مجلة جامعة دمشق للدراسات التاريخية

اسم المقال: حيل الجزري المائية وتوظيفها ضمن المرافق الخدمية الدمشقية
اسم الكاتب: خزامى زياد الحضوه، أ.د. محمد شعلان الطيار
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/index.php/library/10457
تاريخ الاسترداد: 2026/11/01 05:50 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة دمشق للدراسات التاريخية ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

حِيَل الجزري المائية وتوظيفها ضمن المرافق الخدميّة الدمشقيّة

خزامى زياد الحضوه [1]، أ. د محمد شعلان الطيار 2

1 طالبة دكتوراه، جامعة دمشق، قسم الآثار الإسلامية،
(Khozama.alhadwa@damascusuniversity.edu.sy)

[2] أستاذ دكتور، جامعة دمشق، قسم الآثار الإسلامية،
(shallan6.altayar@damascusuniversity.edu.sy)

الملخص:

يُعد علم الحيل المائية بما يشمله من آلاتٍ مفيدة نقطة ازدهار تصب في صالح التراث الإسلامي، ويُعّرف علم الحيل بمفهومة الواسع: وهو القدرة على تدبير الأمور وتذليل الأعمال الصعبة والتحايل بعملها بالاعتماد على جملة من الآلات والأجهزة التقنية الفعّالة المُعتمدة في تشغيلها على مجموعة من التراكيب والمبادئ الهندسية الدقيقة.

حيث يتناول البحث استعراض لبعض تقنيات أحد مهندسي علم الحيل المائية النفعية في الحضارة العربية والإسلامية وهو أبو العز إسماعيل الرزاز الجزري، وتوظيف تلك التقنيات في هندسة المرافق الخدمية الدمشقية، إذ دخلت تلك التقنيات في عمران منشآتٍ اعتمدت على المياه في عملها كالطواحين المائية، بالإضافة إلى إيجاد تقنيات وحيَل هندسية رفدت العمائر بالمياه النظيفة بشكل دائم كآلات رفع المياه وإيصالها إلى أماكن (كالعمائر والبساتين) يصعب تموينها بالماء، نظراً لانخفاض مستوى المجرى المائي عن مستواها، بالإضافة للتّطرق إلى تقنيات توفر المياه النظيفة للمياضئ والتخلص من الرجس منها بعد الاستخدام، كما اتقن الجزري ابتكار آلاتٍ وحيل عكست طابعها الجمالي والوظيفي مُستمدةً من عناصر الطبيعة ألا

تاريخ الايداع: **2024/3/24**
تاريخ النشر: **2024/5/27**

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب **CC BY-NC-SA**

وهي الفوارات المائية المندفعة نحو الأعلى، فتم ابتكار النافورات القاذفة للمياه بهيئآتها المختلفة خالقةً جو من طابع التسلية والجمال، بالإضافة إلى دورها في تلطيف الجو وترطيبه على المكان المنشأة فيه.

الكلمات المفتاحية: الجزري، المرافق الخدمية الدمشقية، المياضئ، الآلات رفع المياه، الفوارات.

Al-Jazari's aquatic dynamics and implementing them in damascene architectural facilities

Khozama ziad Alhadwa[1], Dr. Mohammad Shaalan Altaiyar[2]

[1]Ph.D. students candidate, Damascus university, Islamic archaeology, (Khozama.alhadwa@damascusuniversity.edu.sy)

[2] Professor, Damascus university, Islamic archaeology (shallan6.altayar@damascusuniversity.edu.sy)

Abstract:

The aquatic dynamics, including useful machines, is a point of prosperity that benefits the Islamic heritage. The science of tricks is known in its broad sense: it is the ability to manage matters, overcome difficult tasks, and circumvent their work by relying on a set of effective technical machines and devices that are based in their operation on a set of engineering structures and principles. minute.

The research deals with a review of some of the techniques of one of the engineers of the science of utilitarian water tricks in the Arabic and Islamic civilization, namely Abu Al-Izz Ismail Al-Razzaz Al-Jazari, and the employment of those techniques in the engineering of Damascene service facilities, as these techniques entered the construction of facilities that relied on water for their work, such as water mills, in addition to creating Engineering techniques and tricks that permanently supplied buildings with clean water, such as machines that raise water and deliver it to places (such as buildings and orchards) that are difficult to supply water to it, due to the level of the water stream being lower than its level, in addition to discussing techniques for providing fresh water to the basins and getting rid of impurities from them after use. Al-Jazari also mastered the innovation Machines and tricks that reflected their aesthetic and functional character were derived from the elements of nature, namely water foggara rushing upward. Thus, Fountain were invented that spewed water in its various forms, creating an atmosphere of entertainment and beauty, and their role in wetting the atmosphere in the place which they were constructed.

Keywords: Al-Jazari, Damascene architectural facilities, Ablution, Water Supply Machines, Fountain.

Received: **24/3/2024**
Accepted: **27/5/2024**

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a **CC BY- NC-SA**

المقدمة:

تُعتبر فنون العمارة من أبرز السمات التي تعكُس ثقافة الحضارات ومجدها من دون الحاجة لقراءة ما خلفته من مصادر مكتوبة عنها، فتنوعت أنماط تلك المشيدات بين عمائرٍ دينية ومدنية وعسكرية وعمائرٍ خدمية ذات وظائفٍ نفعية.

تُعد المرافق المائية واحدة من أبرز ما أجادت به العمارة الإسلامية، متنوعةً بأشكالها وأصنافها فمنها الطواحين المائية وآلات رفع المياه، والأحواض ذو الفوارات القاذفة للمياه بهيئاتها المتنوعة، حيث لمع ألق مهندسين أحسنوا في خلق مجموعة متنوعة من التصاميم والمبادئ الهندسية، مُعوّلين عليها تشغيل تلك الآلات حتى تقوم بوظائفها المُناطة بها مُستغنين في تشغيلها عن جهد الإنسان العضلي، ويُمكن تسمية هذا العلم "علم الحيل المائية النفعية".

يُعتبر المهندس أبو العز إسماعيل الرزاز الجزري أحد أبرز مهندسي الحيل المائية بآلاتها ومرافقها المعمارية والذي أدخل مجموعة من التقنيات ضمن أجهزته حتى أخرجَ آلاتٍ متعددة الاستخدامات، منها ما كانت ذات وظائف تُضفي جو من التسلية والمتعة لمشاهديها، ومنها ما كانت ذو وظائف خدمية نفعية للمجتمع الإسلامي بشكل عام، فابتكر آلاتٍ ترفع المياه إلى مشيداتٍ وأراضٍ يتعسّر إيصال الماء إليها فإما أن تكون بعيدة عن المجرى المائي أو تميَزت بوجود تباينات طبغرافية مع المستوى المائي، وذلك من خلال ابتكار آلةٍ صُنّعت من مجموعة من الدواليب المسننة المتعاشقة مع بعضها حتى تُنجز عملها، بالإضافة إلى توظيف تلك المسننات في تشغيل الطواحين المائية وغيرها من الآلات.

وقد عُدّت تلك المبادئ وما تم تطبيقه وإنجازه على المرافق الخدمية توضيح واقعي لأهمية ما أجاد به الجزري في مخطوطه "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" والتي جَمَع من خلالها بين المبادئ النظرية وتطبيقاتها

العملية النفعية مما يُفنّد ما زعمه المهندسين الغربيين حول آلات الجزري المُقتصرة على وظيفتها وطابعها المُسّلي فحسب.

إشكالية البحث:

ترافق ازدهار المهارات والخبرات المعمارية في الحضارة العربية والإسلامية نمو وتطوّر في العلوم الرياضية والعقلية التي استندت على إحلال القعل العلمي والتقني طريقاً لابتكار آلاتٍ ذاتية التشغيل، اعتمدت على الطاقات الطبيعية الموجودة كطاقة الرياح تارةً والمياه تارةً أُخرى، حيث برع المهندس العربي والمسلم في توظيف أفكاره وخبراته بابتكار وتطوير آلاتٍ سهلت على الإنسان أعماله الحياتية وأعانته على تدبير متطلباته الدينية (كالوضوء) والدنيوية (كحصوله على قوته اليومي من الطحين والماء وتوفيرها بشكل دائم).

سيتطرق هذا البحث إلى الحديث عن بعض ابتكارات الجزري وتقنياته الهندسية المائية، والتي وُضّفت في تشييد مرافق خدمية أفضت هندستها المعمارية والتشغيلية عدة تساؤلات منها:

- ما هي أبرز انجازات الجزري المائية المطوّرة لعمل المنشآت الخدمية؟ وما هي مبادئ تشغيلها؟
- زعمَ الغرب أن آلات الجزري وتقنياته ذات وظائف مسلية فحسب، فما مدى صحة هذا الادعاء؟
- كيف استطاع المهندس الدمشقي الاستفادة من تقنيات الجزري، وتوظيفها في خدمة المشيدات المعمارية النفعية؟

أهمية البحث:

تتبع أهمية البحث كونه يسلط الضوء على بعض ابتكارات وتقنيات المهندس الجزري المائية التي قلّما وردت بصيغه تحليلية تصب في نطاق توظيفها على أرض الواقع والإفادة من عملها بشكل يخرج من نطاق حصرها كرسوم

تخطيطية ضمن ثنايا المخطوطات، في الوقت الذي لاقت فيه اتهامات باطلة من علماء الغرب ومستشرقيه حول وظيفتها المُسليّة فحسب.

أهداف البحث:

تهدف الدراسة إلى تتبّع مجموعة من تقنيات الجزري المائية ومقدرة المهندس الدمشقي على الاستناد عليها وتوظيفها ضمن آلاته الخدمية بشكلٍ مساهم في تطوير الحياة الاجتماعية، والدينية، والاقتصادية، بالإضافة إلى وظيفتها المُسليّة وبالتالي دحض الادعاءات الغربية حولها.

الدراسات السابقة:

من الأبحاث التي تم الاطلاع عليها بما يتعلق بميدان حيل الجزري المائية ومبادئ عملها، رسالة ماجستير للمهندس فهد حريري الرفاعي (2000). دراسة وتحليل الآلات المائية في كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري باعتماد الأنظمة الحديثة في هندسة التحكم/ إشراف: حسن أبو صالح، تاج الدين ضيّا. جامعة حلب. معهد التراث العلمي العربي. قسم تاريخ العلوم التطبيقية، حيث عُدّ هذا البحث بمثابة دراسة هندسية تقنية علمية رصينة لمخطوط الجزري، ولكن جاءت تلك الدراسة قاصرة على دراسة الآلات من ناحية التركيب الهندسي فحسب دون الخوض في مجالات استخداماتها وتطبيقها وتحقيق الغاية من تركيبها ووظائفها.

بالإضافة للعديد من الأبحاث والمقالات التي تقصت حيل الجزري وآلاته وتقنيات عملها إلا أنها قد أُخرِجَت بشكلٍ يبتعد عن ربط تلك التقنيات وتوظيفها بشكل فعلي على المرافق المائية الخدمية وتطوير أساسيات عملها وتشغيلها.

منهجية البحث:

اعتمد البحث على الدراسة الوصفية التحليلية في دراسة بعض آلات الجزري وابتكاراته بما يخدم المرافق الخدمية المختلفة، مبرزاً إذا ما تم توظيفها بما يُسهّل على الإنسان أعماله الحياتية.

