المدرسة العليا للأساتذة – الشيخ محمد البشير الإبراهيمي

القبة – الجزائر

مجلة بشائر العلوم

دورية، ثقافية، علمية، تعميمية

تصدرها المدرسة العليا للأساتذة، الشيخ محمد البشير الإبراهيمي، القبة الجزائر

العدد 1 : يناير 2022

الفهرس

كلمة العدد

تاريخ العلوم ومصطلحاته	
الفيزياء في الحضارات القديمة	مصطفى أولداش
حول مبادئ علم الكيمياء وتاريخه	بوبكر ناجمي
علـم الحسـاب في المدنـيـة الإسلامية	عبد المقـتـدر زروقـي
المصطلحات الكيميائية في اللغة العربية: واقع وآفاق	حورية عمورة
رياضيات وموسيقى	
الواجبات المنزليّة: لماذا ؟	محمّد حازي
بعض تطبيقات القطوع المخروطية	ك. روسو C. Rousseau وإ. سانت-أوبان Y. Saint-Aubin
رياضيات التسوّق في المدينة	أ. بِنتوا Pintoa A. و ت. بريريا T. Parreira
في طبيعة الموسيقي وإمكانياتها	نجيب شيشون
إعلام آلي	
كيف يعمل محرك البحث "جوجل Google "؟	عبد العزيز شوتري
تدريس الإعلام الآلي قبل البكالوريا في الجزائر	سارة بوقارة
الفنّ والحاسوب ... والرياضيات	أبو بكر خالد سعد الله
علوم طبيعية	
ما هي المستحثّات	فاتن بن مرزوق- بشيري
علم الجينوم: المبادئ والتطبيقات	حاج أحمد بلعوني
شخصية العدد	
حمزة خليف أستاذ الرياضيات العصامي	هيئة التحرير
عرض كتاب	
الأولمبياد العالمية للرياضيات لِـلَخضر دلّول	هيئة التحرير

كلمة العدد

يسعد المدرسة العليا للأساتذة، الشيخ محمد البشير الإبراهيمي بالقبة، الإعلان عن إصدار مجلة علمية دورية، باسم "بشائر العلوم"، تهدف إلى نشر الثقافة العلمية بين صفوف طلبتها وخرّيجيها من أساتذة التعليم في المرحلتين الثانوية والمتوسطة عبر الوطن. وهذا دون أن ننسى الجمهور العريض الراغب في إثراء معارفه العلمية في كل الاختصاصات التي يقع تدريسها على عاتق المدرسة : العلوم الطبيعية والفيزياء والكيمياء والرياضيات والموسيقى والإعلام الآلي وتاريخ العلوم وتعليمية المواد العلمية، وكذا العلوم التربوية ذات الصلة بهذه الاختصاصات.

وتعوّل المدرسة في هذا المشروع ذي الطابع الثقافي، الذي نحن في أمسّ الحاجة إليه، على أقلام أساتذتها بالدرجة الأولى، ثمّ على مساهمات الأساتذة في مختلف مؤسسات التعليم الجامعي وعلى السادة مفتشي التربية والتعليم وعلى خرّيجيها حيثما كانوا. والواقع أن هذا المشروع طالما فكّرت فيه إدارة المدرسة، غير أن هناك عوائق كثيرة تحول دون إصدار مجلة علمية تفي بالشروط المتعارف عليها من حيث الإخراج الفني ونوعية المادة العلمية. ومع ذلك ارتأينا في آخر المطاف بأن انتظار توفّر كل تلك الشروط لإطلاق المجلة قد يطول، ومن الأفضل أن نصدر أول عدد بالإمكانيات المتاحة والعمل على إدخال التحسينات المطلوبة تباعا بما تتيحه إمكانيات المؤسسة.

وهكذا، سهر لفيف من أساتذة المدرسة – مشكورين– على تقديم أول باقة من المواضيع والمواد العلمية شملت كل الاختصاصات التي يتم تدريسها بالمؤسسة. فثمة من تحدث عن تاريخ العلوم والمصطلحات العلمية، بينما تناول آخرون الرياضيات من عدة جوانب، وغاص أحدهم في بحر الموسيقى. أما في الإعلام الآلي فيعرفنا الموضوع الأول بالكيفية التي يشتغل بها محرك جوجل. ويركز الموضوع الثاني على العوائق التي يعاني منها تدريس الإعلام الآلي قبل البكالوريا. ويجول بنا الموضوع الأخير في هذا المحور بين الفن والحاسوب والرياضيات. ويواصل العدد الأول بتقديم مقال في الجيولوجيا وموضوع آخر حول الجينوم.

وارتأى طاقم المجلة أن يقدم في كل عدد شخصية برزت بشكل أو بآخر في مجال العلم والتعليم. وقد وقع الاختيار هذه المرة على العصامي حمزة خليف، وهو أستاذ لمادة الرياضيات انكبّ بعد تقاعده على التأليف. كما عزمت المجلة على عرض كتاب في كل عدد من أعدادها، وفي هذا السياق، نقدم في هذا العدد كتابا حول المنافسات الأولمبية لمفتش التربية والتعليم المتقاعد لخضر دلول.

ولعل القارئ يتساءل عن اختيارنا لاسم "بشائر العلوم". نجيب هذا السائل (إن وجد) بما يلي : لقد طُلب من أسرة أساتذة المدرسة بتقديم اقتراحات بعنوان للمجلة. وبعدها اختار طاقم المجلة (بالتصويت) عنوان "بشائر العلوم" إذ في "البشائر" بشرى وإشارة إلى من سُمّيت المدرسة باسمه. أما لفظ "العلوم" فللإشارة إلى جملة الاختصاصات التي يتمّ تدريسها في هذه المؤسسة.

أملنا كبير في أن يجد كل قارئ للمجلة ما يفيده، وأملنا أكبر في أن يمدّنا بملاحظاته وانتقاداته التي ستعيننا على المضيّ قدمًا في الرقي بهذه المجلة لتقَدِّم ثقافة علمية يستفيد منها أكبر عدد ممكن من القراء. وبالله التوفيق.

طاقم المجلة

تاريخ العلوم ومصطلحاته

الفيزياء في الحضارات القديمة

مصطفى أولداش

أستاذ بقسم الفيزياء، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

من الشائع أنّ العلم "الحقيقي" بدأ مع الحضارة اليونانية وأنّ مساهمة الحضارات الأخرى اقتصرت على المهارات التقنية أكثر مما هي متعلقة بالجانب العلمي في حدّ ذاته. لقد تبنّى هذه الفكرة كثير من المفكرين الغربيين بينما انتقدها آخرون. في حقيقة الأمر، لا يمكن أن نحدّد بدقّة تاريخ "مولد العلم" ولا "مولد الفيزياء". فالحضارة اليونانية، شأنها شأن الحضارات الأخرى، أخذت الكثير من الحضارات المختلفة وطوّرته وابتكرت بدورها. ذلك أن مساهمة الحضارات الأخرى، (مثل الحضارة البابلية والحضارة الهندية والحضارة الصينية والحضارة المصرية...) لا تقلّ أهمية عن مساهمة الحضارة اليونانية. وبطبيعة الحال، هذا لا يعني أننا ننكر عبقرية اليونانيين أو عظمة الحضارة اليونانية، لكن لا بدّ أن ننصف الحضارات الأخرى فنعترف بما قدّمته في العلوم، ناهيك عن الفنون والتقنيات.

يمكن أن نميّز أربع حقب كبرى فيما يخصّ تاريخ الأفكار العلمية:

– منذ القدم إلى غاية القرن السابع قبل الميلاد: كان أهمّ نشاط علمي موجودا في الإمبراطوريات الشرقية.

– من القرن السابع قبل الميلاد إلى غاية القرن السابع بعد الميلاد: كان أهمّ نشاط علمي موجودا عند اليونان.

– من القرن السابع إلى القرن الرابع عشر بعد الميلاد: كان أهم نشاط علمي موجودا في العالم الإسلامي.

– ابتداء من القرن الخامس عشر بعد الميلاد إلى اليوم: أهمّ نشاط موجود في أوروبا وأمريكا والدول الغربية الأخرى. لكن نلاحظ أن عدة دول آسيوية، مثل اليابان والصين والهند وكوريا وغيرها، ازدهرت علميا ازدهارا يضاهي الدول الغربية. أمّا الدول العربية والإسلامية، فما زال تقدمها العلمي محتشما إلى حدّ الساعة.

1. الفيزياء في العراق ومصر والهند والصين.

تعتبر صياغة أوّل يومية من أهمّ الأحداث العلمية، وقد تمّ ذلك في مصر خلال الفترة 4245– 4242 قبل الميلاد. فمنذ تلك الفترة إلى غاية بداية الحضارة اليونانية، ساد نشاط علمي معتبر كلا من الحضارات الشرقية الكبرى: مصر والعراق والصين والهند. ما من شك أن للوثائق المخطوطة دورا كبيرا في معرفة تاريخ العلوم. نشير إلى أن أهمّ وأكثر الوثائق التي عثر عليها هي تلك التي وجدت في العراق،

حيث كان الناسخون يكتبون على صفائح من الطين ويجمعونها في مكتبات ضخمة. وهكذا بقيت تلك المخطوطات محفوظة طيلة ألوف السنين (يرجع تاريخ أقدم الوثائق إلى 3500 سنة قبل الميلاد، بينما يرجع تاريخ أقدم الوثائق المصرية إلى 2000 سنة قبل الميلاد).

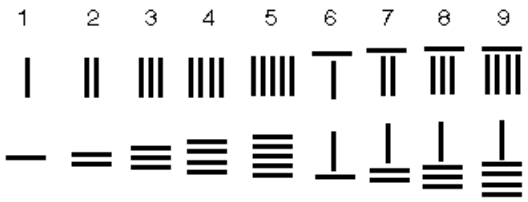
أمّا فيما يخصّ الصين والهند فأقدم الوثائق عثر عليها ترجع إلى القرن 11 قبل الميلاد بالنسبة للصين، والقرن 15 قبل الميلاد بالنسبة للهند. وزيادة على المخطوطات ذات الطابع العلمي والمعرفي توجد رموز ورسومات على المقابـر والبنايات المختلفة والمدوّنات الشعرية والنصوص الدينية تحمـل معلومات حول النشاطات العلمية والفكرية والثقافية للحضارات المذكورة. إنّ العلوم الأولى التي طوّرتها هذه الحضارات هي علم الفلك والرّياضيات والطبّ. ولعلّ السبب في ذلك هو احتياجها إلى الحساب وإلى تحديد المواقيت، خاصة لتنظيم أمورها الاجتماعية والدينية ونشاطاتها في ميدان الزراعة من جهة، والاحتياج إلى التداوي من الأمراض، من جهة أخرى.

لوحة بابلية

مخطوط رايند Rand **(مصر)**

والجدير بالذكر أنّ هذه الحضارات كانت لديها أنظمة عددية تعتمد عليها في الحساب حيث كان النظام المصري عشريا وكان النظام العراقي ستينيا (أي يعتمد على العدد 60). أمّا النظام الصيني والنظام الهندي فكان كلاهما عشريا. وبطبيعة الحال، لم تكن تعرف هذه الحضارات الصفر، حيث لم يكتشف هذا المفهوم إلا في القرن السادس بعد الميلاد (في الهند). من المعلوم أنّ الرياضيين المسلمين هم الذين طوّروا النظام العشري المبني على القيمة الوضعية وأصلحوه ونشروه. كانت تعرف الحضارات السابقة الذكر أيضا العمليات الأربع، وكانت لديها هندسة متطورة. أما فيما يخص العمليات، وبالإضافة إلى الأصابع، كانوا يستعملون جداول رقمية (في العراق) أو لوحات حاسبة boulier (في الصين).

في الهندسة، كانوا يستطيعون حساب مساحة عدد كبير من الأشكال الهندسية (المستطيل، المثلث، الدائرة...) وكذا أحجام مختلفة. كانت لديهم أيضا دراية ببعض المفاهيم في الجبر مثل المعادلات من الدرجة الأولى والثانية ومفهوم التابع... وحتى ما يسمى بنظرية فيثاغورس كانت معلومة لدى الحضارتين العراقية والمصرية.



نظام رقمي وضعي للحضارة الصينية

جزء من أطلس للمذنبات في عهد الهان Han **(الصين)**

وفيما يخص علم الفلك، فإنّ أكثر حضارة تقدما في هذا المجال هي الحضارة العراقية، حيث كانت تستعمل أدوات جد متطوّرة مقارنة بالتي كانت لدى الحضارات الأخرى. وقد استغلّ العراقيون تلك الوسائل لإجراء أرصاد فلكية جدّ معتبرة استفاد منها اليونانيون كثيرا. كان علم الفلك متطورا أيضا لدى المصريين إذ وضعوا يومية دقيقة وأبدوا في بناء الأهرام الكبرى دقة فائقة في توجيهها معتمدين في ذلك على المعطيات الفلكية. وكانت تختلف نظرة هذه الحضارات للكون من حضارة إلى أخرى. وكان المصريون ينظرون إلى الكون كأنّه قصر مستطيل الشكل. أمّا العراقيون فكانوا يتصوّرونه كجبل يحيط به الماء. في حين كان الصينيون يحسبونه عربة صندوقها الأرض وسقفها السماء. وأمّا الهنود فكانوا يعتقدون أن الكون جبل تحيط به سبع مناطق متّحدة المركز منطقته المركزية هي الهند.

2. الفيزياء في اليونان

ازدهرت الحضارة اليونانية في بدايتها في بلاد اليونان ومستعمراته المجاورة (ميلي Milet وصاموس Samos وصقلية). ثمّ انتقلت بعد ذلك إلى الإسكندرية. تشكل النصوص اليونانية القديمة (كتلك التي تركها هومير Homère وهيزيود Hésiode) رصيدا إعلاميا جدّ مهمّ من الناحية العلمية والتقنية. فلدينا على سبيل المثال النصوص المعروفة باسم الإلياذة Iliade والأوديسي Odyssée التي ألّفت في حدود القرن الثامن قبل الميلاد انطلاقا من التراث الشعبي الذي كان يتداول على شكل أغانٍ وقصص عبر الأجيال طيلة عدة قرون. وتتضمن هذه النصوص معلومات جدّ ثمينة عن تاريخ اليونان، سيما فيما يخصّ الجوانب الثقافية والتقنية والعلمية. يمكن أن نميّز عدة مدارس يونانية، وهي كما يلي:

أ) مدرسة ميلي

إن أول مدرسة فكرية عرفت في تاريخ اليونان هي مدرسة ميلي. وميلة هي مدينة يونانية تقع في آسيا الوسطى، وأشهر رجال هذه المدرسة الفكرية هم طاليس (Thalès) وأناكسمندر (Anaximandre) وأناكسمان (Anaximène) وهيراكليتس (Héraclite).

ولم تظهر هذه المدرسة صدفة بل جاءت كنتيجة لوجود مناخ ثقافي معيّن كانت تمتاز به كل المنطقة. ذلك أن القرن السادس قبل الميلاد عرف ثورة ثقافية عظمى حرّكت كل الشعوب التي كانت تقطن المناطق الموجودة بين الصين وصاموس في الجزء الشرقي من البحر الأبيض المتوسط. ففي تلك الفترة ظهر المفكرون العالميون الكبار أمثال بوذا (Bouddha) وكمفوشيوس (Confusius) ولاوتسي (Lao Tsé) وفيثاغرس (Pythagore)...

والمدينة الأكثر تطوّرا في الإمبراطورية اليونانية آنذاك هي ميلي التي تمثّل مجموعة من المستعمرات الواقعة على شواطئ البحر الأسود. كانت هذه المدينة تشكّل همزة وصل بين الحضارات المصرية والبابلية من جهة، والحضارة اليونانية من جهة أخرى. لقد حاول المفكرون المنتمون لمدرسة ميلي تفسير الكون على أسس عقلانية وكان همهم الأوّل الاعتماد في فلسفتهم على مبدأ واحد، أي أنّهم كانوا يحاولون إيجاد الوحدة المختبئة من وراء التعددية. نلخصّ فيما يلي أفكار أبرز العلماء والفلاسفة اليونانيين.

- طاليس

كان طاليس يعتمد في فلسفته على الماء. إنّ الأرض بالنسبة إليه عبارة عن قرص يطفو فوق المياه السفلية Eaux Inférieures. وتوجد ما بعد الطبقة الهوائية، حسب هذا الفيلسوف، المياه العلوية Eaux Supérieures حيث تدور الكواكب. ويعتبر طاليس الماء أصل كل الأشياء. فالهواء الذي نستنشقه ما هو إلا ماء مبخّر في تصوره، والتراب كذلك في أصله ماء، ودليل طاليس على ذلك أنّه عندما نغلي كمية من الماء نحصل على راسب طيني.

كان يمتاز طاليس بمعلومات جدّ مهمة في الرياضيات والفلك. ويروى أنه كان يقوم بتجارب تكمن في حكّ قضبان من العنبر فتصبح جذابة للأشياء الصغيرة (وهي ظاهرة كهربائية) وكذلك جذب المغنطيس للأشياء الحديدية (ظاهرة مغناطيسية). ويعتقد عدة مؤرخي العلوم أن طاليس اكتسب أسس علمه من المصريين.

- أناكسيمندر

كان أناكسيمندر يعتقد أنّ الكون أزلي ولانهائي وهو يتكوّن من جوهر بدون شكل وغير قابل للفناء Substance indéterminée et indestructible. فمن هذا الجوهر تنشأ، حسب هذا الفيلسوف، كل الأشياء وترجع إليه. وكان يتصوّر الأرض كعمود أسطواني يحيطه الهواء به ويحتلّ مركز الكون. وتدور الأرض، حسب أناكسيمندر، حول عجلة عظيمة تشتعل بداخلها نار أبدية. فالشمس والقمر ثقبان في حافة العجلة، ولمّا يحدث ينسدّ مؤقتا أحد الثقبين يظهر الكسوف أو الخسوف. كان يعتقد أناكسيمندر أيضا أنّ أوّل ما ظهرت الحياة على وجه الأرض كانت على شكل حيتان. لكن استطاعت بعض الحيتان أن تخرج من البحر لتغزو اليابسة. ولقد صاغ أناكسيمندر هذه الأفكار 2000 سنة قبل داروين Darwin !

- **هيراكليت**

اعتبر هيراكليت أنّ المبدأ الأساسي للأشياء هو النار. كما اعتبر أنّ كل الأشياء تمتاز بتوتر مماثل لتوتر الآلات الموسيقية ذات الأوتار. يؤثّر هذا التوتر على الأشياء فيجعلها إمّا تصعد إلى النار (كان يعتقد أنّ محلها السماء) وإمّا تهبط إلى الأرض. وهكذا تتأرجح الطبيعة بدون انقطاع بين النار والأرض.

ب) مدرسة فيثاغرس

يعتبر فيثاغرس قطبا من أقطاب العلماء اليونانيين. لقد فرّ من اليونان لما غزاها الفرس وقام برحلة طويلة قادته إلى بابل ومصر حيث تتلمذ نحو عشرين سنة على الرهبان المصريين. استقرّ بعد ذلك في مدينة كروتني Crotone بإيطاليا حيث أنشأ مؤسسة "الأخوة" la Fraternité التي كانت جمعية دينية وأكاديمية علمية في نفس الوقت.

تمتاز الطبيعة، حسب فلسفة فيثاغرس، بانسجام أساسه الأعداد الطبيعية. فكل عنصر مادي يتكوّن من جسيمات لها أشكال هندسية معيّنة: المكعب بالنسبة للتراب ورباعي السطوح بالنسبة للنار وهكذا... وكان يعتقد أنّ شكل الأرض كروي (الكرة هي الشكل الهندسي المثالي بالنسبة لليونان) وأنّ الشمس والقمر والكواكب الخمسة المعروفة آنذاك تدور حول الأرض. ولمدارات الكواكب والشمس والقمر، حسب فيثاغرس، شكل دائري وأقطارها متناسبة فيما بينها تناسبا منسجما (أي مبنيا على الأعداد الطبيعية). فعندما تنتقل الكواكب عبر مساراتها تصدر موسيقى جميلة (تسمى السنفونية السماوية وكان يعتقد أتباع فيثاغرس أنّ معلمّهم هو الوحيد الذي كان باستطاعته أن يسمعها). نشير إلى أن للمدرسة الفيثاغرسية أعمالا هامة في الهندسة وعلم الفلك وطبيعة الصوت...

جـ) المدرسة الذرّية Ecole Atomistique

بالنسبة لهذه المدرسة فإنّ كل الأشياء مكوّنة من ذرّات (مختلفة الأشكال) ومن الفراغ وتخضع الطبيعة للصدفة والضرورة Le hasard et la nécessité. كانت تعتقد هذه المدرسة أيضا أنه يوجد عدد كبير من الأراضين ومن الشموس، وهي تشمل عدة فلاسفة أمثال لوسيب Leucippe وديموقريطس Démocrite وأبيقور Epicure ...

وقد تبنّى فلسفة المدرسة الذرّية الفيلسوف والشاعر اللاتيني لوكريس Lucrèce الذي شرحها وطوّرها. وكان لهذه المدرسة تأثير كبير على فلاسفة وعلماء النهضة الأوروبية. أخيرا، نلاحظ أنّ المدرسة الذرية جاءت كردّ فعل على المدرسة المثالية التي كان يتزعّمها عمالقة الفلسفة اليونانية سقراط Socrate وأفلاطون Platon.

د) مدرسة أرسطو

يعتبر أرسطو من المفكرين الذين كان لهم أكبر تأثير على الفكر الإنساني حيث ظل هذا التأثير مستمرّا لمدة تفوق 20 قرنا. كان أرسطو بمثابة موسوعة حقيقية حيث أنّ ثقافته شملت كل ميادين المعرفة من فلسفة وأخلاق وسياسة وشعر وعلوم طبيعية وميتافيزيقية وفيزياء وعلم الفلك...

ولد أرسطو سنة 384 قبل الميلاد في مدينة ستاجير Stagire بمقدونية، وكان أبوه نيكوماك Nicomaque، الطبيب الشخصي للملك أمينتاس Amyntas. تابع أريسطو دراسته في أثينا حيث تتلمذ على يدي الفيلسوف الشهير أفلاطون Platon لمدّة عشرين سنة تقريبا. نذكّر أنّه لم تكن هناك مدارس أو جامعات في تلك العصور، بل كان على من يرغب في طلب العلم أن يتصّل بالشيخ الذي ينوي التتلمذ عليه فيلازمه مدة كافية حتى يصبح عالما بدوره، وقد تبلغ هذه المدة سنوات طويلة.

استقرّ أرسطو سنة 347 قبل الميلاد في مدينة أسوس Assos على السواحل التركية، وتزوّج ببيتياس Pythias. ثم رجع إلى مقدونية سنة 342 (ق.م.) حيث كُلّف بتعليم الإسكندر الأعظم Alexandre le Grand ابن الملك فليب Philippe. أسّس أرسطو سنة 323 (ق.م) الأكاديمية لوليسي le Lycée في مدينة أثينا لينافس مدرسة أفلاطون؛ وتوفي سنة 322 (ق.م.) في مدينة كالسيس Chalcis، عاصمة أوبي Eubée.

من أشهر المؤلفات العلمية لأرسطو كتاب "الفيزياء" Physique الذي عرض فيه آراءه حول الكون والطبيعة. وتعتمد فلسفته على نظرية العناصر الأربعة: التراب والماء والهواء والنار. كان أرسطو يعتقد أنّ حركة الأجسام وسلوكها تكون حسب طبيعتها. الحركة الطبيعية للأحجار هي السقوط وذلك لأنّ طبيعتها هي التراب. أمّا الدخان فإنه يصعد إلى السماء لأنّ طبيعته هي النار، إلخ. إضافة إلى العناصر الأربعة، هناك الصفات الأربعة: اليبوسة والرطوبة والحرارة والبرودة. وكان أرسطو يميّز بين أربعة أصناف من الأسباب هي: الأسباب المادية والأسباب الفاعلة والأسباب الشكلية والأسباب الغائية. يبدو أنّ فلسفة أرسطو كانت أغنى من الفلسفة التي تعتمد عليها ميكانيك نيوتن التي لا تعترف إلاّ بالأسباب الفاعلة ألا وهي القوى!

هـ) مدرسة الإسكندرية

بدأت الهيمنة اليونانية تتراجع في القرن الرابع قبل الميلاد. واستطاع فليب Philippe، ملك مقدونية، بعد عدة محاولات، أن يسيطر على كلّ اليونان سنة 338 (ق.م). ثمّ جاء بعده ابنه إسكندر Alexandre فاستمرّ في نفس السياسة إذ هاجم الفرس وغزا كلّ آسيا الوسطى حتى وصل إلى الهند. اقتسم ضباطه إمبراطوريته عند موته سنة 323 (ق.م.). وهكذا أصبح بطليمس Ptolémée ملكا لمصر سنة 305 (ق.م).

اتخذ بطليمس الإسكندرية عاصمة له وجلب إليه النخبة المثقفة من جميع أنحاء الإمبراطورية اليونانية السابقة. كما أنّه أسّس "المتحف" والمكتبة، فجعل من هاتين المؤسستين مركزي إشعاع ثقافيين وعلميين. ولمّا توفي أرسطو خلفه تلميذه على رأس المؤسسة التي أنشأها في أثينا. كانت هذه المؤسسة تدعى لوليسي le Lycée، وكانت تمثل هيئة أكاديمية فلسفية وعلمية وثقافية. ثمّ جاء بعد أرسطو ستراتن Straton فواصل أعماله التي كانت تشمل الرياضيات والمنطق والعلوم الطبيعية والفلسفة والفيزياء والكيمياء.

إقليدس

أرخميدس

دُعي ستراتن ليترأس مدرسة الإسكندرية فاستطاع أن يعطيها وجهة جديدة حيث جعل العلوم تبتعد عن الفلسفة وتقترب من المجال التقني. وهكذا ظهر علماء يوفقون بين الجانب النظري والجانب التطبيقي والتقني أمثال ستيزيبس Stésibius وفيلون البيزنطي Philon de Byzance وهيرون الإسكندري Héron d'Alexandrie. قام هؤلاء بأعمال معتبرة في الرياضيات والبصريات والقياسات الأرضية. وكان ديوفنتس Diophante ينتمي إلى نفس المدرسة إذ قدّم أعمالا مهمة في الجبر وكذا أبولينس Appolinius الذي ظل مشهورا بفضل أعماله في الهندسة المستوية والكروية وعلم المثلثات...

لا بدّ أن نذكر أيضا إقليدس Euclide وأرخميدس Archimède الذين عاشا في مطلع القرن الثالث، وكانا ينتميان إلى مدرسة الإسكندرية. أمّا إقليدس، فاشتهر بمؤلفاته في الرياضيات وخاصة "الأصول" les Eléments التي جاءت في ثلاثة عشر جزءا شملت قريبا أسس الرياضيات اليونانية: الهندسة المستوية والجبر الهندسي والهندسة الفضائية ودراسة النسب والمخروطيات... ينسب أيضا لإقليدس كتاب في الصوتيات وآخر في البصريات.

وأمّا أرخميدس فيعتبر من أبرز العلماء اليونانيين. وقد قال في حقّه مؤرّخ العلوم أبيل راي Abel Rey في كتابه La science dans l'antiquité : "من البديهي أن نقول إنّه كان الرياضي الأكثر عبقرية في العصر القديم. لكن عندما نتذكّر أنّ كلّ العلم الحديث (من الرياضيات وعلم الحيل والفيزياء) خلال القرن 16 بعد الميلاد إنّما أُنشئ انطلاقا من مؤلفاته (كما كان الشأن بالنسبة لكّل من فييت Viète وغاليلو Galilée وفيرما Fermat وديكارت Descartes)، فإنّه يحقّ لنا أن نقول (وهذا أقلّ بداهة) إنّ أرخميدس كان

الدماغ المفكّر (العلمي) الأكثر تنظيما من بين القدماء وإنّه كان أكبر رياضييهم، وذلك بالنظر إلى منهجيته وروحه العلمية ...".

بالفعل، لقد كانت لأرخميدس أعمال جليلة في دراسة توازن السطوح والقطع المكافئ والكرة والأسطوانة والأجسام الطافية وقياس الدائرة وغيرها، لكن ضاع بكلّ أسف جزء كبير من أعماله، وهذا ما جعل البعض ينسبون إليه مثلا كتابا في البصريات لم يوجد له أثر إلى يومنا هذا.

يتبيّن لنا من خلال هذه الجولة السريعة في الحضارات القديمة أنّ العلم لم يكن من "ابتكار" اليونان، بل ساهمت في نشأته وتطويره وتقدمه كل الحضارات العريقة القديمة. ولم نذكر هنا سوى البعض منها (الحضارة العراقية والصينية والهندية واليونانية) دون سواها (مثل الحضارة الفارسية وحضارات أمريكا الجنوبية والحضارات الأفريقية...). ما من شك أنّ مساهمة الحضارة اليونانية في التطوّر العلمي معروفة أكثر من غيرها من بين الحضارات الأخرى، ولعلّ السبب الرئيسي في ذلك أن التراث الثقافي والعلمي لليونان بلغنا الكثير منه، ولا سيما من خلال الترجمات العربية له. أمّا بالنسبة للحضارات الأخرى فقد ضاع جزء كبير من تراثها الثقافي والعلمي، ثمّ إن هذا التراث لم ينل قسطا كافيا من التنقيب والدراسة كما هو حال التراث اليوناني.

يبيّن التاريخ أن نفس الأسباب الاقتصادية والاجتماعية والسياسية تؤدي إلى نفس النتائج فيما يخصّ الازدهار العلمي والتقني. وبالتالي لم تتخلف الحضارات المذكورة عن وضع لبنتها، مساهمة بصفة فعّالة في بناء الصرح العلمي العالمي. لقد اهتمّت هذه الحضارات، مثل الحضارات الكبرى، بعلم الفلك والرياضيات قبل كل الشيء، دون أن تنسى العلوم الأخرى –مثل الطب والصيدلة وصناعة المعادن والكيمياء والبصريات...– لكن، وربما لعدة أسباب، لم يُروَّج كثيرا للدراسات القليلة في هذا الشأن، ولذا ظلت مساهمة الحضارات القديمة في المجال العلمي مجهولة لدى الجمهور.

حول مبادئ علم الكيمياء وتاريخه

بوبكر ناجمي

أستاذ بقسم الكيمياء، المدرسة العليا للأساتذة، الشيخ محمد البشير الإبراهيمي، القبة، الجزائر

تهدف المقالة في البداية إلى تعريف القارئ بما يسمى مبادئ أو مبادي أو رؤوس العلم أو الفن، وهي عشرة أو ثمانية. يقول عنها الناظم:

إن مبادئ كل فن عشرة الحدّ والموضوع ثم الثمرة

وفضله ونسبته والواضع والاسم والاستمداد حكم الشارع

مسائل والبعض بالبعض اكتفى ومن درى الجميع حاز الشرفا

كتب العلامة أحمد الصاوي المالكي حول هذه المبادئ في مقدمة كتابه "حاشية العلاّمة الصاوي على تفسير الجلالين ما يلي: " ينبغي لكل شارع في فن (علم) أن يعرف مبادئه العشرة ليكون على بصيرة فيه، وهي حده وموضوعه وواضعه واستمداده واسمه وحكمه ومسائله ونسبته وفائدته وغايته". هذه المبادئ وضعها علماء العرب السابقون كمنطلقات لتأليف الكتب في أصناف العلوم المختلفة، وذلك لما لها من فوائد وأهمية في عمليتي التعليم والتعلّم. كما يمكن تطبيق المبادئ المذكورة قبل الشروع في أي عمل فني أو نشاط إنساني. أما الجزء الثاني من المقالة فيتضمن تطبيق هذه المبادئ على علم الكيمياء وتاريخه، وهو كما يلي:

الاسم: هو الكيمياء، وقد عُرف سابقا بعدة أسماء عربية أخرى قبل اشتهار لفظ الكيمياء وهي: علم الصنعة وعلم الحجر وعلم التدابير، وهي الأسماء التي أطلقها المنشغلون الأوائل بهذا الفن في بداية الحضارة العربية الإسلامية. وكانت موظّفة في كتب جابر ابن حيان (القرن 2هـ-8م) وأبي بكر محمد بن زكريا الرازي (القرن 4هـ-10م) وغيرهم. وظهر لفظ الكيمياء في المؤلفات باللغة العربية في القرن الخامس الهجري. أما اسمه في بعض اللغات الأعجمية في العصور الوسطى وبداية النهضة الأوروبية فكان Alchimie، وهو لفظ يقصد به الكيمياء القديمة والصنعة التي كانت متداولة في العصور السابقة والحضارات الأولى، نُقل كما يظهر من الكلمة العربية كيمياء.

أما الأسماء الحالية في بعض اللغات فهي مثلا: Chimie بالفرنسية، Chemistry بالإنجليزية، Chemie بالألمانية، وينطق الاسم خيميا بالروسية. أما عن أصل لفظ الكيمياء ومعناها فإن الآراء حوله كثيرة، منها أنّ جذر الكلمة هو kmt أو kham من اللغة المصرية القديمة وتعني "الفن المصري". ومنها أن اللفظ اشتق من الكلمة اليونانية "خيموس"، وهي تعني فنّ استخلاص العصارة، وربما يقصد بها استخلاص الفلز من خاماته، ومنها أنّها تحوير للفظ العبري "شامان" الذي يعني السر والغموض. وكتب

الخوارزمي في كتابه مفاتيح العلوم [1] –الذي يمثل أحد المؤلفات الأولى المخصصة للمصطلحات العربية في مختلف العلوم– أنها عربية الأصل وهي مشتقة من الفعل "كمى"، وكمى الشيء ستره. ويقال إن الإمام علي رضي الله عنه ذكر هذا اللفظ.

الحدّ: (وهو التعريف) عرّف جابر ابن حيّان علم التدبير في كتابه "حول الحدود" [2] بما يلي: "هو ذلك العلم بالأفعال المغيّرة لأعراض ما حلت فيه (أي الجسد) إلى أعراض أُخَر أشرف منها. ومما جاء حول علم الكيمياء في كتاب كنز العلوم والدّر المنظوم لصاحبه جمال الدين محمد بن تومرت الأندلسي (المتوفى 524هـ) [3]: "اعلم هداك الله أنّ علم الكيمياء من أجلّ العلوم الغامضة الطبيعية وأشرفها قدرا لما يترتب عليها من إصلاح أمر الدين والدنيا والآخرة. والكيمياء عبارة عن قلب الجواهر من الحالة الخسيسة إلى الحالة النفيسة بالتدبير الطبيعي، وهي معالجة جسد سفلي من داء ركّبه الله فيه بالعرض لا بالذات حين ركّب في المعادن والنبات والحيوان أرواحها، ثم ألهم الحكماء علمه وإزالة ذلك الداء العرضي عن الذات الأصلي، فسموا ذلك: علم الكيمياء. وهو منقسم إلى قسمين: علم وعمل. وكلاهما مرموزان في كتب العلماء على هذه الصنعة الشريفة".

وسمّاه العلامة ابن خلدون (توفي 808هـ–1406م) [4] باسم علم الكيمياء عرّفه كما يلي: "هو علم ينظر في المادة التي يتم بها كون الذهب والفضة بالصناعة ويشرح العمل الذي يوصل إلى ذلك، فيتصفحون المكونات كلها بعد معرفة أمزجتها وقواها لعلهم يعثرون على المادة المستعدة لذلك... ثم يشرح الأعمال التي تخرج بها المادة من القوة إلى الفعل... وفي زعمهم أنه يخرج بهذه الصناعات كلها جسم طبيعي يسمونه الإكسير".

أما فيما يخص التعريفات الحديثة فمندلييف (القرن 19م) يقول إنه: "علم دراسة العناصر ومركباتها". ومن التعريفات الشائعة للكيمياء حاليا : "هي علم التغيرات الكيميائية"، أي علم التفاعل الكيميائي، أو علم المادة وتغيراتها. وعبّر القاموس الفرنسي لاروس عن التعريف الأخير كما يلي:
"La science qui étudie la nature et les propriétés des corps simples, l’action de ces corps les uns sur les autres, et les combinaisons dues à cette action" (le petit Larousse).

النسبة: تختلف نسبة علم الكيمياء حسب اختلاف تصنيفات العلوم. فهو يصنّف باسم علم الصنعة عند جابر بن حيّان في تصنيفه للعلوم، وهو عنده "العلم الشريف من علم الدنيا وهو منقسم قسمين مراد لنفسه ومراد لغيره، فالمراد لنفسه هو الإكسير التام الصابغ والمراد لغيره على ضربين عقاقير وتدابير" [2]. وصُنِّف عند أبي حامد الغزالي (القرن 5هـ-11م) باسم علم صنعة الكيمياء كفرع من العلم الطبيعي الذي يحتل المرتبة الثانية من العلم العقلي.

ويُصنفه ابن خلدون باسم علم الكيمياء، وهو أحد العلوم الحكمية الفلسفية [4]. أما في التصنيف الحالي للعلوم في الغرب، الكيمياء فرع مما يعرف في اللغات الأعجمية بلفظ Sciences، تُنقل إلى اللغة العربية "علوم"، ويقصد بها العلوم الطبيعية. وقد تمّ التنبيه صراحة إلى ذلك في أحد مناهج تاريخ العلوم في الدراسات الجامعية بكندا [7] كما يلي: "يقصد بالعلوم ما كان يعرف سابقا بالفلسفة الطبيعية، وحاليا بالعلوم الطبيعية، وهو يضم الفروع العلمية التالية الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء والفروع العلمية المتعلقة بها كعلم الفلك وعلم الأرض (الجيولوجيا) والجغرافيا بالإضافة إلى الرياضيات، ويستثنى من ذلك الجزء من الفلسفة الذي لا يهتم مباشرة بالطبيعة أو عمليات معرفتها والعلوم الإنسانية بصفة عامة والتقنيات والتكنولوجيا التي ليس لها علاقة مباشرة بتطور العلوم" [7]. والعلوم حسب بعض التصنيفات الحالية فرع من علوم الطبيعة والمادة أو فرع من العلوم الأمبيريقية (Empirique)، أي العلوم التي تخضع للملاحظة والتجريب، ويكوّن علم الكيمياء وعلم الفيزياء فرعًا من العلوم يعرف بالعلوم الفيزيائية.

الموضوع: كان موضوعه في السابق، كما تقدّم، الجواهر والمركبات من الأجناس الثلاثة، وهي المعادن (أي ما يطلق عليه حاليا الجماد أو الكائنات غير الحية) والنبات والحيوان، والتي يتفرع كل جنس منها إلى أنواع وكل نوع إلى أشخاص. أما حاليا فموضوعه الأجسام المادية وخصائصها الطبيعية، وذلك ما يصطلح عليه بالأجسام المادية البسيطة (corps simples) ومركباتها (corps composés). إنه ينظر بالأساس في خاصية تغير (تحول) مواد الأجسام إلى مواد أخرى، وهي تحدث في الزمن حسب آلية محددة يطلق عليه التفاعل الكيميائي. وقد يتوسع موضوع الكيمياء ليشمل الجواهر بصفة عامة، أي الأجساد والنفس وتغيراتها (الكيمياء الكبرى).

