الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة - الشيخ محمد البشير الإبراهيمي

القبة – الجزائر

مجلة بشائر العلوم

فصلية، ثقافية، علمية، تعميمية

تصدرها المدرسة العليا للأساتذة، الشيخ محمد البشير الإبراهيمي

القبة – الجزائر

العدد 4 : سبتمبر 2022

فهرس العدد 4	
فكر وأفكار	
مفهوم العلم في الفكرين الإسلامي والغربي	عبد الله لعريبي
مشروع لجنة الأولمبياد الجزائرية للمواد التعليمية	لخضر دلول
لغة وتربية	
آراء حول ترجمة بعض المصطلحات في مجالات علمية	محمد الطيب سعداني
واقع اللغة العربية في المجتمع الجزائري : بين الازدواجية والثنائية اللغوية	عابد بومهدي
واقع التكوين النفسي التربوي بالمدارس العليا للأساتذة: قراءة تحليلية	علي فارس
فيزياء ومعلوماتية	
من مبرهنة الاستحالة لفان نيومان إلى التشابك الكمومي (2:) مبرهنة الاستحالة: هل كانت هفوة عالم؟	جمال ضو
مشكل جدول التوقيت	رفيق عمارة
علوم طبيعية وصحة	
جائزة نوبل للطب 2016: الالتهام الذاتي	عبد الكريم كاملي وآخرون
صراع البشرية بين ضراوة الأوبئة وفعالية اللقاحات	سميرة طاطا
الشفاء في التداوي بالعسل	أحمد عبد الصمد تاجي
رياضيات	
فيبوناتشي: هذا السنونو ...!	محمد حازي
المفاهيم الأولية لحقول الأشعة	حمزة خليف
الأعداد التامة	جمال حيمان
شخصية العدد	
نوار ثابت	حاوره : أبو بكر خالد سعد الله
عرض كتاب	
كتاب من تاريخ العلم العربي لأحمد جبار	أبو بكر خالد سعد الله

كلمة العدد

بصدور العدد الرابع تكون مجلة بشائر العلوم قد قدمت خلال السنة 2022 لقرائها 60 مادة ثقافية وفكرية تمسّ جميع أنواع المعارف العلمية، منها عرض أربعة كتب قيّمة، وكذا التعريف بأربع شخصيات مرموقة في مجال التربية والتعليم والبحث العلمي ونشر الثقافة العلمية.

لقد تمّ ترتيب محتويات هذا العدد ضمن أربعة محاور، أولها "فكر وأفكار" يتناول أحد المقالين فيه مفهوم العلم في الفكريْن الإسلامي والغربي، بينما يتطرّق الموضوع الثاني لمشروع واعد يخصّ لجنة الأولمبياد الجزائرية للمواد التّعليمية. وفي محور "اللغة والتربية" ركّزنا على المصطلح الكيميائي وعلى واقع اللغة العربية في المجتمع الجزائري، وعلى واقع التكوين النفسي والتربوي في المدارس العليا للأساتذة.

وفي المحور الثالث، يوضح لنا موضوع في الفيزياء ما يُعرف بمبرهنة الاستحالة لفان نيومان، ويتساءل: هل كانت هفوة عالم؟ أما في باب المعلوماتية فنستعرض العوامل التي تتم مراعاتها خلال وضع جداول التوقيت. وقد حظي محور العلوم الطبيعية والصحة بأربعة مقالات أولها حول "الالتهام الذاتي" وعلاقته بجائزة نوبل للطب عام 2016. أما الموضوع الثاني في هذا المحور فيتناول ضراوة الأوبئة وفعالية اللقاحات. ولمن يفكّر في التداوي بالعسل فله الاطلاع على مقال "الشفاء في التداوي بالعسل" الذي يبسّط هذا النوع من العلاج.

وفي باب الثقافة الرياضياتية، خصصنا مقالا مثيرا حول الإيطالي ليوناردو فيبوناتشي الذي تلقّى جلّ تعليمه خلال القرون الوسطى في مدينة بجاية الجزائرية. ومن المعلوم أن فيبوناتشي يعرف أيضا باسم ليوناردو بيزانو إذ كان والده يشرف على تجارة "جمهورية بيزا" مع بلدان المغرب العربي الكبير. وبطبيعة الحال، فإن الرياضيات تُعدّ من أبرز المواد التي ينبغي أن يدرسها طلبة الفيزياء، ذلك ما دفعنا إلى تقديم المفاهيم الأولية لحقول الأشعة لهؤلاء الطلبة. ومن جهة أخرى، فكل من درَس الرياضيات يعرف ما مكانة الأعداد التامة فيها، ولتأكيد ذلك خصصنا مقالا يتطرق لهذا النوع من الأعداد.

ومن الأركان الثابتة في المجلة ركن "شخصية العدد". وقد وفقنا في الاتصال بالفيزيائي الجزائري نوار ثابت، عميد كلية العلوم بجامعة الشارقة. وعلى ضوء ذلك، اختير ليكون شخصية هذا العدد نظرا لمساره العلمي الحافل بالمنجزات. ومن المجالات التي تنهل منها الثقافة العلمية، هناك تاريخ العلوم. ومن الباحثين الجزائريين الذين يختصون في هذا الفرع من التاريخ الأستاذ أحمد جبّار . فلهذا المؤرخ انتاج وفير من المقالات والبحوث والكتب في تاريخ العلوم، ولا سيما تاريخ الرياضيات. ولذلك اخترنا من مؤلفاته كتاب "من تاريخ العلم العربي" لتقديمه ضمن ركن "عرض كتاب".

ها هي ذي مجلتكم، مجلَّة بشائر العلوم تواصل شقّ دربِها، راسمةً ملامِحَها، مُحدِّدةً وِجهَتَها، عبرَ هذا العدد الجديد. نأمل أن تكون المواضيع المختارة مفيدة لكافة القراء الذين تستهدفهم مجلة بشائر العلوم وفي الأخير، لا يفوتنا أن نجدد دعوتنا إلى جمهور القراء ليفيدوا مجلتهم بملاحظاتهم لتحسين محتواها وسدّ ثغراتها. وبالله التوفيق

هيئة التحرير

طاقم المجلة

- **المشرف العام**

مديرة المدرسة : رزيقة مهداوي

- **هيئة التحرير**

رئيس التحرير : الأستاذ أبو بكر خالد سعد الله (قسم الرياضيات)

مديرة التحرير: الأستاذة ليلى زيتوني (قسم الرياضيات)

- **الإشراف التقني :**

الأستاذ علي نصبة (قسم الإعلام الآلي)

المهندسة إيمان براهيمي

فكر وأفكـــــار

مفهوم العلم في الفكرين الإسلامي والغربي

عبد الله لعريبي
أستاذ بالمدرسة الوطنية المتعددة التقنيات بالحراش، وبالمدرسة العليا للأساتذة، القبة
dr.abdallah.laribi@gmail.com

مقدمة

للعلم تعاريف عديدة ومفاهيم متنوعة. ولقد اختلفت المدارس الفكرية الإسلامية منها والغربية، قديما وحديثا، في تحديد مفهومه، فليس من السهل إعطاء جواب شاف عن سؤال ما العلم؟

لهذا نرى ريتشارد فاينمان (1918-1988) Richard Feynman، العالم الأمريكي الحاصل على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1965، يقف موقفاً صريحاً من غموض مفهوم العلم ومعناه، فيقول: "اشتغلت بالعلم طوال حياتي عارفاً تماماً ما هو، ولكن الإجابة عن السؤال: ما هو العلم؟ هو الأمر الذي أشعر أني عاجز عنه!" [7].

بينما ذهب أبو الحسين بن اللبان (ت 402هـ) إلى عدم الجدوى من تعريفه: "لأنه أظهر الأشياء، فلا معنى لحده بما هو أخفى منه." [2].

ويُعد مفهوم العلم "من المفاهيم الرئيسية في الدراسات المعاصرة؛ خاصة مع الجدل المتزايد حول حصر مفهوم العلم في الجانب التجريبي، والتساؤل بشأن علمية البحوث الاجتماعية، وإقصاء الدراسات الدينية والشرعية من وصف العلمية باعتبار المعرفة الدينية "ما ورائية" وقضاياها غيبية لا يمكن اختبارها بالتجربة المعملية التي هي مقياس ومعيار العلم التجريبي الحديث." [13].

نحاول، في هذا المقال، ضبط مفهوم العلم في الفكرين الإسلامي والغربي، وبيان أوجه الاتفاق والتباين بينهما وأسباب ذلك.

1. العلم في الفكر الإسلامي

يتبوأ العلم مكانة مرموقة في القرآن الكريم والسنة النبوية، ويكفي أن نُذَكّر بأن أول ما نزل من القرآن الكريم الآيات الخمس التالية: ﴿اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (1) خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ (2) اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ (3) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (4) عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (5)﴾ [سورة العلق]، التي تتناول قضية واحدة تقريبا، وهي قضية العلم، وافتتحت بكلمة ﴿اقْرَأْ﴾ التي هي مفتاح كل العلوم والمعارف.

العلم لغةً واصطلاحاً

العلم نقيض الجهل، ويطلق في اللغة على "المعرفة". يقال: عَلِمت الشيء أي عرفته. "فالعلم في معناه اللغوي إنما سمي علما لأنه علامة يهتدي بها العالم إلى ما قد جهله الناس، وهو كالعَلَم المنصوب في الطريق. أما تحديد العلم في صناعة الاصطلاح فمن العسير تحقيقه تحقيقا يتفق عليه الباحثون في القديم، وفي عصرنا هذا أيضا." [7].

"وجاءت كلمة العلم في كتاب الله عز وجل وفي سنة رسوله الكريم صلى الله عليه وسلم مطلقة، ودونما تقييد أو تحديد؛ فهي تشمل كل علمٍ نافعٍ يهدف إلى خير الدنيا وعمارة الأرض، وكل علمٍ يهدف إلى صلاح الناس، والقيام السليم بواجبات الخلافة البشرية على هذا الكوكب." [5].

العلم عند فخر الدين الرازي

عرّف الإمام فخر الدين الرازي (543 -606 هـ/ 1148 - 1209م) العلم بقوله: "العلم والمعرفة عند من يرى ترادفهما درجات، تبدأ من الاتصال الحسي إلى التجريد العقلي إلى المرور في مراحل الحفظ والتفكير، وهو كذلك حدس داخلي، أو معرفة وجدانية، وهو كذلك إدراك للجزئيات كما أنه إدراك للكليات، إدراك للبسيط كما هو إدراك للمركب، وله طريق حسي، وطريق قلبي، وطريق عقلي، وبعضه إدراك بديهي، لا يحتاج إلى دليل ونظر وكسب، وبعضه الآخر كسبي يحتاج إلى النظر والاستدلال." [1].

العلم والمعرفة

وللعلم والمعرفة مترادفات كثيرة، يمكن إحصاؤها من خلال اللغة والاستعمال ومن خلال بعض آيات القرآن الكريم. ولقد أحصاها الإمام فخر الدين الرازي رحمه الله في تفسيره الكبير، فوجدها ثمانية وعشرين مرادفاً وهي: "الحفظ، التذكر، الذكر، المعرفة، الفهم، الفقه، العقل، الدراية، الحكمة، علم اليقين، الذهن، الفكر، الحدس، الذكاء، الفطنة، الخاطر، الوهم، الظن، الخيال، البديهة، الأوليات، الروية، الكياسة، الخبرة، الرأي، الفراسة، الإدراك، الشعور." [1].

وجوه التباين بين العلم والمعرفة

ومع اعتبار أن العلم والمعرفة كلمتان مترادفتان في نظر البعض، "من حيث أن كلا منهما يعني إدراك الشيء على ما هو عليه، إلا أن ثمة تباينا بينهما من الوجوه التالية:

1. المعرفة مسبوقة بجهل، أو إدراك مسبوق بجهل. وليس العلم كذلك، ولذلك يقال للحق سبحانه وتعالى عالم، ولا يقال له عارف.
2. كما أن المعرفة قد يراد بها العلم الذي تسبقه غفلة، وليس العلم كذلك، ومن ثم يُسمى الله تعالى العليم وعالم الغيب وعلام الغيوب ولا يُسمى عارفا.
3. تُطلق المعرفة على إدراك البسيط، ويطلق العلم على إدراك المركب، فتقول: عرفت الله ولا تقول علمته.
4. تُطلق المعرفة على ما يُدرك بآثاره ولا تُدرك ذاته، ويُطلق العلم على ما تُدرك ذاته، ولذلك يقال: عرفت الله، ولا يقال: علمته.
5. خلاف المعرفة الإنكار، وخلاف العلم الجهل، وذلك لأن في معنى المعرفة الاعتراف والإقرار.
6. وقيل: إن المعرفة تُستعمل في التصورات، والعلم يُستعمل في التصديقات، ولذلك تقول: عرفت الله ولا تقول علمته، لأن من شرط العلم أن يكون محيطاً بأحوال المعلوم إحاطة تامة. ومن أجل ذلك وصف الله تعالى نفسه بالعلم لا بالمعرفة." [9]

العلم عند محمد عبده

عرّف الإمام محمد عبده (1266-1323هـ/1849-1905م) العلم بقوله: "فالعلم هو القوة أو الصفة التي تنكشف بها المعلومات للنفس، بكسب أو بغير كسب." [12].

ويفرّق الإمام محمد عبده بين علم الله وعلم البشر بقوله: "علم الله صفة ذاتية تتعلق بكل شيء تَعَلق انكشاف وإدراك من غير سبق خفاء". [12].

علم الله وعلم البشر

بداية، نبادر إلى القول بأنه لا مجال مطلقا للمقارنة بين علم الله وعلم الإنسان، وذلك من عدة وجوه، منها:

- المقارنة بين الخالق والمخلوق متعذرة ابتداءً.
- علم الإنسان عطية من الله عز وجل لعبده، فهو الذي ﴿عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ﴾ [العلق:5]، ﴿وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا﴾ [البقرة:31]، فلولاه، سبحانه وتعالى، ما كان للإنسان علم أصلاً.

لذلك نشير هنا، إلى بعض الفروق بين علم الله وعلم الإنسان، من حيث أن:

- علم الله لا يسبقه جهل بخلاف علم الإنسان المسبوق بجهل.
- علم الله مطلق لا يصل إلى كنهه أحد، وعلم الإنسان نسبي ويتغير مع الزمان والمكان، ويزداد وينقص، ويختلف من إنسان إلى آخر في نفس الموضوع، واليقين فيه درجات.

تقسيم العلوم

تُقسم العلوم، من المنظور الإسلامي، إلى قسمين كبيرين هما: العلوم الشرعية والعلوم الحياتية.

فالعلوم الشرعية هي "العلوم التي يُعرَف بها الله تعالى، ويُعرَف بها كيف تكون العبادة الصحيحة. ويشمل ذلك كل العلوم المتعلقة بدراسة الدين وفقه الشريعة، مثل علوم القرآن، وعلوم السنة والحديث الشريف، وعلوم العقيدة، وعلوم الفقه وأصوله، وعلوم الأخلاق، وغير ذلك مما يتعلق بالشريعة والدين. ويرتبط بهذا القسم بعض العلوم الأخرى التي يُحتاج إليها في فقه تلك العلوم الشرعية، مثل علوم اللغة والأدب والتاريخ، ونحو ذلك." [5]

أما العلوم الحياتية فهي " العلوم النافعة التي يحتاج إليها الإنسان ليصلح بها حياته، ويعمِّر بها أرضه، ويستكشف بها كونه وبيئته، وذلك مثل علوم الطب والهندسة والفلك والكيمياء والفيزياء والجغرافيا، وعلوم الأرض والنبات والحيوان، وغير ذلك من العلوم المشابهة." [5].

2. العلم في الفكر الغربي

إن كلمة "العلم" العربية تقابلها في الإنجليزية والفرنسية كلمة Science المشتقة من كلمة Scientia اللاتينية التي تعني المعرفة Knowledge.

العلم في نظر فرانسيس بيكون

العلم في رأي الفيلسوف والأديب الإنجليزي فرانسيس بيكون (1561-1626) Francis Bacon هو ذلك الذي يمكن أن يُثمر أعمالا ويؤدي إلى تغيير حقيقي في حياة الناس. وهذا يعني أن العلم الذي يُدرس في معاهد العلم الموجودة [آنذاك] ليس علما، وأنه لا بد من حدوث ثورة شاملة في نظرة الناس إلى العلم، وإلى وظيفته وإلى طريقة تحصيله.

وهكذا اتجهت دعوة بيكون إلى القيام بأنواع جديدة من الدراسات العلمية التي ترتبط بحياة الإنسان ارتباطا وثيقا، بحيث يكون هذا العلم أساسا متينا تُبنى عليه الفلسفة الجديدة، بدلا من الأساس الواهي القديم وهو التجريدات اللفظية الخاوية. [3].

انطلق بيكون من نقد العقل حيث رأى أنه يجب تكوين عقل جديد يستند إلى منطق جديد يهدف إلى استكشاف الطبيعة بدلاً من العقل القديم القائم على منطق أرسطو (384-322 ق.م) الذي ابتعد عن التجربة واستهدف معرفة ماهية الوجود. ولذا سمى بيكون كتابه "الأورجانون الجديد" (Novum organum) الذي عارض فيه أورجانون أرسطو (أي منطق أرسطو الذي أسماه بالأورجانون أي" الأداة" باللغة اليونانية).

فإذا كان العلم القديم يبحث في ماهية الوجود من منظور نظري بحت، فإن العلم الجديد الذي يدعو إليه بيكون يبحث في الكيفية. وهذا لا يتم، في نظره، إلا عن طريق الملاحظة والتجربة اللذين بهما يمكن استخلاص القوانين التي تتحكم في الطبيعة.

يقول بيكون: "لا يمكن السيطرة على الطبيعة إلا بالخضوع لها، لا بالثورة ضدها، يجب أن نتعلم كيف نفهم الطبيعة... إن ذلك هو ما سيُمكننا من توقع نتائج أعمالنا، وبالتالي التحكم في الضرورة التي تريد الطبيعة فرضها علينا." [10].

لقد حاول بيكون التعويل على الطريقة الاستقرائية ونبذ الطريقة القياسية الموروثة من أرسطو. فقد كان من أكبر المناهضين لأرسطو، حيثُ أبرز نقائض المنطق الصوري، ودعا إلى ضرورة الاعتماد على التجربة، لأنه يرى أن العلم الصحيح هو القائم على التجربة والملاحظة.

وكان كتابه "الأورجانون الجديد" الذي بدأ في تأليفه منذ سنة 1608م ثم عدل فيه 12 مرة، ونشره نشرة نهائية سنة 1620م، من أهم الأعمال التي فتحت الطريق لإصلاح العلوم باعتماد المنهج التجريبي، الذي ابتكره العلماء المسلمون، من أمثال جابر بن حيان، والخوارزمي، والرازي، والحسن بن الهيثم، وغيرهم.

العلم في نظر أوغست كونت

إن مفهوم العلم في الحضارة الغربية قائم [أساساً] على الملاحظة بدل الاستشهاد، فالحقائق في المنظور الغربي يجب التأكد منها بالملاحظة، وليس بالرجوع إلى النصوص القديمة [أي الدينية]. [11].

ومن الذين قالوا بذلك، الفيلسوف الاجتماعي الفرنسي أوغست كونت Auguste Comte (1798-1857) الذي حصر المعرفة في نطاق التجربة والإدراك الحسي الوضعي حيث قال إنه "لا سبيل إلى المعرفة إلا بالملاحظة والخبرة"، وكل ما وراء ذلك من الأديان, والغيبيات مرفوض باعتباره غير علمي. لذا يرى كونت أن الغيبيات "افتقدت مبرر وجودها " لأنها كانت تؤثر في الناس بأحلامها الباطلة، قبل أن تتكاثر العلوم الوضعية. [4].

العلم في القواميس الغربية

لكلمة "العلم" عدة تعريفات، في الفكر الغربي نتيجة لتطور مفهوم العلم منذ أرسطو إلى العصر الحديث. "ففي المعاجم الإنجليزية الحديثة، على سبيل المثال، نجد التعاريف الآتية:

1. مجموعة متنوعة من فروع المعرفة أو مجالات فكرية تشترك في جوانب معينة.
2. فرع من الدراسة تلاحَظ فيه الوقائع وتصنف وتصاغ فيه القوانين الكمية، ويتم التثبت منها، ويستلزم تطبيق الاستدلال الرياضيّ وتحليل المعطيات على الظواهر الطبيعية.
3. الموضوع المنظم في المعرفة المتحقق منها، ويتضمن المناهج التي يتم بها تقديم هذه المعرفة والمعايير التي عن طريقها يختبر صدق المعرفة.
4. مجال واسع من المعرفة الإنسانية، يُكتسب بواسطة الملاحظة والتجربة، ويتم توضيحه عن طريق القواعد والقوانين والمبادئ والنظريات والفروض." [13].

واستنادًا إلى التعريفات السابقة يتضح أن العلم في التعريف الغربي سماته، [13] :

1. الجمع بين العلم كنظرية وكتطبيق.
2. الجمع بين العلم كمنهج للبحث وكمضمون معرفي.
3. التوكيد على العلم بمعناه الطبيعي؛ أي الذي يعتمد على التجربة والملاحظة.
4. أن العلم يتعلق بمجال أخص من المعرفة العامة.

تصنيف العلوم

لقد "اهتم أوغست كونت بتصنيف العلوم، فرتبها حسب درجتها من البساطة والتجريد نزولا، ومقدار تعقيدها وتشابكها صعودا إلى ستة: الرياضيات، الفلك، الفيزياء، الكيمياء، البيولوجيا، السوسيولوجيا أو (الفيزياء الاجتماعية). أما بقية العلوم فهي في نظره إما مجرد تطبيق لعلم آخر كالطب الذي هو تطبيق للفيزيولوجيا، أو مجرد علوم في الظاهر، لا في الحقيقة كاللغة. أما علم النفس فليس علماً مستقلا لأن موضوعه تتقاسمه البيولوجيا والسوسيولوجيا." [15].

3. مقارنة مفهوم العلم بين الفكرين الإسلامي والغربي

لقد تبيّن، مما سبق ذكره، أن مفهوم العلم في الفكر الغربي يختلف عن مفهومه في الفكر الإسلامي، لذلك فمن المنطقي أن نتساءل:

- ما الفرق بين مفهوم العلم في الفكر الإسلامي والفكر الغربي؟
- ما هي أسباب هذا الاختلاف؟

إن مفهوم العلم في الفكر الغربي مقصور على ما قام على الملاحظة والتجربة، فهو يقصي كل ما قام على الاستشهاد بالنصوص الدينية. في حين يقوم مفهوم العلم في الفكر الإسلامي على المزاوجة بين العقل الصحيح والنقل الصريح، فلا تعارض بين ما جاء به العقل بناءً على الملاحظة والتجربة وما أخبر به "الوحي الإلهي المنزل على الرسول (ص) بواسطة الوحي الجلي كالقرآن الكريم، أو الوحي الخفي الذي يوحي الله به إلى قلب رسوله بواسطة رؤيا في نومه، أو نفث في روعه في اليقظة." [8].

إن الاختلاف بين مفهوم العلم في الفكرين الغربي والإسلامي، من حيث موقفهما من الوحي إقصاءً واعتماداً، مرده إلى موقف علماء الغرب من رجال الكنيسة الذين اضطهدوهم بسبب آرائهم العلمية التي لم يتقبلوها بدعوى أنها تخالف ما جاء في الكتاب المقدس!؟

ومن أمثلة ذلك الاضطهاد "أن نيكولاس كوبرنيك (1473- 1543م) Nicolas Copernic توصَّل عام 1543 إلى دوران الأرض، وأن الشمس هي مركز الكون وليس الأرض كما كان معتقَدًا قبل ذلك، إلاَّ أنها كانت كارثة في أوروبا. فقد رفض رجال الكنيسة الحقيقة العلميَّة، بميزان "الحقائق" الإنجيليَّة، فرأوا أنها تتناقض مع معتقداتهم؛ فاضطهدوا كوبرنيك، الذي لم يقوَ على مواجهة المعارضة العنيفة وعاش بعيدًا، ومات في نفس السنة التي نشر فيها كتابه بعد تحمس أحد معجبيه، وبعد أن أدخل تعديلات يُقِرُّ فيها بأن نظريته مجرد فروض تحتمل الخطأ.

ولكن حين تبنى جوردانو برونو (1548-1600) Giordano Bruno نظرية كوبرنيك، بعد موته بثمانين عامًا، باعتبارها حقيقة، سارعت محكمة التفتيش إلى تحريم قراءة كتاب كوبرنيك وإلى إعدام برونو - الذي طوّر آراء كوبرنيك وأضاف إليها من عنده - حرقًا في ميدان عامٍّ.

وأفكار كوبرنيك كانت هي الأساس لأفكار غاليليو غاليلي (1564-1642) Galileo Galilée ، الذي استدعته الكنيسة الرومانية مرتين للتحقيق معه في صحة مناصرته لنظرية كوبرنيك، وحكمت عليه عام 1633 بالسجن المؤبد.

كما أصدرت محاكم التفتيش قرارات تُحرِّم قراءة كتب غاليليو غاليلي، وجوردانو برونو، وإسحاق نيوتن Isaac Newton (1642-1727) لقوله بقانون الجاذبيَّة، وأمرت بحرق كتبهم. وقد أحرق بالفعل الكاردينال إكيمنيس في غرناطة 8000 كتاب مخطوط لمخالفتها آراء الكنيسة!" [6].

إن هذا الواقع الرهيب الذي ساد أوروبا قرونًا طويلة، سميت بالعصور الوسطى، رسَّخ في أذهان العلماء والفلاسفة أنه لا أمل في طلب العلم والابتكار إلا بهدم سلطان الكنيسة، والاتجاه إلى الإلحاد، والدعوة إلى إعلاء العقل بدل النصوص الدينية. فأعلنوا صراحة معارضتهم للكتب المقدَّسة كالتوراة والإنجيل، لاحتوائهما على ما يتعارض مع الحقائق العلميَّة. والتعارض الحاصل بين العلم الصحيح وما جاء في الكتاب المقدس، مرده إلى التحريف الذي لحق بالكتاب المقدس، كما بين ذلك بعض علماء الغرب أنفسهم.

ولقد بيّن الجراح الفرنسي موريس بوكاي Maurice Bucaille (1920-1998) هذه الحقائق في كتابه الذائع الصيت "الإنجيل والقرآن والعلم" حيث قال: "دون أية فكرة مُسبقة، وبموضوعية تامة أجدني أتوجه أولاً إلى الوحي القرآني باحثًا عن درجة التوافق بين نصّ القرآن ومعطيات العلم الحديث، وقد كنت أعرف من بعض الترجمات أن القرآن يسوق كل أنواع الظواهر الطبيعية، ولم أكن أملك منها إلا معرفة جزئية، ولكن بعد تدقيق النص العربي بإمعان شديد، قمت بجردة شاملة، استبان لي فيها أنه ليس في القرآن تأكيد يمكن أن يُنتقد من الوجهة العلمية في هذا العصر الحديث". [14].

وعلى خلاف هذا التناغم الذي لاحظه موريس بوكاي بين القرآن وحقائق العلم الحديث؛ فإنه سجل تناقضات بين هذه الحقائق العلمية وما جاء في العهد القديم والأناجيل؛ فأردف قائلاً: "وقد قمت بالتدقيق ذاته للعهد القديم والأناجيل بالموضوعية نفسها، فلم يكن ثمة بالنسبة للأول ما يحوج الانتقال إلى أبعد من سفر التكوين للوقوف على تأكيدات مناقضة لمعطيات العلم المعترف بها في هذا العصر.. ويغرق المرء دفعة واحدة عند فتح الأناجيل في نسب المسيح الذي يبدو من الصفحة الأولى في مشكلة مهمة، وهي أن نصَّ متى هو في هذه النقطة متناقض صراحة مع نصّ لوقا، وأن هذا الأخير واضح التناقض مع المعارف الحديثة المتصلة بقدم الإنسان على الأرض". [14].

إن المقارنة بين القرآن الكريم وغيره من الكتب المقدسة، بالنظر إلى ما توصل إليه العلم الحديث من حقائق ثابتة، تبين لنا صدق القرآن الكريم وثبوت حفظه مصداقا لقوله تعالى ﴿إِنَّا نَحْنُ نَزَّلْنَا الذِّكْرَ وَإِنَّا لَهُ لَحَافِظُونَ﴾ [الحجر: 9]، كما تبيّن لنا كذلك التحريف الذي لحق بالكتب السماوية الأخرى.

خاتمة

إن العلم، في الفكر الإسلامي، يشمل كل علم نافع يهدف إلى تحقيق عبادة الله تعالى وعمارة الأرض، فهو يشمل العلوم الشرعية والعلوم الحياتية. أما العلم، في الفكر الغربي، فهو قائم أساسا على الملاحظة والتجربة وليس على الاستشهاد بنصوص الكتاب المقدس باعتباره غير علمي.

والفرق بين مفهوم العلم، في الفكرين الإسلامي والغربي، هو أن الفكر الإسلامي يعتمد على الوحي بينما الفكر الغربي يقصيه. ومرد الإقصاء يعود إلى الاضطهاد الذي لحق بالعلماء والفلاسفة، في القرون الوسطى، من قِبَل رجال الكنيسة، وإلى تعارض الكتاب المقدس مع الحقائق العلمية بسبب التحريف الذي لحق به، على خلاف القرآن الكريم الذي رفع مكانة العلم والعلماء، ولم تتعارض آياته المسطورة مع آيات الكون المنظورة.

مراجع

[1] الرازي، فخر الدين، التفسير الكبير أو مفاتيح الغيب، دار الفكر، دمشق، 1981.
https://waqfeya.net/book.php?bid=1372
[2] الزركشي، بدر الدين محمد، البحر المحيط في أصول الفقه،
https://al-maktaba.org/book/21593
[3] زكريا، فؤاد، آفاق الفلسفة : الأورجانون الجديد وفلسفة بيكن، مؤسسة هنداوي، القاهرة، 2019.

[4] الزُّنيدي، عبد الرحمن، مصادر المعرفة في الفكر الديني والفلسفي، المعهد العالمي للفكر الإسلامي، فيرجينيا، 1992.

[5] السرجاني، راغب، العلم وبناء الأمم، مؤسسة اقرأ، القاهرة، 2007.

[6] السرجاني، راغب، ماذا قدم المسلمون للعالم، مؤسسة اقرأ، القاهرة، 2010.

[7] الطالبي، عمار، مفهوم العلم وحرية البحث العلمي في الإسلام، https://histoirphilo.yoo7.com/t520-topic

[8] القرضاوي، يوسف، موقف الإسلام من العقل والعلم، مكتبة وهبة، القاهرة، 1996.

[9] الكردي، راجح، نظرية المعرفة بين القرآن والفلسفة، المعهد العالمي للفكر الإسلامي، فيرجينيا، 1992.

[10] حسين، عبد العزيز، بيكون.. الأرغانون الجديد، مقال منشور على الأنترنت، https://arabi21.com/story/

[11] راسل، برتراند، أثر العلم في المجتمع، المنظمة العربية للترجمة، لبنان، 2008.

[12] كاظم، أحمد خيري وسعد، يسي زكي، تدريس العلوم، دار النهضة العلمية، القاهرة، 1974.

[13] حول مفهوم العلم، موقع إسلام أون لاين (بدون اسم المؤلف)، https://islamonline.net/archive/

[14] Bucaille, Maurice, La Bible, le Coran et la science, Editions Seghers, Paris, 1976.

[15] Comte, Auguste, Cours de philosophie positive, Editions Hermann, Paris, 1975.

مشروع لجنة الأولمبياد الجزائرية للمواد التّعليمية

لخضر دلول
مفتش التربية الوطنية (متقاعد)
ldelloul@hotmail.fr

1. مقدمة

تعمل الأمم الحيّة بكلّ طاقاتها لتصبح رائدة في جميع مجالات الحياة من خلال الاهتمام بالبحث العلمي والتّكنولوجي. ذلك أن هذا الاهتمام يُعَدُّ أحد أهمّ المعايير التي يُقاس بها مستوى تطوّر أيّ بلد يريد التّقدم والازدهار. ومن المعلوم أن نتائج هذه الأبحاث العلميّة والابتكارات التّكنولوجية تُوظّف لتلبية احتياجات البلاد في الميادين الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية وغيرها. فليس سرًا أن دعم البحث العلمي لدى فئة الشّباب المبدع والمبتكر يؤدي إلى تكوين جيل من العلماء يعمل على ضمان الرّخاء الذي تطمح إليه كل المجتمعات.

وفي هذا السياق، أُنْشِئَتْ عدّة منافسات ومسابقات دولية للأولمبياد في ميادين علمية وأدبية مختلفة، وعددها 12 مسابقة. وتجري هذه المسابقات في دول مختلفة وفي فترات مختلفة من السّنة الدّراسية، وباستطاعة أي دولة أن تشارك في كلّ تلك المسابقات -أو البعض منها- حسب ما توفره من تكوين تحضيري لتلاميذها قبل مواعيد المنافسات. وهذه المنافسات الأولمبية الدّولية هي:

1. الأولمبياد الدّولي للرّياضيات (IMO)	أنشئت سنة 1959
2. الأولمبياد الدّولي للفيزياء (IPhO)	أنشئت سنة 1967
3. الأولمبياد الدّولي للكيمياء (IChO)	أنشئت سنة 1968
4. الأولمبياد الدّولي للإعلام الآلي (IOI)	أنشئت سنة 1989
5. الأولمبياد الدّولي للبيولوجيا (IBO)	أنشئت سنة 1990
6. الأولمبياد الدّولي لعلم الفلك (IAO)	أنشئت سنة 1996
7. الأولمبياد الدّولي لعلوم الأرض (IESO)	أنشئت سنة 2007
8. الأولمبياد الدّولي للفلسفة (IPO)	أنشئت سنة 1993
9. الأولمبياد الدّولي للجغرافيا (IGeO)	أنشئت سنة 1996
10. الأولمبياد الدّولي للّسانيات (IOL)	أنشئت سنة 2003
11. الأولمبياد الدّولي للعلوم للناشئة (IJSO)	أنشئت سنة 2004
12. الأولمبياد الدّولي لعلم الفلك والفيزياء الفلكية (IOAA)	أنشئت سنة 2007

2. القيمة الفكرية للمواد التّعليمية

تُنمّي مسابقات الأولمبياد للمواد التّعليمية وتُطوّر العديد من السّمات العقلية، مثل قوّة التّفكير والاستدلال والبرهان والاستنباط، لأنها تجعل التلاميذ المشاركين في هذه المنافسات مهيّئين لمواجهة مشاكل الحياة المختلفة مستقبلا، وذلك عن طريق إبداع الحلول النّاجعة لها. وأفضل ما يتبقّى لهؤلاء التلاميذ بعد تخرّجهم هو امتلاكهم

لمهارات التّفكير التي تنمو وتتحسّن مع مرور الزّمن، فضلا عن ازدياد الخبرة والاستفادة منها. فالذي يمتلك القدرة على التّفكير السّليم باستطاعته أن يتأقلم بسرعة في أيّ مجال جديد لم يعرفه من ذي قبل.

ومن هذا المنطلق، يعمل القائمون بوزارة التّربية الوطنية على رفع المستوى التّعليمي وتطوير التّفكير السّليم عند التلاميذ في جميع المجالات العلمية والتّكنولوجية لمسايرة التطوّرات العلمية الحديثة، وذلك من خلال المشاركة في المسابقات الجهوية والقارية والدّولية الخاصّة بأولمبياد المواد التّعليمية المتنوّعة. ولا يتأتّى ذلك إلاّ بالتّحضيرات الجدّية والمنتظمة والدّائمة، مع توفير كلّ الوسائل المادّية الضّرورية لبلوغ الأهداف المنشودة في السّنتين الأخيرتين من التّعليم المتوسط، وكذا كلّ مستويات التّعليم الثّانوي.

3. الأولمبياد الدّولية للمواد التّعليمية

إنّ مسابقات الأولمبياد الدّولية للمواد التّعليمية خاصّة بالتّلاميذ الذين يزاولون دراستهم وتقلّ أعمارهم عن 20 سنة كاملة يوم الانتهاء من إجراء المسابقة الدّولية، باستثناء الأولمبياد الدّولي للعلوم النّاشئة (IJSO) التي تستهدف التّلاميذ الذين تقلّ أعمارهم عن 15 سنة كاملة يوم إجراء المسابقة الدّولية (في العلوم الطبيعية، الفيزياء، الكيمياء)، والتي تكون الأسئلة فيها على شكل أسئلة متعدّدة الاختيار.

يوضّح الجدول الموالي المستوى والشُّعب التي يمكن أن يتدرّب فيها التّلاميذ الممتازون في المؤسسات التّربوية، وذلك للمشاركة في الأولمبياد الجزائرية، ثم تمثيل بلادنا في المنافسات الدولية:

	الأولمبياد الجزائرية للمواد التّعليمية	التّعليم المتوسط		التّعليم الثّانوي								
				السّنة الأولى جذع مشترك		السّنة الثّانية			السّنة الثّالثة			
		السّنة الثالثة	السّنة الرابعة	علوم وتكنولوجيا	آداب	رياضيات تقني رياضي	علوم تجريبية	آداب وفلسفة	رياضيات تقني رياضي	علوم تجريبية	آداب ولغات	آداب فلسفة
01	الأولمبياد الجزائرية للرّياضيات AMO	نعم	نعم	نعم		نعم			نعم			
02	الأولمبياد الجزائرية للفيزياء APhO	نعم	نعم	نعم		نعم			نعم			
03	الأولمبياد الجزائرية للكيمياء AChO	نعم	نعم	نعم		نعم			نعم			
04	الأولمبياد الجزائرية للبيولوجيا ABO	نعم	نعم	نعم			نعم			نعم		
05	الأولمبياد الجزائرية لعلوم الأرض AESO، والفيزياء الفلكية AOAA			نعم		نعم			نعم			
06	الأولمبياد الجزائرية للجغرافيا AGeO				نعم			نعم				نعم
07	الأولمبياد الجزائرية للفلسفة APO							نعم				نعم
08	الأولمبياد الجزائرية للّسانيات AOL							نعم				نعم
09	الأولمبياد الجزائرية للعلوم للناشئة AJSO	نعم	نعم	نعم								
10	الأولمبياد الجزائرية للإعلام الآلي AOI	نعم	نعم	نعم		نعم			نعم			

نُقدم فيما يلي بعض المقترحات التي من شأنها أن تساعدنا في انتقاء التلاميذ الممتازين من التعليم المتوسط والتعليم الثانوي تحضيرا للسنة الدراسية القادمة 2022 / 2023. نأمل أن تراعيها وزارة التربية الوطنية في المستقبل.

4. التّعليم المتوسط

السّنتان المعنيتان هما السنة الثّالثة والسنة الرابعة من مرحلة التعليم المتوسط.

تشكيل الأفواج التّربوية على مستوى كلّ ولاية

يتشكّل فوجان تربويان من التّلاميذ الممتازين في كل من السّنتين الثّالثة والرّابعة من التّعليم المتوسط. ويتألّف كلّ فوج تربوي من 20 تلميذا على الأكثر، يؤطرهم أستاذان مساء كلّ يوم ثلاثاء خلال ساعتين ابتداء من الأسبوع الأول من شهر نوفمبر 2022 إلى غاية الأسبوع الثاني من شهر ماي 2023. ويتمّ اختيارهم على أساس المعدّل السّنوي للسّنة الماضية ومعدّل مادّة التخصّص حسب الجدول الآتي:

	مادّة التخصّص	عدد الأفواج		عدد التّلاميذ		المعدل السّنوي	معدل مادّة التخصّص
		السنة 3	السنة 4	السنة 3	السنة 4		
01	الأولمبياد الجزائرية للرّياضيات AMO	02	02	40	40	$x \geq 15$	$x \geq 16$
02	الأولمبياد الجزائرية للفيزياء APhO	02	02	40	40	$x \geq 15$	$x \geq 16$
03	الأولمبياد الجزائرية للكيمياء AChO	02	02	40	40	$x \geq 15$	$x \geq 16$
04	الأولمبياد الجزائرية للبيولوجيا ABO	02	02	40	40	$x \geq 15$	$x \geq 16$
05	الأولمبياد الجزائرية للعلوم للناشئة AJSO	02	02	40	40	$x \geq 15$	$x \geq 16$
06	الأولمبياد الجزائرية للإعلام الآلي AOI	02	02	40	40	$x \geq 15$	$x \geq 16$

ملاحظة

نشير إلى أن الأولمبياد الجزائرية للعلوم للناشئة خاصّة بالتّلاميذ الذين تقلّ أعمارهم عن 15 سنة كاملة يوم إجراء المسابقة في شهر جويلية في المواد الآتية: العلوم الطبيعية والفيزياء والكيمياء، وتكون الأسئلة على شكل أسئلة متعدّدة الاختيار. نشير كذلك إلى أن العلامة $x \geq 16$ في الجدول، خاصة بكلّ المواد: العلوم الطبيعية والفيزياء والكيمياء.

المسابقة الولائية (شهر أفريل 2023)

تتكفّل مديريات التّربية بتنظيم المسابقة الولائية في كلّ تخصّص. وتكون المسابقة موجهة لتلاميذ السّنتين الثّالثة والرّابعة من التعليم المتوسط حسب الجدول أعلاه، وتجرى خلال شهر أفريل 2023. يتمّ اختيار التلاميذ الأوائل الثلاثة في كل تخصّص.

المسابقة الوطنية (شهر ماي 2023)

تجرى مسابقة وطنية خلال شهر ماي 2023 وتنظمها اللجنة الجزائرية لأولمبياد المواد التعليمية، ويشارك فيها التلاميذ الأوائل الثلاثة النّاجحين في المسابقات الولائية. يوضح الجدول الموالي بعض النقاط الخاصة بمجريات المسابقة:

المستوى	عدد التّلاميذ لكلّ ولاية	عدد الأساتذة المرافقين	العدد الإجمالي الوطني (60 ولاية)	
			للتّلاميذ	للأساتذة المرافقين
السّنة الثّالثة متوسط	18	01	1080 تلميذا	50 أستاذا
السّنة الرّابعة متوسط	18	01	1080 تلميذا	50 أستاذا
المجموع	36	02	2160 تلميذا	100 أستاذا

5. التّعليم الثّانوي

السّنوات المعنية: السّنوات الأولى والثّانية والثّالثة من التعليم الثانوي.

اكتشاف (انتقاء) التّلاميذ

أ) السّنة الأولى ثانوي جذع مشترك علوم وتكنولوجيا وجذع مشترك آداب

يتمّ اختيار تلاميذ السّنة الأولى جذع مشترك علوم وتكنولوجيا على أساس معدّل الفصل الأول ومعدّل مادّة التخصّص.

	مادّة التخصّص	عـدد		الشّعبة	معدل الفصل 1	معدل مادّة التخصّص
		الأفواج	التّلاميذ			
01	الأولمبياد الجزائرية للرّياضيات AMO	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$
02	الأولمبياد الجزائرية للفيزياء APhO	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$
03	الأولمبياد الجزائرية للكيمياء AChO	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$
04	الأولمبياد الجزائرية للبيولوجيا ABO	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$
05	الأولمبياد الجزائرية لعلوم الأرض AESO والفيزياء الفلكيةAOAA	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$
06	الأولمبياد الجزائرية للجغرافيا AGeO	01	20	ج م آداب	$x \geq 12$	$x \geq 16$
07	الأولمبياد الجزائرية للعلوم للناشئة AJSO	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$
08	الأولمبياد الجزائرية للإعلام الآلي AOI	01	20	ج م ع ت	$x \geq 12$	$x \geq 16$

ملاحظة

الأولمبياد الجزائرية للعلوم للناشئة خاصّة بالتّلاميذ الذين تقلّ أعمارهم عن 15 سنة كاملة يوم إجراء المسابقة في شهر جويلية (في مواد العلوم الطبيعية والفيزياء والكيمياء)، وتكون الأسئلة فيها على شكل أسئلة متعدّدة الاختيار. نشير إلى أن العلامة $x \geq 16$ في الجدول أعلاه خاصة بكلّ من المواد العلوم الطبيعية وَالفيزياء وَالكيمياء.

ب) السّنة الثّانية ثانوي

يتمّ اختيار تلاميذ السّنة الثانية ثانوي على أساس المعدّل السّنوي للسّنة الماضية.

	مادّة التخصّص	عـدد		الشّعبة	المعدل السّنوي	معدل مادّة التخصّص
		الأفواج	التّلاميذ			
01	الأولمبياد الجزائرية للرّياضيات AMO	01	20	ر+ت ر+ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
02	الأولمبياد الجزائرية للفيزياء APhO	01	20	ر+ت ر+ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
03	الأولمبياد الجزائرية للكيمياءAChO	01	20	ر+ت ر+ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
04	الأولمبياد الجزائرية للبيولوجيا ABO	01	20	ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
05	الأولمبياد الجزائرية لعلوم الأرض AESO والفيزياء الفلكيةAOAA	01	20	ر+ت ر+ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$

06	الأولمبياد الجزائرية للجغرافيا AGeO	01	20	آف + آل	$x \geq 12$	$x \geq 16$ الأدب العربي، اللّغات الأجنبية
07	الأولمبياد الجزائرية للفلسفة APO	01	20	آف + آل	$x \geq 12$	$x \geq 16$ الأدب العربي، اللّغات الأجنبية
08	الأولمبياد الجزائرية للّسانيات AOL	01	20	آف + آل	$x \geq 12$	$x \geq 16$ الأدب العربي، اللّغات الأجنبية
09	الأولمبياد الجزائرية للإعلام الآلي AOI	01	20	ر+ ت ر+ ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$

رموز هذا الجدول. ر: رياضيات؛ ت ر: تقني رياضي؛ ع: العلوم التّجريبية؛ آف : أداب وفلسفة؛ آ ل: آداب ولغات

ج) السّنة الثّالثة ثانوي

يتمّ اختيار تلاميذ السّنة الثالثة من التعليم الثانوي على أساس المعدّل السّنوي للسّنة الماضية.

	مادّة التخصّص	عـدد		الشّعبة	المعدل السّنوي	معدل مادّة التخصّص
		الأفواج	التّلاميذ			
01	الأولمبياد الجزائرية للرّياضيات AMO	01	20	ر+ ت ر+ ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
02	الأولمبياد الجزائرية للفيزياء APhO	01	20	ر+ ت ر+ ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
03	الأولمبياد الجزائرية للكيمياء AChO	01	20	ر+ ت ر+ ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
04	الأولمبياد الجزائرية للبيولوجيا ABO	01	20	ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
05	الأولمبياد الجزائرية لعلوم الأرض والفيزياء الفلكيةAOAA AESO	01	20	ر+ ت ر+ ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$
06	الأولمبياد الجزائرية للجغرافيا AGeO	01	20	آف + آل	$x \geq 12$	$x \geq 16$ الأدب العربي، اللّغات الأجنبية
07	الأولمبياد الجزائرية للفلسفة APO	01	20	آف + آل	$x \geq 12$	$x \geq 16$ الأدب العربي، اللّغات الأجنبية
08	الأولمبياد الجزائرية اللّسانيات AOL	01	20	آف + آل	$x \geq 12$	$x \geq 16$ الأدب العربي، اللّغات الأجنبية
09	الأولمبياد الجزائرية للإعلام الآلي AOI	01	20	ر+ ت ر+ ع	$x \geq 12$	$x \geq 16$

رموز هذا الجدول. ر: رياضيات؛ ت ر: تقني رياضي؛ ع: العلوم التّجريبية؛ آف: آداب وفلسفة؛ آ ل: آداب ولغات

المسابقة الولائية لتلاميذ السّنتين الأولى والثّانية من التّعليم الثانوي

تتكفّل مديرية التّربية بتنظيم المسابقة الولائية في كلّ تخصّص من السّنتين الأولى والثانية من التعليم الثانوي خلال شهر أفريل 2023.

المسابقة الوطنية لتلاميذ السّنتين الأولى والثّانية من التّعليم الثانوي

تُجرى المسابقة الوطنية خلال شهر ماي 2023. يشارك فيها تلاميذ السّنة الأولى من الجذع مشترك علوم وتكنولوجيا وآداب، والسنة الثّانية حسب كلّ تخصّص في أولمبياد المواد التّعليمية. ويتم اختيار التلاميذ الثلاثة الأوائل في كلّ تخصّص.

المسابقة الوطنية لتلاميذ السّنة الثالثة ثانوي

يتمّ استدعاء التّلاميذ الثلاثة الأوائل الفائزين في الاختبار التّصْفَوِي بكل ولاية في نهاية شهر أفريل 2022 لاختيار تلاميذ النّخبة (25 تلميذا على الأكثر في كلّ تخصص).

6. تكوين وتدريب التّلاميذ

أ) التّكوين الأسبوعي الولائي

يُستدعى التّلاميذ المختارون للتّكوين والتّدريب في جميع التخصصات كلّ يوم ثلاثاء مساءً لمدّة ثلاث ساعات خلال السّنة الدّراسية؛ ويوزّعون على أفواج تربوية حسب التخصّص، وذلك ابتداء من شهر أكتوبر 2022 بالنّسبة للسّنتين الثّانية والثّالثة من التعليم الثانوي. وابتداء من شهر جانفي 2023 بالنّسبة للسّنة الأولى من الجذع المشترك (انظر الجدول أدناه).

