Mağallaẗ Al-Itiḥād Al-ʿām Lil Aṯārīyin Al-ʿarab (JGUAA) 25, №1, 2025 (163-196)

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

Received at: 2024-08-11 Accepted: 2024-10-14 Available online: 2024-12-23

Islamic Influences on European Time Instruments Through Models Preserved at the Helwan Observatory(Artistic Archaeological Study)

Wafaa Zakaria Abdullah
Curator of the Helwan Observatory Museum
Wafaazakaria12@gamail.com

Abdulaziz Salah Salem
Vice Dean of the Faculty of Archaeology for Community Service and Environmental Development Affairs Faculty of Archaeology – Cairo
azizsalem2002 @hotmail.fr

Amal Ahmed Hassan Al-Omari
Emeritus professor in the Department of Islamic Archeology
Faculty of Archeology - Cairo University
gmail.com@amalelemary

Abstract:

The research deals with the publication of a set of astronomical clocks for the first time from the Helwan Observatory, and it begins with mechanical clocks that used the rod escapement technique. They remained the most common time-measuring instrument until the invention of spring clocks and pocket watches in the sixteenth century AD, then the invention of pendulum clocks in the seventeenth century. Gregorian. Then, in the twentieth century, the basic unit of time interval was considered to occupy a prominent place in astronomy. The precise investigation of the second became possible thanks to the development in the science of timekeeping, but it also changed many areas of measurement, so crystal oscillators were invented, and then atomic clocks, which were based on the definition of the second.

While identifying the most important elements, decorative units, and raw materials used, in addition to restricting the written texts on them and extracting the most important features that characterized these clocks in that period, in addition to many shapes and photographs.

Keyword:

Clocks, Bankam, Shortt-Synchronome Clock

التأثيرات الإسلامية علي أدوات الوقت الأوروبية من خلال نماذج محفوظة بمرصد حلوان (دراسة آثارية فنية)

وفاء زكريا عبدالله محمد الشاذلي

أمين مُتحف مرصد حلوان

آمال أحمد حسن العمري

أستاذ متفرغ بقسم الآثار الإسلامية كلية الآثار – جامعة القاهرة

عبدالعزيز صلاح سالم

وكيل كلية الآثار لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة كلية الآثار – جامعة القاهرة

الملخص:

يتناول البحث نشر مجموعة من الساعات الفلكية لأول مرة من مرصد حلوان، ويبدأ البحث بالساعات الميكانيكية التي استخدمت تقنية الأوزان المعلقة أو العجلات المسننة، فظلت أكثر آلات قياس الوقت شيوعًا حتى اختراع الساعات الزنبركية وساعات الجيب في القرن السادس عشر الميلادي، ثم اختراع الساعات البندولية في القرن السابع عشر الميلادي؛ ثم اعتبرت في القرن العشرين الوحدة الأساسية للفاصل الزمني لتحتل مكانة مرموقة في علم الفلك، حيث أصبح التحقيق الدقيق للثانية ممكناً بفضل تطوير في علم ضبط الوقت والعديد من مجالات القياس أيضاً، فاخترعت المتذبذبات البلورية ثم الساعات الذرية، والتي اعتمدت على تعريف الثانية.

مع الوقوف على أهم العناصر والوحدات الزخرفية والمواد الخام المستخدمة، بإلاضافة إلى حصر النصوص الكتابية عليها واستخلاص أهم السمات التي اتسمت بها هذه الساعات في تلك الفترة، فضلاً عن العديد من الأشكال والصور الفوتوغرافية.

الكلمات الدالة:

الساعات؛ البنكام؛ ساعة شورت سينكرونوم.

المقدمة :

منذ القدم كانت الحاجة إلى التدقيق في القياس للوقت، فكان ذلك باعثاً على اختراع الآلات والتدرج فيها من الإتقان إلى ما هو الأتقن منه حتى وصلت إلينا الساعات على ماهي عليه.

حقيقة كان لعلم الفلك واستخدام الظواهر الفلكيةٌ دور كبير في الحضارةالإسلامية والفقه الإسلامي، فقد زاد الاهتمام بعلم الفلك والرياضيات في تحديد الزمن، حيث بدأت معرفة الوقت من خلال الحركة الظاهرة للشمس اليومية فأدرك مفهوم الزمن وابتكرت آلالات تُساعد على قياس الزمن وأجزائه وبناء عليه اهتم علماء الفلك بصناعة الساعات الشمسية(المسلات–المزاول) بغرض التحديد الدقيق لمواقيت الصلاة و لتحديد مواقيت بعض العبادات أيضًا، ولابد للرصد الفلكي من الإستعانة بأجهزة وآلات للقياس لمتابعة حركة الكواكب

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

والنجوم، ويعد الأسطرلاب أول الآلات الرصدية الذى استخدمه العرب في رصد الأجرام السماوية ولتحديد ارتفاعات النجوم والأبراج وكذلك في تعيين الوقت وذلك من خلال معرفة ارتفاع النجوم قوية الإضاءة[١]؛فكان يُصنع من الذهب، وكان يعلق في المنازل أو يوضع في الجيوب مثل الساعات التي انتشرت بعد ذلك[٢]،

واشتهر بتطويرها وصناعتها مجموعة كبيرة من العلماء والصناع العرب والمسلمين؛ ولعلّ إنجاز ابن الشاطر الأهم يكمن في دقة آلته ودوامها، ويشهدُ لذلك أن ابن أيبك الصفدي (ت٧٦٤هـ) ذكر –في كتابه"الوافي بالوفيات"– أنه رأى اسْطرْلاب ابن الشاطر(الأَسْطرْلابُ آلة فلكية قديمة تكشف حركة الأجرام السماوية وتحدد الوقت والاتجاهات)؛ فأعجب به إعجابًا شديدًا حتى إنه نظم في ذلك شعرًا جاعلا آلة ابن الشاطر مضرب مثلٍ في حسن دورانها وانتظامه[٣] .

وفي خلال فتح العرب لبلاد الأندلس أدخل العلماء المسلمون تحسينات وتعديلات عديدة على الأسطرلاب ومن أشهرها أسطرلاب الصحيفة الزرقالية[٤] لرصد حركة الشمس وتحديد أوج مدارها، وقد تسرب استخدامه إلى الكثير من الدول الأوروبية.

إلا أن الأسطرلاب الفارسي الذي صنعه محمد بن أبي بكر الراشدي الأيوبي الأصفهاني (عام ٦٠٨ هـ/ ١٢٢١م) بداية ظهور فكرة اختراع الساعات الميكانيكية الدواليب المسننة والمعشقة والتي لم نجدها من قبل في صناعة الأسطرلاب (شكل١) ويحمل توقيع صاحبه محفوراً في الخلف (صنعه محمد بن أبي بكر بن محمد الراشدي الإبري الأصفهاني) ويعود تاريخه إلى أوائل القرن الثالث عشر الميلادي[٥] ويحتوي على أقدم سلسلة تروس كاملة في العالم[٦].

---

[١] عبد العزيز، محمد الحسيني، *المسلمون والعلوم الفلكية*، الوعي الإسلامي، وزارة الأوقاف والشئون الإسلامية، س٢٢، ع. ٢٥٥، ربيع الأول ١٤٠٦هـ، ٨٩.

[٢] شعبان، سعد، "فضل المسلمين على علم الفلك"، *الوعي الإسلامي وزارة الأوقاف والشئون الإسلامية*، مج. ٢٦، ع. ٣٠٢، ١٩٨٩، ٩٦.

[٣] أفلاكُ شوقيَّ مُذْ تغيَّب شخصُكم دارت على قُطْب الجَوَى فِي خاطري
لا يعـتريها فَتْرَة فِي دورهـــا فَكَأَنَّهَا اسْطُرلابُ إبْـنِ الشاطر
https://islamonline.net/%D8%AA%D8%A7%D8%B1%D9%8A%D8%AE- Accessed on 16/8/2024

[٤] اخترع الزرقالي نوعاً جديداً من الأسطرلاب معروف باسم (الصفيحة الزرقالية) التي حظيت بأهمية كبيرة، وقد دخلت هذه الصفيحة إلى مجال علم الفلك تحت اسم (الأسطرلاب الزرقالي)، وفي القرن الخامس عشر، نشر راجيومونتانوس مخطوطاً يبين فيه مجمل فوائدها، وهو من الأوائل الذين أثبتوا حركة أوج الشمس بالنسبة للنجوم، ووجد أنها تصل إلى ٠٤،١٢ دقيقة قوسية في السنة (والقيمة الحقيقية هي ٨ ،١١ دقيقة قوسية).

[٥] محفوظ في متحف تاريخ العلم التابع لجامعة أكسفورد، أنظر:
.https://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue Accessed on 2/10/2024

[٦] التروس التي تحرك المخططات التقويمية الثلاثة الموجودة على الجزء الخلفي من الأسطرلاب. تمثل النافذة الدائرية في الجزء العلوي من الأداة طور القمر، حيث تظهر هنا الربع الأول؛ تعطي النافذة المستطيلة الصغيرة على اليمين عمر القمر وبالتالي

ولم يتحدد لدى المؤرخين والباحثين ظهور الساعات الميكانيكية وإنما اجتمعوا على براعة وإعتناء علماء الحضارة الإسلامية بها وتقدمت صناعة الساعات فيها، فيعرف حاجي خليفة بأن آلات الساعات أو ما تُعرف بالبنكامات[٧] بأنه علم ما يُعرف به كيفية اتخاذ آلات يُقدر بها الزمن[٨]، وبل وقام بتصنيفها[٩]–ومن بينها ما يتعلق بالبحث– الساعات ذات التروس(الدواليب) يدور كل منها حول محوره إضافة إلى المحور الأساسي[١٠]حيث تعمل بقوة اندفاع الماء من خزان خلال عدد من الأنابيب التي تدير عدداً متتابعًا من التروس متصلة بمؤشر يدل على الوقت.

وقد تطرقت مجلة المقتطف بأن مخترعها مجهول، إلا أنها تُرجح بعض الأقاويل بأنها تعود إلى التاريخ ما قبل ميلاد المسيح عليه السلام[١١]، وفيما بعد تمكن العلماء من اعتبار الآلة بأنها ساعة فلكية ميكانيكية ولا تزال الدراسات قائمة حتى يومنا هذا[١٢]، وتناول حاجي ماقدمته الحضارة الإسلامية لأدق وأقدم الدراسات الميكانيكية من خلال الإنجازات العلمية في هندسة الآلات الميكانيكية في صناعة الساعات[١٣] في(ق٣هـ/٩م)

التاريخ في التقويم القمري. في النافذة السفلية والأكبر، تمثل حلقتين دوارتين للمواضع النسبية للشمس والقمر بالنسبة لبعضهما البعض ومواضعهما المطلقة في دائرة البروج، والتي تم نقشها حول حافة تلك النافذة. داخل الآلة، بين اللوحة الخلفية واللوحة التي تشكل رحم الأم، توجد سلسلة تروس تتكون من خمسة تروس. يتم تدوير الآلية بالكامل بواسطة محور متصل بالشبكة الموجودة في المقدمة. وبالتالي، عند ضبطها بشكل صحيح، تعكس المخططات التقويمية الموجودة على الجزء الخلفي من الجهاز حركات السماوات المرسومة على مقدمة الجهاز، انظر:
https://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/Glossary/mainGlossary/Glossary_ID=6.htm Accessed on 2/10/2024

[٧] البنكامات أو البناكيم: جمع لكلمة البنكام –وهي من آلات الساعات– لفظ معرب من اللغة الفارسية وأصله بنكان بمعنى خزان، وقد خصه صاحب الصحاح الفارسية بزجاج الساعة الرملية، إلا أنه شاع استعماله في اللغة العربية بأنه في كل ما يُعلم به الأوقات، بمعنى أخر ساعة لبيان الوقت؛ شوقي، جلال، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ط١، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، سلسلة التراث العلمي العربي، الكويت: إدارة التأليف والترجمة والنشر، ١٩٩٥م، ٤٣١، ٢٨٦.

[٨] شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ٢٨٦؛ خليفة، حاجي، *كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون* ط. ١، بيروت: دار إحياء التراث العربي، يناير ١٩٩٩، جـ. ١، ٢٥٦، ٢٥٥.

[٩] شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ٢٨٨؛ قام المؤلف بتصنيف الساعات /البنكامات لقياس ساعات النهار فقط والنهار والليل معاً.

[١٠] شعراني، منى سنجقدار، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية*، الدمشقي، تقي الدين معروف في القرن *السادس عشر الميلادي*، الكويت: الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم دار الأثار الإسلامية، ٢٠٠٣م،١.

[١١] مجلة المقتطف، "الساعات من أقدم الأزمنة إلى الآن"، مج. ٧٠، جـ. ٢، فبراير ١٩٢٧م، ١٥٩.

[١٢] الفيديو الخاص بالاكتشاف:
https://www.youtube.com/watch?v=BG-YxFV8wE8 Accessed on20/3/2023

[١٣] شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ٢٨٦.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

ومن خلال كتاب "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" للجزري(ت٦٠٧هـ/١٢١٠م)[١٤]؛ لذا يعتبره علماء التكنولوجيا التطبيقية اليوم بأنه مؤلف هندسي مهم جمع خلاصة ابتكارات الحضارات القديمة التي عرفها العالم آنذاك، واعتبروها إنجازاً مهمًّاً في تاريخ الهندسة الميكانيكية[١٥]، وتضمنت أجزائه الخمس أقسام الحيل وأشكالاً من الآلات الميكانيكية؛ فاستخدمت الماء مصدراً للطاقة كما في الساعات المستوية والزمانية المائية(أشهرها ساعة الفيل)[١٦]؛ إن إبداع الجزري أضاف إلى ما كان معروفا واخترع الكثير من الآلات والوسائل الميكانيكية والهيدروليكية التي ظهر أثرها في التصميم الميكانيكي للمحرك البخاري والتحكم الآلي والتي لا تزال آثارها ظاهرة إلى الآن.

لم تكن الساعات الميكانيكية القديمة (البنكامات) تذكر الوقت، حيث لم تكن بها عقارب وإنما كانت تُطلق إشارة معينة عند مرور ساعة كاملة فتواصلت الابتكارات في الساعات الميكانيكية وخير دليل اختراع ابن خلف المرادي[١٧] أول ساعة تدور بالمسننات وربما أنها ترجع إلى ما خلفه هيرون السكندري[١٨] بمخطوطته مجموعة المسننات لرفع الأجسام الثقيلة بواسطة قوى يسيرة[١٩] (شكل٢)، وفي (ق٥هـ/١١م) في الأندلس، فكانت ساعة مائية تعمل بتقنية تروس متقاطرة معقدة، تتضمن تروسًا متداخلة وتداويرية قادرة على نقل عزم

---

[١٤] الجزري، بديع الزمان أبي العز إسماعيل بن الرزاز، لم يعرف تاريخ ميلاده، ولكنه توفي في عام ٦٠٢هـ/١٢٠٦م، عالم مسلم عربي ولد في منطقة جزيرة ابن عمر بسوريا، ثم عمل كرئيس المهندسين في ديار بكر، وقد حظي برعاية حكام ديار بكر من بنى أرتق، ودخل في خدمتهم لمدة خمس وعشرين سنة، فأصبح كبير مهندسي الميكانيكا في البلاط، وقد صمم آلات كثيرة ذات أهمية كبيرة، وساعات مائية ذات نظام تنبيه ذاتي وصمامات تحويل وأنظمة تحكم ذاتي وكثير غيرها شرحها في مؤلفه الرائع المزود برسومات توضيحية الذى أسماه " الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل"، وقد أتم تأليفه عام(٦٠١-٦٠٣هـ /١٢٠٤-١٢٠٦م).أنظر شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ٢٨٨، ٢٩٥، وأنظر أيضاً، الشيخة، ماجدة علي،" الساعات الأثرية بمساجد مدينة فوه دراسة أثرية فنية في ضوء مجموعة تنشر لأول مرة"، *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، مج.٧، ع.٣٥، سبتمبر ٢٠٢٢، ٨٣١.

RICHARD, J. H., *The Genius of Arab Civilization, Source of Renaissance*, 2nd ed., MIT Press, 205.

[١٥] شعراني، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية، الدمشقي*، ١-٥.

[١٦] الجزري، *الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل*، محفوظة بمكتبة جامعة ليدن، هولندا، رقم شرقي ١١٧.

[١٧] المرادي، أحمد بن خلف (٦٦٨هـ/١٢٦٩م) ويقال أن اسمه محمد أيضاً: عالم ومهندس ميكانيكي أندلسي ومؤلف المخطوطة العلمية "كتاب الأسرار في نتائج الأفكار"، بها تصاميم لعديد من الساعات المعقدة والمبتكرة وشرح أكثر من(٣٠) نوعًا من الآلات الميكانيكية وقد ضمن بعضها مسننات وهي في الأصل محور وعجلة معدلة تقوم بنقل الطاقة الكامنة وتوزيعها بشكل متقطع مما يجعلها تتحكم بالحركة. أنظر جي، سائر بصمه، *تاريخ علم الميكانيك (مراحل تطور الكينماتيك والديناميك والستاتيك) وإسهامات العلماء العرب والمسلمين فيها*، ط٢٠١٦م، بيروت، دار الكتب العلمية، ٥٩١.

[١٨] **السكندري هيرو(ن):** عالم رياضيات قدم العديد من المؤلفات والاختراعات في مجالي الميكانيكا والهندسة وابتكر مجموعة من الآلات والأدوات؛ وذلك في القرن الأول الميلادي.

- SPARAVIGNA, A. C., *Water, Air and Fire at Work in Hero's Machines*, 1. https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1101/1101.3470.pdf1 Accessed on 7/4/2024.

[١٩] شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ٢٨٢.

دوران كبير، كما استخدم المرادي أيضًا الزئبق لإدارة ساعته هيدروليكيًا، وهو ما ميز الآلات الميكانيكية ذاتية التشغيل[٢٠]، ولم يكن هناك ساعة تماثل في تقنيتها، ومن المحتمل أن الساعة الميكانيكية التي يتم الحفاظ على حركتها باستمرار بواسطة وزن المحرك، حلت محل الساعة المائية التي هى بحاجة إلى تنظيفها وتعبئتها أو تفريغها باستمرار، ويبدو أن هذه الساعات الأولى– مثل الساعات المائية – كان لها الوظيفة الأولى المتمثلة في ضرب ساعة معينة (المنبه على سبيل المثال) وبعد ذلك بقليل ضرب عدة ساعات من اليوم[٢١].

