

## رياضيات الخوارزمي: تأسيس علم الجبر(\*)

(كتاب لرشدي راشد يحسم النقاش التاريخي الطويل حول «بداية الجبر»)

### نقولا فارس(\*\*)

أستاذ متقاعد في كلية العلوم - الجامعة اللبنانية،  
«فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي»  
الملحق بالمجلس الوطني للبحوث العلمية - لبنان.

صدر منذ فترة، كتاب **رياضيات الخوارزمي - تأسيس علم الجبر بالفرنسية**، وهو من تأليف الباحث د. رشدي راشد، الذي قدّم فيه تحقيقاً نقدياً للنصّ الذي ألفه الخوارزمي في بداية القرن التاسع للميلاد، إضافة إلى شرح رياضي لفقراته، بلغة عصرنا، وإلى بحث يتناول المحتوى الرياضي لجبر الخوارزمي وجذوره. وقمت بترجمة الكتاب إلى العربية.

تحتوي الصيغة العربية مقدّمة تشير إلى الجديد الذي يقدّمه الكتاب لناحية مضمونه وأسلوبه، كما تُشير إلى تأثير كتاب الخوارزمي الجبري في معاصريه وخلفائه في الرياضيات العربية وامتداداتها اللاتينية. وقد تحاشى د. راشد الحديث عن أثر جبر الخوارزمي في الرياضيات عبر تاريخها، رغبةً منه، على ما نظنّ، في عدم تكرار ما كُتب حول الموضوع (وكان له فيه إسهامات غزيرة)، وفي أن تقتصر دراسته على الجديد في ما يخصّ محتوى نصّ الخوارزمي وجذوره، والدوافع التي حفّزت على كتابته في ذلك العصر.

### أولاً: الجديد في الكتاب محتوى وأسلوباً

يكاد لا يخلو كتاب في تاريخ الرياضيات، من حديث حول «جبر الخوارزمي»، في دراسات تتفاوت، من كتاب إلى آخر، من حيث العمق والاتساع. وعلى امتداد أكثر من نصف قرن مضى، نُشرت مئات المقالات حول هذا الموضوع في المجلات العلمية المتخصصة، وأقيم حوله الكثير من المؤتمرات العلمية التي أسهم فيها مؤلف الكتاب.

(\*) تمثل هذه الدراسة كلمة المترجم مختصرة من كتاب رشدي راشد الذي صدر حديثاً عن مركز دراسات الوحدة العربية تحت العنوان نفسه (٤١٦ ص)، ترجمة نقولا فارس، ضمن سلسلة تاريخ العلوم عند العرب؛ ١١.

nfares55@hotmail.com.

(\*\*) البريد الإلكتروني:

هذه الكمّية الهائلة من المنشورات قد تدفع الذي يقرأ عنوان الكتاب إلى الظنّ بأنّ هذا الكتاب هو نوع من تجميع المعلومات حول جبر الخوارزمي وتنقيتها وتركيزها؛ وذلك بحدّ ذاته أمر مهمّ، نظراً إلى ما للمؤلف من خبرة وإنتاج في تاريخ العلوم، وفي تاريخ الجبر بشكل خاصّ. غير أنّ من يقرأ الكتاب سيكتشف بسرعة خطأ هذا الظنّ؛ فبالإضافة إلى تحقيق نقدي لنصّ كتاب الخوارزمي الجبري، يقوم الكاتب بدراسة لا تُسَلَّم مسبقاً بما أرسّته الدراسات السابقة من «قناعات»، مهماً علا شأن من قاموا بها، ومهماً بدت صحتّها بديهية أو سهل التسليم بها. وتخلص الدراسة إلى تقييم غير مسبوق للبعد الرياضي لجبر الخوارزمي ومصادره، وهو تقييم ينسف القسم الأكبر من هذه «القناعات». لذا، سيكتشف القارئ، في هذا الكتاب، تغيراً ملموساً في أسلوب مؤلفه.

إن كُنْتُب د. راشد في تاريخ الجبر (التي نُقِلَ معظمها إلى العربية) متشابهة من حيث البنية، وأيضاً من حيث الأسلوب، بمعنى أنّها تتناول أعمالاً رياضية، من التراث، يُحَقِّقها ويشرحها ويعلّق عليها بلغة رياضيّات عصرنا، مبيّناً ما قدّمته من جديد بالنسبة إلى الرياضيات السابقة (اليونانية بشكل خاص)، والدور الذي أدته في انطلاق رياضيّات أوروبا اللاتينية، أو أيضاً في ما يسمّى الرياضيات الكلاسيكية.

**استطاع د. رشدي راشد خلال مسيرة سنين طويلة من العمل المتواصل الهادف تكوين المعطيات الكافية حول تأثير جبر الخوارزمي في الرياضيات العربية، ولم ينقطع بحثه عن تأثير الخوارزمي وتأثير الجبر العربي في الرياضيات الأوروبية.**

كانت كلّ دراسة تستند في بعض تحليلاتها إلى تفاصيل وردت في سابقتها، وغالباً دون أن تردّ القارئ بشكل صريح وديق إلى هذه التفاصيل؛ فالهمّ الأساسي للمؤلف، كان

تسجيل الوقائع الجديدة أمام مجتمع الباحثين، أمّا الهمّ التربويّ فيأتي في الدرجة الثانية أو يغيب؛ ولكن، إلى كلّ ذلك، يضاف تأثير المدرسة البورباكية في أسلوب رياضيّ النصف الثاني من القرن العشرين (بمن فيهم منتقدوها)، حتّى بعد انقضاء عقود على «انتهاء» هذه المدرسة، التي يحمل أسلوب د. راشد بصماتها بوضوح من حيث رفض الترداد، وعدم الاكتراث بالوقوع في الإغلاق. هذه الأمور كلها كانت تزيد في صعوبة قراءة أعمال هذا الباحث، لأنّها تتطلّب إلماً بتفاصيل ما سبق من أعماله في المجالات التي يعالجها بحثه أو يتطرّق إليها. لذا احتوت الصيغ العربية لكتبه، تحت عنوان «مقدّمة المترجم»، شروحاتاً تُسهّل فهم القارئ غير المتخصص لبعض الفقرات والتفاصيل. أمّا أسلوب د. راشد في هذا الكتاب، وللأسباب التي قدّمنا، فإنه استنفاديّ، صريح، لا يُجبر القارئ على العودة إلى سابق كتاباته إلّا نادراً.

سنحاول في ما يلي إلقاء الضوء على جوانب مهمّة من محتوى دراسة د. راشد التي تتصدّر الكتاب، وسنشير، باختصار شديد، إلى بعض ما تعمّد المؤلّف عدم التعرّض له (لكونه سبق أن نُشر) في ما يتعلق بتأثير «جبر الخوارزمي» في الرياضيات العربية وامتداداتها في أوروبا اللاتينية، بدءاً من القرن الثاني عشر للميلاد.

## ١ - تحقيق كتاب الخوارزمي الجبري ومسألة مصادره

يقول المؤلف في بداية كتابه، وبعد أن يشير إلى الأهمية الاستثنائية لكتاب الخوارزمي الجبري: «لا بدّ من أن نتعجّب، إذن، من كون هذا الكتاب لم يَنَلْ حتّى الآن، التحقيق النقديّ الذي يستحقّ، أو الترجمة إلى لغة أوروبية تتناسب مع أهميته؛ وهذا واقع يخصّ التاريخ، يستحقّ التوقّف عنده. أمّا نحن، فقد كان همّنا التعويض عن هذا النقص. وسنقدّم فيما يلي أوّل تحقيق نقديّ لجبر الخوارزمي، وأوّل ترجمة لنصّه إلى الفرنسيّة، صارمة الدقّة، إضافة إلى دراسة وشرح لهذا النصّ، نجهد فيهما إلى استرجاعه، في سياقه، متفادين بقدر الإمكان الرّؤى الخاطئة والمساك المستهلّكة».

