

## نماذج من مخطوط

### الطرق السنية في الآلات الروحانية

تقي الدين بن معروف الدمشقي

القرن السادس عشر ميلادي

بقلم

منى سنجدار شعرائي

" فريق الدراسات والبحث في التراث العلمي العربي "

(الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم )

### الطرق السنية في الآلات الروحانية(1)

إن أهمية هذا المخطوط تكمن في محتواه الذي يتطرق إلى عدة حقول معرفية في علم الفيزياء والتكنولوجيا. سوف نستعرض النماذج التي تميز بها تقي الدين والتي لم يتطرق إليها من سبقه من العلماء في حقل الميكانيكا التطبيقية . يفتتح تقي الدين كتابه بوصف ساعة فلكية ميكانيكية تعمل بالدواليب المسننة وسماها حق القمر.

### 1- حق القمر

قبل ان نتطرق إلى وصف ساعة حق القمر كما ورد في مخطوط تقي الدين ، لا بد من الإشارة إلى وصف لساعات مماثلة ورد قبل وصف تقي الدين.

### - ميكانيك جزيرة Anticytère

في عام 1900 عثر الكابتن كونتوس<sup>(2)</sup> (بحار في صيد الإسفنج) على باخرة محملة بأثار مهمة غارقة في أعماق البحري جزيرة انتيسيتير في اليونان. اهتمت السلطات بهذا الاكتشاف واستطاعت خلال عام كامل إنقاذ قسما كبيرا من مدخرات السفينة كالقطعة النقدية والأواني الفضية والتمائيل الذهبية والحجرية وأخرى من المرمر وغيرها التي يعود تاريخها إلى القرن الأول قبل الميلاد. من بين تلك الأثار عُثر على قطعة معدنية مركبة من مجموعة من الدواليب المسننة ( على الأقل خمسة عشر دولاياً ) كما لوحظ بعد التنظيف بوجود الأسماء القديمة لبعض الأشهر محفورة على القطعة. ومنذ ذلك العام وحتى عام 1934 بقية القطعة موضع جدل من قبل العلماء حيث تم الإتفاق فقط على انه يظهر في تلك الآلة تحديد مكان الشمس والقمر وبعض مواقع النجوم . في عام 1941 احتل الألمان اليونان لذلك تم دفن جميع الأثار خوفا من النهب. في عام 1958 اتجه عالم فيزيائي<sup>(3)</sup> إلى اثينا لدراسة الآلة المعدنية فاستطاع اكتشاف عشرين مسنناً بالإضافة إلى بعض الكتابات المحفورة عليها. في عام 1972 تم تصوير الآلة بأشعة إكس فتبين بأن هناك ثماني طبقات من الدواليب المسننة والمعشقة بعضها مع بعض. وبعد دراسات عدة استمرت حتى عام 2005 تمكن العلماء من اعتبار الآلة بأنها ساعة فلكية ميكانيكية<sup>(4)</sup> ولا تزال الدراسات قائمة حتى يومنا هذا.

1- منى سنجدار شعرائي – دراسة تحليلية لمخطوط – الطرق السنية في الآلات الروحانية – دار الأثار الإسلامية – الكويت .

2 - Le capitaine Kontos pêcheur d'éponges de l'Île Symi (Athènes) -

3 - Le physicien Derek de Solla Price -

4 – <https://www.youtube.com/watch?v=BG-YxV8wE8> (راجع الفيديو الخاص بالإكتشاف)



الآلة مُركبة ومعرضة في المتحف في أثينا



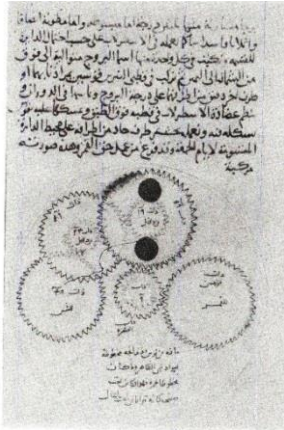
الآلة التي عُثِر عليها في الجزيرة اليونانية

<http://sanjakdar-chaarani.com/sai-j3x/index.php/les-videos> - La fabuleuse machine

لم يُشغل هذا الإكتشاف فقط العلماء المختصين بهذا الحقل إنما حَيّر علماء تاريخ التكنولوجيا الذين لم يعثروا على أي مستند يفيد باستعمال الدواليب المسننة والمتشابكة قبل القرن الثاني عشر ميلادي .

### – ساعة البيروني (1) الفلكية

في مخطوط " الإستيعاب في صنعة الأصطرلاب " يصف البيروني ساعة فلكية تحت عنوان " حق القمر " حيث يقول: " إن هذه الآلة ليس الغرض منها كالذي بالأصطرلاب ... " ثم يتابع الوصف بدقة متناهية . لقد تم تركيب نموذج من هذه الآلة في تركيا وهي معروضة في متحف العلوم والتكنولوجيا في اسطنبول.



الآلة المعروضة في متحف اسطنبول



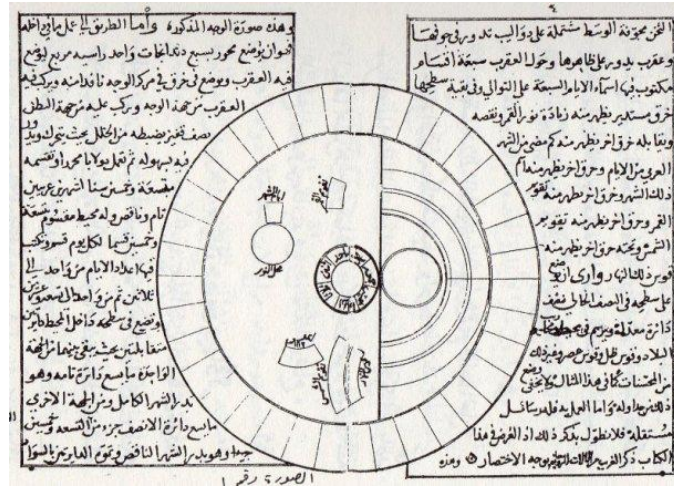
الصفحة من مخطوط البيروني

1 - البيروني (362هجري/973م – 440 هجري/1048م من أشهر العلماء المسلمين في القرن الحادي عشر. بالإضافة إلى اللغة العربية أتقن البيروني عدة لغات - ومنها الفارسية والسريانية واليونانية . كما اجتهد وألّف في علوم مختلفة. كان عالم فيزياء ورياضيات كما كان فلكياً مميّزاً ومؤرخاً حيث حررا كتابا عن عقائد الهندوس خلال إقامته بالهند . من أهم مؤلفاته : " الجماهر في معرفة الجواهر"، " الآثار الباقية عن القرون الخالية"، "الإستيعاب في صنعة الأصطرلاب" وغيرها .

## - حق القمر في مخطوط تقي الدين

### وصف الآلة

يقول تقي الدين: " لهذه الآلة شكل مستدير كعلبية واسعة قليلة الثخن مجوفة الوسط مشتملة على دواليب تدور في جوفها وعقرب يدور على ظاهرها وحول العقرب سبعة أقسام مكتوب فيها أسماء الأيام السبعة على التوالي وفي بقية سطحها خرق مستدير يظهر منه زيادة نور القمر ونقصه ويقابله خرق آخر يظهر منه كم مضى من الشهر العربي من الأيام وخرق آخر يظهر منه تقويم القمر وخرق آخر يظهر منه تقويم الشمس وتحت خرق آخر يظهر منه قوس ذلك النهار وارى أن يوضع على سطحه في النصف الخالي نصف دائرة معتدلة ويرسم في محيطه نخاريب البلاد وقوس ظهر وقوس عصر وغير ذلك من المحسنات ... وهذه صورة الوجه المذكور .



