

(فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي)

حول تكون النظريات الرياضية على مثال جبر الخوارزمي

محمد يوسف الحجيري

حول تكوّن النظريات الرياضية على مثال جبر الخوارزمي

محمد يوسف الحجيري
(فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي)
houjairi@hotmail.com

١ - مُقدِّمة

لقد بقي تاريخ العلم العربي، ومنه الرياضي-الهندسي، مغموراً فترةً طويلة. وعلى عكس ما كان سائداً منذ فترة قصيرة لا تتجاوز عشرات السنين، تُشير غالبية نتائج تحقيق المخطوطات العلمية العربية ودراساتها، إلى أنّ لعلماء الحقبة العربية دورهم الذاتي الكبير، ليس في تطوير العلوم الرياضية وتثبيت أصولها النظرية فحسب، بل أيضاً في تسريع عجلة التطور العلمي. إثر نشوء الخلافة الإسلامية، أدّت مركزه المعارف العلمية في لغة الضاد إلى بروز نظم واكتشافات علمية لم يعهدها التاريخ من قبل، وكُتبت كلها بالعربية: كالجبر عند الخوارزمي وأبي كامل، والبصريات والفلك ورياضيات اللامتناهية في الصغر عند ابن الهيثم، والمعادلات الجبرية عند الخيام، والأكر عند ابن عراق والحجندی والبوزجاني الخ. ونشير هنا إلى أنّه في الوقت الذي نجد فيه فئة طليعية من علماء ذلك العصر ترابط على الجبهة الأولى للبحث العلمي، تطالعنا أيضاً فئة طليعية أخرى من العلماء تعكف على دراسة وتحليل وتصويب وتطوير التراث العلمي الموروث من الأمم السالفة. ولذلك نجد في اللغة العربية العديد من الشروحات والإصلاحات لكُتُب علماء اليونان. ونذكر هنا بتعدد الكتابات والشروحات والتفحيحات العربية التي تناولت أعمال علماء اليونان القدماء كأرشميدس وإقليدس وأبولونيوس وثيودوسيوس الطرابلسي ومانالاوس السكندري وسواهم.

- **فرضية الحتمية في البعد التاريخي:** لا ريب في أنّ التحوّلات الاقتصادية والسياسية الجذرية التي واكبت نشوء الخلافة الإسلامية قد أدّت إلى تحوّلات نوعيّة رديفة في البنيّتين الثقافية والعلمية للشعوب التي عاشت في ظلّ الحكم الجديد. وقد امتدّت سلطته تلك الخلافة على رقعة جغرافية مترامية الأطراف، تحدّها الصين شرقاً وإسبانيا الأندلسية غرباً. وتعدّدت وتفاوتت ثقافات وتقاليد ولغات ومعارف تلك الشعوب. وبغض النظر عمّا وفرته النتائج الأكيدة المترتبة على اندماج وانصهار ثقافيتين قلّ نظيرهما في التاريخ من أرضية خصبة لتطور المعارف العلمية، لا يمكننا قطعاً أن نحسب تطوّر المعرفة العلمية في الحقبة العربية مجرد قيمة مضافة أفضت إليها حركة ترجمة نشطة (كما كان يعتقد الكثيرون من

فلاسفة ومؤرخي العلوم الغربيين)، أو ظاهرة اندماجية بين شعوب مختلفة. وذلك أن تطوير العلوم في ظل امبرطورية مترامية الأطراف تفرضه موضوعياً - وقبل كل شيء - ضرورات اقتصادية وسياسية لا يمكن تجاهلها البتة. فاكشاف مبرهنة الجيوب مثلاً وتطور علم الأكر في تلك الحقبة لم يكونا حصيلة مجرد ترجمة، أو ترف فكري، أو تبادل لخبرات الشعوب والثقافات، لا بل ارتبط هذا الاكتشاف وذلك التطور جدلياً بمسائل التقويم وظواهر الفلك، والجغرافية الرياضية، وحركة المواصلات والإبحار التي كانت شأنًا حيويًا مباشراً من شؤون الدولة، له أهميته وأبعاده السياسية والاقتصادية والتنظيمية، وحتى العسكرية والاستراتيجية إذا صحَّ القول. لقد تطور العلم العربي سريعاً إذاً، ولضروراتٍ وعللٍ كامنة تعود جذورها المعرفية والتاريخية والفلسفية، في المقام الأول، إلى مركزية اقتصادية وسياسية وعسكرية غير مسبقة، وتعود في المقام الثاني إلى ظاهرة انصهار عملاقٍ لتقاليد متعددة، وإلى توحيد لغة التواصل (اللغة العربية) التي استقطبت بالزوم التكاملية كل المعارف العلمية السابقة، وذلك عبر حركة ترجمة حيثة لم يشهد التاريخ السابق مثيلاً لها أيضاً.

٢- المنحى التاريخي لتطور علم الجبر في الشرق العربي

نهدف هنا إلى استعراض جزئي مبسط وسريع للمسار "النظري - المعرفي" الذي يمثله تطور علم الجبر في الحقبة العربية وإلى رصد فروعه وتشعباته.

لقد تطور الجبر العربي على مسارين منفصلين: المسار الحسابي والمسار الهندسي بدءاً بالخوارزمي (٧٨٧-٨٥٠) والماهاني (٨٨٠-٩٠٠) والخازن (٩٦١-٩٧٣)، والبيروني (٩٧٣-١٠٥٠) وأبي نصر بن عراق... وصولاً إلى قمة تطوره في الأعمال الجبرية لعمر الخيام (١٠٤٨-١١٣١). وبذلك يكون تطور الجبر في الشرق العربي قد تحرك في اتجاهين رئيسيين وهما: الجبر الحسابي والجبر الهندسي، ولكننا لن نخوض في تفاصيل هذا الأمر، وسنكتفي بتناول التطور المتعلق بنظرية المعادلات.

