الباب الأول

الوقت وأهميته وحسابه

تعريف الوقت وأهميته

مورد من أندر وأقيم الموارد الذي يمر وينتهي من تلقاء نفسه ولا يمكن إيقافه ولا استرداده ولكن من خلال تحليل استخدام الوقت علي أساس منتظم سواء كان ذلك داخل العمل أو خارجه، من الممكن فهم الطرق التي تزيد من كفاءة استغلال الوقت مثل أي مورد يمكن استخدامه بعقل أو دون عقل ومن خصائص الوقت:

1- إن الوقت هو عمر الإنسان وحياته كلها .

2- العمر محدد ولا يمكن زيادته بحال من الأحوال مورد شديد الندرة

3- مورد غير قابل للتخزين اللحظة التي لا استغلها تفني.

4- مورد غير قابل للبدل أو التعويض.

5- يحاسب عليه المرء مرتان عمره ثم شبابه

الوقت في القرآن الكريم

نبه القرآن الكريم على أهمية الوقت كثيراً في سياقات متعددة وبصيغ متعددة أيضاً، فيجيء مرة بصيغة الدهر، أو الحين، الآن، لشجل، اليوم، لشمد،السرمد، لشبد، الخلد، العصر وغير ذلك من لشلفاظ قال تعالى : والعصر إن الإنسان لفي خسر وقال هو الذي جعل الشمس ضياء والقمر نورا وقدّره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب وحينما يقسم الله سبحانه وتعالى في كتابه الكريم بشيء من مخلوقاته فهذا يدل على عظمته إذاً فالوقت مهم شي إنسان لذا يجب علينا أن نحسن استخدامه

فيما ينفعنا شن الإنسان عبارة عن وقت كلما ذهب ، ذهب ببعضه وقال ﷺ: نعمتان مغبون فيهما كثير من الناس : الصحة والفراغ أي أن أغلب الناس يفرطون فى الوقت فيسجنون الوقت دون تحريره وقوله عليه الصَّلاة والسَّلام: (لَا تَزُولُ قَدَمَا عَبْدٍ يَوْمَ الْقِيَامَةِ حَتَّى يُسْأَلَ عَنْ عُمُرِهِ فِيمَا أَفْنَاهُ وَعَنْ عِلْمِهِ فِيمَ فَعَلَ به وَعَنْ مَالِهِ مِنْ أَيْنَ اكْتَسَبَهُ وَفِيمَ أَنْفَقَهُ وَعَنْ جِسْمِهِ فِيمَ أَبْلَاهُ) أي أن الإنسان سيسئل أول في ما يسئل عن نعمة الوقت هل أحسن استغلالها وقيمة الوقت تأتي بما يقدمه الإنسان و ينتجه من أعمال يصلح بها حاله و حال أمته.

<u>خط التوقيت العالمي</u>

هو خط إصطلاحي،وهو مبدأ خطوط الطول جميعها وقد إتفق عالميا عام 1874م على أن يكون خط الطول المار من جرينتش إحدى ضواحي لندن خط الطول المبدئي أى خط الطول الصفر ، ومن ثم خط التوقيت العالمي ، ومبدأ للتوقيت وبما أن الشمس في حركتها الظاهرية اليومية تتحرك من الشرق إلى الغرب ، لذا فإن شروق الشمس وغروبها يكون أسبق بالاتجاه شرقاً ، ولذ فإن التوقيت يكون متقدما عن توقيت جرينتش في المناطق الواقعة غرب خط جرينتش ، ومقدار هذا التقدم والتأخر يبلغ 4دقائق لكل درجة طولية ، أو ساعة لكل (15درجه) طولية .

تحديد الخط العالمي للتاريخ

خطوط الطول

لشرض كروية الشكل ويتعاقب عليها الليل والنهار نتيجة لدوران لشرض حول محورها مرة في فترة تقرب من 24 ساعة وفي الوقت الذي يكون فيه منتصف النهار في مكان ما يكون يقابله على سطح لشرض منتصف الليل ولتيسير التفاهم الزمني قسمت لشرض نظرياً إلى خطوط وهمية أو افتراضية تمتد من الشمال إلى الجنوب بين الموضعين اللذين يمثلان نهايتي محور دوران لشرض وسميا بالقطبين ، أحدهما سمي بالقطب الشمالي لمقابلته تقريباً لنجم في السماء يسمى بنجم الشمال ، وسمي القطب المقابل بالقطب الجنوبي وتُعورِفَ على تسمية تلك الخطوط بخطوط الطول تمييزاً لها من خطوط أخرى عرفت بخطوط العرض وكل خط طول مع امتداده يمثل دائرة كاملة أي يشكل محيطاً على سطح لشرض ويمر مسقطه بمركز لشرض وقسم سطح لشرض إلى 360 خط طول وإذا قسمنا طول اليوم البالغ 24 ساعة × 60 دقيقة = 1440 دقيقة على عدد الخطوط لكانت المسافة بين كل خطي طول تعادل 4 دقائق وأعطيت أرقاماً لهذه الخطوط من 1-180 شرقاً ومن 1-180 غرباً نسبة إلى خط الطول المار بجرينتش .

وقسمت لشرض إلى 24 منطقة زمنية اتساع كل منها 15 درجة (أي خط طول) واختيرت جرينتش كنقطة الصفر للتوقيت ، وأيضا إليها ينسب ويقارن توقيت المدن لشخرى في العالم ونظراً لدوران لشرض من الغرب إلى الشرق فإن المناطق الواقعة غربي جرينتش يكون وقتها متأخراً عن توقيت جرينتش ويكون التوقيت في المناطق التي إلى الشرق منه متقدماً . ولو تصورنا أن الساعة الثانية عشرة ظهراً في جرينتش ثم بدأنا السفر شرقاً أو غرباً فسنصل إلى نقطة مقابلة من العالم على سطح لشرض حيث يكون الوقت فيها هو منتصف الليل في نفس الوقت الذي هو منتصف النهار في جرينتش وستكون على خط الطول 180 درجة تقريباً من جرينتش شرقاً أو غرباً وفي المنطقة الزمنية الثانية عشرة ، وتقرر أن يكون هذا الموضع هو خط التأريخ العالمي .

المناطق الزمنية للتقويم العالمي بنيت على أساس اليوم الشمسي وفي متوسط هذا التقويم تكون الشمس وقت الظهر عامودية على سطح لشرض أو في أبعد نقطة تصل إليها في أثناء النهار والخط لشسمك هو خط التأريخ العالمي ويبدأ اليوم الجديد من هذا الخط عند منتصف الليل في هذا النظام ويجب إدراك أن اليوم الجديد يبدأ في القسم الذي يقع إلى الغرب من الخط العالمي للتأريخ ، ومن ذلك الخط غرباً يطلب النهار الليل حثيثاً بسرعة تبلغ نحو 18.6 ميلا في الثانية ، مسرعا من الشرق إلى الغرب يوم الثلاثاء قد بدأ غرب خط التوقيت في منطقة محدودة جداً -

عمليا حسب العرف الإتفاقي يشمل المنطقة الزمنية شولى بكاملها - بينما لا يزال اليوم اسمه الإثنين في جميع بقاع العالم شخرى على تفاوت في التوقيت بينها وبسبب هذا فإنه سوف يضاف يوم إلى التقويم الزمني لو سافرنا غرباً عبر هذا الخط ، وسيستبعد يوم إلى الوراء لوتم عبور هذا الخط شرقاً .

ولقد اضطر واضعوه أن يكون متعرجا حتى يكون مروره فوق مياه المحيط متجنباً اليابسة تيسيراً على السكان ويلاحظ أن اليوم الجديد بدأ إلى الغرب من هذا الخط بينما نهاية اليوم السابق على الناحية شخرى وفارق التوقيت الزمني في أقصى الشرق من سبيريا 12 ساعة عن توقيت جرينتش بينما تمثل أطراف ألاسكا القصوى 12 ساعة تقدماً عن جرينتش ورغم القبول العالمي لهذه المناطق الزمنية ، إلا أن الصين اعتبرت أرضها كلها ذات منطقة زمنية واحدة رغم تمددها جغرافياً في خمس مناطق زمنية ويترتب على ذلك أن الساعة الثانية عشرة ظهراً لا تعني وقت الظهيرة أو قريباً منها في جميع أقاليم الصين .

وقد حدثت تعديلات عدة مرات على شكل هذا الخط منذ عام 1900 م وإن لم يتغير موقعه الجغرافي ، وإنما تغير شكل التعرجات التي فيه ، بسبب اختلاف الجزر التي رغبوا في ضمها لنهاية اليوم السابق أو بداية اليوم اللاحق ، ليتواءم مع بعض اهتمامات سكان تلك المناطق أو الدول

التي لها اهتمام بشأن تلك الجزر ، حتى كان آخر تعديل لهيئتة في عام 1995 م حيث أدخل مجموعة من الجزر الواقعة على خط الإستواء إلى الشرق من اندونيسيا إلى تقويم اليوم الجديد بدلاً من وضعها السابق في نهاية اليوم القديم .

وهناك أمران ينبغي توضيحهما في شأن التقويم العالمي وأثره في مسميات لشوقات وشيام تباين بداية اليوم ونهايته بين التقويمين العالمي والعربي : بداية اليوم ونهايته في التقويم العالمي المرتبط بالشمس تختلف عن البداية الشرعية ونهايتها والمرتبطة بالقمر ففي التقويم العالمي يبدأ اليوم بالثانية عشرة من منتصف الليل وينتهي بالثانية عشرة من منتصف الليلة التالية ، بينما في التقويم العربي أو الإسلامي يبدأ اليوم فيه بالغروب وينتهي بالغروب وتجنب التقويم العالمي استعمال مصطلحات علمية لوصف الصباح والمساء وعدل إلى استعمال المصطلح اللاتيني(a.m) ومعناه قبل الظهر ، ثم امتد اصطلاحاً ليعني الفترة من الثانية عشرة من منتصف الليل وحتى ما قبل الثانية عشرة ظهراً ومصطلح(p.m) ومعناه لغة بعد الظهر ولكنه اتسع اصطلاحاً ليشمل الفترة من الثانية عشرة ظهراً إلى ما قبل الثانية عشرة من منتصف الليل وفي المصطلح الغربي يطلق لفظ النهار على الفترة من شروق الشمس وحتى غروبها ، وإن كان التقويم قد سكت عن وصف الفترة من منتصف الليل وحتى طلوع الشمس ، ولكن التقويم العربي

يعتبر الليل من الغروب وحتى الفجر (أي لحظة ما قبل الفجر) ، والنهار من الفجر وحتى غروب الشمس (أي لحظة ما قبل غروب الشمس) .