ويرجع الفضل في اختراع الساعات الميكانيكية إلى الصينيين ليانغ لينغزان ويي شينغ[٢٢] في(ق٦م). ومنذ منتصف(ق٨هـ/١٤م) أصبحت من الأشياء الشائعة في أوروبا؛ ففي (ق١٠هـ/١٦م) تصاغر حجمها فتعددت صناعتها وأشكالها وأتقن نقشها، وعلى الرغم من ذلك فإنها لايمتلكها ويقتنيها إلا الملوك والأغنياء (شكل٢)، وقد اخترع العرب آلات قياسية مثل الرقاص الذي استعمله ابن يونس[٢٣] في الساعات الدقاقة وقد نسب اختراعه إلى أبي الوفا اليوزجاني[٢٤]، وقد استعمل البندول لحساب الفترات الزمنية في عمليات الرصد[٢٥] ومهما كان من إغفال دور الحضارة الإسلامية في مجال التقنية وتجاهل مؤرخي الغرب ومستشرقيه لدور

---

[٢٠] راشد، رشدي حفني، *موسوعة تاريخ العلوم العربية، الرياضيات والعلوم الفيزيائية (الرياضيات العددية، الجبر، الهندسة، المثلثات، الرياضيات التحليلية، الموسيقى، الستاتيكا، المناظر والبصريات)*، مج. ٤، جـ.٢، ط١، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٩٧م، ١٠٠٨.

[21] Poulle, E., *La mesure du temps et son histoire [note critique Bibliothèque de l'École des chartes Année*, Persée: La mesure du temps et son histoire -persee.fr, 1999 , 225,227.

[٢٢] **لينغ لينغزان ويي شينغ:** مهندس عسكري وموظف حكومي صيني في عهد أسرة تانج من(٦١٨ –٩٠٧م) – حيث ازدهرت ونضجت الحضارة الصينية–، اخترع ساعة مائية ميكانيكية مع الراهب والرياضياتي يي شينغ، والتي كانت في الواقع جهازًا فلكيًا يعمل كساعة مصنوعة من البرونز في العاصمة تشانغآن نحو عام ٧٢٠.أنظر راشد، رشدي حفني، *موسوعة تاريخ العلوم العربية، الرياضيات والعلوم الفيزيائية(الرياضيات العددية، الجبر، الهندسة، المثلثات، الرياضيات التحليلية، الموسيقى، الستاتيكا، المناظر والبصريات)*، مج ٤، جـ٢، ط١، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٩٧.

[٢٣] **المصري، أَبُو اَلْحَسَنْ عَلِي بْن أَبِي سَعِيدٍ عَبْدِ اَلرَّحْمَنِ بْن أَحْمَدَ بْن يُونُسَ بْن عَبْدِ اَلْأَعْلَى اَلصَّدَفِيِّ:** نسبة إلى قبيلة الصدف اليمنية التي سكنت مصر. ولد بمصر حوالي عام ٣٤٢ هـ/ ٩٥٠م وتوفي بها عام ١٠٠٩م، وهو من مشاهير الفلكيين العرب؛ برع ابن يونس في حساب المثلثات، وهو أول من توصل إلى حل بعض معادلات حساب المثلثات التي تستخدم في علم الفلك، وأمره العزيز بالله الفاطمي بعمل جداول فلكية، فأتمها في عهد الحاكم بأمر الله ولد العزيز، وسماها الزيج الحاكمي:عرابي، سمير، "علوم الفلك والرياضيات والجغرافيا عند علماء العرب والمسلمين"، *سلسلة علماء العرب والمسلمين* (٥) دار الكتاب الحديث،٢٧، ٢٨.

[٢٤] **اليوزجاني، أبي الوفا أحمد بن محمد بن يحيي الحاسب (ت٣٨٨هـ/٩٩٨م):** وينسب ليوزجان وهي بليدة بقرب هراة بإيران، انظر، الذهبي، شمس الدين محمد بن أحمد بن عثمان، *سير أعلام النبلاء*، الطبقة الحادية والعشرون، جـ.١٦، ٤٧٢.

[٢٥] مناف، رغد جمال، *علم الفلك في التراث العربي الإسلامي*، مركز إحياء التراث العلمي العربي، جامعة بغداد، ٢١٩.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

العرب الذين مهدوا السبيل للعالم الإيطالي جاليليو جاليلي[٢٦]–حوالي في الثمانينات من(ق١٠هـ/١٦م) لاستنباط بحث التأرجح المنتظم للبندول– مبدأ حركة الرقاص، واكتشف استخدامه لتنظيم الوقت. وبالرغم من ذلك إلا أنه لم يُصمم ساعة تعتمد على فكرته تلك، إلا أن كريستيان هوجنس طبَّقه عملياً سنة١٦٥٧م[٢٧].

ويؤكد السنيور كرلونلينو أن اختراع الرقاص(البندول)لايُقدر قيمته ونتائجه إلا بعدما توصلت إليه بعد (ق٩هـ/١٥م).[٢٨]

إذ يعد تقي الدين بن معروف الراصد (ت ٩٩٣هـ)[٢٩] هو الذى استخدم في مرصده الساعة في الرصد الفلكي وعمل الساعات والثواني وسبق الغرب في ذلك (شكل٢) حسب ما يذكر التاريخ التركي[٣٠]، وفي كتابه

---

[٢٦] جاليلي، جاليليو (١٥٦٤–١٦٤٢م): دخل جاليليو جامعة بيزا لدراسة الطب في عام ١٥٨٣، وهناك ازداد ولعه بعدة مجالات أخرى، وبالأخص الرياضيات والفيزياء. بدأ دراسة حركة الأجسام لمدة عقدين من الزمن ثم نشر كتابه "التوازن البسيط the little balance"، يصف فيه المبادئ الهيدروستاتيكية –المتعلقة بتوازن الموائع– لتوزين الكميات البسيطة، هذا الكتاب أكسب جاليليو بعضًا من الشهرة ومنصبًا تعليميًا في جامعة بيزا في عام ١٥٨٩م كانت مساهماته مهمّة سواء في اكتشافاته أو في الطرق التي طوّرها والاستخدامات الرياضية لإثباتها، فقد لعب دورًا ملحوظًا في عجلة التطوّر العلمية ففي بعض الأحيان أطلق عليه" أبو العلوم الحديثة " أنظر

– BREZINA, C., *Galileo Galilei (Leadrs of the Scientific Revolution),* The Rosen Publishing Group, 2018, 8.

[٢٧]هوجنس، كريستيان (١٦٢٩– ١٦٩٥) : ولد وتوفي في مدينة لاهاي، وهو فلكي وفيزيائي هولندي صاحب اختراع الساعة البندولية حيث صنع هوجنس أيضا ميقاتية ذات رقاص عام ١٦٥٧م لتستخدم في تعيين خط الطول في البحر، قام هوجنس بنشر عدد من الأعمال عن القوة الطاردة، كما أن أفكاره هى ما أصبح يعرف فيما بعد باسم قانون نيوتن الثاني في الحركة، وكانت تتضمن إلى جانب دراساته المتعلقة بالرقاص ودور اهتزازه؛ أنظر:

-LEIBNIZ, G. W., *New Essays on Human Understanding*, New York: Cambridge University Press, 1996, xxxii.

[٢٨] كرلونلنيو، السينور، *علم الفلك وتاريخه عند العرب في القرون الوسطى*، بيروت: مكتبة الدار العربية للكتاب وأوراق شرقية، ١٤١٣هـ/١٩٩٣م، ٣٠٧.

[٢٩] الراصد، تقي الدين ابن معروف الشامي (٩٣٢– ٩٩٣هـ/١٥٢٥– ١٥٨٥م): أشارت معظم المراجع إلى أنه من مواليد مدينة دمشق، نحو سنة ٩٣٢هـ /١٥٢٥م، ثم انتقلت أسرته إلى مصر، حيث استقرت فيها. وأورد الباباني نسبه في كتابه هدية العارفين، فقال: "تقى الدين الراصد محمد بن أبى الفتح محمد بن أحمد بن محمد بن أحمد بن يوسف بن الأمير منكوبرس الأسدي تقى الدين أبو بكر الراصد "هو عالم مسلم دمشقيٌّ وأحد أهم العلماء الذين برعوا زمن الدولة العثمانية في القرن العاشر الهجري = السادس عشر الميلادي، اشتهر في أوائل الحكم العثماني. وقد ورد اسمه كاملًا ومدونًا بخط يده على مخطوط له عنوانه: "الطرق السنية في الآلات الروحانية"، كان مصنفًا عسكريًّا عثمانيًّا، وهو واحد من العلماء الموسوعيين: فكان عالمًا، فلكيًّا ومنجمًا، مهندسًا ومخترعًا، وصانع ساعات الحائط والساعات اليدوية، وحافظًا لمواقيت الصلاة في المسجد، وله مؤلفات كثيرة في ذلك كله. كان ومؤلِّفًا لأكثر من ٩٠ كتابًا في شتى المواضيع المختلفة، والتي تشمل: علم الفلك، والتنجيم، وصناعة الساعات، والهندسة، والرياضيات، والميكانيكا، والبصريات، والفلسفة الطبيعية؛ وعلى الرغم من ذلك، فإن ٢٤ كتابًا فقط قد نجت من بين هذه الكتب؛ انظر:

https://www.islamstory.com/ar/artical/3408131/%D8%AA%D9%82%D9%89%D8%A7% Accessed on 24/8/2024.

"ريحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح" أوضح تقي الدين الراصد أن صناعة الساعات فرض كفاية، وأنه يجب على البعض القيام به لمصلحة المسلمين، ولها ترجمة تركية موجودة في المكتبة الظاهرية تحت رقم ٧٥٦٦[٣١]؛ خير دليل على ذلك هو أن به وصف دقيق لساعة فلكية ميكانيكية سميت حق القمر[٣٢]، وهي أول ساعة المشاهدة تقيس الوقت بالدقائق، بواسطة تضمينها ثلاث عجلات دوارة للساعات، والدرجات والدقائق. ثم قام بتحسينها لقياس الوقت بالثواني في كتاب "في شجرة نابك لتطرف الأفكار". ووصف ساعة المشاهدة بأنها "ساعة ميكانيكية بثلاث عجلات"، ويقول تقي الدين: " ثم نركب هذه الدواليب على خروقها المحددة المحكمة تركيباً محكماً مقيداً بقفافيز من الحديد ضابطة للمحاور والحركة كلها في ضبط ذلك وتوقيعه، إذ كلما أدرت العقرب على يوم تحركت الدواليب جميعها بحسب حركة الكوكب وذلك اليوم[٣٣]، ووصف الآلة :هي عبارة عن علبة صغيرة مستديرة مجوفة الوسط قليلة الثخن تشتمل على دواليب مسننة ومتشابكة تدور في جوفها وعقرب يدور على ظاهرها وحول العقرب سبعة أقسام مكتوب فيها الأيام السبعة على التوالي؛ أما في داخل العلبة فتوجد مجموعة من الدواليب المسننة والمتشابكة يدور كل منها حول محوره إضافة إلى المحور الأساسِ[٣٤] (شكل ٣).

وعرفت باسم السرياقة[٣٥] (شكل ٤) وقد تم إحالة عروض طور القمر إلى الساعات الميكانيكية في إسطنبول في عام ١٥٥٦م لجعل الساعة أكثر جمالاً[٣٦]، حيث لم تكن الساعات السابقة دقيقة بما فيه الكفاية لاستخدامها في الأغراض الفلكية، وقد تشابهت تقنية آلية الراصد هذه وكذلك ونوع آخر باسم المنبه الاعتباري[٣٧] في الساعات المتزامنة الثانوية–التي ظهرت في القرن (١٤هـ/٢٠م) –. وتعد هذه الساعات نتاجًا

---

[٣٠] الغازي، أماني جعفر، "المراصد في الدولة العثمانية"، المجلة الأردنية الدولية أريام للعلوم الإنسانية والإجتماعية، مركز أريام للبحوث والدراسات، مج٣، ع١، ط٢٠٢١م، ٣٧.

[٣١] شعراني، منى سنجقدار، *تقي الدين محمد بن معروف الدمشقي حياته وأعماله، "فريق الدراسات والبحث في التراث العلمي العربي، الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم العربية*، ص٥.

[٣٢] شعراني، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية*.

[33] https://sanjakdar-chaarani.com/new_ma_j3x/index.php/2013-09-18-17-55-24/2013-09-18-17-58-36

[٣٤] شعراني، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية*.

[٣٥] السرياقة: أي التي تدور بالسرياق وهو الخيط المعلق في طرفه ثقالة من الرصاص فيجذب بثقلها؛ أنظر:
https://sanjakdar-chaarani.com/new_ma_j3x/index.php/ Accessed on28/9/2023

[٣٦] الحسني، سليم، *ساعة تقي الدين الفلكية: إعادة بناء افتراضية من خلال الرسم الهندسي والرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد*، ١٩يونيو٢٠٠٨، انظر: https://muslimheritage.com/astronomical-clock-taqi-al-din Accessed on 28/9/2023/

[٣٧] المنبه الاعتباري: من الساعات الميكانيكية يقول تقي الدين :"وهو ما يكون المقصود منه الإيقاظ في وقت مفروض في أي مبدأ فُرض" فأجزاء المنبه– دولاب رقاص صغير ويدعى دولاب المنبه، مطرقة (V) مثبتة على إفريز دولاب الرقاص، القوس الدافع ويدعى التنين، إضافة إلى ذلك يثقب دولاب فضل الدائر بثقوب متساوية البعد وعددها يوافق عدد الساعات بحيث نضع في كل ثقب مسمار يعيق حركة العصفورة عند اللزوم؛ انظر:
https://sanjakdar-chaarani.com/new_ma_j3x/index.php/- Accessed on28/9/2023

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

لأهم ابتكارات (ق١٠هـ/١٦م) في مجال علم الفلك الإسلامي، وقد أظهر تقي الدين بصيرة مذهلة فيما يتعلق باحتياجات الإنسان وإمكانية استخدام الساعات الميكانيكية. ولقد كان تأثيره كبيراً في تطوير الساعات. كما أن فهمه واختياره الدقيق للأساليب المستخدمة في تصنيع مثل هذه الساعات كانت من تصميم وتخطيط لراصد بارع متقن؛ قام تقي الدين الراصد(ت ١٥٨٥) بتحليل أربعة أنواع رئيسية من آلات قياس الوقت المعروفة في القرن(ق١٠هـ/١٦م): الساعات، والساعات المنزلية، والساعات الفلكية، وساعات الأبراج. وتمثل هذه الآلات أقدم أجهزة الكمبيوتر الميكانيكية[٣٨] من خلال مخطوط " الكواكب الدرية في وضع البنكامات الدورية"[٣٩](شكل٥) وهو يعد أول موسوعة عربية علمية تبحث في دراسة مفصلة للساعات الميكانيكية (أشكال٩،٦،٧،٨) فخصص باباً لكل نوع من الساعات، ووصف أجزاءها ووظيفتها أيضاً.

وتناولت الدكتورة منى سلجقدار عرضًا لبعض الآلات الفلكية التي تطورت في مجال علم الفلك في تصنيع الآلات الرصدية –وخاصة الساعات الميكانيكية– وعلاقته في الفيزياء التطبيقية[٤٠]. كما قام سليم الحسني – من خلال التحليل الرياضي والفيزيائي – أيضاً بإعادة بناء الساعة الفلكية التي صممها تقي الدين للرصد الفلكي لأول مرة وبنفس الترتيب الذي نظم به تقي الدين كتابه، وقد اعتمدت على الأوصاف الأصلية التي قدمها المؤلف في رسالته.[٤١]

ومن النماذج الإسلامية للساعات الدقاقة الميكانيكية التي كانت خلال القرنين التاسع عشر والعشرين الميلاديين الساعة التي بمسجد محمد علي بالقلعة[٤٢] في عام ١٨٤٥م (شكل ١٠)، وهي أول ساعة ميكانيكية تصل إلى مصر في العصر الحديث، وهناك رأيان لعمل الساعة وإدارتها، الأول: بأن الساعة

---

[٣٨] الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكية*.

[٣٩] أول رسالة معروفة كُتبت في العالم الإسلامي عن الساعات الأوتوماتيكية الميكانيكية. بعد أن كان على اتصال بالساعات الأوروبية، التي بدأت في الوصول إلى إسطنبول منذ بداية القرن السادس عشر الميلادي، وتوافرت رسالة الكواكب الدرية في وضع البنكامات الدورية في عدة نسخ مخطوطة، وهي محفوظة على التوالي في القاهرة (دار الكتب، مخطوطة الميقات ١/٥٥٧، ٣٥ ورقة، مخطوطة فلك ٣٨٤٥، مخطوطة سيناء ١/١٦٦، ٤٩ ورقة)، وأكسفورد (مكتبة بودليان، مخطوطة ٩٦٨، ٦٠ ورقة)، وإسطنبول (مكتبة الجامعة، مخطوطتان ٩٦٦ و١٥٥٢)، انظر: الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكي*.

[٤٠] شعراني، *الميكانيكا التطبيقية، آلالات* الفلكية

https://sanjakdar-chaarani.com/new_ma_j3x/index.php/Accessed on 28/9/2023

[٤١] الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكية*.

[٤٢] أهداها لويس فيليب ملك فرنسا لمصر قبل نحو ١٧٥ عاما، وتحديدا في عام ١٨٤٥م لم تركب وإنما حفظت في قصر محمد علي بشبرا وفي عهد الخديوي سعيد جرى تدشين البرج ذو طراز معماري مصري– النحاسي المخرج والمزخرف وبالألوان والزجاج ثم وضعت على أحد جدران ساحة مسجد محمد علي باشا ببرج كبديل عن مسلة أثرية من مسلتي رمسيس الثاني في معبد الأقصر في فرنسا، ولم تعمل منذ وصولها، رغم أنه جرت ٣ محاولات لإصلاحها، كان آخرها في عهد الملك فاروق، الذى أمر بفك الماكينة الخاصة بها ونقلها إلى قصر عابدين لصيانتها وإصلاحها، ولم تعمل بعد إصلاحها إلا ٣ أيام فقط، ثم تعطلت مرة أخرى.

جرى تشغيلها لمدة ٢٣ سنة، والثاني بأن هذه الساعة لم يجرى تشغيلها أبدا، وعموما فإن الساعة توقفت بسبب عدم وجود درجة دراية كبيرة حول طريقة صيانتها، وبخاصة أنها تحتوي على تروس ومقصات وما إلى هذا.