٢-١ ظهور علم الجبر ومؤلف الخوارزمي (٧٨٧ - ٨٥٠) - الكتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة

يُعتبر تشكُّل المفهوم الرياضي المجرد قفزة نوعية تاريخية فاصلة بين المستوى الحدسي التجريبي والمستوى النظري المجرد، فإدراك "مقدار فعلي معين" يختلف نوعياً عن إدراك مفهوم "متغير ما في مجموعة المقادير". وحل "معادلة جبرية معينة" من الدرجة الثانية يختلف نوعياً أيضاً عن مسألة البحث عن حل "المعادلة الجبرية من الدرجة الثانية بشكلها المجرد العام"، وإعطاء برهانٍ لـ "مسألة هندسية معينة" يتباين نوعياً مع بناء نظرية شمولية قادرة على حل جملة من المسائل الهندسية دفعة واحدة. إنَّ تكون مفهوم "الأصابع الخمس" قد سبق بزمانٍ طويل - وهذا لاشك فيه - تكون مفهوم العدد "خمسة"، وكذلك الأمر، فإنَّ تكون

مفهوم "شجرة التين" قد سبق بزمنٍ طويلٍ تَكُونُ مفهوم "الشجرة" بالمعنى الشموليّ للكلمة. ومن البديهيّ أن تُمثّل ظاهرة الانتقال من "المفهوم الحسيّ الملموس" إلى "المفهوم المجرد" - من حيث الأبعاد المعرفيّة - قفزةً نوعيّةً في مسيرة التطوّر العلميّ، ولكنّ تبلور هذه القفزة النوعيّة قد يستغرق ألاف السنين. إنّ المفاهيم المجردة هي اللّبنات الأساسيّة التي تُبنى منها الاستدلالات وأشكال التفكير في مستواها النظريّ، وذلك بواسطة لغة نظريّة خاصّة تلعب دور الجسد الذي يحمل هذه المفاهيم. أما تَكُونُ النظريّات الرياضيّة (أي النماذج النظريّة) فهو أمرٌ أكثر تعقيداً بكثير من تَكُونُ المفاهيم الرياضيّة المجردة، وهو يتطلّب أسوةً بالمفاهيم المجردة لغةً خاصّةً موسّعةً (ما وراء اللّغة) قادرةً، ليس على حمل الاستدلالات فحسب، بل على جعل التعاطي معها و"تحريكها" أمراً سهلاً ومُمكنًا. ولمّا كانت الرياضيّات علماً يتناول دراسة الأشكال الفضائيّة والعلاقات الكميّة في الواقع الموضوعيّ، فقد تجسّدت ملامح الشقّ الأوّل من هذا التحديد المعرفيّ بظهور تاريخيّ للهندسة الإقليديّة كنموذجٍ رياضيّ للأشكال الفضائيّة، حيث تَكُونُ المفاهيم المجردة في هذا العلم تبعاً وفي فترة تاريخيّة مديدة ساهمت فيها التقاليد المختلفة. وتبلورت بشكل نظريّة مكتملة - وذلك بكلّ ما لكلمة نظريّة على المستوى النظريّ من معنى - عند إقليدس في كتاب الأصول. أما الشقّ الثاني للتحديد، أي الشقّ المتعلّق بالعلاقات الكميّة، فقد لَقِيَ تطوّرًا نوعيًا في تبلوره، وعلى المستوى النظريّ الأكيد، لدى الخوارزميّ الذي أرسى أسس علمٍ جديدٍ بمفاهيمه ومنهجيّته وأهدافه، وقدرته الشموليّة الكامنة على تمّذجة مجموعة ضخمّة من العلاقات الكميّة لظواهر وأشياء الواقع المحسوس. ومن الطبيعيّ أن تتفاوت المفاهيم المجردة فيما بينها، من حيث صعوبة أو سهولة إدراكها ومن حيث الوصول إليها. فمفهوما الدائرة والمستقيم، مثلاً، أبسط نسبياً من مفهوم "الجذر" (بالمعنى الذي ورد فيه في جبر الخوارزميّ وتطوّر اللاحق)، وذلك لارتباطهما المباشر بالواقع الملموس، فالدائرة تجريدٌ مباشرٌ لقرص الشمس والقمر، والخطّ المستقيم تجريدٌ لاستقامة الخيط المشدود من طرفيّه، ويترك هذا الأمر - لا ريب في ذلك - تأثيره في مجال أسبقيّة تَكُونُ النظريّات العلميّة، وهذا بالفعل ما نراه: فلقد تبلورت نظريّة الهندسة الإقليديّة قبل ظهور علم الجبر بعدة قرون.

إن الإشكاليات ذات الطابع المعرفيّ - المنطقيّ التي تواكب بناء النظريّة الرياضيّة لا تنتهي في مرحلة معيّنة من تطوّر هذه النظريّة، فمسائل الاكتمال وعدم التناقض وأساليب التأويل تُشكّلُ أموراً مُلازمةً لكلّ نظريّة رياضيّة. وبغضّ النظر عن الضرورات التي تفرض علينا الاستعانة بأساليب من خارج النظريّة، نستطيع الجزم بأنّه يُوجد:

١ - ميلٌ موضوعيّ (مستقلٌّ عن المسائل المنفصلة وعن إرادة الباحث) إلى تطوير النظريّة الرياضيّة، وهذا الأمر يأتي كردّ لا مفرّ منه على مسألة الاكتمال المنطقيّ. وفي هذه الحالة تُضاف إلى النظريّة الرياضيّة موضوعاتٌ جديدةٌ مأخوذة من مكانٍ آخر (من نظريّة ثانية).

توسّع هذه الموضوعات النظرية القديمة، فيظهر عندنا بناءً نظريّ جديدٌ أغنى من البناء الذي امتلكته النظرية الأولى.

٢- ميلٌ موضوعيٌّ لاستبعاد "التناقض المنطقي"، الأمر الذي يدفعنا بالضرورة للتثبت من خلوّ النظرية الرياضية من التناقض وذلك عبّر تأويلها بواسطة نظرية رياضية أخرى "غير مشكوك فيها". وتكتسب تقنية التأويل هذه أهمية بالغة لأنها تُفسح المجال أمام الانتقال من نموذج رياضيّ إلى نموذج آخر، بحجة التطابق الناتج من علاقة التأويل.

نرى أنّ "دمج" النظريات الرياضية وتداخلها فيما بينها أمورٌ موضوعيّة، تفرضها دوافعٌ كامنة لها صلة مباشرة بمقولاتي الاكتمال النظريّ وعدم التناقض. وهذا ما حدث بالفعل بين الهندسة الإقليدية وجبر الخوارزمي، وبين طرق الاستنفاد - أي بذور الطرق التحليلية - والهندسة الإقليدية.

