأنني عملت صندوقاً وجعلت على غطائه قفلاً على ما اصف "(انظر شكل رقم 6).[56] ويدل هذا العمل –كذا الأعمال الأخرى – على تمكن الجزري وتميزه وسبقه وطول باعه في إنشاء الآليات، و إحداث الحركات والتحكم فيها.

يشير الجزري في النوع السادس من الحيل الهندسية إلى "أجهزة غير متشابهة" منها باب صنعه من الشبه المصبوب لدار الملك بمدينة آمد : "وهو باب ذو مصراعين، طول كل مصراع نحو من ثمانية عشر شبراً ،وعرضه نحو من ستة أشبار، فأما وسطه فهو شبكة من خيطين :خيط مسدس وخيط مثمن، وهو قضيب عرضه عرض الأصبع بل أسمك ذو حفتين بينهما خيزرانه وفي أوساط خواتيمه قباب مجوفة منقوشة أوراقا مختلفة الأنواع مدمجة القضبان مصدفة الأوراق مخرمة الأرض"( انظر شكل رقم 7). [57]

مصراعي باب لدار الملك بمدينة آمد، قام بتصميمه وتنفيذه بديع الزمان الجزري، ويتكون وسط المصراع من شبكة من خيطين خيط مسدس وخيط مثمن، تحيط به كتابة بخط كوفي مدمج الحروف ثم زخارف نباتية وهندسية.ويشير الجزري إلى كيفية صنع هذا الباب مستخدماً طريقة الصب في الرمل(Sand Casting) ، كذا طريقة الشمع المزاح أو المفقود (Lost Wax Method)، ويبدو ذلك جليًّا في النص التالي:

.."ثم إنني وضعت بين هذه الأوراق أوراقاً من شمع على مثالها، لا ينقص عنها ولا يزيد، وضعاً محققاً، فتشابكت القضبان بعضها ببعض في أماكن متقابلة، ورؤوس الأوراق في أماكن متقابلة.ثم إنني جعلت ذلك في آلة عظيمة من آلات الصب في رمل، فانختم، ثم قطعتُ أوراق الشمع من بين أوراق الشبه وما فوقها، وأذابت ما تحتها بالنهار، فخلا مكان الشمع، وأفرغتُ مكانه نحاساً أحمراً". (58)

كان الجَزَري أول مهندس غيَّر مفهوم الهندسة باستخدامه الترس أو الدولاب المسنّن، وذراع التدوير والمكبس، وهو ما مهّد الطريق لنظام الهندسة الحديث. استخدم الجزري ذراع التدوير، وطبّقت هذه التقنية للمرة الأولى باستخدام مضخة لها مكبس يعمل باتجاهين ويستخدم تركيبة من دولاب مسنن وذراع تدوير،التي هي عبارة عن آلية لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة ترددية إلى الأمام والخلف أو إلى الأعلى والأسفل بمساعدة مكبسين يتحركان بالتناوب 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 إلى حركة دورانية ،وبذلك أصبح من الممكن استخدام محرك البخار في تحريك القطارات والسفن.وفي نهاية القرن التاسع عشر، وبعد اختراع المحرك ذي الاحتراق الداخلي. تطلب الأمر أيضاً استخدام ذراع التدوير التي اخترعها الجزري لإدارة محرك السيارة والتي مازلنا نستخدمها في وسائل النقل حتى اليوم.

وهكذا فالإشادة بمخترعات بديع الزمان الجزري فى علم الحيل / الميكانيك ليست نوعًا من البحث عن حضور علمي فى زمان بات فيه العرب مستهلكين لتقنيات العصر ومخترعاته , فما نتحدث عنه إنجاز موثق , لا يعنى الحديث عنه تغنيًا بأمجاد طواها التاريخ , ولا تعويضًا عن شعور بالتقصير , وإنما هو معرفة لمرحلة هامة من مراحل تأسيس العلم , أسهم فيها العرب والمسلمون إسهامًا ضخمًا , ثم ضعف حضورهم العملى, لأسباب ينبغى أن يحددها الدارسون , بعضها مرتبط بسلسلة من الهزائم العسكرية والسياسية التى غاب فيها

حضور الأمة فغاب دور علمائها , وبعضها مرتبط بظهور قيادات جاهلة لا تقيم للعلم وزنًا ولا تعرف له قيمة , ولكن المهم فى تأمل هذا التراث العلمى العظيم هو استعادة الثقة بالعقل العربى والإسلامى , وقدرته على الاكتشاف والاختراع , ورد المقولات التى تزعم أن الفكر العربى أو الإسلامى كان فكرًا غيبيًا مذعنًا ومستسلمًا لا يسأل ولا يحاور ولا يكتشف

