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 5 : جانفي 2023

فهرس العدد 5	
تاريخ وتراث	
مسألة تصنيف العلوم عند المسلمين وغيرهم (1)	عبد الله لعربيبي
الرياضياتي ابن حمـزة الجزائري (القرن 16م)	مقتدر زروقي
التراث العربي الإسلامي، قراءات ومستقبل محمد عابد الجابري وطه عبد الرحمٰن أنموذجان	رؤوف مخلوفي
منهجية	
الشكل العام لكتابة ونشر مقال علمي	علاء الدين قوقة
الابستمولوجيا وتعليم العلوم	مارتن ريوبيل، ترجمة محمد الطيب سعداني
معلوماتية	
المعالجة الآلية للغة	رضا زبدي
البرنامج المعلوماتي "ستاتا" Stata	كوثر سعد الله وآخرون
كيمياء وفيزياء	
إسهامات في تطور التصنيف الدوري للعناصر الكيميائية	سيد علي ريان
من مبرهنة الاستحالة لفان نيومان إلى التشابك الكمومي (3 :متباينة بيل والتشابك الكمومي	جمال ضو
رياضيات	
حينما تتحوّل الرياضيات إلى متـعة	صادق بوروبي
النسبة الذهبية (1 :محطات تاريخية	زهية مصطفاوي وآخرون
علوم طبيعية	
النحلة الصحراوية: مورد بيولوجي يستوجب حمايته وتثمينه	مريم شلالي و نوال شرارد و أرزقي محمدي
أفاق تطبيق الميتورولوجيا القانونية في الصناعات الغذائية	فتيحة حميتري قرفي وسمير حجال
شخصية العدد	
المرحوم يوسف عتيق	تقديم : لفيف من الأساتذة
عرض كتاب	
الميكروبات المفقودة: كيف أن الإفراط في استخدام المضادات الحيوية يغذي أوبئتنا الحديثة	تأليف :مارتن بليزر، عرض :خولة بوزنادة

كلمة العدد

ها نحن نستقبل السنة 2023 بالعدد الخامس من بشائر العلوم وكلنا أمل في تقديم المزيد لقرائنا الكرام في مجال الثقافة العلمية. وما يحفّزنا أكثر في المدة الأخيرة أن عَدّاد موقع المجلة يشير منذ الثامن أكتوبر 2022 إلى أن عدد تحميل المقالات الصادرة في المجلة بلغ معدل 55 تنزيلا يوميًا، وهو ما لم يكن يتوقّعه البعض قبل صدور العدد الرابع.

نفتتح هذا العدد بالتعرّف على جوانب تاريخية وتراثية، مبتدئين بتصنيف العلوم عند المسلمين وغيرهم. والحديث في هذا الموضوع يتجاوز حجم ما تسمح به المجلة، ولذا اكتفينا هنا بنشر جزئه الأول على أن يُنشر الجزء الآخر لاحقا. ذلك أن مسألة تصنيف العلوم من المسائل القديمة المتجددة، فهي قديمة بقدم العلوم والمعارف، ومتجددة بما جدّ من معارف في عصر الرقمنة. وفي مجال التاريخ، وبصفتنا جزائريين من حقنا أن نفاخر بالرياضياتي ابن حمـزة الجزائري (القرن 16م) الذي كان يدرّس الرياضيات في الحرم المكي قبل أربعة قرون. ونختم الحديث عن تراثنا المجيد بتقديم قراءات في هذا التراث معتمدين على ما تفضّل به المفكران محمد عابد الجابري وطه عبد الرحمٰن.

وفي باب المنهجية في الكتابة العلمية، نقدم مقالا يوضح كيفية صياغة مقال علمي قبل توجيهه للنشر في مجلة أكاديمية. ونواصل بترجمة مقال قيّم لأحد التربويين الكنديين حول الابستمولوجيا وتعليم العلوم. وفي ركن المعلوماتية، نوضح كيف تتمّ المعالجة الآلية للغة. فما كنا نشاهده في أفلام الخيال خلال العقود الماضية بدأ يظهر في الواقع: روبوتات

تحاور البشر، ترجمة فورية، بحث عن المعلومات بواسطة الصوت والصورة، التعرف على الحروف والكلام. تمثل كل تلك الانجازات ثمرة أبحاث دامت سنوات، ومرّت بمراحل من البحث والتطوير المعلوماتي، ذلك ما يطلق عليه "المعالجة الآلية للغة". وفي مقال آخر، نتعرف على البرنامج المعلوماتي الاحصائي "ستاتا"، وهو برنامج متكامل يُستعمل بوجه خاص في الاقتصاد القياسي وعلم الأوبئة والطب والبيولوجيا.

ونتطرق في مجال الكيمياء لبعض الإسهامات في تطوير التصنيف الدوري للعناصر الكيميائية. فالخبراء يعلمون أن لجدول التصنيف الدوري مكانة جوهرية إذ إنه يكشف للكيميائيين الأسس المنظِمة لعلم الكيمياء. وفي حقل الفيزياء النظرية ننهي الحلقة الثالثة من سلسلة المقالات حول إحدى المتباينات الشهيرة وما يُعْرف بالتشابك الكمومي.

ثم نتساءل: ماذا يحدث حين تتحوّل الرياضيات إلى متعة؟ ويجيبنا الكاتب عن هذا السؤال! وبعد ذلك نتناول محطة تاريخية من موضوع النسبة الذهبية تاركين محطات أخرى للعدد السادس. وفي باب العلوم الطبيعية نلاحظ أن النحلة الصحراوية تُعدّ موردا بيولوجيا يستوجب حمايته وتثمينه في بلادنا. ذلك أن ثمّة في بلادنا سلالتين من النحل: النحلة التلّية التي تستوطن غالبية المناحل الجزائرية، والنحلة الصحراوية التي لا يعرفها النحالون كثيرًا، وهي مهددة عندنا بالانقراض. وفي موضوع آخر تناولنا آفاق تطبيق المترولوجيا القانونية في الصناعات الغذائية بالجزائر مبرزين أهميتها.

وفي ركن "شخصية العدد" سيتعرّف القارئ على تفاصيل حياة وأعمال فقيد المدرسة العليا للأساتذة-القبة، أستاذ الرياضيات المرحوم يوسف عتيق، الذي غادرنا يوم 4 سبتمبر 2022. كما تم في ركن "عرض كتاب" تقديم كتاب ثري بالمعلومات حول الميكروبات جاء بعنوان "الميكروبات المفقودة: كيف أن الإفراط في استخدام المضادات الحيوية يغذي أوبئتنا الحديثة".

أخيرا، لا يسع طاقم مجلّة بشائر العلوم إلا أن يترحّم على روح مديرة المدرسة الأستاذة رزيقة مهداوي التي وافتها المنيّة فجأة يوم الأربعاء 14 ديسمبر 2022 بمكتبها. وقد كانت تشجعنا دائما وتعدنا بالعمل على ترقية المجلة لتكون أول مجلة جزائرية في نشر الثقافة العلمية. تغمدها الله برحمته الواسعة. ونتمنى أن نحقق هذا الهدف النبيل. وبالله التوفيق.

هيئة التحرير

طاقم المجلة

- **المشرف العام**

مديرة المدرسة : آيت محيوت لطيفة

- **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

تاريخ وتراث

مسألة تصنيف العلوم عند المسلمين وغيرهم (1)

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

مقدمة

تناولنا في العدد الرابع، من مجلة بشائر العلوم، مفهوم العلم في الفكرين الإسلامي والغربي، وقمنا بضبط مفهومه في الفكرين المذكورين، وبيان أوجه الاتفاق والتباين بينهما، وشرحنا أسباب ذلك .ونحاول في هذا العدد التطرق لمسألة تصنيف العلوم عند المسلمين وغيرهم تكملةً وامتدادًا للموضوع السابق لما لهما من ارتباط وثيق واتصال لصيق.

إن مسألة تصنيف العلوم من المسائل القديمة المتجددة، فهي قديمة بقدم العلوم والمعارف، ومتجددة بما جدّ من علوم ومعارف في عصر الرقمنة وطوفان المعرفة الذي نحياه. وتصنيف العلوم حاجة معرفية مُلحة، وضرورة تعليمية بيداغوجية أكيدة. فبالتصنيف تتمايز العلوم عن بعضها وتُدرك الفروق بينها، ويسهل فهمها والاستفادة منها والبناء عليها.

في هذا الجزء الأول من مسألة تصنيف العلوم عند المسلمين وغيرهم، نسعى إلى الإجابة عن التساؤلات التالية: ما المقصود بالتصنيف عامة، وتصنيف العلوم خاصة؟ وهل يُعدّ تصنيف العلوم عِلمًا؟ وما هي خصائصه؟ وما موقعه من الخريطة المعرفية؟ ثم ما هي المعايير المعتمَدة في تصنيف العلوم؟ وهل لتصنيف العلوم فوائد؟ وهل عرفت الحضارات القديمة فكرة تصنيف العلوم قبل فلاسفة اليونان؟ وما هو تصنيف العلوم عند اليونان والرومان؟

وفي الجزء الثاني سنحاول الإجابة عن الأسئلة الخاصة بمسألة تصنيف العلوم عند المسلمين والأوروبيين والأمريكيين.

1. تصنيف العلوم

1.1 التصنيف

التصنيف لغةً، كما جاء في لسان العرب، هو "تمييز الأشياء بعضها من بعض، وصَنف الشيء: ميّز بعضه من بعض، وتصنيف الشيء جعله أصنافا" [2].

واصطلاحا "هو تقسيم الأشياء أو المعاني وترتيبها في نظام خاص وعلى أساس معين بحيث تبدو صلة بعضها ببعض، ومنه تصنيف الكائنات والعلوم" [14].

وتجدر الإشارة إلى أن كلمة "تصنيف" كانت تُستعمل "في القديم على أغلفة بعض الكتب في مقابل معنى التأليف الآن. فمن يؤلف كتابا يُعدّ مصنِفًا لأنه جمع علومه ومعارفه ورتّبها وبوّبها على نحو منظم ينتقل فيه من الفكر العام (أو المعلوم) إلى الخاص (أو المجهول) وصولا به إلى غاية معينة هي نتيجة البحث وهدفه، ولا شك أن ذلك الطريق المنهجي والتصنيفي يختلف من مصنف إلى آخر" [13].

والتصنيف الذي نقصده، في هذا المقال، هو المعنى الوارد في التعريف الاصطلاحي السالف الذكر، وليس المعنى المرادف للتأليف.

2.1. علم تصنيف العلوم

حسب طاش كبري زاده (ت. 968 ه)، "هو علم باحث عن التدرج من أعمّ الموضوعات إلى أخصها ليحصل بذلك موضوع العلوم المتدرجة تحت ذلك الأعمّ" [12].

ولهذا العِلم تسميات متعددة، فهناك من سماه مفاتيح العلوم، مثل الخوارزمي (ت. 387ه)، وبعضهم سماه فاتحة العلوم، مثل أبو حامد الغزالي (ت. 505ه)، ومنهم من سماه أبجد العلوم، مثل صديق خان القنوجي (ت. 1307ه)، والبعض الآخر سمّاه ترتيب العلوم، مثل الساجلقي زاده (ت. 1145ه)، وغيرها من المسميات الكثيرة التي تشير إلى تجذّر هذا العلم في التراث العربي الإسلامي [15].

إن مساهمات المسلمين في هذا العلم تعكس جوانب مشرقة من إبداعاتهم العلمية، مما دفع بالمستشرق فرانز روزنتال Franz Rosenthal (1914-2003) إلى التنويه بالمجهودات العربية في مجال تصنيف العلوم وعرضها بطرق منظمة إذ جعل مؤلفاتهم ورسائلهم تمثل مشروعا علميا بارزا ومتميزا عن التصنيفات الإغريقية السابقة [10].

ويُحسب للمسلمين أنهم أول من وضع مصنفات مستقلة في علم التصنيف، بل يرجع الفضل إليهم أنهم أول من تفطن إلى أن موضوع التصنيف علمٌ، ووضعوا له تعريفاً، وحددوا مكانه ضمن خريطة المعرفة الإنسانية. وقد سبقوا في ذلك الغرب الذي تنبّه لعلم التصنيف في القرن التاسع عشر مع ظهور أول نظام تصنيفٍ مكتبيٍ على يد ميلفيل ديوي Melvil Dewey (1851-1931) [11].

3.1. خصائص علم تصنيف العلوم

إن علم تصنيف العلوم ليس عِلماً وصفياً بحتا، بل هو علم معياري. يقول عبد المجيد النجار: "إن هذا العلم يحمل في ظاهره الوصفي التقريري غاية معيارية، تتمثل في اتخاذه من وصف ما كان في واقع العلوم بناءً لما ينبغي أن يكون في توجهات العقل إلى مواضع المعرفة سواء على مستوى تربوي بالإرشاد إلى كيفية استيعاب العلوم وتمثله، أو على مستوى إبداعي بالتوجيه على المستجد من مناطات الاستكشاف العقلي" [6].

كما أنه عِلمٌ على علاقة بالتاريخ، وهذا ما يُفهَم من كلام ابن النديم في تصنيفه، إذ اعتبره تتبعًا تاريخيًا للعلوم عند المسلمين حيث يقول: "هذا فهرست كُتب جميع الأمم، من العرب والعجم، الموجود منها بلغة العرب وقلمها، في أصناف العلوم وأخبار مصنفيها، وطبقات مؤلفيها وأنبائهم، وتاريخ مواليدهم ومبلغ أعمارهم وأوقات وفاتهم، وأماكن بلدانهم ومناقبهم، منذ ابتداء كل عِلمٍ اخترع إلى عصرنا هذا، وهو سنة سبع وسبعين وثلاثمائة للهجرة" [1]. فهو إذًا عِلمٌ "على علاقة بالتاريخ من هذه الجهة، وبالمنطق من جهة أخرى حتى سُمي بمنطق العلوم" [4].

4.1. معايير تصنيف العلوم

إن تصنيف العلوم هو "محاولة إيجاد قواسم مشتركة بين مختلف العلوم من أجل التمييز بينها في مجموعات محددة، وذلك من خلال اعتبار معيارٍ أو معايير محددة كآلية للتمييز. وقد تباينت المواقف في تحديد هذه الآليات، فمِنَ المُصنِفين من اعتمد على النظر في الغاية من العلم، ومنهم من اعتمد على النظر إلى مصدر العلوم، وهناك من ركز على المقابلة بين طبيعة العلوم من حيث كونها نظرية أو عملية. وبسبب هذا التباين في تحديد المعايير جاء الخلاف في تصنيف العلوم، واتجهت أغلب الآراء نحو التصنيف الثنائي التقابلي، مثل علوم عقلية مقابل علوم نقلية، وعلوم وسائل مقابل علوم مقاصد، وعلوم نظرية مقابل علوم عملية، وعلوم شرعية مقابل علوم الأوائل [أي العلوم العقلية]" [8].

5.1. فوائد تصنيف العلوم

لتصنيف العلوم فوائد جمة لا تُنكر، بالنظر لغايته التعليمية. يقول الفارابي، في كتابه "إحصاء العلوم": "ويَنتفع بما في هذا الكتاب الإنسانُ إذا أراد أن يتعلم عِلمًا من هذه العلوم وينظر فيه، عَلِم على ماذا يقدم، وفي ماذا ينظر، وأي شيء سيفيد نظره، وما غناء ذلك، وأي فضيلة تُنال به، ليكون إقدامه على ما يقدم عليه من العلوم على معرفة وبصيرة، لا على عمى وغرر" [5].

وأشار الخوارزمي في مقدمة كتابه "مفاتيح العلوم" إلى الغاية من تصنيف العلوم وفوائده، قائلا: "دعتني نفسي إلى تصنيف كتاب ... يكون جامعًا لمفاتيح العلوم وأوائل الصناعات، متضمنا ما بين كل طبقة من العلماء من المواضَعات والاصطلاحات، التي خلت منها، أو من جلها، الكتب الحاضرة لعلم اللغة حتى أن اللغوي المبَرَز في الأدب، إذا تأمل كتابا من الكتب التي صُنفت في أبواب العلوم والحكمة، ولم يكن شَد صدرًا من تلك الصناعة، لم يفهم شيئا منه، وكان كالأمي الأغتَم عند نظره فيه" [3].