الأشهر/ الأسابيع		السّنة الأولى ثانوي	السّنة الثانية ثانوي	السّنة الثالثة ثانوي
أكتوبر	4 أسابيع		12 ساعة	12 ساعة
نوفمبر	4 أسابيع		12 ساعة	12 ساعة
ديسمبر	أسبوعان		06 ساعات	06 ساعات
جانفي	4 أسابيع	12 ساعة	12 ساعة	12 ساعة
فيفري	4 أسابيع	12 ساعة	12 ساعة	12 ساعة
مارس	أسبوعان	06 ساعات	06 ساعات	06 ساعات
أفريل	4 أسابيع	12 ساعة	12 ساعة	12 ساعة
ماي	أسبوعان	06 ساعات	06 ساعات	06 ساعات
المجموع	26 أسبوعا	48 ساعة	78 ساعة	78 ساعة

ب) التّكوين الفصلي (التّكوين المغلق) خلال عطلَتَيْ الشّتاء والرّبيع للسّنة الثالثة ثانوي

يتمّ تكوين تلاميذ السّنة الثّالثة ثانوي على مستوى كل ولاية خلال الأسبوع الأول من عطلتي الشتاء والرّبيع. كما يتمّ اجراء اختبار تقييمي في نهاية التّكوين الخاص بعطلة الشتاء واختبار تصفوي في نهاية التّكوين الخاص بعطلة الربيع.

تلك هي الخطوط العريضة التي نراها تتماشى مع متطلبات إعداد تلاميذنا للمنافسات الأولمبية بكل مستوياتها. نتمنى أن يستفيد منها أصحاب القرار على مستوى وزارة التربية الوطنية.

لغة وتربية

آراء حول ترجمة بعض المصطلحات في مجالات علمية

محمد الطيب سعداني

أستاذ متقاعد، بقسم الكيمياء، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

mohammedtayeb.sadani@g.ens-kouba.dz

ترددنا كثيرا قبل نشر هذا المقال، فلقد تساءلنا عمّا سيكون فيه من جدوى وفائدة وهو يعالج مسألة جزئية: بعض الأخطاء في ترجمة مصطلحات علمية لا تعني إلّا فئة قليلة من الأساتذة وقد ألفها الناس ودأبوا عليها. وماذا عسى لمقال مثل هذا أن يكون له من صدى في زمن نشهد فيه ترديا كبيرا للمستوى اللغوي لتلاميذنا بل ولطلابنا إلا بعض الاستثناءات التي تُحفظ ولا يقاس عليها، ولا يهوّن من خطورة الوضع أنه أصبح قدرا مشاعا، بنسب متفاوتة، بين تلاميذ وطلاب كثير من البلاد.

ألا يعدّ ضربا من الترف الفكري الانشغال ببعض القصور في مصطلحات علمية واللغة السائدة في مدارسنا اليوم لا تختلف كثيرا عن لغة الشارع، وبعض التلاميذ في التعليم المتوسط أضحوا لا يكادون يكتبون جملة مفيدة، بل ومنهم من يخطئ –حسبما باح لنا به بعض الأساتذة-حتى في كتابة اسمه ولقبه؟ لكننا في نهاية المطاف رجّحنا نشره من باب التذكير لاعتقادنا الراسخ أن السلوك العلمي السليم لا ينفصل عن سلوك لغوي سليم، واستجابة أيضا لطلب بعض الزملاء.

يقال إن العلوم لغات مدققة، ولغة كل علم مكوّنة من جهة، من مصطلحات-هي الجملة المفهومية للعلم- ومن جهة ثانية، من لغة يمكن وصفها بالرّافدة هي من اللغة "الحافة". ومعلوم أن المصطلحات العلمية تمتاز بدقة المعنى فهي خالية من اللبس والاشتراك في الدلالة، وأنه ينبغي أن تتخير ألفاظ اللغة الرافدة لتسهم في جلاء معنى المفهوم العلمي. تلكم هي القاعدة التي تضمن صون الأمانة العلمية.

وإنّه لمن المؤسف أن نسجل في أيامنا هذه، بعض الحيود عنها في بلدنا حيث نسجل تواتر أخطاء، في اللغة الرافدة وفي بعض المفاهيم العلمية المترجمة للغة العربية، أخطاء أصبحت تتوارثها الأجيال وتبيّن لنا أن أكثرها مرجعه -في أغلب الحالات- إلى الترجمة غير المتأنية، إن لم يكن في الأصل الجهل باللغة العربية. ونسوق فيما يلي بعض الأمثلة عن ذلك.

1. في اللغة الرافدة

- **في ترجمة "égal à"**

التي تترجَم عند البعض بـ"يساوي إلى"، في حين لا تحتاج كلمة تساوي بالعربية إلى حرف جر، فيقال يساوي صاحبه أي يعادله ويماثله، وهذا لا يساوي درهما أي لا يعادله. ونشير إلى أنه يدرج استعمال الفعل يَعدل في كتب الرياضيات القديمة.

- **في ترجمة "pour"**

التي تدرج ترجمتها بـ" من أجل"، في الرياضيات. ومعلوم أن pour بالفرنسية لها في أغلب الحالات معنى لـ، وقد تأتي بمعنى الغاية وتترجم حينئذ بـ" كي".

- في ترجمة "il ne faut pas"

التي تدرج ترجمتها بـ "لا يجب" كما في الجملة "لا يجب صب الماء على الحمض". والنفي مسلط على صب الماء لا على الوجوب، والصحيح هو "يجب ألا يُصب الماء على الحمض" لأن الصيغة الأولى التي تسلط النفي على الوجوب لا تنفي الجواز.

نكتفي بهذه الأمثلة عن الأخطاء في اللغة الرافدة -التي أوردناها على سبيل المثال لا الحصر- ونعود إلى صلب الموضوع الذي سنتناول فيه عيّنة من أخطاء في ترجمة بعض المفاهيم العلمية.

2. في المفاهيم العلمية

1.2. في مفهوم the solubility product بالإنجليزية، le produit de solubilité بالفرنسية

حين يترجم بـ "جداء الإذابة " وكأن الخاصية متعلقة بالمادة المذيبة، في حين أنها خاصية للمادة المذابة يعبّر بها عن قدرتها على الذوبان في مادة أخرى تسمّى المذيب لتكوين طور متجانس سائل يسمى المحلول. وعلى وجه التحديد، فإنه يُقصد بها، في الديناميكا الحرارية، الحد الأقصى من كمية المذاب التي يمكن إذابتها في مذيب عند درجة حرارة معينة، وبمجرّد الوصول إلى هذه الكمية، يُقال إن المحلول تشبّع.

ولعله من المفيد الإشارة إلى التجانس الموجود بين المصطلحات -في اللغتين الإنجليزية والفرنسية -الدائرة حول ظاهرة انحلال مادة في مادة أخرى. فيقال للمادة المذيبة the solvent بالإنجليزية وle solvant بالفرنسية، والمادة المذابة the solute بالإنجليزية وle soluté بالفرنسية، عند تكوين محلول solution بالإنجليزية والفرنسية. وكذا في المصطلحات المعبرة عن مختلف التأثيرات المتبادلة بينهما مثل the solvation بالإنجليزية و la solvatation بالفرنسية و the solvolysis بالإنجليزية و la solvolyse بالفرنسية، حيث مردها جميعها إلى نفس الجذر.

ولقد تساءلنا فيما إذا كانت اللغة العربية تتيح بناء مثل هذه الجملة المفهومية المتجانسة ووجدنا أن الإجابة بالإيجاب. إذ تولد مزيدات الفعل الثلاثي "حلل"، وما يتفرع عنها من مشتقات من أنواع الأسماء العديدة التي يمكن إحصاؤها من مصادر وغيرها، بما لها من معان دقيقة حسب موازينها الصرفية ما يفي بالغرض.

ولأننا لسنا من أهل الاختصاص، ولأن مثل هذا العمل جماعي بالضرورة يتطلب مقاربة متعددة التخصصات، فسنكتفي بإعطاء بعض الأمثلة التي لا تعدو أن تكون اجتهادا متواضعا منّا.

إننا نرى أنه يمكن تسمية المذيب (the solvent بالإنجليزية و le solvant بالفرنسية) بالحالّ، و(the solute بالإنجليزية و le soluté بالفرنسية) بالحُلالة، لما يوحي به ميزانها الصّرفي من معاني القلة وهي المتواضع عليها، للتفريق بين الحالّ الذي يكون بكمية كبيرة والحلالة التي تكون بكمية قليلة، وناتج عملية الحل (solution بالإنجليزية والفرنسية) بالمحلول كما هو معمول به، وترجمة the solvation بالإنجليزية و la solvatation بالفرنسية بالتّحالّ و the solvolysis بالإنجليزية و la solvolyse بالفرنسية بالحلحلة وتكون ترجمة the solubility product بالإنجليزية و le produit de solubilité بالفرنسية بجداء الانحلالية.

2.2. في مفهوم precipitate بالإنجليزية وprécipité بالفرنسية

الذي يترجم بالراسب والترجمة صحيحة. لكننا وجدنا من المؤلفين من يستعمل هدا المفهوم في غير موضعه من أجل ذلك ارتأينا -رفعا لكل لبس -أن نُذكر بأن مفهوم الرّاسب يختلف من علم لآخر بعض الاختلاف. والرّاسب، precipitate بالإنجليزية و précipité بالفرنسية، من المفاهيم الأساسية في علم الكيمياء. وسنقصر عنايتنا هنا على

مفهوم الرّاسب في الكيمياء (دون سواها من العلوم) إذ يعني فيها، عموما، الصّلب الناتج عن تفاعل كيميائي بين محلولين (مائيين غالبا)، وتسمّى مثل هذه التفاعلات تفاعلات ترسيب، وهي تعدّ صنفا مميّزا من الأصناف الكبرى للتفاعلات الكيميائية، مثل ذلك:

$$2AgNO_3(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow Ag_2CO_3(s) + 2NaNO_3(aq)$$

حيث $Ag_2CO_3(s)$ هو الرّاسب.

لكنّ تشكّل صلب، إثر تفاعل كيميائي، لا يعني بالضرورة حدوث تفاعل ترسيب، وهنا منشأ لخلط بين مفاهيم مختلفة، خلط وجدناه في بعض كتبنا المدرسية وعند بعض المتعلمين والمعلمين. فقد نُسب، في كتاب مدرسي- على سبيل المثال-التفاعل:

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

إلى تفاعلات الترسيب، حيث كُتب أنّه "يلاحظ عند نهاية التحوّل تكوّن راسب" ويُقصد به النحاس.

كما وجدنا أيضا في بعض الكتب أنّه "يتشكّل راسب عند تبخير كمية من الماء غير النقي، بتسخين الصحن الذي يحتويها".

ولنستبين أوجه الخطأ في استعمال مصطلح الرّاسب في الحالتين الأخيرتين نقارنهما، سيرورة وناتجا، بالحال المرجعية الأولى. لذلك نكتب المعادلة الأيونية للتفاعل الأوّل:

$$2Ag^+(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow Ag_2CO_3(s) + 2Na^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

$$\underbrace{2Ag^+(aq) + 2NO_3^-(aq)}_{1} + \underbrace{2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)}_{2} = \underbrace{Ag_2CO_3(s)}_{1} + \underbrace{2Na^+(aq)}_{2} + \underbrace{2NO_3^-(aq)}_{1}$$

- فنلاحظ (من حيث السّيرورة) أنّ الصّلب النّاتج أي الرّاسب (وأصله لغةً من الرُّسُوب أي الذَّهاب في الماءِ سُفْلاً حسب لسان العرب) تشكّل بعد تلاقي أيونات المحلول الأوّل الموجبة الشحنة Ag^+ وأيونات المحلول الثّاني السّالبة الشحنة CO_3^{2-} لتكوين مركّب (من حيث الناتج) Ag_2CO_3 لا ينحلّ في الماء.
- ونلاحظ حول التفاعل الثاني:

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

(من حيث السيرورة) أنّ الصّلب النّاتج $Cu_{(s)}$ لم يتشكّل بعد تبادل أيونات محلولين وأنّه (من حيث الناتج) ليس بالمركّب بل هو مادة عنصرية بسيطة مؤلفة من صنف واحد من الذّرات. فلا التفاعل إذن بتفاعل ترسيب -إنه تفاعل أكسدة إرجاع- ولا النّاتج براسب- فهو مادة متوضّعة (dépôt-deposit) من النحاس (متوضّعة من التوضيع أي وضع البَاني الحجرَ بعضَه على بعض) كما عند بعض المؤلفين. وتكفل هذه الصيغة، أي صيغة تَفعَّلَ، بما تفيده من معاني التّدرج والصيرورة الوصف الملائم للظاهرة الملحوظة عند إرجاع النحاس بفلز الحديد على خلاف ظاهرة الترسيب السّريعة كما تشير إلى ذلك precipitate بالإنجليزية و précipité بالفرنسية وكلمة رسب بالعربية.

- ونلاحظ عمّا وُصف بالرّاسب بعد تبخير الماء بأنّ الظّاهرة فيزيائية، ولا ينسحب عليها التّعريف الكيميائي للرّاسب. وأحسب أنّ مصطلح الرُّسابة والتي يستخلص من وزنها الصّرف أنّها للنفايات، تفي بالغرض.

3.2. في مفهوم couple

وهو من المفاهيم المشتركة بين علوم عدّة كالرياضيات والفيزياء والكيمياء ويقصد بهذه المفردة "couple" بالفرنسة، في الرياضيات، كل عنصرين (قد يكونا متطابقين) مرتبين على نحو ما من الترتيب، ويقابل هذا المفهوم عند

الإنجليز Ordered pair. وتُستعمل أيضا في العلوم الكيميائية عند الحديث عن تفاعلات الأكسدة -إرجاع، وتفاعلات الأحماض والأسس.

إنّ المتصفح لكتب العلوم يجد أنّ ثمّة اختلافا في ترجمة هذا المصطلح إلى اللغة العربية، فمن ترجماته الثنائية -وهي الأكثر تواترا- والمزدوجة والزوج والزوجان -وهي الأقلّ تواترا- وطبيعي أن يتساءل المرء أيّها الأصوب؟

أمّا الثنائية فمفهوم مرتبط بتصور فلسفي (المثنوية le dualisme-the dualism)، عماده وجود مبدأين، متضادين ومستقلين، بهما يُفسّر أصل الكون. وحينئذ يكون الأصحّ، من وجهة نظرنا، أن تأتي الثنائية ترجمة لكلمتي duality بالانجليزية وdualité بالفرنسية والموجودتين في العلوم الرياضية والفيزيائية بمعنى متميّز عن معنى couple، كما في قولنا فراغ (فضاء) ثنائي في التحليل الرياضي أو الثنائية "موجة - جسيم" في ميكانيكا الكم. وقريب من ذلك معنى السّابقتين bi وdi المستعملتين كثيرا في الكيمياء كما في قولنا جزيء ثنائي الذرة ترجمة لـ diatomic molecule بالإنجليزية وmolécule diatomique بالفرنسية. ومن أقرب الألفاظ معنى للثنائية الازدواجية، فهي مثلها، تتضمّن معنى تضاد بيّن في مظهر شيء واحد.

وأمّا الزوج فمنشأ الخطأ فيه كونه يفيد الاثنين في اللغة العامية في حين يراد به في لغة العرب فردا واحدا له قرين إلاّ عند فئة قليلة من النحويين القدامى رأوا بأنّه يعني اثنين. ومعروف أنّ مِن سُنن العرب تسمية المُتضادَّين باسم واحد كالزوج للدلالة على الذكر أو الأنثى. ومهما يكن من أمر فهو ترجمة لـ "conjoint" لا لـ "couple".

من أجل كل ذلك يبدو لنا أن التّرجمة الأصحّ لـ "couple" هي، بلا ريب، الزوجان لما في الكلمة من معاني الاقتران وما تنطوي عليه من معاني التباين والتكامل المتضمّنة في المفهوم العلمي "couple" في المجالات المعرفية التي ذكرنا. فنقول "الزوجان حمض-قاعدة" بدل الثنائية حمض-قاعدة أوالمزدوجة حمض-قاعدة.

لكننا لاحظنا:

- أن استعمال المثنى يعسر على كثير من طلبتنا؛
- وأنّ استعمال الزوج، بمعنى اثنين (كما في اللغة العامية وكما قال بذلك قلة قليلة من اللغويين القدامى كما أسلفنا) عوض الزوجين، إذ يسلب المفهوم من بعض خصائصه ويختزله، فإنّه بذلك يتيح له مستوى أعلى من التجريد. ويُمكّن مثل هذا التبسيط من ترجمة كل من paire و doublet بالزوج أيضا. ولهذا يمكن مسايرةً للتبسيط قبول استعمال كلمة الزوج بدل الزوجي.

4.2. في مصطلح conjugate بالإنجليزية و conjugué بالفرنسية

الذي يرد كصفة في سياقات علمية مختلفة في الرياضيات وفي الفيزياء وفي علم الفلك والبيولوجيا وفي الكيمياء، الخ. وسنقصر اهتمامنا هنا على استعمال هذا المصطلح في الكيمياء إذ يترجم عندنا بالمرافق، فيقال حمض مرافق لقاعدة ترجمة لـ acide conjugué d'une base في إطار نظرية Brønsted-Lowry. ونذكر بأن الحمض يعرف في هذه النظرية بأنه كل نوع كيميائي HA يمكنه فقدان H^+ وأن القاعدة هي كل نوع كيميائي يمكنه اكتساب H^+ وفق نصفي المعادلتين:

$$HA \rightarrow H^+ + A^-$$
$$A^- + H^+ \rightarrow HA$$

ويؤلف كل من الحمض والقاعدة زوجي حمض/قاعدة: HA/A^- . من أجل ذلك يبدو لنا أن وصف الحمض بالمرافق (الذي يخص الحمض بصفة المرافق) مجانب للصواب وكذلك وصف القاعدة بالمرافقة، فكلاهما (الحمض والقاعدة) مرافق للآخر. من أجل ذلك تستعمل بعض البلاد العربية كلمة المترافق التي هي أوفى للمعنى العلمي. ولقد

قادنا اجتهادنا الخاص إلى إمكان اقتراح مصطلح **المتقارن** بدل **المترافق** لما في التقارن من دلالات تفي بالغرض المقصود. ووجدنا أن بعض البلاد تستعمله.

5.2. في مفهوم "Conditions normales de température et de pression"

من العبارات الدّارجة في العلوم الفيزيائية والكيميائية في بلادنا، "الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط" و"الشروط القياسية لدرجة الحرارة والضغط" و "الشروط المعيارية لدرجة الحرارة والضغط وهي ترجمة لـ Conditions normales de température et de pression بالفرنسية واختصارا (CNTP)، أو Standard conditions for temperature and pressure بالإنجليزية واختصارا (SCTP).

ونقصر اهتمامنا هنا على كلمة شروط. صحيح أن من معاني condition بالفرنسية أو الانجليزية الشرط في المجالات القانونية مثلا، أو حينما يتعلّق الأمر بمسألة منطقية. لكنه من معانيها أيضا الحال والوضعية والشأن والظرف، وعندما يُعنى بالسياق العام الذي تحدث فيها الحادثة، أي محيطها تحديدا، فإنه يتعيّن استعمال الظرف من أجل ذلك نقترح استعمال الظروف بدل الشروط.

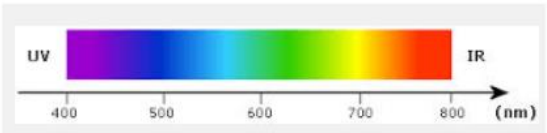
والمقصود بالظروف هنا إنّما هو درجة الحرارة والضغط، متغيران اثنان لا ثلاثة، وتفرض الدقة العلمية استعمال المثنّى الموجود في اللغة العربية (وغير الموجود في اللغتين الإنجليزية والفرنسية (بدل الجمع) لكنه قد يُقبل استعمال الجمع هنا، لخفّته، من باب جواز اعتبار المثنّى جمعا، عند بعض النحويين القدامى.

6.2. في مفهوم continuity بالإنجليزية و continuité بالفرنسية،

يدرج في كتبنا المدرسية والجامعية استعمال مفردة الاستمرارية ترجمة لـ continuity بالإنجليزية وcontinuité بالفرنسية، في ميادين عدّة. فيقال في ميدان الرّياضيات(الطوبولوجيا) مثلا عن دالة f بأنّها مستمرة continuous بالإنجليزية و continue بالفرنسية ، إذا ناسبت- في مقاربة تبسيطية- تغيرات متناهية الصغر للمتغير x تغيرات متناهية الصغر لقيمة f(x).

ويقال في العلوم الفيزيائية عن طيف مثل طيف ضوء الشمس بأنّه مستمر لأنّه يتكوّن من عدد غير متناه من كلّ الموجات التي أطوالها محصورة بين قيمتين معلومتين (هما حدّا المجال المرئي) فتظهر فيه الألوان، متدرجة من البنفسجي إلى الأحمر، دونما فجوة فاصلة بينها. سنقصر اهتمامنا هنا على الرّياضيات والعلوم الفيزيائية كمثلين على عدد من علوم أخرى يستعمل فيها نفس المصطلح كاللسانيات والإعلام الآلي.

طيف ضوء الشمس



ومقابل ذلك يقال عن دالة f، لا تتوفر فيها الخاصية المذكورة آنفا، بأنّها غير مستمرة أو متقطعة discontinuous بالإنجليزية و discontinue بالفرنسية، ومثل ذلك يقال أيضا عن طيف مؤلّف من خطوط بينها فجوات مثل الطّيف الذّري للهدروجين.

طيف الإصدار لذرة الهدروجين

ونرى بأنّ في كلمة "استمرارية" بعدا زمنيا لا يقتضيه السّياق. فلقد نشأت فكرة الاتصال في الرّياضيات لاعتبارات هندسية، أي ذات صلة ببعد مكاني ومن أجل ذلك يبدو لنا بأنّ الصفة "متصلة" أوفى للمعنى من الصفة "مستمرة" وأوثق صلة بتراثنا اللغوي حيث كان يقال الكم المتصل والكم المنفصل.

وفيما يتعلق بالطيف الذّري للهدروجين المؤلّف من سلاسل من الخطوط المفصولة عن بعضها البعض (series of discrete lines - séries de raies discrètes)، فيمكن وصفه بالطيف **المتفاصل** تماما كما يمكن استعمال نفس الصفة على ما شاكلها من الظواهر، مثل قيم الطاقات E_i لذرة الهدروجين المكوّنة من سلسلة من القيم المتفاصلة (valeurs discrètes) : $E_i = -k/i^2$ في نموذج بور. وأخيرا فإنّي أحسب أنّ كلمة "المُفاصلة" قد تغني عن كلمة "القطعنة" التي يستعملها البعض كترجمة لـ discrétisation.

7.2. في مفهوم metal بالإنجليزية و métal بالفرنسية

يحدث أن يَستعمل علم مفردات أَلِفها الناس في سياقات أخرى أو ورثوها من بيئتهم الثقافية بمعنى مختلف ممّا قد يؤدي أحيانا كثيرة إلى غلبة هذا المعنى ورسوخه في أذهان المتعلمين. ولنضرب على ذلكم مثلا: كلمة معادن (جمع معدن) في حقل العلوم الكيميائية.

نجد كلمة معادن في عبارات مثل:

- "يعوّل على الثروات المعدنية في الجزائر: الحديد، والفوسفات، والزنك، والرصاص، والزئبق، والباريت، والملح، والرخام، بالإضافة إلى معادن ثمينة أخرى دلّت دراسات حديثة على وجودها في الصّحراء كالذهب، واليورانيوم في تطوير الاقتصاد الوطني، بما ستقدمه من مواد تدخل في العديد من الصناعات".

ولا يجد أحد حرجا في استعمالها (كلمة معادن) في هذا السياق.

وترد نفس المفردة في نص مثل الذي يلي:

- "تشمل الفصيلة الأولى (الفصيلة IA) في الجدول الدوري عناصر الهدروجين والليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم والفرنسيوم. الهدروجين في أعلى الفصيلة وهو لا معدن، أما باقي العناصر فيطلق عليها اسم معادن القلي alkali metals بالإنجليزية وmétaux alcalins بالفرنسية".

واستعمال كلمة معادن في النص الأخير يستوقفنا لأن السياق أصبح علميا وأصبحت لذلك الدقة اللغوية فيه مطلبا جوهريا. فهل بعض العناصر معادن؟ وهل كلمة المعدن بالعربية تقابل metal بالإنجليزية وmétal بالفرنسية؟

لنحاول، بادئ ذي بدء، تحديد معنى المَعْدِن في اللغة العربية.

المَعْدِنُ، لغةً، اسم مكان من عَدَنَ في الأرض أي ثبت فيها، فهو المكان الذي يَثْبُتُ فيه الناس لأَن أَهله يقيمون فيه. ومَعْدِنُ كل شيء ما فيه أَصلُهُ ومَبْدَؤه وما منه ينحدر، ومن ذلك مَعْدِنُ الذهب والفضّة. وقريب من هذا المعنى، الرِّكازُ أي "ما ركزه الله تعالى في الأرض من المعادن في حالتها الطبيعية وهو في الغالب ذُو قيمة اقتصاديَّة لاحتوائه موادّ نافعة".

إنّ ما يُستخلص ممّا سبق أنّ مَعدِنَ أيّ شيء (ore بالإنجليزية و minerai بالفرنسية) هو ما يُستخرج منه الشيء (صخر) لفائدة ترجى في وجه من أوجه حياة الناس. فمعدن الحديد هو ما يُستخرج منه الحديد وليس هو الحديد عينه ومعدن الألمنيوم هو ما يُستخرج منه الألمنيوم وليس هو الألمنيوم عينه. فمعدن الحديد شيء والحديد شيء ثان، فأوّلهما متغيّر التركيب بحسب المكان، وثانيهما جسم خالص من الشوائب ما أمكن ذلك، معرّف بمقادير فيزيائية ثابتة من كتلة حجمية ودرجة حرارة انصهار، إلخ، وكذلك شأن معدن الألمنيوم والالمنيوم.

ولا عجب أن يفوق عدد المعادن المعروفة 5 آلاف معدن. فللحديد، على سبيل المثال، معادن عدة، مختلفة. ومعلوم أنّ عدد العناصر المعروفة اليوم لا يتجاوز 120 عنصرا، ولذلك لا يكون المعدن من عنصر واحد إلا نادرا، ولا يكون العنصر، بالتعريف، معدنا. ولا يصح إذن في هذا الموطن، من وجهة نظرنا، تغليب اسم الأصل على اسم الفرع لأن الأمر يتعلّق بأحد المفاهيم الأساسية في الكيمياء. فلا تصح تسمية الحديد العنصري بالمعدن.

وجدير بالملاحظة أنه توجد مثلا "معادن" للكبريت وللسليسيوم كما توجد "معادن" للحديد والألمنيوم. لكن للكبريت وللسليسيوم خصائص تجعل كليهما ينتمي إلى صنف متميز عن صنف الآخر في الجدول الدّوري للعناصر الكيميائية ومتميز في الوقت ذاته عن الحديد والألمنيوم اللذين تجمع بينهما خصائص مشتركة.

وإذا كانت معدني اسم منسوب إلى مَعدِن كما في القول "سلك معدني" فما عسى يعني وصفنا للسليسيوم بأنه "لا معدني". أتسلبه صفة كونه مستخرجا من معدن؟ وهل نرتضي لأنفسنا، في سياق علمي يقتضي الدقة، عند دراسة خصائص عناصر الجدول الدوري للعناصر مثلا، أن نستعمل في اللغة العربية كلمة معدن بمعنيين مختلفين طورا كترجمة لـ ore بالإنجليزية و minerai بالفرنسية، وطورا كترجمة لـ metal بالإنجليزية أو métal بالفرنسية، مع وجود كلمة عربية تغنينا عن ذلك وهي كلمة فلزّ (الجمع فلزّات) المستعملة في بعض البلاد وهي تعني كلّ عُنْصُر كِيمَاوِي يَتَمَيَّزُ بِبَرِيقٍ خَاصٍّ وَبِقَابِلِيَّتِهِ لِنَقْلِ الْحَرَارَةِ وَالْكَهْرَبَاءِ كَالذَّهَبِ وَالْفِضَّةِ وَالأَلْمِنْيُومِ وَالْحَدِيدِ.

8.2. في مفهوم réactif limitant - limiting reactant

من العبارات الرّائجة في بلادنا «عبارة "المتفاعل المُحِدُّ "، نجدها في كتبنا المدرسية ويستعملها الطلبة والأساتذة. ويُقصد بها ذاك المتفاعل الذي يتحوّل كليا في تفاعل كيميائي تام، قبل كل المتفاعلات، فهو أول ما يُستهلك ويُستنفد منها.

والمتفاعل المُحِدُّ ترجمة لمصطلح limiting reagent أو limiting reactant بالإنجليزية و réactif limitant بالفرنسية. ويوصف متفاعل بهذه الصفة (limitant –limiting) لأنّه، بزواله، يتوقف التّفاعل من جهة، ولأنه، من جهة ثانية، يُحدِّد كميات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ومن ثمّ فهو يحدد المردود النظري للتفاعل ويقيّده.

واضح أن المفردة "مُحِدٌّ" اسم فاعل من فعل ثلاثي مزيد: أَحَدَّ فهو مُحِدٌّ، وليس من معاني أَحَدَّ ماله صلة بالسّياق الكيميائي الذي يعنينا. إذ تفيد لبِس الحدادَ، وشحذ السكين ونحوها، وتحديق البصر. من أجل ذلك أرى أنه ينبغي العدول عن استعماله لعدم انطباقه على الواقع المدروس. وجدير بالملاحظة أنّ للصفتين limitant و limiting العديد من المرادفات أو قريباتها في الدلالة في اللغتين الانجليزية والفرنسية، من أهمّها التقييد والتحديد وكلاهما يؤدي المعنى المقصود وعليه، فإننا نقترح استعمال أحد المصطلحين فنقول المتفاعل **المُحدِّد** أو **المُقيِّد**.

لقد اكتفينا في هذا المقال بعرض عينة من الأخطاء المتكررة في ترجمة بعض المفاهيم العلمية إلى اللغة العربية التي صادفتنا ونحن نؤدي مهمتنا التعليمية منذ سنوات عديدة، إذ ليس غرضنا الشمول والإحاطة بها جميعا حسبنا لفت العناية إليها فقط، ثم إن عملنا المتواضع هذا لا يعدو أن يكون اجتهادا فرديا منعزلا ليس بمنأى، بطبيعة الحال، عن القصور والنقصان ولذا فإننا نرحب بكل التصويبات التي يراها قراء المجلة وزملاؤنا الأساتذة.

واقع اللغة العربية في المجتمع الجزائري

بين الازدواجية والثنائية اللغوية

عابد بوهادي
أستاذ بجامعة ابن خلدون، تيارت
elhadj_abed@hotmail.fr

مقدمة

تتداخل المفاهيم عند محاولة تحديد مصطلح كل من الثنائية اللغوية والازدواجية اللغوية لدى كثير من الناس، سواء في الوطن العربي أو في غيره، ممّا كرس نوعا من قبول المزج بينهما سواء عند العارفين أو عند غيرهم. بل ربما وجدنا ذلك حتى عند بعض المتخصصين أنفسهم، ممّا يعقّد القضية أكثر؟ لكن الرجوع إلى الأصل، وهو المراد، يحتم علينا الأخذ بما هو أنسب عند تناول هذه القضية على مستوى علمي وأكثر دقة. هذا الموقف يدعونا إلى إعادة تعريف كل منهما. فما هي الازدواجية؟ وما مفهوم الثنائية اللغوية؟

1. الازدواجية اللغوية

1.1. تعريف الازدواجية اللغوية

يُعرّف اللساني الأمريكي شارل فرجيسون Charles Ferguson الازدواجية اللغوية بقوله: الازدواجية اللغوية وضع مستقر نسبيا، يوجد فيه -بالإضافة إلى اللّهجات الرئيسية للّغة (التي قد تشمل لهجة واحدة أو لهجات إقليمية متعددة) نوع من اللهجات مختلف اختلافا كبيرا عن غيره من الأنواع ومنظم ومصنف للغاية. وغالبا ما تكون قواعد هذا النوع أكثر تعقيدا من قواعد اللهجات. وهذه اللغة بمثابة نوع راق يُستخدم وسيلةً للتعبير عن أدب محترم، سواء كان هذا الأدب ينتمي إلى جماعة في عصر سابق أو إلى جماعة حضارية أخرى. ويتّم تعلم هذه اللغة الراقية عن طريق التربية الرسمية، ولكن يستخدمها أي قطاع من الجماعة في أحاديثه الاعتيادية. [7].

أما القعود، فيرى أن الازدواج اللغوي هو وجود مستويين في اللغة العربية: مستوى الفصيحة، ومستوى الدارجة، أو مقابلاتها مثل العامية واللهجة (في مفهوم بعضهم، مع أن الأفضل تخصيص مصطلح اللهجة لما يتعلق بالنطق)، وما يتضمنه هذا المفهوم من تباعد بل صراع في بعض المجالات والأذهان. [8].

يمكن تعريف الازدواجية إجرائيًا بأنها الاستخدام المزدوج للعامية والفصحى، حيث يتم استخدام العامية في الحياة اليومية، والفصحى في الحياة الرسمية. [11].

تختلف الازدواجية باختلاف العلوم، ففي علم اللغة النفسي هي "أن يجيد المرء لغتين معًا إجادة تامة، لغة الأهل ولغة أخرى. وقد يكتسبهما معًا، وقد يكتسب لغة الأهل أوّلاً."[5] .

2.1. نشأة الازدواجية اللغوية

يرى بعض الباحثين أن أول من تحدَّث عن الازدواجية اللغوية هو الألماني كارل كرمباخر Karl Krimbacher وذلك في عام 1902. أما آخرون فيرون أن الفرنسي وليم مارسين William Marcin هو الذي وضع بالفرنسية مصطلح الازدواجية la Diglossie سنة 1930[3]. وعرّفه بأنه الصراع بين لغة أدبية مكتوبة وأخرى عامية شائعة، حيث يظهر المصطلح بشكلين مختلفين من الاستخدام اللغوي للسان نفسه. يبدو الشكل الأول معقدا

ومحدود الاستخدام، فيما يظهر الآخر بسيطا وشائع الاستخدام. وقد أطلق على الأول اللسان الفصيح والآخر اللسان العامي [3].

3.1. خصائص الازدواجية اللغوية

من الخصائص والمميزات الواجب توفرها في لغة مجتمع ما كي يتم اعتبار هذا الوضع اللغوي صالحًا لوصفه بازدواجية اللغة، ما أورده فرجيسون: [6]

- **الوظيفة:** يعتبر فرجيسون ومعظم الذين اتبعوه في دراسة ظاهرة ازدواجية اللغة، أن الوظيفة التي يؤديها الشكل اللغوي من أهم خصائص هذه الظاهرة. فهناك بعض المناسبات أو الأوضاع الاجتماعية التي تحتم استخدام اللهجة العليا، كاللهجة العربية الفصحى في مثاله عن اللغة العربية. بينما هناك بعض الأوضاع التي يكون استخدام اللهجة الدنيا، كاللهجة المصرية المتحدثة في القاهرة ضرورة حتمية. ويحدث هذا الاختلاف في الوظيفة في كل المجتمعات وباختلاف أفراد المجتمع.
- **المنزلة:** الخاصية الثانية من خصائص ازدواجية اللغة هي المنزلة. فاللهجة العليا يعتبرها جميع أفراد المجتمع لهجة عالية المستوى ولا يُقارن مستواها بمستوى اللهجة الدنيا. هذا الاحترام العميق أو المقام العالي الذي تتمتع به اللهجة العليا، قد يقود بعض أفراد المجتمع إلى إنكار وجود اللهجة الدنيا. فتطور اللغة العربية وما بلغته من مكانة رفيعة في وسط أفراد المجتمع أمر طبيعي مثل باقي اللغات الأخرى، ومنزلة العربية الفصحى تجعلها في أعلى المراتب عكس اللهجة العامية، والتي تعتبر انحرافا لغويا عن الفصحى.
- **التراث الأدبي:** في جميع الحالات الدراسية التي ذكرها فرجسون، دائمًا ما يتمتع الشكل الأعلى من اللغة بتراث أدبي أكبر من التراث الأدبي الذي تحظى به اللهجة الدنيا. إلا أن هناك من أفراد المجتمع من يرى أن التراث الأدبي للهجة الدنيا كالعامية يمثل أدبًا حقيقياً، كالأدب الشعبي وما يحويه من ألغاز وأمثال وحكم ونكت، إلخ. فهو جدير بالدراسة والتحليل.
- **الاكتساب:** يُقصد بالاكتساب هنا الوسيلة التي يتم عن طريقها اكتساب اللغة كلغة أم. يرى فرجسون أن البالغين يستخدمون اللهجة العامية أو المحلية (الشكل اللغوي الأدنى) عندما يتحدثون مع أطفالهم. كما أن الأطفال يستخدمون هذا الشكل اللغوي عندما يتحدثون فيما بينهم. فالشكل اللغوي الأدنى أو العامية يُكتسب سريعًا باعتباره لغة الحوار اليومي.
- **الثبات:** تُعتبر ظاهرة ازدواجية اللغة وضعًا لغويًا ثابتًا من الممكن استمراره لمئات الأعوام، وفي بعض الحالات قد يصل عمر هذا الثبات إلى ألف عام. فخاصية الثبات تصف وضع اللغة العربية وصفًا جيدًا، ولكن هذه الازدواجية لا تلبث أن تُستبدل بظهور شكل جديد أقل ثباتا ومعايرة، ويكون وسطا بين الشكلين اللغويين.

مما سبق ذكره من الخصائص التي تميز الازدواجية اللغوية، يبقى دائما تفاوت ولو بالقدر القليل بين اللغة العربية ذات المستوى العالي، واللغة الدنيا (اللهجة) ذات المستوى المتدني، والتي تُعتبر في نظر بعض الأشخاص انحطاطا عن العربية الفصحى.

4.1. في حد الازدواجية

تتباين الآراء في بيان حد مصطلح الازدواجية ومفهومه، ويبدو في دراسات معظم اللغويين مختلطا بمصطلح الثنائية اللغوية ومتداخلا معه فأُطلق مصطلح الازدواجية على الثنائية والثنائية على الازدواجية. [10].

5.1. اللهجة العامية

يشير إبراهيم كايد إلى أن اللهجة العامية هي "الجانب المتطور للغة الذي يشمل البعد عن اللغة الأم، ويستخدمه أفراد المجتمع وطبقاته المختلفة في الاستعمال اليومي"[9]. فالعامية هي لغة التخاطب التي يتعامل بها الأفراد فيما بينهم في حياتهم اليومية للتعرف على مقاصدهم.

فيما يوضح علي الخولي أن الازدواجية تعني نمطين من اللغة يسيران جنبا إلى جنب في المجتمع المعيّن. يتمثل النمط الأول في اللغة النموذجية الرسمية (formel)، والثاني هو ما جرى العُرف على تسميته، على ضرب التعميم، اللغة المحكية غير الرسمية (informel). وليس يُقصد بالضرورة الرسمية هنا الحكومي، بل يدل مصطلح الرسمي على الاستخدام الرفيع للغة، ومصطلح غير الرسمي يدل على الاستخدام الشخصي أو الشعبي أو الودّي للغة. [2]

2. الثنائية اللغوية

يتفق المتخصصون على أن الثنائية اللغوية تعني وجود لغتين متنافستين في الاستعمال تتمتعان بمنزلة واحدة من حيث الكتابة الرسمية والاستعمال، مثلما نلاحظ في الجزائر، حيث العربية لغة مشتركة والفرنسية كذلك، وتمثلان لغتين يستعملهما المتكلمون بالقدر نفسه من الكفاية تقريبا في شتى مجالات الحياة.

1.2. مصطلح الثنائية اللغوية

ظهر مصطلح الثنائية اللغوية لأول مرة على يد الكاتب اليوناني إمانويل غواديس Emmanuel Roïdis لأسباب متعددة، كانت ناجمة عن الوضعية اللغوية المتضاربة في المجتمع اليوناني. يمكن تحديد الثنائية اللغوية بأنها وضعية لغوية يتناوب فيها متكلمون من مجموعة لغوية ما على نظامين لغويين مختلفين، [1]. ويرمز مفهوم الثنائية اللغوية إلى تداول لغتين مختلفتين في مجتمع واحد، [11]. إن تعريف الثنائية اللغوية الذي نعتمده هو التعريف الذي يحدد الثنائية اللغوية من حيث أنها وبشكل خاص، استخدام لغتين بالتناوب، [4].

وبهذا المفهوم تبدو الازدواجية مقابلا عربيا لمصطلح Diglossie فيما تبدو الثنائية المقابل العربي لمصطلح Bilinguisme. لكن عند ترجمة هذين المصطلحين إلى العربية يبدوان كأنهما يحملان معنى واحدا، فمصطلح Diglossie يتركب من سابقة يونانية هي Di والتي تعنى مثنى أو ثنائي أو مضاعف، وgloss والتي تعني لغة، ولاحقة هي ia للحالة. وحاصل الترجمة "حالة لغة مثناة أو مضاعفة"، وهذا يعني الثنائية اللغوية. ويتركب مصطلح Bilinguisme من سابقة لاتينية هي Bi، وتعني مثنى أو مضاعف، وlingual، وتعني لغوي، ولاحقة ism، الدالة على السلوك المميز أو الحالة. وحاصل الترجمة "سلوك لغوي مثنى أو مضاعف، وهذا يعني الثنائية اللغوية"، [9].

2.2. مساحة انتشار الثنائية اللغوية

تنتشر الثنائية اللغوية في كثير من البلدان المتقدمة، حيث يُلاحظ أن بعض المتكلمين ممن يتمتعون بوصف ثنائي اللغة تهيمن إحدى اللغتين على كلامهم، فيبدو المتكلم منهم كما لو أنه يترجم أو يتحدث متأثرا بقواعد الأخرى، سواء من حيث المعنى أو الأسلوب. وبناء على ذلك، ينظر إلى الحياة من خلال لغتين نظرة خاصة. فهي قد تؤدي إلى كثير من المشكلات لا على مستوى الترجمة فحسب بل على مستوى التعبير. ولكنها قد تكون مفيدة إذا نجح المتكلم في دمج نظامين من التفكير، دون أن يخل أحدهما بالآخر.

وقد يكون التدخل من اللغة الأصلية في الثانية صوتياً فيلفظ المتكلم الإنجليزية مثلا، مثلما يلفظ الكلمات بالعربية، وهو تدخل قد لا يعيق المعنى عن الوضوح والوصول للمتلقي، بيد أنه يثير ردود فعل سلبية لدى متكلمي اللغة الأصليين.

3. الفرق بين الازدواجية اللغوية والثنائية اللغوية

لدى بعض الأشخاص خلط بين الازدواجية اللغوية والثنائية اللغوية، في حين أن لكل منهما له معنى مختلف عن الآخر على النحو التالي:

تحمل الثنائية اللغوية معنى مختلف تمامًا عن الازدواجية اللغوية حيث أن الثنائية اللغوية تعنى أن أبناء الدولة الواحدة يتحدثون أكثر من لغة. وعلى سبيل المثال، في دولة سنغافورة، نجد السكان يتحدثون أكثر من لغة مثل اللغة الإنجليزية واللغة الماليزية. وبالتالي يوجد بهذه الدولة ثنائية لغوية، أي أن جزءا من السكان يستخدم إحدى اللغات فيما يستخدم الجزء الآخر لغة أخرى، ولا يوجد بها تعدد لهجات للغة الواحدة كما هو الحال في الازدواجية اللغوية.

4. مشكلات الازدواجية اللغوية

تُعتبر مشكلة الازدواجية اللغوية Diglossie إحدى أكبر المشكلات التي قد لحقت بالمجتمعات العربية، وأدت إلى طمس جزء كبير من هوية اللغة العربية. ويرجع ذلك إلى الاختلاط بين اللغات العامية واللغة العربية الفصحى. في بداية ظهور اللغات العامية، كان استخدامها مقتصرًا على المعاملات اليومية بين الأشخاص وفي نطاق محدود، ولكنها قد أصبحت اليوم تبارز اللغة العربية الفصحى حتى إنها قد وصلت إلى المؤسسات التعليمية. وقد أثّر هذا بالطبع بشكل سلبي تمامًا على سلامة اللغة.

ومن الملاحظ أن في كافة البلدان العربية، أصبحت لا تستخدم اللغة العربية الفصحى، بل أصبحت تستخدم بعض اللهجات العامية التي تزيد عن لهجة عامية واحدة داخل الدولة الواحدة. ويُذكر أن الازدواجية اللغوية ليست مقصورة على اللغة العربية فحسب، بل إن كافة البلدان الأخرى غير العربية تُعاني أيضًا من ازدواجية اللغة وانتشار بعض اللغات العامية بين المواطنين. على سبيل المثال، وجود أكثر من لهجة وطريقة تَحَدُّث للغة الإنجليزية.

تُعتبر الازدواجية اللغوية مشكلة عويصة حلّت بالمجتمعات العربية، إذ يجتمع فيها مستويان من اللغة: الأول فصيح والآخر عامي حيث نجد أن هذه اللهجة العامية تسير جنبا إلى جنب مع اللغة العربية الفصحى، تزاحمها وتتماشى معها في مختلف القطاعات وخاصة قطاع التربية والتعليم. وفي مقابل الازدواجية اللغوية نجد الثنائية اللغوية، التي تُعبّر بدورها عن وجود لغتين في مجتمع واحد، فهي عكس الازدواجية اللغوية التي تُعبر عن اللغة الأصل وعامياتها المتعددة.

تُعرف الازدواجية اللغوية بتعدد اللغات عند الفرد الواحد أو عند المجتمع. وقد يؤثر هذا التعدد أو الازدواج اللغوي على مختلف القطاعات وخاصة قطاع التربية. وقد يستخدم أفراد المجتمع عدة مسميات للرجوع إلى أحد الأشكال اللغوية والتي عادة ما تحمل أسماء معينة تميزها في المجتمع. وهذا ما يؤيده المتحمسون للغة العربية الفصحى، ومن المشكلات التي نبعت من الازدواجية اللغوية:

- مشكلات تعليم اللغة العربية للعرب والأجانب؛
- مشكلات الترجمة والتعريب في العصر التقني الحديث؛

- مشكلات اللغة في وسائل الإعلام (الإذاعة والتلفاز والصحافة)؛
- مشكلات الحوار في الأدب المسرحي والروائي والقصصي.

وهناك من يقول إن للشكل اللغوي الأدنى في التعليم فوائد عديدة، كما أنه أقرب إلى تفكير أفراد المجتمع ومشاعرهم. على سبيل المثال لا حاجة إلى تعليم الأطفال شكل لغوي. فالشكل الأدنى للغة يسهل عملية الفهم للمتعلم وخاصة في قطاع التربية والتعليم. لكن إذا ما استمر هذا الشكل المتدني من اللغة وبقي المتعلم يتحدث به داخل القسم فسوف يعود ذلك بالسلب على المتعلم.

فالازدواج سبب رئيس في تصدع النبتة الثقافية لأمتنا، وهو المسؤول عن هذا التبديد القاتل لكل الجهود التربوية، إنه عدو لكل تطور فكري أو حضاري، [9].

تُعتبر الازدواجية مشكلة العصر، وهي مشكلة تتطلب عدة حلول، وهذا ليس بالأمر الهين واليسير، وخاصة حين يُراد لهذا الحل أن يكون ممارسة لغوية شاملة. ومن بين حلول هذه المشكلة نذكر:

- التسليم بالازدواجية؛
- التوحد، ويعني اعتماد الفصحى فقط، أو العامية فقط، أو لغة أخرى أجنبية؛
- التقريب بين العامية والفصحى.

5. أسباب انتشار الازدواجية اللغوية

هناك عدد كبير من العوامل التي أدت إلى ظهور الازدواجية اللغوية في اللغة العربية، وقد أشار علماء اللغة إلى هذه الأسباب في النقاط التالية:

أ. الاحتلال الاستعماري الأجنبي

لقد شهدت مختلف الدول العربية في فترات مختلفة من تاريخها التعرض إلى الاحتلال الاستعماري، وهذا ما أدى إلى حدوث اختلاط بين أبناء الوطن العربي وأبناء بعض الدول غير الناطقة بالعربية مثل الإنجليزية، والفرنسية. وهذا ما أدلى بدلوه على سلامة اللغة العربية وانتشار اللهجات العامية المختلفة.

ب. الاهتمام بتعلم اللغات الأجنبية فقط

من المؤسف أن الكثير من أولياء الأمور اليوم يحرصون على تعليم أبنائهم اللغات الأجنبية مثل الفرنسية والإنجليزية وغيرها، ولا يهتمون بتعلم اللغة العربية. وهذا بالطبع أدى إلى إفراز أجيال لا تتقن العربية ولا تعرف عنها سوى الأسلوب العامي فقط. مما أدى إلى تراجع استخدام اللغة العربية الفصحى بشكل كبير وانتشار الازدواجية اللغوية.