الخاتمة، ونتائج البحث

لقد أفاد علماء العرب المسلمين وغيرهم في ظلِّ الحضارة الإسلامية ممَّا قدَّمه الإغريق،والرومان،والفرس،والصينيون من قواعد مبعثرة لعِلم الميكانيكا(الحِيَل النافعة)،إذ أسهَم العلماء بالترجمةِ والنَّقل وثبَّتوا الأُسس الأصلية للترجمة من خلال الدَّعم المادي، والمعنوي للمُترجمين من قبل الخلفاء، وأخذ العلماء العرب المسلمون يدرسون هذا العِلم وطوَّروا منه الكثير، وابتكروا فيه تقنياتٍ جديدة، وأضافوا إليه من إبداعهم مَا جعله عِلماً تطبيقاً فريداً في غايةِ الأهمية بعدما كان عِلمًا للتسلية والسحر، ولكن في الحقيقة هو توفير الجهد الإنساني

والقوة البشرية والتوسع في القوة الميكانيكية، والإفادة من المجهود البسيط للحصول على جهدٍ أكبر من جهد الإنسان والحيوان، فقد أرادوا من خلالهِ تحقيق منفعة الإنسان واستعمال الحيلة مكان القوة والعقل مكان العضلات والآلة بدل البدن، أي يمكن القول إنَّ تطوير هذا العِلم هو نزعة حضارية تتَّسم بها الأُمم التي قطعت أشواطًا في مجالات العِلم والحضارة، كما أن هذا المحور الذي تدور حوله فلسفة أيّ اختراعٍ تُفرزه عقول العلماء يوميًّا ؛ سعيًا وراء تحسين حياة الإنسان، وكذلك ما يفعله العلماء الذين يقومون بتطبيق معارفهم النظرية للإفادةِ منها، ما يخدم مظاهر المدنيَّة والإعمار، ومن خلال دراستنا لهذا العرض الموجز لحالة التقنية الآلية عند العالم أبو العز بديع الزمان بن الرزاز الجزري أن أكون قد وُفِّقت في رسم ملامح إنجازات هذا العالم في هذا المجال، وأن أكون قد أصبت – ولو بعض الشيء – في بيان مدى إسهام الحضارة الإسلامية في مسيرة الحضارة الإنسانية من أحد جوانبها وهو الجانب التقني، وإنه إن كان لي أن أسوق عذراً لطول الحديث وتعدُّد التمثيل، فإنه مما يشفع لي ذلك الرجوع إلى المصادر الأصلية من المخطوطات العربية، والحرص على توثيق النصوص، وتحري الدقة في المعاني والتأويل.وتوصلت الدراسة إلى نتائج أهمها :

1- كان الجزري مهندسًا ميكانيكيًّا دمج بين العلوم النظرية والعملية ،و كان صانعًا ماهرًا ملمًّا بكافة العلوم اللازمة لعمله ،ومؤلفاً ترك وثائق هندسية فائقة الأهمية .

2- إن الآلات المائية التي صممها الجزري تبين أنه وضع الأساس للاستفادة من الطاقة الكامنة في المياه بشكل عملي ،والاستفادة من الطاقة الجارية في الأنهار كطاقة متجددة .

3- لم تكن الآلات الواردة في كتاب "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" كما ادعى بعض الكتاب مجرد تصورات محضة؛ بل كانت آلات علمية مصممة بدقة وذات كفاءة عالية

4- عمل الجزري هو حلقة في سلسلة من البحوث العلمية الإنسانية استفاد من سبقوه واستفاد من عمله من أتى بعده،وقد أسهب الجزري في شرح النموذج كما أنه يلجأ إلى التكرار كثيراً أثناء الوصف والشرح لطريقة الصنع وآلية الحركة مع

الرسم، وكما استخدم اليمين واليسار لتوضيح الأجهزة الداخلة دون تحديد اتجاه النظر بالإضافة إلى استخدامه أدوات لقياس الأبعاد ( بالشبر– القامة– الإصبع) و أدوات لقياس الأوزان (كالدرهم – الدينار) وكلمة (نحو) للدلالة على التقريب .

5- إن التطرق لأهمية الجزري الذي عاش في بدايات القرن الثالث عشر الميلادي هو التطرق لإنجازات العرب الميكانيكية التي كانت تنفذ بأيدي الصناع المبدعين ، وتكمن أهمية الجزري بأنه يمثل التيار الرئيسي للمهارات الميكانيكية التي ازدهرت في الأجيال اللاحقة، واعتبر عمله حلقة في سلسلة أعمال المهندسين العرب ،وحضارات في المنطقة حيث اخترع الجزري الكثير من الآلات والوسائل الميكانيكية وغيرها .