6.1. موجز تاريخ تصنيف العلوم قبل اليونان

"يذهب أغلب من كتبوا في تاريخ المعرفة العلمية، أن المعارف والعلوم بدأت في بلاد الإغريق، وأن الحضارة اليونانية هي أصل الحضارات، وهي مقولة مشوبة بالمغالطات والتحيز إلى العلم الغربي ممثلا في العلم اليوناني، وتتجاهل الحضارات السابقة مثل الحضارات الشرقية مُمثلة في مصر وبلاد ما بين النهرين وفارس والهند والصين. فالعِلم اليوناني كان إحياءً لعلوم من سبقوهم، ولم يكن متأصلا بذاته، يشير إلى ذلك مؤرخ العلوم جورج سارتون George Sarton (1884-1956) الذي قال إن هنالك ظاهرتين أفسدتا فهم العلم القديم، الأولى ظاهرة إهمال العلم الشرقي، والثانية إهمال الإطار الخرافي الذي نشأ فيه العلم اليوناني" [7].

وتجدر الإشارة إلى أن من أهم مظاهر الحضارة الآشورية، في بلاد ما بين النهرين، هي المكتبات، ومن أهمها مكتبة آشور بانيبال، التي تعود للقرن السابع قبل الميلاد، وكانت تحوي حوالي ثلاثين ألف لوح مفهرسة بطريقة متقدمة بحيث تندرج تحت رؤوس موضوعات مثل الأدب، والشعر، والفنون، والسحر، واللغة، والطب وغيرها.

وعرف المصريون القدماء علومًا شتى، كالفلك والحساب والهندسة، كما يشهد على ذلك ما بنوه من أهرامات. وبرعوا في الطب، والذي كان مصنَفًا إلى موضوعات: منها الأدعية التي تُقرأ قبل العلاج، والأمراض الباطنية، وأمراض العين، والأمراض الجلدية وأنواعها، وأمراض الأطراف، وأمراض النساء، وموضوعات أخرى.

واشتهر أهل فارس قديمًا بالعمارة والفنون بشكل خاص، ولم ينشغلوا بالآداب والعلوم أكثر من انشغالهم بالحروب والمعارك، والأثر الباقي من الفكر الفارسي هو كتاب "الأبِسْتاق" الذي يمثل شريعة زرادشت) قبل القرن الخامس قبل الميلاد) وهو أصل أفكارهم وفلسفتهم. وبُني الفكر الفارسي على أساس الثنائيات: فالموجودات طاهرة وشريرة، والصراع قائم بين الشر والخير، والجنة والجحيم، والألوهية والإنسان، وهكذا دواليك.

وفي القرن الخامس قبل الميلاد ظهر مُعلم الصين وحكيمها كونفوشيوس، الذي ترك وراءه خمس مؤلفات تُعرف باسم " الكلاسيكيات الخمسة "، وكانت العلوم تُصنف في زمنه إلى ثلاثة أقسام رئيسة [7]:

- التاريخ؛
- الشعر؛
- آداب اللياقة: وتشمل القانون والحكومة.

2. تصنيف العلوم عند اليونان

تميزت الحضارة اليونانية عن غيرها من الحضارات القديمة، لكونها استطاعت أن تنقل البشرية من التفكير الأسطوري الخرافي إلى التفكير الفلسفي التأملي، وهي نقلة نوعية عظيمة، مكنت الفلاسفة من محاولة تفسير الظواهر الطبيعية بقوانين الطبيعة ذاتها، وليس بعزوها إلى الآلهة كما كان الحال في السابق.

وفي الحضارة اليونانية، ظهرت الفلسفة، وازدهرت العلوم والمعارف كالطب والفلك الحساب والهندسة وغيرها، مما كان معروفا في الحضارات القديمة (بلاد الرافدين، مصر، فارس، الهند). ومع تنوع العلوم والمعارف وتعددها ظهرت الحاجة إلى تصنيفها.

1.2. تصنيف العلوم عند أفلاطون

أسس أفلاطون (427–347 ق.م) Plato في أثينا "الأكاديمية " ليتلقى فيها الطلاب الدروس، واستمرت بعده إلى أن أُغلقت في القرن السادس الميلادي. ترك أفلاطون عددا كبيرا من الكتب صاغ أغلبها في صيغة محاورات، حيث يرى أن الحوار هو الطريقة المثلى لاكتشاف الحقيقة التي تكون مكنونة في النفس كالنار في الحجر.

تحوي المحاورات الأفلاطونية التي تمس تصنيف المعرفة الموضوعات التالية:

الحق والباطل؛ العفة والشجاعة؛ السياسة والفلسفة والأخلاق؛ العلم والقانون؛ النفس والحب؛ نظرية المعرفة؛ أصل العالم؛ المنطق؛ تنظيم المدينة [7].

وقَسم أفلاطون، في كتابه السادس عن الجمهورية، المعرفة إلى قسمين كبيرين [15]:

- علوم المحسوسات؛
- علوم المعقولات.

2.2 تصنيف العلوم عند أرسطو

ثم جاء تلميذه أرسطو (384–322 ق.م) Aristotle وعرض تصنيفاً آخر للعلوم، في ثلاثة مؤلفات من مؤلفاته، وهي: كتاب ما بعد الطبيعة، وكتاب الأخلاق، وكتاب الخطابة [16].

وقسم العلوم وفق المعيار الغائي إلى [8]:

- علوم نظرية: وهي العلوم التي يرى أن غايتها الاطلاع، وقد أدرج تحتها العلم الرياضي والطبيعي والإلهي.
- علوم شعرية: وهي العلوم التي يرى أن غايتها الإبداع، وقد أدرج تحتها: البلاغة والشعر والجدل.
- علوم عملية: وهي العلوم التي يرى أن غايتها الانتفاع، وقد أدرج تحتها: الأخلاق والاقتصاد والسياسة.

ويتضح من هذا التصنيف أن أرسطو أعلى من قيمة العلوم النظرية على غيرها من العلوم، ومردّ ذلك إلى طبيعة الثقافة اليونانية التي كانت تسمو بما هو نظري على غيره. وقد استمر هذا التصنيف الأرسطي لعدة قرون، وتأثر به علماء الحضارة العربية الإسلامية في بدايتها.

3. تصنيف العلوم عند الرومان

لم يكن للرومان دور كبير في مجال العلم وتقدمه حتى القرن الثاني قبل الميلاد، لكن القرون الخمسة الأولى للميلاد شهدت تفاوتا ما بين ازدهار للآداب والعلوم وتدهور لها، أما الفلسفة فقد سيطرت عليها الأفكار الدينية وسُخّرت لخدمة أغراضها. ودُونت في هذا العصر بعض المعارف الجديدة، مثل التاريخ والجغرافيا والقانون والتراجم والنقد الأدبي والرحلات والوصف [7].

وفيما يلي نعرض تصنيفين للعلوم لدى الرومان، أحدهما لماركوس فارو Marcus Varro (116-27 ق.م) والآخر للقديس أوغسطين Saint Augustine (354-430 م):

1.3. تصنيف العلوم عند ماركوس فارو

ولد ماركوس فارو في مدينة ريتي Rieti الإيطالية وهو كاتب غزير الإنتاج، ويُعتبر أكبر عالم موسوعي روماني. صنف أول موسوعة نسقية تشمل كل فروع المعرفة في عصره. بلغت مؤلفاته 74 كتابا [7] و[18].

قَسم ماركوس فارو العلوم في دائرة معارفه إلى الآتي:

- القواعد والنحو: وتشمل اللغة والأدب؛
- الديالكتيك (الجدل): وتشمل المنطق والفلسفة وفروعهما؛
- الهندسة؛
- الحساب؛
- علم الفلك والكون والعالم؛
- الموسيقى؛
- الطب؛
- العمارة.

2.3. تصنيف العلوم عند القديس أوغسطين

وُلد القديس والفيلسوف أوغسطين بمدينة تاغست النوميدية (سوق أهراس حاليا، بالجزائر). درس الفلسفة اليونانية واللاهوت والخطابة والآداب [17].

أما تصنيفه للعلوم فهو عبارة عن جمع لتقسيمات أفلاطون وأرسطو، وهي [7]:

- الفلسفة الطبيعية: الفيزياء؛
- الفلسفة العقلية: المنطق، والميتافيزيقا، واللاهوت؛
- العلوم النظرية: الموسيقى، والفلك، والحساب، والهندسة؛
- العلوم العملية: الأخلاق، والاقتصاد، والسياسة.

مراجع

[1] ابن النديم: الفهرست، ضبط وشرح وتعليق وتقديم الدكتور يوسف علي الطويل، دار الكتب العلمية، بيروت، 1996.

[2] ابن منظور: لسان العرب، دار المعارف، القاهرة، 2008.

[3] الخوارزمي، محمد بن أحمد بن يوسف: مفاتيح العلوم، منشورات مكتبة الكليات الأزهرية، القاهرة، 1981.

[4] العمري، مرزوق: تصنيف العلوم عند المسلمين، مجلة الجامعة الأسمرية، 9 (16)، 2012.
http://dspace.asmarya.edu.ly

[5] الفارابي، أبو نصر: إحصاء العلوم، طبعة مركز الإنماء القومي، لبنان، 1991.

[6] النجار، عبد المجيد: مباحث في منهجية الفكر الإسلامي، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 1992.

[7] الهندي، أنس: ملخص تصنيف المعارف والعلوم) تلخيص لكتاب تصنيف المعارف والعلوم عبر العصور لفوزي خليل الخطيب)
www.academia.edu
[8] بوبيدي، حسين: تصنيف العلوم عند ابن حزم (محاضرات).
https://www.univ-constantine2.dz
[9] جلوب الفرحان، محمد: تصنيف العلوم ما بين اليونان والعرب، 2017
https://philospaper.wordpress.com
[10] روزنتال، فرانز: علم التاريخ عند المسلمين، ترجمة صالح أحمد العلي، مكتبة المثنى، بغداد، 1963.
[11] سالم، ناهد محمد بسيوني: منطق تصنيف العلوم في نظم التصنيف العربية الإسلامية: قراءة تحليلية مقارنة بنظم التصنيف الغربية الحديثة، مجلة كلية الآداب والعلوم الاجتماعية، جامعة السلطان قابوس، 7 (3)، 2016.
[12] طاش كبري زاده: مفتاح السعادة ومصباح السيادة، دار الكتب العلمية، بيروت، 1985.
[13] عطية، محمود سعيد حميدة: معايير تصنيف العلوم وإمكانية الاستفادة منها في حل مشكلات البرامج الأكاديمية، الدراسات الإسلامية، 52 (3)، 2017.
https://mirror.academia-arabia.com
[14] مجمع اللغة العربية، المعجم الفلسفي، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، القاهرة، 1983.
[15] مكروز، محمد: علم تصنيف العلوم وتجسيد فلسفة التكامل المعرفي، مجلة قضايا معرفية، 1 (7)، 2021.
[16] Aristote: Œuvres complètes, sous la direction de Pierre Pellegrin, Flammarion, Paris, 2014.
[17] Augustine of Hippo (Saint Augustine), https://en.wikipedia.org/wiki/Augustine_of_Hippo
[18] Marcus Terentius Varro: https://en.wikipedia.org/wiki/Marcus_Terentius_Varro
[19] Platon: Œuvres complètes, Traduction et notes de Léon Robin, Gallimard, Paris, 1950.

****

غلاف كتاب إحصاء العلوم للفارابي

الرياضياتي ابن حمزة الجزائري (القرن 16م)

مقتدر زروقي
أستاذ متقاعد، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
zerrouki.m@gmail.com

مدخل

كثير من الرياضياتيين الذين اشتغلوا بالتدريس والتأليف، نعرف أسماءهم وعناوين بعض كتبهم، ولا نعرف إلا النزر القليل عنهم وعن مؤلفاتهم، ومنهم ابن حمزة الجزائري (كان حيا سنة 999هـ/1590) الذي اشتغل بتدريس الرياضيات، وألف فيها. ومن حسن الحظ أن المؤرخ التركي حاجي خليفة عرّفنا بكتابه، وفيما بعد درس المهندس التركي صالح زكي بعض مضامين هذا الكتاب، وأفادنا المؤرخ الفلسطيني حافظ طوقان ببعض هذه المضامين. وأخيرا زاد الحديث عنه وعن أعماله الأستاذ خالد سعد الله، كما تناوله الباحث الفرنسي بيير أجيرون Pierre Ageron في مقالتين مشككا في أسبقيته إلى فكرة اللوغاريتم.

ومن المسائل التي عُرف بها ابن حمزة المسائل الثلاث التالية:

- المسألة السبتية التي تناولها شيخ الإسلام ابن غازي المكناسي، واستعمل الترميز الرياضي في حلها، بل تعتبر في تاريخ الرياضيات أولَ مسألة رياضية حُلَّت حلا كاملا بالترميز الرياضي الخالص؛
- المسألة التجارية التي وقعت في قصبة الجزائر، والتي أسماها ابن حمزة بالمسألة الجزائرية؛
- المسألة المسماة بالمسألة المكية، وهي التي حيرّت الفرضيين والحاسبين الهنود.

نستعرض في هذه المقالة بإيجاز المسألة الأخيرة. وقد نتبعها بمقالة ثانية تستعرض بقية أعماله. نلاحظ أن بعض الكتاب النشطين علميا اعتقدوا أن المسألة الجزائرية هي نفسها المسألة المكية، وهذا خلاف للحقيقة.

1. لمحة تاريخية عنه

هو عليّ بن وليّ، يعرف بابن حمزة المغربي، ولد بمدينة الجزائر من أب جزائري وأم تركية. بدأ تعليمه الأولي في العربية والقرآن والحساب عن شيوخ الجزائر العاصمة، فظهر نبوغه العلمي. ولما بلغ العشرين من عمره أرسله أبواه إلى أخواله بإسطنبول ليكمل تعليمه العالي هناك، فأتقن اللغة التركية وبرز في الرياضيات، ثم عاد إلى الجزائر إثر وفاة أبيه. وبعد ذلك سافر مع أمه إلى الحجاز لأداء فريضة الحجّ، واستقر به المقام في مكة المكرمة، وتفرغ لتعليم المسلمين الحساب من أجل حساب فرائضهم وتركاتهم وما يلزمهم من الحساب في تعاملاتهم التجارية. وصارت له شهرةعند والي مكة.

أدّاه شغفه بالرياضيات وتحكمه في العربية إلى قراءة كتب الرياضياتيين العرب القدامى مثل كتب سنان بن الفتح (توفي 331هـ-942م)، وكتب ابن يونس الصدفي المصري (توفي 347هـ-958م)، وكتاب ابن بدر الأندلسي في الحساب والجبر، وكتاب "المعونة في الحساب الهوائي" لابن الهايم المقدسي المصري (توفي 815هـ-1412م)، وكتاب "بغية الطلاب لشيخ الإسلام" ابن غازي المكناسي (توفي 910هـ-1405م)، وكتاب "مفتاح الحساب" لغياث الدين الكاشي (توفي 839هـ-1436م)، وربما كُتب معاصره عبد الرحمن الأخضري البسكري(توفي 953هـ-1545م). فتضلع في الرياضيات وبرع فيها، وانشغل بتدريسها في مدينة اسطنبول، وطارت شهرته إلى الباب العالي، فدُعِيَ وكُلف بضبط المالية السلطانية مدة حوالي 15 سنة.

وفي عهد السلطان مراد خان (982هـ/1592م ـ 1003هـ/1602م) ابن السلطان سليم خان، ألف كتابه "تحفة الأعداد لذي الرشد والسداد". وكان أمينا في نقل الأفكار الرياضية ونسبتها إلى أصحابها حتى لقبّوه بالنسابة. ونشير إلى انشغاله بتعليم الحساب، وإلى اهتمامه بالمتتاليات الحسابية والهندسية الذي قد يكون خطوة أولى في طريق اكتشاف الأداة الرياضية التي تحوِّل الضرب إلى جمع والقسمة إلى طرح. وفي هذه السانحة يقول الأستاذ الباحث أبو بكر خالد سعد الله:

"وكان سنان بن الفتح قد فتح هذا الباب، قبل ابن حمزة، في كتاب حول 'الجمع والتفريق' حيث تناول موضوع الانتقال من الضرب والقسمة إلى الجمع والطرح. إن الخاصة الأساسية للوغاريتم تتمثل في كونه يحوّل عملية الضرب إلى عملية الجمع ويحول عملية القسمة إلى عملية الطرح. أين يكمن إسهام ابن حمزة؟ إنه يكمن في دراسة هذا التحويل. ويَنسب الغرب ومن حذا حذوهم ابتكارَ اللوغاريتمات إلى العالمين الإنكليزيين جون نابيير Napier (1550-1617م) وهنري بريكس Briggs (1561-1630م)، ويضيف بعضهم السويسري جوست بورجي Bürgi (1552-1632م). فالأول عمل في المتواليات الهندسية والحسابية وأتى بلفظ "لوغاريتم" عندما واجه مسائل حسابية معقدة مرتبطة بالتجارة وعلم الفلك، واقتنع أنه من الأفضل إيجاد سبيل يسمح بتحويل عملية ضرب الأعداد إلى جمعها. وكان نابيير يرى اللوغاريتم على أنه يسمح بإنشاء جداول يكون في أحد أعمدتها جداءات يقابلها عمود يحمل مجاميع. أما بريكس فقام بعملية اختصار، حيث رأى من الأفضل استخدام النظام العشري في بعض الحسابات. ثم أتى بورجي فطوّر جداول نابيير".