هنا نعتقد أنّ المؤلف يُغفل (على غير عادة) أمراً مهماً من شأنه أن يُخفّف من تعجّبه... فهو لا يضع نفسه مكان ذلك الباحث الذي يُفترض به القيام بتحقيق كتاب الخوارزمي. فهذه المهمة تتطلّب إمكانيّات ضخمة منها: الإحاطة بكلّ تأثيرات كتاب الخوارزمي في معاصريه وخلفائه في الحضارة العربيّة والإسلاميّة؛ معرفة الحدّ الأدنى من تأثيرات هذا الكتاب، المباشرة وغير المباشرة، في العلم العالمي؛ البحث الجديّ عن مصادر جبر الخوارزمي؛ معرفة ضليعة باللغة العربيّة، وبخاصّة لغة فقهاء الإسلام وحقوقيّيه، المتعلّقة بشرائع الإرث والوصايا، نظراً إلى أن ما يقارب نصف كتاب الخوارزمي يعالج مسائل في هذا المجال. وكلّ واحد من هذه الأمور يشكّل، بذاته، قضية شائكة.

ولكنّ د. راشد استطاع خلال مسيرة سنين طويلة من العمل المتواصل، الهادف، تكوين المعطيات الكافية حول تأثير جبر الخوارزمي في الرياضيات العربيّة، ولم ينقطع بحثه، مباشرة أو من خلال أعمال زملائه وطلّابه، عن تأثير الخوارزمي، وتأثير الجبر العربي بشكل عام في الرياضيات الأوروبيّة<sup>(١)</sup>.

أمّا مسألة البحث عن مصادر جبر الخوارزمي، فترتدي صعوبة إضافية؛ ففي ظلّ غياب إفصاح الخوارزمي عن مصادره، وعدم توقّف الدراسات الكافية حول الأبحاث الجبريّة بالعربيّة التي تلت الكتاب والتي تسبّب بها تأليفه، كثّرت التخمينات حول هذا الموضوع؛ وترسّخ بعضها فشابه المسلّمات بسبب المكانة العلميّة لمطلقيها، وتبني خلفائهم لها دون نقاش.

وكان من الطبيعي أن تتناقض هذه التخمينات في ما بينها، بسبب غياب إسنادها بشكل دقيق، وأن يحصل نوع من الخلط بين «مصادر» كتاب الخوارزمي و«أصول الجبر». كان من المسلّمات، مثلاً، اعتبار كتاب «المسائل العدديّة» لديوفنطس عملاً جبريّاً<sup>(٢)</sup>، أو، على الأقلّ،

(١) تحوي لائحة المراجع، في نهاية المقال [١٣]... [٢٤]، عناوين عدد من كتب ر. راشد ومقالاته في تاريخ الجبر. تحتوي مقدّمات أغلب هذه الكتب على فقرات هامّة حول هذا الموضوع.

(٢) يذكر ر. راشد في الفقرة ٢ - ٤ من كتابه هذا الذي بين أيدينا، عدداً من الكتب الحديثة المهمة التي تتبنّى هذا الموقف. ونقرأ في كتابه: تاريخ الرياضيات العربيّة - بين الجبر والحساب [١٥ ص ٦٣ - ٦٤]، أن بول تانيري (Paul Tannery) يعتبر أنّ الجبر العربي «لم يتجاوز المستوى الذي بلغه ديوفنطس»؛ انظر أيضاً مقال هـ. بلوستا [٤]، التي تعود إلى الصفحة ٦ من كتاب بول تانيري: *La Géométrie grecque*. انظر أيضاً: [26, p. 344]

اعتباره أحد أصول الجبر، أو اعتبار الكتاب الثاني من أصول أقلديس بداية للجبر الهندسي<sup>(٣)</sup>. وقيل الكثير عن الأعمال الجبرية في الرياضيات البابلية<sup>(٤)</sup>؛ ومنذ بداية القرن العشرين انتشرت أفكار ترى في بعض الأعمال الهندية من القرنين السادس والسابع للميلاد مصادر لكتاب الخوارزمي. فكان على الباحث الذي يلتزم مشروع تحقيق كتاب الخوارزمي أن يعيد دراسة جميع هذه المسلمات، بالتفصيل ودون مواقف مسبقة.

يقتضي البحث عن المصادر إذن، تحليل جميع المؤلفات السابقة لكتاب الخوارزمي التي درج، لسبب أو لآخر، إلصاق الطابع الجبري بها، أو التي تستخدم وسائل وعمليات يمكن وصفها، الآن، أي بعد تأليف الخوارزمي لكتابه، بأنها جبرية. ويقتضي أيضاً معرفة ما إذا كانت تلك المؤلفات بمتناول الخوارزمي ودراسة مدى تأثيرها في كتابه.

لقد أخذ البحث عن المصادر الحيّز الأكبر من دراسة د. راشد. وشكّل هذا البحث همّاً لم يخفه، شغل باله طوال سنوات، وعبر عنه منذ عام ١٩٨٤ بقوله: «ويبقى السؤال التالي دون جواب: لماذا يبدو علم الجبر بالغ النضج بطرائقه رغم أنه مولود جديد؟ وما هو السبب في أن هذا الإسهام - الذي توحى مظاهر عديدة منه بأنه تتويج لنشاط سابق - يظهر مع ذلك كبداية أصيلة» [١٥، ص ٢١]. ثم يوضح المؤلف في مقدّمة الكتاب، ما يقصده بعبارة «بداية أصيلة» (الفقرة ١ - ١)؛ ويتعمّد استبدال كلمة «المصادر» بعبارة «قراءات الخوارزمي الرياضية»، الأكثر تعبيراً عن الغياب الفعلي لمصادر كتاب الخوارزمي.

ونشير إلى أن الدراسة التفصيلية لـ «قراءات الخوارزمي الرياضية»، ولظروف حياته، أثبتت اطلاعه الأكيد على «أصول أقلديس»، ومن ضمنها الكتاب الثاني من هذا المؤلف. كما أنها أثبتت اطلاعه على أعمال هيرون الإسكندري الهندسية واستخدامه بعض مسائلها. ولكنها من جهة أخرى، دحضت أو استبعدت نظريات سابقة حول كون كتاب ديوفنطس، المعروف بـ **الحساب** أو بـ **المسائل العددية**، أحد مصادر الخوارزمي أو، حول اعتباره عملاً جبرياً سابقاً لكتاب الخوارزمي. واستبعدت كذلك اعتبار أعمال الرياضيين الهنود (وبشكل خاص، برهمغوبتا وأريبهطا) من بين مصادر جبر الخوارزمي. وكان د. راشد قد أشار إلى هذه النتائج بأشكال مختلفة في مقالات سابقة أو في مداخلات غير منشورة.

لم يسمح الرجوع إلى الرياضيات اليونانية أو الهندية، إذن، بحسم قضية مصادر كتاب الخوارزمي. وهنا نحا د. راشد منحى أصيلاً، حاد فيه عن كلّ التوجّهات التي قد يتوقعها الباحث التقليدي؛ فقد توجّه إلى «علوم العرب» السابقة لجبر الخوارزمي أو المعاصرة له، لعله يجد فيها ما يساعده على حلّ لغز مصادر هذا الجبر. فقام بدراسة شيقة استعرض فيها

(٣) انظر ما ورد حول اعتبار هذا الكتاب كتاباً في الجبر الهندسي بدءاً من بول تانري في [5, p. 76].

(٤) وذهب البعض إلى أن البابليين هم مخترعو الجبر؛ انظر على سبيل المثال الفصل الثاني من الكتاب [26, p. 116] وتُسهم عناوين بعض المقالات أو الكتب بإلقاء الضباب حول بداية هذا العلم. ومن هذه العناوين ٤٠٠٠

**عام من الجبر**: 4000 Jahre Algebra, Geschichte, Kulturen, Menschen. H.W.Alen; A.Djafari Naini; M.Folkerts; H.Schlosser; K.H.Schlote; H.Wussing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003.

منجزات علماء اللغة والعروض وتأليف المعاجم، والتعمية وحساباتهم المبنية على التوافق التي أسست لعلم التحليل التوافيقي. وأظهرت هذه الدراسة انسجاماً واضحاً بين أسلوب الخوارزمي في اختياره القَبلي للأشكال الستة من المعادلات الجبرية، من الدرجة الثانية وما دون، وتصنيفها، وبين أساليب من سبقوه في المجال التوافيقي<sup>(٥)</sup>.