ج. التراث الأدبي والشعبي

كما أن اللغة العامية قد أثرت أيضًا على التراث والأدب، وأدت إلى ظهور ما يُسمى بالأدب الشعبي المعتمد على استخدام النكت والطرائف والمصطلحات العامية المختلفة. وينال هذا النوع من الأدب إعجاب عدد كبير من الأشخاص، إلا أنه قد أثَّر سلبيًا على سلامة المصطلحات اللغوية الفصحى.

6. أثر الإشكالية اللغوية في الوطن العربي وفي الجز ائر على وجه التحديد

اللغة العربية الرسمية للوطن العربي، تتكون من 28 حرفا مكتوبا، وتكتب من اليمين إلى اليسار على عكس العديد من اللغات الأخرى التي تكتب من اليسار إلى اليمين، أو من الأعلى إلى الأسفل كاللغة الصينية. واللغة العربية هي اللغة التي نزل بها القرآن الكريم.

أمّا اللغة العامية، فهي اللهجة المنطوقة على ألسنة معظم الناس في المجتمع الواحد. والعامية مصطلح يُطلق على اللغة المتداولة بين أفراد الشعب، وغالبا ما تكون اللغة الفصحى مكونها الأساسي إضافة إلى بعض الكلمات الدخيلة من اللغات الأخرى أو المستحدثة محليا أو التحريف في بعض ألفاظ اللغة الفصحى.

ومن العامية الجزائرية ما كان أصلها فصيحا مثل:

- **هرد الشيء**، أي أهلكه أو أفسده، أو ما شابه ذلك من الفصيح. ويقال **هرد** الثوب أي مزقه، شققه، خرقه.
- **تعافرو**، أي تشاجروا، تصارعوا. من العفر وهو التراب، لأن المتصارعين يحاول كل منهم أن يسقط صاحبه على الأرض يمرغه في العفر.
- **يدوّرعليه**، أي يبحث عنه. من دار الفصيحة، ضعفت عينها للمبالغة.
- **شفته خطرة وحدة**، ويُقصد بالخطرة المرة، وهو تعبير مجازي فصيح. وفي أساس البلاغة ما **لقيتوش** إلا خطرة، وشاف من أصل عربي.
- **يخرط**، وله معاني كثيرة في العامية، أهمها غير صادق فيما يقول، وأنه غير متزن في كلامه.

1.6. الوضع اللغوي الحالي لتفاعل العامية والفصحى

اكتفت الفصحى بالتعبير عن مجالات معينة كالدين والآداب والعلوم والأمور السياسية والإدارية وبعض المظاهر الثقافية والفنية. واقتصرت العامية على التعبير عن جوانب الحياة اليومية في البيت والشارع والسوق وبعض الأماكن الترفيهية وما إلى ذلك.

2.6. الإشكاليات الناتجة عن هذا الوضع اللغوي وإمكانية تجاوزه

لقد نتج عن هذا الوضع عدد كبير من المشكلات اللغوية، نجد في مقدمتها المدة الزمنية التي يستغرقها متعلمو اللغة العربية الفصحى دون الحصول على نتائج مرضية في كثير من الأحيان. وما تفرع عن هذه الوضعية من مشكلات مختلفة، كالتخلف في تحصيل المعارف العلمية، لأن أذهان المتعلمين تنصرف إلى الشكل الذي كُتبت به هذه المعارف أكثر من التفكير في محتويات هذا الشكل.

3.6. العامي والفصيح في ضوء اللغة الأم

المقصود هنا هو لغة الأم أي اللغة الأصل للغات تتفرع منها، كتفرع الفرنسية والإيطالية عن اللاتينية. غير أن الأمر معقد بالنسبة للغة العربية. وقد ظل يصاحبها التعقيد عبر تاريخها، وازداد بعد انتشارها واتساع رقعتها الجغرافية، من خلال إقبال غير العرب عليها، مما جعلها تتحلل إلى لهجات أصبحت تُعد اليوم بالمئات.

وهذا ما أشار إليه **ديسوسير** de Saussure بوضوح وهو يتحدث عن اللغة الأدبية والمحلية "يمكن للوحدة اللغوية أن تُدمَّر فتنقرض، وقد يتم ذلك بتأثر لغة طبيعية بلغة أدبية أخرى. الأمر الذي يفضي لأن يكون السواد الأعظم من السكان الثنائي اللغة متحدثا في آن لغة الكل واللغة المحلية. وهذا ما يلمحه البعض في مناطق عديدة من فرنسا".

4.6. نشوء اللغة الأم الثانية

إن اللغة الأم الأولى ملكة فصيحة راقية رفيعة. بينما اللغة الأم الثانية ملكة ناقصة، نشأت نتيجة للظروف الخارجية التي لمَّح إليها ابن خلدون في قوله "معنى ما تقوله العامة من أن اللغة للعرب بالطبع أي بالملكة الأولى التي أخذت عنهم ولو يأخذونها من غيرهم، ثم فسدت هذه الملكة لمخالطتهم الأعاجم. وسبب فسادها أن الناشئ من الجيل

صار يسمح بكيفيات أخرى غير الكيفيات التي كانت للعرب، فاختلط عليه الأمر وأخذ من هذه وهذه فاستحدث ملكة وكانت ناقصة عن الأولى، و هذا هو معنى فساد اللسان العربي".

لكن ما يجب أن ننتبه إليه أن الملكة الناقصة ليست ناقصة بالنسبة للغة الأم، بل ناقصة بالنسبة للغة الأم الأولى المتخذة كلغة رسمية كلغة الدين والتعامل الرسمي. لأن لغة الأم هي لغة سليقية على الرغم مما توظفه من صيغ ملحونة من اللغة العامة للتعبير عن أغراضها في الحياة اليومية.

مراجع

1. بوترعة، عبد الحميد: واقع الصحافة الجزائرية في ظل التعددية اللغوية، مجلة الدراسات والبحوث الاجتماعية، جامعة الوادي، ع. 8، 2014.
2. الخولي، محمد علي: الحياة مع لغتين، الثنائية اللغوية، دار الفلاح للنشر والتوزيع، عمان، 2002.
3. الزغلول، محمد راجي: إزدواجية اللغة، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، كانون أول، 1980.
4. زكريا، ميشال: قضايا ألسنية تطبيقية، دراسات لغوية اجتماعية نفسية مع مقارنة تراثية، دار العلم للملايين، بيروت، 1993.
5. شمس الدين، جلال: علم اللغة النفسي، مناهجه ونظرياته وقضاياه، المؤسسة الثقافية الجامعية، الإسكندرية، 2012.
6. الفلاحي، ابراهيم: ازدواجية اللغة، النظرية والتطبيق، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، 1996.
7. القاسمي، علي: العربية الفصحى وعاميتها في السياسة اللغوية، أعمال الندوة الدولية للفصحى وعاميتها، المجلس الأعلى للغة العربية.
8. القعود، عبد الرحمن: الازدواج اللغوي في اللغة العربية، الازدواج اللغوي لفرغيسون، مكتبة الملك فهد، الرياض، 1997.
9. كايد، محمود إبراهيم: العربية الفصحى بين الازدواجية اللغوية والثنائية اللغوية، المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل، (العلوم الإنسانية والإدارية)، م. 3، ع. 1، 2002.
10. المصري، عباس وأبو حسن، عماد: الازدواجية اللغوية في اللغة العربية، المجمع، ع. 8، 2014.
11. وطفة، علي أسعد، إشكاليات العربية وقضايا التعريب في جامعة الكويت، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، الكويت، 2014.

و اقع التكوين النفسي التربوي بالمدارس العليا للأساتذة:
قراءة تحليلية

علي فارس

أستاذ بقسم علوم التربية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

ali.fares@g.ens-kouba.dz

مقدمة

راهنت وزارة التربية الوطنية على دور المدارس العليا للأساتذة في تكوين الأساتذة في جميع الأطوار والمراحل والتخصصات، بعد إلغاء الاعتماد على أسلوب التكوين بالمعاهد التكنولوجية للتربية. إلاّ أنَّ هذا التكوين، لم يرتق إلى تطلعاتها. وهذا ما أجبرها على إعادة النظر في البرامج التكوينية بالمدارس العليا للأساتذة، وخاصة ما تعلق الأمر بمواد التكوين النفسي التربوي، من خلال إلزام المدارس العليا للأساتذة بدفتر شروط يتضمن الإطار المرجعي للكفاءات المهنية للأساتذة.

لكن، ورغم كل هذه الجهود، فإنَّ التكوين النفسي التربوي مازال لم يأخذ مكانته في هذه المدارس، نظراً لعدة اعتبارات، ممّا كوَّن اتجاهات متضاربة، منها ما قد تكون إيجابية، ومنها ما قد تكون سلبية. ونظراً لأهمية هذا الموضوع، جاء هذا المقال للكشف عن قيمة التكوين النفسي التربوي بالمدارس العليا للأساتذة من وجهة نظر وزارة التربية الوطنية، وهذا من خلال مقاربته مقاربة نقدية تحليلية لسبر أغواره، والكشف عن واقعه.

1. قيمة التكوين النفسي البيداغوجي بالمدارس العليا للأساتذة

إنَّ الأستاذ الذي لا يملك تكويناً في المواد النفسية والتربوية والتعليمية، لا شك أن تكوينه سيكون ذا علّة لأنه بذلك قد يتخذ ممارسات غير تعليمية أو غير مهنية، نظراً لاضطراب تكوينه. ونتيجة لذلك قد يسقط هذا الأستاذ في عدة مشكلات، منها ما يتعلق بالكفاءات والأهداف، ومنها ما يتعلق بطبيعة التدريس أو طبيعية التعلُّم أو التقويم والمعالجة، إلخ.

لذلك فوزارة التربية الوطنية تُدرك تماماً أنَّ الشّق النفسي التربوي هو الذي يفتقده الكثير من الأساتذة. فلا يُمكن أن نكوِّن أساتذة في مواد التخصص، ونُهمل الشّق الآخر المكمّل، الذي لا يقل أهمية عن الأول. لكن من خلال مراجعة برامج التكوين بالمدارس العليا للأساتذة يتضح أنَّ التكوين النفسي البيداغوجي في خطر، بحيث أنه لم يأخذ نصيبه على أكمل وجه رغم إلحاح وزارة التربية الوطنية على جودة التكوين في هذا الجانب.

ففي السنة الأولى، يدرس الطالب الأستاذ وحدة **مدخل إلى علوم التربية** التي من خلالها يُمكنه أخذ فكرة شاملة حول مهنة التدريس حيث يدرس الطالب: تاريخ التربية، فلسفة التربية، إبستيمولوجية التربية، سيكولوجية التربية، سوسيولوجية التربية، اقتصاديات التربية، أنثروبولوجية التربية، تكنولوجية التربية، التربية المقارنة، إحصائيات التربية، فيزيولوجية التربية، وغيرها من فروع علوم التربية، باعتبارها مجموعة من الحقول المعرفية وليس علماً واحداً، كما يعتقده البعض.

وفي السنة الثانية، يدرس وحدة علم النفس النمو: الطفل والمراهق، تمكن الطالب من فهم خصائص وحاجات ومشكلات كل مرحلة نمائية: المرحلة الجنينية، مرحلة الرضاعة، مرحلة الطفولة، مرحلة المراهقة، إلخ.

وبذلك يلمّ بطرق التعامل مع كل مرحلة. وفي السنة الثالثة يدرس وحدة علم النفس التربوي حيث يتناول فيها كل ما يتعلق بسيكولوجية التعلُّم ونظرياته، وسيكولوجية الدافعية، وسيكولوجية الفروق الفردية والعمليات المعرفية، والإدارة الصفية، وطرق التكفل ومعالجة المشكلات الصفية. بينما تتم في السنة الرابعة دراسة المناهج التعليمية والتقويم التربوي التي من خلالها يتحكم الطالب الأستاذ في أدوات التدريس، وخاصة آليات التنفيذ الأمثل للمناهج الرسمية.

لكن المغالطات الموجودة في الساحة تزعم أن علوم التربية وعلوم النفس لا ترقى لمصاف العلوم الصرفة، كعلوم الطبيعة والحياة والعلوم الفزيائية والكيميائية والرياضياتية والإعلام الآلي، وهي بذلك تُعدّ مجرد فلسفة أو سفسطة عقيمة لا طائل منها. وهذا للأسف، تسويق مباشر أو غير مباشر لتحطيم الأهداف التي من أجلها وُجدت المدارس العليا للأساتذة. فلو كانت هذه المدارس تُدرّس العلوم فقط، دون العلوم التربوية والنفسية لكانت نسخة من الجامعة. وهذا خطأ، بل مغالطة يجب الإسراع إلى حسمها، ومنع كل التجاوزات التي قد تعصف بالحياة المدرسية داخل هذه المدارس.

وحتى نبرهن على قيمة التكوين النفسي التربوي بالمدارس العليا للأساتذة نقدّم الحجج الآتية:

1.1. دفتر شروط وزارة التربية الوطنية (2020-2021)

ازدادت أهمية المدارس العليا للأساتذة بعد إلغاء المعاهد التكنولوجية للتربية التي كانت تقدّم الكثير للمدرسة الجزائرية. ولكن نية السلطات المعنية في الانتقال من المعاهد التكنولوجية للتربية إلى المدارس العليا للأساتذة كان أمراً اختياريا وليس إجباريا، نظراً لعدة أسباب وعوامل. ولكن هذا لا يمنع من كون المدارس العليا للأساتذة هي الأخرى تقدّم خدمات تكوينية لا ينكرها إلا جاحد، وهي الآن مطالبة أكثر من أي وقت مضى بإعادة النظر في برامجها لتواكب خارطة طريق وزارة التربية الوطنية.

لذلك عملت وزارة التربية الوطنية على إعداد دفتر شروط جديد عام 2020 -2021، تُحدّد فيه الكفاءات المهنية للأساتذة في إطار مرجعي يتضمن ثلاثة ميادين أساسية. وتدخل ضمن هذه الميادين الثلاثة 10 كفاءات مهنية فرعية، هي:

أ. ميدان المعرفة المهنية: ويشمل نقطتين أساسيتين، هما:

- معرفة مادة التخصص؛
- معرفة الفروق الفردية.

ب. الممارسة المهنية: وتشمل ثلاث نقاط أساسية، هي:

- التخطيط؛
- التنفيذ؛
- التقويم.

ج. المشاركة المهنية: ويشمل ثلاث نقاط أساسية:

- التعلُّم المهني؛
- التحفيز وإشراك المتعلمين؛
- الاتصال والتواصل.

الكفاءات المهنية للأساتذة وفق تصوروزارة التربية الوطنية

الرقم	الكفاءات المهنية للأساتذة
01	**يتصرف بصفة موظف للدولة في إطار أخلاقيات المهنة والتشريعات السارية.** - يحترم القيم الوطنية والعالمية، والمبادئ الأخلاقية. والثوابت الوطنية، (السيادة الوطنية): الوحدة الترابية، العلم الوطني، النشيد الوطني، الإسلام، العربية، الأمازيغية، الإقليم الجغرافي. - قيم الجمهورية، ونصوصها التأسيسية: (تكافؤ الفرص، إجبارية التعليم، رفض كل أشكال التمييز العنصري، المساواة بين الرجل والمرأة). - يتعرف على المبادئ الكبرى في مجال الحقوق في الوظيفة العمومية، والتشريع المدرسي، والقوانين والقانون التوجيهي للتربية الوطنية (جانفي 2008)، والنصوص التنظيمية التي تنظم مهنة التدريس.
02	**يتحكم في المادة التي يُدرسها، ويسعى لاكتساب ثقافة عامة جيِّدة.** - التحكم الجيد في محتوى المادة المدَّرَّس، والمنهاج ومعايير تحقيقه. - التعرف على المفاهيم المهيكلة للمادة. - توظيف الأساليب حسب الحقل المعرفي (المادة المدرسة) - التحكم في تعليمية المادة ... - البحث في إطار المادة المدرسة في إطار التخطيط البيداغوجي. - استعمال مختلف الموارد والوسائل والاستراتيجيات قصد التطوير المهني لتحقيق نجاح المتعلمين. - تطوير الكفاءات لتحسين التعلمات باستخدام تكنولوجيات جديدة ومقاربات مبتكرة أو جديدة.
03	**يُصمم، ويُنظِّم ويقود ويُدير وضعيات التعلُّم.** - التخطيط الجيد للدروس وتنظيمها على نحو فعال من خلال تحديد الأهداف، ووتيرة الدرس ... - انتقاء وتفسير المعارف التخصصية من أجل التخطيط الجيد للدرس في الوقت المحدد. - يقيم روابط بين المحتويات ومجموعة المعارف والكفاءات ... - تحقيق الفرص المناسبة للتعلُّم مع مراعاة اهتمامات المتعلّمين والفروق الفردية لتلبية مختلف حاجاتهم. - الأخذ في الاعتبار التصورات، الحاجات، الاهتمامات المشتركة بين التلاميذ عند بناء وضعيات التعلُّم. - اختيار المسعى البيداغوجي أو التعليمي (المقاربة بالكفاءات). - استعمال وسائل التقويم المناسبة لتقويم معارف ومواقف المتعلمين ...
04	**يُقوِّم مدى تقدم التعلُّمات ودرجة اكتساب التلاميذ للمعارف والكفاءات.** - التعرف على مختلف التقويمات (التشخيصي، التكويني، التجميعي، الإشهادي ...). - التعرف على الفترات المناسبة والوقت الضروري لإجراء التقويمات. - التعرف على تقنيات التقويم التي ينبغي استخدامها وفق أنماط التقويم. - تقويم تدرج تعلّمات التلاميذ بطريقة بنائية وتكوينية. - بناء أو تصميم وتوظيف الأدوات التي تسمح بالحكم على مدى تقدم التلاميذ وقياس مكتسباتهم المتعلقة بالمعارف بالكفاءات. - تحليل مواطن القوة والضعف وتصور ووضع أنشطة المعالجة البيداغوجية ... - تمكين كل متعلم بالنظرة الايجابية لذاته ولغيره. - السهر على أن يكون تلميذا واعيا بتقدماته ومجهوداته.

05	**يتواصل بشكل واضح ومناسب في مختلف السياقات المتعلقة بمهنة التدريس.** -احترام قواعد لغة التدريس نطقاً وكتابة خلال التبادلات مع التلاميذ ومختلف شركاء المؤسسة التعليمية. -استخدام اللغة اللفظية المناسبة خلال التدخلات بين التلاميذ والأقران وأولياء التلاميذ.
06	**يُتقن أسس علم النفس التربوي وعلم النفس الطفل والمراهق.** يجدر بالأستاذ أن يتحكم في أسس علم النفس لأنه يساهم في تحسين عمليتي التعليم والتعلُّم داخل القسم، كما تساهم مبادؤه في فهم آليات السلوك عند الطفل والتفاعلات الاجتماعية، والدافعية وعملية التواصل، كما تسمح مبادئ علم النفس معرفة آثار المثيرات البيئية على عمليتي التعليم والتقويم وعلى الاختيار الأمثل لأدوات التقويم والقياس.
07	**يأخذ في الاعتبار اختلاف التلاميذ (الفروق الفردية) لتقديم المساعدة والمرافقة والمعالجة والدعم والاستدراك.** ينبغي على الأستاذ التأكد من أن لكل تلميذ الدعم الذي يحتاجه للتقدم في تحصيله الدراسي. - يُمكن للأستاذ استخدام البيانات الخاصة بكل تلميذ بطريقة فعالة وهذا لعقلنة التعليم وضمان تعلُّم أفضل. - إن التغذية الراجعة التي يجريها المعلم ضرورية لتوجيه التلاميذ ودعم تعلمهم ومساعدتهم على التركيز على ما ينبغي عليهم إنجازه لتحقيق المزيد من النجاح.
08	**يُدمج ويتحكم في تكنولوجيات الإعلام والاتصال ويستعملها في نشاطات التدريس والتعلم، مع تسيير التدريس لتحقيق التطوير المهني.**
09	**يعمل على إنجاز المهام التي تعزز التطوير المهني والعمل كفريق في إطار مشروع المؤسسة بالتعاون مع أولياء الأمور وشركاء المدرسة.** - المساهمة في اختيار مشروع المؤسسة. - التنسيق مع شركاء المدرسة من أجل التشاور في حدود المسؤوليات المخولة لكل موظف. - تشجيع مبادرة الأولياء للإسهام في الحياة المدرسية بإجراء لقاءات للتبادل.
10	**ينخرط في خطة فردية أو جماعية قصد التطوير المهني.** - إجراء عملية جرد وحوصلة لمجمل الكفاءات الذاتية وإنجاز وسائل لتطويرها، وهذا باستخدام الموارد المتوفرة. - تنجز خطة التطوير المهني عن طريق عملية جرد المعارف والكفاءات التي تمّ التحكم فيها من أجل تطويرها. - طريق إثارة النقاش مع الزملاء بخصوص التوجّهات التي يرغبون في تحقيقها. - هذه التبادلات والتشاورات تسمح بتوسيع التفكير والتأمل في الممارسات اليومية.

2.1. التكوين التحضيري الإلزامي لخريجي الجامعات

إنَّ التكوين التحضيري الإلزامي للأساتذة الناجحين في مسابقات التوظيف المباشر، لا يشمل المواد العلمية التخصصية، على اعتبار أنَّ خريج الجامعة يمتلك المعرفة التخصصية التي تؤهله لمزاولة مهنة التدريس. فهو بذلك يمتلك شهادة ليسانس أو ماستر في التخصص سواء في الرياضيات أو الفيزياء أو الكيمياء أو علوم الطبيعة والحياة أو الفلسفة أو اللغة العربية أو التاريخ والجغرافيا أو اللغات الأجنبية أو الإعلام الآلي، إلخ. بل يشتمل على كل من: علوم التربية وعلم النفس، التعليمية وطرائق التدريس، المناهج التعليمية، التقويم والمعالجة البيداغوجية، هندسة التكوين، الوساطة المدرسية، النظام التربوي، التشريع المدرسي، أخلاقيات المهنة، التشريع المدرسي.

ولولا قيمة هذه المواد التربوية في تهذيب الأداء المهني وتحسينه لما برمجت أصلا لأنّ وزارة التربية الوطنية تدرك تماماً أن ضعف الأساتذة لا يكمن في الجانب العلمي التخصصي الأكاديمي، بل في التكوين النفسي والبيداغوجي والتعليمي. وهذا ما يؤكد على فرضيتنا التي تفيد أنَّ العلوم التربوية والنفسية هي العمود الفقري لتكوين الأساتذة.

وبمفهوم المخالفة لا يحق لأحد أن يطلق الأباطيل أو أن يتحدث من فراغ أو في فراغ ليطمس الحقيقة، وهي أنَّ التعليم ليس معارف علمية فحسب، بل معارف نفسية تربوية بيداغوجية نعليمية. وفي هذا السياق، يُشير عبد الحق زواوي (2019) إلى اضطراب التكوين النفسي التربوي للأساتذة سواء بالنسبة لخريجي الجامعات أو المدارس العليا للأساتذة.

3.1. مسابقات الترقية

إنَّ نجاح الأستاذ المكوّن في مسابقة التفتيش، ليُصبح مفتشاً أو بالمعنى الأدق، مرافقاً بيداغوجياً للأساتذة، حسب كل طور أو مرحلة، وتكوينه التحضيري لا علاقة تربطه بالجانب العلمي التخصصي لأنَّ هذه تُعد بديهية من البديهيات أو مسلمة من المسلمات التي لا يختلف عليها اثنان. بل يُمتحن ويتكوّن في الكثير من المواد هي: علوم التربية وعلم النفس، التعليمية، تعليمية المادة، هندسة التكوين، النظام التربوي الجزائري، إلخ. وهذا ما يؤكد تماما على قيمة المواد التربوية التي أصبحنا ننظر إليها نظرة ازدراء واحتقار واستصغار مقارنة بالعلوم الأخرى.

3. و اقع التكوين النفسي التربوي بالمدارس العليا للأساتذة

إنَّ المدارس العليا للأساتذة اليوم مطالبةٌ بالانفتاح على محيطها وألّا تبقى حبيسة جدرانها، منغلقة على نفسها. وهذا لن يتم إلا من خلال تكاتُف جهود الأسرة الجامعية: إدارةً، وأساتذةً، وطلبةً، وعمالاً. وخاصة الأساتذة الذين ينبغي أن يقفوا وقفة رجل واحد من أجل تحقيق هدف واحد نبيل، وهو تكوين نوعي احترافي، لا مجال فيه للمساومات أو المناوشات بين من يدرس العلوم الصرفة، ومن يدرس العلوم النفسية والتربوية والتعليمية، ومن هو على حق؟ إذ لا توجد مفاضلة بين العلوم، فكلها تعمل مجتمعة لخدمة الطالب الذي سيُصبح يوماً ما أستاذاً.

وبالعودة إلى ملمح تكوين الطالب، ندرك تماماً أنَّ تكوين الطالب بالمدارس العليا للأساتذة يكون في شقّين هما:

- الأول : تخصصي علمي أكاديمي، يتعلق بمادة التخصص، سواء الرياضيات أو العلوم الطبيعية أو الفيزياء أو الكيمياء أو الإعلام الآلي أو اللغة العربية أو الفلسفة أو التاريخ والجغرافيا أو اللغات الأجنبية.
- الثاني : نفسي تربوي مكمل للشقّ الأول. وقد أوْلته وزارة التربية الوطنية كل اهتمامها في دفتر الشروط الأخير الذي ألزمت المدارس العليا للأساتذة على التقيُّد به لتحقيق منتوج نوعي يمتلك مجمل الكفاءات المهنية التي تصبو إليها.

لذلك فلا يمكن أن ننكر قيمة الشق الثاني، لأنه يعمل على تهذيب السلوك المهني للأستاذ. من أجل ذلك تعقد وزارة التربية الوطنية آمالها على التكوين المكمّل الذي ينظر إليه الكثير بنظرة سلبية قاتمة. والحقيقة المرة أنه لابد أن نضع أصبعنا على الجرح، وندرك أنَّ التكوين النفسي التربوي لا يسير كما تراهن عليه وزارة التربية الوطنية : عندما نرى أنَّ علم النفس على سبيل المثال، يُدرّس بالإملاء أو بطريقة الحشو والتلقين فهنا علينا أن نقف وقفة. وهي أننا بذلك نظلم طلبتنا الذين سيصبحون أساتذة يوماً ما، وكذلك إنَّ الملاحظ لسيرورة الأعمال الموجهة في علم النفس النمو: الطفل والمراهق أو علم النفس التربوي، فإننا لا نزال نشاهد الطالب يحمل ورقته ويقرؤها أمام زملائه، وأستاذه، وكأنَّ هذا الأمر عادي وطبيعي. مع عدم محاسبة الطالب الأستاذ والتساهل معه في بعض الحالات، وخاصة عندما يقدم بحثا أنجزه في ليلة العرض، دون الاستناد إلى مراجع علمية، بل الاكتفاء فقط بالاطلاع على مواقع الأنترنت التي قد تتضمن معلومات أو معارف خاطئة.

لذلك علينا أن نراجع أنفسنا، ونقيّم أسلوبنا أو طريقتنا أو منهجيتنا في تدريس هذه العلوم التي لا تقل أهمية عن مواد التخصص. بل إن وزارة التربية الوطنية تضع فيها آمالها وتطلعاتها في تكوين أستاذ على قدر من المهنية

والاحترافية، بعيداً عن الذاتية. وهذا ما يتطلب بحثاً ميدانياً قد يؤيد أو ينفي طرحنا أو قراءتنا التحليلية لواقع تدريس مواد علم النفس وعلوم التربية بالمدارس العليا للأساتذة.

خاتمة

إنَّ ملف تكوين الأساتذة يُعدُّ النقطة السوداء في تاريخ وزارة التربية الوطنية منذ الاستقلال إلى يومنا هذا. ومع ذلك، لم تبق الوزارة واقفة تتفرج، بل حاولت أن تسخر الإمكانيات المادية والبشرية من أجل تحقيق هذا التحدي من خلال إدراكها أنَّ الرهان الحقيقي في جودة التكوين يكمن في دور المدارس العليا للأساتذة. ولكن معطيات الميدان التربوي تُفيد أنَّ واقع التكوين النفسي التربوي في هذه المدارس تعترضه الكثير من المتغيرات منها: ضعف التأطير، غياب تكوين المكونين، وهشاشة البرامج التكوينية، خصائص المتكونين، وذلك في ظل تهميش دور المدارس العليا للأساتذة. لقد أنتج هذا الوضع منظومة تكوينية هشة، أفرزت لنا في كثير من الأحيان أساتذة غير أكفاء.

يُمكننا الخروج ببعض الاقتراحات الهادفة، وذلك من خلال التأكيد على النقاط التالية:

- إعادة النظر في المنظومة التكوينية بالمدارس العليا للأساتذة، وذلك من خلال تكوين المكونين بالدرجة الأولى، وإعادة عميقة للبرامج التكوينية، والحجم الساعي للتكوين، وأساليب التكوين، والتركيز على المواد التربوية ذات العلاقة بميدان التعليم، مع تكثيف التربصات الميدانية. والأهم من كل ذلك، إعادة النظر في معامِلات المواد النفسية التربوية، وفي توقيت برمجتها، مع انتقاء الأستاذ المكوّن المناسب لكل مادة.
- إعادة النظر في السياسة التكوينية من خلال توظيف مكونين أكفاء في ميدان علم النفس وعلوم التربية والمناهج والتعليمية يتميزون بالكفاءات المهنية.
- بعث الحياة التكوينية من خلال القيام بالندوات التكوينية والأيام الدراسية والملتقيات الوطنية والمؤتمرات الدولية، التي تعمل على تكريس الجودة في التعليم من خلال البحث في واقع التكوين ومشكلاته، وتقديم حلول إجرائية تسمح بدفع عجلة تقدم المدرسة الجزائرية.
- تعديل البرامج التكوينية بالمدارس العليا للأساتذة، وهذا من خلال اقتراح برامج جديدة، كهندسة التكوين، والوساطة المدرسية، والمرافقة المدرسية، والإرشاد المدرسي، وأخلاقيات المهنة، وتكوين المكونين.

بعض المراجع

1. زواوي، عبد الحق (2019)، دور التكوين النفسي البيداغوجي في تنمية الكفايات التدريس ومعالجة المشكلات الصفية لدى المراهق المتمدرس بمرحلة التعليم المتوسط، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر2، بوزريعة، الجزائر.
2. فارس، علي (2022)، المرجع الشامل في علم النفس التربوي: دليل المعلم في الإدارة الصفية وهندسة التدريس، ط1، دار الماهر للطباعة والنشر والتوزيع، العلمة، سطيف، الجزائر.
3. فارس، علي؛ حناش، فضيلة (2015)، اتجاهات الطالب المعلم بالمدرسة العليا للأساتذة نحو التكوين البيداغوجي في ضوء بعض المتغيرات-دراسة ميدانية بالمدرسة العليا للأساتذة ببوزريعة أنموذجاً، مجلة البحوث التربوية والتعليمية، مخبر تعليم، تكوين، تعليمية، المدرسة العليا للأساتذة ببوزريعة، ع (07).

فيزياء ومعلوماتية

من مبرهنة الاستحالة لفان نيومان إلى التشابك الكمومي (2)

مبرهنة الاستحالة: هل كانت هفوة عالم؟

جمال ضو

أستاذ بقسم الفيزياء، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي

1. مبرهنة الاستحالة لفان نيومان

تطرقنا في الجزء الأول من هذه المقالة إلى مفارقة أو تجربة "آ ب ر" وفكرة المتغيرات الخفية كمقترح لحل الإشكاليات التفسيرية والوجودية لميكانيكا الكم وخاصة تلك التي ترتبت عن هذه المفارقة، المرجع (1)، وفي هذا الجزء سنتطرق إلى مبرهنة الاستحالة الشهيرة لفان نيومان والجدل الذي أثارته ولا تزال تثيره خاصة لدى المهتمين بفلسفة وتاريخ العلوم. فبرغم من مضي قرن تقريبا عن هذه المبرهنة إلا أنها لا تزال تُسيل كثيرا من الحبر.

بدايةً، وحتى نضع القضايا في سياقها التاريخي الصحيح نشير إلى أن فكرة المتغيرات الخفية، أو ما عُرف بدالة الحالة "غير مشتتة" Dispersion-free، ظهرت ثلاث سنوات قبيل نشر الثلاثي آينشتاين- بودلسي - روزن لمقالتهم التي نصت على المفارقة، بينما الارتباط بين مفارقة "آ ب ر" وفكرة المتغيرات الخفية يعود إلى سياقات تاريخية أخرى سنأتي على ذكرها في هذا الجزء من المقالة.

دعنا أولا نذكّر باختصار بفكرة المتغيرات : تقوم الفكرة على افتراض وجود متغير أو متغيرات خفية، نرمز لها اختصارا بـ $\{\lambda\}$، بالإضافة إلى دالة الحالة الكمية الاعتيادية ψ، بحيث نحصل على حالة جديدة غير- مشتتة (ψ, λ) تسمح بتحديد نتائج قياس جميع الملاحظات الفيزيائية بدقة من دون أي ارتياب.

الآن، مثلما هو معلوم، في نهاية العشرينات كان ميكانيكا الكم قد أخذ تقريبا شكله النهائي وأصبح من الممكن تفسير أغلب الظواهر الفيزيائية الذرية باستعمال التفسير الاحتمالي لدالة الحالة (دالة الموجة) عبر صياغة شرودينغر أو عبر الصياغة المصفوفية المكافئة لهايزنبيرغ. ويمكن القول إن التفسير الذي قاده العالم نيلز بور، أو ما أصبح يعرف بتفسير كوبنهانجن، كان هو السائد والغالب بالرغم من اعتراضات آينشتاين أو مواقف شرودينغر وديبروي De Broglie.

في سنة 1932 ألّف فان نيومان كتابا باللغة الألمانية بعنوان "الأسس الرياضياتية لميكانيكا الكم"، المرجع (10). وكما يوحي العنوان فإن الهدف الرئيس للكتاب كان وضع الأسس الرياضياتية لميكانيكا الكم عبر صياغته واختزاله في أقل عدد من البديهيات والمسلمات الرياضياتية. ويُجمع أغلب، إن لم يكن كل، المهتمين بتأريخ العلوم أن فان نيومان كان مدفوعا عند تأليف هذا الكتاب بتأثره بمدرسة هيلبرت التي ينتمي إليها. ومن ضمن الأهداف الرئيسة لهذه المدرسة العلمية تأصيل فروع الرياضيات وإعادة صياغتها عبر اختزالها في عدد من البديهيات، أو ما يعرف بالمقاربة المسلماتية. دفعت هذه النزعة بفان نيومان إلى محاولة البحث عن البنية الرياضياتية الطبيعية لميكانيكا الكم، ثم صياغة أسسه في عدد من البديهيات والمسلمات الأساسية والتي يمكن من خلالها استخلاص كل النتائج والتصورات الكمومية التي تبلورت في نهاية العشرينيات من القرن الماضي.

وهناك إجماع على أن فان نيومان (الرياضياتي في الأساس) وُفّق إلى حد بعيد في مسعاه، ولا أدل على ذلك من أن ميكانيكا الكم التي تُدرس إلى اليوم تقوم بالأساس على التصورات والبنية الرياضياتية التي وضعها في كتابه هذا، بالإضافة طبعا إلى كتاب ديراك الذي صدر في نسخته الأولى قبل ذلك بسنتين. فما يُدرس اليوم هو تقريبا الخلطة

السحرية بين هذين المرجعين التاريخين. للاطلاع أكثر على أهم محتويات كتاب فان نيومان والسياقات التاريخية التي أحاطت بتأليفه نحيل القارئ إلى المرجع (7).

لم يكتف فان نيومان بصياغة ميكانيكا الكم بصياغة رياضياتية متماسكة بل عرج في الفصل الرابع من الكتاب على مناقشة إمكانية وجود تفسير غير احتمالي أو يقيني لميكانيكا الكم عبر متغيرات خفية أو حالات غير مشتتة، بحيث يكون ميكانيكا الكم بصياغته تلك مجرد تعبير عن عجزنا عن معرفة متغيرات أخرى أو السيطرة عليها. وكانت خلاصة إجابته عن هذا السؤال أنه "لا يمكن في ظل بعض المسلمات النوعية الأساسية لميكانيكا الكم أن تكون هناك حالات غير مشتتة بمتغيرات خفية محلية وتكون في نفس الوقت متوافقة مع نتائج ميكانيكا الكم".

السؤال الطبيعي الذي يُطرح هنا هو كيف استطاع فان نيومان أن يخلص إلى استحالة إمكانية وجود متغيرات خفية أو حالات غير مشتتة؟ أو بعبارة أخرى، ما هي المسلمات التي أنطلق منها ليخلص إلى هذه النتيجة؟

قبل الإجابة على هذا التساؤل، نشير أنه تفاديا الغرق في تفاصيل رياضياتية وتاريخية قد لا تهم كثير من القراء وقد لا يستوعبها أغلب الطلبة (مصطلحات رياضية قديمة أو تتطلب معرفة رياضياتية أكثر مما يعلمه طالب ماستر فيزياء اليوم)، ونظرا لمحدودية مساحة المقال فإننا سنحاول أن نركز على أهم النقاط ذات الأهمية والحاسمة، ونعبر بالقارئ إلى ما يمكن أن نسميه خلاصة هذه الحادثة التاريخية التي أسالت ولا تزال تسيل كثيرا من الحبر، بل أدت إلى التراشق أحيانا مثلما سيتضح لاحقا.

بالرغم من أن الكل يجمع على أن فان نيومان خلص إلى مبرهنة الاستحالة انطلاقا من مسلمات محددة، وبما أن هذا الأخير لم يقم بتقديم قائمة واضحة لها فإن هناك نوعا من الاختلاف حول أي من هذه الفرضيات يمكن اعتبارها المسلمات الأساسية، مرجع (9). لن نخوض في هذه الاختلافات والقوائم بل سنكتفي بالإشارة إلى المسلمة الرئيسة والمتفق حول كونها المفتاحية في مبرهنة الاستحالة، وهي التي كانت محل انتقاد واسع، واعتبرت من لدن عدد من العلماء زلة كبيرة و"خطيئة" ما كانت لتصدر من قامة كبيرة وفذة مثل فان نيومان.

تنص هذه المسلمة على ما يلي:

إذا كان A و B ملاحظين فيزيائيين فإن القيمة المتوسطة لمجموعهما تساوي مجموع القيمتين المتوسطتين لكل منهما، أي: $\langle A + B \rangle = \langle A \rangle + \langle B \rangle$.

للوهلة الأولى، تبدو هذه المسلمة بديهية وبريئة، ومن السهل على القارئ أو طالب الفيزياء أن يتأكد من أنها محققة دائما في ميكانيكا الكم بسبب البنية الخطية لميكانيكا الكم (فضاء هيلبرت والملاحظات كمؤثرات خطية).

بعد صدور كتاب فان نيومان وما احتواه من تأصيل رياضياتي ومبرهنة الاستحالة، حظي أسلوبه ومقاربته بإشادة كبيرة، ليس فقط من أتباعه ومن اتفقوا مع تفسير مدرسة كوبنهانغن بل حتى من المعارضين والذين اعتبروا أنه نجح في المقام الأول في نقل الإشكاليات التفسيرية والمنهجية لميكانيكا الكم من عالم التخمينات إلى حقل التحليل الرياضياتي الدقيق والقرار التجريبي.

من ناحية أخرى، يرى كثير من مؤرخي العلوم أن هدية فان نيومان لمدرسة كوبنهانغن لا تقدر بثمن، إذ أنه وفَر لها الحصن الذي تمترست خلفه لسنوات عديدة ضد إمكانية استعادة اليقينية في الفيزياء، وهو ما كان يحتاجه المجتمع الفيزيائي، إذ اعتبرت الأغلبية أن المسألة محسومة رياضياتيا والنقاش حولها أغلق بمبرهنة الاستحالة لفان نيومان.

2. نقض و انتقاد بيل لمبرهنة الاستحالة

مثلما اشرنا أعلاه فإن مبرهنة فان نيومان اعتبرت من قِبل القطاع العام للمجتمع الفيزيائي بمثابة مبرهنة رياضياتية قائمة على أسس صلبة وقارة، والشائع في المجتمع الفيزيائي - ربما إلى اليوم- أنه لا أحد من الفيزيائيين تحدى مبرهنة الاستحالة أو حاول نقضها أو انتقد منهج فان نيومان ومسلماته التي انطلق منها قبل الفيزيائي بيل. لكن الحقيقة التاريخية تقول إن شكوكا حقيقية أحاطت بمدى حجية مبرهنة فان نيومان وانتقادات جوهرية وجهت إليها سنوات قليلة فقط بعيد صدور الكتاب.

فبعد سنة من صدور المبرهنة والكتاب كتبت الفيلسوفة والرياضياتية الألمانية هرمان Hermann مقالا عنوانه "اليقين وميكانيكا الكم"، المرجع (8)، وفي معرض انتقادها لمبرهنة الاستحالة لفان نيومان وضعت عمليا إصبعها على المسلمة التي ذكرناها أعلاه والخلل الكامن في ثناياها، وخلصت بعرض وتحليل منطقيين: مبرهنة الاستحالة عمليا خالية من الحجية التي أرادها لها فان نيومان.

سنفصل لاحقا في هذه النقطة، لأنها تقريبا هي نفسها الحجة التي نقض بها بيل مبرهنة فان نيومان، ولكن نشير إلى أن مقال وانتقاد العالمة هرمان لم يلقيا أي صدى يذكر في ظل سطوة مدرسة كوبنهانغن والنجاحات المبهرة لميكانيكا الكم، وتم إهمال انتقادها تقريبا لعقود، ولم ينفض الغبار عن مساهمتها إلا سنة 1977 من طرف Jammer ، المرجع (9)، أي سنوات بعد مقال بيل. وهذا بالرغم من أن هذه العالمة راسلت آنذاك كبار العلماء الألمان (على رأسهم هايزينبيرغ) ولم تلق إلا ردا واحدا من فيزيائي ألماني لا يعتبر من الصف الأول والذي اتفق ضمنيا مع طرحها وثمن عملها ليُنسى بعدها لأزيد من أربع عقود.

بالإضافة إلى مقال هرمان الذي نشر مباشرة بعد صدور كتاب فان نيومان، ظهرت تباعا انتقادات على أسس منطقية قدمها Reichenbach سنة 1944 وقبله تمبل Temple سنة 1935.

كما تجدر الإشارة إلى أنه في بداية الخمسينات، وبعد أعمال بوم Bohm يمكن القول إن مبرهنة الاستحالة بدأت تفقد كثيرا من بريقها وقوتها، ولكن الشاهد أن لا أحد استطاع تحديها وكشف مكمن الخلل في حجيتها بشكل واضح وحاسم قبل بيل.

نشير أولا إلى أن الفيزيائي النظري بيل لم يكن في بداية مشواره من العاملين أو الباحثين في مجال تفسير ميكانيكا الكم، ولا من أولئك الذين واصلوا محاولات البحث في التأصيل الرياضياتي لمنهج فان نيومان ونتائجه، فلقد كان فيزيائيا نظريا بارزا مشتغلا بمجال النظرية الكمية للحقول وتصميم المسرعات النووية، وله إسهاماته الكبيرة.

إن اهتمام بيل بتفسير ميكانيكا الكم واشكالياته كان أقرب إلى الهواية بالنسبة إليه. إلا أن مساهمته في هذا المجال، كما سيتبين، كانت وللمفارقة أكثر تأثيرا وأشد وقعا من مساهمات من كان تفسير وتأصيل ميكانيكا الكم ميدان بحثهم الرئيس. ومثّلت المساهمة نقلة نوعية في هذا المجال وفتحت بابا من النقاش الفيزيائي والتاريخي الذي لم يغلق إلى يوم الناس هذا.

والمميز ، في رأينا، في مساهمة بيل والذي جعلها تختلف عن أي انتقادات سابقة أنها كانت عملية وموجهة بدقة، وخالية من أي سفسطة أو رؤية فلسفية. ففي مقالين متتاليين أحدث نقلة نوعية في هذا الموضوع. وللمفارقة أيضا فإن المقالين نشرا في مجلتين متواضعتين!

دعنا نلخص محل اعتراض بيل على حجية مبرهنة فان نيومان.

اللافت مثلما أشرنا، أن بيل لم يبدأ في الاعتراض عن مبرهنة الاستحالة مستعملا حججا فلسفية أو منطقية معقدة، بل قدّم مثالا مناقضا لأطروحة فان نيومان، وهو مثال يثبت أنه يمكن إدخال متغيرات خفية والحصول على حالة غير مشتتة من دون أن يناقض ذلك أي من نتائج ميكانيكا الكم (طبعا، في حدود ذلك المثال وهو كافٍ). ثم انتقل

بعدها إلى تبيان وجه الخلل في مبرهنة فان نيومان واضعا أصبعه على المسلمة التي ذكرناها أعلاه، وموضحا أنه لا يوجد أي مسوغ فيزيائي أو منطقي لها، وأنها مجرد مسلمة اعتباطية.

لن نعرض المثال المناقض لبيل ونحيل القارئ لمقال بيل المنشور في الكتاب أو المرجع (3)، بل سنمر مباشرة إلى السؤال المنطقي الذي يطرح نفسه، وهو: أين يكمن الخلل في هذه المبرهنة حتى يجد بيل مثالا مناقضا لها بسهولة؟ (سهولة نسبية طبعا!)

طبعا، الخلل ليس ناتجا عن خطأ في البرهان، ولكن الخلل في الحقيقة، ومثلما أشرنا هو في أحد المسلمات التي انطلق منها فان نيومان ليقصي إمكانية وجود تفسير يقيني لميكانيكا الكم قائم على متغيرات خفية محلية.

فلقد انطلق فان نيومان من مسلمة أن القيم المتوسطة لمجموع مؤثرين أو ملاحظين فيزيائيين هي مجموع القيم المتوسطة لكل ملاحظ على حدة. هذا الأمر صحيح طبعا في ميكانيكا الكم وتحققه الحالات الكمية المنتمية إلى فضاء هيلبرت والملاحظات الفيزيائية. ولكن أن يتم اشتراط تحقيقه على الحالات غير المشتتة، فهذا ما اعتبره أغلب العلماء والنقاد أمرا من الصعب تقبّله، ولا مبرر له ذلك أن الأمر يمكن انتقاده ونقضه على مستويين.

بالعودة إلى المسلمة التي ذكرناها سابقا يمكن الاعتراض على نصها كما يلي:

لنفترض أن المؤثرين A و B غير متبادلين، وفي هذه الحالة -وكما هو معلوم (وكان معلوما من لدن فان نيومان، بطبيعة الحال)- فإن القيم الذاتية للمؤثر الذي هو محصلة مجموعهما ليست مجموع القيم الذاتية لكل من A و B، أي أن التركيبة الخطية للمؤثرات لا تستلزم بالضرورة التركيبة الخطية للقيم الذاتية.

الآن، بالعودة إلى القيمة المتوسطة فإنه مثلما أشرنا سابقا، تكون القيمة المتوسطة على الحالات الكمية (أشعة فضاء هيلبرت) هي مجموع القيم المتوسطة لكل من A و B. ولكن هذا ليس بالضرورة صحيحا في حالات يفترض فيها أنها غير مشتتة تكون فيها نتائج القياس معلومة يقينا. ففي الحالات غير المشتتة (التي تحوي متغيرات خفية تحدد نتيجة القياس أو القيمة الذاتية بدقة) تكون القيمة المتوسطة هي نفسها دائما القيمة الذاتية لكل ملاحظ. وعليه فإن المساواة التالية

$$\langle A + B\rangle_{HV} = \langle A\rangle_{HV} + \langle B\rangle_{HV}$$

تقتضي بالضرورة أن تكون القيم الذاتية أو نتائج القياس لـ $A + B$ هي مجموع القيم الذاتية لـ A و B. وهذا غير ممكن مثلما هو معلوم. يشير هنا HV إلى الحالات المحددة بمتغيرات خفية أو غير مشتتة.

وكمثال أكثر صراحة، نأخذ مؤثر السّبِين في اتجاه يصنع زاوية 45 درجة بين المحورين ox و oz والذي هو عبارة عن محصلة تركيبة خطية لمركبتي السبين في الاتجاهين ox و oz كما يلي:

$$S_n = \frac{1}{\sqrt{2}}(S_x + S_z).$$

ولنفترض مثلا أن حالة النظام معطاة بـ

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}.$$

من السهل أن يتأكد القارئ باستعمال مصفوفات باولي أن

$$\langle S_n\rangle_\psi = \frac{7}{10\sqrt{2}}.$$

ولدينا من ناحية أخرى

$$\langle S_x\rangle_\psi = \frac{4}{10\sqrt{2}} \text{ و } \langle S_z\rangle_\psi = \frac{3}{10\sqrt{2}}.$$

وعليه فإنه، مثلما كان متوقعا، فإن القيمة المتوسطة لـ S_n هي محصلة مجموع القيمتين المتوسطين لكل من $\frac{1}{\sqrt{2}}S_x$ و $\frac{1}{\sqrt{2}}S_z$.