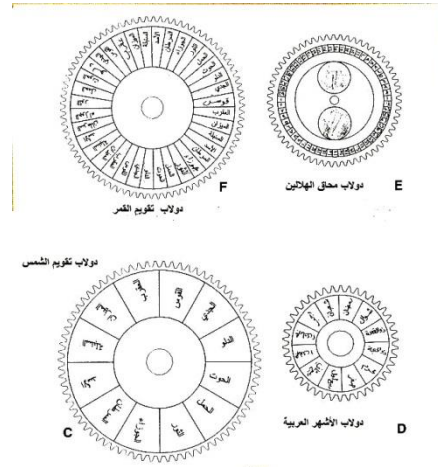
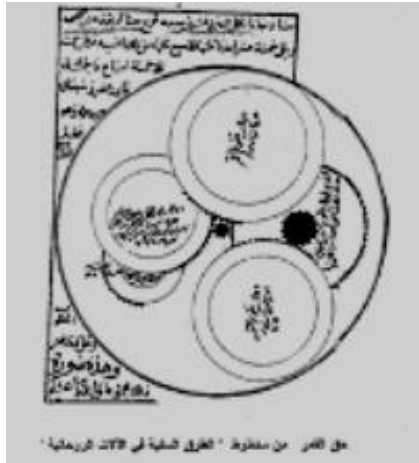
الصورة مأخوذة من المخطوط

### أجزاء الساعة

- 1- المحور الأساسي . هو محور يحمل دندانجة بسبعة أسنان وإحدى رأسها مربع ينفذ من سطح العلبة ويوضع فيه العقرب. ومن الضروري تثبيت المحور في أسفل العلبة في قفيز يضبطه ويدور فيه بسهولة.
- 2 – دولاب محاق الهلالين المُعد ليظهر حالة القمر هلالاً أو بدرأ ، إن عدد أسنان هذا الدولاب تسعة وخمسون محررة لشهرين عربيين تام وناقص وله محيط مقسوم بتسعة وخمسين قسماً لكل يوم قسم كُتب فيها أعداد الأيام من واحد إلى ثلاثين ثم من واحد إلى تسعة وعشرين، ورُسم في سطحه داخل المحيط دائرتين متقابلتين مغطاة بالسواد وهما محاق الهلالين. يحمل هذا الدولاب على محوره دندانجة بسبعة أسنان.
- 3 – دولاب آخر مُعد لإبراز أيام الأشهر العربية وعدد أسنانه اثنان وأربعون سناً وفي وجهه محيط مقسوم باثني عشر قسماً مكتوب في كل قسم منها وعلى التوالي إسم من الأشهر العربية . تتشابه أسنانه مع دندانجة دولاب محاق الهلالين .
- 4 – دولاب تقويم القمر ، عدد أسنانه اثنان وثمانون تتشابه مع دندانجة المحور الأساسي. ومحيطه كُتب عليه أسماء البروج مكررة ثلاث مرات.
- 5- دولاب درجات الأبراج وعدد اسنانه ثلاثة وسبعون سناً تتشابه مع دندانجة المحور الأساسي ويحمل على محوره دندانجة وعدد اسنانه خمسة عشر.
- 6 – دولاب تقويم الشمس وعدد اسنانه خمسة وسبعون تتشابه مع اسنان دندانجة دولاب درجات الأبراج . تكتب على محيطه أسماء البروج الإثني عشر ودرجاتها وتحت كل خمسة أقسام من أقسام كل برج قوس النهار في تلك الأيام .

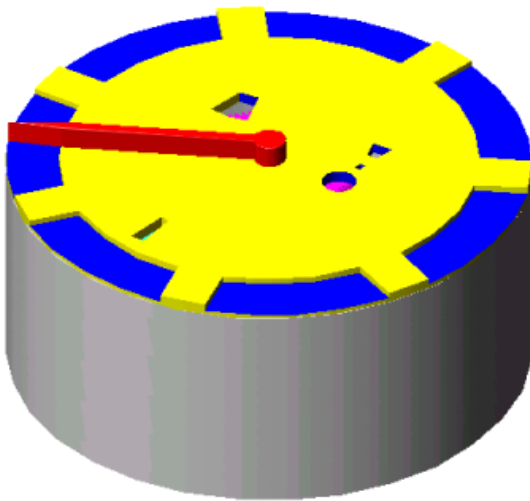
## طريقة العمل

تُرَكَّب جميع الدواليب على محاورها داخل العلبة وتُعَشَّق أسنانها كما ورد سابقا بحيث يكون كل دولاب أمام الخرق المُعَد له على سطح العلبة وتكون جميع محاورها مقيدة بقفافيز من الحديد ضابطة للحركة المناسبة . فكلما أدت العقرب على يوم تحركت الدواليب جميعها بحسب حركة الكوكب ذلك اليوم ، وهكذا يجري الأمر في ذلك كله .

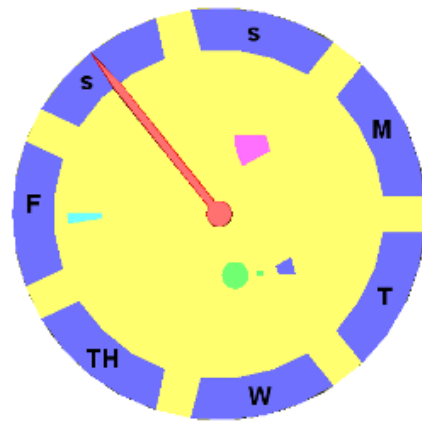


الساعة مركبة من المخطوط

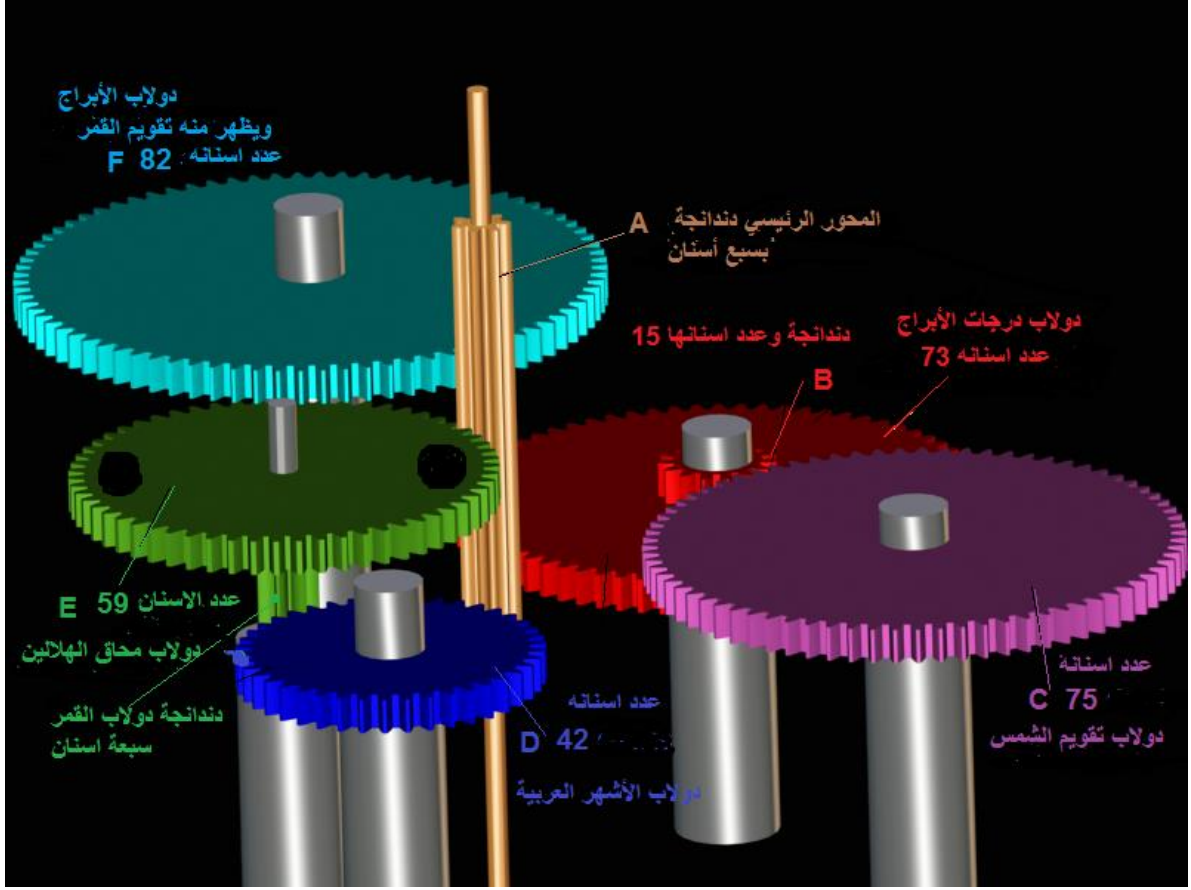
أجزاء الساعة من المخطوط



سطح علبة حق القمر



الرسم الحديث لساعة تقي الدين الفلكية



الرسم الحديث لدواليب ساعة حق القمر

### أهمية الوصف ودقته

على غرار من سبقه من العلماء العرب في حقل الميكانيكا التطبيقية يعتمد تقي الدين الدقة المتناهية في وصف آلاته وجميع أجزائها وكذلك كيفية تصنيعها وعملها.

