

***‘Ilmā al-athqāl wa-‘l-ḥiyal fī al-Gharb al-Islāmī al-wasīṭ: dirāsa fī aḥad jawānib al-taqlīd al-‘arabī fī al-mīkānīkā al-naẓariyya wa-‘l-taṭbīqiyya***

**علمًا الأثقال والحيل في الغرب الإسلامي الوسيط:  
دراسة في أحد جوانب التقليد العربي في الميكانيكا النظرية والتطبيقية**

**محمد أبطوي**

جامعة محمد الخامس بالرباط

نخصص هذه المقالة<sup>1</sup> لدراسة وضعية علوم الميكانيكا ومكانتها، المعروفة في التقليد العلمي العربي الكلاسيكي بعلوم الأثقال والحيل،<sup>2</sup> في الغرب الإسلامي الوسيط.<sup>3</sup> ويمكن إجمال هذه الوضعية الإشكالية في الملاحظتين التاليتين: 1. حسب استطلاعنا للمتن العريض لعلم الأثقال العربي لا نتوفر على تأليف هامة ومؤثرة في هذا الميدان تنتمي للغرب الإسلامي الوسيط، فكل النصوص العربية المعروفة في هذا المتن يعود تأليفها إلى علماء من المشرق الإسلامي، وبعضها وصل إلى الأندلس، مثل كتاب في القرسطون لثابت بن قرة الذي ترجمه جيرار الكريموني إلى اللاتينية بطليطلة في القرن XII م. 2. من ناحية ثانية، تسجّل الدراسات التاريخية حضوراً قوياً لمختلف فروع الميكانيكا التطبيقية الداخلة تحت علم الحيل في مختلف مظاهر حضارة الغرب الإسلامي الوسيط، في الصناعة والفلاحة والعمارة والتقنيات. وسنعمل في هذا البحث على استجلاء هذا الوضع الإشكالي المزدوج باعتباره خاصية من خاصيات الممارسة العلمية بهذه المنطقة من العالم الإسلامي في المرحلة الكلاسيكية.

1. صدرت صيغة أولى لهذه المقالة في: محمد أبطوي، "علوم الميكانيكا بالغرب الإسلامي الوسيط: دراسة أولية"، الفكر العلمي في المغرب: العصر الوسيط المتأخر (الرباط: منشورات كلية الآداب، 2003)، 91-121، وقد أخضعنا النص المنشور سابقاً للمراجعة والتحيين والتوسيع في هذه المقالة.  
2. سنوضح لاحقاً دلالة التمييز بين الأثقال والحيل.  
3. نعني بالغرب الإسلامي الوسيط بلاد الأندلس والمغرب، أي ذلك الكيان الجغرافي والسياسي والثقافي الذي شكل جزءاً لا يتجزأ من الحضارة الإسلامية والذي تميّز تاريخياً بخصوصيات تسمح بدراسته بصفة مستقلة عن بلاد المشرق الإسلامي.

وتبغى الإشارة في هذا الصدد إلى أن حديثنا عن الوضع القلق للميكانيكا في التراث العلمي للغرب الإسلامي يتوخى تقديم نتائج بحث ما زال في طور الإنجاز، ونحن نتخذ هذا المدخل الأولي حجةً لفتح النقاش حول خصوصيات الممارسة العلمية بهذه المنطقة من العالم الإسلامي في المرحلة الوسيطة. إن تقدم الدراسات في تاريخ العلوم العربية وما يستلزمه احترام الصرامة المنهجية في البحث التاريخي يُحتمل اليوم اللجوء إلى إنجاز دراسات قطاعية ومقارنّة قصد الكشف عن البنيات الداخلية للتقاليد العلمية العربية في المشرق والمغرب وإظهار الفروق والتباينات التي تخرقها، إضافة إلى تسجيل عناصر الوحدة والتشابه التي تؤطرها.

### 1. الإعلان عن علم جديد

يندرج اهتمامنا بموضوع الميكانيكا في التراث العلمي المكتوب بالعربية في إطار بحث أنجزناه منذ عدة سنوات بالتعاون مع معهد ماكس بلانك لتاريخ العلوم ببرلين (Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin). وفي سياق هذا البحث أعدنا بناء المكونات الأساسية لمتن الميكانيكا النظرية العربية. ويتعلق الأمر بمجموعة من المؤلفات التي تتمحور حول المسائل النظرية والعملية للأثقال والموازن وتطرح إشكالاتها الرياضية والفيزيائية، تشكل متنا علميا فريدا من نوعه يضم نصوصا تنتمي إلى تاريخ العلوم كما تمثل مصدرا أساسيا للتأريخ للتقنيات في البلاد الإسلامية. وفي سياق هذا البحث، اكتشفنا نصوصا لم تكن معروفة من قبل وحققنا ما كان معروفا تحقيا نقديا اعتمادا على نسخ مخطوطة ومتباينة فيما بينها، معظمها لم يكن معروفا، كما ترجمنا كل النصوص المحققة إلى الإنجليزية وأرفقناها بتعليق مستفيضة، ويوجد هذا العمل في مرحلة الإعداد للنشر.

يتألف التقليد العربي في ميدان علم الأثقال والموازن من عشرات المؤلفات التي تغطي حوالي ألف سنة من الإنتاج العلمي (من القرن III إلى القرن XIII للهجرة/IX- XIX بعد الميلاد). وتتكون هذه المؤلفات من أعمال ثابت بن قرة والأهوازي ومحمد الرازي والقوهي وابن الهيثم وإيليا المطران وعمر الخيام والمظفر الإسفزازي وعبد الرحمن الخازني وابن يعيش الأموي ومحمد بن أبي الفتح الصوفي ويحيى الخزرجي وابن السراج والبرلسي القباني ومحمد الغمري وابن الملك الدمشقي وحسن الجبرتي والحسين العطار وغيرهم. ويتعلق الأمر إذن بعشرات الرسائل العلمية التي تغطي كل مرحلة الإنتاج العلمي التي عرفها العالم الإسلامي، وضعها علماء رياضيات وفيزيائيون

ومهندسون وصنّاع. وفضلا عن الكتابات الأصلية التي وضعت بالعربية، يتضمن هذا التراث مجموعة نادرة من النسخ العربية لأصول إغريقية ضاع أغلبها ولم تبق إلا ترجماتها إلى لغة الضاد.<sup>4</sup>

وبالإضافة إلى بناء التقليد النصي والفيلولوجي للمتن الميكانيكي العربي حول الأثقال والموازن، عملنا على تأطير هذا المتن نظريا وموقعته في تاريخ الأفكار الفيزيائية. إن توفر النصوص العربية المتعلقة بمسائل الوزن والثقل بكثافة مكن لأول مرة من تحليل دلالتها التاريخية كتقليد علمي مؤحد. وتبين بفعل هذا الاكتشاف أن هذا الكم المدهش من النصوص هو دليل على نشأة علم جديد، هو علم الأثقال والموازن. لقد كان المؤرخون الغربيون - منذ الفرنسي بيير دوهم (Pierre Duhem)، إلى الأمريكيان إرنست مودي (Ernest Moody)، ومارشال كلاييت (Marshall Clagett) - يؤكدون على أن هذا العلم بزغ في القرون الوسطى الأوروبية على يد مدرسة جوردانوس (Jordanus) (القرن XIII م). بيد أن الوقائع تثبت أنه بزغ إلى الوجود قرونا قبل ذلك. ومن الواضح الآن أن هذا العلم، الذي مثل نقلة نوعية في تاريخ الميكانيكا كما ورثها العرب والمسلمون عن الإغريق، علم عربي بامتياز، ظهر في المشرق الإسلامي في القرن III الهجري/IX الميلادي، وترعرع في العصر العباسي الأول وفي ظل الدول البويهية والسلجوقية والفاطمية واستمر إنتاج نصوص أصيلة في هذا الباب إلى بداية القرن VI هـ/XII م.<sup>5</sup>

4. شكلت بعض جوانب هذا التراث العلمي مادة دراسات وأبحاث نشرناها سابقا: انظر محمد أبطوي، "المظفر الإسفزازي عالم وميكانيكي من القرنين 6/5هـ-12/11م، مؤلف إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان، في: جوانب من تطور الأفكار العلمية حتى العصر الوسيط (الرباط: منشورات كلية الآداب والعلوم الانسانية، 2000)، 35-175؛ محمد أبطوي، "من علم الحيل إلى علم الأثقال: ولادة ثانية للميكانيكا"، مفهوم التقدم في العلم (الرباط: منشورات كلية الآداب، 2004)، 89-109؛ محمد أبطوي، "المظفر الإسفزازي عالم الأثقال والحيل: دراسة تاريخية حول سيرته العلمية ومقدمات حول الدلالة التاريخية والنظرية لمؤلفاته في الميكانيكا"، التحقيق النقدي للمخطوطات: التاريخ والقواعد والمشكلات (لندن: مؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي، 2013)، 357-404؛ أبطوي، "التقدم في العلم كتحوّل في المعرفة العلمية: نشأة علم الأثقال في التقليد العلمي العربي"، انتصارا لقيم الفلسفة في الجامعة المغربية. شهادات وأبحاث مهداة للأستاذ سالم يفوت (الرباط: منشورات كلية الآداب، 2013)، 181-206؛ أبطوي وسليم الحسني، متن المظفر الإسفزازي في علمي الأثقال والحيل: تحقيق نقدي ودراسة تاريخية لنصوص جديدة في تقليد الميكانيكا العربية (لندن: مؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي، 2013)، 13-73، وانظر أيضا المنشورات الأخرى ذات العلاقة في لائحة المراجع في نهاية هذه المقالة.

5. على الرغم من أن إنتاج نصوص علم الأثقال العربي استمر حتى القرن XIX الميلادي، فإن محتويات المؤلفات المتأخرة هي مجرد اجترار لمحتويات المؤلفات المؤسسة الأولى، انظر:

Mohammed Abattouy, "Greek Mechanics in Arabic Context: Thābit ibn Qurra, al-Isfizārī and the Arabic Traditions of Aristotelian and Euclidean Mechanics," *Science in Context* XIV (1) (2) (2001): 242-43.

يتوافق هذا التحليل مع إعادة الاعتبار الواسعة الجارية الآن للعلم العربي في تاريخ العلوم عامة، بعدما تمت تنحية المقاربة الاستشراقية - التي تبحث عن أجوبة سهلة على أسئلة معقدة - كما يساير، من ناحية ثانية، الاجتهادات المعاصرة التي تنظر إلى نشأة العلم في العالم الإسلامي وعلاقتها بعملية انتقال العلوم الإغريقية إلى الثقافة العربية كضرورة معقدة يعكس دينامية ثقافية وعلمية ومجتمعية متعددة الأوجه. وسنقدم فيما يلي بصفة مختصرة عددا من الدلائل والقرائن التي تسند أطروحة الأصل العربي لعلوم الأثقال والموازن.

تبدو الميكانيكا في المؤلفات الإغريقية المنسوبة إلى أرسطو (Aristote)، وإيرون (Heron)، وبابوس (Pappus)<sup>6</sup> كمجال لوصف الآلات ووظائفها، وتأخذ صورة مبحث يتناول قضايا الميكانيكا النظرية والعملية بدرجة من التنوع والوفرة لكن دون تنسيق مفهومي أو تنظيم نظري محكم.<sup>7</sup> وفي مقابل ذلك، طور العلماء العرب والمسلمون ما ورثوه عن الإغريق من تراث ميكانيكي وحوّلوه تدريجياً إلى علم للأثقال والموازن، مُشيداً على أساس المبادئ النظرية لعلوم الأثقال وتطبيقاته العملية في الموازين، وعلى رأسها الميزان القرسطون أو القبان ذو الذراعان اللامتساويان، الذي حظي بنصيب وافر من اهتمام علماء دار الإسلام كما يدل على ذلك الكم الوفير من الكتابات والتنظيرات المخصصة له. وقد عبّر الفارابي عن الوضعية الإبيستيمولوجية الجديدة التي نشأت في ميدان الميكانيكا، فاعتبر علم الأثقال قاعدة نظرية للميكانيكا وميّزه عن العلوم والصنائع العملية الداخلة تحت نطاق الحيل والآلات.<sup>8</sup> ويعود الفضل في ابتداء عبارة "علم الأثقال" وتعريفها بطريقة تشير إلى العلم الناشئ إلى أبي نصر.<sup>9</sup>

6. وحتى كتاب العمارة (De Architectura) ليفيتروفيوس (Vitruve)، (ق. 1م) الذي يبدو أنه لم يعرف في الثقافة العربية الكلاسيكية.

7. لا ينطبق هذا الحكم على مؤلفات أرشميدس الميكانيكية التي تمتاز بدرجة عالية من التنسيق الاستدلالي، لكن الميكانيكا الأرشميدية لم تُعرف في المجال الثقافي الإسلامي الوسيط، انظر حول هذه النقطة:

Mohammed Abattouy, "The Arabic Tradition of Mechanics: Textual and Historical Characterization," *Majallat kulliyat al-ādāb wa al-'ulūm al-'insāniyya bi-Fās* 12 (1) (1999): 83-84.

