

قياس الوقت في المغرب خلال القرون الوسطى

I. مقدمة:

كان قياس الوقت منذ أقدم العصور مهما لتنظيم وإدارة جميع أنشطة الحياة اليومية. لذا كان من الضروري تقسيمه إلى فترات متساوية و تطوير نظم و أدوات قياس أكثر دقة

في القرون الوسطى استخدمت طريقتان مختلفتان في المغرب العربي لقياس الوقت خلال يوم واحد، لكل منها مزاياها و عيوبها. فالطريقة الأولى تعتمد على مراقبة و تتبع الحركة الظاهرية للأجرام السماوية؛ الشمس أثناء النهار و النجوم و القمر أثناء الليل. لذلك كان من الضروري التمكن من الرياضيات اللازمة في مجال علم الفلك الكروي. و كان من الضروري أيضا صنع أدوات الرصد المناسبة كالأرباع الفلكية، الإسطرلاب، الساعات الشمسية. أما الطريقة الثانية فاستخدمت أنواع أخرى من الوسائل المعروفة باسم البنكومات، لقياس الوقت في حالة غياب الشمس (الغيوم) و النجوم. من بينها الساعات المائية التي تقيس الوقت من خلال التدفق التدريجي للماء، الساعات الرملية، الساعات الضخمة التي تنطوي على أنظمة هيدروميكانيكية معقدة. لكن للأسف، باستثناء بعض الاقتباسات و الأوصاف التاريخية، لم نجد حتى الآن نص علمي مغربي في القرون الوسطى مكرس لهذا النوع من الأجهزة.

II. علم الميقات:

1. التقليد المغربي:

في بداية عهد الدولة الإسلامية، كان المؤذن هو الذي يحدد أوقات الصلاة، و لم تظهر شخصية الموقت حتى القرن الثالث عشر على ما يبدو. هذا



المزولة هي أداة تشير إلى التوقيت الشمسي بعد تهجير الكحل من الساعة الشمسية على مساحة مدرجة خلال النهار هنا ساعة شمسية من متحف تلمسان

الأخير كان في خدمة المسجد؛ فهو المسؤول عن تحديد الساعات، ليلا أو نهارا، أوقات الصلاة، و رؤية الهلال. يتميز التقليد المغربي بالعديد من الأرجوزات (القوائد) المؤلفة في علم الفلك و الرياضيات فهي أسهل للحفظ مقارنة مع النصوص النثرية، كما أنها تحتوي على القواعد الأساسية المتعلقة بالرنزامة، تحديد أوقات الصلاة، تحديد القبلة و غيرها. أولى هذه الأرجوزات كتبها أبو جعفر السلمي (ت 1346)، و هو عالم من أصل غرناطي لكنه عاش في بجاية. هذه الأرجوزة بعنوان «توسط المنازل في الشهور بمعرفة وقت الفجر و الصبح». انها تشير بالتأكيد لمنازل القمر التي تقطع خط الزوال في أوقات الفجر و الصبح. هذه الأرجوزة تشبه تلك التي كتبها الأندلسي

في نفس الوقت، كتب الفلكي الشهير ابن الرقام كتابا بعنوان «تعديل مناخ الأهلة» و الذي يفترض أنه شرح لكتاب ابن البنا بعنوان «المناخ»، و المحفوظ في المتحف البريطاني بلندن. و مع ذلك ، فقد كتب بعض المؤلفين كتباً في علم الميقات؛ (لا شرح و لا أرجوزة). هذا حال ابو الحسن البجائي (عاش 1384) و ابن البنا. كتاب هذا الأخير بعنوان «كتاب في علم الأوقات بالحساب» و شرح الجادري لأرجوزته، بعنوان «اقتطاف الأنوار من روضة الأزهار» كانتا قد درست و نشرت من قبل محمد الخطابي عام 1986، و درست من قبل كالفو عام 2004 [E. Calvo, 2004]. و هكذا نستخلص أن كلا الكتابين يتناول، بالإضافة إلى علم الفلك الكروي و تحديد سمت من القبلة، المسائل المتعلقة بالرنزامة؛ كالتحويل بين التقاويم القمرية و التقاويم الشمسية ، و قياس الوقت و أوقات الصلوات الخمس. ما نلاحظه هو تشابه في المضمون و ترتيب في الفصول، للشرحات الثلاث السابقة. و نتساءل فيما إذا استخدم هؤلاء الكتاب مصادرا مشتركة. بالأخص القرطبي (1120 - 1205) المؤلف الوحيد الذي ذكره المقري. و نجد أيضا بعض العناصر في علم الميقات في «جامع المبادئ» الذي كتبه الحسن المراكشي (القرن الثالث عشر)، و أنواع أخرى من الكتب (الزيج). على سبيل المثال ، يعطينا ابن البنا في المنهاج العلاقة الصحيحة التي تربط زاوية ساعة بأوج الشمس و قوس النهار بحيث يمكن حساب الوقت الذي انقضى منذ شروق الشمس، أو ما تبقى من الوقت قبل الغروب:

$$vers (H) = vers (AD/2) - (vers (AD/2) \sin (h))/\sin(h_m)$$

من الواضح أنه وضع جداول قيم الدوال المثلثية، الجيب و جيب التمام، في زيجه.

من خلال كل ما قيل نلاحظ أن الشخصيتين الأكثر تمثيلا لعلم الميقات في المغرب العربي، هما: أبي مرقع و الجادري. على الرغم من أنها كتبت كمساعدة للذاكرة و لتسهيل التعلم، و بالتالي في إطار بيداغوجي، هذا النوع من الشعر، و الافراط في الشروح، ساهم بعد ذلك في تدني المستوى الفكري.