الغاية: غايته الحالية هي إنتاج المعارف والحصول على مواد خصائصها محدّدة. وغايته كما تقدم في التعريفات التراثية هي تحويل أعراض الأجناس الثلاثة إلى أعراض أخرى أشرف منها.

الفائدة: إصلاح أمر الدين والدنيا والآخرة كما تقدم. وذلك بالانتفاع بما أودع الله في كونه من منافع تعود على الإنسان في قوام حياته وبقاء نوعه وسعادته وكماله.

الواضع: يتعذّر معرفة الواضع الأول لهذا العلم نظرا لتعدد مسائله وتطورها. إلاّ أنّ هناك باحثين في دراسة علم الكيمياء وتاريخه اقترحوا واضعين لهذا العلم. عند الإغريق، الواضع هو هرمس مثلث العظمة (Hermes trimegistos) . ويعتبر خالد بن يزيد بن معاوية (635–704) أول من اشتغل في علم الصنعة عند العرب، حيث استقدم بعض الرهبان الأقباط المتفحصين بالعربية، كمريانوس وشمعون

وغيرهم، وطلب منهم نقل علوم الصنعة إلى اللغة العربية علّه يتمكن من تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب.

وهناك من يرى أنّ واضعه جابر بن حيّان، ولذا يطلق على الكيمياء "علم جابر". أما المستشرق هولميارد الذي اهتم في بداية القرن العشرين بدراسة علوم الحضارة العربية الإسلامية، فيرى أن الكيمياء من وضع أبي بكر محمد بن زكريا الرازي (القرن 4هـ). ويرى بعض الدارسين حاليا لتاريخ العلوم في المدارس الأوروبية أن واضعه هو الإنجليزي روبرت بويل من القرن 17 الميلادي، الذي حوّله إلى علم حسب نظرتهم لمفهوم العلم. كما يرى آخرون من نفس المدارس السابقة الأخيرة أن واضعه هو الفرنسي لافوازييه (Lavoisier) أو الألماني استال (Stahl) [5].

استمداده: استمد علم الكيمياء في بدايته من المصادر التي ألّفها الأقدمون وخاصة إبان الحضارة الهللّينية. ونقل العرب أثناء حركة الترجمة عدة مصادر كيميائية إلى اللغة العربية، وكان لهم الفضل في التعريف بمؤلفات علم الكيمياء القديم وعلمائه. فقد ذُكر في مؤلفات الكيميائيين العرب آغاثاذيمون وهرمس وأفلاطون وزوسموس وأرسطو طاليس ومارية وفيثاغورس وهرقل وغيرهم. صُنِّفت كتب الكيميائيين القدامى المنقولة إلى اللغة العربية إلى قسمين: القسم الأول ترجمات لكتب أصلية، أما القسم الثاني فقد جُمِعت كتبه إبان الحضارة العربية والإسلامية من عدة مصادر أو موسوعات، ونُسبت إلى أحد السابقين وهي تعرف بالكتب المزيّفة.

المسائل: تتعدّد مسائل علم الكيمياء وقضاياه. ويمكن توضيح هذه المسائل إما من خلال عرض أحد تصنيفات علم الكيمياء الحديث أو من خلال عرض التطور التاريخي لعلم الكيمياء. فمن التصنيفات يقسم علم الكيمياء إلى الأقسام التالية: كيمياء عضوية . كيمياء لاعضوية . كيمياء تحليلية . كيمياء فيزيائية . كيمياء حيوية . كيمياء صناعية . كيمياء بيئية وغيرها. ويتفرّع كل قسم منها إلى فروع عديدة. أما تقديم مسائل علم الكيمياء، استنادا إلى تطوره الزمني، فيمكن التعرف عليها من المراحل التاريخية الثمانية التالية [5، 6]:

- الكيمياء في العصور القديمة: هي كيمياء حرفية ظهرت في منطقتي الشرق الأقصى والشرق الأوسط. واهتمت بصناعة الفخار والزجاج والأصباغ واستخراج بعض المعادن من خاماتها بطرائق تبيّن أنها تستند إلى علم.
- الكيمياء في العصر الإغريقي: هي مرحلة الدراسة الفلسفية للطبيعة. تميّزت ببروز عدة أفكار حول المادة وبنيتها، نذكر منها نظرية العناصر والطبائع الأربعة والنظرية الذرية القديمة.
- الكيمياء في العصر السكندري وروما القديمة: تطوّرت في هذه المرحلة الكيمياء الحرفية وبرز علم الصنعة الذي يهتم بتحويل المعادن الخسيسة إلى معادن نبيلة.

- الكيمياء في الحضارة العربية الإسلامية: تميّزت ببروز دراسة فلسفية ونظرية للتدبير وضع على أسسها جابر ابن حيّان علم التدبير أو علم الصنعة، وهو يعتمد على الطبائع الأربعة والعنصرين (الزئبق والكبريت) أو الثلاثة (الزئبق والكبريت والملح). كما ظهرت دراسة العقاقير والآلات والتدابير بصفة مستقلة وواضحة في مؤلفات الرازي.
- كيمياء مرحلة دراسة التركيب (في الفترة 1660 – 1800 تقريبا): تبدأ المرحلة بأعمال روبرت بويْل. تميّزت بظهور أفكار ونظرة جديدة لمفاهيم العنصر والأجسام البسيطة والأجسام المركبة. وهو ما أدى إلى تطور طرائق التحليل واكتشاف أجسام بسيطة جديدة سميت ابتداء من هذه المرحلة بالعناصر الكيميائية. كما تميزت هذه الفترة بظهور نظرية الفلوجستون التي أدت إلى عصر النظام الجديد لمفاهيم الكيمياء أو ما سمي بالثورة الكيميائية.
- كيمياء مرحلة دراسة البنية (في الفترة 1800–1880 تقريبا) : بدأت بعودة ظهور النظرية الذرية في بداية القرن 19 وهي النظرية الذرية لدالتون. تم البحث في هاته المرحلة عن طبيعة وكيفية تركيب المواد. واكتشف مندلييف وآخرون قانون دورية خصائص العناصر ووضع نظام الجدول الدوري. ظهرت فروع جديدة لعلم الكيمياء، كالكيمياء العضوية والكيمياء الفيزيائية، وتطورت الكيمياء اللاعضوية والكيمياء التحليلية.
- كيمياء مرحلة دراسة النشاط الكيميائي (الحركة الكيميائية) خلال الفترة 1880–1950 تقريبا: وضعت قوانين التغير الكيفي والكمي للمواد في التفاعلات الكيميائية. وتطوّرت فروع الكيمياء في هذه الفترة تطورا كبيرا بفضل تطور طرائق التحليل وتطور الدراسات الرياضية للعمليات والظواهر الكيميائية وفقا لمبادئ الكيمياء الفيزيائية.
- مرحلة مخاض الكيمياء المتطورة (ابتداء من 1950 تقريبا): هي مرحلة الاهتمام بدراسة نماذج العمليات الداخلية في الأنظمة الحية.

الخاتمة

يتضح مما سبق أن تطبيق المبادئ العشرة، أو بعضها كما أشار إليه الناظم في بداية مقالتنا، أمر ضروري لتيسير عمليتي التعليم والتعلم، وله أهمية كبيرة في الإحاطة بجوانب عديدة تتعلق بالعلم أو الفن المدروس. وقد عبّر ابن خلدون عما سبق في المقدمة بما يلي [4]:

"... الحذق في العلم والتفنّن فيه والاستيلاء عليه إنما هو بحصول ملكة في الإحاطة بمبادئه وقواعده والوقوف على مسائله واستنباط فروعه من أصوله، وما لم تحصل الملكة لم يكن الحذق في ذلك الفن المتناول حاصلا وهذه الملكة هي في غير الفهم والوعي... والملكة إنّما هي للعالم أو الشادي في الفنون دون من سواهما...، وحسن الملكات في التعليم والصنائع وسائر الأحوال العادية، تزيد الإنسان ذكاء في

عقله وإضاءة في فكره بكثرة الملكات الحاصلة للنفس، إذ قدمنا أن النفس إنما تنشأ بالإدراكات وما يرجع إليها من الملكات".

وبذلك ندعو جميع المربين والمتعلمين، وحتى الفنيّين، إلى الاستمداد من هذه المبادئ وتطبيقها في جميع أعمالهم بالعصر الحاضر، وخاصة في عمليتي التعليم والتعلّم، وفي أعمال البحث وتوظيفها قبل الشروع في أي عمل بالمجالات المختلفة.

المراجع

[1] الخوارزمي الكاتب : مفاتيح العلوم. تقديم جودت فخر الدين. 1991، الطبعة الأولى، دار المناهل، لبنان.

[2] عبد الأمير الأعسم : المصطلح الفلسفي عند العرب. 1991، الدار التونسية للنشر.

[3] جمال الدين محمد بن تومرت الأندلسي : كنز العلوم والدر المنظومة في حقائق الشريعة وحقائق علم الطبيعة. تقديم وتحقيق أيمن عبد الجابر البحيري، الطبعة الأولى 1999، دار الآفاق العربية، القاهرة.

[4] ابن خلدون عبد الرحمن : المقدمة (الباب الخامس والسادس من الكتاب الأول).

[5] بوبكر ناجمي: محاضرات في تاريخ الكيمياء، ك532 السنة الخامسة لتحضير شهادة أستاذ التعليم الثانوي في مادة العلوم الفيزيائية– تخصص كيمياء، المدرسة العليا للأساتذة القبة (غير مطبوعة).

[6] كوزنيتسوف، ف.أ : الكيمياء العامة وآفاق تطورها، 1989، فشيا اشكولا، موسكو.

[7] David Senechal: Histoire des sciences. Notes de cours, Université de Sherbrooke, faculté des sciences (WWW.Physique.usherb.ca/ d senech /HS).

علم الحساب في المدنيـة الإسلامية

عبد المقتدر زروقي

أستاذ متقاعد، قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، بالقبة، الجزائر

احتاج الإنسان إلى اتخاذ حيلة لعدّ ممتلكاته منذ أن اهتدى إلى الكلام للتعبير عن حاجته وبيان أفكاره، وربما كانت بعض ألفاظ العدّ من أول ما عرف الإنسان من صور الكلام على حدّ تعبير المؤرّخ ويل ديورانت Will Durant في موسوعته الضخمة " قصة الحضارة ".

لقد أدّت الحاجة بالناس إلى المبادلات التجارية والمعاملات اليومية في حلهم وترحالهم إلى ممارسة حسابية، فارتبطت مناشطهم التجارية والصناعية والعمرانية وغيرها بتلك الممارسة، الأمر الذي تطورت عنه فيما بعد خوارزميات الحساب، والحساب تطوّر بالتجريد والتعميم إلى الجبر.

وأقام العرب (منذ حوالي 2300 سنة قبل الميلاد) مملكة سبأ الزاهية بالزروع والمنشآت العمرانية، كالحصون والهياكل والسدود مثل سد مأرب الضخم، وما يتبعه من قنوات مياه الريّ، وخاضوا حروب الدفاع. وكانت السفن التجارية للحميريين توغل في البحار حتى تصل إلى الهند وسرنديب (سريلانكا)، فاحتكّ العرب بمن حولهم، ممن كان لهم سبق في استعمالات الحساب كالهند والفرس، ورحلاتهم التجارية شمالاً وجنوبًا واحتكاكهم بأهل الشام وبابل.

ومع ذلك فإنّ المصادر التاريخية لم تفدنا بمعلومات مدققة عن نشاط عربي في علم الحساب خلال فترة ما قبل الإسلام وإلى غاية العصر الأموي. لكن العصر العباسي تميّز بعصر الترجمة بعد أن اطلع الفاتحون على ما لدى الأمم الأخرى من تجارب إنسانية وعلوم نافعة، تبنّتها المدنية الإسلامية وأخذت في تعليمها واستعمالها.

إنّ الأعمال الحسابية "البسيطة" التي يتطلبها تطبيق بعض الأبواب الفقهية، كالزكاة والفرائض والوصايا والمعاملات وبعض الأعمال الفلكية وحساب الزمن، تجعلنا لا نستبعد وجود ممارسة عربية للحساب على نحوٍ ما، سواء كانت محلية أو منقولة من ممارسات هندية وبابلية أو شامية. هذا ما قد يبرّر فهم الإنسان العربي لمعانٍ، حسابية بالصحيح وبالكسور، خاطبه القرآن بها وطالبه باستعمالها في تلك الأبواب. كما يسمح لنا هذا الوضع بأن نفترض أن علم الفرائض ظل في المدينة الإسلامية، من جهة، باعثًا على تعليم حدّ أدنى من تقنيات الحساب، وظل من جهة أخرى، ميدانًا للتطبيقات الحسابية والجبرية وحتى الهندسية أحيانا. ذلك أنه كان يطرح على الفرضيين مسائل مستعصية يحتاج حلُّها إلى معالجات رياضية حفّزت الحَيْسُوبِيِّين والرياضيين على النشاط والتفكير المستمر.

تدعونا هذه الملاحظات إلى البحث عن بداية الممارسة العربية للحساب ذات الصلة الوثيقة بالأدوات الرياضية المستعملة في علم الفرائض. وقد كان العرب يستعملون نوعا من حساب اليد، ولعلّ بعض القراء يعنيهم البحث في الموضوع فيكشفون المزيد. ولذا نضع بين أيديهم بعض ما نتج من

بحث حول بواكير الحساب العربي، مستفيدين من وضع حساب الفرائض منذ العهد النبوي بالمدينة المنورة إلى عصر القاضي الرياضي أبي عثمان العقباني التلمساني (توفي 811هـ/1408م).

تتضمن أمهات مصادر الفقه الإسلامي باب الفرائض والوصايا، وفيه نطلع على مسائل فرضية وقعت مبكرا وحُلت في العهد النبوي وفي زمن الصحابة. كما أطلعتنا تلك المصادر على حلول المسائل المذكورة وغيرها من المسائل التي تتطلب ممارسة حسابية، كأبواب الزكاة والبيوع والرهون والجراحات، ومسح الأراضي وخَرْسِها (لتقدير غلتها أو تقسيمها...) الذي هو أحد التطبيقات الهندسية.

وبما أن تلك المصادر لم تكن مختصة في الصناعات الحسابية فإن حلول المسائل الواردة لم تكن مفصلة بالصورة التي نريدها. ومع ذلك فإن هذه الحلول تتضمن ملامح ممارسة حسابية، وإن كانت بسيطة. ومن المفيد أن نعرض اثنتين من أقدم هذه المسائل، أولاهما مسألة ميراث ابنتي سعد بن الربيع التي كانت السبب المباشر في نزول آيات الميراث. والثانية وقعت بعد أن تقرر في القرآن الكريم أن فرض البنت الواحدة هو النصف، وأن فرض البنات (اثنتان فأكثر) هو ثلثان. إنها مسألة شخص مات وخلف بنتا وبنت ابن وأختا، فقضى فيها رسول الله (ص) بأن لبنت الابن السدس " تكملة للثلثين".

إن حَلَّي هاتين المسألتين يتضمنان فكرتين أساسيتين من الحساب هما: " أقل عدد تخرج منه عدة كسور"، وهو المضاعف المشترك الأصغر لعددين، وفكرة "جمع كسرين"، والفكرتان تشملان ضمنيا فكرة "توحيد مقامات الكسور".

1. مسألة أول ميراث قُسم في الإسلام

لما مات سعد بن الربيع (رضي الله عنه) وخلّف ابنتين وزوجة وأخا، لم تكن آيات الميراث قد نزلت، فأخذ أخو سعد كلَّ المال، دون البنتين والزوجة. فجاءت امرأة سعد إلى رسول الله (ص) تشكو سِلفها، فلم يجبها رسول الله (ص) بشيء. ولمّا نزلت آيات الميراث التي بيّنت الحكم الشرعي لكيفية تقسيم تركة هذا الميت، دعا رسول الله (ص) عمّ بنتي سعد الذي كان يريد أخذ كل التركة دون البنتين وأمهما" على عادة العرب في ذلك"، وقال له: اعط البنتين ثلثي التركة، واعط أمهما الثمن، وليس لك إلاّ الباقي.

حل هذه المسألة - الفروض في هذه المسألة بنصي القرآن والحديث النبوي: للبنتين ثلثان $\frac{2}{3}$، وللزوجة $\frac{1}{8}$ والأخ يأخذ ما بقي من التركة.

نص الحديث النبوي يتضمن قسمة التركة إلى أجزاء هي $\frac{2}{3}$ و $\frac{1}{8}$، ثم الجزء الباقي بعد إنقاص مجموع هذين الكسرين من مبلغ التركة، وهو ما يأخذه العمّ. ولكننا لا ندري كيف تمّ جمعُ ذيْنك الكسرين ولا كيف حُسب ذلك الجزء الباقي من التركة، وهي أمور تحتاج حتما إلى معالجة حسابية.

فالمسألة تخرج من 24 سهما، ويكون $\frac{2}{3}$ من 24 مساويا 16 سهما، و $\frac{1}{8}$ من 24 مساويا 3 سهام. ومجموع ذلك 19 سهما. والعم يأخذ الباقي وهو 5 سهام.

2. المسألة التي فيها السدس هو تكملة النصف إلى الثلثين

إنها مسألة ميراث بنت وبنت ابن وأخت:

حل هذه المسألة - قضى فيها النبي (ص): للبنت النصف $\frac{1}{2}$، ولبنت الابن السدس $\frac{1}{6}$ تكملة الثلثين، وما بقي تأخذه الأخت، وهو $\frac{1}{3}$. "فالمسألة تخرج من ستة سهام"، للبنت 3 سهام، ولبنت الابن سهم واحد، وللأخت سهمان.

إنها مسألة تتضمن عملية جمع كسرين: $\frac{2}{3}=\frac{1}{6}+\frac{1}{2}$، حسب مضمون العبارة "السدس تكملة النصف للثلثين"، ذلك أن للبنت نصفا ولبنت الابن سدس، ومجموعهما ثلثان. ولكننا لا ندري كيف تم جمع الكسرين.

3. عمل رسول الله (ص) بالتناسب الحسابي في دين غريم

حين كثرت ديون أحد الصحابة رضي الله عنهم، وطالب الغرماءُ بأموالهم حكم النبي (ص) بأن تباع تركة المدين وتقضى منها الديون، ولما لم تَفِ التركةُ بجملة الديون، أمر النبي (ص) بأن تقسم جملةُ التركة حصصا على الغرماء، أي على نسبة ديونهم، حسب تعبير ابن رشد، فإذا كانت قيمة التركة B هي أقل من جملة الدين D، فإن كل غريم ديْنه δ_i يأخذ من B قدراً x_i نسبته إلى B كنسبة δ_i إلى D، حيث: $\Sigma x_i = B$ و $\Sigma \delta_i = D$، أي $\frac{x_i}{B}=\frac{\delta_i}{D}$ وكل دائن يلحقه نقص في ماله على نسبة ديْنه.

ليس غريبا أن يحكم الرسول (ص) بهذا التناسب، فقد ورد التناسب في القرآن الكريم في سورة الأنفال (الآيتان 65 و 66). وبمثل هذا التناسب أشار العباس على عمر (رضي الله عنهما) لحل مسائل العول، ووافق عليه كبار الفرضيين من الصحابة وأقرَّ عمرُ العملَ به بعد موافقتهم.

4. مسألة حسابية للإمام علي (كرم الله وجهه)

أخبرنا كل من القرافي (668هـ/1263م) في كتابه "الفروق"، وابن البنا المراكشي (721هـ/1321م) في كتابه "اللباب" وآخرون، عن مقدرة الإمام علي ومهارته في الحساب. وذكروا مسألة من دقائق الحساب وردت على الإمام فحلها على الفور، من غير عنت، نوردها هنا، لأننا نعتبرها من أقدم النصوص العربية في الحساب. وقد وصلنا متنها عن طريق رجال رياضيين كابن البنا، أو فقهاء متريضين كالقرافي، وهي:

جلس رجلان يتغديان، ومع أحدهما خمسة أرغفة، ومع الآخر ثلاثة أرغفة. وقد أكل معهما رجل ثالث وأعطاهما ثمانية دراهم، يقتسمانها على حسب ما أكل لكلٍّ منهما، علما أن جميعهم أكل بالسوية. ولقسمة هذا المال أعطى صاحب الثلاثة أرغفة الحل التالي: الرجل أكل معنا بالسوية، فنصف أكله من ثلاثة أرغفتي، ونصف أكله من خمسة أرغفتك، وعليه فنصف ثمانية دراهمه لي ونصفها لك، فلي أربعة دراهم ولك أربعة. ولذلك فحل هذه المسألة حسب صاحب الثلاثة أرغفة يتم بحل جملة معادلتين بمجهولين من الدرجة الأولى، كما يلي: نفرض أن صاحب الأرغفة الثلاثة ينوبه x درهما من الثمانية دراهم وأن صاحب الأرغفة الخمسة ينوبه y درهما من الثمانية دراهم، فيكون:

$$\begin{cases} x+y=8, \\ x=y, \end{cases} \text{ أي } \begin{cases} x+y=8, \\ \dfrac{x}{1}=\dfrac{y}{1}, \\ \dfrac{}{2}\quad\dfrac{}{2} \end{cases}.$$

ولكن صاحب الأرغفة الخمسة اعترض على هذه القسمة، وقال نقسمها على حسب أرغفتنا، فيكون لي خمسة دراهم، ولك ثلاثة دراهم، أي

$$\begin{cases} x=5, \\ y=3. \end{cases}$$

وهكذا اختلفا في القسمة، ورفعا قضيتهما إلى الإمام علي، فقال لصاحب الأرغفة الثلاثة: لِمَ لا ترضى بالثلاثة دراهم؟ فقال لا أرضى إلا بأربعة دراهم، ووالله لا أرضى بغير قسمتي إلا بمرّ الحق. فقال له الإمام : أمّا مرّ الحق فإنه ليس لك إلا درهم واحد، ولصاحبك سبعة دراهم، فقال أرني مرّ الحق يا أمير المؤمنين، فقال له: الرجل أكل معكما بالسوية، فلنجعل أرغفتك أثلاثا، ونجعل أرغفته أثلاثا، فتكون الأرغفة الثمانية 24 ثلثا، ونجعل الثمانية دراهم 24 ثلثا، لك منها 9 أثلاث، وله منها 15 ثلثا. وأكلتم بالسوية، فكل منكم أكل 8 أثلاث، أكلت من 9 أثلاثك 8 أثلاث، وأكل لك منها ثلثا واحدا. وأكل صاحبك من أرغفته 8 أثلاث، وأكل له الرجل منها 7 أثلاث، هذا يعني أن كل ثلث رغيف يقابل ثلث درهم واحد. فلك من الـ 8 دراهم درهم واحد، ولصاحبك من الـ 8 دراهم 7 دراهم، وهذا هو مر الحق.

المصطلحات الكيميائية في اللغة العربية
واقع وآفاق

عمورة حورية
مخبر دراسة وتطوير تقنيات معالجة وتنقية المياه والتسيير البيئي
أستاذة بقسم الكيمياء، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

مقدمة

تعدّ المصطلحات العلمية عموما، والكيميائية خصوصا، من الاحتياجات الأساسية لقطاع التعليم بشقّيه قبل الجامعي والجامعي. فهذا القطاع الحساس يجب أن تكون لغته دقيقة المصطلحات لأنه المسؤول عن تنشئة أجيال متمكنة ومبدعة تعتزّ بهويتها الحضارية. إن المصطلحات مفاتيح للعلوم وذلك لما تحمله من معانٍ جمعت في ألفاظها، فهي خلاصة البحث في كل عصر، ببدايتها يبدأ وجود العلم وفي تطوّرها يتلخص تطوّر العلم.

إن نقل تراث الحضارات الكبيرة على مرّ السنين إلى أمم مختلفة وعبوره إلى الثقافات المتنوعة ليصل إلينا اليوم هو إثراء لمختلف جوانب حياتنا المعاصرة. ولقد اجتهد العلماء سابقا في وضع أساليب ومبادئ لصناعة المصطلحات في لغاتهم الأصلية، إلا أنه تسارع خلال العقد الأخير من القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين، ضخّ كميات هائلة من المعلومات العلمية التي تُنتج أو تُولد يوميا باللغات الأجنبية في جميع أنحاء العالم. وأصبح لزاما أن يتطوّر فنّ صناعة المصطلح العلمي العربي لكي يواكب هذا الزخم الهائل من المعلومات. فنحن لا نستطيع مواكبة ركب التطوّر المعرفي إلا بترقية لغتنا الرسمية (اللغة العربية) وصيانتها باعتبارها المقوّم الحضاري الأساسي لأي أمة من الأمم[1].

ومن أهم المشكلات التي تعترض صناعة المصطلح العلمي العربي هو حالة الفوضى في إنتاج المصطلح العلمي الواحد، مما أدى إلى السقوط في فخّ تعدد المصطلحات للتعبير عن الشيء الواحد. ولعل السبب الجوهري في ذلك هو عدم توحد جهود صناعة ونقل المصطلحات بين الأقطار العربية والتي لا تزال حتى الآن تفتقر إلى منظومة معايير موحدة بين البلدان العربية. ونظراً لخطر هذه الظاهرة اللغوية فقد تناولتها العديد من الدراسات وشملتها آراء وبذلت جهود كبيرة من أجل الخروج من ظاهرة تعدّد المصطلح التي تسببت في حالة من الفوضى الاصطلاحية وأشاعت الالتباس والغموض.

يعتبر هذا العمل حلقة من سلسلة أعمال تندرج في إطار المساهمة في تطوير المصطلح العلمي العربي باللغة العربية يعرض القواعد الأصلية لكتابة المصطلحات في لغة الكيمياء انطلاقا من لغاتها الأصلية التي نسميها "اللغة المصدر" مع عرض مقابلها في اللغة العربية وهي "اللغة الهدف". لقد انصب عرضنا في هذه

الحلقة على التعريف بالمصطلح وعلم المصطلح مع تخصيص حيّز نعرّف من خلاله بلغة الكيمياء ومستوياتها، ثم فتح نافذة للتعرّف على أساليب صناعة المصطلح العلمي العربي. وفي الأخير، نعرض واقع المصطلحات الكيميائية في اللغة العربية وآفاقها.

المصطلح وعلم المصطلح

يعرَف المرحوم مصطفى الشَهابي[2] المصطلح بأنه "لفظ اتفق العلماء على اتخاذه للتعبير عن معنى من المعاني" له خصائص مميزة يقول عنها "لا توضع [أي المصطلحات] ارتجالا، ولابد لكل مصطلح من وجود مناسبة أو مشاركة أو مشابهة كبيرة كانت أو صغيرة بين مدلوله اللغوي ومدلوله الاصطلاحي... ولا يجوز أن يوضع للمعنى الواحد أكثر من لفظة اصطلاحية واحدة". وفي مستدرك التاج فالمصطلح هو "اتفاق طائفة مخصوصة على أمر مخصوص، فيقال مثلا : اصطلح العلماء على رموز الكيمياء؛ أي اتفقوا عليها، وهذه الرموز هي مصطلحات أي مصطلح عليها" [2].

وحسب جميل الملائكة " المصطلح هو اللفظ الذي يضعه فرد أو هيئة لدلالة علمية أو حضارية معينة، بشرط أن يكون قد تواضع عليه المشتغلون بذلك العلم أو المعنيون بذلك الجانب الحضاري"[3] . أما علم المصطلح فهو بحث علمي وتقني يهتم بدراسة المصطلحات العلمية والتقنية دراسة علمية دقيقة ومعمقة من حيث المفاهيم وتسميتها وتقييمها، وهو فرع من فروع علم اللسان. لكن نظريته عكس النظرية الألسنية، إذ تهتم هذه الأخيرة بدراسة الكلمة اللغوية ابتداء من الدال نحو المدلول. وأما علم المصطلحات فيهتم بدراسة مصطلح علمي تقني ما من المدلول نحو الدال؛ فالمدلول يعرَف بالمفهوم وأما الدال فيعرَف بالتسمية (اللفظ)[4].

1. لغة الكيمياء ومستوياتها

اللغة [5] هي نطق يعبر عن فكر، ووسيلة تخاطب جماعية، وأداة للاتصال والتوصيل. أما اللغة العلمية فهي نظام بنائي من الرموز الصوتية الاصطلاحية أو الاختيارية تتخذه مجموعة من البشر وسيلة للتفاهم اعتمادا على رموز (ألفاظ) تكتسب قيمتها من خلال علاقاتها بالرموز الأخرى، يشترط في تداولها الاتفاق على قيمتها، أي على ما تحمله من دلالات ومعان تثار عند سماع هذا المصطلح أو قراءته أو ذكره.

ولكل علم لغة تميزه، تدعى بـ "اللغة المتخصصة" [2]، وهي تلك اللغة التي تتوفر فيها مجموعة من المواصفات العلمية المتمثلة في الدقة والموضوعية والوضوح والبساطة والإيجاز. تُعتبر هذه اللغة أداة ناقلة للمعارف. إن لعلم الكيمياء لغة خاصة به كباقي العلوم، وهي تنقسم إلى أربعة مستويات رئيسية [6] تتمثل في : أ) الرموز الكيميائية، ب) المفردات، جـ) الفروض والقوانين والنظريات، د) ما بعد النظريات والقوانين. دعنا نستعرضها فيما يلي:

أ- **الرموز الكيميائية** [6] : يدعى هذا المستوى أيضا بمستوى **الرمزية الخالصة**، إذ يوظف الكيميائيون في هذا المستوى عددا من الرموز لتسمية الأفراد الكيميائية – كالعناصر والمركبات– ووصف تفاعلاتها وما يمكن أن تؤدي إلى إنتاجه من مركبات جديدة. وبطبيعة الحال، تخضع عملية الترميز الكيميائي للأفراد الكيميائية إلى قواعد خاصة تتحكم في استخدام الرموز من حيث المعنى والإشارة.

تختلف لغة الكيمياء في المستوى الرمزي الخالص عن أية لغة أخرى، فهي لا تحوي كلمات بل مجرد رموز متعارف عليها. توضع هذه الرموز من قِبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC))[7] ، وهو هيئة عالمية أنشأت سنة 1919، يضم عدة لجان متخصصة في مختلف فروع واختصاصات الكيمياء، مثل لجنة الكيمياء العضوية والجزيئات الحيوية ولجنة الكيمياء اللاعضوية ولجنة الكيمياء التحليلية وغيرها. ولكل لجنة عدة غايات ومهام، أهمها وضع قواعد الرموز والمصطلحات الكيميائية، يمكن تصنيف رموز هذا المستوى إلى:

- ✓ رموز العناصر الكيميائية[6]: تمثل الهجائية الكيميائية، وهي تتألف من 118 رمزا تمثل العناصر الموجودة في الجدول الدوري.
- ✓ صِيَغ المركبات الكيميائية[8]: تستغل رموز العناصر الكيميائية في كتابة صيغ المركبات إلى جانب بعض الأدوات، كالأرقام والأقواس والعارضتين والحاضنتين، وهذا وفق ترتيب معين كما توضحه الأمثلة التالية: ( ) و [( )] و [{ ( ) }]. تضم هذه الأخيرة المجموعات المتماثلة من الذرات وعددها يُرمز له بالأرقام العربية. وتخضع صيغ المركبات إلى قواعد تتحكم في بنائها مثل مفهوم التكافؤ وحالة التأكسد والكهروسلبية والألفة. تُحدد هذه القواعد للكيميائي رموز العناصر التي يمكن التأليف بينها والنسب التي تشارك بها.
- ✓ خطاطات ومعادلات التفاعل الكيميائي[6]: تُستغل في كتابة كل منها رموز العناصر والصيغ الكيميائية، بالإضافة إلى استغلال رموز أخرى كالسهم الأحادي (→) وسهم التوازن (⇌) فضلا عن كتابة ظروف التفاعل كرمز المذيب ودرجة الحرارة ووجود الحافز وغيرها. وتخضع معادلات التفاعل الكيميائي لقواعد توضح قيم الكتل والأحجام الصحيحة الداخلة في التفاعل والتي تمكننا من تحديد المعاملات الستوكيومترية (الكميّة)، وبالتالي كتابة معادلات التفاعلات من موازنة خطاطاتها.

ب- **المفردات**[6] : لجأ الكيميائيون لاستخدام مفردات أو ألفاظ تسمح لهم بالانتقال من مستوى الرمزية الخالصة إلى وصف تلك الرموز. يمكن تصنيف هذه المفردات إلى مفردات خاصة وأخرى عامة:

- **المفردات الخاصة**[8]: إنها تمثل أسماء لمفاهيم يتم وضعها من قِبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية، ونجد بين ثناياها ما يلي:
  - ❖ أسماء العناصر الكيميائية: تمثل هذه الأسماء البسيطة للذرات الكلمات التي تبنى على أساسها لغة الكيمياء.

- أسماء المركبات الكيميائية: في أي لغة يتم تجميع الكلمات لتشكيل جملة، لذا تجمع أسماء العناصر الكيميائية لتشكيل أسماء المركبات الكيميائية. إلا أن هذا التجميع لا يتم عشوائيا وإنما بناء على مجموعة قواعد تتحكم في ترتيب أسماء العناصر المكونة للمركب الكيميائي، وتحدد نوع الرموز والأرقام وأماكن وضعها في الاسم. ولبناء اسم المركب الكيميائي تُستغل أسماء العناصر الكيميائية بالإضافة إلى الأقواس عقب اللواصق (bis, tris, tetrakis, pentakis …)، والأرقام العربية للدلالة على الذرات التي يتم عندها التبادل في سلسلة الحلقة أو على عدد جزيئات ماء التبلّر في المركبات المميّهة. ويمكن أن تكون الأرقام مسبوقة بالرموز + أو – وهذا للدلالة على شحنة الشاردة. وتستغل الأرقام الرومانية (بين قوسين) في اسماء المركبات للدلالة على عدد التأكسد. ومن المشهور أيضا استعمال لواصق التعدّد من النوع 1 "سوابق إغريقية" (mono, di, tri…) أو من النوع 2 "سوابق لاتينية" (bis, tris, tetrakis…).

- **المفردات العامة**[6]: هي ألفاظ (مصطلحات) تُستغل لوصف رموز المستوى الأول وصفا عاما باستخدام كلمات عامة مجردة، مثل كلمة "عنصر" التي تشمل كل العناصر الكيميائية من أكسجين (O) وهيدروجين (H) وصوديوم (Na) وغيرها، أو استعمال كلمة "حمض" أو "ملح"، ذلك أن المفردة الواحدة تضم في طياتها عددًا كبيرا من المفردات الخاصة سواء كانت عبارة عن أسماء عناصر أو مركبات كيميائية.

جـ- الفروض والقوانين والنظريات[6]: في هذا المستوى يلجأ الكيميائيون إلى صياغة فروض وقوانين ونظريات باستخدام مصطلحات لشرح ومناقشة مفردات لغة المستوى الثاني، كقانون النسب الثابتة لبروست وقانون النسب المضاعفة لدالتون.

د- ما بعد النظريات والقوانين[6]: لغة الكيمياء عند هذا المستوى تصل إلى لغة الفلسفة، فهي تشمل المصطلحات التي يضعها الفلاسفة لمناقشة النظريات وأصولها وأسسها التجريبية.

2. صناعة المصطلح العلمي

عالَم المصطلح عالم حركي في نماء مستمر[4]. ففي كل لحظة يخرج العلم على الإنسانية بالجديد، وهذا ما يؤدي إلى طرح قدر هائل من المصطلحات الجديدة التي يتزايد طرحها كلما تزايدت العلوم والتخصصات المندرجة تحتها. والصعوبة الدائمة التي يواجهها المترجم هي إيجاد المصطلح المقابل في اللغة الهدف.

يتم صناعة المصطلحات الجديدة غالبا حسب نظامي التمعين (إعطاء معاني لكلمات جديدة) والتركيب أو التوليد[9]، ويتبيّن للممحّص في قواعد وضع المصطلحات العلمية باللغة العربية أن هناك اتفاقا حول أساليب توليدها، وهي ترتب حسب الأفضلية كما يلي:

أ. الاستنباط[10]: هذه الطّريقة تعتمد بشكل أساسي على العودة إلى المفردات العربيّة الأصيلة وتمرّ بالخطوات التّالية:

- البحث في المعاجم العربيّة والنصوص القديمة عن المصطلح المطلوب الذي يمكن استخدامه من أجل التّعبير عن المفهوم العلمّي أو التقني الحديث.
- إعادة تأهيل المصطلحات التي اقترضتها اللغات الأوروبيّة في القرون الوسطى وإعادة استخدامها في اللغة العربيّة.
- البحث عن كلمات عربيّة تراثية تقترب في دلالتها من المفهوم الذي يتم البحث عن تسمية له باللغة العربيّة.

ب- الاشتقاق[10]: يعتبر من أهّم الطرق لنمّو اللغة وتطويرها لمواكبة كل جديد، وتعتمد هذه الطّريقة في صياغة وحدات معجميّة جديدة انطلاقا من الجذر.

جـ النحت[10]: ويعرف بأنه توليد مصطلح جديد من كلمتين أو كلمة وسوابق أو لواحق.

د- الاقتراض أو التعريب[2]: هو محاولة نقل الكلمات أو المصطلحات العلمية من لغة أجنبية إلى اللغة العربية مع تحويرها نطقا لتلاءم النطق بالعربية.

3. واقع المصطلحات الكيميائية العربية

أصبح المصطلح العلمي العربي في عصرنا الحالي مجرد احتواء لما يتم استيراده من علوم أجنبية، وذلك بعد أن كان يضعه أو يصنعه وينحته العلماء ليقوموا بعد ذلك بتصديره إلى أهل اللغة ليضيفوه إلى معاجمهم وقواميسهم العربية. ويتأرجح نقل المصطلح الكيميائي إلى اللغة العربية ما بين استغلال المصطلحات الأجنبية كما عُرفت في اللغة الأصلية، وبين استغلال المعروف مما يقابلها في اللغة العربية أو اللجوء في أغلب الأحيان إلى تعريب المصطلحات مباشرة. إلا أن المشكلة ليست في طريقة نقل المصطلحات من اللغة المصدر إلى اللغة الهدف فحسب، وإنما تكمن أيضا في عدم توحيد المصطلحات المنقولة في مختلف الدول العربية. دعنا نعرض فيما يلي جانبا من واقع مصطلحات لغة الكيمياء بالعربية بالنسبة للمستويين الأول والثاني.

- المستوى الأول من لغة الكيمياء[7]: اعتُمد في الترميز للعناصر والمركبات الكيميائية على نفس الرموز الموضوعة من قِبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية في كل الدول العربية، مع الاشارة إلى وجود بعض محاولات سابقة لتعريبها في الكتب المدرسية لبعض الدول العربية كمصر وليبيا. يضم الجدول (1) بعض الأمثلة.