8. عن التمييز بين الحيل والأثقال ودلالة "حيلة" كآلة في التراث العلمي واللغوي العربي الكلاسيكي، انظر: Mohammed Abattouy, "Mechané vs. ḥiyāl: Essai d'analyse sémantique et conceptuelle," in *Al-khayāl wa al-'ilm. L'Imagination dans les sciences* (Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000), 127-51; Mohammed Abattouy, "Ḥiyāl" (vol. 1, 288-90); "Weights" (vol. 2, 424-26), in *The Oxford Encyclopaedia of Philosophy, Science, and Technology in Islam*. Edited by Ibrahim Kalin (New York: Oxford University Press), 2014, 2 vols.

9. يقول الفارابي في إحصاء العلوم (أبو نصر الفارابي [1949]، إحصاء العلوم، تحقيق عثمان أمين، (القاهرة: مطبعة الاعتدال، 1948)، 88-89: "أما علم الأثقال فإنه يشتمل [من النظر في] الأثقال على شيتين: إما على النظر في الأثقال من حيث تقدّر أو يقدر بها، وهو الفحص عن أصول القول في الموازين؛ وإما على النظر في الأثقال التي تحرك أو يحرك بها،

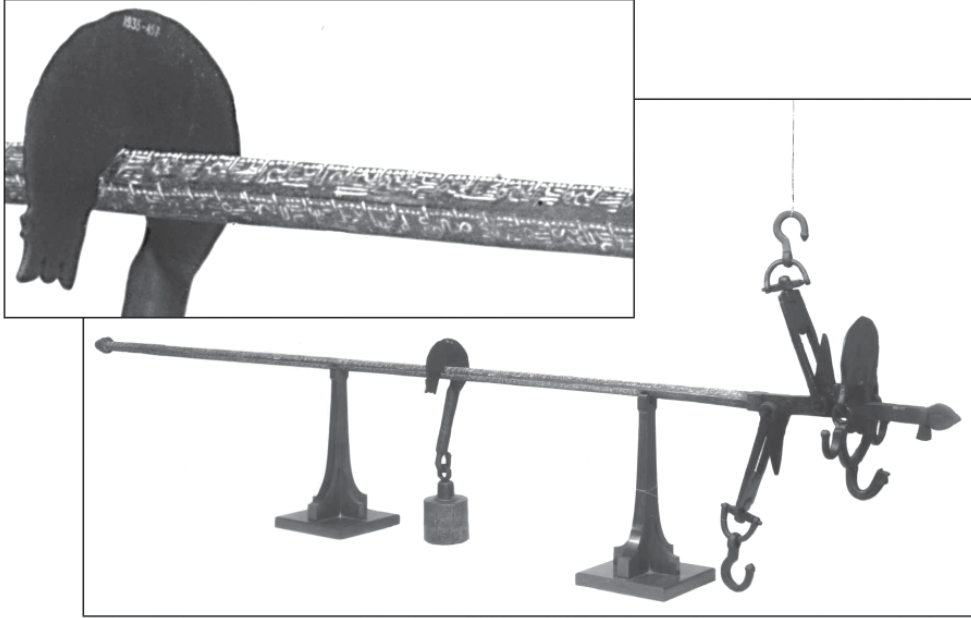
وقد لعب الدور الاقتصادي المتنامي الذي اضطلعت به مسائل الوزن والميزان في البلاد الإسلامية دوراً مُحركاً في توفير شروط انطلاقة العلم الجديد. ففي إمبراطورية شاسعة تضم بلدانا متعددة ومتنوعة الثقافات واللغات وتبادل فيما بينها المتوججات في حركة تجارية نشطة، ودون أن تتوفر على نظام مُوحّد للمقاييس (مثل النظام المترى الحديث)، كان من الطبيعي أن تبرز الحاجة الملحة لموازين دقيقة تقيس كميات البضائع وتدقق نظام الصرف بين العملات، وتحدّد أثمان المعادن النفيسة. وبالتالي انكبّ باحثوا العالم الإسلامي على تأليف عدد كبير من الرسائل لوصف الموازين والأثقال وكيفية صنعها وتركيبها، وأرفقوها بدراسات مستفيضة حول المبادئ الرياضية والفيزيائية المتحكمة في عملياتها. واحتل كتاب ميزان الحكمة للخازني (انتهى من وضعه سنة 515هـ/1121م) قمة هذا التقليد العلمي، حيث عرض بتوسّع لا مثيل له كل ما يتعلق بميزان جامع اعتبره أداة علمية في خدمة التجارة، ميزان بمقدوره قياس الأوزان المطلقة والنوعية للجوامد والسوائل، وحساب صرف العملات، وحساب مساحة الأرض، وتحديد الزمان. ولشرح كيفية صنع الميزان الجامع وتفسير مختلف وظائفه، جنّد الخازني كل المعرفة الميكانيكية المتوفرة في عصره، من نظريات أوقليدس وأرشميدس والكوهي وابن الهيثم إلى مؤلفات ثابت بن قرة والإسفرزاري والخيام. وفي هذا السياق لعب التنظير حول نظرية ووظائف الموازين وظيفية إدماجية وتوحيدية جمعت معارف التقليد الميكانيكي العربي ووظفتها لخدمة هدف محدد هو بناء نظرية ميزان الحكمة وتوضيح مختلف أوجه اشتغاله.<sup>10</sup>

وعلى مدى أوسع، لم يكن الاهتمام بالميزان ومسائله في التقليد العلمي العربي حكراً على المجال الميكانيكي فقط بل إننا نتوفر على ما يكفي من المعطيات للقول بأن رمزيته شكلت جزءاً لا يتجزأ من الثقافة العربية بمعناها العام ومثّلت باستمرار لاختيارات ثقافية وفكرية كبرى. لقد وجد الاهتمام بالميزان دعماً قوياً في مختلف مظاهر احتفاء الفكر العربي والإسلامي به كرمز لمعاني العدل والحق، وشكلت الأبعاد الروحية والفكرية والاجتماعية للميزان بدورها قاعدة ثقافية لعلم الأثقال والموازين الجديد. ويمكن في

وهو الفحص على أصول الآلات التي ترفع بها الأشياء الثقيلة وتنقل من مكان إلى مكان،\* (غير واضحة في الأصل).  
عن دلالة التمييز بين الأثقال والحيل، انظر الإحالات الواردة في الهامش السابق.  
10. حول الأبعاد الاجتماعية للتقليد العربي لعلم الأثقال، انظر:

Mohammed Abattouy, "Science des poids et *hisba*: Prolégomènes à l'étude des structures sociales de la mécanique arabe médiévale," *Les éléments paradigmatiques, thématiques et stylistiques dans la pensée scientifique* (Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2004), 119-30.

هذا الصدد الإشارة إلى رسائل إخوان الصفا التي تعلي إلى حد كبير من شأن الميزان كرمز فكري، وإلى المشروع النظري الواسع لجابر بن حيان الذي حمل بالضبط عنوان "علم الميزان" وسعى إلى تأويل العالم تأويلاً ميتافيزيقياً باعتماد بعض معاني الميزان المنغرس في التصورات الهرمسية وفي التراث الألييميائي القديم.



الشكل 1: صورة لميزان قباني عربي يوجد بمتحف بيري (Petrie Museum) بلندن<sup>11</sup>

تتجلى الأهمية التاريخية القصوى لتأسيس علم الأثقال والموازين في الوسط العلمي العربي في الاعتبارين الأساسيين التاليين: إعادة ربط الصلة بين الفلسفة الطبيعية والميكانيكا، وإدماج تقليد علم الأثقال العربي واللاتيني في تقليد علمي موحد. ففي العلم اليوناني كانت الميكانيكا منفصلة تماماً عن الفيزياء، وأخذت شكل دراسة رياضية مجردة كما لدى أرشميدس (Archimedes)، أو انزوت ضمن الاهتمامات الهامشية للعلماء (مثلها هو الحال لدى هيرون Heron وبابوس Pappus) أو كانت مادة عمل للصناع والحرفيين. وفي مقابل ذلك، أقام علم الأثقال العربي علاقة وطيدة مع الفلسفة الطبيعية واستنار بمبادئها، وترجم بطريقة مبدعة التقدم الحاصل في ميدان الأفكار الفيزيائية. في هذا السياق طُبقت نظرية الحركة المزدوجة -الطبيعية والقسرية- على حركات الموازين

11. انظر وصف هذه الآلة في:

F. G. Skinner, *Weights and Measures: Their Ancient Origins and Their Development in Great Britain Up to AD 1855* (London: Her Majesty's Stationary Office, 1967), 87.



واستتبع ذلك نفي التضاد بينهما، واستخدم المبدأ المحدد لوظيفة القوة في حركة النزول إلى أسفل كمبدأ ديناميكي.

من ناحية ثانية، يمتد المدى الزمني لعلم الأثقال والموازن ليغطي مرحلة "علم الأثقال" اللاتينية (*scientia de ponderibus*) في القرون الوسطى الأوروبية. وإن بدايات علم الأثقال اللاتيني -والتي تُقَرَنُ عادة بأعمال جوردانوس في القرن XIIIم- ما هي في حقيقة الأمر إلا نتيجة لعاملين آتيين من مصدر عربي. إن عبارة (*scientia de ponderibus*) نفسها مستقاة من ترجمة إحصاء العلوم للفارابي،<sup>12</sup> وأول من استخدمها بهذا المعنى هو دومينيكوس جونديسالينوس (Dominicus Gundissalinus)، في كتابه المعروف وذو الأثر الواسع أقسام الفلسفة.<sup>13</sup> كما أن شرارة الاهتمام بهذا الفن لدى الباحثين الأوروبيين انطلقت بالضبط بعد الترجمة اللاتينية لكتاب ثابت بن قرة في القرسطون، الكتاب المؤسس لتقليد علم الأثقال في الميكانيكا العربية.<sup>14</sup> وبصفة عامة، إذا كانت الميكانيكا قد لعبت دور الريادة المعروف في الثورة العلمية الحديثة، فإن هذا الدور بدأ في التبلور قرونا قبل ذلك وكان نتيجة لتضافر عوامل مترتبة عن مبادرتين علميتين متعاقبتين: تحويل الميكانيكا الإغريقية من جزء هامشي من الفلسفة والرياضيات إلى علم أنقال مستقل في التقليدين العربي واللاتيني، وتطوير هذا العلم ليصير نظرية ميكانيكية للطبيعة في القرن XVIIم.<sup>15</sup>

12. أنجز هذه الترجمة جيرار الكريموني (Gerard of Cremona, d. 1187) بطليطلة تحت عنوان: (De scientiis). حول هذه الترجمة وأهميتها في إنجاز "برنامج الترجمات العربية-اللاتينية"، انظر: Charles Burnett, "The Coherence of the Arabic-Latin Translation Programme in Toledo in the Twelfth Century," *Science in Context* XIV (2001) 249-88.

13. انظر:

Dominicus Gundissalinus, *De divisione philosophiae*, édité par L. Baur, *Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters*, 4.2-3, (Münster: Aschendorff, 1903).

14. جيرار الكريموني هو الذي ترجم كتاب في القرسطون تحت عنوان: (*Liber karastonis*)، انظر هذه الترجمة في: Ernst Moody and Marshall Clagett, *The Medieval Science of Weights (Scientia de Ponderibus). Treatises ascribed to Euclid, Archimedes, Thabit ibn Qurra, Jordanus and Blasius of Parma*, (Madison: The University of Wisconsin Press, 1952), 88-117.

15. حول التقليد الميكانيكي العربي، نحيل إلى المراجع المشار إليها في الهامش 4 أعلاه وإلى مقالاتنا التالية:

Abattouy, "Greek Mechanics;" Abattouy et al., "Transmission as Transformation: The Translation Movements in the Medieval East and West in a Comparative Perspective," *Science in Context*, vol. 14 (2001): 1-12; Abattouy, "The Aristotelian Foundations of Arabic Mechanics: From the Ninth to the Twelfth Century," *The Dynamics of Aristotelian Natural Philosophy from Antiquity to the Seventeenth Century* (Leiden: Brill, 2002), 109-40; idem., "The Arabic Science of weights: A Report on an Ongoing Research Project," *BRIIFS. The Bulletin of the Royal Institute for Inter-Faith Studies* (Amman) 4 (1) (2002): 109-30; idem., "The Arabic Science of Weights ('ilm al-'athqāl): Textual Tradition and Significance in the History of Mechanics," *A Shared Legacy: Islamic Science East and West* (Barcelona: Universitat de Barcelona, 2008), 83-114.

## 2. شهادات دامغة عن سوق كاسدة

إذا كانت هذه هي النتائج الكبرى المترتبة عن إعادة اكتشاف المتن الميكانيكي العربي في كامل مداه، فما هي مساهمة علماء الغرب الإسلامي في هذا الإنجاز العلمي؟ في الحقيقة، أثار انتباهنا أن هذه المساهمة تكاد تكون منعدمة، أو على الأقل لا نعرف لها أثرا، ومع مرور السنين تحولت حيرتنا بهذا الشأن إلى تسليم بالأمر الواقع. ذلك أن الأبحاث نفسها التي جعلتنا نعثر على عشرات الرسائل المشرقية الجديدة في مكتبات العالم، لم تمكننا من وضع اليد على رسالة مغربية أو أندلسية واحدة يمكن تصنيفها ضمن ما اعتبرناه تقليداً عربياً للأثقال والموازين. كل ما يشذ عن هذه القاعدة هو أن كتاب ثابت بن قرة في القرسطون راج بالأندلس وتُرجم إلى اللاتينية في طليطلة بعد سقوطها بيد الإسبان سنة 1085. وبما أن قسطا كبيرا من الترجمات اللاتينية الأولى اعتمدت كمادة لها الأعمال العربية الموجودة بالأندلس، فمن الطبيعي أن نستنتج بأن كتاب ثابت كان موجودا بالأندلس قبل ترجمته.