2. لمحة عن مضمون كتابه تحفة الأعداد لذوي الرشد والسداد

بوّب ابن حمزة كتابه كما يلي: مقدمة، وأربع مقالات، وخاتمة.

- **المقدمة**: في تعريف الحساب وأصول الترقيم، ونظام العدّ. وقد استعمل الأرقام الغبارية.
- **المقالة الأولى**: في أعمال (العمليات على) الأعداد الصحيحة الأربعة:

الجمع، والطرح، والضرب، والقسمة.

- **المقالة الثانية**: في الكسور والعمليات عليها، وفي التجذير:

الجذر التربيعي لعدد صحيح؛ العمليات الأربعة على الجذور؛ الجذر التكعيبي؛ والجذر من المرتبة الرابعة لعدد صحيح.

- **المقالة الثالثة**: في استخراج المجهولات:

باستعمال التناسب؛ بطريق الخطأين؛ بالجبر والمقابلة.

- **المقالة الرابعة**: في الهندسة:

الأشكال المستوية: الزوايا؛ المثلثات؛ الرباعيات، والمجسمات: الهرم؛ الموشور؛ الأسطوانة؛ الكرة.

- **الخاتمة**: أدرج فيها كثيرا من المسائل الغريبة الطريفة، ومنها المسألة التي أطلق عليها اسم المسألة المكية، وهي طريفة في ذاتها، وغريبة في حلّها.

3. ابن حمزة وفكرة تحويل الضرب إلى جمع

لقد مكّنه اشتغاله بالمتتاليات الهندسية والحسابية إلى الفكرة الرياضية التي تحوّل الضرب إلى جمع والقسمة إلى طرح، وهي فكرة اللوغاريتم. فلتكن المتتاليان العدديتان:

- الحسابي ... $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, \dots, n, \dots$: (U_n) التي حدها الأول 1؛
- والهندسية ... $1, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, \dots, 2^n, \dots$: (V_n) التي حدها الأول 1 أيضا.

لاحظ ابنُ حمزة الآتي:

- وجود تقابل بين حدود المتتالية الحسابية (U_n) التي تبدأ بـ 1، وبين أسس حدود المتتالية الهندسية (V_n) التي تبدأ بـ 1 أيضا:

U_n	1	2	3	4	5	6	...	n	...
V_n	1	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$	$2^4=16$	$2^5=32$	...	2^{n-1}	...

فكل حد من الأولى هو أس لحد من الثانية، ناقصا واحدا.

- أس كل حد من (V_n) هو من الشكل: $v_n = 2^{n-1}$. مثلا: $v_2 = 2^1$ و $v_4 = 2^3$ ، أي أن أس كل حدّ من الثانية هو رقمه ناقصا واحدا.
- وجداء أي حدين من المتتالية الهندسية (V_n)، يحوّل أسيهما إلى جمع، مثلا:

$v_2 \times v_4 = 2^1 \times 2^3 = 2^{1+3} = 2^4 = v_5$ ؛ وأن أس $v_5 = (1+3) = 4$

فجداء كل حدين من (V_n) هو حد منها، وأسّ الجداء يساوي مجموع أسّي ذينك الحدين. فإذا كان

$v_n = v_p \times v_q$ فإن أس $v_n = (p-1)+(q-1)$

فهذه هي الفكرة الرياضية التي تحول الضرب إلى جمع، والتي تطورت فيما بعد على يد كل من نابيير وبريكس، وسميت باللوغاريتم، حين بدأ نابيير المتتالية (U_n) بالعدد 0 بدل العدد 1، فتوافقت له أسس المتتالية الهندسية مع أرقام المتتالية الحسابية.

U_n	0	1	2	3	4	5	...	n	...
V_n	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	...	2^n	...

ومع الحذر العلمي اللازم، فإنني لا أدعي أن ابن حمزة أسبق من نابيير في اكتشاف فكرة اللوغاريتم، ولكن عمل ابن حمزة هو خطوة رياضية هامة في اتجاه اكتشاف أداة رياضية تحوّل الضرب إلى جمع. وأيضا، لا أدعي أن نابيير اطلع على ما كتب ابن حمزة وبنى عليه، رغم تعاصرهما. ومهما يكن من أمر فإنه يحق أن يشير السادة أساتذة الرياضيات إلى ابن حمزة كرياضياتي جزائري، وأنه خطا خطوة أولى في اكتشاف أداة تحول الضرب إلى جمع والقسمة إلى طرح.

4. المسألة المكية، وحل ابن حمزة لها

مسلم هندي توفي وله 9 أبناء، وترك 81 نخلة، تُنتج كل منها سنويا:

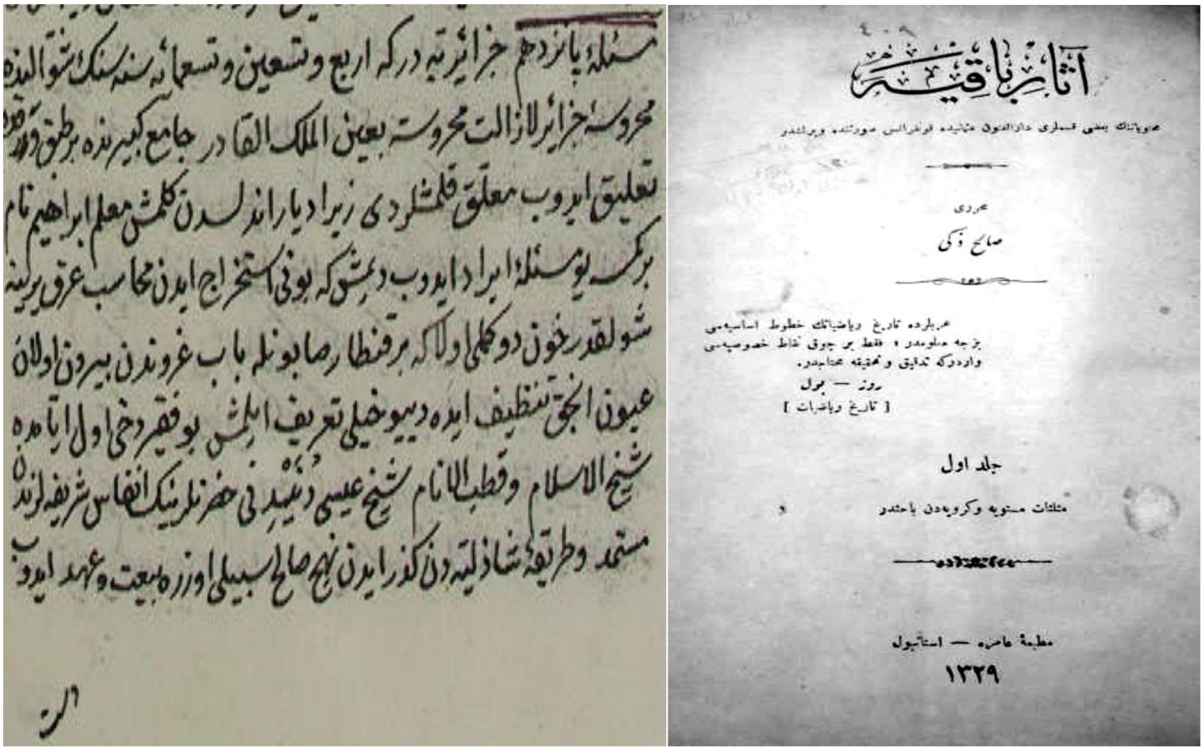
الأولى	الثانية	الثالثة	...	الحادية والثمانون
رطلا واحدا	رطلين	3 أرطال	...	81 رطلا

أراد هذا الرجل تقسيم نخلاته الـ 81 على أبنائه التسعة بالعدل، سواء من حيث عدد النخلات، أو من حيث كمية التمر الواجبة لكل واحد من أبنائه.

طُرِحت هذه المسألة على الفرضيين والحاسبين في الهند، فاحتاروا في حلها، ثم طرحت على ابن حمزة وهو في مكة المكرمة، فانبرى لحلها بالكيفية الغريبة الرائعة التالية:

جدول حل هذه المسألة

	آ	ب	ج	د	هـ	و	ز	ح	ط
س1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
س2	18	10	11	12	13	14	15	16	17
س3	26	27	19	20	21	22	23	24	25
س4	34	35	36	28	29	30	31	32	33
س5	42	43	44	45	37	38	39	40	41
س6	50	51	52	53	54	46	47	48	49
س7	58	59	60	61	62	63	55	56	57
س8	66	67	68	69	70	71	72	64	65
س9	74	75	76	77	78	79	80	81	73
المجموع	369	369	369	369	369	369	369	369	369



ومع إعجابنا بفكرة ابن حمزة وبمهارته الرياضية، وهو ابن بلدنا الجزائر، فإننا نعتب عليه، رحمه الله، تأليف كتابه باللغة العثمانية بدل اللغة العربية التي هي أقوم وأبقى وأجمع للمسلمين عربا وعجما، مع تضلعه فيها.

إنني اطلعت على كتابه، فقرأت عناوين فصوله كلها بالعربية الفصيحة، وأنه أورد آيات من القرآن الكريم، وبعض الأشعار بالعربية، لكن شروحه للمضامين الرياضية في كتابه أتت كلها باللغة التركية العثمانية التي لم يعد يعرفها إلا القليل من الأتراك أنفسهم، فضلا عن غيرهم. لكن كتابته بهذه اللغة تعطي فكرة للذين يكتبون بالفرنسية لأبناء المغرب العربي، أن مكتوباتهم سوف لا يقرؤها أحفادهم بعد الموت المحقق للغة الفرنسية.

مراجع

[1] بالطيب، عبد اللطيف: معجم الرياضيين العرب والمسلمين ، دار النعمان للطباعة والنشر ، الجزائر، 2013.

[2] حاجي خليفة: كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون، دار الفكر، بيروت، 2007.

[3] سعد الله، أبو بكر خالد: ابن حمزة الجزائري مدرس الرياضيات في مكة المكرمة (ق 10هـ/16م) ، مجلة الدارة، 03، 2010، 105-116.

[4] طوقان، قدري حافظ: تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، القاهرة ـ بيروت، 1963.

[5] Ageron, Pierre: Le problème des quatre-vingt un palmiers, Université de Caen, IREM de Basse-Normandie, 7, 2011, 20 - 23.

[6] Ageron, Pierre: Ibn Hamza a-t-il découvert les logarithmes?, Constitution et circulation du discours islamocentré sur l'histoire des mathématiques, IREM de Basse-Normandie & Université de Caen, 2011, 339 – 359.

****

Le problème des quatre-vingt un palmiers.

Pierre Ageron

Un père meurt en laissant quatre-vingt un palmiers à ses neuf fils. Le premier palmier produit une livre de dattes par an, le deuxième produit deux livres, et ainsi de suite jusqu'au quatre-vingt unième. Comment répartir les palmiers entre les héritiers de sorte que tous bénéficient du même nombre d'arbres et de la même récolte annuelle de dattes ?

Contrairement aux problèmes des dix-sept chameaux et des huit galettes, objets d'un précédent article (*le Miroir des maths, n°6*), celui des des quatre-vingt un palmiers semble à peu près inconnu en France, en tout cas invisible sur l'Internet. On le trouve en revanche sur de très nombreuses pages de l'Internet arabophone, notamment au sein de sites scolaires ou universitaires sur les mathématiques, et dans un contexte de glorification des succès scientifiques des Arabes dans les sciences. Bien qu'il se présente encore comme un problème de partage d'héritage, sa nature mathématique et son histoire diffèrent profondément de celles du problème des dix-sept chameaux. Voici le résultat de mes investigations historiques, qui m'ont cette fois conduit jusqu'à Istanbul !

Première remarque : le problème revient à construire un tableau à 9 lignes et 9 colonnes, où apparaissent tous les entiers de 1 à 81 et dont toutes les colonnes ont la même somme. Un tel tableau étant construit, il suffit en effet d'attribuer au i^e héritier les palmiers dont les productions de dattes annuelles apparaissent sur la i^e colonne. En particulier, tout carré magique d'ordre 9 répond à la question : dans un carré magique, les colonnes, mais aussi les lignes et les diagonales doivent, toutes, avoir la même somme. Si je parle ici de carrés magiques, c'est parce qu'ils sont l'objet d'une très ancienne tradition mathématique arabe. Ainsi, Abû l-Wafâ' al-Buzjânî (940-977) et Ibn al-Haytham (965-1039) donnent les carrés magiques d'ordre 9 suivants, construits l'un par une succession de carrés magiques concentriques autour du coefficient médian et l'autre par un placement diagonal un peu particulier des nombres consécutifs de 1 à 81 [1] :

$$\begin{pmatrix} 8 & 80 & 78 & 76 & 75 & 12 & 14 & 16 & 10 \\ 67 & 22 & 64 & 62 & 61 & 26 & 28 & 24 & 15 \\ 69 & 55 & 32 & 52 & 51 & 36 & 34 & 27 & 13 \\ 71 & 57 & 47 & 38 & 45 & 40 & 35 & 25 & 11 \\ 73 & 59 & 49 & 43 & \mathbf{41} & 39 & 33 & 23 & 9 \\ 5 & 19 & 29 & 42 & 37 & 44 & 53 & 63 & 77 \\ 3 & 17 & 48 & 30 & 31 & 46 & 50 & 65 & 79 \\ 1 & 58 & 18 & 20 & 21 & 56 & 54 & 60 & 81 \\ 72 & 2 & 4 & 6 & 7 & 70 & 68 & 66 & 74 \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} 37 & 78 & 29 & 70 & 21 & 62 & 13 & 54 & 5 \\ 6 & 38 & 79 & 30 & 71 & 22 & 63 & 14 & 46 \\ 47 & 7 & 39 & 80 & 31 & 72 & 23 & 55 & 15 \\ 16 & 48 & 8 & 40 & 81 & 32 & 64 & 24 & 56 \\ 57 & 17 & 49 & 9 & \mathbf{41} & 73 & 33 & 65 & 25 \\ 26 & 58 & 18 & 50 & 1 & 42 & 74 & 34 & 66 \\ 67 & 27 & 59 & 10 & 51 & 2 & 43 & 75 & 35 \\ 36 & 68 & 19 & 60 & 11 & 52 & 3 & 44 & 76 \\ 77 & 28 & 69 & 20 & 61 & 12 & 53 & 4 & 45 \end{pmatrix}$$

من الصفحة الأولى لمقال بيير أجيرون

(Le problème des quatre-vingt un palmiers, Université de Caen, IREM de Basse-Normandie, 7, 2011)

التراث العربي الإسلامي، قراءات ومستقبل
محمد عابد الجابري وطه عبد الرحمٰن أنموذجان

رؤوف مخلوفي
طالب دكتوراه، فلسفة عربية إسلامية، جامعة 8 ماي 1945، قالمة
raoufmakhloufi19@gmail.com

مقدمة

مع يقظة العقل العربي الإسلامي، وبالخصوص مع النصف الثاني من القرن 19م، بعد كبوة طويلة وصدمة من طرف العقل الغربي الحداثي، ظهرت مشاريع نهضوية حاولت أن تنفض الغبار عن جزئية مهمة تسمى التراث، وهو يمثل في الحقيقة الكل في أي انطلاقة حضارية. ومعلوم أن النهضة الغربية على سبيل المثال لا الحصر، لم يتأتى لها النجاح إلا بعد قراءتها ودراستها لتراثها وتراث غيرها، وكذلك هو الشأن بالنسبة لمختلف الأمم والحضارات.

تُعدُّ قراءة ودراسة التراث العربي الإسلامي من اللبنات والأسس القوية والسليمة لأي انطلاقة حضارية عربية إسلامية مُتجددة بأفكار حكمائها وأعلامها ومفكريها. ويعود اختيارنا على وجه الخصوص لمحمد عابد الجابري (1935-2010) وطه عبد الرحمن (1944-.) كأنموذجين؛ لملامستهما لمكمن ما يمكن أن نسلم به بداية على أنه تأزمًا في تناول التراث العربي الإسلامي، بالقراءة والدراسة والتحليل؛ أي بمعنى احتواء رؤيتي المفكرين على أغلب التساؤلات التي قدمت حول قراءة ودراسة التراث العربي الإسلامي.