أولاً: بديع الزمان أبو بكر بن إسماعيل بن الرزاز الجزري:

ورد اسمه وألقابه على مخطوطه المُعنون (كتاب في معرفة الحيل الهندسية) نسخة المكتبة البريطانية– المخطوطات الشرقية بـ "الشيخ رئيس الأعمال بديع الزمان أبو بكر بن إسماعيل بن الرزاز الجزري" (الجزري، 18م، 2ظ)، ولد عام (548هـ/ 1153م) في منطقة الجزيرة الواقعة بين نهري دجلة والفرات وتكنّى بها(Mariem, 2016- 2017, 13)، عمل في بلاط الحكام الأرتقيين في ديار بكر (منطقة آمد) لمدة تقارب 25سنة حتى نال حُظوة كبيرة لدى "الملك الصالح ناصر الدين أبي الفتح محمود بن بن محمد بن قرا أرسلان بن داود بن سكمان بن أرتق" الذي كان مولعاً بابتكارات وصناعات الجزري حتى اقترح عليه جمعها وتنضيدها في مجلد واحد يجمع بين مخططاته التقنية من ناحية تركيبها ووصف عملها وتوضيح الوظيفة المُناطة بها (الحسن، 1977، 21)، وأَطلقَ على مخطوط أعماله (الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل) أي الشامل بين أفكاره النّظرية وتطبيقاتها العمليّة، نال من خلالها لقب (الشّيخ رئيس الأعمال) أي كبير مهندسي الدولة.

اطّلعَ الجزري على أعمال سابقيه من صُنّاع ومُهندسي الحضارات المختلفة كبلاد الرافدين وبلاد فارس والهنود والمصريين القدماء، بالإضافة على أعمال معاصريه، فأبدع في مجال صناعة الآلات الميكانيكية مُطوراً فيها مهارته وخبرته حتى وصل فيها إلى درجة عالية من التفرّد والاتقان في مجال تصميم آلات ذاتية الحركة تعمل بطاقة الماء (Ali-Tofiq, 2022, 125- 135)؛ (مراد، 2013، 42)، إذ قام بوصف تلك الآلات بشكل مُفصل من ناحية المواد والتراكيب الهندسية الداخلة في صناعتها، وهذا ما انتهزه مهندسو العصر الحالي من إعادة تركيبها والتحقق من فاعليتها في الأعمال التي صُنعت من أجلها.

ثانياً: ابتكارات الجزري النفعية:

1: آلات الجزري وعلاقتها بالنظافة والتّطهر (المياضئ):

أجاد مهندس المرافق المائية في إنشاء شبكات مياه أمدت المياضئ بماءٍ دائمة الجريان وإيجاد آلية للتخلص من الرجس منها، والميضأة هي المكان الذي يتوضأ منه الناس، أخذت في بدايتها شكل أحواض جصية صغيرة، ثم تم

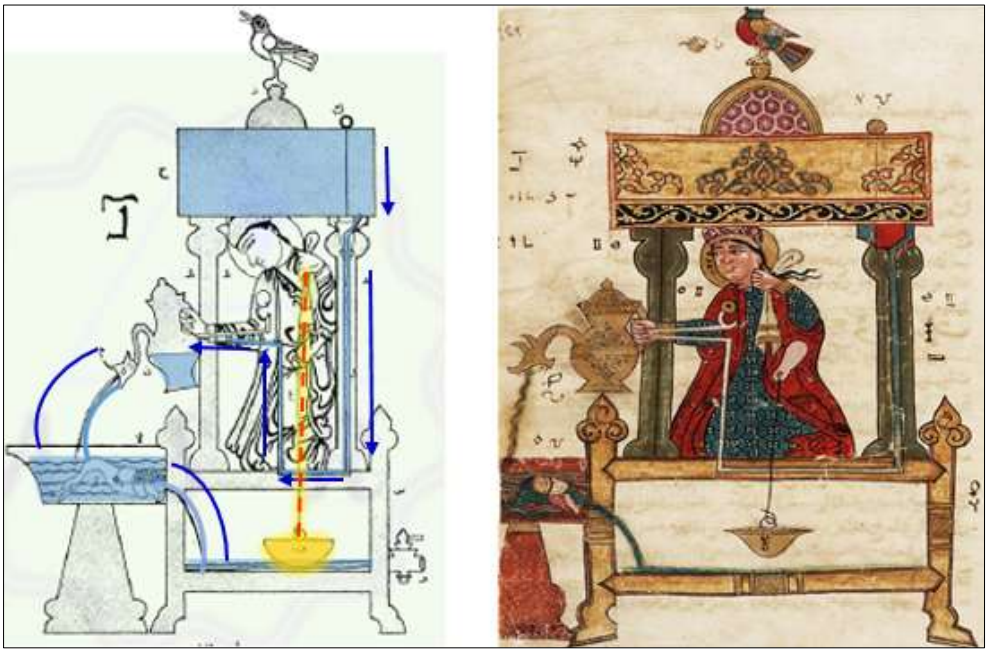
تطوير عمارتها وصارت عبارة عن منشأة مُقببة شُيّدت في صحون العمائر، ثُبّت على جوانبها مجموعة من الحنفيات ينبثق منها الماء النظيف للاغتسال، وتحيط بالقبّة مجموعة من مقاعد الجلوس وفي أسفلها حُفرَت أقنية مائية صغيرة يُستجَر عبرها المياه الوسخة لتنتهي إلى أقنية مُغيبة في الأرض تجتمع فيها المياه المالحة لتنتهي إلى مصرفها (رزق، 2000، 312).

وعُدّت هذه التقنية من بين ما أجاد به الجزري من خلال ابتكار آلاتٍ نفعية، يتم من خلالها الحفاظ على نظافة المكان(الشنان، 2018، 31)، وذلك بتصنيع جهاز ذاتي التشغيل دون الحاجة إلى مساعدة شخصٍ لِيصب الماء على يدي المتوضئ بشكل تلقائي وعند الانتهاء يتم التخلص من الماء المُستخدم باختفائه ضمن خزان أرضي، وهذا يُحاكي ما هو مُطبّق حالياً في دورات المياه الحديثة من تقنية جريان الماء بشكل دائم والتخلص منه عند الانتهاء من استعماله (سلامة، 2020، 538).

وقد صنعت الآلة على شكل خادمة تحمل إبريق لصب الماء في يدها اليمنى ومنشفة في يدها اليسرى تقدمها للمتوضئ لتجفيف يديه[1] (الجزري،1979، 384–389) (الشكل1–أ)، وتلك الآلة تتشكّل من مجسم معدني لجارية بداخلها مجموعة من أحواض لملئ الماء وتفريغه، علاوةً على مجموعة من التراكيب التقنية المُعقدة التي تعمل مع بعضها بشكل متتالي ومتشارك مُحققة إتمام عمل الآلة، وتكمن آلية عمل هذه الآلة بملىء الحوض العلوي بالماء، وإذا ما أراد الشخص أن يبدأ بالوضوء، يقوم بفَتح حنفية راكبة على الحوض فيجري الماء ضمن أنبوب مُمتد إلى جوف اليد اليمنى للجارية ومنه إلى قمة الإبريق حيث يتدفق من مصبّه على يدي المتوضئ مجتمعاً ضمن طشت سفلي، وفي ذلك الطشت وُضعَ مُجسم مجوّف لهيكل بطة، عُدّت العنصر الماص للماء المُستعمل للتخلص منه، فما أن يصل الماء إلى عنق البطة حتى يجري في جوفها مُتجهاً إلى حوض سفلي والذي يحتوي على عوامة مربوطة بسلسلة

[1] (الشكل العاشر من النوع الثالث) من آلات الجزري.

بيد الجارية اليسرى، وعند ارتفاع العوامة ترتخي السلسلة فتنخفض يدها اليسرى مُقدّمةً المنشفة للمتوضئ، ويتم في هذه الأثناء جريان الماء وتفريغه من الحوض السفلي من خلال فتح صنبور أسفل الآلة (الشكل 1–ب) (الرفاعي، 2000، 223- 224).



(الشكل1– أ) (الجزري، مخطوط طوبقاب سراي، رقم 3472) (الشكل 1–ب) (الجزري، 1979، ص288) خط سير الماء (بتصرّف)

وهذه التقنية التي نُفّذت لضرورة الطهارة والنظافة تربّعت في نطاق اهتمام علماء الحيل ومعماريو المرافق المائية الذين حرصوا على تطبيقها في دور العبادة والصلاة، فأُوجِدَت المياضيء التي تمت هندستها بشكلٍ يسهّل تزويدها بالمياه ومن ثم تصريفها من خلال ضبط ميول الأراضي ومد قنوات التصريف تحتها بطريقة تَحول دون اختلاطها مع المياه الحلوة، وهذا ما جاء ضمن نطاق اهتمام وممارسة علماء انباط المياه الجوفية كالكرجي[2] (الجمال، 2014،

[2] **الكرجي:** هو أبو بكر محمد بن الحسن الكرجي، عاش في فترة السيطرة البويهية الممتدة بين سنتي (334– 447هـ/ 945– 1055م)، لُقب بالكرجي نسبةً لمدينة الكرج الواقعة بين همذان وأصفهان، ترعرع في بغداد، ونبغ بفكره الرياضي، فصنف مؤلفاته في الهندسة والحساب، وكان الكرجي أحد أهم من برعوا في مسألة توفير المياه والحفاظ عليها، وطُرق استخراجها بأساليب علمية فوضع كتاب "إنباط المياه الخفية" مُقسماً إياه إلى عدة فصول ركزت بالحديث عن المياه الجوفية وأنواعها وهندستها وطرق استجرارها عن طريق الانابيب الفخارية (القساطل) وصناعتها، وذكرَ أجهزة لقياس مساحات الأراضي وارتفاعاتها.

23–25) الـذي درس طريقـة إنشـاء القنـوات (القسـاطل) المصـنوعة مـن الفخـار المشـوي الكتـيم بشـكل يحـول دون حـدوث تسريب للمياه المالحة.

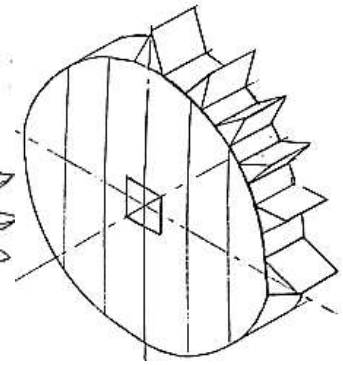
تشـكّلت تلـك القسـاطل بطريقـة يَسـهل إدخالهـا ببعضـها الـبعض حيـث تشـكّلَ إحـدى طرفـي القسـطل بقُطـرٍ أكبـر مـن الطـرف الآخـر وتلصـق ببعضـها بمـزيج مـن معجـون مـادة الكلـس ومقـدار مـن زيـت الزيتـون والقطـن، وتُمـلأ بهـا فراغـات تـداخل القسـاطل (الكرجـي، 1997، 68- 204)؛ (متـز، د.ت، 338)، كَثُـرَ انتشـار المياضـئ فـي دمشـق ونالـت اهتمـام كـل مـن زار دمشـق مـن مـؤرخين ورحّالـة ومـنهم الرحالـة ابـن جبيـر سـنة (580هـ/ 1184م) واصـفاً إياهـا "وفيهـا نحـو أربعـين داراً للوضـوء يجـري المـاء فيهـا كلهـا" (ابـن جبيـر، د.ت، 261)، وهـذا العـدد الكبيـر مـن المياضـئ يُحـتّم وجـود نظـام هندسـي هيـدروليكي مُحكَـم[3] (كبريـت، 2000، 25– 27) يـؤمن وصـول المـاء النظيفـة إليهـا بشـكل دائـم وصـرفها بأسـلوب آمنٍ وصحي.