والآن، ماذا لو اعتبرنا القيمة المتوسطة على حالة غير مشتتة. بما أن الحالة غير المشتتة تعطي فقط إحدى القيم الذاتية فإن

أولا

$$\langle S_n\rangle_{HV} = \mp\frac{1}{2}$$

ثانيا

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\langle S_z\rangle_{HV} = \mp\frac{1}{2\sqrt{2}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}}\langle S_x\rangle_{HV} = \mp\frac{1}{2\sqrt{2}};$$

مما يعني ضرورة تحقق المساواة

$$\mp\frac{1}{2} = \mp\frac{1}{2\sqrt{2}}\ \mp\frac{1}{2\sqrt{2}}$$

وهذا مستحيل أن يتحقق : فالطرف الأيمن للمساواة السابقة يحتمل فقط إحدى القيم التالية $\mp\frac{1}{\sqrt{2}}$ أو 0.

كما أنه لقياس S_x نحتاج لتجربة محددة. ولقياس S_z نحتاج لتجربة بتوجيه آخر، ولقياس $\frac{1}{\sqrt{2}}(S_x + S_z)$ نحتاج لتجربة أخرى بتوجيه ثالث مختلف.

في الحقيقة، قد يبدو مستغربا كيف غابت هذه النقطة عن ذهن فان نيومان، فهو عمليا افترض بداية مسلمة غير منطقية ومناقضة لفكرة الحالات غير المشتتة. فإذا كان من المنطقي افتراض تلك المسلمة على الحالات الكمية العادية (وهي محققة) فلا يوجد مبرر منطقي لتعميمها على الحالات غير المشتتة والتي من المفترض أن تعطي نتائج القياس بدقة. كما أنه يتضح للقارئ لماذا أدت مسلمة فان نيومان هذه إلى نتيجة مفادها استحالة وجود تفسير يقيني وسببي لميكانيكا الكم يعتمد على متغيرات خفية. فعلمية إقصاء إمكانية وجود تفسير يعتمد على متغيرات خفية لميكانيكا الكم، ويعطي نفس نتائجه التجريبية ليس إلا نتاج هذه المسلمة الاعتباطية وغير المبررة.

لن نخوض كثيرا في التأويلات والسجالات التاريخية والفلسفية التي دارت حول مدى إدراك فان نيومان لهذا الخلل أو الدافع الحقيقي وراء هذه المسلمة ومسوغاته. ولكن نرى أنه من الضروري الإشارة باقتضاب إلى أهم اتجاهين.

ففي مقالته الشهيرة الأولى، يقول بيل : "...إن ما أدى إلى إقصاء فكرة المتغيرات الخفية لم تكن التوقعات الموضوعية لعملية القياس لميكانيكا الكم، ولكنها فرضية فان نيومان الاعتباطية ...."، المرجع (3).

بل ذهب بيل إلى أكثر من ذلك في حديث له سنة 1988 لمجلة Omni حيث قال "... إن مبرهنة فان نيومان، ما إن تمسك بها حتى تتفتت بين يديك! لا يوجد شيء فيها. ليست فقط معيبة، بل ساذجة! ... يمكنك أن تنقل عني: مبرهنة فان نيومان ليست فقط خاطئة بل تافهة."، المرجع (2).

بينما قال العالم الفيزيائي الرياضياتي الشهير Haag في تقديمه لأحد الإصدارات المترجمة لكتاب فان نيومان سنة 1996 "لقد تم اعتبار مبرهنته غبية"، ويضيف بشيء من الاستدراك والاعتذار: "يجب ألا ننسى أن هذا حدث في سياق مساهمة أصلية لفان نيومان..."، المرجع (7) (سياق لم تكن بعض المفاهيم الرياضياتية الدقيقة واضحة المعالم أو مفهومة).

من ناحية أخرى، يوجد فريق آخر من المهتمين بفلسفة وتاريخ العلوم، وبالأخص ميكانيكا الكم اختار تفسير ما جاء في كتاب فان نيومان ومبرهنته بطريقة مختلفة، حيث اعتبر هذا الفريق أن بيل وهيرمان لم يفهما جيدا وبشكل

صحيح القصد من المبرهنة والمسلمة التي اعتمد عليها فان نيومان. بل ذهب بعض هؤلاء إلى اتهام بيل بشكل ضمني أن دافعه لانتقاد مبرهنة فان نيومان كان موقفه المسبق من تفسير كوبنهاغن، المرجع (6) و (5).

لن نقف مطولا عند مواقف هذا الفريق أو ذاك ولن نتعرض إلى الكيفية التي أصبح بها كتاب ومبرهنة فان نيومان محل تأويلات مختلفة. ذلك أنه مهما كان الموقف من مبرهنة فان نيومان وتأويل مقصده فلن يغيّر هذا شيئا في حقيقة تغير المشهد بشكل كلي بعد مقالة بيل. فلقد نجح هذا الأخير عبر مثال بسيط في إثبات إمكانية وجود حالات غير مشتتة بمتغيرات خفية، وهذا بصرف النظر عن كل التأويلات التي يمكن أن تُعطى لمسلمة ومبرهنة فان نيومان.

لقد فعل بيل أكثر من ذلك حين أثبت ضرورة تحقق متباينة مرتبطة بأي تفسير يقوم على حالات غير المشتتة أو أي متغيرات خفية مفسرة لتجربة "آ ب ر". هذه المتباينة التي أعادت مفارقة "آ ب ر" إلى الواجهة مرة أخرى أصبحت تعرف بمتباينة بيل أو نظرية بيل.

ستكون هذه المتباينة ونتائجها وجذورها أهم محاور الجزء الثالث والأخير من هذا المقال.

المراجع

1. ضو ج.: من مبرهنة الاستحالة إلى التشابك الكمومي (1)، مجلة بشائر العلوم، العدد 2، أفريل 2022.

2. Bell J. S.: Interview in Omni, May 1988.
3. Bell J. S.: Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1987.
4. Bell J.S.: On the Einstein Podolsky Rosen Paradox. Physics. 1 (3), 1964.
5. Bub J.: von Neumann's 'No Hidden Variables' Proof: A Re-Appraisal. Foundations of Physics **volume** 40, 2010.
arXiv:1006.0499 [quant-ph].
6. Caruana L.: John von Neumann's ‘Impossibility Proof” in a Historical Perspective, Physics 32, 1995.
7. Dieks D.: von Neumann’s Impossibility Proof: Mathematics in the Service of Rhetorics. Studies in History and Philosophy of Modern Physics 60, 2017.
arXiv:1801.09305.
8. Hermann G.: Determinismus und Quantenmechanik. Typescript, 25 pages. Dirac Archive, document DRAC 3/11, University Libraries, Florida State University, Tallahassee, 1933.
9. Jammer M.: The Philosophy of Quantum Mechanics. John Wiley and Sons, 1974.
10. von Neumann. J : Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik, Berlin, Springer, 1932; Mathematical Foundations of Quantum Mechanics, translated by R.T.Beyer, Princeton Univ. Press, 1955.

مشكل جدول التوقيت

رفيق عمارة
أستاذ بقسم الإعلام الآلي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
rafik.amara@g.ens-kouba.dz

مقدمة

يُعتبر الجدول الزمني، أو ما يسمى أيضا بجدول التوقيت، عنصرا مهما، في العديد من مجالات الحياة المهنية بصفة عامة والحياة الدراسية والجامعية بصفة خاصة، لتخطيط النشاطات البيداغوجية كالمحاضرات أو الاختبارات. ويُعدّ تصميم جداول التوقيت من أصعب المشاكل التي تواجه الإدارة لأنها تضمّ العديد من الجهات الفاعلة ويجب أن تراعى الكثير من القيود.

1. مفهوم جدول التوقيت

إن إعداد جدول التوقيت أو جدول استعمال الزمن عمل تربوي بيداغوجي هام، يسمح لمجموعة من الأفواج التربوية بالمؤسسة بممارسة أنشطة بيداغوجية وتربوية تحت إشراف مجموعة من الأساتذة المعينين لهذا الغرض، ويتم ذلك في أوقات محددة وأماكن معينة. لذا ينبغي أن يُكون جدول التوقيت من تفاعل ثلاثة عناصر أساسية هي: العنصر البشري (الأساتذة والطلبة)، عنصر الزمن (الوقت)، عنصر المكان (الحجرات أو القاعات العادية والمتخصصة).

إن إعداد جدول التوقيت عملية بالغة الأهمية في سير المؤسسة، وخاصة من حيث النشاط البيداغوجي. ويجسد جدول التوقيت التعليمات والمناشير والمواقيت الرسمية الخاصة بكل مادة، وإجراءات تطبيقها في الميدان على شكل وحدات بيداغوجية موزّعة على مختلف أيام الأسبوع بالتساوي وبعدالة، لتكون في صالح وخدمة التلاميذ الذين يمثّلون محور العملية التربوية والتعليمية.

2. العناصر الفاعلة في جدول التوقيت

يتميز جدول الزمن بالمجموعات التالية:

1. مجموعة محدودة من المهام $E= \{e_1, e_2,\dots,e_n\}$ بحيث تمثل e_i مهمة معينة قد تختلف من ميدان إلى آخر: محاضرة، أعمال مواجهة، امتحان، ورشة، إلخ.
2. مجموعة محدودة من الفترات الزمنية $T= \{t_1,t_2,\dots,t_r\}$ بحيث t_i هو مجال زمني محدود، مخصص لحصة تربوية. وقد تختلف مدة هذه الفترات حسب نوع المادة ونوع الحصة (محاضرة أو أعمال تطبيقية مثلاً).
3. مجموعة محدودة من القاعات $L= \{l_1,l_2,\dots,l_m\}$، وتختلف هذه القاعات حسب المواد الدراسية التي تدرس فيها والتي يمكن أن تكون: قاعة محاضرات، قاعة أعمال موجهة، قاعة أعمال تطبيقية، مخبرا، إلخ.
4. مجموعة محدودة من الأساتذة $P= \{p_1,p_2,\dots,p_v\}$، وتختلف هذه المجموعة حسب المادة التي تُدرس، حيث يمكن أن يكون: أستاذا محاضرا، أستاذ أعمال موجهة، أستاذ أعمال تطبيقية، وذلك حسب اختلاف الرتب.

5. مجموعة محدودة من الأفواج التربوية $A= \{a_1,a_2,\ldots, a_u\}$ يُمكن تجميعها في مجموعات لأغراض بيداغوجية كالمحاضرات مثلا.

يمكن تمثيل كل هذه العناصر في خماسية من الشكل $(e_i, t_j, l_k, p_q, a_u)$ بمعنى، تنجز المهمة ei خلال الفترة الزمنية t_j داخل القاعة l_k من قِبَل الأستاذ p_q مع الفوج a_u.

3. القيود الواجب مراعاتها عند الإنجاز

إن مشكل جدول التوقيت لا يُحل بسهولة نظراً لوجود عدة مجموعات أو أطراف فاعلة لكل منها شروط خاصة بها، ينجر عنها جملة من القيود والمواصفات الواجب مراعاتها . وهناك نوعان من القيود:

1.3. القيود الإجبارية

وهي عبارة عن شروط ضرورية يجب اتباعها عند الإنجاز وبدونها يكون جدول التوقيت غير قابل للاستعمال، ويمكن تصنيفها كالآتي:

1.1.3. قيود أحادية

تخص القيود الأحادية الخماسيةَ الواحدة وتنقسم إلى نوعين:

- قيود المنع (exclusion)، ودورها التأكد من توافق عنصر ما من الخماسية مع باقي العناصر، كأن تبرمج المحاضرة في قاعة لائقة بها أو أن يكون الأستاذ من اختصاص الوحدة المُدرسة.
- قيود التخصيص (spécification)، وهي عكس النوع السابق، ودورها الحرص على ضرورة ارتباط عنصر خاص من الخماسية مع عنصر آخر منها، كأن تقام حصة الأعمال التطبيقية في القاعة TP2 مثلاً، نظراً لتوفرها على المعدات الخاصة بإنجاز الدرس.

2.1.3. قيود ثنائية

وهي قيود تهم زوجين من المهام، أي خماسيتين فيما بينهما، وتنقسم إلى ثلاثة أصناف:

- قيود متعلقة بالزمان والمكان، ودورها منع برمجة حصتين بيداغوجيتين متعارضتين فيما بينهما، كأن يدرّس الأستاذ نفسه فوجين في الوقت ذاته وفي قاعتين مختلفتين، أو أن تشترك القاعة ذاتها وفي الوقت ذاته في تدريس محاضرة في الفيزياء النووية وأخرى في الخوارزميات، أو أن تبرمَج محاضرتان في الوقت ذاته وللمجموعة ذاتها.
- القيود الجوارية، وتختص بالترتيب في مجال الزمن بين مهمتين، كأن تبرمج المحاضرة قبل الأعمال الموجهة.

2.3. القيود التحسينية

وهي قيود تحسن من نوعية جدول التوقيت، ولكنها غير ضرورية، أي أن مراعاتها تجعل الجدول الناتج أفضل نوعية. وهي من عدة أنواع، نذكر منها:

1.2.3. القيود البيداغوجية

تعمل القيود البيداغوجية على تحسين الجانب البيداغوجي للجدول. على سبيل المثال:

- تجنب برمجة حصة واحدة في اليوم للطلبة أو للأستاذ.
- تفادي برمجة نوع الحصة ذاتها للوحدة ذاتها في اليوم ذاته، مثل برمجة محاضرتين لوحدة علم الخلية للمجموعة ذاتها وفي اليوم ذاته.

2.2.3. القيود الخاصة بالأساتذة

وهي التي تراعي الظروف الشخصية للأستاذ، مثل منحه يوم راحة في الأسبوع لأغراض شخصية.

3.2.3. القيود التنظيمية

التي تحرص مثلاً على التوزيع العادل والمتوازن للحصص في الأسبوع أو تفادي وجود ثغرات أو فراغات كبيرة بين الحصص البيداغوجية، مثلا محاضرة على 8 صباحا، ثم فراغ لـ 6 ساعات، ثم محاضرة أخرى.

4. إنجاز جدول التوقيت

أدت أهمية الجداول الزمنية وصعوبة إعدادها إلى ظهور العديد من طرق وتقنيات الحل. بالإضافة إلى الأساليب "الكلاسيكية"، ظهرت طرق حديثة تعتمد على الرياضيات (خاصة نظرية الرسم البياني) أو على تقنيات وبرامج الحاسوب.

1.4. الطرق الكلاسيكية

وهي طرق تُستعمل فيها وسائل وتقنيات بسيطة: لوح تنظيمي، ورق ملون، إلخ. ويرتبط فيها إنجاز الجدول بقدرة وكفاءة المكلف بالإنجاز. تمرّ هذه الطريقة بعدة مراحل:

1.1.4. مرحلة الإعداد

يتم فيها جمع المعلومات الأساسية، على سبيل المثال:

- الخريطة التربوية التي يحدد فيها عدد الأفواج والمجموعات حسب عدد الأساتذة المتوفرين لكل وحدة؛
- توزيع مهام الأساتذة حسب الكفاءة والأقدمية، الخ؛
- كشف هياكل المؤسسة ومرافقها كعدد القاعات وأنواعها؛
- كشف تعداد الطلبة وتحديد الأفواج والمجموعات.

2.1.4. مرحلة الإنجاز

يتم ذلك عبر استعمال ثلاثة جداول: الأول خاص بالطلبة (الأفواج والمجموعات)، والثاني خاص بالأساتذة، والثالث خاص بالقاعات بكل أنواعها. هناك طريقة ثانية لذلك، وهي استعمال اللوح التنظيمي الذي يستخدم بطاقات ملونة تسجل فيها بعض المعلومات الخاصة بالمادة والأستاذ والفوج.

2.4. الطرق الحديثة

نظرا لأهمية الجداول الزمنية من ناحية، والتعقيد وتعدد القيود المتعلقة بإعدادها من ناحية أخرى، لجأت المؤسسات لاستخدام عدة طرق لحل مشكل جدول التوقيت، خاصة الطرق العلمية، أو ما سميناها بالحديثة، التي كان لها فضل كبير في تسهيل إعداد الجداول.

1.2.4. نظرية المخططات (البيانات)

تعدّ نظرية المخططات (أو نظرية البيانات) فرعا من علم بحوث العمليات، وتسعى لإيجاد حلول للمسائل المعقدة. ولعل مسألة جداول التوقيت واحدة من تلك المسائل المعقدة التي ساهمت نظرية المخططات في اقتراح حلول لها، كاستعمال طريقة التلوين (graph coloration) أو طرق الجدولة (scheduling methods). على سبيل المثال، تمثل طريقة التلوين جدول التوقيت على شكل مخطط أو بيان (graph)، تظهر فيه القاعات والأساتذة على شكل

عُقد (nodes)، بينما تُمثل الفترات الزمنية بالأقواس (edges). والهدف تلوين الأقواس باستعمال أقل عدد من الألوان بحيث لا نجد قوسين باللون ذاته واقعين على العقدة ذاتها.

2.2.4. الخوارزميات الإرشادية

تدعى أيضا خوارزميات البحث الإرشادي (metaheuristics). إنها طرق لا شكلية قابلة للتكيف مع أي مشكل، وغالبا ما تكون مستوحاة من الطبيعة، مثل:

- البيولوجيا، كالشبكات العصبونية (neural networks)؛
- خوارزمية النمل (ant colony optimization algorithm) المأخوذة من تصرفات النمل عند البحث عن الطعام،[5] ؛
- الخوارزميات الجينية (genetic algorithms) المستنبطة من نظرية داروين (البقاء للأفضل) [1]؛
- الخوارزميات المستقاة من الفيزياء، مثل خوارزمية التلدين المحاكي (simulated annealing) المشابه لعملية تلدين المعدن، [3].

يشبه العثور على الحل الأمثل للمشكلة إيجادَ أقل طاقة لنظام معيّن. لذلك، عندما يبرد النظام، تنخفض الطاقة تدريجيًا، وبالمعنى ذاته، فإن حل المشكلة "ينخفض" إلى أقصى حد.

3.2.4. الأنظمة متعددة الوكلاء

يُطلَق على النظام الذي يتكوّن من عدة وكلاء اسم النظام متعدد الوكلاء (Multi Agent System). ويمكن تعريف الوكيل الذكي بأنه نظام مستقل يستقبل المعلومات من بيئته ويعالجها ويؤدي أعماله في بيئته. يمتلك الوكيل في النظام معلومات وقدرات غير مكتملة لغرض حل المسائل، وبالتالي لكل وكيل وجهة نظر محددة، ولا يوجد تحكم عام في النظام، وتكون البيانات غير مركزية والمعالجة غير متزامنة.

لقد استُعمِل النظام متعدد الوكلاء لحل مشكل جدول التوقيت في عدة بحوث مثل [4,2] .

4.2.4. برمجيات ونظم دعم القرار

من بين الجوانب السلبية للطرق السابقة صعوبة النمذجة ومراعاة جميع المتطلبات والخصوصيات المتعلقة بالجدول. نلاحظ أنه غالبًا ما يلجأ المستخدمون إلى انتهاج وسائل أخرى كاستخدام برمجيات وأدوات معلوماتية أو نُظُم دعم القرار.

نُظُم دعم القرار (Decision Support System) أو DSS هي عبارة عن تطبيقات حاسوبية تقوم بجمع وتنظيم وتحليل البيانات بهدف مساعدة الإدارة على اتخاذ القرارات الصحيحة التي من شأنها أن تساهم في إيصال المنشأة لأهدافها الموضوعة. هناك العديد من أدوات دعم القرار المخصصة لإعداد الجداول الزمنية مثل برنامج "جدول التوقيت" (EDT)[6] ، وبرنامج "الجدولة المرئية" (VisualyTimetabling)، [7] .

وفي الأخير، يمكننا القول إن كل هذه الطرق لم تنجح حتى الآن في حل هذه المشكلة بشكل نهائي، ولذا تظل المسألة مطروحة.

مراجع

1. حموش، س. ومسعودان، ك.: نحل مشكل جدول التوقيت لقسم الإعلام الآلي باستعمال الخوارزميات الجينية المتوازية. مذكرة تخرج، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، 2015.

2. فرح، م. وماجد، هـ.: تطوير نظام جدولة المحاضرات باستخدام الأنظمة متعددة الوكلاء، 2009.
http://repository.sustech.edu/handle/123456789/6693
3. Leite, N., Melício, F. & Rosa, A. C.: A fast simulated annealing algorithm for the examination timetabling problem, Expert Systems with Applications, 122, 137-151, 2019.
4. Nouri, H. E., & Belkahla, O.: Résolution multi-agents du problème d'emploi du temps universitaire. Éditions universitaires européennes, 2015.
5. Thepphakorn T., Pongcharoen P. & Hicks C.: An ant colony based timetabling tool. International Journal of Production Economics, 149, 131-144, 2014.
6. Edt-soft, Logiciel de gestion des emplois du temps. https://www.edt-soft.com
7. Visual Timetabling. http://visual.timetabling.free.fr

علوم طبيعية وصحة

جائزة نوبل للطب 2016: الالتهام الذاتي

عبد الكريم كاملي[1]، سلوى ايقاش[2]، ربيعة بغدادي[2]، سيلية جبيد[2]
[1]أستاذ بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
[2] طالبة سنة خامسة (تخرج) بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
abdelkrim.kameli@g.ens-kouba.dz

مقدمة

تعتبر جائزة نوبل للعلوم أرقى وأعلى الجوائز التي تُمنح للباحثين في شتى ميادين العلوم. هذه الجائزة هي ثمرة سنوات طويلة من البحث والعمل المتواصل من طرف العديد من فرق البحث والمخابر في أماكن مختلفة من العالم. لكن النتائج الحاسمة التي يصل إليها أحد الباحثين تكون الخاتمة والحلقة المفقودة التي تستوجب منح الجائزة.

من خلال متابعتنا للحاصلين على جائزة نوبل للفيزيولوجيا أو الطب، التي تعتبر من أهم جوائز نوبل للعلوم، ومن خلال اطلاعنا على المواضيع التي مُنحت على إثرها الجائزة، لفت انتباهنا موضوع جائزة نوبل للفيزيولوجيا أو الطب لسنة 2016، والتي تحصّل عليها العالم الياباني يوشينوري أوسومي Yoshinori Ohsumi حول الالتهام الذاتي Autophagy.

اللافت للانتباه هو أن الالتهام الذّاتي موضوع قديم يعود إلى أكثر من نصف قرن، فلماذا تُمنح جائزة للبحث في موضوع قديم؟ أو ما هو الجديد في الموضوع الذي جعل الجائزة تُمنح له؟ وما الأهمية الكبيرة لهذا الموضوع الذي يبدو لأول وهلة أنه ليس ذا فائدة تطبيقية كبيرة في الوقت الحالي تستحق جائزة راقية مثل جائزة نوبل؟

كانت هذه الأسئلة الدافع لاقتراح الالتهام الذاتي كموضوع مذكرة تخرج، ثم موضوعا لهذا المقال. فظهور موضوع الالتهام الذاتي بهذه القوة من جديد قد يكون دليلا على أهميته بالنسبة للإنسان، وخاصة بالنسبة لصحة الإنسان لأن للجائزة علاقة بفيزيولوجيا الإنسان والطب.

عند اطلاعنا على أعمال العالم الياباني يوشينوري أوسومي حول الالتهام الذاتي في الخميرة، تبيّن وجود علاقة وثيقة بين الالتهام الذاتي وظاهرة التجويع أي انقطاع الغذاء لفترات متفاوتة عند الخميرة. أدت أعمال العالم أوسومي إلى اكتشاف الآليات المسؤولة عن الظاهرة والمورثات المتحكمة في إنتاج البروتينات والإنزيمات المتدخلة في هذه الظاهرة.

قد يقول قائل ما فائدة دراسة الالتهام الذاتي في الخميرة، وهل للخميرة علاقة بصحة الإنسان، أي ما أهمية كل ذلك على صحة الإنسان؟

تكمن أهمية الموضوع في أن ظاهرة الالتهام الذّاتي المكتشفة في الخميرة والآليات المتحكمة فيها موجودة كذلك عند أغلب الكائنات الحية بما فيها الإنسان، وأن المورثات والبروتينات المسؤولة عنها قد تكون محفوظة. ومن جهة أخرى، فإن العلاقة بين التجويع والالتهام الذاتي موجودة كذلك عند الثدييات وعند الإنسان.

وقد يكون الالتهام الذّاتي وسيلة فعالة للتخلص من الخلايا المصابة لإعادة تدوير المكونات واستعمالها عند نقص الغذاء، أي أن الالتهام الذاتي قد يكون ظاهرة ذات علاقة وثيقة بالعديد من الأمراض المزمنة والخطيرة التي تصيب الإنسان، مثل السرطان، والأمراض العصبية مثل باركينسون والزهايمر، وحتى أمراض القلب والأوعية والسكري والعجز الكلوي وغيرها.

من هنا يتبين لنا أهمية الاكتشاف الذي توصل إليه العالم أوسومي وفائدته وتطبيقاته المستقبلية في إيجاد طرق علاجية جديدة للأمراض المستعصية التي تصيب الإنسان، والتي لا تزال علاجاتها غير فعالة بالدرجة الكافية للقضاء عليها.

كما لفت انتباهنا كذلك في هذه الموضوع، العلاقة بين الصوم أو الانقطاع عن الأكل وظاهرة الالتهام الذّاتي، والعلاقة بين الالتهام الذاتي والبقاء على قيد الحياة، وأن ذلك قد يؤدي إلى فوائد لصحة الإنسان. فزاد ذلك من اهتمامنا بالموضوع لمحاولة ربط العلاقة بين الصوم والصحة. فنحن نصوم كل سنة شهرا كاملا، ومنّا من يصوم في كل شهر ثلاثة أيام أو أكثر، بدون أن نعلم أن هذا الصوم قد يكون له فوائد صحية كثيرة للإنسان، كالوقاية من عدة أمراض خطيرة تصيب الإنسان.

1. تعريف الالتهام الذّاتي

الالتهام الذاتي يعني التآكل الذّاتي، وهو عملية تقوم الخلية من خلالها بعزل محتواها السيتوبلازمي، الذي يتمثل في البروتينات أو اللّيبيدات أوالعضيّات، وإرسالها إلى اللّيزوزومات (الجسيمات الحالة) حيث يتم تحلّلها. يتم تحرير نواتج التحلّل من أحماض أمينية وكربوهيدرات وأحماض دهنية في السيتوبلازم، ليُعاد استخدامها في تصنيع مواد وعضيات جديدة أو يتم تفكيكها من أجل إنتاج الطّاقة.

تمّ وصف الالتهام الذّاتي مورفولوجيا لأول مرة في عام 1957، بفضل الدراسات المجهرية للتّمايز الخلوي في كلى الفأر. وفي عام 1963، تمّ وصف هذه الآلية من قبَل العالم البلجيكي كريستيان دو دوف Christian de Duve، أثناء عمله على اللّيزوزومات.

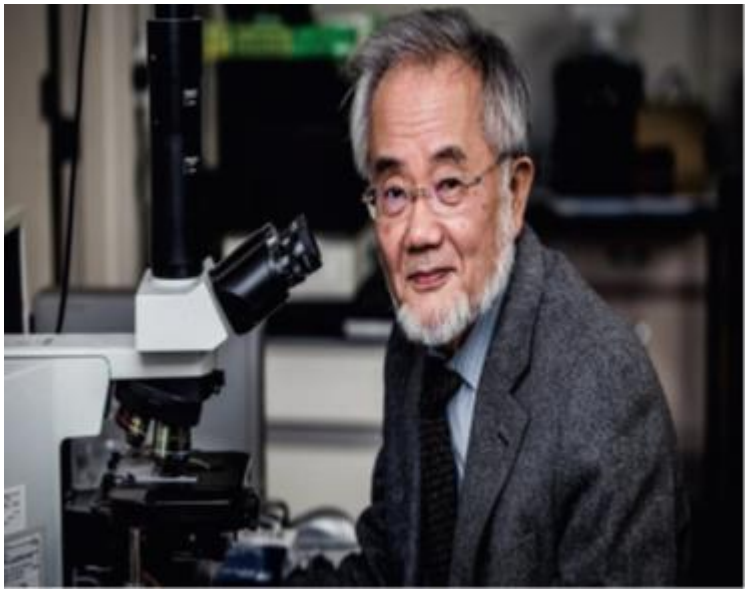
يلعب الالتهام الذّاتي دورا في الحفاظ على الاستتباب، وفي الحماية ضدّ الإجهاد الأيضي وكذا ضدّ الشّيخوخة. يؤدي الخلل في هذا النّظام إلى العديد من الاضطرابات، مثل الأمراض العصبيّة التنكسيّة والأيضيّة والأمراض المعديّة وكذلك السّرطان.

2. من هو العالم أوشينوري أوسومي؟

ولد العالم أوسومي في 09 فيفري 1945 في مدينة فوكوكا Fukuoka الواقعة في جزيرة كيوشو Kyushu بجنوب اليابان. التحق بالمدرسة الثانوية بفرع الكيمياء حيث اختبر لأول مرة التفاعلات الكيميائية. لكنه واجه صعوبات في إيجاد مجال يتخصص فيه. بعدما أُعجب بديناميكية الخلايا الحية، توجه إلى البيولوجيا الجزيئية. عندما أنهى دراساته العليا اكتشف أنه من الصعب الحصول على منصب في اليابان.

استفاد في عام 1974، من منصب ما بعد الدكتوراه في جامعة روكفلر Rockfeller بنيويورك، وعمل مع العالم جيرالد إيدلمان Gerald Edelman، الفائز بجائزة نوبل للفيزيولوجيا أوالطب قبل عامين من ذلك. عمل أوسومي آنذاك في علم أجنة الثدييات، ثم في تضاعف دنا DNA الخميرة. عاد إلى اليابان في أواخر 1977، وعمل كأستاذ مساعد في مختبر يسوهيرو Yasuhiro بجامعة طوكيو، على آليات النقل عبر غشاء الفجوة. تمكن من إثبات أن الفجوة ضرورية للتوازن الأيضي والأيوني بعدما كانت تعتبر مكانا لتجمع البقايا الخلوية فقط.

في عام 1988، بدأ أوسومي البحوث التي أحدثت لاحقا ثورة في هذا المجال. في ذلك الوقت، عُرض عليه منصب مستقل في جامعة طوكيو. وأجرى سابقا أبحاثا مهمة حول ATPase الفجوة. وقرر بعد ذلك تأسيس مخبره باستعمال أفكاره وملاحظاته. قد يكون هذا أهم قرار بالنسبة للعالم أوسومي ولتاريخ الأبحاث حول الالتهام الذاتي.



صورة للعالم الياباني يوشينوري أوسومي Yoshinori Ohsumi

كرس أوسومي نفسه لعمل جديد: "الوظيفة التحليلية لفجوة الخميرة"، باعتبار أن الفجوة وسط حامضي يحوي العديد من الإنزيمات التحليلية بما في ذلك البروتياز. فكر في إمكانية كونها نظير الليزوزوم في خلايا الثدييات، بالرغم من أنه كان يجهل كيفية إثبات هذه الفرضية.

وطوّر أوسومي سلالات من الخميرة تفتقر إلى الإنزيمات الرئيسية المشتهة في قيامها بدور في الالتهام الذاتي، على أمل معرفة ما يحدث في الخلايا. قام بتجويع خلايا الخميرة، فوجد أنها طورت فجوات كبيرة. هذا ما أثبت أن الآلية تحدث في الخميرة، مما أعطاه طريقة لتحديد الجينات المسؤولة عن الالتهام الذاتي. كيف لخلايا الخميرة أن تهدم البروتينات الخاصة بها في حالة التجويع؟ هذا ما تطلّب تركيز أوسومي على مدار 28 سنةً التالية.

امتدت دراسته على الخميرة لعقود. وفي نهاية المطاف اعترفت الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم بالعمل الرائع للعالم أوسومي، بمنحه جائزة نوبل للطب أو الفيزيولوجيا سنة 2016، لاكتشافه الآليات الجزيئية للالتهام الذاتي. يُعتبر بذلك العالم أوسومي سادس ياباني يتحصل على هذه الجائزة.

3. أدوار الالتهام الذّاتي

يلعب الالتهام الذاتي دورا في الحفاظ على الاستتباب (التوازن)، إذ يحدث باستمرار بمستوى قاعدي في العديد من الأنسجة. يُستخدم لإزالة العضيات التالفة أو الزائدة، كما تستخدمه الخلايا لتدوير البروتينات طويلة العمر وغيرها من الجزيئات الضخمة، إما للتزود بالمغذيات عند الحاجة إليها، أو لتخليص الخلايا من البروتينات السامة.

يُعتبر هدم البروتينات وإعادة استعمال البروتينات المؤكسدة أو المخربة الدور الرئيسي لحدوث الالتهام الذاتي. بينت الدراسات أثناء زراعة الأنسجة مخبريا، أنّ عدم استقرار الجينوم في الخلايا يؤدي إلى خلل في الالتهام الذاتي مما يؤدي إلى إجهاد أيضي. لذلك يمكن القول إن للالتهام الذاتي دورا مهما في حماية الخلايا. مثلا، يسمح عزل البروتينات التالفة والتخلص منها إلى منع تراكمها مما قد يحدث خللا في وظيفة الخلية. كما يسمح تفاعل الالتهام الذاتي في الكائنات وحيدة الخلايا بالمحافظة على بقائها، وذلك بالتكيف مع التغيرات التي تحدث في المحيط الخلوي

خاصة عند نقص المغذيات في الوسط. يستنزف نقص الأزوت في الخميرة التي تعاني من خلل في الالتهام الذاتي المدخرات الداخلية من الأحماض الآمينية، ويعيق بالتالي تصنيع البروتينات ويُسرع من موت الخلايا.

عند نقص المغذيات تعمل عوامل النمو، الإجهاد التأكسدي ونقص الدنا، على تنشيط الالتهام الذاتي. يتدخل الالتهام الذاتي في النمو الطبيعي والشيخوخة وفي المناعة والدفاع ضد الغزو الميكروبي. يؤدي أيّ فشل في الالتهام الذاتي إلى حدوث أمراض مثل: السرطان، الأمراض العصبية التنكسية، اضطرابات الجهاز الهضمي، مرض الباركينسون والعديد من الأمراض الأخرى.

4. عزل طافرات ذات خلل في الالتهام الذَاتي للخميرة

قام مخبر أوسومي بإحداث طفرات في خلايا الخميرة تتميز بوجود خلل في إنزيمات بروتياز الفجوة. فحص أعضاء 5000 من المستنسخات الطافرة المستحدثة كيميائيا الواحدة تلو الأخرى تحت المجهر. وحددوا مبدئيا 10 مستنسخات لا يحدث فيها تراكم أجسام الالتهام الذاتي تحت ظروف التجويع بالكربون. وتمكنوا من الحصول على طافرتين أليليتين. أُشيرَ إلى الجين المسؤول عنها بـ APG1. تعرفوا على الطافرات بفضل خلل في تراكم جسيمات الالتهام الذاتي فيها. وقد لاحظ أعضاء مخبر أوسومي أنها تفقد حيويتها بصفة أسرع تحت ظروف نقص المغذيات، حيث تمكّنوا من تحديد فقدان الطافرات لحيويتها باستخدام مؤشر الحيوية Phloxine B.

تمكن أوسومي من خلال التجارب المذكورة أعلاه من اكتشاف العديد من المورثات ATG المسؤولة عن عملية الالتهام الذاتي. واصل أوسومي عمله في تحديد المورثات المتدخلة في عمليات الالتهام الذاتي في الثدييات ثم اكتشف سلسلة البروتينات والمعقدات البروتينية التي تحكم هذه الآلية.

بعد عملية عزل طافرات الالتهام الذاتي التي قام بها مخبر أوسومي بالتعاون مع مخبر ماريكو أوسومي Mariko Ohsumi (زوجة العالم أوسومي). يعتبر تحديد الجينات المسؤولة عن الإلتهام الذاتي من هم أعمال أوسومي حيث تبيّن أن هذه الجينات جديدة لم تُدرس من قبل.

5. من الخميرة إلى الكائنات متعددة الخلايا

دفع الفضول بالعالم أوسومي إلى الانتقال من الخميرة إلى كائنات راقية من الثدييات كالفئران، وإلى النباتات، نظرا لأن الجينات ATG محفوظة جيدا بين الكائنات حقيقية النواة.

بالتوازي، قام أوسومي ومساعدوه بالتحقق من النشاطات الإنزيمية للجينات ATG في الخميرة والثدييات. أُجريت عدة أعمال رائدة حول أنظمة الثدييات من طرف مساعدين للعالم أوسومي. تم بعد ذلك تحديد الجينات البشرية المسؤولة عن الالتهام الذاتي (ATG12 و ATG5).

تواصلت البحوث حول الالتهام الذاتي إلى إنتاج فئران معدلة وراثيا، حيث يتم من خلالها التحكم في الفئران التي تفتقر إلى أحد الجينات أو البروتينات المتدخلة في عملية الالتهام الذاتي. لاحظ فريق أوسومي أن الفئران التي تفتقر إلى الجينات أو البروتينات الأساسية في الالتهام الذاتي تموت خلال 24 ساعة من الولادة. توصل أوسومي إلى أن الالتهام الذاتي مهم للبقاء، أثناء تطور الفئران حديثي الولادة. نُشرت هذه النتائج المهمة والحاسمة في مقال تحت عنوان "دور الالتهام الذاتي أثناء التجويع في المراحل الأولى بعد الولادة"، سنة 2004 في مجلة Letters to Nature.

بهذه الطريقة، يكون مختبر أوسومي قد توصل إلى تحديد الآليات الأساسية للالتهام الذاتي في الخميرة، وبيّن أن آليات متطورة مشابهة لها تُستخدم في خلايانا. شهد مجال الالتهام الذاتي، الذي لا يزال في نمو، دفعةً كبيرة بعد

العمل الرائد للعالم أوسومي وزملائه. كما فتحت اكتشافاته الطريق لفهم الأهمية الأساسية للالتهام الذاتي في العديد من العمليات الفيزيولوجية، مثل التكيف مع الجوع أو الاستجابة المناعية.

6. علاقة الالتهام الذَاتي بالتجويع

تتنبّه الخلايا حقيقية النواة لعدة تغيّرات كالإجهاد، انخفاض عوامل النّمو والتّجويع. تستجيب بتغيير أيضها، بحيث تقوم بتثبيط النّمو وتنشيط الالتهام الذّاتي لتحسين استخدام مصادر الطاقة وضمان بقائها. عندما يكون الإمداد بالمغذيات الخارجية محدودا بسبب نقص المغذيات أو التّجويع، يمكن أن تتحفز عملية الالتهام الذّاتي. يضمن ذلك وجود مصدر للرّكائز الأيضية المستعملة للحفاظ على النّشاط الخلوي الضّروري لضمان البقاء. تمت دراسة هذه الاستجابة للتّجويع في العديد من الكائنات الحية كالخميرة والفئران.

7. الالتهام الذَاتي والسرطان

منذ أن أُثبت وجود علاقة بين الالتهام الذاتي والسرطان، ركزت العديد من الأبحاث على آلية حدوث العملية. تُؤكد العديد من الدراسات، تدخل الالتهام الذاتي في إزالة الورم. يؤدي حذف الجين ATG4 في خلايا الفأر إلى تشكل أورام ليفية. ويتسبب حذف الجين ATG5 أو ATG7 في الخلايا الكبدية للفئران، في تطور أورام كبدية وتراكم الميتوكوندريا و ROS وتلف على مستوى الدنا، ممّا يؤدي إلى بدء تشكل الورم. تتدخل العديد من مورثات ATG في كبح الورم، مثل ATG6.

8. الالتهام الذاتي والأمراض العصبية التنكسية

تتميز الخلايا العصبية بعدم القابلية للانقسام، وبالتالي فهي لا تستطيع التقليل من إجمالي كمية البروتينات التالفة كما تفعل الأنواع الخلوية الأخرى؛ إذ هي بحاجة إلى آلية فعّالة لمراقبة نوعية وكمية البروتينات والعضيات. يؤدي أيّ خلل في نشاط هدم البروتينات إلى تراكم البروتينات التالفة وغير الوظيفية، مما ينتج عنه خلل في وظيفة العصبونات والنقل العصبي وظهور العديد من الأمراض.

مرض الزهايمر هو من أكثر أشكال الخَرَف شيوعا. يعاني المريض في البداية من صعوبة في تذكر الأحداث الأخيرة. مع تقدم المرض، يفقد المريض القدرة على التواصل وأداء الأفعال الإرادية الأساسية للحياة. يتميز بالتراكم الممرض لجزيئات الأميلويد amyloid الناتجة عن الانقسام المتسلسل لبروتين الأميلويد والتراكم داخل الخلوي.

قدمت الدراسات المجهرية الإلكترونية على أدمغة المصابين بالزهايمر أوّل دليل على مشاركة الالتهام الذاتي في المرض حيث لوحظ تراكم العديد من جسيمات الالتهام الذاتي غير الناضجة في الدماغ، تحتوي بداخلها البروتين الممرض.

9. الالتهام الذاتي والشيخوخة

مع التقدم في السن (الشيخوخة)، يصبح الالتهام الذاتي غير كاف، ويرجع ذلك لنقص سرعة الالتهام الذاتي أو بسبب وجود الكثير من النواتج لتلف الخلايا المزمن. يمكن أن يؤدي تحفيز الالتهام الذاتي على مستوى الجسم (سواء بالتدخلات الغذائية أو العوامل العلاجية) إلى الحد من الأمراض المرتبطة بالسن وإطالة عمر الكائنات الحيّة. تشير الأدلة الواسعة أن أي نوع من المعاملة الغذائية أو العلاجية أو الجينية التي تؤدي إلى إطالة العمر، تؤدي أيضا إلى زيادة الالتهام الذاتي.

يؤدي الالتهام الذاتي دورا هاما في التخلص من العديد من الأمراض (مثل السرطان)، والأمراض العصبية التنكسية (مثل مرض باركنسون والزهايمر)، وأمراض القلب والكلى وغيرها. لقد أصبح الالتهام الذاتي وسيلة علاجية تُستعمل للقضاء على مختلف هذه الأمراض.

10. علاقة الصوم بالعلاج والوقاية من الأمراض

تتحفز آلية الالتهام الذاتي المحفوظة بين الكائنات الحية تحت ظروف الإجهاد. ومن بين أهم ظروف الإجهاد المؤدية لتنشيط هذه الآلية، نقص المغذيات في الوسط "التجويع".

التوقف الإرادي عن الأكل (الصوم) هو عبادة موجودة في العديد من الديانات: الإسلام، المسيحية، اليهودية، البوذية، الهندوسية وغيرها. يختلف تواتر ومدة الصيام من ديانة لأخرى، من بضع ساعات إلى عدة أيام، وقد يشمل عدة أسابيع، حيث يستهلك الطعام في الليل أو في الصباح الباكر.

لا شك أن الإسلام هو أكثر الديانات حرصا وتنظيما لعبادة الصوم، إما لشهر كامل في السنة بصورة إجبارية على كل مسلم، أو بصورة تطوعية خارج فترة شهر رمضان، سواء بيومين في الأسبوع أو ثلاثة أيام في الشهر أو خلال أيام محددة خلال السنة مثل يوم عرفة أو العشرة أيام الأولى من شهر ذي الحجة، إلخ.

ذُكر في القرآن صيام شهر رمضان في الآية الكريمة: "يا أيها الذين آمنوا كتب عليكم الصيام كما كتب على الذين من قبلكم لعلكم تتقون". تشير الآية الكريمة بوضوح إلى أن الصوم غير مقتصر على الديانة الإسلامية، فهو معروف في الأديان السماوية السابقة مثل المسيحية واليهودية.

بعد اكتشاف العالم الياباني أوسومي لآلية الالتهام الذاتي وكيفية تحفيزها من خلال التجويع. زاد الاهتمام بتأثير الصوم على صحة الإنسان، ولاحظنا زيادة كبيرة في المقالات العلمية والدراسات لمحاولة إثبات دور الصوم في صحة الإنسان من حيث العلاج أو الوقاية.

على الرغم من أنه لم يتم استخدام الصيام المتقطع Intermittent fasting (IF) كعلاج معتمد لدى الهيئات الطبية والمستشفيات لتنشيط الالتهام الذاتي عند البشر، إلا أن معظم الدراسات العلمية الحديثة تشير إلى فوائده الصحية الكثيرة. يحمي الالتهام الذاتي، الناتج عن الصيام للمدى القصير، من عدة أمراض مثل أمراض القلب، التنكس العصبي والسرطان، كما يحمي من الشيخوخة ويزيد في العمر. يتم تطوير علاجات تستهدف بروتينات الالتهام الذاتي، إذ يمكن للصيام على المدى القصير أن يمنح نتائج مماثلة عن طريق تحفيز الالتهام الذاتي.

من بين أكثر الأمراض التي تهدد الإنسان في هذا العصر هو مرض السرطان. أظهرت الدراسات أن تعديل نظام الحمية الغذائية يمكن أن يقلل من حدوث الورم ويزيد من فعالية العلاج الكيميائي والإشعاعي في نماذج الأورام المختلفة. من بين أهم أنظمة الحمية التي تم دراستها هي تحديد السعرات الحرارية CR (Calorie Restriction) والصيام. إذ يُعدان من أهم الطرق التي يتم البحث فيها لعلاج الأورام حديثا.

ظهرت في السنوات الأخيرة مصطلحات علمية في العديد من المقالات العلمية والدراسات والبحوث وحتى التقارير الطبية لها علاقة بالتجويع، من بينها مصطلح التوقف عن الأكل لفترات متقطعة أو ما يعرف بـ intermittent fasting (IF) والذي يسمى كذلك الصيام أو الصوم.

11. لماذا تزايد الاهتمام بهذا الموضوع؟

هناك دلائل علمية كثيرة وطرق علاجية تعتمد على التوقف عن الأكل كوسيلة للتخفيف من حدة الأمراض أو الشفاء منها أو منع الإصابة بها (الوقاية).

أظهرت الدراسات التي أجريت مخبريا على نماذج حية أن الصيام المتقطعIF، لمدة 16 ساعة في اليوم أو 48 ساعة في الأسبوع، حسَّن الاستجابة الكيميائية للعلاج بالعديد من المركبات في الخلايا السرطانية. كما حسَّن الحساسية للعلاج الإشعاعي لخلايا الثدي السرطانية في الفأر. فعندما تم الجمع بين دورات الصيام المتقطع والعلاج الكيميائي، تباطأ نمو الورم وازدادت فترة البقاء على قيد الحياة في النماذج الحيوانية المصابة بسرطان الثدي وسرطان الجلد.

يُستخدم مصطلح الصوم المتقطع IF لوصف مجموعة متنوعة من أنماط التغذية التي يتم فيها استهلاك عدد قليل من السعرات الحرارية، أو عدم استهلاكها كليا لفترة تتراوح بين 11 ساعة في عدة أيام بطريقة متكررة، فاستنفاذ الغليكوجين في الكبد يتم بعد 11 ساعة من التوقف عن تناول الطعام. إذ أوضحت التجارب المقارنة بين أشخاص يتناولون 3 وجبات يوميا وأشخاص يصومون أن الميتابوليزم يتغير بعد 11 ساعة من الانقطاع عن الطعام، ويبقى على تلك الحالة لمدة 6 ساعات تقريبا كل يوم.

أصبح كثير من الأطباء في مختلف أنحاء العالم، يقترحون على مرضاهم إتباع حميات غذائية وحتى الصيام لساعات من اليوم، بالانقطاع التام عن الأكل من أجل علاج عدة أمراض خاصة بالشيخوخة والسرطان.

عرضت مثلا الدكتورة أنيت بوسورث Annette Bosworth على مرضاها آلية الصيام من أجل العلاج لتنشيط الالتهام الذاتي لديهم. وألّفت الدكتورة نعومي وايت Naomi Whitte كتابا تحت عنوان"Glow15"، تحدثت فيه عن كيفية الحفاظ على الشباب ومحاربة الشيخوخة بعد اكتشاف آلية الالتهام الذاتي.

تفتح هذه الدراسات مجالا واسعا للبحث في المستقبل حول أهمية ودور الالتهام الذاتي في العلاج من الأمراض.

الخلاصة

مثلما يجب على الخلايا أن تقوم بتصنيع المكونات الحيوية الضرورية، يجب أن تهدم المركبات والعضيات التالفة وغير الوظيفية. من أجل تحقيق هذا التوازن تستخدم الخلايا مسارين أساسيين: البروتيازوم والالتهام الذاتي. هذا الأخير كان موضوع هذا المقال الذي عالجنا فيه موضوع الالتهام الذاتي باعتباره آلية هدم تستخدمه الخلايا من أجل تدوير العضيات والبروتينات التالفة لإعادة استعمالها في إنتاج الطاقة. حيث تبين لنا أن هذه الآلية محفوظة عند الكائنات الحية من الخميرة إلى الثدييات. كما تضمّن المقال كذلك أهم المورثات والآليات الجزيئية المتدخلة فيه، والتي استطاع العالم الياباني أوشينوري أوسومي فكّ لغزها، وهو ما كان سببا في نيله جائزة نوبل للفيزيولوجيا أو الطب سنة 2016.