ونهدف من خلال هذا المقال إلى لوصول إلى قراءة جامعة للتراث؛ بعيدة عن أسْر بعض المرجعيات الاختزالية والضيّقة الطرح والآفاق، والقاصرة عن تصور رؤيوية فاعلة وناجحة للنهوض بالحضارة العربية الإسلامية من جديد. كما نهدف إلا تبقى الأفكار المُنجزة حول التراث، والتي بإمكانها النهوض بالواقع العربي الإسلامي، في أبراج وعلياء التنظيرات الفكرية، وإنما تنزل لواقع التطبيق العملي. وقبل ذلك لابد من مرورها على محكّ الورشات والمخابر العلمية المُستشرفة للمستقبل.

يدعونا ذلك إلى طرح الإشكالية الآتية: إلى أي مدى يمكننا الوصول إلى قراءة فاعلة لتراثنا العربي الإسلامي؟ وتتجزأ هذه الإشكالية الرئيسية لتساؤلات فرعية وهي:

- ما الذي يمثله التراث بالنسبة للعقل العربي المسلم؟
- ما هي أبرز القراءات والدراسات التي قُدمت حول التراث؟
- كيف نثمنها ونتمثلها وننزل بها من مستوى التنظير إلى مستوى العمل الورشاتي والمخبري؟

نحاول في هذا المقام مقاربة هذه الإشكالية مستعينين بآليات المنهج التحليلي وكذا المنهج المقارن أحيانًا الذي يظهر للقارئ من خلال مقارنتنا بين آراء بعض المفكرين.

وهذه القراءة تتقوّم بنصوص المفكريْن المذكوريْن أعلاه، فاعتمدنا على أهم مؤلف للمفكر محمد عابد الجابري حول التراث، وهو "التراث والحداثة"، وبعض مؤلفات المفكر طه عبد الرحمن، ونذكر منها "تجديد المنهج في تقويم التراث".

1. مفهوم التراث

أ. لغة

كلمة تراث في اللغة العربية مشتقة من الجذر (و-ر-ث). والتُّراثُ أصل التاء فيه واو. أما الوِرْثُ والإِرْثُ والتُّراثُ والمِيراثُ فهما ما وُرِثَ. وقيل الوِرْثُ والمِيراثُ في المال، والإِرْثُ في الحَسب... فالتُّراثُ ما يخلفه الرجل لورثته [2].

أما في اللغة الإنجليزية فكلمة "Heritage" [9] معناها لا يكاد يختلف كثيرا عن المعنى العربي. وقد استعملت كلمة Héritage بالفرنسية في معنى مجازي للدلالة على المعتقدات والعادات الخاصة بحضارة ما، وبكيفية عامة "التراث الروحي" [3].

ب. اصطلاحا

من الصعوبة الوصول إلى ضبط دقيق للتراث نتيجة للحمولة المعرفية التي تضمنها وبالخصوص في العصور المتأخرة، وبصفة أخص في الفكر العربي الإسلامي. ومع ذلك سنحاول مع المفكر محمد عابد الجابري، تقديم تعريف اصطلاحي للتراث.

يعتقد الجابري أن التراث "أصبح يشير اليوم إلى ما هو مشترك بين العرب، أي إلى التركة الفكرية والروحية التي تجمع بينهم لتجعل منهم جميعًا خلفًا لسلف... ذلك هو المضمون، الحي في النفوس، الحاضر في الوعي، الذي يعطي للثقافة العربية الإسلامية عندما يُنظر إليها بوصفها مقوّمًا من مقومات الذات العربية وعنصرا أساسيًا ورئيسيًا من عناصر وحدتها" [3]. ويضيف: "ومن هنا يُنظر إلى 'التراث' لا على أنه بقايا ثقافة الماضي، بل على أنه 'تَمَامُ' هذه الثقافة وكليتها: إنه العقيدة والشريعة، واللغة والأدب، والعقل والذهنية، والحنين والتطلعات" [3]. فهذا المفهوم قدم لنا الملامح والسمات التي يحملها التراث في الفكر العربي الإسلامي المعاصر. فهو يشير إلى أنه تركة فكرية وروحية يحملها الخلف من السلف. وبالتالي فهو حاضر في النفوس والوعي، وهو ما يجعل الثقافة العربية الإسلامية حاضرة ومتميزة ومُبدعة، وهو دليل على وحدتها، ومنه فهو يمثل كل ما أنتجه العرب المسلمون ويتطلعون إليه.

2. أهمية التراث العربي الإسلامي

مثّل التراث ركيزة أساسية عند مختلف الأمم والحضارات، باعتباره حصنًا ودافعًا نحو التقدم للمستقبل، بعد قراءته ودراسته وتنقيحه طبعًا. والتراث العربي الإسلامي يحمل من القيم ما يجعله يقدم للمجال التداولي العربي الإسلامي، حلولا لمشكلات تبدو عصيّة على الحل عند البعض، حيث يقول ابن خلدون (توفي 808هـ-1406م) واصفًا عصره "وكأنما نادى لسان الكون بالخمول والانقباض فبادر بالإجابة" [1]. فَلِمَ لا تكون لنا إجاباتنا العربية الإسلامية عن مستجدات عصرنا نحن اليوم؟ ومن ثمّ نتخلص من عصور التراجع والانحطاط وما أعقبها، لتحقيق الاستئناف الحضاري وتقديم حلول للحضارة الإنسانية.

وفي هذا الصدد نستأنس بقول طه عبد الرحمن حيث يقول: "إن الإقلاع عن مسلك التلمذة لا يكون إلا بتحصيل القدرة على عرض ما ليس عند الغير" [4]. والذي نستشفه من هذا القول عمومًا هو أن نعمل على تحصيل القدرة الإبداعية للتخلص من هيمنة التلمذة والتلقي من الغرب الأوروبي في مختلف الميادين الحياتية.

3. محمد عابد الجابري وطه عبد الرحمن كقارئيْن ودارسيْن للتراث

بعيدًا عن أَسْر وصراع بعض المرجعيات الشمولية والتوظيف الأيديولوجي السلبي للتراث، سنحاول تقديم رُؤى لبعض المفكرين العرب المسلمين المعاصرين، وكيف قاموا بمعالجة التراث العربي الإسلامي من زاوية نظر جامعة، واخترنا محمد عابد الجابري، وطه عبد الرحمن.

اقترح محمد عابد الجابري قراءة عصرية للتراث وحاول تطبيقها، تجعل المقروء معاصرًا على صعيد الإشكالية النظرية والمحتوى المعرفي حيث يقول الجابري: "أي قراءته في محيطه الاجتماعي التاريخي من جهة، وفي ذات الوقت جعله معاصرًا لنا، من جهة أخرى، على صعيد الفهم والمعقولية" [3]. ويعتقد الجابري أن هذا هو المعنى العميق للاجتهاد كما مارسه كبار علماء الأمة؛ ومنه ينبهنا الجابري إلى الاجتهاد، ونحن أحوج ما نكون اليوم للاجتهاد لتقديم حلول لمشكلاتنا الجديدة.

وينتقد الجابري القراءات المباشرة والسطحية المختلفة للتراث العربي الإسلامي حين يصرح: "أما القوالب الجاهزة الجامدة، سواء أكانت قديمة أو حديثة، فهي لا تمتلك أن تقدم غير شيء واحد هو القراءة التراثية للتراث التي تجر حتمًا إلى القراءة التراثية للعصر: قراءة عصرنا بنفس تراثنا أو بتراث آخر وثقافة أخرى" [3]. وهذا يحيلنا إلى المنهج الذي اعتمده الجابري في قراءة تراثنا العربي الإسلامي، وهو بالمناسبة لا ينكر دور المستشرقين الذين قاموا بنشر وتحقيق عدد لا بأس به من أمهات كتب التراث العربي الإسلامي، وسلطوا كثيرًا من الأضواء على جوانبه بالدراسة والتحليل. لكنه يرى بأنه لابد ألا ننساق معهم؛ باعتبار أنهم ينضوون تحت لواء حضارة غالبة، فلا بد من تحليل فكرهم والكشف عن أهدافه ومراميه. يقول الجابري: "يجب أن نكون واعين في ذات الوقت بأن اهتمامهم بهذا التراث... لم يكن في أي حال من الأحوال، ولا في وقت من الأوقات، من أجلنا نحن العرب والمسلمين، بل كان دومًا من أجلهم هم" [3].

وهو ما يتضح لنا أكثر مع المستشرق الألماني تجيتسي جاكوبس دي بور Tjitze Jacobs de Boer، والذي يُعتبر من الأوائل الذين أرّخوا للفلسفة الإسلامية ككل، وذلك في كتابه "تاريخ الفلسفة في الإسلام". فالعنوان يوحي لنا بإنصافه لهذه الحضارة، لكن المتأمل في هذا القول من متنه، ومراميه سيجد عكس ذلك حيث يقول دي بور: "وظلت الفلسفة الإسلامية على الدوام فلسفة انتخابية عمادها الاقتباس مما ترجم من كتب الإغريق... فلا نجد لها في عالم الفكر خطوات جديدة تستحق أن نسجلها لها" [3]. فهذا القول في الحقيقة ينمّ عن ذهنية مُتمركزة حول الحضارة الغربية وتاريخها، ومبددة ومُسفّة لجهود الحضارة العربية الإسلامية في هذا المضمار.

يرى الجابري أن التراث العربي الإسلامي تراث يمتاز بطابعه العالمي والشمولي: فهو عالمي باعتبار أنه تراث حضارة عالمية، في فترة من فترات تاريخها المُشرق؛ وهو شمولي لكونه يمسّ جميع مناحي الحياة الفردية والجماعية حيث يقول: "إن الفصل بين هذا الجانب وذاك في تراثنا العربي الإسلامي لشيء صعب حقًا" [3]، أي أنه من الصعب الفصل فيه بين المعارف والعلوم المكوِنة له.

يقترح علينا الجابري منهجا تحليليًا يصلح للتعامل مع تراثنا العربي الإسلامي ومع التراث الإنساني بصفة عامة، ويتقوم هذا المنهج بالموضوعية والمعقولية إذ يقول: "والتراث كما قلنا هو شيء ينتمي إلى الماضي، القريب أو البعيد. ولذلك كان لابد للتعامل معه تعاملاً علميًا، من التزام أكبر قدر من الموضوعية وأكبر قدر من المعقولية. وإذا كان هذان الشرطان مطلوبين في كل عمل علمي فهما مطلوبان هنا أكثر، ولذلك لابد من الإلحاح عليهما. ذلك لأن التراث بما أنه شيء 'حاضر فينا ومعنا' فهو أقرب إلى أن يكون ذاتًا منه إلى أن يكون موضوعًا، وبالتالي فنحن معرّضون إلى أن يحتوينا بدل أن نحتويه" [3]. نستشف من هذا القول أن الجابري يركز على مفهومي الموضوعية والمعقولية كشرطين أساسيين في قراءة ودراسة التراث، وذلك بهدف الوصول إلى قراءة جدية للتراث العربي الإسلامي، وينسحب هذا المعنى على كل تراث إنساني.

يسلمنا هذا الطرح للتراث إلى قراءة ودراسة مغايرة للتراث العربي الإسلامي، تحاول إعادة إحياء الإبداع والألق الفكري والاجتهاد في الفكر العربي الإسلامي، وإعادة الاعتبار لما تم تبخيسه. يرى طه عبد الرحمن أن الفكر العربي الإسلامي المعاصر اتجه إلى تقويم التراث بنزعتين: "النزعة الأولى مضمونية تقوم على أن حصيلة التراث مردها إلى المحتويات بحسب الحاجة والاستعمال والهدف، أما النزعة الثانية فهي تجزيئية تقوم على تقسيم المحتويات والمضامين

وتصنيفها إلى مجالات وقطاعات متمايزة فيما بينها، مع مبدأ المفاضلة بينها على أساس من الانتقاء، والنتيجة المنطقية التي يتوصل إليها هي العلاقة الضرورية بين النزعة المضمونية كمقدمة، والنزعة التجزيئية كنتيجة" [8].

من هذا المنطلق يوجه طه عبد الرحمن سهام النقد إلى الأنموذج الفكري للجابري على أساس أنه متناقض في قراءته ودراسته للتراث العربي الإسلامي حيث يرى بأن نموذج الجابري في تقويم التراث قد وقع في تعارض فادح، وهو القول بالنظرة الشمولية، والعمل وفقًا للنظرة التجزيئية [6]. ومعنى ذلك أن عقلانية الجابري متناقضة، وذلك للانفصال بين النظرية والتطبيق في أنموذجه.

فالجابري ينطلق من نقده لمسلك المستشرقين، ويدعو إلى النظر إلى العلوم العربية الإسلامية ككل وأصل واحد، لكننا عندما نلج باب التطبيق ونتطلع إلى النتائج نصطدم بمنظومة الجابري في تقسيمه للتراث إلى أجزاء مختلفة، ومفاضلة بينها بأسلوب انتقائي غير مبرر. يشرح ذلك طه عبد الرحمن بقوله: "قسم التراث إلى دوائر ثلاث سماها بالأنظمة المعرفية، وهي: 'البرهان' و'البيان' و'العرفان'. وهذه عنده دوائر متباينة في آلياتها، لا رابط بينها إلا المصارعة أو المصالحة، ومتفاضلة في نتائجها، لا يرقى فيها العرفان إلى مستوى البيان، ولا يسمو فيها البيان إلى مقام البرهان، ولا ينزل الرتبة العليا في هذا المقام إلا الفكر الرشدي" [6]. لهذا فإن طه عبد الرحمن في تفكيره مع الجابري وضده في آن واحد ينتهي إلى نتيجة مفادها أن ثمة تناقضا بين النظرية والتطبيق في منظومته الفكرية. يرى طه عبد الرحمن بأن هذه النظرة التجزيئية المتفاضلة لم تستطع النهوض بواقع الأمة العربية الإسلامية.

بهذا المدخل يرى طه عبد الرحمن أنه يجوز أن نحمل التراث على معنيين اثنين: "أحدهما، المعنى الموسَّع للتراث، وهو أن التراث يشمل النصوص الدينية المؤَسِّسة (القرآن الكريم والسنة الشريفة) واجتهادات المسلمين جميعًا... إذ يقول [الله] عز وجل: ﴿أَوْرَثْنَا الْكِتَابَ الَّذِينَ اصْطَفَيْنَا مِنْ عِبَادِنَا﴾ [فاطر: 32]. فالقرآن والسنة هما إرث للمؤمنين، أي يندرجان في تراث المسلمين، والثاني المعنى المضَّيق للتراث، وهو قصر دلالة التراث على اجتهادات المسلمين" [5]. ومنه يرى طه عبد الرحمن أن الذي يريد أن يقرأ ويدرس التراث، فإما أنه يرجع إلى التراث بالمعنى المُوسع أو يرجع إليه بالمعنى المُضيق. وبالنسبة للذي يرجع إليه بمعناه الموسع، فإنه سيعود إلى النص القرآني والسنة لكي يستمد منهما القوة والمدد لاجتهاداته.

ويبين لنا طه عبد الرحمن أن القراءات النقدية للتراث، والتي حصلت في السياق الفكري الغربي لم تكن بتلك الحدة التي نجدها عند بعض مفكرينا الذين انتهوا إلى نتيجة وهي، إما إلغاؤه كلية بحجة الدخول في عصر الحداثة، وإما انتقاء أجزاء منه يعتبرها البعض بأنها ستمكنهم من التقدم. يقول طه عبد الرحمن: "فالاشتغال الغربي بالتراث كان تأييدا لمقوماته وإحياء لقيمه" [5]. فهذه القراءات للتراث تنتهي حسب طه عبد الرحمن إلى ترك أغلب التراث، أو الانقطاع عنه كليًا. فالبحث عن مفاهيم موجودة عند الغرب وفي ثقافته وتسليطها على التراث العربي الإسلامي، دون نقدها وتمحيصها ومن غير تمكن من آلياتها، يتعارض مع البحث العلمي الهادف إذ يقول طه عبد الرحمن: "في حين أن من أراد نقد التراث، فيتعين عليه أن يطلب وسائل تناسب هذا التراث" [5]. ومن جهة أخرى، ويرى طه عبد الرحمن أنه يتوجب علينا إيجاد منهجية تناسب خصوصية تراثنا، ولا تكون واردة من خارج تراثنا العربي الإسلامي.