وفي الإستعمالات الدارجة للتقويم الغربي يعتبر صباح اليوم ابتداء من بداية اليوم ، أي من الدقيقة ثنولى بعد الساعة الثانية عشرة منتصف الليل ، والمساء من وقت الظهيرة ، وفي هذا الإستعمال يتقدم النهار على الليل ، بينما يتقدم الليل على النهار في التقويم العربي وينجم عن هذه الحالة شئ من اللبس في المصطلحات واحتمال وقوع الخطأ بسبب تباين المقصود في كلٍّ منهما ، فمثلاً الفترة من غروب الشمس وحتى منتصف الليل تعتبر نهاية الليل ونهاية اليوم في التقويم العالمي ، بينما تعتبر أول الليل وأول اليوم الجديد التالي في التقويم العربي ، وبالمثل الفترة من منتصف الليل وحتى الفجر تسمى صباحاً - أو بداية الصباح - لليوم الجديد في مصطلح التقويم الشمسي العالمي ، بينما تعتبر ليلا - أو نهاية الليل - لليوم الجديد في التقويم القمري العربي ، وشبيه في القياس الفترة من وقت الظهيرة حتى غروب الشمس . وقد طور الفلكيون تقويما زمنياً لليوم سمي بالتقويم العربي يكون مرتبطا بغروب الشمس ووقت الغروب فيه يكون تمام الساعة الثانية عشرة بدلا من وقت الظهيرة في التقويم العالمي ويندر استعمال هذا التقويم العربي في عالمنا اليوم وينتج بسبب وجود الخط العالمي للتأريخ اختلاف مسمى اليوم والتاريخ في ثقاليم المجاورة ، ولهذا ثسمر أثره في وقت أداء العبادات المختلفة

وليس هذا مقصوراً على الصيام وشعياد فحسب بل يمتد أثره إلى الصلاة كذلك وهذه قضية حتمية عملية يجب قبولها برضا ، بل قبلتها شمة برضا فعلاً وتكيفت مع الواقع الذي لا فكاك عنه ومقتضي سنة الله تعالى الكونية، وهي تختلف كلية عن النزاع المتعلق بالرؤيا والإضطراب في شروط قبولها وعدم وجود مرجعية تملك الحسم النهائي فيها ، ناهيك عن مجافاتها للتوجيهات الشرعية لمن يحسنون الحساب الفلكي وللتوضيح نأخذ جزيرتي دايوميد القريبتين من بعضهما البعض فهما على مسافة بضعة أميال ألا أنه يفصل بينهما خط التأريخ العالمي ، فالمسلمون المقيمون في جزيرة دايوميد الصغري التابعة شلاسكا يؤدون صلاة الجمعة متأخرين 24 ساعة عن إخوانهم المقيمين في جزيرة دايوميد الكبرى الروسية رغم أن المسافة بينهما لا تتجاوز بضعة أميال فيوم الخميس عند سكان دايوميد الصغرى (ألاسكا) هو نفسه يوم الجمعة عند سكان دايوميد الكبرى (روسيا) فالشمس عند شروقها صباحاً هي هي التي يراها الجميع في الجزيرتين ويعتبرها قوم صباح الخميس والآخرون عندهم نفس الشمس المشرقة في نفس اللحظة عمليا هي صباح يوم الجمعة فلو بقي أحدهم في بلده فيصلي ظهر الخميس ولو ذهب إلى إخوانه في الجزيرة شخرى لصلاها في ذات الوقت جمعة ولو فاتت الجمعة على شخص في الجزيرة الكبرى فلا يزال أمامه فرصة

لصلاة الجمعة عند إخوانه من اليوم التالي وصلاة الجمعة عند هؤلاء صحيحة وعند هؤلاء صحيحة وليس أحدهما أولى بادعاء الصواب .

ولينتبه إلى أنه لو قيل سيبدأ الجميع صومهم الجمعة مثلاً إلا أنه فعلياً أهل دايوميد الصغرى سيتأخرون يوماًكاملاً لبدء الجمعة ولكن لو قلنا أن الصوم سيبدأ الخميس في دايوميد ألاسكا ويبدأ الجمعة في دايوميد روسيا لكانت البداية عملياً في نفس اليوم ، فإنهم سيصومون لفجر اليوم الذي يشاهدونه جميعاً في نفس الوقت ، ويفطرون لغروب الشمس التي يشاهدون غروبها جميعا في لحظة واحدة فالحالة لشولى ظاهرها الإتفاق وحقيقتها الإختلاف ،والحالة الثانية ظاهرها الإختلاف وحقيقتها الإتفاق فالمسألة إذن قضية إصطلاحية اتفاقية لوضع النظام الزمني ، ومثل هذا التباين من مستلزماته التي لا يمكن تجنبها إننا لو غيرنا موقع خط التأريخ العالمي إلى موقع آخر من لشرض نكون قد تلافينا المشكلة من موقعها الحالي ولم نمنع حدوثها في الموقع الجديد ، شنه سوف تواجهتنا نفس الظروف ونفس الفروض في الموقع الجديد ، ولكننا نكون فقط قد زحزحناها ولم نزلها وسَلِمَ أهل هذه المناطق من آثار هذا التأزم ، وتسببنا في الحرج لآخرين كما أننا لا نكون قد قدمنا حلاً للتباين الشكلي في مسمى لشيام وتاريخها ، عن حقيقة الإتفاق والتعبير عن الواقع في ظل هذا التباين والوعي بطبيعة هذا التقويم يساهم في تفسير أسباب كون شوال لعام 1423 يبدأ يوم لشربعاء في أمريكا ويوم الخميس في

مكة، ويبدأ ذو الحجة السبت في واشنطون وشحد في مكة ، رغم وحدة المبدأ أو النظام الحسابي المستعمل ووحدة الإبتداء للشهر في لحظة واحدة .

وعند الساعة 12:01 بعد منتصف الليل بدأ يوم الثلاثاء ، يكون الوقت في نفس اللحظة الساعة 11:01 من مساء يوم الإثنين عند أول منطقة زمنية غربية خط طول 165 شرقاً ، بينما تكون الساعة 11:01 من صباح يوم الإثنين إلى غربيّ الخط مباشرة وبعد ساعة أخرى يدخل يوم الثلاثاء على المنطقة الزمنية الثانية .

وترجع بدايات مناقشة خط التأريخ العالمي إلى المؤتمر الذي دعا إليه الرئيس لشمريكي تشستر آرثر في أكتوبر من عام 1884وقد حضره ممثلوا 25 دولة في مدينة واشنطون وسمي المؤتمر بالغرض الذي عقد من أجله وكان من أسباب عقد هذا المؤتمر الوصول إلى صياغة مناسبة للتقويم ترفع الإضطرابات التي يتعرض لها البحارة في أسفارهم بسبب التقاويم المحلية المتعددة وتيسير لغة مشتركة بين العلماء والفلكيين . وقد تقرر في ذلك المؤتمر المبادئ ، (1)الهامة التالية : أن يتبني الجميع خطاً زمنياً واحداً كأساس للتوقيت بديلاً للنظم المتنوعة التي وجدت وقتذاك ، ويكون خط الطول المار بجرينتش أساساً لبداية التوقيت .

1- ، المبادئ العلمية لتحديد اتجاه القبلة- مصطفى عبد الباسط أحمد ص 70-74.

تتبنى جميع دول العالم يوماًعالمياً موحداً يقوم على أساس متوسط اليوم الشمسي ويبدأ من متوسط منتصف الليل لجرينتش ويستمر لدورة مقدارها 24 ساعة .

تبدأ جميع شيام الملاحية والفلكية من متوسط منتصف الليل كما اتفق على أن يتجنب خط التأريخ العالمي المرور بأي أرض يابسة حتى لا يتسبب في وقوع مشكلات تفاهمية بين سكان المنطقة أو المدينة الواحدة إذ أن الناحية التي تقع إلى الغرب منه سيكون التقويم فيها أسبق بيوم من الناحية التي إلى الشرق رغم أن اليوم هو نفسه فيكون اسمه شحد في قسم والإثنين في القسم الآخر ، ومختلفا في تأريخه بيوم كذلك

واعتبر خط بالمحيط الهادي خطا لبداية اليوم العالمي وحيث أن اليوم يتكون من 24 ساعة بينما النظام الزمني المتعارف عليه غالبا يتكون من 12ساعة فقد اعتبر امتداد ذلك الخط على النصف الآخر من شرض بداية للتوقيت ووجد أن هذا الخط يمر بمدينة جرينتش البريطانية فعرف بها هو خط التوقيت وسمي بالتوقيت الوسطي لجرينتش وانقسمت ساعات اليوم إلى 12 ساعة شرقي هذا الخط و12ساعة غربية ، وحيث أن بداية اليوم اعتبرت من خط التاريخ الدولي غربا لتتزامن مع تكور الليل والنهار من الشرق إلى الغرب عكس دوران شرض على محورها ولهذا فالتوقيت إلى الشرق من جرينتش يكون متقدما ، وما إلى الغرب يكون