بين عامي ٨١٣ و ٨٣٣ أي في عهد المأمون كتب محمد بن موسى الخوارزمي (٧٨٧ - ٨٥٠) في بغداد، مؤلفه الشهير الكتاب المختصر في الجبر والمقابلة. ولأول مرة في التاريخ صيغت الكلمة "جبر" وظهرت تحت عنوان يُدلّ به على علمٍ لم تتأكّد استقلاليتُه بالإسم الذي خُصّ به فحسب، بل ترسّخ كذلك مع تصوّر لمفرداتٍ تقنية جديدة مُعدّة للدلالة على الأشياء والعمليات. كان الحدث بالغ الأهمية، وقد اعترف بأهميته هذه المؤرخون القدماء والمحدثون على السواء، كما لم تخف أهميته على رياضيي تلك الحقبة، إذ لم يتأخّر الرياضيون حتّى أثناء حياة الخوارزمي، فضلاً عنّ جاء بعده، في شرح وتفسير كتابه. وسنكتفي بذكر أسماء بعض من أتى مباشرة بعده، ومنهم: عبد الحميد بن ترك، ثابت بن قرّة، الصيداني، سنان بن الفتح، أبو كامل (٨٥٠-٩٣٣ م)، أبو الوفاء البوزجاني. ونفهم دون عناء أنّ بين هؤلاء الشارحين من كان ذا مساهماتٍ أساسية في تأسيس علم الجبر.

يُختصر أهم ما يميّز كتاب الخوارزمي من وجهة النظر المعرفية - المنطقية بما يلي:

- ١- إدخال الخوارزمي لمفاهيم مجردة جديدة: "الجزر" أو "الشيء"؛ المال (مربع الشيء)...
- ٢- إخضاع المفاهيم المجردة التي أدخلت لعمليات جبرية تُعمّم العمليات الحسابية المعروفة على المقادير والأعداد.
- ٣- طرح الشموليّ لأهداف هذا العلم بشكلٍ عمليّ، عبّر تصنيف المعادلات الجبرية من الدرجة الثانية والأولى إلى ستّة أصنافٍ، وإعطاء خوارزميات الحلول لهذه المعادلات. فبذلك يكون الخوارزمي قد أعطى نموذجاً رياضياً مبتكراً، لم يذكره أحدٌ من سابقه، ويمتلك كلّ مواصفات النظرية الرياضية من حيث اللغة الخاصة وقواعد العلاقات التي تربط كائنات هذا النموذج فيما بينها.

ملاحظات حول كتاب الخوارزمي:

أ- بغض النظر عما يحتويه كتاب الخوارزمي من حلول للمعادلات وحسابات وبراهين مبتكرة، تتمحور أهميته الكبرى حول منهجيته النظرية الموحدة، والهادفة إلى حل مجموعة ضخمة من المسائل باستخدام هذه المنهجية النظرية. (وهذه هي السمة الأساسية للنظريات العلمية، حيث يُفترض بالنظرية العلمية أن تفسر مجموعة ضخمة من الظواهر استناداً إلى مجموعة من القوانين النظرية المترابطة). يقول الخوارزمي بهذا الصدد: "...توفير كتاب موجز للناس يعالجون فيه مسائلهم الحسابية ومبادلاتهم التجارية، وميراثهم، ومسح أراضيهم". فهدف الخوارزمي واضح إذن لم يتصوره أحد من قبله، وهو بناء نظرية للمعادلات التي تُحلُّ بالجدور والتي يُمكن أن تُردَّ إليها مسائل الحساب والهندسة على السواء

ب- أعطى الخوارزمي تعليقات هندسية لحلوله الجبرية "الخوارزمية" المتعلقة بالمعادلات من الدرجة الثانية ثلاثية الحدود، تُذكرنا بالكتاب الثاني لإقليدس. وتمتلك هذه "التعليقات الهندسية" أسبابها ودوافعها المنطقية، وهي بالطبع ليست وليدة عفوية لدى الخوارزمي في عرض بنائه الرياضي. ونستطيع أن نورد الفرضيات التالية التي تصلح أن تشكل أسباباً ودوافع معقولة لهذا الأمر:

١- من الممكن أن يكون الخوارزمي قد رمى من وراء ذلك إلى إظهار واختبار "شرعية" تطبيقه العمليات الحسابية على الكائنات الجبرية المجردة المدخلة، مستعيناً بالأساليب الهندسية التي توفر إمكانية جيدة للتصور الملموس. إضافةً إلى احتمال قيامه بذلك بُغية المقارنة بين الأسلوبين الجبري والهندسي، وصولاً إلى إظهار أفضلية الأسلوب الأول.

٢- من الممكن أن يكون الخوارزمي قد أراد "شرعنة" نظريته (أي بلغة حديثة: إقامة الدليل على عدم تناقضها) وذلك عبر تأويلها هندسياً، أي بواسطة نظرية معروفة آنذاك "لا يُشكَّ بها". وهذا الأمر مهم أيضاً لأنَّ تعميم العمليات الجبرية على مفاهيم نظرية مجردة مُدخلة قد يبدو غير اعتياديّ ويثير الشكوك حول خرق مبادئ المنطق، وفي طليعتها مبدأ الهوية ومتطلباته.

٣- من الممكن أن يكون الخوارزمي قد هدف إلى "إظهار" استقلالية العمليات الجبرية والنتائج المترتبة عليها عن طبيعة الأشياء التي ترمز إليها (من أعداد وأطوال ومساحات وحجوم)، وبلغة أخرى لربما أراد الخوارزمي من خلال ذلك "تجريد المفاهيم الجبرية" عن أصولها الملموسة، الهندسية وغيرها. وتجدر الإشارة هنا إلى أنَّ عمل عمر الحيام (١٠٤٨-١١٣١) نحا في الاتجاه نفسه، عند معالجته لوحد القياس، ولكنه ذهب أبعد من ذلك.

ج- من الملفت للنظر، أنَّ الخوارزمي يُدخل في لغة "جبره" مفهوم "الشيء" و"المال"، علماً بأنَّ هذا الأخير يَنُتْج من "الشيء" بتطبيق العمليات الجبرية (الضرب)؛ ولا يتعدى الخوارزمي بتحديدده ذلك، لإدخال مفهوم "الكعب" وما يليه من قوى أخرى

للمجهول. لا مكان هنا لمناقشة هذه التساؤلات ، ولكن، مهما كان التفسيرُ فإنه أقلُّ من كافٍ لاعتبار "جبر" الخوارزميِّ مجردَ نظريّةٍ على المستوى الحدسيِّ، وذلك أن مواصفات هذا الجبر تبقيه، على الرّغم من كلّ شيءٍ، أقربَ بكثيرٍ إلى النظريّةِ على المستوى النظريِّ الأوّلِي.