ولم يبخس طه عبد الرحمن بعض الاجتهادات في قراءة ودراسة التراث العربي الإسلامي، مثل دعاة الربط بين التراث والمعاصرة، ولا ينكر بأن هناك نتائج إيجابية توصلوا إليها، ولكنه ينبهنا إلى نقطة مهمة حيث يقول: "بيد أنه يبقى أن نفرّق بين أمرين: بين الروح والمقاصد التي تتحكم في هذا التراث من جهة، وبين تجليات هذه الروح وتحقيقات هذه المقاصد من جهة ثانية؛ والذي نحتاج إليه لاستئناف العطاء هو أن نتبيَّن هذه الروح بوصفها جملة من المقاصد والقيم والمبادئ التي انبنى عليها التراث وتحكَّمت في عملية توليده وتطويره" [5].

ولعل أهم خصيصة ومبدأ توصل إليه طه عبد الرحمن في قراءته ودراسته للتراث هو ما يسميه "مبدأ التداول"، والمقصود به: "أن التراث الإسلامي أو الحضارة الإسلامية دائمًا تستوعب الوافد عليها أو المنقول إليها استيعابًا يُخضعه للقيم المعرفية والقيم اللغوية والقيم العقدية الخاصة بها" [5]. فمتى تلقينا مضمونا أو مفهومًا من مجال غير مجالنا التداولي، وجب أن نخضعه لمقتضيات التداول العربي الإسلامي.

وفي وقوفه عند الآليات التي أنتجت المضامين العربية الإسلامية التي هي، إما استدلالية أو لغوية، تبين له أن التراث العربي الإسلامي مُشبع إلى درجة كبيرة بالآلة المنطقية، وهذا ما يعضده قوله: "لقد كان للآلة المنطقية دور كبير في إنتاج المعرفة الإسلامية، لذلك كان استخدامي لها في الكشف عن المبادئ أو الروح التي يتحدد بها تراثنا" [5]. يدل ذلك دلالة كافية على عدم تقليد طه عبد الرحمن للغرب الأوروبي، بل جاء بنقده المنطقي للتراث والذي يختلف عن النقد والمعالجة التاريخية الغربية لتراثها.

4. من التنظير إلى الواقع الفعلي

تأسيسًا على ما سبق ذكره وما نود تبيينه في هذا العنصر، هو أننا حاولنا إبراز بعض النقاط المشتركة بين الرُؤيتين؛ والتي نعتقد بأنها المؤسِسة لقراءة ودراسة فاعلة للتراث العربي الإسلامي، بعيدًا عن الطرح المُبدد لجهودهما بالتنافر والحدية، للمضي بها لتنفتح على الواقع العربي الإسلامي الفعلي الفاقد لحقيقة وبوصلة إدراك الاستئناف الحضاري العربي الإسلامي من جديد، والواقع الحضاري الإنساني المأزوم.

وتبقى محاولات المفكرين العرب المسلمين سواء في قراءة ودراسة إشكالية التراث، أو في غيرها من الإشكاليات المطروحة، في السياق العربي الإسلامي في مستوى التنظير. وذلك لأن الورشات والمخابر لم تُفتح بعد من قبل الباحثين والدارسين لتحقيق تلك الآمال على مستوى الواقع الفعلي. إننا نلاحظ أن "الكثير من هؤلاء المفكرين فارق الحياة دون أن نرى لشعاراتهم تحققا ولا لمشاريعهم تجسدا في أرض الواقع، وما زلنا نطمح في النهوض" [7]. فالعمل والاشتغال الجدي على التراث يعطي لجهود مفكرينا قيمتها ومعناها الحقيقي، شريطة انبثاقها من سياقنا وواقعنا ومتطلباته وآماله.

المراجع

[1] ابن خلدون: المقدمة، دار الفكر، بيروت، 2007.
[2] ابن منظور: لسان العرب، مج 2، دار صادر، بيروت.
[3] الجابري، محمد عابد: التراث والحداثة، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1991.
[4] طه، عبد الرحمن: الحق العربي في الاختلاف الفلسفي، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء، 2006.
[5] طه، عبد الرحمن: الحوار أفقا للفكر، الشبكة العربية للنشر والأبحاث، بيروت، 2013.
[6] طه، عبد الرحمن: تجديد المنهج في تقويم التراث، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء.
[7] مسرحي، فارح: المهام الجديدة للمثقف في السياقات العربية الإسلامية، منشورات الجمعية الجزائرية للدراسات الفلسفية، الجزائر، 2018.
[8] مقورة، جلول: فلسفة التواصل في الفكر العربي المعاصر: طه عبد الرحمن وناصيف نصار بين القومية والكونية، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2015.
[9] Bull, Victoria : Oxford Learner's Pocket Dictionary, Oxford University Press, 2008.

منهجيـــــــــة

الشكل العام لكتابة ونشر مقال علمي

علاء الدّين قوقة
أستاذ بقسم الفيزياء، مخبر العلوم التطبيقية والتعليمية، المدرسة العليا للأساتذة، الأغواط
a.kaouka@lagh-univ.dz

مقدمة

يُعتبر النشر العلمي ركيزة أساسية في البحث، وبفضله تُنشر المعلومات العلمية والمعرفة، ويتشاركها المؤلفون والباحثون كُل في اختصاصه، كما أن النشر العلمي في المجلات الرصينة يحفظ الناشر للباحث حقوقه وملكيته الفكرية، ويوثق البحث عبر التاريخ والعصور.

يتناول هذا العمل كيفية كتابة مقال علمي قابل للنشر، والشكل العام الذي يجب اتباعه لكتابة هذا المقال، حيث تهدف كتابة المقال العلمي لنشر المعرفة والأبحاث العلمية، وتعزيز تواصل الباحثين في شتى أنحاء العالم في التخصص الذي يعملون فيه. يُعتبر المقال العلمي ثمرة عمل مخبري أو عملي أو نظري أو فكري أو تحليلي أو نقدي أو نمذجة أو محاكاة أو الجمع بينها. ولكتابة المقال، ينبغي على الباحث صياغته وفق شروط معينة، ووضعه في قالب أو نموذج معين تفرضه المجلة التي ينشر فيها بحثه.

يُوضح هذا العمل المنهجية العامة لكتابة أي مقال علمي وفقا لنموذجٍ يُعتبر الأكثر تداولاً، ويسمى هذا النموذج باللغة الإنجليزية IMRAD (امراد)، اختصارا لكلمات: المقدمة، وطرق البحث، والنتائج والمناقشة Introduction, Methods, Results And Discussion.

أمّا العناصر الأساسية لمقال علمي فهي تنقسم كالتالي:

1. العنوان؛
2. المؤلفون والانتماء؛
3. الملخص والكلمات المفتاحية؛
4. المقدمة؛
5. مواد وطرق البحث؛
6. النتائج؛
7. المناقشة؛
8. الخاتمة؛
9. الشكر؛
10. المراجع.

تجدُر الإشارة إلى أن بعض المجلات تدمج قسم النتائج مع قسم المناقشة، بينما مجلات أخرى تضع كل قسم منفصلاً وتحذف الخاتمة التي تغني عنها المناقشة وأيضًا الملخص.

وفيما يلي شرح لكيفية كتابة كل قسم من أقسام المقال ومحتواه وبعض التوجيهات عامة الخاصة به، وبعض الأخطاء التي يجب تجنبها.

1. العنوان

يتكون العنوان من 15 كلمة على الأكثر. يجب أن يكون موجزًا، وقصيرًا ومختصرًا، وجذابًا ومشوّقًا، ولافتًا لانتباه القارئ، ومعبرًا عن أهمية البحث. وينبغي أن تعكس كل كلمة فيه محتوى وفحوى المقال، أي يشمل كل أجزاء البحث. كما يجب أن يُغطي العنوان مجال البحث ويبرز أهميته وأن يكون مُحددا للدراسة وليس عامًا (مثلاً، يدرس مركبا كيميائيا مُعينا أو مركبين وليس كل المركبات، باعتبار مادة معينة، بنسب معينة، ونموذج محدد، وجهاز معين، فضلا عن تحديد محل الدراسة).

كما يُنصح أن يقرأ المؤلف عنوان مقاله ويلعب دور القارئ والمحكّم أو حتى رئيس التحرير. ويمكنه أن يتقمص هذا الدور في كل جزء من أجزاء المقال. كما يُستحسن أن يتجنب المؤلف في العنوان عبارات مثل "دراسة حول"، "فحص"، "تحقيق"، "بحث" لأن المقال يمثل في الأصل بحثا أو دراسة.

2. المؤلفون

تُذكر في هذا القسم أسماء المؤلفين الذين شاركوا في إنجاز العمل، ويُذكرون أولاً بأول تبعاً لنسبة مساهمة كل باحث في العمل المنجز. تجدر الإشارة إلى أن كثيرا من الجامعات تشترط لمناقشة الدكتوراه أن يكون طالب الدكتوراه كاتبًا أولا ومشرفه ثانيًا. غير أن بعض المجلات وعدد قليل من التخصصات مثل الرياضيات أو الاعلام الآلي تعمل بتقليد الترتيب الهجائي للمؤلفين.

كما يجب أن تخلو أسماء الباحثين من أي ألقاب مثل دكتور، أستاذ، أو شيخ. وكلمة شيخ قد تكون مرتبة أو رتبة علمية في منطقة ما بينما قد تكون اسم علم في منطقة أخرى. ومن الأمانة العلمية ألا يتم إضافة اسم باحث لم يساهم في العمل المنجز أو كتابة الورقة البحثية، وأيضا ألا يتم تجاهل أو حذف اسم باحث ساهم فيه.

كما يجب ذكر المؤسسات التي ينتمي إليها كافة المؤلفين: مؤسسات جامعية، مخابر بحث، مصانع، إلخ، وعناوين هاته المؤسسات. من المهم أن نشير إلى أن ذكر المؤسسة يساهم في ارتفاع تصنيفها وسمعتها.

3. الملخص والكلمات المفتاحية

أ. الملخص

يُعتبر الملخص أهم جزء من المقال، وبناءً عليه يتحدد بنسبة كبيرة قبول المقال أو رفضه من قِبل رئيس تحرير المجلة، الذي بدوره سيرسله للمحكمين. كما أن الملخص هو القسم الأكثر قراءةً، وهو أول ما يُقرأ وآخر ما يكتبه الباحث. والملخص يعطي انطباعًا أوليًا وعامًا للمحكمين عن جودة المقال وإذا ما كانوا سيوصون بقبول نشره أو لا. وبعد نشره يُعطي انطباعًا لدى القارئ بمواصلة قراءة المقال وإذا ما كان ضمن اهتماماته أم لا، وأيضًا هذا يُعزز فرص الاستشهاد بالمقال.

يتضمن ملخص البحث عرضا موجزًا لبقية أقسام المقال باقتضاب، مع التركيز على أهم النتائج. ويعكس الملخص ما يقدمه العمل من قيمة علمية وفكرية، فهو صورة مصغرة عن المقال كاملاً. إنه يشمل مقدمة من جملتين أو ثلاث، والمواد وطرق البحث المستعملة أيضا في جملتين أو ثلاث، ونتائج البحث في حوالي ثلاثة أسطر أو أربعة. ويختلف طول ملخص البحث حسب المجلة والقواعد التي تفرضها. ويُكتب في معظم الأحيان في فقرة واحدة، ويتراوح ما بين 100 إلى 300 كلمة. كما أن الملخص لا يتضمن مراجع.

ب. الكلمات المفتاحية

تتكون الكلمات المفتاحية من ثلاث إلى سبع كلمات، وهي كلمات لها علاقة وطيدة بالبحث بل تبرز موضوعه. يسمح ذلك بالعثور عليه من خلال محركات البحث الخاصة في قواعد البيانات إذا ما تم البحث في المحرك باستعمال الكلمات المفتاحية. وفي هذا السياق، يجب تجنب الأفعال في ذكر الكلمات المفتاحية، ولا تُذكر الاختصارات إلا إذا شرح المؤلف ماذا تعني هذه الاختصارات. كما يجب التخصيص لا التعميم في الكلمات المفتاحية. فبدلا من كتابة "المركب الكيميائي" يجب ذكر نوع أو اسم المركب الكيميائي، أو ذكر اسم النظرية المطبقة.

4. المقدمة

تشمل المقدمة نبذة عامة عن القضية العلمية التي يتناولها المقال وتقديم إطار عام لمشكلة البحث. وينتقل المؤلف فيها من الحديث العام عن الموضوع إلى الخاص، أي أنه يبدأ بالعموميات، ثم التدرج شيئاً فشيئاً إلى خصوصيات الموضوع المعالَج، والانتقال من الموضوع العام إلى تحديد الثغرة أو الفجوة العلمية التي أدت إلى الدراسة الحالية وذلك تمهيدًا للدخول في صلب الموضوع.

تتكون المقدمة من عدّة فقرات منفصلة، تتناول كل فقرة عنصرًا من العناصر التي تمّ ذكرها سابقاً. كما يجب أن تكون مبنية على قاعدة خلفية من المعلومات الأساسية والمراجع حيث يطلع القارئ على ما نشره الآخرون في الموضوع، وأيضًا ما يُراد وما سيضيفه هذا البحث واختلافه عن الأبحاث السابقة والهدف من هذه الدراسة. وفي الأخير ينبغي تسليط الضوء على أهداف الدراسة التي أُنجزت، وما هو متوقع من نتائج لهذه الدراسة في ظل الفرضيات المصاغة.

5. مواد وطرق البحث

يتناول هذا الجزء شرحًا لمنهج البحث المعتمد والأجهزة والأدوات المستخدمة في التجارب أو اسم البرامج المستعملة ونوعها، وإن كانت مفتوحة ومجانية أو برخصة مع الالتزام بجملة من الواجبات. يجب أيضا التعريف بالمعدات واسم الشركة ورقم النموذج (الموديل) وذلك حسب طبيعة الموضوع (تجريبي، مخبري، ميداني، نظري، محاكاة، نمذجة...).

يتعين على صاحب المقال أن يُحرر هذا الجزء بتسلسل منطقي وبشرح وافٍ للمواد والطرق التي استُعملت للقيام بالعمل. فهذا ما يسمح لباحث آخر بالقيام بتكرار العمل ذاته. يُمكن الاستعانة برسومات توضيحية أو بصور للأجهزة والتجربة المطبقة أو جداول ليسهل فهم التجربة وتطبيقها عمليًا.

يُجيب هذا القسم عن كيفية القيام بالعمل المنجز وبأدواته، أي الوسائل المستخدمة. كما يشرح ويعلل سبب كل تنفيذ. ويُجيب أيضًا على أسئلة كيف ومتى وأين جرت الدراسة، ومن ثمّ تبيين شروط التجربة، وتوضيح إذا ما جرت التجربة في مخبر أو تعلق الأمر بفحص سريري أو استبيان، أو بعينة عشوائية.

كما يتعين الحصول على موافقة الأشخاص (مرضى أو موظفين أو أولياء أمور، إلخ) إذا ما كانت الدراسة تمسهم أو أجريت عليهم مع الحفاظ على الخصوصية والمعلومات الشخصية. من جهة أخرى، يجب ترخيص المؤسسات أو المستشفيات إن كانت تعنيها الدراسة. وفي الدراسات الحيوية، يجب ذكر المستخلصات النباتية أو النباتات التي استخدمت في التجربة (الاسم العلمي والاسم الشائع)، والكميات المستخدمة وما إذا كانت طريقة الاستخلاص تعتمد على درجة حرارة الغرفة أو درجة حرارة عالية تُحدد قيمتها...

6. النتائج

في هذا القسم يتم عرض النتائج المتحصل عليها، بواسطة رسومات بيانية، صور توضيحية، أشكال وجداول ومنحنيات بيانية. كما يجب ترقيمها ترقيمًا تسلسليا كل على حدة: شكل 1، شكل 2، إلخ، وأيضا جدول 1، جدول 2، إلخ، متبوعا بعنوان الشكل أو الجدول. وعادة يكون عنوان الشكل أسفله بينما في الجدول يكون عنوانه أعلاه. كما أن شرح نتائج الشكل أو الجدول تكون بعده، أي يضع الباحث الشكل أو الجدول وأسفله التعليق عليه. وقد يحتاج الباحث في هذه الجزئية لمراجعة الارشادات والتعليمات التي تضعها أو تشترطها المجلة. ويتعين على الباحث ألا يضع الجداول إلا إذا دعت الضرورة لذلك، وكانت هذه الجداول وسيلة أكثر توضيحا للنتائج المقدمة.