6- يعد الإبهار وإثارة العجب واحدة من فلسفات علم" الحيل "عند بديع الزمان الجزري، فكانت هذه الآلات والماكينات، والساعات تهدى للملوك والأمراء لكسب رضائهم، ولإبهارهم ،و إثارة دهشتهم، فهي آلات أو معدات أو ماكينات تفعل أشياء، وتتحرك وتؤدى وظائف معينة دون أن يعرف المشاهد كيفية حركتها.

7- إلغاء سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني فعندما أتى الإسلام حرم إرهاق الخدم والعبيد بعد تحملهم فوق ما لا يطيقونه ؛ لذا اتجه المسلمون إلى تطوير الآلات؛ لتقوم عوضا عنهم بهذه الأعمال الشاقة؛ فلجأوا للطاقة الميكانيكية للاستغناء عن الطاقة الحيوية التي تعتمد على العبيد ، وكما أن الإسلام منع نظام السخرة في قضاء الأمور المعيشية التي تحتاج لمجهود جسماني كبير، وإتقان العمل حيث طور العرب علم الحيل الميكانيكية إلى درجة رفيعة من الإتقان .

8- إن الروبوت أو"الإنسان الآلي "الذي نراه اليوم هو فى الأصل اختراع إسلامي قديم، ف " بديع الزمان الجزري " هو أول من اخترع الإنسان الآلي وكان

للخدمة في المنزل في أول الأمر ،حيث طلب منه أحد الخلفاء أن يصنع له آلة تغنيه عن الخدم كلما رغب في الوضوء للصلاة .

و هكذا فالإشادة بمخترعات بديع الزمان الجزرى في علم الحيل / الميكانيك ليست نوعًا من البحث عن حضور علمي في زمان بات فيه العرب مستهلكين لتقنيات العصر ومخترعاته ، فما نتحدث عنه إنجاز موثق ، لا يعنى الحديث عنه تغنيًا بأمجاد طواها التاريخ ، ولا تعويضًا عن شعور بالتقصير ، وإنما هو معرفة لمرحلة هامة من مراحل تأسيس العلم ، أسهم فيها العرب والمسلمون إسهامًا ضخمًا ، ثم ضعف حضورهم العملي ، ولكن المهم في تأمل هذا التراث العلمي العظيم هو استعادة الثقة بالعقل العربي والإسلامي ، وقدرته على الاكتشاف والاختراع ، ورد المقولات التي تزعم أن الفكر العربي أو الإسلامي كان فكرًا غيبيًا مذعنًا ومستسلمًا لا يسأل ولا يحاور ولا يكتشف.

إنَّ أمة بهذا التراث المجيد لجديرة بأن تتخطى الحواجز والعقبات، وأن تتبوأ – بسرعة ولهفة – موقعًا مائزًا في ركب الحضارة على هذا الكوكب الذي انطلقت منه مركباتٌ وأجرام إلى الكواكب الأخرى، فهل لمن أبدعوا في علوم الهندسة والهيئة طيلة قرون ثمانية أن يلحقوا بعصر الفضاء؟!.

## المصادر والمراجع


1. أبو العز إسماعيل الجزري: (1979م) الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل ، تحقيق: أحمد يوسف حسن , واخرون ،معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب .
2. أبو العز بديع الزمان إسماعيل بن الرزاز الجزري (2017م) :الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل , دراسة وتحقيق الدكتور محمد الطاهر العقبي ,بيروت ؛ بغداد : منشورات الجمل ، أربيل : دار آراس.
3. ابن سينا أبوعلى الحسين بن عبد الله (1989م ): تسع رسائل فى الحكمة والطبيعيات , ط2, , القاهرة , دار العرب
4. ابن سينا أبوعلى الحسين بن عبد الله (1983م) الإشارات والتنبيهات ، تحقيق : سليمان دنيا ، ج1، ط3، القاهرة ، دار العرب .
5. أبونصر الفارابى : (1968م) احصاء العلوم والتعريف بها ،تحقيق د.عثمان أمين ,ط3، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة .
6. أحمد يوسف الحسن:( 2002م) التقانة في الحضارة الإسلامية , مجلة الفلسفة والعصر , القاهرة, العدد الثاني يناير.
7. أحمد يوسف الحسن، دونالد هيل : (2001م) التقنية في الحضارة الإسلامية ؛ ترجمة صالح خالد ساري. مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع.

8. اسماعيل بن حماد الجوزى : الصحاح...تاج اللغة وتصحيح اللغة العربية , تحقيق : أحمد عبدالغفار عطا ،ط4،بيروت،دار العلم للملايين،ج4، 1407ه

9. إيجون لارسون:(1976م) تاريخ التكنولوجيا" قصة الاختراعات وأشهرالمخترعين" , ترجمة : مصطفى طاهر، "3أجزاء" مؤسسة كلينا كاشيت.