عالج المقال العلاقة بين التجويع والالتهام، والعلاج أو الوقاية من الأمراض. فخلال تجويع الكائنات، تكون الخلايا قادرة على مواجهة عوامل الإجهاد الخارجية ونقص المغذيات بتحفيز الالتهام الذاتي لضمان البقاء على قيد الحياة. يرتبط دور الالتهام الذاتي بشكل أساسي بالصحة وحالات المرض، حيث تبين من خلال المقال إلى العلاقة بين علاج الأمراض المستعصية والالتهام الذاتي والانقطاع عن الأكل (الصيام).

من هنا تتضح أهمية الالتهام الذاتي في مجال الصحة. على أمل إمكانية تطبيقه واستعماله مستقبلا في المستشفيات كوسيلة طبية لضمان علاج العديد من الأمراض، من خلال تشجيع المرضى على الصيام لتحفيز آلية الالتهام الذاتي وبالتالي القضاء على الأمراض التي يعاني منها الإنسان.

هناك بحث متواصل حول العلاقة الحقيقية للالتهام الذاتي مع الصيام وعلاقتها بصحة الإنسان. فهل يا ترى سيتم التوصل في السنوات القادمة إلى اقتراح الصيام كعلاج أساسي ضد الأمراض ويتم تطبيقه في المستشفيات عبر أنحاء العالم؟

صراع البشرية بين ضراوة الأوبئة وفعالية اللقاحات

سميرة طاطا
أستاذة بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
samira.tata@g.ens-kouba.dz

مقدمة

تعتبر غريزة البقاء من أهم الغرائز المتجذرة في الكائنات الحيّة عموما وفي الإنسان خصوصا. وقد كان لها دور كبير في التحكم في سلوكيات الإنسان القديم، الذي كان يتمتع بحساسية عالية ضد أي تهديد. إن استشعار أي تهديد أو خطر في البيئة المحيطة يحفز غريزة البقاء الأساسية التي تدفعنا إلى التصرف بسرعة دون تفكير طويل، إذ يغير الخوف من سلوكنا وحكمنا على الأمور. وقد كانت الأمراض والأوبئة من أقوى الدوافع والمحفزات لإيجاد حلول من شأنها أن تقضي أو تخفف من وطأة هذه الأمراض على الجنس البشري.

بالنظر إلى تاريخ هذا الصراع بين البشر والأمراض، ندرك أنه ذو جذور غائرة في التاريخ البشري، ولم يكن وليد هذا القرن أو الذي قبله. ففي بداية الحضارة الإنسانية (حوالي 3 آلاف سنة قبل الميلاد) لاحظ القدماء أن بعض الأمراض الخطيرة يمكن أن تُفسَر على أنها تسمم ناجم من المستنقعات المحيطة. وكانت لهم علاجات تقليدية يعتمدونها في مجابهة هذه الأمراض. غير أن هذه المحاولات ظلت علاجية، ولم ترق إلى أن تكون وقائية، وهذا ما يجعلنا نؤكد أن تاريخ التلقيح بالمعنى الدقيق للكلمة لم يبدأ إلا مع نهاية القرن الثامن عشر.

1. لماذا كان اكتشاف اللقاح إضافة عظيمة في تاريخ الطب البشري؟

تعَوّد البشر على الإصابة بالأمراض المعدية بشكل وبائي، وكثيراً ما كانت توصف بالطاعون، الذي لم يكن بدوره بريئاً من الفتك بالمجتمعات البشرية على غرار ما سبقه من أوبئة. ويعزى إلى هذه الأوبئة قتل ما يقرب من نصف سكان أوروبا خلال القرنين الرابع عشر والخامس عشر الميلاديين. كانت

المحصلة السنوية لضحايا الجدري وحده مائة ألف قتيل ولقرن كامل من الزمان، تاركاً بصماته على ملايين أخرى من المشوَّهين. بينما فتك وباء الأنفلونزا عام 1918 بخمسة وعشرين مليونا من البشر في كافة أصقاع المعمورة. أما شلل الأطفال، فقتل الألوف في مطلع القرن العشرين وتسبب في إعاقة ملايين آخرين.

ثم ظهر اكتشاف بسيط واحد لم يحد من انتشار هذه الأوبئة الفتاكة فحسب، بل أزالها تماماً عن الوجود. يتمثل هذا الاكتشاف في اللقاحات التي أنقذت حياة الملايين وقضت على جزء كبير من المعاناة والألم في عالمنا.

2. كيف جاء اكتشاف اللقاحات الطبية؟

وفقا لمصادر تاريخية، استخدم التطعيم تاريخيا لأول مرة على يد الصينيين، بتطبيق تقنية التجدير (variolasyon) خلال القرن الخامس عشر، وهو الأسلوب البدائي للتطعيم ضد الجدري. يطلق اسم "vario" على الفيروس المسبب لمرض الجدري، ويعطى بطرق مختلفة كإزالة القشور من جلد المرضى، ثم حقنه بعصا رقيقة في أنف الشخص السليم بعد سحقه. وهناك طريقة أخرى تتمثل في أخذ الطفح الجلدي من المرضى، ثم يُخدش جلد الأصحاء ويُلطخ به ليكتسبوا مناعة وحصانة ضد الفيروس.

تطورت هذه الطرق البدائية بمرور الزمن مع انتقالها من الصين إلى آسيا الوسطى والقوقاز. كما حمل الأتراك هذه التقنية التي تعلموها من الصينيين إلى عدة مناطق.

يرجع الفضل في أولى المحاولات لاكتشاف اللقاح إلى الشاعرة الإنجليزية السيدة ماري وورتلي مونتاغو Lady Mary Wortley Montagu التي انتقلت للعيش في الآستانة عام 1712 برفقة زوجها بعد تعيينه سفيراً لبريطانيا لدى الدولة العثمانية.

في الوقت الذي كانت شعوب دول العالم تعاني من فتك فيروس الجدري، لاحظت هذه السيدة انعدام ذلك الوباء في أرياف هذا القطر. كما لفتت نظرها ممارسة النساء الريفيات العجائز لعادة تسمى "التطعيم". وفي الوقت الذي سخر فيه من سبقها من البريطانيين من هذه العادة باعتبارها من المراسيم القبلية الساذجة، ربطت السيدة ماري بين هذا الحدث السنوي ومناعة أهل البلاد ضد مرض الجدري.

كان سكان المناطق الريفية إذا توقعوا إصابة شخص بالمرض، يقومون بحقنه بسائل مستخرج من القيح المستنبط من حوصلات الجدري للمرضى المصابين. بعد ذلك يَلزم هذا الشخص السرير ليومين أو ثلاثة معانياً من حمى خفيفة وطفح بسيط، ثم يستعيد كامل عافيته، بل ويتقي شر الإصابة بالجدري في المستقبل.

ماري وورتلي مونتاغو

في أوائل عام 1714م، استمعت كارولين Caroline أميرة ويلز لإحدى خطب السيدة ماري، فقررت تجريبها على المُدانين والمحكوم عليهم بالإعدام واليتامى. جمعت السيدة ماري القيح المستنبط من حوصلات الجدري للمرضى المصابين، وحقنت كميات قليلة من السائل القاتل في أجسام الأشخاص تحت التجريب. كانت نسبة الوفاة عند هؤلاء أقل من ثلث المجموع العام، بينما أصيبت نسبة خمسة أضعاف منهم بحالات طفيفة عابرة دون أن تتكون عندهم بثور المرض. لكن كانت هنالك مشكلة في التطعيم، إذ شكل تلقيح فيروسات حية للجدري خطرا، وتوفي بعض المرضى جراء عمليات التلقيح التي كان الغرض الأساسي منها هو حمايتهم.

على صعيد آخر، لاحظ الجراح الإنجليزي إدوارد جينر Edward Jenner عام 1794، أن مربيات الأبقار من قريته لم يُصبن بالجدري إطلاقًا، في حين أصبن جميعاً بجدري البقر الذي كان يقتصر على ظهور حوصلات صغيرة على اليدين. افترض جينر أن جدري البقر من عائلة جدري البشر ذاتها، وأن الإصابة بالأول تقي من إصابة قاتِلة بالثاني، على غرار عملية التطعيم.

إدوارد جينر

جرب جينر نظريته على 20 طفلا بحقنهم بالسائل المستنبط من حوصلات جدري البقر عند إحدى مربيات الأبقار المصابات بقريته. فأصيب كل طفل بجدري البقر على شكل حوصلات مؤلمة على اليدين والقدمين دامت بضعة أيام فقط.

وبعدها بشهرين، حقن جينر كل طفل سابق بسوائل تحتوي على إصابات حيّة من جدري البشر. فلو كانت نظرية جينر خاطئة، لمات العديد من الأطفال. لكن على العكس تماماً، لم يُبد أي منهم أعراضا لمرض الجدري الخطير.

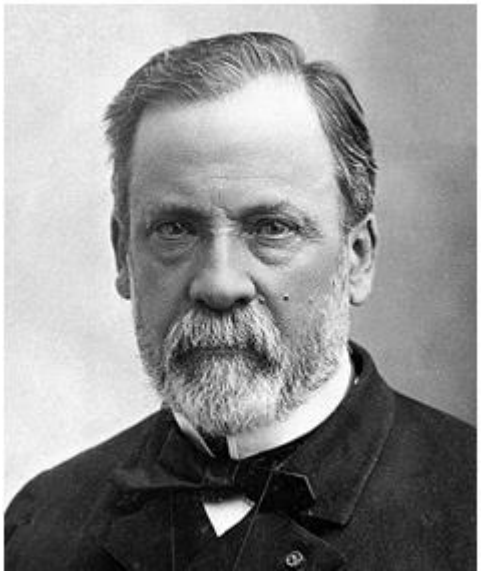
ابتكر جينر عبارة vaccination أي «التلقيح» لوصف هذه العملية في معرض إعلان نتائجه عام 1798. فمقطع vacca مشتق من كلمة لاتينية بمعنى «البقرة»، أما vaccinia فتعني "جدري البقر".

إن مجانية التلقيح ضد الجدري وصعوبته أدت إلى تعب الأطباء وظهور مشاكل خاصة مرتبطة بتقنية التلقيح من ذراع إلى ذراع، والتي أدت إلى حدوث عدوى من قِبَل مسببات أمراض أخرى (تنتقل عبر الدم) كالتهاب الكبد hepatitis والزهري syphilis.

3. أعمال العالم باستور

يُعتبر العالم والكيميائي الفرنسي لويس باستور Louis Pasteur (1822-1895) رائد علم الأحياء الدقيقة. اكتشف باستور في عام 1879، أول لقاح موهن اصطناعي مكون من العامل الممرض بعد أن فقد ضراوته، وكان يتعلق بمرض كوليرا الدجاج. لاحظ باستور أن زراعة جراثيم كوليرا الدجاج تحت ظروف معملية مختلفة عن جسم العائل، يُفقدها قدرتها على إحداث المرض، ولا يبقى لها إلا صفات مرضية موهنة (attenuated). فلقح الدجاج بالبكتيريا الموهنة، وبين أن الدجاج أصبح مقاوِما للسلالة المسبِبة للمرض. وبعد ذلك وجه باستور جميع أعماله التجريبية نحو التمنيع الذي طبقه في العديد من الأمراض الأخرى.

في ربيع عام 1881، أجرى تجربة واسعة للتمنيع ضد الجمرة الخبيثة. ولعل من أبرز إنجازاته قيامه بالخطوة الأساسية في التطعيم ضد داء الكَلَب البشري، على الصغير جوزيف مايستر، وتم تأكيد فعاليته من قِبَل لجنة تحقيق. أدى هذا النجاح إلى تطورات سريعة في تنمية مجال التلقيح.



لويس باستور

4. اكتشافات نهاية القرن التاسع عشروبداية القرن العشرين

شهد القرن التاسع عشر لقاحات عديدة ناجحة مستوحاة من إجراءات مماثلة لأعمال باستور، بما فيها لقاحات ضد الدفتيريا، الحصبة، النكاف، السعال الديكي، الكزاز، السل.

اكتشف العالم والطبيب الألماني روبرت كوخ Robert Koch البكتيريا المتفطرة السلية المسبِبة للمرض وقام بوصفها، وطور "التيوبركلين" (مستخرج من عصيات السل) لقاحا للمرض، وكان ذلك في 1882. لكن مع الأسف، لم يُثبت هذا اللقاح فاعليته، ومع ذلك استطاع التمييز بين البكتيريا المتفطرة السلية وبين المتفطرة البقرية، ذلك ما ألهم ألبرت كاليت Albert Calmette وكميل غيران Camille Guérin للعمل على تطوير لقاح ضد السل. وفي سنة 1884، اكتشف كوخ بكتيريا الكوليرا.

وفي وقت مبكر من عام 1896، طور ألمروث رايت Almroth Wright في إنجلترا لقاح مقتول ضد التيفوئيد، لقح به 4000 متطوعا من الجيش الهندي وكانت النتائج مشجعة. في العام ذاته، كان فيلهالم كول Wilhelm Kolle في ألمانيا يقوم بتطوير لقاح ضد الكوليرا المميتة بالحرارة، وفي الهند فالديمار هافكين Waldemar Haffkine يعمل على لقاح ضد الطاعون. ليأتي بعد ذلك دور إرليش Ehrlich ونظريته عن وجود مستقبلات جهاز المناعة التي ساهمت في فهم التفاعلات بين السموم ومضادات السموم.

في نهاية القرن التاسع عشر، كان لدينا لقاحان مضادان للفيروسات (حية): لقاح داء الكلب ولقاح الجدري، وثلاث لقاحات بكتيرية ميتة: التيفوئيد والكوليرا والطاعون.

توالت جهود كل من ألبرت كاليت وكميل غيران لإيجاد لقاح لمرض السل، وكانت أولى خطواتهما هي خلق وسط ملائم لزراعة البكتيريا المسببة للسل من أجل مراقبتها بشكل دقيق. وفي ديسمبر 1908، أثبت كميل غيران أن مقاومة مرض السل مرتبطة بوجود عصيات حية في جسم الإنسان. وفور انتهاء

الحرب العالمية الأولى قام العالمان بتجربة أكثر من 230 عملية لزراعة البكتيريا، إلى أن نجحا في الحصول على عصيات سلية غير قادرة على التسبب بمرض السل عند حقنها بعدد من الأرانب والأبقار والأحصنة.

وهكذا نجح العالمان في اكتشاف لقاح ضد السل. وهو من اللقاحات التي أصبحت لصيقة بالصحة البشرية وأُطلِق عليها اسم "عصية كاليت -غيران" (Bacillus Calmette - Guérin) والتي تختصر حاليا بالأحرف (BCG).

بقيت عملية استكشاف اللقاحات مستمرة منذ عام 1923، ليتم تطوير تقنيات استنبات الفيروسات على بيض الدجاج، وهو ما جعل من الممكن وقف استخدام الحيوانات. وقد أثبتت هذه التقنيات أنها أكثر أمانا واقتصادا.

خاتمة

لا ينكر فضل اللقاحات في تحسين الحياة البشرية إلا شخص غير مقدر لحجم المعاناة، وأعداد الوفيات عبر القرون العديدة التي سبقت اكتشاف هذه اللقاحات. ومع أن الأطباء اليوم أصبحوا قاب قوسين أو أدنى من تحقيق إزالة كاملة لجل الأوبئة التي أرهقت كاهل البشرية، فإن أكبر تحدٍ للعلماء اليوم هو إيجاد لقاحات فعالة ومواتية مع الظهور السريع والمفاجئ لأوبئة وجوائح لم تعهد البشرية مثلها.

مراجع

1. الكبيسي، خالد، (2001): علم المناعة والأمصال. دار الصفاء للنشر والتوزيع، الأردن.
2. المكاوي، سعد الدين محمد، (1998): المناعة استراتيجية الجسم الدفاعية. منشأة الإسكندرية، مصر.
3. تيزارد، إيان، (1990): علم المناعة البيطرية، ترجمة السنوسي الزروق مصباح، دارويل الهوني، عتيق العربي. منشورات مجمع الفاتح للجامعات، ليبيا.
4. رفيق، عبد الرحمان صالح، (1990): مبادئ علم المناعة والفحوصات المناعية، دار الفكر للنشر والتوزيع، القاهرة.
5. ستيوارت، جونز، وير، دونالد، (1995): علم المناعة، ترجمة ماهر البسيوني حسين، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض.
6. Bach, J-. F. & Chatenoud, L.: (2002), Immunologie, Médecine-Sciences Publications, Paris.
7. DeFranco, A. L., Roberston, M. & Locksley, R. M., (2009) : Immunité : La réponse immunitaire dans les maladies infectieuses et inflammatoires, Traduction par Raymond Cunin, De Boeck, Bruxelles.
8. https://www.turkpress.co/node/76572

الشفاء في التداوي بالعسل

أحمد عبد الصمد تاجي

أستاذ بكلية العلوم، جامعة امحمد بوقرة، بومرداس، الجزائر

tadji.a.a@univ-boumerdes.dz

1. الطب العتيق والحديث

فَتحت المنظمة العالمية للصحة قاعدة بيانات للطب التقليدي عبر العالم، بعد ما سمي بـ "زكام الخنازير". واللافت للانتباه، أنها أردفت في بيانها عبارة: "ليس من باب الإحصاء ولكن من باب الاستفادة". ولا شك أن أغلبية العالم الثالث، بيّن انبهاره أمام الطب الحديث ونبذه لطبه التقليدي، لا يمكنه ملاحظة مثل هذه العبارة، خاصة أنه فرَّط في العتيق وما ظَفِر بالحديث. فضلا على أن يجمع بين هذا وذاك كما فعلت الصين قبلا وفي كل الميادين.

العسل هو أحد أعمدة الطب النبوي لقوله عليه الصلاة والسلام: "إن كان في شيءٍ من أدويتكم خيرٌ ففي شَرْبة عسل أو شَرْطة مِحْجم أو لَذْعَةٍ من نار، وما أُحب أن أَكْتويَ". ونسعد إذ نرى نخبة من العلماء يثمّنون بأبحاثهم المتنوعة، نشاط العسل المضاد للبكتيريا ودوره الفعال، باختلاف أنواعه وألوانه، في دفع الأدواء وشفاء الأسقام. ذلك ما يرشحه بديلا طبيعيا عن المضادات الحيوية. إن البحث عن البدائل الطبيعية للمضادات الحيوية واسع النطاق، فهو يتعدى مستخلصات الأعشاب إلى مستخرجات من بيض الدواجن وغيرها، مرورا بحليب الضأن والبقر الإبل. وهذا لِما يعلم من احتواء حليب الأم على مكونات دفاعية من جهازها المناعي، تمثل درعا واقيا للرضيع لعدم اكتمال جهازه المناعي.

ومن المعلوم أن الاستعمال الجُزافي والمفرط للمضادات الحيوية يُكسب البكتيريا مقاومة حثيثة ضدها وأن لبعض البكتيريا الخطيرة مقاومة طبيعية. ومن بين الآثار السلبية للمضادات الحيوية: نضوب الكائنات المجهرية النافعة بالأمعاء، ظهور الحساسية المفرطة خاصة بالجهاز التنفسي، إضعاف استجابة جهاز المناعة، انفصال البشرة والإصابة بالصمم. كما أن المضادات الحيوية ليست فعالة ضد الفيروسات. وما فيروس جائحة كورونا عنا ببعيد.

لقد بيّنت الأبحاث الحديثة أن العسل يساعد على التئام الجراح ويعيق تكاثر البكتريا بها وبالعضو المحروق لاحتوائه على مركب فائق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 كعامل رئيس ومركبات أخر بدور أقل. كما يقوي العسل المناعة ويُفعِّل نمو الخلايا ويخفف الآلام ويزيل الالتهاب ويمنع الأكسدة. ولا زالت التحديات قائمة لمعرفة مختلف عمليات هذا النشاط وعزل تلك المركبات وتحديد طبيعتها الكيميائية، والاستفادة منها في صُنع أدوية حديثة فعالة تخلو من الآثار الجانبية السلبية.

2. الجروح والحروق

أُستعمل العسل في معالجة تعفن الدُمَّل والقُرْحَة، خاصة عند مرضى السكري أو العفونة الناجمة عن الحرق، إذ تنتشر على جسد المحروق -من نَفَسه وجوفه وبدنه وأيدي عمال الصحة- بكتيريا شديدة المقاومة للمضادات الحيوية. وإن أغلب الحرقى يموتون بسبب التسَمُّم الناتج عن التعفن. وقد أمكن العسل من القضاء على تلك البكتيريا وإزالة التعفن والنتانة وتخفيف الألم وتحريض نمو الخلايا ما ساعد على التئام الجراح بشكل جيد. وكشفت مستشفيات غربية متخصصة نتائج مذهلة في شفاء آلاف ضحايا الحرق بواسطة العسل. واستخدم العسل

كذلك في معالجة جراح الإصابات وكَلْم العمليات الجراحية. ويمَسُّ هذا النشاط طَيفا واسعا من البكتيريا والفيروسات.

كما تبيَّن أن نشاط العسل المضاد للبكتيريا شامل لكل أنواعه باختلاف ألوانه. بل إن بعض العسل الفاتح اللون أنشط ضد بعض البكتيريا من الداكن. ويرجع أبرز نشاط العسل المضاد للبكتيريا إلى فائق أكسيد الهيدروجين الناتج عن أكسدة الغلوكوز بحسب أحد المسالك، حيث يساعد أنزيم الغلوكوز، الذي أفرزته النحل قبلاً، على تحلل الغلوكوز إلى أن يتكوّن حمض الغلوكوز وفائق أكسيد الهيدروجين. غير أنه سرعان ما يتعطل هذا التحلل لانخفاض رُطوبَة العسل ولحموضته، ثم يُستأنف بعد إماهة العسل فيصير العسل المميّه أنشط بست مرات من العسل المصفّى.

إن نسبة فائق أكسيد الهيدروجين بالعسل المميّه أقل ألف مرة من نسبته بمحلول فائق أكسيد الهيدروجين المطهّر ذي النسبة 3%، ولكن العسل ينفرد بكُمُونه القوي في منع الشوارد المعدنية به من تخليص جذور الأكسجين من فائق أكسيد الهيدروجين. وقد تبيّن أن محلول أكسيد الهيدروجين يتسبب في أكسدة الخلايا الحية وتدميرها. وظن بعض العلماء في بداية الثمانينات، أن تكوين العسل لفائق أكسيد الهيدروجين له نفس مفعول المحلول فمنعت الدول الغربية استعمال محلول أكسيد الهيدروجين كمطهر وتعطل البحث العلمي في العسل، إلى أن اكتشف عامل العسل المضاد للأكسدة.

يتميّز العسل بقدرته على إزالة الجذور المؤكسدة الحرة عند ظهورها، بواسطة عامله المضاد للأكسدة. وليس للعسل أي آثار جانبية عدا بعض الحمرة إذا ما وضع بالعين مباشرة. كما لم تظهر إلى الآن أي بكتيريا بطفرة مقاومة للعسل.

يتعرض العسل خلال عمليات تركيبه وطرق تخزينه إلى كمّ متفاوت من الأكسجين والضوء والحرارة، ما يؤثر في مستوى فائق أكسيد الهيدروجين به. فإذا ما تعاقبت الظروف السيئة، تعطل توليد فائق أكسيد الهيدروجين وتقلص النشاط المضاد للبكتيريا... ولا يفسُدُ العسل. فهنا تظهر فعالية عوامل العسل الأخرى في نشاطه ضد البكتيريا، كحموضته وضغطه التنافذي العالي مجتمعين ومركبات أخر. وتتنوع هذه المركبات بتنوع المراعي التي ارتشفت بها النحل. فمنها مركبات حصرية مثل المثيلغليوكسال methylglyoxal: العامل المضاد للبكتيريا في عسل زيلاندا الجديدة.

إن للعسل بَوْغا وطَلْعا ولذا فهو خطر على الرضيع الذي لا يملك أنزيمات تعينه على هضمها. وعليه لا يُعطى الرضيعُ العسلَ مباشرة. وقد اكتُشِف أن استعمال العسل، كبديل للغلوكوز في شروب إعادة التمييه، فعال في علاج النزلة المعوية للأطفال ويقلص مدة الإسهال الذي تسببه البكتيريا.

الالتهاب جزء حيوي من تداعي الجسد للعدوى أو الإصابة، إلا أن زيادة حده أو طول مدته يمنعان الشفاء ويزيدان في الداء. ويساعد العسل في علاج الجراح وإزالة الألم بعوامل متراكبة: كنشاطيه ضد الالتهاب والأكسدة وتحريض نمو الخلايا وتقوية المناعة. وعامل العسل المسكن للالتهاب يختلف عن نشاطه ضد البكتيريا لأن العسل يزيل التهاب الجراح الخالية من البكتيريا ويهدئ الآلام التي هي الوجه الآخر للالتهاب. ومن ميزاته تقليص الجُدْرة والنَدْب والحصول على نتائج جمالية حسنة في الإصابات المتماثلة للشفاء. أما مسكنات الالتهاب الصناعية فصنفان: إحداهما تمنع نمو النسيج وتعطل استجابة المناعة والثانية تضر بالخلايا وبالمعدة بصفة خاصة.

لا نستطيع تقييم آلية العلاج بالعسل لأن الأبحاث فيه لازالت حديثة فتية. ولكن نعلم أنها عملية معقدة تشمل نشاطات متكاملة ومتزامنة نبسّطها فيما يلي:

تتغذى البكتيريا من النسيج العضوي أساسا، فتفرز مواد تتسبب في نتن الإصابة وتسمم الدم. وأما أثناء العلاج بالعسل، فيصير الغلوكوز غذاء البكتيريا الرئيس، ومن ثمّ تزول النتانة والسموم. ويقضي على البكتيريا نشاطُ العسل المضاد لها، فتنقص شدة الالتهاب. في حين يخفف عامل العسل المسكن للالتهاب الألم ويدفع الالتهاب ويعين على التئام الإصابة بشكل جيد. ولا يتم هذا إلا توافقا مع خاصية أخرى للعسل وهي تحريض الخلايا الجذعية وتسريع ترمّم النسيج. فتظهر الأورمات الليفية، وهي خلايا بنائية للنسيج الضام، حول أمهدةٍ جديدة من الأوعية الشعريّة للدم مع طبقة خارجية للبشرة. يتم هذا وإن كانت الجراح مزمنةً قد بقيت مدة طويلة بلا شفاء، الأمر الذي يغني عن العمليات الجراحية الترميمية. وأما نشاط العسل المضاد للأكسدة فيقضي على كل الجذور الحرة التي قد تتلف الخلايا النسيجية السليمة. نشير إلى أن الجراح المزمنة هي جراح مستعصية تبقى كذلك مدة طويلة بلا شفاء. فلسبب مجهول، تتوقف الكريات البيضاء عن إفراز الوسائط المحفزة للجهاز المناعي ويتعطل البرء. ويقوم العسل، بخواصه الاستثنائية، ببعث عملية رَأْب الجراح من جديد.

3. العسل والجهاز المناعي

للجهاز المناعي آلية معقدة وخواص محيّرة، فهو الدرع الواقي ضد الأخماج (البكتيريا والفيروسات والطفيليات، إلخ) والخلايا المسرطنة والسموم. ولاستشعار أهميته ودور العسل في تحفيزه وتعديل عوامله، ننظر إلى التبسيط الآتي:

تتخلل الكريات البيضاء العَدِلة (Neutrophils) منطقة الإصابة أولا، ثم وحيدات النوى التي تتمايز إلى البلعميات الكبيرة فتزيل حطام الخلايا والمواد الأجنبية والبكتيريا. وفي كلٍ من الطورين تُفرَز الوسائط في موضع الإصابة، وهي عدد من المواد الكيميائية المحددة، فتنتشر في الدمل منبهة خلايا المناعة لحثها على الحركة، في عملية انجذاب كيميائي باتجاه محل الإصابة والالتهاب.

ومن بين تلك الوسائط، السيتوكينات Cytokines، وهي بروتينات تحفز التحريك الخلوي من أهمها: TNF-α و IL-1β، وهما وسيطان محرضان للالتهاب، و IL-6. فلـ IL-1β علاقة مباشرة في رفع درجة حرارة الجسد، ما يحث جهاز المناعة على إفراز المزيد من الوسائط، كعامل النخرة الورمي ألفا TNF-α الذي يشجع البلعمة وظهور الأورمات الليفية ويحفز كذلك إفرازا إضافيا من IL-1β وIL-6 الذي يسكن الالتهاب ويعطل إفراز TNF-α، ويساعد في إعادة نسيج البشرة. في حين، يحرض كل من TNF-α وIL-1β تحرير معاملات النمو المساعدة في الترميم وإبقاء الخلايا في محيط الإصابة.

وبوجود العسل، تضاعِف وحيدات النوى تحريرها للسيتوكينات TNF-α وIL-1β و IL-6(18) على الأقل بـ 7,5 و 1,5 و 23 مرة على الترتيب خلال 24 ساعة في مُسْتنبت ذي 0,1% من العسل. كما تنشَّط الخلايا اللمفاوية البائية والتائية المعزولة بنسب تقدر على التوالي بـ: 60,8% لـ 0,1% من العسل و 36,8% لـ 0,2% من العسل. وهذه الخلايا تميّز الجهاز المناعي التكيفي الذي يتسم بالتنوع والتخصص والذاكرة المناعية.

ويمثل غلوكوز العسل مصدر الطاقة الوحيد لدى البلاعم بعد نضوب الأكسجين من الأنسجة التالفة. وهو عنصر أساسي في إنتاج البلاعم لفائق أكسيد الهيدروجين لتدمير البكتيريا بعد ابتلاعها. كما تستمد عملية ترميم الأنسجة طاقتَها من غلوكوز العسل ومادتَها من كربوهيدراته وأحماضه الأمينية. وهذا إلى جانب السرعة المذهلة في العلاج، مثل الحالة 4 أشهر مقارنة بـ 3 سنوات بالأدوية التقليدية.

إلا أن عوامل العسل المحرضة للإفرازات ولتكاثر الخلايا والمعدلة للعمليات المستلزَمة في ترميم الأنسجة تبقى مجهولة. كما نجهل إن كان التحريض الشديد للخلايا المناعية في المستنبت هو نفسه عند الأحياء أم أنه يخضع

لسلامة الجهاز الحي. وإنما يقوم بتعديله إذا ما تسبب عارض ما في تعطيل إطلاق استجابة مناعية مناسبة كالذي يصيب البلعميات التي تتوقف عن تحرير الوسائط في الإصابات المزمنة أو الإخلال به كالإفراط في إفراز TNF-α في أمراض الالتهاب.

4. الجديد في التداوي بالعسل

اللقاح من أعظم اكتشافات الطب الحديث ضد الفيروسات الخطيرة، إلا أنه وَقْفٌ على جهاز مناعي سليم. ولكن اعتمادنا المفرط على الأدوية الصناعية يعطل الاستجابة المناعية. ولتفادي مثل هذه الأعراض الجانبية، منعت بعض الدول الغربية إعطاء المزكوم المضادات الحيوية إلا في حالات استثنائية. وأُعلنت نتائج علمية أن الماء المحلى بالعسل، يقوي جهاز المناعة بـ 70% إذا ما أضيفت إليه قطرات من الحبة السوداء (السنوج). كما يعين جهاز المناعة على القضاء على الزكام خلال يومين كمدة متوسطة، بل تمتد فعاليته إلى الكثير من عدوى التنفس.

ولازال العسل يستعمل في مالي لمعالجة المصابين بالحَصْبَة ومنع ظهور الجُدْرة على البشرة، الشيء الذي تعاني منه الكثير من فتياتنا. كما بينت الأبحاث أن للعسل دورا في إرجاء ظهور بعض الأورام وتقليص آثارها، على تحفظ من أن أحد أنواعه لم يأت بالمراد المرجو. ويظهر عامل العسل المضاد للسرطان عند استعمال التراكيز الخفيفة، وهو نتاج قدرته على الحيلولة دون الكثير من المسالك المنبهة وتحريضه لعامل النخرة الورمي ألفا (25)TNF-α. والعسل الداكن أقوى في دفعه للأورام والأكسدة من الفاتح لاحتوائه على نسب أعلى من الفلافنويد والفينوليك وغيرهما. كما يُعتقد أن العسل يساهم في إسكان القلق وتحسين الذاكرة الفضائية على عكس السكر.

أصاب فيروس فقدان المناعة المكتسبة منذ 1980 الملايين من الأنفس عبر العالم. وللتوصل إلى ملاذ حقيقي مُجدٍ في متناول المرضى، اتجه الكثير من العلماء إلى المواد الطبيعية كالحبة السوداء والعسل. فقد كشف فريق من الباحثين عن عدة حالات من الخلاص بعد أربعة أشهر على الأقل من استعمال الحبة السوداء. وإحدى الحالات حامل موجبة المصل، أعطيت خليطا من العسل وطحين السنوج، تناولته يوميا لمدة سنة فقط، حولها إلى سالبة المصل. وللتأكد من سلامتها وشفائها وتمام مغادرة السقم، واصلوا الفحص والتحاليل بعد الولادة، لتسع سنوات أخريات. تظل 1% من الخلايا المصابة بفيروس فقدان المناعة المكتسبة كامنة أو خارج الدورة الدموية، كخلايا الذاكرة المناعية، ولذلك لا تصل إليها الأدوية الحديثة المعقدة. وبالتالي يبقى المريض موجب المصل إلى الأبد. في حين، قضى العلاج بالحبة السوداء والعسل على كل الخلايا المصابة دون استثناء. فقد أنجبت المرأة بعد ذلك ثلاثة صِبية معافين. ولم يظهر فيروس فقدان المناعة المكتسبة في التحاليل ولا في الإفرازات ولا عند الصبية.

5. آفاق

تبعث هذه النتائج آمالا كبيرة في التداوي بالعسل والمستخلصات الطبيعية، وتفتح أبوابا كثيرة أمام الباحثين، في المستنبتات وعلى الأحياء، على تباين بينهما وتفاوت في طرائق التفاعل ونتائجها. كما أن عمليات التحفيز والترميم والتعديل التي تقوم بها عوامل العسل المختلفة، قد تُعين على تصنيع أدوية حديثة تتميز بالفعالية وضآلة الآثار الجانبية. وذلك فضلا عن استفادة التخصصات الطبية فيما بينها من الأبحاث السالفة، كاستعمال العسل في علاج الجراح الداخلية للقولون من علاج العسل للجراح المزمنة للبشرة وقضائه على البكتيريا المستعصية. ثم إن معالجة إصابات العين بالعسل قد تزيل الندب الذي يعيق النظر بعد البرء، أو تجنب أدوية صناعية إضافية عند الزكام لذوي الأمراض المزمنة، تحت رعاية طبية متخصصة.

ومن جهة أخرى، يُنصح بتجنب تواقت تناول الأدوية الصناعية، لاجتناب التفاعلات بين مختلف المركبات الكيميائية. فالمستخلصات الطبيعية لقوتها، تتفاعل كذلك مع غيرها من المواد ولها آثار شديدة على الجهاز الحي الضعيف أو السقيم. فمن تتناول الزعتر لأنه المضاد الأول للحساسية، ينبغي أن تعلم أنه قد يُسقط الجنين في الأشهر الأُوَل للحمل.

على الطب الحديث، كتخصص علمي، أن يتعدى الحفظ عن ظهر قلب للأعراض والأسقام والأدوية، إلى فضائل المستخلصات الطبيعية ومساوئ المضافات الغذائية ومراعاة أوضاع المرضى الاجتماعية وحالاتهم النفسية.

وأخيرا نختم مقالنا بنص جاء في بحث نشره شريل سمرفيلد Somerfield (انظر المرجع [25]):

"The traditional nursing staff use of honey to treat pressure sores, much to the chagrin of the supercilious physician may not in fact be nonsense after all. Perhaps everyone should think again."

الذي يمكن ترجمته كالتالي :

"إن استخدام طاقم التمريض التقليدي للعسل من أجل علاج تقرّحات الفراش قد لا يكون، في آخر المطاف، ضربا من العبث، وذلك رغم ما يثيره من استياء لدى الطبيب المتعالي. لعله يتعين على الجميع التأمل في الموضوع مجددا".

المراجع

1. Abuelgasim, H., Albury, C. and Lee, J. Effectiveness of honey for symptomatic relief in upper respiratory tract infections. BMJ Evidence-Based Medicine. 10.1136/bmjebm, 2020.
2. Abuharfeil, N., Al-Oran, R. and Abo-Shehada, M. The Effect of Bee Honey on the Proliferative Activity of Human B-and T-Lymphocytes and the Activity of Phagocytes. Food and Agric. Immunol. 11, 1999.
3. Adams, Christopher J., Manley-Harris, Merilyn and Molan, Peter C. The origin of methylglyoxal in New Zealand manuka (Leptospermum scoparium) honey. Carbohydr. Res. 344, 2009.
4. Ahmed, S. and Othman, N. H. The anti-cancer effects of Tualang honey in modulating breast carcinogenesis - An experimental animal study. BMC Complementary & Alternative Medicine. 17, 2017.
5. Al-Jabri, A. A. Honey, milk and antibiotics. Afr. J. Biotechnol. 4(13) 2005.
6. Allen, K. L., Molan, P. C. and Reid, G. M. A survey of the antibacterial activity of some New Zealand Honeys. J. Pharm. Pharmacol. 43, 1991.
7. Bang, L. M., Buntting, C. and Molan, P. C. The effect of dilution on the rate of hydrogen peroxide production in honey and its implications for wound healing. J. Altern. Complement. Med. 9(2) 2003.
8. Blomfield, E. Honey for decubitus ulcers. J. Am. Med. Assoc. 224, 1973.
9. Bucekova, Marcela, et al. Antibacterial Activity of Different Blossom Honeys: New Findings. Molecules. 24, 2019.
10. Chepulis, L. M., et al. The effects of long-term honey, sucrose or sugar-free diets on memory and anxiety in rats. Physiology and Behavior. 97, 2009.
11. Cooper, R. A., et al. Manuka Honey Used to Heal Recalcitrant Surgical Wound. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 20, 2001.
12. Erejuwa, O. O., Sulaiman, S. A. and Abd Wahab, M. S. Effects of Honey and Its Mechanisms of Action on the Development and Progression of Cancer. Molecules. 19, 2014.

13. Ghramh, H. A., Ibrahim, E. H. and Kilany, M. Study of anticancer, antimicrobial, immunomodulatory, and silver nanoparticles production by Sidr honey from three different sources. Food Sci. Nutr. 8, 2020.
14. Haffejee, I. E. and Moosa, A. Honey in the treatment of infantile gastroenteritis. Br. Med. J. 290, 1985.
15. Halawani, E. and Shohayeb, M. Survey of the antibacterial activity of Saudi and some international honeys. J. Microbiol. Antimicrob. 3, 2011.
16. Libonatti, C., Varela, S. and Basualdo, M. Antibacterial activity of honey: A review of honey around the world. J. Microbiol. Antimicrob. 6, 2014.
17. McInerney, R. J. F. Honey a remedy rediscovered. J. Royal Soc. Med. 83 1990.
18. Molan, P. C. Potential of Honey in the Treatment of Wounds and Burns. Am. J. Clin. Dermatol. 2(1) 2001.
19. Molan, P. C. The antibacterial activity of honey - 2. Variation in the potency of the antibacterial activity. Bee World. 73, 1992.
20. Molan, P. C. The antibacterial nature of honey - 1. The nature of the antibacterial activity. Bee World. 73(1) 1992.
21. Onifade, A. A., Jewell, A. P. and Okesina, A. B. Seronegative Conversion of an HIV Positive Subject Treated with Nigella Sativa and Honey. Afr. J. Infect. Dis. 9(2) 2015.
22. Oryan, A. and Zaker, S. R. Effects of topical application of honey on cutaneous wound healing in rabbits. Journal of Veterinary Medicine Series A. 45, 1998.
23. Premratanachai, P. and Chanchao, C. Review of the anticancer activities of bee products. Asian Pac. J. Trop. Biomed. 4(5) 2014.
24. Russell, K. M., et al. The identification of some antibacterial constituents of New Zealand manuka honey. J. Agric. Food Chem. 38, 1988.
25. Somerfield, S. D. Honey and healing. Journal of the Royal Society of Medicine. 84, 1991.
26. Subrahmanyam, M. A prospective randomized clinical and histological study of superficial burn wound healing with honey and silver sulfadiazine. Burns. 24, 1998, pp. 157-161.
27. Tan, Hern Tze, et al. The antibacterial properties of Malaysian Tualang honey against wound and enteric microorganisms in comparison to Manuka honey. BMC Complementary and Alternative Medicine. 9, 2009.
28. Tonks, A. J., et al. Honey Stimulates Inflammatory Cytokine Production from Monocytes. Cytokine. 21, 2003.
29. White, J. W. Jr, Subers, M. H. and Schepartz, A. I. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. Biochim. Biophys. Acta. 73, 1963.

ریاضیات

فيبوناتشي: هذا السنونو ...!

محمد حازي
أستاذ متقاعد، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
hazi@hotmail.fr

1. وقفة عند العنوان

إذا كان الشاعر قديما قال "لسان الفتى نصف ونصف فؤاده ..." أجدني أستعير هذا الشطر لأعلن أنّ عنوان هذا المقال نصف ونصف فحواه كما سأفصح عنه.

لو غمضت عيني لحظة لعاد بي الزمن إلى عالم الطفولة الأولى حيث تتراءى لي قريتي ببيوتها المتناثرة هنا وهناك. إنّها بيوت الطين والحجر. سقوفها خليط من أخشاب يعلوها تراب فوقه قراميد حمراء قانية.

كلّما تأهّب الربيع للحلول حطّ في بيتنا زائر ظريف، وأخذ في تهيئة مقرّ له ولذويه في أحد الأخشاب الأفقيّة من السقف. إنّه الطائر المهاجر السنونو الذي لا تكاد تخلو منه دار. إنّه بشير الربيع!

فكما أنّه من الطبيعيّ إن قلت صخرا امتثلت أمامك الخنساء بقامتها الشعريّة النُواحيّة السامقة، وإن قلت عبلة سمعت جلبة أرجل حصان عنترة غير بعيد، فعند أقوام كثيرة كلّما نطقت بالسنونو تبادر إلى أذهانهم الربيع بزهره الحلو البديع.

فكذلك ليوناردو بيزانو والساحة العلميّة الرياضياتيّة الإسلامية العربيّة. فقد نهل من المعرفة العربيّة من البلاد الإسلاميّة شرقها وغربها، وحمل ذلك إلى بلاده فأفرخ حمله هناك. كلّما نادى الزمان وصاح: فيبوناتشي! وجدت الصدى يردّد دونما لبس أو كلل، أبو كامل! ثابت بن قرّة! إبراهيم بن سنان! الخوارزمي! نصير الدين الطوسي! المؤتمن بن هود! السموأل!... فذكره ذكر لهؤلاء الأسلاف الأمجاد الذين صنعوا ربيع الأمّة الرياضياتي وخلّدوها بأعمالهم وعطاءاتهم، فبوّؤوها مكانها برجا عاليا بين الأمم، ووضعوا بإسهاماتهم لبنات متينة في بناء عرش الإنسانيّة الدائم.

2. نشأته

ولد العالم الرياضياتيّ الإيطاليّ فيبوناتشي (Fibonacci) في مدينة بيزا بتوسكانا (في إيطاليا الحالية) عام 1170م. كان يُعرف فيما مضى باسم ليوناردو بيزانو (نسبة إلى مدينته بيزا)، كما كان يعرف باسم ليوناردو بيڤولو (وتعني Bigollo المسافر)، وهو الاسم الذي ذكره ليوناردو لنفسه في كتابه فلوص (Flos) عام 1225. غير أنّ اسمه الحقيقيّ قد يكون ليوناردو ڤيليلمي (Leonardo Gulielmi). بعد وفاته تعلّق به اسم فيبوناتشي، الذي يعني ابن بوناتشي أو منحدر من سلالة بوناشيو، حيث كان هذا الإجراء مألوفا وجاريا آنذاك، واشتهر به اليوم في عالم الرياضياتيين.

في عام 1240 تلقى ليوناردو تكريما رسميّا من بيزا نظير الخدمات التي قدّمها بصفته أخصائيّا في المالية، باسم ليوناردو بيزانو بيڤولو. كثيرة هي المقاربات التي حاولت وضع تفسير للفظ بيڤولو. يمكن القول هنا إنّ لفظ "فيبوناتشي" من صنع المؤرّخ الرياضياتيّ ليبري (Libri) عام 1838. ليس هناك دليل على أنّ ليوناردو أشار لنفسه أو أُشير إليه من قِبَل معاصريه بهذا اللقب. مثل هذه الأخطاء للأسف الشديد مألوفة في تاريخ الرياضيات، إذ تعيش هذه الأخطاء وتعمّر إلى حدّ يُظهرها ويُصيّرها صحيحة مستساغة مقبولة.

كان تعليمه بالأساس في شمال إفريقيا، ذلك أنّ والده كان موفدا من قبل إمارة بيزا، مشرفا على أسواقها في الجزائر وتونس والمغرب. كانت بجاية في تلك الحقبة مركز إشعاع ثقافيّ وعلميّ مزدهر، يسكنها ويحجّ إليها علماء كثيرون كسيدي بومدين وابن حمّاد وعبد الحقّ الإشبيلي وأبي حامد الصغير. على إثر أسفاره العديدة التي قادته إلى مصر وسوريا وصقلية وغيرها من الأصقاع، واحتكاكه بالكثير من الرياضياتيّين، جلب إلى بيزا سنة 1198، حسبما قيل، الأرقام العربيّة المستعملة اليوم والترميز الجبريّ.

لمّا استقرّ به الحال في بيزا بعد أسفاره واشتغاله خارجها ارتبط بالبلاط الإمبراطوريّ، فكانت له حظوة عند الإمبراطور فريدريك الثاني. قضى الفترة الممتدّة من 1202 إلى 1225 في التأليف. وبعد 1228 تكاد حياة فيبوناتشي تكون عنّا مجهولة، إذ لا يُعرف الكثير عن أواخر حياته، بل إنّ سنة مماته لم تكن معروفة على وجه الدقّة.

اشتهر فيبوناتشي اليوم أساسا بالأعداد والمتتالية التي ربطها باسمه إدوار لوكاس (Eduard Lucas) بعد دراستها؛ غير أنّ صيته ذاع فيما مضى بسبب أعماله على الحساب التجاري: حساب الأرباح، تحويل العملات لدول مختلفة، إلخ.

3. مؤلّفاته

أ. "ليبر أباتشي" Liber abaci

هو العمل الأكثر شيوعا ومرجعيّة لليوناردو بيزانو، أصدره في سنة 1202. تأثّر فيبوناتشي في هذا الكتاب بحياته في الدول الإسلاميّة، إذ قام بتحرير جزء منه من اليمين إلى اليسار. عرّف فيبوناتشي من خلال هذا الكتاب الأوروبيّين بأنظمة الحساب والكتابة العربيّة. وقد كان هذا النظام يفوق بمراحل النظام الرومانيّ المعتمد آنذاك في أوروبا.

- نجد في الجزء الأول من الكتاب النظام الموقعيّ للأرقام العربيّة، والعمليات الحسابيّة من جمع وطرح وضرب وقسمة وكذا طرق المرور من نظام ترقيم إلى آخر.
- الجزء الثاني مكرّس لإنشاء أمثلة للتجارة، كتحويل الصرف والقياسات وحساب الفوائد.
- الجزء الثالث يحاضر حول مسائل رياضياتية كمبرهنة البواقي الصينيّة ومفهوم العدد المثاليّ وبعض الدساتير الرياضياتيّة كالمتتالية العدديّة. نجد كمثال لمتتالية رياضياتيّة، ذلك المتعلّق بمسألة تكاثر الأرانب والذي أسّس لمتتالية فيبوناتشي، التي تعد المصدر الرئيس لشهرته الحالية.
- الجزء الرابع يستعرض تقريبات عدديّة وهندسيّة لبعض الأعداد الصمّاء كالجذور التربيعيّة وكذا قواعد التناسب.

يتضمّن الكتاب أيضا براهين بالهندسة الإقليديّة ودراسة لجملة المعادلات الخطيّة في سياق ديوفانتوس (Diophantus)، وجدها في أعمال الرياضياتيّ الكرجي.

ب. Practica geometriae (1223)

هو كتاب في الهندسة وحساب المثلّثات.

ج. كتاب المربّعات Liber quadratorum (1225)

يعتبر الجانب الضخم من أعمال فيبوناتشي. هو كتاب في مسائل حسابيّة تبحث في العلاقة بين مربّعات أعداد ومجاميع الأعداد الفرديّة. كانت هذه المسائل منطلقا شيّد من خلالها فيبوناتشي نظرية رياضياتيّة ونتائج كبرى. لقد

حلّ أربعا وعشرين مسألة مبنيّة على خصائص الأعداد الفرديّة ومربّعاتها. إنّها مسائل مألوفة في الجبر الديوفانتيّ، غير أنّ فيبوناتشي استخدم فيها طرق حلّ ذاتية تخصّه. هذه عيّنة منها:

"القضية الثانية: كلّ مربّع يفوق المربّع الذي قبله بمجموع جذريهما."