يجب أن تكون جميع وحدات القياس المستخدمة في المقال وفق الوحدات الدولية، أو التي تفرضها المجلة. كما يجب أن يراعي ويتحقق الباحث أنه استخدم المقياس ذاته في جميع أجزاء المقال، فمثلا لا يكتب في فقرة المواد المستخدمة وطرق البحث درجة حرارة بالدرجة المئوية °C، بينما في فقرة النتائج أو المناقشة بالكلفن. وعلى الباحث أن يسهر على أن تكون الصور والرسومات البيانية في مقاله واضحة والإشارات فيها مقروءة.

ينبغي أن يتجنب المؤلف الحشو والإطناب بشرح وتفاصيل قد تُفقد المقال لبّه وتخرجه عن صلب موضوعه فتشتت ذهن القارئ. نلاحظ أنه يمكن تجزئة قسم النتائج إلى أقسام فرعية أو ثانوية بعناوين مستقلة. كما يتعين على صاحب المقال الحرص على أن تكون النتائج بمثابة حقائق توصل إليها، سواءً تجريبيا، أو مخبريا أو حسابيا، أو نظريا. ويكون عرضها بطريقة واضحة وبسيطة، متسلسلة تسلسلا منطقيا.

إنه من غير الضروري أن تكون النتائج المتحصل عليها إيجابية ومتوقعة. بل بالعكس، يجب عدم تجاهل أو إخفاء النتائج السلبية أو النتائج التي لا تؤكد الفرضية أو تناقضها. فعلى الباحث التحلي بالصدق والأمانة العلمية. عندما قيل لتوماس أديسون Thomas Edison (1847-1931) إنه قام بألف طريقة قبل اختراعه المصباح الكهربائي قال بل اكتشفت ألف طريقة لا تؤدي إلى اختراع المصباح.

7. المناقشة

في هذا القسم يُفسر الباحث النتائج التي توصل إليها ويُناقش ويُدافع عن صحتها كما يُقارنها مع الدراسات السابقة مع ذكر المراجع، وذلك اعتماداً على الاستنتاج والمقارنة والربط بين عدّة مصادر. في التحليل مثلاً يمكن القول "كلما زادت درجة الحرارة، زاد امتصاص المادة، ومع مرور الوقت يحدث كذا وكذا، بينما يبقى ثابتًا في متغير آخر". يجب أن يكون التحليل والتمحيص جيدًا ومنطقيا، مبنيًا على أسس علمية وليس تخمينا.

بالإضافة للتفسير العلمي الدقيق، يعلل المؤلف لماذا حدثت هذه الظاهرة أو ازداد متغير ما لسبب معين، فلا يجب ترك النتائج مبهمة دون تفسير علمي. وتبرز أهمية النتائج في ظل المعرفة العلمية الموجودة، واختلافها عن النتائج السابقة والإضافة التي قدمتها للبحث العلمي. كما يتطرق الباحث لإيجابيات وسلبيات طرائق العمل المنتهجة في عمله.

قد يكون هذا الجزء هو الأصعب والأهم، كما أنه يحتاج لخبرة وحنكة ودراية بالموضوع والتخصص الذي يشمله. لذا فقد يحتاج المؤلف لتظافر جهود كل الباحثين في مناقشة النتائج وربطها مع النتائج المحصل عليها في الأدبيات السابقة. وهكذا يتعين فهم وتفسير النتائج المتوصل إليها وتحليلها. كما يجيب المؤلف عما إذا كانت النتائج التي تم الحصول عليها تتوافق أم تتعارض مع الفرضيات التي تمّت صياغتها في المقدمة، وما تفسير ذلك في الحالتين. قد يكون لهذا القسم علاقة بجزء من قسم المقدمة تمّ فيه التطرق للدراسات السابقة دون مناقشة النتائج التي توصل إليها الباحثون الآخرون. وفي هذا القسم يتم تفسير ومقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة.

ومن جهة أخرى، يُستحسن –بل من الواجب- أن يتجنب المؤلف الشخصنة، وعبارات "استنتجت"، و"بيّنت"، "وجدنا"، "اكتشفنا"، إلخ" ويكتب عوضاً عن ذلك "تُبين هذه الدراسة"، "كَشَف هذا الفحص"، إلخ". ولا يذكر المؤلف عبارات "هذه الدراسة مهمة جدا"، "هذا العمل جديد"، "النتائج مبهرة"، إلخ". ولكن ينبغي على المؤلف أن يبيّن أهمية الدراسة في السياق، ويقنع القارئ من خلال عرض النتائج ومناقشتها.

في بعض المجلات يكون قسم المناقشة مدمجًا مع النتائج، وقسم آخر للخلاصة، بينما تضعهما مجلات أخرى في قسمين منفصلين، وقد تحذف قسم الخلاصة أحيانًا. لذا على المؤلف دائمًا مراجعة التعليمات أو الإرشادات المخصصة للمؤلف من قِبل المجلة.

8. الخاتمة

يُصاغ هذا الجزء بأسلوب مختلف عن الملخص، وإن كان يتضمن تقريبًا نفس المحتوى حيث يُمهد المؤلف في جملتين أو ثلاث للدراسة التي تمّت. وقد يُلخص النتائج المتحصل عليها في نقاط، كل على حدة. ويجب التأكيد على النتائج المتحصل عليها واختصارها في جمل بسيطة ومعبّرة. كما يجب أن يختلف أسلوب الخاتمة أو الخلاصة عن الملخص. تجدر الإشارة إلى أن هذا القسم لا يحتوي على مراجع أو إشارة لدراسات سابقة، وإنما يقتصر على تلخيص الدراسة الحالية. ولا داعي لدعم النتائج المتحصل عليها وذكر تفاصيلها. سيعطي هذا الجزء الانطباع الأخير للمُحكمين أو القراء، وسيذكرهم بأهم النتائج المتوصل إليها في هذه الدراسة.

9. الشكر

يُخصص المؤلف فقرة قصيرة يُوجه فيها الشكر والثناء لمن ساعده وسهل له إجراء هذا البحث، ولم تكن له مساهمة فعالة وواضحة في تحرير المقال حتى يُذكر ضمن المؤلفين. وقد يكون شخصًا طبيعيا كمتخصص في التدقيق اللغوي، أو فنيا أو مهندسًا؛ وقد يكون شخصًا معنويًا كمؤسسة أو هيئة أو جمعية أو مركز أو مخبر بحث.

كما يذكر المؤلف ما إذا كان هذا البحث ضمن مشروع بحث. فيذكر عنوانه ورقمه والمؤسسة التي موّلت هذا البحث وقامت بدعمه ماديًا أو حتى معنويا. ومن حق المؤلف أن يُشير أيضا لأي أمر يتعلق بتعارض أو عدم تعارض هذا البحث مع المصالح المتعلقة بجهات أخرى. فقد تكون نتائج هذا البحث تضر بجهات معينة سواءً نظامية حكومية أو خاصة. مثلاً دواء معين أثبتت الدراسة الحالية سلبياته أو عدم نجاعته والمؤسسة التي تنتج أو تسوق هذا الدواء قد تتضرر، أو تضارب المصالح. أغلب المجلات الرصينة في العلوم الطبية والحيوية والتكنولوجية وغيرها تخصص وثيقة لهذا الغرض أو قسمًا خاصا. بالإضافة لوثيقة أخرى تتعلق بالالتزام بأخلاقيات البحث العلمي والنشر، وأن هذا العمل لم يُنشر سابقا وأنه ليس تحت المراجعة في مجلة أخرى.

10. المراجع

يجب أن يُراجع المؤلف المراجع المذكورة في مقاله ويتأكد من أنها مذكورة في أماكنها المناسبة ضمن الترتيب المطلوب. والتأكد بدقة من الاستشهادات. ويختلف أسلوب ذكر المراجع حسب شروط كل مجلة. في بعض المجلات، تكون المراجع وفق ترتيب هجائي، وفي الغالب تكون حسب ترتيب ذكرها تسلسليا في المقال. ويُذكر المرجع حين الاستشهاد بين عارضتين مثلاً [1]، أو يُكتب بين قوسين (ع. قوقة وآخرون) أي يتم الإشارة لأول حرف في الاسم متبوعا بنقطة، ثم الاسم العائلي للكاتب الأول وباقي الكتّاب، وإذا تجاوز عددهم اثنين يكتب "وآخرون". وهناك من المجلات ما يطلب البدء بالاسم العائلي ثم الحرف الأول للاسم أو الاسم كاملا، مع تطبيق نفس المنوال على كل المراجع.

كما يُذكر في المراجع اسم أو أسماء الكُتّاب، متبوعًا بعنوان المقال، ثم اسم المجلة وعددها، وسنة النشر، ويُراعي المؤلف إن كانت تُكتب بين قوسين أو لا حسب المجلة، ثم رقم صفحات المقال. هذا الجزء سهل، لكن يجب في كل الأحوال تحري الدقة واتباع النمط الذي تفرضه المجلة.

يجب أن يحرص المؤلف على كتابة المراجع بالأسلوب ذاته. في التحرير باللغة الإنجليزية، توجد برامج لتنظيم وتسهيل ذكر الاستشهادات منها Mendely، Zotero، EndNote.

يُوصى المؤلف بأن يُراعي الأمانة العلمية بذكر كل مرجع لأي معلومة لم يتحصل عليها شخصيا. ويجب أن تكون المراجع التي يستشهد بها موثوقة وأكاديمية، والحذر من الاستشهاد بالمواقع الإلكترونية إن لم تكن ذات طابع اكاديمي.

توجيهات أخرى

بعد الانتهاء من تحرير المقال، يجب مراجعته مراجعة دقيقة لغويا وعلميا من قِبل جميع المؤلفين، قبل إرساله للمجلة، والتأكد من اتباع جميع الارشادات والتعليمات التي تفرضها المجلة المراد النشر فيها، حيث تختلف التعليمات من مجلة لأخرى. كما يُراعى الترابط والتسلسل الفكري والمنطقي في كامل المقال، إضافة للدقة والوضوح والسلاسة في التعبير والاختصار. فلا يكون الأسلوب صحفيا أو عاميا أو إلقائيا.

كما يجب على الناشرين الحذر من الموبقات الثلاثة للنشر والبحث العلمي، وهي:

- السرقة العلمية (ولو كانت دون قصد)؛
- تجاهل ذكر اسم الناشر الأول أو كثرة وطول الاقتباس ولو بذكر المصدر؛
- تغيير وتبديل أفكار أو نتائج الباحث.

حيث إن السرقة العلمية موضوع يطول شرحه، فليحذر الباحث من الوقوع فيه خاصة مع وجود وسائل تقنية وتكنولوجية لكشفها بواسطة برامج خاصة. وقد يتم سحب المقال ولو بعد مدة من نشره، ووضع صاحبه في القائمة السوداء، حيث لن يُقبل له نشر مجددا في قائمة المجلات الرصينة والمحكمة. وقد وصلت بعض الكشوف عن السرقة العلمية لسحب أو شطب شهادة الدكتوراه من الباحث. كما ينبغي أن يتجنب الباحثون التأليف الخيالي وذكر نتائج غير موجودة، وتزوير وتبديل أو تغيير النتائج. فقد لا يدرك الباحثون خطورتها: يجب ألا يبحثوا عن النتيجة التي ترضيهم أو التي يُريدونها أو ينتظرونها بل تقبّل ما أقرته التجربة وحققه هذا العمل، بكل شفافية وحياد وموضوعية.

يجب التأكيد على الكتابة بأسلوب علمي ولغوي قوي وبسيط وواضح في الوقت ذاته، أي خالٍ من التعقيد واللُبس وأيضا بأسلوب مفهوم وخالٍ من الأخطاء اللغوية والإملائية.

للكتابة بأسلوب منظم وبتسلسل منطقي، يضع المؤلف كل فكرة في فقرة على حدة ضمن سياقها ويربطها بسابقتها، إن كانت هناك علاقة بينهما. يجب أن يتحلى المؤلف بالتواضع، فلا يجعل من مقاله اكتشافا عظيما واختراعا سيبهر به البشرية عبر التاريخ، فحتى إن توصل لذلك فهذا يُمثل قطرة من بحر العلم ومحيط المعرفة والاكتشافات والاختراعات.

على المؤلف تجنب استخدام رموز واختصارات كثيرة بدون شرح لمعانيها، وعليه أن يوضح هاته المعاني في أول ذكر للرموز أو الاختصارات ويقوم بذلك مرة واحدة. كما يستعمل المؤلف أسلوبا إقناعيا وكلمات قوية في الكتابة العلمية، لكن استعمال أقوى الكلمات والعبارات لن يجعلها كذلك ما لم تكن فعلا قوية في طبيعتها وتطبيقها ونتائجها.

كما يجب مراعاة علامات الوقف والترقيم (النقطة، الفاصلة، علامات التعجب والاستفهام، إلخ) فتوضع في أماكنها المناسبة دون زيادة أو نقصان. فإذا طرحنا سؤالاً لا نضع عدة علامات استفهام، أو إذا كانت الجملة تعجبية لا

نضع عدة علامات تعجب. وينبغي احترام المساحة الخالية بين الكلمة والأخرى للفصل بين الكلمات، ولا يكون بين الكلمتين عدة فراغات. كما أن آخر كلمة في الجملة تكون متبوعة بنقطة ثم فراغ ومن بعده جملة أخرى. وعلى كل حال، يستحسن مراجعة النص باستخدام برنامج معالجة النصوص.

يساعد هذا المقال الباحث في كتابة بحثه. لكنه يظل غير كافٍ بدون ممارسة: على الباحث أن يُحاول ويكتب لينشر، وقد يُرفض مقاله مرة أو عدة مرات، فما عليه سوى تصحيح الأخطاء ومراجعة ملاحظات وتعليقات المراجعين ورئيس التحرير وإرساله مجددا لمجلة أخرى.

مراجع

[1] مصطفى، خ.: مبادئ عامة لكتابة مقالة علمية، الأرشيف العربي العلمي، 2018.
[2] Jerrells, T. R.: Why publish review articles? Why write review articles for publication? Alcohol, 22, 121–122, 2000.
[3] LaPlaca, P. : Lindgreen, A., Vanhamme, J., How to write really good articles for premier academic journals, Industrial Marketing Management, 68, 202-209, 2008.

الابستمولوجيا وتعليم العلوم

مارتن ريوبيل[1] (Martin Riopel)
ترجمة محمد الطيب سعداني[2]
[1]أستاذ بجامعة كيبيك، مونتريال
[2]أستاذ متقاعد، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
mohammedtayeb.sadani@g.ens-kouba.dz

لم نترجم مقدّمة المقال، لأنها طويلة نسبيا، ونكتفي بعرض تلخيص لأهمّ ما جاء فيها:

يَخلص الكاتب، في مقدمة مقاله، إلى أنّه لمّا كانت الابستمولوجيا (المشتقة من الكلمة اليونانية epistêmê بمعنى العلم و logos، بمعنى دراسة) دراسة للعلم، ولمّا كان لكلمة العلم عدة معان في لغة الحياة اليومية، فإنه يتعيّن تحديد معنى العلم المقصود في هذا العرض التقديمي للتيارات الابستمولوجية: إنه يُقصد بالعلم "مجموعة معارف، ودراسات ذات قيمة عالمية عامة، تتميّز بموضوع محدد ومنهج، وترتكز على علاقات موضوعية، يمكن التحقق منها"، وهو تعريف العلم في قاموس روبرت (Robert) [18].

1. التيارات الابستمولوجية الرئيسية

نقدّم، فيما يلي، التيارات الابستمولوجية الرئيسية المتّصلة بالنشاط العلمي كما صنّفها بيجين (Begin) [4] أو ألتيرز(Alters) [1]، أي العقلانية والتجريبية والوضعية والبنائية والواقعية، محاولين تقديم تعريف، دقيق بما فيه الكفاية، لكل منها، ولمحة مختصرة عمّا يترتّب عن التعريف المعتمد من آثار على البحث عن معارف جديدة، وأسماء بعض العلماء الذين تبنّوا مواقف تنسجم مع التعريف المتبنّى، وكذا الأولويات البيداغوجية المحتملة لمُعلم ينتسب إلى هذا التيار وتصوّره لدرس العلوم.

