

ROBOTS AND OTHER AMAZING GADGETS INVENTED 800 YEARS AGO

روبوت وأجهزة مذهشة اخترعت قبل 800 عام

مقدمة

نستخدم في عالم اليوم الأجهزة في كافة مناحي الحياة منذ سن مبكرة.

وبالنسبة للأطفال الذين بدأوا للتو في تطوير حواسهم لاستكشاف عالمهم الجديد، تكون الأجهزة في بعض الأحيان أول تجربة يمكنهم تذكرها. وبفضل توافر الإنترنت وأجهزة الكمبيوتر وما تتيحه من إمكانيات في متناول اليد، ربما تكون الأجيال الجديدة أكثر "اتصالاً"، مما كان عليه الشباب في أي وقت مضى من تاريخ البشرية. لقد أدت جائحة كوفيد إلى تسريع وتيرة استخدام الأدوات التكنولوجية بسبب التوسع في استخدام تقنيات التعليم عبر الإنترنت. أضف إلى ذلك توغل الثورة الصناعية الخامسة في كافة مناحي الحياة. ولهذه الأسباب أخذت أتساءل عن التأثيرات النفسية التي قد يحدثها التعرض للأتمتة لدى أطفالنا. وبوضوح أكثر، أتساءل: إذا كان أطفالنا يتعرضون للأتمتة بصورة واسعة النطاق في مرحلة مبكرة، فهل تتاح لهم الفرصة الكافية لتعلم وفهم كيفية عمل العالم المادي؟ وهل سيقدرّون ذلك؟ هل

سيفهمون الطبيعة والقوانين الأساسية التي تحكم العالم الذي يتعين علينا أن نعيش فيه أم سيعتقدون أن الإنترنت يغطيه؟

قادني فضولي بشأن هذه القضية لتأليف هذا الكتاب الموجّه للأطفال، حينما اكتشفت بالصدفة أن الروبوت لم يكن أبدا اختراع ما بعد العصر الصناعي. لقد كان أول اختراع موثّق للروبوت منذ ما يقرب من ثمانئة عام، على يد عالم متعدد الثقافات يدعى إسماعيل الجزري، الذي عاش في ما يعرف حاليا بالعراق.

سبق الجزري دافنشي، وكان مخترعا غزير الإنتاج للأجهزة الآلية، بدءا من روبوتات توزيع الشاي والساعات الميكانيكية والمزامير الآلية والغسالات وآلات الطرد في المراحيض، والتي لا يزال الكثير منها يستخدم حتى يومنا هذا.

وفي العديد من الدوائر، يطلق على الجزري لقب أبي الروبوتات والأتمتة الخلوية. وقد وصل افتتاحي بهذا الرجل حدّ إدمان القراءة عنه وعا خلفه من اختراعات ومؤلفات مذهلة، وبخاصة حينما علمت أن جميع اختراعاته القائمة على الأتمتة وضع أساسها بينما لم يكن يحظى بالكهرباء أو الدوائر الإلكترونية أو صمامات ثنائية التحكم.

ومع هذا، شق الجزري سبيله نحو أتمتة سلسلة من "التعليمات" باستخدام الماء.

استخدم الجزري مفاهيم القوى الهيدروليكية، والقوى الهيدروستاتيكية لينشئ "لوحات الدوائر" الخاصة به مستندا على الطاقة المائية.

أعتقد أن اختراعات العصور الوسطى هذه توفر فرصة تعليمية لأطفالنا تساعد على التفكير في العالم الطبيعي في مستواه الأساسي وفهم الأجهزة الإلكترونية التي يتعرضون لها الآن بصورة أعمق.

أثناء العمل على هذا الكتاب، شعرت أننا إذا تمكنا من توضيح بعض اختراعات الجزري بالصورة المناسبة لأطفالنا وشرح المفهوم الأساسي الكامن وراءها، فسنكون قد وقرنا لهم مصدرا للإلهام لمعرفة المزيد عن العالم المادي بالطريقة التناظرية (دون استخدام الإنترنت أو التطبيقات).

وبشكل أساسي، ربما يتمكن هذا الكتاب من توليد الرغبة لدى أطفالنا في الخروج للتأمل والاستكشاف والتفكير في الحركة اليومية للأشجار والرياح والطيور والأنهار والسحب وكيفية عملها في تناغم. وآمل أن يتعلم أطفالنا أيضا تقدير أهمية إتقان المفاهيم الأساسية باعتبار أن ذلك هو كل ما نحتاجه للتغلب على التحديات، وليس الكهرباء أو شاشات إلكترونية أو الهواتف والتطبيقات. فإذا كان الحل صحيحا من الناحية المادية على المستوى المفاهيمي، فسوف ينجح ويؤدي مهمة الأتمتة حتى على المستوى الخام.

لقد استعنت بمجموعة متنوعة من المصادر لتأليف هذا الكتاب للأطفال. أولا، كان علي أن أحصل على نسخة معاصرة من كتابه الذي يحمل عنوان "كتاب في معرفة الحيل الهندسية"¹ والذي نشر في الأصل قبل ثمانمئة عام وترجمه دونالد هيل. وتم استكمال هذا الكتاب بكتاب

¹ تمت المطابقة بعنوان المخطوطة الأصلية المتوافرة على الموقع <https://shorturl.at/Alpj7>

أحدث ومزود بالصور بشكل رائع باللغة التركية " Cezeri Nin
Olaganustu Makineleri: Herkes Icin Cezeri
علي تشاليشكان. وقد ساهم صديقيّ التركيان الرائعان محمد أوزجيليك
وبلال كورباتشي أوغلو في ترجمة العديد من اختراعات الجزري
الرئيسية. كما ساعدت صديقتي الرائعة ميرفي سيريس أوغلو في
توضيح الاختراعات وتبسيطها للأطفال عبر شرح المفاهيم الأساسية
التي تحكم العالم الطبيعي.

إجمالاً، هناك ثمانية اختراعات معروضة هنا. يحتوي كل اختراع على
رسم توضيحي وشرح كيفية عمله. وتم تصنيفها بدءاً من الاختراع
الأبسط والأسهل على الفهم، وصولاً للاختراعات الأشد تعقيداً التي
تتضمن المزيد من الأجزاء المتحركة.