بطبيعة الحال، فالأمر يتعلّق بأعداد طبيعيّة.

د. Flos (1225)

هو جمع لحلول مسائل طرحها فيلسوف البلاط جيوفاني دي بالرمو (Giovanni de Palermo) في مسابقة في الرياضيات من تنظيم الإمبراطور فريدريك الثاني وبحضوره؛ وهي مسائل انفرد فيبوناتشي في القدرة على حلّها.

4. مقتطفات

1.4. متتالية فيبوناتشي

في إحدى المسائل الترفيهيّة تعرّض فيبوناتشي إلى تكاثر الأرانب:

"وضع رجل زوجا من أرنبين في مكان معزول من كلّ الجوانب بحائط. ما هو عدد الأزواج الذي سيحصل عليه خلال عام، إذا كان كلّ زوج يولّد كلّ شهر زوجا جديدا بدءا من الشهر الثالث من حياته".

أ. الصيغة التراجعيّة

لنرمز بـ F_n لعدد الأزواج في مستهل الشهر n. المتتالية التي ألحقها لوكاس بفيبوناتشي هي المتتالية التي يكون فيها كلّ حدّ هو مجموع الحدّين السابقين. وبعبارة أدقّ، هي المتتالية ذات الشكل التراجعيّ:

$$\begin{cases} F_{n+1} = F_n + F_{n-1}, \\ F_0 = F_1 = 1. \end{cases}$$

إنشاء أعداد فيبوناتشي

$$\begin{array}{ccccccccccccccccccccc}
0 & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
 & & 1 & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
0 & + & 1 & = & 1 & & & & & & & & & & & & & & & & \\
 & & 1 & + & 1 & = & 2 & & & & & & & & & & & & & & \\
 & & & & 1 & + & 2 & = & 3 & & & & & & & & & & & & \\
 & & & & & & 2 & + & 3 & = & 5 & & & & & & & & & & \\
 & & & & & & & & 3 & + & 5 & = & 8 & & & & & & & & \\
 & & & & & & & & & & 5 & + & 8 & = & 13 & & & & & & \\
 & & & & & & & & & & & & 8 & + & 13 & = & 21 & & & & \\
 & & & & & & & & & & & & & & 13 & + & 21 & = & 34 & & \\
 & & & & & & & & & & & & & & & & 21 & + & 34 & = & 55 \\
 & & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\
\mathbf{0} & & 1 & & 1 & & 2 & & 3 & & 5 & & 8 & & 13 & & 21 & & \mathbf{34} & & \mathbf{55}
\end{array}$$

ب. مزايا

نجد لهذه الأعداد دورا في:

- **الشكل البنائيّ لنوع من القصائد الشعريّة؛**
- **كثير من مسائل التعداد؛**

- دراسة تنفيذ خوارزمية أقليدس التي تعيّن القاسم المشترك الأعظم لعددين طبيعيّين؛
- دستور أقطار المثلث الحسابيّ.

ج. العبارة الداليّة للمتتالية

نبحث عن عبارة دالية لمتتالية فيبوناتشي تسمح بحساب عدد الأزواج من أجل قيمة معينة للدليل n دونما حاجة إلى قيم أخرى، الأمر الذي لا تتيحه الصيغة التراجعيّة للمتتالية. نلاحظ أنّ المتتالية تراجعيّة خطّية من الرتبة الأولى. إنّها تقبل المعادلة المميّزة من الدرجة الثانية:

$$x^2 = x+1$$

أي

$$x^2 - x - 1 = 0.$$

لهذه المعادلة جذران حقيقيان هما $x_1 = \varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ وهو المشهور بالعدد الذهبي، والجذر الآخر هو

$$x_2 = \varphi' = \frac{1-\sqrt{5}}{2} = -\frac{1}{\varphi}.$$

نستخلص أنّ $F_n = \alpha\varphi^n + \beta\varphi'^n$، حيث α و β ثابتان يعيّنان انطلاقا من العنصرين الابتدائيّين F_0 و F_1.

نخلص من هذا إلى العلاقة الدالّية المنشودة والتي تعطي العدد الفيبوناتشيّ ذا الرتبة n:

$$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}}\left(\varphi^n - \varphi'^n\right),$$

وباستبدال φ و φ' بقيمتيهما نحصل على **دستور بينيه** (Binet, 1843):

$$F_n = \frac{\left(1+\sqrt{5}\right)^n - \left(1-\sqrt{5}\right)^n}{2^n\sqrt{5}}.$$

ملحوظة

للمتتالية، من أجل الأعداد السالبة، الشكل:

$$\forall n \in \mathbb{N}, F_{-n} = (-1)^{n+1}F_n.$$

أعداد فيبوناتشي حول الصفر هي:

…, -8, 5, -3, 2, -1, 1, 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, …

د. خصائص أساسيّة

- **نهاية نسبة حدّين متتاليين تعدل العدد الذهبيّ**

$$\lim_{n\to\infty}\frac{F_{n+1}}{F_n} = \lim_{n\to\infty}\frac{\varphi^{n+1} - \varphi'^{n+1}}{\varphi^n - \varphi'^n} = \lim_{n\to\infty}\varphi\frac{1-\left(\frac{\varphi'}{\varphi}\right)^{n+1}}{1-\left(\frac{\varphi'}{\varphi}\right)^n} = \varphi,$$

- $\forall (p,q) \in \mathbb{N}^* x \mathbb{N}, F_{p+q} = F_{p-1}F_q + F_pF_{q+1}$

- $\forall (k,n) \in \mathbb{N}x\mathbb{N}^*, F_n / F_{nk*}$
- $\forall (p,q) \in \mathbb{N}^2, F_p \wedge F_q = F_{p \wedge q*}$
- $\forall n \in \mathbb{N}^*, L_n = F_{n-1} + F_{n+1}.$

أعداد لوكاس معطاة بالعلاقة التراجعيّة ذاتها مع أخذ $L_0 = 2$ و $L_1 = 1$.

- $\forall n \in \mathbb{N}, F_{2n} = F_n L_n$
- $\forall n \in \mathbb{N}^*, F_{2n-1} = {F_{n-1}}^2 + {F_n}^2$

- **مجموع الأعداد الفيبوناتشيّة n الأولى يساوي العدد ذا الرتبة $n+2$ منقوصا منه 1:**

$$\forall n \in \mathbb{N}, 1 + \sum_{i=1}^{n} F_i = F_{n+2}$$

- **مجموع الأعداد الفيبوناتشيّة الزوجيّة الدليل n الأولى يساوي العدد ذا الرتبة $2n+1$ منقوصا منه 1:**

$$\forall n \in \mathbb{N}, 1 + \sum_{i=0}^{n} F_{2i} = F_{2n+1}$$

- $\forall n \in \mathbb{N}, F_{n+1} = 1 + \sum_{k=0}^{\infty} C_{n-k}^{k}$
- $\forall n \in \mathbb{N}^*, \varphi^n = F_n \varphi + F_{n-1}.$
- $\forall n \in \mathbb{N} \setminus \{0,1,2\}, F_{n+2} F_{n+1} F_{n-1} F_{n-2} - F_n^4 + 1 = 0$

هـ. خصائص أخرى

- كل حدّين متجاورين F_n و F_{n+1} أوّليان فيما بينهما.
- **علاقة سيمسن (Simson):**

مربّع عدد فيبوناتشيّ يساوي حاصل ضرب مجاوريه بتقريب 1؛ وبعبارة أخرى، جداء الحدّين الطرفين في كلّ ثلاثة حدود متتابعة يعدل مربّع الحدّ المركزيّ بتقريب 1:

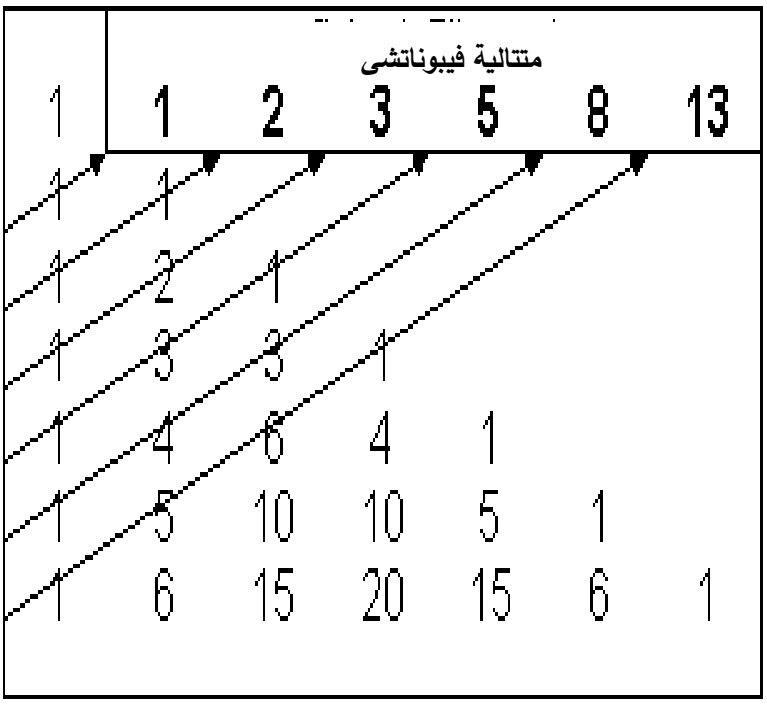
$$\forall n \in \mathbb{N}^*, F_n^2 = F_{n+1} F_{n-1} + (-1)^{n-1}$$

أمثلة: (ترمز الأرقام بين قوسين لرتبة العدد الفيبوناتشيّ المعني.)

(678)	**(456)**	**(345)**
$13^2 - 8 \times 21 = 1$	$5^2 - 3 \times 8 = 1$	$5 \times 2 - 3^2 = 1$
(91011)	**(8910)**	**(789)**
$34 \times 89 - 55^2 = 1$	$34^2 - 21 \times 55 = 1$	$13 \times 34 - 21^2 = 1$

- **في المثلّث الحسابيّ، مجموع الأقطار سلاسل فيبوناتشيّة:**

$$\forall n \in \mathbb{N}, F_{n+1} = \sum_{i=0}^{n} (i)^{n-i}$$



- **مجموع مربّعي عددين فيبوناتشيّين متتابعين عدد فيبوناتشيّ:**

$$F_n^2 F_{n+1}^2 = F_{2n+1}. \forall n \in \mathbb{N}$$

لاحظ أن مجموع دليلي العددين يساوي دليل العدد الناتج. لدينا على سبيل المثال:

الرتبة	4	5	4+5=9
العدد الفيبوناتشيّ	3	5	34
المربّع	9	25	34

2.4. العدد الذهبيّ

أ. التعريف الفنّيّ

عند الفنّانين سواء أكانوا رسّامين أو نحّاتين أو معماريّين يُعرف العدد الذهبيّ على النحو:

" لكي يبدو حيز مقسوم مشطور وفق أقساط متباينة جميلة ومتناسقة ينبغي أن تربط بين الجزأين الصغير والكبير العلاقة ذاتها التي تربط الكبير بالحيز بأكمله ". صاغ هذا التعبير المعماريّ الرومانيّ فيتروفيو (Vitruvius).

ب. التعريف الرياضياتي

لتكن B نقطة من قطعة مستقيمة $[AC]$ نفترض أنّ B أقرب إلى C منها إلى A. نقول بأنّ B تفصل القطعة وفق العدد الذهبيّ إذا تحقّقت المساواة:

$$\frac{AB}{BC} = \frac{AC}{AB}.$$

العدد الذهبيّ هو القيمة المشتركة لهاتين النسبتين.

ج. حساب العدد الذهبيّ

لنختر طول القطعة $[BC]$ كوحدة ولنشر لطول القطعة $[AB]$، الممثّل للعدد الذهبيّ، بـ φ. اختير هذا الحرف اليونانيّ φ "في"، تكريما للنحات اليونانيّ "فيدياس" (Phidias)، الذي يرجع إليه السبق في استعمال العدد الذهبيّ. يكون لدينا عندئذ $AC=\varphi+1$. وبالتعويض في العلاقة الأصليّة يأتي:

$$\frac{\varphi}{1}=\frac{\varphi+1}{\varphi}.$$

وعليه

$$\varphi^2-\varphi-1=0.$$

هذه معادلة جبريّة من الدرجة الثانية تقبل جذرين حقيقيّين. ولمّا كان أحدهما سالبا أبقينا على الموجب:

$$\varphi=\frac{1+\sqrt{5}}{2}.$$

إحدى قيم العدد الذهبيّ التقريبيّة هي:

1,61803398874989.

د. الأعداد الفيبوناتشيّة والعدد الذهبيّ

الرتبة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
اعتياديFn	0	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55
Fn (0,2)	0	2	2	4	6	10	16	26	42	68	110
Fn (0,3)	0	3	3	6	9	15	24	39	63	102	165
Fn (1,3)	1	3	4	7	11	18	29	47	76	123	199

12	13	14	15	16	17	18	19	20	النسبة (العدد الذهبيّ)
89	144	233	377	610	987	1597	2584	4181	1,618034056
178	288	466	754	1220	1974	3194	5168	8362	1,618034056
267	432	699	1131	1830	2961	4791	7752	12543	1,618034056
322	521	843	1364	2207	3571	5778	9349	15127	1,618034014

هـ. توسيع

انطلاقا من تعريف القطعة الذهبيّة يمكن توسيع التعريف إلى غيرها من الأشكال.

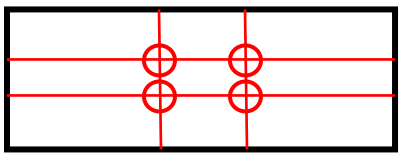
فالمستطيل الذهبيّ هو المستطيل الذي تعدل نسبة أطوال أضلاعه العدد الذهبيّ φ.

والمثلّث الذهبيّ هو المثلّث المتساوي الساقين الذي تعدل فيه نسبة طول قاعدته إلى طول الضلعين الآخرين، أو النسبة العكسيّة، العدد الذهبيّ φ.

والقطع الناقص الذهبيّ هو القطع الناقص الذي تعدل فيه نسبة طولي قطريه الأكبر والأصغر العدد الذهبيّ φ.

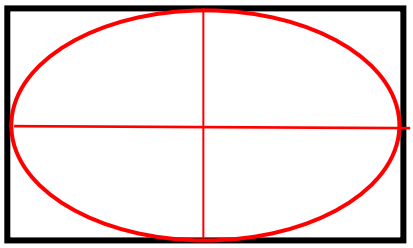
الشكل 1.

الشكل 1. في القطعة المستقيمة نقطتان ذهبيتان (متناظرتان إزاء منتصف القطعة).



الشكل 2.

الشكل2. في المستطيل أربع نقاط ذهبيّة، هي حصيلة تقاطع المستقيمات الموازية للطول والعرض والمنطلقة من النقاط الذهبيّة.



الشكل 3.

الشكل 3. مستطيل ذهبيّ مع القطع الناقص الذهبيّ المرفق.

3.4. فضول عدديّ

- جداء عددين فيبوناتشيّين ليس فيبوناتشيّا.
- كلّ عدد فيبوناتشيّ مختلف عن 1 ليس مكعّباً.
- أصغر عدد فيبوناتشيّ مكرّر الأرقام هو العاشر: 55.
- العدد الفيبوناتشيّ (المختلف عن 1) المربّع الوحيد هو الثاني عشر: 144 (مربّع دليله).
- أصغر عدد فيبوناتشيّ يحوي جميع الأرقام هو الرابع والسبعون: 1304969544928657.

5. تقاطع أعماله مع غيره من العرب

ثلاث شهادات:

- في كتابه الذائع الصيت "ليبر أباتشي" (Liber abaci) أعطى ليوناردو قبسا حول اقتباساته: "لقد علّمني والدي بامتياز أنظمة الترقيم العربيّ .الهندي وكذا الحساب. لقد سعدت بهذا التكوين إلى درجة أنّي واصلت فيما بعد دراسة الرياضيات إلى جانب الأعمال مع مصر وسوريا واليونان، واستفدت كثيرا من المناقشات

والمناظرات مع علماء تلك الأمصار. وعند عودتي إلى بيزا قمت بتأليف هذا الكتاب ذي خمسة عشر فصلا ضمنها ما أحسست بأنّه الأفضل من الطرق الهنديّة والعربيّة والإغريقيّة. لقد أدرجت براهين لكثير من المسائل غير المفهومة من قبل القارئ الإيطاليّ. "

- من المعروف أنّ ليوناردو عرف أعمال أبي كامل شجاع والكرجي واستفاد منها في كتبه؛ وأوّل من نبّه إلى ذلك صاسردوط (Sacerdote) ثمّ تبعه وينبيرغ (Weinberg) وليفي (Levi) وفوجال (Vogel) وسزيانو (Sésiano) وغيرهم.

نجد في الفصل الخامس عشر من كتاب (**ليبر أباتشي**) المعادلات النموذجيّة الستّ كما ذكرها أبو كامل ومن قبله محمد أبو موسى الخوارزمي. وجزء على الأقل من جبر ليوناردو يطابق تماما ما جاء عند أبي كامل شجاع بن أسلم. وفي القسم الثاني من كتابه الجبر والمقابلة حيلة لإيجاد طول ضلع مخمّس أو معشّر أو مضلّع ذي خمسة عشر زاوية نجد:

من أصل العشرين مسألة التي عالجها أبو كامل في هذا القسم حول متعددات الأضلاع، نجد سبعة عشر مسألة منها مطابقة تماما بالأعداد والأمثال ذاتها في كتابه والذي نشره الأمير Baldassare Bonocompagni في روما (1857-1862) تحت عنوان Practica geometriae (الجزء الثاني). والمسائل من 16 حتى 20 نجدها عند ليوناردو مطابقة لما جاء عند أبي كامل ما عدا المسألة 17 إذ أنّها معروضة بشكل أبسط عند ليوناردو ممّا جاء عند أبي كامل.

في كتاب الجبر والمقابلة لأبي كامل نجد:

"إذا قيل لك عشرة قسمها على قسمين فقسمت كلّ واحد من القسمين على الآخر وجمعتهما وكان جذر خمسة دراهم". تكتب الآن:

$$\frac{x}{10-x}+\frac{10-x}{x}=\sqrt{5}$$
$$x^2+(10-x)^2=\sqrt{5}(10-x)x$$
$$x^2+100-20x+x^2=10\sqrt{5}x-\sqrt{5}x^2$$
$$2x^2+100-20x=10\sqrt{5}x-\sqrt{5}x^2$$
$$(2+\sqrt{5})x^2+100=(20+\sqrt{500})x$$
$$x^2+\sqrt{50000}-200=10x.$$

ويذكر ليوناردو المسألة ذاتها والحلّ ذاته إلاّ أنّه يضيف الشكل التالي للحلّ فيفرض أنّ $y=\frac{10-x}{x}$ فتكون المعادلة

$$y^2+1=\sqrt{5}y$$

- من المعلوم لدى العامّة أنّ ليوناردو قد تعلّم الكثير من الرياضيات من مصادر عربيّة في بجاية وأراضي إسلاميّة أخرى. لا يمكننا الجزم بكلّ تأكيد بأنّ " كتاب المربّعات " أصيل بأكمله وذلك راجع لشحّ المعلومات حول تاريخ الرياضيات لتلك الحقبة. قام فرانز ووبكي (Franz Woepcke) في ترجمته لكتاب "الفخري" للكرجي بإبراز أوجه التشابه والاختلاف بين الفخري وأعمال ليوناردو. كما قام أنبوبة (Anbouba) بتسجيل التشابهات بين عملي ليوناردو والخازن.

خاتمة

يُجمِع المختصّون أنّ أعمال فيبوناتشي الرياضياتيّة خلاّقة ومبدعة وذات جودة عالية؛ ليس لها في أوروبا مثيل طيلة أكثر من ثلاثة قرون طوال. أدخل إلى أوروبا أرقام وحساب وجبر الشرق، عربه وهنده.

ليس في زعمنا من خلال هذه المساهمة تسليط الضوء على هذه الشخصيّة، وقد كان، وإنمّا لنسهم في إبقائه نبراسا متلألئا مسلّطا على أحد الدلائل الأبديّة على النشاط الرياضيّاتيّ عند سلفنا وواحدة من القنوات الكبرى التي مكّنت له من أن يشّع، ليس على الغرب، إذ هذا المصطلح في عرفي قد ولّى وانقرض، وإنّما على الإنسانية جمعاء.

مراجع

1. Aïssani D. & Dominique V. (2002) : Mathématiques, Commerce et Société à Béjaïa (Bugia) au moment du séjour de Leonardo Fibonacci, in: Enrico Giusti & Marco Tangheroni (éd.), Leonardo Fibonacci. Mathematica e Società nel Secolo XIII, Pisa (Italia).
2. Aïssani D. (1994) : Les mathématiques dans la Bougie médiévale et Fibonacci, in: Leonardo Fibonacci, Il tempo, le opere, l'eredità scientifica, Pacini Editore, Piza.
3. Berggren L. (2003): Tenth-Century Mathematics Through the Eyes of Abu Sahl al-Kuhi" in The Enterprise of Science in Islam: New Perspectives, Cambridge: The MIT Press.
4. Hogengijk J. & Sabra A. (2003) : The enterprise of science in Islam, Cambridge, The MIT Press.
5. Rashed R. & Housel C. (2005) : Thabit ibn Qura et la théorie des parallèles, Arabic sciences and philosophy, 15 (1).
6. Sésiano J. (1982) : Books IV and VII of Diophantus'Arithmetica in the Arabic translation, Springer-Verlag.
7. Sigler L.E. (2002) : Fibonacci's Liber abaci: A translation into modern English of Leonardo Pisano's Book of calculation, Springer-Verlag.

المفاهيم الأولية لحقول الأشعة

حمزة خليف
أستاذ متقاعد
hkhelif@gmail.com

يقدم هذا النص المفاهيم الأولية المبسّطة لحقول الأشعة دون التطرق صراحة إلى البنية التفاضلية للمجموعة الحاضنة. وذلك لأن الموضوع يمثّل ملحقا بدرسيْ التكاملات المنحنية وتكاملات السطح من برنامج السنة الثانية لشهادة الدراسات العليا في الفيزياء.

مقدمة

في كل ما يأتي يرمز $\mathscr{E}$ إلى فضاء تآلفي مرتبط بفضاء شعاعي إقليدي E بعده 3 ومنسوب إلى المعلم المتعامد والمتجانس $\mathscr{R}=\left(O;\vec{i},\vec{j},\vec{k}\right)$. يمكن تعميم المفاهيم التي سيتناولها هذا النص إلى فضاء بعده n $(4\leq n)$ كما يمكن اقتصارها على المستوي.

إذا لزم الأمر يُفرض $\mathscr{E}$ مزودا بالطوبولوجيا الاعتيادية.

تُدعى المقادير الفيزيائية المتعلقة بشعاعٍ موضعٍ حقولا. فالحرارة المحلية للهواء، على سبيل المثال، هي حقل سلميات والسرعة الوسطى للريح في الجو هي حقل أشعة.

يُميز في الفيزياء نوعان من حقول الأشعة:

- الأشعة القطبية مثل سرعة نقطة مادية، وهي الأشعة الفعلية؛
- الأشعة المحورية (أو شبه الأشعة) مثل السرعة الزاوية لجسم يدور حول محور. نجد في الفيزياء الأشعة المحورية، مثلا، في مفاهيم عزم القوى أو العزم الحركي في الميكانيك ومفهوم الحقل المغناطيسي في الكهرومغناطيسية.

وقد يكون شعاع مركبا من هذين النوعين من الأشعة مثل السرعة الوسطى لمائع متحرك.

الجداء الشعاعي لشعاعين قطبيين هو شعاع محوري. أما التدرج، والتفرق والدوّار (وهي مؤثرات من المرتبة الأولى) فنجدها في ميكانيك الموائع (معادلات ناڤيي- ستوكس: Navier - Stokes) كما تستعمل في الصياغة الحديثة لمعادلات ماكسويل(Maxwell) وفي كل الفيزياء الرياضياتية أو النظرية.

1. الحقول السلمية

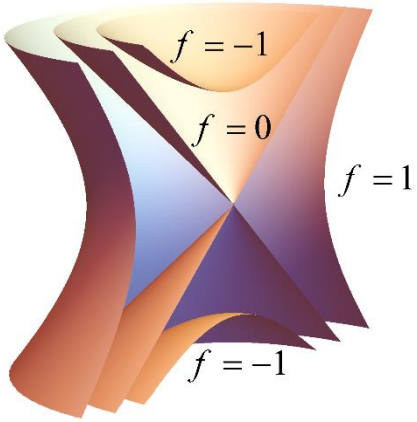
1.1. نسمي حقل سلميات أو حقلا سلميا على جزء Σ من $\mathscr{E}$، كل دالة عددية f معرفة على Σ.

من أجل كل عدد حقيقي c، يسمى السطح المعرف بالمعادلة $f(x,y,z)=c$، سطح تسوية لـ f.

2.1. مثال

$$f:(x,y,z)\mapsto x^2+y^2-z^2$$

وهو شكل لورانتز (Forme de Lorentz) المستعمل في هندسة لورانتز.



سطح التسوية المعرف بالمعادلة $f(x,y,z)=0$ هو مخروط الضوء. كل شعاع (x,y,z) يحقق $f(x,y,z)=0$ يدعى شعاعا ذا نمط ضوئي أو باختصار، شعاعا ضوئيا. كل شعاع (x,y,z) يحقق $f(x,y,z)<0$ يدعى ذا نمط زمني أو شعاعا زمنيا. وكل شعاع (x,y,z) يحقق $f(x,y,z)>0$ يدعى ذا نمط فضائي أو شعاعا فضائيا.

2. حقول الأشعة

1.2. نسمي حقل أشعة على الجزء Σ من $\mathcal{E}$ كل تطبيق $\vec{F}$ من Σ في E.

ليكن $\vec{F}:M\mapsto\vec{F}(M)$ حقل أشعة على Σ : نقول إن الحقل $\vec{F}$ مستمر إذا كان التطبيق $\vec{F}$ مستمرا.

وإذا كان الجزء Σ مفتوحا، نقول إن الحقل $\vec{F}$ قابل للمفاضلة (قابل للمفاضلة k مرة، من الصنف C^k على التوالي) إذا كان التطبيق $\vec{F}$ قابلا للمفاضلة (قابلا للمفاضلة k مرة، من الصنف C^k على التوالي) أو كان اقتصارا لحقل أشعة يتمتع بهذه الخاصة على مفتوح يحوي الجزء (غير المفتوح) Σ.

نضع $M=(x,y,z)$ و $\vec{F}(M)=(P(M),Q(M),R(M))$ حيث P,Q,R دوال عددية معرفة على Σ. نكتب أحيانا $\vec{F}\left(\vec{r}\right)$ أو $\vec{F}\left(\overrightarrow{M}\right)$ بدل $\vec{F}(M)$ حيث $\vec{r}=\overrightarrow{M}=x\vec{i}+y\vec{i}+z\vec{i}$.

الخطوط الشعاعية، أو خطوط القوة، أو خطوط التيار لـ $\vec{F}$ هي المنحنيات التي من أجل كل نقطة M منها يكون $\vec{F}\left(\overrightarrow{M}\right)$ مماسا لها في M ، وهي معرفة بجملة المعادلات التفاضلية

$$dx/P=dy/Q=dz/R\ .$$

2.2. مثال

نصادف في الفيزياء حقول السرعة (سرعة جزيء من سائل متحرك مثلا)، حقول التسارع، الحقول الحرارية، الحقول الكهربائية، الحقول المغناطيسية، إلخ.

3.2. ملحوظة

الحقول السلمية وحقول الأشعة المستقلة عن الزمن (الذي يدل عليه هنا الوسيط t) تدعى مستقرة.

3. تدرج حقل سلمي

ليكن f حقلا سلميا معرفا وقابلا للمفاضلة على المفتوح Σ من $\mathcal{E}$. نعرّف في كل نقطة M من Σ ، الشعاع $\left(\frac{\partial f}{\partial x}(M),\frac{\partial f}{\partial y}(M),\frac{\partial f}{\partial z}(M)\right)$ الذي نسميه تدرّج f في النقطة M ونرمز إليه بـ $\overrightarrow{\text{grad}}_M f$ أو $\nabla f\ (M)$. وأما حقل الأشعة المعرّف على Σ بـ $M \mapsto \overrightarrow{\text{grad}}_M f$ فيسمى تدرّج f ، ونرمز إليه بـ $\overrightarrow{\text{grad}}\, f$ أو ∇f (نابلا f)؛ وإن شئنا $\vec{\nabla} f$.

الشعاع الرمزي

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\vec{k}$$

هو مؤثر هاميلتون (Hamilton).

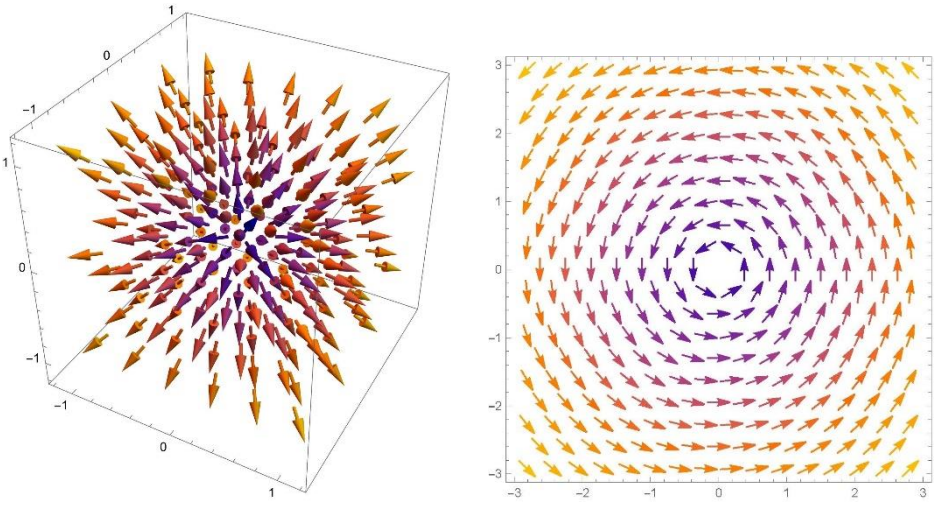
1.3. أمثلة

1. ليكن $f\ (M) = \varphi(\rho)$ ، $\rho = \|\overrightarrow{OM}\|$ حيث φ دالة عددية قابلة للمفاضلة على مجال من $\mathbf{R}^+$. لدينا من أجل $r \neq 0$ ،

$$\overrightarrow{\text{grad}} f = \frac{\varphi'(r)}{r}\overrightarrow{OM}\ .$$

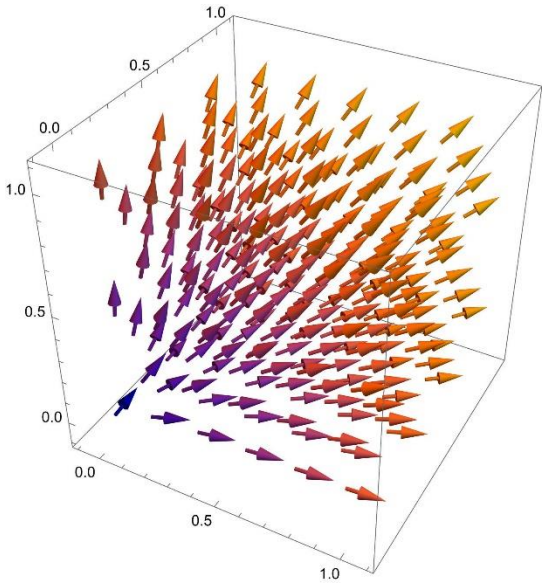
إذن فالشعاعان $\overrightarrow{\text{grad}} f$ و $\overrightarrow{OM}$ مرتبطان خطيا، وهي الخاصة التي لا تحققها إلا الدوال من هذا الشكل.
تلعب مثل حقول التدرّجات هذه دورا هاما في الميكانيك.

2. الشكل 1 : $\vec{F} = (-y\ ,\ x)$ ، الشكل 2 : $\vec{F} = (2x\ ,\ 2y\ ,\ 2z)$ ، الشكل 3 : حقل تدرّجات الحقل السلمي $f\ :(x\ ,y\ ,z) \mapsto x^2 + y^2 + z^2$.



الشكل 1

الشكل 2



الشكل 3

4. الكمونات السلّمية

1.4. ليكن $\vec{F}$ حقل تدرجات على Σ ؛ نقول إن الدالة العددية f القابلة للمفاضلة على Σ كمون سلمي لـ $\vec{F}$ إذا كان $\overrightarrow{\text{grad}}\, f = \vec{F}$. عندئذ نقول إن $\vec{F}$ مشتق من الكمون f.

إذا كان $\vec{F}$ من الصنف C^1 ، أي f من الصنف C^2 فإن

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\partial R}{\partial x}, \frac{\partial Q}{\partial z} = \frac{\partial R}{\partial y}, \frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial Q}{\partial x}.$$

وإذا حقق حقل $\vec{F}$ ، من الصنف C^1 على Σ ، هذه الشروط فإن كل نقطة من Σ تقبل جوارا يكون فيه $\vec{F}$ حقل تدرجات.

2.4. ملحوظة

إن التدرّج $\vec{\nabla} f$ في نقطة M موجّه وفق الشعاع الناظم $\vec{n}$ لسطح التسوية في هذه النقطة، في اتجاه تزايد الدالة f.

وإذا كان $\vec{u}$ شعاعا واحديا إحداثياته (u_1, u_2, u_3) فإن الجداء السلمي $\vec{\nabla} f . \vec{u}$ هو مشتق f وفق منحى الشعاع $\vec{u}$ والذي يرمز إليه بـ $D_{\vec{u}} f$. كما أن صورة عنصر h من Σ بتفاضل f في نقطة هي

$$df(M)(h) = \overrightarrow{\text{grad}}_M\, f . h .$$

5. تفرق حقل أشعة

1.5. ليكن $\vec{F}$ حقل أشعة معرفا وقابلا للمفاضلة على المفتوح Σ من $\mathcal{E}$. تفرق الحقل $\vec{F}$ (الذي إحداثياته (P, Q, R)) في النقطة M هو العدد الحقيقي

$$\begin{aligned} \text{div}_M \vec{F} &= \nabla . \vec{F}(M) \\ &= \frac{\partial P}{\partial x}(M) + \frac{\partial Q}{\partial y}(M) + \frac{\partial R}{\partial z}(M). \end{aligned}$$

وأما الدالة العددية $M \mapsto \operatorname{div}_M \vec{F}$ فتسمى تفرّق $\vec{F}$ ، والذي يرمز إليه بـ $\operatorname{div}\vec{F}$.

2.5. مثال

نعرف على $\mathcal{E} \setminus \{O\}$ حقل الأشعة $\vec{F}$ بـ

$$\vec{F}\left(\vec{M}\right) = \frac{\overrightarrow{OM}}{\|\overrightarrow{OM}\|^{\alpha}}$$

حيث $\alpha \in \mathbf{R}$.

لدينا

$$\vec{F}(M) = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}(x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k})$$

و

$$\operatorname{div}_M \vec{F} = \frac{3-\alpha}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)^{\alpha}}}$$

من أجل $n=3$ نجد $\operatorname{div}\vec{F}=0$ ؛ عندئذ نقول إن الحقل $\vec{F}$ نيوتني (newtonien).

3.5. تطبيقان

1.3.5. التكامل الأول للطاقة الحركية

ليكن M جزيئا كتلته تساوي الوَحدة وخاضعا لقوة $\vec{F}$ من الشكل $\vec{F} = \overrightarrow{\operatorname{grad} f}$ حيث f دالة عددية من الصنف C^2 على مفتوح من $\mathcal{E}$. القوة $\vec{F}$ هي إذن مشتقة من دالة القوة f أو من الكمون $-f$.

تحقق حركة هذا الجزيء المعادلة التفاضلية

$$\frac{d^2M}{dt^2} = \overrightarrow{\operatorname{grad}}_M f$$

التي نستنتج منها العلاقة

$$\frac{d^2M}{dt^2}.\frac{dM}{dt} = (\overrightarrow{\operatorname{grad}}_M f).\frac{dM}{dt} = \frac{d}{dt} f\left(M(t)\right)$$

أو

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\left\|\frac{dM}{dt}\right\|^2 - f\left(M(t)\right)\right) = 0.$$

يُستخلَص من هذا أن الدالة

$$\mathscr{E} : t \mapsto \frac{1}{2}\left\|\frac{dM}{dt}\right\|^2 - f(M(t)) = \frac{v^2(t)}{2} - f(M(t))$$

ثابتة. يسمى العدد $\mathscr{E}(t)$ الطاقة الميكانيكية للنقطة M في اللحظة t.

إذا كانت الحركة تحقق الشروط الأولية $(t_0, M_0, \vec{V_0})$ وإذا وضعنا

$$v_0 = \|\vec{V_0}\|$$

تأتي العلاقة

$$\frac{v^2(t)}{2} - f(M(t)) = \frac{1}{2}v_0^2 - f(M_0)$$

التي تُدعى التكاملَ الأولَ للطاقة الحركية.

2.3.5. مبرهنة أستروفرادسكي (Ostrogradsky)

تكامل تفرق حقل أشعة $\vec{F}$ على حجم Σ يساوي تدفق هذا الحقل عبر السطح المغلق S الحاد لهذا الحجم؛ أي أن

$$\iiint_{\Sigma} \mathrm{div}\vec{F}\,dV = \iint_S \vec{F}.\vec{n}\,dS\,.$$

تفسير هذه العلاقة في ديناميك السوائل يكون كالآتي:

لو فرضنا أن $\vec{F}$ شعاع سرعة سائل يعبر الميدان Σ ، لكان تكامل السطح $\iint_S \vec{F}.\vec{n}\,dS$ يساوي تكامل مسقط $\vec{F}$ على الشعاع الناظم $\vec{n}$ الخارج من Σ ، والذي يعطي كمية السائل الخارجة من Σ عبر السطح S خلال الوَحدة الزمنية، أو الداخلة إلى Σ ، إن كان هذا التكامل سالبا. وهكذا نلاحظ أن التعبير عن هذه الكمية يتم بتكامل ثلاثي لتفرق $\vec{F}$.

3.3.5. ملحوظة

يأتي من العلاقة السابقة أنه إذا كان $\mathrm{div}\vec{F} = 0$ ، ونقول في هذه الحالة إن حقل الأشعة لولبي أو أنبوبي أو ذو تدفق حافظ، فإن تدفّق هذا الحقلِ عبر أي سطحٍ مغلقٍ منعدمٌ.

6. دوّار حقل أشعة

1.6. ليكن $\vec{F}$ حقل أشعة معرّفا وقابلا للمفاضلة على المفتوح Σ من $\mathcal{E}$. دوّار حقل الأشعة $\vec{F}$ (الذي إحداثياته (P, Q, R)) في النقطة M هو الشعاع

$$\begin{aligned}\mathrm{rot}_M\vec{F} &= \overrightarrow{\mathrm{grad}}_M\vec{F}(M)\\ &= \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z}\right)_M \vec{i} + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x}\right)_M \vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right)_M \vec{k}\end{aligned}$$

الذي نكتبه تجاوزا

$$\mathrm{rot}_M\vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix}_M .$$

2.6. الحقل المشتق من كمون سلمي. الحقل المشتق من كمون شعاعي

1.2.6. نقول إن حقل الأشعة $\vec{F}$ كموني أو مشتق من كمون إذا كان الشعاع $\vec{F}$ تدرجا لحقل سلمي f ، أي إذا وُجد حقل سلمي f بحيث

$$\vec{F} = \vec{\nabla} f\ .$$

عندئذ يكون

$$R=\frac{\partial f}{\partial z},\ Q=\frac{\partial f}{\partial y},\ P=\frac{\partial f}{\partial x}.$$

ومنه يأتي

$$\frac{\partial P}{\partial z}=\frac{\partial R}{\partial x},\ \frac{\partial Q}{\partial z}=\frac{\partial R}{\partial y},\ \frac{\partial P}{\partial y}=\frac{\partial Q}{\partial x}$$

أو

$$\mathrm{rot}\vec{F}=\vec{0}.$$

نستخلص مما سبق العلاقة

$$\mathrm{rot}(\mathrm{grad}\ f)=0.$$

في هذه الحالة، نقول إن حقل الأشعة $\vec{F}$ غير دوّار (irrotationnel) أو حافظ (conservatif) . ونلاحظ أن كل حقل كموني غير دوّار. في المقابل، كل حقل أشعة غير دوار هو حقل كموني. بعبارة أخرى: لكي يكون حقل أشعة $\vec{F}$ مشتقا من كمون سلمي يلزم ويكفي أن يكون

$$\mathrm{rot}\vec{F}=\vec{0}.$$

تسمى تارة أي نقطة M يكون فيها

$$\mathrm{rot}\vec{F}(M)=\vec{0}$$

نقطة زوبعية أو إعصارية أو ببساطة زوبعة.

2.2.6. نقول إن حقل الأشعة $\vec{F}$ مشتق من كمون شعاعي إذا كان الشعاع $\vec{F}$ دوارا لحقل أشعة أي إذا وُجد حقل أشعة $\vec{\Phi}$ بحيث

$$\vec{F}=\mathrm{rot}\vec{\Phi}.$$

3.2.6. مثال

ليكن $\vec{F}$ الحقل المعرف على $\mathcal{E}\setminus\{O\}$ بإحداثياته

$$P=\frac{x}{x^2+y^2+z^2},\quad Q=\frac{y}{x^2+y^2+z^2},\quad R=\frac{z}{x^2+y^2+z^2}.$$

لدينا

$$\mathrm{div}\vec{F}=0$$

والحقل $\vec{F}$ مشتق من كمون شعاعي

$$\vec{\Phi}=(A,B,C)$$

حيث

$$A=0,B=0,C(M)=\frac{1}{2}\ln(x^2+y^2+z^2).$$

3.6. ملحوظتان

1. إذا حقق حقل الأشعة $\vec{F}$ العلاقة

$$\mathrm{div}\vec{F}=0$$

فهو لا يحوي منابعَ، وهو عندئذ لولبي أو أنبوبي أو ذو تدفق حافظ كما أسلفنا. نلاحظ هنا أن كل حقل دوار لا يحوي منابعَ، أي أن

$$\operatorname{div}(\operatorname{rot}\vec{F})=0.$$

نذكّر أننا نسمي منبعا كل نقطة يكون التفرق فيها موجبا تماما، وبئرا أو منبعا سالبا كل نقطة يكون التفرق فيها سالبا تماما.

2. يرفق بحقل الأشعة $\vec{F}=(P,Q,R)$ الشكل التفاضلي $\omega=Pdx+Qdy+Rdz$.

تُعطَى إحداثيات $\operatorname{rot}\vec{F}$، ولتكن A,B,C بـ $d\omega=Ady\wedge dz+Bdz\wedge dx+Cdx\wedge dy$ حيث $d\omega$ هو التفاضل الخارجي للشكل ω.

4.6. تطبيق: مبرهنة ستوكس

ليكن S سطحا موجها من $\mathcal{S}$ ؛ ولتكن ∂S حافته المغلقة الموجهة؛ وليكن $\vec{F}$ حقل أشعة من الصنف C^1 على S. عندئذ فجولان الحقل $\vec{F}$ على ∂S يساوي تدفق دوار $\vec{F}$ عبر S. أي أن

$$\int_{\partial S}\vec{F}(M)dM=\int_{\partial S}\vec{F}ds=\iint_S(\operatorname{rot}\vec{F}).\vec{n}\,dS.$$

من أجل $\vec{F}=(P,Q,R)$، نكتب

$$\int_{\partial S}Pdx+Qdy+Rdz=\iint_S\operatorname{rot}\vec{F}.\vec{n}\,dS.$$

7. مؤثر لابلاس والدوال التو افقية

1.7. ليكن f حقلا سلميا. يمكن الإثبات بسهولة أن

$$\operatorname{div}(\overrightarrow{\operatorname{grad}f})=\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial z^2}.$$

نضع

$$\begin{aligned}\Delta f&=\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial z^2}\\&=\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2},\frac{\partial^2}{\partial y^2},\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)f\end{aligned}$$

وهو ما نسميه لابلاسي.

يدعى الرمز

$$\Delta=\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2},\frac{\partial^2}{\partial y^2},\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)$$

مؤثر لابلاس. نلاحظ أن

$$\Delta=\nabla^2.$$

تسمى المعادلة التالية معادلة لابلاس

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial z^2}=0$$

وكل دالة تحقق هذه المعادلة دالة توافقية.

تؤدي الدوال التوافقية دورا في مسائل انتقال الحرارة، تدفق الموائع والكمون الكهربائي.

2.7. مثال

إن درجة الحرارة في حقل حراري مستو مجرد من منابع الحرارة تحقق المعادلة بالمشتقات الجزئية الآتية:

$$\frac{\partial u}{\partial t}=a^2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

حيث t هو الزمن و a^2 معامل ثابت. إذا اقتصرنا على دراسة الأنظمة الدائمة التي تكون من أجلها الحرارة مستقلة عن الزمن نحصل على معادلة لابلاس

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0\,.$$

وهذا يعني أن الحرارة دالة توافقية.

8. بعض من علاقات التحليل الشعاعي

نلخص في ما يأتي بعض علاقات ما يسمى التحليل الشعاعي والمستعملة غالبا في الفيزياء.

نذكر بادئ ذي بدء أنه:

- إذا كانت f دالة عددية قابلة للمفاضلة مرتين فإن

$$\mathrm{rot}(\overrightarrow{\mathrm{grad}f})=0$$
$$\mathrm{div}(\overrightarrow{\mathrm{grad}f})=\Delta f\ .$$

- إذا كان $\vec{F}$ حقل أشعة قابلا للمفاضلة مرتين فإن

$$\mathrm{div}(\mathrm{rot}\vec{F})=0\,.$$

1.8. تدرج جداء، تفرقه، دوّاره ولاپلاسيه

يمكن، بحساب بسيط، وباستعمال المعلم $\mathscr{R}$ ، الحصول على النتائج الآتية:

1. إذا كانت f ، g دالتين عدديتين قابلتين للمفاضلة على نفس المفتوح Σ من $\mathscr{E}$ فإن

$$\mathrm{div}(\overrightarrow{\mathrm{grad}}\ fg)=f\,\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,g+g\overrightarrow{\mathrm{grad}}\ f\ .$$

إذا كانت f ، g دالتين عدديتين قابلتين للمفاضلة مرتين يكون، فضلا عن ذلك،

$$\Delta(fg)=f\ \Delta g+g\,\Delta f\ +2(\overrightarrow{\mathrm{grad}f}).(\overrightarrow{\mathrm{grad}g})\,.$$

2. إذا كان $\vec{F}$ حقل أشعة قابلا للمفاضلة على مفتوح Σ من $\mathscr{E}$ وكانت φ دالة عددية قابلة للمفاضلة على Σ فإنه من أجل كل M من Σ يكون

$$\mathrm{div}_M(\varphi\vec{F})=\varphi(M)\mathrm{div}_M\vec{F}+(\overrightarrow{\mathrm{grad}}_M\varphi).\vec{F}(M)$$

أو بصورة مختصرة

$$\mathrm{div}(\varphi\vec{F})=\varphi\mathrm{div}\vec{F}+(\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,\varphi).\vec{F}$$

و

$$\mathrm{rot}_M(\varphi\vec{F})=\varphi(M)\mathrm{rot}_M\vec{F}+(\overrightarrow{\mathrm{grad}}_M\varphi)\times\vec{F}(M)$$

أو

$$\mathrm{rot}(\varphi\vec{F}) = \varphi\mathrm{rot}\,\vec{F} + (\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,\varphi)\times\vec{F}\,.$$

2.8. لابلاسي حقل أشعة

إذا كان $\vec{F}$ حقل أشعة قابلا للمفاضلة مرتين على Σ فإن لابلاسي $\vec{F}$ هو حقل الأشعة $\Delta\vec{F}$ المعرف بـ:

$$\Delta\vec{F} = \overrightarrow{\mathrm{grad}}(\mathrm{div}\vec{F}) - \mathrm{rot}(\mathrm{rot}\vec{F})\,.$$

نختم بمصطلحات أجنبية لبعض المفاهيم الواردة في النص.