الجدول (1): أمثلة لبعض الرموز الكيميائية المعربة

اسم العنصر الكيميائي	الهيليوم	الكلور	الآزوت
الرمز حسب IUPAC	He	Cl	N
الرمز المعرّب	هل	كل	ن

إلا أن السائد في وقتنا الحالي هو اعتماد قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

- المستوى الثاني من لغة الكيمياء[7]: يمكن تقسيم طريقة تسمية العناصر الكيميائية في الكتب والمراجع العربية إلى قسمين:
  - القسم الأول يضم أسماء عربية أو معربة قديما، كالزئبق والرصاص والفضة والزرنيخ والنحاس والحديد والذهب والكبريت والفحم، وهي تمثل أسماء عناصر مكتشفة قديما ومعروفة في فترة الحضارة الاسلامية.
  - القسم الثاني يضم العناصر المكتشفة حديثا، وهو يضم عددا أكبر من العناصر، نقلت أسماؤها من لغاتها الأصلية إلى اللغة العربية عن طريق التعريب مثل: كلور وبوتاسيوم وآزوت وصوديوم... لا ندري كيف تم اختيار طريقة التعريب لنقلها لأنها حسب المنشغلين بموضوع المصطلح العلمي العربي تعدُّ آخر ما نلجأ إليه من بين مبادئ وضع المصطلحات المنقولة.

خاتمة

لقد كان للغة العربية الفضل في تقدم العلم ونشره في أرجاء أوروبا، ولا يمكن أن تصبح عاجزة عن مسايرة التطور العلمي. فهي قادرة على رفع التحدي الذي يواجهها لتصبح كما كانت في الماضي لغة تواصل وتفكير علميين. إن الأجدر في وقتنا الحالي هو تظافر الجهود لوضع تشريع عربي لصناعة المصطلحات العلمية عموما والكيميائية خصوصا يشمل كل الدول العربية، وذلك بوضع خطة يمكن تلخيص خطواتها فيما يلي[9]:

- توحيد جهود كل الهيئات المختلفة التي تُعنى بنقل وصناعة المصطلحات العلمية.
- تكوين خلية صناعة أو ترجمة المصطلحات العلمية في كل جامعة من هيئة التدريس التي زاولت دراستها بلغات متعددة، يتعاون ممثلون عنها مع لجان المجلس الأعلى للغة العربية ومع لجان الدول العربية الأخرى؛ ذلك أنه يشترط في واضع المصطلحات العلمية المنقولة من لغات أخرى التمكن من اللغتين المنقول منها والمنقول إليها، بالإضافة إلى التمكن من المعرفة المنقولة في حدّ ذاتها.
- إعداد معجم للمصطلحات الكيميائية باللغات الثلاث (العربية والانجليزية والفرنسية) تكون نسخة منه بحجم صغير توجّه للتعليم قبل الجامعي ونسخة ثانية شاملة توجّه للتعليم الجامعي، وهذا لتجنب تعارض المصطلح في مراحل التعليم المختلفة.

- ارسال نسخ لمختلف المؤسسات التربوية والجامعية لوضعها محلّ تجربة لتنقيحها.
- فتح مواقع للأنترنت ومواقع تواصل اجتماعي علمية خاصة بنشر الإنجازات العلمية وترجمتها لتكون مصدرا للباحثين بلغتهم الرسمية.

المراجع

[1] كرزابي فادية: واقع المصطلح العلمي بين الترجمة والتعريب ترجمة المصطلح الطبي من الفرنسية إلى العربية، مذكرة لنيل شهادة الماجستير تخصص تعليمية اللغات والمصطلحاتية، كلية الآداب واللغات قسم الانجليزية، جامعة تلمسان، 2015.

[2] مصطفى الشهابي: المصطلحات العلمية في اللغة العربية في القديم والحديث، الطبعة 2، مطبوعات المجمع العلمي العربي بدمشق، 1965.

[3] حلام الجيلالي: نحو دليل تشريعي عربي لترجمة المصطلح العلمي من كتاب "أهمية الترجمة وشروط إحيائها"، المجلس الأعلى للغة العربية، ص 189–202، 2004.

[4] عمار الساسي: المصطلح في اللسان العربي من وهم التوحيد إلى حقيقة الصناعة من كتاب "أهمية الترجمة وشروط إحيائها"، المجلس الأعلى للغة العربية، ص 171–188، 2004.

[5] معجم المصطلحات الكيميائية، مطبوعات مجمع اللغة العربية بدمشق، الطبعة الأولى، 2014.

[6] صلاح عثمان: لغة الكيمياء، من البنى الصورية إلى الوقائع التجريبية، منشأة المعارف، الاسكندرية، مصر، 2004.

[7] ناجمي بوبكر: المصطلحات الكيميائية: قواعد تسمية وكتابة رموز العناصر والمركبات الكيميائية، الملتقى الوطني لمفتشي التربية والتكوين للعلوم الفيزيائية، قسنطينة، 12–19 مارس 1999.

[8] Connelly N.G., Hartshor R.M., Damhus T., Hutton A. T., NOMENCLATURE OF INORGANIC CHEMISTRY IUPAC Recommendations 2005, Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Cambridge, UK.

[9] النوي المنور: مسألة المصطلح في الترجمة العلمية والتقنية من كتاب " أهمية الترجمة وشروط إحيائها"، المجلس الأعلى للغة العربية، ص 127–134، 2004.

[10] بنطال فارس وجابر فادي: ترجمة المصطلحات العلمية: النظرية والتطبيق، مجلة Langues, cultures et sociétés، مجلد 5 (1)، ص 132–142، 2019.

رياضيات وموسيقى

الواجبات المنزليّة : لماذا ؟

محمّد حازي

أستاذ متقاعد، قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة

القبّة القديمة، الجزائر

1. مدخل

لا يخفى عن أحد أن النجاح في المسار الدراسيّ يمثّل الهاجس الأكبر لدى المتعلّمين تلاميذ وطلبة وأسرهم، بل هو محلّ اهتمام المجتمع بكافّة مكوّناته الإداريّة والتربويّة والمجتمعيّة من القاعدة إلى أعلى هرم الدولة. وبالطبع، يبقى انشغال العائلات في المقدّمة إذ لا توجد منها واحدة تغفل على مدار الأسبوع عن مساءلة أولادها عن نتائجهم الدراسيّة اليوميّة. تتجنّد العائلة لتمتين علاقاتها مع المدرسة لضمان أحسن محيط دراسيّ لأولادها وذلك بالعون اليوميّ والاستراتيجيّات التي ما فتئت تضعها لصناعة مناخ تعليميّ مريح ومثمر.

أنهيت منذ شهور مؤلّفا ضمّنته الفروض المنزليّة التي اقترحها الفريق المشرف على وحدة التحليل لطلبة السنة الأولى في المدرسة العليا للأساتذة بالقبّة–الجزائر خلال عشريّة التسعينيّات. كتبت بإسهاب وقناعة بل وحماس في مقدّمته عن فوائد العمل المنزليّ وانعكاساته الايجابيّة التعليميّة والتكوينيّة على الطالب. قادتني رغبتي في حبك تقديم أغنى إلى توسيع التقصّي حول واقع هذا الصنف من النشاط عموديّا من خلال الأطوار التعليميّة الأربع وأفقيّا من خلال بعض البلدان.

2. ما مدلول عبارة "واجبات منزليّة"؟

أرى دفعا للإبهام وحذرا من اللّبس التدقيق في المراد من وراء هذه العبارة خلال هذا النصّ. فقد شاعت بخصوص الشقّ الأوّل ألفاظ متعدّدة حسب المعلّمين والمؤسّسات والمقاطعات التربويّة للدلالة على هذا الصنف من المهمّات والأعمال. لعلّ أكثرها شيوعا الألفاظ الثلاثة: **واجبات– وظائف– فروض**. انتصرت شخصيّا هنا للأولى لتشبّعي بمرادفها اللاتيني في تكويني الابتدائيّ وكذا لكونها تحمل لبّا أخلاقيّا يشدّ المتعلّم. أمّا بشأن الثاني فوسّعناه ليشمل كلّ نشاط دراسيّ يقع خارج حصص الأقسام الاعتيادية، سواء أكان ذلك في المدرسة أم في المكتبة أم في المنزل. فالمعنى الضيق للّفظ قد يعني من بين أطوار التعليم الأربعة الطور الأوّل بدرجة أكبر.

3. الواجبات المنزليّة في الطور ما قبل الجامعيّ

إنّ أخشى ما يخشاه الثالوث المكوّن من المعلّم والمتعلّم ووليّه في كلّ الأطوار التعليميّة ألاّ يتمّ البرنامج السنويّ المقرّر بالصورة التي تضمن إدراك الأهداف وقطف كلّ الثمار التكوينيّة المرجوّة في نهاية السنة. فكلّ الخطط والتدابير والوسائل الماديّة والبشريّة مجنّدة لهذه الغاية. فإن كان من المنتظر من المتعلّمين أن يجتهدوا

ويستثمروا ساعات حضورهم في الأقسام فقد أضحى من المنتظر منهم أيضا لبلوغ هذه الغاية "المرعبة" اللجوء إلى تمديد اليوم الدراسيّ مساء في الدائرة العائليّة. إنّ على العمل أن يستمرّ بعد القسم على شكل دروس وواجبات. لهذه الأعمال وجهان أساسيان: الشفاهية من محفوظات ودروس والكتابيّة من دروس وتمارين وتعبير ورسوم وخرائط ونحو ذلك. فإن كان الجميع لا يرى بأسا في استمرار ممارسة الوجه الأولّ فإنّ الوجه الكتابيّ للأعمال المنزليّة محلّ جدل وانتقاد بل ومنع في الابتدائي على وجه التحديد.

بخصوص الطور الثانوي، وعكس ما سبق، فإنّ النصوص الرسميّة تؤكّد مشروعية العمل البيداغوجيّ المنزليّ وضرورته وأهميته مع وضع قيود وقواعد بشأنه. كان على التلاميذ أن يقوموا في المؤسّسات التعليميّة أو في المنزل بعدد من الفروض الإجباريّة على أنّه ينبغي على العمل المطلوب أن يصطبغ بمرونة قدر المستطاع ومحدّدا ومشخّصا بقدر كاف.

ومع هذا، فإنّ موضوع الواجبات المنزليّة يبدو من المواضيع التربويّة التي تثير بسرعة المناقشة. إنّه موضوع جدل دائم قلّما يدع الفاعلين المعنيّين بصفة مباشرة أو غير مباشرة بهذه المهمّة الدراسيّة غير مبالين. فهذه الأخيرة تتقاذفها الآراء المتعاكسة المتضادّة. فهي محبّذة ومرغوب فيها ومنبوذة ومعرض عنها، فعالّة وغير ذات جدوى، مصدر طمأنينة وبؤرة ضغط، وهلمّ جرّا ... هكذا وكما هو الشأن في كلّ نقاش، فإنّ الأنصار المؤيّدين والخصوم المعارضين يتجابهون حول مغزى وجدوى وخصوصيات العمل المنزليّ.

4. الواجبات المنزليّة : الحجم الزمنيّ

تظهر دراسات عديدة ثقل الأيام الدراسيّة. أفرزت هذه الوضعيّة إزاء الواجبات اليوميّة لجوء التلاميذ إلى العمل أيضا خارج ساعات القسم. من الصعب معرفة الحجم الساعيّ المخصّص للواجبات وحدها بدقّة. فمعدل هذا الحجم اليوميّ والأسبوعيّ متقلّب. تقرّ نسبة معتبرة من الثانويّين بتخصيص بين ساعة وساعتين للعمل المنزليّ؛ وهناك نسبة أقلّ تخصّص أكثر من ساعتين يوميّا. تجدر الإشارة إلى أنّ هذا المعدّل يتغيّر بين البنين والبنات. فالبنات يخصّصن الضعف للعمل المنزليّ. نشير هنا إلى أنّ لبعض الأساتذة تصوّرا خاطئا حول الوقت المنزليّ، إذ يقدّرونه أقلّ ممّا هو في الحقيقيّة : خريطة استغرق انجازها من قبل تلميذة أكثر من ساعة في حين كان يتصوّرها الأستاذ في أقلّ من نصف ساعة).

إنّ حصر وقت العمل بعد الدوام في الواجبات المنزليّة وحده ينجم عنه إهمال الوقت المقضي في أنشطة مجاورة مطوّرة بقوّة في كوريا. فأنظمة المساعدة والمرافقة للدراسة مندمجة مع النظام التربويّ الكوريّ. فوقت العمل بعد القسم لا ينحصر في الواجبات المنزليّة المطلوبة من قبل الأساتذة. إنّه حال اليابان. ففيه قرابة 59 من المئة من التلاميذ يتابعون دروسا خصوصية استكمالا للدراسة القسميّة. حسب تحقيق دوليّ ضمّ 18 دولة تبيّن أنّ كثيرين هم التلاميذ من 13 سنة يخصّصون على الأقلّ عشرين دقيقة يوميّا للواجبات غير أنّ في الولايات المتّحدة الوقت المقضي أقلّ. يرجع الباحثون الأمريكان ضعف نتائج تلاميذ بلدهم في الاختبارات الدوليّة مقارنة بالبلدان الأخرى إلى أنّ هؤلاء التلاميذ يقضون وقتا أقلّ في الدراسة. نشير في هذا الصدد إلى أنّ أحد أهداف

سياسة الرئيس بوش عام 1990 كان زيادة العمل في القسم والفروض المنزليّة. لسان حاله يقول "لا يمكننا أن نشتكي في الوقت نفسه من رداءة نتائج التلاميذ عند كلّ مقارنة دولية من جهة ومن كثرة الفروض المنزلية للتلاميذ من جهة أخرى" !

إنّ في المجتمعات التي تثمّن النجاح المدرسيّ هي التي يكون فيها الأولياء والمعلّمون يعتبرون الواجبات المنزليّة كأداة تعلّم ضروريّة لنجاح التلاميذ. فعكس الصين أو اليابان فإنّ الولايات المتّحدة الأمريكية لا تعير اهتماما كبيرا للواجبات كمنهج للتعلّم. في هذا المضمار نجد تلاميذ السنة الأولى الصينيّون يقومون بعشر مرّات كمية العمل المطلوبة في الولايات المتّحدة الأمريكيّة. يرى البعض أنّ التساؤل الحقيقيّ لا ينبغي أن يكون منصبّا على المدّة الزمنيّة فحسب بل من الأساسيّ التفكير في مدلول وفحوى هذا الفعل الدراسيّ.

5. أصناف الواجبات

نذكر هذه الثلاث أساسا:

- الواجبات التطبيقيّة الهادفة إلى عضد وترسيخ المعارف؛
- الواجبات التحضيريّة الهادفة إلى إعطاء التلاميذ معرفة متّصلة بالموضوع الذي سيتناول في القسم؛
- الواجبات المتابعتيّة التي تهدف إلى الوقوف على مدى قدرة التلاميذ على توظيف المفاهيم في أطر ووضعيات أخرى.

تراعى كلّ هذه الأنماط بداية البساطة والانتظام لجعل التلميذ يقوم بها بمفرده دون الاستعانة بعائلته طلبا لاستقلاليته. هي أساسا أنشطة الحفظ والتكرار التي لا تتطلّب من التلميذ تفكيرا ولا إعانة خارجيّة. يعيب البعض هنا على أنّ المعرفة كلّما كانت مفكّكة ومجزّأة كلّما كانت غير محرّكة ومحمّسة للتعلّم. غير أنّ هذا النوع من الواجبات لا يستغنى عنه للحصول على التعوّد الضروري والآلية لاكتساب المهارات.

تجمع العديد من البحوث على أنّ للواجبات المنزليّة تأثيرات على الحياة الدراسيّة والاجتماعيّة للتلميذ. هذا ملخّصها:

أ. الإيجابيّة

الآثار الفوريّة: فهم أفضل، اكتساب ميكانيزمات، ذاكرة أقوى، ...

الآثار بعيدة المدى: عادات وقواعد العمل أمتن، ...

الآثار غير الأكاديميّة: تحمّل، انضباط، فضول، مسئولية، ...

ب. السلبيّة

تشبّع، اكتضاض وسوء توزيع، ملل وتعب نفسانيّ، ...

انتفاء أهميّة الأنشطة الترفيهيّة،

ضغط عائليّ، ...

اتّساع الفروق بين الممتازين والأكثر ضعفا،...

6. نظرة عابرة حول واقع الواجبات المنزليّة في دول مختلفة

إنّ الشرخ في الإجماع الحاصل حول نجاعة اللجوء إلى أعمال خارج المدرسة في الطور الابتدائي تحديدا ظهر هنا وهناك في العديد من الدول عبر العالم. هكذا، نجد بعض البلدان الأوروبيّة رفضا للواجبات المنزليّة. بلغت درجة هذا الرفض في البلدان الاسكندينافيّة حدّ الامتناع التامّ كما هو الشأن بفنلندا. في الدانمارك وإيرلندا تعالج الواجبات في المدارس لتمكين التلاميذ من الاستفادة من الموارد البشرية واللوجيستيكيّة التي توفّرها المِؤسّسة المدرسيّة. هذا خلاف ما نجده في بلجيكا إذ يقوم السواد الأعظم من التلميذ بواجباتهم في المنزل.

وفي كندا وفي الكيباك تحديدا انقسمت المدارس بين لاغية لهذا الصنف من الأعمال ومندّدة بهذا الإلغاء ! في الولايات المتّحدة الأمريكيّة أضحى النقاش حول وتيرة عمل الأطفال مركز الأحاديث والمناقشات. فالواجبات المنزليّة من المواضيع التي يدور حولها الجدل وتنطلق حولها بسرعة التعاليق والأخذ والردّ. تظهر بعض الدراسات أنّ إيطاليا هي البلد الأوروبيّ الذي يخصّص فيه التلاميذ حجما زمنيّا أكبر لواجباتهم؛ غير أنّ هذا السلوك أعابه البعض مدّعيا أنّه يشكل عبئا ثقيلا على الأولياء إذ يحوّلهم إلى معلّمين مكرّرين لكن من دون كفاءات في معظم الحالات. في ألمانيا ينحصر العمل المنزليّ في الواجبات الرياضياتيّة على شكلها التمارينيّ.

وفي أوروبا الشماليّة التي يعرف تلاميذها نجاحا أفضل قلّصت الواجبات وفضّل بدلها العمل القسميّ. إذا احتكمنا إلى التعريف القاضي بأنّ العمل المنزلي هو مهمات مطلوبة من التلاميذ من قبل معلّميهم تنجز خارج ساعات الدروس نجد الكوريين يخصصون وقتا قليلا لهذا الجانب. غير أنّ حصر وقت العمل بعد القسم في الواجبات المنزلية وحدها يعود إلى إهمال الوقت المقضي في أنشطة ملحقة مطوّرة كثيرا في كوريا واليابان. فأنظمة الساعدة والمرافقة للدراسة مندمجة في النظام التربوي الكوريّ ما يجعل وقت العمل بعد القسم لا ينحصر في الواجبات المنزليّة المقترحة من قبل المعلّمين. في إسبانيا ينظر إلى الواجبات المنزلية على أنّها ليست إيجابية إلاّ إذا شكّلت إجابة وحلّا فرديّا لهذا الطفل أو ذاك. تصرّح الأطر القانونيّة على أنّ الواجبات ذات الطابع الميكانيكيّ والتكراريّ غير الفعّال ليست بذات جدوى.

وفي المملكة المتّحدة مالت الأمور إلى الامتناع عن الواجبات ما أراح التلاميذ والمعلّمين على حدّ سواء ! في سويسرا لا وجود لواجبات منزليّة غير أنّ الأولياء يرون أنّ الغياب الكليّ أو الخفض الكبير للواجبات نجم عنه ولّد سلبيات جمة. إنّ حالة فرنسا مدهشة حقّا. فقد أعلنت منع اللجوء إلى الواجبات المنزلية في الابتدائي مطلع القرن العشرين (1912). غير أنّ هذا المنع لم يكن يتبعه تطبيق في الواقع. فرغم تكرار وتعاقب صدور نصوص المنع القانونية (1956- 1961- 1971) وسريان مفعولها إلّا أنّها تجوهلت وقوبلت باللامبالاة ولم يمنع هذا الإجراء من الديمومة والاستمرار، كأنّ اتّفاقا ضمنيّا وقع بين الفاعلين المهنيّين لتجاوز القاعدة. فالمفتّشون ينسون أو يتناسون بل يتحاشون أثناء تفتيشهم استفسار المعلّمين حول هذا النشاط. فحسب

هؤلاء لا يهمّ المفتّشين أن يعلموا ولا يبحثون عن ذلك. فهم لا يتطرّقون للموضوع ولا يطرحون الأسئلة التي تستوجب من المعلّم البوح بممارسته الفروض المنزليّة.

يرى العديد من المهتمّين أنّ منع العمل خارج الأقسام غير واقعيّ، سيّما مع تزايد متطلّبات التكوين. إنّها في أضعف الأحوال تدريب يمكّن من تقوية قدرات التلميذ في القيام بالواجبات في ما يلحق من المراحل. يحضرني في هذا المقام أنّه خلال مروري الخاطف بثانوية في فرساي عام 82-83 كأستاذ للرياضيات لم أتذكّر أنّ للهيئة المدرّسة علما بالنصوص التنظيميّة المتعاقبة المذكّرة لمنع العمل المنزليّ في الابتدائيّ. ليس لهذا من مدلول سوى أنّ القوانين المعنيّة قد قبرت وأنّ اقتناع الجميع بجدوى الواجبات المنزليّة بات حقيقة راسخة.

أمّا عندنا فلم يبلغ مسمعي أنّ رياح المنع قد هبّت بعد. في حدود علمي، النقاش حول الموضوع منعدم أو يكاد. فأمام الوظائف المنزليّة أيّام هادئة لا تعكّرها أيّة شائبة. إنّ لها القسط الأكبر من اهتمام الفاعلين، تأخذ كلّ يوم حجما متزايدا إلى حدّ يخيّل إليك أنّ حصن التعليم بأبعاده الثلاثة، الابتدائي والمتوسّط والثانوي سيتنصّل من مهامه لحساب المنزل. كم سمع وتحمّل الأولياء من لوم وعتاب على "تقاعسهم" في متابعة ومراقبة أولادهم!!! وما زاد الطين بلّة والأولاد تشرذما هو استفحال اللجوء إلى الدروس الخصوصيّة، ما نجم عنه للولد بدل دار ديار !

7. ماذا عن الطور الجامعيّ؟

لا يتخيّل عاقل تعليما جامعيّا مجرّدا من العمل المنزليّ. فهذه الحقبة هي حقبة العمل والتكوين الفرديّ الذاتيّ بامتياز. إنّها أبعد ما تكون عن لغط التجاذب والاختلاف الذي سقناه. فالإجماع سيّد الموقف ومنغرس في السلوك التعليميّ منذ الأزل ولعلّه باق إلى الأبد. لعلّ أكبر شاهد يذكّر الأستاذ والطالب معا بهذا النشاط وأهميته هو وجود المكتبات بصفاتها المتنوّعة، جامعيّة ووطنية وبلديّة. هل هناك غاية أخرى غير العمل الخارجيّ من أجلها شيّدت ؟ وبالطبع، فإنّ درجة ممارسة هذا النشاط ووتيرة تتابعه قد تختلف حسب كلّ أستاذ وكلّ مؤسّسة وكلّ منطقة وكلّ بلد. وقد يعرف إقبالا حماسيّا تارة وفتورا تارة أخرى، إلاّ أنّه مثل غصن قصبيّ ينحني ولا ينكسر؛ تشتعل جذوته حدّ التوهّج في فترات وتخبو حدّ الانطفاء في فترات أخرى. يبدو لي، وأتمنّى أن أكون مخطئا، بأنّ الجامعة الجزائريّة أو على الأقلّ المدارس العليا للأساتذة التي أنا قريب منها، تعرف ركودا في جانب هذا النشاط. ولهذا الوضع دخل في هذا المنحى التنازليّ الذي عرفه المستوى التحصيليّ الطلابيّ في عمومه. لا أعتقد أنّ تفاقم عدد الطلبة وطغيانه هو السبب الأوحد في العزوف عن العمل الخارجيّ. نرى هنا أنّ تقييما جامعيّا شاملا مطلوب باستعجال لدى من يهمّهم الأمر لتدارك الأوضاع.

في الأخير، ومهما يكن من أمر، ورغم هذه السحابة التي أتمنّاها عابرة، لا يمكن تصوّر دراسات جامعيّة دونما عمل فرديّ خارج المدرّجات. يحضرني في هذا المقام أنّني كثيرا ما داعبت طلبتي بتذكيرهم بأنّ حقّهم في غرفة جامعيّة يتطلّب منهم مراجعة ومتابعة يوميّة دقيقة لدروس النهار فحصا ومحصا وتكملة بل وإفاضة تسمح

لهم بإحاطة محكمة وهضم جيّد لما أخذ. وفي حال انتفى هذا العمل جاز للحيّ الجامعيّ استرجاع غرفه !

أختم بالتذكير سردا غير مرتّب بفوائد العمل المنزليّ:

- إتقان الأدوات التعبيريّة (الكتابة، علامات الوقف، النحو الصرف، الإملاء، البلاغة، التقديم، ...)؛
- رفع مكتسب الثقة وشحذ الدافعيّة لدى الطالب؛
- زرع الفضول في الطالب وتأجيج جوعه التحصيليّ دفعا للقناعة ؛
- معالجة وتدقيق مسائل مفتوحة؛
- هضم المعارف وتملّكها؛
- تكملة وتوسيع حقل المعارف؛
- تشجيع الطالب على البحث على المعلومة بالاستعانة بمختلف القنوات والوسائل: مكتبة، أستاذ، زميل، شبكة الانترنيت، ...
- حثّ الطالب على التعلّم الذاتيّ وجعله يتطوّر ويبدع وينحو نحو الاستقلالية والنظام
- تمكين الطالب من التحكم في تقنيات الإعلام الحديثة؛
- زرع روح التبادل والمنافسة بين الطلبة؛
- تمكين الطالب من حذق مختلف طرق العمل واستعمالها في محلّها؛
- .....

هذا غيض من فيض وعنده أتوقّف!

همسة لا بدّ منها:

تقتضي الأمانة الإقرار بأنّ مضمون هذا المقال مستوحى من عمل شاركت به في ملتقى تربويّ نظّمته المدرسة العليا للأساتذة بسطيف–العلمة في أكتوبر 2019.

مراجع

[1] Baerisway G : Les devoirs à domicile : Tomber le masque ; Educateur, n°7 ; 1990.
[2] Barrère A : Les Forçats de l'école ; Spirale, Revue de recherche en éducation n°2 ; 1998.
[3] Bedard Ho F : Les devoirs et les leçons sont-ils nécessaires ?; Revue du Ministère de l'éducation et de la direction de la recherche du Québec ; 1994.
[4] Bobash M : Devoirs ou leçons : telle est la question ; le monde de l'éducation, n°218 ; 1994.
[5] Cooper H : Homework for all in moderation ; Educational Leadership n° 58 (7); 2001.
[6] Davaillon A : Les collégiens en difficulté : Portraits de famille ; Education et formation, n°36 ; 1993.
[7] Félix A : L'étude à la maison ; un système didactique auxiliaire, Revue des sciences de l'éducation n°38 (3); 2002.
[8] Hazi M : Agrégat de préparations-maison : Offices des publications universitaires, à paraitre.

بعض تطبيقات القطوع المخروطية

كريستيان روسو Christiane Rousseau **وإيفان سانت–أوبان** Yvan Saint-Aubin

أستاذان بقسم الرياضيات والإحصاء، جامعة موتريال، كندا

1. الخاصية المميزة للقطع المكافئ

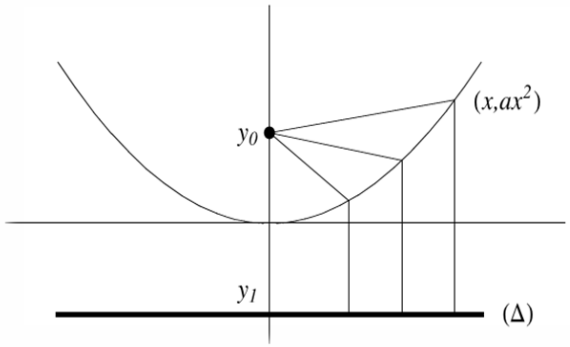
تقول الأساطير إن أرخميدس (287–212 ق.م) أحرق الأسطول البحري الروماني الذي كان يحاصر سرقوسة Syracuse، مدينته الأصلية في جزيرة صقلية الإيطالية. نفرض أنه استعمل الخاصية المميزة للقطع المكافئ التي سنناقشها في الأسفل.

كلنا يتذكر المعادلة الجبرية للقطع المكافئ $y = ax^2$، الذي تكون ذروته في مبدأ المعلم ومحوره شاقوليا. كما يوجد تعريف هندسي سنستعمله لاحقا.

تعريف 1

القطع المكافئ هو المحلّ الهندسي لنقاط المستوي التي تكون متساوية البعد عن النقطة F، (تدعى بؤرة القطع المكافئ) وعن المستقيم (Δ)، الذي يدعى دليل القطع المكافئ (الشكل 1).

إنه من السهل تحديد موضع وبؤرة دليل القطع المكافئ ذي المعادلة $y = ax^2$.



الشكل 1. التعريف الهندسي للقطع المكافئ.

قضية 2

بؤرة القطع المكافئ $y = ax^2$ هي النقطة ذات الإحداثيات $\left(0, \frac{1}{4a}\right)$، ودليله معطى بالمعادلة $y = -\frac{1}{4a}$.

برهان

بالتناظر، تقع بؤرة القطع المكافئ على محور تناظره (المحور y)، وهذا في حالة ما إذا كانت معادلة القطع المكافئ هي $y = ax^2$، والدليل يجب أن يكون عموديا على هذا المحور. إذن

$(\Delta)=\{(x,y_1)/\,x\in\mathbb{R}\}$ و $F=(0,y_0)$.

من الواضح أن $y_1=-y_0$ لأن $(0,0)$ تنتمي للقطع المكافئ. كل نقطة من القطع المكافئ تكون إحداثياتها (x,ax^2)، وهذه النقطة متساوية البعد عن البؤرة والدليل. إذن

$$\left|(x,ax^2)-(0,y_0)\right|=\left|(x,ax^2)-(x,-y_0)\right|.$$

نربع الطرفين كي نتخلص من الجذر:

$$\left|(x,ax^2)-(0,y_0)\right|^2=\left|(x,ax^2)-(x,-y_0)\right|^2.$$

تعطي هذه المعادلة

$$x^2+\left(ax^2-y_0\right)^2=\left(x-x\right)^2+\left(ax^2+y_0\right)^2$$

أي

$$x^2+a^2x^4-2ax^2y_0+y_0^2=a^2x^4+2ax^2y_0+y_0^2.$$

وبالتالي

$$x^2\left(1-4ay_0\right)=0$$

من أجل كل x. ومن ثمّ يجب أن يكون معامل x^2 يساوي الصفر. إذن $1-4ay_0=0$، وعليه $y_0=\frac{1}{4a}$.

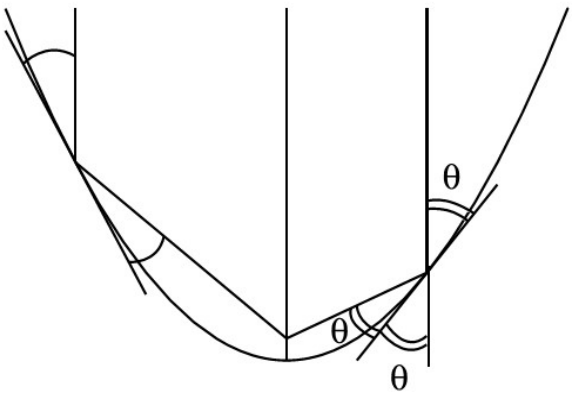
ولذلك فإحداثيات البؤرة هي $\left(0,\frac{1}{4a}\right)$، كما أن الدليل معطى بـ $y=-\frac{1}{4a}$.

لفهم الخاصية المميّزة التي سنقوم بوصفها الآن، يجب تخيّل أن المنطقة الداخلية للقطع المكافئ عبارة عن مرآة. يخضع كل شعاع ضوئي ينعكس في نقطة من هذه المرآة لقانون الانعكاس: الزوايا التي يصنعها الشعاع الساقط والشعاع المنعكس مع مماس القطع المكافئ تكون متساوية.

المبرهنة التالية تصف الخاصية المميّزة للقطع المكافئ.

مبرهنة 3 (الخاصية المميزة للقطع المكافئ)

جميع الأشعة التي تنعكس على القطع المكافئ والموازية لمحوره، تمرّ من البؤرة F.



الشكل 2. خاصية مميزة للقطع المكافئ.

برهان

نعتبر القطع المكافئ ذي المعادلة $y=f(x)$ حيث $f(x)=ax^2$. نحتفظ بالتابع f لاستعماله في المبرهنة 4. لتكن (x_0,y_0) نقطة من القطع المكافئ والزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع القطع المكافئ (معناه مع مماس القطع المكافئ في النقطة (x_0,y_0)).

بفضل التناظر، نستطيع أن نختار $x_0\geq 0$. بالنظر للشكل 2 وباستعمال حقيقة كون كل زاويتين متقابلتين بالرأس متساويتين، نرى أن الشعاع المنعكس يصنع زاوية 2θ مع الخط الشاقولي، وهذا يعني زاوية $\frac{\pi}{2}-2\theta$ مع الخط الأفقي. إذن معادلة الشعاع المنعكس هي

$$y-y_0=\tan\left(\frac{\pi}{2}-2\theta\right)(x-x_0) \qquad (1)$$

(نستعمل هنا $x_0\geq 0$ ، لأنه ينبغي لنا إضافة الإشارة – في حالة $x_0<0$) يجب حساب $\tan\left(\frac{\pi}{2}-2\theta\right)$ في التابع عند x_0 . يُعطى ميل مماس القطع المكافئ بـ $f'(x_0)=2ax_0$. كما أن الزاوية التي يصنعها المماس مع الخط الأفقي هي $\frac{\pi}{2}-\theta$ ، لدينا

$$\tan\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)=\cot\theta=f'(x_0)=2ax_0\,.$$

ولدينا

$$\tan\left(\frac{\pi}{2}-2\theta\right)=\cot 2\theta\,.$$

بما أن $\cos 2\theta=\cos^2\theta-\sin^2\theta$ و $\sin 2\theta=2\sin\theta\cos\theta$ ، نحصل على

$$\cot 2\theta=\frac{\cos^2\theta-\sin^2\theta}{2\sin\theta\cos\theta}=\frac{\frac{\cos^2\theta-\sin^2\theta}{\sin^2\theta}}{\frac{2\sin\theta\cos\theta}{\sin^2\theta}}=\frac{\cos^2\theta-1}{2\cot\theta}\,.$$

ومن ثمّ

$$\cot 2\theta=\frac{\left(f'(x_0)\right)^2}{2f'(x_0)}=\frac{4a^2x_0^2-1}{4ax_0}\,.$$

بأخذ $x=0$ في المعادلة (1) وبملاحظة أن $y_0=f(x_0)$ نجد نقطة تقاطع الشعاع المنعكس مع المحور العمودي. نحصل على

$$y=f(x_0)-x_0\frac{\left(f'(x_0)\right)^2-1}{2f'(x_0)}\,.$$

نستخدم الآن $f(x)=ax^2$ ، فنحصل على

$$y=\frac{1}{4a},$$

هذا معناه أن نقطة تقاطع الشعاع المنعكس مع المحور العمودي للقطع المكافئ $(0,y)$ تكون مستقلة عن الشعاع الساقط الشاقولي. علاوة على هذا، نعرف أن النقطة $\left(0,\frac{1}{4a}\right)$، هي نقطة تقاطع جميع الأشعة المنعكسة، وهي بالضبط بؤرة القطع المكافئ.

العكس أيضا صحيح.

مبرهنة 4

القطع المكافئ هو المنحني الوحيد بحيث يوجد اتجاه من أجله، تكون جميع الأشعة الموازية لهذا الاتجاه والمنعكسة على هذا المنحنى تمرّ بنفس النقطة.

مخطط البرهان

إذا اعتبرنا منحنى معادلته $y=f(x)$، يجب حل المعادلة التفاضلية

$$f(x_0)-x_0\frac{\left(f'(x_0)\right)^2-1}{2f'(x_0)}=C$$

حيث C ثابت، وهو ما يكافئ حل المعادلة التفاضلية (نضع $x_0=x$)

$$2f(x)f'(x)-x\left(f'(x)\right)^2-2Cf'(x)+x=0\,.$$

لن نقدم الحل هنا. بينما الذين يعرفون نظرية المعادلات التفاضلية يلاحظون أن هذه المعادلة غير خطية من الدرجة الأولى.

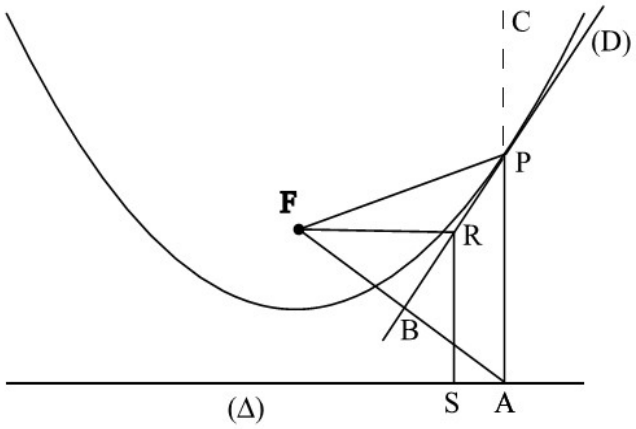
سنقدم برهانا هندسيا للمبرهنة 3 نستعمل فيه فقط التعريف الهندسي للقطع المكافئ المقدم في التعريف 1.

برهان هندسي على المبرهنة 3

لنستغل على الشكل 3.

نعتبر قطعا مكافئا بؤرته F ودليله (Δ). لتكن P نقطة من القطع المكافئ، ولتكن A المسقط العمودي لـ P على (Δ). من تعريف القطع المكافئ، نعلم أن $|PF|=|PA|$. لتكن B منتصف القطعة FA وليكن (D) المستقيم الذي يشمل P و B. من معلوم أن المثلث FPA متساوي الساقين، و $\widehat{FPA}=\widehat{APB}$. يتم إثبات المبرهنة إذا أثبتنا أن المستقيم (D) هو مماس للقطع المكافئ في P. ننظر إلى التمديد PC لـ PA، وهو الشعاع الساقط. الزاوية التي يصنعها PC مع المستقيم (D)، أي الزاوية بين الشعاع الساقط والمستقيم (D)، تساوي الزاوية $\widehat{APB}$ (زاويتان متقابلتان بالرأس) التي تساوي الزاوية

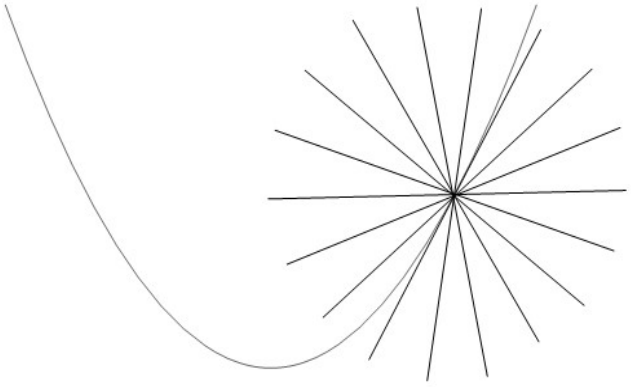
$\widehat{FPB}$. لذا، إذا اعتبرنا أن المستقيم (D) يتصرف كمرآة وإذا كان PC هو الشعاع الساقط، فيكون PF هو الشعاع المنعكس.