2: آلات الجزري وعلاقتها بتوفير الغذاء(الطواحين):

عكسـت الحاجـة المتزايـدة للطعـام حِـرص الإنسـان للحصـول عليـه بكميـات كبيـرة مقابـل جهـدٍ بسـيط فـي تـوفيره، إذ يُعـدّ القمـح ومـا نـتج عنـه مـن مـادة الطحـين أهـم قـوت حصـل عليـه الإنسـان، وكنتيجـة للخبـرة والتجـارب التـي خاضـها الإنسـان للحصـول علـى قوتِـهِ اليـومي وتشـكيله، توصّـل إلـى عـدة طُـرق لاسـتخلاص المـواد الأوليـة مـن الحبـوب والزيتـون والسمسـم وأقصـاب السـكر فحصـل علـى الطحـين والزيـت والسـكر عـن طريـق الهـرس والطحـن بواسـطة آلات طوّرهـا مـن أجـل الحصـول علـى كميـات أكثـر بمجهـودٍ أقـل، فـابتكر عـدة أنـواع مـن الطـواحين منهـا الطاحونـة اليدويـة التـي تُـدار باليـد، وأُخـرى تُـدار بواسـطة قـوة الـدواب، والأخيـرة هـي الطاحونـة التـي تُـدار بواسـطة المـاء، وعُـدت تلـك الآلـة قمـة التطـور التقنـي

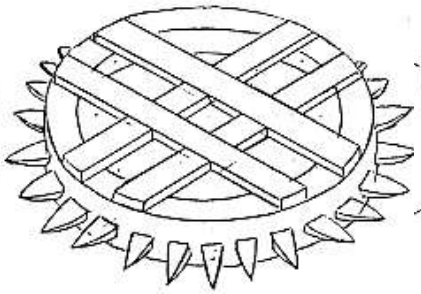
[3]برع المهندس العربي والمسلم بشكل عام والمهندس الدمشقي بشكل خاص في قضية الوصول إلى مكامن المياه وتأمينها وتوفيرها، واستجرارها عبر مد القساطل الفخارية وإيصالها لمبتغاها بطريقة تمنع من وقوع أي خلافات ومنازعات بين الناس، واستكمالاً لمسألة الهندسة المائية فقد صب المهندس خبرته ومهارته في قضية التخلص من المياه المالحة عبر إنشاء قساطل فخارية تمتد بمسافة أخفض من قساطل المياه الحلوة مما يمنع من حدوث أي اختلاطات ضارة.

التـي توصـل إليهـا مهندسـو ومعمـاريو الحيـل المائيـة، حيـث عُـدّت العجـلات الدائريـة المسـننة المتشـابكة مـع بعضـها بطريقـة تجعـل الآلـة تشـتغل دون تعقيـد، ناقلـة الحركـة لبـاقي أجزائهـا مـن التقنيـات والمبـادئ التـي ابتُكِـرَت لتطـوير تلـك الآلات المُيسّـرة علـى الإنسـان أعمالـه الشـاقة، إذ دخلـت تلـك العجـلات كقـوة تقنيّـة مُحرّكـة فـي تشـغيل عـدة آلات منهـا الطـواحين العاملة بواسطة الدواب أو بقوة تدفق المياه، بالإضافة إلى تشغيل آلات رفع المياه.



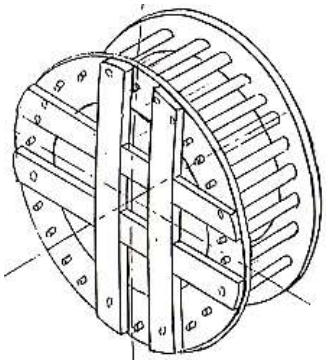
(الشكل 2) دولاب ذو قطّاع مسنن

(عن الرفاعي، 2000، 302)



(الشكل 3) دولاب مُسنن

(عن الرفاعي، 2000، 303)



(الشكل 4) دولاب العارضات

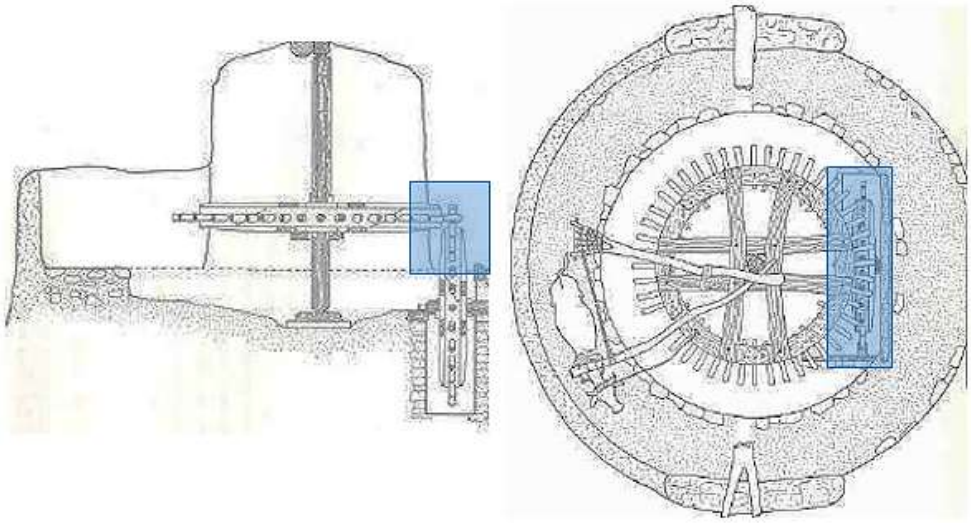
(عن الرفاعي، 2000، 301)

ابتكـر الجـزري أنـواع مختلفـة مـن الـدواليب المسـننة ومنهـا الـدواليب ذات القطاعـات وهـي عبـارة عـن دولاب ذو أسـنان شـغلت ربـع محيطـه (الشـكل 2)، تركّـزت وظيفتهـا علـى نقـل الحركـة بشـكل متـواتر مـن خـلال تعاشـقها مـع دولاب مسـنن بشـكل كامـل (الشـكل 3)، أو تعاشـقها مـع دولاب يسـمى دولاب العارضـات (دولاب سـندي)، وهـو عبـارة عـن حلقتـين دائـريتين متقـابلتين تصـلها ببعضـها عـدد مـن العـوارض الخشـبية المتسـاوية الطـول، والبُعـد بـين كل عارضة وأُخرى ثابت (الشكل 4).

حيـث لعبـت العجـلات المسـننة دور هـام فـي زيـادة عـزم الـدوران وسـرعته أو التقليـل منـه، وذلـك مـن خـلال التلاعـب بأقطـار العجلـة وعـدد أسـنانها، وهـذا مـا دخـل فـي مجـال عمـل المطـاحن العاملـة بواسـطة الـدواب فـ "بعـد أن كانـت دورة واحـدة للدابـة تقابلهـا دورة واحـدة لحجـر الرحـى العلـوي، أصـبحت بعـد إدخـال العجلـة ذات المسـننات العديـدة تـدور أضـعاف

الـدورات، فعنـدما تـدور الدابـة دورة واحـدة، يتعاشـق الـدولاب مـع عجلـة المسـننات فيـدور حجـر الرحـى العلـوي عـدة دورات" (الشكل 5) (الخراط، 2003، 285).

أمـا تقنيـة تشـغيل الطـواحين المائيـة فقـد اختلفـت بـاختلاف طُـرق إمـدادها بالميـاه، فمنهـا الطـواحين ذات الـدولاب المـائي الأفقـي، ومنهـا تلـك التـي اشـتغلت بـدوران الـدولاب المـائي العمـودي ويسـمى (الجغـل) المُتلقـي للمـاء مـن فتحـات ذات انحـدار ممـا يُعطـي المـاء قـوة تـدفق أكبـر مـن أجـل تـدوير الـدولاب (الصـورة 1)، حيـث يتعاشـق هـذا الـدولاب عبـر بـروزات موزعـة علـى محيطـه مـع دولاب أفقـي (الشـكل 6-أ) ينقـل الحركـة إلـى بـاقي الأجـزاء الميكانيكيـة للطاحونـة عـن طريـق محـور عمـودي ويسـمّى (المـتن) الموصـول مـن منتصـف الـدولاب الأفقـي وينتهـي فـي الأعلـى بحجـر الرحـى الطـاحن الموجود بغرفة الطاحون حيث يتم الطحن (الشكل 6- ب).



(الشكل 5) تعاشق الدواليب مع المسننات (Hairy, 2011, 526)



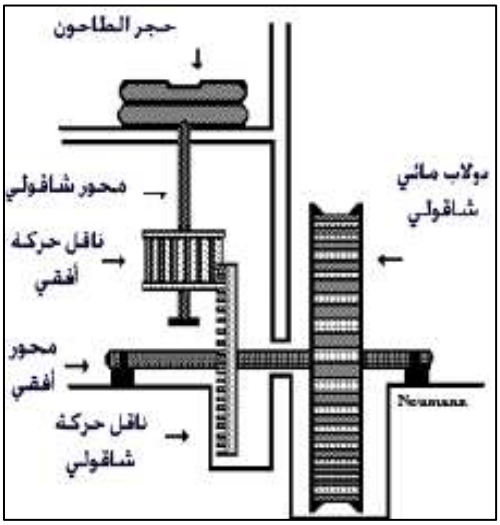
(الصورة 1) دولاب الماء العمودي (الجغل)

(عن مجدي جحا)



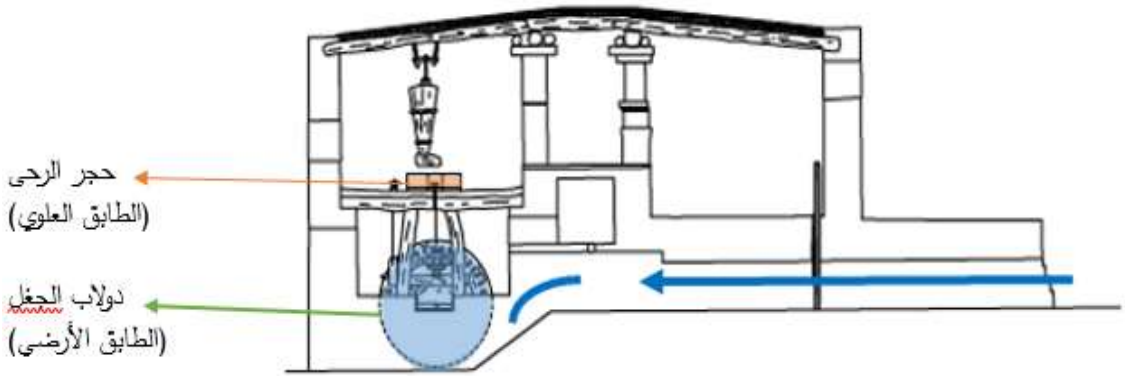
(الشكل 6–أ) تعاشق بروزات الدولاب العمودي (الجغل)

مع دولاب أفقي (Blánquez, 2015, 46)



(الشكل 6–ب) نواقل الحركة في طاحون الجغل

(الفرحان. د.ت. ص2)



(الشكل 7) توضيح آلية تشغيل وحركة الطاحونة الجغلية، خط سير الماء بشكل منحدر نحو دواليب الجغل
(بتصرّف) (McPhillips, 2016, 152)

ومن نماذج نظام تشغيل تلك الطواحين المُدارة من خلال تعاشق دولاب الجغل العمودي مع الدولاب الأفقي (طاحونة القلعة) التي سُميت بعدة تسميات حيث ورد ذكرها عند ابن عساكر أثناء حديثه عن "دار حبيب بن مسلمة الفهري وهي الدار المشرفة على نهر بردى[4] (عبد السلام، 2021، 78)؛ (ابن الراعي، 2008، 165) عند طاحونة الثقفية يعني طاحونة القلعة" (ابن عساكر، 1995، 364– 365) كما سميت بطاحونة باب الفرج وتقع شمال غرب قلعة دمشق على الطرف الشمالي لسوق العصرونية (ياغي، 2001، 167) حيث تتلقى الطاحونة تغذيتها المائية من مياه نهر بانياس التي تنحدر بشكل غزير عبر خمس فتحات ذات ميول لدخول المياه أسفل الطاحونة (الشكل 7) من واجهتها الغربية (الصورة 2 أ– ب) حتى تُدير دواليب الجغل التي تتعاشق بدورها مع دواليب أفقية لتنتقل الحركة عبر مجموعة من نواقل الحركة كالمحاور الأفقية والعمودية ليتم إدارة أحجار الرحى الطاحنة للحبوب (الشكل 6–ب) (ياغي، 2001، 168)؛ (الفرحان، د.ت، 12).