وعلى خلاف ما جرى في الرياضيات والفلك، حيث أسهم الباحثون المغاربة والأندلسيون إسهاما بارزا في التقدم الذي عرفته هذه العلوم في المرحلة الإسلامية، لا نجد ضمن العلماء الذين وضعوا أسس علم الأثقال كما حددنا أعلاه أي علم من الأعلام المنتمية إلى الغرب الإسلامي. ويزداد الوضع سوءاً إذا أضفنا بأن البحث المضني في المصادر الأندلسية والمغربية عن مؤلفات ميكانيكية لا يشفي الغليل سوى بشذرات قليلة وضعيفة القيمة من الناحية النظرية أو التاريخية، باعتبار أنها تعود إلى فترات متأخرة (بعد القرن XVIIم) ولم تُداول خارج المنطقة التي أُلِّفت فيها. وإذا كان من المحتمل أن تكتشف في المستقبل كتابات من الغرب الإسلامي ذات قيمة حول فنون الأثقال والموازين، فإن المعلومات المتوفرة حتى الآن تسمح باستنتاج خلاصات أولية، خصوصا بالمقارنة مع عدد ونوعية المؤلفات العربية المشرقية المشار إليها آنفا. وعلى هذا الأساس نعتبر بأن قلة أو ربما انعدام المصنفات الميكانيكية ذات الطابع النظري في تراث الغرب الإسلامي يمثل عنصرا من عناصر خصوصية الممارسة العلمية في هذه المنطقة في العصر الوسيط.

وفي الواقع، يبدو أن مساهمة الغرب الإسلامي في الميكانيكا النظرية كانت مشروعا لم يكتمل. فحسب عالم إيراني هو شمس الدين محمد ابن سرطق (القرنان XIII-XIVم)، الذي حرّر كتاب الاستكمال للرياضي الأندلسي المؤتمن بن هود (القرن XI م)، يبدو أن



البرنامج الرياضي للمؤتمن كان يتضمن تأليف كتابين، الأول مخصص للهندسة النظرية والثاني للهندسة المادية أو العملية. لكن المؤتمن لم يكمل مشروعه وكتب الجزء الأول فقط، وهو كل ما وصلنا.<sup>16</sup> وربما يعود سبب هذا التوقف إلى تقلده عرش سرقسطة التي كانت تحكمها عائلته، بنو هود. لكن حسب ما يخبرنا به ابن سرتق، الذي يبدو أنه اطلع على مقدمة كتاب الاستكمال التي سقطت من النسخ المتوفرة اليوم، فإن الجزء الثاني كان سيتضمن:

”أولاً: علم الأثقال والحيل وما يعرض من خواصها، مفردة ومضافة.“<sup>17</sup>

يمكن أن نتصور كم سيكون الوضع مختلفاً لو أن المؤتمن نفذ مشروعه العلمي كاملاً. وإذا افترضنا أن ابن سرتق استعمل في عرضه لمقدمة الاستكمال نفس عبارات المؤتمن، يقوم ذلك دليلاً على أن الأخير اطلع على نظرية الفارابي حول تصنيف علوم الأثقال والحيل. فقد استخدم نفس عبارة أبي نصر في الإشارة إلى فرعي الميكانيكا، اللذان أوردهما بنفس الترتيب، لكنه يضيف أن غرضه سيكون تناول آلات الأثقال والحيل ”مفردة ومضافة“ أي تحليلها كل واحدة على حدة قبل دراستها مركبة فيما بينها، كما فعل مؤلف كتاب معيار العقول.<sup>18</sup>

ولتعزيز تحليلنا لمكانة الميكانيكا في علوم الغرب الإسلامي بوقائع إضافية ومحددة، سنركز فيما يلي على وضعية هذا العلم في أحد المصادر الأساسية للتاريخ الفكري للغرب الإسلامي، وهو ”مقدمة“ عبد الرحمان ابن خلدون (1332-1406). فقد أولى ابن خلدون، كما هو معلوم، عناية خاصة للصنائع، من جهة، وللكسب وضمنه التجارة، من جهة ثانية. غير أنه لم يخصص للموازن والأوزان ولو فقرة مستقلة من كلامه عن الصنائع اللازمة للعمران، وكل ما نجده لديه فيما يتصل بهذا الموضوع تجمله فقرتان سنأتي الآن على ذكرهما.

16. انظر:

Ahmed Djebbar, “La Rédaction de *L'Istikmāl d'al-Mu'taman* (XIe s.) par Ibn Sarṭāq, un mathématicien des XIII<sup>ème</sup>-XIV<sup>ème</sup> siècles,” *Historia Mathematica* XXIV (1997): 185-92.

17. إضافة الى علم الموسيقى وعلم المناظر وعلم الهيئة وعلم التحليل والتركيب، انظر:

Djebbar, “La Rédaction,” 191, 197.

18. معيار العقول در جراثقال هو عنوان نص بالفارسية حول الميكانيكا منسوب إلى ابن سينا، انظر نشرة طهران في: Ibn Sīnā, *Mī'yār al-'uqūl, taṣnīf Shaykh Rāṭis abū 'Alī Sīnā*. Persian text edited with introduction and notes by Jalāl al-Dīn Humāī (Tehran: Anjumān-ī Asār-ī Millī, 1952).

في نهاية الفصل المخصص لصناعة البناء، يقول ابن خلدون ما يلي متحدثاً عن معرفة الصنّاع المهرة لبعض الهندسة:

”وقد يعرف صاحب هذه الصناعة أشياء من الهندسة مثل تسوية الحيطان بالوزن، وإجراء المياه بأخذ الارتفاع وأمثال ذلك، فيحتاج إلى البصر بشيء من مسائله. وكذلك في جر الأثقال بالهندام، فإن الأجرام العظيمة إذا شُيّدت بالحجارة الكبيرة يعجز قُدْرُ الفَعْلَةِ عن رفعها إلى مكانها من الحائط، فيُتَحَيَّل لذلك بمضاعفة قوة الحبل بإدخاله في المعالق من أثقاب مقدّرة على نسب هندسية تصيّر الثقل عند مُعانة الرّفْع خفيفاً، وتسمّى تلك الآلة بالمِيخَال. فيتّمُّ المراد من ذلك بغير كلفة. وهذا إنما يتم بأصول هندسية معروفة مُتداولة بين البشر.“<sup>19</sup>

تدل إشارة ابن خلدون المقتضبة إلى درايته بفرع الميكانيكا المختص في رفع الأثقال بالقوة اليسيرة بتوسط البكرات والمعالق والحبال، كما تبيّن أنه كان على معرفة بأن وظائف هذه الآلات تقوم على مبادئ نظرية و”أصول هندسية.“ لكنه لا نجبرنا إن كان يعني أن هذه الأصول توجد معروضة في أدبيات محددة، مثل كتابي هيرون وبابوس اللذان ترجما إلى العربية في بغداد في القرن IX م، ومؤلفات سنان بن ثابت والإسفزازي في ميدان الحيل والآلات.<sup>20</sup> كما لا تشفي الفقرة السالفة غليلنا فيما يتعلق بوجود أدبيات مماثلة قد تكون كتبت خصيصاً في بلاد الغرب الإسلامي.

ويتكرر هذا الموقف المتردد نفسه في موقع آخر من المقدمة. ففي حديثه عن فروع علم الهندسة، يذكر ابن خلدون أنها تتكون من الأُكْر والمخروطات ويضيف أن فائدة المخروطات تتبين في:

19. انظر على التوالي: ابن خلدون، المقدمة (بيروت: دار القلم، الطبعة الحادية عشرة، 1992)، 409 وابن خلدون، مقدمة ابن خلدون، تحقيق عبد السلام الشدادى (الدار البيضاء: بيت الفنون و العلوم و الآداب، 2005)، مج. 2، 294. ونشير إلى وجود فروق في القراءات المعتمدة في النشرتين تخص هذه الفقرة.  
20. يسميها سنان بن ثابت، المتوفى سنة 942م، ”أصول لصناعة الحيل... وهي خمسة وألقابها هي: المحور الدّاخِل في فَلَكَة، المُحَل، الآلة الكثيرة الرّفْع، الأَجْنَة (الإسفين)، اللُّوْب“: مخطوط المكتبة العامة برلين، MS Orient fol. 3306، ورقة 132، انظر:

Mohammed Abattouy, “A New Arabic text of Mechanics: Sinān ibn Thābit on the Theory of Simple Machines,” *Studies on the History of Sciences from Antiquity to the XVIIIth Century*, edited by Jafar Aghayani Chavoshi (Tehran: Miras-e Maktoob, 2011), 19-38.

”الصنائع العملية التي موادها الأجسام، مثل النجارة والبناء، وكيف تصنع التماثيل الغريبة والهيكل النادرة، وكيف يُتَحَيَّل على جر الأثقال ونقل الهيكل بالهندام والمنخال وأمثال ذلك. وقد أفرد بعض المؤلفين في هذا الفن كتابا في الحيل العملية يتضمن من الصناعات الغريبة والحيل المستطرفة كل عجيب. وربما استغلق على الفهوم لصعوبة براهينه الهندسية. وهو موجود بأيدي الناس، وينسبونه لبني شاكر.“<sup>21</sup>

قد يبدو لأول وهلة أنه لا توجد علاقة بيّنة بين المخروطات والآلات، غير أن هذه الإشارة يمكن أن تكون الوسيلة المضطربة التي ارتأها المؤلف لموقعة الميكانيكا ضمن فروع الهندسة مثل الأكر والمخروطات وتسوية الأرض والمناظر. من ناحية ثانية، لنلاحظ أن إشارة ابن خلدون إلى ”البراهين الهندسية“ في كتاب بني موسى في الحيل لا تسمح بالتأكد إن كان يعني براهينا موجودة في الكتاب أم المعطيات الهندسية التي تستند إليها الآلات التي وصفها بنو موسى. وفي كل الحالات، لا يتضمن كتاب بني موسى كما وصل إلينا براهينا بالمعنى الرياضي للكلمة بل هو عبارة عن أوصاف وصور لعدد من الآلات؛ كما يخلو، وخلافا لما يذكره ابن خلدون، من كل إشارة إلى فنون النجارة والبناء وصناعة التماثيل والهيكل النادرة وجر الأثقال ونقلها. فهذه الصنائع توجد معروضة بتوسع واستفاضة في كتابي هيرون وبابوس والإسفراري التي سبق ذكرها، وفي كتاب الجزري الذي سنأتي على ذكره. ومن هنا نستخلص أن معلومات ابن خلدون حول هذا الكتاب وحول التقليد الميكانيكي العربي لم تكن دقيقة بما يكفي.

أما حديثه عن أن كتاب بني موسى صعب ومستغلق على الفهم، فإنها تذكّر بملاحظة مماثلة وردت في المقدمة التي وضعها المظفر الإسفراري لتحريره لنفس الكتاب. يقول هذا العالم الميكانيكي الذي عاش في خراسان في القرنين VI/V هـ - XII/XI م:

”وابتدأنا أولا بحكايات صور الحيل التي عملها الإخوان الذين هم محمد وأحمد والحسن بنو موسى بن شاكر المنجم رحمه الله، حكيهاها بأوجز العبارة وأدخل الصور على مقصودهم والبرهان، بعد أن وجدناها في غاية الاختلاف من جهة تقصير الناسخين في تصوير أشكالها والتصحيقات الواقعة في الحروف الدالة على مقصودهم، وتكلفنا تسهيل ما قصدوه وتصوير ما أتوا

21. ابن خلدون، المقدمة، 486-7؛ وابن خلدون، مقدمة ابن خلدون، (الشدادى)، مج. 3، 86، ونشير مرة ثانية هنا أيضا إلى وجود فروق في القراءات المعتمدة في النشرتين تخص هذه الفقرة.

به على ما رتبوه من غير نقصان يقع في عدد تلك الحيل وأشرنا إلى علل تلك الأسباب في بعض المواضع.<sup>22</sup>

يمكن أن تكون الصعوبات التي أشار إليها ابن خلدون تعود لنفس هذه الأسباب. من ناحية أخرى، لا يذكر مؤلف المقدمة من كتب الميكانيكا إلا كتاب الحيل لبني موسى. غير أن التقليد الميكانيكي العربي يتضمن كتابات عديدة أخرى، سواء في ميدان الأثقال والموازين أو في ميدان الحيل والآلات. وعلى رأس المؤلفات في هذا الميدان الأخير كان يوجد في عصر ابن خلدون كتاب من أهم كتب الفيزياء في العصر الوسيط هو موسوعة بديع الزمان الجزري الميكانيكية والفنية، الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل (انتهى تأليفه سنة 1206م بديار بكر في شمال الجزيرة بالجنوب الشرقي لتركيا الحالية). لكن يبدو أن صاحبنا لم يطلع على هذا الكتاب، الذي ربما لم يُتداول في بلاد المغرب كما يُتوسّم من النسخ المخطوطة المتبقية منه والتي نُسخت كلها في المشرق الإسلامي.<sup>23</sup> كما توحى طريقة ابن خلدون المترددة في الإحالة على كتاب بني موسى بأنه لم يكن يعرفه مباشرة. وفي كل الأحوال، إذا أخذنا بمأخذ الجدل ملاحظته حول صعوبة البراهين الهندسية للكتاب واستغلاقتها على معاصريه، نستنتج أن المعرفة بهذا الفن في بلاد الغرب الإسلامي في زمن ابن خلدون كان ضعيفا ودون المستوى المطلوب.<sup>24</sup>

ونشير أخيرا إلى أن ابن خلدون لم يخصّص، في الجزء الذي أفرده لتصنيف العلوم، ولو ذكرا عابرا لعلوم الأثقال والحيل، فيما أفرده صفحات طويلة للحديث عن السحر والطلاسم والأخيميا. إن مغزى هذا السهو واضح للعيان. إنه يمثل أحد أوجه الممارسة العلمية للغرب الإسلامي التي لم تركز اهتماما يذكر للجانب النظري لهذين الفنين المكوّنين للميكانيكا القديمة والوسيطه واللدان عرفا تقدّما كبيرا في التقليد الميكانيكي العربي.