الشكل 3. البرهان الهندسي على الخاصية المميزة للقطع المكافئ.

يجب إثبات أن المستقيم (D) المحدد أعلاه هو مماس القطع المكافئ في النقطة P.

يتبين لنا أن جميع نقاط المستقيم (D) ماعدا النقطة P، تقع تحت القطع المكافئ. في الواقع، من السهل أن نقتنع بأن كل مستقيم يمر من النقطة P ويختلف عن المماس لديه نقاط تقع أعلى القطع المكافئ (انظر الشكل 4).



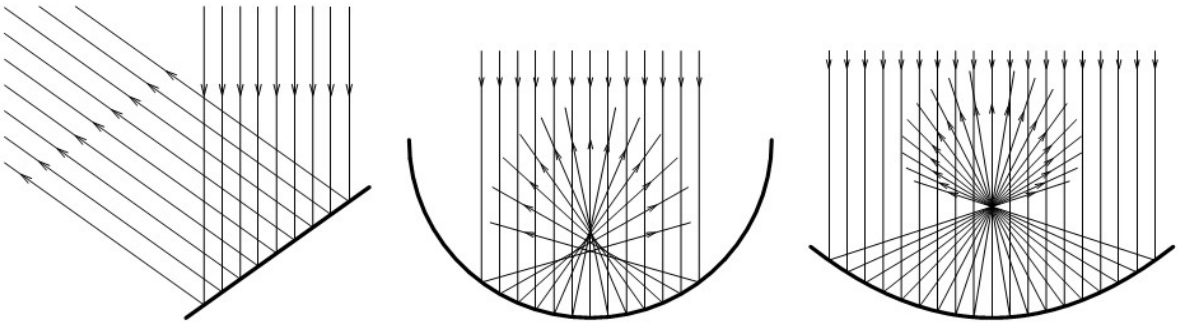
الشكل 4. مماس القطع المكافئ في النقطة P هو المستقيم الوحيد المار من P وليس لديه نقاط تقع أعلى القطع المكافئ.

تُعرّف الخاصية الهندسية القطع المكافئ، التي يمكن إعادة صياغتها كما يلي: لتكن R نقطة من المستوي و S المسقط العمودي لـ R على الدليل. إذن

$|SR| > |FR|$ إذا كانت R فوق القطع المكافئ،
$|SR| = |FR|$ إذا كانت R تقع على القطع المكافئ، (2)
$|SR| < |FR|$ إذا كانت R أسفل القطع المكافئ.

لتكن R نقطة كيفية من (D) تختلف عن P، ولتكن S مسقطها العمودي على (Δ). المثلثان FPR و PAR متقايسان، لأنه لدينا زاويتان متقايستان بين ضلعين متقايسين. إذن $|FR| = |AR|$. من ناحية أخرى، بما أن AR وتر في المثلث RSA، فإن $|SR| < |AR|$. إذن $|SR| < |FR|$، وهذا يعني أن R يقع أسفل القطع المكافئ حسب العلاقات (2).

هل هذه الخاصية حقا مميّزة؟ تؤكد المبرهنة 4 أن هذه الخاصية تميّز القطع المكافئ. كيف نترجم هذا عمليا؟ في الشكل 5 مرآة مسطحة تحول كل الأشعة المتوازية إلى أشعة متوازية أخرى، مرآة دائرية تحول كل الأشعة المتوازية إلى حزمة من الأشعة لا تتمركز في البؤرة، بينما تلقي المرآة المكافئية كل شعاع من الأشعة المتوازية على محورها، التي تتمركز في نقطة. لهذا لا نستغرب كثيرا إذا ما وجدنا القطع المكافئ في العديد من التطبيقات التكنولوجية.



(أ) مرآة مكافئية (ب) مرآة دائرية (ج) مرآة مسطحة

الشكل 5. مقارنة الأشعة المنعكسة من طرف مرآة مكافئية ومرآة دائرية ومرآة مسطحة.

الهوائيات المقعرة

يوجَه المحور المركزي للهوائي المقعر في العادة نحو مصدر الإشارة (غالبا ما يكون قمر صناعي). ثم يتموضع المستقبِل على بؤرة الهوائي. تُظهر الصورة الموضحة في الشكل 6 هوائي مقعر في مدخل مدينة هوفن Hofn بإيسلندا التي تكثر فيها الجبال والمضائق، ولذا يتعذّر أحيانا توجيه الهوائي مباشرة نحو القمر الصناعي المرجو. وبالتالي عند المرور بالمضائق بين الجبال نلاحظ أزواجا من الهوائيات المقعرة، كل منها موجّه نحو قاع الوادي (المضيق) : الأول منها يعمل بمثابة مستقبل، يمرر المعلومات الواردة للهوائي الآخر والذي بدوره يبعث تلك المعلومة المستقبلة.

الشكل 6. هوائي مقعر في مدخل مدينة هوفن بإيسلندا.

الرادار

يأخذ الرادار شكل القطع المكافئ، لكن هناك اختلافا بينه وبين الهوائي المقعر، فتوجيه محور الرادار يكون متغيّرا، وهو الذي يبعث أمواجا كهرومغناطيسية في ذلك الاتجاه. عندما تضرب الموجات الكهرومغناطيسية الهدف، تنعكس ولا تعود إلى الرادار إلا تلك التي تضرب الهدف عموديا، وهي بدورها تسقط على البؤرة حيث يوجد المستقبل. يظل الرادار في حالة دوران ويبقى محوره أفقي تقريبا لأجل ضمان تغطية العديد من الاتجاهات.

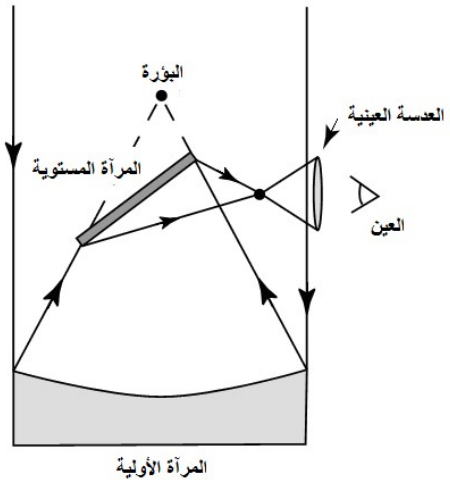
المصابيح الأمامية للسيارات

هنا كما في الرادار، يقع المصباح الكهربائي في المركز (البؤرة) ويبعث الأشعة في كل الاتجاهات، تنعكس جميعها نحو الخلف في أشعة متوازية.

المقاريب (التلسكوبات)

ننصب المقراب بحيث يكون محوره موجها نحو منطقة السماء التي نودّ رصدها. تكون الأشعة الضوئية أساسا موازية لمحور المقراب، وتنعكس من خلال البؤرة. تعاني المقاريب من هذا النوع من مشكلة كبيرة: المرآة المكافئية تنشئ الصورة في بؤرة القطع المكافئ، معناه فوق المرآة. نلاحظ أنه لا ينبغي للمراقب أن يكون فوق المرآة (لأنه يمنع دخول الأشعة الضوئية)، لذا يجب استعمال مرآة ثانوية. وهناك طريقتان تقليديتان للقيام بهذا الأمر.

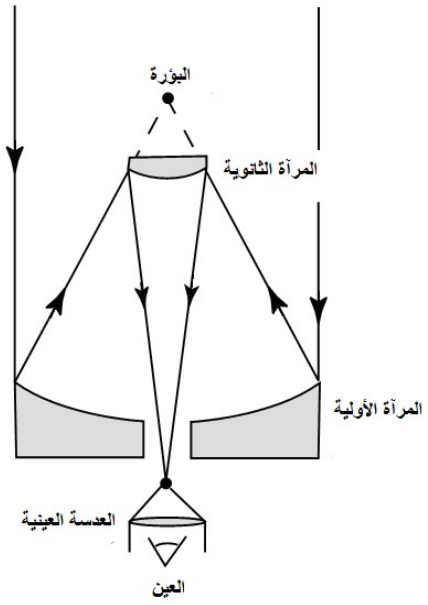
1. الأولى هي استخدام مرآة مسطحة توضع في زاوية مائلة كما في الشكل 7. يدعى هذا النوع من المقاريب مقراب نيوتن.



الشكل 7. مقراب نيوتن.

2. الطريقة الثانية هي استخدام مرآة ثانوية محدبة تقع فوق مرآة كبيرة تدعى مرآة أولية. ليس من الضروري هنا أن تكون المرآتان مكافئيتان لأن هذا العمل لا يرمي سوى لتكوين انعكاسات بين زوج من المرايا، لتركز الشعاع الموازي في نقطة واحدة، الشكل 8. ومع ذلك توجد حالة بحيث تكون المرآة الأولية مكافئية. في هذه الحالة، تُختار المرآة الثانوية زائدية محدبة، حيث بؤرة القطع المكافئ هي نفسها بؤرة القطع الزائد. يعود اختيار المرآة الثانوية للخاصية المميزة للقطع الزائد التي سنقدمها في العنوان الفرعي 3 أدناه. يدعى هذا النوع من المقاريب بمقراب شميدت–كاسيجرين Schmidt – Cassegrain.

نشير إلى أنه بدأ العمل مؤخرا في صناعة مقاريب ذات مرآة سائلة.



الشكل 8. مقراب شميدت–كاسيجرين.

الأفران الشمسية

تستخدم الأفران الشمسية لالتقاط الطاقة الشمسية، وتحويلها إلى طاقة كهربائية. تم بناء العديد منها بمدينة أوديلو Odeillo، التي تقع في جبال البيريني Pyrénées، حيث يقع مخبر PROMES-CNRS (مخبر العمليات، مواد الطاقة الشمسية، المركز القومي الفرنسي للبحث العلمي). نلاحظ أن كمية الشمس المتحصل عليها في هذه المنطقة استثنائية (الشكل 9).

بالمقارنة، يوجد في فرنسا حوالي 250 سدا كهرومائيا تتراوح قدرة كل منها بين 10 كيلوواط إلى 100 ميغاواط. في حين تتراوح قدرة سدود هيدرو–كيبك Hydro-Québec بين 1000 و2000 ميغاواط. وتنتج التوربينات حوالي 600 كيلوواط.

صنع الفرن الشمسي الذي يظهر في الشكل 9 بمرآة مكافئية كبيرة مساحتها 1830 متر مربع. لا نستطيع توجيه مرآة كبيرة نحو الشمس، لذا نستعمل مجموعة مكوّنة من 63 مرآة متحركة (الهيليوستات)، تشمل مساحة إجمالية قدرها 2835 متر مربع. الهيليوستات هو مرآة توجه الأشعة المنعكسة في اتجاه ثابت بطريقة آلية وعلى مدار الساعة. تكون الهيليوستات مثبّتة ومبرمجة بحيث توجه الأشعة الشمسية التي تصل نحو الفرن الشمسي، وتكون موازية لمحور الفرن.

الشكل 9. أكبر فرن شمسي بأديلو. مع بعض المرايا الدوّارة لالتقاط الأشعة الشمسية (الصورة لـ سيرج شوفن Serge Chavin).

الشكل 10. توجه المرايا الدوّارة العاكسة لأشعة الشمس، الأشعة نحو الفرن الشمسي بأديلو (الصورة لـ سيرج شوفن).

لكن، هذا يتطلب توجيه الفرن الشمسي نحو الشمال! نلاحظ أن جميع الأشعة التي يتلقاها الفرن تنعكس في البؤرة حيث يوجد جهاز استقبال يحتوي على الهيدروجين الذي يسخن إلى درجة حرارة عالية. يتم تحويل هذه الحرارة إلى طاقة ميكانيكية ثم كهربائية وفق آلية تدعى دورة ستيرلينغ Cycle Stirling. تهدف الأبحاث حاليا إلى تحسين محصول تحويل الحرارة إلى كهرباء.

عودة إلى أسطورة أرخميدس

اقترح أرخميدس استعمال القطوع المكافئة (حسب الأسطورة) فقام بصناعة مرايا مكافئية كبيرة، محاورها موجهة نحو الشمس وبؤرها أقرب ما يكون إلى الأسطول البحري الروماني. لا شكّ أن التكنولوجيا الحديثة تستطيع إنتاج مرايا كبيرة ذات قدرة انعكاسية كافية تسمح بحرق شراع يقع على مسافة بعيدة. لكن في المقابل، نشك أن تكنولوجيا ذاك العصر كانت قادرة على إنتاج وسائل الدفاع هذه.

اختبرت مجموعة من المهندسين بمعهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT) الأمريكي مثل هذه العملية حيث استعملوا أكثر من مئة مرآة مساحة كل منها حوالي 0.1 متر مربع، ونجحوا بعد عدة محاولات، بحرق باخرة طولها 3 أمتار تبعد عن المرآة حوالي 30 مترا. وقد أُنتقدت هذه التجربة لأن المهندسين استعملوا أدوات متطوّرة لم تكن متوفرة في عصر أرخميدس. ومع ذلك، بيّنت هذه التجربة أن الفكرة ليست سخيفة كما نعتقد.

لا يستطيع أرخميدس أن يشتري مئات المرايا من محلٍ جاهز! ربما استعمل سلسلة من الدروع الملمعة جيدا موضوعة جنبا إلى جنب؟ نشك في ذلك، لكن لا يمكن استبعادها.

2 القطع الناقص

تذكير بالتعريف الهندسي للقطع الناقص.

تعريف 5

القطع الناقص هو المحل الهندسي لنقاط المستوي التي مجموع بعديها عن النقطتين F_1 و F_2 هو مقدار ثابت $C > |F_1F_2|$. تدعى النقطتين F_1 و F_2 ببؤرتي القطع الناقص.

للقطع الناقص خاصية مميّزة كما للقطع المكافئ.

مبرهنة 6 (الخاصية المميزة للقطع الناقص)

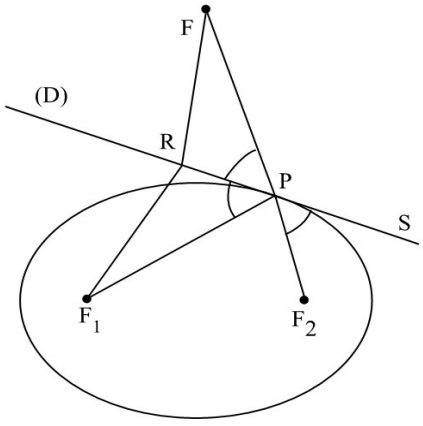
كل شعاع ساقط يمرّ من أحد البؤرتين وينعكس على القطع الناقص يصل إلى البؤرة الأخرى.

برهان

هنا أيضا سنعطي برهانا هندسيا يستعمل التعريف 5 فقط، الذي نعيد كتابته كما يلي: لتكن R نقطة كيفية من المستوي، لدينا

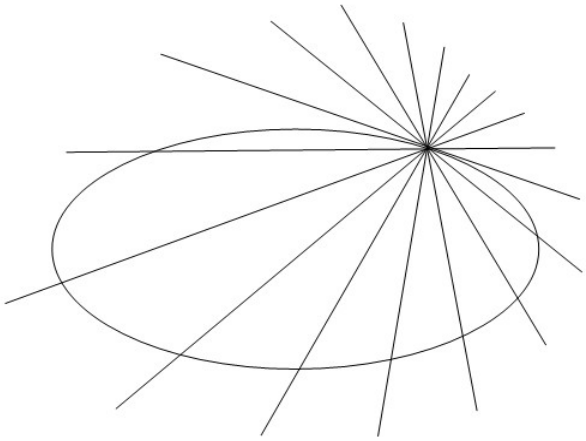
$$\begin{cases} |F_1R|+|F_2R| < C & \text{إذا كانت } R \text{ داخل القطع الناقص،} \\ |F_1R|+|F_2R| = C & \text{إذا كانت } R \text{ على القطع الناقص،} \\ |F_1R|+|F_2R| > C & \text{إذا كانت } R \text{ خارج القطع الناقص.} \end{cases} \quad (3)$$

نعتبر شعاعا منبثقا من النقطة F_1 ويقطع القطع الناقص في نقطة P (الشكل 11). نأخذ المستقيم (D) الذي يشمل النقطة P ويجعل الزوايا متساوية مع F_1P و F_2P.



الشكل 11. الخاصية المميّزة للقطع الناقص.

علينا إثبات أن هذا المستقيم مماس للقطع الناقص في P. مرة أخرى، سنستخدم حقيقة كون كل مستقيم يمر من النقطة P ويختلف عن المماس لديه نقاط داخل القطع الناقص (الشكل 12).



الشكل 12. مماس القطع الناقص في النقطة P هو المستقيم الوحيد الذي يمر من P وليس لديه نقاط داخل القطع الناقص.

علينا إثبات أن كل نقطة R من (D) وتختلف عن P تحقق العلاقة $|F_1R|+|F_2R|>C$. بما أن P و R تنتميان إلى (D)، يكون لدينا من التناظر $|FP|=|F_1P|$ و $|FR|=|F_1R|$. إذن، المثلثان F_1PR و FPR متقايسان. لأنهما يشتركان في ثلاثة أضلاع متقايسة، وينتج من هذا أن $\widehat{FPR}=\widehat{F_1PR}$. من تعريف (D) لدينا $\widehat{F_1PR}=\widehat{F_2PR}$، إذن $\widehat{FPR}=\widehat{F_2PS}$، من هذه المعطيات نستنتج أن F_2 و F و P على استقامة واحدة. يترتب عن هذا

$$|FF_2|=|FP|+|PF_2| \qquad \text{و} \qquad |F_1R|+|F_2R|=|FR|+|F_2R|>|FF_2| \ .$$

عندنا أيضا

$$|FF_2|=|FP|+|PF_2|=|F_1P|+|PF_2|=C$$

إذن : $|F_1R|+|F_2R|>C$

ومنه نستنتج أن R تقع خارج القطع الناقص.

المرايا الناقصية

تُدرس المرايا الناقصية في الضوء الهندسي، وهي تستعمل بكثرة في التطبيقات. تُحول المرآة المكافئية شعاعا مصدره نقطة (مثلا: مصباح) إلى شعاع متوازي (كما هو الحال بالنسبة للأضواء الأمامية للسيارات)، في حين تعكس المرآة الناقصية الأشعة التي مصدرها نقطة إلى أشعة تتلاقى في نقطة أخرى. تُستخدم بعض المصابيح مع المرايا الناقصية، هذه الحالة نجدها في عارضات الفيلم، تجمع المرآة الناقصية الضوء وتعكسه من خلال الفتحة الضيقة للعدسة لكي تمر من خلال الفيلم. كما تأخذ المرايا الثانوية للتلسكوبات أشكالا ناقصية.

الأقواس الإهليجية (الناقصية)

تُلاحظ الخاصية الموصوفة أيضا في الصوت. على سبيل المثال، تكون أقواس مترو باريس تقريبا ناقصية. فالمسافر الذي يقع على الرصيف (ليس بعيدا عن بؤرة القطع الناقص) يفهم جيدا محادثة شخص يقابله في الرصيف الآخر (بالقرب من البؤرة الأخرى) أحسن من فهمه لشخص يقع بالقرب منه في نفس الرصيف !

3 القطع الزائد

تذكير بالتعريف الهندسي للقطع الزائد.

تعريف 7

القطع الزائد هو المحل الهندسي لنقاط المستوي بحيث القيمة المطلقة للفرق بين أبعاد هاته النقاط عن النقطتين F_1 و F_2 (اللّتان تدعيان بالبؤرتين) تساوي ثابت C، حيث $|F_1F_2| > C$. إذن، تقع نقطة P على القطع الزائد إذا وفقط إذا

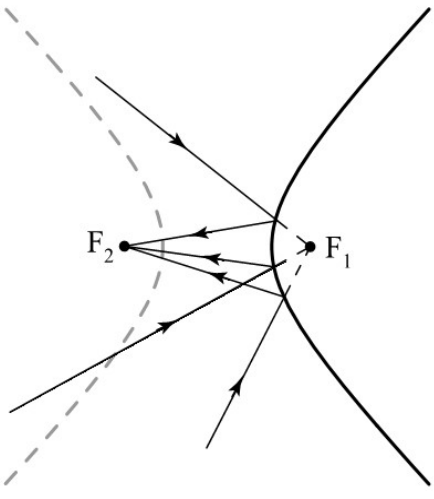
$$\big||F_1P| - |F_2P|\big| = C\,.$$

للقطع الزائد فرعان : الفرع الذي يتعلق بالبؤرة F_1، وهو مجموعة النقاط P بحيث $|F_2P| - |F_1P| = |C|$، والفرع الذي يتعلق بالبؤرة F_2 الممثل بمجموعة النقاط P بحيث $|F_1P| - |F_2P| = C$.

القطع الزائد له الخاصية المميّزة التالية.

نظرية 8 (الخاصية المميزة للقطع الزائد)

كل شعاع يسقط من خارج فرع القطع الزائد متجها نحو البؤرة التي تقع داخل هذا الفرع، ينعكس متجها نحو بؤرة الفرع الآخر (الشكل 13).



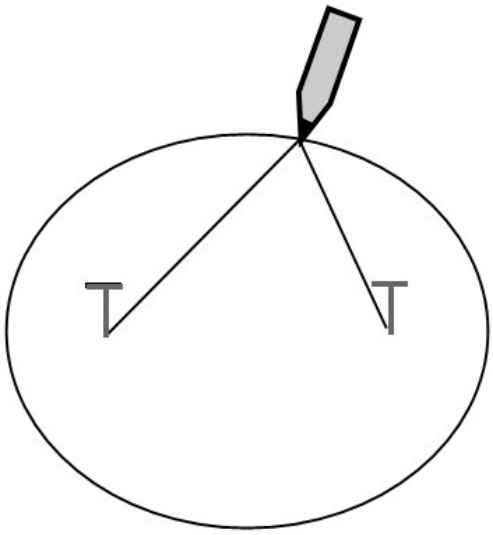
الشكل 13. الخاصية المميزة للقطع الزائد.

المرايا الزائدية

تُدَرس المرايا المحدبة الزائدية أيضا في الضوء الهندسي وتستعمل في عدد من التطبيقات، من بينها، صناعة آلة التصوير. كما رأينا سابقا أن المرآة الأولية في مقراب شميدت–كاسيجرين، تكون مكافئية (الشكل 8)، تجمع الأشعة الضوئية الموازية لمحورها في البؤرة. والمرآة الثانوية محدبة زائدية لها نفس بؤرة المرآة الأولية، تعكس الأشعة الضوئية المتقاربة في البؤرة الثانية للمرآة الزائدية.

أدوات هندسية لرسم القطوع المخروطية

نظرا لأهمية القطوع المخروطية، ابتكرنا أدوات هندسية لرسمها. كما يتيح التعريف الهندسي للقطع الناقص الرسم بشد حبل طوله ثابت C بين نقطتين F_1 و F_2 (مثلا، نغرس مسمارين في F_1 و F_2 يشدّن الحبل) ثم نأخذ قلما ونشد الحبل بالطريقة الموضحة في الشكل 14. نلاحظ جيدا أن هذه الطريقة ليست دقيقة، لأنه من الصعب التحكم في زاوية القلم.



الشكل 14. أثر قطع ناقص باستعمال حبل مثبت طرفاه عند البؤرتين.

ترجمة بتصرف لجزء من الفصل 15 من كتاب

Christiane Rousseau and Yvan Saint-Aubin : Mathematics and Technology, Springer, 2008.

هيئة التحرير

رياضيات

التسوّق في المدينة

ألبرتو أ. بِنتوا Alberto A. Pintoa

جامعة بورتو Porto ، البرتغال

تلمو بريريا Telmo Parreira

جامعة منيو Minho، البرتغال

هل حدث أن عُدْت محبطًا بسبب قلة الخيارات في السوق الذي أردت أن تقتني منها بعض الحاجيات؟ لماذا يميل منتجو البضاعة التي نشتريها إلى جعل منتوجاتهم مشابهة، قدر المستطاع، لبضاعة غيرهم من المنتجين؟ إذا وضعنا نموذجا لكيفية اختيار متسوقي مدينة من المدن للمتجر الذي سيشترون منه حاجياتهم فإن النتائج الرياضياتية تجعلنا نقدر قيمة قانون هوتلينگ Harold Hotelling (1895–1973) الذي ينص على أن جعل منتوجاتك مشابهة لمنتوجات منافسك هو في الواقع قرار صائب. يقودنا ذلك أيضا إلى نظرية الألعاب وتوازن ناش Nash Equilibruim.

1. مقدمة

نعتبر قرية أغلبية سكانها يقطنون على طول الشارع الرئيسي، ونفترض أنه يوجد في هذه القرية متجران فقط : متجر مانويل Manuel ومتجر جواكيم Joaquim؛ يستطيع القرويون الشراء في أيّ من المتجرين.

نمثل الشارع الرئيسي بقطعة مستقيمة $[0,L]$. ولتبسيط النموذج، نفترض أن متجر مانويل يقع في بداية الشارع عند النقطة O وأن متجر جواكيم يقع في نهايته عند النقطة L. نرمز بـ C_M و C_J لتكلفة المنتوج في متجر مانويل ومتجر جواكيم على الترتيب، وبـ P_M و P_J لسعر نفس المنتوج في كلا المتجرين.

يقيم أنطونيو في منزل رقمه $d \in \{0,1,\ldots,L\}$ في الشارع الرئيسي. إذا اشترى أنطونيو من متجر مانويل فسيكلفه ذلك مبلغا قدره $P_M + dt$، وإذا اشترى من متجر جواكيم فسيكلفه المبلغ $P_J + (L-d)t$ حيث t هي كلفة وحدة التنقل في أحد اتجاهي الشارع على السواء. قرر أنطونيو الشراء من المتجر الأقل كلفة، بمعنى:

– في حالة : $P_M + dt < P_J + (L-d)t$ فسيشتري من متجر مانويل.

– وفي حالة : $P_M + dt > P_J + (L-d)t$ فسيشتري من متجر جواكيم. لقد وُصف هذا النوع من المنافسة بين شركتين (بائعين) في نموذج هوتلينگ (انظر المرجعين [1] و [4]).

الآن، نفترض أن كل مقيم في القرية سيشتري وحدة واحدة من منتوج ما من أحد المتجرين. وهكذا فإن عدد الوحدات k المباعة في متجر مانويل يساوي عدد الزبائن الذين سيشترون من هذا المتجر، وربحه

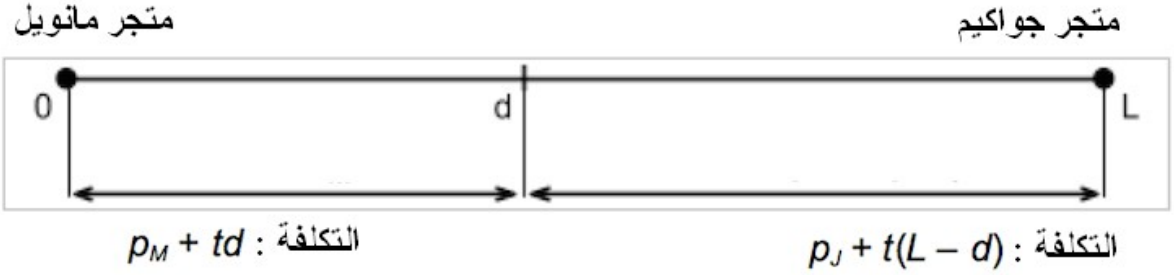
سيكون $k\,(P_M - C_M)$، حيث يمثل k عدد الوحدات المباعة و $(P_M - C_M)$ الربح عند بيع كل وحدة. وبنفس الطريقة نحسب ربح متجر جواكيم. ما هو السعر P_M و P_J الذي ينبغي أن يختاره كل من متجر مانويل ومتجر جواكيم على الترتيب لتحقيق أفضل الأرباح؟

هل يجب على كل من متجري مانويل وجواكيم التعاون في وضع أسعار مرتفعة؟ إذا أقدما فعلا على ذلك، فسيكون لدى كل منهما حافز لتخفيض السعر لأن هذا سيؤدي إلى إرتفاع حصته في السوق، وبالتالي ارتفاع ربحه. لكن بما أنهما يتنافسان، ولا يتعاونان فسيتّبعان هذا المسلك ذاته لتغيير الأسعار. ستؤدي هذه الظاهرة إلى سلسلة من التغييرات في الأسعار عند مانويل وجواكيم مع مراعاة كل منهما السعر الذي يراه عند منافسه. المشكلة الجادة التي تُطرح هنا هي معرفة ما إذا كانت هذه الديناميكية التحفيزية لتغيير الأسعار ستؤدي إلى نوع من التوازن في الأسعار؟ الإجابة عن هذا السؤال معروفة جيدا: إنه توازن ناش! توازن ناش هو إستراتيجية مثالية : يحدث توازن ناش في أسعار جواكيم ومانويل عندما لا يكون لدى أيّ منهما دافع لتغيير الأسعار مجددا. دعنا نشرح الآن كيفية حساب سعر ناش المتوازن لجواكيم ومانويل.

2. نموذج هوتلينگ

ليكن P_J و P_M السعريْن اللذين اختارهما جواكيم ومانويل. ونعتبر مستهلكا محايدا يقيم في المنزل $d_0 \in [0, L]$. بالنسبة لهذا المستهلك نفترض أن تكلفة الذهاب وشراء منتوج في متجر جواكيم تساوي تكلفة الذهاب وشراء نفس المنتوج من متجر مانويل (أنظر الشكل 1)، أي :

$$P_M + td_0 = P_J + t\left(L - d_0\right)$$



الشكل 1. شارع هوتلينگ

نلاحظ أن موقع المستهلك المحايد d_0 هو نقطة تلاقي الخط $P_M + td$ مع الخط $P_J + t(L-d)$ حيث d متغير مستقل. ومن ثمّ فالمستهلك المحايد يسكن في المنزل الواقع في العنوان:

$$d_0 = \frac{tL + P_J - P_M}{2t}.$$

إذا كان $d_0 \le 0$ فلا أحد سيشتري من متجر جواكيم والنتيجة ستكون إفلاس المتجر. وإذا كان $d_0 \ge L$ فلا أحد سيشتري من متجر مانويل، ومن ثمّ سيكون الإفلاس عاقبته. أما إذا كان $d_0 \in (0,L)$ فكلا المتجرين سيأتيه زبائن ولن يفلس أي منهما، وعندها سيكون السوق تنافسيا.

لنعتبر السوق تنافسيا. عندئذ فالأشخاص الذين يقيمون على طول القطعة $[0,d_0]$ سيشترون من متجر مانويل، والذين يقيمون على طول القطعة $[d_0,L]$ سيشترون من متجر جواكيم. ليكن N عدد الأشخاص الذين تتوزع منازلهم بانتظام على طول الشارع. وعليه سيكون عدد المقيمين الذين سيشترون من متجر مانويل يساوي $d_0 N / L$، وعدد الأشخاص الذين سيشترون من متجر جواكيم سيكون $(L-d_0)N / L$. وهكذا فإن ربح مانويل تحدده العلاقة:

$$\pi_M(P_M) = (P_M - C_M)\, d_0 \frac{N}{L} = (P_M - C_M)\left(\frac{tL + P_J - P_M}{2t}\right)\frac{N}{L},$$

كما أن ربح جواكيم معطى بـ:

$$\pi_J(P_J) = (P_J - C_J)(L - d_0)\frac{N}{L} = (P_J - C_J)\left(\frac{tL + P_M - P_J}{2t}\right)\frac{N}{L}.$$

يرغب مانويل وجواكيم في تحديد السعرين P_M و P_J لتبلغ أرباحهما $\pi_M(P_M)$ و $\pi_J(P_J)$ أقصى ما يمكن. من أجل ذلك نضع $x = P_M$ و $f(x) = \pi_M(P_M)$ فنحصل على:

$$\begin{aligned} f(x) &= (x - C_M)\left(\frac{tL + P_J - x}{2t}\right)\frac{N}{L} \\ &= -\frac{N}{2tL}x^2 + \frac{N\left(tL + P_J + C_M\right)}{2tL}x - \frac{N(C_M tL + C_M P_J)}{2tL}. \end{aligned}$$

بما أن معامل x^2 سالب تماما فإن الدالة f لها قيمة عظمى وحيدة تُدرك عند x^* (منتصف الجذرين)، أي $x^* = \left(C_M + P_J + tL\right)/2$ (لاحظ أن C_M و $P_J + tL$ هما جذرا $f(x) = 0$). وبذلك فإن الثمن P_M الذي يجب أن يضعه مانويل لتحقيق أعلى ربح هو:

$$P_M = \frac{1}{2}\left(C_M + P_J + tL\right).$$

وبالمثل، فالثمن P_J الذي ينبغي أن يختاره جواكيم لتحقيق أعلى ربح هو:

$$P_J = \frac{1}{2}\left(C_J + P_M + tL\right).$$

وهكذا، فإن السعرين اللذين يجب أن يختارهما مانويل وجواكيم هما حلاً جملة المعادلتين:

$$\begin{cases} P_M = \left(C_M + P_J + tL\right)/2 \\ P_J = \left(C_J + P_M + tL\right)/2 \end{cases}$$

ذات المجهولين P_M و P_J.

بتعويض قيمة كل من P_M و P_J في الجملة فإن السعرين المعلنين في المتجرين بهدف تحقيق الزيادة في الربح هما كالتالي:

$$(1) \qquad \begin{cases} P_M = tL + \frac{2}{3}C_M + \frac{1}{3}C_J, \\ P_J = tL + \frac{2}{3}C_J + \frac{1}{3}C_M. \end{cases}$$

نلاحظ أن المتجر يجب أن يبيع المنتوج بسعر أكبر من التكلفة، أي : $P_M > C_M$ و $P_J > C_J$.

وبالنظر إلى (1)، نلاحظ أن هذين الشرطين معًا يكافئان القول:

$$(2) \qquad |C_M - C_J| < 3tL .$$

وهكذا، إذا كان هذا الشرط محققا فإن السوق يكون تنافسيا، أي أن مانويل وجواكيم سيكون لهما زبائن وأسعارهما هي المبينة في (1). تمثل ثنائية الأسعار (P_M, P_J) توازن ناش للمسألة المطروحة (انظر [5]). يعني ذلك أن (P_M, P_J) تمثل أفضل الأسعار التي يمكن أن يتبنّاها مانويل وجواكيم عند مراعاة كل منهما سعر الآخر. عندئذ يحقق مانويل وجواكيم على الترتيب الربح :

$$\pi_M = (P_M - C_M)\frac{N}{L}\left(\frac{tL + P_J - P_M}{2t}\right) = \frac{N}{L}\frac{(3tL + C_J - C_M)^2}{18t},$$

$$\pi_J = (P_J - C_J)\frac{N}{L}\left(\frac{tL + P_M - P_J}{2t}\right) = \frac{N}{L}\frac{(3tL + C_M - C_J)^2}{18t}.$$

من المعلوم أن الربح، شأنه شأن الأسعار، يتم تحديده من خلال تكلفة النقل t، وتكلفة الإنتاج C_M و C_J.

نلاحظ أنه:

أ) إذا كان $C_M > C_J + 3tL$ فسيؤدي ذلك إلى إفلاس متجر مانويل و $d_0 = 0$.

ب) إذا كان $C_J > C_M + 3tL$ فإن متجر جواكيم سيفلس و $d_0 = L$.

في كلتا الحالتين، فالعلاقة (2) غير محققة، وبالتالي فإن الصيغة (1) المحدِّدة للأسعار تصبح غير صالحة إن كان السوق تنافسيا.

تمرين: نعتبر مدينة عدد سكانها $N = 1000$، حيث طول الشارع الرئيسي فيها يساوي 1 كلم، ونفترض أن وحدة تكلفة النقل هي $t = 1$ (للمتر).

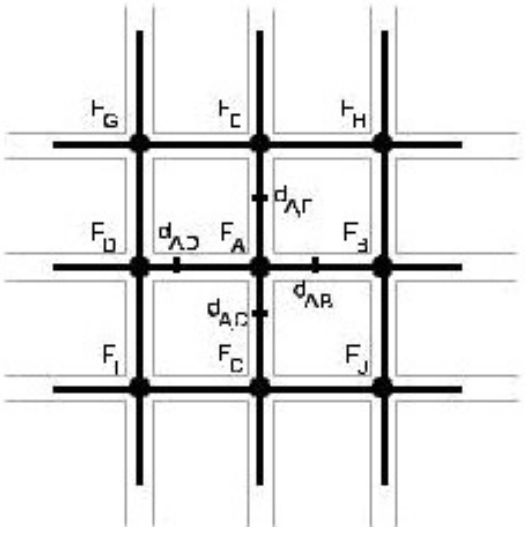
أ) نفترض أنه عندما تكون التكلفتان $C_M = 2100$ و $C_J = 5200$ فسيفلس أحد المتجرين. حدد في هذه الحالة المتجر المفلس.

)ب هب أن التكلفتين $C_M = 2100$ و $C_J = 2700$ تجعلان السوق تنافسيا، احسب السعر والربح لكل متجر.

3. التسوق في المدينة

نعتبر الآن أن مدينتنا تتكوّن من مجموعة شوارع رئيسية (ممثَّلة في مستقيمات البيان الظاهر في الشكل 2) بحيث تقع المتاجر عند تقاطعات k شارعا (باعتبار $k > 2$). يمثل عدد الحواف، k، درجة العقدة.

يتشر الزبائن الذين يشترون المنتوجات المباعة في هذه المتاجر في كل مكان من المدينة. عندما يقع متجر F_A في عقدة ذات درجة k، فهو يتنافس مع k متجرا، وهذه المتاجر هي تلك الواقعة في جوار العقدة. نرمز بـ V_A إلى مجموعة المتاجر البالغ عددها k المجاورة للمتجر F_A. انظر المثال في الشكل 2، حيث يقع المتجر F_A في عقدة درجتها 4 ويتنافس مع المتاجر المجاورة F_B، F_C، F_D، F_E.



الشكل 2. مدينة هوتلينگ

نفترض أن تكلفة المنتوج في المتجر F_A هي C_A وأن سعره يساوي P_A لكل المستهلكين. ومن ثمّ فالمستهلكون من مختلف الأماكن المجاورة لمفترق الطريق يدفعون السعر P_A للمتجر F_A. ثم تضاف إلى ذلك تكلفة التنقل التي تكون متناسبة مع المسافة التي يقطعونها بين المنزل والمتجر F_A. نفرض أن طول المسار بين متجرين F_A و F_B هو L وأن عدد السكان بينهما هو N وذلك لتبسيط النموذج الرياضياتي.