ففي سياق وصفه لأجزاء الساعة يستطرد تقي الدين شارحا ملاحظاته لحسن سير العمل فيقول: " في دولاب تقويم القمر يجب أن يخل بكسر جزئي بالنسبة إلى بهته ، فإذا تركيب منه في مدة ما بهت يوم فيقهقر اشتباكه بالدندانجة المذكورة سناً واحداً إلى جهة توالي كتابة البروج فيعود الأمر منه إلى الصحة إلى أن يمضي مثل تلك المدة فتفعل ما ذكر من القهقرة ثانياً وهكذا يكون الحكم أبداً ."

وفي تركيب أجزاء الساعة وتشابك أسنان دوليها يسجل تقي الدين الملاحظات التالية: ينبغي أن يكون كل خرق منها ما عدا المدور ضعف مقدار ما ينبغي وفي وسطه موري لطيف. وإنما اتخذنا اتساعها لأن البرج إذا بقي منه شيئاً يسير يتغطى كتابة البرج فيعسر قرائته فليعتمد في ذلك على الموري". ثم ينهي تقي الدين وصف حق القمر بالقول:

" تنبيه : ينبغي أن نعلم من الطرق الهندسية هنا نسبة بعض الدواليب إل بعض لتتوقع أسنانها على موافقة بعضها بعضا والطريق إلى معرفة ذلك أن ننشئ من أسنان الدندانجة الأولى المعلومة مسطرة ثم تعلم ان نسبة قطر الدائرة إلى محيطها كنسبة سبعة من اثنين وعشرين تقريبا فتأخذ لكل اثنين وعشرين من أسنان الدولاب الذي تريد ان تصنعه سبعة ثم تفتح البركار بقدر ذلك العدد وتعلمه في لوح فهو قطر الدولاب الذي إذا قسمته بالأسنان المذكورة ساوت أسنانه للأسنان الدولاب المعلوم الذي أنشأت منه المسطرة ."

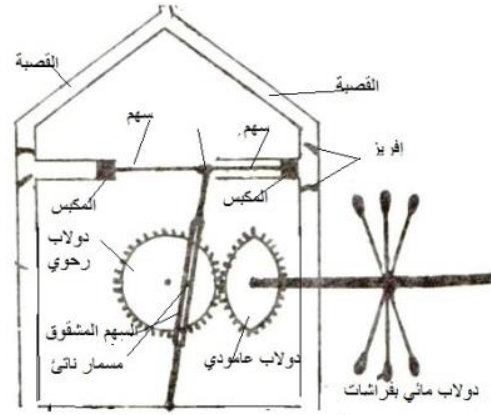
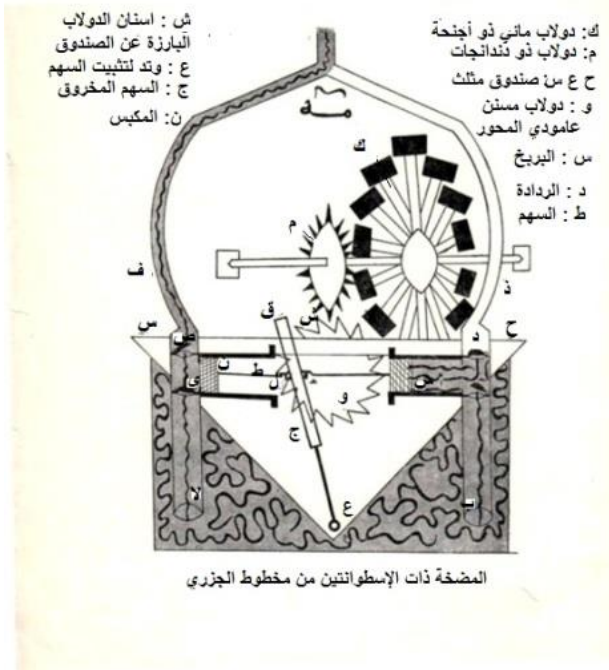
هذا توضيح مهم لمهندس صناعي بحيث لا يعتمد على القياسات المباشرة لجهة توقيع اسنان الدواليب وتشابكها بل يعتمد إلى طرق صناعية بحتة فينشئ من الدولاب الأول الدولاب الثاني وبهذه الطريقة تتشابك الأسنان بسهولة ويكون الدوران سلساً.

## 2 - مضخات رفع الماء إلى جهة العلو

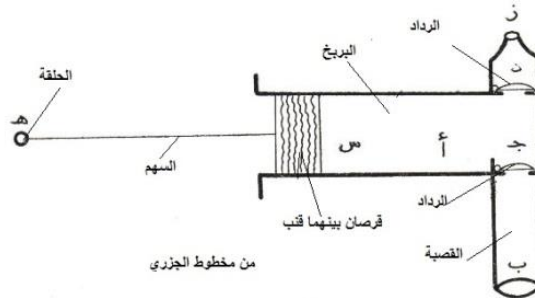
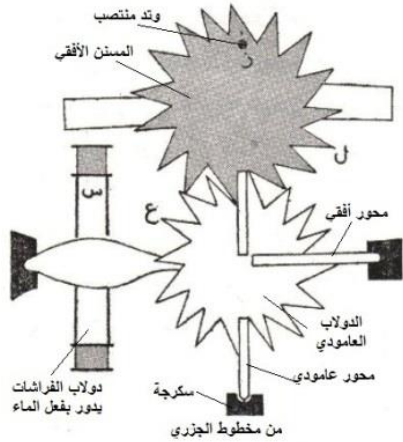
في هذا المخطوط وصف تقي الدين أربع مضخات

### أ- المضخة ذات الاسطوانتين المتقابلتين

لقد وصف الجزري هذه المضخة في كتابه "العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" وقد أثارت هذه المضخة عدد كبير من مؤرخي العلم والتكنولوجيا واعتبروها إنجازاً هاماً في تاريخ الهندسة الميكانيكية حيث أنها تعتبر الأصل الذي تطور عنه المحرك البخاري.



### من مخطوط تقي الدين



الرسم (ج)

الرسم (ب)

وهنا لا بد لنا من المقارنة بين الرسومات الواردة عند كل من الجزري وتقي الدين

مقارنة رسومات الصورة الجامعة للمضخة والتقنيات المعتمدة من الطرفين.

- إن الدولاب العامودي والدولاب الرحوي عند تقي الدين تُبنا داخل الصندوق ودولاب الفراشات خارجه . بينما الجزري اعتمد تركيب دولاب الفراشات (ك) والدولاب العامودي (م) خارج الصندوق لذلك جاءت أسنان الدولاب الرحوي(و) عند الجزري خارجة عن الصندوق لكي تتشابك مع أسنان الدولاب العامودي (م).

- إن الود المتصب عند الجزري (الرسم ب) تُبث على سطح الدولاب الرحوي قريباً من محيطه لا يظهر في الصورة الجامعة، بينما الزر الناتئ كما دعاه تقي الدين تُبث أيضاً على سطح الدولاب الرحوي ولكن في الوسط وقريب من المحور ويظهر واضحا على الصورة الجامعة.

- إن السهم المشقوق الذي يحول الحركة الدائرية للدولاب الرحوي إلى حركة أفقية يمنة ويسرى ظهر واضحا في صورة المضخة عند تقي الدين بينما لم يظهر على الإطلاق في الصورة الجامعة عند الجزري مما تعثر على بعض الباحثين (بورستال، لين ، وايت) بفهم حركة السهم والمسئ بحيث اعتبروها مخروطية(1).

- أما بالنسبة للصمام فقد اكتفى الجزري بعبارة " خرق وفوقه صفيحة مستديرة خفيفة في حافتها نماذجة متصلة بسداد بطرف البربخ تتحرك إلى فوق فقط واسمها رداة " أما تقي الدين فذكر عبارة " خرق وفوقه إفريز يطبق عليه غطاء من النحاس محكم في أسفله جلدة مقيدة بحيث إذا انطبق لا يسلك الماء منه البتة". وهنا نلاحظ التطور التقني في الصناعة الدقيقة للألات .