1.1. التيار العقلاني (القرن السابع عشر)

العقلانية، حسب ما جاء في قاموس التعليم الحالي [14]، تيار ابستمولوجي يعتبر أن "كل معرفة صحيحة مصدرها، بصورة أساسية، هذا إن لم يكن بصورة حصرية، العقل وحده". ويذهب بيجين [4] وألتيرز [1] وبلانشارد Blanshard [5]، إلى أنه من المعترف به عمومًا أن الفلاسفة اليونانيين مثل إقليدس Euclide (~ 300 ق.م) وفيثاغورسPythagore (475-965 ق.م) وأفلاطون Platon (428-347 ق.م)، قد انتهج جميعهم المنهج العقلاني بإعطائهم الأولوية للأفكار. وواضح أن إلحاق هؤلاء الفلاسفة اليونانيين بالتيار العقلاني إلحاق بعدي لأن التيار العقلاني لم تكن معالمه محدّدة في عهدهم. وفي زمن أقرب منّا من ذلك، رُبط اسما عالمي الرياضيات ديكارت Descartes (1596-1650) ولايبنتز Leibniz (1646-1716) وكذا اسم الفيلسوف كانط Kant (1724-1804) بهذا التيار الذي يفضّل التفكير بشكل عام، والاستدلال الاستنتاجي (أو التحليلي) بشكل خاص، أي الانطلاق من المجرّد إلى المحسوس كسبيل لإنتاج المعرفة.

ومن المهمّ أن نفهم هنا أن التجريب، بالنسبة للعقلانيين، مستبعد من آلية إنتاج معارف جديدة، فأقصى ما يمكن للتجريب (أو التفاعل والواقع) أن يفيد به هو التحقق ممّا قد تمّ استنتاجه، ليس إلّا. وبقدر ما يكون ما تمّ استنتاجه بديهيا، بقدر ما يصبح التجريب عديم الجدوى، لا طائل من ورائه، إذ أنّ مجموعة الاستدلالات الممكنة،

حسب العقلانيين، تشمل بالضرورة مجموعة التجارب الممكنة، والعقل وحده يكفي للفصل بين التجارب الممكنة في الواقع وتلك التي لا تكون ممكنة إلّا في عالم الخيال.

لقد كان للمعارف المتصلة بمجال الهندسة، تاريخيًا، دور مهم في توطيد المدرسة العقلانية وتأييدها. فعلى سبيل المثال، ذكرت موسوعة بريتانيكا (Britannica) [5] أن أفلاطون، في حواره المعنون مينون (Ménon)، قد أبرز الطّابع اليقيني والعام والفطري للمعرفة حين روى كيف نجح سقراط Socrate في تمكين عبد شاب، أمّي، من أن يبرهن على نظرية فيثاغورس، مُطبّقةً على قطر مربع، خطوة بخطوة، بدون أن يعلمه إيّاها. وفي وقت لاحق، في مطلع القرن السّابع عشر، تبنّى مخترع الهندسة التحليلية، عالم الرياضيات الفرنسي ديكارت، الموقف العقلاني بمحاولته تطبيق دقة الرياضيات ووضوحها في مجال الفلسفة (العلوم). ونفس النهج انتهجه الفيزيائي وعالم الفلك الإيطالي جاليليو Galilée (1564-1642)، على الرغم من تفطّنه لأهمية التجريب والملاحظة في البحث عن معارف جديدة (إذ كان هو نفسه قد رصد ملاحظات فلكية -ملاحظات كانت حاسمة- لأقمار كوكب المشتري ومراحل أطوار كوكب الزهرة) حين أكّد في كتابه "المختبِر" (L'essayeur) عام 1623 أن "كتاب الكون العظيم مكتوب بلغة الرياضيات. ولا يمكنك فهم هذا الكتاب إلا إذا تعلّمت أولاً لغته والأبجدية التي كُتب بها. إنّ حروفها هي المثلثات والدوائر وكل الأشكال الهندسية الأخرى التي بدونها يكون من المستحيل، بشريا، فكّ رموز أدنى كلمة".

هيمن التيار العقلاني، الذي غالبا ما يُنسب إلى أوروبا القارية، طوال القرن السّابع عشر. وعلى الرغم من كونه ليس بواسع الانتشار بين العلميين المعاصرين، إلّا أنه ما يزال يوجد عند بعض المنظّرين الذين يعتقدون أن كل صرح العلوم سيكون من الممكن، يومًا ما، استنتاجه من هندسة فضائية مؤسسة على بعض البديهيات الصرفة. وتنضوي تحت التيار العقلاني، من بين مدارس أخرى: الأفلاطونية التي تسلّم، حسب بارو Barreau [3]، "بوجود انسجام جبليّ أصيل في الطبيعة ينعكس بذاته في أذهاننا"، ونقدية كانط الذي يرى أن المعرفة تعتمد على بنى منقوشة بصورة قبلية في العقل البشري وهي التي تجعل من إدراك الواقع أمرا ممكنا.

إن مدرس العلوم، المنتسِب للتيار العقلاني سيميل، بداهة، إلى التأكيد على أهميّة الاستدلال (على حساب التجربة)، وربما ذهب به ذلك، في الحالات القصوى، إلى استبعاد التجريب تمامًا من تعليمه. فدرس العلوم، بالنسبة لهذا المُعلم، يتلخّص في سلسلة من التفكير التحليلي التي يجب على الطالب أن يتمكّن من فهمها وإعادة إنتاجها وامتلاكها.

2.1. التيار التجريبي (القرن الثامن عشر)

يتعارض التيار التجريبي جذريا والتيار العقلاني لِما ذهب إليه من أنّ كل المعرفة تأتي أساسًا من التجربة. ولقد رأى بوبر Popper [16]، في الافتراضات المعمِّمة للفيلسوف اليوناني أناكسيمين Anaximène (610-545 ق.م) نهج تفكير تجريبي. وواضح أن إلحاق هذا الفيلسوف بالتيار التجريبي إنّما هو إلحاق بعدي لأن التيار التجريبي لم تكن معالمه محدّدة في عهده، وأكّد من بعده، في مطلع الألفية، كوينتون Quinton [17]، أنّ الفلاسفة الإنجليز بيكون Bacon (1561-1626) ولوك Locke (1632-1704) وبيركلي Berkeley (1685-1753) مرتبطون بهذا التيار الذي يرى أنّ العلوم تتطوّر بفضل تجميع الملاحظات التي يمكن أن تُستنبط منها القوانين بواسطة الاستدلال الاستقرائي (أو التركيبي) الذي ينتقل من المحسوس إلى المجرد. فوِفق التجريبيين، يمكن للملاحظات أن تفي بوصف الواقع.

من المهمّ الفهم هنا أن الاستنتاج عند التجريبيين مُستبعَد من آلية إنتاج المعارف الجديدة، فهو لا يعدو أن يكون مرحلة مؤقتة تسمح بوضع فرضية أو تبسيط وصف جملة ملاحظات العلميين في وقت معين. يضاف إلى ذلك أنّ التجريبيين يعطون قدرًا أكبر من المرونة لتعريف كلمة الاستدلال، خاصة عندما يتعلّق الأمر بالاستدلال الاستقرائي.

ذلك لأن التجارب، من وجهة نظرهم، هي وحدها فقط المهمة حقًا في نهاية المطاف، فإن الغرض الوحيد من الاستدلال هو إنتاج أفكار تسمح بالقيام بتجارب جديدة. لذلك يفضّل التفكير الإبداعي عن التفكير الاستدلالي الدقيق المجرّد، وعليه فإنه ربما ينبغي لنا، حسب بارو [3]، أن نَصِف الاستقراء العلمي بالاحتمالي (abduction) أو بالتخمين الذي يجعل من الممكن، من خلال مجموعة من التجارب المعروفة، تخيّل تجارب جديدة. وحاصل القول إن الافتقار إلى الدّقة في الاستدلال عند التجريبيين لا يمنعه بالضرورة من الإسهام في تقدم المعارف، ما دامت الدّقة الوحيدة الحقيقية مستمدة من التجربة وما دامت الطبيعة ليست ملزمة بالضرورة بتقديم تبرير إلى العقل.

أسهمت أعمال نيوتن (1642-1726)، تاريخيًا، بشكل لافت، في إشعاع التيّار التّجريبي بإيلائها أهمية كبيرة للتجارب، فقد كتب نيوتن في مقدمة كتابه "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" أي الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية سنة 1686، أنّ ملاحظة الظواهر تسبق، في المعتاد، البرهان: "يبدو أن العبء الأثقل الملقى على كاهل الفلسفة (العلم) يتلخّص كله في: الانطلاق من ظواهر الحركات للبحث عن قوى الطبيعة، وبعدها، الانطلاق من قوى الطبيعة هذه، للبرهنة على ظواهر أخرى".

مكّن تطبيق هذه الطريقة نيوتن ومعاصريه من وصف القوى في الميكانيكا (على وجه الخصوص قوة الجاذبية)، وبناء نموذج جسيمي للضوء، ولقد استعمل كولوم Coulomb (1736-1806) بعد ذلك بقليل، نفس الطريقة للكشف عن القوة الكهربائية. ونذكر أنّ لافوازيي Lavoisier (1743-1794) -في مجال الكيمياء -قد استلهم، من عمل نيوتن حول الضوء، في وضعه أسس الكيمياء الحديثة باستحداث طريقة تجريبية تمكّن من الكشف عن العناصر الأساسية.

هيمن التيار التجريبي، الذي غالبًا ما يُنسب إلى البريطانيين، طوال القرن الثامن عشر ليفسح المجال بعده، شيئا فشيئا، إلى التيار الوضعي خلال القرن التاسع عشر. وما يزال هذا التيار الابستمولوجي موجودا بعض الشيء، بأشكال مختلفة، في أوساط العلميين المعاصرين. فداخل التيار التجريبي، تُصنّف:

- **المادية** (matérialisme) التي ترى بأن لا وجود لكل ما ليس بتجربة مادية مباشرة؛
- **الحسية** (sensualisme) التي ترى بأن كل المعرفة تأتي من الأحاسيس؛
- و**الأداتيه** (instrumentalisme) التي ترى بأنّ كلّ نظرية هي أداة، أداة للعمل ليس إلّا، فالنظرية لا تفيدنا في شيء في معرفة طبيعة الواقع.

يميل مدرس العلوم المنتسِب إلى التيار التجريبي إلى تأكيد أهمية التجريب من قِبل الطلاب من أجل إبراز القوانين التقريبية أو التحقق من الفرضيات. ويعتبر المنطق الذي يسمح باستنتاج هذه القوانين بدقة غير ضروري، وربما ذهب به ذلك، في الحالات القصوى، إلى الاستغناء عنه تماما في تعليمه. فدرس العلوم، بالنسبة إلى هذا المُعلم، يتمثل في سلسلة من التجارب الحاسمة التي يجب على الطالب أن يتمكّن من فهمها وإعادة إنتاجها وامتلاكها.

3.1. التيار الوضعي (القرن التاسع عشر)

على الرغم من كون فيجل Feigl [6] يذكر بأنّ الفيلسوف اليوناني سكتوس أمبيريكوس Empiricus Sextus (160-210)، الذي عاش حتى مطلع القرن الثالث، قد تبنّى موقفًا وضعيا بإصراره على تعليق كل الأحكام، إلّا أنّ التيار الوضعي يُنسب عمومًا إلى الفيلسوف أوغست كونت Auguste Comte (1718-1857) وإلى الفيزيائيين ماخ Mach (1838-1916)، وبريدجمان Bridgman (1882-1961) وبور Bohr (1885-1962).

إن هذا التيار مستلهم من التيار التجريبي من حيث كونه لا يولي عناية إلّا للأحداث الملحوظة، لكنه، مع ذلك، يعترف بأهمية الاستدلال إذ يقر أن العلوم تسعى جاهدة، لتوظيف الحساب الرياضي، للرّبط بين المعطيات التجريبية بأبسط صورة ممكنة (بيجين [4]). تظهر هذه المزواجة بين التفكير والتجربة بالفعل بشكل واضح جدًا في التعريف

الذي قدّمه أوغست كونت في عام 1820 وأورده كريمر ماريتي Kremer-Marietti [9]: "إنه إذا كان من الصحيح أن العلم لا يصبح وضعيا إلّا باعتماده، بصورة حصرية، على الأحداث المرصودة، والتي يكون ثبات صحتها مقبولا بشكل عام، فممّا لا جدال فيه أيضا [...] أن فرعا من معارفنا لا يصبح علمًا إلّا حين يمكن ربط جميع الأحداث، التي تؤلف قاعدته الأساسية، بواسطة فرضية".

وتجدر الإشارة إلى أن الوضعيين يصرون على دقة الاستدلال الاستقرائي الذي يمكّن الانتقال من الأحداث إلى الفرضيات. وهكذا، طوّر الوضعيون، مثل الفيلسوف والاقتصادي ستيوارت ميل Stuart Mill (1806-1873) وعالم الوراثة فيشر (Fisher) (1890-1962)، طرقًا استقرائية، بناءً على الاحتمالات والإحصاءات، للخلوص إلى قوانين محتملة انطلاقا من مجموعة من القياسات. غير أنه، لا مناص من الإقرار، حسب بارو [3]، بأنه لا يوجد، حتى يومنا هذا، منطق استقرائي دقيق لا ينطوي على جزء تقليدي اصطلاحي صرف. وبما أنه لا غنى (عند الوضعيين) عن الاستدلال الاستقرائي لتطور العلم (وفقًا لمقولة أوغست كونت الشهيرة "نرى كي نتنبّأ")، فإنّ النظريات المنتَجَة ليس لها من قيمة في حدّ ذاتها سوى تلك الناجمة عن ارتباطها بالواقع. إنّها لا تفيدنا بشيء عن الواقع غير ذلك الذي تنطوي عليه الأحداث. ومن ثمّ، فـ "العلم، عند الوضعيين، يصف الـ "كيف" في ظواهر الأشياء دون أن يكون قادرًا على قول أي شيء عن سببها الـ "لماذا" [14].

تاريخيًا، يُعتبر هذا التمييز الواضح جدًا بين الملاحظات (كيف) والنماذج الرياضية (لماذا) مهمًا بشكل خاص في فهم ما دفع بالوضعيين إلى الابتعاد عن التجريبيين. فعلى سبيل المثال، أثار العمل التجريبي لدالتون Dalton (1766-1844)، الذي أسس علم الذرة، السؤال الأساسي عن الوجود الفعلي للذرات. لقد اعتقد التجريبيون آنذاك عمومًا أن الذرات، نظرًا لكونها ضرورية لشرح النتائج التجريبية، موجودة بالفعل وعارض الوضعيون بشدة وجود الذّرات لأنها لم تكن ملحوظة بشكل مباشر: كانت الذرات نماذج (لماذا) لشرح التجارب (كيف). والنماذج بالنسبة للوضعيين، مجرد إنشاءات بشرية ليس لها، في حد ذاتها، من فائدة على الإطلاق إلّا فائدتها العملية. وهكذا عارض الوضعيون بشدة كلّ ما لا تمكن ملاحظته بشكل مباشر في النماذج العلمية، ومثل عن تلك النماذج عند الوضعيين حسب فيجل [6]:

- **اللامتناهيات في الصغر**، التي استخدمها نيوتن في حسابات حركة الأجسام التي تمارس عليها قوى، على أنها مجرد كائنات رياضية مصطنعة؛
- **الفراغ بين الذرات** لا يمكن أن يوجد، ففُضّل عليه وسط حقيقي: الأثير؛
- لا يمكن أن يكون **مفهوم المكان والزمان المطلقين** اللذين استخدمهما نيوتن حقيقيًا، فإنّه لابد دائمًا من قياس المكان والزمان بالنسبة إلى شيء مادي.

إنه، لمّا كان ليس للنماذج قيمة في حد ذاتها، فذلك يفتح الباب، من وجهة نظر الوضعيين، أمام احتمال أن تفسِّر عدة نماذج مختلفة (وربّما متناقضة)، بنفس الفعالية، نفس الملاحظات. وهكذا، فإن ظهور التيار الوضعي شجّع، على نحو ما، تعدّد النماذج. ويعد الجدل حول النموذج الجسيمي للضوء الذي اقترحه نيوتن والنموذج الموجي الذي اقترحه فرينل Fresnel (1788-1827) مثالًا على ذلك.

غالبًا ما يُقرن التيار الوضعي بميل مفرط إلى التصنيف والتنظيم. فالوضعيون، على سبيل المثال، ينزعون إلى الاعتقاد بوجود منهج تجريبي عام، مؤلف من مراحل معلومة، يضمن تقدم العلوم. ويُقرن التيار الوضعي أيضًا بفكرة تبعية العلوم لبعضها البعض وفقًا لتصنيف دقيق، كما يقرن بفكرة ترتيب عام للمعارف وللمجتمع البشري. وأدت الأطروحات المبتورة عن الوضعية، في الحالات القصوى، إلى ظهور الأيديولوجية العلموّية (نزعة علمية مغالية).