وتعد هذه الساعة للتعبير عن رمزيتها بشمولية بوصفها عندما أصبحت متناغمة مع طرز الأبنية التراثية ومنسجمة مع ألوانها وزخارفها ذات التأثيرات الاسلامية علي أدوات الوقت الأوروبية (شكل١١) من خلال التصميم لاسيما الأكساء الكامل بالزخارف النباتية المتمثلة في أوراق نخيلية وأزهار ووريدات ونباتات محورة، وأشكال فوستونات هلالية متداخلة وأسنان ترس محاطة حول قرص الساعة، بينما قرص الساعة– به عقارب للساعة والدقائق – ويوجد نمطان مختلفتان لقراءة الساعة – فالنمط الأول ملون بالألوان الأحمر والذهبي غير الزاهية به أشكال لنباتات محورة متشابكة وبأسفلها من الجانب دائرتين متصلتين بفرع مروحة نخيلية، وعلى جانبي واجهات أقراص الساعة الأربعة بالأركان الأربعة للبرج حيث توجد جاماتان على شكل وردة ويوجد شريط مستطيل ذو زخارف هندسية للشكل المربع تتوسطها وريدة واحدة منها بالحفر الغائر ومنها بالحفر البارز لواجهات أقراص الساعة الأربعة بالأسفل وتلك الزخارف من أهم مظاهر ابتعاد الفنان المسلم عن محاكاة الطبيعة ونقلها نقلًا حرفيا ففى كثير من الأحيان عناصر مجردة، إذ لا نكاد نتبين من الفروع والأوراق إلا خطوطا بعضها البعض، وقدً تكون منحنية أو ملتفة يتصل بعضها ببعض تخرج تلك الأغصان من جذع شجرة أو ساق أو من أغصان أخري، وقد تمتد علي هيئة أقواس أو التواءات أو حلزونات في أطراد أو تتابع أو تشابك أو تقاطع وتخرج من تلك الأغصان عناصر أغلبها أوراق أو زهور تشغل الفراغ المحصور بين تلك الأغصان وتملأ المجموعة المراد زخرفتها (شكل١٢)؛ بينما النمط الثاني لقرص الساعة فذو ميناء دائري أبيض اللون مقسم لإثنى عشر تقسيمًا كما أن أشرطة الوقت بقرص الساعة اتخذت عقاربها عند القاعدة شكل الأهلة (شكل١٣).

بدأت الساعات كأدوات فلكية مساعدة للراصد الفلكي بسبب تحسن قياس الوقت والتي من خلالها يتم تمكينه ليس فقط من تحديد لحظة وقوع الحدث في نهاية الحدث، ولكن أيضًا لقياس مدته الزمنية من خلال النظام الحسابي الستيني[٤٣] باستخدام الثانية[٤٤]؛ فلا يمكن اختيار اليوم الفلكي لمؤشر الوقت العادي، لذا هناك ضوابط لاستخدام الساعات، حيث يجب أن لا تتأثر وظيفتها–بأقل قدر ممكن من– الاضطرابات الخارجية أوالداخلية. كان البحث عن الدقة المطلقة وكانت دقة احتساب الزمن ضرورية لإيجاد العلاقة الوثيقة بين

---

[٤٣] سعيدان، سعيدأحمد، *الأعداد وعلم الحساب*، موسوعة تاريخ العلوم العربية، الرياضيات والعلوم الفيزيائية، ج٢، ط١، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، مؤسسة عبد الحميد شومان ،١٩٩٧م،٤٤٤.

[٤٤] لاحظ علماء الفلك أن دوران الأرض حول محورها بمثابة مذبذب طبيعي وتم تعريف الثانية بأنها جزء من طول اليوم الشمسي لأنه موسمي لذا عرف بمتوسط الثانية الشمسية.

MICHAEL, A. L., & OTHERS, «NIST Primary Frequency Standards and the Realization of the SI Second», *NCSLI Measure* 2, December 2007, 74t:https://www.researchgate.net/publication/26928353 Accessed on 25/6/2021.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

الفاصل الزمني والتردد فالتطبيقات العلمية لقياس الوقت في تطور مستمر، والدقة المطلوبة في ازدياد، وبسرعة لا تخلو من قلق لدى علماء الفلك[٤٥] وربما كان هذا بفضل تقي الدين الراصد الذي كان رائدًا في هذا المجال، كما أحرز تيكو براهي حوالي عام ١٥٨٠م تقدمًا كبيرًا في تطوير الساعات الفلكية، ومن ذلك الحين تكالب صناع إيطاليا على اصطناع الساعات الميكانيكية والإقتداء بصنعها وتطويرها فبالرغم من ذلك لم يصف المؤرخون الساعات وصفاً عملياً دقيقاً[٤٦]، بينما يُرجح الحسني بأن الأدلة حتى الآن وتُشير إلى أن بيتر هاينلاين ربما كان أول شخص يتوصل إلى صنع ساعة تعمل بالزنبرك في عام ١٥٢٤، وتمكن من دمج الزنبرك في ساعته في عام ١٥٥٦م، بينما لم تظهر أول ساعة تعمل بالزنبرك في إنجلترا حتى عام م

١٥٨٠م[٤٧] إلا أن سنجقدار شعراني تؤكد بصعوبة تحديد أول ظهور للساعات الميكانيكية البدائية التي كانت عبارة عن قفص معدني يحتوي على بضعة دواليب مسننة ومعشقة تدور بواسطة الثقل المتدلي لكل من المراجع العربية وحتى الأجنبية منها [٤٨].

ففي بدايات (ق١٢هـ/١٨م)، لم يظهر أي بندول أنه دقيق بما فيه الكفاية فكان يتم الإعتماد على الحركات السماوية فقط–الساعة الطبيعية–التي تقدم الضمانات اللازمة في هذا الصدد[٤٩]؛ ثم الساعة الأساسية المسؤولة عن حفظ الوقت بين التحديدات الفلكية المتتالية والعديد من مجالات القياس[٥٠]؛ وغالباً ما يُوضع الكرونوجراف[٥١] بين الإطار والساعة؛ وأجهزة البث التي يتحكم فيها البندول الأساسي مثل وحدات الساعات المتزامنة، وأقراص الاستقبال، والساعات الناطقة، وأجهزة إرسال الإشارات الكهربائية الراديوية، وما إلى ذلك. تمثلت مراكز صناعة الساعات الأولى في أوروبا بألمانيا بمدينتي (نورنبيرج –وآوجسبورج) إلى أن أصبح الإنجليز هم المسيطرون على صناعة الساعات في ق(١١هـ/١٧م–١٢هـ/١٨م).

١.الدراسة الوصفية:

يحتفظ مرصد حلوان بمجموعة من الساعات الفلكية بحالة جيدة من الحفظ إلا أنها بحاجة إلى الصيانة .

---

[45] DANJON, A., «Les Pendules des Observatoires Astronomiques et la Mesure du Temps», *Annales Francaises de Chronometrie* 19, 365. Bibliographic Code: 1949 AFChr..19..365D .

[٤٦] مجلة المقتطف، "الساعات من أقدم الأزمنة إلى الآن"، مج. ٧٠ ،ج.٢، فبراير ١٩٢٧م، ١٦١.

[٤٧] الحسني، "ساعة تقي الدين الفلكية".

[٤٨] شعراني، "الميكانيكا التطبيقية".

[49] DANJON, « Les Pendules des Observatoires Astronomiques et la Mesure du Temps», 366.

[50] MICHAEL & OTHERS, *"NIST Primary Frequency Standards and the Realization of the SI Second"*, 74t.

[٥١] **الكرونوجراف:راسم الزمن** كلمة تعني حرفيا "كاتب الوقت"– اتحاد الكلمة اليونانية "كرونوس" التي تعني الوقت و"الرسم البياني" التي تعني الكتابة. في حين أن هذا غالبًا ما يربك الناس حول سبب احتوائه على كلمة "كتابة"، فقد تم تشغيل الإصدارات الأولى من الكرونوجراف عن طريق تعليم القرص بقلم صغير متصل بالفهرس، حيث يكون طول علامة القلم يشير إلى مقدار الوقت المنقضي.

١,١.أنواع الساعات:

كثرت أنواع الساعات وتعددت أشكالها تبعاً لاتساع الحاجة إلى استعمالها في مُختلف الأغراض الفلكية وتطورت الساعات تطوراً ذات دقة عالية، حيث يتم تثبيت ساعات الضغط الثابت في أقبية عميقة ما يكفي لتكون التغيرات في درجات الحرارة اليومية والسنوية غير حساسة، أو في غرف درجة حرارتها يتم التحكم فيها بشكل مصطنع. وتعد أشهر الشركات المصنعة هي شركة شورت(Short) في إنجلترا، شركة(ريفلر)Riefler، في ألمانيا، شركة (ليوري) Lero في فرنسا، ويجب الاستشهاد ولعل أشهرها هي: ساعة البندول ريفلر. المزودة بميزان الزئبق، من بين أبرز مظاهر فن صناعة الساعات الأوروبية خلال القرن (١٣هـ/١٩م) والتي
استخدم بها تقنيات تقي الدين الراصد الميكانيكية التطبيقية .

وقد قسمتها الدراسة وفقاً للتطور التاريخي لها:

- ساعة البندول الرئيسية "ريفلر".
- الساعات المتزامنة نوعان:
- ساعة الوحدة المتزامنة الأساسية "شورت".
- ساعة الوحدة المتزامنة الثانوية "للتوقيت القياسي الشرقي"

١,١,١.الساعة القياسية أو ساعة التحكم (ساعة ريفلر).

١,١,١,١.ساعة ميكانيكية فلكية .

مكان وتاريخ الصناعة : ميونيخ، ألمانيا،عام١٩٠٦م. (لوحة٢-٣)

الصانع /الشركة: كليمنس ريفلر.

مادة الصناعة: فولاذ (الصلب)، زجاج، نحاس.

المقاسات : قطر القرص = ٢٥ سم، قطر الأسطوانة = ٣٥ سم، الارتفاع = ١٤٥ سم.

مكان الحفظ ورقم السجل: مبنى مرصد حلوان[٥٢] (المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية)، القاهرة، مصر.رقم السجل (3)[٥٣].

الوصف العام:

حصل مرصد حلوان في نهاية عام ١٩٠٦م[٥٤] على الساعة القياسية الفلكية ساعة ريفلر وكان المستر كيلينيج[٥٥] قدم لها مقالاً[٥٦]-المسئول عن شرائها وتركيبها.

---

[٥٢] وهو ما يُعرف الآن بالمعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية التابع لأكاديمية البحث العلمي بوزارة التعليم العالي.

[٥٣] قرار اللجنة الدائمة للآثار الإسلامية والقبطية، جلسة بتاريخ ٢٠١٧/٨/٩، إدارة المقتنيات.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

وفي عام ١٨٨٩م ابتكر سيجموند ريفلر– صانع الآلات الفلكية– الألماني[٥٧] وسيلة يتم من خلالها نقل نبضات منتظمة إلى البندول عن طريق الزنبرك القصير ينثني هذا الزنبرك كل ثانية عندما تتأرجح نهايته العلوية بزاوية صغيرة بحركة عجلة الميزان إذ يتم تحريك، حيث جذع الميزان بواسطة عزم الدوران الناتج عن وزن صغير (مخفي خلف وجه الساعة) بحوالي١سم كل ٣٠ ثانية، وفي الجزء السفلي من سقوطها تُغلق دائرة تعمل على تشغيل مغناطيس كهربائي يعمل بالبطارية مما يرفعها مرة أخرى[٥٨]. وذلك ما أثبته تقي الدين الراصد لوصف الجزء من الخيط بأنه يدور من أحد الطرفين، ومثبت بقطعة من الخيط من الطرف الآخر بحيث يتعرض لأقل قدر ممكن من الاحتكاك؛ ويشبه الجزء من الخيط زوجًا من الأذرع المتصلة في الجزء العلوي من الجزء من الخيط، على طوله، يمكن تحريك الأوزان أو "الأساور" على طول الجزء من الخيط لضبط السرعة التي يدور بها[٥٩]، حُملت الساعة القياسية على قوس حديدي تم تثبيته بإحكام في عمود حجري معزول عن أرضية منتصف الغرفة التي تقف فيها الساعة (لوحة١) ويتم تثبيت مقياس حرارة بداخل الغرفة لملاحظة الضغط من خلال تغييره؛ وذلك لتصحيح معدل الساعة. ويُحمل القوس على ثلاثة مسامير، علبة الساعة التي تتكون من أسطوانتين زجاجيتين متصلتين[٦٠] بواسطة وصلة محكمة الغلق بواسطة مضخة التفريغ

---

[54] KEELING, B.F.E., «A New Record Clock at Helwan Observatory», *The Cairo Scientific Journal* IV, №. 42, march 1910, 69.

[٥٥] **المستر كيلينيج:** ولد عام ١٨٨٠م، وتلقى تعليمه في مدرسة برادفورد النحوية وكلية ترينيتي في كامبريدج، حيث حصل على المركز الأول في العلوم الطبيعية والعلوم الميكانيكية (الهندسة)؛ عند مغادرته كامبريدج، ذهب إلى الأرسنال الملكي، وولويتش، ثم إلى المختبر الفيزيائي الوطني، حيث عمل بشكل خاص في علم القياس.ففي عام ١٩٠٤م انضم كيلينج إلى إدارة المساحة المصرية، حيث تولى مسئولية التثليث الرئيسي، وفي عام١٩٠٥م تولى إدارة مرصد حلوان الخديوي، و قام بتصميم وبناء بيوت المقارنة لمقارنة معايير المسح الجيوديسي لمصر وتنظيمه من خلاله إجراء مسح الجاذبية لوادي النيل والمناطق المجاورة، وتحت إشرافه تم تشكيل شبكة من المعايير في الدلتا للري؛ كما أشرف على دراسة مستوى المياه الجوفية في وادي النيل وتأثيرها على محصول القطن، بينما أدى عمله في معايير الطول إلى إنشاء مكتب الأوزان والمقاييس تحت إشرافه. في علم الأرصاد الجوية، قدم كيلينغ بحثًا حول وفي ديسمبر ١٩١٤م، غادر كيلينج مصر لتولي مهام عسكرية للحكومة البريطانية، وحصل على وظيفة في فرقة المهندسين الملكية ثم عاد كيلينج إلى مصر في أبريل ١٩١٩ كرئيس لهيئة مساحة مصر، بعد أن تم تعيينه أيضًا رئيسًا لمجلس بحوث القطن إلى أن توفي في اكتوبر عام ١٩١٩م.

LYONS, H.G, Lt.-Col. U.F.E. KEELING, «Nature», *November* 20, №. 2612, VOL. 104, 1919,317,318.

[56] KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», 69.

[٥٧] **سيجموند ريفلر(١٨٤٧–١٩١٢):** من مقاطعة ميونخ بألمانيا درس في جامعة ميونيخ التقنية ثم عمل مهندسًا في هيئة المساحة البروسية الملكية، وتولى إدارة شركة والده كليمنس مع إخوته الآخرين، عمل سيجموند بشكل أساس على التطورات الجديدة في مجال أدوات الرسم والساعات الدقيقة؛ فقدم اختراعاً من البندول المعوض وميزان الساعة لساعات المرصد في عام ١٨٩١. كما تم التعرف على هذه الساعات الفلكية كمعيار للوقت من عام ١٩٠٤ حتى عام ١٩٢٩،

– DAY, L., MCNEIL, IAN, (ed.): *Biographical Dictionary of the History of Technology*, Taylor & Francis, 2003,602. https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/person/gnd/102600015 Accessed on 20/7/2022.

[58] SMITH, E.: «The Riefler Clock System of the Cincinnati Observatory», *Popular Astronomy*19, 344-351.

[٥٩] الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكية*.

[60] KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», 68.

اليدوية[٦١] لتقليل تأثير الضغط الجوي حيث يمكن ضخ الهواء خارج العلبة حسب الرغبة بواسطتها ويظهر مقياس الضغط داخل العلبة انخفاض الضغط. ومن المعروف أن انخفاض ضغط الهواء داخل العلبة يسرع الساعة بمقدار ٠,٠١٨ لكل مليمتر من الانخفاض في قراءة البارومتر، وينتج عن ذلك انخفاض بمقدار ١٠٠ مم تسارع بمقدار ١,٨. عندما يتعرض حجم الهواء المغلق لانخفاض في درجة الحرارة[٦٢]،(شكل١٤) ويسمح الصنبور الموجود في الجزء السفلي حيث يتم نقل أسلاك الترس المتعرج والتلامس الثلاثي الكهربائي، عبر فتحة محكمة الغلق في الجزء السفلي من الاسطوانة الزجاجية [٦٣] (لوحة١) (شكل١٤)،ويتم تثبيت مقياس حرارة (ترمومتر) بداخل الأسطوانة السفلية، فإن الساعة تسير بشكل أسرع كلما انخفض الضغط؛ تغيير ١ ملم في الضغط المؤكد يتوافق مع تغيير معدل ٠-٠١٨ ثانية في اليوم في ساعة ريفلر، والساعة موضوعة داخل ناقوس من زجاج على ضغط ٦٦٠ ملليمترا [٦٤] ومزودة بمجهر قراءة لقياس اتساع اهتزاز البندول وبيلغ وزن وجه الساعة (شاسيه الساعة) حوالي١-٢كجم ويدفعها بواسطة عجلات متصلة في (تروس) الساعة. بينما الميناء الرئيسي للساعة من المعدن الفضي ومُحاط بحلقة نحاسية، ومقسم إلى دقائق، موسومة بخمسة في خمسة بأرقام عربية على الجزء الخارجي من القسم. قرصان صغيران لامركزيان يبلغ قطرهما حوالي ٩ سم، داخل القرص العلوي منهما، رسمه للثواني، كل عشرة بأرقام عربية، والسفلى للساعات من ٠ إلى ٢٣.، مطلي بالفضة، يحدد الدقائق ولـ ٢٤ ساعة وتوجد كتابات باللغة الألمانية لمكان الصنع بمدينة ميونيخ والرقم المتسلسل ١٠٠٨١٠ لسنة ١٩٠٦م من ناحية اليمين بينما من ناحية الشمال لاسم صانع الساعة والرقم المتسلسل ٥٠٧٣٩ برقم ١٩٢ (لوحة٢-٣) في الجزء السفلي، وعلى اليسارللقرص الرئيسي بالخلف، علامة الشركة المصنعة كليمنس ريفلر رقم .D.R.N0_50739 No192 (لوحة٣)، وإلى اليمين Munchuen D.R. No_100810: 1906 (لوحة ٤) (شكل ١٥).

وتعد ساعة ريفلر من الساعات ذات قرص مكون من ١٢ ساعة (لوحة١أ). والمواد المستخدمة في صناعة التروس هي الحديد والنحاس والصلب، واستخدام عدة مزاليج، ومنبه، وقطارات دقات تدق في كل ساعة، ويعتمد اختيار المواد على حجم الترس (أقطاره وعدد أسنانه) لساعة حيث يوجد تشابه كبير بين تقنيه تقي الدين وريفلر (أشكال ١٧- ١٧أ) وبدون تقديم وصف تفصيلي، يمكن القول: إن ثلاثًا من السمات العديدة التي تميزها عن ميثلاتها في ذلك الوقت وهي تعويض النيكل والفولاذ للبندول[٦٥]، وإفلات البندول

---

[٦١] مندثر.