22. الإسفزازي، مجموع في الحيل، مخ. مانسستر، مكتبة جون رايلاند (John Ryland)، مخطوط 419، ورقة 94 ب؛ مخ. حيدرآباد، مكتبة الجامعة العثمانية بحيدرآباد، مخطوط ق ع س 20 ج، ص. 1. وانظر تحقيق هذا الكتاب في أبطوي والحسني، متن المظفر الأسفزازي في علمي الأثقال والحيل: تحقيق نقدي ودراسة تاريخية لنصوص جديدة في تقليد الميكانيكا العربية (لندن: مؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي، 2013)، 131. وحول الإسفزازي وأعماله، انظر: Mohammed Abattouy, "The Corpus of Mechanics of Al-Isfizārī: Its Structure And Signification in the Context of Arabic Mechanics," *Micrologus* XXIV (2013) 121-72.

23. انظر الجزري، الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل، تحقيق وتقديم أحمد يوسف الحسن (حلب: معهد التراث العلمي العربي، 1979)، وأيضاً:

Ibn al-Razzaz al-Jazarī, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices. An annotated translation of al-Jazarī's Treatise*. Translated by Donald R. Hill (Dordrecht: D. Reidel, 1974), 3-6.

24. حول التقنيات والصناعات في مقدمة ابن خلدون، انظر نبيل الشهابي، "تاريخ المعارف والصناعات في المقدمة،" أعمال ندوة ابن خلدون (الرباط: منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، 1981) 219-55.

وبوسعنا استشفاف نفس الخلاصة مما أورده مؤلف مغربي من سبته عاش في القرن XIIIم هو أبو بكر عتيق بن الحسين بن رشيق التغلبي. ففي رسالة كتبها حول تصنيف العلوم،<sup>25</sup> يقسم هاته الأخيرة إلى علوم تدرس الكمية المتصلة وأخرى تنكبُّ على الكمية المنفصلة. ومن بين علوم الكمية المتصلة العلوم الهندسية، التي تدرس بعض فروعها الحركة الدائرية بينما تختص فروع أخرى بالحركة المستقيمة. والعلم الذي يدرس هذه الأخيرة هو علم الأثقال والموازن والمجانيق. يقول ابن رشيق:

”وأما [الحركة] الثانية فحركة الأثقال إلى الأسفل، ويختص بها من العلوم التي نحن بسبيلها علم الأثقال والموازن والمجانيق وغيرها مما ينخرط في سلكها. إلا أن التواليف في هذا الفن يسيرة ومقدماتها بمشاركتها في الطبيعيات عسيرة. ثم يترتب على علم الأثقال علم الحيل، وله نتائج غريبة وتفرعات عجيبة مثل الأكر المتحركة وغيرها. وقد أفرد الناس لها مصنفات فرعية وأبرزت التجربة منها شواهد قطعيات.“<sup>26</sup>

تتضمن شهادة ابن رشيق عدة عناصر جديرة بالاهتمام. فعبارته التي تجمع بين الأثقال والموازن تتناغم تماما مع التقليد العربي المشرقي الذي وصفناه آنفا، لكنها لا تعدو أن تكون عنوانا معزولا ولا تؤشر إلى وجود ممارسة علمية في هذا الميدان بين معاصريه في الغرب الإسلامي. بعد ذلك يفرد ابن رشيق لعلم الحيل، باعتباره علم الآلات المتحركة، فقرة خاصة، مبينا أنه يتبع نفس التصنيف الذي وضعه الفارابي في إحصاء العلوم. لكن لم يذكر صاحبنا أي مؤلف مغربي في أحد فروع الفن الميكانيكي، من جهة النظر أو من جهة العمل، بل نجده يقرّ أن ”التواليف في هذا الفن يسيرة،“ وهذا على كل حال هو مبلغ علمه بالأمر.

في الأخير، تنبغي الإشارة إلى تأكيد ابن رشيق أن مقدمات علم الأثقال والموازن تشارك في الطبيعيات، وهذا ما يجعلها ”عسيرة.“ إن في هذا تأكيد على مكانتها الوسطى بين العلوم الرياضية والطبيعية، مثلما هو الأمر لدى الفارابي في إحصاء العلوم، حيث اعتبر فرعا الميكانيكا من أثقال وحيل في موضع وسط بين الرياضيات والطبيعيات. غير

25. نشر إدريس المرابط مؤخرا رسالة ابن رشيق في تصنيف العلوم، انظر:

Driss Lamrabet, "Ibn Rashīq (XIII<sup>ème</sup> siècle) et la classification des sciences mathématiques," *Science et pensée scientifique en Occident musulman au moyen-âge* (Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2002).

26. مخطوط المكتبة العامة بالرباط رقم 416 ق، 422، ونشكر مؤرخ العلوم العربية أحمد جبار على توفير نسخة مصورة من صفحة المخطوط التي استقينها منها هذا المقتطف.

أن بعض عناصر نظرية ابن رشيق تبرز تقدما لا يستهان به بالمقارنة مع نظرية الفارابي. يبدو هذا أولا في التنصيص على أن الحيل ترتب على الأثقال، وهذا يضع تصنيفا بين هذين المبحثين يكون بموجبه للأول الأولوية والصدارة على الثاني. عند الفارابي أيضا يبدو أن هناك ترتيب ما، لكن الأولوية المعطاة لعلم الأثقال بقيت ضمنية. كما أن عبارة ابن رشيق، بجمعها بين الأثقال والموازن والمجانيق ”وغيرها مما ينخرط في سلكها،“ توحي أن ما يوحد هذه المباحث ويجعل منها ميدانا واحدا هو كونها تختص بدراسة حركة الأجسام إلى الأسفل. من جهته لم يقارب الفارابي إلا بين الأثقال والموازن فقط، وعلى أساس مقولة القياس، أما مقولة الحركة فخص بها الآلات العاملة على رفع الأثقال ونقلها.<sup>27</sup> على مستوى آخر، يوقف ابن رشيق دراسة الحركة المستقيمة على ”علم الأثقال والموازن والمجانيق“ ويخص بالذكر ”حركة الأجسام إلى الأسفل.“ لا نعرف إن كان صاحبنا على وعي بالتناج المترتبة على موقفه هذا، غير أن تحليله يمثل خروجاً عن إطار الفلسفة الطبيعية السائدة في عصره-وهي من وحي المنظومة المشائية-التي كانت تميز تمييزاً أساسياً بين اتجاه الحركة إلى الأسفل و إلى الأعلى، خصوصاً وأن ذكره للمجانيق يستحضر حركة الرمي والدفع وهي ليست حركة نزول بسيط. كما أن الدلالة النظرية الواسعة لهذا الجمع بين اتجاهي الحركة تبدو بوضوح أكبر في الموازين، حيث تتواجد الحركتان معاً دون أن تتعارضان، بل تمثلان شرطا لاشتغال الميزان.<sup>28</sup>

وتجدر الإشارة في الأخير إلى أن ابن رشيق ربما استقى عبارة ”علم الأثقال والموازن“ من مصادر مشرقية. ففي رسالة أقسام العلوم العقلية لابن سينا، يذكر الشيخ الرئيس ”علم الأوزان والموازن“ ضمن مكونات الأقسام الفرعية للرياضيات.<sup>29</sup> وبالتالي فإن عبارة العالم السبتي، على الرغم من إشارتها بدقة إلى موضوع العلم الجديد، تبقى عنواناً فارغاً دون محتوى بالنسبة للغرب الإسلامي في ظل غياب كل المؤشرات الدالة على وجود مؤلفات محلية في هذا العلم.

27. الفارابي [1949]، إحصاء العلوم، 88-89، انظر الهامش 9 أعلاه.

28. بنى ثابت بن قرة تحليله الرياضي لخصائص الميزان القباني في كتابه في القرسطون على التسليم بأن حركة ذراع الميزان هما نتيجة لحركة واحدة مزدوجة تجمع بين صعود ذراع ونزول آخر، انظر حول هذه النقطة:

Mohammed Abattouy, "La tradition arabe de la balance: Thābit ibn Qurra et al-Khāzinī," *Quelques aspects de l'évolution des idées scientifiques: Antiquité et moyen âge* (Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000), 72-74; Abattouy, "Greek Mechanics," 206-9.

29. ابن سينا، تسع رسائل في الحكمة والطبيعات (القاهرة: دار العرب للبستاني، 1989)، 112.



## 3. ميزان للصرف... يتيم

وقفنا في الفقرات السابقة على المنزلة القلقة للميكانيكا النظرية في بعض المصادر المغاربية. ويعكس هذا القلق الوضع التالي: حضور الاسم وغياب التأليف العلمي ممثلاً في مؤلفات عينية. لكن هذا الغياب لم يكن مطلقاً، كما سنرى في الفقرة الموالية، التي سنعرض فيها نصاً قصيراً يصف ميزاناً للصرف يبدو أنه من مصدر مغاربي. وهذا العمل عبارة عن ورقتين أدرجتا بدون ترقيم بين ورقتي 57 ظ و 58 ظ في المخطوط رقم 8297 المحفوظ بالمكتبة الوطنية بتونس.<sup>30</sup> يقول هذا النص القصير:

”وأما ميزان الصرف فيقسم عموده بعدد المصروف والمصرف به، وتوضع قبة<sup>31</sup> بين القسمين المفروضين ويقسم كل جزء من المصروف به بما يمكن القسمة فيه من كسور الدرهم الواحد. وتوضع<sup>32</sup> كفة الفضة في الطرف الأقصر مثبتة بجِلز وكفة الذهب في الطرف الأطول متقلّة بكُلاب، ويُعمل شاقول بوزنها وبكُلاب مثلها، وتُعادل الكفة بهما من وسط الأقسام. ويُنتقل بالشاقول إلى جهة مسمار القبة وبالكفة إلى جهة طرف العمود، ويعادل كل قسم بنظيره إلى النهايتين. وأما الوزن به فيجعل الذهب في كفة ويوضع كُلابها في القسم الذي وقع الصرف عليه من صحيح أو من كسر، والشاقول في نظير ذلك القسم من جهة القبة. وتوضع الفضة في كفتها إلى أن يصح التعادل ويتحرر الوزن. وما كان كل واحد منهما فهو المطلوب، لأن نسبة ثقل الشاقول وكفة الذهب من وسط الأقسام إلى ثقل كفة الفضة، كنسبة البعد بين مسمار القبة وكفة الفضة إلى البعد بين المسمار المذكور وخط الأقسام المذكورة. وهذه صورة الميزان. والله ولي التوفيق وهو المستعان.

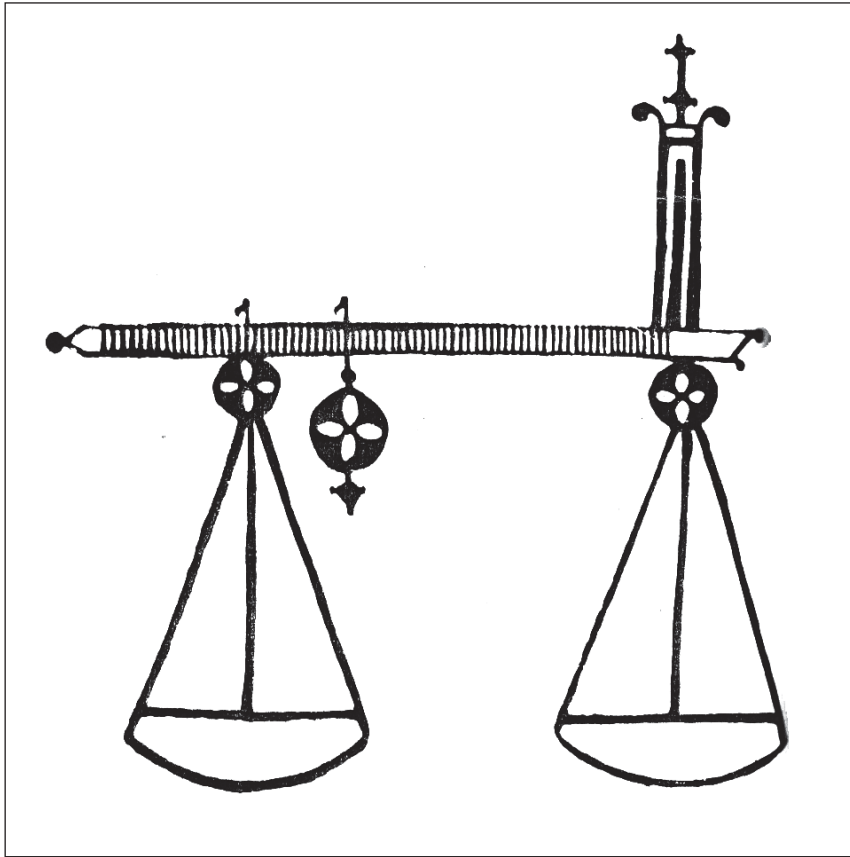
ويصح أيضاً عمله بالرصد ويكون الشاقول بكفة الذهب. وهو أن يُعادل المثقال بأقل ما يمكن صرفه من الدراهم، والثقل من ذلك الموضع إلى جهة طرف العمود بزيادة نصف درهم أو ربع أو بثمان أو بحبة أو بما أمكن من التدقيق، إلى أكثر ما يمكن به صرف في المثقال الواحد. وتحفظ مقادير الدراهم الموافقة بالنقش عليه في العمود وتميّز عن كسورها.