متأخرا فكل خط طول يقع إلى الشرق من جرينتش يتقدم فيه الوقت على سابقه بمقدار 4 دقائق ، وكل خط غربي جرينتش متأخر عن سابقه بمقدار 4 دقائق أيضاً وتدور شرض على محورها من الغرب إلى الشرق مما يسبب تكور الليل والنهار من الشرق إلى الغرب وقت الظهر يقابله منتصف الليل في الشكل يبدأ اليوم الجديد بمنتصف الليل ما يقع إلى الشرق من الخط العالمي للتاريخ فهو التاريخ القديم (اليوم السابق) ، وما على الغرب فهو تاريخ اليوم الجديد

دورات الزمن في التقاويم العالمية

يدور الزمن دورته،فنودع عاماً مضى ونستقبل عاماً جديداً قادماً،وبين هذا وذاك قد تنتهي بعض المشكلات على مستوى الفرد والجماعة،وبذلك ندور مع دورة الزمن ،وقد تبقى بعض المشكلات،فيدور الزمن ونبقى في مكاننا وكما هو معروف نودع سنة ميلادية حسب التعديل الجريجوري ،وهو التقويم السنوي المشهور في بلادنا بالتقويم الغربي ،وقد جرى هذا التعديل في عام 1582 تم من خلال تعديل التقويم اليولياني المعروف بالتقويم عندنا بالتقويم الشرقي الموضوع في عام 46 قبل الميلاد بأمر من الإمبراطور الروماني يوليوس قيصر ،واستمر هذا التقويم إلى سنة 1582،عندما جرى التعديل بأمر من البابا جوريجوري ،بعد أن لاحظ الفلكيون أن دوران شرض حول الشمس في

السنة الواحدة ليس 356 يومأوربع، إنما أقل بقليل من ذلك وقصة التقويم والتعديل معروفة في مواضعها وسبق أن تحدثنا عنها ،ونتحدث هنا عن مسألة طريفة تتعلق بالتقويمين ،وهي ما دعيت بدورة الزمن حيث ترد كثيراً في أحاديث الناس ومنهم شدباء الذين يتحدثون في كتاباتهم عن دوران عجلة الزمن ودورة الزمن معروفة في التقويمين اليولياني والجريجوري ،وتعني عودة تاريخ يوم ما إلى ذات اليوم بعد انقضاء الدورة الزمنية وإذا تحدثنا عن الدورة الزمنية في التقويم اليولياني نجد أن مدة هذه الدورة 28 سنة ،أي أن التواريخ تتكرر في التقويم اليولياني كل 28 سنة في شيام نفسها من شسابيع والشهور ويجري هذا التكرار نتيجة كون مجموع عدد أيام هذه السنين تبلغ 10227 يومأوهي حاصل ضرب الرقم 28 بعدد أيام السنة وهي (365,25) والمجموع المذكور يقبل القسمة على العدد سبعة دون باق،ولذا فإن السنوات الثماني والعشرين يوليانية تحتوي على عدد صحيح من شسابيع وهو (1461 أسبوعا) وهذا الرقم يتيح إعداد نتائج تتضمن دورة كاملة أو جزءاً منها ، أو أكثر من دورة .

وكمثال على ذلك فإن 8 آذار سنة 1961 يولياني كان يوافق يوم الثلاثاء ، وبعد 28 سنة من ذلك التاريخ أي في عام 1989 وافق تاريخ 8 آذار يوم الثلاثاء أيضاً ويمكن تعيين اسم أي يوم لشهر بداية السنة في

هذا التقويم ببساطة ، وذلك بقسمة السنة على 28 ، فعدد باقي القسمة سيدل على السنة اليوليانية الموافقة من أي دورة من الدورات السابقة أو اللاحقة وبتحديد اليوم الموافق لرأس أي سنة ، يمكن تحديد أسماء أوائل الشهور في السنة ذاتها ،وغيرها من السنوات اللاحقة فإذا كان أول كانون الثاني يوافق يوم الاثنين،فإن أول شباط سيوافق يوم الخميس،وأول آذار سيوافق أيضا يوم الخميس ،شن عدد أيام شباط عدد صحيح من ثسابيع في السنين البسيطة ، أما إذا كانت السنة كبيسة فيضاف يوم آخر.

أما الدورة الزمنية في التقويم الجريجوري فهي 400 سنة جريجورية،ومن خلال الحساب فأن مجموع عدد أيامها يساوي 146097 يوماً،وهو حاصل ضرب 400 بـ 365 ونضيف 97 سنة كبيسة وهذا العدد من ثيام يقبل القسمة على سبعة دون باق للقسمة ، وبذا فإنه يحتوي على عدد صحيح من ثسابيع يساوي 20871 أسبوعاً، وفي هذه الدورة نجد أن التواريخ الموافقةثيام محددة في الشهر تتكرر دورياً كل 400 سنة مع ملاحظة أن تطبيق هذه الدورة على السنين الجريجورية ابتداء من سنة 1582 فقط وهناك مفهوم مختلف لدورة الزمن في التقويم القمري حيث يرى بعض الباحثين أنها على ثلاثة أنواع ،هي عمر ثمة ومدتها 1400 عام ،وعمر جيل ومدته أربعون

عاماً،ودورة اقتصادية ومدتها سبع سنوات ويعتمد التقويم القمري الصيني تقويم سنوي يعتمد على دورات القمر،وتستغرق الدورة الكاملة 60 سنة وتتألف من خمس دورات مدة كل واحدة 12 سنة ومن خلال استعراض التقاويم الشهيرة في مختلف بلاد العالم نلاحظ أن الزمن فيها عبارة عن دورات متتاليات،وغن اختلفت تفاصيلها وتقسيماتها ،ولكنها جمعيها تقول في النهاية أن عجلة الزمن تدور ودورات الزمن متتابعة،وعلى الإنسان أن يضع في ذهنه دورة الزمن وأن يستفيد منه.

سنة العالم

باليونانية ΈτοςΚόσμου هونظام تقويم عند المسيحيين البيزنطيين والرومان لحساب الزمن وضعه عدد من الرهبان البيزنطيين وفي كتاب تاريخ العالم وضع بانودوروس الاسكندري طريقة لحساب العصور وحسب هذه الطريقة هناك 5904 سنة بين آدم منذ خلق العالم وبين سنة 412 م عندما كان بانودوروس يكتب يسمى هذا العصر الانطاكي أو الاسكندراني كان رأس السنة في 1 أيلول وشهر 8 شخيرة من سنة 5493 هي شهر 8 السابقة من سنة 1 م.

عصر العالم البيزنطي كان التقويم المعياري للإمبراطورية الشرقية وروسيا وألبانيا وصربيا واليونان الحديثة فيه 16 سنة زيادة عن حسابات العصر الانطاكي ويبدأ مثلة في 1 أيلول بدأت سنته 5509 في 1

أيلول في السنة 1 قبل المسيح واستخدم في روسيا حتى 1700أصبح هذا النظام في القرن 10 م التقويم المستخدم في الامبراطورية البيزنطية ودول أوروبا الشرقية شرثوذكسية (اعتبرت السنة 1 منه = 5509 ق م) ومع ازياد شعبية يوم العالم حدثت مشكلة توقع نهاية العالمشن اليوم السابع بدأ مع نهاية 6000 سنة = 500 سنة بعد المسيح لذا صعدت عدة حركات ألفية في ذلك الوقت السير توماس براون في 1492 أيد الاعتقاد بأن العالم خلق في 5509 ق م وأنه سينتهي في سنة 7000.

في روسيا في العصور الوسطى اعتمد التقويم على سنة خلق العالم حسب بانادوروس لكن بسبب القيصر بيتر شول في 1700 غير التقويم إلى الميلادي أي أصبح التقويم يبدأ من ميلاد المسيح بعد عودة القيصر من زيارته شوروبا الغربية غير رأس السنة من ا ايلول إلى 1 كانون الثاني كما في أوروبا الغربية وجعل السنة شولى سنة ميلاد المسيح لذا أصبح 1 كانون الثاني 7208 = 1كانون الثاني 1700 (حسب حسابات يوم العالم سنة العالم هي 5509 ق م) لكن القيصر لم يتبع التقويم الجريجوري بل التقويم اليولياني الذي كان متبعا في انجلترا وحتى اليوم يستخدم المسيحيون شرثوذكس الحساب البيزنطي مع سنة الميلاد يظهر نظاماً التاريخ في التقاويم الدينية والوثائق الرسمية وما زال رأس السنة الديني في 1 ايلول لكن حسب التقويم اليولياني 1 ايلول يقابل 14 ايلول من التقويم الجريجوري.

يوم العالم

هو عصر التقويم الذي يبدأ من خلق العالم حسب الكتاب المقدس وتحسب السنوات في التقويم العبري من سنة الخلق. يعود النظام المستخدم اليوم للقرن الثالث قبل الميلاد تقريباً، وتعتمد على حسابات يوسي بن هلفتا في سدر عولم ربهفي 160 ق م تقريباً وخلق العالم حسب حسابات يوسي في سنة 3761 ق م لذا فالسنة العبرية التي تتزامن مع 2007-2008 م هي 5768 في التقويم اليهودي واستعمل قدماء المؤرخين المسيحيين يوم العالم حسب المؤرخ بيدا كان الخلق في 18 آذار 3952ق م حسب جيروم ويوسابيوس القيصري سنة الخلق 5199 ق م يقابل يوم العالم في التقويم البيزنطي المستخدم في الكنائس الشرقية سنة العالم Etos Kosmou وفيها خلق العالم في 1 أيلول 5509 ق م.