٢-٢ تطوّر الجبر في الشرق العربيّ حتّى الخيام

جری هذا التطوُّرُ على محورَينِ رئيسيّين: الجبر الحِسابيّ و الجبر الهندسيّ. ومن الصعب هنا التوقُّفُ عند كلِّ الرياضيّين الذين اشتغلوا في هذا العلم، ولكنّا سنحاول التوقُّفَ قليلاً عند بعضهم:

نجد عند ابن ترك (القرن التاسع) نوعاً جديداً من البراهين الهندسيّة، وتحليلاً أشمل الخوارزميّات حلّ المعادلات من الدرجة الثانية. كما أنّنا نجد عند ثابت بن قزّة (٨٣٦-٩٠١) براهين لقواعد حلّ المعادلات الرابعة والخامسة والسادسة، وفُقّ تصنيف الخوارزميّ، وذلك استناداً إلى قضيتيّ إقليدس الخامسة والسادسة اللّتين وردتا في كتابه الثاني من الأصول. كما أعطى أبو بكر الكرجيّ (١٠١٠) حلولاً لمعادلات من درجات عليا عبّر ردها إلى معادلات من الدرجة الثانية. وقد نال جبرُ المعادلات من الدرجة الثانية تطوّراً ملحوظاً في كتاب أبي كامل (٨٥٠-٩٣٠)، كتاب الجبر والمقابلة، حيث يُجري أبو كامل بسهولةٍ وتقنيّةٍ عاليةٍ تحويلاتٍ مختلفةً على العبارات الجبريّة غير المنطّقة، وقد خلا كتابه المذكور من التطبيقات الهندسيّة. وكان أبو كامل قد كرّس لهذه التطبيقات مؤلفاً خاصّاً، تُستعمل فيه المعادلات الجبريّة من الدرجة الثانية، لحلّ مسائلٍ مختلفةٍ تتعلّق بحساب عناصرٍ مُحَمَّس ومُعشّر الأضلاع المنتظِمين المحاطين أو المحيطين بدائرة. ونجدُ عند هذا الرياضي مثلاً مثيراً للاهتمام، حيث يُخرِّق مبدأ التجانس الكلاسيكيّ، وحيث نرى بوضوح أنّ المفاهيم الجبريّة مستمرةً بالتحرّر شيئاً فشيئاً من أصولها الهندسيّة، لتصل إلى القمّة في ذلك عند الحّيّام. ويتمحورُ المثلُ المذكورُ حول حساب ارتفاع مثلثٍ متساوي الأضلاع، بحيث يكون مجموع مساحته مع ارتفاعه مساوياً لعشرة.

المعادلات من الدرجة الثالثة وما فوق

يقول عمر الخيام في رسالته في الجبر والمقابلة: "إنَّ أحدَ المعاني التعليميّة المُحتاج إليها في جزءِ الحكمةِ المعروفِ بالرياضيّ هو صناعةُ الجبر والمقابلة، الموضوعُ لاستخراج المجهولات العددية والمساحيّة، وإنَّ فيها أصنافاً يُحتاجُ فيها إلى أصنافٍ من المقدمات مُعاصرةٌ جداً، مُتعدّدٌ حلُّها على أكثرِ الناظرين فيها. أمّا المتقدّمون فلم يصل إلينا منهم كلامٌ فيها، لَعَلَّهم لم يفتنّوها لها بعدَ الطلب والنظر أو لم يَضطّرّ البحثُ إليّاهم إلى النظر فيها، أو لم

^١ مشتقة من كلمة "العَوَصُ" التي تعني نقيض الإمكان واليُسْر

يُنقل إلى لساننا كلامهم فيها. وأما المتأخرون فقد عَنَ للماهانيّ منهم تحليلُ المقدمة التي استعملها أرشميدسُ مسلّمةً في الشكل الرابع من المقالة الثانية من كتابه في الكرة والأسطوانة - بالجبر، فتأدّى إلى كِعبٍ وأموالٍ وأعدادٍ مُتَعَادِلَةٍ، فلم يَتَّفَقْ له حلُّها بعد أن أفكر فيها ملياً. فجزم القضاء بأنّه مُمتنعٌ، حتّى نَبَعَ أبو جعفر الخازن وحلّها بالقُطوع المخروطيّة، ثم افتقر بعده جماعةٌ من المهندسين إلى عدّة أصنافٍ منها، فبعضهم حلَّ البعض، وليس لواحدٍ منهم في تعديد أصنافها وتحصيل أنواع كلّ صنفٍ منها والبرهان عليه كلامٌ يُعْتَدُّ به، إلا على صنفين سأذكرهما. وإيّي، لم أزل، كنتُ شديدَ الحرص على تحقيق جميع أصنافها وتمييز الممكن من الممتنع في أنواع كلّ صنفٍ ببراهين، لمعرفتي بأنّ الحاجة إليها في مشكلات المسائل ماسّةٌ جدّاً..".

نرى من كلام الخيّام، أن دراسة الماهانيّ (حوالي ٨٨٠ م.) الجبريّة لمسألة أرشميدس حول قِسْمَةِ الكُرّة بواسطة مُسْتَوٍ إلى قِسْمَيْن مُتناسِبَيْن بالحجوم بقدرٍ معلوم، قد شكّلت نقطة انطلاقٍ لدراسة المعادلات التكميبيّة. ومن المعروف أنّ العلماء العرب لم يكونوا على اطلاع على حلول هذه المسألة التي وردت عند أرشميدس ومن لحقه من علماء اليونان. لقد عبّر الماهانيّ عن المسألة (بلغةٍ جديدة، هي لغة الجبر: المعادلات) بمعادلةٍ جبريّة. تمكّن لاحقاً عدّة رياضيين من القرن العاشر، ومنهم الخازن (القرن العاشر) وابن الهيثم (٩٦٥ - ١٠٣٩) من إعطاء تركيبٍ هندسيٍّ للمجهول عبّرَ تمثيله (بلغة اليوم) كإحداثيّةٍ سينيّةٍ لنقطة التقاء قِطْعَيْنٍ مخروطيّين مُتَقَيِّينَ بشكلٍ ملائم. ومعروفٌ الآن، أنّ هذه الطريقة تعودُ إلى التقليد اليونانيّ (لقد استعملت على وجه المثل من قبل أودكس في مسألة إضعاف المكعب). وفي القرن العاشر، ووفق ما ورد عند الخيّام، قد جرى التعبيرُ بمعادلاتٍ من درجاتٍ مرتفعةٍ عن عددٍ من مسائل الهندسة، والفيزياء، وعلم المثلثات. ومن هذه المسائل مثلاً: (١) مسألة تركيب قِطْعَةٍ كُرَوِيّةٍ بحيث يكون حجمها أو مساحتها الكرويّة معلومين؛ (٢) مسألة إثلاث الزاوية؛ (٣) مسائل تركيب أضلاع مُخَمَّسٍ ومُسَبَّعٍ الأضلاع المنتظمين... وتؤدّي كلّ هذه المسائل، عند استعمالنا "لغة الخوارزميّ الجبريّة"، إلى ظهور معادلاتٍ من الدرجة الثالثة. وقد ظهرت معادلات الدرجة الرابعة لأوّل مرةٍ في التاريخ في كتاب المناظر لابن الهيثم، فقد أدّت إلى ذلك محاولة ابن الهيثم تحديد مكان انعكاس نقطة مضيئة على مرآة أسطوانيّة الشكل، بحيث يكون موضع العين والنقطة المضيئة معلومين. وقد حلّ ابنُ الهيثم هذه المعادلة بتقاطع قِطْعٍ زائدٍ ودائرة.