وآمل من هذا العمل، أن يكون ملهماً للأطفالنا وأن يتعلّموا، وهم يقبلون
صفحات هذا الكتاب ويتأملون في الاختراعات التي استخدمت الأتمتة
قبل ثمانمئة عام، تقدير الطبيعة والعالم الحقيقي الذي نعيش فيه كما
يقدرّون أجهزة الحاسب الآلي المحمولة والهواتف الخاصة بهم.

فيصل حسين

جامعة واشنطن

سياتل، واشنطن

الولايات المتحدة الأمريكية

من هو مخترع الروبوتات قبل 800 عام؟

كان للمخترع اسم طويل، يشبه قائمة اختراعاته الممتدة: فهو بَدِيع الزَّمانِ أَبُو الْعَزِّ بْنِ إِسْمَاعِيلَ² بْنِ الرَّزَّازِ الْجَزْرِيِّ، وهو مشهور باسم "الجزري" وقد ولد في وقت ما خلال القرن الثاني عشر في شمال العراق³. ويعتبر الجزري عالما ومهندسا وميكانيكيا وفنانا، وقد اشتهر بمؤلفه "كتاب في معرفة الحيل الهندسية". إن الشخص الموسوعي، هو الذي يتمتع بمعرفة وخبرة على نطاق واسع ويتوصل لأفكار تسبق عصره، ومن الأمثلة على ذلك ليوناردو دافنشي من عصر النهضة.

² تكتب "إسماعيل" في المخطوطة التي اطلع عليها المترجم

³ تشير بعض المصادر إلى أنه عاش في جنوب شرق تركيا وتشير مصادر أخرى إلى أنه عاش في شمال غرب سوريا

لكنني سأترك لك الحكم بالنسبة للجزري بعد أن تقرأ هذا الكتاب، وإذا
ما كنت تعتقد أنه ينبغي أن يلقب بالأب الحقيقي للروبوتات بعد أن تقرأ
عن اختراعاته.



الشكل الأول: إسماعيل الجزري، عالم ومهندس وفنان ومخترع

صاحب إنتاج غزير

المؤقت المائي

لدينا اليوم المؤقت على هواتفنا، أو كأداة منفصلة، نستخدمها لإعلان وقت البدء أو التوقف لعملية ما خلال فترة زمنية محددة. لقد ابتكر الجزري مؤقتًا يستخدم المياه عن طريق وعاء يطفو فوق المياه ثم يغرق بمعدل محسوب مستخدماً مبدأ أرخميدس للطفو وبعض التصاميم الهندسية الدقيقة لتحسين المؤقت واستخدامه في الساعات الميكانيكية.

لفهم كيفية عمل مؤقت الجزري يمكننا تخيل سفينة خلال غرقها، مثل سفينة تاييتانيك. فحينما تسرب الماء إلى السفينة من خلال الشرخ الذي حدث في جسم السفينة بدأ وزنها في التزايد وأخذت تغرق تدريجياً. وإذا تمكنا من حساب معدل تسرب المياه إلى داخل السفينة يمكن بالتالي حساب الوقت الذي استغرقته تاييتانيك حتى تغرق بالكامل.

وفي اختراع الجزري، فقد كان المؤقت يعتمد على وعاء يطفو فوق المياه⁴ بينما تتسرب إليه المياه بمعدل معين من خلال ثقب في أسفله. وهو ما يجعل الوعاء يغطس ببطء خلال مدة زمنية يمكن التحكم فيها من خلال قُطر ذلك الثقب. وبمجرد امتلاء الوعاء يهوي إلى قاع خزان المياه. وقد توسّع الجزري في استخدام تلك "الحركة الموقوتة" التي ابتكرها، في تشغيل الكثير من اختراعاته الأشد تعقيداً.

⁴ في النص الإنجليزي أطلق عليه اسم "tarcehar" " ولا بد من مراجعة المخطوطة الأصلية لمعرفة المقصود من هذا التعريف

وقد استخدم الجزري قطعة من حجر العقيق ووضعها على فتحة دخول الماء في أسفل الوعاء. ففي البداية يتم إحداث ثقب صغير جدا، ثم يلصق حجر العقيق عليه باستخدام الشمع قبل أن يوضع الوعاء في الماء. وبسبب الضغط الهيدروستاتيكي يبدأ الماء في التسرب للوعاء ويتسع الثقب تدريجيا. ويؤدي هذا إلى غرق الوعاء خلال مدة زمنية معروفة سلفا. ودور حجر العقيق أن يكون مثل الزناد حينما يغرق الوعاء بالكامل، فيؤدي مهمة معينة، مثل تسجيل الوقت أو توليد حركة أخرى في الساعات الميكانيكية مثل ساعة الفيل وساعة القارب المائية، وهما من اختراعات الجزري أيضا.