[4] **نهر بردى:** يعد أبرز أنهار دمشق وغوطتها وشريان الحياة لها، يبلغ طوله من منبعه في حوض الزبداني إلى مصبّه في مستنقع العتيبة(71كم،) تفرعت عنه مجموعة من الأقنية كقناتي ثورا ويزيد، والمزاوي والدارانى والقنوات وبانياس، وفي أراضي الغوطة تتفرع لعدة قنوات العقرباني والداعياني والمليحي والزبديني، وتلك الأقنية كان لها دور أساسي في ازدهار المدينة وارتقائها.



(الصورة 2–أ) الواجهة الغربية لطاحونة القلعة (ياغي، 2001، 259)

(الصورة 2–ب) الفتحات المنحدرة لدخول الماء باتجاه دواليب الجغل (أرشيف دائرة آثار دمشق، 2006)

3: آلات الجزري وعلاقتها بتوفير المياه:

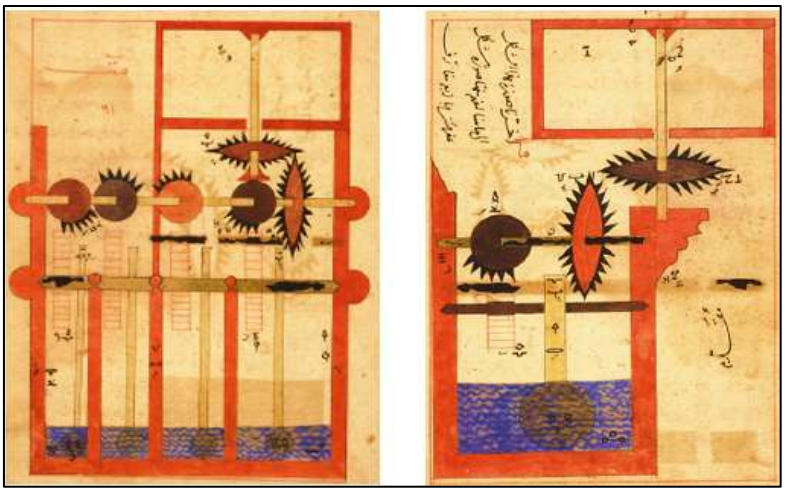
3–1: آلات رفع المياه:

عندما يكون مجرى الماء بمستوى منخفض عن مستوى عمارة المدن؛ يفرض على الناس اعتمادهم على قوتهم البدنية في رفعها واستجرارها إلى بيوتهم وأراضيهم الزراعية، بواسطة الدلاء المربوطة بالحبال، أو باستخدام الشادوف[5] (هيل–الحسن، 2001، 77)؛ (El-Gohary, 2012, 134)؛ (Sürmelihindi, 2018, 58)، وعدت هذه من الأعمال الشاقة التي تتطلّب بذل جهد عضلي، إلا أن مسير التطور والابتكار قد حدا بمهندسي الحيل المائية إلى ابتكار آلاتٍ سهلت على الناس حصولهم على الماء دون عناء، فابتكروا آلة الساقية التي تديرها الحيوانات، المُشكلة

[5] **الشادوف:** وهو آلة يدوية بسيطة من آلات رفع المياه المصرية والرافدية، تعتمد طريقة عمله على نصب ساريتين خشبيتين على مجرى مائي بينهما قضيب أفقي يُعد بمثابة نقطة ارتكاز لرافعة خشبية لها طرفان أحدهما قصير يثبت عليه ثِقل من الحجر أو الطين لتتحكم في عملية رفع الدلاء، الجهة الأُخرى طويلة يُربط بها حبل وفي نهايتها دلو من الجلد، حيث يقوم الشخص بإلقاء الدلو بالماء حتى تمتلئ ثم يقوم برفعها وصب مائها في حوض أو قناة تؤدي إلى مبتغاها.

من مجموعة من مجموعة من الدواليب المسننة المتعاشقة مع بعضها وانتقال حركتها بواسطة المحاور الأفقية والعمودية، وكان لتلك المسننات دور هام في تحسين عمل آلات رفع المياه، عبر التلاعب بأعداد مسنناتها، وهذا ما فضّله ابن العوام حيث اقترح بناء عجلة أفقية خشبية كبيرة مما يزيد من تعاشق المسننات ببعضها ويسمح بدوران الآلة بيسرٍ أكبر (ابن العوام، 1802، 146).

وفي خضم تحسين عمل آلات رفع الماء وهندستها برز دور الجزري في ذلك، عبرَ انفراده بابتكار خمس آلات تساعد على رفع المياه من بئر أو مجرى مائي، تنوّعت فيما بينها من ناحية التشغيل وذلك بالاعتماد على مجموعة من التقنيات التي أبدع الجزري في ابتكارها وتطويرها، كالعجلات المسننة في آلاته الأولى والثانية (الشكل 8)، وذراع التدوير[6](الشنان، 2018، 20) كما في آلته الرابعة (الشكل 9 أ–ب) والاعتماد على أسطوانات الدفع والشفط كما في الآلة الخامسة (الشكل 10 أ– ب) (Al-Hassani -Abattouy, N.d, 132).

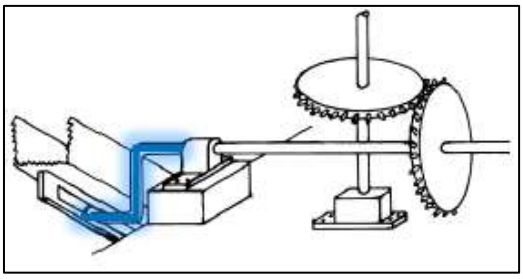


(الشكل 8) (آلة رفع المياه الأولى) (آلة رفع المياه الثانية) (توضح عمل المسننات في تشغيلها)
(عن الجزري، مخطوط معهد التراث العلمي العربي، حلب، ورقة 120)

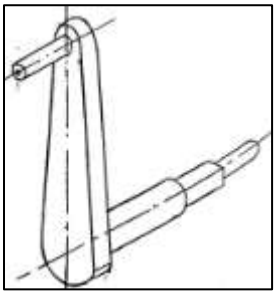
[6] **ذراع التدوير**: ويسمى (العمود المرفقي، عمود الكامات، الكرنك)، وتعتمد هذه الآلية على تحويل الحركة الدورانية إلى حركة ترددية للأمام والخلف أو للأعلى والأسفل، مما يسمح بارتفاع مغرفة رفع المياه نحو الأعلى، يكون الذراع مربوط بعجلة مسننة دوّارة من طرفه الأول، وعلى طرفه الثاني أُسندَ عليه مغرفة خشبية لرفع المياه، ومن خلال دوران العجلة سيتحرك ذراع التدوير بشكل دائري للأعلى وللأسفل وبالتالي تحريك المغرفة للأسفل حاملة المياه من النهر ورفعها نحو ساقية علوية وجريانها لمقصدها.



(الشكل 9–أ) آلة رفع المياه الرابعة عند الجزري
(عن الجزري، مخطوط معهد التراث العلمي العربي حلب، ورقة 123)

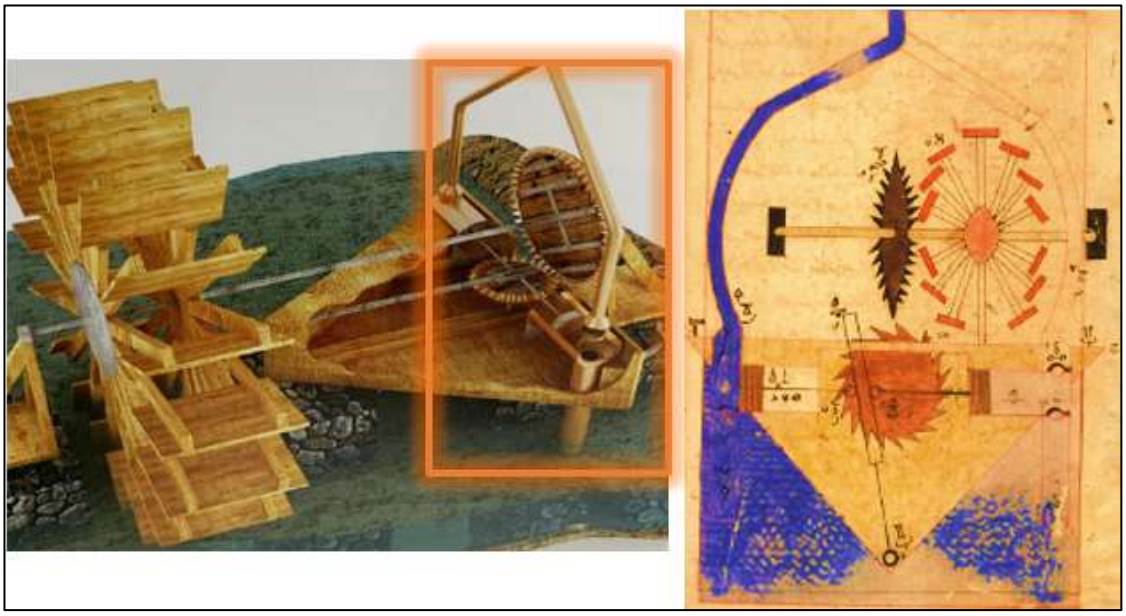


(ذراع التدوير) (عن Hill ,1984 , 255)



(الشكل 9–ب) يوضح شكل (ذراع التدوير)

،(عن الرفاعي، 2000، 327)



(الشكل 10– أ) آلة رفع المياه الخامسة عند الجزري (الشكل 10– ب) مضخات الشفط والدفع (Dirik, 2020, 9)

(عن الجزري، مخطوط معهد التراث العلمي العربي، حلب، ورقة 125)

أما آلة الرفع الثالثة عند الجزري وهي الساقية ذات السلاسل المربوط بها مجموعة من الدلاء الحاملة للماء (الشكل 11) والتي عُدّت من النماذج البارزة نظراً لتشابه نظامها التشغيلي الهيدروليكي المائي مع نظام جر ورفع المياه المُنفّذ على ساقية شهيرة مازالت قائمة حتى الآن في دمشق وهي ساقية الشيخ محي الدين(الصورة 3) التي شُيّدت على مجرى نهر يزيد[7] (ابن عساكر، 1995، 369)؛ (دو جورج، 2007، 128–129)، كما وُظّفت تلك الآلة لاستغلال مياه النهر ورفعها وإمداد كل من جامع الشيخ محي الدين والتكية السليمية والبيمارستان القيمري بالمياه اللازمة، وكانت تقنية إمداد البيمارستان بالماء محط اهتمام المؤرخ ابن طولون واصفاً اياه: "وبوسطه بركة مُعظمة يأتي إليها الماء بناعورة مركبة على نهر يزيد" (ابن طولون، 1998، 347).

[7] **نهر يزيد:** وهو أحد أفرع نهر بردى، سُمي بذلك تيمّناً بالخليفة يزيد بن معاوية الذي عمل على توسيعه وترميمه عندما كان عبارة عن نهر صغير يروي ضيعتين في الغوطة، وعند توسعته عُدّ رافداً أساسياً لمنطقة الصالحية.