10. بركات محمد مراد :(2013م) الجزري.. اختراعاته العلمية وتطبيقاته الميكانيكية ، مجلة حراء ،تركيا،العدد 34 يناير

11. برتران جيل: (1996م) موسوعة تاريخ التكنولوجيا, ترجمة : هيثم اللمع،المؤسسة الجامعية للدراسات والطبع والنشر،بيروت .

12. جلال شوقي: (1995م) العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، سلسلة التراث العلمي العربي، ط1، الكويت.

13. جمال الدين محمد بن مكرم: (1405ه) لسان العرب ج11، بيروت ، دار احياء التراث العربى ..

14. جورج سارتون :(1991م) تاريخ العلم، المجلد الخامس، ترجمة د. أحمد فؤاد الاهوانى واخرون، دار المعارف,القاهرة.

15. دونالد هيل :(2005م) الهندسة المدنية والميكانيكية, ترجمة نزيه عبد القادر المرعبى ,ضمن كتاب موسوعة تاريخ العلوم العربية "الجزء الثالث" ، إشراف :رشدي راشد ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت،ط2.

16. دونالد هيل (2004م) العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، ترجمة: احمد فؤاد باشا , عالم المعرفة ، الكويت، العدد 305، يوليو

17. دونالد هيل (19م) التقنية الآلية عند العرب، ترجمة: مجلة المجمع العلمي العراقي ، العدد 305، يوليو

18. رشدى راشد (1977م) موسوعة تاريخ العلوم العربية سلسلة تاريخ العلوم العربية ج2، بيروت ، مركز دراسات الوحدة العربية .

19. رياض نعسان أغا :(2010م) الجزرى كبير المهندسين ،مجلة المعرفة ،العدد556 كانون الثانى ، سوريا

20. زيغريد هونكة (1964م): شمس العرب تسطع على الغرب , نقله عن الالمانية : فاروق بيضون وكمال دسوقى , بيروت , المكتب التجارى للطباعة .

21. عمر فروخ (1977م): تاريخ العلوم عند العرب ، بيروت ، دار العلم للملايين .

22. فخر الدين الرازى (1434ه): المباحث المشرقية فى علم الالهيات والطبيعيات ج1، حيدر اباد الدكن ، دائرة المعارف العثمانية,الهند.

23. ماجد عبدالله الشمس(1982م): الجزري رائد علم الميكانيك التطبيقي العربي ,منشورات دار الجاحظ للنشر , بغداد .

24. ماجد عبدالله الشمس(1977م): مقدمة لعِلم الميكانيك في الحضارة العربية، بغداد، جامعة بغداد.

25. محمد بن ابى ذر يوسف النيسابورى العامرى : الاعلام بمناقب الاسلام تحقيق : احمد عبدالحميد غراب ، القاهرة ، دار الكاتب العربى للنشر ، 1967م

26. محمد عبدالمحسن سيد(2009م) : التكنولوجيا عند قدماء المصريين ، جريدة الأهرام ، العدد44646, 4مارس

27. محمد أحمد عبدالرحمن عنب(2018م) : بديع الومان الجزرى مؤسس علم الروبوت ، مجلة أفكار ، العدد 357 تشرين الأول ، وزارة الثقافة ، المملكة الاردنية الهاشمية .

28. محمود محمد على محمد(1998م): الاصول الشرقية للعلم اليونانى، عين للدراسات والبحوث الانسانية والاجتماعية، ط1،القاهرة.

29. مصطفى محمود سليمان(2008م): تاريخ العلم والتكنولوجيا في العصور القديمة والوسطى ومكانته الحضارة الإسلامية فيه، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة.

30. مرتضى محمد: تاج العروس من جواهر النفوس ج7 ، بيروت، مكتبة الحياة .

31. منى سنجقدار شعرانى (1983م): التماثيل والدمى المتحركة عند العرب، مجلة تاريخ العرب والعالم ، دار النشر العربية للدراسات والتوثيق، لبنان مجلد 5 عدد 54.

32. نرمين كامل الجداوى , هيثم محمد جلال (2016م) : فلسفة الدمج بين البناء الحركي واستلهام الطبيعة عند المسلمين الأوائل، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية, العدد رقم 1 ، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية،القاهرة .

33. هبة الله بن ملكا البغدادى (1357هـ) : المعتبر فى الحكمة ، ط1، حيدر اباد الدكن ، دائرة المعارف العثمانية ،الهند.

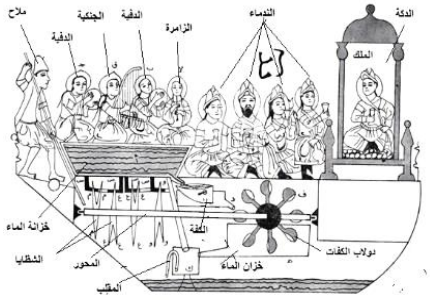
34. هشام كمال عبد الحميد(2008م.) : تكنولوجيا الفراعنة والحضارات القديمة، مكتبة النافذة ،الجيزة.