لقد بلغت النجاحاتُ المحقّقة في مجال المعادلات التكميبيّة حدّاً كبيراً. وقد فتحت هذه التراكماتُ من المعلوماتِ البابَ أمام إمكانيّة بناء نظريّة مُعمّمةٍ للنتائج الملموسة. وهذا ما قام به بالفعل عمر الخيّام.

وختاماً، يبقى أن نُشيرَ إلى أنّ ما ذكرناه عن نشوء وتطوّر البُنى النظريّة لعلم الجبر

والمعادلات في التقليد العلمي العربي، لا يمثل أكثر من نقطة ضئيلة في بحرٍ من النتائج والاكتشافات العلمية المُبهرّة التي يعود الفضل فيها إلى علماء الحقبة العربيّة. ولا زالت غالبية تلك الاكتشافات مغمورةً وغيرَ مدروسة تنتظر الباحثين ومؤرّخي العلوم في طيّات المخطوطات القديمة. وبُعيّة إقامة الدليل على صدق ما نقول، حسبنا أن نذكّر بوجود عشرات ألوف المخطوطات العربيّة العلميّة غير المحقّقة وغير المدروسة والمُبعثرة في مكتبات دولٍ مُختلفة، وحسبنا في ذلك أيضاً أن نذكّر بعددٍ من النظريّات الرياضيّة كعلمي المثلثات والبصريّات وبععض النتائج العلميّة التي تُسبت خطأً إلى علماء من القرون المتأخّرة وصولاً إلى القرن الثامن عشر، ليتبيّن لاحقاً أنّ اكتشاف تلك النتائج يعود بالأصل إلى علماء من التقليد العربي، ومثال ذلك: استعمالُ شرف الدين الطوسي في مَعْرِض حساباته الحدودَ القُصوى عَدَمَ عباراتٍ جبريّةٍ مُعادِلَةٍ لَعَدَمِ المُشتقّ، وهي نتائج تُنسبُ إلى فيرما وديكارت! وكذلك الأمر في استخدام ابن عراقِ المُثلث القطبيّ في مَعْرِضِ إقامته الدليل على مبرهنة الجيوب، حيث يُنسبُ استخدامُ وإدخالِ المُثلث المذكور إلى رياضيّ القرن السابع عشر، وكذلك الامر في تحديد ابن الهيثم الفضاء المتريّ الذي يُنسبُ إلى فريشي.(بداية القرن العشرين!).



الجمهورية اللبنانية
كلية الهندسة
الفرع الأول

السيرة الذاتية

للدكتور: مُحَمَّد يوسُف الحُجيريّ

- الاسم : مُحَمَّد
- الكنية : الحُجيريّ
- اسم الأب : يوسُف
- الجنسية : لبنانيّ
- مكان وتاريخ الولادة : مولود في بلدة عرسال (قضاء بعلبك) في الثامن من آذار العام ١٩٥٦ .
- مكان ورقم القيد : عرسال ٢٣٢ (شمال)
- محل الإقامة : طرابلس - مستديرة الملعب البلديّ، بناية سنتر الملعب البلديّ، طابق أوّل.
- تلفون (شخصي) : ٧٠٤٠٦٨ (٠٣) أو ٢٠٥١٩٢ (٠٦)
- الوضع العائليّ : متاهل، أب لأربعة أولاد

Mohamad AL-HOUJAIRI,
Université Libanaise, Faculté de Génie I, Tripoli-
Liban
Tel.: (00961)-6-385088, Fax: (00961)-6-385089.
E-mail: houjairi@hotmail.com

للمراسلات والاتصالات (عنوان العمل):
كلية الهندسة - الفرع الأوّل -
طرابلس
القبة - شارع الأرز

السيرة الذاتية للدكتور مُحَمَّد يوسُف الحُجيريّ. ١

٢٠١٢/١٠/٠٣

• الخبرة في التعليم الجامعي

- ① تشرين أول ١٩٨٨ – أيلول ١٩٩٩ : مُتَعاقِد متفرّع في كُليّة الهندسة – الفرع الأوّل.
 ② أيلول ١٩٩٩ – وحتى الآن : أستاذ محاضر في ملاك الجامعة اللبنانية، كُليّة الهندسة – الفرع الأوّل.
 • العمل الحالي : أستاذ مادّة الرياضيّات في كُليّة الهندسة – الفرع الأوّل (طرابلس).