- المكبس يقول الجزري : " ... ثم يتخذ قضيب من حديد طوله نحو شبرين ونصف وعلى طرفه حلقة وعلى الطرف الآخر قرصان هو داخل في تقبي مركزيهما ويُعد ما بين القرصين ثلاث أصابع مضمومات وسعة كل قرص ما يدخل في البربخ بسهولة ثم يلف فيما بين القرصين خيط من القنب لفة بعد لفة حتى يمتلي ما بين القرصين ويدخل هذا الطرف بالقرصين في البربخ قهراً" راجع الرسم (ج).

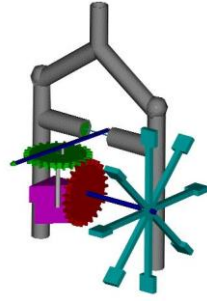
أما تقي الدين فيصف المكبس كما يلي: "...تعمل سهمين من الحديد طول كل واحد منهما طول القصبية وفي طرفه الواحد رزة وفي الطرف الآخر فلسان من صفيحة ملحومان في رأس بينهما مقدار عرض اصبع ويكون دور البكر بمقدار ما يدخل في القصبية بسهولة ثم تُلَف بين البكرتين خيطا من قنب مرطب بالشحم محكما بحيث أنه إذا دخل القصبية لم يكن بينهما فرجة أصلاً". وهنا أيضا تظهر الملاحظات التقنية لحسن سير عمل الآلة – كالتشحيم - من قبل تقي الدين.

أما بالنسبة لإرتفاع الماء في القصبية فيقول تقي الدين : "من الواضح أن الصندوق إذا وضعته على وجه الماء وحركت السهمين يمنة ويسرة طلع الماء في كل من القصبين لأن السهم الواحد إذا دخل طرد الهواء من الغطاء الفوقاني ضرورة وإذا خرج انطبق فلا يقدر على العود فيجذب الماء لضرورة الخلاء ثم إذا دخل دفعه فتنتطبق السفلى ولا يقدر على العود فيصعد من الطابوقة العليا ويجري هكذا في دخوله وخروجه في القصبية ومما علم انه تحرك هذا السهم يتحرك رقيقه بالتبادل".

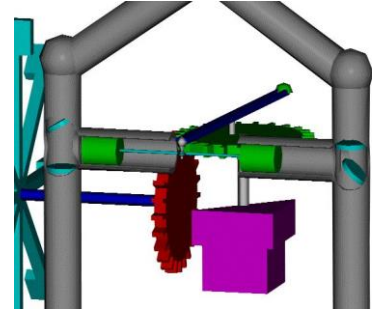
أما الجزري فيقول: "ومتى وضع أنبوب (ب) في الماء وجذب طرف طرف القضيب وهو الحلقة (هـ) وتحرك القرصان والقنب إلى طرف البربخ فإن الرداة (ج) ترتفع وتنتطبق رداة (د) والهواء يجذب الماء من أنبوب (ب) فيمتلي بربخ (ا) ومتى دُفَع قضيب (هـ) انطبقت رداة (ج) وانبعث الماء ورفع رداة(د) وصعد الماء بقوة في انبوب (ز) الدقيق إلى فوق نحو من عشرين ذراعا وهو مسافة طول الأنبوب".

وهنا يستوقفا الشرح العلمي المفصل من قبل تقي الدين وكلمة خلاء لم تظهر قبل ذلك في المخطوطات العربية. لكن علينا ان لا ننسى بُعد الفترة الزمنية بين الجزري (القرن الثالث عشر) وتقي الدين (القرن السادس عشر) حيث ان التكنولوجيا كانت قد تقدمت في صنع الآلات.

1- أحمد يوسف الحسن – تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية – معهد التراث العلمي العربي – حلب – ص 41



مقطع جانبي للمضخة



الرسم الحديث للمضخة

أما بالنسبة لطريقة العمل فإننا نعيد القارئ الى استعراض الفيديو المرفق وهو من إعداد مجموعة ألف إختراع وإختراع  
Muslim heritage 1001 inventions – pompe Al-jazari

<http://sanjakdar-chaarani.com/sai-j3x/index.php/les-videos>

#### ب – المضخة الحلزونية

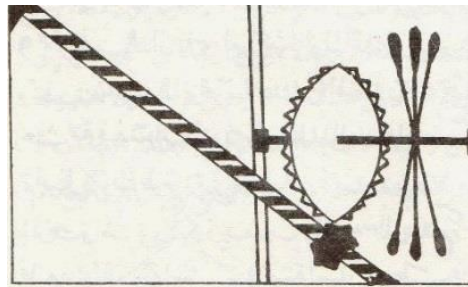
تأتي أهمية هذه المضخة بأننا لم نجد وصفا لها في كل من " كتاب الحيل" لبني موسى ولا في كتاب الجزري " الحيل الهندسية "

#### أجزاء المضخة

- انبوب مجوف مفتوح من الطرفين وفي داخله ميزاب حلزوني من أسفله إلى أعلاه .
- دندانجة بسنة أسنان على بُعد نحو من ذراع من إحدى طرفي الميزاب .
- دولاب مائي بفراشات يحمل على محوره دولاب مسنن وعدد اسنانه ستون .

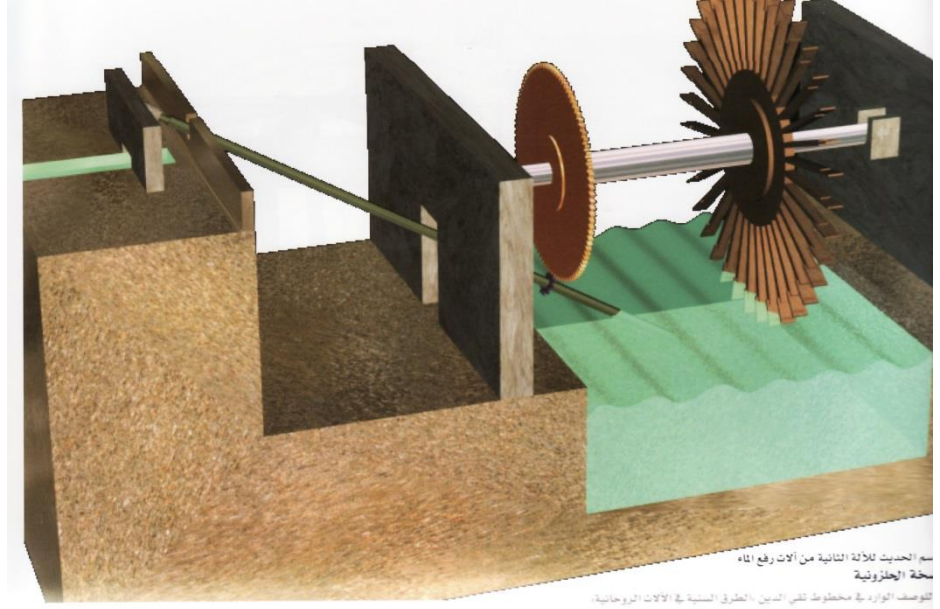
#### طريقة العمل

يركب الأنبوب مائلاً على محورين في طرفيه بحيث يدور على نفسه بدون خلل علماً بان طرفه القريب من الدندانجة يغطس في الماء المنوي رفعه . أما الطرف الأخر فيكون فوق قناة تجميع الماء .  
يُرفع محور دولاب الماء على عضادتين بحيث تتشابك اسنان الدولاب المثبت على محوره مع أسنان الدندانجة المثبتة على الأنبوب .  
بهذه الطريقة عندما يدور دولاب الفراشات يدور معه الدولاب الكبير المثبت على محوره وتدور الدندانجة ومن ثم الأنبوب المجوف فيصعد الماء في الأنبوب من الطرف الغارق في الماء ويخرج من الطرف الأعلى لينصب في القناة المخصصة له .  
ومن الملاحظ بأنه لكل دورة من دولاب الفراشات يدور الأنبوب عشر دورات وذلك وفقاً لنسبة الأسنان المتشابكة وهي (60/6) .