ومن ثمّ، قاده البحث باتجاه الجذور العربية للجبر إلى النظر بمزيد من الدقة إلى تفاصيل نصّ الخوارزمي، ومنها ذكره بعض أعمال الفقهاء في شرع المعاملات، ومنها أيضاً مقدّمة كتابه. ولقد كان د. راشد صريحاً بالقول إنّ قراءته الدقيقة لهذه المقدّمة المقتضبة، البسيطة في الظاهر، دعتّه إلى القيام ببحث صعب نظراً أنّه غير مسبوق، تناول فيه علوم الفقه والشرع وحساباتها. وأدّى هذا البحث إلى وضع اليد بشكل أكيد على أحد أهمّ مصادر الخوارزمي، أو، على الأقلّ، على أحد أهمّ دوافع ذلك العالم لصوغ كتابه الجبري. ولسنا هنا لنعيد استدلالات د. راشد، لكننا لا يمكن أن نشرح ما أورده دون أن نعيد هذه المقدّمة التي لفت إلى أهميّتها وإلى كونها تعبر عن واقع الأمر، لا عن تمنّيات الكاتب:

«[...] ألقتُ من حساب الجبر والمقابلة كتاباً مختصراً، جعلته حاصراً للطيف الحساب وجليله لما يلزم الناس من الحاجة إليه في موارِيثهم ووصاياهم وفي مقاسماتهم وأحكامهم وتجاراتهم، وفي جميع ما يتعاملون به بينهم من مساحات الأرضين وكري الأنهار والهندسة وغير ذلك من وجوهه وفنونه»<sup>(٦)</sup>.

ويقول د. راشد «إنّ تأكيدات الخوارزمي التي تحمل دلالات مُهمّة للغاية، إضافة إلى «كتاب الوصايا»<sup>(٧)</sup>، تسمح منذ البداية، بوضع إسهام الخوارزمي ضمنَ تقليد معيّن، وفي الوقت عينه في بداية هذا التقليد المُجدّد، الذي ارتبط مصيره نهائياً بمصير الجبر، متّخذاً اسم «حساب الفرائض»... فمجال الحقوق كان من بين أشدّ مجالات البحث نشاطاً في القرن الثامن. فالمجتمع الجديد والدولة الجديدة، اللذان يرتكزان على أساس تعاليم القرآن الكريم والحديث النبوي الشريف، تطلّبا بالضرورة تصوّراً للحقوق وللقواعد الشرعية، يختلف عن القواعد الحقوقية الموروثة عن بيزنطية وعن بلاد فارس... وكان المطلوب من الشرع الجديد أن يصوغ،

(٥) يستعرض بحث د. راشد بشكل خاصّ أعمال الخليل بن أحمد والأعمال في «التشفير» الذي اتخذ اسم علم «التعمية» في أعمال الكندي (... - ٨٦٦م). ويخلص إلى ما يلي: «شهدت الفترة الواقعة بين النصف الثاني من القرن الثامن للميلاد وبداية القرن الذي تلاه، بناء باقٍ من الموادّ العلمية (تأليف المعاجم، والصرف، والعروض، والتعمية، وتحليل الرموز...) التي تُطَبّق طريقة جديدة. القاعدة الأولى من هذه الطريقة هي تحديد مجموعة من العناصر المنتهية والمتقطّعة. القاعدة الثانية هي تحديد توافيق تسمح بأن نحصل قبلياً، أي استباقاً لأيّ انتقاء واعٍ، على «العناصر الممكنة»، انطلاقاً من عناصر المجموعة كلّها. القاعدة الثالثة هي أن نأخذ العناصر (أو الحالات) الممكنة ونعزل من بينها تلك التي تكون فعلية أو «مقبولة» نسبة إلى معايير القبول المفروضة في الحقل العلمي الذي يجري فيه العمل... هذا التصوّر نفسه، للعلم ولموضوعه، المزوّد بالطرائق نفسها، هو الذي نجده مجدداً في كتاب الخوارزمي، قبل أن يجتاح مجالات رياضية أخرى في الجبر أو في الهندسة أو في نظرية الأعداد» (انظر كتاب رياضيات الخوارزمي: تأسيس علم الجبر، [٢٢]، ص ٦٩-٧٠).

(٦) [٢٢]، ص ١٦٦.

(٧) الذي يحتلّ ما يقارب النصف الثاني من كتاب الخوارزمي الجبري.

انطلاقاً من النصِّ القرآنيِّ ومن السيرة النبويّة، تعاليم تصلح كونياً، أي لكلِّ شعوب الإسلام. فكان لا بد من العودة إلى البدء بالبحث الشرعي من جذوره. لذا، ومنذ العهد الأمويّ، انكبَّ الفقهاء على هذه المهمة، فشهد القرن الثامن ولادة ثلاث من المدارس الفقهيّة الأربع، التقليدية، التي تُسيطر على الشرع الإسلامي حتّى عصرنا الراهن<sup>(٨)</sup>. وقد ذكر د. راشد هذه المدارس، كما ذكر عدداً كبيراً من المؤلّفات في علم الفرائض وحسابها، سابقة للخوارزمي، وبينّ، استناداً إلى النص، أنّ هذا الرياضي كان يعرف أعمال مؤسّس إحداها (أبي حنيفة) وأعمال فقهي آخر في هذا المجال، لم يذكر الخوارزمي اسمه.

وفي نهاية الدراسة يستنتج د. راشد فيقول: «يبدو إذن أنّ البحث في فقه المعاملات (الشرع والحقوق) كان من بين الحقول التي استند إليها الخوارزمي في تصوّره للجبر وفي تأليف كتابه، ذلك البحث الذي بدأ قبل الخوارزمي بمدة لا بأس بها والذي تواصل بنشاط في عصره. ففي مجال الشرع واجه هذا الرياضيِّ الدراسات المُكرّسة للعديد من المسائل التي يتطلّب حلها التعامل لا مع الكمّيّات المعلومة فحسب، بل أيضاً مع الكمّيّات المجهولة. وقد عمد الفقهاء، من أجل حلّ تلك الحسابات، إلى وسائل جبريّة - أوليّة إذا صحّ التعبير... وأنّ سير الأمور إذن يؤدّي إلى الاعتقاد بأنّ الخوارزمي، ومن أجل أن يُعقّلين الممارسات الحسابيّة للفقهاء، تعمّد دمجها في مجال أوسع هو مجال الحسابات على المجاهيل الذي أسّسه كَنَظَريّة. بهذا المعنى يمكن القول بأنّ أبحاث الفقهاء كانت إحدى نقاط انطلاق هذا الرياضي<sup>(٩)</sup>».

نسوق كلّ هذا لنقول إنّ هناك أسباباً أخرى مهمّة، تتعدّى الإطار الأيديولوجي<sup>(٩)</sup>، أخرت تنفيذ مشروع تحقيق كتاب الخوارزمي، وترجمته مع تحقيقه، إلى الفرنسيّة. وكما بيّنا، تعود أسباب تأخّر التصديّ لهذا المشروع (المُعري، أي الذي يملك كلّ ما يجتذب الباحث للقيام به، نظراً إلى أهميّة الكتاب وشهرته ومكانة مؤلّفه) إلى الإمكانيات العلميّة والثقافيّة التي يتطلّبها هذا المشروع.

## ٢ - كتاب الخوارزمي كعمل تأسيسي للجبر

يقول د. راشد إنّّه عند القيام بشرحه ودراسته لكتاب الخوارزمي، سيتفادى بقدر الإمكان «الرؤى الخاطئة والمسالك المُستهلّكة»<sup>(١٠)</sup>. وهو، بهذا التصريح، يعترف بوجود الرؤى الخاطئة، بل ينبّه إلى وجودها وينتقدها ويعلن أنّه سيّتبّع في دراسته مسلكاً يختلف عن المسالك السابقة التي أدّت إليها، وأنّه لن يتبنّى دون نقاش أيّاً من المواقف أو المسلّمات في موضوع كتاب الخوارزمي الجبري. ونذهب إلى أبعد من ذلك لنؤكّد أنّ دراسته وُضِعت

(٨) [٢٢]، ص ٧٨ - ٧٩.

(٩) غيّبت مواقف أيديولوجيّة من نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين أهميّة العلوم العربيّة وأُخِرت تحقيق وترجمة الكثير من الأعمال العربيّة. انظر [١٥]، الفصل الأخير، و٢٣، «نظريّة الانتماء الغربي للعلوم».