2. المبادئ النظرية: كتاب المقري

لتوضيح أفضل لمحتويات النصوص التي سبق ذكرها، نعود إلى الشرح الأوسع منهم الذي كتبه أبو الحسن البجائي المقري عام 1384 في بجاية، في نفس الوقت الذي



ماسة شمسية بجمامم الزيتونة بتونس

الجذامي (ت 1229) قبل قرن من الزمان لخط عرض اشبيلية، و التي كانت حسب تلميذه و كاتب سيرته ابن الآبار، جد شائعة. ألفت الأرجوزة الثانية في 1391 من قبل الجادري (1375 - 1416)، موقت جامع القرويين في فاس. استخدم الجادري، بلا شك، واحدة من أزياج ابن الرقام في حساب موقع الشمس و النجوم [ج. سامسو، 2008]. هذه الأرجوزة بعنوان «روضة الأزهار»، حفزت العديد من المعلقين. و الثالثة ألفت من طرف عالم الفلك التلمساني الحباك (ت. 1463). هذه الأرجوزة تحتوي على 77 بيت عنوانها «تحفة الحساب في عدد السنين و الحساب». وفقا لكاتب مجهول من القرن الخامس عشر (م.و.ج 613)، فإن الحباك استخدم في أرجوزته قيمة تم الحصول عليها في الأرصاد التي اجريت في دمشق عام 1259 من قبل ابن أبي الشكر المغربي (ت. 1283) فيما يخص دقة الاعتدالين (الربيعي و الخريفي)، و لم يستعمل تلك التي لابن إسحاق التونسي (القرن الحادي و الثاني عشر) باعتبارها غير دقيقة.

أخيرا، فإن أشهر هذه الأرجوزات ألفتها أبي مرقع (حي عام 1331)، و هو عالم فلك من بطيوة (المغرب). أعماله في الميقات تمت دراستها من طرف ج.س. كولن و ج.رينو عام 1933. أفكاره كانت هدف الكثير من المعلقين (مثل السوسي، الجزولي، الشلاطي...). الشرح الأول كتبه ابن البنا (1256 - 1321) قبل وفاة أبي مرقع، كان طويلا لخصه فيما بعد سعيد السملالي (ت 1477) تحت عنوان «اختصار شرح ابن البنا على منظومة ابن مرقع» (نسختين من هذا المخطوط محفوظة في المغرب). بعد ذلك بقليل، كتب القلصادي (1412-1486) و الجادري شروح لأرجوزة أبي مرقع. و قد لعبت هذه الأرجوزة دورا هاما في نشر هذا العلم. و لذلك سمي أتباعه هذا الميدان بعلم أبي مرقع.

المزاولات، هذا يجسد مسار ظل حافة العمود. و لحساب قوس النهار، على افتراض معرفة انحراف الشمس وخط العرض لمكان معين، يعطينا المقرئ الصيغة التالية:

$$AD = 180 + \varphi.\delta/\varepsilon$$

ميل الشمس ε يساوي 24 درجة.

على الرغم من بساطتها، الخطأ النسبي لهذه الصيغة بالنسبة للعلاقة الدقيقة لقوس النهار لا تتجاوز 2%. لاحظ أن القوس الليلي يساوي ببساطة إلى الفرق : $AD - 360^\circ$

لتحديد طول مدة اليوم بالساعات الاعتدالية أو الموسمية، مع معرفة قوس النهار بالدرجة، يعطينا العلاقتين التاليتين:

$$N_s = AD / 12 \quad \text{أو} \quad N_E = AD / 15$$

لتحويل ساعات الاعتدال إلى ساعات موسمية، والعكس بالعكس، نضرب عدد الساعات (s أو q على التوالي) في عدد الدرجات الموافقة لهذه الساعة (d أو 15) و نقسم على عدد درجات النوع الآخر من الساعات:

$q = s.d / 15$ أو $s = 15.q/d$ (تم العثور على هذه الطريقة في شرح الجادري [E. Calvo, 2004]).

فيما يلي، يتم تعيين طول عمود المزولة؛ تعادل اثني عشر تدرجه (أصابع) ، لذلك يظهر العامل 12 في كثير من العلاقات. هذه القيمة تظهر غالبا في كتب المغاربة والأندلسيين.

خلال النهار، لمعرفة الوقت الذي انقضى منذ شروق الشمس، أو ما تبقى من الوقت قبل غروب الشمس، بالساعات الموسمية، يعطينا الكاتب صيغة تقريبية من أصل هندي، و التي تطابق تماما للصيغة التي وجدناها في كتاب ابن البنا و بشكل مختلف قليلا في كتاب الجادري [E. Calvo, 2004]

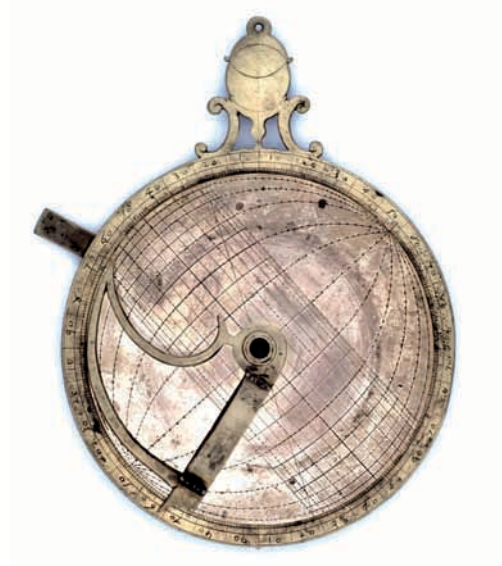
$$T = 72 / (S + 12 - S_m)$$



مخطوطة في علم الميقات ألفه عالم الفلك الجزائري أبو الحسن المقرئ، مخطوطة رقم 10355 من المكتبة الملكية - المغرب

توفي فيه معلمه عبد الرحمن الوغليسي (ت. 1384). عنوانه «تبصرة المبتدي و تذكرة المنتهي في معرفة الأوقات بالحساب من غير آلة و لا كتاب». في تحليل أولي، يتألف التبصرة من 34 فصل. يشبه كثيرا شروح ابن البناء و الجادري، لكنه أكثر تفصيلا. بالإضافة إلى معلميه و بعض الكتب التي لم تذكر، المصدر الرئيسي للمقرئ هو شرح الحسن القرطبي (1120 - 1205) بعنوان «المستوعب الكافي و المقنع الشافي في الأوقات» (نسخة منه غير مكتملة محفوظة في زاوية الهامل، بالقرب من بوسعادة). هدف المؤلف هو ترتيب و إكمال هذا الكتاب بالأمثلة و البراهين اللازمة.