ساعة رملية لقياس الوقت

تاريخ آلات قياس الوقت

عبر آلاف السنين، استخدمت العديد من الآلات لقياس وتتبع الوقت واعتمد الإنسان على النظام الستيني لقياس الوقت منذ نحو عام 2000 ق.م، وقسّم المصريون القدماء اليوم إلى

فترتين كل منهما 12 ساعة، واستخدموا المسلات الكبيرة لتتبع حركة الشمس كما طوروا الساعات المائية، والتي يرجح أنها استخدمت للمرة لشولى في فناء آمون-رع، ومنها انتشرت إلى خارج مصر، حيث استخدمها الإغريق،وأطلقوا عليها اسم clepsydrae ويعتقد أن الصينيين في عهد أسرة شانج قد استخدموا أيضاً الساعات المائية في نفس الفترة، نقلاً عن بلاد الرافدين. تتضمن آلات قياس الوقت القديمة أيضًا، الساعة الشمعية التي استخدمت في الصين واليابان وإنجلترا والعراق، والمزولة التي انتشرت على نطاق واسع في الهند والتبت وأجزاء من أوروبا، والساعة الرملية وفكرتها مشابهة لفكرة الساعة المائية.

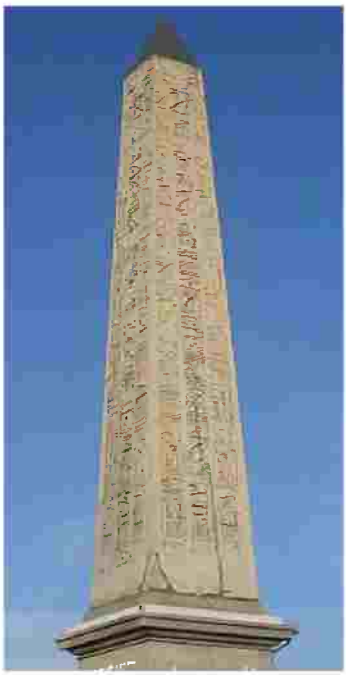
اعتمدت أقدم الساعات على الظل الناتج عن سقوط أشعة الشمس على لشجسام، والذي كان الاعتماد عليه غير مُجدي في الجو الغائم أو في الليل، كما كان يتطلب إعادة المعايرة مع تغير الفصول وذلك عندما يصبح مؤشر الساعة الشمسية غير متطابق مع محور لشرض أما أقدم ساعة معروفة تستخدم تقنية ميزان الساعة المدفوع بقوة المياه، والذي ينقل طاقة الدوران إلى حركة متقطعة تناوبية، فتعود نشأتها إلى القرن الثالث قبل الميلاد في اليونان القديمة، وفي القرن العاشر الميلادي، اخترع المهندسون الصينيون ساعات تستخدم تقنية ميزان الساعة

المدفوع بتساقط الزئبق بديلاً عن الماء، وفي القرن التالي، صنع المهندسون المسلمون ساعات مائية تدور بالمسننات.

أما الساعات الميكانيكية التي استخدمت تقنية ميزان الساعة ذي القضيب، فقد اخترعت في أوروبا في بداية القرن الرابع عشر الميلادي، والتي ظلت 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. وفي القرن العشرين، اخترعتالمتذبذبات البلورية ثم الساعات الذرية. وبالرغم من أن لشولى استخدمت أولاً في المعامل، إلا أنه نظرًا لدقة المتذبذبات البلورية وسهولة تصنيعها، فقد استخدمت في ساعات اليد. وتعتبر الساعات الذرية لشكثر دقة على الإطلاق أكثر من أي آلة قياس وقت أخرى، لذا فهي تستخدم لمعايرة الساعات لشخرى، كما يعتمد عليها في التوقيت الذري العالمي والتوقيت العالمي المنسق.

اعتمدت العديد من الحضارات القديمة على ملاحظة لشجرام السماوية كالشمس والقمر، لتحديد لشوقات والتواريخ، والفصول نشأت أنظمة العد الستينية الشائعة الآن في العالم الغربي لقياس الزمن، قبل حوالي 4000 سنة في بلاد الرافدين ومصر وقد وضعت بلاد أمريكا الوسطى نظاماً مماثلاً في وقت لاحق.

ويعتقد أن أول التقاويم وضعها الصيادون خلال العصر الجليدي لشخير الذين وظفوا أدوات مثل العصي والعظام لتتبع أدوار القمر أو المواسم وبنيت دوائر الحجر،أمثال ستونهنج بإنجلترا، في أجزاء مختلفة من العالم، خصوصاً في أوروبا ما قبل التاريخ، ويعتقد أنها كانت تستخدم للتوقيت والتنبؤ بشحداث الموسمية والسنوية مثلا لاعتدالين أو انقلاب الشمس الصيفي ولما كانت تلك الحضارات الميجاليثية، لم تترك تاريخًا مسجلاً، لذا فإننا لا نعرف إلا القليل عن التقويمات الخاصة بهم أو وسائل تحديد الوقت.



المسلة المصرية في باريس

(3500 ق.م-500 ق.م)

كانت المزولة الشمسية التي تعتمد على الظل لتحديد الوقت أول لشجهزة المستخدمة لقياس أجزاء من اليوم الواحد كانت أقدم ساعات الظل المعروفة مصرية، وكانت تصنع من الشست لشخضر كما تعتبر المسلات المصرية القديمة، التي شيدت وإلي عام 3500 قبل الميلاد، أيضاً من بين أقدم ساعات الظل المعروفة.

قسمت ساعات الظل المصرية اليوم إلى 10 أجزاء، مع 4 ساعات إضافية تسمى ساعات الشفق، اثنتان منهما في الصباح، واثنتان في المساء ويتكون أحد أنواع ساعات الظل من ساق طويلة مع خمس علامات متغيرة وعارضة مرتفعة تلقي بظلالها على هذه العلامات. كانت تلك الساعة توضع شرقًا في الصباح، ثم تحوّل غربًا في الظهيرة. وتعمل المسلات بالطريقة نفسها تقريباً يقع الظل على العلامات، فتسمح للمصريين بحساب الوقت. كما تشير المسلة أيضًا إلى ما إذا كان الوقت صباحًا أو بعد الظهر، وكذلك إذا ما كان شتاءً أم صيفًا نوع آخر من ساعات الظل، صنعت حوالي عام 1500 ق.م، كان على شكل زاوية قائمة تقيس مرور الزمن بواسطة ظل العارضة الواقع على تدريج غير خطي كانت الزاوية توجّه شرقاً في الصباح، ويعكس اتجاهها ظهراً، بحيث تلقي بالظل في الاتجاه المعاكس.

على الرغم من دقة ساعات الظل التي تعتمد على الشمس، إلا أنها كانت عديمة الفائدة ليلاً وفي الطقس الغائم لذا طور المصريون عددًا من آلات ضبط الوقت البديلة، بما في ذلك الساعات المائية والساعات الرملية، ونظام لتتبع حركة النجوم أقدم وصف للساعة المائية هو ما نقش في مقبرة الموظف الرفيع في البلاط الملكي أمنمحات التي تعود للقرن السادس عشر قبل الميلاد، وبما يفيد أنه مخترعها وكانت هناك عدة أنواع من الساعات المائية، وبعضها أكثر تعقيدًا من غيرها أحد

أنواعها عبارة عن وعاء مع ثقوب صغيرة في القاع، والذي يطفو على سطح الماء وتسمح له الثقوب أن يُملأ بمعدل شبه ثابت؛ وتشير علامات على جانب الوعاء إلى الوقت المنقضي كلما وصل سطح الماء إليها.

أما أقدم ساعة مائية معروفة، فقد تم العثور عليها في قبر الفرعون أمنحتب شول (1525-1504 قبل الميلاد)، مما يوحي أنها استخدمت شول مرة في مصر القديمة ويعتقد أيضًا أن المصريين القدماء هم مخترعوا الساعة الرملية، والتي تتكون من غرفتين زجاجيتين متقابلتين رأسيًا متصلتين بواسطة فتحة صغيرة عندما تقلب الساعة الرملية، تتساقط حبات الرمل من الغرفة العلوية إلى السفلية بمعدل ثابت.[17] هناك طريقة أخرى استخدمهاالمصريون لتحديد الوقت ليلاً عن طريق استخدام خطوط رأسية تدعى مرخت، والتي استخدمت منذ عام 600 ق.م تقريبًا، بحيث يضبط اثنين من الخيوط أحدهما مع نجم الشمال والآخر مع نجم القطب لإنشاء خط زوال سماوي بين الشمال والجنوب ويتم قياس الوقت بدقة من خلال مراقبة نجوم معينة عند عبورها هذا الخط.

(500 ق.م-1 ق.م)

كانت الساعات المائية والشمسية شائعة الاستخدام في اليونان القديمة ، بعد أن نقلها إليها أفلاطون، الذي اخترع ساعة منبهةتعتمد على دفع

الماء كانت ساعة أفلاطون تلك تعتمد على التدفق الليلي للماء إلى وعاء يحتوي على كرات من الرصاص، ويطفو فوق برميل قائم. يتدفق الماء بثبات إلى البرميل قادمًا من صهريج وفي الصباح، يطفو الوعاء بما فيه الكفاية لينقلب، لجعل كرات الرصاص تتراص على طبق من النحاس نبه الضجيج الناتج تلاميذ أفلاطون لاحتمال آخر بأنه إذا قارنوا بين جرتين متصلتان بمثعب فإن الماء سينفد حتى يصل إلى المثعب، الذي يوصل الماء للجرة لشخرى وهناك، سيدفع الماء الصاعد الهواء من خلال صفارة، مطلقًا صوت واهتم الإغريق والبابليون بقياس الوقت، كجزء من اهتمامهم بتدوين ملاحظاتهم الفلكية أشرف الفلكي الإغريقي أندرونيكوس الحوروسي على إنشاء برج الرياح في أثينا في القرن لشول قبل الميلاد ومن المعروف عن الإغريق، أنهم كانوا يستخدمون المزولة في المحاكم؛ وهو ما نقله عنهم الرومان، وذلك وفقًا لما ورد في العديد من الكتابات التاريخية ولشدبية في تلك الفترة هناك نوع آخر من الساعات المائية كان مستخدمًا، يتكون من مزهرية بها ثقب في مركزها، طافية فوق الماء كان الوقت يقاس عن طريق ملاحظة كم من الوقت مضى حتى امتلأت المزهرية بالماء وبالرغم من أن الساعات المائية أكثر فائدة من الساعات الشمسية، حيث يمكن استخدامها داخل المنازل وخلال الليل وحتى والسماء ملبدة بالغيوم، إلا أنها لم تكن دقيقة كما كان بها عدد من المشكلات الشائعة، أحدها كان الضغط، فعندما كان الوعاء