(١٠) انظر الفقرة السابقة، أعلاه.

خصيصاً لتصحيح هذه الرؤى؛ ففي بداية مقدمته، يُثبت د. راشد الاسم الصحيح للرياضي: «محمد بن موسى الخوارزمي»، منعا لأيّ التباس قد تتسبب به صفة «المجوسي القطربولي» التي قد تكون أضيفت خطأ إلى الاسم في بعض المراجع القديمة، وتبناها بعض المراجع الحديثة. وينتقل من ثم إلى عنوان الكتاب، فيثبت أنه «كتاب الجبر والمقابلة»، لا «الكتاب المختصر في الجبر والمقابلة»، كما شاع إلى يومنا بسبب خطأ وقع فيه فريديريك روزن (Frederic Rosen)، الذي حقّق عمل الخوارزمي الجبري استناداً إلى مخطوطة أوكسفورد، وترجمه إلى الإنكليزية عام ١٨٣٠ [25]. وقد كان تصويب العنوان أمراً مهماً جداً بالنظر إلى

أن استخدام صفة «المختصر» تعني أنّ هناك صيغة غير مختصرة سابقة لكتاب الخوارزمي، أو أنّ هناك جبراً سابقاً لكتابه، ممّا يُضَيِّع فترة بداية الجبر أو يلفّها بالضباب ويزيد البلبلة حول موضوع يهمّ رشدي راشد أن يحسمه نهائياً، ألا وهو كون الجبر كعلم بدأ مع كتاب الخوارزمي المذكور، لا قبل ذلك الكتاب.

**أرسى الخوارزمي القواعد التي  
لم تزل تعتبر إلى الآن أسس  
الجبر وهدف الجبر، وهي الحلول  
المجدورية للمعادلات الكثيرة  
الحدود، وإجراء الحسابات على  
كثيرات الحدود.**

يقول د. راشد في بداية كتابه، إنّ كتاب الخوارزمي عمل تأسيسيّ لـ «علم الفرائض» الذي يقع على ملتقى الرياضيات والعلوم الفقهية، ويشرح ذلك في كتابه بوضوح<sup>(١١)</sup>.

ويقول إنّ الكتاب عمل تأسيسيّ أيضاً لأسلوب جديد: «فلقد أجاز الجبر ما لم يكن بالإمكان تصوّره من قبل، وهو توسّع تطبيق العلوم الرياضية، بعضها على البعض الآخر، ممّا أدّى إلى فصول علميّة جديدة؛ نقصد هنا، تطبيق الحساب على الجبر، والجبر على الهندسة، والهندسة على الجبر، والجبر على علم المثلثات، إلخ. فبفضل هذا التطبيق، ودون تأخير، ظهرت الهندسة الجبريّة الابتدائية، وبدأ جبر كثيرات الحدود، والتحليل التوافيقي، إلخ. ومن بين نتائج هذا التطبيق، النتيجة الكبرى المتمثلة بالتعديل العميق لموسوعة المعارف الرياضية، التي جعلها إدخال الجبر تتجاوز إطار المجموعة «الرباعية»<sup>(١٢)</sup> الشهيرة. ولم يكن التحول في فلسفة الرياضيات أقلّ أهميّة؛ فالاطّلاع على أعمال فلاسفة، مثل الفارابي وابن سينا، يكفي لكي نفهم مدى تأثير هذه المادّة الرياضية الجديدة في علمهم وفي تصنيفهم للعلوم. أمّا لماذا أجاز الجبر مثل هذا التطبيق، فلأنّه من حيث تكوينه علم يزوّج بين الهندسة والحساب، مطبقاً أحدهما على الآخر، أي بين أسلوبين أحدهما ألغوريتمي (حسابي) والآخر برهاني (هندسي). وفي مكان آخر يُشير د. راشد إلى أنّ أسلوب تطبيق علم على آخر هو أحد أهمّ مميّزات العلم العربي، وأنّه «بداية حقّة للعلم الكلاسيكي»، وهو أسلوب «مناقض لفكرة سادت في التراث اليوناني حول

(١١) انظر [٢٢، الفقرة ١ - ٥].

(١٢) Quadrivium، مجموعة العلوم الأربعة، بحسب تصنيف القدماء: الحساب والهندسة وعلم الفلك والموسيقى.

انفصال الأجناس وعدم اللجوء في ميدان إلى ما هو ليس من جنسه» [23، ص ١٥٧].

إنَّ شرح هذه الفكرة التي يسوقها د. راشد، وتبيان كيف أنَّ تزويج علم بعلم آخر يتسبَّب بولادة فصول علمية جديدة، أمران في غاية الأهمية بالنسبة إلى فلاسفة ومؤرّخي العلوم. وهو ما لن نتمكّن من التعرّض له، على الأقلّ في حدود ما تسمح به هذه الصفحات. على كلّ حال، نال هذا الأمر شروحات وافية في عدد من مقالات د. راشد وغيرها<sup>(١٣)</sup>. لذا سنكتفي هنا بشرح صفة لكتاب الخوارزمي، يسوقها د. راشد في المرتبة الأولى، وتُشكّل قسماً مهماً من دراسته، وهي كون هذا الكتاب عملاً تأسيسياً للجبر.

عندما نقول إنَّ الجبر وُلِدَ مع كتاب الخوارزمي، فهذا القول لا يعني أنَّ التاريخ لم يعرف قبل هذا الكتاب ممارسات أو عمليّات يمكن وصفها الآن بأنّها جبريّة (من حيث تعاملها مع المعادلات والمجاهيل)؛ فالعديد من المسائل التي تتعامل مع الأعداد أو الأطوال أو المساحات أو غيرها من الأعظام، كانت ومنذ بداية التاريخ، تؤدّي إلى مثل هذه الممارسات. ولكنّ المعادلات والمجاهيل وكثيرات الحدود لم تُعامل بتاتاً، قبل الخوارزمي، ككائنات رياضيّة مستقلة بذاتها، بل كان التعامل معها يتم في سياق حلّ هذه المسألة المحدّدة العرضيّة أو تلك. وكانت ولادة هذه الكائنات الرياضيّة الجديدة وولادة القوانين التي تحدّد تفاعلها والتعامل معها الخطوة النوعيّة الجديدة التي حدّدت ولادة علم الجبر. فقراءة القسم النظري من الكتاب، الذي يحتلّ نصفه الأوّل، تُظهر ما يلي:

أ - أدخل الخوارزمي في بداية كتابه، ما نُسَمّيهِ اليوم «التعابير الأوّليّة» (*Termes primitifs*) لهذا العلم: «الجزر» أو «الشيء» (وهو ما يُكتب  $X$  في اصطلاحاتنا، أي المجهول)؛ «المال» ( $x^2$  في اصطلاحاتنا)؛ «العدد المفرد» («الأعداد المفردة» بالنسبة إليه هي مقادير منطّقة موجبة، يمكننا تمثيلها باصطلاحات عصرية بـ  $a, b, c \in \mathbb{Q}_+^*$ ، مع الإشارة إلى أنَّ تمثيلنا هذا هو تجاوز على مفاهيم عصر الخوارزمي). وأدخل كلمتي «الجبر» و«المقابلة» للدلالة على عمليّتين جبريّتين<sup>(١٤)</sup>.

ب - أدخل (عملياً) مفهوم المعادلة (بإدخاله ما نُسَمّيهِ اليوم المعادلات الجبريّة من الدرجتين الأولى والثانية)، ومفهوم الشكل الطبيعي للمعادلة، وصيغ (أو ما يسمّى باللغة

(١٣) انظر: ر. راشد، [٢٤] وانظر أيضاً مقال ن. فارس [٩].