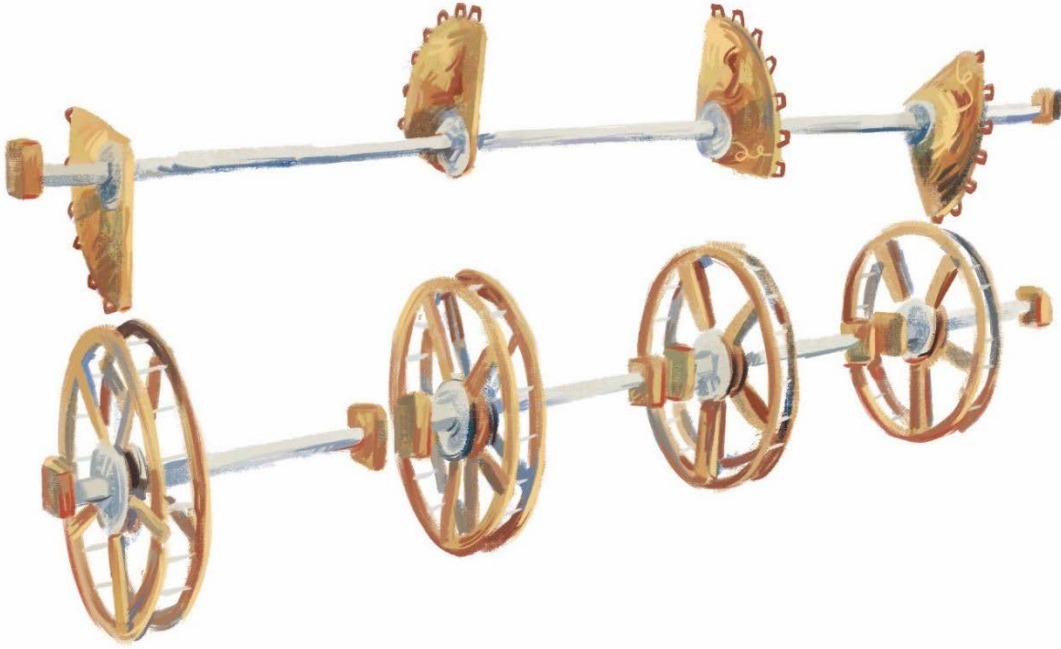


الشكل الثاني: مؤقت يعمل عن طريق تدفق الماء

نظام التروس الميكانيكي رباعي الدورات

اخترع الجزري أيضا نظام تروس ميكانيكي رباعي الدورات يعمل بالطاقة الحيوانية، ومهمته رفع المياه من النهر أو البئر واستخدامها في أغراض الري. وهذا الابتكار مشابه جدا للمحركات ذات الأسطوانات الأربع، حيث تؤدي حركة مكبس إلى تدوير عمود مرفقي بمقدار تسعين درجة لتتبعه المكابس الأخرى. وفي هذه الحالة يقوم حيوان بإدارة العمود بزاوية تسعين درجة، مما يؤدي إلى دوران ترس رأسي ورفع قادوس الماء الذي يكون عادة مغمورا في المياه داخل البئر أو النهر عند مستوى أدنى.

لم تكن تلك المعدات متوافرة في زمن الجزري. وعلينا أن نذكر أن الجزري ابتكر هذه الاختراعات قبل قرون من عصر النهضة الأوروبية والثورة الصناعية. كما أن الجزري عمل على بناء نظام التروس رباعي الدورات آخذا في اعتباره زاوية الحركة والفرق المرحلي. وفي الواقع، فإن المفهوم البسيط السائد، حيث تولد الحركة الدوارة حركةً أخرى أفقية للعمود، هو مفهوم مستخدم على نطاق واسع في مركباتنا المعاصرة، ولا بد أن ينسب الفضل في هذا الاختراع للجزري.



الشكل الثالث: نظام تروس رباعي الدورات اخترعه الجزري



الشكل الرابع: من ابتكارات الجزري ترس ميكانيكي رباعي الدورات

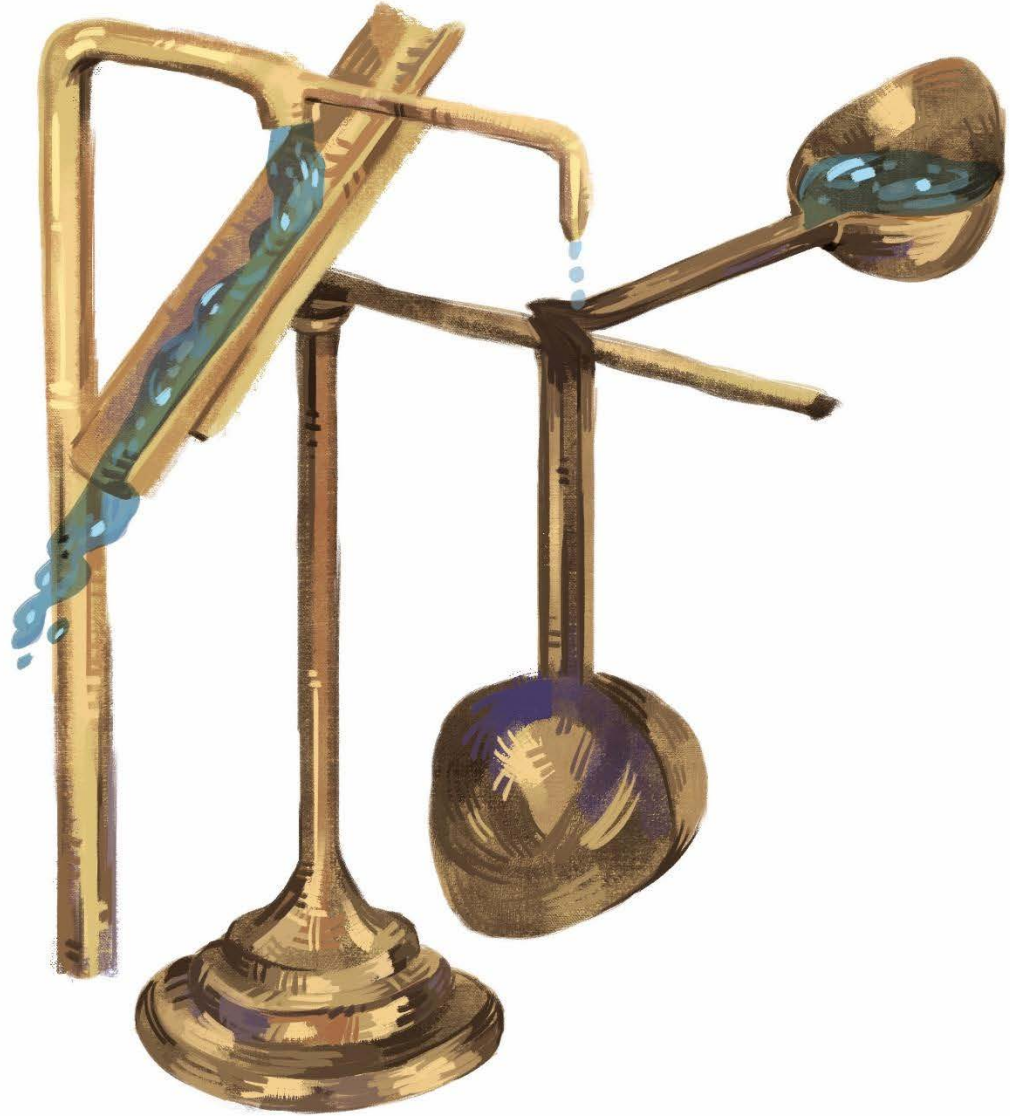
يحرکه حیوان لرفع الماء لأغراض الري

نظام التحكم الآلي في الاتجاه

ابتكر الجزري نظامًا للتحكم في اتجاه تدفق المياه، وقد كان نظامًا أدهشه هو شخصيًا، ولذلك أطلق على هذا الاختراع في كتابه اسم "غريب ومذهل".⁵