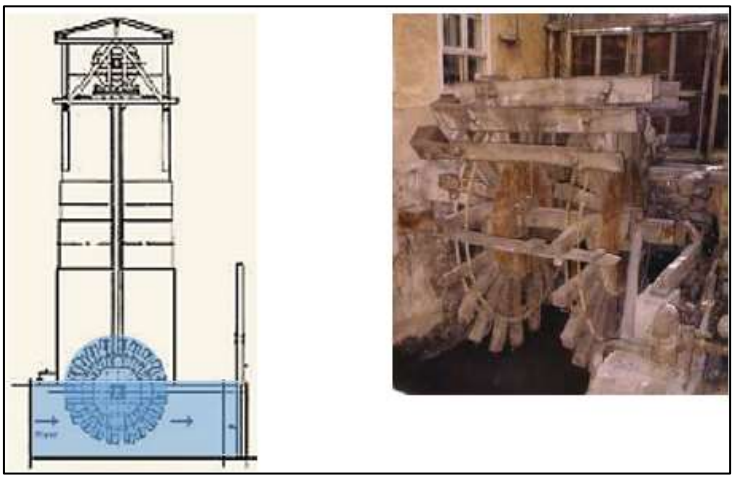
(الشكل 11)) آلة رفع المياه الثالثة عند الجزري (عن الجزري، مخطوط معهد التراث العلمي العربي حلب، ورقة 122)



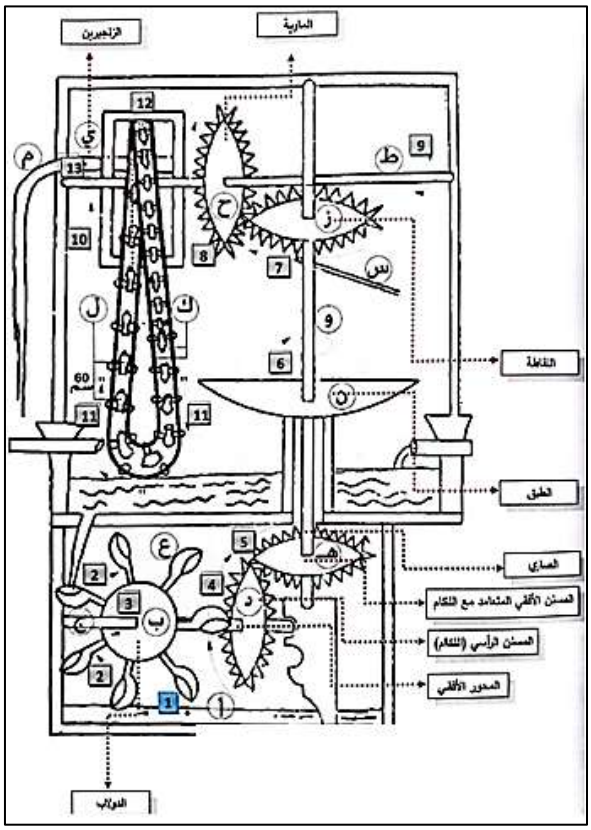
(الصورة 3) ساقية الشيخ محي الدين في دمشق (عن ياغي، 2011، 122)

ارتكزت آلية رفع المياه بتقنية الدفع المائي السفلي لتنتقل الحركة إلى باقي أجزاء الآلة، وعُدّ الدولاب الرأسي ذو الألواح الخشبية (الصورة 4) العنصر الرئيسي المُحرك لهذه الآلة التي تعمل على تحويل اتجاه الحركة من أفقية إلى عمودية من خلال نواقل الحركة كالدواليب المسننة المتعاشقة مع بعضها والمحاور الأفقية والعمودية لرفع سلسلة الدلاء، فعند اصطدام ماء نهر يزيد بالدولاب الرأسي يدور مُديراً معه دولاب عمودي مُسنن يسمى "اللّكام" الذي يتعامد مع مسنن أفقي، وبدوران هذا المسنن يدور عموداً رأسياً مرتفع يصل لأعلى الساقية ويسمى "الصّاري"، وعلى هذا الصاري من أعلاه دولاب أفقي مسنن يسمى "الطّبق"، والذي يُدير بدوره دولاباً مسنناً رأسياً متعامداً عليه متعاشقاً معه في الأعلى يسمى "اللّقاطة" الذي يقوم على محور أفقي، يُدير بدوره دولاباً رأسياً يسمى "الماوية" (الشكل 12) الذي أَطلق عليه الجزري اسم "دولاب سندي" أو "دولاب العارضات" (الصورة 5) المُشكل من إطارين دائريين متصلين ببعضهما بمجموعة من العوارض الخشبية الأفقية متساوية الطول المُثبتة على محيطيهما بأبعاد متساوية، حمل هذا

الدولاب السندي زنجيرين حديديين طويلين يحملان سلسلة معدنية ثُبّت عليها بمسافات متساوية مجموعة من الدلاء المعدنية (الصورة 6) (الحسن، 1976، 54- 55)؛ (الجيجكلي، 2014، 193)؛ (آق بيق، 2020– 2021، 54)، ترفع الدلاء الماء من نهر يزيد إلى علو (12م) لتصبه ضمن حوض صغير ومن ثم يسير عبر قناة علوية محمولة على قناطر عالية توصل المياه إلى البيمارستان القيمري وجامع الشيخ محي الدين والتكية السليمية، ومن الجدير بالذكر الأهمية الهندسية لتلك القناطر المائية الحاملة للقنوات؛ التي كان للعامل الطبوغرافي دور أساسي في إيجادها، باعتبارها أجدر الحلول الهندسية التي اعتمدها المعماري لتأمين استمرارية اندفاع المياه بسهولة وإيصالها لمسافات بعيدة أو متباينة الارتفاعات دون أن يعيقها عائق (عثمان، 1988، 244– 245)؛ (نوار، 1999، 115).



(الصورة 4) الدولاب الرأسي ذو الألواح (ياغي، 2011، ص 123– 124) (بتصرّف)



(الشكل 12) رسم يوضح أقسام ساقية الشيخ محي الدين (آق بيق،2020– 2021، 51)

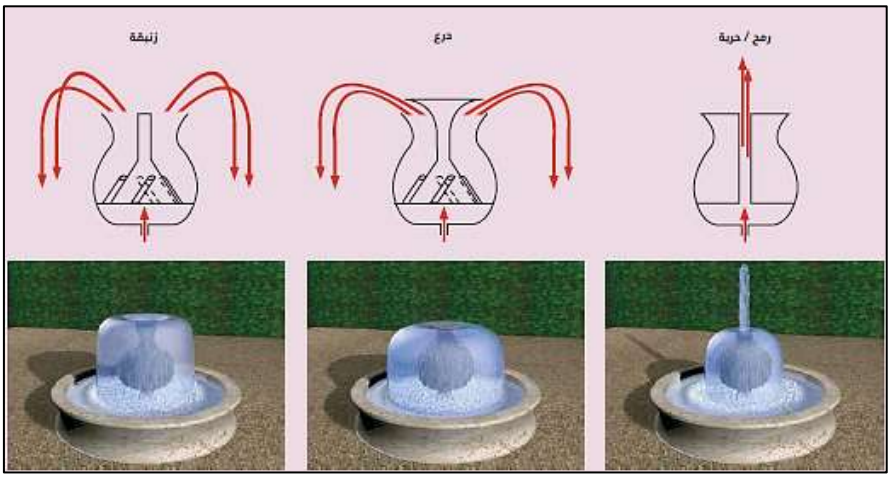


(الصورة 5) الدولاب السندي الحامل لأوعية الماء **(الصورة 6) الأوعية الحاملة الماء**

(De Miranda, 2006 ,441-442)

3-2: الأحواض المائية وفواراتها:

تُعد الأحواض المائية بأشكالها المتعددة من فساقي[8] وبحرات[9] وبرك[10] (أمين- إبراهيم، 1990، 120)؛ (وزيري، 1999، 121) من المرافق الخدمية المائية التي قلّما ورد وصف تقنية عملها ونظام تشغيلها، إذ جاءت قاصرةً على وصف شكلها وزخرفتها وموضعها في المنشأة فقط، أخذت تلك الأحواض المتضمنة لفوهات النفث[11] المُطلقة للمياه بأشكالٍ مختلفة منها أشكال (القضيب "الرمح"، والقوس "الدرع"، وزهرة السوسن "الزنبقة") (الشكل 13) مكاناً هاماً في العمائر ، أضفت صفة جمالية تزينيه ووظيفية خلقت جو عدّل من حرارة المكان من جهة وتوظيف مائها للغسل والنظافة من جهة أُخرى.



(الشكل 13) هيئات خروج الماء على شكل فوارات (الشنان- سليم، 2016، 234)

[8] **الفساقي:** عبارة عن أحواض رخامية أو حجرية صغيرة الحجم، سداسية أو ثمانية الشكل، شُيّدت في القاعات الداخلية للدور والقصور.

[9] **البحرات:** وهي أحواض رخامية أو حجرية دائرية أو بيضوية أو مثمنة الشكل ذات حجم متوسط، شيدت في باحات العمائر لاضفاء جو من الرطوبة، وتوزيع المياه إلى باقي أجزاء الدار عبر قساطل مُغيّبة بأرضية المُنشأة وإيصاله إلى باقي الخدمات كالمطبخ والحمّام، كما شّيدت في مشلح الحمامات العامة لتمد القاعات الداخلية بالماء.

[10] **البرك:** وهي حوض يأخذ شكل مربع أو مستطيل، أخذت مكانها في باحات العمائر الكبرى كالتكايا والبيمارستانات والقصور.

[11] **فوهات النفث:** وهي إحدى وسائل بثق المياه والقاذفة اياها بقوّة، وهي عبارة عن أنابيب قصيرة ضيقة القطر، تتوضع في وسط وجوانب الأحواض بأنواعها تَخرج منها المياه بهيئات مختلفة.

بداية لا بُد من إيضاح ميكانيكية خروج الماء من الأحواض بشكله الفوّار نحو الأعلى والتي وصل ارتفاع البعض منها حتى "قامة الإنسان"[12] (فاخوري– خوام، 2002، 147)، حيث تشابهت هيئة تلك المياه المنطلقة نحو الأعلى بما وُجِدَ في الطبيعة، والتي أخذت شكل انبثاق العيون المائية الطبيعية من باطن الأرض وصعودها نحو الأعلى، وعن آلية انبثاق هذه العيون نحو الأعلى، جاء في نطاق اهتمام البيروني في حديثه عن فوران تلك العيون مُعلّلاً اياها بذوبان الثلوج المتراكمة على رؤوس الجبال وغورها ضمن الشقوق الصخرية وتخزينها فيها "ثم تأخذ في الخروج من المنافذ التي تُسمّى العيون" (البيروني، د.ت، 326)، وهنا لا بُد من خضوع الماء لقوّة ضغط عالية تساعدها بالاندفاع عالياً، وجاء هذا في إيضاح البيروني "فأن الماء لا يصعد إلا للأعلى ما إذا كانت خزانتها أعلى منها" (البيروني، د.ت، 326) ويُقصد بخزانتها (مصدر الماء)، كما أن الكرجي العالِم بـ (إنباط المياه الجوفية) أورد هذا التعليل ضمن مخطوطه بقوله: "ولا يجوز بتّه أن يفور الماء أو يصعد من عين أو بئر إلّا إذا كانت مادّته من مكان أرفع من موضع صعوده وفورانه" (الكرجي، 1979، 54)، والمقصود بمادته (مصدر الماء ونبعه).

وبذلك لا بد من تأمين مصدر مائي مرتفع يُعطي الماء قوة اندفاع نحو الأسفل بدايةً ومن ثم انبثاقه نحو الأعلى ليصل ارتفاعه إلى عدة أمتار، وأن تقنية عمل هذه الفوارات والشروط اللازمة لتشغيلها نالت حيّز هام من ضمن آلات مخطوط الجزري، والتي تنوعت أشكالها ما بين (5 تصاميم) تُخرِج الماء بهيئات فوارة تتبدل فيما بينها، ومن ضمن تلك الأشكال (سيتم دراسة الشكل الأول من فوارات الجزري): وهي "فوارة الكفتين[13](الشكل 14) (الرفاعي، 2000، 17)، التي تتبدل أشكال خروج الماء من فوهاتها خلال فترة زمنية مُحددة وقدرها ساعة، تم توقيتها بالاعتماد على آلية

[12] **القامة:** وهي المسافة بين الكتفين إذا بُسطا ويساوي أربعة أذرع شرعية أي (199,5سم) أي (2 م) تقريباً، ويراد بها في الأصل طول الإنسان.