35. وجيه الشربجى(2000م) : الجامع بين العلم والعمل لابن الرزاز الجزري ، مجلة عالم الكتب مج 5،ع1،أبريل ,(عالم المخطوطات والنوادر ) ، السعودية .

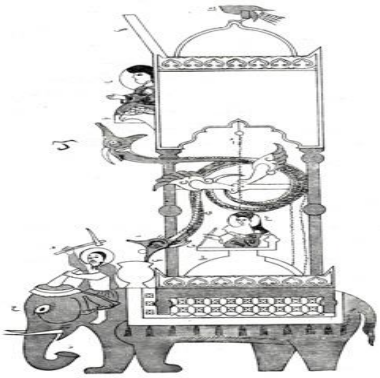
36. Al-Jazari, Ibn al-Razzaz, The Book of Knowledge of Ingenious Mechanica l Devices (Kitab fi ma ‘rifat al-hiyal al-handasiyya). Trans. Donald R. Hill. Dordrecht: Reidel, 1974.

**شكل (1) غلام الوضوء للجزري**

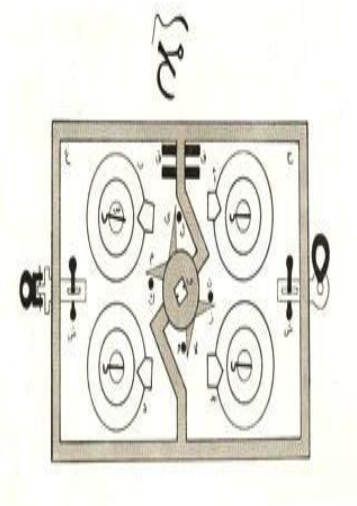
**شكل (2) خازنة الماء للجزري**



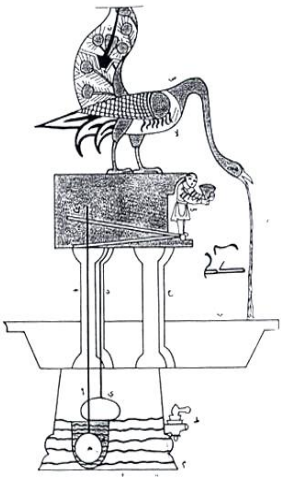

شكل (3) زورق الجزري



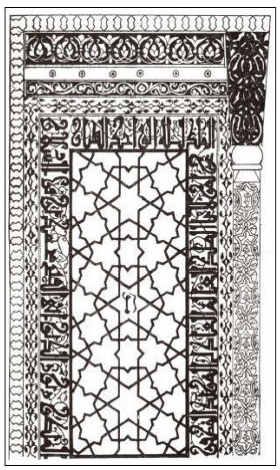
شكل (4) ساعة الفيل للجزري



شكل (6) قفل يقفل على صندوق للجزري



شكل (5) جهاز غسيل الأيدي للجزري



شكل (7) باب مصنوع من الشبه المصبوب للجزري

* ليث صلاح نعمان – خالد عبد الكريم : إسهامات العلماء العرب في علم الميكانيكا(الحِيَل النافعة) أولاد موسى بن شاكر آل عباس أنموذجاً ،مجلة دراسات تاريخية ، العدد 48،العراق ،2019م،ص 35 وانظر مقدمة عبدالرحمن بن خلدون : دراسة وتحقيق د/على عبدالواحد يافي ,ط9 المجلد الثالث,دار نهضة مصر للطباعة والنشر , القاهرة, ص478

(1) – ماجد عبد الله الشمس: مقدمة لعِلم الميكانيك في الحضارة العربية، بغداد، جامعة بغداد، 1977 م، ص 75

(2)–إسماعيل بن حماد الجورى : الصحاح...تاج اللغة وتصحيح اللغة العربية , تحقيق : أحمد عبدالغفار عطا ,ط4,بيروت,دار العلم للملايين,ج4, 1407هـ, ص 1681– 1682

(3)– جمال الدين محمد بن مكرم : لسان العرب , بيروت , دار احياء التراث العربى , 1405هـ , ج11,ص185

(4) — مرتضى محمد : تاج العروس من جواهر النفوس , بيروت مكتبة الحياة ج7,ص298

(5) — ابونصر الفارابى : احصاء العلوم, تحقيق عثمان أمينط3,,دار الفكر العربى ,القاهرة,1968م,ص18

(6) — محمد بن ابى ذر يوسف النيسابورى العامرى : الاعلام بمناقب الاسلام , تحقيق : احمد عبدالحميد غراب , القاهرة , دار الكاتب العربى للنشر , 1967م , ص 91

(7) — الحسن بن عبد الله بن الحسين بن على : تسع رسائل فى الحكمة والطبيعيات , ط2, , القاهرة , دار العرب , ص 112

(8) - ماجد عبد الله الشمس، مقدمة لعِلم الميكانيك في الحضارة العربية، بغداد، جامعة بغداد، 1977 م، ص 33.