يقسم المقرئ ساعة الاعتدال إلى 15 درجة؛ كل منها مقسمة إلى 60 دقيقة. و تقدر مدة دقيقة واحدة الوقت المستغرق لقراءة هذه الجملة: سبحان الله و الحمد لله و الله أكبر و لا حول و لا قوة إلا بالله. و يطلق على قيمة ضعف زاوية ساعة الشمس عند الغروب (أو أي جرم سماوي) قوس النهار. و من السهل أن نرى أنه 12 ساعة إذا كانت الشمس على خط الاستواء، و أكبر أو أقل من 12 ساعة إذا كانت في جهة الشمال أو الجنوب. فيما يخص



ساعة لييلية مغربية محتفظة بمتحف تاريخ العلوم بأكسفرورج - رقم 48046

1. الاسطرلاب المسطح:

الإسطرلاب أداة فلكية تصنع من خلال إسقاط السماء على مستوى. الأكثر شهرة هو المسطح الناتج من إسقاط الكرة السماوية على مستوى خط الاستواء. هذا النوع من الأدوات يسمح بتحديد موقع النجوم، الساعة في الليل، وقت شروق الشمس وغروبها. عند خط عرض معين، نعلم العوامل الثلاثة المرتبطة ببعضها: الارتفاع، اليوم والساعة. إذا عرفنا اثنين من هذه المعايير، يمكننا البحث عن الثالث. هذا هو مبدأ حساب الساعة بالإسطرلاب.

نعرف كتابين نثرين فقط يتحدثان عن الإسطرلاب؛ الأول شرح أبو الصلت أمية وهو عالم فلك ورياضيات أندلسي عاش معظم حياته في المغرب العربي (المهدية و بجاية). كتب كتابه خلال سجنه في مصر، بعنوان «الرسالة في الأعمال بالإسطرلاب». والثاني لابن قنفة (1339 - 1407) بعنوان «القول في رسوم الإسطرلاب» توجد نسخة وحيدة لهذا المخطوط محفوظة بالمكتبة الوطنية في تونس.

و مع ذلك، ألفت العديد من القصائد حول الاسطرلاب، مثل قصيدة ابن قنفة بعنوان «السراج»، و قصيدة ابن الرقام بعنوان «منظومة في الأعمال بالإسطرلاب». هذا الأخير من بين الشروح التي درسها عالم الرياضيات القلصادي في تونس [M. Marin, 2004].

يعطينا المؤلف أيضا القيم التقريبية بالأصبع $\Delta S = S - S_m$ في نهاية كل ساعة موسمية. يعطينا ابن البنانفس القيم بالضبط، ماعدا الأخيرة (الساعة الخامسة)، والتي تقدر ب 2.

نهاية الساعة	ΔS
1 et 11	60
2 et 10	24
3 et 9	12
4 et 8	6
5 et 7	3

لحساب T بالساعات الموسمية، يعطينا المراكشي و الجادري صيغة تقريبية أخرى أكثر دقة من سابقتها، وهي دقيقة تماما خلال الاعتدالين:

$$T = \frac{1}{15} \arcsin [\sin (h) / \sin (h_m)]$$

III. أدوات الرصد:

استخدمت العديد من الأدوات الفلكية لقياس الوقت والمسائل المتعلقة بها. فيما يلي الأدوات الأكثر شيوعا، وهي:

للسلم الشعاعي لارتفاع الشمس. الدائرة الخارجية للربع توافق دائرة يوم الجدي. و بالتأكيد، يمكن الحصول على أنواع أخرى من الأرباع عن طريق تغيير ترتيب الدوائر. لرسم خطوط ساعة، يعطينا المراكشي جدولين (λ) بدلالة الساعات الموسمية و ساعات الاعتدال من أجل خط العرض 30 درجة (القاهرة)، و انحراف ب 23,35 درجة. في ذلك الوقت، كان من الممكن إنشاء هذا النوع من الجداول من أجل خط عرض معين باستخدام صيغة من أصل هندي، و التي يمكن كتابتها بالشكل التالي:

$$T(h, \lambda, \varphi) = d + \arcsin((\sin(h) - \sin(\delta) \sin(\varphi)) / (\cos(\delta) \cos(\varphi)))$$

مع:

$$d = AD / 2 - 90^\circ = \arcsin(\tan(\delta) \tan(\varphi))$$

وأخيراً، اقترح المراكشي إمكانية رسم خطوط الربع بالساعات الموسمية و الإعتدالية، دون إعطاء مزيد من التفاصيل. إذ كانت الأرباع شائعة لأن تركيبها أسهل من الإسطرلاب المسطح، ويمكن صنعها حتى من الخشب.

3. النكترلاب:

هو أداة تستخدم خاصة دوران النجوم حول النجم القطبي. فهي تسمح بمعرفة الساعة من الليل برصد موقع بعض النجوم. كانت هذه الأداة جزءاً من المعدات الأساسية في الملاحظة حتى القرن السابع عشر. نحن لا نعرف مخترع هذه الأداة، و لكن في نهاية القرن الثالث عشر وصف رامون لول أداة مماثلة في كتابه «في الهندسة» سماها كرة الساعة الليلية (أنظر أدناه).

تتكون هذه الأداة من عضادة و قرصين. القرص الكبير مدرجا بالأشهر و الصغير متحرك و مدرج بالساعات. بالنسبة لكيفية استخدامها، توضع ساعة منتصف الليل أمام يوم من شهر الرصد، بحمل الأداة في طرف الذراع، و نحاول رصد النجم القطبي عبر الثقب المركزي، ثم ندور العضادة إلى أن تصبح موافقة لنجم يأخذ كمرجع. الجزء السفلي من العضادة يظهر في نفس الوقت الساعة على المقياس الساعي. يحتفظ متحف تاريخ العلوم في جامعة أوكسفورد بنكترلاب صنع في شمال أفريقيا، على الأرجح في القرن السادس عشر. هذه الأداة هي مماثلة لتلك التي صنعها جيمينوس عام 1589.