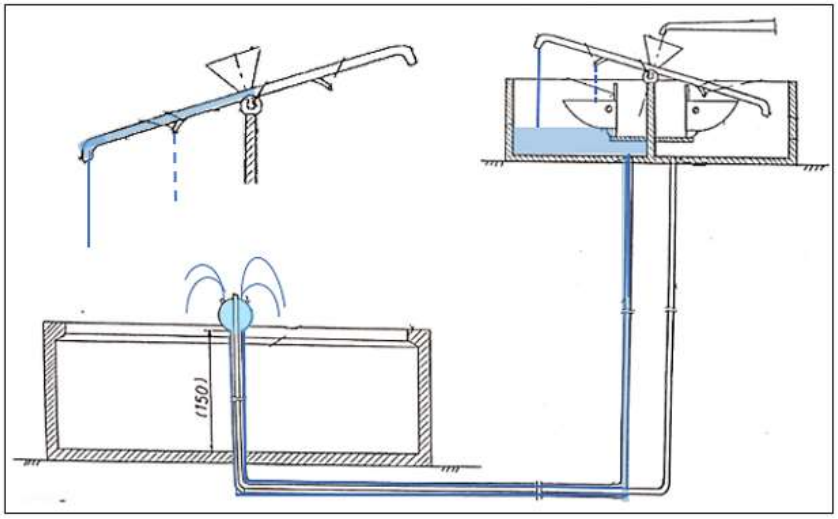
[13] **الكفة أو الوعاء القلاب:** وهو إحدى وسائل التوقيت الزمني، ابتكرها الجزري لتحتفظ بالماء لفترة مُعينة وعند امتلائه ينقلب ويُفرّغ محتواه، يأخذ شكل نصف قارب، مقعر مُثبّت على محور ثابت عند حافته الخلفية القائمة، فعند جريان الماء إلى الكفة رويداً رويداً، تبقى ثابتة حتى امتلائها، لا يتحرّك البتّة، وإذا ما زيد عليه قليلاً فوق سعته يبدأ بالميلان نحو مقدّمته، وهذا ما سيؤدي إلى ثقل الكفة ومن ثم انقلابها للأسفل.

انفرد الجزري بابتداعها وهي الكفة أو كما سُمّي بالوعاء القلّاب[14] (الجزري، 1979، 84)، ويصف تقنية عمل وتركيب تلك الفوارة: بأنها "فوارة في بركة يفور منها الماء مدة ساعة على شكل قضيب منتصب ثم يفور منها الماء على شكل ستة أقواس، مدة ساعة ثم يعود لتتبدل" (الجزري، 1979، 394)؛ (الجزري، مخطوط، ورقة 80– 82) وهي عبارة عن بركة بوسطها آنية ينبثق منها الماء بهيئات مختلفة، وتتشكل هذه البركة من حوضين مخفيين في الأرض يخرج من أسفلهما مجموعة من الأنابيب المعدنية ضيّقة الفُطر تتجه بشكل صاعد نحو الآنية، حيث يتبدل وصول الماء إلى الحوضين بالتناوب بفارق زمني قُدّرَ بـ(ساعة زمنية) من خلال تقنية ابتكرها الجزري وهي (الكفتين) فعندما يندفع الماء بدايةً من مصدره العلوي يصل إلى مستوعَب (قمع) ينقل الماء إلى أنبوب أفقي مُتأرجح قليلاً للأعلى ثم للأسفل خلال ساعة زمنية، فُتحَ بهذا الأنبوب ثقبان يعلوان الكفتين تسمح بتسرب مقدار مُعيّن من الماء إلى الوعاء القلّاب الذي يمتلئ خلال ساعة زمنية، فعند ملئ الحوض الأول يجري الماء بقوة نحو الأنابيب الأرضية ليندفع بسرعة نحو الفوهة خارجاً على هيئة قضيب مستقيم للأعلى، وفي غضون جريان الماء في الأنبوب ينساب القليل منه من الثقب الذي يعلو الكفة التي تمتلئ خلال ساعة فتثقل، وهذا ما يحرضها على الميلان وتفريغ محتواها، رافعةً بنتوءها الأنبوب المائي المُتأرجح فيميل إلى الحوض الثاني ويبدأ صب المياه فيه، فيجري الماء ضمن الأنابيب الأرضية ليخرج عبر فوهات النفث على هيئة ستة أقواس مائية، وفي هذه الأثناء ينساب الماء من الثقب الصغير الذي يعلو الكفة الثانية التي تمتلئ خلال ساعة فتثقل وتفرغ محتواها، فترفع بنتوءها الأنبوب المتأرجح نحو الحوض الأول، وهذا يتبدل شكل خروج الماء على هيئة قضيب وأقواس متبدلة كل ساعة (الرفاعي، 2000، 17). (الشكل 15).

[14] أُدخلت هذه الآلية بشكل كبير ضمن آلات الجزري المختلفة ويصفها:" لقد وقع لي عمل الكفة ولم أعلم أني سبقت إليها استعنت بها على أعمال كثيرة نافعة في هذه الصناعة".



(الشكل 14) فوارة الجزري الأولى ذات الكفتين (تمثل حالة خروج الماء على هيئة قضيب)
(الجزري، مخطوط المكتبة البريطانية، ورقة 118ظ)

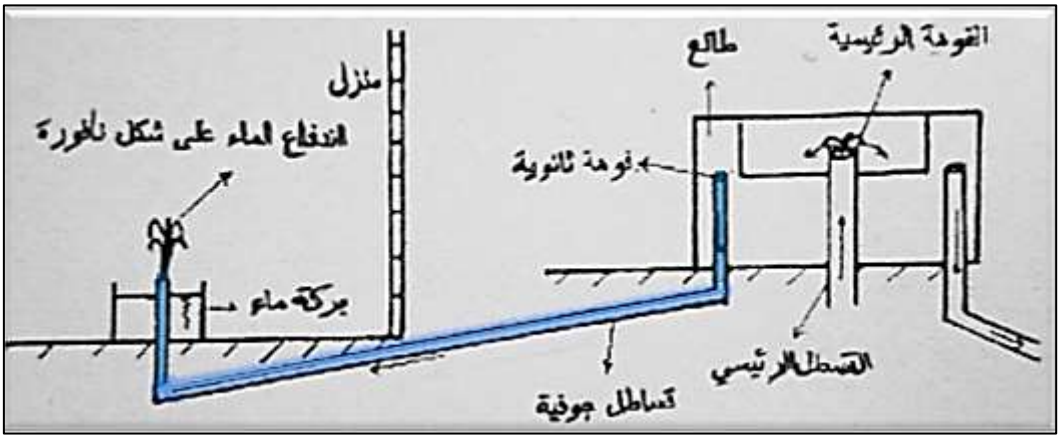


(الشكل 15) مخطط لعمل فوارة الجزري الأولى المتناوبة (الرفاعي، 2000، 232)
يلاحظ عملية تبدّل اتجاه أنبوب الماء الأفقي المتأرجح لـ (تخرج على شكل ست أقواس) (بتصرّف)

وهذه التقنية التي تحققت من خلال إنشاء الأحواض المائية ضمن العمائر كافة بشكل عام والبيوت بشكل خاص

إذ لم يخل أي بيت دمشقي من تلك البحرات والبرك التي أخذت مكانها في وسط الدار أو بأحد أواوينها، استقت مياهها

مـن الطوالـع[15] (مظلـوم – حريتـاني، 2010، 22)؛ (مرتضـى، 1967، 17–18) المنتشـرة علـى جنبـات الشـوارع، أخـذت تلـك الطوالـع مكانهـا بمسـتوى مرتفـع عـن مسـتوى إنشـاء البيـت ممـا يُحقـق شـرط انسـياب المـاء نحـو البحـرة بسـهولة وخروجـه علـى هيئـة نـافورة نحـو الأعلـى، إذ تفرعـت مـن تلـك الطوالـع مجموعـة مـن القسـاطل الموصـلة للميـاه نحـو العمـائر كافـة ومنهـا مـا وصـل بـين الطـالع وبحـرة المنـزل (الشـكل 16) (الشـعار، 2018، 113)؛ (مرتضـى،1967، 17–18)؛ (الصباغ، 1991– 1992، 24).



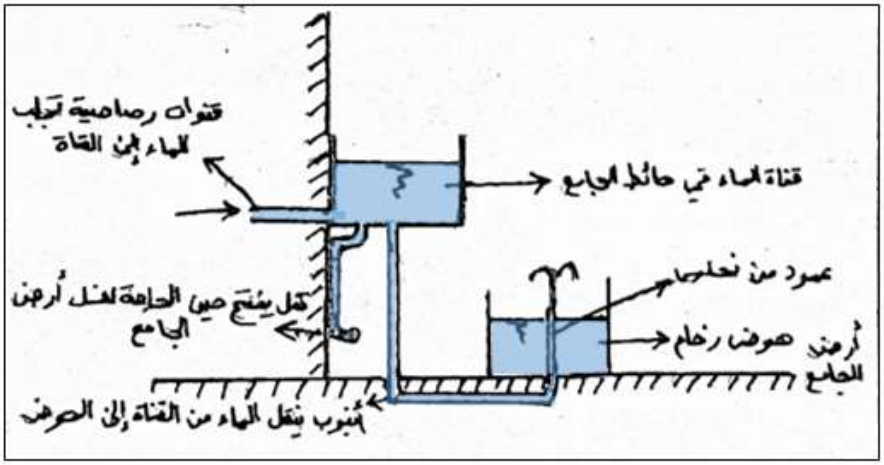
(الشكل 16) يوضح انحدار الماء من الطالع المرتفع إلى بحرة البيت (الشعار، 2018، 114) (بتصرّف)

وأحـد أبـزر فـوارات العمـائر الدمشـقية التـي كانـت حاضـرة فـي وصـف المـؤرخين والرحالـة العـرب والمسـلمين هـي فـوارة الجـامع الأمـوي فـي دمشـق التـي وصـفها ابـن عسـاكر وابـن جبيـر وابـن بطوطـة والحُميـري فـي مشـاهداتهم لعمـارة الجـامع وأقسـامه، وجـاء وصـف فسـقية الجـامع وفوارتهـا بقـول ابـن جبيـر وابـن بطوطـة: وهـي "حـوض صـغير مثمنـة مـن رخـام عجيـب مُحكـم الالصـاق، قائمـة علـى أربـع سـوارٍ مـن الرخـام الناصـع وتحتهـا شـباك حديـد فـي وسـطه أنبـوب نحـاس يمُـجّ المـاء إلـى علـو فيرتفـع ثـم ينثنـي وكأنـه قضـيبُ لجـينٍ، يسـمى قفـص المـاء، يضـع النـاس أفـواههم عليـه للشـرب" (ابـن جبيـر،

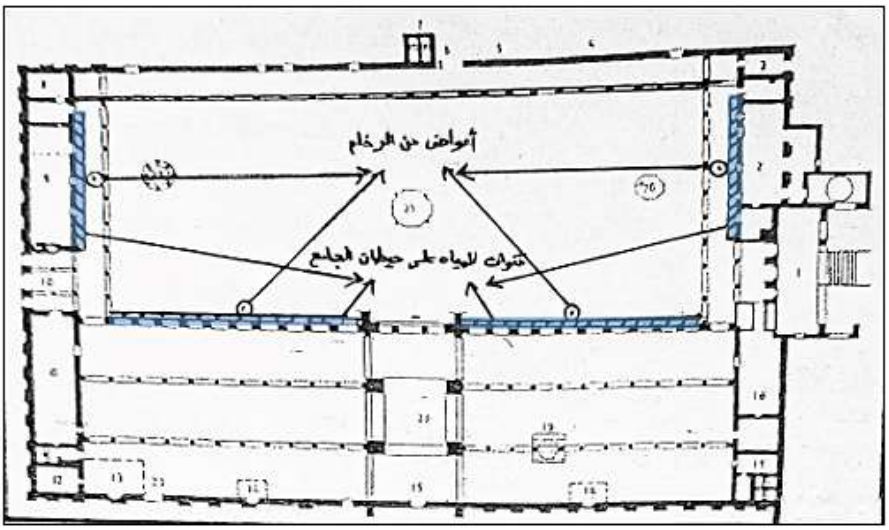
[15] **الطالع:** وهو عبارة عن مُنشأة حجرية تُبنى في الأحياء الدمشقية، عُدّ بمثابة خزان مُتلقّي للمياه الواصلة إليه من مصدره، مُوصلاً اياها إلى المنشآت المختلفة من خلال الأنابيب (القساطل) الفخارية، أخذت هذه الطوالع هيئة حوض حجري مستطيل أو مربع الشكل مُزوّدة بباب حديدي يتم قَفله تفادياً لعمليات تخريبه أو تلويث مائه.