(9) __ عمر فروخ : تاريخ العلوم عند العرب , بيروت , دار العلم للملايين , 1977م, ص 225

(10) - ماجد عبد الله الشمس، مقدمة لعِلم الميكانيك في الحضارة العربية، بغداد، جامعة بغداد، 1977 م، ص 33.

(11)– رشدى راشد : موسوعة تاريخ العلوم العربية , بيروت , مركز دراسات الوحدة العربية , 1977م , سلسلة تاريخ العلوم العربية , ج2, ص 788–789

(12) - ماجد عبد الله الشمس، مقدمة لعِلم الميكانيك في الحضارة العربية، بغداد، جامعة بغداد، 1977 م، ص 35

(13) — د.محمد عبدالمحسن سيد : التكنولوجيا عند قدماء المصريين , جريدة الأهرام , العدد44646,2مارس 2009

* الشادوف وسيلةٌ قديمةٌ جدًا وأداة لرى الأرض ،ويتكون من سارية خشبية طويلة معلقة على محور ارتكاز مثبت بعارضة خشبية مرتكزة على عمودين من الخشب أو الحجارة وفى نهاية الذراع القصيرة للرافعة يوجد ثقل معادل (ثقالة) من الحجر أو من الطين فى المناطق الطمييية التى ليست بها أحجار ، يعلق الدلو فى الطرف الأخر من السارية بواسطة حبل ويخفض العامل الدلو فى النهر حتى يمتلىء ثم يرفع بواسطة الثقل لتفرغ محتوياتة فى قناة الرى . انظر دونالد هيل : الهندسة المدنية والميكانيكية, ترجمة نزيه عبد القادر المرعبى ,ضمن كتاب موسوعة تاريخ العلوم العربية "الجزء الثالث" , إشراف :رشدي راشد , مركز دراسات الوحدة العربية , بيروت,ط2005,2م

(14) ماجد عبد الله الشمس، مقدمة لعِلم الميكانيك في الحضارة العربية، بغداد، جامعة بغداد، 1977 م، ص38

(15) – زيغريد هونكة : شمس العرب تسطع على الغرب , نقلع عن الالمانية : فاروق بيضون وكمال دسوقى , بيروت , المكتب التجارى للطباعة , 1964م , ص 50

(16)– نسبة الى مدينة سيراكوزة على الساحل الشرقى لجزيرة صقلية

(17)– محمود محمد على محمد: الاصول الشرقية للعلم اليونانى, عين للدراسات والبحوث الانسانية والاجتماعية, ط1.القاهرة,1998، ص 164

(18) فقد صنع صائغ تاجا ذهبيا للملك هيرون Hiero ملك سرقسطة ( سيراكوزة ) ، وظن الملك بان التاج الذهبى الذى صنع له يحتوى على شيء من الفضة التى تقل قيمتها عن الذهب وفكر ارشميدس فى المشكلة واطال التفكير دون ان يصل الى حل لها ولفت نظرة ذات يوم وهو بالحمام ان مياه حوض الاستحمام فاضت من فوق حافتة عندما تمدد بداخلة وسرعان ما خطرت ببالة فكرة مؤداها انه اذا وضعت قطعة من الذهب فى اناء به ماء فانها تزيح من الماء كمية اقل من تلك التى تزيحها قطعة من الفضة مماثلة لها فى الوزن لان الفضة اخف من الذهب وبالتالى تكون قطعة الفضة اكبر حجما من قطعة الذهب وبالمماثلة لها فى الوزن وبذلك امكنة حل مسألة التاج اذا تأكد ان التاج مصنوع من الذهب ومخلوط بالفضة وليس ذهباً خالصاً انظر: (ا يجون لارسون ، 1978 ،ص43) .

(19) _ مصطفى محمود سليمان: تاريخ العلم والتكنولوجيا في العصور القديمة والوسطى ومكانته الحضارة الإسلامية فيه, الهيئة المصرية العامة للكتاب , القاهرة, 2008، ص 410 ، 411

(20) _ يروى ان ملك سيراكوزة طلب من ارشميدس تفريغ ماء احدى السفن الغارقة ، فاخذ ارشميدس انبوبة طويلة مفتوحة فى نهايتها وفى داخلها حلزون من المعدن ( بريمة ) وعند غمر احد طرفى الانبوبة فى الماء وادار الحلزون باد الماء يرتفع فى الانبوبة ، واستطاع ارشميدس بتلك الطريقة تفريغ ماء السفينة الغرقى وعرف هذا الاختراع باسم الحلزونة المائية أو حلزونة ارشميدس .