وهكذا، فالمستهلك المحايد سيكون على مسافة $d_{A,B}$ من المتجر F_A، وعلى مسافة $L - d_{A,B}$ من المتجر F_B. وعليه نحصل على المعادلة

$$P_A + td_{A,B} = P_B + t\left(L - d_{A,B}\right). \qquad (3)$$

بحل (3)، نجد الموقع $d_{A,B}$ للمستهلك المحايد :

$$d_{A,B} = \frac{tL + P_B - P_A}{2t}$$

ومن ثم فربح المتجر F_A في هذه السوق معطى بـ:

$$\pi_{A,B} = \left(P_A - C_A\right)\frac{N}{L}d_{A,B} = \frac{N}{2tL}\left(P_A - C_A\right)\left(tL - P_A\right) + \frac{N}{2tL}\left(P_A - C_A\right)P_B.$$

من أجل كل متجر F_A –نرمز بـ k_A هنا للعدد k المعرف أعلاه عندما يرتبط بـ F_A– ومتجر مجاور $F_B \in V_A$، فإن دالة الربح π_A هي مجموع الأرباح المحققة في هذه السوق، بمعنى:

$$\pi_A(P_A) = k_A \frac{N}{2tL}(P_A - C_A)(tL - P_A) + \frac{N}{2tL}\sum_{B\in V_A} P_B(P_A - C_A)$$

$$= \frac{N}{2tL}(P_A - C_A)\left(k_A.\, tL - k_A P_A + \sum_{B\in V_A} P_B \right).$$

إذن، باعتبار شبكة تنافسية من الشوارع ذات M عقدة، فإن الأسعار P_A المختارة في المتاجر F_A ضمن توازن ناش هي حلول جملة المعادلات الخطية المؤلفة من M معادلة :

$$P_A = \frac{1}{2}\left(C_A + tL + \frac{1}{k_A}\sum_{B\in V_A} P_B \right) \qquad (4)$$

من أجل $A \in \{1,\ldots,M\}$.

برهان هذه النتيجة ما هو إلا تعميم لما قمنا به ضمن العنوان الفرعي السابق. انظر المرجعين [2] و [3]. إذا اعتبرنا شبكة متاجر فِعلية فحل هذه الجملة من المعادلات يتم باستخدام الحاسوب.

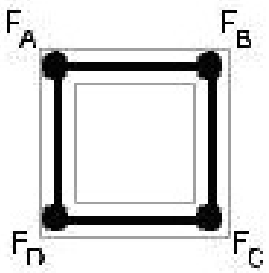
تمرين: نعتبر مربعًا فُتح في كل ركن منه متجر كما في الشكل 3. ومن ثمّ فعدد العقد هو $M = 4$. هب أن عدد سكان كل شارع يساوي $N = 1000$ وأن طول كل شارع 1 كلم، وأن وحدة تكلفة النقل هي $t = 1$ (للمتر).

أ) نفترض أن التكاليف هي : $C_A = C_B = C_C = C_D = 2000$.

بيّن أن الأسعار التنافسية هي $P_A = P_B = P_C = P_D = 3000$، وأن الربح لكل متجر هو 1000000.

ب) هب أن التكاليف هي $C_B = C_D = 2100$ و $C_A = C_C = 1800$.

أثبت أن الأسعار التنافسية هي $P_A = P_C = 2900$ و $P_B = P_D = 3000$، وأن الربح الناتج هو $\pi_A = \pi_C = 1210000$ و $\pi_B = \pi_D = 810000$.



الشكل 3. حيّ المدينة

4. الخاتمة

يُعتبر نموذج هوتلينگ بالغ الأهمية في الرياضيات الصناعية ونظرية الألعاب (انظر نماذج أخرى، مثلا في [3]). لقد وجدنا الإستراتيجية المثلى (= السعر) لكل لاعب (= المتجر) مع مراعاة إستراتيجيات اللاعبين الآخرين، كما حددنا ما يعرف باسم "توازن ناش". وعلى وجه الخصوص، رأينا كيف تقوم سلسلة المتاجر التي تبيع نفس المنتوج في سياق التنافس داخل المدينة بتحديد أسعارها. كما اتضح من أي متجر يجب أن يقتني المستهلك حاجياته حتى تكون الأسعار أنسب له.

المثال النموذجي لنظرية الألعاب هو "معضلة السجين" Prisoner's dilemma التي يمكن وصفها بسهولة، ونحن نقترحها للدراسة مستقبلا. إن مجال تطبيقات نظرية الألعاب واسع، ومن بين تلك التطبيقات دراسة سلوكات الإنسان.

المراجع

[1] H. Hotelling. Stability in Competition, The Economic Journal 39 (1929) 41-57.

[2] A. A. Pinto & T. Parreira. A hotelling-type network. Editors: M. Peixoto, A. A. Pinto, and D. Rand. Dynamics, Games and Science I. Springer Proceedings in Mathematics series 1, Chapter 45, (2011) 709-720.

[3] A. A. Pinto. Duopoly Models and Uncertainty. Interdisciplinary Applied Mathematics series. Springer-Verlag (2012).

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Location_model

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Nash_equilibrium

ترجمة : الطالبتين نسيمة حمودي ونجيمة جلولي

في إطار إعداد مذكرة تخرج بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

تحت إشراف : أبو بكر خالد سعد الله

عنوان المقال الأصلي : Trading in a Town

مصدر المقال الأصلي : http://blog.kleinproject.org/?p=3692

في طبيعة الموسيقي وإمكانياتها

نجيب شيشون

أستاذ بقسم الموسيقى، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

ملأ الإنتاج الموسيقي أرجاء الدنيا، وصارت استخدامات الموسيقى لا حدود لها، واحتلالها لمكانة رفيعة في بعض الأمم والحضارات ليست وليدة التطورات الحديثة والتجارب التي مر بها هذا الفن، بل لطالما آمن القدماء بما للموسيقى من تأثير على النفس يتجاوز تأثير كل الفنون، وتلقّفت أطياف من الأجيال المتعاقبة تلك الأحكام بمكانة الموسيقى من منطلق قدرة الأصوات والإيقاعات الجميلة من بعث السرور في الحواس، وبغاية إحداث استجابات في السامع تؤدي به إلى السلوك القويم ... وهو الرأي الذي دافع عنه العارفون المتذوقون باعتباره الغاية الأهم لظاهرة الموسيقى.

لقد تبين، بحسب شواهد من التاريخ –حتى في أصعب الظروف التي اعترت الموسيقى حين جنح جلّ الآباء ورجال الدين إلى إصدار قواعد موسيقية صارمة وبأوامر مطلقة– أن الألحان التي تتبعها النصوص والتراتيل كانت تجذب الجماهير إلى دور العبادة. كما أن نظرة كثير من الفلاسفة والساسة إلى الموسيقى بعين الريبة لم تمنعهم من إفراد مكانة لها في مختلف النظم، منها التربوية والوجدانية والترفيهية، مع أن ذلك كان وفق ضوابط وقوانين معينة. لكنه من الطريف أن قصة نموّ الموسيقى هي بإيجاز خروج مستمر ومنتظم على القواعد أكثر منها التزاما بها [2]. ومهما يكن من أمر فبدون حدّ أدنى من القواعد سَنَلِج عالم الفوضى!

يقودنا هذا إلى القول بأن ما يسمى بالقوانين التي تطبق على الموسيقى أو القوانين الموسيقية ليست مثل قوانين الفيزيائي، وإنما هي نوع من التقاليد التي اتفق عليها الموسيقيون دون غيرهم، لأن مَصبّ العمل الموسيقي نفسه يكون عبر الحُكم والتقدير الذائقي، علما أن عمليات التذوّق تتعلق بما لا نهاية من المنطلقات والأبعاد والعادات والمفاهيم، يضاف إليها تباين القراءات بحسب الحالة النفسية التي تعتري المتلقي.

1. من أين للموسيقى تلك الجاذبية؟

لكن من أين للموسيقى تلك الجاذبية التي تربط الإنسان وتُخضعه لتذوّق شيء منها ولو مناسباتيا؟ لقد جُبِل الإنسان على أن يعيش بكل أعضائه بإيقاع منتظم، ربما يكون مختلفا، لكنه متجانس ومتكامل... إذا اختل عضو منه اختل جسم الإنسان كله. ونحن في زمنٍ جُلّ ما يحيط بنا وفينا يُخِلّ بنظام إيقاعنا، ولذا أصبح لزاما على المرء البحث عن سبل استعادة ذلك التوازن. من هنا جاءت فكرة البحث عن تنظيم الإيقاع الداخلي للإنسان حيث اهتدى كثير من المختصين، فيما اهتدوا إليه، منذ عهود قديمة إلى الاستعانة بما تقترحه وتوفّره الموسيقى من إمكانيات.

كيف لا والنسق الإيقاعي– النغمي يمثّل "الفن الأكثر نقاءً النابع من المشاعر" [2]، وهو أرهف ما يختلج في الإنسان فيتيح باب المحاكاة، ومن ثمّ صار الإنسان يتلمّس ويجاري أبلغ تلك المسالك. وهكذا كانت المسارات النغمية والإيقاعية المُلهَمَة من نظام التوافق الطبيعي من أدق البناءات والأنظمة التي اهتدى إليها وصنعها البشر، وذلك بما ثبت عبر الممارسات الفردية والجماعية عبر الأزمنة. وربما يكفينا إقرار العلاّمة عبد الرحمن ابن خلدون عندما ربط أول ما تقاس به الحضارة بالعمران، وأن أول ما يُبنى من العمران هو الموسيقى، وكأنه أراد القول: لونُ موسيقا زمانكم يعبّر عن حال أمتكم. وعليه ينبغي إدراك الآفاق الناجمة عن التوافق المنشود بين إيقاع الموسيقى وإيقاع الوحدة العضوية للنفس والجسم، والسماح بمساهمة الموسيقى في التصدي لبعض الخلل مما قد يصيب النفس والجسم وعواقب ذلك على سوية المجتمع.

2. من صور استخدامات الموسيقى

كثيرا ما نشاهد أو نسمع:

المربيات يهدهدن الأطفال الصغار حتى يناموا،

والأطفال يتغنون ويدندنون بحناجرهم عندما يرتعون ويلعبون،

والفلاحون يغنّون في طقوس "التويزة" لجمع غلاّت الأرض،

وأصوات المغنيات والمغنين تصدح لمرافقة طقوس أفراح الزواج والختان،

والموكب الجنائزي يزداد تأثيره بأداء أو عزف مارشات مرافقة النعوش،

وفي الواقع إن لم تتوفر لفرقة عسكرية موسيقى، فسيوجدها الجنود أنفسهم بالإنشاد وترجيع الصوت، والإيقاع بالأقدام أو بما أوتوا من وسائل أخرى. والتساؤل الذي يلوح في الأذهان هو ما الذي يجعل تلك الصور وغيرها مستساغة لدى أغلب الناس في مختلف المجتمعات؟

من الصور أيضا، تلك التي تركته لنا مواقف بعض الشخصيات البارزة، فهذا العبقري اينشتاين في أشهر ما يُعدّ حكمة واسعة الانتشار في المواقع الإلكترونية يقول: لو لم أكن فيزيائيا من المحتمل أن أصبح موسيقيا، أحلام اليقظة لدي.. موسيقـى، وأجمل أوقاتي هي التي أقضيها بالعزف على الكمان. والفذ الآخر شكسبير يعلن: إذا كانت الموسيقى طعام الحب فهلمّ والعبها. بل ليس غريبا على أُسَر المجتمعات الغربية تخصيص ميزانيات سنوية مستقلة موجّهة لحضور أمسيات عروض الكونشرتات والسيمفونيات ومختلف الأعمال الموسيقية. وما كان ذلك إلا تمكينا للقدرات التي تكتنزها وتبثها الموسيقى حتى تساهم في بناء الفرد ومنه المجتمع، وذلك تنفيذا للإصلاحات التي انجرّت عن حركية عصر النهضة وما بعدها في مجتمع الغرب والمنبثقة عن إيمانهم بمفعول الموسيقى الإيجابي.

كما لا يجب أن يفوتنا أيضا في هذا المقام إيراد مثال آخر جدير بالملاحظة ومدعاة للتدبّر، حيث، ما كان عبثا، أو صدفة، اللجوء إلى الاستعانة بإمكانيات الموسيقى لتنظيم الحياة الراقية أيام الدولة الأندلسية عندما هُيئ لكل ساعة من زمن اليوم سلسلة غنائية تدعى "نوبة". فكانت المحصّلة أربع وعشرون نوبة كلٌّ

منها بلونٍ وطبعٍ يوافق أحوال النفس البشرية المتبدّلة بين لحظة وأخرى، وذلك بإسقاط خلاصة توصيات الشيخ الرئيس الطبيب ابن سينا، ومساهمات المبدع زرياب.

وقد اقتبست منه بعض المجتمعات المحافظة إلى اليوم في مجال الطقوس الدينية مثلا ما يُعرف بألوان الطبوع والمقامات التي يُؤدى بها الآذان للصلاة والتي من "المهم أن تتغير وتتلوّن" من وقت دخول صلاة إلى أخرى بحسب موقعها بين طرفي النهار. كما نجد ذلك في الابتهالات والمدائح خلال إحياء المناسبات، ولا تفسير لأهمية تبدّل تلك الألوان من الطبوع سوى تعلُّقِها بمزاج البشر وما يواتيه ويحرّكه من أنغام بتعاقب فترات اليوم تُكسبه شيئا من الراحة والاتزان.

3. طاقة الموسيقى

الطاقات التي تبثها الموسيقى معروفة لدينا من خلال المظاهر التي تتحقق باختلاف المناسبات والأعمال الموسيقية، وربما سببها الأول أن الموسيقى تنبع من أحاسيس سامية، أحاسيس لا تنتمي إلى حياتنا اليومية وما تتخلّلها من أحداث. إنها تخلق في وجداننا حالة فريدة من الشعور أو المزاج... تجعل وعينا الإنساني يبتعد عن كل ما يحدق بعالمنا من مشاكل ومتاعب يومية واجتماعية [3]. ولكننا لا نعرف سوى القليل عن طبيعة الموسيقى وطريقة تأثيرها!

من المعروف أن الصوت الموسيقي يحدث نتيجة ذبذبة الهواء، وكلما زادت سرعة الذبذبات في الثانية زادت حدة الصوت، وتلك الموجات تلتقطها الأذن أو تحسّها الأطراف فيهتزّ الجسم تجاوبا كما كان الحال بالنسبة للمؤلف الموسيقي بيتهوفن بعدما أصبح من الصمّ، ورغم ذلك واصل التأليف ومعايشة أعماله. إننا نعتمد اعتمادا كليّا على حواسنا حتى في أبسط المعلومات الأولية، والحواس هي التي تقوم باستقبال المعلومات والمؤثرات وتوصيلها إلى المخّ، ومن مجموع تلك التأثيرات تنمو الذائقة الجمالية لدى الإنسان. فكيف يمكن تفسير قدرة الموسيقى على النفاذ إلى كل عضو في أجسامنا وإثارة ألوان الإحساس في وجداننا؟

إن ذبذبة أي جسم يمكنها التأثير على ذبذبة جسم آخر، فإذا كانت هنالك آلة جيتار على مسافة من آلة جيتار أخرى، ثم عملت على اهتزاز الوتر "صول" مثلا للجيتار الأول فإن نفس وتر الجيتار الثاني البعيد عنها سيهتز، وكثيرا ما تتكرر تجربة تكرار الصوت الصادر عن جسم ما بما يشبه الصدى في جسم آخر من حولنا إن نحن أمعنا التركيز. من هنا يمكننا تخيل ومجاراة تجاوب اهتزازات انفعالاتنا مع القدرة الاهتزازية التفاعلية الناجمة عن شريط الأنغام المتدفّق.

ومن الحقائق العلمية المسلّم بها، أن في أجسامنا جهازين هامين يشتغلان فيما بينهما لمصلحة الكائن الحيّ وهما الجهاز العصبي وجهاز الغدد، ويعملان بتناسق مذهل ورسالتهما قوامها حفظ توازن الكائن وحمايته من المؤثرات الداخلية والخارجية التي تعتريه [3].

والواقع أن دور الغدد –وإن كان ليس من صلب تخصصنا، إلا أنه يُعتبر أحد مظاهر إعجاز التكوين العضوي للكائنات الحية– يتمثل في كونها تعمل ليل نهار على إفراز هرموناتها الحيوية لتلبية

مختلف الظروف والاحتياجات. وإذا كانت الأبحاث العالمية قد أكّدت تأثير الموسيقى على النفس والجسم، فمن أين وكيف يأتي هذا التأثير؟

أجاب العلماء على هذا الموضوع بالمفهوم التالي: عندما تستقبل الأذن الصوت الخارجي ترسله إلى المراكز المسؤولة في المخ. ومن هذه المراكز يتحرك الجهازان الحيويان، العصبي كقائد أعلى –والذي يتمركز في رؤوسنا– وجهاز الغدد –الذي ينتشر في مناطق متفرقة من أجسامنا– بتوجيه من الغدة النخامية لتحديد نوع الاستجابة وإفراز الهرمونات الكفيلة بتحقيق الاستجابة المطلوبة [3].

4. ثبوت تأثير الموسيقى

ثبوت تأثير الموسيقى وأهمية التنشئة على تذوق نصيب منها: ما كان ذلك الحكم وذلك الميول إلى الاهتمام بتلك التفاصيل المتصلة بألوان النغم والإيقاع إلا لقدرة الألحان التأثيرية في نفوس الناس. ذلك أن مدخلها الحواس، ومدخل الحواس أقوى تأثيرا لأن الفرد يشعر بما يتوفر في الفنون، وخاصة الموسيقى، من اهتمام وطاقة وعندما يتشبع بها، يصبح قادرا على تذوّق كل ما هو جميل.

ويتحدث في هذا الصدد المؤرخ الإغريقي بلوتارك [1] عن نجاح التربية اليونانية الذي يعزوه إلى تربيتهم الموسيقية بقوله: ومهما يكن من أمر فإن الذي يشبّ على دراسة الموسيقى وينشأ على تربية موسيقية ملائمة لتكوينه فإنه سيتمسّك بكل ما هو نبيل وكريم ويكون بعيدا عن كل عمل قبيح. والبحوث والدراسات تقول بأن الفرد الذي يستطيع أن يؤدي أداءً موسيقيا بنفسه يمكنه أن يحكم حكما صحيحا على أداء الآخرين ليس الموسيقي فحسب، بل من جوانب عدّة.

لذلك يوصي الشاعر الألماني غوته في اقتباس مشهور على المواقع الإلكترونية بقوله: ينبغي أن يسمع الإنسان كل يوم قليلا من الموسيقى... ويقرأ قصيدة جيدة... ويرى صورة جميلة... ويقول – إن أمكن– كلمات قليلة معقولة، وهذا تأسّيا ربما بالفيلسوف المثالي أفلاطون الذي يعتبر أن الموسيقى تعطي الكون روحا والعقل أجنحة... وجنوحا للخير وحياة لكل شيء.

5. أهم العوامل الموسيقية وإمكانياتها التأثيرية

أ) النغم (المقام): المقام هو النظام النغمي الذي يعتمده البناء اللحني لكل فكرة موسيقية، وهو الأسلوب المستخدم في صياغة الألحان وتركيبها بمزج الدرجات الصوتية ببعضها البعض حتى تصبح نسيجا نغميا متماسكا يحمل طابعا متميزا ذا هيئة كاملة الملامح. وهنا وجب إدراك أن نوعية الانفعالات لمجموع الأنغام في هذه الهيئة كاملة الملامح تتناسب طرديا مع انفعالات أجسامنا البشرية، أي كلما زادت المسافات والأبعاد المحصورة بين الأنغام المشكّلة لمقام اللحن اتساعا، أنتج في جسم المتلقي إحساسا بالاتساع أيضا، ومن ثمّ إحساسا بالأمان والنشاط والشجاعة والفرح، وهو مفعول الأعمال الموسيقية المبنية على المقام الكبير.

والعكس يفعله المقام الصغير: فتقارب وضيق المسافات له مفعول على الأجسام بالضيق والانقباض والحزن، مثلما يذكّرنا أثر أحد المقامات المشهورة في بيئتنا الشرقية ألا وهو مقام "الصبا" الحزين –المشكّل من أبعاد ضيّقة– ذو التأثير الحزين على أنفسنا ما إن نتعرض لتجربة سماع لعمل موسيقي بهذا المقام. كما ثمّة من المقامات الصغيرة، خاصة الدارج استعمالها في الموسيقى الشرقية والعربية، ما يبعث الإحساس بالهدوء والوقار والعظمة مثل مقامي السيكا والبيات.

والأمر كما نلاحظ دقيق ومتشعّب كما يقتضيه أي انجاز يستدعي فائق العناية. ومن المعلوم أن أعداد هذه الألوان من المقامات يقدّر بالعشرات باحتساب نظام الأساس والاشتقاق بعدما اختُزلت أعدادها بسبب التوارث الشفهي وتدخّل باقي التأثيرات بما يُعد تشويشا أفقد المزاج سويّته وقدرته الاستيعابية في كثير من الحالات. هذه الألوان من المقامات تتلوّن وتتبدل من بيئة إلى أخرى بمثل ما تتعدّد وتتنوّع الألوان من الأجناس والطباع البشرية.

وإجمالا، ربما يساعدنا في حصر مجالات تأثير الأنسجة النغمية على المتلقين استعمال التعبيرين "مزاج كبير" و"مزاج صغير" [3] وما بينهما، كما ذكره أحد العلماء الروس، بل قد نتذكر تعبير "صالح المزاج" كأولوية لحجة الإسلام أبو حامد الغزالي، وما يلزَمه من ضوابط.

ب) سرعة الزمن الموسيقي: الزمن الموسيقي لا ينفصل عن إيقاع الجسم الإنساني، فإذا كان أبطأ من دقات القلب اعتبرت الموسيقى بطيئة والعكس صحيح. وترى بعض الدراسات التي أجريت في أمريكا وبلاد غربية أنه إذا زادت سرعة إيقاع الموسيقى عن سرعة إيقاع القلب فإن هذه الموسيقى تسبب للمستمع حالة من المرح والنشاط، وإذا تطابقت سرعتها مع دقات القلب فإن هذه الموسيقى لا تسبب إثارة غير طبيعية، وأما إن كانت أبطأ من دقات القلب فإنها تسبب للمستمع حالة من الهدوء [3].

كما أثبتت دراسات أخرى أن الأزمنة البطيئة ترتبط بصفات الوقار والهدوء والنعومة وأحيانا الحزن، وهي المشاعر التي نرافق بها المقطوعات الأندلسية (الموروثة عن الأندلس) مثلا ذات الميول إلى البُطء في سرعات إيقاعاتها، أو أغنية الشعبي المنتسبة إلى العاصمة، وحتى أكثر الأغاني الفولكلورية بمختلف المناطق، وهي كذلك نفس الصفات تقريبا حتى مع أغلب القصائد الطربية العربية لأن هذه الأعمال والتعبيرات الفنية تلخّص الصفات الجمعية للمجتمع الجزائري والعربي.

أما الأزمنة السريعة، والتي أكثر ما تميّز أنماط التأليفات لموسيقى الشباب، فتثير المرح والرشاقة والحيوية المغلّفة بالسعادة. تلك الانطلاقات الموسيقية كثيرا ما تلحق بها البعض من أحكام المشاعر، تماما كما تُلحق بالانبعاثات الشبانية في أفعالهم وردود أفعالهم، بما يمكن أن يوصف بصفات ما قبل النضج! ومن جهة أخرى، فقد أكّدت بعض تلك التجارب أن الزمن السريع يؤدي إلى زيادة في سرعة دقات القلب والبطيء لا يحدث تأثيرا.

جـ) الإيقاع: إن الإيقاع هو العنصر الجذاب الذي استطاع أن يحسه ويتذوّقه الإنسان منذ ما قبل التاريخ. والواقع أن الإيقاع يبرز أمامنا وكأنه العنصر المشترك لجميع عادات وثقافات الشعوب، فهو المنظم لحركة الأجرام في السماء والمنظم لدقات القلب، وهو القوة الدافعة للطاقة الحيوية للإنسان ولسائر الكائنات. ولذلك فالإيقاع هو المثير للحركة، والمعطي للطاقة، والرابط المشترك المنظِّم لجماعية الحركة.

ولنا في استعراضات الفرق العسكرية مثالا، حيث لا نكاد نتخيلها من دون إيقاع الطبول والمارشات لأن الإيقاع يؤدي إلى النشاط الممنهج الذي هو الصفة الأولى التي يجب أن تتسم بها حركات تلك الفرق. وقد تمت الاستفادة من هذه الحقائق المرتبطة بأهمية الإيقاع لزيادة النشاط والعمل وتطوير الإنتاج.

ومن الأمثلة التاريخية في الموضوع ما نُسب إلى نابليون بونابرت، عندما عزا هزيمته في إحدى المواقع أمام الروس إلى قوة تأثير الإيقاع المصاحب للجنود الروس أثناء المعركة. وعندما ربط أحد الباحثين الشعور بالسعادة والرقة وحالات العاطفة الحالمة بالإيقاعات الناعمة، قال: الموسيقى قد تكون أحيانا وسيلة للهروب من الواقع... لأن إيقاعها الأساسي يجعل الوعي ينزوي بعض الوقت خلف ارتجافات وأوهام وانطلاقات اللاوعي.

ومن حقائق، بل غرائب الإيقاع الموسيقي أنه إذا ظل الزمن والإيقاع ثابتين فإن رتابة الموسيقى قد تسهم في تهدئة المستمع والإقلال من قلقه، في حين أن تزايد تغيير الإيقاع والزمن يؤديان إلى عكس ذلك [3]. ولا يفوتنا في هذا المقام ذكر أحد أبرز المكتشفين لأثر الإيقاعات الموسيقية في تربية وإنماء وعلاج النفس والجسم بأساليب موسيقية علمية مدروسة، وتُعدّ طريقته من أفضل الطرائق المشهود لها عالميا : إنه الفنان والعالم السويسري إميل جاك دالكروز Émile Jaques-Dalcroze (1865–1950). أما سبب ذكره هنا دون غيره هو ارتباط تفجير عبقريته ببلدنا الملهم الجزائر.

لقد اكتشف دالكروز، أثناء عمله كمدير لمسرح التجديدات les Nouveautés بالجزائر العاصمة في عزّ شبابه أواخر ثمانينات القرن التاسع عشر، أن الإيقاعات الشرقية – كما أسماها– تنطوي على تأثير بالغ العمق...، ولا نتخيل في تلك الإيقاعات إلا إيقاعات موسيقانا الجزائرية والتي نعتبرها قـارة في موروثها الموسيقي. ومن هنا بدأ بحثه العميق الذي انتهى إلى ما يشبه الثورة في هذا الميدان... وأهل الاختصاص يعرفون ذلك. ولكن...

6. ما هي الموسيقى؟

الموسيقى هي ما يستيقظ فيك عندما تذكرك الآلات الموسيقية، فنحن الذين نضفي على الموسيقى وجودها، لأنها تبقى مجرّد إيقاع وصوت ما لم نكسب لهاتين الظاهرتين ثراءً نفسيا عن طريق فهمنا وانفعالنا بها. ومن المؤكد أنه كلما ازددنا معرفة بالموسيقى، ازددنا تقديرا لمزاياها وفهما لها.

من مراجع البحث:

[1] بورتنوي، جوليوس: الفيلسوف وفن الموسيقى، ترجمة حسين فوزي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1974.

[2] فيبر، ماكس: الأسس العقلانية والسوسيولوجية للموسيقى، ترجمة حسن صقر، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2013.

[3] يوسف، نبيلة ميخائيل: العلاج بالموسيقى، 1999.

[4] شيشون، نجيب : دروس في علم الجمال، السنة الرابعة، تربية موسيقية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، (غير مطبوعة).

[5] Sadak, Amal : Researches and studies in psychology of music and music education, The Anglo-Egyptian bookshop, Cairo, 2006.

إعلام آلي

كيف يعمل محرك البحث "جوجل" Google؟

عبد العزيز شوتري

مخبر المعادلات التفاضلية الجزئية غير الخطية وتاريخ الرياضيات

قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

سنتطرق في هذه المقالة إلى النقاط التالية:

- ما هو محرك البحث؟
- كيفية تقدير " أهمية" الصفحة.
- وما هو جواب المحرك عندما نسأله؟
- هل الجواب وحيد؟

1. ما هو محرك البحث؟

محرك البحث (أو الباحوث) Search Engine في الشبكة العنكبوتية هو برنامج يسمح للمستعملين بالعثور على معلومات مخزنة على حواسيب مرتبطة بالشبكة العنكبوتية العالمية (World Wide Web). إنه يعرض نتائج البحث على شكل قائمة من الروابط تشير إلى صفحات تحتوي على المعلومة أو جزء من المعلومة المبحوث عنها. قد تكون هذه المعلومات على شكل نصوص، أو صور أو فيديوهات.

يتفق المؤرخون على أن أول باحوث هو "أرشي" Archie الذي أنشأه الطالب آلن أمبتاج Alan Emtage من جامعة ماكجيل McGill في مونتريال بكندا عام 1990 معتمدا على تعليمة Unix grep في نظام"أونكس" Unix واشتق اسم الباحوث من كلمة "أرشيف". ثم طُوّر هذا المحرك من قِبل بيل هيلان Bill Heelan وبيتر دوتش Peter Deutsch من نفس الجامعة.

من بين محركات البحث الأكثر استعمالا نذكر:

Google ، Bing ، Yahoo ، Baidu ، AOL ، Ask.com ، Excite ، DuckDuckGo ، woflram ، alpha ، Yandex ، Lycos ، Chacha.com.

وهذه إحصائيات نسب استعمال بعض البواحيث في بعض دول العالم لعام 2020.

الولايات المتحدة الأمريكية	ألمانيا	جنوب إفريقيا
• Google : 84,8% • Yahoo! : 8,35% • Bing : 5,59% • DuckDuckGo : 1,01% • MSN : 0,08%	• Google : 94,54% • Bing : 2,89% • Yahoo! : 0,84% • DuckDuckGo : 0,67% • Web.de : 0,29%	• Google : 95,47% • Bing : 3,45% • Yahoo! : 0,85% • DuckDuckGo : 0,14% • Webcrawler : 0,03%

2. شيء من تاريخ "جوجل" (انظر المرجعين [2,4])

كل شيء بدأ عام 1996 كمشروع بحثي لإعداد أطروحة دكتوراه في جامعة ستانفورد الأمريكية من قبل الطالبين لاري بيدج Larry Page المولود في ميشيغن بالولايات المتحدة الأمريكية، وسيرجي برين Sergey Brin المولود في موسكو.

وكان المشروع يهدف إلى استكشاف الخصائص الرياضية للشبكة العنكبوتية العالمية وفهم هيكل الارتباط كرسم بياني ضخم Super graph. وقد شجعهما المشرف تيري وينوغراد Terry Winograd على اختيار هذه الفكرة التي وصفتها صفحة "جوجل" لاحقا بأنها "أفضل نصيحة تحصلا عليها". ركز المشروع على مسألة معرفة صفحات الشبكة التي ترتبط بصفحة معينة استناداً إلى النظر في أن عدد وطبيعة هذه الروابط الخلفية كانت معلومات قيّمة عن تلك الصفحة.

كان كل من برين وبيدج يعمل على مشروع مكتبة ستانفورد الرقمية. وكان الهدف من هذا البرنامج هو "تطوير التكنولوجيات لمكتبة رقمية واحدة متكاملة"، وتمّ تمويله من قِبل المؤسسة الوطنية للعلوم NSF الأمريكية.

في مارس 1996، كانت صفحة جامعة ستانفورد الرئيسية هي نقطة البداية الوحيدة، وطوّر برين خوارزمية ترتيب الصفحات المرتبطة بها، وأدرك أن محرك البحث على أساس ترتيب الصفحات من شأنه أن يحقق نتائج أفضل من التقنيات الموجودة (محركات البحث الموجودة في ذلك الوقت كانت ترتب الصفحات أساسا حسب عدد النتائج وفقا إلى عدد المرات التي ظهرت فيها عبارة البحث على صفحة ما). واقتناعا منه بأن الصفحات ذات الروابط الأكثر ارتباطا بها من صفحات ويب أخرى ذات صلة وثيقة بالموضوع يجب أن تكون الصفحات الأكثر صلة بالموضوع المرتبطة بالبحث، فقد أجريَا اختباراً لأطروحتهما كجزء من دراستهما التي وضعت الأساس لمحرك البحث الخاص بهما.

وتمّ تسجيل google.com في 15 سبتمبر 1997، وقاما رسميا بتأسيس شركتهما "جوجل" يوم 4 سبتمبر 1998 في مرآب صديقتهما سوزان وجسيكي Susan Wojcicki في مينلو بارك Menlo Park بكاليفورنيا. واختاروا اسم Google "جوجل" الناتج عن خطأ إملائي في كتابة كلمة "غوغول" Gogol. والذي يشير إلى العدد الذي يمثله 1 يليه مائة 0.

في أواخر عام 2005، قال إيريك شميدت Eric Schmidt رئيس شركة "جوجل" والمدير التنفيذي لها : "نحن لا نفعل الشيء نفسه الذي يفعله الآخرون". لقد قُدّرت الأرباح الصافية للشركة سنة 2020 بأكثر من 40 مليار دولار، بزيادة فاقت 17% عما حققته عام 2019.

3. لماذا الباحوث "جوجل" أكثر استعمالا؟

يتميّز "جوجل" عن غيره بالسرعة في الحصول على روابط الصفحات وكثرتها وذلك لاعتماده طريقة رياضية مبتكرة، ومسجله باسمه، حصلت على براءة اختراع من جامعة ستانفورد عام 2001.

ولذا فاستعمال هذه الطريقة ليس مجانيا ويتطلب الدفع إلى "جوجل".

4. الرياضيات مصدر للثروة

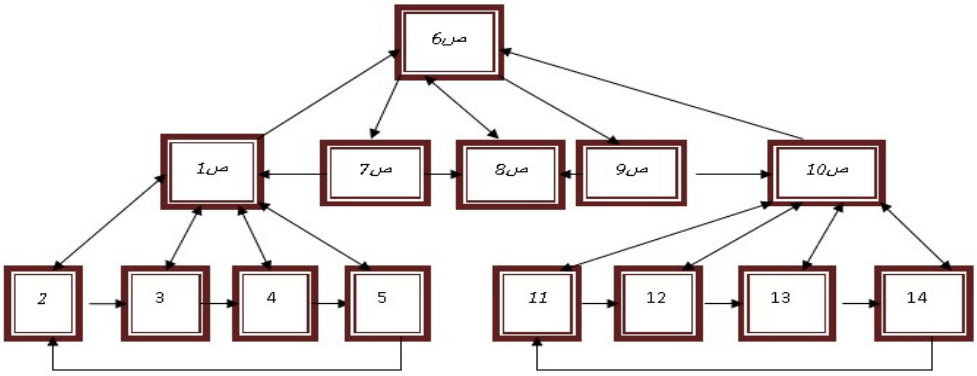
كما سبق وأن أشرنا، توصل الطالبان المؤسسان، سيرجي برين ولاري بيدج أثناء تحضيرهما لأطروحة الدكتوراه، إلى أن مسألة البحث عن المعلومات باستعمال كلمات مفتاحية يمكن نمذجتها رياضيا كمسألة حل جملة كبيرة من المعادلات الخطية، ونشرا مقالا بعنوان(انظر المرجع [1]):

The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine

ثم تطوّرت الفكرة وقررا إنشاء شركة باسم "جوجل" التي أصبحت تدرّ عليهما مليارات الدولارات (انظر المرجع [2]).

5. الفكرة الرئيسية لمحرك "جوجل"

نعرض فيما يلي الفكرة الأساسية لخوارزم البحث في محرك البحث "جوجل" ودور الرياضيات في تطويره. نلاحظ أن الخوارزم الفعلي (الطريقة) أكثر تعقيدا فضلا عن أنه يتمّ تحديثه باستمرار عدة مرات في السنة. تُرقم الصفحات المرشحة للاحتواء على المعلومة، ثم يُنشأ بيان Graphe لهذه الصفحات (انظر الشكل أدناه والمرجع [3]).



أرقام صفحات الشبكة على شكل بيان

- تمثّل الأرقام أرقام الصفحات التي تحتوي على المعلومة، وتمثل الأسهم الروابط بين الصفحات.
- تُرقّم الصفحات التي تحتوي على المعلومة.
- يُعيّن الخوارزم عدد الروابط مع كل صفحة.
- يكوّن الخوارزم مصفوفة الروابط، والتي هي في هذه الحالة:

$$a_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{l_j} & ; \quad j \to i \quad \text{إذا كان} \\ 0 & ; \quad j \nrightarrow i \end{cases}$$

حيث يمثل j عدد الروابط المتعلقة بالصفحة رقم i.

تتلخص الروابط بين الصفحات فيما يلي حيث يمثل → الرابط :

1 →2;3;4;5;6 ; 2→1;3 ; 3→1;4 ; 4→1;5 ; 5→1;3 ; 6→7;8;9 ; 7→8;1 ; 8→6 ;
9→8;10 ; 10→6;11;12;13;14 ; 11→10;12 ; 12→10;13 ; 13→10;14 ; 14→10; 11

إذا كانت الصفحة j مرتبطة بالصفحات $i_1; i_2; : : : ; i_l$ نضع

$L_j = \{i_1; i_2; : : : ; i_l\}$

ومنه $l_j = |L_j|$.

ولذلك نحصل، حسب الشكل، على المصفوفة التالية:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 1/2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 1/2 & 0 \end{bmatrix}$$

يتمثل الخوارزم في إيجاد الشعاع الذاتي للمصفوفة A المرفق بالقيمة الذاتية 1 حيث يمثل الشعاع أهمية الصفحات التي تتحدث عن الموضوع المبحوث عنه. وتكون الصفحات مهمة كلما كانت قيم مركبات الشعاع الناتج أكبر. يتم الحصول على هذا الشعاع باستعمال المتتالية الشعاعية التالية:

$$\begin{cases} u^{k+1} = Au^k \\ u^0 \quad \text{معطى} \end{cases}$$

وهي مسألة نقطة صامدة للتابع T حيث $T(u)=Au$. يتعلق وجود ووحدانية الحل (الشعاع الذاتي المرفق بالقيمة الذاتية 1 للمصفوفة A) بتقلص T، وهذا ناتج من كون المصفوفة A تصادفية stochastic (يقال أيضا مصفوفة ماركوفية، أي مصفوفة مربعة كل عناصرها أعداد حقيقية موجبة، ومجموع عناصر كل سطر أو عمود فيها يساوي 1)... مع شرط التوقف عن الحساب: $\|u^{k+1} - u^k\| \leq \varepsilon$ حيث ε معطى، وهو الخطأ المسموح به.

بتطبيق هذا الخوارزم على المثال السابق، نحصل على الشعاع التالي بعد 30 مرحلة بخطأ أقل من 10^{-3} :

$$u^{30} = (0.125;\ 0.050;\ 0.050;\ 0.050;\ 0.050;\ 0.150\ ;\ 0.050;\ 0.100;\ 0.050;\ 0.125;\ 0.050;\ 0.050;\ 0.050;\ 0.050)$$

نلاحظ أن أدلة المركبات التي قيمها أكبر هي التي تمثل الصفحات "المهمّة"، أما الباقي فصفحات غير "مهمّة". ما نلاحظه في الشكل أن الصفحات رقم 1 و 6 و 10 صفحات "أكثر أهمية" حيث أن الصفحات الأكثر أهمية هي التي يشار إليها أكثر من غيرها.

ومن أراد الثروة فعليه بإيجاد طريقة رياضية أحسن من الطريقة المستعملة في تعيين "أهمية" الصفحات!

المراجع

[1] S. Brin, L. Page : The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine, Stanford University, 1998.

[2] D.Vise, M. Malseed : Google story, Dunod, Paris, 2006.

[3] M. Eisermann : Comment fonctionne Google, Université Joseph Fourier, France, Dernière mise à jour: 9 janvier 2008.