[62] «The William Scolnik Collection of Precision Electromechanical Clocks», *Riefler Astronomical Clock No.* 147, 3.

- KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», 68.

[٦٣] تم التوقف عن صناعة جزء الأسطوانة السفلية الزجاجية بحلول عام ١٩١٥م؛ لذا تعد نوعية الساعات الزجاجية نادرة للغاية ثم تم إنتاج البدن الأسطواني الشكل من معدن النحاس الأصفر يعلوه ناقوس زجاجي مجوف بنفس الوظيفة

The William Scolnik Collection of Precision Electromechanical Clocks, *Riefler Astronomical Clock No. 147*,3. http://www.jacquetboxers.com/collection/Scolnik_Collection_final.pdf Accessed on 11/5/2021

[٦٤] قورتي، يوسف، وحنا، تادرس، *مرصد حلوان (الرحلات العلمية)*، القاهرة: المطبعة الأميرية، ط١، ١٩٢٧م، ٢٠.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

الحر، حيث لا يوجد أي جزء من آلية الساعة متصل به أسفل نقطة التذبذب، وأما العلبة الزجاجية المحكمة التي يتم فيها إغلاق آلية الساعة للسماح بتعويض ضغط الهواء للبندول. فنجد وجه التشابه إذ تعمل بالنظام الذي كان قد صممه تقي الدين وهو ما يُعرف بالقطارات الضاربة (شكل١٧ب) وهو موجود على الجانب الأيسر الذى يعمل بالوزن الساقط متصل بحبل وهو ما يعرف بالبندول فيتأرجح بحرية تامة، حيث لا يتصل بالآلية إلا من خلال زنبرك التعليق، والذي يتلقى من خلاله النبضة[٦٦]، وقد أقر تقي الدين بالمهارة والحرفية المطلوبة لصنع مثل هذه الأدوات التي تقيس الوقت، وكان يذكر المواد المستخدمة ويصمم التروس بحيث يكون الجسم الرئيس مجوفًا لتقليل الوزن، وكان يُعطي التعليمات في صنع الطبول ويصر على استخدام البكرات حتى تكون الطبول والتروس حرة في الدوران على أنه في معظم الساعات الميكانيكية السابقة – كما في ساعة تقي الدين الراصد–يتم إعطاء النبضة بواسطة شوكة متصلة بالمرساة، عند نقطة تقع على بعد بضعة سنتيمترات أسفل نقطة التعليق؛ بينما في ساعة ريفلر، يكون زنبرك التعليق منحنيًا قليلاً، وبالتالي متوترًا قليلاً في كل تأرجح، وهذا الشد هو الذي ينقل النبضة إلى قضيب البندول[٦٧] من سبيكة إنفار للحد من التمدد الحراري وتقلصه، مما يؤدي إلى اختلاف فترة البندول مع تغيرات درجة الحرارة (شكل١٧ج) وتم تعويض معدل التمدد الحراري المتبقي إلى الصفر.

ظلت ساعة ريفلر تعمل على الحفاظ على الوقت بين ملاحظات فلكية متتالية جنباً إلى جنب مع المرحلات الخاصة التي يوفرها المرصد آنذاك للحصول على الوقت عن طريق توصيل بالكرونوجراف الموجود بجوارها لإصدار الإشارات[٦٨] (لوحة ٧) حتى منتصف الخمسينات من القرن الماضي.

في حجرة داخل حجرة للتحكم في درجة حرارتها، حيث يجب الاحتفاظ بها في بيئة هوائية مغلقة.[٦٩] وكانت محمية مغناطيسياً وليس فيها سوى طاقة(نافذة زجاجية صغيرة) [٧٠] ليرى الراصد الفلكي عقارب الساعة المقابلة لها لبيان صحة القياس الزمني مع الكرونوجراف والتلغراف[٧١] (لوحات ٥–٧) وقد جُهزت الساعة بنظام اتصالات ميكانيكية إذ إن المواد المستخدمة في صناعة التروس هي الحديد والنحاس والصلب ويتم

---

65 SMITH, *The Riefler Clock System of the Cincinnati Observatory*, *1911PA19*, 344.

66 KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», №. 42,71.

67 KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», No. 42, 71.

68 KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», 72.

69 AMBRONN, L., *Handbuch der Astronomischen Instrumentenkunde. Eine Beschreibung, der bei Astronomischen Beobachtungen Benutzten Intrumente*, Berlin: Verlag von Julins Springer, 1899, 264.

٧٠ قورتي، يوسف، وحنا، تادرس، *مرصد حلوان (الرحلات العلمية)*، ط١، القاهرة: المطبعة الأميرية، ١٩٢٧م، ٢٠.

٧١ التلغراف، جهاز اتصالات استخدم في نهاية القرن التاسع عشر الميلادي، وأوائل القرن العشرين لإرسال البرقيات والنصوص يعتمد على ترميز الحروف بنبضات كهربائية، ويرسلها عبر الأسلاك إلى تليغراف آخر يطبع تلك النبضات. يتكون الجهاز التلغرافي من ثلاثة أجزاء: مفتاح التشغيل المرسل، وسلك موصل و مستقبل تتحول فيه تلك النبضات إلى شرط ونقط فوق شريط من الورق.

–MORSE, SAMUEL F.B., *Examination of the Telegraphic Apparatus and the Processes in Telegraphy*, Washington: Philp & Solomons, 1st ed., 1869, 7-8.

الاعتماد على حجم الترس (أقطاره وعدد أسنانه) وقد سبق وأن اقترح تقي الدين بدائل في ترتيب التروس وطريقة نقل الطاقة من ترس إلى آخر حيث يتم تشغيل النظام بواسطة وزن محرك الاسطوانة ومن المرجح أن تكون مصنوعة من النحاس مع المحاور المصنوعة من الفولاذ نظرًا لخصائصه القوية من النحاس وهذا ما أورده في مؤلفه[٧٢].

ولعل ظهور الساعة يعد تطورًا تقنيًا من خلال نظام الضبط كهرومغناطيسي والذي يسمح بالحفاظ على حالة الساعة بالإستمرارية خلال بضعة أعشار من الثانية إذ أذهلت نتائجه بضبط الوقت الذي تم تأكيده بمعدل أقل من ثانية واحدة في السنة ويعد هدف المرصد هو إبقاء الوقت المعتمد له دائما في حدود نصف ثانية من الحقيقة لأغراض خدمة الوقت[٧٣]، وعليه فإن رصدات العبور[٧٤] كانت تؤخذ مرة واحدة في الأسبوع، والتنبؤ بمعدل الساعة لضمان ذلك بشكل شبه مؤكد، ويتم بإبلاغ الإشارات إلى الساعة الرئيسية من مكتب التوقيت الدولي في كل لحظة عن طريق التليغراف (لوحة ٥)، إذ تُؤخذ أوقات الإشارة في الاعتبار في الحسابات التي تعتمد على طول الموجة فيرسل المكتب نفسه إشارات متوسط المؤشرات التي توفرها جميع ساعات المراصد المشاركة، وفيما يتعلق بمحطة إرسال مرصد حلوان . فيحدث أحيانًا أن تصل الإشارات المسجلة في مرصد حلوان إلى محطات الإرسال عبر القطر المصري[٧٥]؛ وباستخدام نظام الكهربائية خاصة لإصدار الإشارة الصوتية المعتادة إذ تُستقبل إشارة تلغرافية من المرصد لإطلاق المدفع وقت الزوال–منتصف النهار– بالإضافة إلى نظام خاص يدوم لجزء من الثانية، والذي يحدث فقط عند الثانية ٠ من الدقيقة ٠ من كل ساعة، وقد تم التحكم بشكل أساس عن طريق تيار دوري أو على فترات طويلة. ويمكن أن يكون متناوبًا أو جيبيًا أو متموجًا أو يتكون من تيار مباشر متقطع تُرسله ساعة ريفلر القياسية إلى وحدتي الساعات المتزامنة عن طريق أنابيب خاصة (شكل٨). حيث كان الإجراء الأساس في الحفاظ على فاصل زمني موحد هو التذبذب المنتظم لبندول بطول ثابت لتحقيق أقصى قدر من الدقة[٧٦] .

اعتمدت دقة ساعة البندول على التأرجح الحر والمنتظم لبندولها، ويعتمد وقت النبض على طول البندول لإعطاء وقت النبض الذي يبلغ ثانية واحدة في الساعة التقليدية وبدرجة أقل عن سعة تأرجحه. وقد سبق تقي

---

[٧٢] الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكية.*

[73] SMITH, *The Riefler Clock System of The Cincinnati Observatory*, pa19 , 344.

[٧٤] رصدات العبور عن طريق آلة المنظار الزوال .

[٧٥] المالية، وزارة، المطبعة الأميرية، *تقويم ١٩٣٧* ، القاهرة: المطابع الأميرية ، ١٩٣٦،٥٣٦.

[٧٦] وهو من النوع D10 مللي ثانية في اليوم، وقد صنع ريفلر مجموعة ٧٧٩ساعة مسجلة من كل نوع حتى آخر تصنيع لها في عام ١٩٦٥م،–

- «The William Scolnik Collection of Precision Electromechanical Clocks», *Riefler Astronomical* Clock №.147,3.

http://www.jacquetboxers.com/collection/Scolnik_Collection_final.pdf Accessed on 11/5/2021

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

الدين بالمهارة والحرفية المطلوبة التحكم في انتظام الساعة، مما يمكنها من التحرك بشكل تدريجي. ومن المثير للاهتمام أن نرى أن العديد من الساعات الحديثة لا تزال تعتمد على نفس الجهاز.

٢,١,١."الساعات المتزامنة ":

كانت هذه الساعات البندولية الكهروميكانيكية المعقدة ذات الدقة العالية وهي عبارة عن ساعة بندول كهروميكانيكية معقدة تتكون من وحدتين متصلتين كهربائيًا(شكل ٨) بساعة البندول الرئيسي(ريفلر) وهما ساعة الوحدة الأساسية وساعة الوحدة الثانوية اخترعهما ويليام هاملتون شورت(١٨٨٢-١٩٧١م)[٧٧] في عام (١٣٣٩هـ/١٩٢١م) في أوائل عشرينيات القرن الماضي، فحققت دقة بلغت حوالي ثانية في السنة لذا اعتبرت أنها أول ساعة تعادل أكثر دقة من الأرض نفسها؛ وفي عام(١٣٤٤هـ/ ١٩٢٦م) لذا استخدمت لاكتشاف التغيرات الموسمية ؛ فالنبضات الدافعة المقدمة للساعات المتزامنة مسؤولة عن دورين متميزين:

أولها: توفير كل أو جزء من الطاقة الدافعة لتعويض العمل المفيد المتمثل في التحكم لدفعة واحدة فقط التي تميل إلى إخماد التذبذبات بمعنى آخر كل ٣٠ ثانية بالضبط (٣٠ تأرجحًا في البندول)؛بينما المهمة الثانية هي تصحيح مدة الاهتزازات التي سيتخذها البندول لو كان حراً عن طريق توليد إشارة التوقيت الدقيقة اللازمة للتحكم في الساعة الثانوية (وتسجيل مرور الوقت) من آلية الدفع نفسها تاركًا البندول يتأرجح "خاليًا" من التداخل[٧٨]؛ وذلك لفرض دورتهم عليه (شكل١٦) تشكل هذه الوظيفة الأخيرة عملية المزامنة نفسها[٧٩]عمليات التزامن الأكثر استخداما في المراصد وتنسب إلى الفيزيائيين فوكو وكورنو[٨٠]؛ وفي حالة انقطاع التيار

---

[٧٧] **شورت، ويليام هاملتون (١٨٨٢-١٩٧١م):** أمضى حياته العملية في توظيف سكك حديد لندن وساوث ويسترن وخلفائها. في عام ١٩٠٨ كانت إحدى المشاكل الرئيسة للقطارات هي تحديد سرعتها الآمنة على المسارات المنحنية. مطلوب معيار زمني دقيق ابتكرته ويليام هاملتون شورت في عام ١٩١٠ عندما التقى فرانك هوب جونز الذي عرض عليه تسهيلات لصنع نماذج تجريبية. تم إنتاج العديد من التصميمات قبل اختراع ويليام شورت مزامن "ضرب وفقدان" لساعة الرقيق والبندول الحر الخاص به. حصل ويليام شورت على الميدالية الذهبية من المعهد البريطاني لعلم قياس الزمن عام ١٩٢٩م وحصل على الزمالة عام ١٩٣٢م. وفي عام ١٩٥٤م منحته شركة Clockmakers أول ميدالية Tompion

https://www.electric-clocks.nl/clocks/en/page10.htmAccessed on 6/7/2023

[78] BOSSCHIETER, J. E., *A History of the Evolution of Electric Clocks*, TIJD schrift edited by the Federate van Klokkenvrienden, Holland, 2000, 10.

[79] LAVET, M : «La Synchronisation des Pendules par une force continue ou intermittente étude Critique des Méthodes Proposées Recherches Particulières des Établissements Léon Hatot. Application aux horloges synchrones fonctionnant avec des courants alternatifs industriels», *Annales Francaises de Chronometrie* 4, 112.

https://roetrust.weebly.com/astronomy-in-edinburgh.html Accessed on 15/72024

[٨٠] تطبيق نظام فوكو :الذي يعود تاريخه إلى عام ١٨٤٧، بشكل عام على الساعات ذات الأوزان والمحركات، والتي تهدف إلى العمل في تزامن مثالي مع ساعة رئيسة عالية الدقة؛ ولهذا الغرض ثبت في نهاية البندول المراد ضبطه قطعة من الحديد تتحرك أمام مغناطيس كهربائي ثابت تعبره انبعاثات تيار ترسلها الساعة الرئيسة بشكل دوري.ثم أكمله كورنو في عام ١٨٩٤، يتم استبدال المغناطيس الكهربائي ذو المحرك الحديدي الناعم بمغناطيس دائم على شكل قوس من الدائرة، ينجذب بواسطة ملف مجوف، بدون حديد، ويستقبل مزامنة البث. يخضع البندول أيضًا لقوة التخميد نسبيًا؛ للاستزادة انظر

الكهربي، سيقوم النظام بتعديل الوقت تلقائيا حسب الوقت الصحيح بمجرد رجوع التيار الكهربي. فتتيح للراصد الفلكي تحليل رنين البندول، ومن المزايا الأخرى المميزة أيضاً وظيفة العد التصاعدي والعد التنازلي التي تسمح للراصد الفلكي بعرض الوقت المنقضي بين فترات الراحة، وبين الورديات، وللحالات الطارئة في غرف المقارنة (حجرة الساعات) وللعديد من الاستخدامات الأخرى.[٨١] (لوحة ٢٠).

٢,١,١.الساعات المتزامنة الأساسية: تم تصنيع أول ساعة فراغ لها بندول حر قصير– حيث لا تتأثر بمقاومة الهواء– في مرصد إدنبرة[٨٢] في غرفة المقارنة "حجرة الساعات"١٩٢٢م. ثم تلاحقت صناعة الساعات المتزامنة الفلكية[٨٣] للمراصد والمؤسسات العلمية في جميع أنحاء العالم ؛ فأصبحت أعلى معيارًا لضبط الوقت بين عشرينيات وأربعينيات القرن الماضي حتى تم استبدالها بساعة الكوارتز البلورية[٨٤] باستخدام تعريف الثانية[٨٥]، وقد تم إنتاج حوالي ١٠٠ساعة متزامنة ما بين عامي ١٩٢٢و١٩٥٦م[٨٦]، وبحلول عام ١٩٢٤ وضعت الساعات المتزامنة لمرصد حلوان في مصر والمرصد الملكي في جرينتش؛ وضعت ساعات البندول الحرة في غرفة مفرغة حيث لا تتأثر بمقاومة الهواء. تم إعطاؤها نبضات من ذراع الجاذبية التي تم إطلاقها كهربائيًا بواسطة بندول تابع في ساعة أخرى. كان منظم شورت(Shortt) دقيقًا خلال ثانية واحدة في العام. لاكتشاف التغيرات الموسمية الطفيفة في معدل العلاقة بالأرض احتفظت الساعات القصيرة بالوقت مع بندولين، البندول الأساسي يتأرجح في خزان فراغ والبندول الثانوي في ساعة منفصلة، والتي تمت مزامنتها

– LAVET,«La Synchronisation des Pendules par une force continue ou intermittente étude Critique des Méthodes Proposées Recherches Particulières des Établissements Léon Hatot. Application aux horloges synchrones fonctionnant avec des courants alternatifs industriels», 115.

[81]https://sapling-inc.com/wp-content/uploads/Synchronized-Clock-Systems-Arabic.pdfAccessed on4/8/2024

[٨٢] مرصد إدنبرة : بناء أول مرصد إنجليزي في مدينة إدنبرة يعود تاريخ تأسيسه إلى سنة ١٨٩٤م على تلة كالتون في وسط إدنبرة في إسكتلندا التابعة للمملكة المتحدة (بريطانيا)، وكان الإفتتاح الرسمي في ٧ أبريل ١٨٩٦ من قبل اللورد بلفور من بورلي، وزير الدولة لاسكتلندا. J. BOSSCHIETER, *A History of the Evolution of Electric Clocks*, 10.

[83] Instructions For Using, ''Geryk'' Vacuum Pumps , (Single Cylinder Type), January 1949,17.

[٨٤] **ساعة الكوارتز البلورية:** ساعة تستخدم متذبذب إلكتروني ينتظم بواسطة المرو (الكوارتز)(معدن مألوف يوجد في العديد من أنواع الصخور)، لقياس الوقت إشارة ذات تردد أكثر دقة من الساعات الميكانيكية الجيدة، وتم تصميم أول ساعة كوارتز في عام ١٩٢٧م من قبل مختبرات بيل للهواتف؛ كما تم تصغير هذه التقنية في صورة رقمية، لذا تُعدمن أكثر تقنيات قياس الوقت انتشارًا في العالم، وهي مستخدمة في معظم الساعات وساعات اليد وقد قدمت أول ساعة يد كوارتز في عام ١٩٦٩، إضافة للحاسبات وتطبيقات قياس الوقت الأخرى.

– إبراهيم، ميشال ؛أبو سليمان،رامي ؛ فرحات، فادي، *قاموس المصطلحات العلمية–انكليزي/فرنسي/عربي*، دار الكتب العلمية، ٢٠٠٧م، ٢٠٧؛ شعبان، مظفر، "قصة الساعة في الزمان والمكان"، *مجلة الفيصل*، مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية، ٢٠٠٣م، ع. ٣٢٨، ١٧.

[85] MICHAEL & OTHERS, «NIST Primary Frequency Standards and the Realization of the SI Second», 76.

[86] BOSSCHIETER, *A History of the Evolution of Electric Clocks*, 10.