الفكرة وراء هذا الاختراع هي توجيه المياه نحو التدفق في تيارين مختلفين، والتحكم في معدل تدفق الماء في كل من الاتجاهين حسب الرغبة. يؤدي أحد التيارين إلى قادوس ملتحم بآخر بزاوية تسعين درجة. بينما تم تصميم تيار آخر من المياه ليصرف في أنبوب منفصل. وعندما يتجمع الماء داخل القادوس يتزايد وزنه، ويبدأ في الاتجاه نحو الأسفل، وبالتالي يتجه القادوس الفارغ بدوره للأعلى. وفي لحظة محددة يصل القادوس المحتوي على الماء إلى الموضع الذي لا بد أن يتم فيه تصريف حمولته بينما يصل القادوس الآخر إلى وضع أفقي أسفل التيار الآخر لبدء جمع الماء. تتكرر هذه العملية ولكن في الاتجاه المعاكس بعد فترة زمنية محددة، شريطة استمرار جريان الماء في المسارين. ويمكن برمجة الفاصل الزمني وفقًا لمعدلات التدفق وحجم القادوس.

⁵ ينبغي مراجعة الاسم مع نص المخطوطة الأصلية



الشكل الخامس: نظام للتحكم في اتجاه الماء اخترعه الجزري. يمكن برمجة تغيير الاتجاه من حركة عقارب الساعة إلى عكسها بناء على حجم قادوس المياه، باشتراط استمرار تدفق المياه في الاتجاهين

بوق مائي

توصل الجزري لمفهوم ضغط الهواء بالماء لإصدار صوت استخدمه في البوق، ولاحقا في مزامير تعزف بصورة دائمة. إنه اختراع عبقرى للغاية وإن كانت فكرته الأساسية بسيطة إذا تأملناها.

يتدفق الماء إلى وعاء محكم الغلق بقوة الجاذبية. وعندما يرتفع مستوى الماء داخل الحاوية، فإنه يعمل على ضغط الهواء الموجود داخلها، ويوجد بوق متصل بأحد طرفي هذه الحاوية. وهو بوق في داخله صمام يعمل فقط على إخراج الهواء حينما يصل إلى ضغط معين. ومن خلال تجمع الماء في الحاوية يمكن تحديد الوقت الذي يستغرقه البوق للنفخ وتكراره بدقة. ويمكن أيضا تحويل هذا البوق لجهاز دائم يطلق الصوت على فترات زمنية محددة من خلال توصيل الحاوية بأنبوب آخر لسحب المياه.



الشكل السادس: بوق مائي اخترعه الجزري يعمل على أساس هندسة
ضغط الهواء بالماء

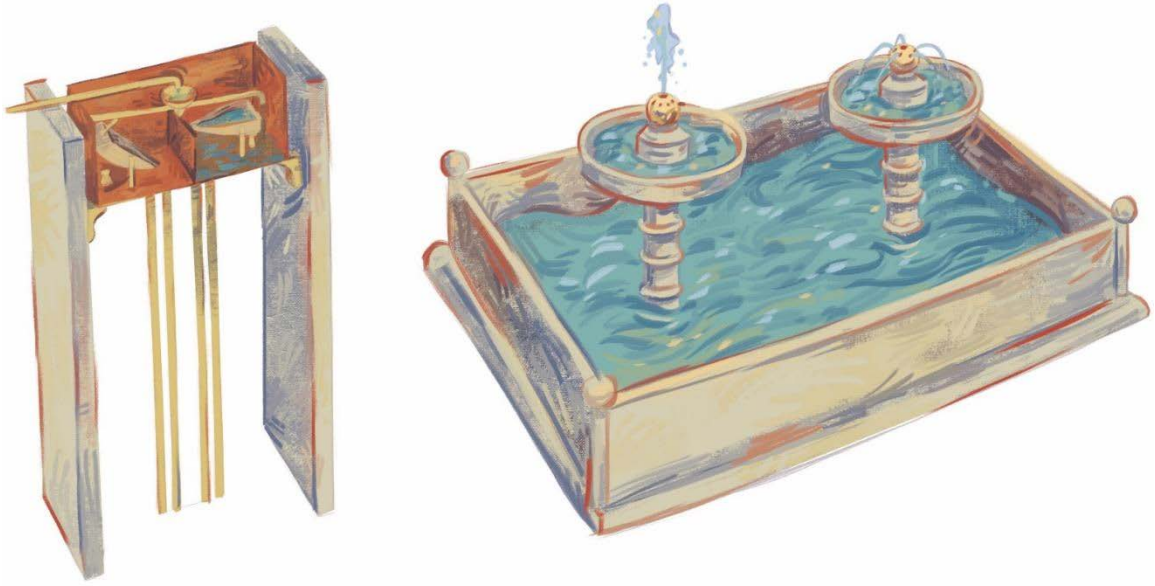
التحريك التلقائي للدلوين المائلين وتوليد الحركة البديلة

دون أن يدرك الجزري أنه كان رائداً في نظرية التحكم، التي لم تكن معروفة قبل ثمانمئة عام، استخدم الجزري الماء للتحكم في الحركة المستمرة عن طريق إمالة الدلاء والتحكم في الحركة البديلة.

ومرة أخرى، فإن المفهوم يصبح أبسط بمزيد من التأمل. هناك دلوان مائلان موضوعان إلى جوار بعضهما مثل الميزان. كلاهما مصنوع على شكل مقدمة السفينة ومثبتان على محور، ومن فوقهما أنبوب يحمل إليهما الماء، لكنه لا يصب إلا في أحدهما، وهو الدلو غير المتوازن. تم اختيار مكان المحور وشكل الدلو بحيث لا ينكفي حين امتلائه في اتجاه الخلف وذلك بسبب كتلة الاستراحة الموجودة في أسفله. وعندما يمتلئ الدلو بالماء المتدفق عبر الأنبوب المائل في أعلاه، يفقد توازنه ويميل للأمام فيفرغ حمولته. وتستغل حركة الدلو أثناء التفريغ في تشغيل إجراءين: أولهما إمالة الأنبوب إلى الاتجاه الآخر ليبدأ في ملء الدلو المقابل، وثانيهما توجيه المياه التي يتم تفريغها من كل دلو بعد فترة زمنية محددة في اتجاهين متناوبين في عمليات مختلفة مثل تشغيل نافورة أو مزامير متعاقبة.