د.ت. 240) ؛(ابن بطوطة، 1987، 105– 106)، كما وصف فوارة الجامع من قبل الحُميري أثناء زيارته له مُحدداً الارتفاع الذي تبلغه الفوارة بقوله: "وفي صحن الجامع قبة أُحكمت صنعتها وأُتقنت أشد الإتقان، فيها فوارة من النحاس مُحكمة العمل يفور منها الماء ويرتفع نحو القامة ثم ينزل في حوض رخام بديع، ويستدير بهذه القبة شباك من حديد، سطح الفوارة من الفسيفساء حيث ينعكس جمالها على سطح الماء مما يعطي منظراً أنيقاً"(الحميري،1974، 240)، كما يذكر الحميري رافد مائي هام من الجانب الشرقي للجامع يصل إليه الماء عبر أنابيب نحاسية تُستخدم لغسل أرضية الجامع بقوله: "وعند الباب الشرقي من المسجد قبة في أعلاها قناة رصاص لها أنابيب من نحاس قد أُخرجت من حدود القبة..... وفي حيطان المسجد قناة للماء بأقفال ينزل ماؤها في حياض رخام في وسط كل حوض عمود من نحاس يندفع منه الماء مرتفعاً علوّاً". (الحميري،1974، 240)، وهذا ما يشير إلى وجود مصدر مائي علوي يندفع منه الماء ليصل إلى الأنابيب المُركّبة على حيطان المسجد والتي تخرج منها المياه بواسطة صنابير (الشكل 17 أ– ب). (الشعار، 2018، 116– 117).

وهنا لا بد من إيضاح كيفية انبثاق الماء من هذه الفوارة حتى تصل بطولها إلى ارتفاع (طول الإنسان)، فلا بد من توفير مصدر مائي علوي يؤمن جريان الماء بقوة ومن ثم انبثاقه نحو الأعلى، حيث يستقي الجامع الأموي مياهه من ماء نهر بانياس "الذي يتفرع عند القلعة إلى قسمين فيأخذ القسم الأول ثلث مياهه ويتابع طريقه إلى العصرونية، ثم يمر من باب البريد وهو الباب الغربي للجامع" (الشعار، 2018، 116)، بالإضافة إلى رفده بالماء من نهر قنوات المرتفع (الطنطاوي، 1960، 17)؛ (حافظ، 1968– 1969، 22) وهذا مما حقّق تأمين مصدر مائي مرتفع يسهّل اندفاع الماء نحو الجامع، وبالتالي تحقيق خاصية انبثاق الماء من الفوارة بتأمين وجود مصدر مائي مرتفع.



(الشكل 17–أ) مخطط لقناة الماء الواصلة لحيطان الجامع الأموي من الجانب الشرقي
(الشعار، 2018، 118) (بتصرّف)



(الشكل 17– ب) مخطط الجامع الأموي تظهر فيه قنوات المياه على حيطان الجامع
(الشعار، 2018، 118) (بتصرّف)

النتائج:

1. التأكيد على تباين التقنيات والتطورات بما يخدم الواقع المُعاش آنذاك، فكلُ زمانٍ له أنظمتة التقنية الخاصة به والتي سعى الإنسان من خلالها تسهيل أعماله الحياتية وتذليل صعوباتها، وبهذا أثّر علم الحيل التقنية كغيره من العلوم بشكل مباشر على مقتضيات الحياة المعيشية حيث جاءت مخرجاتها لتصب في صالح الحضارة العربية والإسلامية مطورةً في الجوانب الدينية والدنيويّة من خلال تطبيق تقنيات هندسية رياضية نابعة مما أوجدته العقلية البشرية في ذلك الوقت دَخلت بِتصميم تقنيات نافعة رفعت من شأن الإنسان وإعلاء مقامه بما يتوافق مع احتياجاته.

2. اليقين بأن أفكار وتقنيات الجزري وغيره من علماء الحيل المائية قد بلغت مكانةً مرموقة، تم اعتمادها في تدبير مفاصل الحياة، ويتأكد ذلك من خلال إلقاء لمحة سريعة على ما هو موجود حالياً من عمائر خدمية مائية من آلات رفع المياه كالنواعير والسواقي، والمطاحن المائية، وأسلوب إيصال المياه إلى المرافق المعمارية كافة عن طريق إجراء حيل هيدروليكية أغنتهُ عن بذل جهده العضلي في حمل الماء ونقله من منبعه إلى سكنه، أو طحنه للغلال يدوياً، بالإضافة إلى إدخال عنصر النافورة القاذفة للمياه، وهذا ما يؤكد خروج العديد من تقنيات الجزري وآلاته من نطاق رسومها الهندسية ضمن أوراق المخطوطات إلى تطبيقها واقعياً؛ وبالتالي تفنيد ما وصف به علماء الغرب لآلات الجزري واختراعاته باقتصارها على الطابع المسلّي فحسب.

3. نسب العديد من الباحثين ناعورة وساقية الشيخ محي الدين على أنها مأخوذة بحذافيرها (تصميماً وهندسةً) من آلة رفع الماء الثالثة عند الجزري بقولهم " ناعورة الشيخ محي الدين: هي عبارة عن جهاز رفع الماء الثالث للجزري الذي وصفه في مخطوطه" وهذا الإرجاع خاطئ، فالساقية المُقامة في دمشق تختلف بعدة تقنيات واضحة عن آلة الجزري الثالثة التي اعتمدت في تشغيلها على مصدري طاقة أولهما الماء والثاني عبارة عن مجسم لثور يدور حول محور عمودي لتحريك دولاب مسنن متعاشق مع آخر، أما ساقية الشيخ محي الدين اعتمدت على طاقة الماء الجارية

فـي إدارتهـا، والاخـتلاف الثـاني ظهـر فـي شـكل الـدولاب المـائي السـفلي، فـدولاب المـائي بمخطـوط الجـزري أخـذ شـكل مجموعـة مـن المغـارف المجوفـة سـمي بـ "دولاب الكفّـات" تسـقط المـاء عليهـا فتحرضـها علـى الـدوران، أمـا فـي سـاقية الشـيخ محـي الـدين فتشـكل الـدولاب المـائي علـى هيئـة دولاب ذات ألـواح طوليـة تصـطدم بالميـاه المندفعـة فتعمـل علـى إدارتهـا، وهنـا لا بـد مـن الاسـتنتاج إلـى أن تقنيـة الإمـداد الهيـدروليكي المـائي هـو المُطبّـق علـى سـاقية الشـيخ محـي الـدين ولـيس تصميم الجزري الميكانيكي ذاته.

4.لعبـت الحاجـة إلـى المـاء بشـكل دائـم دور فـي تطـوير التقنيـات الهندسـية والإمكانيـات المُتاحـة، فـتم إدخـال عنصـر المسـننات المتعاشـقة المُحركـة لبـاقي أجـزاء الآلـة حتـى تسـتكمل عملهـا وهـذا مـا وجـد فـي سـاقية الشـيخ محـي الـدين التـي اعتمـدت علـى الـدولاب المُـدار بواسـطة المـاء نـاقلاً الحركـة إلـى مجموعـة مـن نواقـل الحركـة (كالمحـاور العموديـة والـدواليب المسننة التي تتعاشق مع بعضها) لتعمل على رفع الماء من نهر يزيد وتوصله إلى مبتغاه.

5.كمـا دخلـت العجـلات المسـننة فـي تسـهيل الإنسـان حصـوله علـى قوتـه اليـومي مُـوفراً عليـه الجهـد والعنـاء فـي طحـن الغـلال بشـكل يـدوي مـن خـلال الاعتمـاد علـى قـوة المـاء المُحـرك للعجـلات والتـي بـدورها تنقـل الحركـة إلـى تلـك المسـننات المُتعاشقة ليتكامل عمل الآلة ككل ويدور حجر الرحى.

6.اسـتقى الجـزري بعـض ابتكاراتـه ممـا وقعـت عليـه عينـاه مـن عناصـر طبيعيـة جماليـة وهـي الفـوارات المقذوفـة للأعلـى علـى هيئـة عيـون مائيـة والتـي اعتَمـدَ فـي تطبيقهـا علـى تعـاليم وأفكـار وتحليـل علمـاء سـابقين لـه –مُضـيفاً إليهـا صـيغ تقنيـة انفـرد بهـا (كالأوعيـة القلابـة كمؤقتـات زمنيـة لعمليـة التبـديل بأشـكال الفـوارات)–، والتـي تـم الاسـتفادة منهـا فـي عمـل أحـواض العمـائر بأشـكالها المختلفـة مـن (بحـرات وبـرك وفسـاقي) تُخـرج الميـاه بهئيـات مختلفـة مُضـيفة جـو مـن التسـلية والمتعـة لمشـاهدتها وسـماع سـقوطها فـي الحـوض، بالإضـافة إلـى اسـتخدام مياهها فـي غسـيل وتنظيـف المكـان، بالإضافة إلى دورها البيئي المُلطّف للجو.

7. استفاد مهندس المرافق المائية من ميكانيكية الجزري في تشكيل أحواض العمائر وفواراتها من خلال ضرورة وجود مصدر مائي مرتفع يؤمّن ضغط مائي قوي، مع تحقيق ميول مدروس للأرضية المُمتدة عليها الأنابيب الموصلة للماء التي تنبثق على هيئة فوارات مختلفة الهيئات، أضفت عنصر جمالي ووظيفي للمنشآت.

8. في النهاية لا بد من التأكيد على أن دمشق هبة بردى فلولا مياهها الوافرة، دائمة الجريان لما استكمل إنشاء تلك الآلات والعمائر الخدمية التي اعتمدت على مياهها في تشغيلها إلى جانب ما استقاه المعمار من تقنيات الحيل الهندسية المائية كالجزري وغيره من العلماء.

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع:

1. ابن العوام الاشبيلي، أبي زكريا يحيى بن محمد بن أحمد بن العوام (ت: 580هـ). (1802). *كتاب الفلاحة*. ج1. Tomo Primero: 697.

2. ابن بطوطة، أبو عبد الله محمد بن عبد الله ت: 779هـ. (1987). *تحفة النظار في غرائب الأمصار وعجائب الأسفار (رحلة ابن بطوطة)*. ج1. ط1. تحقيق: محمد عبد المنعم العريان. لبنان. بيروت. دار إحياء العلوم: 797.

3. ابن جبير، محمد بن أحمد بن جبير الكناني الأندلسي. ت: 614 هـ. (د.ت). *رحلة ابن جبير*. ط1. بيروت. دار بيروت للطباعة والنشر: 341.

4. ابن الراعي، محمد بن مصطفى ت: 1195هـ. (2008). *البرق المتألق في محاسن جلّق*. تحقيق: محمد أديب الجادر. دمشق. مطبوعات مجمع اللغة العربية بدمشق: 352.