• حيازة الشهادات :

- ① حائز على شهادة التعليم الثانوي اللبنانية (فرع الرياضيّات) سنة ١٩٧٥ من ثانوية رأس بعلبك الرسميّة.
 ② (١٩٧٦ – ١٩٨٢) شهادة ماجستير (Master of science) في العلوم الرياضيّة بدرجة مُتمّاز من الاتحاد السوفيتي.
 ③ حائز على شهادة الكفاءة في تعليم الرياضيّات من الاتحاد السوفيتي في سنة ١٩٨٢.
 ④ (١٩٨٢ – ١٩٨٧) حيازة دكتوراه (Ph.D.) في العلوم الفيزيائيّة – الرياضيّة من معهد الرياضيّات ومركز الإحصاء التابع لأكاديمية العلوم السوفيتيّة (فرع مولدافيا السوفيتيّة) سنة ١٩٨٧، بالاختصاص التالي: المنطق الرياضي، والجبر، ونظرية الأعداد. وتحمل أطروحة الدكتوراه العنوان التالي:
 “Algèbres de Bol des couples involutifs de rang 1”
 ⑤ ٢٠٠٥ حيازة دكتوراه ثانية في فلسفة وتاريخ العلوم والتقنيّة من جامعة باريس ٧. موضوع الأطروحة: الهندسة الكروية في موسوعة ابن هود الرياضيّة المعروفة بالاستكمال.
 • المنشورات العلميّة : أربع عشرة مقالة في مجال الرياضيّات وفلسفتها وتاريخها، منشورة في مجلّات وكتب علميّة مختلفة:

1) ARTICLES SCIENTIFIQUES

1. AL-HOUJAIRI Mohamad. Algèbres de Bol, associées aux couples symétrique $so(n+1)/so(n)$. Collection "Matériaux de la 7ème conférence des jeunes savants". Issue de 12 Juillet 1984 pp. 16-18. Institut de l'information scientifique et technique de l'U.R..S.S (en russe)

2. AL-HOUJAIRI Mohamad. Les algèbres de Bol, associées aux espaces de courbure constante Collection : "Problèmes des tissus et des quasigroupes ". Issue de 1985. pp 20-

السيرة الذاتية للدكتور مُحمّد يوسف الحجيري. ٢

٢٠١٢/١٠/٠٣

25. Edition de l'Université de Kalinin. (en russe)

3. AL-HOUJAIRI Mohamad. Algèbres de Bol, associées aux couples symétriques $su(n+1)/s(u(n) \oplus u(1))$. Collection "Travaux de la 8ème conférence des jeunes savants". Série Math., Ph., Ch. Issue du 25 mai 1985. pp. 179-182. Institut de l'information scientifique et technique de l'U.R.S.S (en russe)

4. AL-HOUJAIRI Mohamad. Algèbres de Bol, associées aux couples symétriques $sp(n+1)/sp(n) \oplus sp(1)$. Collection "Travaux de la 9ème conférence des jeunes savants". Série Math., Ph., Ch. Issue du 25/9/86. pp.9-11. Institut de l'information scientifique et technique de l'URSS.(en russe)

5. AL-HOUJAIRI Mohamad. Algèbres de Bol, associées aux couples involutives $su(n+1)/s(u(n) \oplus u(1))$, $sp(n+1)/sp(n) \oplus sp(1)$, $f_4/so(9)$. Collection " Tissus et quasigroupes Université d'Etat de Kalinin. Issue de 1987. pp 10-13. (En russe)

6. AL-HOUJAIRI Mohamad, Système numérique de la mécanique déterministe, Journal Scientifique Libanais, vol.4, N 2, 2003, pp.87-93.

7. AL-HOUJAIRI Mohamad, les géométries non euclidiennes et le cinquième postulat. Dans le Livre Recherches sur la tradition scientifique arabe; actes de la «Rencontre Syro-Linanaise de Recherche sur la Tradition Scientifique Arabe». Publication de l'Université Libanaise, section des études historiques, XLVI, Beyrouth, 2004 (en arabe)

8. AL-HOUJAIRI Mohamad, FARÈS Nicolas. Classification des systèmes triples de Lie de dimension 3 sur le corps $\mathbb{C}$. Journal Scientifique Libanais, vol.4, N 1, 2003, pp.129-137.

9. AL-HOUJAIRI Mohammed, Déterminisme et conventionnalisme dans la construction des systèmes numériques. Dans le livre « De Bagdad à Paris, Hommage à Roshdi Rashed », édité sous la direction de Régis Morelon et Ahmad Hasnaoui, Paris 2006, Institut du Monde Arabe.

10. AL-HOUJAIRI Mohamad, Sur quelques théorèmes sphériques dans le livre d'al-Istikmāl d'Ibn Hūd. Dans le livre « L'histoire des sciences arabes, Interaction scientifique des cultures », Beyrouth - Liban 2007.

11. Roshdi Rashed et Mohamad Al-Houjairi, "Sur un théorème de géométrie sphérique: Théodose, Ménélaüs, Ibn 'Irāq et Ibn Hūd", Arabic Sciences and Philosophy, vol. 20, N° 2, 2010, p. 207-253.

12. M. Bernard, N. Moubayed, M. Al-Houjairi, "A Survey on the periodic Hyperbolic Functions". A.M.S.E. Advances in Modelling & Analysis, A Mathematical, 2011 – Vol. 48, N° 2, pp 15-26.

13 Mohamad Al-Houjairi, "SUR LES COMMENTAIRES DES THEOREMES III-1 ET III-22

DE MÉNÉLAÛS DANS AL-ISTIKMĀL D'IBN HŪD" ACTAS de la ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS, CORDOBA - REPUBLICA ARGENTINA, 2012, TOMO XV, pp 11-25.

14 Mohamad Al-Houjairi, "SUR L'HISTOIRE DU CINQUIÈME POSTULAT D'EUCLIDE". J. HANDASSA, ORDER OF ENGINEERS & ARCHITECTS OF TRIPOLI – SCIENTIFIC COMMITTEE. JULY, 2012, PP. 38-47.

• المؤلفات : خمسة كتب تم نشرها في لبنان بإذن رئيس الجامعة اللبنانية وقد صدرت عن " دار المعارف العمومية " M.C.G. " و دار الشمال والجامعة اللبنانية وهي تحت العناوين التالية:

2) LIVRES PUBLIÉS

1. AL-HOUJAIRI M. *Analyse mathématique I. Fonctions réelles d'une seule variable. Recueil d'exercices et de problèmes avec rappel de cours. Tripoli - Liban, 1993. Edition M.C.G. 175 pages*

2. AL-HOUJAIRI. M., MOUKADDEM.N. *Analyse mathématique II. Fonctions de plusieurs variables réelles. Recueil d'exercices et de problèmes avec rappel de cours. Tripoli-Liban, 1994. Edition de M.C.G. 415 pages.*

3. AL-HOUJAIRI.M.,ZIADÉ M. *Les Bases de l'Analyse. Corps $\mathbb{R}$ Suites Numériques réelles. Tripoli-Liban, 1998. Edition de M.C.G. 256 pages.*

4. AL-HOUJAIRI.M.,EL-ETER B. *Introduction à la théorie des probabilités. Cours et Exercices Résolus. Tripoli - Liban, 1999. Edition de DAR EL-CHIMAL. 420 pages.*