30. لفت نظرنا إلى وجود هذا النص القصير الزميل أحمد جبار.

31. قبتها في الأصل.

32. تضع في الأصل.

وإن عُمِلَ أيضا بطريقة القَبَّانِ ويُكتفى عن وزن معلاقه بكفة الفضة وعن وزن مثقاله بكفة الذهب أمكن ذلك. وأما الوزن به فيجعل الذهب في كفة ويوضع كلاهما في القسم الذي وقع الصَّرْفُ عليه من صحيح أو من كسر، وتوضع الفضة في كفتها إلى أن يصح التعادل ويتحرر الوزن، وما كان كل واحد منهما فهو المطلوب. لأن نسبة كفة الذهب في أي الأقسام كانت بما فيها من الدنانير إلى كفة الفضة بما فيها من الدراهم كنسبة البعد بين مسمار القبة وكفة الفضة إلى البعد بين المسمار المذكور والقسم الذي فيه كفة الذهب. وهذه صورة الميزان. والله ولي التوفيق وهو المستعان.<sup>33</sup>



الشكل 2: ميزان للصَّرْف من مصدر مغاربي، مخطوط رقم 8297، المكتبة الوطنية التونسية بتونس<sup>34</sup>

33. مخطوط رقم 8297، المكتبة الوطنية بتونس، ورقتان موضوعتان بدون ترقيم بين ورقتي 57 ط و 58 ط.  
 34. يضم المخطوط رقم 8297 المحفوظ بالمكتبة الوطنية بتونس كتاب الرياضي المغربي المعروف ابن البنا المراكشي في رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب، أوراق 58 و 87 ط، نسخه علي بن سليمان بن عبد المولى في 1293 هـ (1809).  
 حول هذا المخطوط، انظر محمد أبلانغ، رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب لابن البناء المراكشي، دراسة وتحقيق (فاس: منشورات كلية الآداب، 1994)، 51.

يصف هذا النص بصورة مختصرة كيفية استخدام ميزان الصرف أولاً لتحويل الذهب إلى فضة أو العكس، وثانياً لتحويل الدراهم والدنانير، وهي المقاييس المعتمدة للذهب والفضة على التوالي. وتبدو الشروح الواردة في الصفحتين مبتسرة وشديدة التلخيص، ربما لأنها تعتمد على تحاليل مستفيضة سابقة. وفي وصفه لكيفية صنع الميزان، يبدأ الكاتب بتقسيم العمود إلى وحدات وكسور على صفحة وجه الميزان، ثم تثبت كفة الفضة في الطرف الأقصر من العمود بينما توضع كفة الذهب في الطرف الأطول وتنتقل على طول هذا الطرف بكُلاب. بعد ذلك، يُعمل شاقول أو وزن متنقل هو رمانة الميزان. ولتحقيق التوازن، يتم تحريك كفة الذهب في اتجاه طرف العمود والرمانة في اتجاه المعلاق. أما العبارة التناسبية الدالة على اعتدال الوزن فهي كالعادة علاقة التناسب "المتكافئ" بين الأثقال والمسافات التي تعبر عن قانون المحل المعروف أو قانون الرافعة (Law of the lever): نسبة ثقل الشاقول وكفة الذهب إلى ثقل كفة الفضة تساوي نسبة البعد بين مسار القبة وكفة الفضة إلى البعد بين المسار المذكور والنقطة التي عُلق منها كفة الذهب.<sup>35</sup>

ويسمي النص رمانة الميزان بالشاقول، وهي كلمة تؤدي المعنى الهندسي لوظيفة الرمانة، أي تحقيق التعادل بين الأثقال، حين تكون متعامدة مع عمود الميزان الذي يرمز للتوازن عندما يكون موازياً للأفق. أما التوازن فهو "تحرير الوزن"، ولسان الميزان هو المسمار ومعلقه هو القبة. من الناحية التقنية، نلاحظ أن رسم الميزان يتضمن خطأً، حيث أن موقع الكفة اليمنى المخصصة للفضة ينبغي أن يكون أكثر إلى اليمين وليس تحت المعلاق مباشرة. كما أن الحديدتين اللتين يتحرك بينهما لسان الميزان (والمعروفتان بالفيارين) يظهران في الرسم على سبيل التقريب فقط، لأنه عندما يكون الميزان في حال تعادل تحجب الحديدتان اللسان.

35. حول البرهنة على قانون المحل في الميكانيكا الإغريقية وفي الميكانيكا العربية، انظر:

Mohammed Abattouy, "Sur quelques démonstrations grecques et arabes de la loi du levier: transmission et transformation," *Āliyyāt al-istidlāl fī 'l-'ilm. Les Mécanismes de l'inférence dans les sciences* (Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000), 7-43; idem., "Nisba mutakāfi'a: Les fortunes d'une relation mathématique dans les traditions arabes de mécanique et de géométrie," article à paraître dans: *Al-Dalīl* (Centre Ibn al-Banna d'histoire des sciences dans la civilisation islamique, Rabat, 2017), vol. 2, Juin 2017.

#### 4. كتابات مغربية حول الأوزان والموازين: نتائج مسح أولي

وللتأكد من مدى وجود كتابات أخرى حول الأوزان والموازين تنتمي إلى الغرب الإسلامي، أجرينا مسحا أوليا شمل فهارس جل المكتبات المغربية التي تشتمل على محفوظات مخطوطة، كما تصفحنا بعض المخطوطات المحفوظة بالمكتبة الوطنية بالرباط. وسنعرض في الفقرة الموالية نتائج هذا المسح الأولي، الذي مازال يحتاج إلى المتابعة والإغناء.

ونبدأ بذكر رسالتين تنسبان لابن البنا المراكشي: رسالة في العمل بالميزان والمعروفة بالكامل المغرب ومقالة في المكايل الشرعية لم يُعثر عليهما بعد.<sup>36</sup> كما يظهر من عنوانهما، للرسالتين منحى عملي وتتعلقان باستعمال الميزان وتحديد المكايل. وهناك عدد من الأعمال المشابهة في الخزانة العامة بالرباط مثل رسالة تحمل عنوان تقييد الموازين والوزن وتحقيقها من تأليف عبد الرحمن بن عبد القادر الفاسي (توفي في 1096هـ) مؤلف الأفتوم في مبادئ العلوم، ومنظومة في الأوزان (الخزانة الملكية، مجموع رقم 1877)، ومقالات وتنبهات في المكايل والأوزان لأبي بكر بن خلف المواق قاضي فاس المتوفى في 559هـ،<sup>37</sup> ومقالة في الأوزان والمكايل لعلي بن محمد بن القطان الفاسي (ت. 628 هـ/1230م).<sup>38</sup> وبعض هذه النصوص يوجد مجموعا ضمن أعمال الحسبة، وهذا ما يبين أن الغرض من تأليفها كان هو إرشاد المحتسب وتسلحه بمعطيات كمية محددة حول الأوزان.<sup>39</sup>

كما نشير إلى تلخيص القول في الأكيال والأوزان والنصب الشرعية وتبين مقاديرها من أقوال العلماء المعتمين بتحقيق ذلك. يضم التقييد مقدمة مقتضبة تعلن عن محتويات التأليف واثنى عشر فصلاً متباينة الطول، لا يتجاوز طول بعضها فقرات مقتضبة (مخطوط المكتبة الوطنية بالرباط رقم 416 ق، 434-49). ويعود تاريخ تأليف هذا النص إلى سنة 685 هـ/1286م، التي صادفت وفاة السلطان أبي يوسف المريني. ويرجح أن

36. يذكرهما رضوان ابن شقرون، "مؤلفات ابن البناء المراكشي"، المناهل، 33 (1985): 212، 222. من جهته يصنف المنوني الرسالة الثانية ضمن حساب المعاملات، انظر: محمد المنوني، "نشاط الدراسات الرياضية في مغرب العصر الوسيط الرابع (عصر بني مرين)"، المناهل، 33، (1985): 95، ويرد ذكر المقالة في علي الخزاعي الذي ينقل منها في تحريج الدلالات السمعية، 603-16. وانظر كذلك أحمد بن القاضي، جذوة الاقتباس (الرباط: دار المنصور للطباعة والوراقة، 1973)، ج 1، 151.

37. وقد اهتم بنشرها برانشفيك في:

Robert Brunschvig, "Esquisse d'histoire monétaire almohado-hafsïde," *Etudes d'Islamologie*, tome 1, (Paris: Maisonneuve et Larose, 1950), 97-98.

38. انظر ابن عبد الملك المراكشي، الذيل والتكملة لكتابي الموصول والصلة، السفر الثامن (الرباط: أكاديمية المملكة المغربية، 1984)، 168؛ ابن القاضي، جذوة الاقتباس، ج 2، 106.

39. ويبدو ذلك بوضوح في العمل التالي: تقييد في تعهد الأسواق في المكايل والموازين لمؤلف غير معروف، الرباط، المكتبة الوطنية (الخزانة العامة سابقا)، مخطوط د 2231.9، 253-54. وحول الحسبة والميزان في التقليد الإسلامي، انظر: Abattouy, "Science des poids et *hisba*."

يكون التأليف قد تمَّ في نهاية عهد السلطان أبي يوسف الذي اهتم اهتماماً خاصاً بالتنظيم النقدي وبأدوات الوزن والكيل في دولته، وهو الذي عمل على تنظيم السكة المغربية تنظيمًا جديداً بعدما كانت النقود بالمغرب عند قيام المرينيين مختلفة السكة والوزن، مما أدى إلى حدوث فوضى في قيمة النقود وفي المعاملات.<sup>40</sup>

وفضلاً عما سبق ذكره، هناك أعمال عديدة أخرى متفرقة ينتمي معظمها إلى القرن XIX وتتعلق بمواضيع عملية شتى مثل شرح ألفاظ الأوزان المستخدمة في الطب (مخطوط المكتبة الوطنية 1035 د) أو بالدرهم الشرعي (مخطوط 642 ك) وأجزاء المثقال (مخطوط 1070 ك) وغيرها. ونقدم فيما يلي مقتطفات من تقييد عبد الرحمن بن عبد القادر الفاسي في الوزن والموازن. تحمل هذه الرسالة المحفوظة بالمكتبة الوطنية بالرباط رقم 3643.1 د (7-1)، وكتبها صاحبها بتاريخ 27 صفر 1300هـ/6 يناير 1882:

”اعلم أن الخلل يقع في الميزان من وجوه يجب النظر إليها فضلاً عن النظر للوزانين في حيلهم وغشهم فإنه مما لا ينحصر. أما ما يتعلق بشكل الميزان فهو أمور عدة. الأول استقامة اللسان والعمود، فإن الاعوجاج أدناه يؤثر في الغش. الثاني تمكين المسار ومطابقته للثقب، فإن سعة ثقبه مما يوجب الفساد. وقد قال السقطي في الموازين أحسرها للحق ما كان ثقبها في اللسان أو كان في القصة أو كان منها رقيقاً بالإضافة إلى ثقبه. الثالث أن تكون صنائه على عمل واحد، لأن ما تقادم عهده يتآكل ويصدأ فينقص. وربما كان الاختلاف اليسير في أصله فلا يحسن. الرابع أن تكون لها مثالات عند الأمين. الخامس أن تكون مطبوعة معدلة. السادس أن تكون من فخار مزجج لأن الحديد يصدأ، نص عليه بعضهم وقال غيره ينبغي أن يكون منها عند الأمين مثالات من حديد مطبوعة معدلة. وقال ابن عبد الرؤوف يؤمر بعمل الصنّاج حديداً وينبغي أن تتخذ صنّجات الأرباع من حديد فإنها أفضل إن أمكن. السابع أن يكون ميزان النقد عموده طويلاً فهو أخفّ عند الوزن وأقرب إلى أخذ الحق، نص عليه ابن عبدون في كتابه. إلا أن هذا الطويل يجب أن يكون غليظاً لئلا يسرع إليه العوج، فإن لم يمكن فليتنقّد عوجه ولا يغفل عنه. الثامن أن تكون الكفتان خفيفتين، نص عليه ابن عبدون

40. محمد المنوني، ورقات عن الحضارة المغربية في عصر بني مرين (الرباط: منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، 1979)، 97.