(21) - جورج سارتون : تاريخ العلم" 6مجلدات" ترجمة د. أحمد فؤاد الاهوانى واخرون مجلد 5، دار المعارف,القاهرة,1991، ص 176

(22) - جلال شوقي:العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي, سلسلة التراث العلمي العربي, ط1, الكويت, 1995م ص 227

(23) نبغ خلال النصف الثانى من القرن الثانى ق.م ، والف رسالة ميكانيكية مقسمة الى ثمانية اقسام . وهى على النحو التالى : مقدمة وتمهيد – تحضيرات رياضية كنسخ المربعات ، استعمال الرافعات فى الالات ، بناء المرافىء بناء الات القذف، كتاب فيلون فى الحيل الروحانية وخانيقا الماء ، بناء الاسوار والاستحكامات ، تجهيز المعدات والموارد والدفاع عن الاستحكامات ، اساليب الحصار.

(1) - هشام كمال عبد الحميد : تكنولوجيا الفراعنة والحضارات القديمة, مكتبة النافذة ,الجيزة,(ط1),2008 ، ص 220

(2)_ برتران جيل: موسوعة تاريخ التكنولوجيا, ترجمة : هيثم اللمع, المؤسسة الجامعية للدراسات والطبع والنشر, بيروت,1996، ص 304

(26) – ابن سينا : الاشارات والتنبيهات , تحقيق : سليمان دنيا ، ط3، القاهرة ، دار العرب ، 1983م، ج1، ص 128

(27) - ابن سينا : المصدر السابق , ص128

(28) - هبه الله بن ملكا البغدادى : : المعتبر فى الحكمة , ط1, حيدر اباد الدكن , دائرة المعارف العثمانية , 1357هـ ,ص85

(29) - فخر الدين الرازى : المباحث المشرقية فى علم الالهيات والطبيعيات , حيدر اباد الدكن,الهند , دائرة المعارف العثمانية, 1434هـ , ج1, ص134

* جزيرة بوطان (ابن عمر) هي بلدةٌ في محافظة شرناق التركيّة الواقعة في المنطقة الجنوبية من شرق الأناضول، وتقع قرب الحدود السوريّة والعراقيّة، وغالبيّة سكانها من الأشوريين السريان، والكرد إضافةً للعرب، يحيط بها نهر دجلة من الجنوب والشرق والشمال، ولهذا السبب أطلق عليها اسم جزيرة,وأطلق الأتراك على الجزيرة اسم جِزرة، أمّا السريان فقد سموها جزرتا، ومفردها جزر أي المقطوع لكونها منطقةً بعيدة ونائية عن مدن الجوار، وسمّيت جزيرة ابن عمر لأنّه يقال بأنّ من بناها هو رجل من الموصل اسمه عبد العزيز بن عمر، وكان يطلق عليها سابقاً اسم دجلة، ويطلق عليها في الوقت الحاضر اسم جزيرة بوطان أو بوتان، هذا ومن الجدير بالذكر أنّ جزيرة بوطان لا يوجد بها بحر، ولكنه أطلق عليها اسم جزيرة؛ لأنّها محاطةٌ بالأنهار.

(30) – وجيه الشريجى : الجامع بين العلم والعمل لابن الرزاز الجزرى , مجلة عالم الكتب (عالم المخطوطات والنوادر ), السعودية , مج 5.ع1,أبريل 2000م, ص 137

(31) – بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل , تحقيق أحمد يوسف الحسن زاخرون , معهد التراث العربى , جامعة حلب , 1979م , ص ل

(32) – المصدر السابق : نفس الصفحة

(33) – ماجد عبد الله الشمس : مقدمة لعلم الميكانيكا فى الحضارة العربية , ص 102

(34) – بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل , تحقيق أحمد يوسف الحسن واخر , معهد التراث العربى , جامعة حلب , 1979م , ص3-4

(35) – بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل , تحقيق أحمد يوسف الحسن واخر , معهد التراث العربى , جامعة حلب , 1979م , ص 9

(36) – المصدر السابق : ص 197

(37) – المصدر السابق : ص393

(38) – المصدر السابق : ص **307**

(39) – المصدر السابق : ص422-423

* إيلهارد فيدمان عالم فيزياء ألماني اهتم في نهاية القرن التاسع عشر بدراسة الكتب العلمية العربية ولكن أيضا كان هو تقريباً أول شخص يبدع فكرة ( إعادة إحياء) الآلات والمخترعات العلمية العربية حيث قام بنفسه بصناعة عدد كبير من نماذج الآلات العربية القديمة وبعض هذه النماذج ما زالت موجودة في أرشيف متحف مدينة ميونخ الألمانية. وهذا العالم فيدمان يعتبر أعجوبة بحق في تنوع المواضيع العلمية العربية التي نشر مخطوطاتها في موسوعته الضخمة (مقالات في تاريخ العلوم العربية) والتي ترجمها أستاذنا الجليل الدكتور عبد الله حجازي ونشرتها جامعة الملك سعود بالرياض.