يمتلئ بالماء، كان الضغط الزائد يدفع الماء بسرعة أكبر كانت تلك المشكلة بداية لنشأة علم البنكامات الذي نشأ عام 100 ق.م، وظل يتطور في القرون التالية ولحل مشكلة زيادة معدل تساقط الماء، كانت أوعية الساعات عادةً مزهريات أو جرات تصنع مخروطية الشكل مع جعل قاعدة المخروط في شدعلى وصاحب هذا التطوير تطور ذكي آخر بإدخال تقنيات تجعل الساعة تصدر أصواتًا في توقيتات معينة ظلت هناك مشاكل أخرى لم تحل، كتأثير الحرارة، فالماء يتدفق بمعدلات أقل كلما قلت درجة حرارته ورغم أن الإغريق والرومان قدما الكثير لتطوير تقنيات الساعات المائية، إلا أنهم واصلوا استخدام ساعات الظل. فعلى سبيل المثال، يقال أن الرياضياتي والفلكي ثيودوسيوس البيثيني، اخترع ساعة شمسية كونية أكثر دقة من أي ساعة أخرى على شرض في تلك الفترة، وإن كانت المعلومات حولها قليلة للغاية وقد اهتمت الكتابات شدبية والرياضية بالكتابة عن الساعات الشمسية في تلك الفترة وخلال عهد الإمبراطور أغسطس، صنع الرومان أكبر ساعة شمسية بنيت على الإطلاق، وهي مزولة الإمبراطور أغسطس، والتي كان عقربها مسلة جُلبت من مدينة أون وقد ذكر بلينيوس شكبر أن أول ساعة شمسية وصلت لروما كانت في عام 264 ق.م،آتية من قطانية في صقلية؛ والتي قال عنها أنها كانت غير دقيقة في تحديد الوقت حتى تم تعديلها لتتناسب مع إحداثيات روما، ولم تستخدم إلا بعد قرن لاحق.

الساعة المائية زيبد.

ساعة فارسية قديمة.

وفقًا للمؤرخ الإغريقي كاليستينيس، فقد كان الفرس يستخدمون الساعات المائية عام 238 ق.م، للتأكد من التوزيع الدقيق للماء من قنوات الري إلى لشراضي الزراعية ويرجع استخدام الساعات المائية في إيران، وخاصة زيبد، إلى عام 500 ق.م وقد استخدموها لتحديد أعيادهم الدينية قبل الإسلام كالنوروز والتشيلاه واليلدا وكانت الساعات المائية التي استخدمها الفرس، من أكثر آلات قياس الوقت القديمة عملية في تحديد القويم السنوي.

وقد وصلت الساعاة المائية الفارسية ، إلى درجة من الدقة تقترب من المعايير الحالية لتقدير الوقت وقد استخدموها لحساب قدر الوقت الذي يحتاجه المزارع للسماح للماء بالعبور إلى مزرعته عبر قناة الري أو من البئر، وظلت تستخدم حتى استبدلت بساعة أخرى أكثر دقة وشهمية

الدقة في التوزيع، كان الفرس يختارون أشخاص من كبار السن ممن يتصفون بالعدل والمهارة، لإدارة الساعة المائية، وأحيانًا كان يتناوب على شمر شخصان لإدارة شمر على مدار الساعة يوميًا وكان الفنجان عبارة عن قدر كبير ممتلئ بالماء، مع مزهرية مثقوبة في منتصفها وعندما تمتلئ المزهرية بالماء، تغرق في القدر، عندئذ يفرغها الشخص الذي يتولى الساعة ثم يضعها مجددًا على سطح الماء في القدر يقوم الشخص حينئذ بحساب عدد مرات امتلاء المزهرية بوضع حصوة صغيرة كل مرة في جرة مجاورة وكان المكان الذي توضع فيه تلك الساعة يعرف باسم خانه فنجان وكان عادةً على سطح مبنى عام، له نوافذ شرقية وغربية لمعرفة أوقات الشروق والغروب.

وكان هناك آلة أخرى لقياس الوقت تدعى شسطرلاب، ولكنها كانت تستخدم في معتقداتهم الدينية، ولم تكن عملية ليستخدمها المزارعون وظلت ساعة زيبد المائية تستخدم حتى عام 1965، عندما استبدلت بالساعات الحديثة.

(1 م – 1500 م)الساعات المائية

ساعة الفيل المائية صنعها الجزري، عام 1206

يزعم المؤرخ جوزيف نيدهام أن تقنية الساعات المائية الصينية، إنما انتقلت إلى الصين من بلاد الرافدين، في الفترة ما بين شلفية الثانية قبل الميلاد، خلال عهد أسرة شانج، وحتى شلفية شولى قبل الميلاد ومع بداية عهد أسرة هان عام 202 ق.م، تبدّل تدريجيًا استخدام الساعات المائية التي يخرج منها الماء إلى الساعات المائية التي يدخل إليها الماء، والتي تتميز بوجود قضيب طافٍ يوضح منسوب الماء ولتعويض الضغط المفقود، والذي كان يتسبب في إبطاء معدل دخول الماء إلى الوعاء، أضاف زانج هينج خزانا إضافيا بين الفنطاس والوعاء المستقبل للماء. وحوالي عام 550 م، كان ين جي أول من يكتب في الصين عن إضافة الخزان الذي يحافظ على المنسوب إلى المجموعة، والذي وصفه بالتفصيل المخترع شين كيو بعد ذلك وفي عام 610، تطور هذا التصميم على يد المخترعين من عهد أسرة سوي غينغ شين ويوين كيه الذين كانا أول من صنع الساعة المائية المتوازنة،والتي كان لها مواضع لموازين قباني ثابتة يقول جوزيف نيدهام : ...وتسمح الساعة المائية المتوازنة بضبط عمود الضغط في خزان التعويض باتخاذ المواضع المثالية للموازين لتخرج موازية لعوارض الموازين، ومن ثم يمكن التحكم في معدلات التدفق شطوال مختلفة في الليل والنهار وبهذا

الترتيب، ليس هناك حاجة لخزان إضافي، وسيتنبه العاملان إلى حاجة الساعة المائية لإعادة ملئها.

في الفترة بين عامي 270 ق.م و500م،تطور علمي البنكامات والفلك الهلنستي والروماني،فأدخلا الميكنة إلى الساعات المائية كانت تلك الإضافة المعقدة ضرورية لتنظيم معدل تدفق المياه فمثلاً، بعض الساعات المائية تقرع أجراس ونواقيس، بينما أخرى تفتح أبوابًا ونوافذ لتظهر تماثل شخاص أو مؤشرات متحركة أو أقراص ساعة وبعضها يعرض نماذج تنجيم للكون وكانت أكثر الساعات المائية تطورًا تلك التي صممها المهندسون المسلمون، وخاصة تلك التي صنعها الجزري عام 1206.ففي مخطوطته، وصف الجزري إحدى تصميماته وهي ساعة الفيل، والتي كان معدل تدفقها يتغير يوميًا ليتناسب مع اختلاف أطوال لشيام خلال العام. ولإنجاز ذلك، كان للساعة خزانان : العلوي متصل بلشنظمة الميكانيكية للساعة، والسفلي بمنظّم معدل التدفق. وفي وقت ما خلال اليوم يسمح للماء بالتدفق من الخزان العلوي للخزان السفلي للحفاظ على الضغط ثابتًا في الخزان الذي يستقبل الماء.

ساعة شمعية

الساعات الشمعية

من غير المعروف على وجه التحديد متى وأين استخدمت الساعات الشمعيةشول مرة، ومع ذلك، يأتي أول ذكر لها في قصيدة صينية كتبها يوجيانفو عام 520 وفقًا للقصيدة، فقد كانت الشمعة المتدرجة وسيلة لتحديد الوقت ليلاً وقد استخدمت في اليابان شموعًا مماثلة حتى نهاية القرن العاشر الميلادي أما الساعة الشمعية لشهر، فتنسب إلى الملك ألفريد العظيم، وكانت تتألف من ستة شموع مصنوعة من 112 جراما من الشمع، لكل منها ارتفاع 12 بوصة (30 سم)، وسمك موحد، وعلامة عند كل بوصة (2.5 سم) تحترق كل شمعة على مدى أربع ساعات، وتمثل كل علامة 20 دقيقة وعند إشعالها، توضع الشموع في صناديق زجاجية ذات أطر خشبية لمنع انطفاء اللهب.

شرح الجزري الساعة الشمعية في كتاب معرفة الحياة الهندسية كانت الساعات الشمعية لشكثر تطورًا هي تلك التي صنعها الجزري عام 1206،وكانت إحدى ساعاته الشمعية تشمل ترقيمًا يعرض الوقت وقد

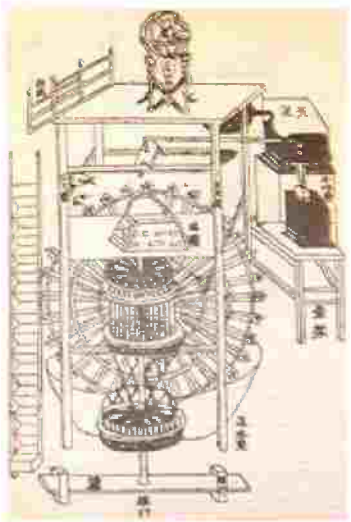
وصف دونالد روتليدج هيل ساعات الجزري الشمعية، قائلاً :كانت الشمعة تحترق بمعدل معروف، وكانت تحمل مقابل الوجه السفلي لغطاء ويمر الفتيل عبر ثقب ويجمع الشمع في فجوة بحيث يمكن إزالته بشكل دوري دون تداخل مع معدل الحرق الثابت ويوضع الجزء لشسفل من الشمعة على طبق مسطح له حلقة على جانبه ويتصل من خلال بكرات بثقل موازن كلما احترقت الشمعة، دفعها الوزن إلى أعلى بسرعة ثابتة ولم يعرف على مدار التاريخ ساعات شمعية تفوق هذا التطور وهناك نوع آخر منها كان ساعات المصابيح الزيتية، والتي تتكون من خزان زجاجي مدرج لحمل الزيت، يغذي مصباح بالزيت. وبحسب الكمية التي تقل في منسوب الزيت في الخزان، يستدل من ذلك على الزمن الذ مر.