الشكل السابع: دلوان مائلان يتحكمان تلقائيا في الحركة البديلة



الشكل الثامن: من التطبيقات التي يمكن تنفيذها عبر الدلوين تلقائي الحركة النافورة التي يتدفق المياه من فتحاتها بالتناوب

الكاهن الآلي لقياس الدم

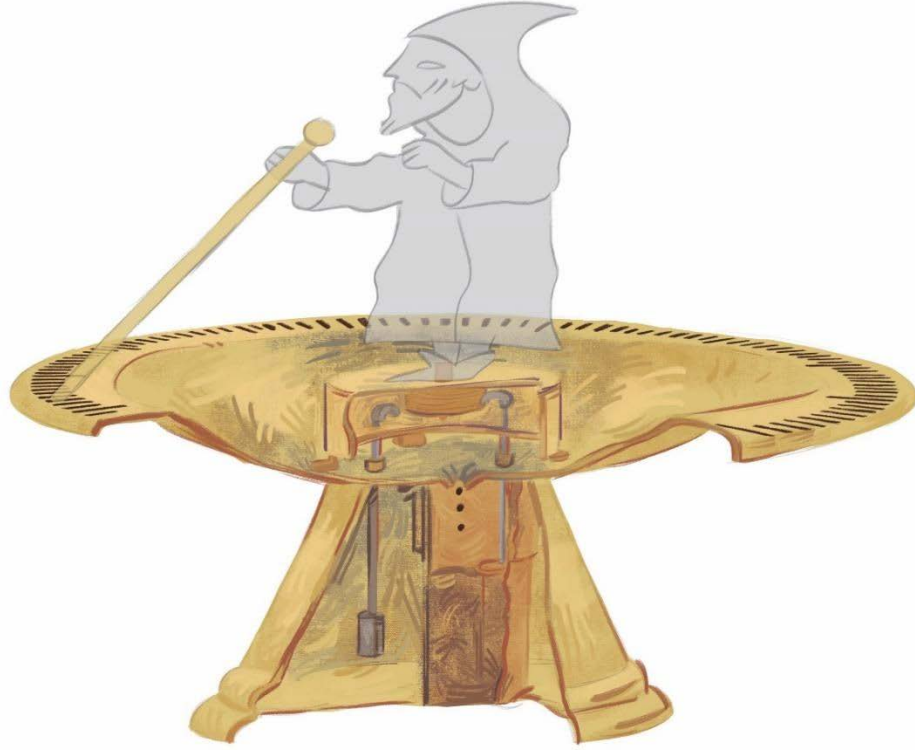
كان الجزري ضالعا في مجال الطب أيضا. ومن اختراعاته البارعة، الكاهن الآلي الذي يقيس الدم. فخلال العصور الوسطى كانت الحجامة

ممارسة طبية شائعة في الشرق الأوسط، وكان الكهنة والرهبان هم من يمارسها في كثير من الأحيان.

ولتتبع كمية الدماء التي يتم صرفها من كل مريض، ابتكر الجزري وعاء مسطحا يجمع قطرات الدم التي تتدفق عبر الفتحة الموجودة في المركز وتتجمع في أنبوب عمودي. وفي داخل الأنبوب عوامة متصلة بواسطة خيط ملفوف حول بكرة أفقية وثقل موازن في الطرف الآخر. ومع تراكم المزيد من قطرات الدم في الأنبوب، ترتفع العوامة، مما يؤدي إلى دوران البكرة بمعدل ثابت. وتؤدي الحركة الدوارة للبكرة إلى دوران الكاهن الصغير بمحيط الوعاء الذي تم رسم علامات عليه توضح كمية الدم المنصرف. الجهاز في مجمله يظهر كما لو أن الكاهن يقوم تلقائياً بحساب كمية الدم التي تم تصريفها من خلال توجيه عصاه إلى العلامة. ويمكن التحكم في حساسية ودقة الجهاز من خلال تصميم المجموعة المناسبة من البكرة والعوامة وقطر الوعاء.



الشكل التاسع أ : جهاز الكاهن الآلي لقياس الدم



الشكل التاسع ب : التكوين الداخلي لجهاز الكاهن الآلي.

ساعة الفيل المائية

ربما تكون هذه الساعة هي أشهر اختراعات الجزري. والسمة المميزة لهذا الاختراع هو أن الساعة مبنية على تكامل مثالي للعديد من الأجهزة الميكانيكية الصغيرة التي تعمل في تناغم معاً، لتنتج جهازاً مسلياً لحساب الوقت، ولاحظ أن هذا جرى قبل ثمانمئة عام. ويعتمد المفهوم الأساسي لهذه الساعة على حساب التوقيت المتساوي والتحكم في الحركة بعد كل نصف ساعة وما تحتويه من دقائق.