(40) – أحمد يوسف الحسن : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل لبديع الزمان الجزرى ، مجلة تاريخ العلوم العربية ، معهد التراث العلمى العربى ، جامعة حلب ، سوريا ، العدد الاول ،1977م، ص 20

(41) – بركات محمد مراد : الجزري.. اختراعاته العلمية وتطبيقاته الميكانيكية ، مجلة حراء ، تركيا ،العدد 34يناير 2013م ،ص48

(42) – المصدر السابق : ص 4- 6

(43) – رياض نعسان اغا : الجزرى كبير المهندسين ،مجلة المعرفة ،العدد556 كانون الثانى 2010م ،سورياص6

(44)-Al-Jazari, Ibn al-Razzaz, The Book of Knowledge of Ingenious Mechanica l Devices (Kitab fi ma ‘rifat al-hiyal al-handasiyya). Trans. Donald R. Hill. Dordrecht: Reidel, 1974. P.7

(45) -– أحمد يوسف الحسن : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل لبديع الزمان الجزرى ، مجلة تاريخ العلوم العربية ، معهد التراث العلمى العربى ، جامعة حلب ، سوريا ، العدد الاول ،1977م، ص 20

(46) - منى سنجقدار شعراني التماثيل والدمى المتحركة عند العرب، مجلة تاريخ العرب والعالم ، دار النشر العربية للدراسات والتوثيق، لبنان مجلد 5 عدد 54. 1983م,ص20

(47) – بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل فى صناعة الحيل , ص 6

(48) -- المصدر السابق : ص504-505

(49)- نرمين كامل الجداوى , هيثم محمد جلال : فلسفة الدمج بين البناء الحركي واستلهام الطبيعة عند المسلمين الأوائل, مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية , الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية,القاهرة , العدد رقم 1 , 2016م ,ص 320

* ظهرت كلمة "روبوت" لأول مرة عام 1920، في مسرحية الكاتب المسرحي التشيكي كارل تشابيك، التي حملت عنوان "رجال روسوم الآلية العالمية" (بالتشيكية: Rossumovi univerzální roboti). ترمز كلمة "روبوت" في اللغة التشيكية إلى العمل الشاق، إذ أنها مشتقة من كلمة "Robota" التي تعني السُخرة أو العمل الإجباري، ومبتكر هذه الكلمة هو جوزيف تشابيك، أخا الكاتب المسرحي سالف الذكر، والذي ابتدعها في محاولة منه لمساعدة أخيه على ابتكار اسم ما للآلات الحية في العمل المسرحي. وبدأ من هذا التاريخ، بدأت هذه الكلمة تنتشر في كتب وأفلام الخيال العلمي التي قدمت عبر السنوات عدد من الأفكار والتصورات لتلك الآلات وعلاقتها بالإنسان، الأمر الذي كان من شأنه أن يفتح أفاق كبيرة للمخترعين ليبتكروا ويطوروا ما أمكن منها.

* إحدى نسخ كتاب الجزرى الأصلية المؤرخة فى (715هـ/1315م) وهذة المخطوطة تبعرث أوراقها ورسومها واختفت لفترة كبيرة وظهرت فجأة بلندن و قد بيعت فى المزاد العلنى بلندن بأكثر من وستين ألف جنيه إسترلينى أى ما يعادل ثلاث مائة ألف دولار فى ذلك الوقت اشترته شركة (سنبك) من مؤسسة (كيفور كيان ) واسم ناسخها فرج بن عبد اللطيف الكاتب الياقوتى المولوى

(50) – د.محمد أحمد عبدالرحمن عنب : بديع الومان الجزرى مؤسس علم الروبوت , مجلة أفكار , العدد 357 تشرين الأول 2018م, وزارة الثقافة , المملكة الاردنية الهاشمية , ص 47

(51) – بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل , ص 117

(52) – المصدر السابق : ص 117

(53) - بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل , ص257

(54) – بتصرف من كتاب الجامع بين العلم والعمل فى صناعة الحيل لبديع الزمان الجزرى ص 117

(55) – بديع الزمان الجزرى : الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل , ص186

(56)– المصدر السابق : ص 486

(57) – المصدر السابق : ص 569

(58) –المصدر السابق : ص 569