5. AL-HOUJAIRI M., FAEËS N. *Recherches sur la Tradition Scientifique Arabe. Actes de la "Rencontre Syro-Libanaise de Recherche sur Tradition Scientifique Arabe", Beyrouth, 20-21 janvier 2000. Publications de l'Univ. Libanaise, Section des études historiques XLVI, Beyrouth, 2004*

• الخبرات المهنية والفنية

① تدريس مادتي التحليل الرياضي والجبر في كلية العلوم-الفرع الثالث (١٩٨٩-١٩٩٠)
 ② تدريس مادة المنطق الرياضي في كلية الآداب-الفرع الثالث (في قسم الفلسفة، ١٩٩٠-١٩٩٢)

③ تدريس مادة " مدخل إلى علم الإحصاء " في كلية الحقوق والعلوم السياسية والإدارية
 الفرع الثالث (١٩٩٦-١٩٩٧)

④ تدريس المواد التالية الذكر في كلية الهندسة :

Analyse mathématique I(1988-2011); Analyse mathématique II(1988-2011); Analyse mathématique III(1988-1995, 2009); Analyse mathématique IV(1988-1995, 2009);

السيرة الذاتية للدكتور محمد يوسف الحجيري. ٤

٢٠١٢/١٠/٠٣

Géométrie différentielle(1988-2011); Probabilités et statistiques(1989-1991) Algèbre I (1994-1995) et Algèbre II(1993-1994)

⑤ إتقان استعمال الحاسوب والبرامج المتداولة في مجال المعلوماتية مثل (DOS, WINDOWS, WORD, EXCEL,...) وإتقان استعمال البرامج الرمزية الرياضية مثل (MATHEMATICA, MAPLE,...).

• إتقان اللغات :

① العربية : اللغة الأم. باستطاعتي تدريس كافة مواد الرياضيات وتاريخها وفلسفة العلوم باللغة العربية وقد سبق وقمت بذلك في كليتي الآداب (منطق رياضي) والحقوق والعلوم السياسية والإدارية (علم الإحصاء الوصفي).

② الفرنسية : لغة الدراسة والتدريس، ولي أربعة كتب في مجال الرياضيات وضعت باللغة الفرنسية، إضافةً لوضعي رسالة دكتوراه باللغة الفرنسية.

③ الروسية : لغة الدراسة، أتقن هذه اللغة وقد وضعت فيها رسالتي الماجستير والدكتوراه.

④ الإنكليزية، الإيطالية، الأسبانية، البلغارية، البولندية والألمانية : أستطيع أن أفهم نصاً علمياً مكتوباً (في مجال الرياضيات).

• نشاطات أخرى :

① ساهمت بناءً على تكليف رسمي من معالي وزير التعليم المهني والتقني وبطلب من حضرة عميد كلية الهندسة بوضع برامج مناهج الرياضيات لشهادتي ال BT و ال TS بمختلف فروعهما.

② ساهمت بناءً على تكليف من حضرة عميد كلية الهندسة بوضع برامج مناهج الرياضيات في هذه الكلية .

③ عضو في الجمعية اللبنانية لتاريخ العلوم العربية وفي "فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي"، (أمين سر الجمعية ومسؤول اللجنة العلمية للفريق ومسؤول عن تحرير النشرة التي يصدرها الفريق). الفريق المذكور هو فريق علمي استشاري لدى المجلس الوطني للبحوث العلمية، ويضم حوالي ثلاثين باحثاً من مختلف الجامعات العاملة في لبنان. كما أنه يضم عدداً

من الأساتذة العاملين في جامعات أوروبية وأمريكية.

④ ترجمة كتب الأستاذ رشدي راشد: "الأعمال الرياضية للسجزي" - الجزء الأول، ٢٠٠٨، "والمجلدين الثاني والرابع (حوالي ٢٠٠٠ صفحة) من الكتاب الموسوعي "الرياضيات التحليلية- ابن الهيثم، ٢٠١١". منشورات مركز دراسات الوحدة العربية. وذلك إضافة إلى المساهمة في ترجمة موسوعة العلوم العربية من اللغة الفرنسية إلى العربية - منشورات مركز دراسات الوحدة العربية.

⑤ عضو اللجنة العلمية المكلفة رسمياً بالإشراف على "اللقاء السوري-اللبناني حول البحث في التراث العلمي العربي الذي عُقد في بيروت في ٢٠-٢١ كانون الثاني ٢٠٠٠. وقد كُلفت رسمياً من قبل الأمين العام للمجلس الوطني للبحوث العلمية بتنسيق وإعداد كتاب ملخصات اللقاء المذكور.

⑥ مشاركة في المدرسة الدولية لتاريخ العلوم منذ العصور القديمة وحتى القرن الثالث عشر في جامعة المنصورة - مصر من ٢٣/١/١٩٩٩ إلى ٧/٢/١٩٩٩ بإشراف المركز الدولي للرياضيات البحتة والتطبيقية.

⑦ المشاركة في الاجتماع العلمي الثالث عشر الذي أقيم في بيروت في ٢-٤ تشرين الثاني ١٩٩٩ و تقديم بحث في هذا المؤتمر بالمشاركة مع الزميل الدكتور نقولا فارس تحت عنوان:

AL-HOUJAIRI Mohamad, FARÈS Nicolas.

Classification des systèmes triples de Lie de dimension 3 sur le corps $\mathbb{C}$. Abstracts of "The 13th Science Meeting, November 2-4, 1999, pp. 156

⑧ المشاركة في "اللقاء السوري-اللبناني حول البحث في التراث العلمي العربي الذي اقيم في بيروت في ٢٠-٢١ كانون الثاني ٢٠٠٠. وتقديم بحث علمي في هذا اللقاء تحت عنوان: "الهندسات اللاإقليدية والمصادرة الخامسة"

⑨ الإشراف العلمي :

a) *Direction en DEA Modélisation et calcul intensif. AUPELF – UREF, Université Libanaise, Université Saint – Joseph en partenariat avec : Université de Reims, Université de Rennes – IRISA et École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Étudiant : Roukos El Hage. Projet : « Mise en œuvre de la géométrie de Lobatchevsky modélisée par le disque de Poincaré ». Décembre 2000.*