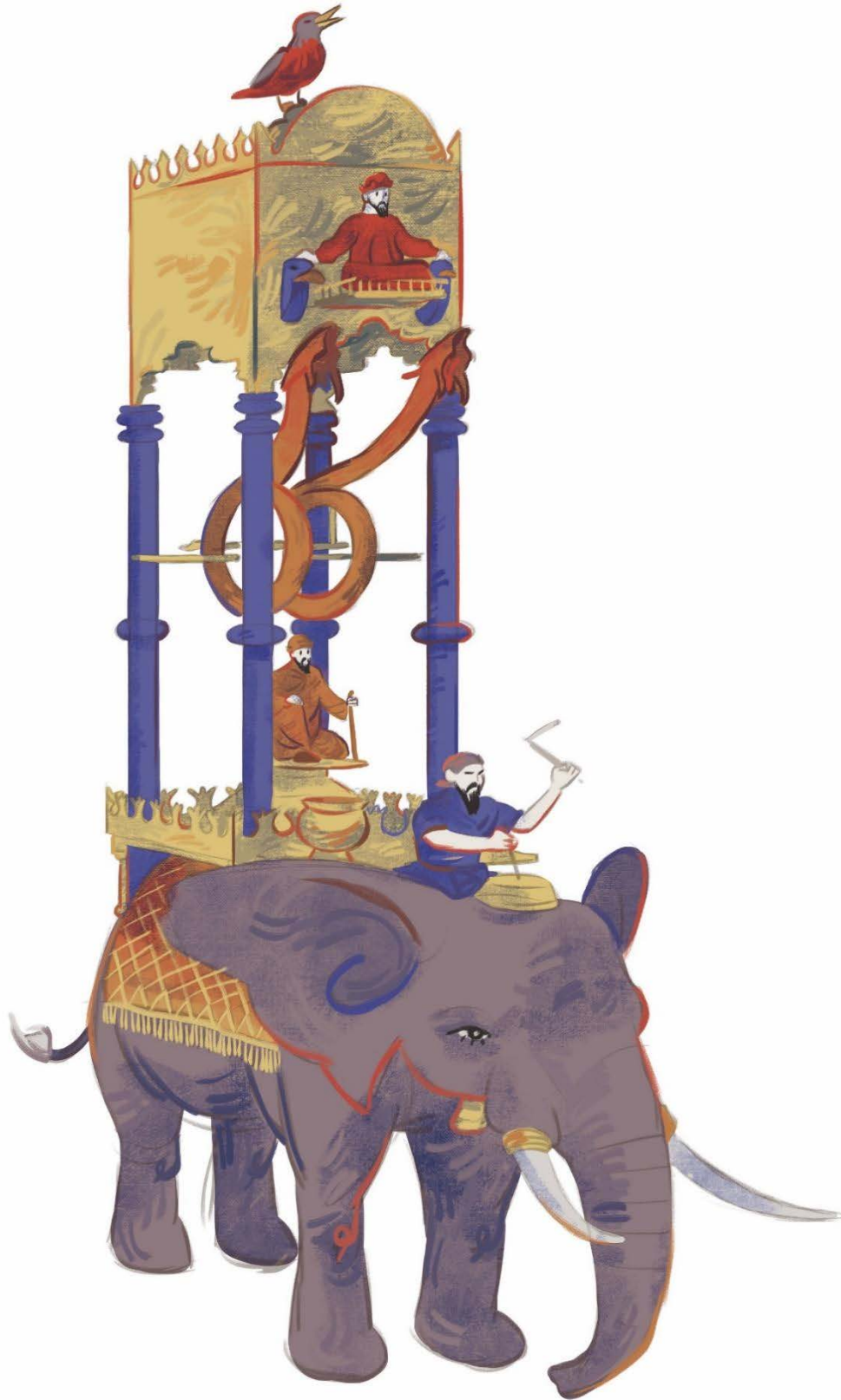
وتقوم ساعة الفيل المائية بحساب الوقت من خلال الغمر البطيء لوعاء مثقوب (انظر الاختراع الأول: المؤقت المائي) داخل بطن الفيل. ويتم تطبيق نفس مفهوم المؤقت العامل بفكرة تدفق المياه، حيث تستمد الساعة الطاقة من القوة الناتجة عن غرق الوعاء والطاقة الكامنة للكرات المنطلقة. وحينما يغرق الوعاء مع انتهاء نصف الساعة تسقط إحدى الكرات البرونزية التي تقف على التوالي في غرفة مغلقة أعلى الساعة لتشكل حركة مرئية.

يغرق الوعاء في الحوض الكائن في بطن الفيل، وتتم عملية الغرق ببطء على مدار نصف ساعة من خلال دخول الماء من الفتحة الموجودة في قاعه، وفي هذا الوقت يستدير الكاتب الموجود على ظهر الفيل ببطء ليبيّن الدقائق من خلال القلم الذي يمسكه في يده، ونلاحظ أن الحركة الدائرية للكاتب هي منبثقة عن حركة رأسية لغرق الوعاء.

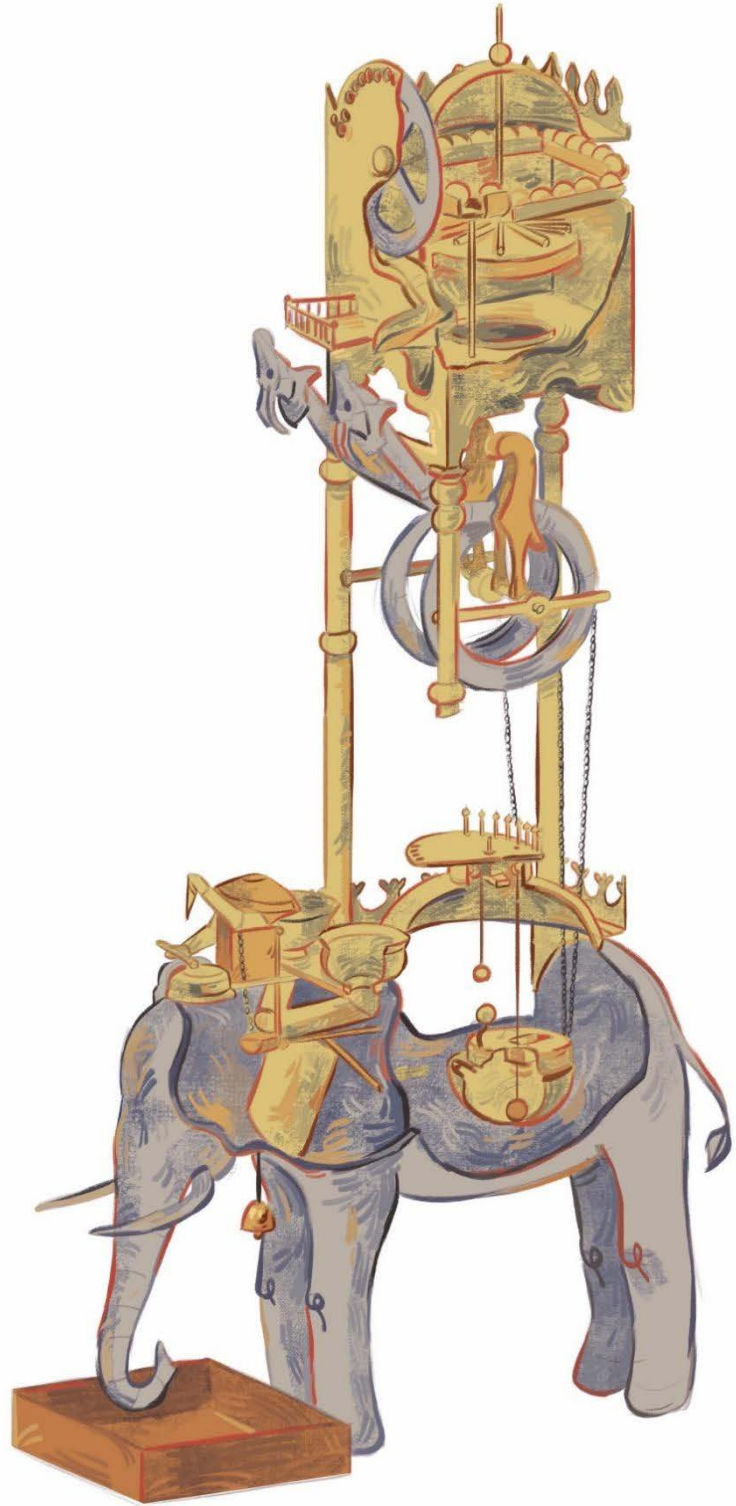
وحينما تنتهي نصف الساعة، يغوص الوعاء، فيتحرك طائر في أعلى الساعة. وفي ذات الوقت يرفع الحاكم الجالس في الأعلى يده عن منقار صقر إلى جانبه ويمسك بمنقار صقر مقابل بيده الأخرى، وكل هذه الحركات يتم توليدها عن طريق تحويل الحركة الرأسية لغرق الوعاء إلى حركة دوارة بانطلاق الكرات البرونزية.