5. ابن طولون، شمس الدين حمد ابن طولون الصالحي الدمشقي (ت:952هـ). (1998). *القلائد الجوهرية في تاريخ الصالحية*. تحقيق: أحمد محمد دهمان. القسم 1. سورية: دمشق. مطبوعات مجمع اللغة العربية بدمشق: 756.

6. ابن عساكر، الإمام العالم الحافظ أبي القاسم علي ابن الحسن ابن هبة الله بن عبد الله الشافعي ت: 571هـ. (1995). *تاريخ مدينة دمشق*. تحقيق: محب الدين أبي سعيد عمر بن علامة العمروي. ج2. لبنان: بيروت. دار الفكر: 402.

7. أرشيف دائرة آثار دمشق. 2006.

8. أرشيف أ. مجدي جحا.

9. إسماعيل بن الرزّاز الجزري. (18م) *كتاب في معرفة الحيل الهندسية*. مخطوط أرشيف مكتبة قطر الوطنية. المكتبة البريطانية: مخطوطات شرقية. رقم (116).

10. إسماعيل بن الرزّاز الجزري. *الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل*. حلب. مخطوط معهد التراث العلمي العربي.

11. إسماعيل بن الرزّاز الجزري. *الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل*. مخطوط طوبقاب سراي. اسطانبول. أحمد الثالث. رقم (3472). شبكة الألوكة.

12. آق بيق، هدية عبد الرزاق. (2020– 2021). *مشروع توثيق وترميم وإعادة تأهيل ناعورة جامع الشيخ محي الدين والعقار رقم (66) الصالحية دمشق*/ إشراف: عقبة فاكوش، سلوى ميخائيل، ياسر الجابي. {رسالة ماجستير}. جامعة دمشق. كلية الهندسة المعمارية. مركز البارودي للتراث (شايو). قسم تأهيل وتخصص في مجال ترميم المباني التاريخية وإعادة تأهيل المواقع الأثرية والطبيعية.

13. أمين، محمد محمد– إبراهيم، ليلى علي. (1990). *المصطلحات المعمارية في الوثائق المملوكية*. مصر: القاهرة. ط1. دار النشر بالجامعة الأمريكية بالقاهرة: 121.

14. البيروني، أبو الريحان محمد ابن أحمد البيروني ت: 440هـ. (د.ت). *الآثار الباقية عن القرون الخالية*. تحقيق: برويزاد كائي: 745.

15. الجزري، اسماعيل بن الرزّاز ت602هـ. (1979). *الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل*. تحقيق: أحمد يوسف الحسن، عماد غانم، مالك الملوحي، مصطفى تعمري حلب. معهد التراث العلمي العربي: 590.

16. الجمال، أحمد محمد إسماعيل أحمد. (2014). *تأثير جهود علماء المسلمين في تطوير عملية "إنباط المياه الجوفية" (أبو بكر محمد بن الحسن الكرجي أنموذجاً)*. المؤتمر الدولي الثاني في تاريخ العلوم عند العرب 8- 11 ديسمبر. الإمارات العربية المتحدة: الشارقة: 1- 38.

17. الجيجكلي، سلام محمد بشر. (2014). *دراسة تاريخية تحليلية لنواعير حماة ومحيطها العمراني*/ إشراف: عبير عرقاوي. {رسالة ماجستير}. جامعة دمشق. كلية الهندسة المعمارية. قسم نظريات وتاريخ العمارة: 346.

18. حافظ، محمد عبد السلام. (1968- 1969). *بردى مصدر الحياة لدمشق وواحاتها*. / إشراف: عادل عبد السلام. {رسالة ماجستير غير منشورة}. الجزء الأول. جامعة دمشق. كلية الآداب. قسم الجغرافية.

19. الحسن، أحمد يوسف. (1976). *تقي الدين والهندسة الميكانيكية*. منشورات جامعة حلب. معهد التراث العلمي العربي. حلب: 84.

20. الحسن، أحمد يوسف. (1977). *الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري*. مجلة تاريخ العلوم العربية. السنة الأولى. العدد الأول. جامعة حلب. سورية. معهد التراث العلمي العربي:

21. الحميري، أبو عبد الله محمد بن عبد الله. (1974). *الروض المعطار في خبر الأقطار*. تحقيق: إحسان عباس. ج2. لبنان: 769.

22. الخراط، المصطفى محمد أحمد محمد. (2003). *طواحين مصر منذ العصر العثماني حتى القرن التاسع عشر الميلادي (دراسة أثرية معمارية)*. / إشراف: عوض عوض محمد الإمام- سامي محمد نوار- نصار محمود مجاهد. {رسالة ماجستير غير منشورة}. كلية الآداب بسوهاج. قسم الآثار الإسلامية.

23. دو جورج، جيرارد. (2007). *دمشق عبر العصور*. ترجمة: لينا موفق دعبول. سورية: دمشق. ط1. دار قتيبة للطباعة والنشر.

24. رزق، عاصم محمد. (2000). معجم *مصطلحات العمارة والفنون الإسلامية*. مصر. ط1. مكتبة مدبولي: 977.

25. الرفاعي، فهد حريري (2000). *دراسة وتحليل الآلات المائية في كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري باعتماد الأنظمة الحديثة في هندسة التحكم*/ إشراف: حسن أبو صالح، تاج الدين ضيّا. {رسالة ماجستير غير منشورة}. جامعة حلب. معهد التراث العلمي العربي. قسم تاريخ العلوم التطبيقية): 350.

26. سلامة، محمد عبد الحميد. (2020). *التقنية الآلية عند بديع الزمان الجزري*. مجلة الآداب والعلوم الإنسانية. مصر. المجلد 91. العدد 2: 516- 553.

27. الشعار، مها. (2018). *المشروعات المائية في سورية في العصور*. دمشق. إحياء التراث العربي ونشره. منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب: 360.

28. الشنان، شذى- سليم، أحمد. (2016). *ألف اختراع واختراع*. إنجلترا. مؤسسة العلوم والتكنولوجيا والحضارة: 393.

29. الشنان، شذى. (2018). *بنو موسى وعلم الحيل*. ط1. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي: 83.

30. الصباغ، ياسر. (1991-1992). *الخدملك في البيت الدمشقي*. / إشراف: محمد طلال عقيلي- وائل سمهوري. {بحث دبلوم}. جامعة دمشق. كلية الهندسة المعمارية: 100.

31. الطنطاوي، علي. (1960). *الجامع الأموي في دمشق*. مطبعة الحكومة بدمشق. وزارة الأوقاف: 102.

32. عبد السلام، عادل. (2021). *الوسط الجغرافي لمدينة دمشق*. موسوعة تاريخ دمشق. العدد الأول: 69- 99.

33. عثمان، محمد عبد الستّار. (1988). *المدينة الإسلامية*. ع128. الكويت. عالم المعرفة: 367.

34. فاخوري، محمود. خوام، صلاح الدين. (2002). *موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية*. لبنان. مكتبة لبنان ناشرون.

35. الفرحان، خالد. (د.ت). *طواحين مائية من دمشق*. د. ن. د.ع. دراسة توثيقية للباحث. دائرة آثار دمشق القديمة: 1- 17.

36. كبريت، زكريا محمد. (2000). *البيت الدمشقي خلال العهد العثماني*. ج1. ط1. سورية. دمشق: 134.

37. الكرجي، أبو بكر محمد بن الحسن الكرجي ت: 406هـ. (1997). *إنباط المياه الخفية*. تحقيق: بغداد عبد المنعم. مصر: القاهرة. معهد المخطوطات العربية: 283.

38. متز، آدم. (د.ت). *الحضارة الإسلامية في القرن الرابع الهجري أو عصر النهضة في الإسلام*. ترجمة: محمد عبد الهادي أبو ريده. مجلد2. لبنان: بيروت. دار الكتاب العربي للطباعة والنشر. ط5: 503.

39. مراد، بركات محمد. (2013). *الجزري اختراعاته العلمية وتطبيقاته الميكانيكية*. مجلة حراء. العدد 43. السنة الثامنة. إسطنبول: 42- 54.

40. مرتضى، رضا. (1967). *تطوير توزيع المياه في مدينة دمشق*. مجلة العمران. ع 14-15. دمشق. وزارة البلديات.

41. مظلوم، صبحي- حريتاني، محمود. (2010). *قناة حيلان كل شيء عن المياه.. الشبكة القديمة لمياه حلب "قناة حيلان"*. حلب.

42. نوار، سامي. (1999). *المنشآت المائية بمصر من الفتح العربي حتى نهاية العصر المملوكي*. الإسكندرية. دار الوفاء: 213.

43. هيل، دونالد. الحسن، أحمد يوسف. (2001). *التقنية في الحضارة الإسلامية*. ترجمة: صالح خالد ساري. ط1. الكويت. مكتبة الفلاح: 259.

44. وزيري، يحيى. (1999). *موسوعة عناصر العمارة الإسلامية*. الكتاب 3. مصر. ط1. مكتبة مدبولي: 131.

45. ياغي، غزوان. (2001). *المعالم الأثرية للحضارة الإسلامية في سورية*. منشورات المنظمة الإسلامية للتربية الثقافية – إيسيسكو: 286.

46. ياغي، غزوان. (2011). *ساقية الشيخ محيي الدين في دمشق*. تراث هندسة. العدد 128 مارس: 122-124.

ثامناً: المراجع الأجنبية:

1. Al-Hassani, Salim- Abattouy, Mohammed. (N.d). *La pompe hydraulique d'al-Jazarî. La pompe à eau*. Paris. Fondation La main à la pâte. Cycles 3 et 4.

2. Blánquez, Luis A. García. (2015). *The (islamic) water-lifting wheels of the andalusi hydraulic system in Murcia (Senda de Granada) Technological precedents and functional proposal* . Arqueología yTerritorio Medieval 22. P:p 23-61.

3. De Miranda, Adriana. (2006). *Water Architecture in The Lands of Syria: The Water-Wheels.* / supervisor: Dr. Anna Contadini. {A Thesis Submitted for the Degree of PhD}. Volume 1: Text. School of Oriental and African Studies University of London: 452.

4. Dirik, Mahmut. (2020). *Al-Jazari: The Ingenious Inventor of Cybernetics and Robotics*. Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence. JSCAI, 1(1): 47-58

5. Hairy, Isabelle. (2011). *Les machines de l'Eau en Égypte et à Alexandrie*. p:p 554-575. DU..NIL..À..ALEXANDRIE.

6. Hill, Donald. (1984). *A HISTORY OF ENGINEERING IN CLASSICAL AND MEDIEVAL TIMES*. Great Britain. Croom Helm. Library of Congress Cataloguing in Publication Data: 464.

7. Mariem, ACHOURI. (2016- 2017). *Modélisation des Phénomènes Physique de la Machine Hydraulique d'ALJAZARI.* / Monsieur: SALMI Mohamed. {Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique}. REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET

POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA. P60.

8. McPhillips, Stephen- D. Wordsworth, Paul. (2016). *Harnessing Hydraulic Power in Ottoman Syria Water Mills and the Rural Economy of the Upper Orontes Valley*. Landscapes of the Islamic World Archaeology, History, and Ethnography. Philadelphia. University of Pennsylvania Press: 134- 168.

9. Ali, Nariman Abdalla & Tofiq, Jihad Nuri. (2022), *Abu"l–„Izz al-Jazari and His Role in The Advancement of the Science of Mechanics (1136-1206)*, JAWI, Volume 5, No.2: 149-170.

10. El-Gohary, F.A. (2012). *A historical perspective on the development of water supply in Egypt.* Evolution of Water Supply Throughout the Millennia**.** London, New York: 127- 145.

11. Sürmelihindi, gül. (2018). *Palaeo-Environmental Condition Factor on the Diffusion of Ancient Water Technologies*. Water Management in Ancient Civilizations. Deutschland GmbH, Berlin: 43- 70.