السيرة الذاتية للدكتور مُحَمَّد يوسُف الحجيري. ٦

٢٠١٢/١٠/٠٣

- b) *Codirection d'une thèse doctorale, dans le cadre d'une convention entre l'Université Libanaise et l'Université de Technologie de Troyes. Directeur de thèse : prof. Eric Chatelet; Thésard : Mazan El Falou ; Titre des travaux : Modèles de fiabilité et de maintenance de systèmes industriels prenant en compte les incertitudes des données.*

⑩ المساهمات في النشاطات والمؤتمرات والمدارس العلميّة الدوليّة التالية:

- 1) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: "Déterminisme et conventionnalisme dans la construction des systèmes numériques". Colloque international, lundi 15 – mardi 16 mai 2000 "Mathématiques et Philosophie, Interactions". Institut Français d'Etudes Arabes de Damas.
- 2) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: «L'école scientifique de Sharaf aldeen al-toussi», «40th SCIENCE WEEK – Celebration of The Arab Scientist SHARAF ALDEEN AL-TOUSSI». Syria – Auditoria of The University of Tachreen, 4 – 9 November 2000.
- 3) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: «Histoire des géométries non-euclidiennes et du cinquième postulat d'Euclide» Colloque international «Sciences et Philosophie arabes: méthodes, problèmes et cas ». Carthage, 28 novembre – 2 décembre 2000. Carthage, Beït Al-Hikma. Organisé par la Société internationale d'histoire des sciences et des philosophies arabes et islamiques(S.I.H.S.P.A.I.) et l'Académie tunisienne des sciences des lettres et des arts.
- 4) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: «Les racines des géométries non-euclidiennes et les essais de démonstration du cinquième postulat», Colloque annuel XXII sur l'histoire des sciences arabes, Alep 23-25 septembre 2001, Institut de patrimoine scientifique arabe.
- 5) AL-HOUJAIRI Mohamad Discours: « Sur quelques théorèmes de la géométrie sphérique du livre d'*al-Istikmāl* d'Ibn Hūd ». Colloque international « Les Sciences Arabes et La Modernité Classique en Europe, Damas, 2-4 novembre 2002 », Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de Technologies - Barzé. Ambassade de France en Syrie – Service de Coopération et d'Action Culturelle.
- 6) AL-HOUJAIRI Mohamad Discours: « Sur quelques problèmes de la géométrie sphérique du livre d'*al-Istikmāl* d'Ibn Hūd ». Colloque « Fourth Conference : The Role of the Arab Moslem Science on the Western Scientific Achievements» Irbed - Jordanie 14-16 décembre 2002. Colloque organisé par la Société jordanienne d'histoire des

sciences.

7) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: « Sur la géométrie sphérique dans le livre encyclopédique d'IBN HŪD » Colloque international « Identité culturelle des sciences et des philosophies arabes : auteurs, œuvres et transmissions », Namur-Bruxelles, 15-18 janvier 2003. Colloque organisé par l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-arts de Belgique (Fondation Ochs-Lefebvre) et par la Société Internationale d'Histoire des Sciences et des Philosophies arabes et islamiques (SIHSPAI)

8) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: « L'empreinte de Ménélaüs dans quelques théorèmes sphériques d'ibn Hūd (partie 1) », Colloque annuel XXIV sur l'histoire des sciences arabes, Alep 21-23 octobre 2003, Institut de patrimoine scientifique arabe.

9) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: « L'empreinte de Ménélaüs dans quelques théorèmes sphériques d'Ibn Hūd (partie 2) », Colloque "Fifth Conference of Jordanian Society for the History of Science : « Abu Bakr Mohammad Ibn al-Hassan Al-Kraji »", Amman – Jordan, 2 – 3 october 2004.

10) AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: « Sur le théorème de Ménélaüs et ses applications dans les Sphériques de l'Istikmāl d'Ibn Hūd ». VII^e Colloque international de la « société internationale d'Histoire des Sciences et des Philosophies Arabes et Islamiques ». Florence, 16-18 février 2006, Facoltà di Scienza della Formazione, via del Parione 7.

11 AL-HOUJAIRI Mohamad. Discours: « Sur une proposition sphérique remarquable de l'Istikmāl d'Ibn Hūd » Colloque international « La Démonstration de l'antiquité à l'âge classique ». Paris, 3-6 juin 2008, Université Paris, U.F.R. de Philosophie.

12 Participation à l'École Internationale d'Été sur l'Histoire des Mathématiques, organisée par le Centre de Recherche HSM, Histoire des Sciences en Méditerranée « Centro di Ricerca sulla Storia del Pensiero Scientifico del Mediterraneo "Tommaso Cornelio" » ; en collaboration avec le Département des Mathématiques de l'Université de la Calabria, le Département des Mathématiques de l'Université de Milan et le Centre d'Histoire des Sciences et des Philosophies Arabes et Médiévales (le C.N.R.S. – France et l'Université Paris-VII). L'École avait lieu à San Giovanni in Fiore, Centro Florens, en Calabria, Italie (27 août – 14 septembre 2007)

13 Participation avec deux discours, à la "Deuxième École d'Histoire Conceptuelle des Mathématiques", Cordoba – Argentine, 23-27 novembre 2010.

14 Participation au 30^{ème} congrès d'histoire des sciences arabes, à l'Institut d'Histoire des Sciences Arabes à Alep avec un discours: "Sur la valeur épistémologique due à la découverte du théorème des sinus dans la tradition arabe", Alep 5-7 décembre 2010.

15 Participation à la formation de formateurs aux Technologie de l'information : *TRANSFER* – BEYROUTH, du 26 au 30 janvier 2009. L'atelier a été organisé par l'AUF et le CNRS-Liban.

16 Participation (comme chercheur invité) avec un discours au Séminaire « Sciences et philosophie, de l'antiquité à l'âge classique », (*Les Sphériques*) Université Paris 7 ; 13 juin 2009.

17 Participation à la troisième édition du Forum de Fès sur l'Alliance des civilisations et la diversité culturelle sous le thème : Médias et communication: Enjeux et défis du troisième Millénaire. Fès, les 15-16-17 novembre 2009.

18 Publication d'un article, sous le titre: "RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT EN EUROPE", dans "Lettre du Bureau Moyen-Orient". Agence Universitaire de la Francophonie, numéro 55, mai 2010, cahier spécial: "Les sciences arabes", page 9.

19. Participation avec deux discours, à la "Troisième École d'Histoire Conceptuelle des Mathématiques", Ubatuba – Sao Paulo, Brésil, 09-14 avril 2012.

هذا الكتاب منشور في

شبكة الألوكة
www.alukah.net