(١٤) «الجبر» يأخذ عنده معناه اللغوي (كعلاج لـ «الكسر»): هو العمليّة التي تتلخّص بإزالة أيّ حد سالب من أحد طرفي المعادلة عند وجوده فيه، عن طريق إضافة الحدّ الموجب المقابل إلى طرفي المعادلة (راجع: مقدّمة ابن خلدون، تحقيق المستشرق الفرنسي كاترمير (M. Quatremère)، مكتبة لبنان، بيروت، (بدون تاريخ)، المجلّد الثالث، حيث يكتب ابن خلدون: «... فيقابلون بعضها ببعض ويجبرون ما فيها من الكسر حتّى يكون صحيحاً...»). مثلاً على ذلك، المعادلة التي يمكن كتابتها على الشكل التالي:  $2x^2 + 100 - 20x = 58$

تتحوّل بواسطة «الجبر» إلى الشكل:  $2x^2 + 100 = 58 + 20x$

التي، بقسمة طرفيها على 2 تُصبح:  $50 + x^2 = 29 + 10x$

ثمّ، يردها الخوارزمي بواسطة «المقابلة» إلى  $x^2 = 10x - 29$ ، أي إلى:  $21 + x^2 = 10x$

(انظر «المسألة الخامسة» في باب «المسائل الست»، ص ١٩٥ من الكتاب).

العصرية «الغوريمات» أو «خوارزميات» (الحلول، والتبرير الهندسي لهذه الخوارزميات: (١) صنف معادلات الدرجة الثانية (وما دون) إلى ستة أصناف<sup>(١٥)</sup>:

$$(I) ax^2 = bx, \quad (II) ax^2 = c, \quad (III) bx = c \\ (IV) ax^2 + bx = c, \quad (V) ax^2 + c = bx, \\ (VI) ax^2 = bx + c \quad / a, b, \dots \in \mathbb{Q}_+^*.$$

(٢) ردّ كلاً من هذه المعادلات إلى شكلها الطبيعي (canonique) أو «القانوني»، حيث يكون معامل القوة الأكبر للمجهول مساوياً لـ ١.

(٣) أعلن الطريقة الحسابية لإيجاد الجذور (أي «خوارزمية الحل»)، وهي الخوارزمية المستخدمة الآن  $x = -\frac{b}{2a} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2a}\right)^2 - c}$ <sup>(١٦)</sup>، مع ملاحظة أنه أهمل الجذور السالبة لعدم اعترافه بها<sup>(١٧)</sup>. نشير إلى أنّ صيغ خوارزميات الحلول التي أعطاها كانت صيغاً عامة. وكان إدخاله لقيم عددية يعود بشكل بديهي إلى أسباب تربوية أو إلى رغبة في الإيضاح، ولا يؤثر في عمومية طرائقه في الحل أو في عرض المسألة أو في صرامة أسلوبه.

(٤) أعطى تبريراً هندسياً لطرائق حساب الجذور في ما يخص أنواع المعادلات (IV) و (V) و (VI)، يعتمد على حساب المساحات للمربعات والمستطيلات، ويُذكر بأسلوب أقليدس في الكتاب الثاني من «الأصول». يجب أن نلاحظ هنا أنه، في غياب نظام مصادراتي للجبر (وهو نظام لم يرَ النور قبل بداية القرن العشرين)، كانت الهندسة الأقليدية هي الوسيلة الوحيدة التي من شأنها أن تؤمّن للخوارزمي براهينه.

ج - بعد أن قدم الخوارزمي حلول أنواع المعادلات الستة، مباشرةً، أعطى الصيغ الجبرية لحساب كثيرات الحدود، مُقدِّماً، بأسلوب تجريدي، ما يمكن كتابته اليوم على الشكل التالي:

$$(\pm a \pm bx), (\pm c \pm dx)$$

و

$$(\pm ax^2 \pm bx \pm c) \pm (\pm a'x^2 \pm b'x \pm c')$$

حيث  $a, b, a', b', \dots \in \mathbb{Q}_+^*$ . إنّ إعلان هذه الصيغ، وإن كانت بدائية، حدث

(١٥) تعدّد أنواع المعادلات أو أصنافها يعود إلى جهل مفهوم العدد السالب في ذلك العصر ممّا أدّى إلى رفض كتابة المعادلة على الشكل  $p(x)=0$ ؛ «هذا الرفض الذي استمرّ طيلة عدّة قرون وترك آثاره حتّى في «هندسة» ديكارت» [انظر الملاحظة ٣٨، ص ٧١، من كتاب الخوارزمي...]. [22].

(١٦) عندما نكتب المعادلة على الشكل المستخدم في عصرنا:  $ax^2 + bx + c = 0$ .

(١٧) استمرّ أيضاً تجاهل الجذور السالبة طوال قرون عديدة، حتّى إنّ ديكارت كان يسمّيها الجذور الخاطئة.

رياضي مهم جداً ومع ولادتها، ظهرت براعم «البرهان الجبري» الذي يسميه الخوارزمي «البرهان باللفظ»، لتفريقه عن «البرهان بالعلّة»، أي البرهان الهندسي<sup>(١٨)</sup>.

نتيجه مما تقدّم، أنّ الخوارزمي أرسى القواعد التي لم تنزل تُعتبر، إلى الآن، أسس الجبر وهدف الجبر، وهي: الحلول الجذورية (أي بالجذور) للمعادلات الكثيرة الحدود، وإجراء الحسابات على كثيرات الحدود.

ويُقدّر د. راشد، بحق، أن توقّف الخوارزمي عند الدرجة الثانية كان «انسجاماً مع متطلبات الحل بواسطة الجذور ومع مستوى معارفه في هذا المجال» [19، مج. ٢، ص. ٤٦٤].

## ثانياً: كتاب الخوارزمي كبداية لتيّار من البحث الرياضي

### ١ - تأثير الكتاب في معاصري الخوارزمي وخلفائه المباشرين

نحن إذن أمام ولادة علم جديد. ولكنّ ما يلفت الانتباه في هذه الولادة، لا يعود فقط إلى الموضوع أو إلى الفكر التركيبي لكتاب الخوارزمي، بل يعود أيضاً، كما يلحظ د. راشد، إلى تأثيره الواضح في معاصريه وخلفائه المباشرين؛ فلقد تبنّى هؤلاء نظريته دون تحقّظ، وبحماسة مدهشة (نظراً إلى حداثة هذه النظرية)، وأمعنوا في دراستها وتطويرها كما تبنّوا مصطلحاتها. وقد يكون هذا التبنّي السريع أحد دوافع د. راشد لوصف هذا العلم الناشئ بالنضج وهو «المولود الجديد». ويذكر د. راشد أسماء عدد من خلفاء الخوارزمي المباشرين، أوردها ابن النديم في **الفهرست**، وظهرت كلمة «الجبر» في عناوين أعمال أغلبهم، وطوّروا الأبحاث التي بدأها في مجالات المعادلات التربيعية والحسابات الجبرية والتحليل غير المحدّد ومسائل الوصايا والإرث. من بين هؤلاء، ابن تُرك وسند بن علي، والصيدناني، وسان بن الفتح، والمصيصي، والاصطخري، وأبو الوفاء البوزجاني،... إنّ إطلاق الكتاب لهذا التيّار غير المسبوق من الأبحاث الجبرية هو دليل آخر على أنّ الجبر، كعلم مستقلّ، وُلد مع هذا الكتاب.

### ٢ - الاتجاهان الرئيسيان لتطوّر الجبر العربي

يبرهن د. راشد، أنّ الجبر تطوّر في اتجاهين رئيسيين: اتجاه حسابي واتجاه هندسي، توجد جذورهما على كلّ حال في كتاب الخوارزمي.

أ - **الاتجاه الحسابي للجبر**. كرّس د. راشد كتاباً لدراسة هذا الاتجاه هو «تاريخ الرياضيات العربية - بين الجبر والحساب» [15].

يضمّ هذا الاتجاه عدداً كبيراً من الباحثين، من أوائلهم سنان بن الفتح (أوائل القرن العاشر للميلاد) الذي توسّع في قوى  $x$  حتّى القوة  $6=n$ ، وحلّ معادلات حدودها  $ax^{2n+p}$  و  $bx^{n+p}$  و  $cx^n$ ، وأبو كامل شجاع بن أسلم المصري (٨٥٠ - ٩٣٣م) الذي أعطى قواعد

حسابية على كسور المجهول وتعامل مع القوة  $x^8$ . ومع معادلات جبرية ذات مُعاملات غير مُنطَقة [27، ص ٥٢]. وقد تطوّر الاتجاه الحسابي للجبر إلى أن أصبح مشروعاً واضحاً في أعمال الكرجي (... - القرن ١١م)، عبّر عنه خليفته وشارح أعماله، السموأل بن يحيى المغربي (... - ١١٧٥م) عندما اعتبر أن الجبر هو «الطريق إلى التصرف في المجهولات بجميع الأدوات الحسابية كما يتصرف الحاسب في المعلومات» [2، ص. ٩، من النص العربي].