وتسقط كرة من الصقر الذي تم تحرير منقاره إلى فم ثعبان كان يستعد لالتهامها. الكرة تتسبب في ثقل رأس الثعبان فتتخفف إلى الأسفل، وتهوي الكرة إلى واحدة من مزهريتين موضوعتين على كتفي الفيل، فيحدث سقوط الكرة في المزهرية صوت جرس. عندما يتخلص الثعبان من حملته، يعود رأسه لوزنه الطبيعي، فترتفع ببطء ويرفع

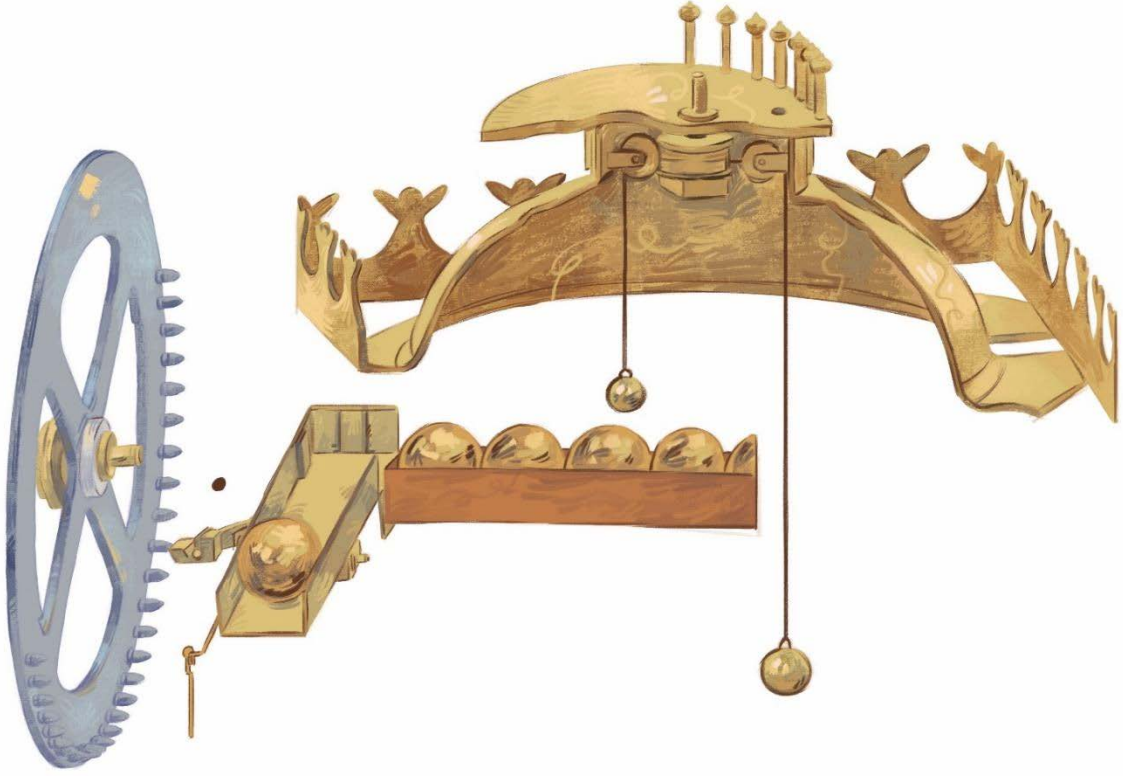
الثعبان معه الوعاء الغارق لأعلى، الذي يتخلص مما تغلغل إليه من ماء، ليصبح جاهزة لنصف الساعة التالية، بفضل رباطه المفصلي، بينما يعود الكاتب لمكانه السابق. في هذه الأثناء، تدخل الكرة إلى عنق الفيل بعد مرورها في داخل المزهرية، ويقوم سائق الفيل بضرب غطاء معدني موجود أعلى الفيل مرة بمطرقة وفأس باليد الأخرى.



الشكل العاشر: ساعة الفيل المائية



الشكل الحادي عشر: المكونات الداخلية لساعة الفيل المائية



الشكل الثاني عشر: الكرات في ساعة الفيل المائية تتحرك بسبب الطاقة الكامنة وتولّد حركة دائرية.