*مندثر.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

مع الرئيسي (ريفلر) بواسطة دائرة كهربائية ومغناطيس كهربائي حيث تم ربط البندول الثانوي بآليات ضبط الوقت للساعة، تاركًا البندول الأساسي خاليًا من الاضطرابات الخارجية (شكل٩).

الوصف:

خزان الفراغ النحاسي[٨٧] محكم الإغلاق بلوحة زجاجية كقاعدته، وقبة زجاجية في الجزء العلوي فوق قوس التعليق النحاسي وهو طوق نحاسي علوي مزود بعقد تلامس كهربائية على كلا الجانبين، مع مقياس حرارة ومقياس ضغط زئبقي –البارومتري[٨٨]– إلى الجانب، والبندول معلق من القوس بقضيب مقلوب رقم ٥٤٧٤٣ أعلى صينية الأوزان، الاسطوانة الصغيرة الموجودة على كتيفة نحاسية منفصلة مثبتة في الجزء العلوي من قضيب البندول، مما يوفر تثبيتًا ثابتًا على فترات نصف دقيقة، ويتم تثبيت الجزء الأمامي من العلبة بلوحتين من النحاس الأصفر منقوش عليهما "CLOCK SHORTT" رقم 71 من تصميم .Wm هاملتون شورت إم إنست CE. بالتعاون مع شركة التزامن المحدودة ٣٢ & ٣٤ .Clerkenwell Rd لندنEC، إلا إنها مختفية بسبب زيوت التشحيم لإحكام غلق الناقوس الزجاجي بالخزان (لوحات ٨–٩–١٠).

٣,١,١.الساعة المتزامنة الثانوية "للتوقيت القياسي الشرقي":

هي من النوع المستخدم بنظام البندول الحر، مينا فضية مقاس١٠ بوصات تحمل توقيع Synchronome، براءة اختراع رقم ١٨٧٨١٤ بثوانٍ مركزية ودقائق فرعية وقرص أربع وعشرين ساعة فوق قرصين مثبتين على الباب، Free P، Slave، داخل علبة من خشب الماهوجني المزجج، ارتفاع ٥٥,٢٥ بوصة (لوحات ١٣–١٤)؛ وهما على لوحتين بزاوية منفرجة بينهما. تعتمد المسافة التي يفصل بينهما على طول الجزء من الخيط على قطر عجلة التاج. تكون اللوحتان على اتصال بأسنان عجلة التاج، وهي التي تمنح الساعة الحركة التدريجية المميزة، وهذا من التأثير الإسلامي الذي قدمه تقي الدين الراصد ولابد أن تكون مصنوعة من النحاس مع المحاور المصنوعة من الفولاذ نظرًا لخصائصه[٨٩]، إذ تم تجهيز ساعة الوحدة الثانوية بميناءين فضيين، الأول: عبارة عن قرص مقاس٧بوصة(١٧,٧٨سم) يحمل توقيع "Synchronome Electric" والثاني عبارة عن قرص فضي مقاس٤ بوصة (١٠,١٦سم) محفور عليه " Free Pendulum" وكلاهما مع عقارب مجوفة من الصلب الأزرق، وهي مزودة بمزامن بندول "ضرب وخطأ" (لوحة ١٤)، وبالجزء الخلفي على شريط مستطيل رفيع كتابات باللغة الإنجليزية تفيد بأنها (صنع إنجليزي براءة اختراع)ENGLISH MADE patented (لوحة ١٦– ١٨) وتشبه هذه الجزئية بتقنية تقي الدين

[٨٧] الخزان – ارتفاع ٥٥ بوصة (١٤٠ سم)، فوق الجرس، الساعة التابعة على ارتفاع ٥٠ درجة (سم١٢٨) .

[88] HOPE-JONES, F., *Electrical Timekeeping*, London: Hardcover – Import, 2nd ed., 1949, 166-174.

[٨٩] الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكية*.

الدمشقي والتي قد أشارت سنجقدار إليه بمصطلح السرير العاشق وهو السير الجلدي الذي يربط حركة الدواليب[٩٠] بينما جهة اتصال أخرى ترسل نبضة إلى البندول الرئيسي كل ثلاثين ثانية (شكل ١١).

و تشير لوحة تذكارية من النحاس الأحمر مكتوباً عليها بالمداد الأسود بخط النسخ لأسماء السادة الذين أسهموا فى شراء الساعات الميكانيكية الكهربائية الأربعة عام ١٩٣٨م باختصار إشارة (مسيو، الآنسة، السير، أفندي) ثم الحرف الأول للاسم الأول ثم اللقب، وقد اشتريت هذه الساعات الكهربائية باسهامات من علية القوم من الأجانب متعددي الجنسيات سواء فرنسيين أو يونايين أو إنجليز وعدد قليل من المصريين يكاد لايعد على أصابع اليد الواحدة بإجمالي (٢٦فرد) باختصار إشارة (مسيو، الآنسة، السير، أفندي) ثم الحرف الأول للاسم الأول ثم اللقب (لوحة ١٢) .

٢,١,١. "الساعات المتزامنة":

تم تركيب الوحدتين(الأساسية والثانوية) إما متقاربتين كما هو الحال في مرصد جرينتش (شكل٦) وإما متباعدتين في غرف مختلفة كما الحال في مرصد حلوان وفي بعض المراصد الأوروبية الأخرى بتوجيه إحدى الوحدتين بنسب متباعدة تسعين درجة[٩١] في غرفتين منفصلتين (شكل ٧)؛ ويتم الربط بواسطة أسلاك وأجهزة قياس(أمبير، وفولتامتير) تحمل نبضات كهربائية تعمل على تشغيل مغناطيس كهربائي لإبقاء البندولين يتأرجحان في تزامن موحد (شكل٨) ويبلغ قضيب البندول الإبتدائي والوزن ١٤ رطلًا لها من سبيكة إنفار للحد من التمدد الحراري وتقلصه، مما يؤدي إلى اختلاف فترة البندول مع تغيرات درجة الحرارة. وتم تعويض معدل التمدد الحراري المتبقي إلى الصفر بإدخال معدني تحت البوب.

وتوجد أوجه تشابه بين ساعات شورت المتزامنة والساعة التي صممها تقي الدين في الفصل الأول من رسالته "الكواكب الدرية في وضع البنكامات الدورية" والتي قامت على الحسابات الأولية والأسس الرياضية من خلال الآلية المستخدمة لإطالة فترة سقوط الوزن الأكبر للاسطوانة، ومن خلال نقل الطاقة عبر التروس المختلفة والتروس التي تدور عجلة الميناء خلالها، في حين يُشير عقرب الساعات المتصل بها إلى عدد الساعات الماضية؛ فساعة تقي الدين قادرة على إصدار صوت في وقت محدد، وقد تحقق ذلك من خلال وضع مسمار على عجلة المينا لتحديد الوقت المراد سماع صوت المنبه فيه، ولم يكن تقي الدين يهدف إلى بناء جهاز يمكنه قياس الوقت بشكل موثوق ومنتظم فحسب؛ بل إنه أنتج جهاز رنين آليًا، وهو الإبداع الذي نعتبره أمرًا مسلمًا به للرصدات الفلكية في العصر الحديث .

---

[٩٠] صندوق خشبي على شكل سرير وفي داخله محوران قائمان بارز طرف كل منهما من التخت. يحمل كل منهما في داخل الصندوق بكرة أو دوالب من الحديد أو الخشب، أما رأس كل محور فينتهي بقاعدة على شكل أسطوانة وتكون داخل الصندوق. شعراني، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية*، ١٤.

[91] BOSSCHIETER, *A History of the Evolution of Electric Clocks*, 10.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

١,٢,١,١.ساعة الوحدة المتزامنة الأساسية "شورت":

ساعة ميكانيكية فلكية:

مكان وتاريخ الصناعة: انجلترا .

الصانع /الشركة: وليام هاميلتون شورت وشركة سينكرونوم المحدودة.

مادة الصناعة: زجاج، نحاس، فولاذ (الصلب).

المقاسات: قطر القرص = ٢٥ سم، قطر الأسطوانة = ٣٥ سم، الارتفاع = ١٤٥ سم.

مكان الحفظ ورقم السجل: مبنى مرصد حلوان[٩٢] (المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية)، القاهرة، مصر. رقم السجل (4\5)[٩٣]

الوصف :

عدد أربعة عمود مغناطيسي تُستخدم للساعات الكهرومغناطيسية وهي عبارة عن بدن اسطواني الشكل من معدن أصفر بالجزء السفلي ويعلوه ناقوس زجاجي مجوف بداخله آلات ميكانيكية (شكل ١٠-١١) متصلة بالساعة الثانوية[٩٤] من الحجرة الخارجية (شكل٨) وبأسفله عداد لقياس الضغط الجوي ومرأة عاكسة للصيانة، وتعود من نفس المنشأ ألا وهي (شركة سينكرونوم المحدودة)[٩٥] ذات الصناعة الإنجليزية (شكل٦) حسب الكلمات المكتوبة باللغة الإنجليزية والدالة على موطن الصنع . (لوحات ٨-٩-١٠).

---

[٩٢] وهو ما يُعرف الآن بالمعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية التابع لأكاديمية البحث العلمي بوزارة التعليم العالي.

[٩٣] قرار اللجنة الدائمة للآثار الإسلامية والقبطية، جلسة بتاريخ ٢٠١٧/٨/٩، إدارة المقتنيات.

[٩٤] ساعة بندول كهرومغناطيسية خالية من معدن المغناطيس من إنتاج شركة Synchronome

[٩٥]شركة سينكرونوم المحدودة (Synchronome): تأسست الشركة على يد فرانك هوب جونز وجورج بينيت باول، وأقاما مقرًا لها في كليركينويل مركز صناعة الساعات في لندن منذ عام ١٨٩٨م، بدأت في تصنيع أنظمة الساعات الكهربائية للصناعة البريطانية في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي ولم تكن الشركة ناجحة في البداية، فتركها باول في عام ١٨٩٩م، وأنشأ شركة Silent Electric Clock Company، وظل على اتصال بها حتى عشرينيات القرن العشرين. أعاد هوب جونز وشركاؤه الجدد تأسيس شركة سينكرونوم المحدودة في عام ١٩١٢م. وفي السنوات التي سبقت عام ١٩٠٥م، طورت شركة سينكرونوم سلسلة من الساعات الرئيسية المبكرة التي تقدمت تدريجيًا نحو التصميم النهائي لمفتاح سينكرونوم وإفلات الجاذبية المنفصل المرتبط به والذي شكل الأساس للغالبية العظمى من ساعاتهم في القرن العشرين .أدى تطوير ساعة البندول الحرة Shortt في أوائل عشرينيات القرن العشرين، وهي الساعة الأكثر دقة في عصرها، إلى تحول شركة Synchronome إلى شركة صناعة الساعات الكهربائية الرائدة في المملكة المتحدة، على الرغم من المنافسة القوية من الشركات الأخرى.

https://clockdoc.org/default.aspx?aid=80 Accessed on 25/3/2022 .

٢,٢,١,١.ساعة الوحدة المتزامنة الثانوية " للتوقيت القياسي الشرقي" (لوحات ١٥– ١٤ – ١٣)

ساعة ميكانيكية فلكية:

مكان وتاريخ الصناعة : إنجلترا– لندن، كليركينويل. (الشكل٦) .

الصانع /الشركة: وليام هاميلتون شورت وشركة سينكرونوم (شركة التزامن المحدودة) .

مادة الصناعة: فولاذ (الصلب)، زجاج، نحاس، خشب .

المقاسات: ٣٦ × ٧ × ٣ مم = ٣,٦سم× ٠,٧سم × ٠,٣سم

الأبعاد: ١٨,٣ سم × ٣٧ × ٢٠ سم (٧ ١٦/٣ × ١٤ ١٦/٩ × ٧ ٨/٧ بوصة)

مكان الحفظ ورقم السجل: حجرة الساعات – مبنى مرصد حلوان[٩٦] (المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية)، القاهرة، مصر. رقم السجل (4\4)[٩٧].

بمرصد حلوان[٩٨] بحجرة الساعات[٩٩] وهي ساعات مماثلة بالتي موجودة بمرصد جرينيتش لندن[١٠٠]، وبنفس الكتابات على ميناء الساعة باللغة الإنجليزية(SYNCHRONOME ATENT No187814)[١٠١] تعد ساعة الوحدة الثانوية من الساعات الرئيسة Synchronome قياسية ذات التروس(الدواليب) من خشب الماهوجني[١٠٢]، ولم يتم تخصيص رقم تسلسلي لتلك نوعية من الساعات. أما البندول –رقاص الساعة– فمعلق من المركز مع علبة الوزن–يعرف بوحدة الثانوية "للتوقيت القياسي الشرقي" –ومجموعة ذراع الدفع

---

[٩٦] وهو ما يُعرف الآن بالمعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية التابع لأكاديمية البحث العلمي بوزارة التعليم العالي.

[٩٧] قرار اللجنة الدائمة للأثار الإسلامية والقبطية، جلسة بتاريخ ٢٠١٧/٨/٩، إدارة المقتنيات.

[٩٨] قرار اللجنة الدائمة للأثار الإسلامية والقبطية، جلسة بتاريخ ٢٠١٧/٨/٩، إدارة المقتنيات.

[٩٩] توجد نماذج مشابهة (مثيلات) لتلك الساعات في مصر من حيث التصميم العام لها وكذلك في عملية إشارات لضبط الوقت مع اختلاف الشركة المصنعة لها على سبيل المثال، وهما ساعة شركة المحلة بمحافظة الغربية وساعة جامعة القاهرة والتي لا تزال تحرك ساعة التذكارية حتى اليوم. بحيث يقوم الساعاتي المكلف بضبط التوقيت وتم استبدال حركة هذه الساعات من نوع المحرك الكهربائي بحركة بطاريات أوتوماتيكية حال انقطاع الكهرباء.

[١٠٠] ساعات قصيرة ذات "بندول حر" أرقام: ٣، ١١، ١٦، ٤٠، ٤٩، ٦١، ٦٦، ٦٧.

[١٠١] **شورت، ويليام هاميلتون،** مهندس سكك حديدية بريطاني ومدير شركة Synchronome Co Ltd، نجح في ابتكار نظام للحفاظ على تعاطف دقيق مع بندولين (براءة الاختراع رقم ١٨٧٨١٤) في عام ١٩٢١ م.

[١٠٢] خشب الماهوجني: من أنواع شجر الأخشاب الصلبة الاستوائية وأنواعه حسب موطنه، وله خصائص منها المتانة وقلة التقوب وله تعاريج، وبمرور الزمن يصير اللون بُني قاتم للاحمرار؛ شمس، عبد المنعم علي، *حفر وتشكيل الخشب*، (د.ت)، (د.م)، ٢٣.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

الرئيس إلى قضيب إنفار(Invar)[١٠٣] واستقبال نبضات ٣٠ ثانية عبر دائرة كهربائية ميكانيكية معقدة مثبتة إلى اليمين.

الوصف:عدد أربعة ساعات كهرومغناطيسية تُستخدم لضبط الوقت للقطر المصري[١٠٤] إذ وضعت ساعات الوحدة الثانوية في الصندوق الخشبي مستطيل الشكل من خشب الماهوجني مع زخارف نباتية منحوتة بالزهور حول قرص ميناء الساعة مطلي باللون الكريمي موقعة التزامن مع عقارب مطلية باللون الأسود لوحات (١٥-١٤-١٣)، وهناك نموذجان من الزخارف النباتية لتلك الصناديق (لوحة ٢٢) حركة متزامنة للشكل النموذجي مع دبوس مُثبت على البندول ويمر فوق عجلة ذات ١٥ سنًا بالفولاذ ذراع إلى شجرتها مما يعطي اتصالاً فاصلًا كل ٣٠ ثانية.

لا يزال الصندوق يحتوي على لوحة تستخدم لتثبيت حركة ساعة البندول الحر ونقشت عليه في القرص الأول مقاس ٧ بوصة (١٧,٧٨سم) يحمل توقيع"Synchronome Electric" والثاني عبارة عن قرص فضي مقاس٤ بوصة(١٠,١٦سم) محفور عليه "Free Pendulum" (لوحة١٤)، وهي أقراص للمنصات الموضوعة على الحافة على زاوية منفرجة بينها بالموجب والسالب (لوحة١٨).

إجمالي المقاسات: ٣٦ × ٧ × ٣ مم = ٣,٦سم× ٠,٧سم × ٠,٣سم .

وإجمالي مقاسات مفاتيح الصندوق الخشبي للساعات: ٥ مم × ٤٩ مم × ٤,٩مم = ٠,٥سم×٤,٩سم ×٠,٤٩سم؛ (لوحة١١)، بينما مقياس الضغط الموجودة بصناديق الساعات الإجمالي: ٢٠٠ × ١١٥ × ٤٤ ملم = ٢٠سم ×١١,٥سم ×٢سم، وكما يوجد لها صنج أوزان التوقيت وهي عبارة عن خمسة صنج أوزان توقيت مرتبطة بالساعة التابعة لها (لوحة ١٢).

٢. الدراسة التحليلية:

نذكر بها تحليلًا لشكل الأسلوب المُتبع في الساعات والزخارف النباتية .

١,٢. المواد الخام التي صُنعت منها الساعات:

تميزت الساعات الميكانيكية الفلكية بالدقة العالية الحرفية الممتازة والتصميم الابتكاري في صناعتها كما تنوعت المواد الخام المستخدمة لها فتشابهت الساعات الصغيرة كالكبيرة في عملية الدَق، أي أن هذه الساعات يُضغط عليها فتدق عدد الساعات المطلوبة، وقد يُطلى ميناء الساعة بطلاء يُنير في الظلام فتظهر

[١٠٣] إنفار: هي مشتقة من الكلمة الإنجليزية (invariable)سبيكة مكونة من عنصري الحديد والنيكل، يشتق من تلك الخاصة الفيزيائية «غير متغيرة»، وتتميز بأنها ذات تمدد حراري منخفض. وقد اخترع شارل إدوار جيوم هذه السبيكة سنة ١٨٩٥م، وحصل نتيجة أعماله على جائزة نوبل في الفيزياء سنة ١٩٢٠، فساهمت في تطوير الأجهزة العلمية خلال القرن العشرين.

– DAVIS, R. J., (ed.): *Alloying, Understanding the Basics*, ASM International, 587-589.

[١٠٤] إذ إن مصر كانت تتبع المستعمر البريطاني.

أرقامها، وعادة تُصنع الساعات من عدة أنواع من المواد مثل الذهب والفضة والنحاس وخليط من هذه المعادن.