[4] https://ar.wikipedia.org/wiki/ تاريخ_جوجل

تدريس الإعلام الآلي قبل البكالوريا في الجزائر
مُعَوِّقات وحلول

سارة بوقارة

طالبة بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

1. مقدمة

يمتاز العصر الذي نعيشه اليوم بكمّ هائل من المعارف والمعلومات توازيه تغيرات سريعة وتحولات جوهرية في التطبيقات العلمية والتقنية. ويأتي الحاسوب كواحد من أهم نتاجات هذه التقنية. كما أنه أصبح في الوقت نفسه أساس التطور الذي نشهده في كل الميادين لما يمتاز به من قدرات وإمكانيات واسعة جعلته أداةً فعالةً ومؤثرة في مختلف القطاعات (الصناعية، والاقتصادية، والزراعية، والطبية، والأمنية، وغيرها). ومما لا شك فيه أن تعامل المتعلم مع الحاسوب يفتح له آفاقا واسعة في تعاطيه مع التقنيات الحديثة.

كل هذا جعل الحاسوب مصدر اهتمام المؤسسات المختلفة، وأثار تطلعهم لفهمه والاستفادة منه. كما أثار تخوفهم منه باعتباره السيل الجارف الذي كثيرا ما كان يحمل معه رياح التغيير في جميع المجالات وعلى كل الأصعدة بسرعة تسابق الزمن.

ونظرا لاكتساح الإعلام الآلي جلّ مرافق الحياة فقد فرض على عديد الدول الحرص على مسايرة هذا التطور التكنولوجي الرامي لمواكبة التقدم في هذا المجال. ولذلك صار تدريس علم الحاسوب في المؤسسات التعليمية أمرا ضروريا تسعى إليه جميع الدول المتقدمة منها والنامية.

وتلبية لاحتياجات الحياة المعاصرة جاءت أهداف تدريس الإعلام الآلي في المدارس متوازنة مع متطلبات العملية التربوية المتطورة، وأهم هذه الأهداف هي:

- إعداد التلاميذ وتأهيلهم للعيش في بيئة تكنولوجية متطورة يشكل الحاسوب فيها القاعدة الرئيسية للتنمية والتطوير.
- تشجيع عملية نقل التكنولوجيا وتنمية المهارات العقلية عند المتعلمين كمهارة حل المشكلات والإبداع والفهم.
- تشجيع المتعلمين على تفهم دور الحاسوب وتطبيقاته العملية في مجتمع متطوّر.

وفي هذا السياق كان محور المعلوماتية واستعمال تقنيات الإعلام والاتصال في التربية من أهم المحاور التي عالجها ملف إصلاح المنظومة التربوية الجزائرية، وأكدت عليه قرارات مجلس الوزراء بتاريخ 30 أفريل 2002. وقد تقرر، في إطار التجسيد التدريجي للإصلاح، الشروع في إدراج تدريس الإعلام الآلي

في مرحلة التعليم المتوسط بداية من الموسم الدراسي 2007/2006 على مستوى السنة الأولى من التعليم المتوسط.

وكان الهدف من هذا التدريس، بالنظر إلى ملمح التخرج من مرحلة التعليم المتوسط، هو :

– تمكين المتعلم من التحكم في جهاز الحاسوب ومن توظيف الموارد التي يوفرها الإعلام الآلي في التعلم والاتصال. وبذلك، يقوم تدريسه على جانبين:

– الجانب الأول: التحكم في الأداة المعلوماتية كمادة قائمة بذاتها.

– الجانب الثاني: استعمال المعلوماتية كأداة تعليمية يُستعان بها في تدريس المواد الأخرى.

وقد قُدّر التوقيت المخصص لمادة الإعلام الآلي بساعة واحدة أسبوعيا لكل تلميذ، ويعتمد في تدريسها نظام التفويج. كما كُلف أساتذة مادة العلوم الفيزيائية والتكنولوجيا بتدريسها.

وتواصل دعم تدريس الإعلام الآلي حتى أدرج في السنة الثالثة من التعليم المتوسط ابتداءً من الموسم الدراسي 2009/2008 ليتوسع ويشمل بعدها السنة الرابعة خلال السنة الموالية حتى يتمكن المتعلم في نهاية هذه المرحلة التعليمية من المهارات والمعارف المقررة في المناهج الدراسية.

وهكذا يقدر التوقيت المخصص لمادة المعلوماتية للمستويات الأربعة بساعة واحدة أسبوعيا لكل تلميذ، وذلك اعتمادا على نظام التفويج وتدريسها في مخابر الإعلام الآلي. وأخيرا، شملت المادة، عام 2014، السنوات المتوسطة الأربع بشكل نهائي، بمعدل 28 ساعة لكل سنة. وجاء في تعليمة وجهتها الوزارة إلى مديريات التربية مبررة هذا المسعى: "إن تقنية التعامل مع الاتصالات والمعلومات أصبحت مرتكزة على استعمال الحاسوب ومتواجدة بشكل متنام في كل مناحي حياتنا اليومية". ولذا حرصت الوزارة على إدراج الإعلام الآلي في مرحلة التعليم المتوسط "حتى يتمكن المتعلم في نهاية المرحلة التعليمية من إتقان المهارات والحقائق العلمية المقررة في المناهج الدراسية".

وعلى ضوء ذلك يدرس التلميذ المعلوماتية خلال المرحلة المتوسطة مدة 112 ساعة. لكنه يتبيّن من بعض الوثائق أن هذه المادة لم تكن تُدرَّس في كل المؤسسات نظرا لغياب الموارد البشرية، وربما أيضا لنقص التجهيزات.

2. المعوّقات

هناك العديد من المعوّقات التي تواجه تدريس مادة الإعلام الآلي في الجزائر، منها ما يقع على عاتق الأستاذ ومنها ما يرتبط بالطالب، ومنها أيضا ما يتعلق بالمنهاج. فعند مساءلتنا لمجموعة من أساتذة هذه المادة عبر بعض ولايات الوطن أشاروا إلى عدد من المشاكل التي يواجهها كل من الأستاذ والتلميذ. ومن هذه المشاكل نذكر بعض ما جاء على لسان من استجوبناهم :

– كثافة الفوج التربوي (في بعض الأحيان، يتوفر حاسوب واحد لثلاثة تلاميذ)،

– الحجم الساعي : ساعة واحدة في الأسبوع غير كافية،

– هناك نسبة قليلة من التلاميذ الذين يملكون حاسوبا في المنزل.

– تكليف أساتذة غير مختصين في المعلوماتية عائق كبير. معظم المؤسسات ليس لديها أستاذ مختص في الإعلام الآلي، أي أن أستاذ العلوم أو الفيزياء أو اللغة العربية يجد نفسه بين عشية وضحاها مدرّسا للإعلام الآلي. إن إسناد المادة لغير ذوي الاختصاص يعني موتها الحتمي.

– معامل المعلوماتية 1، مما جعل مكانتها ضعيفة جدا في أعين الجميع.

– عدم وجود كتاب لمادة الإعلام الآلي في الطور المتوسط، ولا وثيقة مرافقة، ولا دليل للأستاذ.

– تم حرمان بعض المستويات في الطور المتوسط من المادة نظرا لعدم توفر الأساتذة.

– عدم توفر عدد كاف من المفتشين المختصين في المجال.

– ضعف التوثيق والمراسيم المنظمة والمسيّرة لمادة الإعلام الآلي من قبل الوزارة، وهي تحتاج لدراسة خاصة حتى تتكيّف مع البيئة التعليمية في الجزائر.

– عدم وجود أعوان مخبريين.

– عدم توفر الإنترنت في معظم مخابر الإعلام الآلي.

– اعتبار مادة الإعلام الآلي مادة مكملة وغير مهمة في نظر الجميع.

– تعطل الأجهزة التي تظل دون صيانة.

– وجود قاعة واحدة مخصصة للإعلام الآلي في المؤسسة التعليمية، وهذا يعني التنقل الدائم للأستاذ بين القسم والمخبر لتقديم حصصه النظرية والتطبيقية.

– المنهاج لا يركّز على البرمجة وغيرها خلافا لما هو عليه الحال في البلدان الأخرى.

– نقص في التطبيق بالنسبة للتلاميذ، وذلك نظرا لوجود مخبر إعلام آلي واحد على مستوى المؤسسة.

– عدم الاهتمام بالجانب التطبيقي.

– مهندس الإعلام الآلي ضعيف الأداء كمدرّس: وإذا قضت الحاجة إلى أن يدرّس وجب مرافقته وتوجيهه بيداغوجيا من قبل المفتشين.

– يجب أن يهيئ البرنامج التلاميذ ليصبحوا مهندسين مستقبلا. لذلك يتعيّن تدريس المنطق، ومبادئ الخوارزميات لأن علم الحاسوب هو تدريب للعقل، وتمكينه من البرمجة في المستقبل، وليس الهدف منه رسم جداول الإكسال.

– عدم قدرة المدرّس على معالجة الأخطاء التي قد تحدث في برامج المعلوماتية.

– عدم مواكبة المدرّس لآخر المستجدات في المعلوماتية.

– نقص الدورات التدريبية على آليات تدريس الإعلام الآلي.

– عدم ارتباط المنهاج بالواقع العلمي.

– وجود فجوة معرفية بين المنهاج والخلفية المعرفية المسبقة للتلميذ.

وإذا ركزنا على المشاكل التي يعاني منها التلاميذ، يمكننا الإشارة إلى ما يلي :

– عدم توفر أجهزة الحاسوب لدى جميع التلاميذ في المدرسة والمنزل،

– ضعف في اللغتين الإنجليزية والفرنسية اللتين تساعدان على تعلم المعلوماتية لدى التلاميذ،

– نفور التلاميذ من مادة الرياضيات اللازمة لتعلم المعلوماتية،

– اعتبار المادة مادة ترفيهية،

– عدم إدراج مادة الإعلام الآلي في المرحلة الابتدائية، مما يجعل التلميذ يواجه صعوبات في تعلّمها خلال المرحلة المتوسطة.

لقد أقرّ الجميع أن الإعلام الآلي وتدريسه للتلاميذ الصغار والكبار صارت مطلبا ملحا في كل مجتمع، ولذا نلاحظ ثغرتين بالغتي الأهمية في منظومتنا التربوية أثّرا بصفة سلبية، وهما:

الثغرة الأولى : يتم تدريس الإعلام الآلي بشكل غير منتظم، وكأن المادة ملء فراغ، لا غير. أما في البلدان المتقدمة فهي تغزو المرحلة الابتدائية، ويتواصل تدريسها حتى المرحلة الثانوية، ولسنا بحاجة إلى الاستشهاد بالدول المتقدمة تكنولوجيًا.

الثغرة الثانية : إهمال الوزارة لمادة الإعلام الآلي جعلها تكلف أساتذة غير مختصين بتدريسها، وكأن الأمر يتعلق بعلم في متناول من هبّ ودبّ. في حين أن المدارس العليا للأساتذة كانت تكوّن أساتذة في الإعلام الآلي للمرحلتين المتوسطة والثانوية وتخرجت منها عدة دفعات لم تغطّ الحاجة. ومع ذلك كانت وزارة التربية قد ارتأت أن لا حاجة لها بهؤلاء الخرّجين، فأغلق منذ سنوات باب التسجيل في هذه المدارس أمام الراغبين في امتهان تدريس الإعلام الآلي مستقبلا. ومن حسن الحظ أن وزارة التربية قد تفطنت الآن إلى هذه الثغرة وعادت إلى طلب تكوين أساتذة في هذه المادة داخل المدارس العليا للأساتذة.

3. الحلول

لعل من أبرز الحلول الميدانية والتطبيقية لإنقاذ واقع تدريس مادة الإعلام الآلي في الجزائر تظل تضافر الجهود ووضع منهج منظم لترقية هاته المادة. وبعد مساءلة العديد ممن درّسوها في مؤسساتنا التعليمية قدموا لنا جملة من المقترحات في باب الحلول، نوجزها كالتالي:

– تزويد التلاميذ بكتاب مدرسي يتماشى وتطوّر الإعلام الآلي أصبح أمرا ضروريا،

– الرفع من معامل المادة،

– العمل على جعلها مادة يجري فيها التلاميذ امتحانا إلزاميا كسائر المواد الأخرى.

– ينبغي الرفع من عدد الساعات التي يستفيد منها التلميذ في هذه المادة، وربط جميع قاعات الإعلام الآلي بالإنترنت سريع التدفق،

– ينبغي الحرص على أن ينفرد كل تلميذ بجهاز حاسوب خلال الحصص التطبيقية،

– يفضل البعض إلغاء الجزء النظري نهائيا، إذ ينبغي أن تكون الحصة كمادة التربية البدنية لكي يستفاد التلميذ أكثر من الناحية التطبيقية؛ ويمكن أيضا جعل الجانب النظري دائما مقرونا بالجانب التطبيقي،

– عدم إدراج المادة في امتحان شهادة التعليم المتوسط يضعف قيمتها في أعين التلاميذ،

– يجب توسيع قاعات الإعلام الآلي، وتوفير كتاب مدرسي لجميع المستويات،

– من أهم شروط نجاح مادة الإعلام الآلي توفير جهاز عرض وتوفير شبكة الإنترنت، وكذلك العمل بالتفويج ليتمكن كل تلميذ باستخدام حاسوب خاص به،

– يستحسن أن يكون الإعلام الآلي مادة أساسية في شعبة الرياضيات.

أملنا أن تجد جملة هذه الملاحظات لدى أصحاب القرار صدى يتحسن من خلاله وضع تدريس الإعلام الآلي في كل مراحل التعليم.

مقتطف (بتصرف) من مذكرة تخرج الطالبة سارة بوقارة
أعدت تحت إشراف الأستاذة كوثر سعد الله

الفنّ والحاسوب ... والرياضيات

أبو بكر خالد سعد الله

أستاذ بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

كانت التقنيات الإلكترونية، إلى عهد قريب، لا تهم إلاّ القليل من المتخصصين. لكن سرعان ما اقتحمت هذه التقنيات جميع الميادين، ولم تترك بابا إلا طرقته ولا منفذا إلا نفذت منه فملأت الدنيا بإنجازاتها وعجائبها ... ولازالت. وإذا نظرت إلى الكثير من الأعمال الفنية القديمة (مثل الفن المعماري والخزف والخياطة والنحاسة ...) فإنك تحسّ في العديد من الحالات أنك أمام عمل أنجزه أحد الرياضياتيين البارعين في فنّ الحساب، ذلك أن تركيز هؤلاء الفنانين ينصبّ خلال الإنجاز على البحث عن خواص التناظر والدورية والترتيبات والتوفيقات، ... وكلها خواص ذات طابع رياضياتي محض. وهكذا فمن الطبيعي أن يلتقي أهل الفنّ بخبراء الرياضيات والحاسوب وأن يعمل جميعهم على تزويد هذه الآلات الحديثة بتجهيزات مختلفة من شأنها أن تسهّل مهمة الفنّان مهما كان مجال اختصاصه.

1. لماذا صنع الحاسوب؟

من بين الإنجازات الكبرى التي حقّقتها التقنيات الإلكترونية صناعة جهاز الحاسوب. والحاسوب صنع، في بداية الأمر، لمساعدة الباحث الرياضياتي في دراسة مسائله الحسابية التي لا يكفيه الوقت لحلها يدويا نظرا لطول العمليات فيها. وعلى هذا الأساس قدّر أحد الرياضياتيين في نهاية الأربعينات أن الولايات المتحدة الأمريكية سوف لن تحتاج إلى أكثر من ثلاثة أو أربعة أجهزة حاسوب لتغطية كافة حاجياتها المستقبلية! وكم هو عدد هذه الأجهزة الآن في أمريكا والعالم؟ إنه يعدّ بالملايين!

وفيما يخصّ مجال الرياضيات بالذات، يخطئ الكثير من الناس في التصور أن الحاسوب هو الآن قادر على حل جميع (أو جلّ) المسائل التي يبحث فيها الرياضياتيون. ورغم كثرة استعمال هذا الجهاز لدى الباحثين في الرياضيات فإن المسائل التي يحلها الحاسوب في هذا الحقل لا يساوي عددها شيئا بالمقارنة مع عدد المسائل التي يحلّها الرياضياتيون بدون تدخل الحاسوب! ومن ثم ندرك الدور الكبير الذي لا زال مفتوحا أمام الحاسوب في مجال الرياضيات بصفة خاصة. ذلك أن استخدام الحاسوب في البراهين الرياضياتية من أجل التوصل بسرعة أكبر إلى إثبات النظريات صار ضرورة قصوى ولا بد من توفير الأموال الطائلة لتطوير الحواسيب حتى تتمكن من تأدية هذه المهمة الشاقة. وفي هذا المجال، أشار أحد الرياضياتيين بتهكّم إلى أنه قد يأتي يوم نستهل فيه عرض بحثنا بالقول إن هذه النتيجة أو

تلك صحيحة بنسبة 99.99 % وأن البرهان على صحتها بنسبة 100 % يمكن الحصول عليه بميزانية تعادل 10 ملايير دولار !

وفي الفروع العلمية الأخرى، مثل الفيزياء والكيمياء والجيولوجيا والهندسة ...، فإن الحاسوب أصبح من الأدوات العادية التي يستخدمها يوميا العاملون في هذه الميادين، وهذا رغم أن عمر الحاسوب لم يتجاوز عقودا معدودات. ولم يقتصر هذا الجهاز على التدخل في الاختصاصات العلمية فحسب بل نجده يصول ويجول في العلوم الإنسانية والاجتماعية، وفي الطب والصيدلية والاقتصاد، وفي اللسانيات وعلم النفس ... والباحث اليتيم، اليوم، هو ذلك الباحث الذي يشتغل دون حاسوب بجانبه مهما كان مجال اختصاصه. ألم تر كيف تلتقط عدسات التلفزيون الباحثين والأساتذة والتكنوقراطيين، وحتى السياسيين في مكاتبهم، وكيف يجتهد الجميع (المصوِّر والمصوَّر) في إظهار جهاز حاسوب من أرفع طراز جاثم على مقربة من مكان الجلوس؟ هذا المظهر أصبح الآن ضروريا كيلا يقال عن هؤلاء القوم إنهم من "رجال الماضي".

وكان أول حاسوب يزن أكثر من ثلاثين طنا وينجز حوالي 5 آلاف عملية في الثانية. واستطاع الجيل الثاني من الأجهزة أن يرفع عدد العمليات إلى 200 ألف عملية في الثانية. وعندما وصل الجيل الثالث تضاعف هذا العدد عشر مرات. وأما الجيل الرابع فبإمكانه إنجاز مئة مليون عملية في الثانية ... وكل جيل جديد يأتي لنا بمضاعفة هذا العدد آلاف المرات.

2. الحاسوب ... اليوم

لقد أصبح، اليوم، عدد أجهزة الحاسوب المستعملة في مختلف القطاعات مقياسا لتقدم الدول وميزانا لقدراتها. وفي حين كان الحاسوب يستخدم للسرعة في إجراء عمليات حسابية بسيطة صار يقدّم العديد من الخدمات الأخرى. ويمكن تلخيص مهامه الحالية في ثلاثة محاور هي:

1. إنشاء أنظمة بحث جديدة ومعالجة المعلومات من أجل كسب سرعة أكبر والتوصل إلى ابتكار تقنيات جديدة. كما أن تجميع المعلومات في ما يسمى ببنوك المعلومات يسمح بالاستعمال الأمثل للحلول التقنية المتوفرة.

2. إنشاء أنظمة مواصلات قادرة على توصيل جملة كبيرة من المعلومات (مثل شبكة الإنترنت والشبكات الداخلية)، إذ أن الاستعمال المكثف للحاسوب في العالم طرح مسألة "المواصلات". وهنالك بحوث جارية منذ سنوات من أجل تطوير الاتصال بين الإنسان والحاسوب، ليس كتابيا فحسب بل صوتيا أيضا. وهذا الأمر بالغ الأهمية لأنه يسمح للشخص المراقب في المصنع، مثلا، أن يصدر أوامره شفويا للحاسوب خلال عملية الإنتاج قصد إجراء تعديل سريع أو تدارك خطأ آني. كما يتيح للطبيب

الجرّاح تتبع عملية جراحية يقوم بها الحاسوب مع إمكانية إعطاء أوامر شفوية (حتى عن بعد) خلال إجراء العملية فينفذها الجهاز الجرّاح فورا.

3. "تأليل" المراقبة وتصميم نماذج رياضياتية. وسنهتم هنا بجانب من جوانب تصميم النماذج.

3. الحاسوب ... الفنان

هناك حقل قلّما يتناوله الناس عندما يدور النقاش حول دور الحاسوب : ما دور هذا الجهاز في مجال الفنون؟ إننا كثيرا ما نشعر، عند التأمّل في لوحة فنية أو الاستماع إلى مقطع موسيقي، أن هذا الفنان أو ذاك يجيد فن الرياضيات ويوظّفه بمهارة في عمله. لقد قال الرسّام الإيطالي الشهير ليوناردو دا فينتشي Da Vinci (1452–1519) في مؤلفه "كتاب الرسم" : "لا يحقّ لأي علم أن يسمى علما ما لم يمرّ بالبرهان الرياضياتي". وفي هذا السياق، أثبتت البحوث أن بعض النحّاتين القدماء كانوا يعملون في إطار معالم بإحداثيات رياضياتية ليسهلوا مهمّة العين في أدائهم الفني. أما اليوم فهناك مدارس نحت تعتمد على هذا الأسلوب الرياضياتي البحت.

ومن المعلوم أن كل أنواع النحت أو الرسم تهدف إلى إظهار شكل من الأشكال تتمتع به العين عند مشاهدته والتأمّل فيه. لكن اختيار هذا الشكل يخضع أولا لتصوّر الفنان. وهنا يدخل دور الحاسوب القادر على رسم الأشكال بسهولة تزداد يوما بعد يوم. وهكذا يستطيع الفنان التأمل في هذه الأشكال وتمريرها كالشريط أمام عينيه على الشاشة. وبذلك تتوفّر لديه إمكانيات كبيرة تجعله ينسق بيسر بين ما يمليه عليه خياله (كفنان) وبينما تشاهده عيناه. وبالموازاة مع ذلك، يمكن للفنان أن يمزج الأشكال فيما بينها خلال مشاهدته على الشاشة، ثم يستخرج منها اللوحة التي يقع عليها اختياره. وللفنان أن يترك اللوحة كما رسمها الحاسوب أو يدخل إضافات بريشته فتزداد رونقا وجمالا. وإذا لم يرقه منتوجه يستطيع هذا الفنان إعادة الكرّة من جديد.

وقد أصبحت آلات الحاسوب اليوم مزوّدة بعدة تجهيزات لرسم البيانات الهندسية المختلفة، في المستوي أو في الفضاء. ويستطيع الإنسان أن يتحكم في هذه الرسوم ويمزجها فيما بينها على شاشته؛ وبوسعه أن يدخل عليها عاملي الظلّ واللون. وبعد أن يكتمل الرسم على الشاشة ينتهي الرسام من وضع لمساته الأخيرة فيكون له الخيار بين التقاط صور (بالألوان) لهذا الرسم مباشرة من الشاشة بواسطة آلة تصوير وبين استنساخها (بالألوان) عبر الآلة الناسخة المرتبطة بالجهاز. وحتى عندما ينتهي من كل ذلك ويحصل الفنان على نسخة من لوحته، سواء بالتصوير أو بالاستنساخ، فإن مجال التدخل عبر اللمسات اليدوية باستخدام الريشة يظل مفتوحا.

4. الحاسوب ... الرسام

لقد أصبح الرسم الهندسي بمساعدة الحاسوب يشكّل حاليا فرعا من فروع علم الحاسوب، وهو يستعمل حتى في رسم أجزاء جسم الإنسان الداخلية بناء على المعلومات التي تلتقط من الداخل بواسطة المسبار أو تقنيات أخرى كتلك التي يستعملها جهاز الماسح (السكنير). وصار من النادر اليوم أن يستخدم المعماريون والمهندسون أدواتهم التقليدية في رسوماتهم وتصاميمهم الهندسية للمباني والعمارات والجسور والطرقات والسيارات والطائرات وغيرها، وذلك بفضل التطور السريع الذي عرفته خدمات الحاسوب في هذا المجال.

وعمد خبراء الرسم بالحاسوب، في منتصف الستينيات، إلى إنجاز الكثير من الرسوم بالحاسوب ونشرها وسط الجماهير ليتعرّف عليها الناس ويألفونها ويتذوقونها كما يتذوقون اللوحات الفنية الشهيرة. لكن ردّ فعل الجمهور لم يكن آنذاك كما يتمناه الخبراء، إذ أن تقنيات الحاسوب في ذلك العهد لم تكن متطورة بشكل يتيح للخبراء تقديم لوحات جديرة بالمقارنة مع اللوحات الفنية الراقية.

أما الآن فالوضع تغّير وأصبحت الأجهزة سهلة الاستعمال من طرف الرسام وتوفّر له إمكانيات أكثر. فعلى سبيل المثال، يستطيع الفنان الآن – بفضل قلم ضوئي– أن يرسم على شاشة الحاسوب ويمسح منها ما يشاء بجرّ القلم. وإضافة إلى ذلك يمكنه استخدام جميع الألوان التي يريدها حيث تتوفر لدى الجهاز مئات الأمزجة من الألوان. وفي نفس الوقت، بوسع الفنان تصغير وتكبير وتظليل ونقل ما يشاء في رسمه، وذلك بصفة آلية. كما يمكنه وضع رسم بجانب الآخر أو تكرار جزء من الرسم بمجرد الضغط على أحد الأزرار.

5. الحاسوب ... السينمائي

لقد شهدت سنوات السبعينيات تطورا آخر في هذا الميدان، حيث تمكن الخبراء من تحريك الرسوم التي ينجزونها على شاشة الحاسوب. وهكذا يمكن، مثلا، رسم حصان على الشاشة ومشاهدته يعدو والتحكم في سرعته آليا. وبهذه الطريقة أصبح من الممكن إنجاز أفلام (متحرّكة) تروي قصصا واقعية أو خيالية دون مشاركة نجوم السينما وممثليها. وما ألعاب الفيديو المنتشرة اليوم إلا نتيجة للأبحاث التي أجريت في هذا الميدان منذ عشرين سنة. كما أن الدعاية التجارية وغيرها التي تظهرها شاشات التلفزة تستخدم كثيرا هذا الفن. وهناك نوع من الأفلام تستفيد بصفة مكثفة من هذه التقنيات، وهي أفلام علم الخيال والأفلام الخاصة بالأطفال.

إن الإبداع الفني، باستخدام الحاسوب، يمتاز بكونه يتم مرحلة مرحلة، وخطوة خطوة (بالتقريبات المتوالية حسب المصطلح الرياضي). وهذه الميزة تسمح للفنان بإلغاء القليل أو الكثير مما تمّ رسمه خلال

إنجاز لوحته أو فِلمه، ثم مواصلة عمله وفق ما يشير به تصوره الإبداعي. وإن أراد استرجاع ما كان قد ألغاه آنفا فهذا أيضا في متناول يده. أما الطريقة التقليدية فلا توفر أية تسهيلات بخصوص إدخال التعديلات المتتالية التي يمليها الخيال المبدع للفنان، كما أنها لا تسمح بإظهار مشاهد متشابهة من أجل المقارنة ومساعدة الفنان في اختيار الشكل النهائي لرسمه.

6. الحاسوب ... الموسيقار

هناك مجال فني آخر اقتحمه الحاسوب بكل قوة: إنه مجال الموسيقى. فنحن نجد اليوم أجهزة حاسوب للأطفال مزوّدة ببرامج لتأدية مقاطع موسيقية. ويستطيع الطفل القيام بتغيير اللحن، إن شاء، بإجراء تعديل بسيط على البرنامج. وكلما قام بتعديل، حتى لو كان عشوائيا، يتغيّر اللحن الموسيقي. وفي ذلك تكمن تسلية الطفل. وتتطوّر التقنيات ويصبح الحاسوب شريك الموسيقار في عملية التلحين نفسها. وقد بدأ اهتمام الحاسوب بالصوت خلال الستينيات من القرن العشرين، مما أدى آنذاك إلى تجديد وتحديث صناعة آلة العود وجعل الكثير من الموسيقيين يعيدون النظر في آلاتهم ويدخلون عليها العديد من التعديلات.

وشيئا فشيئا صار الحاسوب يساعد الموسيقار خلال عمله الإبداعي في مجال التلحين. لكن هذه المساعدة ليست سهلة التقديم، إذ أنها تتطلب من الموسيقار جهدا يجعله يجزّئ فكرته الإبداعية الموسيقية إلى مقاطع كي يتمكن الحاسوب من استيعابها. ذلك أن الحاسوب لا يمكنه تقديم المساعدة المرجوة منه ما لم يدرك فكرة الفنان، إضافة إلى مصطلحات اللغة الموسيقية وتمثيلها الدقيق. ومما يزيد في تعقيد عمل الحاسوب في هذا المجال هو تداخل الآلات الموسيقية إن كان المقطع المطلوب تلحينه يستوجب استعمالا متزامنا لعدة آلات موسيقية. وفضلا عن ذلك يمتاز موسيقيو هذا العصر بالتحرّر في عملهم الإبداعي – مقارنة بالقدماء الذين كانوا يتبعون قوالب موسيقية جاهزة – وهو ما يعقّد عمل الحاسوب الذي لا يتفاعل إلا مع ما هو مقنّن.

وهكذا انشغل الأوائل بإيجاد برامج للحاسوب تجعله يؤدي، بصفة آلية، مقطعا موسيقيا تختلف مدته من لحن إلى لآخر. ثم تطورت الأبحاث فصنع جهاز في نهاية السبعينيات يستطيع أداء مقطع موسيقي بناء على رسم بياني يمثل اللحن الموسيقي. أما خلال التسعينيات فقد تمكّن الباحثون من إنجاز برامج تسمح بإصدار مادة صوتية يتم التحكم فيها طبقا لقواعد رياضياتية احتمالية.

ومن مميزات التلحين بواسطة الحاسوب أنه يتيح للفنان فرصة التدخل خلال التلحين في الوقت الذي يريد. ثم إن سرعة الحساب الذي يقوم به الحاسوب تساعد الملحّن، سيما إذا تعلق الأمر بمقطع موسيقي تؤديه فرقة. فتصميم التوزيع الموسيقي على أفراد الفرقة عمل شاق يدوم أحيانا شهورا وربما

سنوات. وهنا يظهر الموسيقار كالمهندس المعماري الذي يستعمل الحاسوب كرسام من أجل مشاهدة ما يتصوره من أشكال على الشاشة.

والجدير بالملاحظة هنا أن الجدل يشتد أحيانا بين الداعين إلى تكثيف استخدام الحاسوب في مجال الموسيقى وبين المناوئين لهذا الاتجاه. وعندئذ يعلو صوت المذكرين بأن القدماء كانوا يعتبرون الموسيقى بمثابة فرع من فروع الرياضيات وهو "علم العدد مطبّق على الأصوات".

7. الحاسوب ... الشاعر

ورغم ما توصل إليه علم الحاسوب من إنجازات في مختلف الميادين، سيما في حقل الفنون، فإن هذه الإنجازات تعتبر قليلا من الكثير الذي لازال ينتظر هذا الجهاز. وإذا كان علماء الحاسوب ينظرون إلى هذه الوضعية بعين الرضا لأنها تنبئهم بمستقبل زاهر وغد أفضل ... وكانت فئات كثيرة من المجتمع تستمع بما توصل إليه الحاسوب، فإن علماء آخرين يتخوفون كثيرا من التأثير المنقطع النظير الذي يمارسه الحاسوب على مجرى حياة المجتمع العصري. ويرى هؤلاء أن الحاسوب يسعى إلى تضييق الخناق علينا بإحاطة كل وجودنا ووجداننا بشبكة من "التأليل والآلية"!

ويدافع البعض عن استعمال الحاسوب والاستفادة منه في المجال الموسيقي، مثلا، حيث لا يرون في ذلك نوعا من الخضوع لمبتكرات الحداثة، ويستشهدون بمؤلفات القرون الوسطى الموسيقية وبما فيها من بيانات رياضياتية وجداول وحسابات، وذلك للاقتناع بأن أجدادنا كانوا آنذاك في أمس الحاجة إلى حاسوبات تعينهم على أداء عملهم الشاق! بينما يرى آخرون أن إخضاع كل ما نقوم به إلى رقابة الحاسوب يعتبر إهانة للبشرية جمعاء! وهم يسألون : كيف تسمح هذه البشرية - في أوج ازدهارها – بأن تعيش أَمَةً تحت رحمة آلة من صنع يدها؟ من الذي سيجيب عن هذا السؤال؟ أهو الرياضياتي، مصدر المشكلة؟ أو الفيلسوف وعالم الاجتماع ... أو عالم الحاسوب؟ ... أو الفنان؟ ... أو الشاعر الذي يخوض الآن صراعا مريرا ضد هيمنة هذه الآلة الحمقاء ... والذي قال ذات يوم باعتزاز وفخر:

وإني وإن كنت الأخير زمانه *** لآت بما لم تستطعه الأوائل !

... إنه يخشى، اليوم، من أن تقرض هذه الآلة الحمقاء بيتا من الشعر تردّ فيه عن زعيم الغاوين قائلة :

ألا لا يجهلن أحد علينا *** فنجهل فوق جهل الجاهلينا !

من كتاب "جولة في عالم الرياضيات" لصاحب المقال (بتصرّف)

علوم طبيعية

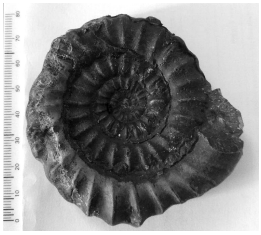
ما هي المستحثات

فاتن بن مرزوق–بشيري

أستاذة بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

1. مقدمة

عُرِفت المستحاثات أول مرة في القرن السادس قبل الميلاد من طرف العالم اليوناني كزينوفان (Xénophane)، الذي تعرف على قواقع بحرية متحجرة ضمن صخور رسوبية في صقلّية بإيطاليا، ومنه حاول تفسيرها بوجود بحر قديم [1].



الشكل 1: صورة لمستحاثة من الأمونيت (عينة خاصة)

لقرون طويلة، لم يستطيع العلماء تفسير كيفية تشكل المستحثات، فعلى سبيل المثال، في العصور الوسطى، اعتُبرت قواقع الأمونتات (كائنات بحرية رخوية منقرضة) قرون كبش الحيوان المقدس للآلهة المصرية آمون والذي أُشتقت منه التسمية لاحقا (الشكل 1).

كان الباحث الألماني Georgius Agricola (1494- 1555) أول من استعمل كلمة Fossilium التي تعني "مستحاثة" باللغة العربية، والتي تُترجم إلى الفرنسية Fossile وإلى الإنجليزية Fossil، حيث أصدر كتاباً بعنوان De Natura fossilium في عام 1546، تمّ فيه وصف ومحاولة تصنيف حفريات نباتية وبعض القواقع لحفريات حيوانية من معديات الأرجل [2].

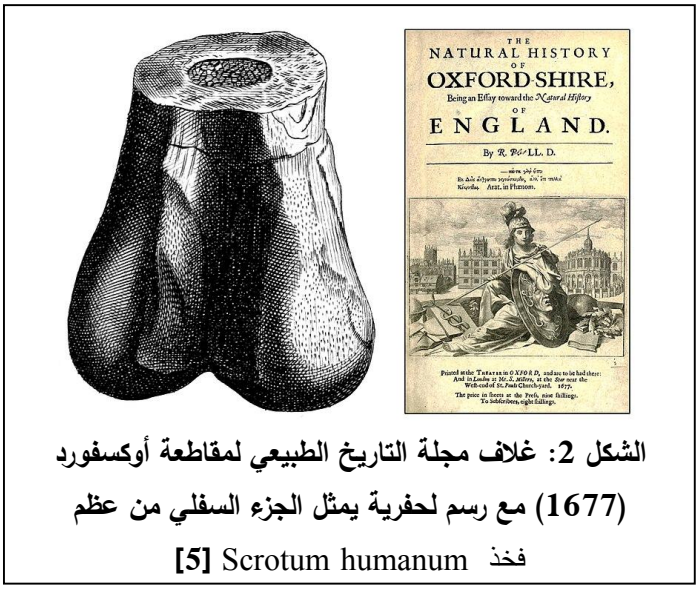
يُعتبر الدكتور الألماني Conrad Gesner (1516-1565) أول من قدم عددًا كبيرًا من الأجسام الأحفورية في كتابه De rerum fossilium, lapidum et gemmarum maximé الصادر سنة 1565، أسابيع فقط بعد وفاته بالطاعون. في نفس الفترة، أي خلال القرن السادس عشر، تمت الإشارة للحفريات على أنها بقايا لكائنات حية قديمة، وذلك في بعض الكتابات لبرنار باليسي Bernard Palissy (1510–1589) وليوناردو دا فينشي Leonardo da Vinci (1452–1519).

في القرن السابع عشر، تم الإجماع على أن الحفريات هي ذات أصل عضوي، لكن لم يتم استغلالها في دراسات معمقة [3]. في القرن الثامن عشر،عرفت دراسة الحفريات ازدهاراً كبيراً وهذا بعد تألق عدد من الباحثين الشباب الذين عبّروا عن أفكارهم بجرأة بعد انتهاء عصر النهضة (1300–1600) وحلول العصر الحديث، حيث لاحظ الباحثون أن هناك فرقاً بين الحفريات المستخرجة من الطبقات الرسوبية المتتالية (Buffon, 1707-1788) ، ومنه أُستعملت الحفريات في الترتيب الزمني للطبقات.

كما برزت فروع جديدة لعلم المستحاثات، وهي علم المستحاثات الوصفي والتصنيفي (G. Cuvier, 1769-1832) وعلم المستحاثات التطوري (J.B Lamarck, 1744-1829) وتلاهما علم المستحاثات الطبقي

(A. Oppel, 1831-1865) (Alcide d’Orbigny ; 1802-1857). واقترح البريطاني شارل ليل (Charles Lyell، 1797–1875) علم الجغرافيا القديمة في سنة 1830، معتمدا على مبدأ: "نفس الأسباب تنتج نفس التأثيرات" مهما كانت العصور الزمنية، وأظهر شارل ليل إمكانية إعادة بناء تاريخ الظروف الجغرافية الماضية بناءً على دراسة الطبقات الجيولوجية والحفريات التي تحتوي عليها [4].

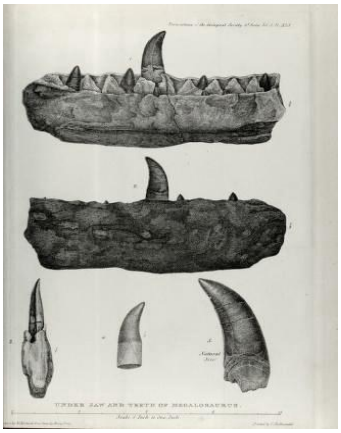
في عام 1677، نشرت مجلة التاريخ الطبيعي لمقاطعة أوكسفورد أول وثيقة علمية تُوضح رسماً لحفرية يمثل الجزء السفلي من عظم فخذ ضخم، تم العثور عليه في طبقات الحجر الكلسي في تاينتون (ستونزفيلد، أوكسفورد جنوب إنجلترا) (الشكل 3)، وقد نسبها المؤلفون إلى فيل حرب روماني، ثم إلى بشر عمالقة (نسبة للمذكورين في الكتاب المقدس). الاسم العلمي المنشور كان Scrotum humanum، الذي صححه، بعد مائتي سنة، من بعد الدكتور جون فليب في عام 1871، ونسبه إلى زاحف عملاق أسماه "ميغالوصور" Megalosaurus.