و مع ذلك، فإن النص الأكثر شعبية هو قصيدة الفلكي الحباك. في وقت لاحق، كتب السنوسي (1426-1490) أحد طلابه، شرح يفسر فيه نفس القصيدة. من بين المؤلفين الذين ذكرهم في شرحه: أبو السلط أمية، ابن الصفار الأندلسي (1035) مؤلف شرح عن الاسطرلاب، و أشار إلى «القانون» على الميقات لابن البنا. شرح السنوسي مرجع حقيقي في هذا المجال كما يدل على ذلك العديد من النسخ المحفوظة. «التعديل و التقويم» هو العملية التي من خلالها نستطيع أن نحدد مواقع النجوم (الشمس في حالتنا) لوقت معين، و ذلك باستخدام الجداول الفلكية. فيما يخص موضع الشمس على مر الزمن، ووفقاً للسنوسي، شيوخ تلمسان المهتمين بهذا النظام و تحديد أوقات الصلاة، أضافوا درجتين ل «التعديل» المكتوب على حلقتين على ظهر الاسطرلاب (الأشهر الأبراج). هذا الأخير و حسب نفس المؤلف، يعتمد على الأرصاد القديمة التي قام بها ابن اسحاق (بين 1193 و 1222) التي أجراها في دمشق عام 1259.

2. الربع الفلكي:

كما تم استخدام نوع آخر من الأدوات لقياس الوقت، و هو ربع الاسطرلاب، و هو يختلف عن الاسطرلاب السابق فهو على شكل ربع دائرة يظهر حركة الكرة السماوية و يسمح بملء عدد من وظائف الاسطرلاب و بالطبع حساب الوقت. هناك أداة أخرى من هذا النوع أبسط و أكثر ملاءمة لقياس الوقت هي الربع الساعي. بما أن مسار الشمس الظاهر متناظر بالنسبة لخط الزوال، ستة خطوط ساعية كافية. نعرف الوقت عن طريق خيط مربوط بزواوية الربع مزود بكريه قابلة للتعديل تمثل خط طول الشمس و المقاس على سلم شعاعي. هذه الأخيرة، مقسمة إلى درجات أو علامات متناظرة، مرسومة على محور شعاعي للربع. في حالة ما إذا وجه جانب الربع نحو الشمس، و هو أمر ممكن من خلال مرور أشعة الشمس بالمصوب، الخط الساعي الذي يعبر الكرية يبين الوقت الذي انقضى منذ شروق الشمس، أو ما تبقى من الوقت قبل الغروب. يبين لنا الحسن المراكشي، في كتابه «جامع المبادئ» (أنظر أدناه)، كيف نقوم بصناعة عدة أنواع من الأرباع الساعية. و هكذا تكون لدينا فكرة عن هذه الأدوات التي سنصف واحدة منها. و هي عبارة عن ربع يحتوي على خطوط ساعية موسمية على شكل سيني، رسمت لأجل خط عرض معين، مع دوائر يوم متمركزة توافق البروج. هذه الأخيرة متساوية المسافة فيما بينها ووفقاً للتقسيم الموحد

كجميع النجوم، فإن هذا النجم يدور حول النجم القطبي بسرعة زاوية تقدر ب 15 درجة لكل ساعة. وهكذا، كلما نرى الكواكب يمر من خلال ثغرة جديدة، تكون قد انقضت ساعة. حسب لول؛ فإن الرجل الذي يريد معرفة الوقت المتبقي له للحراسة أثناء الليل، فإنه يحدد الثقب الذي يظهر منها كوشاب. إذا كان في الشفق مرئيا من خلال ثقب في الخانة «a» و في وقت لاحق في الخانة «c»، يعلم أنه في الساعة الثالثة من الليل. في نفس النص يحذرننا لول من الحاجة إلى معرفة مدة الليل حتى نتمكن من تقدير الوقت المتبقي قبل الفجر. إذا كانت مدة الليل تسعة ساعات و مدة النهار خمسة عشر ساعة و في حالة ما إذا ظهر كوشاب في «a» عند غروب الشمس، فإنها عند الفجر ستكون في الخانة «i» و حتى لو ظهر في «b» فسيكون في نهاية الليل عند «k». يتحدد الوقت المتبقي قبل الفجر من خلال طرح عدد الساعات المنقضية من المدة الكلية من الليل. أنهى لول وصفه للأداة بالقول انها مفيدة و بشكل خاص لحراس الليل، سواء في البحر أو في اليابسة. إذا لدينا أداة بسيطة و عملية لقياس الوقت ليلا (في سماء غير غائمة). في ذلك الوقت بالتأكيد لم يستغني الناس عن استخدامها. يمكن أن نجد وصفا للنسخة الثانية لنوكتراب لول، ذكرها في كتابه «مبادئ الطب». الجديد في هذه الآلة هو مؤشر الشهر و مدة الليالي الموافقة لها مرتبة و محاطة حول مركز القرص. و لا يمكن القيام بذلك إلا لمجموعة من خطوط عرض محددة. و وصف هذه الأداة في كتاب الطب يظهر أنه تم استخدامها لأغراض علمية، هنا لتقديم الأدوية و السؤال المطروحان: من هو مخترع نوكتراب لول؟ و هل استخدمت في المغرب؟ كل ما نعرفه الآن هو أن نوكتراب لول ذكرت في كتاب مجهول المؤلف بعنوان المناخ طرطوشة (لعام 1307) بالمكتبة الوطنية بمديرد. (Ms. 17961, fol. 105v.- 106v.) و علاوة على ذلك، فإن بعض علماء الفلك الأندلسيين، بما في ذلك القرطبي، وصفوا أداة سميت «الدائرة» التي يمكن اعتبارها سابقة نوكتراب لول.