الرسم كما ورد في مخطوط تقي الدين

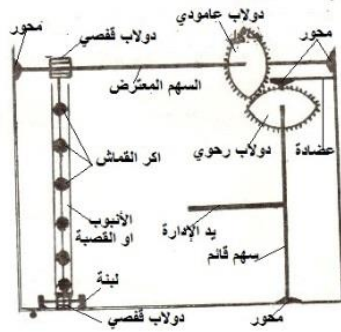




الرسم الحديث للمضخة الحلزونية

### ج - مضخة الحبل ذي الإكر

لم يرد ذكر هذه المضخة في "كتاب الحيل" لبني موسى ولا في كتاب الجزري "الحيل الهندسية". أما بالنسبة للكاتب الغربيين فإننا نجد وصفا لهذه المضخة عند أغريكولا (1) في كتابه عن المناجم والمعادن الذي نُشر في عام 1556 وذلك بعد وفاته بعام واحد. لكن تقي الدين انتهى من كتابة مخطوطته "الطرق السنية في الآلات الروحانية" في عام 959 هجري أي 1552/1551 م. فمن الواضح أنه سبق أغريكولا بهذا الوصف. وهنا تكمن أهمية هذه المضخة. من جهة أخرى إن هذا النوع من المضخات الذي يلجأ إلى الدلاء المعلقة بجنزير أو حبل يمكن بواسطته رفع المياه إلى نحو 72 متر (240 قدم) بينما المضخة ذات المكبس فيحدد الإرتفاع بحوالي العشرة أو العشرين أمتار.



الصورة من المخطوط وقد أضيف عليها الأسماء

### أجزاء المضخة

قفس كبير تُبث في داخله الأجزاء التالية :

- 1- أنبوب عامودي فارغ ( أو قصبية فارغة) مفتوح من الطرفين وفي داخله حبل رُبط فيه مجموعة من إكر القماش على أبعاد متساوية، يغوص طرفه الأسفل في الماء بعمق حوالي الشبر.

1-Georgius Agricola (1494-1555)- savant allemand du XVIe siècle – considéré comme le père de la métallurgie du fait de son ouvrage De Re Metallica(publié en 1556) qui constitue le premier ouvrage sur les techniques minières et le travail du métal.

2- سهم معترض مركب في عضاتين بمحورين من الحديد. في إحدى طرفيه وعلى بعد قليل ثبت دولاب قفصي فوق الفتحة العليا من الأنبوب. وفي الطرف الآخر وعلى بُعد حوالي الشبر منه تُبَتّ دولاب عامودي.

3- دولاب قفصي آخر يدور حول محور أفقي في أسفل القفص وداخل الماء وذلك مقابل الفوهة السفلى للأنبوب الغارقة في الماء.

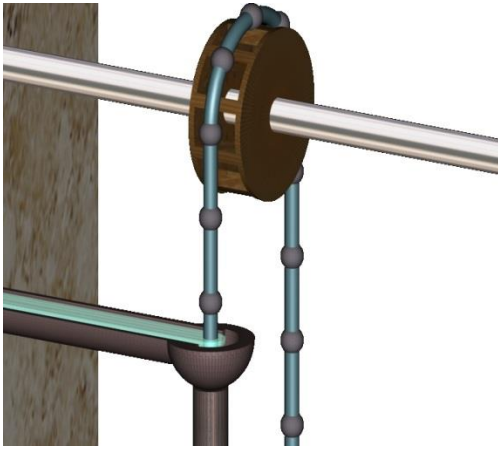
4- سهم عامودي يحمل قريباً من طرفه الأعلى دولاب رحوي تتشابك أسنانه مع الدولاب العامودي السابق كما تُبَتّ في وسطه يد للإدارة.

**ملاحظة:** إن الحبل الذي يحمل اكر القماش يجب ان يُلف حول الدولاب القفصي الأسفل ثم يصعد داخل الأنبوب ويُلف مجدداً حول الدولاب القفصي الأعلى ومن ثم يُربط طرفيه بحيث لا يكون مشدوداً ولا مرخياً.

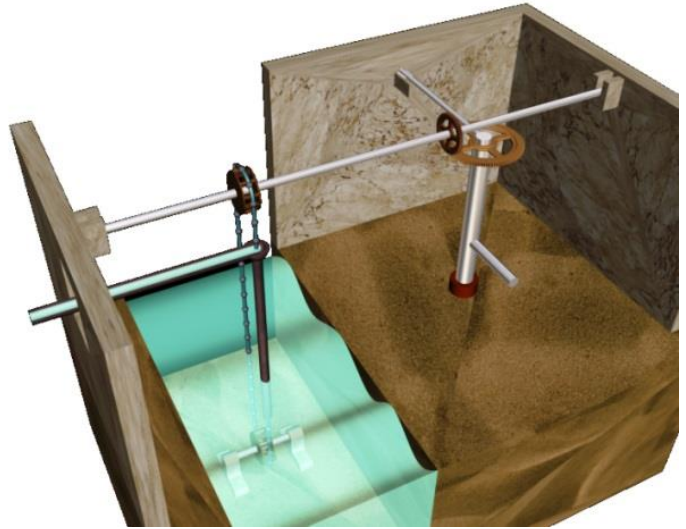
أما بالنسبة لاکر فيجب أن تكون مربوطة بالحبل ربطاً محكماً وكل اكره تخنها قدر وسط الأنبوب تمشي فيه بسهولة من غير خلل بينهما، علماً بأن المسافة بين أكرتين هي حوالي الشبر.

#### طريقة العمل

نعمل إلى إدارة اليد المخصصة لذلك بيد إنسان أو تربط بعنق حيوان. عندما يدور الدولاب المسنن الرحوي ويدور معه الدولاب العامودي فيدور بحركته الدولاب القفصي فيُجذب حبل الاكر من جوف القصبه ويسحب الماء في خلل الاكر إلى أن يصعد وينصب في الحوض المُعد له.



مقطع يظهر حبل الاكر والدولاب القفصي



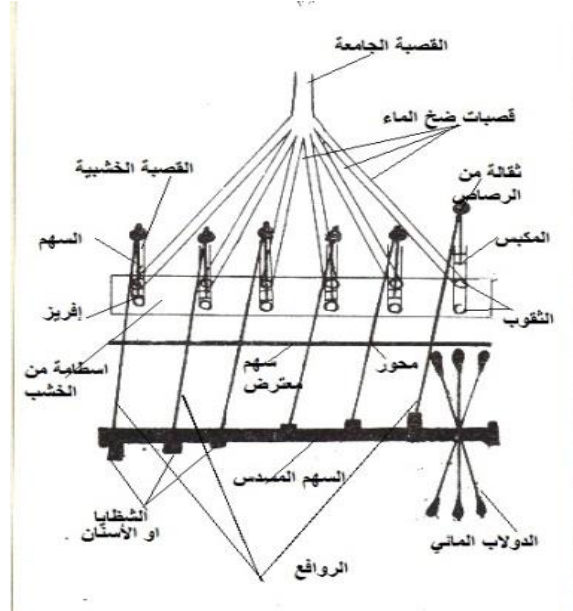
الرسم الحديث لمضخة الاكر

## د – المضخة ذات الاسطوانات الستة

تعتبر هذه المضخة من أهم آلات رفع الماء التي وصفها تقي الدين وأنه يعترف بنفسه بذلك حيث يقول: "وهي من الطرائق المحكمة بل هي اضبط من كل ما تقدم". من جهة أخرى لم يرد أي وصف لمضخة مماثلة في أي من المراجع العربية والغربية في القرن السادس عشر علماً بأن هذا العصر سُمي بعصر المضخات نظراً لصدور عدة كتب تبحث في هذا المجال .

### أجزاء المضخة

- أ – اسطامة من الخشب مربعة وطولها نحو ذراعين مقسومة إلى ستة أقسام وفي كل قسم منها ثقبين مستديرين أحدهما نافذ إلى الجهة الأخرى والآخر غير نافذ إلى السفلى بل منعطف ونافذ إلى رقيقه. ونعمل في كل الخروق النافذة إفريزاً عليه غطاء محكم ,
- ب- ست قصبات طويلة من الخشب تُركب على طرف كل منها إفريزاً عليه غطاء محكم وتُركب كل واحدة على فم ثقب من الأتقاب الغير نافذة بحيث يكون الإفريز إلى أسفل. عند العمل سوف يخرج الماء المرفوع من تلك القصبات. تتعطف رؤوس تلك القصبات بعضها إلى بعض وتسوى بالقطع ثم يركب فوقها قصبه جامعة لها جميعاً
- ج – ست قصبات طول الواحدة نحو من شبر بحيث تكون كل قصبه متساوية الرأسين والوسط والتجويف، ونعمل لكل واحدة منها سهم حديد في رأسه فلسان ملفوف بينهما خيطاً من القنب مرطب بالشحم على قدر القصبه ، وفي رأسه الآخر رزة. ويحمل كل سهم على رأسه ثقالة من الرصاص يكون ثقلها أكثر من ثقل الماء الذي يتعبا في القصبه الطويلة الأخذه الماء إلى جهة العلو. تتركب تلك القصبات على الثقوب النافذة.