الساعات البخورية

إضافة إلى الساعات المائية والميكانيكية والشمعية، استخدمت ساعات بخورية في الشرق لشقصى، وكان منها عدة أشكال استخدمت الساعات البخورية شول مرة في الصين في القرن السادس الميلادي تقريبًا، وفي اليابان، ما زالت هناك ساعة مستخدمة في شوسو-إن عليها أحرف بالديوناكري، وهو ما يعني أنها قد تكون مخصصة للاستخدام في الاحتفالات البوذية، كما تكهن الباحث لشمريكي إدوارد شافير أنها اخترعت في الهند ونظرًا شن الساعة البخورية تحترق كالساعات

الشمسية دون لهب، لذا فكانت تعتبر آمنة للاستخدام داخل شماكن المغلقة.

وكانت هناك عدة أنواع من الساعات البخورية، أشهرها عصا البخور كانت ساعة عصا البخور ذات قياسات معظمها كانت محددة بدقة. كانت الساعات البخورية إما مستقيمة أو حلزونية والتي كانت أطول وتستخدم شوقات أطول، وكانت تعلق عادة في أسقف المنازل والمعابد وفي اليابان، كانت الغيشا تُحاسب على عدد عصي البخور التي استهلكت أثناء وجودها، واستمروا على هذا المنوال حتى عام 1924.



<u>الساعات ذات التروس والموازين</u>

المخطط شصلي للبنية الداخلية لبرج ساعة سو سونغ كما وصفها في كتابه ويعد أقدم نموذج لساعة تستخدم تقنية ميزان الساعة، ذاك الذي رسمه المهندس الإغريقي فيلو البيزنطي في الفصل 31 من أطروحته العلمية Pneumatics، والذي كان يشبه في تقنيته تقنية الساعات المائية ذاتية التشغيل ومن الساعات القديمة التي استخدمت تقنية ميزان الساعة تلك التي بناها الرياضياتي والراهب

البوذي يي شينج والمهندس ليانج لينجزان فيتشانجآن في القرن السابع الميلادي.

ونظرًاشن ساعة يي شينج كانت ساعة مائية، لذا فقد كانت تتأثر بتغير درجات الحرارة وفي عام 976 م،أوجد تشانج سيشون حلاً لتلك المشكلة عندما استبدل الماء بالزئبق، والذي يظل سائلاً حتى -39 طبق تشانج ذلك في برج ساعته الذي بلغ ارتفاعه 10 أمتار، لجعل موازين الساعة تعمل وشجراس تقرع كل ربع ساعة هناك ساعة أخرى بناها سوسونج عام 1088، في حجم ساعة تشانج، تميز بوجود آلة ذات الحلق دوّارة أعلاه يمكن من خلالها تحديد مواضع النجوم، إضافة إلى 5 نواقيس أو أجراس وألواح تحدد الوقت كما تميزت ساعته بوجود أول ناقل حركة بالسلاسل معروف لنقل القوى في تاريخ آلات قياس الوقت بني هذا البرج في البداية في العاصمة كايفنج، ثم قامت أسرة جين بتفكيكه ونقله إلى عاصمتهم يانجينج (الآن بكين)، ولكنهم لم يستطيعوا إعادة تركيبه بصورة صحيحة والنتيجة، أمروا سو شيي ابن سو شينج ببناء برج آخر طبق لشصل.

تضمنت أبراج الساعات التي بناها تشانج وشينج في القرنين العاشر والحادي عشر على التوالي، تقنية الساعة القرعية، والتي تجعل الساعة تصدر أصواتًا عند كل ساعة كان هناك ساعة قرعية أخرى خارج الصين

في جامع بني أمية الكبير في دمشق، والتي أنشأها محمد الساعاتي في القرن الثاني عشر الميلادي، والتي وصفها ابنه رضوان الساعاتي في مخطوطته علم الساعات والعمل بها 1203والتي كتبها عندما تم تكليفه بإصلاح الساعة وفي عام 1235، صنع المسلمون منبهًا يعمل بقوة دفع الماء للتنبيه على أوقات الصلاة ليلاً ونهارًا في مدخل قاعة المدرسة المستنصرية في بغداد.

أما أول ساعة تدور بالمسننات، فقد اخترعها ابن خلف المرادي في القرن الحادي عشر الميلادي في اشندلس، وكانت ساعة مائية تعمل بتقنية تروس متتابعة معقدة، تتضمن تروساً متداخلة ودائرية قادرة على نقل عزم دوران كبير ولم يكن هناك ساعة تماثل في تقنيتها ساعة المرادي، حتى اخترعت الساعات الميكانيكية من منتصف القرن الرابع عشر الميلادي واستخدم المرادي أيضًا الزئبق لإدارة ساعته هيدروليكياً، وهو ما ميز الآلات الميكانيكية ذاتية التشغيل ونقل العلماء في بلاط ألفونسو العاشر أعمال المرادي، ونقلوا تقنيتها لتلعب بذلك دورًا في تطور الساعات الميكانيكية اشوروبية وصنع المهندسون المسلمون في العصور الوسطى أيضاً ساعات مائية تعمل بمصفوفات معقدة من التروس المتقاطرة ذاتية التشغيل، كما صنعوا، مثلهم كمثل الصينيين والإغريق، ميزان الساعة يعمل بتقنية قوة دفع المياه، واستخدموه في بعض ساعاتهم المائية استخدموا أيضًا عوامات ثقيلة كاشوزان ونظام

ثابت الرأس كميزان للساعة، لجعل شنظمة الهيدروليكية تهبط بمعدل بطيء وثابت.

ساعة الجزرى الفلكية العملاقة

وفي عام 1277، وصفت المخطوطة الإسبانية *Libros del saber de Astronomia* المترجمة والمنقولة عن أعمال عربية، ساعة زئبقية يستدل بها على توصّل المسلمين لتقنية الساعات الميكانيكية إلا أن المخطوطة كانت تصف أيضاW ساعة مائية إسطوانية، من اختراع الحاخام اليهودي إسحاق، والتي صممها معتمدًا على المبادئ التي وضعها هيرو السكندري لكيفية رفع شجسام الثقيلة.

الساعات الفلكية

الإسطرلاب، استخدمه الفلكيون المسلمون كساعة فلكية في المساجد والمراصد.

وخلال القرن الحادي عشر في عهد أسرة سونج، ابتكر عالم الفلك والمهندس الصيني سو سونج ساعة فلكية تدار بالماء من أجل برج الساعة بمدينة كايفنج واستخدم فيها تقنية ميزان الساعة، فضلاً عن أول سلسلة نقل حركة مرسلة معروفة تدير آلة ذات الحلق.

وشيد الفلكيون المسلمون المعاصرون أيضاً مجموعة متنوعة من الساعات الفلكية عالية الدقة لاستخدامها في المساجد والمراصد الفلكية،كالساعة الفلكية التي تعمل بدفع الماء التي صنعها الجزري عام 1206، وساعة الإسطرلاب لابن الشاطر في وقت مبكر من القرن الرابع عشر كانت أكثر ساعات الإسطرلاب تطوراً تلك التي صممها أبو الريحان البيروني في القرن الحادي عشر، ومحمد بن أبي بكر في القرن الثالث عشر، والتي اعتمدت على تقنية نقل الحركة بالتروس. تعمل تلك لشجهزة لتحديد الوقت وأيضًا كتقويم وكانت ساعة الجزري الفلكية التي تدار بالماء جهازاً معقداً كان ارتفاعها أحد عشر قدماً، وتقوم بوظائف عدة إلى جانب تحديد الوقت، كتحديد البروج ومساري الشمس والقمر إلى جانب وجود مؤشر هلالي يتحرك عن طريق عربة خفية، ليفتح باباً يُظهر منه دمية مختلفة كل ساعة، وبها إمكانية إعادة ضبط طول الليل والنهار لمواكبة تغيرهما على مدار العام وتميزت هذه الساعة أيضاً بعدد من الآليات ذاتية التشغيل تشمل صقوراً وموسيقيين يعزفون حين يتم

تحريكهم بواسطة رافعات تدار عن طريق عمود كامات متصل بساقية (ناعور).

أجهزة حديثة ذات أصول قديمة

مزولة من القرن العشرين في أشبيلية

طوّر الفلكيون المسلمون المزاول فقد كانت مؤشرات الساعة القديمة ذات خطوط ساعات طولية، لذا كانت الساعات التي تقدرها غير متساوية وكانت تسمى الساعات المؤقتة وكانت تتغير بحسب الفصول واليوم يقسّم إلى 12 جزء بغض النظر عن كونه في أي وقت في العام لذا فقد كانت الساعات أقل في الشتاء وأكبر في الصيف كانت الساعات المتساوية الطول من اختراع ابن الشاطر عام 1371، والتي اعتمدت على التطورات التي أحدثها البتاني في علم حساب المثلثات أدرك ابن الشاطر أنه عند استخدام عقرب مزولة موازي لمحور شرض، فإنه ستكون لديه ساعة شمسية توضح قيم ساعات ثابتة على مدار العام وتعد ساعة ابن الشاطر أقدم ساعة قطبية المحور في الوجود وقد انتقل هذا المفهوم إلى الغرب عام 1446.