يتضمّن هذا الاتجاه بشكل أساسي المواضيع التالية:

- تطوير الحساب على كثيرات الحدود، والتوسّع في قوى المقادير.
- توسيع العمل في معادلات الدرجة الثانية<sup>(١٩)</sup>.
- الحسابات العددية والتحليل العددي: استخراج الجذور النونية، وإيجاد الحلول التقريبية للمعادلات.
- الحسابات على المقادير الصماء التي نشطتها القراءات الجبرية للكتاب العاشر من الأصول.
- نظرية الأعداد.

- المسائل العددية والمعادلات غير المحددة («السيالة»)، استناداً بشكل خاص إلى القراءة الجبرية لكتاب المسائل العددية لديوفنطس. تجدر الملاحظة هنا بأنّ تأثر المجتمع الرياضي بكتاب الخوارزمي جعل قسطاً بن لوقا (... - الربع الأول من القرن ١٠م) ينقل كتاب ديوفنطس المسائل العددية هذا إلى العربية تحت عنوان صناعة الجبر، وينقل مسائله بلغة الخوارزمي الجبرية، متسبباً بأخطاء لاحقة في المنظور التاريخي للرياضيات [15، ص ٢٣٦]. وتجدر الملاحظة أيضاً بأنّ أحد أهمّ العاملين في هذا المجال وأوائلهم، أبا كامل، لم يكن مطلعاً على كتاب ديوفنطس [3، ص ٨٤].

**ب - الاتجاه الهندسي للجبر.** قام د. راشد بدراسة عميقة لهذا الاتجاه في مقدّمة كتاب الجبر والهندسة في القرن الثاني عشر - مؤلفات شرف الدين الطوسي [16]. ويمكن تمييز مراحل ثلاث في فترة القرون الثلاثة التي عرفها تطوّر الجبر في هذا الاتجاه.

خلال مرحلة ما قبل الخيام، تضمّنت نشاطات هذا الاتجاه الترجمة الهندسية لمعادلات الدرجة الثانية. كما تضمّنت القراءة الجبرية للكتاب العاشر من الأصول، أي التفسير الجبري لنظرية أقليدس في المقادير غير المنطّقة، إضافة إلى الترجمة الجبرية لبعض المسائل الهندسية المجسّمة الموروثة من الرياضيات اليونانية<sup>(٢٠)</sup>، أو تلك التي طرحها البحث في مجالات

(١٩) معالجة المعادلات من الشكل  $ax^{2n+p} + bx^{n+p} = cx^n$ .

(٢٠) مثل مسألة المتوسطين، ومسألة تثليث الزاوية (أي تقسيمها إلى ثلاثة أقسام متساوية) ومسألة تسبيع الدائرة، ومسائل قياس أضلاع بعض المضلّعات المنتظمة،... و«مسألة أرخميدس» (قسمة الكرة بواسطة سطح قاطع، إلى قسمين بحيث تكون نسبة حجم أحدهما إلى حجم الآخر معلومة وهي المسألة التي حولها الماهاني (القرن ٩ م) إلى المعادلة التي عرفت فيما بعد باسمه:  $ax^2 + b = x^3$ ).

أخرى<sup>(٢١)</sup>. لمت في هذا الاتجاه أسماء، منها ثابت بن قرّة (... - ٩٠١م)، والماهاني (... - ٨٨٠م)، وأبو جعفر الخازن، وأبو الجود ابن الليث، والقوهي، والسجزي (القرن ١٠م)، وأبو نصر بن عراق (القرن ١١م)، والبيروني (٩٧٣ - ١٠٥٠م).

وقد مهّدت الأبحاث في الاتجاه الهندسي، الطريق للعمل الجبري لعمر الخيام (١٠٤٨ - ١١٣١م)، الذي يشكّل «الانطلاقة الأولى للهندسة الجبرية»<sup>(٢٢)</sup>. فمع الخيام لم تعد المسألة مسألة حلّ هذه أو تلك من معادلات الدرجة الثالثة التي يطرحها بحثاً ما، بل مسألة مشروع لحلّ جميع الأصناف الـ ٢٥ للمعادلات من الدرجة الثالثة (وما دون)<sup>(٢٣)</sup>. وبعد إعلان الخيام أنّه، لا هو ولا الذين سبقوه، استطاعوا حلّ هذه المعادلات بالجنور، والتعبير عن أمّله في أن يأتي اليوم الذي سيحلّها فيه أحدهم بهذه الطريقة [21، ص ١٧٥]<sup>(٢٤)</sup>، حلّ الأنواع الأربعة عشر من معادلات الدرجة الثالثة بتقاطع قطعين مخروطيين يختلفان من نوع إلى آخر. وانتهى

**وصل الجبر الهندسي إلى ذروته مع شرف الدين الطوسي الذي أكمل مشروع الخيام باعتماده تصنيفاً للمعادلات جعلته يدخل مفاهيم خيلية.**

الخيام في رسالته، كما يوجز د. راشد، «إلى فئتين من النتائج الهامة في تاريخ الجبر كثيراً ما تنسبان إلى ديكارت؛ أمّا الفئة الأولى، فتتعلّق بالحلّ العام لكلّ معادلات الدرجة الثالثة، باللجوء إلى تقاطع قطوع مخروطية؛ وأمّا الفئة الثانية، فهي تخصّ الحساب الهندسي الذي أصبح ممكناً نتيجة لتحديد وحدة قياسية للأطوال، على الرغم من بقاءه، خلافاً لديكارت، أمينا لقاعدة التجانس» [19، مج ٢، ص ٤٧٩].

وصل الجبر الهندسي إلى ذروته مع شرف الدين الطوسي (نهاية القرن الثاني عشر [16])، الذي أكمل مشروع الخيام، وقادت مشروعه مسألتان، كانتا غائبتين عملياً في جبر الخيام: الأولى هي وجود الجنور (الحقيقية الموجبة) للمعادلات التكعيبيّة، والثانية هي الحساب العددي للجنور (عندما توجد).

إن مسألة وجود الجنور جعلت الطوسي يعتمد تصنيفاً للمعادلات جعلته يدخل مفاهيم

(٢١) مثل «مسألة ابن الهيثم»، التي عُرِفَت في الغرب اللاتيني تحت اسم «Problème d'al-Hazen»: إيجاد نقطة على الدائرة يقع عليها الضوء، انطلاقاً من نقطة معينة، لينعكس على نقطة أخرى معينة (النقطتان والدائرة في السطح نفسه). هذه المسألة تؤدّي إلى معادلة من الدرجة الرابعة حلّها ابن الهيثم بتقاطع دائرة وقطع زائد. (٢٢) نقرأ في التمهيد، الذي يكتبه رشدي راشد لكتاب كريستيان هوزيل (C. Houzel)، [12، p. iii]: «كان على البشرية أن تنتظر خمسة قرون لتشهد انطلاقة ثانية للهندسة الجبرية، مع ديكارت، الذي يستعيد في كتابه «الهندسة» (La Géométrie)، مشروع الخيام ويُعلنه كما يُعلن مشروعاً متّماً».

(٢٣) انظر المحوطة (الهامش) 15، السابقة .

(٢٤) وهذا ما حصل بعد ذلك بأربعة قرون مع الإيطاليين كاردانو (Cardan, 1501-1576) وتارتاغليا (Tartaglia, 1500-1557)، ويذكر ديكارت اسم إيطالي ثالث هو سكيبيو فيروس (Scipio Ferreus) من الحقبة التاريخية نفسها.

تحليلية، ويستخدم طرائق رياضية تنتمي إلى رياضيات ما بين القرنين السادس عشر والثامن عشر. وفي مجال الحساب التقريبي لجذور المعادلات، عمم الطريقة المنسوبة إلى روفيني - هورنر<sup>(٢٥)</sup> التي سبق أن طبّقها الجبريون - الحسابيون العرب في استخراج الجذر النوني لعدد ما. وأدّت ممارساته في مجال الحساب العددي للجذور إلى بحث عميق في مجال كثيرات الحدود، أوصله إلى استخدام ما نسميه اليوم «متعدد حدود مهيمناً». وفي هذا المجال أيضاً ظهر مجدداً تعبير المشتق لبعض التعابير الجبرية الذي كان قد ظهر بشكل منهجي لدى معالجة مسألة وجود الجذور بمناسبة حساب النهاية العظمى (انظر [16 و 10 و 11 و 6 و 7]).