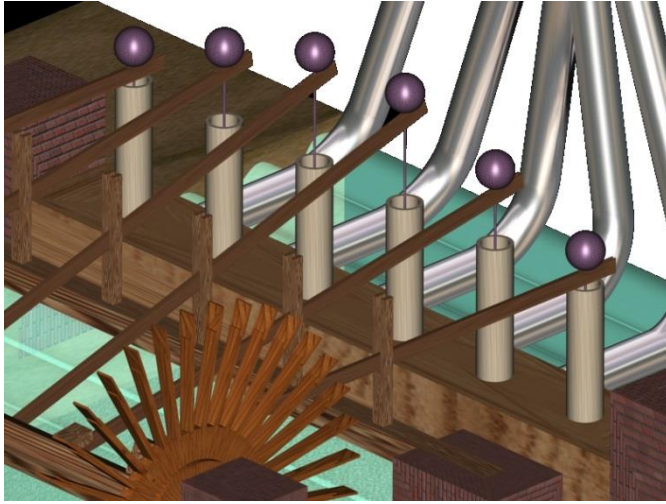
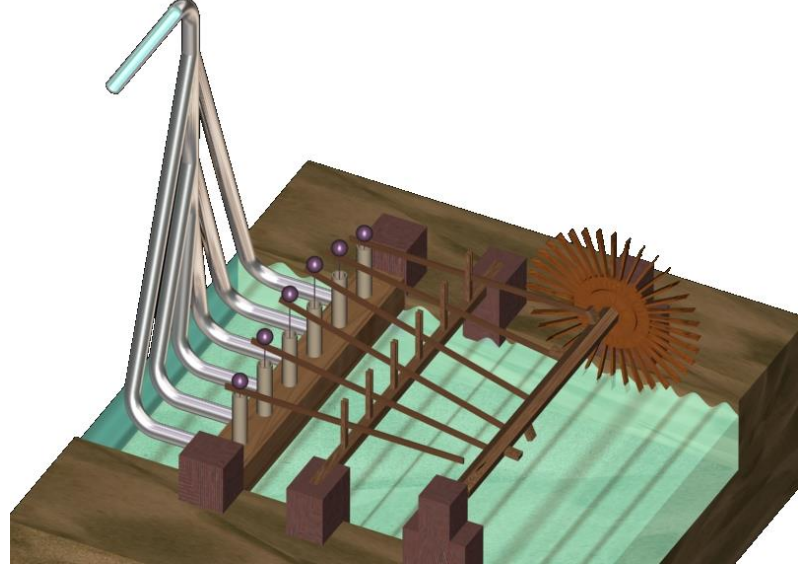


الرسم مأخوذ من مخطوط تقي الدين أضيف إليه أسماء الأجزاء

- د – سهم معترض موازيا لرؤوس السهام التي في القصب تُثبت فيه ست محاور للروافع
- ه – سهم مسدس يحمل ست شظايا بحيث تُثبت كل واحدة منها وجه من وجوهه وعلى أبعاد تناسب أبعاد ثقوب الاسطامة كما يحمل في إحدى طرفيه دولاباً مائياً.
- و – ست روافع مركبة على محاورها المثبتة على السهم المعترض علماً أن طرف كل رافعة قد اتصل بالرزة الموجودة على رأس القصبه حاملة الثقل أما الطرف الآخر فإنه يلقى شظية من الشظايا الموزعة على السهم المسدس.

## طريقة العمل

نضع الاسطامة في الماء المنوي رفعه وندير دولاب الماء الكبير فيدور السهم المسدس وتغمز الشظية الرافعة الأولى فيرتفع السهم المثقل إلى آخره ويجذب الماء ثم يسقط السهم بفعل وزن الثقل الموجود على رأسه بعد ان تكون الرافعة قد تخلصت من الشظية ، فيضغط الماء ويرتفع في القصب الطويلة ومنها إلى القصب الجامعة. وهكذا كلما سقطت واحدة وتخلصت من سنها تعلق الأخرى فيتابع خروج الماء من القصب الجامعة المشتركة .



الرسم الحديث لمضخة الأسطوانات الست

(Muslim heritage 1001 inventions) لطريقة العمل راجع الفيديو من إعداد مجموعة الف إختراع وإختراع

<http://sanjakdar-chaarani.com/sai-j3x/index.php/les-videos> (6 cylindre 1 , et pompe Taqi 2 )

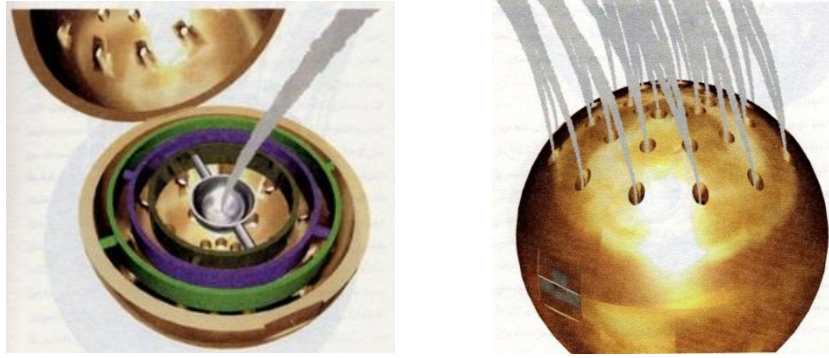
### 3 - في أنواع شتى من الملائح واللطايف

في هذا الفصل يصف تقي الدين مجموعة من الآلات اللطيفة التي وردت عند الجزري كالساقى وطشت لغسل اليدين وغيرها إلا إنه ينفرد في وصف كل من مبخرة الفرش وسر سير العاشق حيث تظر فيها تقنيات حديثة لم تستعمل من من سبقه في هذا المجال .

#### أ- مبخرة الفرش

يقول تقي الدين " وهي قطعتان كل واحدة نصف كرة متصلة كل واحدة منهما بالأخرى بنرماذجة ولها إفريز بحيث تنطبق كل واحدة على أختها ولها قفل يضبطتها وهي مبخشة من سائر جهاتها بحيث إذا وضع في جوفها النار والبخور سعد من الأبخاش دخانه ، وفاندها إذا أدرجت في الفرش لا تحرق شيئاً ولا تنقلب النار من وسطها بل لا تزال النار في المكان الذي وضعتها فيه لازمة وضعاً واحداً.

لقد عمدنا إلى تنفيذ الرسم وفقاً للوصف علماً أن المخطوط لا يحتوي أي رسم للمبخرة .



الرسم الحديث لمبخرة الفرش

الشكل الداخلي

الشكل الخارجي

#### أجزاء المبخرة الداخلية

- 1- طوق ملحوم الطرفين كالدائرة أصغر من الكرة يدور في محورين مثبتين على محيط الكرة وفق قطرها ( الطوق الأخضر في الرسم )
- 2 - طوق آخر أصغر من الأول (اللون البفسجي في الرسم) يدور حول محوران مثبتان في الطوق الأول وفق قطر منه
- 3- طوق ثالث أصغر من الثاني (اللون الرصاصي في الرسم) يدور حول محوران مثبتان في الطوق الثاني وفق قطر منه مع العلم بأن محور الطوق الثالث يجب أن يكون على مسافة ثلث القوس ما بين محور الطوق الأول والثاني.
- 4- سكرجة من النحاس مثل الطاس بشكل نصف كرة يكون محيطها أصغر من محيط الطوق الثالث بحيث تدور فيه. ومن الضروري تثقيب السكرجة في أسفلها حتى لا تنقلب. تتركب هذه السكرجة على محورين متقابلين في محيط الطوق الثالث بحيث تكون تلك المحاور على بعد ثلث القوس ما بين محور الطوق الثاني ومحور الطوق الثالث.

هذا ويجب أن يكون دوران هذه المحاور في أقطابها دوراناً سلساً.