١,١,٢.معدن النحاس:

احتل معدن النحاس وخاصة سبيكة النحاس الأصفر مركز الصدارة في صناعة الساعات لتميزه بالمتانة وغير المرتفعة ونسبة اللدونة مرتفعة مما يُسهل عملية التشكيل، ومن سماته أنه قابل للسحب إلى أسلاك رفيعة وأنه جيد التوصيل للحرارة والكهرباء، وقد لا يتأثر بشكل غير مباشر بعوامل الماء وتغير بدرجات الحرارة، وقد استخدم معدن النحاس في عمل قرص الساعة كما في ساعة ريفلر والساعات المتزامنة بوحدتها الثانوية. كما نجد أن معدن النحاس كان من المعادن المهمة جداً في صناعة الساعات ولاسيما البندول والعقارب الخاصة بعملية التوقيت وربما يرجع ذلك إلى سهولة التشكيل وتنفيذ الزخارف والكتابات عليه كما في اللوحة التذكارية لأسماء السادة المشاركين في شراء الساعات (لوحة ١٥).

٢,١,٢.الخشب:

استخدم الخشب لما يتميز به من خواص فنية وسهولة التشغيل والتشكيل به من ضمن المواد الخام لدى الحرفيين والصناع على مر العصور، فقد استخدم أنواعاً عديدة من الأخشاب والتي صُنفت في عمل التحف والأثاث إلى نوعين: الأخشاب الصلبة والأخشاب اللينة، وقد استخدمت الأخشاب من خشب الماهوجني[١٠٥]، في الصناديق لحفظ الساعات ومحتوياتها موضوع الدراسة (لوحات ١٣،١٤).

٣,١,٢.الزجاج:

استخدم كصندوق على شكل أنبوبة أسطوانية لحفظ لآلية الساعة القياسية ريفلر، و كغطاء ناقوس للساعات المتزامنة الأساسية، كما استخدم الزجاج في تكسية أبواب الصناديق الخشبية التي تشتمل على الساعات المتزامنة الثانوية، وكذلك تكسية واجهات قرص الساعات المرتبطة بالبندول والذي يشتمل على العقارب لتحديد الوقت (لوحات ٢١-٢٢).

٢,٢. الزخارف في الساعات:

١,٢,٢.الأشكال الهندسية:

ظهرت الأشكال الهندسية في الساعات موضوع الدراسة حيث نجد **الشكل المستطيل** يظهر في تصميم الصناديق المشتملة على الساعات، وقد كان ذلك في تصاميم كافة الصناديق (شكل٧) (لوحات١٣-١٤) .

[١٠٥] خشب الماهوجني: من أنواع شجر الأخشاب الصلبة الاستوائية وأنواعه حسب موطنه، وله خصائص منها المتانة وقلة التقوب وله تعاريج، وبمرور الزمن يصير اللون بُني قاتم للاحمرار؛ شمس، *حفر وتشكيل الخشب*، ٢٣.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

كذلك يظهر الشكل المستطيل في شكل الصناديق الخشبية المشتملة على الساعات بداخلها، كما نجد **الأشكال الدائرية** في تصميم الجزء العلوى من الساعات والمتمثل في قرص الساعة المشتمل على العقارب وقد وضح ذلك في الساعات موضوع الدراسة؛ (لوحة ١) بينما يظهر **الشكل الدائري المطاول** في تصميم البندول للساعات، وقد ظهر ذلك في ساعة ريفلر والساعات المتزامنة الثانوية (لوحات١،١أ،١٠،٩،٨) .

أما **الشكل البيضاوي** فقد ظهر في نماذج متعددة من الساعات مثل الساعة القياسية ريفلر والساعات المتزامنة الأساسية مثل الجزء العلوي لتلك الساعات والذي يُسمى بالناقوس وبه مقبض دائري ثخين(لوحة ١) (شكل٨،٧،٦-١٤).

٣,٢,٢.الزخارف النباتية:

شغلت الزخارف النباتية القسم الأكبر في إطار زخارف الساعات موضوع الدراسة ولاسيما في إطار زخرفة الساعات والتي تنوعت ما بين أوراق وأفرع نباتية وورردات وثمار وغيرها ولقد انتشرت الزخارف النباتية لملء الفراغات وتغطيتها على الفراغ الموجود بالسطح متنقلة من الزاوية الصغيرة للأصغر كما هو المثال في الساعات المتزامنة بنموذجين مهمين، ويمكن تقسيم الزخارف النباتية إلى

١,٣,٢,٢.الزخارف النباتية المحورة غير الواقعية "زخرفة الرومي".

تقوم زخارفها على اختصار خطوط التزيين النباتية التي تتألف من براعم وأوراق متفرعة ومتصلة ومتنوعة متموجة، ووريدات متعددة البتلات، وأوراق نباتية، ومراوح نخيلية، وثمار وغيرها، ومنفذة بهيئة وحدات مستقلة، أو متحدة مع الأشكال الهندسية، وذلك لكون تكرار الزخارف وتقابلها وتناظرها، وهذا النوع تنوعت مسمياته في الفن الإسلامي حيث أطلق عليها زخرفة التوريق أو الأرابيسك[١٠٦] والتوشيح العربي والرقش العربي، كما أطلق عليه في الفنون العثمانية بزخرفة الرومي وفي الفنون الإيرانية بلفظ إسلمي.

إلا أنها انتشرت فيما بعد وتطورت فكان لكل بلد طابع خاص يتفق مع الذوق العام لتلك البلد، وحاول الفنانون والحرفيون الأوروبيون خلق أسلوب مناسب لعصر "حديث" ما عُرف بفن الآرت نوفو[١٠٧] في القرن

---

[١٠٦] الأرابيسك: الرقش العربي هو اتجاه الفنان المسلم إلى ابتداع الزخارف الهندسية والنباتية وزخارف عنصر الخط العربي بأشكاله المتباينة منذ القرن٢هـ/٨م وهذا ما يتفق تماماً مع البعد عن تصوير الإنسان والحيوان؛ شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ١٢٥.

[١٠٧] الآرت نوفو (Art Nouveau) ظهر في عام ١٨٩٩م في المجلة البلجيكية لارت مودرن والتي أخذ اسمها من الجاليري الباريسي، للعناصر الزخرفية المستوحاة من الزهور وغيرها من العناصر الطبيعية، و تم دمج الزخارف الهندسية في التركيبات الرأسية للواجهات واستمرت هذه الحركة حتى عام ١٩٢٥ م فصُنعت عدد محدد من الساعات التي تمثل هذه الصيحة، وذلك لتوافق الزمن مع أحداث الحرب العالمية الأولى، وما نتج عنها من انخفاض إنتاج السلع، أنظر:
SEDER, A., *Art Nouveau: Objects and Artifacts, Dover Publications*, Newburyport, 2015,1

التاسع عشر الميلادي؛ فظهرت الزخرفة وتطرزت على الطراز «الفيكتوري والادواري» كتصميم أثاث،[١٠٨] وذلك للحفاظ على ماكينات الساعات .

٢,٣,٢,٢.العناصر النباتية الواقعية والمحاكاة للطبيعة :

وهي التي تحمل صفات الشكل الطبيعي الذي أخذت عنه ومن عناصرها أشكال الوريدات والأزهار والأوراق والأفرع وغيرها وتعد الزخارف النباتية الواقعية السمة المميزة في الفن الإسلامي بصفة عامة .

ظهرت **الوريدات المتعددة البتلات** في الزخارف النباتية التي تزخرف الجزء العلوي لواجهة أبواب الصناديق للساعات المتزامنة الثانوية بحجرة الساعات بمبنى مرصد حلوان، (لوحة ٢١-٢٢). كما ظهرت في إحدى مفاتيح الصناديق الخشبية للساعات المتزامنة الثانوية (لوحة ١١).

١,٢,٣,٢,٢.الأوراق النباتية الثلاثية :ظهرت الورقة النباتية الثلاثية: المفرغة في الأركان الأربعة المحيطة حول واجهة قرص السا عات المتزامنة الثانوية، (لوحة ٢١) .

بمثابة عدد أربع ساعات تحتوي على مجموعتين اثنتان منهما متشابهة العناصر للزخارف النباتية المحورة في أرباع الوجهة الخارجية (لوحات١٨-١٩) .

٤,٢,٢.النقوش الكتابية والكتابات التسجيلية:

انحصرت اللغات المستخدمة في النقوش الكتابية على الساعات – موضوع الدراسة- في اللغة الإنجليزية، واللغة الألمانية، ولعل استخدامهما بذلك الشكل على الساعات أثَّر على انتشارها في ذلك العصر.

فجاءت النقوش الكتابية والكتابات التسجيلية على الساعات موضوع الدراسة في ذكر تاريخ صناعتها وبتوقيعات لاسم الصانع أو لمؤسسة أو شركة وبراءة الاختراع عليها، وظهور الكتابات التسجيلية على قرص الساعة ريفلر كتابات باللغة الألمانية مكان الصنع بميونيخ والرقم المتسلسل (١٠٠٨١٠) لسنة ١٩٠٦م من ناحية اليمين، بينما من ناحية الشمال اسم صانع الساعة والرقم المتسلسل٥٠٧٣٩ برقم ١٩٢. و كتابات لاسم الشركةRiefler والرقم المسلسل للساعة ٥٠٧٣٩ No192 D.R.P.No بالجانب الأيسر، وكتابات بها اختصار للأحرف ". " لرقم١٠٠٨١٠D.R.P.No والسطر الثالث ١٩٠٦.(إشارة إلى تاريخ الصنع) بالجانب الأيمن كما هو الحال في ساعة ريفلر (لوحات٢-٣) .

جاءت الكتابات باللغة الإنجليزية في الساعات المتزامنة الأساسية في أشرطة مستطيلة(لوجن) الشكل مصنوعة من المعدن النحاس لاصقة كنوع من المونرجرام[١٠٩] خاص للشركة المصنعة لها مابين سطر واحد

---

١٠٨ جاسم، عباس، "مصطفى أبو النيل، رجل مهنته(ترميم)الوقت: يملك ٥٨٠ ساعة نادرة قيمتها نصف مليون دينار"، *صحيفة القبس*، ديسمبر ٢٠٠٤م. ولمزيد من التفاصيل زيارة الموقع https://alqabas.com/article/70874Accessed on 20/8/2024

١٠٩المونوجرام: تمثل من تكوين من الحرف الأول أو الحرفين الأولين من اسم الشخص فقط ، وكان يوضع على العمائر والملابس والتحف فقط دون أن يعلوهم التاج الملكي. انظر نجم، سالم، عبد المنصف، "شارة المُلْك والرمز وشعار المملكة

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

ساعة شورت والرقم المسلسل لها بينما اللوحات المعدنية اللاصقة بها سطران وثلاثة أسطر توضح لساعات شورت المتزامنة الأساسية (لوحات٨-٩-١٠)؛ وفي الساعات المتزامنة الثانوية خلال القرص الدائري الفضي كتابات مع تنسيق منظم موقعة على الساعات باللغة الإنجليزيةPATENT SYNCHRONOME رقم ١٨٧٨١٤ في مركز ميناء الساعة، فالميناء الرئيس فضي اللون بأرقام رومانية[١١٠] منقوش بـ (SYNCHRONO MELECTRIC) مع عقارب مطلية باللون الأسود إذ تُعرض الوقت وفقًا لما تنظمه ساعة الوحدة الثانوية وفوق الاتصال الهاتفي الروماني المطلي باللون الكريمي مع عقارب مطلية باللون الأسود تعرض الوقت وفقًا لما تنظمه الساعة الرئيسية والحركة المتزامنة للشكل النموذجي مع دبوس التجميع الملصقة على البندول الذي يمر فوق ١٥ عجلة مسننة وذراع فولاذي إلى جذعها مما يعطي اتصالاً فاصلًا كل ٣٠ ثانية؛ وفي حالة حدوث أخطاء، فإن الساعة التابعة تعمل بسرعة كبيرة؛ لتنظيمه وإزالة الوزن. إذا حدثت المزيد من الضربات، فسيكون الأمر بطيئًا للغاية (لوحة ١٧)، قرص دائرة الدقائق الخارجية مع علامات مدتها خمس دقائق بالأرقام العربية[١١١] و قرص دائرة الساعة الثانية والعشرون، وجميع العقارب من الفولاذ المصقول، والأقراص الفرعية المستطيلة الفضية أدناه مع قرصين من ساعات XII محفور عليهما Free P& SLAVE، إذ تم تجهيز ساعة الوحدة الثانوية بميناءين فضيين فالأول عبارة عن قرص مقاس ٧بوصة (١٧,٧٨سم) يحمل توقيع"Synchronome Electric" والثاني عبارة عن قرص فضي مقاس٤ بوصة (١٠,١٦سم) محفور عليه "Free Pendulum" وكلاهما مع عقارب مجوفة من الصلب الأزرق، وهي مزودة بمزامن بندول "ضرب وخطأ" (لوحة ١٤) وبالجزء الخلفي على شريط مستطيل رفيع كتابات باللغة الإنجليزية بأنها (براءة اختراع)[١١٢] ENGLISH MADE patented (لوحة ١٦) وتشبه هذه الجزئية بتقنية

على الفنون والعمائر في القرن التاسع عشر وحتى نهاية الأسرة العلوية دراسة أثرية فنية"، *حولية الآثاريين العرب*، مج. ١٢، ع. ١، ٢٠٠٩، ٩٦٣؛ ١٠٩ الأرقام الرومانية هي على النحو التالي: I (أي: ١)، وV (أي: ٥)، وX (أي: ١٠)، وL (أي: ٥٠)، وC (أي: ١٠٠)، وD (أي: ٥٠٠)، وM (أي: ١٠٠٠)، وهي تُستخدم أحياناً على موانئ الساعات

. https://magictime-group2.blogspot.com/2016/10/blog-post_74.html Accessed on 7/8/2024

[١١١] **الأرقام العربية**، وأحيانا يُطلق عليها الأرقام الهندية لأنها مأخوذة من طرائق الهنود الحسابية وهي الأرقام العادية المتداولة (٠ و١ و٢ و٣ و٤ و٥ و٦ و٧ و٨ و٩)، وهي كثيراً ماتُستخدم على موانئ الساعات. أنظر الشمرى، هزاع بن عيد، "الأرقام العربية والأرقام الإفرنجية"، *مجلة عالم الكتب*، مجـ. ١، ع ١٩، ١٩٩٨م، ٤٣٦.

https://magictime-group2.blogspot.com/2016/10/blog-post_74.html Accessed on 7/8/2024.

[١١٢] براءة الاختراع: هي امتياز خاص يمنح بشكل رسمي لمخترع في فترة زمنية محددة مقابل سماحه للعامة بالاطلاع على الاختراع. وبشكل عام فإن الحق الذي يُمنح لصاحب الاختراع هو منع الآخرين من صناعة أو استخدام أو بيع أو عرض ذلك الاختراع دون الحصول على موافقة من صاحب براءة الاختراع، وهي ترخيص حكومي يتم اعطاؤه لشخص ما بحيث يتم منحه حقوق حصرية لعمليه أو تصميم أو اختراع جديد؛ انظر: بينز، وليم، *معجم التكنولوجيا الحيوية*، الألف كتاب الثاني (٢١٦) (بالعربية والإنجليزية)، ترجمة: أحمد، هاشم مراجعة: عبد المقصود، إبراهيم، دار الكتب والوثائق القومية، ١٩٩٦م القاهرة، ٢٩٥.

تقي الدين الدمشقي والتي قد أشارت سنجقدار إليه بسرير العاشق وهو السير الجلدي الذي يربط حركة الدواليب[١١٣] جهة اتصال أخرى تُرسل نبضة إلى البندول الرئيس كل ثلاثين ثانية.

الخاتمة والنتائج:

من خلال البحث يمكن القول:

– إن تأثر الغرب الأوروبي بالحضارة الإسلامية من خلال التعامل مع الآلات الميكانيكية الفلكية واستخدامها ودراستها والاعتماد عليها والتأثر بما تناولته المؤلفات والمخطوطات العربية عن نماذج للآلات البنكامات وتطوير الأفكار الهندسية وتحليلها، وهذا بالضبط ما وصلت إليه الساعات الميكانيكية الفلكية في القرن العشرين وما تلاه.

– وضوح التأثير العربي وإن كان غير مباشر على اختراع الساعات الميكانيكية قبل مائتي عام من أول ظهورها تأكيداً لانتقال التكنولوجيا العربية إلى أوروبا .

– تم الاعتماد على الملاحظات التي أوردها تقي الدين الراصد بطريق غير مباشر بأن هناك نظامًا مزدوجًا لتحديد الوقت، خاصة وأنه كان يذكر طرقًا مختلفة لبناء ساعة مكونة من ١٢ ساعة وساعة مكونة من ٢٤ ساعة.

– قامت الدراسة بنشر مجموعة ساعات فلكية، نشر أول.

– أثبتت الدراسة أن تلك الساعات أضيفت لمرصد حلوان بعد إنشائه خلال عصر أسرة محمد علي.

– أثبتت الدراسة أنه من الرغم من الكتابات والشعارات إلا أنها اتخذت نفس التكوين من حيث وضعها في نواقيس بيضاوية وصناديق خشبية بغرفة خاصة محكمة، وتكوينها المتمثل في قرص الساعة والمعلق به بندول.

– أظهرت الدراسة أنواع الساعات وتعددت أشكالها تبعاً لاتساع الحاجة إلى استعمالها في مُختلف الأغراض الفلكية في المراصد عامة، ولمرصد حلوان خاصة.

– أظهرت الدراسة بعض الزخارف النباتية التي استخدمت على الساعات مثل: رسم أوراق الأشجار ومراوح نخيلية، وأزهار بأسلوب كلي أو جزئي وبطريقة متراكبة.

– توصلت الدراسة إلى ترجمة الأشخاص الذين ورد أسمائهم على الساعات على الرغم من ذكر الاسم الأول فقط من أسمائهم إلى جانب كتابة حرف أو حرفين من اسمائهم على الساعات حسب بلد الصُنع باللغات الإنجليزية، والألمانية .

---

[١١٣] صندوق خشبي على شكل سرير وفي داخله محوران قائمان بارز طرف كل منهما من التخت. يحمل كل منهما في داخل الصندوق بكرة أو دوالب من الحديد أو الخشب؛ أما رأس كل محور فينتهي بقاعدة على شكل اسطوانة وتكون داخل الصندوق. شعراني، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية*.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

– اقتصرت الأسماء أيضاً التي وردت فى الساعات على أسماء الشركات المُصنعة أو الورش المخصصة لها.

– أظهرت الدراسة اهتمام وحرص صانعي الساعات على ذكر التاريخ الوارد على الساعات بالأرقام العربية .

– لاحظت الدراسة سيادة الكتابة التسجيلية باللغات الأجنبية على الساعات موضوع الدراسة فهي سمة من السمات، مما له الأثر في انتشارها في ذلك العصر.

– أظهرت الدراسة أن هذه الساعات مهما بلغت من تطورها إلا أنها عُرضة للإغلاق، وستكون دائمًا قابلة للتكرار؛ ومن المؤكد أن الظواهر الفلكية وحدها توفر ضمان استمرارية مثل هذا المقياس.