### ثالثاً: تأثير الجبر العربي في الغرب

ما زالت الأبحاث المتعلقة بتأثير الجبر العربي في جبر أوروبا اللاتينية في بدايتها. وقد قدّم د. راشد إسهاماً بشأن تأثير جبر الخيام وصلة القربى التي تربطه بجبر ديكارت ([21]، راجع أيضاً [8])، كما أنه أشار إلى التشابه بين أفكار الطوسي حول النهايات العظمى وأفكار الرياضي الفرنسي فيرما (P. Fermat, 1601-1665) [16، ص. ٤٤، ٤٩، ...].

ترجم كتاب الخوارزمي إلى اللاتينية ثلاث مرّات، ابتداءً من القرن الثاني عشر للميلاد؛ ففي العام ١١٤٥ م، ترجمه روبير دو شستر (Robert de Chester) في سيجوفي (Ségovie)، ثم ترجمه جيرار دو كريمون (Gérard de Crémone)، (١١١٤ - ١١٨٧) في طليطلة، وغيبوم دونا (Guillaume de Luna)، (١١١٠ - ١١٨٠). ولم يقتصر تأثيره على اعتماد كلمة «الجبر» اسماً لهذا العلم الجديد وتبني مصطلحاته، بما فيها «الجذر» و«المال» وكلمة «الشيء»<sup>(٢٦)</sup> ذات الدور الأساسي في هذا العلم<sup>(٢٧)</sup>. في هذا الصدد، نعيد القارئ إلى مقال للباحثة هيلين بلوستا [4]، تركز فيه بشكل خاص على دراستين لأندريه آلارد [1]، ولرشدي راشد [20]، لتعطي موجزاً عن تأثير الخوارزمي وخلفائه المباشرين، وخاصة أبي كامل، في الجبر الذي انطلق في أوروبا اللاتينية في القرن الثاني عشر على يد الرياضي ليوناردو بيزانو، المعروف بـ «فيبوناتشي» (Fibonacci)، (حوالي ١١٧٠ - ١٢٥٠ م)<sup>(٢٨)</sup>. ونشير هنا إلى أنّ تصنيف فيبوناتشي للمعادلات

(٢٥) باولو روفيني (Paolo Ruffini, 1737-1786) وجورج هورنر (George Horner, 1765-1822).

(٢٦) نقرأ في كتاب A. Dahan Delmico et J. Peiffer [5، ص ١٠٤] ما يلي:

«إنّ تعبير الشيء والمال اللذين استخدمهما العرب للدلالة على المجهول ومربّعه هما في أساس التعابير res, radix, cosa، التي استخدمت في القرون الوسطى المسيحية للدلالة على المجهول (cosa) بالإيطالية، coss بالألمانية) وفي أساس تعبير census الذي كان يدلّ على مربّع المجهول. والمدرسة الرياضية الألمانية التي عُيّنت بإعداد رموز رياضية واختصارات لتعابير res, radix, cosa، لُقبت بالمدرسة «الشيئية» (La Coss) كما سمّيت اختصاراتها ورموزها بالـ «شيئية» («cossiques») وسمّي الرياضيون من هذه المدرسة الألمانية من القرن السادس عشر بالـ «شيئيين» (cossistes). نستطيع بخصوص ترميز «المجهول» مراجعة مقال ك. هوزيل (Christian Houzel) في: *Mathématiques en Méditerranée*, Edisud, France, pp. 65-67.

(٢٧) يشير رشدي راشد إلى اعتبار هذه الكلمة، من قبل اللغويين العرب، الأكثر لا تحديداً من بين الكلمات العربية («أنكر المنكرات»). فهي بالتالي أقرب إلى «اللا محدد» («l'indéterminée, X») من كلمة «المجهول» («l'inconnue, x»). ودور «اللا محدد»، X، في الجبر أعمّ من دور المجهول x.

(٢٨) انظر أيضاً [18].

التربيعية هو نفسه تصنيف الخوارزمي الذي نجده لاحقاً عند كاردان (Cardan)، وفييت (Viète).

## خلاصة

إن البحث الجبري، الذي بدأ مع الخوارزمي وتوابع مع خلفائه المباشرين ابن ترك وابن قرّة وأبي كامل، ولعلّت فيه مئات الأسماء قبل أن يصل إلى أوجه مع الكرجي والسموأل، في المنحى الحسابي، ومع الخيام وشرف الدين الطوسي، في المنحى الهندسي، وتواصل في التقليد العربي حتّى القرن الخامس عشر مع الكاشي والفارسي والقليصادي... وتواصل باللاتينية مع فيبوناتشي وكاردان وتارتاغليا وديكارت... يدلّ، كما قال د. راشد، على أنّه «انطلاقاً من هذا الكتاب فقط (أي كتاب الخوارزمي الجبري)، وليس من قبله بتاتاً، تكوّنت تقاليد البحث في الجبر وتطوّرت». وبتعبير «وليس من قبله بتاتاً» نظنّ أنّ د. راشد يشير إلى الفراغ الكليّ في الممارسات الجبريّة في الفترة التي تلت الكتاب الثاني من أصول أقليدس، أو تلك التي تلت كتاب المسائل العدديّة لديوفنطس، أو مؤلّفات

ما زالت الأبحاث المتعلقة بتأثير الجبر العربي في جبر أوروبا اللاتينية في بدايتها، وقد قدم د. راشد إسهاماً بشأن تأثير جبر الخيام وصلة القريّ التي تربطه بجبر ديكارت.

السيد هانتا الهندية. إنّ إطلاق هذا التيار من البحث، غير المسبوق، منذ القرن التاسع والمستمرّ إلى يومنا، والذي لن يتوقّف في مستقبل منظور، هو أحد أهمّ الأدلّة على كون كتاب الخوارزمي البداية لهذا العلم الجديد، الذي (والتاريخ يُنصف أحياناً) أخذ اسمه من هذا الكتاب □

## المراجع

- [1] آلارد، أندريه «تأثير الرياضيات العربيّة في الغرب في القرون الوسطى»، في: **موسوعة تاريخ العلوم العربية** (المرجع [١٩]، المذكور أدناه، مج ٢، ص ٦٦٩ - ٧٣٦).
- [2] السموأل، بن يحيى بن عباس المغربي. **الباهر في الجبر** = *Al-Bāhir en algebra d'As-Samaw'al*. تحقيق وتحليل صلاح أحمد وشدي راشد. دمشق: جامعة دمشق، ١٩٧٢. (سلسلة الكتب العلميّة؛ ١٠)
- [3] Anboubia, A. «L'Algèbre arabe aux IX<sup>e</sup> et X<sup>e</sup> siècles - Aperçu général.» *Journal for the History of Arabic Science* (Aleppo): vol. 1, no. 2, 1978, pp. 66 - 100.
- [4] بلّوستا، هيلين (Bellosta, H.). «استقبال العلم العربي في أوروبا.» في: **موسوعة العلاقات الاجتماعية بين العالم الإسلامي والغرب**. إشراف سمير سليمان. بيروت؛ طهران: مجمع التقريب بين المذاهب الإسلاميّة، ٢٠٠٩ (تحت الطبع).

[5] Dahan Delmico, A. et J. Peiffer, *Une histoire des mathématiques: Routes et dédales*. Paris: Seuil, 1986.

[6] Farès, N. «Le Calcul du maximum et la dérivée selon Sharaf al-Dīn al-Tūsī.» *Arabic Sciences and Philosophy*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1995, vol. 5.2, pp. 219-238.

[7] Farès, N. «Aspects analytiques dans la mathématique de Sharaf al-Dīn al-Tūsī.» *Historia Scientiarum: The History of Science Society of Japan* (Tokyo): vol. 5, no. 1, 1995, pp. 39-55.

[8] Farès, N. «Note sur le choix des courbes fait par al-Khayyām dans sa résolution des équations cubiques et comparaison avec la méthode de Descartes.» *Lebanese Science Journal* (CNRS, Beyrouth): vol. 6, no. 1, 2005, pp. 95-117.