وبعد أن أصبحت فكرتي مركزية الشمس والساعات المتساوية مقبولتان، إضافة إلى التطور في علم حساب المثلثات، تطورت الساعات الشمسية إلى هيئتها الحالية مع عصر النهضة، حيث انتشرت بأعداد كبيرة وفي عام 1524، صنع الفلكي الفرنسي أورونس فينيه ساعة شمسية عاجية والتي ما زالت موجودة، وأخيراً عام 1570، نشر الفلكي الإيطالي جيوفاني بادوفاني مخطوطة حول كيفية تصنيع وتنصيب الساعات الشمسية شفقية والرأسية كما نشر جيوسيب بيانكاني مخطوطته Constructio instrumenti ad horologia solaria (تقريباً عام 1620) والتي تناقش كيفية تصنيع الساعات الشمسية واستخدم المستكشف البرتغالي فرناندو ماجلان 18 ساعة رملية على كل سفينة من سفنه أثناء رحلته الاستكشافية حول العالم عام 1522وكانت الساعات الرملية واحدة من الطرق القليلة الموثوق بها في قياس الوقت في عرض البحر، ويعتقد أنها استخدمت على متن السفن منذ القرن الحادي عشر الميلادي، لتكمل عمل البوصلة المغناطيسية، وكعامل مساعد في الملاحة. ورغم ذلك، فإن أقدم دليل على استخدامها هو لوحة Allegory of Good Governmentشمبروجيو لورنزيتي التي رسمها عام 1338ومنذ القرن الخامس عشر، استخدمت الساعات الرملية على نطاق واسع في البحر، وفي الكنائس والمصانع

والمطابخ، لسهولة صنعها ودقتها ورغم أن الساعات الرملية استخدمت في الصين، إلا أن تاريخ بدأ استخدامها هنا غير معروف.

الساعات

تشمل الساعات مجموعة واسعة من شجهزة،والكلمة الإنجليزية clock أصلها من clokke الإنجليزية الوسطى أوcloque الفرنسية الشمالية القديمة الهولندية الوسطى والتي تعني جميعاً جرس، وأصلهم من الكلمة اللاتينية الوسطى clocca ، والتي تعني أيضًا جرس وبالتأكيد، فقد كانت شجراس تستخدم للدلالة على مرور زمن معين، كما كانوا يفعلون في أجراس السفن وفي شديرة.

وعبر التاريخ، كان للساعة مصادر قوى متعددة تدفعها للعمل ، كالجاذبية والزنبرك والقدرة الكهربية ويرجع الفضل في اختراع الساعات الميكانيكية إلى الصينيين لياغ لينغزان ويي شينج بل ولم تنتشر في الغرب إلا في القرن الرابع عشر الميلادي وقد استخدمت الساعات في شديرة في العصور الوسطى لتنظيم أوقات الصلوات واستمر تطور الساعات حتى صنعت أول ساعة بندولية، والتي صممها وصنعها العالم الهولنديكريستيان هوغنس في القرن السابع عشر.

الساعات الميكانيكية الغربية القديمة

كان صانعي الساعات لشوائل في العصور الوسطى في أوروبا من الرهبان المسيحيين كانت الطقوس الدينية تتطلب معرفة الوقت لتحديد الصلوات وتنظيم لشعمال، واستخدموا لذلك الساعات المائية والشمسية والشمعية، وأحيانًا استخدموها معاً وكانت عادة ما تقرع نواقيس أو أجراس يدويًا أو ميكانيكيًا للتنبيه على لشوقات الهامة كما صنع رئيس شمامسة فيرونا باسيفيوس، ساعة مائية حوالي عام850.

وكانت الحاجة الدينية ومهارة رهبان العصور الوسطى من العوامل المؤثرة في تطور الساعات، وقد كتب المؤرخ توماس وودز عن ذلك قائلاً: كان من بين الرهبان صانعي ساعات مهرة وأول ساعة معروفة بناها سلفستر الثاني في المدينة لشلمانية ماجديبورج، حوالي عام 996وقد بنى الرهبان بعد ذلك ساعات أكثر تعقيداً ففي القرن الرابع عشر،بنى الراهب بيتر ليتفوت في دير جلاستونبري إحدى أقدم الساعات التي لا زالت موجودة إلى الآن، ومحفوظة في حالة ممتازة في متحف العلوم في لندن.

ويبدو من كتابات القرن الحادي عشر الميلادي أن الساعات كانت من لششياء الشائعة في أوروبا في تلك الفترة وفي بداية القرن الرابع عشر، ذكر الشاعرالفلورنسي دانتي أليجييري في الكوميديا الإلهية الساعة

ليعد بذلك أول عمل أدبي يشير إلى وجود ساعات تقرع كل ساعة أما أقدم عمل أوروبي يصف طريقة عمل الساعات، كان من أعمال جيوفاني دوندي أستاذ علم الفلك في جامعة بادوا، في مخطوطته Il Tractatus Astrarii التي كتبها عام 1364ومن اشدعمال البارزة في تلك الفترة أيضاً، ساعة ميلانو 1335 وساعة ستراسبورج1354وساعة كاتدرائية لوند 1380 وساعة روان 1389 وساعة براغ 1462 وتعد ساعة كاتدرائية سالزبري التي ترجع إلى عام 1386، أقدم ساعة عاملة في العالم، والتي لا زالت تحتفظ بمعظم أجزائها اشصلية لم يكن للساعة مؤشر، حيث كانت مصممة لتصدر أصواتاً عند كل أوقات محددة عجلاتها وتروسها موضوعون داخل إطار حديدي مفتوح تبلغ مساحته نحو 1.2 م^2 استخدم في تلك الساعة تقنية

واجهة ساعة براغ الفلكية 1462

ميزان الساعة ذي القضيب التي كانت شائعة في ذلك الوقت.

كانت ساعة كاتدرائية ويلز التي صنعها بيتر ليتفوت حوالي عام 1390، من الساعات المميزة أيضاً كان مؤشر تلك الساعة يمثل نموذج مركز

لشرض، وتظهر به الشمس والقمر يدوران حول مركز ثابت وهولشرض. تتفرد تلك الساعة في أنها تعكس النظرة إلى طبيعة الكون في عصر ما قبل ثورة كوبرنيكوس أعلى الساعة مجموعة من التماثيل التي تقرع لشجراس، ومجموعة من الفرسان يتبارزون كل 15 دقيقة استخدم في تلك الساعة رقاص ومثبت ميزان الساعة في القرن السابع عشر، ووضعت في متحف العلوم في لندن عام 1884، وما زالت تعمل به إلى الآن كان هناك أيضًا العديد من الساعات الفلكية المشابهة في كاتدرائية إكسيتر وأوتري سانت ماري وكنيسة ويمبورن.

ساعة أخرى غير موجودة الآن وهي ساعة كاتدرائية سانت ألبانز، والتي بناها في القرن الرابع عشر ريتشارد من والينجفورد، والتي دُمرت بعد قرار هنري الثامن ملك إنجلترا بحل لشديرة، والتي كانت إضافة إلى تحديدها للوقت، تتوقع وبدقة أوقات الخسوف، موضحًا عليها الشمس والقمر بأطواره والنجوم والكواكب، إضافة إلى عجلة الحظ، وحالة المد والجزر عند جسر لندن وقد قال المؤرخ توماس وودز عنها، أنه لم تظهر ساعة تعادلها في تعقيد تقنيتها على لشقل لقرنين تاليين كان جيوفاني دوندي أيضًا من صانعي الساعات الذين لم تبق ساعاتهم، إلا أنه أعيد بنائها وفقًا لتصاميمه. كانت ساعته ذات سبعة أوجه، ومصنوعة من 107 قصعة متحركة، وتوضح مواقع الشمس والقمر وخمسة كواكب وأيام الاحتفالات الدينية وفي تلك الفترة، كانت

الساعات الميكانيكية توضع في شديرة لتحديد المناسبات وشوقات الهامة، لتحل محل الساعات المائية وبحلول القرن الخامس عشر، بدأ استخدام الساعات شغراض غير شغراض الدينية ففي عام 1466، وضعت ساعة أعلى مبنى المحكمة وفي غرفة المستشار في دبلنلتحديد الوقت، وكانت شولى من نوعها في أيرلندا ومع الزيادة المفرطة في بناء القلاع، زادت الحاجة إلى بناء أبراج الساعات، ومنها ساعة قلعة ليدز التي تعود لعام 1435، التي زينت أوجهها بصور لصلب المسيح ومريم العذراء والقديس جورج واستخدمت أبراج الساعات في أوروبا الغربية في العصور الوسطى أحياناً ساعات تقرع ويعد برج ساعة سانت مارك الموجود في ميدان سانت مارك في فينيسيا والذي بناه جيان كارلو رينييري عام 1493، أشهر أبراج الساعات التي ما زالت باقية وفي عام 1497، صبّ سيمون كامباناتو جرسه الكبير الذي يقرعه تمثالان ميكانيكيان برونزيان يحملان مطرقتان كل وقت محدد ولم تكن مؤشرات الساعة القديمة تشير إلى الدقائق والثوان وقد أشارت مخطوطة ترجع إلى عام 1475، إلى ساعة ذات دقائق، بينما التي تحتوي على دقائق وثوان فتعود للقرن الخامس عشر ولم يصبح استخدامها شائعاً إلا بعدما أصبح في الإمكان تحديد الوقت بدقة أكبر مع اختراع ساعة البندول ونابض الإتزان الحلزوني وفي القرن السادس

عشر، استخدم الفلكي تيخو براهي الساعات ذات الدقائق والثوان لمراقبة مواضع النجوم.