ثبت المصادر والمراجع:

- الجزري، أبو العز بن إسماعيل، *الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل*، هولندا: محفوظة بمكتبة جامعة ليدن، رقم شرقي ١١٧.

-بيكر، جوني، *٥٠ فكرة يجب أن تعرفها عن فيزياء الكم*، ترجمة: نورا محي الدين، القاهرة: المجموعة العربية للتدريب والنشر، ط١، ٢٠١٩م.

-بينز، وليم، معجم *التكنولوجيا الحيوية*، الألف، الكتاب الثاني، ٢١٦، (بالعربية والإنجليزية)، ترجمة: هاشم أحمد، مراجعة: إبراهيم عبد المقصود، القاهرة: دار الكتب والوثائق القومية، ١٩٩٦م.

-خليفة، حاجي، *كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون*، ط ١، بيروت: دار إحياء التراث العربي، ج١، ١٩٩٩م.

-جي، سائر بصمه، *تاريخ علم الميكانيك (مراحل تطور الكينماتيك والديناميك والستاتيك) وإسهامات العلماء العرب والمسلمين فيها*، بيروت: دار الكتب العلمية، ٢٠١٦م.

-الحسني، سليم، *ساعة تقي الدين الفلكية: إعادة بناء افتراضية من خلال الرسم الهندسي والرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد*، ١٩يونيو٢٠٠٨،

-https://muslimheritage.com/astronomical-clock-taqi-al-din / **Accessed on 28/9/2023**

-شمرى، هزاع بن عيد، "الأرقام العربية والأرقام الإفرنجية"، *مجلة عالم الكتب*، مج. ١٩. ع٥، ١٩٩٨م.

-شوقي، جلال، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، سلسلة التراث العلمي العربي، ط ١، ١٩٩٥م.

-شعراني، منى، سنجقدار، *نماذج من مخطوط الطرق السنية في آلات الروحانية، الدمشقي، تقي الدين معروف في القرن السادس عشر الميلادي*، الكويت: الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم دار الأثار الإسلامية، ٢٠٠٣م.

-بهجت، أمين محمد، المطبعة الأميرية، وزارة المالية، تقويم سنة ١٩٣٧، المطبعة الأميرية، بولاق، القاهرة، ط ١٩٣٦.

- مجلة المقتطف، الساعات من أقدم الأزمنة الى الآن، المجلد ٧٠، الجزء ٢، فبراير ١٩٢٧م.

-نجم، سالم، عبد المنصف، "شارة المُلْك والرمز وشعار المملكة على الفنون والعمائر في القرن التاسع عشر وحتى نهاية الأسرة العلوية دراسة أثرية فنية"، *حولية الآثاريين العرب*، مج. ١٢، ع. ١، ٢٠٠٩.

Refrances:

- DAVIS, R. J., (ed.)*: Alloying, Understanding the Basics. ASM International*, 2001 .

https://doi.org/10.31399/asm.tb.aub.9781627082976

- SEDER, A., *Art Nouveau: Objects and Artifacts, Dover Publications*, Newburyport, 2015.

- SMITH, E.: *The Riefler Clock System of the Cincinnati Observatory*, Popular Astronomy, VOL. 19.

-HOPE-JONES, F., *Electrical Timekeeping, Hardcover – Import*, London, 2nd ed., 1949.

-DAY, L. & MCNEIL, Ian, *Biographical Dictionary of the History of Technology*, Taylor & Francis, 2003.

-BOSSCHIETER, J. E.: *A History of the Evolution of Electric Clocks*, TIJD schrift edited by the Federate van Klokkenvrienden, Holland, 2000.

-LEIBNIZ, G.W., *New Essays on Human Understanding*, Cambridge University Press, New York, 1996.

-LAVET, M., «La Synchronisation des Pendules par une force continue ou intermittente étude Critique des Méthodes Proposées Recherches Particulières des Établissements Léon Hatot. Application aux horloges synchrones fonctionnant avec des courants alternatifs industriels». *Annales Francaises de Chronometrie* 4, 1934, 111-142.

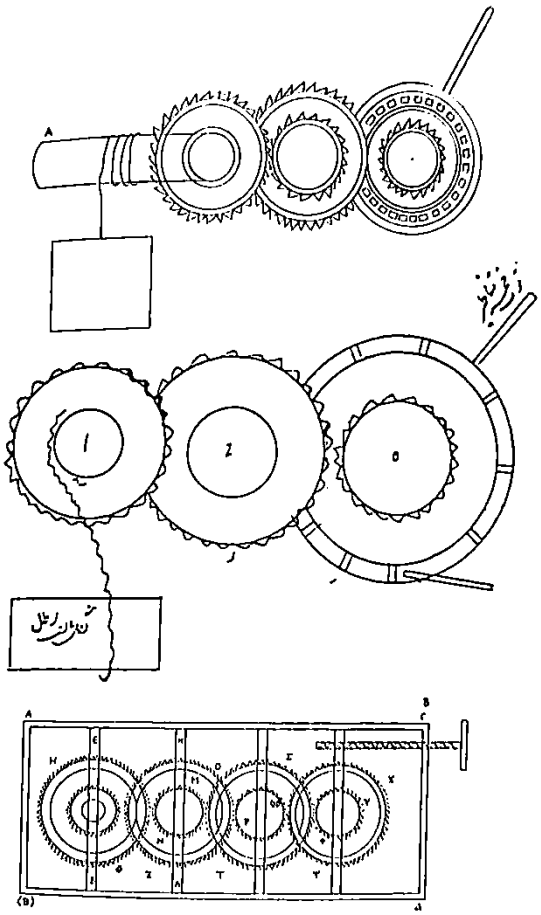
-LYONS, H.G, *LT.-COL. U.F.E. KEELING*, Nature, November 20, 1919, NO. 2612, VOL. 104, 317, 318.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

- MICHAEL A.L., THOMAS P.H. and STEVEN R.J., "NIST Primary Frequency Standards and the Realization of the SI Second", *NCSLI Measure*, December 2007, 7: https://www.researchgate.net/publication/26928353
- KEELING, B.F.E., *«A New Record Clock at Helwan Observatory, The Cairo Scientific Journal», VOL IV, March 1910.*
- SPARAVIGNA, A.C., *Water, Air and Fire at work in Hero's Machines*, 1, *https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1101/1101.3470.pdf1*
- BECKER, JOHNNY, *50 Fikra Yağib ʾan Taʿrifhā ʿan Fizyāʾ al-Kam*, Translated by: Nūra Muḥī al-Dīn, 1st ed., Cairo: al-Mağmūʿa al-ʿarabīya liʾl-tadrīb waʾl-našr, 2019.
- BAINES, WILLIAM, *Muʿğam al-Tiknuluğyā al-Ḥayawīya, al-ʾAlf Kitāb al-Ṯānī 216, (biʾl-Arabīya waʾl-Inğlīzīya)*, Translated by: Hāšim Aḥmad, Reviewed by: Ibrāhīm ʿAbd al-Maqṣūd, Cairo: Dār al-kutub waʾl-waṯāʾiq al-qawmīya, 1996.
- ḤALĪFA, ḤĀĞĞĪ, *Kašf al-Ẓunūn ʿan Asāmī al-Kutub waʾl-Funūn*, VOL.1, 1st ed., Beirut: Dār iḥyāʾ al-turāṯ al-ʿarabī, 1999.
- ĞĪ, SĀʾIR BAṢMA, *Tārīḫ ʿilm al-Mīkānik (Marāḥil Taṭawwur al-Kīnmātik waʾl-Daynāmik waʾl-Stātik) wa Ishāmāt al-ʿUlamāʾ al-ʿArab waʾl-Muslimīn fīhā*, Beirut: Dār al-kutub al-ʿilmīya, 2016.
- AL-ḤUSNĪ, SALĪM, *Sāʿat Taqay al-Dīn al-Falakīya: Iʿādat Bināʾ Iftirāḍīya min ḫilāl al-Rasm al-Handasī waʾl-Rusūm al-Mutaḥarrika Ṭulāṯīyat al-Abʿād*, 19 Jun 2008.
- ŠIMMARĪ, HAZZĀʿ BIN ʿID, «al-Arqām al-ʿArabīya waʾl-Arqām al-Ifrinğīya», *Mağallat ʿālam al-kutub 5*, VOL. 19, 1998.
- ŠAWQĪ, ĞALĀL, *al-ʿUlūm waʾl-Maʿārif al-Handasīya fī al-Ḥaḍāra al-Islāmīya, Silsilat al-Turāṯ al-ʿArabī*, 1st ed., 1995.
- Šaʿrānī, Munā Sunğuqdār, *Namāḏiğ min Maḫṭūṭ al-Ṭuruq al-Sunnīya fī al-Alāt al-Rawḥānīya Taqay al-Dīn bin Maʿrūf al-Dimašqay al-Qarn al-Sādis ʿAšar al-Mīlādī*, Kuwait: al-Ğamʿīya al-lubnānīya li tārīḫ al-ʿulūm dār al-aṯār al-islāmīya, 2003.
- AL-ĞAZARĪ, ABŪ AL-ʿIZ BIN ISMĀʿĪL, *al-Ğāmiʿ bayīn al-ʿIlm waʾl-ʿAmal al-Nāfiʿ fī Ṣināʿat al-Ḥiyal*, Holland: Maḥfūẓa bi maktabat Ğāmiʿat Lidn, Raqam šarqī 117.

الكتالوج

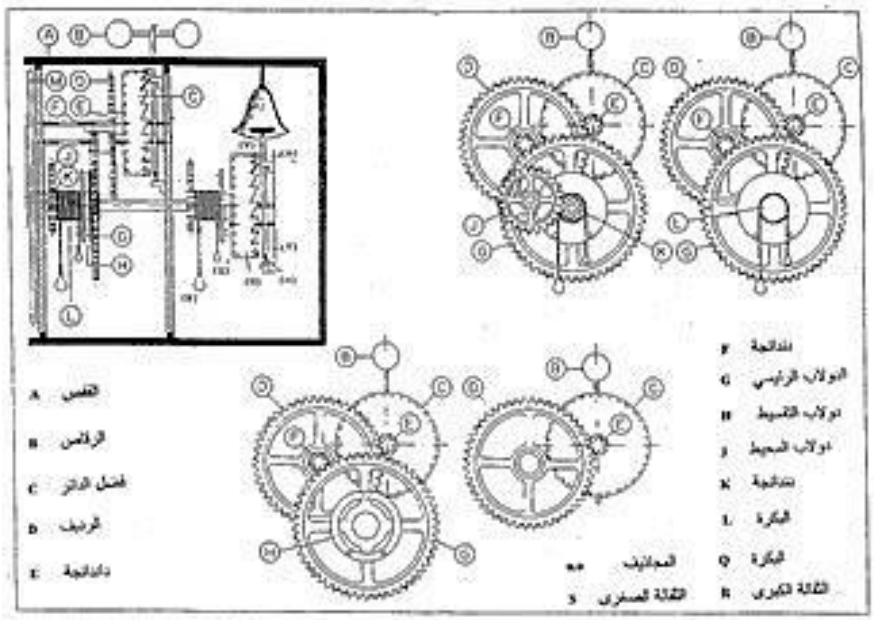
(شكل١) الجزء الخلفي من الإسطرلاب الفارسي ويحمل توقيع صاحبه محفورا في الخلف: "صنعة محمد بن أبي بكر بن محمد الراشدي الإبري الاصفهاني"الذي يعود تاريخه إلى أوائل القرن الثالث عشر الميلادي، المصدر https://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/Glossary/mainGlossary/Glossary_ID=6.html



(شكل ٢) مجموعة المسننات لرفع الأجسام الثقيلة بواسطة قوى يسيرة (عن مخطوط هيرون السكندري بمكتبة جامعة ليدن) من كتاب شوقي، *العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية*، ٢٨٢، شكل ٤٣.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

(شكل٣) شرح ووصف الساعة الرصدية (من أسنان ودندانجته والرقاص) من مخطوط تفسير بعض الآلات الرصدية / مكتبة قنديللي باسطنبول رقم ٢٠٨/٢



(شكل ٤) أجزاء السرياقة في الساعة الميكانيكية لتقي الدين الراصد برسم موحد

https://sanjakdar-chaarani.com/new_ma_j3x/index.php/2013-09-18-17-55-24/2013-09-18-17-58-36/2013-12-06-13-12-04/208-2014-02-03-14-24-21

(شكل٥) منمنمة تصور الراصد تقي الدين مع مساعديه وهم يستخدمون آلات الرصدية، ويظهر في الصورة آلة الأسطرالب والربع المجيب والبركال والكرة. (من مخطوط "شهينشاهنامة"، مكتبة جامعة اسطنبول، رقم ١٤٠٤ NEKFY0)

نقلا عن الغازي، جعفر أماني : المراصد العثمانية .

International Jordanian Journal ARYAM. All rights reserved – Volume 3, ISSUE 1 ٢٠٢١ ©

(أشكال٦،٧،٨،٩) نماذج من الساعات الرصدية [ساعة الصندوق، الساعة المائية، الساعات الرملية، قرص لساعة ذات عقارب ونموذج للمزولة الشمسية على قاعدة مربعة] التي استخدمها تقي الدين الراصد في مرصد اسطنبول

من مخطوط "شهينشاهنامة"، مكتبة جامعة اسطنبول، رقم ١٤٠٤ NEKFY0 .

نقلا عن الغازي، المراصد العثمانية .

International Jordanian Journal ARYAM. All rights reserved – Volume 3, ISSUE 1 ٢٠٢١ ©

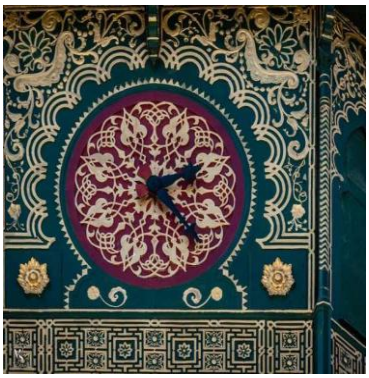
DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

(شكل ١٠) الساعة الدقاقة بمسجد محمد علي بالقلعة المصدر

https://digitalcollections.universiteitleiden.nl/view/item/914775

(شكل ١١) الساعة الدقاقة بمسجد محمد علي بالقلعة

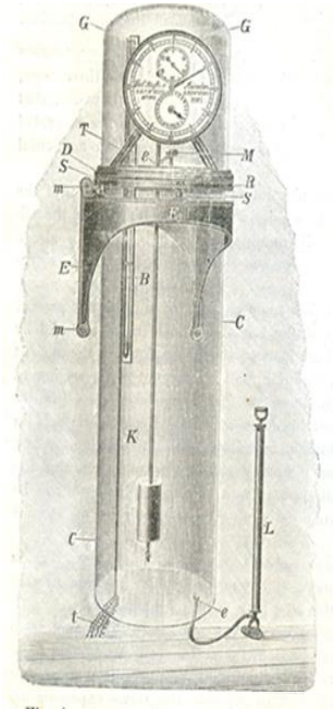
https://darelhilal.com/media/news/2021/9/20/2021-637677447084393673-439.jpg



(شكل ١٢–١٣) قرصى الساعة بمسجد محمد علي

https://www.google.com/imgres?imgurl=https://watanimg.elwatannews.com/image_archive/original_lower_quality/20651755971617828118.jpg&tbnid=VqiTAkrQLq6g1M&vet=1&imgrefurl=https://www.elwatannews.com/news/details/5423286&docid=cvSGuCz3vONlWM&w=620&h=413&hl=ar-EG&source=sh/x/im/m1/4&kgs=e41386ad6e433598&shem=abme,trie

(لوحة ١) ساعة ريفلر بمرصد حلوان بمنتصف الحجرة © عمل الباحث.



(شكل١٤) ساعة ريفلر بمرصد حلوان بمضخة يدوية.
KEELING, « A New Record Clock at Helwan Observatory», 69.

(لوحة ١أ) شاسيه لقرص ساعة ريفلر ©عمل الباحث.

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

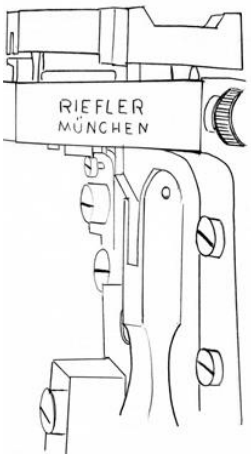
(لوحة ٢) مكان وتاريخ الصناعة: ميونيخ، ألمانيا، عام١٩٠٦م ©عمل الباحث

(لوحة ٣) كتابات باللغة الألمانية مكان الصنع بميونيخ والرقم المتسلسل ١٠٠٨١٠ لسنة ١٩٠٦ من ناحية اليمين بينما من ناحية الشمال كتابات لاسم صانع الساعة والرقم المتسلسل٥٠٧٣٩ برقم ١٩٢- ©عمل الباحث

(لوحة ٤) قطاع رأسي خلفي ساعة ريفلر من الجانب الأيمن بهااختصار للأحرف "D.R.P." لرقم ٥٠٧٣٩

© تصوير الباحث.

(لوحة ٥) قطاع رأسي خلفي ساعة ريفلر من الجانب الأيسر © تصوير الباحث .



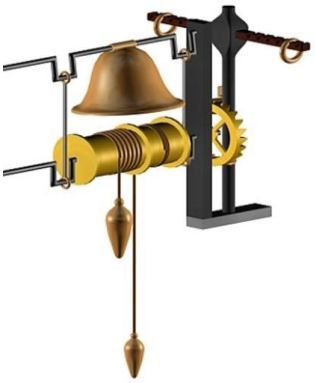
(شكل ١٥) قطاع رأسي خلفي ساعة شكل ريفلر من الجانب الأيسر©عمل الباحث.

اسم الشركةRIEFLER ومكان الصنع MÜNCHCN اسم الشركةRIEFLER ومكان الصنع MÜNCHCN. ©عمل الباحث

(شكل١٦) في الجزء الأوسط من هذه المخطوطة الشهيرة لمرصد إسطنبول (على اليسار) توجد ساعة موضوعة على طاولة ويظهر على اليمين رسم بالحاسوب لطريقة عمل ساعة تقي الدين. © ١٠٠١Inven tions

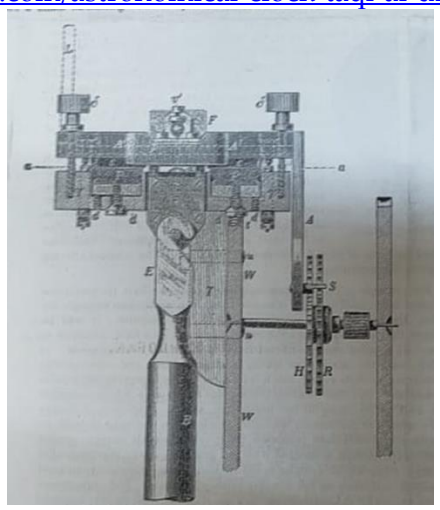
/https://www.1001inventions.com/top7clocks Accessed on 23/8/2024

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.