أيضا لأنه أقرب إلى أخذ الحقّ بهما. التاسع أن يكون الميزان مُعلّقًا لا في يده، فإن ليد الوزان حركات وحيلا في السرقة، نص عليه ابن عبدون أيضا. العاشر أن لا تكون صناجه من حجارة. قال ابن عبدون ويجب أن تكون صنوجهم من رخام أو من حديد مُحكمة العمل معدلة بطابع الأمين ظاهر فيها ولا يُتركوها أن يتخذوها من الحجارة فتكون مجهولة. وقال ابن عبد الرؤوف فإن لم يمكن اتخاذها من حديد فمن الحجارة، والأفضل أن تكون صنجة الربع من حجر واحد فان لم يتفق فلتكن الزيادة فيه من الحديد أو غيره. الحادي عشر قال ابن عبدون يجب أن تتعاهد أرطال الباعة وصنوج موازين البلد [و]كل صناعة مرتين أو ثلاثة في العام. الثاني عشر أن يُمنع من زوائد الرصاص عليها، فإنها ربما زالت فأمكنك الدلالة من ذلك. الثالث عشر أن تتعاهد أحوالهم في حبوب الشعير والخروب، فرب حبة تعدل حبات وخصوصا النواة فتكون من النحاس، فإن الوزن بالحبة يخف بالجفاف. الرابع عشر أن تُطال خيوط الميزان ولا تُقصر فإنه أبعد من الدلالة. الخامس عشر أن يُطال الخيط الذي يعلّق منه ولا يقصره. وكذلك إذا أمسك منه فإنه يُبعد يده من العمود. السادس عشر أن تكون في زمام بأسماء أصحابها عند المحتسب. فتمت عشر على غير مضروب غير مطبوع أو مطبوع ليس في زمانه عاقب صاحبه. وقد ضرب عمر رضي الله عنه زور الذي زور على طابعه نحو من ثلاثمائة سوط. الثامن عشر أن تكون موازين الباعة أمامهم على بعد من الطعام الذي يكون بين أيديهم، فإنهم ربما تعمّدوا إسقاط الدراهم بين أيديهم فشق على صاحبها فتشها فتركها. التاسع عشر أن يكون الميزان على صحيفة أو شيء مبسوط القاع ظاهر للعين لئلا يقدر على إسقاط الطيب ورفع الرديء مكانه. العشرون الرجوع في الميزان إلى أصل يُعتمد عليه. فقد قال الإمام أبو العباس بن عبد الرؤوف في كتابه أما الموازين فينبغي أن يكون لها أصل يُرجع إليه فيها ويُعتمد عليه في صحتها وتعديل صناجها، ويكون عند من يوثق به بتعديل الموازين على العامة والخاصة. والمراد بالأصل ما يُصطلح عليه لحكمة من منفعة عامة أو انتفاع سنة.<sup>41</sup>

41. عبد الرحمن بن عبد القادر الفاسي، تقييد في الوزن والموازين، مخطوط 3643.1 د، المكتبة الوطنية بالرباط، 7. يذكر كتاب فهرسة أسماء الكتب المخطوطة المحفوظة في خزانة المدرسة العليا للغة العربية واللهجات البربرية بعاصمة رباط الفتح المحروسة نسخة من هذا العمل بخط المؤلف أنجزها بتاريخ 27 صفر 1300هـ/6 يناير 1882.



بعد ذلك يعدد عبد الرحمن الفاسي أنواع الموازين والمكاييل التي كانت موجودة بفاس في عصره والأوزان التي تستخدم فيها. وتستحق هذه الرسالة دراسة مستقلة كوثيقة حول التاريخ الاقتصادي والاجتماعي للمغرب في أواسط القرن XIX.<sup>42</sup>

### 5. بعض معالم الميكانيكا التطبيقية

في مقابل قلة النصوص وندرة المؤلفات في ميدان علم الموازين والأثقال، يزخر التراث الحضاري للغرب الإسلامي بالمنجزات في ميدان الميكانيكا التطبيقية. فما يتوفر اليوم من مادة تاريخية يسمح بتكوين صورة غنية ومتنوعة عن النشاطات الميكانيكية والإنجازات التقنية في بلاد الغرب الإسلامي الوسيط، سواء تلك التي ما زالت آثارها باقية إلى اليوم أو تلك التي نعرف عنها عن طريق الشهادات الموثقة في المصادر التاريخية. وسأقدم فيما يلي مجموعة مختارة من الشواهد عن بعض مظاهر النشاط التكنولوجي في الغرب الإسلامي في العصر الكلاسيكي.

تقول بعض المصادر بأن محراب مسجد الكتبية بمراكش في العهد الموحد كان لا يرى في الجامع إلا في يوم الجمعة عندما يُخرج من مخبئه بواسطة آلات ميكانيكية، ويكون هذا الإخراج مناسبة يغتنمها أهل مراكش للتفرج على هذا الأمر العجيب. ويبدو أن الآلية المستخدمة في هذه العملية كانت تتألف من حبال وبكرات يجرها بدون جهد كبير عدد قليل من الرجال بينما المحراب يجري على عجلات دقيقة من خشب.<sup>43</sup> وحسب

42. ضمن المعلومات المتصلة بالميزان في المغرب الوسيط، يشير المستشرق السويسري دوزي إلى أنه كان يوجد بفاس محل يسمى قرسطون، ربما لأنه كان يحتوي على ميزان عمومي كما هو عليه الأمر إلى حد الآن في بعض "فنادق" المدينة القديمة. وهذه المعلومة تتقاطع مع أخرى منتشرة في المصادر التاريخية حول محمد الصنهاجي المعروف أيضا بمحمد بن الصدينية الصنهاجي القرسطوني الذي أنشأ ساعة بجامع القرويين بفاس في سنة 717هـ/1317م. ويمكن أن يكون لقب "القرسطوني" مشتقا من وظيفته كمتعهد للقرسطون، انظر:

R. Dozy [1881], *Supplément aux dictionnaires arabes*, (Leiden: Brill, 1927), 2<sup>nd</sup> ed, 327.

43. يبدو أن هذا التقليد في إدخال الآلات الحليّة إلى المساجد كان شائعا في الغرب الإسلامي، إذ يذكر فيدمان، المؤرخ الألماني المعروف للعلوم والتقنيات العربية، أنه عثر في مصدر أندلسي على وصف "قاعة متحركة على عجلات في مسجد ويُقال أنها كانت تتسع لألف شخص":

Eilhard Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*. 3 vols. (Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 1984), vol. 2, 899-901.

كما تورد مصادر أخرى معلومات عن تقنيات جر الأثقال عند أهل الأندلس والمغرب، مثل ما يُحكى عن العالم والرياضي الأندلسي أبو الصلت أمية بن عبد العزيز (460-529/1068-1134) الذي سُجن بمصر إثر فشله في إخراج سفينة غرقت في قاع البحر كان قد كلف بالإشراف على إخراجها بوسائط ميكانيكية. ويعزو ابن أبي أصيبعة فشل هذه العملية إلى هشاشة الحبال المستعملة في الجر، ابن أبي أصيبعة، *عيون الأنباء في طبقات الأطباء*، (بيروت: دار مكتبة الحياة، 1965)، 501. ويُنسب إلى أبي الصلت كتاب يحمل عنوان الوجيز في الحيل لم يُعثر عليه بعد، انظر حول أبي الصلت أمية بن عبد العزيز:

المعلومات المتوفرة، يبدو أن المهندس المسؤول عن هذا الانجاز هو مهندس مغربي يعرف بالحاج يعيش، هو الذي أشرف على بناء جامع الكتبية وحوادث أگدال بمراكش في العهد الموحدى.<sup>44</sup>

يعود أصل عائلة الحاج يعيش إلى مالقة بالأندلس لكنها استقرت مبكرا في مراكش. وقد شغل الحاج يعيش منصب المهندس الأكبر (أو "رئيس الأعمال" حسب التسمية العربية الكلاسيكية) للدولة الموحدية في عهدي الخليفة عبد المؤمن وابنه أبو يعقوب يوسف، حيث أسندت إليه في عهدهما مهمة تسيير الأعمال الهندسية في المغرب وفي الأندلس، وبالأخص أعمال توصيل المياه إلى منجزاتها العمرانية في إشبيلية ومراكش. كما حفظ لنا مخطوط فريد من نوعه شهادة قيّمة عن المعارف التقنية في الأندلس. يتعلق الأمر بالمخطوط شرقي 152 (Or 152) المحفوظ في المكتبة اللورنسية بفلورنسا (Biblioteca Laurentiana) والمكتوب بخط مغربي. وتضم هذه الوثيقة رسائل علمية أندلسية وجزء من رسالة حول الآلات الميكانيكية. ومن ضمن محتوياته الهامة نذكر كتاب في قسي الكرة، وهي رسالة معروفة في حساب المثلثات لابن معاذ الجياني، الرياضي المعروف الذي عاش في القرن XIم، ورسالتان في الميكانيكا التطبيقية معنونتان على التوالي كتاب الأسرار في نتائج الأفكار وكتاب الروايس والرحا والدواليب المتحركة. وسنصف فيما يلي محتويات الرسالة الأولى. أما الرسالة الثانية فتعرض عددا من الآلات الغامضة التي كانت تهدف إلى تحقيق حلم طالما راود المشتغلين بالميكانيكا والآلات وهو تحقيق الحركة الدائمة.

يتخصص كتاب الأسرار في وصف الساعات والحركات،<sup>45</sup> ويقدم كل فصل وصفا لآلة معينة بدقة وإيجاز ويورد صورتها في الأخير. أَلَّفَ الكتاب أحمد بن خلف

Mercé Comes, "Abū al-Šalt," *The Biographical Encyclopedia of Astronomers* (New York: Springer, 2007), 9-10; Julio Samso, *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus* (Madrid: Mapfre, 1992), 310-17.

44. عن ابن يعيش، انظر:

Mohammed el-Faïz, *Les jardins de Marrakech* (Arles: Actes Sud, 2000), 48-62.

كما يورد المؤرخ الفرنسي غاستون دو فيردان المصادر التاريخية المغربية التي أوردت هذه الحكاية، مثل الحلل المشوية لمؤلف مجهول ونفح الطيب للمقري:

Gaston Deverduin, *Marrakech: des origines à 1912* (Rabat: Editions techniques nord-africaines, 1959), 176-7.

45. الحركات بمعنى: (automata)، انظر:

Abattouy, "Mechané vs. ḥiyal: Essai d'analyse," 139-40.

المرادي الذي عاش في الأندلس في القرن 7هـ/11م، وُسنخت رسالته في بلاط الملك الإسباني ألفونسو العاشر في طليطلة في 1266م، وتمثل المخطوط العربي الوحيد في التكنولوجيا الذي وصلنا من أعمال العلماء الذين عملوا في بلاط هذا الملك الإسباني. كما أن كتاب الأسرار في نتائج الأفكار هو العمل الأندلسي الوحيد حول الآلات الذي تتوفر عليه. في غياب مؤلفات أخرى مماثلة، يمثل الكتاب مجموع التراث التكنولوجي الأندلسي الذي وصل إلينا ويعبر عن تقليد متطور اندثرت آثاره وطوتها عوائد الزمان.<sup>46</sup>

في سياق حديثنا عن بعض مظاهر الميكانيكا العملية في الغرب الإسلامي لا نغفل عن ذكر المنجزات التي تنسب إلى عباس بن فرناس (ت. 887/274)، الذي سبق ميكانيكي عصر النهضة الأوروبية إلى التفكير في وسائل تطبيقية للطيران. اشتهر ابن فرناس بكونه تصور آلات ميكانيكية للطيران جربها في الرصافة بقرطبة، إذ صنع زوجا من الأجنحة مكونة من إطار خشبي وجيوب جلدية وحاول أن يطير بها. كما شمل اهتماماته التكنولوجية صناعة مجسم للسماء تدور فيه الكواكب والنجوم.<sup>47</sup>

من ناحية أخرى، تورد المصادر التاريخية معلومات هامة عن الساعات الميكانيكية التي أنشئت في بعض ربوع الغرب الإسلامي. نقرأ في كتاب مسالك الأبصار في ممالك الأمصار لابن فضل الله العمري (المتوفى سنة 749هـ/1349) عن ساعة كانت تعرف بالمنجانة نصبت بباب جامع مراكش ترتفع في الهواء خمسون ذراعا، وعند انقضاء كل ساعة تنزل صنجة وزنها مائة درهم تتحرك بنزولها أجراس يُسمع وقعها عن بُعد. ويضيف العمري أن هذه الساعة كانت لا تدور في زمانه.<sup>48</sup> كما تذكر مصادر أخرى عددا من الساعات التي نصبت في مدينة فاس، وبالذات في القبة العليا من منار جامع القرويين، مثل ساعة

46. حول كتاب الأسرار في نتائج الأفكار، انظر:

D. H. Hill, *Arabic Water-Clocks* (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1981); D. H. Hill, "Tecnologia anadalusi," *El Legado científico andalusí* (Madrid: Ministerio de Cultura, 1992), 157-72; J. Vernet, "Un texto arabe de la corte de Alfonso X el Sabio," *Al-Andalus*, vol. 43 (1978): 405-21; J. Vernet, M. V. Villuendas, R. Casals, "El capitulo primero del *Kitāb al-asrār fī natā'ij al-afkār*," *Awraq* 5-6 (1982-83): 7-18; Samso, *Las Ciencias*, 249-57.