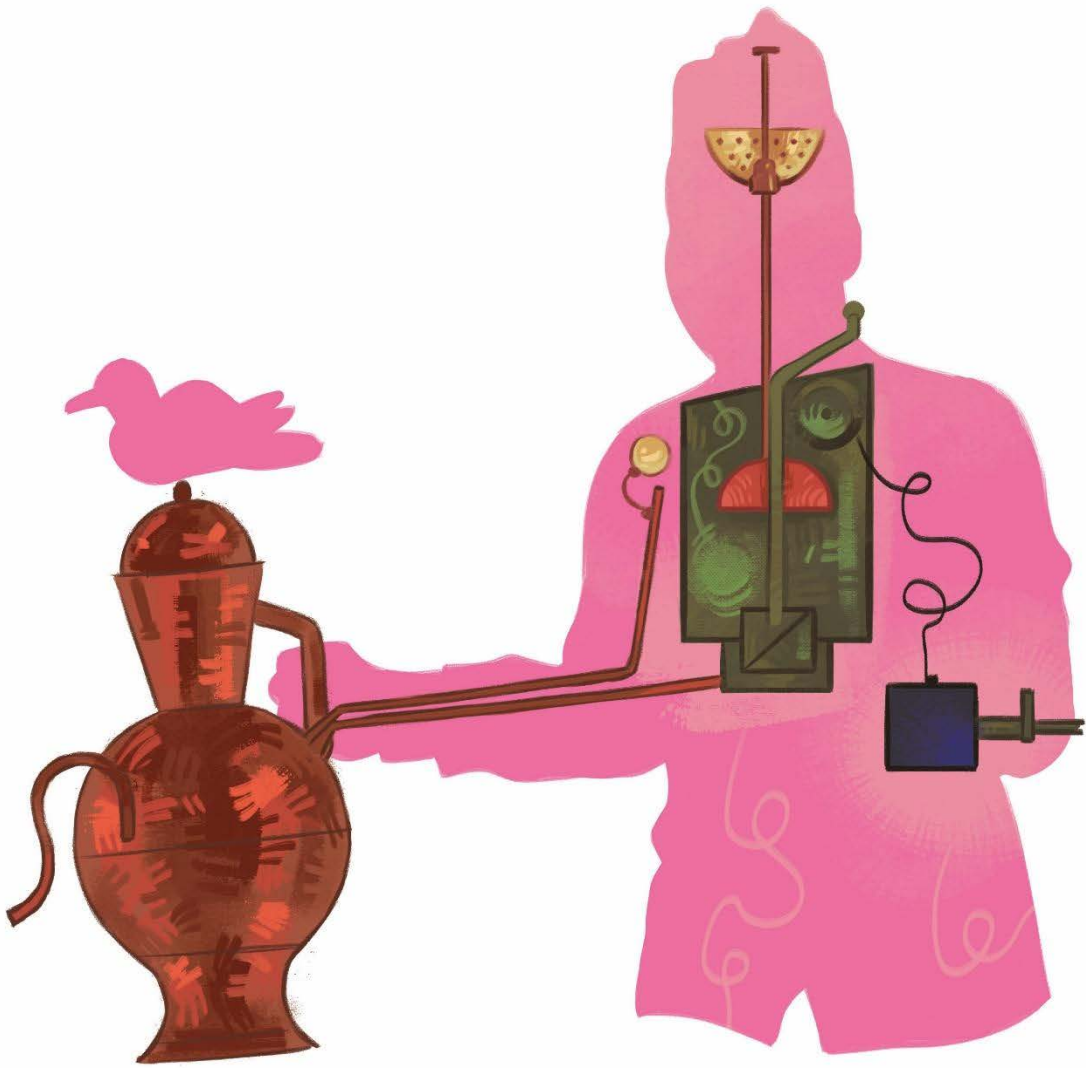
روبوت يساعد على غسل اليدين والوجه وتصفيف الشعر
صنع الجزائري رجلا آليا لطيفا يشبه الطفل يساعد على غسل اليدين والوجه. ويعتبر هذا الاختراع من أبرز إبداعات الجزائري.

عند تشغيل الروبوت، يصدح بالغناء طائر يقف فوق إبريق الماء الذي يحمله الروبوت. وتم تصميم الأغنية لتستغرق وقتاً محدداً تكون بمثابة فترة استعداد قبل بدء الغسل، وبمجرد انتهاء الطائر من أغنيته، يبدأ الماء في التدفق تلقائياً من الإبريق. وقبل أن توشك المياه المتدفقة أن تتوقف يقوم الروبوت بمناولة المشط والمرآة للشخص الذي غسل يديه ووجهه للتو. ويحتوي هذا الجهاز على ثلاثة عناصر ميكانيكية أساسية، وهي الطائر المغرد (وهو يعمل من خلال تقنية الصوت الناتج عن الماء المضغوط) ونافورة المياه ذاتية التشغيل، والذراع الآلية التي تناول صاحبها المشط والمرآة. وينفذ الروبوت عمليات الغناء والسقيا والمناولة المشط والمرآة على التوالي باستخدام الطاقة المتولدة عن تدفق المياه.



الشكل الثالث عشر: روبوت يساعد على غسل اليدين والوجه ويصفف الشعر أيضا!

وحتى يعمل هذا النظام يتم استخدام الماء الذي لا بد أن يتم ملؤه في خزان موجود في جسمه من خلال فتحة أسفل قبعة الروبوت، وعندما يجهز الروبوت للاستخدام العام فإن مشغله يدير مقبضا صغيرا على الرقبة، وهو ما يجعل الماء الموجود داخل الروبوت يملأ الإبريق تدريجيا، وذلك يؤدي بدوره إلى إطلاق الطائر تغريداته عبر فوهة وذلك ريثما يمتلئ الإبريق فيبدأ الماء بالتدفق من الفوهة الأخرى. وحينما يفرغ الماء من الإبريق يمد الروبوت يده مناولا المشط والمنشفة والمرآة باليد الأخرى، وهي حركة تنشأ بفضل عوامة موجودة في داخل الإبريق.



الشكل الرابع عشر: المكونات الرئيسية للروبوت الذي يساعد على
غسل اليدين والوجه.. وتصفيف الشعر أيضا.