#### طريقة العمل

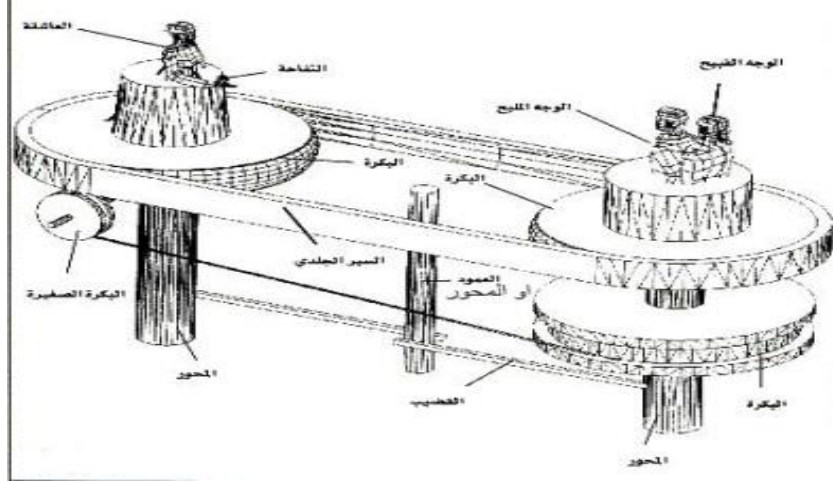
يقول تقي الدين: " فمن المعلوم أنه إذا وضع النار والبخور في السكرجة وطبقت الكرة وأقفلت ودُحرجت فإن السكرجة بتقل سفها لا يزال سطحها موازياً للأفق وتبديل المحاور في الدوران ولا ينقلب ما في السكرجة من النار أصلاً ولا يزال ساكناً في وسطها"

ونلاحظ بعد ذلك تصاعد دخان البخور من الثقوب .

## ب - سرير العاشق

إنفرد تقي الدين باستعمال تقنية جديدة في وصف سرير العاشق وهو السير الجلدي الذي يربط حركة الدواليب.

يقول تقي الدين: "وهو صندوق لطيف عليه شخصان متقابلان إحداهما بوجهين وجه مليح ووجه قبيح فإذا أدير الوجه المليح كان الشخص المقابل له مُقبلاً بوجهه عليه ماداً يده إليه بتفاحة أو زهرة وغير ذلك وإذا أدير الوجه القبيح انصرف بوجهه عنه وأدار ظهره إليه وجمع يده بما فيها إلى صدره" - الرسم غير موجود -



الرسم الحديث لسرير العاشق

### أجزاء الآلة

- صندوق خشبي على شكل سرير وفي داخله محورين قائمين بارز طرف كل منهما من التخت. يحمل كل منهما في داخل الصندوق بكرة أو دولايب من الحديد أو الخشب. أما راس كل محور فينتهي بقاعدة على شكل اسطوانة وتكون داخل الصندوق .

- سير من الجلد المحكم الدباغ الذي لا يطول بالشد يُؤف حول الدولايبين.

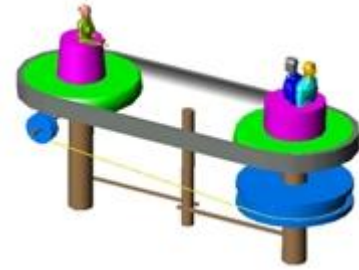
- القاعدة الأولى تحمل تمثال نصفي لإمرأة حسنة المظهر تحمل بيدها اليمنى تفاحة أو زهرة ، أما القاعدة الثانية فتحمل تمثال نصفي لرجلين في وضع ظهرأ لظهر، احدهما ذو وجه جميل والآخر قبيح. هذا وإن التماثيل يجب أن تظهر للعوام وذلك بأن تكون على سطح الصندوق .

- يحمل محور الرجلين وفي داخل الصندوق بكرة مُثبتة تدور بدوران الدولايب الكبير . كما تُثبت بهذا المحور مسطرة متوسطة الطول لتعيق حركة دوران الدولايب. أما محور المرأة فيحمل بكرة صغيرة تساعد على حركة يدها.

- تُركب يد المرأة بنزماذجة بعضها بحيث تدور اليد وتنضم إلى الصدر وتنفتح على زاوية قائمة وذلك بواسطة إصبع ملحومة وفيها رزة داخل البطن. تربط خيط سميك بالرزة ومن ثم نعطفه على محور البكرة الصغيرة ومنها يُثبت في بكرة محور الرجل.

### طريقة العمل

يتضح مما تقدم بأنك إذا أدت تمثال الرجلين يدور تمثال المرأة بفعل السير الجلدي وكذلك تتحرك يدها بفعل دوران البكرة الصغيرة. وحيث أنه تم التوقيع في العمل على أن تكون يد المرأة ممدودة عندما يكون يقابلها الوجه الجميل فمن الطبيعي ان تواجه الوجه القبيح عندما تدير ظهرها إليه و تضم يدها إلى صدرها.



الرسم الحديث لسرير العاشق

#### 4- في عمل السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار فيدور بنفسه من غير حركة حيوان

يختتم تقي الدين هذه المخطوطة بوصف سيخ اللحم. يستهل الوصف بشرح الطرق المعتمدة في عصره لتدوير السيخ حيث يقول: " وهو قد عمله الناس على أنحاء شتى منها أن يكون في طرفه دولاب بفراشات ويوضع بحذاءها إبريق من النحاس المفرغ المسدود الرأس المملؤ بالماء ويكون بلبلته قبالة فراشات الدولاب ويوقد تحته نار، فإنه يبرز البخار محصوراً باللبيلة المذكورة فيديره فإذا فرغ الماء من الإبريق قرب إليه ماء بارد في إناء بحيث تغطس اللبيلة فيه فإنه يجتذب بحرارته جميع ما في لإناء من ماء ثم يبدأ بدفعه. وعملوه أيضاً على حركة الدخان البارز من الأوجاق ورتبوا أيضاً حركته على حركة ثقالة من الرصاص كما في السواقي التي تدور بالدولاب والرقاص."

تستوقفنا هذه المقدمة من وجهات عدة اولها ان تقي الدين يقول وقد عمله الناس ومعنى هذا انه يلاحظ ويسجل ما يدور حوله من التطبيقات العملية التي تثير فضوله العلمي للقيام بالتعديل والتحسين قبل الإقتباس. من جهة أخرى إن عبارته "فإنه يبرز البخار محصوراً باللبيلة المذكورة فيديره". ومعنى هذا إن تقي الدين ادرك قوة البخار المحصور في تدوير آلة السيخ حيث تتحويل طاقة البخار إلى طاقة ميكانيكية. علما بان المراجع تشير إلى هيرون الاسكندري<sup>(1)</sup> الذي يصف الكرة التي تدور بفعل البخار دون أن يدرك أو يشير إلى البخار لكنه يكتفي بعبارة الهواء الساخن.

هذا وإن المراجع<sup>(2)</sup> تشير بأن حالة تحول الماء إلى بخار لم تكن مُعَرَّفَة قبل اوائل القرن السابع عشر فكانوا يعترفون فقط بوجود الهواء الساخن بفعل الحرارة أو بمعنى آخر كان يُعَرَّف على البخار بأنه هواء ساخن. وكذلك الحال بالنسبة لقوة إندفاع البخار التي تتحول إلى طاقة ميكانيكية.

في عام 1629م أورد برانكا<sup>(3)</sup> وصفا لعنفة بخارية لكنها كانت غير قابلة للتطبيق العملي. أما في عام 1648 فقد وصف ويلكنز<sup>(4)</sup> آلة لتدوير السيخ بواسطة العنفة البخارية.

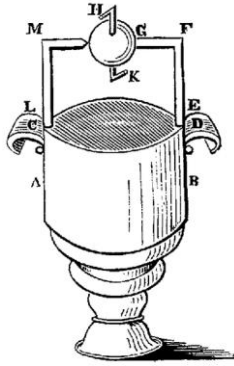
بذلك يكون تقي الدين أول من ذكر العنفة البخارية بمفهومها الصحيح وذلك ببُعد نظره العلمي وفكره الموسوعي .

1 – Héron d'Alexandrie ( I<sup>e</sup> siècle avant Jésus Christ ).Son petit traité **SPIRITALIA** renferme la description d'une série d'appareils destinés à manifester certains effets curieux de l'air et de l'eau.