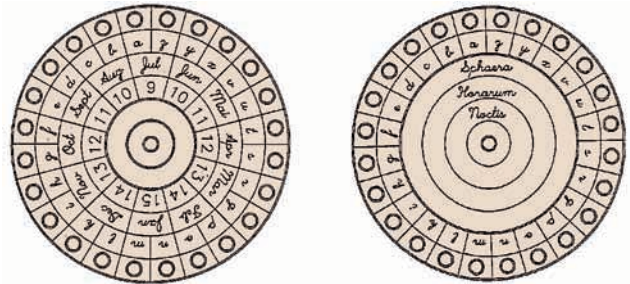
5. الساعة الشمسية:

الساعات الشمسية تشير إلى الوقت عن طريق انتقال الظل على سطح مدرج و ذلك خلال النهار. أقدم ساعة شمسية صنعت في مصر و يعود تاريخها الى 1500 ق. م، و لم يكتشفها المسلمون حتى القرن السابع. أقدم مخطوط يذكر هذه الأداة ألفه الخوارزمي. ما يميز الساعة الشمسية العربية أنها مرسومة (منقوشة)، بالإضافة إلى خطوط ساعة تشير إلى أوقات الصلاة؛ الظهر و العصر. أقدم ساعة شمسية عربية محفوظة بقربطبة صنعها ابن الصفار منذ حوالي 1000 سنة. في المغرب العربي، كانت الساعات الشمسية معروفة منذ

شكل الأرقام مماثل تقريبا لتلك المستخدمة في أوروبا. يمكن أن تكون ذات شكل متطور من أرقام الغبار، و لكن هذا لا يزال غير مؤكد. النقوش باللغة العربية، أسماء الأشهر هي نسخ مباشر لأشهر الرزنامة اليوليوسية في العصر المسيحي. كما هو الحال في جميع الاسطرلاب الإسبانومغربية. لهذه الأداة مؤشر للساعة القمرية و مظهرها. خطوط القرص العلوي يظهر المواضع الاستثنائية شمس-قمر-أرض.

4. كرة الساعة الليلية لريمون لول

كان رامون لول (1232 - 1316) مسافرا كبيرا خصوصا خلال الثلاثين سنة الأخيرة من حياته. أتى إلى شمال أفريقيا، و تحديدا في الجزء الشرقي من المنطقة: تونس في 1292، بجاية في 1307، و كلاهما بين 1314 و 1315. على الرغم من أن أعماله في المغرب غير معروفة، مع كل زيارته و إتقانه للغة العربية، كان قد تأثر بالتأكيد بعلم الفلك المغربي، كما يتضح ذلك في بعض التخصصات مثل المنطق. و هذا هو السبب الرئيسي الذي دفعنا للنظر في إنتاجه العلمي. في كتابه «في الهندسة» الذي أتمه في باريس عام 1299، و ذلك بعد رحلته الأولى إلى شمال أفريقيا، نجد أول وصف لأداة مماثلة للنكتراب: [Farré Olivé, Eduard, 1996]. الفصل بعنوان: «أداة لمعرفة الساعة في الليل». يبدو أنه هناك فصل آخر حول الربع الساعي تحت عنوان: «كماربع لمعرفة الوقت خلال النهار». تتكون نوكتراب لول من قرص من النحاس مثقوب في المركز (يمكن استخدام معدن آخر مثل البرونز أو حتى الورق). تنقسم حافة القرص إلى 24 شريحة مثقوبة. الساعات غير ممثلة بالأرقام، كما هو متوقع، و لكنها مرتبة حسب الحروف الأبجدية. استخدام نوكتراب لول يبدأ عند تحديد α و β الدب الأصغر، النجم القطبي و كشاب على التوالي. مباشرة بعد الغروب، توضع النكتراب بحيث يكون الأرض «a» موجه نحو الأعلى، و نحاول أن نرى النجم القطبي من خلال الثقب المركزي. بعدها ندون أي من الثقوب الموجودة في الحافة يمكن رؤية كوشاب.



باليمن الساعة الليلية للفيلسوف ريمون لول، و باليسار ساعة أخرى حسب وصفها في كتاب حول الصب.



أرجوزة حول علم الميقات كتبها ابن مرسوق الحفيد (توفي في 1439م).



صورة لشرفة بيت المرزوقين بمدينة تلمسان

الأصل لقصر النصر في المنصورة. هذا الافتراض يبدو معقولا تماما لا سيما أن المزولة وضعت في مكان لا تصله الشمس أبدا، وبالتالي الأعمدة التي تحملها لم تكن هناك أصلا. يوجد في مسجد الزيتونة بتونس مزولة تقع في منتصف فناءه؛ على الأرجح هي الأكثر تعقيدا في المغرب. استخدمت لعدة أجيال لمعرفة الوقت و أوقات الصلاة. تتألف من عدة أوجه متقاطعة فيما بينها.

• **مخطوط ابن الرقام حول المزولات:**

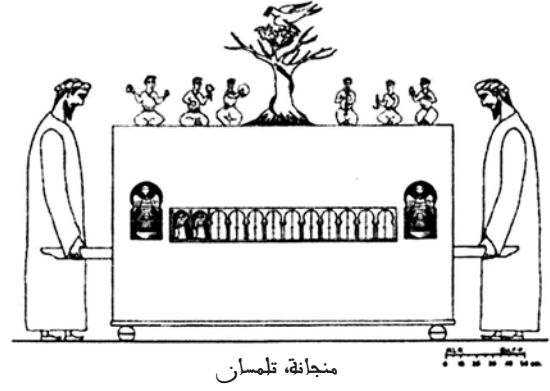
كانت المزولة موضوع بعض الكتاب كعبد الرحمان الطوزري الذي كتب «اخلاص النصائح» عام 1447، ويتم الاحتفاظ بنسختين بالمكتبة الحسنية بالمغرب الأقصى. وكذلك ابن الرقام الذي ألف مخطوط جد مهم ترجم الى اللغة الاسبانية و درسه جون كرندل عام 1988. ابن الرقام عالم فلك و رياضيات من أصول أندلسية (مرسية)، لكنه عاش في بجاية و تونس و غرناطة، و يعتبر من أبرز العلماء في عصره. مؤلفاته كثيرة و متنوعة المجالات (الهندسة، الطب، علم الفلاحة، و الفلسفة) ففي كل مدينة عاش بها (بجاية و تونس و غرناطة) كتب جداول فلكية حسب تقليد المدرسة التي أسسها عالمي الفلك الشهيرين الزرقالي و المغاربي ابن إسحاق. تتضح مواهبه كمدرس في الجبر، و علم الفلك و الطب من خلال بعض طلابه كالفيلسوف ابن هذيل و ملك غرناطة نصر الخزرجي [M. Diaz-Fajardo, 2007, Samso, 2006]