الساعات الميكانيكية العثمانية

وصف المهندس العثماني تقي الدين الشامي ساعة ذات ميزان ساعة ذي قضيب وتروس متقاطرة ومنبه تتحرك تحت تأثير الوزن وتوضح أطوار القمر في كتابه الكواكب الدرية في وضع البنكامات الدورية، الذي كتبه حوالي عام 1556 كمثله من الساعات لشوروبية الميكانيكية المنبهة في القرن الخامس عشر، كان المنبه يحدد بوضع وتد في عجلة المؤشر عند الوقت المحددوكانت ساعته تحتوي على ثلاث مؤشرات تشير إلى الساعات والدقائق والثواني. أنشأ تقي الدين الشامي بعد ذلك ساعة لمرصده في إسطنبول، والتي استخدمها في حساباته للمطلعات المستقيمة، حيث قال صنعنا ساعة ميكانيكية بثلاث مؤشرات تظهر الساعات والدقائق والثوان وقد قسمنا كل دقيقة إلى خمس ثوان كان ذلك ابتكاراً هاماً في القرن السادس عشر في علم الفلك التطبيقي، حيث أنه وحتى القرن العشرين، لم تكن الساعات دقيقة بما يكفي لاستخدامها في لدغراض الفلكية كما صنع صانع الساعات العثماني ميشور شاه ديدي في عام 1702، ساعة تقدّر الدقائق.

ساعات ذات بندول

تواصلت الابتكارات في الساعات الميكانيكية، وتصاغر حجمها حتى أصبحت الساعات تستخدم داخل المنازل بحلول القرن الخامس عشر، كما أصبحت للاستخدام الشخصي في القرن السادس عشر وفي حوالي عام 1580، بحث العالم الإيطالي جاليليو جاليلي التأرجح المنتظم للبندول، واكتشف أنه من الممكن استخدامه لتنظيم الوقت ورغم أن جاليلي درس حركة البندول، إلا أنه لم يصمم ساعة تعتمد على فكرته تلك، حيث كانت أول ساعة بندولية من صنع العالم الهولنديكريستيان هوغنس عام 1656 كانت النماذج لشولى منها تتسبب في تأخر الوقت بمعدل دقيقة كل يوم، ثم تطورت إلى تأخير بمقدار 10 ثوان كل يوم، وهو ما كان يعتبر دقة عالية في ذاك الوقت.

وساهم اليسوعيون بصورة كبيرة في تطوير الساعات البندولية في القرنين السابع عشر والثامن عشر، حيث كانوا يبدون حرصًا غير عادي في دقة تقدير الوقتولقياس ثانية بندولية بدقة، قام الفلكي الإيطالي جيوفاني باتيستا ريتشيولي بإقناع تسعة من أتباعه اليسوعيين بعدّ حوالي 87,000 أرجحة في يوم واحد وقد لعبوا دورًا مؤثرًا في نشر واختبار لشفكار العلمية في تلك الفترة، وتعاونوا مع العديد من العلماء المعاصرين أمثال هينجز ويرجع تاريخ اختراع الساعة ذات الصندوق الطويل الحديثة ذات تقنية مثبت ميزان الساعة إلى حوالي عام

1670 وقبل ذلك، كانت الساعات البندولية تستخدم تقنية ميزان الساعة ذي القضيب القديمة، التي تتطلب مدى أرجحة كبير يصل إلى 100°. ولتجنب الحاجة إلى صندوق كبير للغاية، استخدمت معظم الساعات ذات تقنية ميزان الساعة ذي القضيب بندولاً قصيراً ورغم ذلك، قللت تقنية مثبت ميزان الساعة مدى شرجحة الضروري للبندول بنحو 4° إلى 6°، لتسمح بذلك لصانعي الساعات باستخدام بندولات أطول، فتطلبت بذلك طاقة أقل للحركة وقللت من الاحتكاك والبلي، كما كانت أكثر دقة من البندولات القصيرة استخدمت معظم الساعات ذات الصندوق الطويل بندولاً يصل طوله إلى المتر، لتستغرق كل أرجحة ثانية واحدة أدت متطلبات الطول تلك مع الحاجة إلى مساحة لتساقط الوزن الذي يسمح للساعة بالعمل، إلى الحاجة إلى ذاك الطول في الساعة.

وفي عام 1675، بعد 18 عام من اختراع الساعة البندولية، استخدم هينجز النابض الشعري الحلزوني مع عجلة اتزان في ساعات الجيب، بديلاً عن النابض الطولي الذي اخترعه الفيلسوف الطبيعي الإنجليزي روبرت هوك نتج عن ذلك، تقدم كبير في دقة ساعات الجيب، من تأخير عدة ساعات في اليوم أحيانًا إلى نحو 10 دقائق في اليوم، كما أثّر استخدام البندول في الساعات الميكانيكية.

ساعات اليد

في عام 1904، طلب الطيار ألبرتو سانتوس-دومونت من صديقه الساعاتي الفرنسي لويس كارتييه تصميم ساعة يستخدمها في رحلاته كانت ساعات اليد قد اخترعت بالفعل عام 1868، على يد باتك فيليب، ولكن كسوار نسائي، وكقطعة من المجوهرات ولما كانت ساعة الجيب غير ملائمة، صنع كارتييه ساعة يد لسانتوس، لتكون أول ساعة يد رجالية، بل وتصلح للاستخدام العملي.

زادت شعبية ساعات اليد خلال الحرب العالمية لشولى، عندما وجدها الضباط أكثر ملائمة من ساعات الجيب في المعارك واعتمد ضباط المدفعية والمشاة على ساعاتهم، بعد أن أصبحت المعارك أكثر تعقيداً، بل أصبح تنسيق الهجوم ضرورياً وكانت الحاجة إلى ساعات اليد في الجو كما على لشرض، بعد أن وجدها الطيارون الحربيون أكثر ملائمة من ساعات الجيب وبالتالي، أصبحت الجيوش تتعاقد على ساعات يد للجنود والطيارين على حد سواء وفي الحرب العالمية الثانية، كانت ساعة A-11 مرغوبة بين الطيارين لشمريكيين، نظراً لخلفيتها السوداء وأرقامها البيضاء، مما جعلها سهلة القراءة.

الكرونوميترات

الكرونوميترات البحرية هي ساعات تستخدم في البحر كمقياس للوقت، لتحديد خطوط الطول الجغرافية عن طريق الملاحة الفلكية وكان أول من صنعها نجار من يوركشاير يدعى جون هاريسون، الذي فاز عن ذلك بجائزة من الحكومة البريطانية عام 1759 تعتمد فكرة الكرونوميتر البحري على احتفاظه بتوقيت مكان ثابت معروف -عادةً توقيت جرينيتش— ليسمح للبحارة بمعرفة خطوط الطول بمقارنة توقيت الظهر عند نقطة القياس، بالتوقيت في غرينيتش في نفس الوقت.

وفي البداية، كان لفظ كرونوميتر يشير للكرونوميترات البحرية، ومع الوقت أصبح اللفظ يشير أيضاً إلى ساعة الكرونومتر وهي ساعة يد ذات معايير دقيقة لقياس الوقت وضعتها الوكالة السويسرية لاختبار الكرونوميترات سنوياً، يحصل أكثر من مليون كرونوميتر على شهادة عيارية من الوكالة السويسرية بعد اختبارها، وتحصل بعد ذلك على رقم متسلسل. وفقًا للوكالة السويسرية، فإن الكرونوميتر هو ساعة يد عالية الدقة، قادرة على عرض الثواني والتي تم اختبارها على مدى عدة أيام، في مواقع مختلفة، وعند درجات حرارة مختلفة، من قبل مسؤول في هيئة محايدة.

مذبذبات الكوارتز

البنية الداخلية لرزمة كوارتز HC-49

حديثة عالية لشداء.

اكتشفت الخواص الكهربية الانضغاطية لبلورات الكوارتز عام 1880، على يد العالمين جاك وبيير كوري وأنشأ والتر جايتون كادي أول متذبذب بلوري من الكوارتز عام 1921، ثم صنع العالمان ماريسون وهورتون أول ساعة كوارتز في مختبرات بل في كندا عام 1927 شهدت العقود التالية تطور ساعات الكوارتز، كأجهزة دقيقة لقياس الوقت في المختبرات حيث حدّت الإلكترونيات الدقيقة والضخمة الموجودة داخل أنابيب مفرغة، من استخدامها العملي في أي مكان آخر. وفي عام 1932، تم تطوير ساعة كوارتز لها القدرة على قياس التغيرات لسبوعية الصغيرة في معدل دوران لشرض واعتمدت الهيئة الوطنية للمعايير (الآن المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا) في الولايات المتحدة لشمريكية معايرة الوقت على ساعات الكوارتز منذ عام 1929، وحتى الستينات عندما اعتمدت على الساعات الذرية بديلاً عنها وفي عام 1969، أنتجت سيكو أول ساعة يد كوارتز في العالم، من فئة أسترون كانت دقة تلك الساعة وانخفاض تكلفة إنتاجها سبباً في الانتشار اللاحق لساعات الكوارتز.

الساعات الذرية

الساعات الذرية هي أجهزة ضبط الوقت لشكثر دقة المعروفة حتى الآن وتبلغ دقتها ثوان قليلة على مدى آلاف السنين، لذا فهي تستخدم لمعايرة آلات تحديد الوقت واخترعت الساعة الذرية لشولى عام 1949، وهي معروضة في معهد سميثسونيان، وتعتمد على خط الامتصاص في جزيء لشمونيا،لكن معظم الساعات الذرية الآن تعتمد على خاصية اللف المغزلي لذرة السيزيوم وقد اعتمد النظام الدولي لوحدة الثانية كوحدة الوقت بناء على خصائص السيزيوم عام 1967 ويعرف نظام الوحدات الدولي الثانية على أنها 9,192,631,770 دورة إشعاع مقابلة لانتقال الإلكترونات بين مستويين لطاقة اللف المغزلية للحالة القاعية لذرة Cs ساعة السيزيوم الذرية،التي يحتفظ بها المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا تبلغ دقتها 30 جزءاً من المليار من الثانية في السنة وقد استخدمت عناصر أخرى في الساعات الذرية، مثل الهيدروجين لمزيد من الاستقرار وبخار الروبيديوم للحصول على حجم أصغر واستهلاك أقل للطاقة وتكلفة منخفضة.