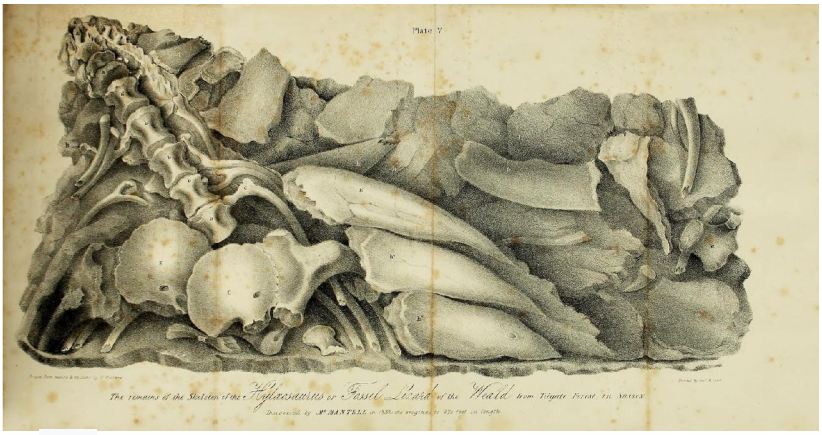
الشكل 2: غلاف مجلة التاريخ الطبيعي لمقاطعة أوكسفورد (1677) مع رسم لحفرية يمثل الجزء السفلي من عظم فخذ Scrotum humanum [5]

في سنة 1815، اكتشف الجيولوجي الإنجليزي ويليام باكلند (1784– 1856) بقايا حفرية لعظام فك سفلى كبيرة الحجم حيث وصل طولها إلى 28 سم (الشكل 2)، بالقرب من أوكسفورد، نسبها لزاحف عملاق Megalosaurus، بعد بحوث دامت تسع سنوات كاملة، تشاور فيها مع العديد من الباحثين الفرنسيين والبريطانيين [6].

نشر مواطنه عالم الحفريات الدكتور جديون مانتال (Gideon Mantell,1790-1852) سنة 1827م رسومات لبقايا متحجرة من أسنان وعظام، كان حجمها أكبر من تلك التي عَرفها ويليام باكلاند، نسبها لزاحف عملاق سُمي Iguanodon [7] . وفي سنة 1833م، نشر مانتال مقالاً يصف فيه اكتشاف قطع من هيكل عظمي متحجرة لأحفور آخر غير معروف حينها وأسماه Hylaeosaurus armatus (الشكل 4) [8].



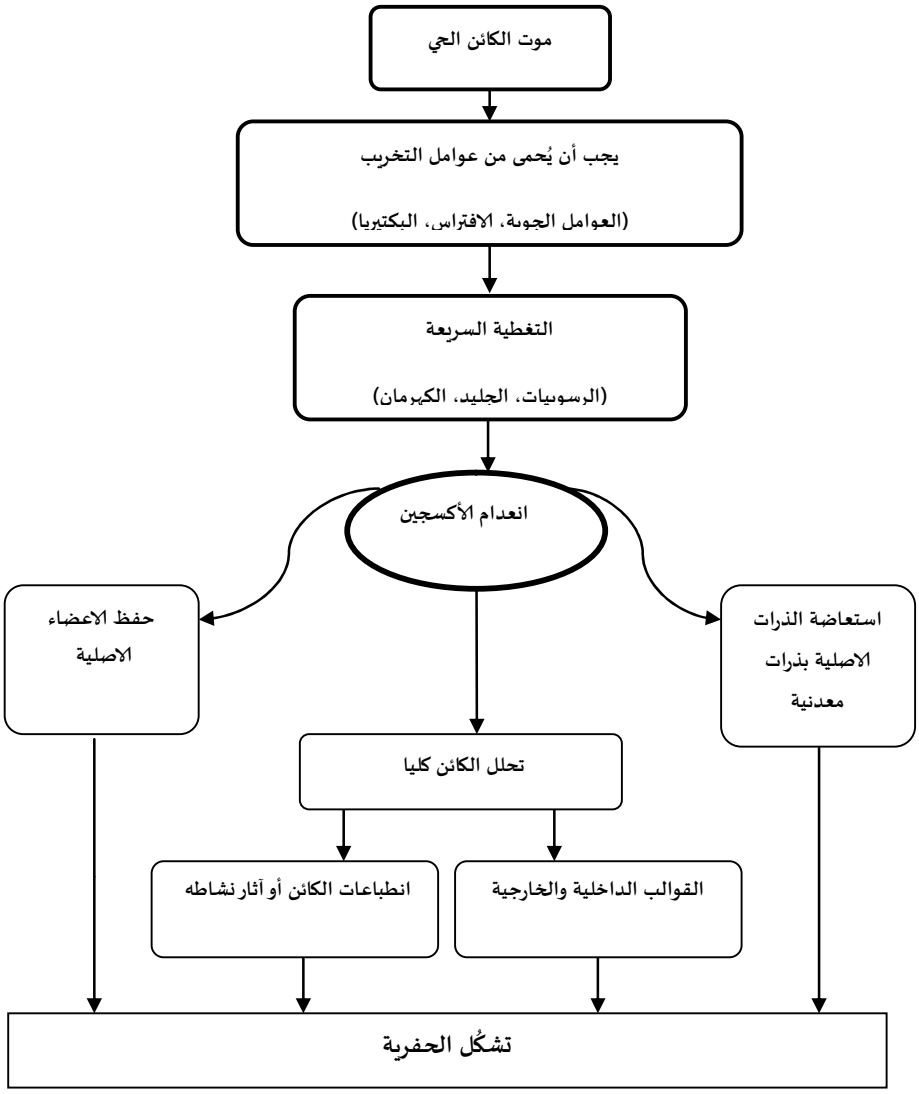
الشكل 3 : رسومات لعظام الفك السفلى Megalosaurus **[6]**



الشكل 4: رسم لعظام متحجرة لجنس: Hylaeosaurus armatus **[8]**

كان ريدشارد أوين (Richard Owen, 1804-1892) أول من صاغ كلمة ديناصور سنة 1842 [9] والتي تعني سحلية مخيفة (بالرغم من أنه كان يُدرك أنها ليست سحلية)، وذلك استنادا للأجناس الثلاثة: Megalosaurus آكلة اللحوم، و Iguanodon العاشبة و Hylaeosaurus المدرعة (الشكل 3 والشكل 4).

في مطلع القرن التاسع عشر، عرف علم المستحاثات منحى جديدا بعد اكتشاف أول بقايا الديناصورات، ومعها برزت فكرة الانقراض لأول مرة في تاريخ البشرية. ثم برز علم المستحاثات كأحد الفروع الأساسية لعلوم الأرض والفلك، حيث ساهمت الحفريات في تطور نظريات تاريخ تشكل الأرض والحياة، وأيضا في تطور التفكير البشري. فمثلا قدمت المستحاثات دلائل لنظرية زحزحة القارات التي سمحت لعلماء الأرض بشرح أغلب الظواهر الجيولوجية.



الشكل 5: مخطط يُلخص مراحل تشكل المستحثات وشروطها

2. تعريف المستحثات

المستحثات هي المواد او البُنْيات المرتبطة بالعالم الحيّ، محفوظة منذ زمن في تشكيلات جيولوجية عن طريق عمليات طبيعية مختلفة.

3. كيفية تشكّل المستحاثات

تتشكل المستحاثات (الحفريات) على مراحل ووفقا لشروط محددة، نلخصها في المخطط الموضح في الشكل 5.

4. أشكال حفظ المستحاثات

نُسمى العملية التي تسمح بتشكل المستحثات بظاهرة الاستحاثة (La fossilisation) وهي مجمل

التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تطرأ على كائن حيّ بعد موته أو على آثار نشاطه، مما يسمح بالاحتفاظ الجزئي أو الكلي له في الرسوبيات. أما شروط وآليات ومدة الإستحاثة متنوعة جدا ويصعب تمييزها أحيانا [10]:

1.4. حفظ الأعضاء الأصلية بدون تغيير أو بتغيير بسيط

تخص هذه الحالة الأجزاء الصلبة مثل القواقع والعظام والأسنان والطحالب الكلسية حيث يمكن أن تبقى محفوظة في الصخر على هيئتها الأصلية دون تغيير يُذكر أو بتغيير بسيط. وفي حالات نادرة أخرى يمكن حفظ الأجزاء الرخوة مثل حيوان الماموث الذي عُثر عليه في جليديات سيبيريا (الشكل 6). هناك أيضا حالة بعض الكائنات القارية صغيرة الحجم مثل الحشرات التي علِقت في صمغ الأشجار (الكهرمان (الشكل 7) [11].

الشكل 6

الشكل 7

الشكل 6: حفرية مُحنطة لأنثى ماموث فتية عمرها 6 أشهر (وُجدت في جليديات سيبيريا دُفنت منذ 10000 عام) [12]

الشكل 7. قطعة من كهرمان البورما به سحلية يعود عمرها للكريتاسي الأوسط [13].

2.4. تبدل الأعضاء الأصلية للكائن

هذه الحالة أكثر انتشارا من الأولى، إذ يحدث استبدال للذرات الأصلية بذرات معدنية أكثر صلابة متواجدة في الرسوبيات التي تضم الكائن الحي. تُسمى هذه الظاهرة بالاستعاضة وهي تحدث على مستوى الشبكة البلورية مما يسمح بالحفاظ على البنية الأصلية بشكل دقيق جدا. من أبرز الأمثلة تعويض مادة السيليلوز المكونة لجذوع الاشجار بمعدن السيليس (SiO_2) (الشكل 5).

الشكل 8

الشكل 9

الشكل 8: جذع شجرة متحجرة (الكريتاسي) متواجدة بالحظيرة الوطنية للغابات المتحجرة في أريزونا (الولايات المتحدة الامريكية) [14].

الشكل 9: حفرية من نمط قالب داخلي.

3.4. القوالب الداخلية والقوالب الخارجية

هذه الحالة هي الأكثر انتشارا من أشكال الحفريات، وتشيع بكثرة لدى أحافير الحيوانات اللافقارية ذات القواقع. بعد تشكُل الحفرية داخل الصخر الرسوبي، قد تتحلل تدريجيا بواسطة حركة تداول الموائع (Circulation des fluides) داخل الصخور. يتشقق الصخر على مستوى الفراغ الناتج من تحلل

المستحاثة، ومنه يُمكن ملاحظة العيّنة على شكل قالب إما داخلي (الشكل 9) أو خارجي (الشكل 1، أعلاه).

4.4. آثار نشاط الكائنات الحية

تتميّز الكائنات الحية بنشاطها المتواصل أثناء حياتها (حركة، تغذية، تكاثر، مسكن، إلخ.). وقد تركت لنا بعض الشواهد في الصخور الرسوبية القديمة. على سبيل المثال، تم العثور على آثار مشي ديناصورات فوق صخور طينية متحجرة (الشكل 10)، كما تم إيجاد بيضها (الشكل 11) وفضلاتها أيضا (Coprolithes) [4].

الشكل 10

الشكل 11

الشكل 10: اكتشاف آثار قدم ديناصور Abelisaurus في الصخور الطينية (بوليفيا سنة 2016) [15].

الشكل 11: بيضة ديناصور (Megaloolithus mamillare). من فرنسا (Aix-en-Provence) [16].

5. الخلاصة

يظهر علم المستحاثات كأنه امتداد لعلم الأحياء في الماضي، لكن بالتمعن فيه والخوض في تفاصيله، يُدرك الباحث أن تشكُّل الحفريات في الصخور الرسوبية وحفظها لملايين السنين داخل أعماق الأرض ثم تكشُّفها على السطح والعثور عليها من طرف الباحثين سواء بالصدفة أو بالبحث الأكاديمي، عبارة عن رسالة مُشفرة تحمل معها تساؤلات متعددة من أهمها:

1. متى وكيف بدأت الحياة على الأرض؟
2. ما هي الشروط الكيمائية والفيزيائية التي تتحكم في تنوع أشكال الحفريات ؟
3. ما هي علاقة دينامكية الأرض بالانقراض و/أو تطوّر الكائنات عبر الزمن؟
4. هل تؤثر الكائنات الحية في الأرض وفي الفضاء؟

المراجع

[1] Maria Michela Sassi (2013) : La logique de l'eoikos et ses transformations : Xénophane, Parménide, Platon. Philosophie antique, DOI: 10.4000/philosant.898

[2] Agricola, G. (1546). De Natura fossilium lib. X. Froben, Basiliæ.

[3] J. Gaudant & G. Bouillet (2005) : La paléontologie de la Renaissance. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, Comité français d'Histoire de la Géologie, 3ème série (tome 19), pp.35-50. hal-00872119.

[4] H. Chaumeton & D. Magnan (1999) : Les Fossiles, Edition Artémis.

[5] Robert Plot (1677): Natural History of Oxford-shire. p131-142, http://biodiversitylibrary.org/page/48062596

[6] Buckland. William (1824):.Notice on the Megalosaurus or great Fossil Lizard of Stonesfield - Transactions of the Geological Society of London. 2 1 (2): 390–396.

[7] Mantell. Gideon (1827): Illustrations of the geology of Sussex: a general view of the geological relations of the southeastern part of England, with figures and descriptions of the fossils of Tilgate Forest. - London: Fellow of the Royal College of Surgeons. p. 92.

[8] Mantell. Gideon (1833): Hylaeosaurus. The geology of the south-east of England.

[9] Owen Richard (1842): Report on British fossil reptiles, part II - Report of the British Association for the Advancement of Science 11: 32–37.

[10] A. Foucault, J-F. Raoult, F. Cecca, B. Platevoet (2014) : Dictionnaire de Géologie, Edition Dunod.

[11] J. D. Daza, E. L. Stanley, P. Wagner, A. M. Bauer, D. A. Grimaldi (2016): Mid-Cretaceous amber fossils illuminate the past diversity of tropical lizards. Sci Adv. Vol. 2, no.3, e1501080. DOI: 10.1126/sciadv.1501080.

[12] https://www.futura-sciences.com

[13] https://www.arizona-dream.com/usa/arizona/petrified-forest/petrified-forest.php

[14] https://www.geoforum.fr/topic/3442-ammonites-pyriteuses

[15] https://www.planet-techno-science.com

[16] https://www.oocities.org/phkerourio

علم الجينوم: المبادئ والتطبيقات

حاج أحمد بلعوني

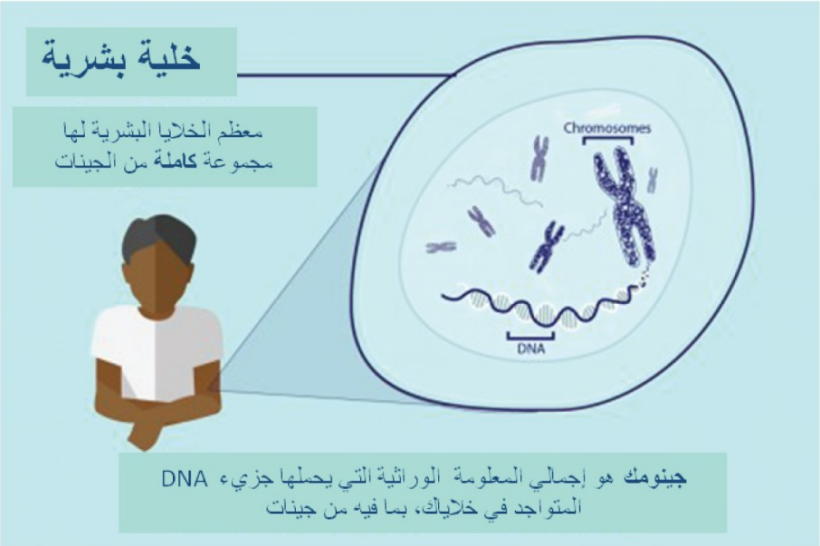
أستاذ بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة بالقبة، الجزائر

1. ما هو الجينوم، وما هو علم الجينوم؟

الجينوم هو المجموعة الكاملة للمعلومات الجينية لكائن حيّ، والموجودة بشكل أساسي في جزيء الحمض النووي دينا DNA، التي تحمل بدورها وحدة الترميز المعلوماتية الأساسية، وهي "الجين" : مثلا، يتكون الجينوم البشري من نحو 3 مليارات قاعدة، في حين يبلغ أكبر جينوم لنبات (Paris japonica) حوالي 150 مليار قاعدة، وأصغر جينوم بكتيري هو أصغر من العديد من الفيروسات (Narsuia deltocephalinicola، 112 كيلو بايت من المعلومات الجينية)، مما يعكس زيف مفهوم "التعقيد يأتي من الحجم" بدلاً من آليات تنظيم معقدة.

علم الجينوم هو العلم الذي يدرس بطريقة شاملة الجينومات التي حددت صيغها وتسلسلاتها (Sequences).

نبات Paris japonica ذو أكبر جينوم نباتي، بحوالي 150 مليار قاعدة !



ما هو الجينوم؟

تعتمد حشرة Leafhoppers على بكتيريا من أجل البقاء، وذلك في إطار تعايشي، بعضها يتميز بصغر حجم جينومها، كالبكتيريا Narsuia deltocephalinicola التي تتميّز بأصغر جينوم

2. ما هو تحديد التسلسل للحمض النووي؟

تحديد التسلسل Sequencing هو تحديد سلسلة البقايا residues التي تشكل جزيء حامل لمعلومة. والحمض النووي DNA هو الدعامة الجزيئية الرئيسية للمعلومة الوراثية. على هذا النحو، توفر بيانات التسلسل أساسًا محوريا لفهم بيولوجيا الكائن الحي. تسمح البيانات بإجراء مقارنات شاملة للكائنات الحيّة على المستوى الجيني للعثور على مناطق التشابه والاختلاف والأهمية الوظيفية. وعلى سبيل المثال، تسمح لنا البيانات الجينية بفهم التباين الجيني البشري على المستوى الجزيئي، وكذلك الاختلافات الجينية بين الورم والأنسجة الطبيعية. يعتقد العلماء أن فهم الأمراض على المستوى الجينومي سيؤدي إلى علاجات طبية أكثر نجاعة (personalized medicine، الطب الشخصي).

3. كيف نقوم بتحديد تسلسل الجينوم؟ ظهور علم الجينوم (Genomics)

مع التطور السريع لتقنيات تحديد التسلسل sequencing، انتقلنا من تسلسل جين واحد إلى جينوم كامل في نهاية القرن الماضي. كانت الجينومات الأولى التي تم تسلسلها هي تلك الخاصة بالفيروسات، نظرًا لصغر حجمها نسبيًا.

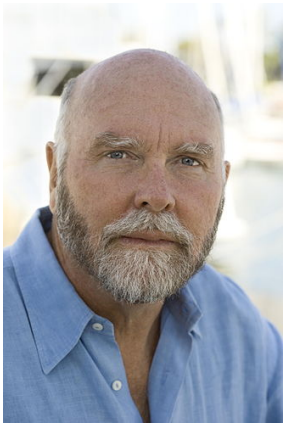
وقد ركزت الجهود الأولى على الكائنات الحية "النموذجية"، بمشاركة عدد كبير من المختبرات في إطار "الاتحادات البحثية Research consortia" التي عملت بالتنسيق من أجل إنجاح مشاريع بحث عملاقة، مثل هذا المشروع.

وهكذا تمّ الحصول على تسلسل أول فيروس خلال عام 1977 بتقنية سانجر Sanger –فيروس العاثية (phiX174 أو ΦX174)– وهو فيروس بسيط للغاية يتكون جينومه من جزيء دينا دائري أحادي الخيط بطول 5386 نيوكليوتيدًا يشتمل على أحد عشر جينًا. بالنسبة للبكتيريا، كان التركيز في المقام الأول على السلالة البكتيرية الأكثر شهرة Escherichia coli (4,7 ميجا بايت، حوالي 4000 جين). اعتمد التسلسل الذي قامت به مجموعة واحدة (بلاتنر في ماديسون، الولايات المتحدة الأمريكية) على حوالي 250 "متطوّعًا".

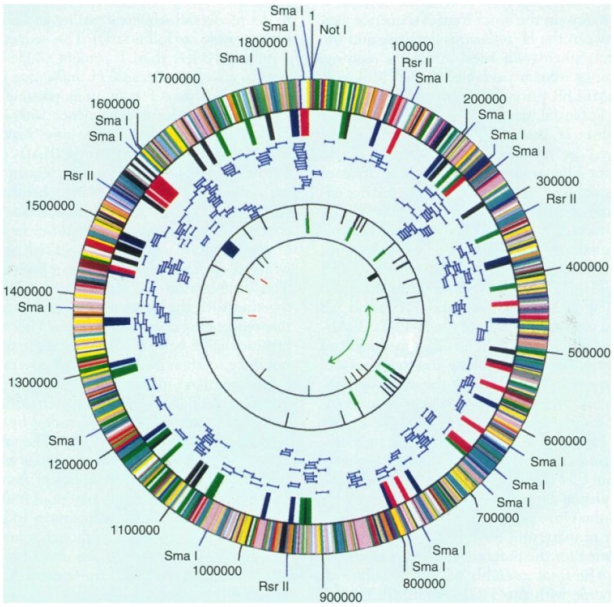
العالم فريديريك سانجر، الحائز على جائزة نوبل
بعد تطويره تقنية تحديد تسلسل الدينا

بدأ هذا المشروع في عام 1991. وتمّ تنفيذ حوالي 1 ميجا بايت (21 ٪ من الجينوم بأكمله) خلال 5 سنوات، كما تمّ الحصول على التسلسل الكامل (4639.2 كيلو بايت) خلال عام 1997. وقد استندت الاستراتيجيات الأولية إلى تجزئة الجينوم بطريقة تعتمد على خريطة واقعية (physical map) من أجل التقدم "خطوة بخطوة" في تحديد التسلسل الجينومي. يتضمن هذا النهج تقطيع أجزاء كبيرة، كل قطعة مجزّأة إلى أجزاء صغيرة الحجم من أجل الحصول على تداخل كبير، متبوعًا بتجميع تدريجي للمناطق المتجاورة وإعادة تشكيل الأجزاء Contigs، ثم الأجزاء الكبيرة scaffolds، وأخيراً توصيل الفراغات أو ملء ثقوب تدريجيا. ومع ذلك، استغرق هذا النهج مدة طويلة وتطلب موارد كبيرة.

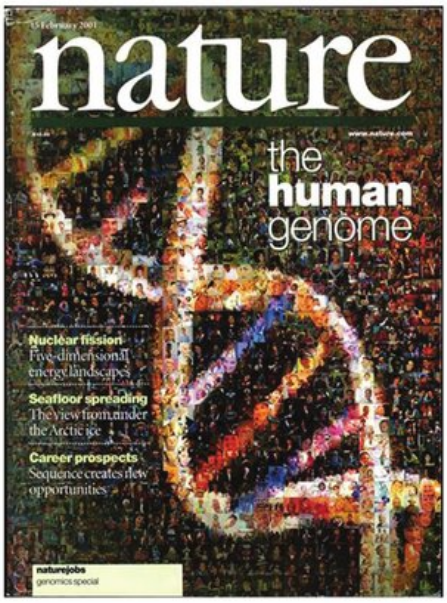
أدت ضرورة تبسيط الخطوات وتقليل التكاليف إلى تطوير طريقة التشظية (Shotgun sequencing). ويتم تنفيذ ذلك عن طريق التكسير العشوائي، ثم تحديد تسلسل جميع الأجزاء التي تم الحصول عليها، والتجميع التدريجي لجميع الأجزاء باستخدام برامج معلوماتية مختصة في هذه التطبيقات، وأخيراً ملء الثقوب. لقد أنشئت هذه الطريقة بواسطة مجموعة كانت تحمل اسم TIGR، ثم أصبحت تُسمى CELERA (معهد Craig Venter)، وهي طريقة تسمح خلال نحو شهرين بتحديد تسلسل جينوم صغير (2 ميجا بايت). وهكذا حققت هذه الطريقة الثورية، التي تمّ تطويرها في TIGR، نجاحًا باهرًا! وسمحت بنشر التسلسل الكامل لجينوم كائن حيّ، المستدمية النزلية Haemophilus influenzae، لأول مرة. كانت تلك ولادة علم الجينوم في يوم 28 يوليو 1995. وقد تبع ذلك سيل من الجينومات جرّاء تطبيق طريقة التشظية

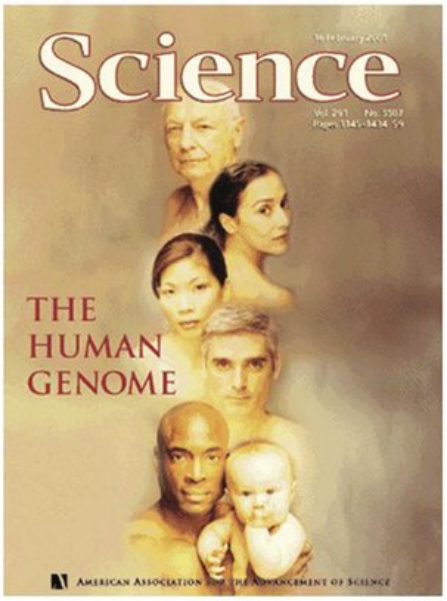


كريغ فينتر، عالم الأحياء الأمريكي ورجل الأعمال، الذي ساهم في تطوير طريقة التشظية (Shotgun sequencing) في اطار مشروع تحديد تسلسل الجينوم البشري لأول مرة



الخريطة الجينومية لأول جينوم كامل لكائن حيّ
(المستدمية النزلية Haemophilus influenzae) نشر سنة 1995





نشر مشروع الجينوم البشري في مجلتي Nature و Science سنة 2001

4. توجهات علم الجينوم

مع إمكانية الحصول على جينوم بدائيات النوى الذي أصبح أسهل نسبيًا، باشر الباحثون في تحديد جينومات سلالات مختلفة تنتمي إلى نفس النوع : الإشريكية القولونية Escherichia coli. في عام 2003: تمّ الحصول على جينومات 4 سلالات مختلفة من الإشريكية القولونية، وكذلك أنواع مختلفة تنتمي إلى نفس الجنس. لقد كشفت مثل هذه الأبحاث عن تباين جيني غير متوقع! في الوقت الذي كان من المنتظر وجود اختلافات طفيفة بين جينومات سلالات من نفس النوع، اتضح أن هذا الاختلاف يمكن أن يمتد إلى أكثر من ثلث الجينوم في بعض الحالات.

بالإضافة إلى ذلك، ظهر قدر أكبر من التنوع البيولوجي والتطور الوراثي فيما يتعلق بالاهتمام الذي يحمله علم الجينوم تجاه الكائنات الحيّة حيث تمت دراسة جينومات عدد أقل من الميكروبات الممرضة pathogens مقارنة ببقية الكائنات الحيّة الدقيقة غير المسببة للأمراض (في عام 2003، انخفضت النسبة بين جينومات الميكروبات المسببة للأمراض مقارنة بالتي لا تتسبب فيها من 90٪ إلى 50٪). ومن جهة أخرى، واصلت العديد من الشركات الخاصة تحديد تسلسل جينومات العديد من الميكروبات المسببة للأمراض دون نشرها. فعلى سبيل المثال، تشير التقديرات إلى أن 14 سلالة مختلفة من عصيّات الجمرة الخبيثة Bacillus anthracis تم تحديد جينوماتها في عام 2002 في الولايات المتحدة.

وقد ظهر أيضًا الاهتمام بممثلي الفروع الحيوية التي لم تُدرس أو تمت دراستها قليلاً. نذكر، على سبيل المثال Chlorobium tepidum : هو نموذج بكتيريا من فصيلة Chlorobia، مُحبة للحرارة تعمل على تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي وتقوم بإرجاع مركبات الكبريت كمصدر طاقة من أجل التمثيل

الضوئي في ظل ظروف لاهوائية. إن الاهتمام بهذا الكائن الحيّ يكمن في الحاجة إلى فهم أفضل لدورات الطاقة العظيمة على مقياس كوكبي، ومن ثمّ كشف أسرار ظهور التمثيل الضوئي في كوكبنا.

كما ركّز علم الجينوم على البكتيريا "المفيدة" في مجالات مختلفة، مثل :

– مكافحة التلوث من قِبل Shewanella oneidensis و Geobacter metallidurens التي تستقلب اليورانيوم والعديد من المعادن الثقيلة الأخرى؛ وتنتج Geobacter أيضًا الكهرباء،

– البكتيريا التعايشية، مثل Bifidobacterium longum، وهي بكتيريا معوية تحلّل المركبات المعقدة النباتية كالنشاء والسليلوز،

– الكائنات الحيّة ذات الأهمية الزراعية، مثل Pseudomonas putida التي تنمو في منطقة الجذور وتساهم في تنظيف التربة من الملوثات،

– الكائنات الحيّة ذات الأهمية الصناعية، مثل العديد من الكائنات المُحبة للحرارة التي تشكل مصدرا لإنزيمات سهلة التنقية وعالية الفعالية.

ومع سهولة تحديد التسلسل، تم الحصول على جينومات أكبر فأكبر، مثل Streptomyces coelicolor (8.7 ميجا بايت، 7567 بروتين) و Bradyrhizobium japonicum (9.1 ميجا بايت، 8317 بروتين) التي تحتوي على عدد أكبر من الجينات مقارنة مع العديد من حقيقيات النوى البسيطة، مثل خميرة الجعّة Saccharomyces cerevisiae (12 ميجا بايت، ولكن أقل من 6000 بروتين).

5. ما هي تقنيات NGS ؟

بعد التطورات التي أنجزتها طريقة التشظية بتقنية سانجر، نشأت حاجة ملحة، وهي الحصول على المزيد والمزيد من الجينومات، لإجراء إحصاء شامل للمعلومات الجينومية لجميع الكائنات الحيّة. لكن تقنية سانجر لا تمكننا من الحصول على تسلسلات بسرعة تتناسب مع طموح الباحثين. لقد أدت هذه الحاجة إلى ظهور تقنيات الجيل الجديد، المعروفة باسم "NGS" (Next Generation Sequencing = الجيل الجديد لتحديد التسلسل)، التي تختلف عن تقنية سانجر التاريخية من خلال إمكانية تحديد التسلسل على التوازي (قراءة تسلسلات صغيرة عديدة في نفس الوقت) على نطاق واسع.

تولد هذه التقنيات الملايين بل البلايين من القراءات القصيرة للحمض النووي دينا المأخوذة من جينوم كامل (whole genome)، أو مناطق جينية مستهدفة targeted genetic regions، أو الحمض النووي الريبي المنسوخ (transcribed RNA). وتشمل أجهزة الجيل الجديد النماذج Illumina Genome Analyzer و Roche 454 و Pacific Biosciences SMRT و Ion Torrent و Nanopore sequencing.

لقد غيرت هذه التقنيات الطريقة التي نستعملها في البحث في العلوم البيولوجية (والمعلوماتية الحيوية بالطريقة نفسها)، مما سمح بإجراء تجارب لم تكن ممكنة من قبل، وذلك خلال مدد قصيرة بشكل خاص.

6. ما هي الأهداف التي تنطوي على تحديد تسلسل الحمض النووي؟

إليك بعض المقاربات التجريبية الحالية التي تستخدم التسلسل:

- تقدير تعبير mRNA "RNAseq"،
- تقدير تعبير microRNA،
- تحديد مواقع ارتباط البروتين على الحمض النووي "ChIPseq" (الترسيب المناعي للكروماتين)،
- تحديد مواقع ارتباط البروتين على الحمض النووي الريبي (الترسيب المناعي المتقاطع) "CLIPseq"،
- تحديد التسلسل بثنائي السولفيت Bisulfite sequencing (تحويل السيتوزين المميثل (methylated C) إلى اليوراسيل (U) بثنائي السولفيت متبوعًا بتحديد التسلسل عالي الإنتاجية لتحديد مواقع الميثلة التَّخَلُّقية epigenetic methylation،
- تحديد تسلسل الجينوم الكامل Whole genome sequencing للكشف عن تعدد الأشكال للنيوكليوتيدات الفردية SNP، والتغيرات الهيكلية، إلخ.

7. تقنية سانجر مقارنة بالتقنيات NGS

تتميز التقنيات NGS بقراءات قصيرة ودقة جيدة وإنتاجية عالية جدًا وتكلفة منخفضة نسبيًا. على سبيل المثال، تتميز أجهزة العلامة التجارية Illumina بما يلي: قراءات أولية ذات نهايات فردية Single end reads أو زوجية paired end reads، وحجم قراءة يتراوح من 2 x 150 إلى 2 x 300 زوج نكليوتيدات، مع عدة تيرابتات من التسلسلات التي يتم إنشاؤها في كل دورة (تشغيل Run، وهذا ما يعادل ملايين القراءات). ومعدلات خطأ مخفضة (<1٪)؛ ولكن هناك صعوبة مع المناطق الغنية بـ GC والميل إلى انخفاض الجودة في نهاية القراءات.

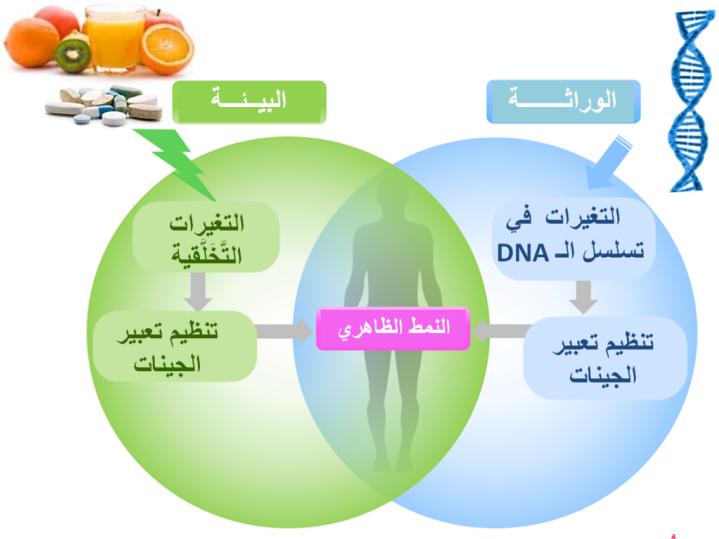
هذا النوع من المشاكل يعني أن تقنية سانجر تظل المعيار الذهبي للتحقق من مناطق جينومية ما، لأنها تعطي قراءات طويلة نسبيًا، وبدقة جيدة وتكلفة زهيدة إلى حد معين، ولكنها مع ذلك تظل منخفضة الإنتاجية.

8. ما هي تطبيقات علم الجينوم؟

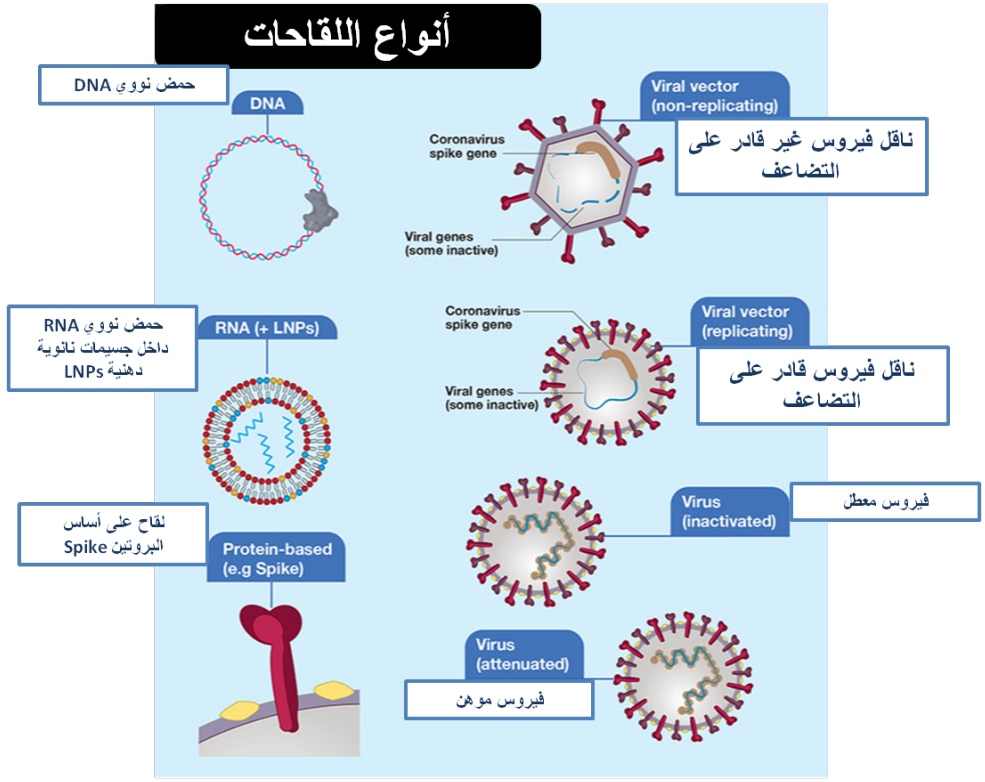
من الواضح أن علم الجينوم يعيد تشكيل الطريقة التي ندرس بها الكائنات الحية، والطريقة التي نستخدمها بها. لقد أثّرت على العديد من جوانب حياتنا، من صحة الإنسان (دراسات الميكروبيوم، والسرطان، والطب الشخصي، وما إلى ذلك) إلى البيئة (علم الجينات، علم التخلق، إلخ)، مروراً بالتطبيقات الزراعية (انتقاء النباتات، تربية الحيوانات، الأمراض الحيوانية المصدر، أمراض النبات، إلخ) وبالتكنولوجيا الحيوية (هندسة الجينوم، تطوير اللقاحات) وغيرها من التطبيقات.

يُعدّ الوباء العالمي كوفيد-19 الحالي مثالًا رائعًا يبرز أهمية علم الجينوم. فبفضل هذا العلم نحن قادرون على تحديد المتحوّرات والتمييز بينها، ومراقبة انتشارها، والأكثر من ذلك أن هذا العلم قد ساعد البشرية على تطوير لقاح فعّال خلال مدة قياسية، بناءً على الدراسات الجينية للفيروس SARS-Cov2.

يعتقد العلماء أن فهم الأمراض على المستوى الجينومي سيؤدي إلى علاجات طبية أكثر نجاعة (personalized medicine، الطب الشخصي)



تعتبر دراسة الميثلة التَّخَلُّقية epigenetic methylation إحدى تطبيقات تحديد التسلسل باستعمال تقنيات الجيل الجديد NGS حيث يساهم هذا الميدان في فهم أثر الوسط أو البيئة في النمط الظاهري للأحياء



تحليل البيانات الجينومية لفيروس كورونا المستحدث سمح للعلماء بتطوير لقاحات كتلك التي تعتمد على حمض نووي RNA داخل جسيمات نانوية دهنية LNPs، أثبتت نجاعتها في مجابهة انتشار الوباء

من ناحية أخرى، بفضل تطور علم الجينوم في مجال علم الأحياء الدقيقة، من الممكن حاليًا التنبؤ بحساسية الجراثيم الممرضة للمضادات الحيوية (Genomic antibiogram). المبدأ بسيط: يتمّ توقع النمط الظاهري لحساسية سلالة ما إزاء مضادات حيوية بناءً على تحليل تسلسلها عن طريق تحديد جينات المقاومة، مع إمكانية تحديد الطفرات التي تساهم في النمط الظاهري للمقاومة.