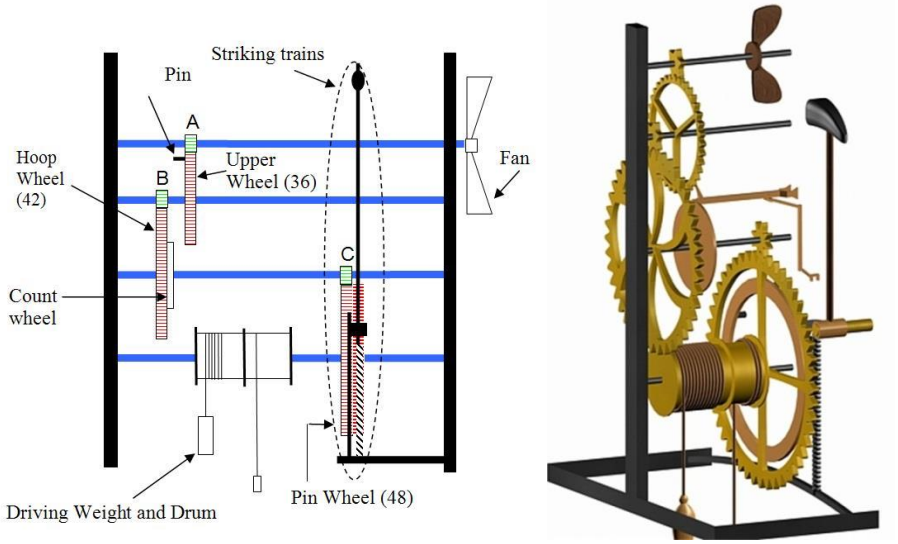
(شكل ١٧) الآلية العامة المستخدمة في الساعة لإطالة فترة سقوط الوزن الأكبر للأسطوانة؛ ومن خلال نقل الطاقة عبر التروس المختلفة. آلية الإفلات التي تولد حركة تدريجية لعجلة

/https://muslimheritage.com/astronomical-clock-taqi-al-din Accessed on27/9/2024



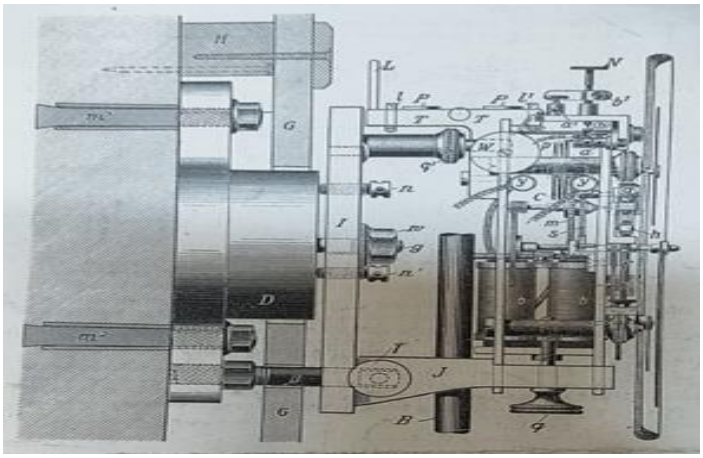
(شكل ١٧أ) الآلية العامة المستخدمة في ساعة ريفلر لإطالة فترة سقوط الوزن الأكبر للأسطوانة ومن خلال نقل الطاقة عبر التروس المختلفة.

KEELING, «A New Record Clock at Helwan Observatory», 72.



(شكل ١٧ب) عرض جانبي تخطيطي للآليات الرئيسية في الساعة لتقي الدين ومخطط تخطيطي لنظام القطار الضارب

/https://muslimheritage.com/astronomical-clock-taqi-al-din Accessed on 27/9/2024



(شكل١٧ج) مخطط عرض جانبي للآليات الرئيسية ولنظام القطار الضارب لساعة ريفلر

KEELING, A New Record Clock at Helwan Observatory, 70.

(لوحة٦) التلغراف ووحدته ومفاتحه لإرسال إشارات الوقت ©عمل الباحث

(لوحة ٧) الكرنوجراف لتسجيل إشارات الوقت ©عمل الباحث

THE
PERFECT CLOCK

ASTRONOMERS have now stated that the RATE of the "SYNCHRONOME" FREE PENDULUM at
GREENWICH OBSERVATORY
but for the very small growth of the Invar Rod which was known and forecasted, has been INVARIABLE. Over a period of nearly TWELVE MONTHS while it was under the closest observation,
NO CHANGE OF RATE COULD BE DETECTED.

THE
SYNCHRONOME FREE PENDULUM
was designed by Mr. W. H. SHORTT, M.Inst.C.E., in combination with the Synchronome System, the invention of Mr. F. HOPE-JONES, M.I.E.E., F.R.A.S.

PROFESSOR W. de SITTER of Leyden, discussing in "NATURE" of Jan. 21st, 1928, this entirely new conception of the possibilities of clocks, asks—

"Can these wonderful clocks be of use as a control upon the uniformity of astronomical time like the motion of the moon, the sun, and the planets? Can the handiwork of man compete with the heavenly bodies?"

All who are interested in this astonishing achievement, and who wish to know more of the SYNCHRONOME SYSTEM, particularly its applications to commercial purposes in the supply of UNIFORM AND ACCURATE TIME for Industrial Establishments and Institutions, should apply to :

THE SYNCHRONOME Co., Ltd.,
32 & 34, CLERKENWELL ROAD,
LONDON, E.C.1.
Tel.: No. CLERKENWELL 1517.

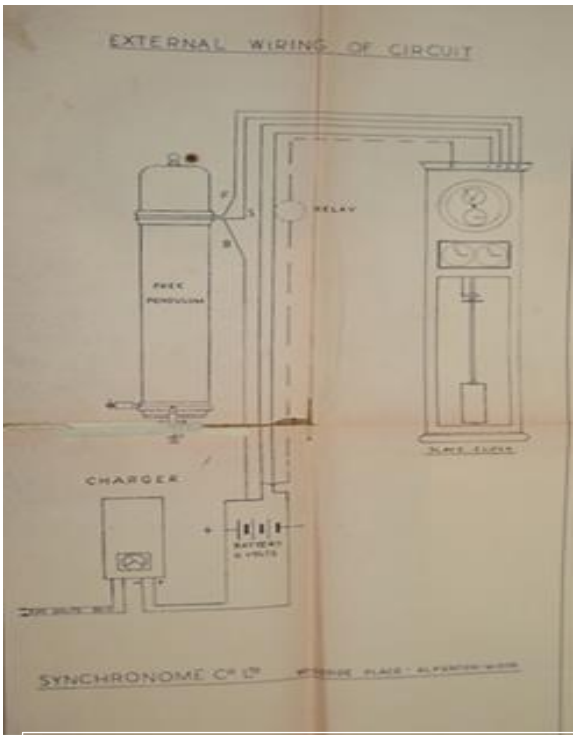
MENTION THE "HOROLOGICAL JOURNAL."

(شكل ٦) إعلان عام ١٩٢٨ عن ساعة متزامنة ذات بندول مزدوج بمرصد جرينتش

Michael & OTHERS, «NIST Primary Frequency Standards and the Realization of the SI Second», 76.

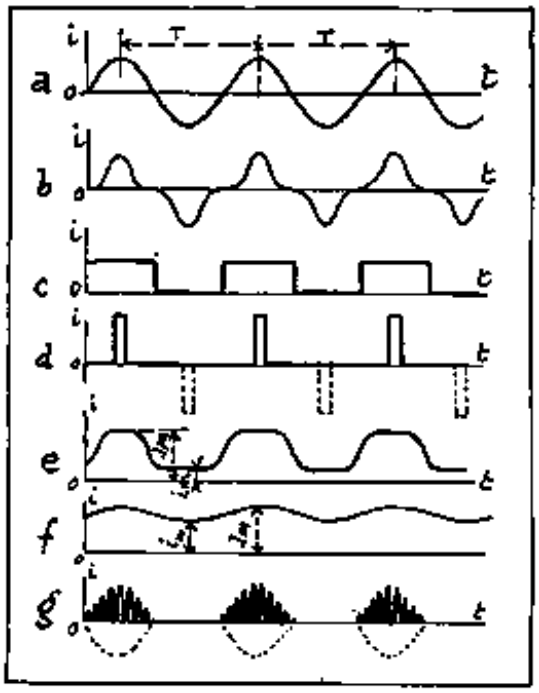
DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

(شكل٧) وحدتا الساعات المتزامنة (الأساسية والثانوية)https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=55002



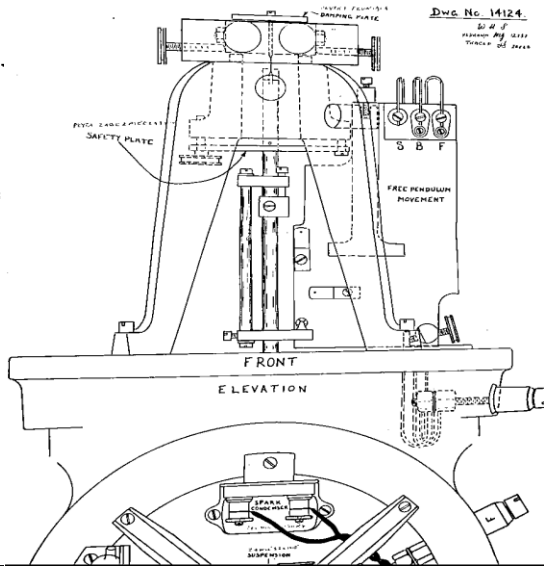
(شكل٨) قطاع رأسي تخطيط توضيحي لتوصيل ثواني الساعات المتزامنة

Instructions For Using, ''Geryk '' Vacuum Pumps,

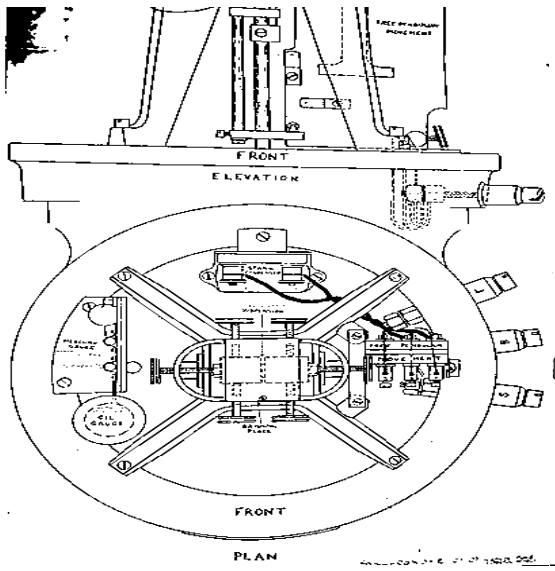


(شكل ٩) نماذج لأشكال مختلفة من التيارات التي تم استخدامها للساعات المتزامنة مذبذب ميكانيكي للفترة الطبيعية

LAVET, « *La Synchronisation des Pendules par une force continue ou intermittente étude Critique* »
https://adsabs.harvard.edu/full/1934AFChr...4..111L



(شكل١٠) قطاع رأسي لميكانيكية ساعة شورت
Instructions For Using, ''Geryk '' Vacuum Pumps ,



(شكل١١) قطاع أفقي لميكانيكية ساعة شورت
Instructions For Using, ''Geryk '' Vacuum Pumps ,

(لوحات٨–٩–١٠) أرقام التسلسلية لساعات شورت المتزامنة الرئيسية على الناقوس النحاسي والختم الشمعي المحكم الإغلاق الموجود أعلاها مباشرة ©عمل الباحث .

(لوحة١١) مفاتيح لساعات" ريفلر، ووحدة الساعات الثانوية(الصناديق الخشبية) ©عمل الباحث

(لوحة١٢) صنج وأوزان ومؤشر البندول © عمل الباحث

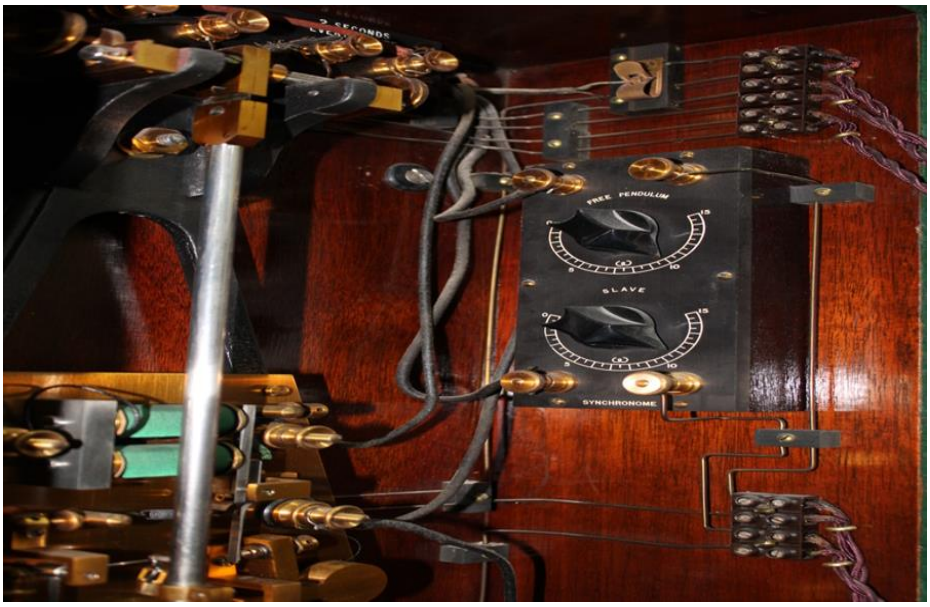
DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

(لوحة ١٣) ساعة الوحدة المتزامنة الثانوية وبجوارها وحدة تحويل الطاقة الكهربائية إلى الكهرومغناطيسية ©عمل الباحث.

(لوحة ١٤) داخل ساعة الوحدة المتزامنة الثانوية ومحتواها الكهروميكانيكية © عمل الباحث

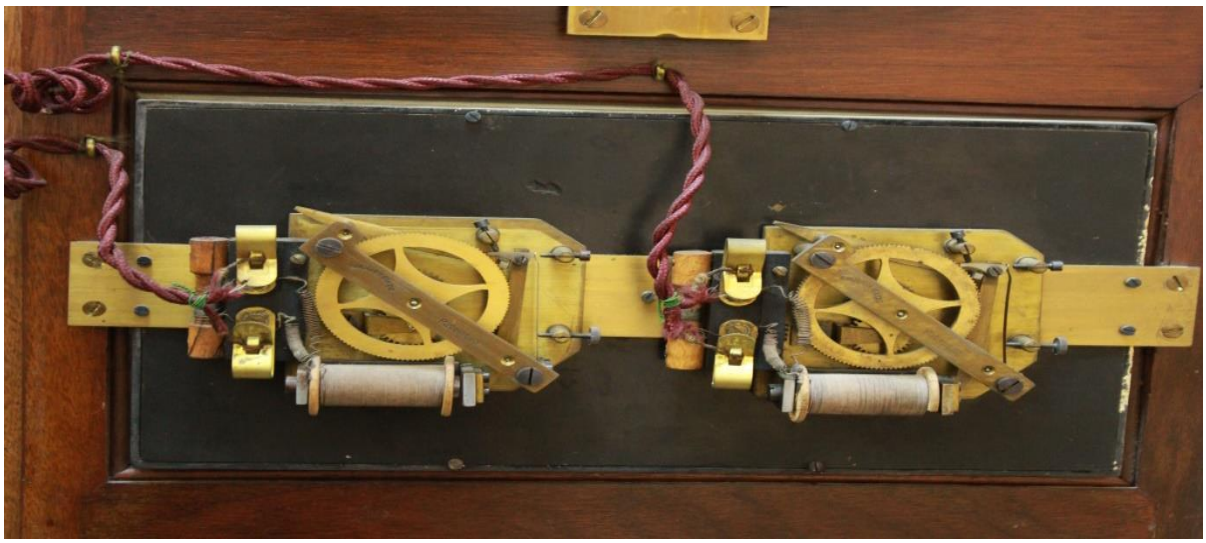
(لوحة ١٥) لوحة تذكارية بأسماء المشاركين في شراء الساعات الكهربائية(الوحدة المتزامنة الثانوية) عام١٩٣٨م.

©عمل الباحث.



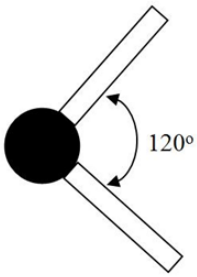
(لوحة ١٦)توصيلات مفاتيح الثواني الوحدة الثانوية المتزامنة اللاحقة بالصندوق الخشبي© تصوير الباحث

(لوحة ١٧) الجزء الأمامي للأقراص الفرعية المستطيلة الفضية لساعة الوحدة الثانوية ©عمل الباحث



(لوحة ١٨) الجزء الخلفي للأقراص الفرعية المستطيلة الفضية لساعة الوحدة الثانوية © عمل الباحث

DOI: 10.21608/jguaa.2024.311596.1348.

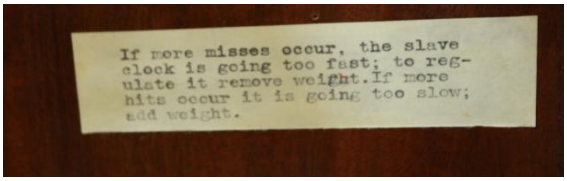


(شكل ١٢) المنصات الموضوعة على الحافة على زاوية منفرجة بينها التي بساعة تقي الدين

الحسني، *ساعة تقي الدين الفلكية، إعادة بناء افتراضية من خلال الرسم الهندسي والرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد*،

/https://muslimheritage.com/astronomical-clock-taqi-al-din

(لوحة ١٩) كتابات باللغة الإنجليزية بأنها (صنع انجليزي براءة اختراع)patented ENGLISH MADE ©عمل الباحث



(لوحة ٢٠) ملصق كتابي لعمل الساعة المتزامنة الثانوية (في حالة حدوث أخطاء، فإن الساعة التابعة تعمل بسرعة كبيرة؛ لتنظيمه وإزالة الوزن. إذا حدثت المزيد من الضربات، فسيكون الأمر بطيئًا للغاية؛ ضف.Weicht) © عمل الباحث .

(لوحة ٢١) الزخارف النباتية للمراوح النخيلية على ساعاتي الوحدة الثانوية © عمل الباحث

(لوحة ٢٢) الزخارف النباتية على عدد(٢) ساعات الوحدة الثانوية ©عمل الباحث