2 – Louis Figuier – Les merveilles de la science /Machine à vapeur

3 – Giovanni Branca ( 1571-1645 )ingénieur , architecte italien – Le Machine-1629-

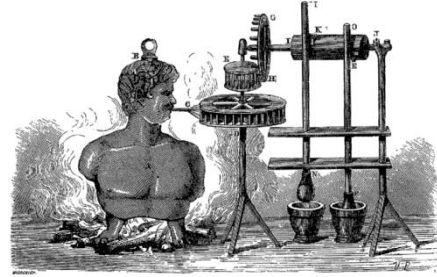
4 – John Wilkins (1614-1672) – Evêque de Chester – Mathematical Magick-



آلة ذونكا<sup>(1)</sup> تعمل بواسطة الدخان  
1621م



آلة برانكا تعمل بواسطة البخار  
1629



كرة هيرون الإسكندري  
القرن الأول قبل الميلاد

وصف تقي الدين للشيخ الذي يشوى به اللحم من غير حركة حيوان

يقول تقي الدين: " إنه في سنة ثلاث وخمسين وستماية بدار السلام في القسطنطينية العظمى فكرت أنا وأخي الأكبر في عمل هذا الشيخ على أسلوب غير الأساليب السابقة قابل للنقل والتحويل من جهة إلى جهة أخرى غير متوقف على أمر خارج عن ذلك كالإبريق المذكور وما يحتاج إليه من ماء والنار وكالدخان والثقال الرصاص..."

ثم يبدأ بشرح مفصل لكل جزء من أجزاء الشيخ كما يوضح طريقة صنعه وتركيبه موضحاً ذلك بصورة حيث يقول " وهذه صورته". لكن النسخة التي بين أيدينا وفي مكان وصف الشيخ خالية من الصور فعمدنا إلى إعادتها معتمدين على الشرح المفصل والدقيق لتقي الدين.

أجزاء الآلة وفقاً للشرح

تتألف الآلة من القفص وهو عبارة عن صندوق حديدي مكعب يحتوي على جميع أجزاء الآلة وهي :

- الدولاب الأساسي وهو من الحديد النقي السالم من التشعيب متناسب صحيح الإستدارة وقطره نحو شبر ويقسم محيطه إلى مائة قسم.

- علبة قليلة الثخن تُثبت على الدولاب الأساسي بحيث يكون محورها نفس محور الدولاب وتحمل في طرف محورها الخارج عن الصندوق تربيعاً ليدخل فيه المفتاح.

- دولاب ذو أسنان منشارية يُركب في أسفل العلية بحيث يكون محوره نفس محور الدولاب الأساسي . يحمل هذا الدولاب نماذجاً ووراءها قوس لكي يعيق حركة الدولاب بالإتجاه المعاكس.

- قطعة من الخشب كمثرائية الشكل تدعى الإيجاصة تُثبت على العلية .خُفر في محيطها حوزراً حلزونية تسمح بتمرير حبل عليه وهذه القطعة تدعى المُعِيل

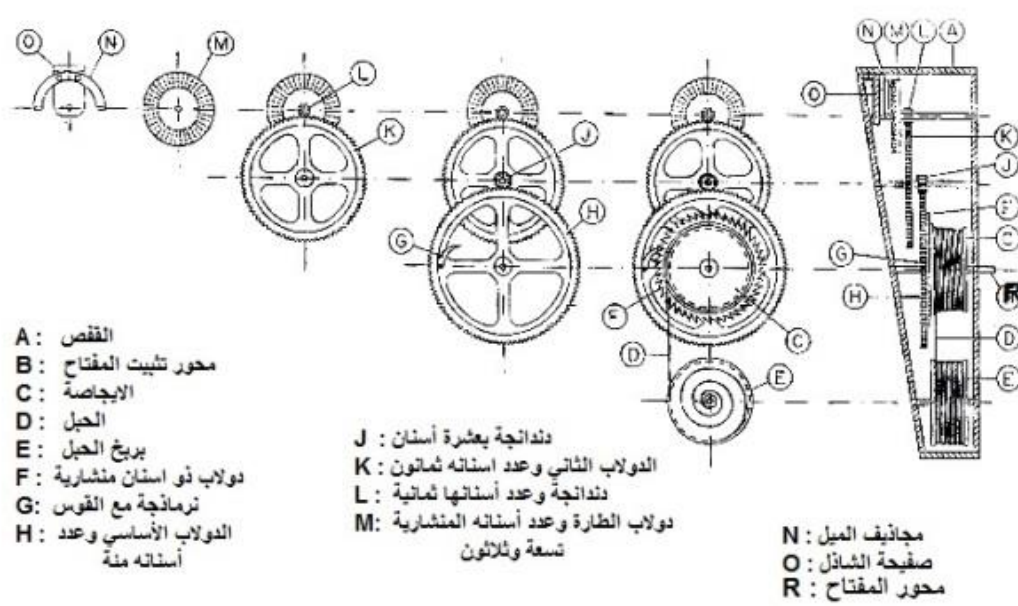
- دولاب آخر وعدد أسنانه ثمانون سناً ويحمل على محوره دندانجة بعشرة أسنان تتشابه أسنانها مع أسنان الدولاب الأساسي.

- دولاب الطارة وعدد أسنانه تسعة وثلاثون سناً وعلى محوره دندانجة بثمانية أسنان تشبك مع أسنان الدولاب الأخر.

1- Vittorio Zonca (1568- 1602): Traité intitulé "Nuovo teatro di machine" ed edifizj per varie e sicure operazioni, Padoue, 1607 ou 1621, in-fol. On cite encore des éditions de 1653 et de 1656 .



- الميل وله مجذافان يُثبت على صفيحة الشاذل
- صفيحة الشاذل قطعة معدنية تحمل المجاذيف وتوقع أمام دولاب الطارة
- السهم الذي يحمل اللحم (اي السيخ) يُوقَع في صفيحة الشاذل من إحدى طرفيه ليدور ، أما الطرف الآخر فيوضع في خرق او محور صغير في عضادة في طرف الصندوق.
- الجاذب وهو صفيحة من الحديد طولها قامتان ونصف وعرضها نحو أربعة أصابع مضمومة، تطوى كالسير لفاً وتوضع قسراً داخل العلبة.
- علبة أخرى تدور حول محور عرضي مع محور الدولاب الأساسي وتحتوي على السير الملفوف وعلى محيطها من الخارج يُلف الحبل الذي سوف ينتقل على الحزوز الحلزونية للإجاصة بفعل الدوران.



الرسم الحديث للآلة السيخ

#### طريقة العمل

يقول تقي الدين : " تضع المفتاح في مكانه وتديره فتدور العلبة وتدور الكمثره ويلتف الحبل عليها إلى آخرها بانقसार الصفيحة (الموجودة داخل العلبة) حتى النهاية ثم تخرج المفتاح. فلا تقدر أن تعود بسبب الدولاب المنشاري والنرمانجة المركبة عليه فتقتضي الصفيحة بفك نفسها فتدير الدولاب الأول ويدور الثاني ويدور الثالث ويحرك المعطل إلى أن ينتهي الدور " وهكذا يعمل السيخ من تلقاء نفسه دون حاجة إلى إبريق البخار أو حيوان يديره كما أراد تقي الدين .

لكي يتعرف القارئ على دقة الوصف عند تقي الدين سننقل حرفياً كيف وصف تقي الدين السير المعدني ( المعروف بالزنبرك) وعلبته وكيفية توقيعهم

يقول تقي الدين : " ... ثم تأخذ صفيحة طولها نحو قامتين ونصف وعرضها نحو أربعة أصابع مضمومة من الحديد الصلب أو الفولاذ وتطويها كالسير لفاً حتى تنتهي ويكون لفاً متجافياً قليلاً وهذه صورتها (لا توجد صورة بل فراغ أبيض)، ثم تعمل لها عابة من الحديدي تسعها مقسورة قليلاً وعرض هذه العلبة قدر طول سهم الدولاب الأول فيما بين نفس قطبه واول التربيعة التي فيه وتقسر هذه الصفيحة قليلاً وتدخلها في العلبة وتسمر طرفها الخارج في محيطها وتعمل محوراً مشقوقاً مستديراً طول المحور الأول وطرفاه مربعان هذه الصورة ( فراغ أبيض لا وجود للصورة) ويكون الشق فيه إلى نحو ثلاثة أرباعه وتكون قد خرقت العلبة من قطبها بقدر تدويره هذا المحور وتدخله في العلبة بحيث يكون طرف الصفيحة الداخل داخل الشق الذي فيه وتكون قد خرقت الغطاء أيضاً من رأسه بقدر ثخن فاضل السهم وتدخل الغطاء وتسمر على شفته العلبة بحيث يبقى المحور ممكن الإدارة..."

وعلى هذا المنوال من الدقة والتفسير يصف تقي الدين آلاته مما يساعد القارئ على التنفيذ دون عناء.



الصورة الحديثة للشيخ بالأبعاد الثلاثة

<http://sanjakdar-chaarani.com/sai-j3x/index.php/les-videos>

تابع حركة الشيخ من خلال الفيديو من إعداد المؤلف

Broche totale clip 2