لا يمكن لأحد أن يتوقع متى وكيف ستكون الأوبئة القادمة، سواء كان ذلك على نطاق محدود أو على نطاق عالمي. ولكن هناك شيئا مؤكدا: تمتلك البشرية العديد من الأدوات القوية التي لا غنى عنها، كنتيجة لإدراكنا لأهمية المعرفة والعلوم في مواجهة مثل هذه التهديدات. وإحدى هذه الأدوات هي بالتأكيد علم الجينوم، لما قدمه في فهم "الحياة"، إضافة إلى العدد الهائل من الحلول التي أصبحت ممكنة في مجابهة تحديات البشرية بفضل هذا المجال البحثي المثير.

بعض المراجع الإضافية

- https://www.marefa.org/تسلسل_الحمض_النووي
- https://www.sigmaaldrich.com/DZ/fr/technical-documents/protocol/genomics/sequencing/sanger-sequencing
- https://ar.wikipedia.org/wiki/كريغ_فينتر

- https://ar.wikipedia.org/wiki/فردريك_سانغر
- https://ar.wikipedia.org/wiki/تعدد_أشكال_النوكليوتيدات_المفردة
- https://www.nature.com/articles/s41440-019-0248-0
- https://blog.crownbio.com/pdx-personalized-medicine
- https://archive.ph/20140602063017/http://gbe.oxfordjournals.org/content/early/2013/08/10/gbe.evt118.short?rss=1
- https://www.nationalgeographic.com/science/article/and-the-genomes-keep-shrinking
- http://www.genomenewsnetwork.org/resources/timeline/1995_Haemophilus.php
- https://www.jstor.org/stable/2887657
- https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0244176.g001
- https://www.economist.com/briefing/2020/04/16/can-the-world-find-a-good-covid-19-vaccine-quickly-enough

شخصية العدد

شخصية العدد

أستاذ الرياضيات العصامي

حمزة خليف

نتعرّف في هذا الركن على رجل عصامي متعفّف، حفظ القرآن في سن الحادية عشر، ونال كل شهاداته حتى البكالوريا (شعبة الآداب، عام 1970) باللغة العربية كمترشح حر، قبل نيل مثيلاتها بالفرنسية كتلميذ متمدرس نظامي، إلى نيل شهادة البكالوريا (شعبة الرياضيات، عام 1971). عكف في بيته بمدينة الوادي (الجنوب الجزائري)، ولا يزال إلى يومنا هذا يتبحّر في دنيا الرياضيات بكل تواضع، ويبدع فيها رغم ما تعانيه صحة الإنسان في هذه المرحلة من العمر.

إنه الشيخ حمزة خليف الذي لم يغادر حجرات الدراسة ولم يُلْق طبشوره إلا حين أحيل على المعاش سنة 2008. ففي مطلع سبعينيات القرن العشرين ساعده الحظ على أن يلتحق، كطالب، بقسم الرياضيات في جامعة العاصمة، فقضى بها 4 سنوات، نال على إثرها شهادة الليسانس في الرياضيات. ومن ثمّ التحق بمسقط رأسه، بعد أداء واجب الخدمة الوطنية كضابط في سلاح المدفعية، ليزاول مهنة التدريس في المرحلة الثانوية. وظل على هذه الحال دون كلَل... ودون أدنى طموح في تولّي مناصب سياسية أو تربوية –معروفة في وزارة التربية الوطنية– تعفيه من استعمال الطبشور والسبّورة!

فلا شيء كان يمتعه سوى تدريس الرياضيات والغوص في متاهاتها كما يفعل الباحثون الحقيقيون. وهكذا كان يولي اهتماما بالغا للمسائل المستعصية، مثل تلك التي تطرح في منافسات الأولمبياد. فقد كان مرجعا لزملائه إن تعذّر الوصول إلى حل منشود في مسألة من مسائل الرياضيات المعقدة. ولما كانت له هذه السمعة الطيبة، طلبت منه جامعة الوادي– قبل إحالته على التقاعد بثلاث سنوات– مساعدتها في تدريس بعض المقررات لطلبة الليسانس والماستر. وقد لبى النداء خلال عدة سنوات وأدى المهمة بجدارة.

لا ندري كيف يقضي الأستاذ حمزة وقته في الاستمتاع بمواضيع الرياضيات، لكن المؤكد أن جزءا كبيرا منه قد خصص لدراسة الهندسة. وقد فتح منذ سنوات موقعا إلكترونيا ثريا، سماه "فضاء رياضياتي". وفي صفحة النشاطات نجد عرضًا لأبرز أعماله تعلوها الآية الكريمة: "وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا."

ومن بين إسهاماته انشغاله بوضع معجم للرياضيات ثلاثي اللغات لا يزال قيد الإنجاز. وعلى الرغم من كون اللغة الفرنسية طغت على جلّ أعماله، وكثيرا ما عبْنا عليه ذلك، إلا أنه أنجز عملا معتبرًا في مجال الترجمة. فها هو قد عرّب موقع الرياضيات الفرنسي "أبعاد" الذي تُرجم إلى حد الآن إلى 10 لغات، منها العربية. كما راجع وصحّح الطبعة الأولى

لفيلم "أبعاد"، وترجم طبعته الثانية. وأدى نفس الدور بخصوص الفيلم الرياضياتي "الشّواش"، وكذا موقع "ألعاب هندسية" المعروض بـ 8 لغات، منها العربية. وهو ما يشهد على أن الأستاذ حمزة قد أسهم في نشر الثقافة الرياضياتية باللغة العربية، وهو قادر على المزيد... لو أراد!

ومن جهة أخرى، عكف حمزة خليف منذ 2010 على كتابة مقالات تعميمية بالفرنسية في الرياضيات نُشرت في ركن "صور من الرياضيات" في موقع المركز القومي للبحث العلمي الفرنسي(CNRS) . ووضع كتاب "تمارين ومسائل في الجبر" لطلبة الجامعات باللغتين العربية والفرنسية. النسخة الفرنسية تم نشرها لدى أمازون بنسختين إلكترونية وورقية في في خريف 2020.

ومع ذلك، فالعمل الذي اشتهر به الأستاذ حمزة أكثر من غيره في مجال التأليف كان في الهندسة، وبالتحديد في المنحيات والسطوح. فقد صدر له في نوفمبر من عام 2010 عن الدار الفرنسية "إليبس" (Ellipses) عمل سمّاه "حديقة المنحيات" (Le Jardin des courbes)، وهو بمثابة معجم للمنحنيات المستوية يقع في 500 صفحة. والجدير بالذكر أن هذا الجهد كان محلّ إشادة واسعة من الذين اطلعوا على هذا المعجم.

ففي نشرية الجمعية الفرنسية لأساتذة الرياضيات صدر عرضٌ لـ "حديقة المنحنيات" أنهاه صاحبه بالتوصية التالية: "لذا، أوصي جميع الرياضياتيين بقراءة هذا المؤلّف، بل أُوصي بذلك أيضا الفيزيائيين، وكذا التلاميذ والطلاب الفضوليين والفنانين البلاستيكيين الذين يبحثون عن مصادر للجَمال".

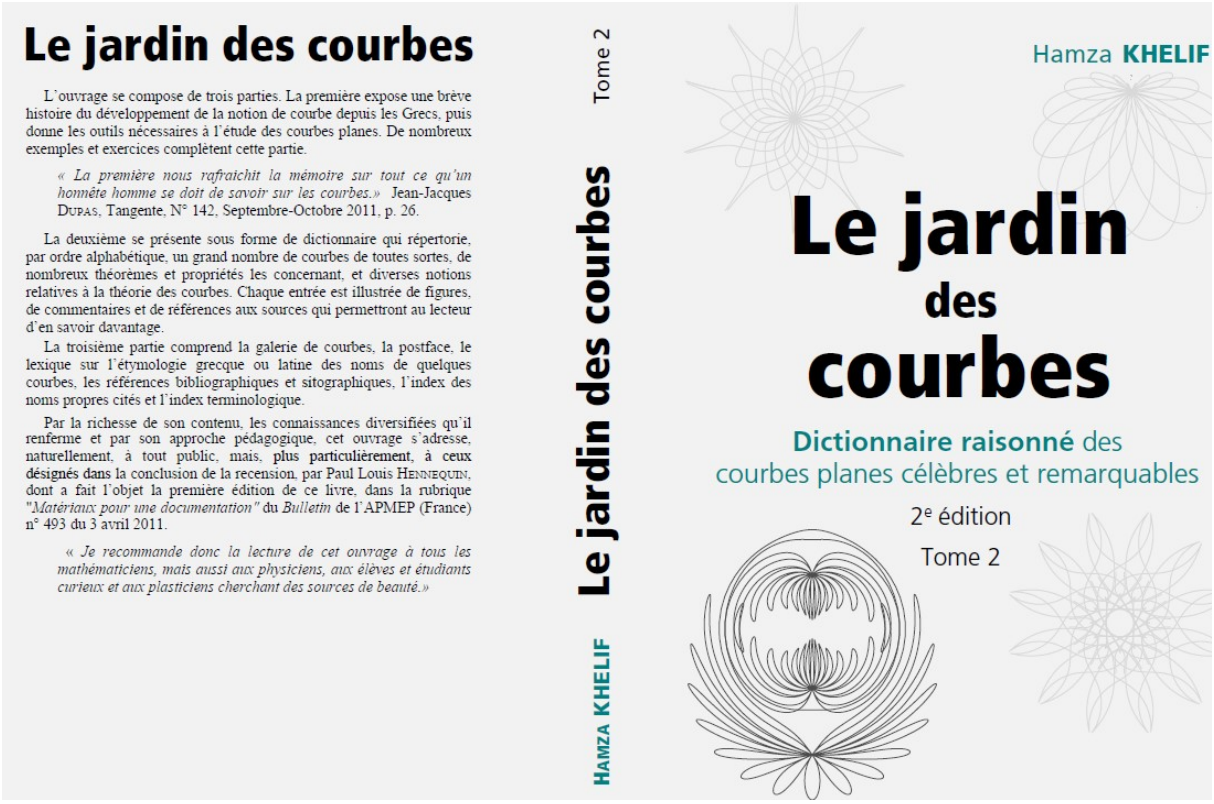
وفي مجلة رياضياتية أخرى تصدر في فرنسا، جاءت إشادة مطوّلة لعمل المؤلف نقتطف منها هذه العبارات: "يجب علينا أن نشيد بحمزة خليف الذي قام– كما يفعل الراهب البينديكتي في العصر الحديث– بجمع بيانات لا تعدّ ولا تحصى حول المنحنيات المستوية وتشريحها في أكثر من 500 صفحة... نأمل أن يصبح هذا المجلّد مرجعا من المراجع الكلاسيكية في مكتبات الرياضيات التي نحرص على العودة إليها".

وقد أعدّ المؤلف "طبعة مزيدة ومنقحة" لهذا المعجم نشرت على أمازون في نسخة إلكترونية ونسخة ورقية (في جزأين) خلال صيف 2020، وهي تقع في 960 صفحة. وبالموازاة مع ذلك عكف الأستاذ حمزة منذ 10 سنوات على إعداد معجم آخر باللغة الفرنسية خاص هذه المرة بالسطوح سماه "حديقة السطوح" (Le Jardin des surfaces) يقع في 2044 صفحة! وقد تم نشره لدى أمازون بنسختين إلكترونية وورقية (في أربعة أجزاء) في نفس الصائفة.

لا يمكن تقديم عمل حمزة خلِيف دون الإشارة إلى الأستاذ إتيان جيس (Etienne Ghys) : إنه رياضياتي فرنسي، نال عدة جوائز عالمية في الرياضيات وفي نشر ثقافتها، وهو عضو أكاديمية العلوم الفرنسية، بل هو أمينها الدائم. وقد أعجب بعمل الأستاذ حمزة إلى حدّ أنه كتب له تصديرا لمعجمه عام 2010. ثم عاود الكرّة في 2020، وخطّ تصديرًا ثانيا جاء في صفحتين، لـ"حديقة السطوح". نقرأ في مستهل هذا التصدير:

"قبل عشر سنوات، كتبتُ تصديرا لمعجم 'حديقة المنحنيات'. والآن أنا أمام معجم "حديقة السطوح". أَلْفَا (2000) صفحة من الإبحار العلمي، وعشر سنوات من الكدّ! فهل سيكون حمزة خليف راهبا بنديكتيا؟ إن المعجم الذي بين أيديكم منجم من المعلومات. إنه ملخص لأكثر من ألفيْ عام من الرياضيات، وكأنه دعوة للسفر في عالم الهندسة حيث كل شيء فيه نظام وجمال وازدهار وهدوء ومتعة، وفقط". ويختم إتيان جيس تصديره بالقول: "يبقى لي أن أشكر حمزة خليف، العاشق الهائم في الهندسة، لإنجازه هذا العمل الذي سيسمح بمائة ألف مليار رحلة في عالم السطوح"!

إن مثل هذه الشهادات من أهل الاختصاص الأجانب تبيّن أن عصامية حمزة خليف آتت أكلها وزيادة... وهو المتعالي طيلة حياته على الشهادات والدبلومات الجامعية. ألم ينل من الناحية العلمية أكثر مما تمنحه تلك الدبلومات؟! لا شك في ذلك! فهنيئا له على هذه الإنجازات. وكل ما نتمناه هو أن تكون مثابرته وكدّه في طلب العلم قدوة للأجيال!



10 أسئلة يجيب عنها حمزة خليف

1. نعلم أنك عصامي تواصل إلى اليوم التعلم. ما هو الحافز الذي دفعك إلى "العصامية"؟

"لا يزال المرء متعلما ما دام يطلب العلم، فإذا ظن أنه تعلم فقد جهل" كما قيل. أجد في التعلم وفي الكتابة متعة وراحة نفسية ليس لهما نظير.

2. هل يمكنك إجراء مقارنة بين حال التعليم في الأطوار الثلاثة (الابتدائي والمتوسط والثانوي) في الستينيات، والثمانينيات وحاله اليوم مع التركيز على مادة الرياضيات؟

أظن أن لا أحد يستطيع أن ينكر ما كان يحظى به التعليم من احترام فطري في تلك المرحلة من طرف المجتمع وأفراده وما هو عليه اليوم. في رأيي أن المقررات اليوم ثقيلة على كاهل الدارس لكثرة المواد فيها، وهي مع ذلك سطحية جدا. ذلك ما يجعلها، إجماليا، كمقررات "محو أمية."

"المدارس" الطفيلية المنتشرة في كل الأرجاء بأسماء أكبر منها مثلها مثل الدكاكين الاستهلاكية التي غزت كل الأحياء عامل سلبي كبير في فقدان المدرسة قيمتها المادية والمعنوية. أصبح الدارسون كالمصابين بأمراض مزمنة لا يتحركون إلا بجرعات من المقويات وحقنها.

نتذكر جميعا أن تلاميذ كثرا من البلدان الشقيقة كانوا يحصلون على البكالوريا الجزائرية لأنها كانت تخوّل لهم الانتساب إلى جامعات عالمية دون عناء. أين نحن اليوم من ذلك؟

في ما يخص الرياضيات، يكفي التذكير أن الخاص والعام كان يعترف بها، عن قناعة، ملكة للعلوم. نذكّر أيضا بالحجم الساعي الأسبوعي الذي كانت تحظى به دون سواها. ولا ننسى أنها، في ذلك الوقت، كانت تُدرّس فقط في الفترات الصباحية، بينما اليوم هناك من حظه أن يتلقى دروس الرياضيات في آخر حصة في المساء، وأحيانا في آخر حصة من الأسبوع.

وبكل جرأة أقول إنه من الخطأ أن تتساوى المواد في الأهمية دون الأخذ بعين الاعتبار ما يُتطلب من جهود لأداء المهام بين مادة وأخرى (حتى ولو أن مثل هذا الكلام لا يعجب الكثيرين).

3. تعلم أن هناك نفورا من الرياضيات لدى التلاميذ وهناك بالموازاة مع ذلك الاعتماد في تعلم هذه المادة على الحفظ والصيغ الجاهزة. هل لك تصور يجعل منظومتنا تخرج بالرياضيات من هذا النفق المظلم؟

الاعتناء بها جيدا والتخلص من كثير من المواد المقررة على حسابها والتي يعرفها التربويون تمام المعرفة. كما ينبغي إعادتها إلى مكانتها الطبيعية.

كانت مكانة الرياضيات في الماضي "مقدسة"، وكان تلاميذ الأقسام النهائية كالملائكة يجرون امتحاناتهم في شعبة الرياضيات خصوصا دون الحاجة إلى رقيب. لا بد إذن من إعادة النظر في ظروفها وفي إعداد مكونيها والمتكونين فيها.

4. هل تعتقد أن اللجوء إلى استغلال الألعاب والرياضيات المسلية والإشارة إلى تاريخ المادة في تدريس الرياضيات عناصر تعزز اهتمام التلميذ بالرياضيات؟

لم نر من اللجوء المفرط إلى ذلك أية نتائج مرضية، بل هو الآن على حساب صلب ما ينبغي استيعابه في هذه المادة.

ربما يستحسن أن تكون "التمارين المسلية" واللمحات التاريخية في آخر فصل من الفصول، لا أن نجعل منها جوهر المادة. يجب الابتعاد عن ملاجئ الضعفاء.

5. ألّفت عدة كتب، لا سيما في الهندسة، ونالت اهتماما كبيرا من قبل المختصين، ودليل ذلك أن الرياضياتي الكبير، عضو أكاديمية العلوم الفرنسية وأمينها الدائم Etienne Ghys تفضل بكتابة تصدير لتلك الكتب، فما الذي دفعك إلى الكتابة، والكتابة في الهندسة بوجه خاص؟

أول كتاب أتممته "تمارين ومسائل في الجبر مع حلول مفصلة" كانت نواته التمارين التي كنت أقوم بحلها لما قررت حوالي عام 1983 مراجعة المقاييس التي درستها في الجامعة مع إضافة مقاييس أخرى

من مقرر ش.ت.ع. ومن مقررات شهادة "المتريز" La Maitrise من جامعتي ستراسبورغ ونيس ومقرر التبريز من جامعتي ستراسبورغ وڤرونويل (مشترك). أما نواة كتاب "حديقة المنحنيات المستوية" فكانت دراستي المخصصة للهندسة من كتاب منزوني Manzoni الذي عنوانه Présentation moderne de quelques notions de mathématiques وأيضا من الجزء الثالث (هندسة) من كتاب المؤلفين لولون–فيرون Lelong-Ferrand وأرنودياس Arnaudiès الذي عنوانه Cours de Mathématiques بالإضافة إلى كتاب "هندسة" في 5 أجزاء لمارسيل بيرجي Marcel Berger.

ومن الأمثلة والتمارين الموجودة في هذه الكتب جاءتني فكرة أن أكتب "فهرسا" للمنحنيات التي درستها والتي بدأت توسيعها من المراجع المتاحة، وخاصة مما استجلبت من مشاركتي في مدرسة تكوينية في فرنسا في شهر جويلية 1985 ومن الكتب التي كنت أشتريها من العاصمة وقسنطينة وسطيف وباتنة .... خلال مشاركتي في تصحيح امتحان البكالوريا وخلال الفترة التي قضيتها تحت الأعلام عندما أعيد تجنيدي سنة 1983 بعد أداء الخدمة الوطنية.

أما الهندسة فهي دون منازع جامعة لكل فروع الرياضيات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. ولعل قول ابن خلدون الشهير فيها خير دليل على أنها حقل إبداع دائم.

6. هل لك نية في تعريب تلك الكتب، وأنت المترجم الماهر المتقن للغتين العربية والفرنسية؟

أولا، صفة "ماهر" أكبر مني بكثير. ثانيا، الرغبة موجودة لكن العمل سيكون شاقا جدا وتحمله مكلف. لا أخفي عليك أني أتساءل أحيانا "هل كانت هذه الكتب قد تعدت جدران المنزل لو كنت قد كتبتها بالعربية، نظرا لما أراه من المحيط. كثير ممن أعرفهم كانوا يشفقون علي ويقولون عني "مسكين، يُتعب نفسه". لكنهم ... لما سمعوا أن ذلك العمل تعدى حدود البلاد تغيّرت نظرتهم.

7. لكن، ألا ترى بأن اللغة العربية أحوج إلى مثل هذه الأعمال؟ ثم إن المكتبات الجامعية، على الأقل، كانت ستقتني مثل هذه الكتب، وكذا عدد ممن يعشقون المعاجم، وإن عثرت على ناشر له علاقة بدور نشر عربية فيمكنه توزيع تلك الكتب على مستوى العالم العربي؟

بلى! المشكلة أني حاولت سنة 1998 نشر كتابي في الجبر والمنشور حاليا على أمازون، ولكنني لم أُفلح لأن الجواب حينذاك كان أن الكتاب لا ينشر في ديوان المطبوعات الجامعية إلا بموافقة مجلس علمي بجامعة ما مع إعلامي أني لن أستطيع متابعته عن قرب وأن مصيره لن يكون مضمونا لأني لست شخصا معروفا. وعندما كنت مدرسا مشاركا في جامعة الوادي فإن نسخة من كتاب المنحنيات كانت خارج الحدود.

لن أجد حرجا في القول إنه لن يعترف العاديون بعمل ما قبل أن يعترف به الكبار.

8. بحكم تجربتك وحاجة الوطن إلى شبابه وبمراعاة ظاهرة هجرة النخب، هل يستحسن أن نركز اهتمامنا في سياسة البلاد التربوية وفي القسم على فئة التلاميذ المتفوقين أو المتوسطي المستوى أو على فئة التلاميذ ذوي المستويات الضعيفة؟

لا يتقدم أي بلد في ميدان معين إلا بنُخبه. لا بد من تكوين نخبة والاعتناء بالآخرين كل في نطاق كفاءته. فكل عقل بشري مبدع في ميدان من الميادين.

كما يجب الاستفادة من نخبنا في الخارج التي لها كل الاستعداد للمساهمة في تكوين النشء الجزائري. لكن كما تعلم ويعلم الجميع أن هناك من يخاف النخبة ويريد أن يكون كبيرا بين المتوسطين حتى لا أقول بين الصغار على أن يكون متوسطا أو صغيرا بين الكبار. بينما هناك في كل السنن علاقة ترتيب في كل ميدان ولا عيب في أن أكون صغيرا بين الكبار وأن أتخذهم قدوة للانتقال إلى الأحسن.

ولعل المسيرة المصابة بالكساح في المنافسات الدولية كالاولمبياد (لنراجع الفترة 1997-2015) وفشل المحاولة الشجاعة للوزير السابق والتي يبدو أنها لن تجد من يعتني بها لخير دليل على أننا لم نتلمس بعد الطريق الصحيح. لعدم وجود إرادة فعلية غير ظرفية.

9. ما هي مشاريعك المستقبلية في المجال العلمي؟

لقد ترجمت أخيرا إلى العربية كتيب (144 صفحة) La petite histoire de flocons de neige للصديق إتيان جيس Etienne Ghys من نسخة أرسلها لي في شهر فيفري 2020، لكني لم أكن أعلم أن هذا العمل يخضع للحقوق التأليف والنشر بعد أن تم طبعه هذا العام (2021). ولذا فقد بقيت الترجمة بيني وبينه دون أن يتم نشرها. أما العمل المتواضع الجاري فهو ترجمة كتاب A Singular Mathematical Promenade لنفس المؤلف.

10. هل لك ما تنصح به تلاميذنا وطلابنا وسلك المعلمين والأساتذة؟

حب العلم وحب العمل والإخلاص فيه. إذا أردت الدنيا فعليك بالعلم وإذا أردت الآخرة فعليك بالعلم.

أجرت الحوار : هيئة التحرير

عرض كتاب

عرض كتاب

الأولمبياد العالمية للرياضيات

تأليف

مفتش التّربية الوطنية لخضر دلّول

صدر عن دار الأصالة للنشر بالجزائر العاصمة قبل ثلاث سنوات كتاب متميّز في الرياضيات يقع في 272 صفحة لمفتش التّربية الوطنية المتقاعد لخضر دلّول. وجاء هذا الكتب بعنوان "الأولمبياد العالمية للرياضيات (خاص بتلاميذ التّعليم الثانوي، الشّعب العلمية)".

ومن المعلوم أن الهدف الرئيسي من تعلّم الرّياضيات هو تطوير قدرات التلميذ على التّفكير بطريقة منطقية متزنة والتدرّب على الأساليب السليمة في معالجة مختلف المسائل التي تواجهه. وبذلك يتهيأ لمواكبة التطوّرات العلمية والتكنولوجية المتسارعة، ومواجهة متطلّباتها.

وليتسنى ذلك يتطلب الأمر استخدام كلّ طاقات التلميذ الذّهنية وتحويل الأفكار المتولّدة لديه لتنتج عنها أفكار جديدة. وهذا يعني التمتّع بمرونة عالية في التّفكير. لذا كان لزاما على مختلف الدول تكوين نخبة من التلاميذ يمتازون بطاقة ذهنية عالية. ومن هنا نشأت فكرة المنافسات الأولمبية في الرياضيات، وبوجه خاص الأولمبياد العالمية التي رأت النور عام 1959 في رومانيا.

ويذّكرنا الأستاذ لخضر دلّول في كتابه أن فكرة إجراء مسابقة عالمية لأولمبياد الرّياضيات "جاءت انطلاقا من الألعاب الأولمبية للرّياضة البدنية التي انطلقت [عام 776 ق.م.] بمدينة أولمبيا اليونانية نسبة إلى جبل أولمبيس قرب ساحل بحر إيجة الذي يبلغ ارتفاعه 2917 مترا".

والواقع أن المنافسات (ما قبل الأولمبياد) في مادّة الرّياضيات قد انطلقت بشكل رسمي سنة 1935 بين تلاميذ المدارس بمدينة موسكو الروسية إيمانا من المسؤولين السّوفييت آنذاك بضرورة أن يكون الإتحاد السّوفييتي قوّة عالمية في شتّى المجالات (العلمية والاقتصادية والاجتماعية والثّقافية) تنافس الرأسمالية التي تقودها الولايات المتّحدة الأمريكية وبعض الدّول الأوروبية. ولكي يتحقّق هذا الطّموح كان ينبغي الاهتمام بالتّعليم (كمّا وكيفًا) وتدعيم الطّلبة والتّلاميذ الموهوبين. وقد استمرت هذه المنافسات خلال سنوات متوالية، ثمّ توقّفت أثناء الحرب العالمية الثانية، وبعد ذلك استؤنفت من جديد إلى غاية سنة 1952، ثمّ توقّفت.

وكان مستوى المسائل المقترحة للمنافسة الوطنية في الإتحاد السّوفييتي عاليا جدّا. فعلى سبيل المثال، يسرد الأستاذ دلّول في نبذته التاريخية البعض من تلك المسائل، منها أول موضوع منافسة سنة 1935، وهو:

1. احسب المجموع : $1^3 + 3^3 + 5^3 + ... + (2n-3)^3$
2. كم عدد الحلول الحقيقية للجملة: $\begin{cases} x + y = 2 \\ xy - z^2 = 1 \end{cases}$ ؟

3. حلّل العبارة الآتية : $a^{10} + a^5 + 1$ إلى جداء.

وجاء في موضوع منافسة سنة 1941 :

أ) كم عدد حلول المعادلة : $\sin x = \frac{x}{100}$ ؟

ب) كم عدد حلول المعادلة : $\sin x = \log x$ ؟

وهكذا نضجت فكرة تعميم هذا النوع من المنافسات بصفة تدريجية، وتجسدت فيما عرف في أواخر الخمسينيات من القرن الماضي بمسابقة أولمبياد الرّياضيات. وكان صاحب هذه المبادرة أستاذ الرّياضيات تيبرين رومان (Tiberin Roman) برومانيا. ومن ثمّ نُظمت أول مسابقة في الأولمبياد العالمية للرّياضيات من 23 إلى 31 جويلية سنة 1959 برومانيا شاركت فيها سبع دول هي البلدان الاشتراكيّة رومانيا، المجر، تشيكسلوفاكيا (سابقا)، بلغاريا، بولندا، الإتحاد السّوفيتي، ألمانيا الشرقية (سابقا). وكانت هذه المنافسة، ولا تزال، تستهدف تلاميذ السّنة الأخيرة من التّعليم الثّانوي. أما اليوم فتشارك في كل سنة أزيد من 100 دولة في هذه المنافسات، وتتسابق إلى احتضانها مختلف بلدان القارات الخمس.

وفي هذا السياق، جاء كتاب الأستاذ دلّول "الأولمبياد العالمية للرّياضيات" الذي وجّهه للتلاميذ الممتازين والموهوبين في مادّة الرّياضيات من مرحلة التّعليم الثانوي. يقول الكاتب في مقدمته أن عمله يهدف إلى :

- اكتشاف التّلاميذ الموهوبين في مادّة الرّياضيات وتشجيعهم وتحفيزهم على التحدّيات الكبرى لإبراز قدراتهم الفكرية والمشاركة الفعالة في المنافسات الوطنية والقارية والعالمية لأولمبياد الرّياضيات،
- تعزيز ودّية العلاقات بين الشّباب وإتاحة فرص تبادل المعلومات بينهم وبين تلاميذ الدّول الأخرى،
- المقارنة بين المناهج التربوية والبرامج الدّراسية لتنقيحها وتطويرها.

يحتوي هذا الكتاب على عدّة محاور هي :

- الحساب والجبر : المعادلات، المجموعات، والتحليل التوفيقي. وهذا مع التذكير ببعض المتباينات الشهيرة التي قلّما يتطرق إليها البرنامج المدرسي، مثل : متباينة إعادة الترتيب، متباينة الوسط الحسابي والوسط الهندسي، متباينة كوشي شفارتز، متباينة نوسبيت (Nesbitt)، تحويل رافي (Ravi)، متباينة تشيبشيف (Chebychev)، إلخ.
- التحليل،
- حساب المثلثات،
- الهندسة : التذكير ببعض المواضيع الشهيرة في المسابقات العالمية للأولمبياد التي لا يتطرق إليها البرنامج المدرسي مثل : المضلع المنتظم، مجموعات النقط في المستوي، قوة نقطة بالنسبة لدائرة، المحور الأساسي لدائرتين أو أكثر، الدائرتان المتعامدتان، حزم الدوائر.

لقد فاق عدد التمارين والمسائل المحلولة في هذا الكتاب 200 تمرين ومسألة أعطيت جُلُّها في المسابقات العالمية لأولمبياد الرياضيات. ومن شأن هذه الحلول أن تساعد التلاميذ على توسيع مدارك تفكيرهم الرياضي وتزويدهم بفنّيات الاستدلال الرياضي وتقوّية قدراتهم العلمية. كما يحتوي الكتاب على أكثر من 500 تمرين ومسألة غير محلولة ليتدرّب عليها التلاميذ مستعينين بما تمّ حلّه.

ومن جهة أخرى، حرص الكاتب على تقديم نبذة تاريخية عن الأولمبياد العالمية للرياضيات وعن المشاركة الجزائرية فيها. ولخّص القانون العام (الدّولي) الذي يتحكم في هذه المنافسات وكذا في الأولمبياد العالمية الأخرى (الفيزياء، الكيمياء، المعلوماتية، البيولوجيا، علم الفلك، علوم الأرض).

أخيرا، ها هو التسلسل المفصل للعناوين الفرعية التي تناولها الكتاب :

1. الحساب
   1.1 : المعادلات . التحليل التوفيقي
   2.1 : المجموعات . التحليل التوفيقي
   3.1 : أ . التذكير ببعض المتباينات الشهيرة
   ب . المتباينات . تمارين محلولة
   1. 4 : متفرقات . تمارين محلولة
   1. 5 : تمارين غير محلولة
2. التحليل
   2 . التحليل . تمارين محلولة
   2 . التحليل . تمارين غير محلولة
3. هندسة . حساب المثلثات . تذكير وإضافة
4. حساب المثلثات
   4 . حساب المثلثات . تمارين محلولة
   4 . حساب المثلثات . تمارين غير محلولة
5. الهندسة
   5 . الهندسة . تمارين محلولة
   5 . الهندسة . تمارين غير محلولة
6. مواضيع بعض المسابقات العالمية لأولمبياد الرياضيات

ذلك هو الكتاب الذي أتحف به الأستاذ لخضر دلّول التلاميذ وأساتذتهم. وقد اجتهد المؤلف لكي يستفيد من عمله عدد كبير من المربين الذين يهتمون بالنّخبة وبالمتفوقين من التلاميذ... وله في ذلك أجران.

أ. لخضر دلول
مفتش التّربية الوطنية

الأولمبياد العالمية للرياضيات

INTERNATIONAL MATHEMATICAL OLYMPIAD

خاص بتلاميذ التّعليم الثّانوي الشّعب العلمية

IMO 2017 RIO DE JANEIRO - BRAZIL

57th IMO HONG KONG 2016

الأصالة للنشر الجزائر

أ. لخضر دلول

التّولمبياد العالمية للرياضيات

الكتاب:

يحتوي هذا الكتاب على أكثر من 200 تمرين ومسألة محلولة أعطيت جُلّها في المسابقات الدّولية لأولمبياد الرّياضيات لمساعدة تلاميذنا على توسّع تفكيرهم وتُطوّره وتُزوّدهم بفنيات الاستدلال الرّياضي وتُقوّي قدراتهم العلمية في التّحليل والتّركيب.

كما يحتوي على أكثر من 500 تمرين ومسألة غير محلولة . ثم أرفقنا في آخر الكتاب نبذة تاريخية عن الأولمبياد العالمية للرّياضيات وبعض المواد العلمية والأدبية للأولمبياد. ونظرا لأهمية هذه المنافسات فقد خصّصنا جزء للمشاركة الجزائرية في المسابقات العالمية لأولمبياد الرّياضيات التي تهتم بما يلي :

1. اكتشاف المواهب والملكات العلمية وتطويرها لدى التّلاميذ لتنمية روح الإبداع والابتكار في كل المجالات العلمية والتكنولوجية بالمؤسسات التربوية على المستوى الوطني
2. توفير البيئة التّنافسية التي تجمع التّلاميذ الجزائريين الموهوبين والمبدعين مع تلاميذ الدّول المشاركة والتي يزيد عددها أكثر من 107 دولة .

يزداد تنافس الدّول المشاركة على احتضان دورات هذه المنافسات سنة بعد أخرى، فقد تمّت الموافقة على احتضان هذه المنافسات من طرف الدّول الآتية : المملكة المتحدة سنة 2019 .روسيا سنة 2020 . و م الأمريكية سنة 2021 .النرويج سنة 2022 .اليابان سنة 2023 .

الكاتب:

أ. لخضر دلول

- أستاذ مكوّن للتّلاميذ الممتازين الذين يشاركون في المسابقات الوطنية والدّولية لأولمبياد الرّياضيات.
- مشرف على أساتذة التّعليم الثانوي للرّياضيات بجامعة ابن سينا الافتراضية لجامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا CAMPUS VIRTUEL AVICENNE DE L'USTHB
- رئيس الوفد الجزائري المشارك في الأولمبياد الإفريقية العاشرة للرّياضيات من 17 ـ 24 جانفي 2000 م بجامعة واستارن كاب . كاب تاون. بجنوب إفريقيا
- مشارك في المعرض الدّولي للعلوم والهندسة Intel ISEF Educator Academy بمدينة سان خوسي (San Jose). من 09 ـ 14 ماي 2010 . كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية
- مشرف في مسابقة إنتل للعلوم : العالم العربي 2011 الفترة من 27 ـ 30 نوفمبر 2011 في جامعة الشارقة بدولة الإمارات العربية المتحدة
- مشارك في المعرض الدّولي للعلوم والهندسة Intel ISEF Educator Academy بمدينة بيتسبيرغ (Pittsburgh). من 14 ـ 18 ماي 2012 . بالسُوفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية

ISBN:978-9931-413-46-2

شركة الأصالة للنشر / الجزائر

58 حي المندرين، المحمدية، الجزائر 16000
الهاتف: 44-47-00-06 / الفاكس: 06-96-21-021
www.assala-dz.net
assala.edition@assala-dz.net / assala@assala-dz.net

المؤلف في سطور

المؤلف : لخضر دلّـول

تاريخ ومكان الميلاد : 16 مـارس 1955 بسيدي خالد (ولاية بسكرة)

متحصّل على شهادة الليسانس في الرياضيات عام 1978 من المدرسة العليا للأساتذة، القبة.

العمل : أستاذ التّعليم الثانوي لمادة الرياضيات بداية من سبتمبر 1978.

– عمل في ثانوية عائشة أم المؤمنين بحسين داي (مدة 24 سنة)، وفي ثانوية توفيق بوعتورة بالأبيار (مدة سنة واحدة)، وفي ثانوية ابن الهيثم التقنية ببالوزداد (مدة 6 سنة). وبعد ذلك رُقّي عام 2009 إلى رتبة مفتش التّربية الوطنية في تخصّص الرياضيات.

وفضلا عن ذلك كان للأستاذ لخضر دلّول عديد النشاطات التكوينية والعلمية منها :

– تدريس المصطلحات العلمية بجامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا (باب الزوار)،

– تدريس المنطق الرّياضي لطلبة معهد الفلسفة بجامعة الجزائر2 (بوزريعة)،

– المشاركة في عدّة ملتقيات وطنية ودولية بالمعهد الوطني للبحث في التّربية، منها الندوة التّربوية والعلمية حول تدريس مادّتي الرّياضيات والفيزياء في مرحلة التّعليم الثّانوي بالدّول العربية التي أشرفت عليها المنظمة العربية للتّربية والثّقافة والعلوم عام 1998.

– المشاركة عام 2000 في تأليف الكتب المدرسية الخاصّة بمادة الرّياضيات (الدّيوان الوطني للمطبوعات المدرسية). وقد ألف بعد ذلك العديد من الكتب شبه المدرسية الموجهة لتلاميذ المرحلة الثانوية.

– أما في مجال الأولمبياد، فقد ترأس، عام 2000، الوفد الجزائري المشارك في الأولمبياد الإفريقية العاشرة للرّياضيات بجامعة واستارن كاب في مدينة كاب تاون (جنوب إفريقيا). ومن نشاطاته العلمية الأخرى، مشاركته في المعرض العالمي "إنتل للعلوم والهندسة بالولايات المتحدة، عام 2010. وكان من المشرفين على مسابقة "إنتل للعلوم" في العالم العربي، عام 2011، التي احتضنتها جامعة الشارقة (الإمارات العربية المتحدة). وشارك أيضا في المعرض العالمي "إنتل للعلوم والهندسة" الذي أقيم عام 2012 في بنسلفينيا (الولايات المتحدة).

ونظرا لهذا النشاط، تمّ تعيينه عضوا في اللجنة الوطنية للأولمبياد عام 2021، وقد شارك في تأطير التلاميذ المتفوقين الذين خضعوا للتدريبات الأولمبية خلال ربيع وصيف 2021.

عرض : هيئة التحرير