انظر أيضا بعض صفحات هذا المخطوط وصورة لإعادة تركيب حديثة لساعة ميكانيكية موصوفة في المخطوط في:

J. Vernet, J. Samsó, et al. 1992, *El Legado científico andalusí*, op. cit., 163-68, 304-09.

47. عن عباس بن فرناس، انظر:

E. Terès, "Abbās ibn Firnās," *Al-Andalus*, 25 (1960): 239-49; E. Terès, "Sobre el 'vuelo' de 'Abbās ibn Firnās," *Al-Andalus* 29 (1964): 365-9.

48. انظر:

Ibn Faḍl Allāh al-Omarī, *Masālik al-abṣār fī mamālik al-amṣār*, traduit et annoté par Gaudesfroy Demombynes (Paris: P. Geuthner, 1927), 178.

ابن الحباك (1286/685)، وساعة الصنهاجي القرسطوني (1317/717)، وساعة ابن العربي (1346/747) وساعة ابن الفحاح (1357/758)، وساعة اللجائي (1361/763).

انمحت الساعات الأربعة الأولى وضاعت آثارها، وبقيت بعض آثار الساعة الخامسة التي لا زالت ماثلة للعيان إلى اليوم في أحد جوانب منار القرويين. صنعت هذه الساعة الأخيرة بأمر من السلطان المريني أبي سالم بن السلطان أبي الحسن (توفي في 1361/762). وكما يدل على ذلك التاريخ المثبت إلى جانب هذه المنجانة وبقايا أسطرها، كان تمام صنعها وتركيبها في 21 محرم 763 (20 نونبر 1361). وقد أشرف على صنع الساعة المؤقت أبو زيد عبد الرحمن بن سليمان اللجائي المتوفى عام 1370/771، وكان ملماً بأصول علوم الهندسة والحساب والهيئة.

تتألف ساعة اللجائي - كما تبدو من بقاياها الحالية - من حجرة خشبية صغيرة يبلغ علوها 242 سم وعرضها 120 سم. توجد في الواجهة الغربية للحجرة صفيحة أسطرباب أنيقة قطرها 71 سم تحتوي على شبكة تدور على محور. ترتبط الصفيحة بالساعة عن طريق قضيب معدني أغلق طرفه بإسفين وقد ظهر الطرف الثاني من القضيب داخل الحجرة الصغيرة، وكان في وقت ما يتصل بدولاب وربما اتصل بيكرة أيضاً، ينطلق عبرها حبل يربط بين عائم الساعة المائية وبين ثقالاتها.<sup>49</sup>

توجد في الركن الغربي الجنوبي من تلك الحجرة الصغيرة، وعلى حاشية دقيقة مائلة منحرفة، بقايا تدل على بعض المؤشرات اللازمة لنظام اشتغال الساعة، ومن ضمنها مسطرة من نحاس عمودية كقوس الميزان من عرض 4 سم وبطول 67 سم. وقد قُسمت المسطرة ورُقمت من الأسفل إلى الأعلى على 24 قسماً متساوياً بعدد ساعات الليل والنهار، وجزء كل واحد من تلك الأقسام إلى خمسة عشر جزءاً. كما أحيطت صفيحة أسطرباب الساعة بأربع وعشرين نصف كرة فضية محدبة، وحُدّدت من فوق ومن

49. نعتد في وصفنا للساعة على ما أورده:

Price 1964 (Derek J. de Solla Price, "Mechanical Water Clocks of the XIVth century in Fez, Morocco", *Proceedings of the Tenth International Congress of the History of Science* (Ithaca, N. Y., 1962) (Paris: Hermann, 1964), 599-602)

وعلى ما عرّبه عبد الهادي التازي من هذه المقالة: انظر عبد الهادي التازي، "ساعة مائية ترجع للقرن الثامن الهجري في منار جامعة القرويين بفاس"، *البحث العلمي*، 4 (1984)، 19-31. وعلى سبيل المقارنة، يمكن الرجوع إلى: Hill 1976 و Hill 1981 (سبق ذكرهما) للاطلاع على خصائص الساعات الميكانيكية التي كانت منتشرة في أرجاء العالم الإسلامي الوسيط.

تحت بأربعة وعشرين بابا صغيرة. لكن الآلية التي كانت تستخدم لتشغيل هذه الكرات ضاعت وانمحي أثرها.

انطلاقاً من الركن الجنوبي الغربي لحجرة المنجانة وعلى طول جدارها الجنوبي، تظهر عارضة خشبية تحمل صفاً من أربع وعشرين باباً صغيراً، وأمام كل باب توجد طاسات نحاسية وفوق كل طاسة، مسامتا عليها ومشرفاً عليها، كانت توجد جعبة خفية مغلقة بطريقة متقنة وضعت على شكل بحيث يمكن لصنجة (أو بُندقية) أن تدرج منها وتنزل على الطاسة عند كل ساعة.

ولحسن الحظ، نكتشف في أعلى العارضة الخشبية التي تتوارى عن البصر وراء إفريز مزخرف القسم الأكبر من الآلية التي تنتج عنها دحرجة الكرات وانفتاح الأبواب. إن العنصر الرئيسي في هذه الساعة عبارة عن قناة طويلة ذات أجزاء متعادلة وزعت بإتقان ودقة عبر امتداد العارضة كلها. وهناك قطعة من خشب الأرز تنطلق في هذا الأخدود أو الشق، تُسحب من طرف إلى آخر بواسطة حبل ينطلق من عائم الساعة المائية أو من بكرة متصلة به ماراً عبر طول القناة، عائداً بواسطة بكرة إلى نهاية القناة، ثم يجري مرة أخرى نحو الثقل الموازي داخل ركن الحجرة الصغيرة. وعندما تجتاز قطعة الخشب طريقها العادية على طول القناة تحرك عند كل مدخل رافعة مستورة، فتسحب حبلاً يفتح الباب وتمكّن في نقطة مضبوطة كرة واحدة من العبور في جعبة خفية مجاورة. فتتزلق منها الصنجة نحو الطاسة لتعلن الساعة. ومن هنا تأخذ الصنجة طريقها عبر ثقب يوجد أسفل الطاسة حيث تمر عبر جعبة خفية أخرى نحو منحدر يرجع بها إلى مستودع الأكر الموجود في الحجرة الصغيرة.<sup>50</sup>

ولا يفوتنا، ونحن نختم هذه المقالة، الإشارة إلى ساعة مغربية شهيرة توجد بقاياها بمدينة فاس أيضاً، وهي الساعة المائية التي ضمنتها المدرسة البوعنانية. وصفها أبو الحسن علي الجزنائي في مؤلفه زهرة الآس وأشار إلى أن السلطان المريني أبو عنان شيد في مواجهة الباب الشمالي للمدرسة الجديدة بفاس ساعة بأقداح وجفان ونواقيس من النحاس الأصفر. وكانت الساعة تؤشر للتوقيت من خلال نزول الثقالة بأحد الأقداح وانبلاج النافذة. أنجزت الساعة في الأيام الأخيرة لبناء المدرسة البوعنانية

50. تجدر الإشارة بهذا الصدد إلى أن معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية بفرانكفورت أعاد صناعة هذه الساعة كما ورد وصفها في المصادر القديمة، انظر فؤاد سزكين، عرض موجز لمتحف إستانبول لتاريخ العلوم والتكنولوجيا في الإسلام (فرانكفورت: منشورات معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرانكفورت، 2010)، 108.

في جمادى الأولى من سنة 758هـ الموافق لبداية شهر مايو سنة 1357م. وستشكل هذه الساعة العجيبة موضوع دراسة مفصلة مقبلة سنحرص على تهيئتها ونشرها.

### البيولوجرافية

Aballagh, Mohamed. *Raf' al-hijāb an wujūh a'māl al-ḥisāb li-Ibn al-Bannā al-Murrākushī. Dirāsa wa-taḥqīq*. Fez: Manshūrāt kulliyat al-'ādāb wa al-'ulūm al-insāniyya, 1994.

Abattouy, Mohammed. "La tradition arabe de la balance: Thābit ibn Qurra et al-Khāzinī." In: *Quelques aspects de l'évolution des idées scientifiques: Antiquité et moyen âge*, 49-91. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000.

\_\_\_\_\_. "Mechané vs. ḥiyal: Essai d'analyse sémantique et conceptuelle." In *Al-khayāl wa al-'ilm. L'Imagination dans les sciences*, 127-51. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000.

\_\_\_\_\_. "Sur quelques démonstrations grecques et arabes de la loi du levier: transmission et transformation." In *Āliyyāt al-istiḍlāl fī 'l-'ilm. Les Mécanismes de l'inférence dans les sciences*, 7-43. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000.

\_\_\_\_\_. "Al-Muzaffar al-Isfizārī 'ālim mikānīkī min al-qarnayn 5/6 H/11-12 M mu'allif *Irshād ḍawī al-'irfān ilā ṣinā'at al-qaffān*." In *Jawānib min taṭawwur al-afkār al-'ilmiyya ḥattā al-'asr al-wasīt*, 135-75. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2000.

\_\_\_\_\_. "Nutaf min al-ḥiyal: An Arabic Partial Version of Pseudo-Aristotle's *Problemata mechanica*". *Early Science and Medicine* (Brill: 2001), vol. 6: 96-122.

\_\_\_\_\_. "Greek Mechanics in Arabic Context: Thābit ibn Qurra, al-Isfizārī and the Arabic Traditions of Aristotelian and Euclidean Mechanics". *Science in Context* 14 (2001): 179-247.

\_\_\_\_\_. "The Arabic Tradition of Mechanics: Textual and Historical Characterization." *Majallat kulliyat al-'ādāb wa al-'ulūm al-'insāniyya bi-Fās* XII (1) (1999): 75-110.

[Abattouy et al.] = Abattouy, M, Renn, Jürgen, and Weinig, Paul 2001. "Transmission as Transformation: The Translation Movements in the Medieval East and West in a Comparative Perspective," 1-12. In *Science in Context* 14 (1) (2) (2001): 331 pp. Double special issue on *Intercultural Transmission of Scientific Knowledge in the Middle Ages: Graeco-Arabic-Latin*, edited by M. Abattouy, Jürgen Renn and Paul Weinig (Max Planck Institute for the History of Science in Berlin).

\_\_\_\_\_. *Islāh comme un mode éditorial d'appropriation: La tradition arabe de Maqāla fī 'l-mīzān un traité sur la théorie du levier attribué à Euclide*. Berlin: Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, Preprint n° 194, 2002.

\_\_\_\_\_. "The Aristotelian Foundations of Arabic Mechanics: From the Ninth to the Twelfth Century." In *The Dynamics of Aristotelian Natural Philosophy from Antiquity to the Seventeenth Century*. Edited by C.Leijenhorst, C. Lüthy and H. Thijssen, 109-40 (Medieval and Early Modern Science, vol. 5. Leiden: Brill, 2002.

\_\_\_\_\_. "The Arabic Science of weights: A Report on an Ongoing Research Project." *BRIIFS. The Bulletin of the Royal Institute for Inter-Faith Studies* (Amman) 4 (1) (2002): 109-30.