العصور القديمة. و استخدمت في قياس الوقت الضروري لتقاسم الماء الآتي من الساقية. بالإضافة إلى ذلك العديد من الساعات الشمسية الرومانية و البيزنطية لا تزال موجودة. و البعض منها من العصور الوسطى لا تزال موجودة و لكن لم يتم إحصاؤها و دراستها بشكل كامل. يتم الاحتفاظ بأقدم مزولة في المتحف الوطني بقرطاج، و هي أكثر تعقيدا بكثير من تلك التي بقرطبة، بناها أبو القاسم بن الحسن شداد عام 746هـ (1345 - 1346) في تونس. تحتوي على منحنيات الظهر و العصر و الضحى و التأهيب (ساعة واحدة قبل الظهر) [D.A. King, 1988 et 1997].

على عمود من أعمدة مسجد سيدي الحلوي بتلمسان نقشت مزولة اسطوانية تحمل العبارة التالية: صنعت من قبل أحمد بن محمد اللمطي في الشهر الحادي عشر من عام 747هـ. بها خط الزوال و منحنيات الظهر و العصر، و منحنيات الاعتدال و الانقلاب. ما يجلب الانتباه هو أن مسجد سيدي الحلوي بني فقط عام 754هـ و يمكن أن تكون الأعمدة في



صورة قديمة لساعة فاسر للعصر الهولندي



6. الساعة المائية:

ظهرت الساعة المائية منذ آلاف السنين يحتفظ بأقدمها في متحف القاهرة و يعود تاريخها الى 3500 قبل الميلاد في عهد أمينوفيس الثالث. و هو إناء من المرمر الأبيض على شكل مدبب ارتفاعه 36 سم مزخرفة من الخارج و منحوتة الداخل. استخدم الإغريق الساعة المائية للحد من الوقت لسماع المرافعات الشفوية في المحاكم. في الساعات المائية الأولى، تعرف الساعة من خلال تحديد مستوى السائل في حاوية من المرمر مثقوب في القاعدة. حتى لو بدأ مبدأ عملها بسيطاً فمن الصعب تدريجها و التحكم في لزوجة الماء و التدفق. و العيب الآخر يأتي من الشوائب و الحجر الجيري القادر على سد الثقب. بالإضافة إلى ذلك، لا بد من تكييفها لساعات غير متكافئة التي تقسم الليل و النهار إلى 12 فترة متساوية. حاول المسلمون تطوير هذه الأداة؛ ففي شمال أفريقيا يخبرنا علي الجزنائي (القرن 14) في «زهرة العاص» ، أنه بالإضافة الى بعض الساعات الشمسية في جامع القرويين بفاس أمر القاضي ابن ينكول عام 1286 الموقت ابن الحباك بعمل ساعة مائة لتحديد أوقات الصلاة و الساعة في الأيام الملبدة بالغيوم. وفقاً لنفس المؤرخ، كانت الساعة تتألف من وعاء من الفخار مع حوض (تنجير)، و رسم خطوط تتخللها الثقوب، و وضعت على حوض مملوء بالماء. خطوط أو علامات التنجير، ربما كانت على شكل مبتور، تسمح بتحديد مستوى المياه و بالتالي تحديد الوقت المنقضي. حقيقة أن أبعاد الساعة المائية لا تسمح باستعمالها لعدة ساعات، بالإضافة إلى العديد من المساوئ التي سبق ذكرها، يبدو أنها استخدمت أكثر لتنظيم أي نشاط. يقول المسافر

كتب ابن الرقام نسخة ثانية من كتابه حول المزولة بعنوان «رسالة في علم الظلال». يتم الاحتفاظ بنسخة كاملة من هذا المخطوط في الإسكوريال و نسخة أخرى غير مكتملة في المكتبة العامة في الرباط تحت رقم 2233، و هي مدرجة باسم مستعار. في هذا المخطوط الذي يتألف من 44 فصل، يفسر ابن الرقام بناء ثمانية أنواع من الساعات الشمسية حسب شكلها (مستوية أو نصف كروية) أو حسب وضعية وجه الساعة (أفقي أو لا). فهو يستخدم مزولة أفقية كأساس لبناء الأوجه الأخرى. شاخص هذا الأخير موازي للمحور القطبي.

• موسوعة الحسن المراكشي:

أبو علي الحسن بن علي بن عمر المراكشي عالم فلك و رياضي شهير، عاش في القرن الثالث عشر. سافر إلى 41 مدينة للرصد. حسب ارتفاع النجم القطبي، من مختلف مدن المغرب و الصحراء الغربية، و مدينتي اسبانيا (غواديكس و إشبيلية)، و مصر (القاهرة و الاسكندرية)، مرورا بعدة بلدان في شمال أفريقيا، مثل بجاية و تونس و طرابلس.

يعطينا البيبليوغرافي حاجي خليفة عنوان كتابين من تأليف المراكشي حول الأدوات الفلكية. الأول «آلات التقويم» والثاني هو كتاب مثير للإعجاب في الميقات بعنوان «جامع المبادئ و الغايات في علم الميقات»، و يوضح على أنه تم تقسيمه إلى أربع مجالات، الحساب (87 فصل)، و تطوير الأجهزة (مقسم إلى سبعة أجزاء)، استخدام الآلات (تضم 15 فصلاً)، و دراسات لاكتساب المعرفة و القوة الخلاقة (4 فصول). الفصول الثلاثة الأولى من الجزء الثاني خصصت لأدوات قياس الوقت.



كتاب في الفلك مجمل ألف حوالي سنة 1781، كثير من معلومات الكتاب موحمة للبحار - مخ رقم 1491. المكتبة الوطنية الجزائرية.