[9] نقولا فارس. «قراءة في عدد من أعمال رشدي راشد حول بعض مظاهر عالمية العلم العربي: العلم العربي كمكوّن أساسي من مكونات العلم العالمي.» في: **تاريخ العلوم العربية: التفاعل العلمي بين الثقافات**. إعداد وترجمة فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي. بيروت: اللجنة الوطنية اللبنانية للتربية والعلم والثقافة (اليونيسكو)؛ المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (الألكسو)؛ الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم العربية، ٢٠٠٧. ص ١٥١ - ١٧٢.

[10] Houzel, C. «Œuvres mathématiques: Algèbre et géométrie au XII<sup>ème</sup> siècle; Sharaf al-Dīn al-Tūsī.» *Compte-rendu du livre du même titre; Gazette des mathématiciens*: no. 39, janvier, 1989, pp. 59-63.

[11] Houzel, C. «Sharaf al-Dīn al-Tūsī. et le polygone de Newton.» *Arabic Sciences and Philosophy*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1995. vol. 5.2, pp. 239 - 262.

[12] Houzel, C. *La Géométrie algébrique-Recherches historiques*. Paris: Librairie Blanchard, 2002.

[13] Rashed, Roshdi. *Diophante: Les Arithmétiques*, vol. 3, Livre IV. Paris: Les Belles Lettres, 1984. (Collection des Universités de France).

[14] Rashed, Roshdi. *Diophante: Les Arithmétiques*, vol. 4, Livres V, VI, VII. Paris: Les Belles Lettres, 1984. (Collection des Universités de France).

[15] راشد، رشدي. **تاريخ الرياضيات العربية بين الجبر والحساب**. ترجمة حسين زين الدين. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٨٩. (سلسلة تاريخ العلوم عند العرب؛ ١) عن صيغته الفرنسية: Rashed, Roshdi. *Entre arithmétique et algèbre: Recherches sur l'histoire des mathématiques arabes*. Paris: Les Belles Lettres, 1984.

[16] راشد، رشدي. **الجبر والهندسة في القرن الثاني عشر: مؤلفات شرف الدين الطوسي**. ترجمة نقولا فارس. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٩٨.

Rashed, Roshdi. *Sharaf al- : سلسلة تاريخ العلوم العربية ؛ ٥* عن الأصل الفرنسي : *Dīn al-Tūsī : Œuvres mathématiques. Algèbre et géométrie au XII<sup>e</sup> siècle*. Paris: Les Belles Lettres, 1986. 2 tomes.

[17] Rashed, Roshdi. «Indian Mathematics in Arabic.» paper presented at: *The Intersection of History and Mathematics*. Edited by Sasaki Chikara, Sugiura Mitsuo and Joseph W. Dauben. Basel; Boston, MA: Birkhuser-Verlag, 1994, pp. 143-148. (Science Networks Historical Studies; v. 15)

[18] Rashed, Roshdi. «Fibonacci et les Mathématiques arabes.» dans: *Micrologus*: vol. 2, 1994, pp. 145-160. Traduction italienne: Fibonacci e la matematica araba. dans: *Federico II e le scienze*, Palermo, pp. 324-337.

[19] **موسوعة تاريخ العلوم العربية**. إشراف رشدي راشد وريجيس مورلون. بيروت : مركز دراسات الوحدة العربية ، ١٩٩٧. ٣ ج (سلسلة تاريخ العلوم عند العرب ؛ ٤) نشرت الموسوعة بالإنكليزية : *Encyclopedia of the History of Arabic Science* : London: Routledge, 1996.

Rashed, Roshdi. (Sous la direction de, avec la collaboration de R. : وبالفرنسية : Morelon). *Histoire des sciences arabes*. Paris: Seuil, 1997

ومن ثم بلغات أخرى : الإسبانية والفارسية.

[20] Rashed, Roshdi. «Fibonacci et le prolongement latin des mathématiques arabes.» *Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche* (Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali): Anno XXIII, Numero 2, dicembre 2003, pp. 55-73.

[21] راشد، رشدي وبيجان وهاب زاده. **رياضيات عمر الخيام**. ترجمة نقولا فارس. بيروت : مركز دراسات الوحدة العربية ، ٢٠٠٥. عن الأصل الفرنسي : Rashed, R. et B. Vahabzadeh. *Al-Khayyām mathematician*. Paris: Librairie Blanchard, 1999.

[22] راشد، رشدي. **رياضيات الخوارزمي: تأسيس علم الجبر**. ترجمة نقولا فارس. بيروت : مركز دراسات الوحدة العربية ، ٢٠١٠. ترجمة عن الأصل الفرنسي : Rashed, R. *Al-Khwārizmī - Le commencement de l'algèbre*. Paris: Blanchard, 2007.

[23] راشد، رشدي. «تاريخ العلم والعطاء العلمي في الوطن العربي.» ورقة قدمت إلى : **تهيئة الإنسان العربي للعطاء العلمي: بحوث ومناقشات الندوة الفكرية التي نظمها مركز دراسات الوحدة العربية بالتعاون مع مؤسسة عبد الحميد شومان**. بيروت : مركز دراسات الوحدة العربية ، ١٩٨٥. ص ١٤٧ - ١٦٤.

[24] راشد، رشدي. «العلم في الحضارة الإسلامية والحداثة الكلاسيكية.» ورقة قدمت إلى : **اللقاء السوري - اللبناني حول البحث في التراث العلمي العربي**، صدر في مطلع كتاب : **أبحاث في التراث العلمي**، إعداد فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي. بيروت : منشورات الجامعة اللبنانية ، ٢٠٠٤. ص ١٩ - ٣٦؛ وُضع في الأصل بالفرنسية ، ص ٥ - ١٩.

*The Algebra of Mohamed ben Musa* . Edited and translated by Frederic Rosen. [25]

Zurich; New York: Georg Olms Verlag, 1986

المختصر في حساب الجبر والمقابلة. تحقيق وترجمة فردريك روزن. طبعة ١٨٣٠.

Taton, René (dir.). *Histoire générale des sciences*, vol. 1: *La Science antique et médiévale*. Paris: Presses Universitaires de France, 1957. 3 vols. [26]

Youschkevitch, Adolf P. *Les Mathématiques arabes (VIII<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècle)*. [27]

Traduction française de M. Cazenave et K. Jaouiche; préf. de René Taton. Paris:

J. Vrin, 1976. (Collection d'histoire des sciences; 2)

## صدر حديثاً

# تأثير العوامل السياسية في سياسة الإصلاح الاقتصادي في الجمهورية اليمنية

د. عدنان ياسين غالب المقطري



مركز دراسات الوحدة العربية

سلسلة أطروحات الدكتوراه (٨٤)

## تأثير العوامل السياسية في سياسة الإصلاح الاقتصادي في الجمهورية اليمنية

الدكتور عدنان ياسين غالب المقطري

يتركز موضوع هذا الكتاب في تأثير العوامل السياسية في عملية (الإصلاح الاقتصادي) في الجمهورية اليمنية. وترمز سياسة الإصلاح الاقتصادي عموماً إلى انفتاح الأسواق داخلياً وخارجياً، وإزالة القيود على نشاط القطاع الخاص المحلي والأجنبي، والتخفيف من ثقل الدولة في الحقل الاقتصادي والاجتماعي.

وقد أشارت الدراسة المتضمنة في هذا الكتاب، إلى أن هناك عدداً من العوامل السياسية التي كان لها تأثير بالغ في سياسة (الإصلاح الاقتصادي) بالتطبيق على الجمهورية اليمنية خلال الفترة ١٩٩٥ - ٢٠٠٥، وخاصة أدوار المؤسسات الرسمية من جهة أولى، والمؤسسات غير الرسمية، كالأحزاب وتجمعات القطاع الخاص والمنظمات المالية الدولية، من جهة ثانية.

وتخلص الدراسة إلى أن نجاح أية إصلاحات اقتصادية جديدة يتطلب توافر الإجماع الشعبي و الرسمي على ضرورة الإصلاح الشامل بكافة أبعاده السياسية والاقتصادية والاجتماعية، والإدارية، في ظل منظومة تشريعية ودستورية ملائمة.

٤٤٨ صفحة

الثمن: ١٨ دولاراً

أو ما يعادلها