المصطلح بالعربية	المصطلح بالفرنسية
التكامل الأول	Intégrale première
أنبوبي	Tubulaire
تدرج	Gradient
تدفق	Flux
تفرق	Divergence
تكامل سطح	Intégrale de surface
توافقية (دالة)	Harmonique (Fonction)
جولان - عمل	Circulation - Travail
حافظ	Conservatif
حقل أشعة	Champ de vecteurs
حقل سلمي (ـ سلميات)	Champ scalaire (ـ de scalaires)
خط تيار	Ligne de courant
خط شعاعي	Ligne vectorielle
خط قوة	Ligne de force
دوّار	Rotationnel
زوبعة، إعصار	Tourbillon
سطح تسوية	Surface de niveau
شبه شعاع	Pseudo vecteur
شعاع زمني	Vecteur de type temps
شعاع فضائي	Vecteur de type espace
شعاع قطبي	Vecteur polaire
شعاع محوري	Vecteur axial
شعاع موقع	Vecteur position
طاقة حركية	Energie cinétique
كمون سلمي	Potentiel scalaire
كمون شعاعي	Potentiel vecteur
لاپلاسي	Laplacien
لولبي	Solénoïdal
مخروط ضوئي	Cône de lumière
مستقر	Stationnaire
منبع	Source

الأعداد التامة

جمال حيمان
طالب دكتوراه بمخبر الحسابيات والترميز والتوافقيات، كلية الرياضيات، جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، الجزائر
dhimane@usthb.dz

مقدمة

قدم الرياضياتي اليوناني إقليدس في كتابه الأصول تعريفا دقيقا للعدد الطبيعي التام أو الكامل، حيث تم حصر هذا التعريف في كل عدد طبيعي يساوي مجموعَ قواسمه (باستثناء نفسه) بما فيها 1. ثم برهن أنه إذا كان العدد الطبيعي $2^p - 1$ أوليا، فإنه يُولّد عددا طبيعيا تاما من الشكل $2^{p-1}(2^p - 1)$.

لاحقا، أثبت السويسري ليونهارت أويلر أن كل الأعداد الطبيعية التامة الزوجية لابد أن تكون من الشكل السابق. بقي السؤال عن إمكانية وجود عدد طبيعي تام فردي مطروحا، وكان موضوع دراسة من طرف كثير من الرياضياتيين بعد أويلر، والذين حددوا بعض الشروط التي ينبغي توفرها في حالة وجوده، دون أن يصلوا إلى جواب حاسم إلى غاية كتابة هذه السطور. من جهة أخرى، ظل السؤال، هل مجموعة الأعداد التامة الزوجية غير منتهية أو بتعبير آخر، هل يوجد عدد غير منته من أعداد ميرسين الأولية، مطروحا.

ولد إقليدس الإسكندري Euclid حوالي سنة 300 قبل الميلاد. هو عالم رياضيات يوناني ويلقب بأبي الهندسة. مشوار إقليدس العلمي كان في الإسكندرية في أيام حكم بطليموس الأول (323–283 قبل الميلاد). اشتهر إقليدس بكتابه الأصول وهو الكتاب الأكثر تأثيرا في تاريخ الرياضيات، وقد استخدم هذا الكتاب في تدريس الرياضيات (وخصوصا الهندسة) منذ بداية نشره قديما حتى نهاية القرن الـ19 وبداية القرن الـ20.

1. تعريف العدد التام

العدد التام أو الكامل (perfect number) حسب تعريف الرياضياتي اليوناني إقليدس [3]، هو عدد صحيح موجب يساوي مجموعَ قواسمه الفعلية الموجبة، أي الأصغر منه. بتعبير آخر، يكون العدد n تاما إذا وفقط إذا كان $\sigma(n) = 2n$ حيث $\sigma(n)$ هو مجموع قواسم n (الموجبة).

إذا كان $\sigma(n) < 2n$ نسمي n عددا ناقصا أو زهيدا (deficient) وإذا كان $\sigma(n) > 2n$ نسمي n عددا وفيرا (abundant).

أول عدد تام هو6، حيث أن $6 = 1 + 2 + 3$ ويليه العدد 28حيث أن

$$28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14.$$

لقد أثبت إقليدس في كتابه الأصول [3] ما معناه أنه إذا كان $p = 2^k - 1$ عددا أوليا (Mersenne prime)، فإن $\frac{p(p+1)}{2}$ عدد تام.

طبقوا هذه الخاصية على العدد الأولي $2^5 - 1 = 31$ لتحصلوا على العدد التام 496 وهو الحد الثالث في متتالية الأعداد التامة.

الحدود الأولى من هذه المتتالية هي:

6، 28، 496، 8128، 33550336، 8589869056، 137438691328، ...

(السلسلة A000396 في OEIS).

كانت الأعداد التامة معروفة بالفعل في العصور القديمة. أول عدد تام، أي 6، تم ربطه من قِبَل الكُتاب الروحانيين والمتدينين، بالكمال الوجودي، ذلك أن الخلق تم في 6 أيام، وعليه فهو تام [10]. نشير في هذا الصدد إلى وُرود ذكر خلق الكون في القرآن الكريم، حيث قال الله تعالى: ﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا السَّمَاوات والأرْض وَمَا بَيْنَهُمَا فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ وَمَا مَسَّنَا مِن لُّغُوبٍ﴾ الآية 38 من سورة ق.

2. الدالة مجموع القواسم σ لعدد طبيعي وخصائصها

الدالة التي تحسب مجموع القواسم الموجبة للعدد الطبيعي غير المنعدم المعطى n، هي دالة حسابية مرتبطة بجداء ديركلي(Dirichlet product) [1]، يشار إليها بالرمز σ وهي معرفة كما يأتي:

$$\sigma(n) = \sum_{d|n} d$$

حسب المبرهنة الأساسية في الحساب، يمكن كتابة العدد الطبيعي n، حيث $n > 1$، على شكل جداء قوى عوامل أولية كما يأتي:

$$n = p_1^{a_1} \; p_2^{a_2} \; \dots \; p_k^{a_k}.$$

ليس من الصعب إثبات أن:

$$\sigma(n) = \frac{p_1^{a_1+1} - 1}{p_1 - 1} \frac{p_1^{a_2+1} - 1}{p_2 - 1} \dots \frac{p_k^{a_k+1} - 1}{p_k - 1}$$

مع الأخذ بعين الاعتبار أن $\sigma(1) = 1$ (أنظروا [1,11]).

كما يمكن التحقق بسهولة من أن σ دالة ضربية (multiplicative function) [4] ، أي أن

$$\sigma(p \times q) = \sigma(p) \times \sigma(q)$$

من أجل كل عددين طبيعيين p و q حيث $\gcd(p, q) = 1$ حيث gcd يرمز إلى القاسم المشترك الأكبر.

يمكن أيضا تعريف الدالة τ التي تحسب عدد القواسم الموجبة للعدد الطبيعي n ، كما يأتي :

$$\tau(n) = (a_1 + 1) \times (a_2 + 1) \times \dots \times (a_k + 1).$$

3. تمييز العدد التام الزوجي

مبرهنة 1 (إقليدس، الأصول IX-36)

إذا كان $p = 2^k - 1$ عددا أوليا فإن $N = 2^{k-1}(2^k - 1)$ عدد تام.

البرهان

من الواضح أن قاسِمَي N الأوليين هما 2 و $2^k - 1$. إذن فقواسمه الموجبة هي:

$$1; 2; 2^2; \dots; 2^{k-1}; 2^k - 1; 2(2^k - 1); 2^2(2^k - 1); \dots; 2^{k-1}(2^k - 1)$$

ونظرا إلى أن

$$2^m + 2^m(2^k - 1) = 2^{m+k}$$

فإن

$$\sigma(N) = 2^k + 2^{k+1} + \cdots + 2^{2k-1} = 2^k\left(\frac{2^k-1}{2-1}\right) = 2N.$$

طريقة أخرى

باستخدام خاصية أن σ دالة ضربية، يكون

$$\sigma(N) = \sigma(2^{k-1})\,\sigma(2^k-1) = \left(\frac{2^k-1}{2-1}\right)2^k = 2N.$$

أكمل أويلر الصورة التي بدأها إقليدس وذلك بإثباته العكس [4]، أي أن كل عدد تام زوجي هو من الشكل $\frac{p(p+1)}{2}$ ، حيث $p = 2^k - 1$ عدد أولي. أدرك ابن الهيثم هذه الحقيقة قبله بقرن من الزمن، لكنه، مع الأسف، لم يستطع تقديم برهان عليها في ذلك الوقت،[8] .

مبرهنة 2 (أويلر)

إذا كان N عددا تاما زوجيا فإنه يمكن كتابته على الشكل

$$N = 2^{k-1}\,(2^k-1)\ ،$$

حيث $p = 2^k - 1$ عدد أولي.

البرهان

الإثبات الذي نقدمه الآن أسهل نوعا ما من إثبات أويلر. نفترض أن N عدد تام زوجي، إذن $N = 2^{k-1}\ m$ حيث m عدد فردي. ولمّا كان $\gcd(2^{k-1}, m) = 1$ فإن

$$\sigma(2^{k-1}\,m) = \sigma(2^{k-1})\,\sigma(m) = \frac{2^k-1}{2-1}\ \sigma(m) = (2^k-1)\ \sigma(m).$$

لكن $\sigma(2^{k-1}\,m) = 2^k\,m$، كونه عددا تاما. بالمقارنة تأتي العلاقة

$$(2^k-1)\,\sigma(m) = 2^k\ m. \qquad (*)$$

وعليه يكون

$$\sigma(m) = \frac{2^k\,m}{2^k-1} = \frac{(2^k-1)m+m}{2^k-1} = m + \frac{m}{2^k-1} = m + q$$

حيث $q = \frac{m}{2^k-1}$. واضح أن q عدد صحيح لأن كلّا من $\sigma(m)$ و m عدد صحيح. إذن q يقسم m ، ولمّا كان $\sigma(m) = m + q$ ، فإنه لابد أن يكون $q = 1$. إذن مجموع قواسم m الموجبة يساوي $m + 1$ ، وهذا يثبت أن m أولي. نعوض الآن عن $\sigma(m)$ في العلاقة $(*)$ ، لينتج مباشرة أن $m = 2^k - 1$ ومنه المطلوب.

بضم المبرهنتين نحصل على ما يسمى مبرهنة إقليدس- أويلر (Euclid – Euler theorem).

مبرهنة 3 (إقليدس- أويلر)

العدد الزوجي N تام إذا وفقط إذا كان من الممكن كتابته على الشكل $N = 2^{k-1}\,(2^k-1)$،

حيث $p = 2^k - 1$ عدد أولي.

ولد ليونهارت أويلر Leonhard Euler في 15 أفريل عام 1707 في بازل في سويسرا وتوفي في 18 سبتمبر عام 1783 في سانت بطرسبوغ بالإمبراطورية الروسية. هو رياضياتي وفيزيائي وفلكي وعالم منطق ومهندس سويسري. وضع اكتشافات مهمة ومؤثرة في معظم فروع الرياضيات كالحساب المتناهي الصغر ونظرية البيانات، كما أنه أسهم في عدة فروع أخرى مثل الطوبولوجيا ونظرية الأعداد التحليلية. ويعود له الفضل في إدخال كثير من المصطلحات والترميزات الرياضياتية ولا سيما في مجال التحليل الرياضياتي كمفهوم الدالة مثلا. وهو مشهور أيضا بأعماله في الميكانيكا وديناميكا الموائع والبصريات وعلم الفلك ونظرية الموسيقى. أويلر هو أعظم رياضياتي القرن الثامن عشر وأحد أكبر الرياضياتيين في التاريخ. وهو أغزر الرياضياتيين إنتاجا على الإطلاق، لأنه ألف ما يتراوح بين الستين والثمانين مجلدا تفوق بها على أي شخص آخر في هذا المجال. قضى أويلر جزءا كبيرا من حياته في مدينة سانت بطرسبورغ الروسية وفي برلين التي كانت حينها عاصمة بروسيا.

4. خصائص عدد تام زوجي

أولى الخواص التي نريد إثباتها، وهي نتيجة مباشرة من مبرهنة أويلر الواردة أعلاه، هي أن كل عدد تام زوجي هو عدد مثلثي (triangular number) .

مبرهنة 4

كل عدد زوجي تام N عدد مثلثي.

البرهان

نذكّر أن عددا مثلثيا T هو مجموع الأعداد الطبيعية المتتابعة من 1 إلى عدد معين $q-1$ ، على سبيل المثال، ونظرا إلى أن

$$T = 1 + 2 + 3 + \cdots + (q-1) = \frac{1}{2}q(q-1)$$

فإن للعدد المثلثي الشكلَ $\frac{1}{2}q\ (q-1)$. الآن من مبرهنة أويلر، ينتج مباشرة أن N عدد مثلثي، لأن

$$N = 2^{k-1}(2^k - 1) = \frac{1}{2} \times 2^k\ (2^k - 1\ ).$$

ترتبط الأعداد التامة الزوجية بالقوى الثالثة للأعداد الفردية المتتابعة بعلاقة جميلة، وها هي بعض الأمثلة.

$$28 = 2^2\ (2^3 - 1) = 1^3 + 3^3$$

$$496 = 2^4(2^5-1) = 1^3+3^3+5^3+7^3$$
$$8128 = 2^6(2^7-1) = 1^3+3^3+5^3+7^3+9^3+11^3+13^3+15^3$$

بشكل عام، كل عدد طبيعي N يمكن كتابته على الشكل $N = 2^{k-1}(2^k-1)$ ، حيث k عدد طبيعي فردي، ونخص بالذكر كل عدد تام زوجي أكبر من 6، هو مجموع مكعبات الأعداد الفردية الـ $2^{(k-1)/2}$ الأولى.

مبرهنة 5

إذا كان $N = 2^{k-1}(2^k-1)$ عددا تاما، فإن

$$N = 1^3+3^3+\cdots+\left(2^{\frac{(k-1)}{2}+1}-1\right)^3.$$

البرهان

الإثبات ليس سوى إجراء عمليات جبرية مستمدة من العلاقة الشهيرة الآتية المرتبطة بأعداد بيرنولي، والتي يمكن إثباتها بواسطة الاستدلال بالتراجع

$$\sum_{k=1}^{n} k^3 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2 = \frac{n^2(n+1)^2}{4}.$$

نفرض أن $m = 2^{(k-1)/2}$ ، إذن

$$\begin{aligned} N &= 1^3+3^3+\cdots+(2m-1)^3 \\ &= (1^3+2^3+\cdots+(2m-1)^3) - (2^3+4^3+\cdots+(2m-2)^3) \\ &= \frac{(2m-1)^2\ (2m)^2}{4} - 2^3\ \frac{(m-1)^2\ m^2}{4} \\ &= m^2\ (2m-1)^2 - 2\,(m-1)^2\ m^2. \end{aligned}$$

أي

$$1^3+3^3+\cdots+(2m-1)^3 = m^2(2\,m^2-1) = 2^{k-1}\,(2^k-1).$$

5. أعداد ميرسين الأولية

نذكّر أن عددا لميرسين [10] (a Mersenne number) ، هو عدد صحيح موجب أصغر من قوة للعدد 2 بواحد: $M_p = 2^p - 1$.

سميت هذه الأعداد هكذا نسبة إلى مارين ميرسين (Marin Mersenne)، وهو راهب فرنسي بدأ دراستها في بداية القرن السابع عشر.

بعض التعريفات لأعداد ميرسين تشترط في الأس p أن يكون أوليا، حيث أنه إذا كان p عددا مؤلفا (غير أولي) فإن العدد $2^p - 1$ مؤلف أيضا. هذه الخاصية هي من نتائج المتطابقة الآتية

$$\begin{aligned} 2^{ab}-1 &= (2^a-1)\left(1+2^a+2^{2a}+2^{3a}+\cdots+2^{(b-1)\,a}\right) \\ &= (2^b-1)\left(1+2^b+2^{2b}+2^{3b}+\cdots+2^{(a-1)\,b}\right). \end{aligned}$$

ولد الفرنسي مارين ميرسين Marin Mersenne في 8 سبتمبر 1588 وتوفي في 1 سبتمبر 1648. أعمال ميرسين الأولى كانت في الفلسفة والإلهيات، حيث نشر مؤلفات ضد الإلحاد والشكوكية. كان لميرسين علاقة صداقة قوية مع رونيه ديكارت وكان يدعم آراءه في الفلسفة. في المرحلة اللاحقة من حياته، ركز ميرسين أعماله حول الرياضيات، الفيزياء، نظرية الموسيقى، وعلم الصوت، وقام بالعديد من التجارب في هذه المجالات.

ترتبط أعداد ميرسين الأولية ارتباطا وثيقا بالأعداد التامة وبالأعداد الأولية. من المعلوم أنه إذا كان العدد 2^p-1 أوليا فإن p عدد أولي أيضا. أصغر عدد لميرسين مؤلفٍ، رغم كون الأس أوليا، هو $2^{11}-1=2047=23\times 89$ [5].

تم حتى الآن اكتشاف واحد وخمسين عددا أوليا لميرسين. أكبر عدد أولي معروف حاليا، نعني $2^{82,589,933}-1$ ، هو عدد أولي لميرسين (7 ديسمبر 2018).

كل أعداد ميرسين الأولية المعروفة بعد 1997، تم اكتشافها بفضل مشروع البحث الكبير عن أعداد ميرسين الأولية على الإنترنت .يبقى عدد من المسائل المتعلقة بأعداد ميرسين الأولية غير محلول. لا يُعلم، مثلا، ما إذا كان عدد أعداد ميرسين الأولية مُنتهيا أم لا. تنص حدسية لينسترا - پوميرانس – وڤاڤشتاف (Lenstra-Pomerance-Wagstaff conjecture) على أن هناك عددا غير مُنته من أعداد ميرسين الأولية، كما تتنبأ بوتيرة نُموّها. وعلى نحو أدق، فهي تنص على أن عدد أعداد ميرسين الأولية التي أسها p أصغر من العدد x يمكن تقريبه بـ

$$e^{\gamma}\cdot \log_2(x)$$

حيث $\gamma=\lim_{n\to\infty}(1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\cdots+\frac{1}{n}-\ln(n))$ هو ثابت أويلر – ماسكيروني (Euler-Mascheroni).

لا يُعرف أيضا، عدد الحالات التي يكون فيها الأس أوليا ويكون عدد ميرسين ذاته غير أولي .

من بين النتائج التقليدية التي تم طرحها من قبل أويلر سنة 1750 وتم إثباتها من قبل لاڤرانج (Lagrange) سنة 1775 ولاحقا من قبل لوكا (Lucas) سنة 1878 نذكّر بالآتي:

- إذا كان q عددا أوليا حيث $q\equiv 3\pmod 4$، فإن العدد $2q+1$ يقسم العدد $M_q=2^q-1$ إذا وفقط إذا كان $2q+1$ عددا أوليا، وفي هذه الحالة، إذا كان $q>3$ ، فإن العدد M_q ليس أوليا.
- أيُّ عدد أولي q بحيث يكون $2q+1$ عددا أوليا، يدعى عددا لصوفي جيرمان (Sophie Germain) أوليا . [10]

6. لائحة أعداد ميرسين الأولية العشرة الأولى

#	p	M_p	تاريخ الاكتشاف	المُكتشِف	العدد التّام المُولد
1	2	3	حوالي 430 قبل الميلاد	علماء الرياضيات اليونان	6
2	3	7	حوالي 430 قبل الميلاد	علماء الرياضيات اليونان	28
3	5	31	حوالي 430 قبل الميلاد	علماء الرياضيات اليونان	496
4	7	127	حوالي 430 قبل الميلاد	علماء الرياضيات اليونان	8128
5	13	8191	1456	غير معروف	33550336
6	17	131071	1588	پيترو كاتالدي	8589869056
7	19	524287	1588	پيترو كاتالدي	137438691328
8	31	2147483647	1772	ليونهارت أويلر	$2^{30}(2^{31}-1)$
9	61	$2^{61}-1$	نوفمبر 1883	إيفان ميخيفيتش پيرڤوشين	$2^{60}(2^{61}-1)$
10	89	$2^{89}-1$	يونيو 1911	ر. إ. پوويرس	$2^{88}(2^{89}-1)$

(انظر هنا لمعلومات أكثر.)

7. اختبار لوكا - ليهمر لأولية أعداد ميرسين

اختبار لوكا - ليهمر (Lucas – Lehmer test) هو فحص لأولية أعداد ميرسين. اختُرع هذا الاختبار في الأصل من قبل الرياضياتي إدوار لوكا (Edouard Lucas) سنة 1856 وطوّره سنة 1878. تم أيضا إثباته وتطويره لاحقا من قبل الرياضياتي ديرّيك هنري ليهمر (Derrick Henry Lehmer) سنة 1930.

تعتمد آلية عمل اختبار لوكا - ليهمر على انتقاء عدد $M_q = 2^q - 1$ من بين أعداد ميرسين المراد اختباره، بشرط أن يكون دليل الأس p عددا أوليا فرديا. يمكن التحقق من أولية العدد p دون عناء باستخدام خوارزمية بسيطة مثل التقسيم التجريبي (غربال إراتوستينس) نظرا إلى أن p أصغر بشكل كبير من M_p.

نعرّف المتتالية $\{S_i\}$ ، من أجل كل $i \geq 0$ ، بـ (يمكن الاطلاع على البرهان في [10])

$$S_i = \begin{cases} 4 & : i = 0; \\ {S_{i-1}}^2 - 2 & : i \geq 1. \end{cases}$$

الحدود الأولى من هذه المتتالية هي:

4، 14، 194، 37634، 1416317954، ...

(السلسلة A003010 في OEIS).

وعليه فإن M_p عدد أولي إذا وفقط إذا كان $S_{p-2} \equiv 0 \pmod{M_p}$. يسمى العدد $S_{p-2} \bmod M_p$ باقيَ لوكا - ليهمر بتردد p. (يأخذ بعض المؤلفين $S_1 = 4$ ويختارون $S_{p-1} \bmod M_p$).

في شبه برنامج (pseudocode)، تتم كتابة الاختبار كما يأتي:

```
// Determine if Mp = 2^p – 1 is prime for p > 2
Lucas-Lehmer (p)
var s = 4
var M= 2^ p -1
repeat p-2 times: S=( ( S*S ) -2 ) mod M
if S == 0 return PRIME else return COMPOSITE
```

8. العدد التام الفردي

من غير المعروف ما إذا كان هناك أي عدد تام فردي، رغم أنه تم التوصل إلى نتائج مختلفة. في عام 1496، صرح جاك لوفيفر (Jacques Lefèvre) أن قاعدة إقليدس تعطي جميع الأعداد التامة [2]، ما يعني ضمنيا أنه لا يوجد عدد تام فردي. قال أويلر: « ما إذا كان...هناك أي أعداد تامة فردية هو السؤال الأكثر صعوبة » [7] . في هذا الصدد يقول پاولو ريبنبويم: «هذا سؤال تم البحث فيه على نطاق واسع، لكن الجواب عنه ما زال مجهولا »[10]. ويقول أيضا « ومع ذلك، أعتقد أن المشكلة تقف كحِصن لا يمكن التغلب عليه، بالنسبة إلى كل ما هو معروف، سيكون من قبيل الحظ تقريبا العثور على عدد تام فردي. من ناحية أخرى، لا شيء مما تم إثباته يبدو واعدا لتبيان عدم وجود أعداد تامة فردية، الأفكار الجديدة مطلوبة. » [10]

في الآونة الأخيرة، قدم كارل پوميرانس حجة إرشادية تشير إلى أنه لا يمكن أن يوجد بالفعل عدد تام فردي.

في عام 1948، اعتبر أور أو أورَه (Øystein Ore) الوسط التوافقي (harmonic mean) لقواسم n أي

$$H(n) = \frac{\tau(n)}{\sum_{d|n}\frac{1}{d}}$$

حيث $\tau(n)$ هو عدد قواسم n.

إذا كان n عددا تاما فإن $H(n)$ عدد صحيح. في الواقع، سواء كان n زوجيا أو فرديا، يأتي هذا من نتائج أويلر. يُشار إلى هذا الادعاء بمخمنة أور [10] .

كل عدد صحيح (موجب) n بحيث يكون الوسط التوافقي لقواسمه عددا صحيحا يدعى عددا ذا وسط توافقي صحيح.

تم تعريف هذه الأعداد من قبل أور (سنة 1948) وتظهر في الأدبيات الرياضياتية الإنقليزية تحت أسماء مختلفة، على وجه الخصوص، أعداد أور (التوافقية)، الأعداد توافقية القواسم، والأعداد ذات الوسط التوافقي الصحيح، وهو ما تم اختياره في هذا النص.

أثبت أور أن كل الأعداد التامة هي أعداد ذات وسط توافقي صحيح، أثبت كذلك أن أي قوة لعدد أولي لا ينبغي أن تكون عددا ذا وسط توافقي صحيح، نفس الأمر في ما يخص الأعداد الصحيحة الخالية من المربعات (squarefree integer) والأكبر من 6.

المثال الأول (عدد تام)

من أجل $n = 6$ ، لدينا

$$\tau(6) = 4 \text{ و } \sigma(6) = 1 + 2 + 3 + 6 = 12.$$

ومنه يأتي

$$H(6) = \frac{6\,\tau(6)}{\sigma(6)} = 2$$

المثال الثاني (عدد غير تام)

من أجل $n = 140$ ، لدينا $\tau(140) = 12$

و $\sigma(140) = 1 + 2 + 4 + 5 + 7 + 10 + 14 + 20 + 28 + 35 + 70 + 140 = 336$ ،

ومنه يأتي $H(140) = \frac{140\,\tau(140)}{\sigma(140)} = 5$

الحدود الأولى لمتتالية الأعداد ذات الوسط التوافقي الصحيح هي:

1، 6، 28، 140، 270، 496، 672، 1638، 2970، 6200، 8128، 8190 ...

(السلسلة A001599 في OEIS).

في ما يأتي سرد لبعض المساهمات لمختلف الرياضياتيين [5]، لكي يكون العدد الفردي N تاما أو عددا ذا وسط توافقي صحيح فرديا غير تافه يجب أن يحقق ما يأتي:

1. أن يكون $N = p^{\alpha}\, {q_1}^{2e_1} \dots {q_k}^{2e_k}$ حيث p ، q_1 ، ... ، q_k أعداد أولية مختلفة بحيث يكون $p \equiv \alpha \equiv 1 \pmod 4$.
2. أن يكون $N > 10^{1500}$ ، ومازال البحث جاريا لإيجاد حد أكبر بالنسبة إلى الأعداد التامة الفردية و يزيد عن 10^{12} بالنسبة إلى الأعداد ذات الوسط التوافقي الصحيح الفردية غير التافهه.
3. إذا كان p أكبر قاسم أولي للعدد N فإن $p > 10^8$.
4. أن يكون للعدد N عشرة عوامل أولية مختلفة على الأقل.
5. يوجد بالضبط 633 عددا توافقيا أصغر من 10^{13}.

المراجع

[**1**] Apostol T. M.: Introduction to Analytic Number Theory, Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1976.
[**2**] Dickson L. E. : History of the Theory of Numbers, Vol. I., Carnegie Institution of Washington, Washington, 1919.
[**3**] Euclid: The Thirteen Books of The Elements, Translated with introduction and commentary by Sir Thomas L. Heath, Vol. 2 (Books III–IX), Dover, New York, 1959.
[**4**] Gerstein L. J.: Introduction to Mathematical Structures and Proofs, Springer, New York, 2012.
[**5**] Goto T.: On Ore's harmonic numbers, Tokyo University of Science, 2004. https://www.ma.noda.tus.ac.jp/u/tg/files/uts.pdf
[**6**] Guy R. K.: Unsolved Problems in Number Theory, Springer, New York, 2004.
[**7**] Knill O.: The oldest open problem in mathematics, NEU Math Circle, December 2, 2007.
https://people.math.harvard.edu/~knill/seminars/perfect/handout.pdf
[**8**] O'Connor J. J. & Robertson E. F.: Abu Ali al-Hasan Ibn al-Haytham, MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews. https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Haytham/
[**9**] Ore O.: On the Averages of the Divisors of a Number, Amer. Math. Monthly, 55, 1948.
[**10**] Ribenboim P.: The New Book of Prime Number Records, Springer Verlag, New York, 1996.
[**11**] Travaglini G.: Number Theory, Fourier Analysis and Geometric Discrepancy, Cambridge University Press, Cambridge, 2014.

شخصية العدد

شخصية العدد

نوار ثابت

أستاذ الفيزياء وعميد كلية العلوم بجامعة الشارقة

ntabet@sharjah.ac.ae

سيرته

1. عهد الطفولة

ولد نوار ثابت في الفاتح من نوفمبر عام 1953 بقرية صغيرة تقع بين جبال العنصر بولاية جيجل (الشرق الجزائري). كانت عائلته فقيرة تتكوّن من 8 أطفال أصغرهم نوار، رحلت إلى مدينة ميلة القريبة وعمره لم يتجاوز 40 يوما. وبفضل هذا الرحيل استطاع نوار الالتحاق بالمدرسة والنجاة من الأمية. كان الأب فلاحا يشتغل عند أحد كبار المزارعين. ونظرا للوضع المادي للعائلة كان نوار أيضا يتردّد على الحقول مع أطفال آخرين لجمع نباتات مختلفة لبيعها في السوق حتى يستطيعون شراء بعض مستلزمات الدراسة من دفاتر وأقلام ونحوها.

أما البيت العائلي فكان من طين، فلا ماء فيه ولا كهرباء، ونور المصباح الزيتي والشموع هو الذي يساعد على المذاكرة في البيت. يروي نوار أنه حدث له في يوم من أيام الشتاء أنه قطع الطريق المؤدي إلى المدرسة راجلا على الثلج حافي القدمين. ويذكر أيضا أن الكهرباء لم تدخل البيت العائلي إلا عندما بلغ 18 سنة. ومن حسن حظه أن مدرسته كانت ترسل الأوائل في كل قسم إلى المخيمات الصيفية خلال شهر كامل. وبما أنه كان من هؤلاء فإن تلك المخيمات كانت فرصته السنوية الوحيدة للتمتع بما توفره الحياة العصرية ... بما فيها أكل اللحم يوميا!

وبعد الانتهاء من مرحلة التعليم المتوسط، تم توجيهه إلى ثانوية حيجي المكي بقسنطينة سنة 1970، ثم التحق بجامعة قسنطينة سنة 1973 حيث نال شهادة الدراسات العليا في فيزياء المادة الصلبة سنة 1977. وخلال السنة الأخيرة، ولتحسين وضعه المادي، اشتغل نوار كمتعاون تقني بقسم الفيزياء، وفي نفس الوقت مارس التدريس كأستاذ لمادة الفيزياء في ثانوية حيجي المكي التي تخرج منها قبل 4 سنوات!

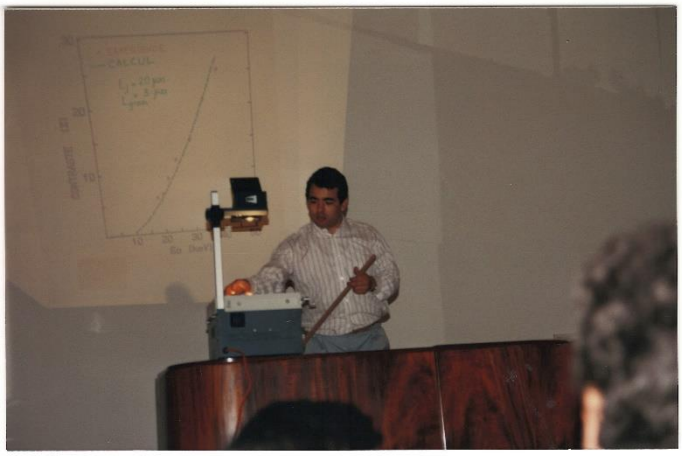
في قاعة الصلاة بثانوية حيجي المكي عام 1973.
من هؤلاء من أصبح ذائع الصيت في السياسة وفي الجامعات العالمية

2. في الجامعة

ونظرا لتفوّقه، نال نوار ثابت منحة دراسية سنة 1977 نقلته إلى جامعة أورسي (باريس 11) بفرنسا. ومرة أخرى، كان متفوقا فتحصل على شهادة الدراسات المعمقة حيث رُتب الأول من بين 40 طالبا في دفعته. وهو ما سمح له بالحصول على منحة فرنسية لتحضير ما كان يُعرف بدكتوراه الطور الثالث، فضلا عن المنحة الجزائرية! وبعد سنتين قضاهما في مختبر فيزياء المواد بالمركز الوطني للبحث العلمي بباريس تحصل على شهادة الدكتوراه. عندئذ عرض عليه ذلك المختبر منحة دراسية لتحضير دكتوراه الدولة، لكنه فضّل العودة الى الجزائر نهاية سنة 1980.

وهكذا بدأ مشواره المهني في جامعة قسنطينة عام 1981 حيث عُيّن بالموازاة مع التدريس، مديرا لأول مختبر للبحث في مجال فيزياء المادة الصلبة. كما شغل بعد ذلك منصب مدير العلاقات الخارجية للجامعة، دون الانقطاع عن التدريس. وساهم رفقة زملائه في تلك الأثناء في تطوير بحث علمي بالجامعة يخدم الصناعة الوطنية من خلال تنسيق شهري مع إدارة البحث التطبيقي بمصنع الحجّار للحديد والصلب (الكائن في ضواحي مدينة عنابة الجزائرية). كان هناك حرص على أن تركز معظم البحوث التي يقوم بها آنذاك طلبة الماجستير على تحسين خواص الفولاذ المصنَّع في الحجار!

وفي سنة 1984، تحصل نوار ثابت على انتداب لتحضير دكتوراه الدولة فعاد إلى الجامعة الباريسية وإلى نفس المختبر حيث تخرج سنة 1988 بعد إتمام أبحاث في مجال الخواص الكهربائية للمواد شبه الموصّلة المستخدمة لتصنيع الخلايا الشمسية. عرض عليه مرة أخرى ذلك المختبر التوظيف فاعتذر ورجع إلى جامعة قسنطينة في مطلع سنة 1989. وعُيّن نائبا لمدير الجامعة مكلفا بالبحث العلمي والدراسات العليا. وفي صيف 1990 عُيّن مديرا للجامعة دون استشارته! وكانت سنوات شهدت خلالها البلاد التقلبات الخطيرة التي كانت بداية ما سمي بالعشرية السوداء.



أثناء مناقشة رسالة دكتوراه الدولة عام 1988 بجامعة أورسي (باريس 11)

وفي تلك الظروف العصيبة على الجميع، تم إنهاء مهام الأستاذ نوار ثابت كمدير لجامعة قسنطينة في نهاية 1992، فاكتفي بإخبار مجلس الجامعة وبقراءة النص التالي على الحضور :

"زملائي الأفاضل، السلام عليكم ورحمة الله

لقد عُينت رئيسا للجامعة منذ ما يزيد عن سنتين، وتم ذلك في ظروف يعلم جميعكم صعوبتها، وكلكم يعلم حجم ما واجهنا من محن، ولولا قطعية النص القرآني لظننت أحيانا أني حملت ما في غير وسعي! واليوم، وأنا أحمد الله أن وضع عني ثقل مسؤولية رئاسة الجامعة، أودّ أن أتوجه بالشكر الجزيل لكم عما وجدت لديكم من عون ومؤازرة. وأنا أدرك أن ذلك لم يكن من أجل دنيا جمعت بيننا. واسمحوا لي أن أخصّ بالشكر نواب الرئيس والأمين العام، فإني أدرى من غيري بحجم تضحياتهم وعظيم فضلهم في كل ما أنجز منذ سنتين."

3. في الخارج

بعد ذلك التحق بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن في مطلع 1994 حيث عُيّن منسقا لمختبر البحث في فيزياء الأسطح، وعضوا في المجلس العلمي للجامعة، وعضوا في مجلس إدارة مركز التميّز في بحوث للتكنولوجيا النانوية. وقد ساهم نوار في تطوير بحوث المواد النانوية والطاقة الشمسية بالتعاون مع معهد مساشوست للتقانة (MIT). وساهم في تطوير الخطة الإستراتيجية "آفاق" للتعليم العالي في المملكة العربية السعودية. وقد نال جائزة المراعي للإبداع في الفيزياء سنة 2004 وجائزة التميز في البحث العلمي.

في مختبر الفيزياء بجامعة الملك فهد (السعودية) عام 1994

وإثر ذلك التحق بمؤسسة قطر سنة 2013 حيث أشرف على برنامج الطاقة الشمسية في معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة. وتمكن فريقه بالتعاون مع فريق سويسري من تصميم خلايا من السيليكون شبه المبلور بمردود بلغ 22.58%. وفي جانفي 2019، التحق بجامعة الشارقة حيث يشتغل منذ ذلك الحين كعميد لكلية العلوم ويشرف على تطوير مختبر للبحوث في مجال الطاقة الشمسية.

خلال ندوة بالدوحة عام 2018

في جامعة تسوكوبا Tsukuba (اليابان) عام 2014

أما نشاطاته في الجزائر فتشمل عدة مواضيع، منها الإشراف على دورة الجامعة الصيفية للطاقات المتجددة التي تنظمها المؤسسة الجزائرية الأمريكية بدعم من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

وفي مجال البحث والنشر في المجلات الأكاديمية العالمية فقد فاقت 120 منشورا، ناهيك عن الكتب الصادرة لدى دور نشر مختلفة. كما أن مشاركاته في المؤتمرات والملتقيات العلمية عبر العالم تجاوزت أيضا المائة تظاهرة فضلا عن حيازته على ست براءات اختراع.

ذلك هو الأستاذ نوار ثابت الذي من حقّ بلاده أن تفاخر به وأن تستفيد من علمه وخبرته قدر المستطاع.

تتشرف "بشائر العلوم" بتقديمه للقارئ، وبطرح عليه 10 أسئلة (انظر أدناه) تندرج في إطار انشغالاته كأستاذ وباحث وخبير في الطاقة.

في عام 2019، مع أساتذة وطلبة الدكتوراه المشاركين في الجامعة الصيفية ببباتنة، وعلى يمينه الأستاذ باقاسم بركات

10 أسئلة يجيب عنها الأستاذ نوار ثابت

خلال اجتماع لمجلس كلية العلوم بجامعة الشارقة لرسم إستراتيجية الكلية، عام 2019

السؤال 1: ما من شك أنكم تدركون حال المستوى العلمي لطلبتنا الجامعيين: هناك شبه إجماع على أن هذا المستوى في تدنّ متواصل. فما هي الأسباب في نظركم؟ وهل تو افقون الرأي القائل بأن إدخال نظام ل. م. د. بشكل غير مدروس هو السبب الرئيس؟ وهل من حلول؟

نوار ثابت: ليس لي علم بما قُدم من تبريرات عندنا لتطبيق نظام ل. م. د.، ولا أعلم سوى اعتماده في فرنسا والدول الأوروبية! وكأنه حُكم علينا بتبعية عمياء مستدامة! ليت القوم أتوا بقائمة من آفات النظام القديم، وبيّنوا للناس كيف يسمح النظام الجديد بمعالجتها. لا أحد صاحب عقل يعارض الإصلاح، إذ إنه ضرورة لمواكبة تطورات العصر التي هي في تسارع مستمر. ولذلك تلاحظ أن كل الدول تعيد النظر في أنظمتها التعليمية بصفة دورية.

"يتطلب تطوير نظام جامعي ذي أداء متميز أكثر بكثير من تغيير أسماء الشهادات وعناوين البرامج"

لا أحب ترديد ما يقوله الجميع عن تدني مستوى الطلبة، لأنه ليس لي بيانات أبني عليها هذا الحكم. يبقى أن ذلك هو انطباع معظم الزملاء من جيلي. وحتى نكون منصفين، لا بد من الاعتراف بأن ربط هذا التدني، إن ثبت، بتطبيق نظام ل. م. د يحتاج إلى دراسة مفصلة. فأسماء الأنظمة والبرامج والشهادات لا تهم... ما يهم هو القدرات والمهارات التي يكتسبها الطالب حين يتخرج من جامعة معينة ويحمل إحدى شهاداتها...

لدينا اليوم بعض المؤشرات التي تعيننا على التفكير الموضوعي بعيدا عن أجندات من لا يريدوننا أن نرى غير ما يرون. لننظر قليلا في الترتيب العالمي للجامعات. لا توجد جامعة فرنسية واحدة ضمن الجامعات الأربعين الأولى! فما الذي يبرر تبعيتنا المزمنة؟ يتطلب تطوير نظام جامعي ذي أداء متميز أكثر بكثير من تغيير أسماء الشهادات وعناوين البرامج. لو نظرنا بتمعن في الجامعات التي تحتل المقدمة، لتعلمنا بعض متطلبات النظام الناجح في التعليم العالي... لا يتسع المقام هنا للتفصيل فيها. ونكتفي بالإشارة إلى أن النظام الناجح ينبغي أن يشمل العناية بجودة المخرجات أولا، وتشجيع التنافس، ومرونة التسيير، وشفافية الحوكمة ...

خلال زيارة، أمام الألواح الشمسية في غرداية عام 2018

السؤال 2: حدِّثنا عن نظام ل.م.د. وكيف نشأ في أوروبا.

نوار ثابت: كان الدافع الأساسي وراء اعتماد نظام ل. م. د في أوروبا هو تسهيل حركية الطلبة وانتقالهم من دولة إلى أخرى في القارة الأوروبية كما نصت على ذلك ما سمي بـ"مشروع بولونيا" Bologna Process. كان لكل دولة أوروبية نظامها، وكان هناك تباين كبير بين هذه الأنظمة مما يصعب انتقال الطلبة من جامعة إلى أخرى.

يعني ذلك أن تطبيق النظام الجديد لم يكن هدفه تحسين جودة التعليم ومخرجاته أو معالجة مشكلة كانت موجودة في النظام القديم، وإنما كان يسعى إلى اعتماد نظام موحد في دول أوروبا قريب من النظام الأمريكي الذي يقدم ثلاث شهادات: بكالوريوس (4 سنوات)، وماستر (سنتان)، ودكتوراه (3 سنوات). لكن مصممي نظام ل. م. د. جعلوا مدة الدراسة للحصول على شهادة الليسانس ثلاث سنوات فقط لتمكين بعض الطلبة من التخرج والالتحاق بسوق العمل! غير أن ذلك اضطرهم إلى ضغط برامج الليسانس كي يغطي نفس المحتوى الذي يدرس في برامج البكالوريس خلال أربع سنوات! وتُبيّن التقارير المنشورة أن الطلبة وأهل الاختصاص يُجمعون على أن هناك شعورا بتكوين غير مكتمل يركّز على تهيئة الطالب لسدّ حاجات السوق الآنية على حساب تكوين أعم وأوسع وأعمق يعطيه المرونة التي تمكنه من التكيّف المستمر مع سوق متغيرة.

انظر الموقع :

https://www.slideshare.net/Unimed_network/the-bologna-process-and-lmd-implementation

السؤال 3: في منظومتنا التربوية، يلاحظ الجميع أن كل من يتولى وزارة التربية من الوزراء يعكف على إدخال إصلاحات جديدة على المناهج الدراسية وفق نظرته الخاصة. ألا ترون بأنه من الضروري إنشاء هيئة عليا تستشرف وتضع خطة ثابتة يسترشد بها كل مسؤول جديد؟

نوار ثابت: هذه نقطة مهمة تستوجب التوقف عندها. فعلا، فسياسات الدول لا تُرتجل ولا تطبخ في مكاتب الوزراء فضلا عن أن يمليها مستشارون بدوافع مختلفة هم أحيانا مرتزقة في خدمة أطراف مجهولة. أنا لا أعني هنا أحدا. وكل ما يهمنا هو مناقشة الأفكار والسياسات والممارسات بعيدا عن الأشخاص. هنا تكمن أهمية إنشاء مراكز للتخطيط الاستراتيجي كوسيلة للتخلص من الارتجال ومن ميولات القوم التبع. هناك في أمريكا وحدها أكثر من مائة مركز

متخصص في البحوث الإستراتيجية (think tanks) تعمل في مجالات مختلفة منها 16 مركزا في العلوم والتكنلوجيا و 12 مركزا في الإنسانيات. أما الصين فتستعين بـ 426 مركزا تغطي جميع المجالات.

"تعلمت من هذه التجربة أنه لا يوجد نظام فوق الرفوف جاهز للتطبيق"

كانت لي فرصة المساهمة في وضع خطة "آفاق" لتطوير التعليم العالي في المملكة العربية السعودية. اشتغلنا عليها مدة سنتين كاملتين تحت إشراف مستشار أصبح بعد ذلك ناطقا رسميا للحكومة الباكستانية. ودرسنا معظم الأنظمة الناجحة في العالم، وقمنا بمقارنات بحثا عن "الأسس المشتركة للأنظمة الناجحة". تعلمت من هذه التجربة أنه لا يوجد نظام فوق الرفوف جاهز للتطبيق! يمكنك التعلم من تجارب الآخرين، لكن استنساخها لا يحقق بالضرورة نفس النتائج في أي مكان.

في سنة 2004، استنجدت جامعة "كايست" KAIST الكورية بالفيزيائي الأمريكي المعروف روبرت لوفلين Robert Laughlin الحاصل على جائزة نوبل من أجل وضع خطة تأخذ الجامعة إلى مقدمة الترتيب العالمي. كان الرئيس الثاني عشر للجامعة... ففشل فشلا ذريعا، ورحل سنة 2006 تاركا مكانه للأستاذ الكوري نام بيو سوح Nam-Pyo Suh الذي شغل مناصب مختلفة في عدد من الجامعات الأمريكية. ونجح ابن البلد حيث فشل ابن أمريكا المتميز، وصُنفت هذه الجامعة في عام 2012 كواحدة من أفضل 100 مؤسسة مبتكرة عالميا.

تناول الأستاذ سوح في محاضرته بجامعة الملك فهد بالظهران بعض عوامل نجاحه في تلك الجامعة... كان أهمها أخذه لزمام المبادرة لتحقيق استقلالية الجامعة واستغنائها عن الدعم المالي الحكومي بزيادة التمويل الخارجي للبحث. هذا مثال لتجربة لا يمكن استنساخها في مكان آخر لأن المحيط الصناعي في كوريا ليس متوفرا في أي مكان.

السؤال 4: هناك في تصريحات مسؤولينا مواقف متناقضة فيما يخص المناهج الدراسية: منهم من يؤكد على مادة التاريخ واللحمة الوطنية، ومنهم من يريد تخصيص وقت أطول لمجال الاختصاص، ومنهم من يؤكد على جانب التكوين الفكري الناقد للتلميذ (فلسفة، علوم إنسانية...). ولكنه من الصعب عمليا التركيز على كل ذلك في آن واحد. فما هي الصيغة المناسبة كي لا يكون هناك إفراط ولا تفريط؟

نوار ثابت: من الطبيعي أن يختلف الناس حول هذه الإشكالية تبعا لمعتقداتهم ومرجعياتهم الفكرية. إنه سؤال جوهري لأنه يدفعنا إلى التفكير في الهدف الأساسي للتعليم: إن نحن حددناه بدقة اتضح أكثر الطريق لتحقيقه. يعني ذلك أنه علينا أولا أن نحدد مواصفات الطالب الذي نكوّنه: هل نكوّن مجرد شخص يملك مهارات عالية لأداء عمل معيّن في سلسلة من العمليات لتصنيع منتوج صناعي محدّد مثل الحاسوب أو السيارة، أو القيام بالعمليات الجراحية المعقدة، أو دراسة نتائج التحليلات المختبرية لتشخيص الأمراض؟ قطعا لا!

فنحن نعلم أن الكثير من الصناعات المتطورة، مثل الحاسوب وصناعة السيارات المؤتمتة شبه كليا تتحكم فيها الروبوتات ولا تحتاج إلى تدخل البشر إلا قليلا. لقد دخلنا عصرا أصبح فيه ممكنا للآلة أن تتعلم. وأصبحت خوارزميات الذكاء الاصطناعي قادرة على أداء عدد كبير من المهام في مجالات مختلفة مثل الطب والهندسة كان يؤديها تقنيون ومهندسون وأطباء متخصصون استمر تكوينهم سنوات.

لكن تطبيقات الذكاء الاصطناعي ليست محصورة في مجالات العلوم والهندسة والطب... فالعلوم الاجتماعية والإنسانية تحتاج تحليل بيانات ضخمة تولدها يوميا مختلف وسائل الاتصال. وقد سمح التطور الأسّي لقدرة الحاسوب منذ عقود بتطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحقيق تقدم يفوق الخيال في مجالات مختلفة

حيث سيصبح ممكنا في مستقبل غير بعيد الحصول على ترجمة آنية للنصوص بصوت مطابق لصوت المتحدث أو استشارة قانونية أو فتوى فقهية على أي مذهب نريد.

يعني ذلك أن العديد من المهن التقليدية ستختفي كما اختفت مهنة ساعي البريد بعد تطوير البريد الالكتروني وشبكة الانترنيت. كل هذه التطورات المتسارعة تفرض علينا إعادة النظر جذريا في محتويات البرامج التي تقدم في المدارس والجامعات والأساليب التقليدية للتعليم.

نحن على عتبة عصر جديد لم تتضح بعد كل ملامحه. سيتعيّن على المنظومة التربوية التكيّف مع التغيرات الجذرية القادمة. ويتوقع الكثير من الخبراء أن تتقلص حاجتنا إلى تقنيين ومهندسين يملكون المهارات التقنية التقليدية فنضطر إلى توجيه اهتمام أكبر إلى المهارات الاجتماعية والعاطفية وفهم تأثير البيئة العائلية والمدرسية والاجتماعية على اكتساب الإنسان لهذه المهارات (انظر الموقع http://tiny.cc/vewtuz).