ملاءمة للفترات القصيرة و بالتالي غير لائقة للفترات الطويلة. ومن غير المعروف منذ متى استخدمت الساعة الرملية في المغرب، على حد علمي ، الكاتب المغاربي الوحيد الذي ذكر هذه الأداة و التي سماها «الرملية» هو الفلكي عبد الرحمن التاجوري(ت. 1554) في كتابه «ورقات في معرفة وضع بيت الإبرة». استخدمها للتحقق من قياس البوصلة-مزولة و هذه الساعة تحمل تدريجات تقيس فترات مدتها ساعتين أو ثلاث ساعات، كما استخدمت لتعيين الفاصل الزمني بين صلاتين على التوالي، بين الظهر و العصر، و غيرها.

8. الساعات الضخمة:

بالإضافة إلى الساعات المائية البسيطة، استخدم اليونانيون الماء لتشغيل ساعات أكثر تعقيدا. من بين الكتاب الذين وصفوها كستيسيبيوس (بين 300 و 230 ق.م)، المذكور من قبل المهندس المعماري الروماني فيتروف، و التقنيين فيلو البيزنطي(القرن الثالث قبل الميلاد) صاحب الكتابين

ليون الافريقي أن مزارعون من البرج (الجزائر) استخدموا الساعات المائية. هذه الأخيرة بالتأكيد ليست معقدة للغاية، لأنها تلبى شرط واحد، هو الحد من الوقت لسقي حقولهم. ومع ذلك ، استخدمت الساعات المائية الكبيرة و الصغيرة القابلة للتعديل من قبل بعض سكان المدن، هذا ما نستنتجه من وصف الدكتور توماس شو الذي زار المغرب العربي في القرن الثامن عشر. و هكذا، فإنه من المعقول أن نفترض أن استخدام هذه الأدوات لم يقتصر فقط على المزارعين و لكن استخدمت أيضا لأسباب أخرى كتحديد أوقات الصلاة.

7. الساعة الرملية:

جاءت فكرة استبدال الرمل بالماء إلى الذهن في وقت متأخر. الساعة الرملية ليست قديمة من الساعة المائية . ما يميز الرمل أنه لا يتجمد. تتكون هذه الأداة من قارورتين موضوعة الواحدة فوق الأخرى متواصلتين من خلال ممر ضيق يسمح بمرور الرمال الناعمة. وهي أكثر

الساعة العامة في فاس:

توجد في مدينة فاس ساعة أخرى بجوار مدرسة أبي عنان (مسجد البوعنانية) صنعها الموقت التلمساني ابن الفحام و الذي أمر ببنائها السلطان أبو عنان عام 1357. الجزنائي هو من وصف هذه الساعة العامة. و هي تتألف من سلسلة من الأطباق من النحاس الأصفر، عددها ثلاثة عشر. في كل ساعة، يسقط وزن في واحدة و في نفس الوقت الذي تفتح نافذة؛ تبقى النوافذ مفتوحة بحيث يمكن للمرء أن يعرف الوقت من أول وهلة. طول الساعة حوالي 11 مترا، و خلف الجدار توجد آلية عمل الساعة. لكن للأسف، لم يبق شيء من آليتها الهيدروليكية.

خزانة المنجانة بتلمسان:

وفقا لعدد من المؤرخين بما في ذلك يحيى ابن خلدون نعرف أنه يوجد في تلمسان ساعة ذاتية التشغيل، صممت في عهد سيادة أبو حمو (1307 - 1318) تشغل خصيصا في مناسبة المولد النبوي. منتصف الساعة يحتوي على العديد من الأبواب. في الجزء العلوي من الساعة شجرة تحمل طيرا تحت جناحيه صغاره. في ساعة واحدة، يخرج ثعبان من ثقب في قاعدة الشجرة، يرتفع تدريجيا في اتجاه الطائر، و يأخذ واحدا من صغاره، في حين أن الأب يصفر لتخويف الثعبان. في هذه اللحظة بالذات، تفتح باب لتبين الساعة، و التي وضعت تلقائيا في وسط الخزانة، و تخرج فتاة تحمل في يدها اليمنى ورقة عليها رقم الساعة. و أخيرا، وضعت فوق كل الأبواب و أقل قليلا من الحافة العلوية، حسب ابن خلدون، كرة قمرية تنتقل على مسار مماثل لمسار القمر في البروج.

ساعة مراكش:

في مسجد الكتبية بمراكش، يعلمنا شهاب الدين العمري، الذي كتب ما بين 1342-1349، عن وجود ساعة هيدروليكية، و لكنها لم تشغل في وقته، و التي وضعت على 50 ذراعا في الهواء. في كل ساعة من اليوم، يسقط وزن و يصدر صوتا عند سقوطه يسمع من بعيد.

«بنوماتيك» و «كتاب الساعة المائية» اللذين ترجما إلى اللغة العربية و هيرون الإسكندري الذي له ثلاثة عشر كتابا ترجمت إلى اللاتينية أو العربية [C. H. Eyraud, 2004]. ترجم العرب أيضا كتاب حول الساعات المائية أو الهيدروليكية منسوبة إلى أرخميدس (212-287).

نذكر هنا الشهير الجزري (ت 1206)، الذي يعتبر كمرجع بالنسبة للعديد من المؤلفين، و الأندلسي ابن خلف المرادي (القرن الحادي عشر) و النسخة الوحيدة من مخطوطه «كتاب الأسرار في نتائج الأفكار» يتم الاحتفاظ بها في مكتبة لورنز ميديسي بفلورنسا. هذا الكتاب، الذي نشر مؤخرا في ميلانو تحت عنوان «كتاب الأسرار في نتائج الأفكار»، يحتوي على ثمانية عشر نموذجا من الساعات المائية و ساعة شمسية مع وصفها. لا نعرف أي كتاب من هذا النوع في المغرب. و مع ذلك، توجد شهادات تثبت وجود مختصين سواء قاموا بإنجاز ساعات و لم يؤلفوا أو آخرون كتبوا عنها لكن لم تصلنا كتبهم. هؤلاء التقنيين قد يكونوا استوحوا من الكتاب الوحيد لبنو موسى ابن شكير (القرن التاسع) عنوانه «كتاب الحيل»، و الذي يبدو أنه كان شائعا في شمال أفريقيا وفقا لشهادة ابن خلدون في المقدمة.