- \_\_\_\_\_. “Ulūm al-mīkānikā bi-al-gharb al-islāmī : Dirāsa awwaliyya.” In *Al-Fikr al-’ilmī fī al-Maghrib: Al-’asr al-wasīṭ al-mutāakhhir*, 91-121. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2003.
- \_\_\_\_\_. “Science des poids et *ḥisba*: Prologomènes à l’étude des structures sociales de la mécanique arabe médiévale.” In *Les éléments paradigmatiques, thématiques et stylistiques dans la pensée scientifique*, 119-30. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2004.
- \_\_\_\_\_. “Min ‘ilm al-ḥiyyal ilā ‘ilm al-athqāl: Wilāda thāniya li-’l-mīkānikā.” In *Maḥmūd al-taqaddum fī al-’ilm*, 89-109. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2004.
- \_\_\_\_\_. “La tradition arabe de *Maqāla fī al-mīzān* un traité sur la théorie du levier attribué à Euclide.” *Ayené-ye Miras (Mirror of Heritage). Quarterly Journal of Book Review, Bibliography and Text Information* (Tehran), New series, vol. 4, issue 4 (N° 35) (2007): 67-104.
- \_\_\_\_\_. *L’Histoire des sciences arabes classiques: une bibliographie sélective commentée*. Casablanca: Publications de la Fondation du Roi Abdulaziz pour les Sciences Humaines et les Etudes Islamiques, 2007.
- \_\_\_\_\_. “The Arabic Science of Weights (‘ilm al-athqāl): Textual Tradition and Significance in the History of Mechanics.” In *A Shared Legacy: Islamic Science East and West*. Edited by E. Calvo, M. Comes, R. Puig and M. Rius, 83-114. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2008.
- \_\_\_\_\_. “A New Arabic text of Mechanics: Sinān ibn Thābit on the Theory of Simple Machines.” In *Studies on the History of Sciences from Antiquity to the XVIIth Century*. Jafar Aghayani Chavoshi, editor, 19-38. Tehran: Miras-e Maktoob, 2011.
- \_\_\_\_\_. “Al-Muzaffar al-Isfizārī ‘ālim al-athqāl wa-’l-ḥiyyal: Dirāsa tārikhiya ḥawla sīratihi al-’ilmīya wa-muqaddimāt ḥawla al-dalāla al-tārikhiya wa-’l-nazariya li-mu’ allafātihi fī al-mīkānikā.” In *Al-Taḥqīq al-naqdī li-’l-makḥūṭāt: Al-tārikh wa-’l-qawā’id wa-’l-mushkilāt*, 404-357. London: Al-Furqan Islamic Heritage Foundation, 2013.
- Abattouy, Mohammed, Al-Hasani, Salim. *Matn al-Muzaffar al-Isfizārī fī ‘ilmay al-athqāl wa-’l-ḥiyyal. Taḥqīq naqdī wa-dirāsa tārikhiya li-nuṣūṣ jadīda fī taqlīd al-mīkānikā al-’arabiya*. London: Al-Furqan Islamic Heritage Foundation, 2013.
- \_\_\_\_\_. “Ḥiyyal” (vol. 1, 288-90); “Weights” (vol. 2, 424-6). In: *The Oxford Encyclopaedia of Philosophy, Science, and Technology in Islam*. Edited by Ibrahim Kalin. New York: Oxford University Press, 2 vols, 2014.
- \_\_\_\_\_. *The Corpus of Al-Isfizārī in the Sciences of Weights and Mechanical Devices. New Arabic Texts in Theoretical and Practical Mechanics From the Early XII<sup>th</sup> Century. English Translation, Partial Analysis and Historical Context*. London: Al-Furqan Islamic Heritage Foundation, 2015.
- \_\_\_\_\_. “The Corpus of Mechanics of Al-Isfizārī: Its Structure and Signification in the Context of Arabic Mechanics.” In *Micrologus* 24 (2016): 121-72. Special issue of “Micrologus’ Conferences”: *The Impact of Arabic Sciences in Europe and Asia. Micrologus. Nature, Sciences and Medieval Societies*. Florence: Sismel-Edizioni del Galluzzo, 2016.
- . “*Nisba mutakāfi’a*: Les fortunes d’une relation mathématique dans les traditions arabes de mécanique et de géométrie.” Article à paraître dans: *Al-Dalīl* (Centre Ibn al-Banna d’histoire des sciences dans la civilisation islamique, Rabat), vol. 2 (Juin 2017).
- Burnett, Charles. “The Coherence of the Arabic-Latin Translation Programme in Toledo in the Twelfth Century.” *Science in Context* vol. 14 (2001): 249-88.

- Comes, Mercé. "Abū al-Šalt: Umayya ibn ‘Abd al-‘Azīz ibn Abī al-Šalt al-Dānī al-Andalusī." In *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. Edited by Thomas Hockey, 9-10. New York: Springer, 2007.
- Djebbar, Ahmed. "La Rédaction de *L’Istikmāl* d’al-Mu’taman (XI<sup>e</sup> s.) par Ibn Sarṭaq, un mathématicien des XIII<sup>ème</sup>-XIV<sup>ème</sup> siècles." *Historia Mathematica* vol. 24 (1997): 185-92.
- Dozy, R. *Supplément aux dictionnaires arabes*. Leiden: Brill, 2 vols. 2<sup>ème</sup> édition Leiden-Paris, 1927.
- Deverduin, Gaston. *Marrakech: des origines à 1912*. Rabat: Éditions techniques nord-africaines, 1959.
- el-Faīz, Mohammed. *Les jardins de Marrakech*. Arles: Actes Sud, 2000.
- al-Fārābī, Abū Naṣr. *Iḥṣā’ al-‘ulūm*. Edited by ‘Uthmān Amīn. Cairo: Maṭba‘at al-I‘timād, [1949].
- Gundissalinus, Dominicus. *De divisione philosophiae*, edited by L. Baur, *Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters*, 4.2-3. Münster: Aschendorff, 1903.
- Hill, Donald R. *On the Construction of Water Clocks*. London: Turner & Devereaux, 1976.
- \_\_\_\_\_. *Arabic Water-Clocks*. Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1981.
- \_\_\_\_\_. "Tecnologia anadalusi." *El Legado científico andalusí*. Edited by J. Vernet, J. Samsó et al, 157-72. Madrid: Ministerio de Cultura, 1992.
- Ibn abī ‘Uṣaybi‘a, Muwaffaq al-Dīn. *‘Uyūn al-‘anbā’ fī ṭabaqāt al-atibbā’*. Edited by Nizār Riḍā. Beirut: Dār al-ḥayāt, 1965.
- Ibn Chaqrūn, Riḍwān. "Mu‘allafāt Ibn al-Bannā." *Al-Manāhil* 33 (1985): 207-29.
- Ibn Khaldūn. *Al-Muqaddima*. Beirut: Dār al-qalam, 11<sup>th</sup> edition, 1992.
- \_\_\_\_\_. *Muqaddimat Ibn Khaldūn*. Taḥqīq Abdesalam Cheddadi. al-Dār al-Baydā: Bayt al-funūn wa-‘l-‘ulūm wa-‘l-‘ādab, 5 vols, 2005.
- Ibn Sīnā. *Mi‘yār al-‘uqūl, tasnīf Shaykh Rāīs abū ‘Alī Sīnā*. Persian text edited with introduction and notes by Jalāl al-Dīn Humā‘ī. Tehran: Anjumān-i Asār-i Millī [1331 (shamsi) 1371 [qamari: H], 1952.
- \_\_\_\_\_. *Tis‘ Rasā’il fī ‘l-ḥikma wa ‘l-ṭabī‘iyyāt*. Cairo: Dār al-‘Arab li-‘l-Bustānī, 2<sup>nd</sup> edition, 1989.
- al-Jazarī, Badī‘ al-Zamān. *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices. An annotated translation of al-Jazarī’s Treatise*. Translated by Donald R. Hill. Dordrecht: D. Reidel, 1974.
- \_\_\_\_\_. *Al-Jāmi‘ bayna al-‘ilm wa-‘l-‘amal fī ṣinā‘at al-ḥiyāl*. Edition and introduction by Aḥmad Yūsuf al-Ḥasan. Aleppo: Institute for the History of Arabic sciences, 1979.
- Lamrabet, Driss. "Ibn Rashīq (XIII<sup>ème</sup> siècle) et la classification des sciences mathématiques." In *Science et pensée scientifique en Occident musulman au moyen-âge*. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 2002.
- al-Manūnī, Muḥammad. *Waraqāt ‘an al-ḥadāra al-maghribiya fī ‘aṣr Banī Marīn*. Rabat Publications de la Faculté des Lettres, 3<sup>ème</sup> édition, 2000.
- \_\_\_\_\_. "Nashāt al-dirasāt al-riyādiyya fī Maghrib al-‘aṣr al-wasīṭ al-rabi‘ (‘aṣr Banī Marīn)." *Al-Manāhil* 12 (33) (1985) 77-115.
- Moody, Ernst and Marshall Clagett. *The Medieval Science of Weights (Scientia de Ponderibus). Treatises ascribed to Euclid, Archimedes, Thabit ibn Qurra, Jordanus and Blasius of Parma*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1952.

- al-Omarī, Ibn Faḍl Allāh. *Masālik al-absār fī mamālik al-amṣār*. Traduit et annoté par Gaudefroy Demombynes. Paris: P. Geuthner, 1927.
- Price, Derek J. de Solla. "Mechanical Water Clocks of the XIV<sup>th</sup> century in Fez, Morocco." *Proceedings of the Tenth International Congress of the History of Science* (Ithaca, N. Y., 1962), 599-602. Paris: Hermann, 1964.
- Samsó, Julio. *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus*. Madrid: Mapfre, 1992.
- Sezgin, Fuat. *Arḍ mūjaz li-mathaf Istanbūl li-tārīkh al-'ulūm wa-'l-tiknūlūjiya fī al-Islām*. Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 2010.
- al-Shihābī, Nabīl. "Tārīkh al-ma'ārif wa-'l-ṣanā'ī' fī al-Muqaddima." *A'māl nadwat Ibn Khaldūn*, 219-56. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres, 1981.
- al-Tāzī, Abdel-Hādī. "Sā'a mā'īya tarjī' li-'l-qarn al-thāmin al-Hijrī fī manār al-Qarawīyyīn bi-Fās." *Al-Baḥth al-'ilmī* 4 (1984): 19-31.
- Terés, E.. "Abbās ibn Firnās." *Al-Andalus* 25 (1960): 239-49.
- \_\_\_\_\_. "Sobre el 'vuelo' de 'Abbās ibn Firnās." *Al-Andalus* 29 (1964): 365-69.
- Vernet, Juan. "Un texto arabe de la corte de Alfonso X el Sabio." *Al-Andalus* 43 (1978): 405-21.
- Vernet, J. Samsó, J, et al. *El Legado científico andalusí*. Madrid: Ministerio de Cultura, 1992.
- Vernet, J, Casals, R. Villuendas, M. V. "El capitulo primero del *Kitāb al-asrār fī natā'ij al-afkār*." *Awraq* 5-6 (1982-83): 7-18.
- Wiedemann, Eilhard. *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*. 3 vols. Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 1984.

**'ilmā al-'athqāl wa-'l-ḥiyyal fī al-Gharb al-'Islāmī al-wasīṭ: Dirāsa fī aḥad jawānib al-taqlīd al-'arabī fī al-mīkānīkā al-naẓariyya wa-'l-taḥbīqīyya**

ملخص: علمُ الأثقال والحيل في الغرب الإسلامي الوسيط:  
دراسة في أحد جوانب التقليد العربي في الميكانيكا النظرية والتطبيقية

يتميز تاريخ الميكانيكا - ما يناظر علما الأثقال والحيل في التقليد العلمي العربي- في الغرب الإسلامي الوسيط بغياب تام لتأليف مؤثرة في علم الأثقال، حيث أن النصوص العربية المعروفة في هذا الميدان كتبها علماء من الشرق الإسلامي، وبعضها وصل إلى الأندلس مثل كتاب في القرطون لثابت بن قرة. لكن علم الحيل ومختلف فروع الميكانيكا التطبيقية تجد لها حضورا قويا في حضارة الغرب الإسلامي الوسيط، في الفلاحة والعمارة والتكنولوجيا. سندرس هذا الوضع الإشكالي المزدوج وسنعتبره خاصة من خاصيات الممارسة العلمية في الغرب الإسلامي في المرحلة الكلاسيكية.

الكلمات المفتاحية: تاريخ العلوم العربية، تاريخ الميكانيكا، علم الأثقال، علم الحيل، الغرب الإسلامي، محمد أبطوي.

**Résumé: Les sciences des poids et des machines dans l'Occident islamique médiéval: Etude de l'un des aspects de la tradition arabe de mécanique théorique et appliquée**

L'histoire de la mécanique –englobant les sciences des poids et des machines– en occident islamique médiéval est marquée par l'absence totale de tout texte influent de la science des poids. Tous les textes connus de cet ordre ont été composés par des savants orientaux, et certains de ces textes sont parvenus à al-Andalus, comme *Kitāb fī 'l-qarastūn* de Thābit ibn Qurra. Cependant, les traces de la science des machines et des différentes spécialités de la mécanique pratique ne se comptent pas dans l'agriculture, l'architecture et la technologie de l'occident islamique. Nous analyserons cette situation paradoxale, que nous interpréterons comme une caractéristique de la pratique scientifique en occident islamique à l'âge classique.

**Mots clés:** Histoire des sciences arabes, histoire de la mécanique, science des poids, science des machines, Occident islamique, Mohammed Abattouy.

**Abstract: The Sciences of Weights and Machines in the Medieval Islamic West: A Study of an Aspect of the Arabic tradition of Theoretical and Applied Mechanics**

The history of mechanics –comprising the sciences of weights and of machines– in the medieval Islamic West is characterised by the total absence of any seminal writing in the science of weights. All known such writings are attributed to Eastern scholars, and some of those texts reached the Andalus, like *Kitāb fī 'l-qarastūn* by Thābit ibn Qurra. However, traces of the science of machines and of the different specialties of practical mechanics are so numerous in agriculture, architecture and technology of the Islamic west. We will analyse this paradoxical situation and interpret it as a distinctive feature of the scientific practice in the Islamic west in the classical age.

**Keywords:** History of Arabic sciences, history of mechanics, science of weights and science of machines, Islamic west, Mohammed Abattouy.

**Resumen: Las ciencias de los pesos y las máquinas en el Oeste islámico medieval: un estudio de un aspecto de la tradición árabe de la mecánica teórica y aplicada**

La historia de la mecánica -comprendiendo las ciencias de los pesos y las máquinas- en el Occidente islámico medieval se caracteriza por la ausencia total de cualquier escritura seminal en la ciencia de los pesos. Todos estos escritos se atribuyen a los eruditos orientales, y algunos de esos textos llegaron al Andalus, como *Kitāb fī 'l-qarastūn* de Thābit ibn Qurra. Sin embargo, las huellas de la ciencia de las máquinas y de las diferentes especialidades de la mecánica práctica son tan numerosas en la agricultura, la arquitectura y la tecnología del oeste islámico. Analizaremos esta situación paradójica y la interpretaremos como un rasgo distintivo de la práctica científica en el Occidente islámico en la era clásica.

**Palabras clave:** Historia de las ciencias árabes, historia de la mecánica, ciencia de los pesos y ciencia de las máquinas, Occidente islámico, Mohammed Abattouy.