لقد أسرف العالم المتقدم في التسابق إلى بناء قوته الاقتصادية والعسكرية منذ الحرب العالمية الثانية وتطوير القنبلة الذرية التي كرست هيمنته وإقامة نظام عالمي يحكمه، وهو ما سماه المفكر الفرنسي روجي جارودي Garaudy بـ" توازن الرعب". ومن جهة أخرى، تبيّن أن التطور الصناعي الذي يعتمد على الإسراف في استغلال ثروات الأرض ليس مستداما، وله آثار كارثية على البيئة.

كما أن "الإنسان المعزز" Augmented human الذي أنتجه التطور التكنولوجي المذهل خلال العقود القليلة الماضية لا يملك بالضرورة القيم التي تجعله كائنا صالحا يساهم في بناء حضارة إنسانية أفضل. وعليه فنحن في حاجة ماسة إلى تكوين إنسان "معزز تقنيا وقيميا"، أي متمسك بقيم تعينه على التصالح مع الطبيعة والمجتمع الذي يعيش فيه. لذلك، سوف يزداد الاهتمام بالعلوم الاجتماعية والإنسانية والدين، لأن التصالح مع الطبيعة والمجتمع يتطلب وعيا أكبر بخطورة صدام الحضارات والعيش في عالم يحكمه توازن الرعب، ومواصلة تطوير تكنولوجيات ملوثة للمحيط.

"سيكون العالم في أحسن حال إن نحن فهمناه بشكل أحسن"

وتجدر الملاحظة هنا أن العلوم الطبيعية، مثل الفيزياء والكيمياء، لم تسمح بتطوير التكنولوجيا فحسب، بل ساعدت علي تطوير الفكر البشري وتحقيق تصور أدق للعالم الذي خلقنا فيه. لقد اعتقد الإنسان خلال قرون عديدة أن الأرض مركز الكون حتى جاء كوبرنيكوس في القرن الخامس عشر. وتطور علم الجينات فأصبحنا قادرين على ربط الكثير من مواصفات البشر وسلوكياتهم بإرثهم الجيني وتأثير المحيط الطبيعي والثقافي فيها. ونكتشف باستمرار قراءات جديدة أكثر عمقا ودقة لنصوص دينية متعلقة بحقيقة "الفطرة" وتأثير البيئة فيها، كنا نراها بديهية ونفهمها بسطحية كبيرة.

دار حديث بيني وبين الفيزيائي جون إليس John Ellis من سويسرا خلال زيارته لجامعة الشارقة هذه السنة حول أهمية البحوث التي يجريها المركز الأوروبي للطاقة النووية (CERN) بجنيف، فقال: "سيكون العالم في أحسن حال إن نحن فهمناه بشكل أحسن". كان ابن رشد يؤمن باستحالة إمكانية تعارض الدين بالعلم، لأن "كلاهما يريد الحقيقة".

ولذلك لا أتوقع أن يقلّ اهتمامنا بالعلوم الطبيعية والإنسانية والاجتماعية على السواء. لكننا سنضطر إلى تغيير محتويات البرامج بوتيرة أكبر لمواكبة التغيرات المتسارعة في سوق العمل. وسيتم التركيز على تطوير المهارات التي

تكسب الطالب مرونة وقدرة أكبر على التعلم مدى الحياة والتحمل للضغوط النفسية لأنه سوف يتحتم عليه أن يغيّر وظيفته باستمرار أو أن يكتسب مهارات إضافية بوتيرة أكبر حتى يتمكن من تحسين أدائه في عمله.

مع الزملاء خلال مؤتمر بالدوحة، منهم (على يساره) إلياس زرهوني وبلقاسم حبّة، عام 2016

السؤال 5: لا شك أنكم مطلعون على المستوى العلمي والتحصيلي للتلاميذ والطلبة عموما في البلدان العربية. بغض النظر عن المناهج المتبعة، فأي بلد من البلدان العربية ترون أنه متفوق على غيره في هذا المجال؟ وما مدى إمكانيات التعاون بين البلدان العربية في مجال التربية والتعليم؟

نوار ثابت: علينا أن ندرك أن العولمة غيّرت كل شيء. أصبحت السوق عالمية وكذلك المنافسة. الشركات العالمية التي تعمل في بلد ما توظف أحسن من يتقدم اليها بصرف النظر عن جنسيته. فالجميع يبحث عن العقول المبدعة وأصحاب المهارات المتنوعة.

هناك برنامج دولي لتقييم أنظمة التعليم في العالم من خلال اختبار مهارات ومعارف الطلاب البالغين من العمر 15 عامًا في القراءة والرياضيات والعلوم (PISA) شاركت الجزائر في مسابقته سنة 2015 واحتلت المرتبة 68 من بين 70 دولة مشاركة. وتصدرت الإمارات العربية المتحدة وقطر قائمة الدول العربية بحصولهما على المرتبتين 48 ، و 59 على التوالي. وفي سنة 2018 احتلت الإمارات والأردن وقطر المراتب 47، 56، 59 على التوالي. واحتلت الصين المرتبة الأولى متبوعة بسنغافورة وماكاو وهون كونج واستونيا واليابان وكوريا الجنوبية وكندا وتايوان وفنلندا.

من الطبيعي أن نحاول الاطلاع على تجارب الإمارات والأردن وقطر لأنها الأقرب إلينا ثقافيا، ولكن علينا كذلك أن نبحث في تجربة الدول التي تحتل الصدارة ومعظمها ينتمي إلى الثقافة الصينية.

لا يوجد اختلاف بين الخبراء حول الدور المحوري للأستاذ في الأنظمة التربوية الناجحة. التقيت أستاذا فيزيائيا من فنلندا كان معنا عضوا في لجنة اختيار الفائزين بجائزة الملك فيصل فسألته: لو كان بإمكانك تلخيص أسباب نجاح النظام التعليم عندكم في سبب واحد، فما هو؟ فأجاب: "استطعنا أن نستقطب أحسن الناس إلى قطاع التعليم".

السؤال 6: صدرت كثير من الدراسات خلال السنتين الماضيتين تتناول موضوع التدريس الهجين (الحضوري والبُعْدي) بسبب جائحة كورونا. وترى جل الدراسات التي اطلعنا عليها أننا نتجه نحو تحول جذري في هذا الباب. كيف ترون نجاعة التدريس الهجين ومستقبله (مقارنة بالتدريس الحضوري) في البلاد المتقدمة وفي بلدان العالم الثالث؟

نوار ثابت: ربما أخالف هذا الرأي إلى حد ما، وأخشى أن يكون وراء الترويج للتعليم الهجين بعض الشركات العالمية التي تطور الأدوات التكنولوجية المستخدمة فيه! أرغمت جائحة كوفيد 19 المدارس والجامعات أن تتحول بسرعة كبيرة إلى التعليم عن بعد من أجل ضمان استمرارية عملية التعليم. وأصبح الطلبة والأساتذة جميعا يستخدمون منصات وبرامج كانت موجودة في السوق، ولكن استخدامها كان محدودا. بل اكتشفنا أنه في بعض الحالات، قد يكون للتعليم عن بعد ميزات. مثال ذلك: إجراء تجارب تستوجب استخدام أجهزة عالية التكلفة قد يتعذر توفيرها في المختبر. كما أن تسجيل المحاضرات يسمح للطالب بمراجعة الدروس العديد من المرات في الأوقات التي تناسبه.

لكن التجربة كشفت كذلك أن مشاركة الطالب والمحافظة على مستوى معقول من التركيز والاهتمام خلال إلقاء المحاضرات عن بعد شبه مستحيلة. وسريعا ما تطورت فكرة التعليم الهجين كوسيلة للتخفيف من سلبيات التعليم عن بعد والتكيّف مع متطلبات التباعد بين الطلبة في قاعات الدراسة! وتم تجهيز قاعات الدراسة بالأدوات التكنولوجية الضرورية التي تسمح للأستاذ بإلقاء محاضرته أمام عدد من الطلبة وحضور آخرين عن بعد. أما تجربتي الشخصية وردود الأفعال التي وصلتني من عدد من الزملاء الأساتذة فتؤكد أن التعليم عن بعد أو الهجين لا يزال في بدايته، وهو حاليا في موقع التيمم في غياب الماء! ولا يمكنه أن يغنينا عن التعليم التقليدي الذي يقف خلاله الأستاذ أمام طلبته ويتفاعل معهم، ويقرأ في أعينهم التجاوب أو الضياع!

وعلى كل حال، فمن المؤكد أن هذا النوع من التعليم سيعين كثيرا في حالات معينة، مثل متابعة الطلبة للدروس عن بعد إذا تعذر عليهم الحضور لأسباب قاهرة أو استضافة أساتذة كبار من جامعات أخرى لإلقاء عروض قصيرة حول موضوعات محددة لطلبة الدراسات العليا، أو ترتيب لقاء الأساتذة بطلبتهم في الساعات المكتبية...

"أصبحت الألواح الشمسية في العالم العربي تولد طاقة كهربائية
تقلّ ستة أضعاف مقارنة بالطاقة المستخرجة من الغاز"

السؤال 7: أنتم تهتمون كثيرا بمجال الطاقة المتجددة، وبوجه خاص الطاقة الشمسية. هل لديكم رؤية دقيقة في كيفية التعامل مع مختلف أنواع الطاقة المتجددة في بلادنا؟

نوار ثابت: التحوّل إلى الطاقة المتجددة حتمية لا جدال فيها، وهو يحدث ببطء منذ سنوات مثل كل الظواهر التي تتطور بصفة أسّية... إنها تخفى عن أعين السواد الأعظم من الناس في البداية، ثم تفاجئهم بعد حين بسرعتها المذهلة... ما عطل التحوّل قبل العقد الأخير هي كلفة الطاقة المستخرجة من المصادر المتجددة كالشمس والرياح... كانت في الستينيات ألف مرة أعلى من الطاقة المستخرجة من المصادر الأحفورية!...

لكن اليوم أصبحت الألواح الشمسية في العالم العربي تولد طاقة كهربائية تقلّ ستة أضعاف مقارنة بالطاقة المستخرجة من الغاز... تقلصت كلفة الطاقة الشمسية أكثر من 250 مرة منذ السبعينيات! ويتوقّع أن يتواصل هذا الانخفاض خلال هذا العقد.

في الدوحة خلال زيارة ميدانية لمحطة اختبار الألواح الشمسية في معهد البحوث

تقع الجزائر فيما يسمى بمنطقة الحزام الشمسي، وهي من بين مناطق العالم التي تستقبل أكبر كمية من الطاقة الشمسية. ويعادل ما يسقط على أرضنا الشاسعة خلال دقائق معدودة ما نستهلكه خلال سنة! تأخرنا قليلا قبل أن نقتنع بحتمية هذا التحوّل... ربما شوّش علينا غناء صحرائنا بثروة الغاز والبترول! مشروع توليد ألف ميجاواط الذي أعلن عنه مؤخرا هو جزء من برنامج طموح تنوي البلاد إنجازه قبل 2030، ويستوجب التخطيط المحكم، وتجنيد كل ما نملك من كفاءات بشرية لإنجاح تنفيذ على أرض الواقع.

نحن نتحكم في تكنولوجيا تصميم وتصنيع الخلايا الشمسية منذ الثمانينيات ولدينا مراكز بحوث فيها خبراء بإمكانهم المساهمة في تطوير صناعة وطنية قادرة على المنافسة والاستمرار. المشاريع الكبرى تشحذ الهمم وتجند الشعوب... والبرنامج الأمريكي لإرسال أول رجل إلى القمر أحسن شاهد على ذلك: تحقيق الانتقال الطاقوي مشروع مهم للبلاد. ويمكننا، طبعا، تحقيقه من خلال استيراد التكنولوجيا المتوفرة في السوق، غير أن ذلك لن يحقق أمننا الطاقوي. علينا أن نطمح إلى التحكم في تكنولوجيا تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء بدءا من استخراج مادة السيلكون من الرمل وتنقيته من الشوائب إلى تصنيع الخلايا والألواح. لقد فعلت ذلك الصين في العقد الماضي وبإمكاننا تحقيقه إن نحن عقدنا العزم على ذلك.

السؤال 8: موضوع الطاقة مرتبط أيضا بموضوع الغذاء والأمن الغذائي الذي صار حديث الساعة. في الظروف الحالية لبلدنا، كيف ينبغي أن يكون التوازن بين الاستثمار في الطاقة المتجددة والأمن الغذائي؟ من جهة أخرى، تركز الجزائر في مجال البحث العلمي حاليا على 3 محاور هي الطاقة والصحة والغذاء. هل هناك أولويات أخرى في نظركم؟

نوار ثابت: الطاقة والغذاء والماء من ضروريات الحياة وتأمينها هدف استراتيجي لجميع الدول. العناصر الثلاثة مرتبطة ببعضها البعض وتكوّن ما سمي بـ"عقدة" هذا القرن أو "رابطة الماء والطاقة والغذاء" (Water-Energy-Food Nexus). أما قطاع الصحة فهو يستهلك نسبة معتبرة من ميزانيات الدول. في الجزائر تضاعفت النفقات على الصحة مرتين خلال العقد الأخير لتبلغ 6% من الدخل القومي للبلاد سنة 2019 بينما تبلغ النسبة 10% في دول الاتحاد الأوروبي.

"التحدي الأكبر اليوم هو توفير الطاقة بأقل كلفة ممكنة"

وفي الحقيقة، إذا نظرنا في العناصر الثلاثة (الطاقة-الماء-الغذاء) نجد أن العنصر الأساسي فيها هو الطاقة لأن الغذاء يحتاج تطوير الزراعة، والزراعة بدورها تحتاج أساسا إلى توفير الماء علما أن 71% من سطح كوكبنا مغمور تحت مياه البحار. المشكلة أن هذه المياه غير صالحة للشرب ولا للزراعة بسبب ملوحتها. والتكنولوجيا لتحلية المياه متوفرة وتستخدم حاليا لتوفير حاجيات الكثير من الدول. لكن هذه التكنولوجيا تستهلك كمية عالية من الطاقة حيث نحتاج 3 كيلواط/ ساعة من الطاقة لتحلية المتر المكعب الواحد من ماء البحر! الرقم القياسي العالمي 2.27 كيلواط للمتر المكعب الواحد حققته المملكة العربية السعودية في عام 2021.

لذلك نخلص إلى القول بأن التحدي الأكبر اليوم هو توفير الطاقة بأقل كلفة ممكنة! كانت تكلفة تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء ألف مرة كلفة استخراج الكهرباء من الغاز الطبيعي في الستينيات من القرن الماضي، لكنها أصبحت اليوم ستة أضعاف أقل في بلدان الحزام الشمسي التي نحن من بينها. والمشروع الأخير للطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية ينتج كهرباء بسعر لا يتجاوز 0.0104 دولار أمريكي للكيلوواط /ساعة. وتمكنت دبي سنة 2020 أن تحقق الرقم القياسي العالمي لتحلية المياه بأقل تكلفة (0.277 دولار) للمتر المكعب. وينتج عالمنا العربي ما يقارب 60% من المياه المحلاة في العالم ... لكن بتكنولوجيات تنتج وتطور خارج العالم العربي! إن تأخرنا في هذا المجال لا مبرر له لأن تكنولوجيا تحلية المياه مثل تكنولوجيا الالواح معروفة، وهي في متناولنا ويمكن للباحثين في بلادنا أن يطوروها أكثر إن وُفرت لهم البيئة الضرورية للبحث والإبداع.

رفقة الزملاء (من اليمين إلى اليسار) كمال تومي وسليم مسعودي ورشيق صوالح بجامعة الشارقة

السؤال 9: ينتقد عديد الزملاء كثرة الجامعات في الجزائر، وهم واثقون بأن الأجدى للبلاد هو تقليص عدد هذه المؤسسات والإكثار من مختلف مؤسسات التكوين المهني لدعم عملية التشغيل وتخفيض نسبة البطالة. ما هي إيجابيات وسلبيات هذه الرؤية؟

نوار ثابت: لا أعتقد أن جوهر المشكلة في العدد. كتبت مرة أن الجامعة ليست مجمعا سكنيا لخريجي الثانويات. فالمقعد البيداغوجي يتطلب توفير الأستاذ الكفء القادر على تقديم تعليم ذي جودة عالية والإشراف على رسائل

الطلبة، وبيئة تعليمية مناسبة تشمل أدوات التعليم المتطورة التي تحفز الطالب على التعلم والمختبرات المجهزة بأحدث التقنيات التي تجعل الأستاذ يمكث فيها حتى ساعات متأخرة من الليل لإكمال تجاربه.

سأل مدير بنك أمريكي رئيس جامعة معروفة: "ما الذي يجب توفيره لإنشاء جامعة بحثية رائدة"... أدرك رئيس الجامعة أنه يقصد الكلفة فأجاب: "مائة مليون دولار!"، ثم أضاف "ومائة عام!". فالعبرة ليست في إقامة البنايات وإنما فيما ينجز بين جدرانها. نُشرت نتائج مقارنة بين ما تنشره الجامعات الجزائرية وما تنشره بعض جامعات دول الخليج... البعض أساء قراءة الرسالة فرأى فيها مقارنة بين الأساتذة الجزائريين وغيرهم... والجميع يعلم أن هناك عددا كبيرا من الجزائريين يعملون بجامعات دول الخليج!

تبين قاعدة بيانات "سكوبس" (SCOPUS) أن جامعات باب الزوار والعلوم والتكنولوجيا بوهران وقسنطينة 1 وسطيف وعنابة نشرت ما بين 300 و500 بحث علمي خلال سنة 2020، في حين انتجت جامعة الملك فهد للبترول والمعادن بالظهران خلال نفس السنة أكثر من 2000 بحث، وجامعة الشارقة 1500 بحث. ولمزيد من الدقة في المقارنة، تم حساب معدل ما ينشره كل أستاذ في هذه الجامعات، فنجد أنه لا يتجاوز 0.3 منشور في السنة لكل أستاذ في الجامعات الجزائرية المذكورة ... بينما يبلغ معدل جامعة الشارقة 2.1 ومعدل جامعة الملك فهد 1.7 منشور لكل أستاذ. يعني ذلك ان الأستاذ في الجامعتين الخليجيتين ينتج أكثر من ستة أضعاف ما ينتجه الأستاذ في الجامعات الجزائرية المذكورة.

تكمن مهمة الجامعة في المساهمة في تطوير الوطن من خلال تكوين إطارات ذات كفاءة ومهارات عالية. إن لم تفعل تصبح عبئا عليه. زارني أحد الزملاء حين كنت أعمل بجامعة فهد للبترول والمعادن بالظهران. وقمنا بتصميم وتركيب جهاز للرش المهبطي نلنا بفضله جائزة المراعي للإبداع. وأكملنا المشروع خلال ثلاثة أشهر. وحين همّ بالرحيل، قال لي: "سأطلب أن يكتب على قبري يوم أموت: "عاش ثلاثة أشهر"!

السؤال الذي علينا الإجابة عليه هو كيف نؤسس جامعة لا تكون عبئا على البلاد؟

ذكرت أعلاه أهمية الدراسات المرجعية (benchmarking) من أجل الاستفادة من تجارب الآخرين واستخلاص "مواصفات" الجامعة الناجحة. خلال تطوير الخطة الاستراتيجية "آفاق" للتعليم العالي في المملكة العربية السعودية التي ذكرتها أعلاه، قمنا بدراسة معمقة لخمس أنظمة صنفت من بين أنجح أنظمة التعليم العالي في العالم حسب معايير محددة هي: الولايات المتحدة، فنلندا، أستراليا، كوريا الجنوبية، وأضفنا إليها ماليزيا بسبب قربها الثقافي من المملكة. لا يتسع المقام للخوض في تفاصيل ما تعلمناه من هذه المقارنة، لكن، انطلاقا من تجربتي الميدانية القصيرة في إدارة جامعة جزائرية ونتائج هذه الدراسة، يمكن ذكر بعض "المواصفات المشتركة" للأنظمة الناجحة:

أولا: الاهتمام بنظام الجودة. نحن لا نهتم بتقييم أداء أحد! لا المؤسسات ولا الأشخاص. في حين أن من أهم العوامل التي تعين على ترقية الجودة تشجيع المنافسة وإعطاء الأولوية للأداء. في الجامعات المرموقة، يتم تقييم أداء الأستاذ والموظف سنويا، ويشمل التقييم رأي الطلبة في أداء الأستاذ، وكذلك ما قدمه من أبحاث وخدمات للمجتمع. ذكرت هذه الفكرة يوما لمدير إحدى جامعاتنا فقال: "لو فعلنا ذلك لقامت ثورة في الجامعات!". نحن لسنا أحسن من أساتذة هذه الجامعات العالمية وطلبتنا ليسوا أقل موضوعية من طلبتها. وكثير من الدول أنشأت وكالات وطنية لاعتماد البرامج والمؤسسات مستفيدة من تجارب دولية أخرى. أعتقد أنه يجدر بنا التفكير في ذلك بجدية.

ثانيا: التنوّع. يعتبر النظام الأمريكي أحسن مثال للنظام المتنوع. هناك جامعات "بحثية" مهمتها تطوير البحث وإنتاج الجديد في المعرفة والتكنولوجيا، منها جامعات هارفارد (Harvard)، وبركلي (Berkeley)، وستنفورد (Stanford)، ومعهد مساشوست للتقانة (MIT). هذه الجامعات هي التي تحظى بدعم الحكومة والصناعة لأنها تعزز تنافسية

الشركات في السوق العالمي. وهناك جامعات "تعليمية" (Teaching Universities) تُعنى بتقديم تعليم عالي الجودة، وتكتفي بتقديم شهادات البكالوريوس والماستر دون الدكتوراه. وهناك جامعات متعددة التقنيات (polytechnics) التي تركز على المساهمة في النمو الوطني من خلال تدريب المتخصصين، وتزويدهم بالمهارات المهنية والقدرة على الابتكار وتطوير التكنولوجيا وحل مشاكل القطاع الصناعي.

وأخيرا هناك "كليات مجتمعية" (community colleges) التي تكوّن تقنيين يملكون المهارات المطلوبة في سوق العمل. ومن ناحية الحوكمة تجد كذلك تنوعا كبيرا حيث أن هناك جامعات حكومية وأخرى خاصة، ربحية أو غير ربحية. نلاحظ مثلا في كوريا الجنوبية 134 جامعة من بين 159 تابعة للقطاع الخاص غير الربحي.

ثالثا: المرونة: يمثل النظام الأمريكي كذلك مثلا للمرونة في التعليم حيث يعطى الطالب في كل تخصص فرصة اختيار عدد من المقررات (المقاييس) التي يدرسها إلى جانب "المقررات الإجبارية" التي يتحتم على جميع الطلبة دراستها. نحن ورثنا النظام الفرنسي الذي يفرض على جميع الطلبة المسجلين في برنامج ما دراسة نفس المواد بصرف النظر عن حاجياتهم واهتماماتهم المستقبلية.

"العقول أهم من الحقول... علينا أن نضع العناية بالمدرسة والجامعة والأستاذ في مقدمة أولوياتنا"

السؤال 10: نترك لكم المجال للإداء بكلمة أخيرة تختارون موضوعها.

نوار ثابت: لم يعد اقتصاد المعرفة مجرد مفهوم نظري. نحن نشهد تطورا أُسّيا في العالم، ولم يعد المستقبل مجرد امتداد خطي للماضي. فقد أنشئت بعض أغنى الشركات العالمية خلال بضع سنوات فقط: أمازون(1994) وجوجل (1998) وأوبر Uber (2009). تتجاوز ثروة كل منها ألف مليار دولار! إنها شركات لا تزرع أرضا ولا تصنع شيئا. بداياتها أفكار أنتجتها عقول مبدعة. علينا أن ندرك أن العقول أهم من الحقول وأن نضع العناية بالمدرسة والجامعة والأستاذ في مقدمة أولوياتنا.

أجرى الحوار: أبو بكر خالد سعد الله

خلال محاضرة حول التكنولوجيا النانوية في معرض الكتاب بجامعة الشارقة عام 2020

عرض الكتاب

عرض كتاب

من تاريخ العلم العربي

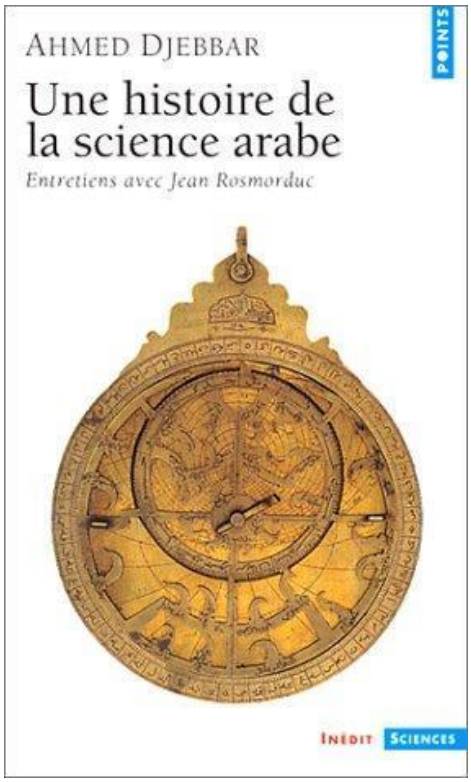
Une histoire de la science arabe

تأليف : أحمد جبار

عرض : أبو بكر خالد سعد الله

أستاذ بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

khaled.sadallah@g.ens-kouba.dz



مؤرخ العلوم أحمد جبار

1. الغاية من الكتاب

كتاب "من تاريخ العلم العربي" Une histoire de la science arabe للأستاذ أحمد جبار في 385 صفحة من الحجم الصغير. وقد صدر باللغة الفرنسية عن دار Le Seuil الباريسية في منتصف 2001. وجاء الكتاب في شكل سؤال-جواب بين المؤلف والسائل جون روسموريديك Rosmorduc، هو نفسه أستاذ جامعي متقاعد مختص في تاريخ العلوم، وله مؤلفات عديدة في تاريخ الفيزياء. ولذا يمكن القول إن الحوار يشبه النقاش بين المختصين، لكنه أريد لهذا الحوار أن يكون مبسطا بشكل يستطيع أن تتبعه الخاص والعام.

ويتوزع الكتاب إلى ثمانية فصول تبدأ بالحديث عن ظهور الدولة الإسلامية، ثم تركز على نشأة العلم في بلاد الإسلام والإرث العلمي الذي انطلق منه العرب والمسلمين والتبادلات العلمية التي ميزت تلك العهود. أما الفصول الخمسة الأخيرة فخُصص كل واحد منها إلى اختصاص علمي : علم الفلك، الرياضيات، الفيزياء، علوم الأرض والحياة،

الكيمياء. وأشارت مقدمة الكتاب إلى أن النشاطات العلمية التي ميّزت العصر الذهبي (وهي الفترة الممتدة من القرن التاسع ميلادي إلى القرن الخامس عشر) للحضارة العربية الإسلامية ليست معروفة بوضوح لدى القارئ الفرنكفوني ...

بل إن هذا الإرث البشري كان ضحية نكران من قبل العديد من المؤلفين الغربيين الذين برزوا خلال القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين. وفي أحسن الأحوال كان هذا النشاط لا يظهر إلا لماما في إطار التاريخ العام للحضارات باعتباره جسرا رابطا بين اليونان وأوروبا. غير أن هذه الأحكام تغيرت بعد الحرب العالمية الثانية وظهور الحركات التحررية في العالم الثالث، وهذا بفضل التحوّل الذي طرأ على الذهنيات في أكثر من مكان.

ورغم ذلك ظلت الكتابات المختلفة الخاصة بهذا النشاط حكرا على الكتب الموجهة للمختصين. ولذا كانت الغاية من هذا الكتاب الإسهام في التعريف بهذا النشاط لدى عامة الناس الناطقين باللغة الفرنسية. ويأمل المؤلف أن يقتنع هؤلاء القراء بأن العلم العربي لا ينحصر في إسهامات بعض العلماء العباقرة وحدهم، بل يمثل في تاريخ العلم حلقة من سلسلة طويلة : لقد ورث العلم العربي كافة التقاليد العلمية التي سبقته (وليس فقط التراث اليوناني) ومدّ جسرا أساسيا لا يمكن الاستغناء عنه للمرور إلى العلوم اللاحقة. إنه يمثّل مرحلة من أبرز المراحل التي عرفتها البشرية في البحث المتواصل عن الحقيقة.

2. المؤلف

وقد حرص السائل والمجيب على عدم الغوص في التفاصيل التقنية التي تتطلب معارف علمية دقيقة وهذا رفقا بالقارئ غير المختص. والواقع أنه حتى لو أراد المؤلف التعمق في بعض القضـــايا العلمية فمن أين له أن يقوم بذلك في كتاب من هذا الحجم؟ ورغم هذا فإن قارئ الكتاب ســـرعان ما يقتنع بأن الأســـتاذ جبار ليس من الهواة في تـاريخ العلوم حيث نشـــر، منذ عـام 1976، أزيـد من مـائـة بحـث في مجـال تـاريخ العلوم عنـد العرب في المجلات المتخصصة وغير المتخصصة وأشرف على أزيد من عشرين أطروحة جامعية في تاريخ الرياضيات العربية. كما نجد اسـمه في عدد من هيئات تحرير المجلات المتخصـصـة. وقد أدت أعماله وأبحاثه العلمية إلى عضـويته في الأكاديمية الدولية لتاريخ العلوم (منذ 1995) وفي الأكاديمية الجزائرية للعلوم والتكنولوجيا (2015) . ومن المعلوم أن عدد المحاضـرات التي يلقيها سـنويا الأسـتاذ أحمد جبار في تاريخ العلوم عبر الجامعات والمؤسـسـات العلمية في الشـرق والغرب تعد بالعشرات.

ومن جهة أخرى، كان الأستاذ أحمد جبار قد شغل في التسعينيات منصب وزيرا للتربية في الحكومة الجزائرية. لهذا كله، نكتشف في الكتاب الذي بين أيدينا عملا قام به مختص ذو معلومات واسعة اجتهد في توصيل زبدتها إلى القارئ غير المختص في قالب أريد له أن يكون شيّقًا ... هل كان شيقا فعلا لدى غالبية القراء؟ هذا ما ليس لنا الحق في تأكيده، لكننا نستطيع التأكيد بأن مضمون الكتاب جدّ مفيد لكافة القراء بدون استثناء.

ولا بد أن نشير منذ البداية بأن المقصود بمصطلح "العلم العربي" عند المختصين هو العلوم التي كتبت باللغة العربية بغض النظر عن مذهب وجنس وديانة صاحبه. والملاحظ حسب المؤلف أن المؤرخين حاليا مرتبطون بمصادر معروفة في تاريخ العلوم، وعلينا نحن الحذر في إصدار الأحكام المتسرعة أو المبنية على نوع معين من المصادر. ومن ثم يستنتج الأستاذ جبار أن النزاهة في هذا الباب تستدعي منا القول عند إبداء الرأي في مثل هذه القضايا "في الوضع الراهن لمعارفنا وحسب علمنا فإننا نعتقد أن ...". وضرب هنا مثلا بالإسهامات المصرية وتساءل: هل تأثرت هذه الإسهامات بالعلم الوارد عبر الإسكندرية؟ كما ضرب مثلا آخر بالمغرب العربي الكبير : إن كان من المؤكد أنه كانت

توجد حياة ثقافية في هذه المنطقة قبل مجيء الإسلام فلا أحد اليوم يستطيع البرهان على أن منبع تلك الثقافة بربري بحت.

3. العلم العربي

واستعرض الكاتب في الفصل الأول تفاصيل تاريخية ليست بالضرورة ذات علاقة مباشرة بالعلوم مثل حياة الرسول (ص) وانتشار مختلف الأديان والصراعات المتواجدة هنا وهناك بين الشعوب والقبائل حتى أن القارئ ربما ينسى عندما يطالع بعض الصفحات من هذا الفصل أن بين يديه كتابا في تاريخ العلوم! لكن علينا ألا ننسى بأن المؤلف يجيب عن أسئلة مطروحة من أجل تعريف القارئ الأوروبي (الذي يجهل الكثير عن حضارتنا) بالبيئة التي نشأ وترعرع فيها العلم العربي.

هل كانت الجيوش الإسلامية تدمّر، مثل المغول، كل ما تجده أمامها؟ هذا سؤال طرحه السائل على المؤلف فلاحظ هذا الأخير بأن الآراء تختلف في هذا الشأن من مؤرخ إلى آخر. وإن كان المسلمون الأوائل يعتبرون بأن الفتوحات لم تُقدم على أية أفعال من هذا القبيل فإن فئة ثانية نسبت إلى تلك الجيوش أعمالا لم يقوموا بها. وضرب المؤلف مثلا عن ذلك بمكتبة الإسكندرية حيث اعتقد ناس كثيرون بناءً على ما كتبه مؤرخون عرب مرموقون - مثل عبد اللطيف البغدادي (557هـ/1162م-629هـ/1231م) وابن العبري (623هـ/1226م-685هـ/1286م) وأبي الفدا (672هـ/1273م-732هـ/1331م) وابن القفطي (568هـ/1172م-646هـ/1248م) – أن الخليفة عمر بن الخطاب قد أمر القائد عمرو بن العاص بحرق هذه المكتبة.

لكننا نعلم اليوم بعد التحريات والأبحاث التي أجريت حول مكتبة الإسكندرية أن هذه المكتبة لم تكن موجودة كمكتبة عندما فتح المسلمون مصر. ويؤكد المؤلف أن هذا الادعاء تهمة ملفقة من طرف بعض العرب أنفسهم خلال القرن الثاني عشر الميلادي. وأضاف الأستاذ جبار بهذا الشأن أن ما نستطيع تأكيده في مطلق الأحوال أنه لم تكن هناك استراتيجية مبيتة للقيام بمثل هذه الأعمال لدى العرب والمسلمين. واستنكر ما أكدته فئة من المؤرخين حول تدمير ما وجده المسلمون أمامهم خلال الفتوحات موضحا أن مثل هذه الشهادات لا تفيدنا في موضوع سلوكات العرب والمسلمين بل تسلط الضوء، في واقع الأمر، على ذهنيات من أدلوا بتلك الشهادات.

وفي مكان آخر كان السؤال يدور حول الأسباب التي جعلت حضارة عظيمة مثل الحضارة العربية الإسلامية التي حملت ثقافة وعلوم بهذا الثراء لم تعرف كيف تنشئ في ظلها الظروف التي من شأنها أن تهيئ بزوغ العلم الحديث وما يليه من تحولات، أي "الثورة العلمية والتقنية ثم الثورة الصناعية"؟ إن الإجابة عن هذا السؤال، في نظر المؤلف، يتطلب بحثا عميقا ومطولا حول الظواهر التي لازالت مجهولة إلى الآن في هذه الحضارة وكذا حول رجالها الفاعلين. ومن هذه الظواهر المجهولة نذكر طبيعة ودرجة الأزمات الداخلية التي عرفها المجتمع في عهد هجومات الصليبيين والمغول ومدى تأثر الذهنيات بهذه الأزمة. كما ينبغي الحصول على أجوبة ذات مصداقية بخصوص الروابط المحتملة التي كانت تجمع البنى الاجتماعية في المجتمع (الحي) الإسلامي وتطوره وبين العلاقات الاجتماعية التي كانت موجودة في مختلف النشاطات الإنتاجية والحرفية و(شبه) الصناعية. وفيما يتعلق بالإنتاج ينبغي تقييم عدد الموارد الفلاحية وغيرها (مثل المناجم) في نمو الاقتصاد داخل الدولة الإسلامية.

وقد ألحّ السائل الفرنسي على معرفة موقف القرآن والسنة من العلوم. وهنا أوضح الكاتب أن بعض المؤرخين –حتى المعاصرين منهم- يدلون بأحكام غير منصفة في هذا الباب وبدون مرجعية حول السياق الاجتماعي والزمكاني لهذه الحضارة. وإذا كان هناك مسلمون قد ذهبوا إلى التحذير حتى من الغلو في دراسة النحو العربي فإن هذه الظاهرة تظل استثنائية ولا يمكن بأي حال من الأحوال تعميمها.

وناقش المُحاوِر موقف الكاتب الإيراني سيد حسين نصر (ولد 1933) والكاتب الفرنسي مكسيم رودنسون Maxime Rodinson (1915-2004) متسائلا عما إذا كان كبار علماء المسلمين قد اتخذوا القرآن مرجعا في أعمالهم العلمية. فنفى الأستاذ أحمد جبار وجود هذه المرجعية نفيا قاطعا، وساق مثال العلامة ابن الهيثم (354 هـ/965م-430 هـ/1040م) الذي كتب في البصريات وأشار فيها إلى التجربة والملاحظة والبحث بالاستقراء لإثبات النتائج العلمية ثم تنظيرها. لكنه لم يشر قط في هذا العمل إلى القرآن الكريم عندما يتعلق الأمر بالأفكار العلمية والمنهجيات. وهذا لا يعني أنه لم يذكر الله في كتبه ولم يصلّ على النبي (ص).

ويلاحظ المؤلف أنه خلافا لما كان عليه حال علماء العصور الوسطى في الغرب -إذ كانت غالبيتهم من رجال الدين- فإن العلماء في بلاد الإسلام أتوا من مشارب مختلفة بل إن معظمهم لا تربطهم صلة برجال الدين. وأشار المؤلف إلى الجدل العلمي الذي دار حول قضايا مختلفة، منها تلك التي جرت بين ابن سينا (370 هـ/980م-427 هـ/1037م) والبيروني (362هـ/973م-440هـ/1048م) أو بين حامد الغزالي (450هـ/1058م-505هـ/1111م) وابن رشد (520هـ/1126م-595هـ/1198م).

4. اللغة والترجمة

وأجاب جبار عن أسئلة حول اللغة العربية وتطورها التدريجي إلى أن صارت حاملة لعلوم العصر. ففي المرحلة الأولى التي شهدت ميلاد تقليد علمي جديد اضطرت اللغة العربية إلى استعارة العديد من المصطلحات والألفاظ من لغات أخرى مثل اليونانية والسريانية والفارسية. لكن التقدم المتواصل الذي عرفه النشاط العلمي والفلسفي زاد من ثراء العربية بحيث صارت تبتكر وتجدد معاني المصطلحات القديمة.

وأشار جبار إلى أن ذلك هو السبيل الذي سلكته كل اللغات التي عرفت تطورا متميزا. وضرب مثلا بالفارسية واللاتينية والعبرية التي أخذت (منذ القرن الثاني عشر) من العربية ما هو ضروري لإثراء مصطلحاتها العلمية والفلسفية. كما ساق المؤلف مثال البيروني الذي قال، بشأن كتاب فلكي هندي، إن مترجمه إلى اللغة العربية ترك العديد من الكلمات باللغة السنسكريتية.

ولذا قرر البيروني إعادة ترجمة نفس الكتاب بعربية سليمة. ومن المعروف أن كتاب الإغريقي أبولنيوس الخاص بالمخروطات قد عرف نفس الوضعية. فعندما ترجم هذا الكتاب إلى العربية أول مرة لم تكن للعرب مصطلحات كافية تعبّر عن مضمون الكتاب فترجموا مثلا "القطع المخروطي" بـ"القطع الصنوبري" ثم تخلوا عن هذا المصطلح فيما بعد ليتبنوا المصطلح الأكثر تجريدا "القطع المخروطي". كما نجد في الترجمات الرياضية الأولى، من اليونانية إلى العربية، مصطلحات مثل "بارابولا" (القطع المكافئ) و"إيبار بولا" (القطع الزائد)، وهي ظاهرة عرفتها أيضا اللغة اللاتينية حيث صيغ عنوان كتاب الخوارزمي "الجبر والمقابلة" في القرن الثاني عشر باللغة اللاتينية على الشكل Jabr et muqabala بدل استخدام مصطلحات لاتينية. وترجم العرب الأعمال الطبية اليونانية مباشرة أو عبر اللغة السريانية محافظين في البداية على المصطلحات الأجنبية، مثل أسماء بعض الأمراض كالملانكوليا (الانهيار العصبي) والديابيطا (داء السكري).

ويشير المؤلف إلى أن اللغات الأخرى مثل الفارسية والعبرية والبربرية قد ظلت نشطة خلال العهد الإسلامي وأثريت بفضل احتكاكها بالعربية. ولم تقم السلطات المتعاقبة بأية إجراءات تعسفية ضد هذه اللغات طالما كانت الشعوب المتحدثة بها تقبل بالحكم السياسي الإسلامي وبلغته "الرسمية" (العربية). ومن ثم فهم لم يمنعوا من التحدث بلغاتهم وتدريسها ودراستها وتطويرها. وفي نفس الوقت استطاعت العربية أن تفرض نفسها بسرعة في الإدارة وفي النشاطات العلمية والفلسفية.

والجدير بالذكر أن اللغات الأخرى هُمشت في المجالين العلمي والفلسفي حتى وإن ظلت الشعوب تتكلم بها. وهكذا كان جميع العلماء -إبان الفترة الممتدة من القرن الثاني عشر إلى القرن السادس عشر ميلادي- يكتبون المؤلفات العلمية بالعربية مهما كانت دياناتهم وقومياتهم. أما في المجال الأدبي، كالشعر فالأمر يختلف، إذ نجد مثلا عمر الخيام (1048م-1131م) يقول الشعر بالفارسية في حين كان يكتب الرياضيات بالعربية. وبعد تلك الفترة بدأت تظهر بعض الكتب العلمية بلغات أخرى (في الأندلس وآسيا الوسطى) مثل العبرية والفارسية. وكان البعض من هذه المؤلفات صياغة جديدة أو ترجمة لكتب ألفت بالعربية، ثم تطورت الأحوال إلى أن صارت تكتب مباشرة بتلك اللغتين.

وقد عارض المؤلف بشدة الفكرة السائدة لدى الكثيرين القائلة بأن العرب "نقلوا" العلوم اليونانية إلى أوروبا. ويرى المؤلف بهذا الخصوص أن العرب "استحوذوا" على العلوم التي سبقتهم كما هو حال الأوروبيين الذين "استحوذوا" على العلوم العربية وما سبقتها.

ويذكّر هنا الأستاذ جبار بمثالين: كان الخليفة المأمون قد كتب إلى إمبراطور القسطنطينية طالبا منه إعارته مخطوطات علمية بهدف ترجمتها إلى العربية. لكن مستشاري الإمبراطور نصحوه بعدم الاستجابة لهذا الطلب. فكتب المأمون ثانية إلى الإمبراطور ليهدده بشنّ الحرب ضده في حالة رفض الطلب. فقبل الإمبراطور هذه المرة طلب الخليفة استجابة لنصيحة المستشارين الذين رأوا –حسب بعض المصادر العربية- بأن دراسة النصوص الفلسفية اليونانية ستثير الجدل والفوضى لدى المسلمين وتلوث عقول علمائهم فتشتعل نار الفتنة داخل مجتمعاتهم. أما المثال الثاني فهو ما ذكره بعض المؤرخين حول عالم من علماء الأندلس الذي أوصى المسلمين "بالحفاظ على تراثهم وعدم السماح للمسيحيين بالاستحواذ عليه وترجمته لأنهم سيستعملونه ضد المسلمين".

وكيف "استحوذ" (أو "نقل") الغرب على العلوم العربية؟ لقد تم ذلك بمجيء مجموعة من العلماء الأوروبيين من مختلف المناطق الأوروبية إلى طليطلة ومكثوا فيها وتعلم بعضهم اللغة العربية ثم انطلقوا في الترجمة إلى اللاتينية والعبرية، سواء كانت المؤلفات يونانية الأصل أو عربية كتبت في المشرق والمغرب والأندلس. ومضى المؤلف في الحديث عن الترجمة التي قام بها العرب فلاحظ أن بعض المؤلفات ترجمت عدة مرات وأحيانا من قبل نفس المترجم. والغرض من ذلك ليس الاستفادة من الثراء الذي عرفته اللغة العربية في مجال المصطلح والتعبير العلمي فحسب بل أيضا لانشغال المترجمين بتقديم نص مترجم وفيّ للنص الأصلي.

وأكد الأستاذ جبار أنه يخطئ من يتصور بأن الترجمة في بلاد الإسلام قد تمت بأمر من خليفة أو أمير بجمع كافة النصوص العلمية وغيرها ثم تعيين مترجمين ألزموا بنقل تلك المخطوطات إلى العربية خلال مدة معينة. لقد كانت ظاهرة الترجمة في بلاد الإسلام أكثر تعقيدا، ونحن نجهل لحد الآن حتى تاريخ ميلادها رغم أننا نعلم بأن الترجمة إلى العربية بدأت قبل القرن الثامن الميلادي وأنها لم تتوقف إلا في منتصف القرن العاشر.

واستعرض المؤلف في الفصل الثالث مراكز الإشعاع في مجال الترجمة وذكر بعض رجالاتها وكذا عناوين كتب حظيت بالترجمة على الرغم من أن المؤلف يؤكد بأن العرب لم يكونوا يقومون بعملية فرز للمؤلفات التي تصلهم للقيام بترجمتها، بل كانوا يترجمون تقريبا كل ما يصلهم في مجال العلوم والفلسفة. ومتى ظهرت الكتب العلمية المؤلفة مباشرة باللغة العربية؟ يرى المؤلف بأنها ظهرت بالموازاة مع مسيرة ظاهرة الترجمة. ويمكن القول إنها بدأت في الظهور خلال النصف الثاني من القرن الثامن في الكيمياء وعلم الفلك.

5. المستشفيات

وعندما تحدث المؤلف عن المستشفيات أكد على الدور البارز الذي أدته الحضارة الفارسية في هذا المجال قبل الإسلام. ولا شك أن هذا هو السبب الذي جعل بعض المصالح الاستشفائية تحافظ على تسمياتها الفارسية

خلال عدة قرون في بلاد الإسلام مثل "البيمارستان" (المستشفى) فكان يسمى أهم مستشفى في بغداد البيمارستان العضدي. وكانت المستشفيات آنذاك مقسمة إلى أقسام تشبه كثيرا ما نراه الآن في مستشفياتنا. ويشير المؤلف إلى أن التعاليم القرآنية قد أثرت بشكل كبير في انتشار شبكة صحية عمومية عبر بلاد الإسلام.

وفي القرن العاشر أمر أحد وزراء الخليفة المقتدر بإنشاء مستشفيات متنقلة وقاعات علاج داخل السجون. ويبدو أن هارون الرشيد كان أول خليفة بادر إلى بناء مستشفى ببغداد، وكان من أطبائه الطبيب الشهير أبوبكر الرازي (250هـ/864م-311هـ/923م). وهناك من ذكر أن أربعة وثلاثين مستشفى قد أنشئت في بلاد الإسلام بعد القرن التاسع، منها خمسة في بغداد. وفي دمشق كانت أيضا مستشفيات، منها ذلك الذي أمر ببنائه نور الدين الزنكي عام 549هـ/1154م والذي ظل يشتغل حتى نهاية القرن التاسع عشر. كما عرفت القاهرة المستشفيات منذ القرن التاسع، وكذلك الأمر بالنسبة للقيروان ومراكش وغرناطة ومكة والمدينة وحلب والقدس وغزة والموصل والإسكندرية وفاس وتونس واسطنبول واسفهان وتبريز وخوارزم. ثم كثرت المستشفيات التي يعمل فيها الأطباء والصيادلة المحاذية في أغلب الأحيان للمساجد. وأنشئت أيضا المستشفيات العسكرية ومستشفيات الأمراض العقلية.

وقد أنهى المؤلف ومحاوره الكتاب بخاتمة مشتركة أكدا فيها أن هذا العمل يهدف إلى الإسهام في إعادة الأمور إلى نصابها في تاريخ العلوم وتثمين مساهمة علماء بلاد الإسلام وإنصاف حقبة تطور من عمر البشرية مال الاستعمار إلى تجاهلها أو الاستنقاص من قيمتها. وهذا الحديث لا يصدق على فرنسا وحدها بل يصدق على أوروبا بصفة عامة وعلى أسبانيا بصفة خاصة. ويعلن الأستاذ جبار أن أحدث الأبحاث أثبتت بأن العهد الإسلامي في أسبانيا ظل إلى اليوم "أنصع مرحلة في التاريخ العلمي" لهذا البلد. وأشارت الخاتمة إلى أن الكتاب يهدف أيضا إلى إفادة الجالية ذات الأصل العربي الإسلامي القاطنة بأوروبا لتتعرف على أعمال الأجداد حتى تستمد منها اعتزازا مستحقا بحضارة دامت ثمانية قرون.

ذلك هو قليل من كثير مما احتواه كتاب الأستاذ أحمد جبار، الذي يبحث في تاريخ العلوم العربية منذ زهاء نصف قرن. لقد نال هذا الكتاب رواجا واسعا منذ صدوره في أوروبا حيث استضافت عدة محطات تلفزيونية وإذاعية ووسائل إعلامية مكتوبة مؤلف هذا الكتاب. نتمنى بدورنا أن يلقى الكتاب المزيد من النجاح وأن ينقل إلى لغات كثيرة لينفض الغبار عن تراثنا العلمي التليد.