الساعة الأسطرلابية بفاس

ساعة مسجد القرويين التي اعتبرت اول ساعة مائية تم بناؤها عام 1317، صممها القرطبي و بناها الصنهاجي. حسب الجزنائي الذي صنع النظام الهيدروليكي، ثبت مسطرة يحكم حركتها عوام لكي يشير إلى الساعات و الدقائق و أوقات الصلاة في الليل و النهار. عندما تعمل طوال اليوم، لا بد من تغذيتها بالماء.

أهملت هذه الساعة و تم تجديدها عام 1347. في 1361، أضاف عالم الرياضيات الفلكي أبو زيد عبد الرحمن اللجائي (ت. 1371)، التلميذ الشهير لابن البناء، أداة مماثلة للإسطرلاب المسطح قطرها 0.42 م. هذه الساعة تشبه ساعة وصفها المهندس المعماري الروماني فيثروفيوس (قرن قبل الميلاد). وفقا لشهادة ابن قنفذ (1339 - 1407) في كتابه «أنس الفقير و عز الحقيير» الذي حرره و علق عليه عوض صيام عام 2002، فإن اختراع الساعة الاسطرلابية يعود إلى معلمه اللجائي، و هي تسمح بمعرفة: ارتفاع الشمس، و الوقت من اليوم و ارتفاع النجوم في الليل.

C.H. Eyraud, *Horloges astronomiques au tournant du XVIII^e siècle : de l'à-peu-près à la précision*, Thèse de Doctorat, Université de Lyon (2004).

D.A. King, *An Overview of the Sources for the History of Astronomy in the Medieval Maghrib*, Deuxième Colloque maghrébin sur l'histoire des mathématiques arabes, Tunis (Décembre 1988).

D.A. King, *Astronomie et Société Musulmane : Qibla, Gnomonique, Miqāt*, in Histoire des Sciences arabes, Astronomie, théorique et appliquée, Seuil, Paris (1997).

M. Marin, *The Making of a Mathematician : al-Qalāsādī (d. 891/1486) and his Rihla*, Suhayl 4, pp. 295-310 (2004).

A. Meziane, Figig. *Musāhama fi Dirāsati al-Mujtama'*, *al-Wāhī al Maghribī Khilāla al-Qarn al-Tāsi'* 'Ashar (1845-1903), Rabat (1988).

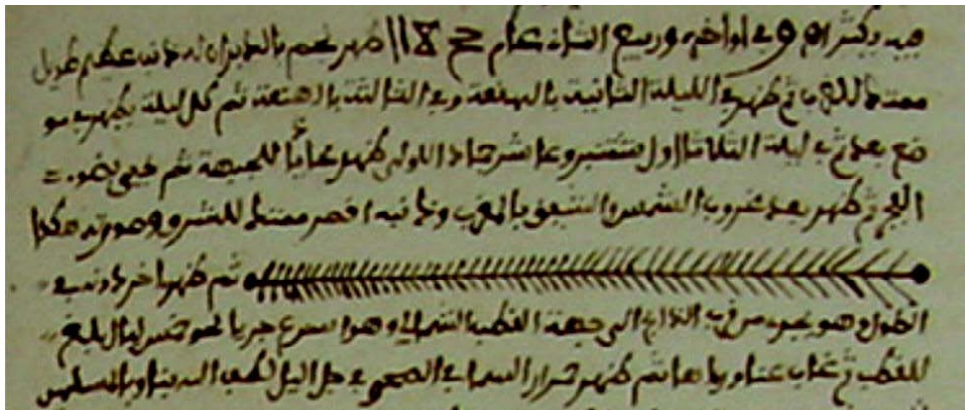
J. Samsó, *Ibn al-Raqqām, Abū 'Abd Allāh*, Biblioteca de al-Ándalus, Enciclopedia de la Cultura Andalusí, 4. Almería, pp. 440-444(2006).

J. Samsó, *Lunar Mansions and Timekeeping in Western Islam*, Suhayl 8, pp. 121-161 (2008).

T. Madani, *Le partage de l'eau dans l'oasis de Figuig (Maroc oriental)*, Mélanges de la Casa de Velázquez, 36-2 (2006). Mis en ligne le 11 octobre 2010. URL : <http://mcv.revues.org/2016>.

A. Fernández-Puertas, *Clepsidras y horologios musulmanes* MEAH, Sección Árabe-Islam 55, pp. 135-185 (2006).

بکلی محمد رضا، عیسائی جمیل شاد و الهام
جمعیة جیهیماب بجایة



تمثيل لذناب للعالم الفلكي الشلاحي في القرن الثامن عشر نجد ذكر لجمهور ذناب آخر، أقل أهمية، بالقرب من القصب الشمالي.

قائمة الرموز الواردة في النص:

AD: قوس النهار

h: ارتفاع لحظي

h_m : ارتفاع زوالي

H: ساعة زاوية

δ : انحراف الشمس

φ : خط العرض

N_E : عدد الساعات الإعتدالية

N_s : عدد الساعات الفصلية

d: عدد درجات الساعة الموسمية

g: ساعات الإعتدال

S: ظل عمود الساعة الشمسية اللحظي

S_m : ظل عمود عندما تكون الشمس في الزوال

s: ساعة موسمية

T: الوقت المنقضى منذ شروق الشمس أو ما تبقى من

الوقت قبل الغروب

AN: قوس ليلي

Références

E. Calvo, *Two Treatises on Miqāt from the Maghrib (14th and 15th centuries A.D.)*, Suhayl 4, pp. 159-206 (2004).

M. Diaz-Fajardo, *Un astrónomo de origen murciano del siglo XIV: Ibn al-Raqqām*, Las artes las ciencias en el occidente musulmán, Museo de la Ciencia y el Agua (2007).

Farré Olivé, Eduard, *La Sphaera Horarum Noctis de Ramon Llull*, La Busca de Paper 22, printemps, pp. 3-12 (1996).