هيمن التيار الوضعي طيلة القرن التاسع عشر وما يزال موجودا حتى أيامنا هذه في الأوساط العلمية، لا سيما بين مؤيدي فيزياء الكم الذين يستخدمون الاحتمالات والإحصاءات على نطاق واسع للربط بين ملاحظاتهم وتوقعاتهم. وتُصنف ضمن التيار الوضعي، وفقًا لكريمر ماريتي [9]:

- تقليدية بوانكاري Poincaré (1854-1912) التي تعتبر أن الفرضيات ليس لها قيمة معرفية في حد ذاتها؛
- براغماتية جامس James (1842-1910) الذي يؤكد، حسب لموانى Le Moigne [13]، أن "الحقيقي يتلخص ببساطة فيما هو مفيد للفكر"؛
- الوضعية المنطقية لكارناب Carnap (1891-1970) التي تقول إن العمليات المعرفية لإنشاء التمثيلات يجب أن تكون قابلة للبناء أو إعادة البناء.

تُعدّ الوضعية المنطقية أحيانًا كإحدى المقدّمات المهّدة للتيار البنائي.

يميل مدرس العلوم، الذي ينتمي إلى التيار الوضعي، إلى الإقرار بأهمية التكامل بين التجريب والاستدلال في تعليم التلميذ، مع التركيز على المسعى الذي يتيح إمكان تحليل مجموعة من القياسات إحصائيا للحصول على نموذج بسيط، ما أمكن ذلك. ودرس العلوم، بالنسبة إلى هذا المُعلم، سلسلة من التجارب التي يجب أن يتمكّن الطالب من فهمها وإعادة إنتاجها وإتقانها وربطها منطقيًا ببعضها البعض عن طريق استدلال استقرائي دقيق.

4.1. التيار البنائي (القرن العشرون)

يمكن للمرء، حسب لموانى [13]، أن يجد عند السفسطائيين اليونانيين بعض الأفكار التي من المصوّغ إلحاقها بالموقف البنائي، ويضرب مثلا على ذلك: تصور غموض الواقع عند هيراقليطس Héraclite (480-550 ق.م) ومقولة بروتاغوراس Protagoras (410-485 ق.م) "الإنسان هو مقياس كل شيء". وواقع الأمر أنّ التيار البنائي بمفهومه الشائع، لم يظهر إلّا في القرن العشرين، وهو يُنسب عادة إلى عالم الرياضيات الهولندي بروير Brouwer (1881-1966) الذي استعمل مصطلح البنائية لتحديد موقفه من مسألة الأُسس في الرياضيات التي تعارض الموقف الشكلي لهيلبرت Hilbert (لارجوات Largeault [11]). ولعلّه يكون من المناسب هنا، لتعميق تفكيرنا حول العلوم، وتحديدًا، حول مفهوم الموضوعية، تقديم مسألة أُسس الرياضيات بإيجاز شديد.

هل يمكننا تقعيد كل الرياضيات على نظام واحد متماسك ومتكامل؟ عادة ما يُصنّف علماء الرياضيات الذين حاولوا الإجابة عن هذا السؤال إلى ثلاث مدارس:

- المدرسة اللوجستية التي تحاول بناء كل الرياضيات على منطق الجمل؛
- والمدرسة الشكلية التي تحاول إثبات تماسك كل المسلمات الأساسية للرياضيات؛
- والمدرسة البنائية التي لا تعدّ صحيحا إلّا ما يمكن بناؤه (في عدد محدود من المراحل) انطلاقا من أفكار يقبل الحدس بصحّتها.

ولقد واجهت المدرستان، الأولى والثانية، كما يشير إلى ذلك بارو [3]، عقبات عديدة مستعصية. وبالفعل، فلقد لاحظ أتباع المدرسة اللوجستية استحالة تحديد منطق بناء الرياضيات تحديدا تامّا دون اللجوء إلى نتيجة مستمدّة من الرياضيات ذاتها. أمّا بالنسبة لأصحاب المدرسة الشكلية، فلقد بيّن جودل Gödel، عام 1931، أن أي نظرية، قوية بما يكفي لتكون قادرة على احتواء نظرية الأعداد الصحيحة، لا يمكن إثبات تماسكها. ويمكن القول في نهاية المطاف، إن المدرسة البنائية نفسها كان عليها أن تقر، مكرهة، بأنه لا يمكنها تغطية مجال الرياضيات الكلاسيكية بأكمله، بمجموعة واحدة. لذلك يبدو من المستحيل توحيد الرياضيات في نظام متماسك وكامل لا يحتوي على مركبة

ذاتية يسمّيها البنائيون الحدس. فكما استخلصه بارو [3]، "ترتكز الرياضيات على ركيزتين، الحدس والمنطق، [...] أولى الخطى نتاج الحدس، ويأتي من بعد المنطق".

لقد تبنى عالم النفس السويسري بياجي Piaget (1896-1980) الموقف البنائي في الستينيات لشرح أساس المعرفة. وفعلا فإنّ بياجي وجارسيا Garcia يريان أنّ "الحقيقة هي [...] دائمًا حاصل تركيب، بين جزء توفره الأشياء، وجزء آخر يبنيه الملاحظ الراصد".

وخلاصة القول إنّ التيار البنائي، بتأكيده على غلبة الجانب البنائي في المعارف عموما والمعارف العلمية خصوصا، يلقي بظلال الشك على إمكانية الحصول دائمًا على علاقات موضوعية تُبنى عليها العلوم. إن انعدام وجود علاقة موضوعية يبطل، بداهة، كل عملية شكلية للتحقق ويجعل تطبيق معيار بوبر بالدقة المرجوة أمرا مستحيلا. إن التيار البنائي، بتخلّيه عن الموضوعية، يسوّي بين المعرفة العلمية وأي معرفة أخرى ويرى بأن العلوم تبني (بدلاً من أن تكشف) حقيقة محتملة انطلاقا من تجارب معرفية متعاقبة.

إنّ البنائيين لا يرفضون حسب لاغوشال Larochelle وديسوتال Désautels [12]، وجود واقع مطلق، لكنهم يؤكدون أنه لا يمكن معرفته. ولتوضيح هذه النقطة، يستعمل المؤلفون التشابه مع المفتاح: "تتناسب المعرفة والواقع مثلما يتناسب المفتاح والقفل. وينطبق التناسب على المفتاح لا على القفل. أي بعبارة أخرى، إنه يمكنني وصف المفتاح دون أن يكون بإمكاني وصف القفل. [...] وكما أن المفتاح لا يعيد إنتاج القفل، فإن المعرفة لا تعيد إنتاج الواقع أيضًا".

يحتل التيار البنائي، الذي لم يكد يكن له ذكر في الأوساط العلمية التقليدية، مكانة هامة في علم النفس والتعليميات حيث يُستعمل مصطلح البنائية في عدة مستويات مختلفة، بمعان متقاربة، ذات صلة فيما بينها (استولفي وآخرون Astolfi et al. [2]). فعلى سبيل المثال، نجد مصطلح البنائية في علم النفس يستعمل لوصف النموذج المعتمد لفهم النشاط المعرفي لموضوع ما، بينما يُستعمل نفس المصطلح في التعليميات لوصف طرق تدريس معينة يكون فيها التلميذ في قلب عملية التعلم. وإلى جانب هذا الاستعمال للمصطلح نجد الاستعمال الابستمولوجي الذي يصف تصوّر بعض المعلمين وعلماء النفس والأساتذة للعلوم بشكل عام.

يُصنف ضمن التيار البنائي، حسب لاغوشال وديسوتال [12]:

- **البنائية الشخصية** التي ترى أن "العلم لا يمكن أن ينتقل بشكل تلقائي، وأنه يجب أن يُبنى بناء بمشاركة نشطة للمتعلم"،
- و**البنائية الراديكالية** التي تتبنّى التعريف السّابق وتضيف إليه "ينبغي أن يُنظر إلى عملية التعلم على أنها وظيفة تكييفيه تعمل على تنظيم عالم التجربة بدلاً من اكتشاف الواقع الوجودي".

يميل مدرس العلوم ذو النزعة البنائية إلى التأكيد على الطابع الجزافي أو الذاتي للنماذج العلمية، مما يشجع الطالب على بناء معرفته الخاصة. وبالنسبة لهذا المُعلم، فإن التجريب يستخدم فقط للتحقق من التماسك الداخلي للبناء. ودرس العلوم، بالنسبة إليه، سلسلة من نماذج معترف بها حاليًا في الوسط العلمي، نماذج يجب أن يتمكن الطالب من فهمها وبنائها وإتقانها. وواضح أن المُعلم الذي يتبنى المنظور البنائي للعلم سيميل أيضًا إلى تبني عمليات التدريس البنائية التي تضع الطالب في قلب عملية التعليم.

5.1. التيار الواقعي (القرن العشرين)

يكون الفيلسوف اليوناني أرسطو Aristote (384-322 ق.م)، حسب بيجين [4] -لاهتمامه ببناء بعض نماذجه استنباطا من ملاحظاته المنهجية للطبيعة-قد تبنى موقفا يمكن وصفه، بعديا، بالموقف الواقعي. والواقعية ترى أن النماذج العلمية تقديرات تقريبية لواقع موضوعي موجود بشكل مستقل عن الملاحظ أو الراصد. إنّ هذا التيار،

يختلف عن العقلانية والتجريبية والوضعية، لكونه لا يخصّ مقاربة بعينها بتطوير المعرفة، فهو يقر بتكامل المقاربات المختلفة.

ويرى أوينز Owens وستاركي Starkey [15]، أن الفيزيائيين بلانك Planck (1858-1947) وآينشتاين (1879-1955) ينتميان عمومًا إلى هذا التيار استنادا إلى ردّ فعل هذا الأخير: "الله لا يلعب النرد" مقارنة بالموقف الوضعي لبور الذي يرى أن الارتياب الكمّي، خاصية جوهرية للواقع، لأنه دائمًا مقدار مقيس.

إنّ ما يميز الواقعية عن البنائية هو إقرارها بوجود واقع تنزع النماذج العلمية (التي هي أيضًا بنايات بشرية) إلى وصفه. فبدلا من المقولة "الراصد يبني الواقع" عند البنائية الراديكالية، تقول الواقعية "الراصد جزء من الواقع". وهذا التمييز جد مهم، لأن الموقف الواقعي، مع اعترافه بالطابع ذي الدرجة الكبيرة من البناء للمعرفة العلمية، يقر بوجود آلية لتخيّر هذه المعارف تتوافق والتفاعل مع الواقع بهدف توقّعه. وبالتالي، يمكن هنا تطبيق معيار بوبر بكل دقة، حتى وإن كان للمعرفة العلمية مُركبة ذاتية، ما يعني أن ردّ فعل الواقع يتّسم دائما بالاتساق (بقدر ما يكون الواقع متسقًا) بصرف النظر عن النموذج المختار لوصفه.

من المهم أن نلاحظ هنا أن الموقف الواقعي، لعدم اعتماده آلية محدّدة لبناء المعرفة العلمية، لا يمكنه أن يدّعي أنّ العلوم تتقدّم بمحاولتها وصف الواقع، فإنّه، في أفضل الأحوال، إذا كانت دقة التوقعات تزداد، فإنّ بناء النموذج، الذي يجعل من الممكن إنتاج هذه التوقعات، يظل ذاتيا، تماما كما كانت عليه الحال من ذي قبل. وهكذا، تنضوي النظريات تحت مناويل ناتجة عن الاتفاق الضمني والذاتي للمجتمع العلمي (كوهن Kuhn [10]، شرح جاروسون Jarroson، [8]).

تاريخيًا، ساهم عمل ميكلسون Michelson (1852-1931) فيما يتعلق بسرعة الضوء وعمل آينشتاين فيما يتعلّق بالنسبية عام 1905 في التقليل من تأثير المدرسة الوضعية (لصالح الموقف الواقعي) وذلك من خلال التشكيك بجدية في ضرورة مفهوم الأثير الذي ما انفك الوضعيون يدافعون عنه حتى ذلك الحين. وعزّزت نفس المنحى، أعمال رذرفورد Rutherford (1871-1937) المتعلقة بنواة الذرة وأعمال بور حول مدارات الإلكترونات حول النواة التي تؤكد فرضية الوجود الفعلي للذرات التي عارضها الوضعيون. وفي هذا السياق، نشير إلى أنّ الموقف الواقعي يختلف عن الموقف الوضعي من حيث كونه يعترف ببعض الواقعية في النماذج المُطَوَّرَة التي يُقصد بها أن تكون تقريبات، أكثر فأكثر دقة، لواقع واحد.

تكون النزعة الواقعية، حسب ألتيرز [1]، موجودة بقوة لدى العلميين المعاصرين وهي أيضًا تمثّل وجهة النظر السائدة بين فلاسفة العلوم. ويرى بيجين [4] أنّ هذا التيار الابستمولوجي، محصّلة للمواقف المعتدلة لتيارات ابستمولوجية مختلفة ويبدو وكأنه الرؤية الأكثر أصالة بما له صلة بالعلم المعاصر. ينضوي تحت التيار الواقعي، دائما وفقًا لبيجين، **الواقعية الساذجة** المرتبطة بـ "النزعة إلى اتخاذ النموذج كواقع" و**الواقعية النقدية** التي ترى أن "النظريات العلمية تقريبات متتالية للواقع".

يميل مدرس العلوم، الذي ينتسب إلى المدرسة الواقعية، إلى التأكيد على الأدوار التكاملية بين الاستدلال الاستقرائي والاستدلال الاستنتاجي والتجريب في البحث عن معارف علمية جديدة، وإلى التأكيد أيضا على الفروق بين النماذج (التي ينتجها العلميون) والواقع (الموجود بشكل مستقل عن النماذج)، وكذا الإقرار بوجود مركبة ذاتية، خلّاقة مبدعة، في تطوير النظريات العلمية. وتكون دروس العلوم، بالنسبة لهذا المُعلم، سلسلة من التجارب وإعمال الفكر والنماذج، سلسلة يجب على التلميذ أن يتمكّن من فهمها وبنائها وإتقانها ليصبح قادرا على توقّع سلوك الوسط المحيط به.

2. تقارب عبر التاريخ بين التيارات الابستمولوجية المقدّمة

عندما نحلّل، تاريخيًا، تطور التيارات الابستمولوجية التي عرضناها، يمكن أن نلاحظ أنه، على الرغم من التناقضات بين المواقف الراديكالية للتيارات المختلفة، فإن المواقف المعتدلة تميل إلى التلاقي مع تعاقب الزمن. فبالفعل، إنّه يمكن النظر إلى الوضعية في القرن التاسع عشر (التي تحتكم إلى التجربة والمنطق) على أنها موقف وسطي بين عقلانية القرن السابع عشر وتجريبية القرن الثامن عشر. وكذلك، يمكن اعتبار البنائية والواقعية في القرن العشرين كرد فعل عن السذاجة المنهجية للوضعية. إن هذين التيارين (البنائية والواقعية)، في مظهرهما المعتدل، يؤكد كلاهما على الطابع الذاتي والبنائي للنماذج العلمية ويقرّان بوجود واقع مستقل عن النماذج. وبطبيعة الحال، فإنّه لم يحدث بعد توافق كليّ بين مختلف التيارات حول جميع النقاط، وبالتحديد، فيما يخبرنا به المفتاح عن القفل، غير أنه، ربما يمكننا، أن نأمل أننا نشهد تقاربا على صعيد الأفكار.

3. حدود التصنيف المقدّم

على الرغم من تردّد المصطلحات المستعملة سابقًا لتسمية مختلف التيارات الابستمولوجية في معظم النصوص ذات الصلة بالموضوع، إلّا أنه لا مناص لنا من الإقرار بأنّ هذه المصطلحات لا تقرن دائمًا بنفس المعنى. فعلى سبيل المثال، يُعرِف استولفي وآخرون [2] العقلانية التطبيقية (كما عند باشلار) على أنها موقف وسطيّ بين المثالية (مصدر المعارف الحصري عمل الفكر) والتجريبية (مصدر المعارف تراكم الأحداث)، ومن السّهولة بمكان (في هذه الحالة) أن ندرك أنّ المثالية من منظور استولفي تتوافق والعقلانية كما جاءت في تصنيفنا، وأن العقلانية من منظور استولفي وآخرين تتوافق والواقعية كما جاءت في تصنيفنا. ولذلك يتعيّن، عند الرجوع إلى النصوص حول الابستمولوجيا، التأكد دائمًا من التعريف الذي يقرنه المؤلفون بكل مصطلح يستخدمونه.

هذا، ومن ناحية أخرى، فإنّ تصنيفنا هذا ثمرة جهد تفكير طويل لفلاسفة وعلماء ومختصين في التعليميات حول تاريخ العلوم ولا يتوافق بالضرورة والفكرة التي يكوّنها، تلقائيا، رجل عِلمٍ ما على العلم.

إنّه يمكن، كما يشير إلى ذلك ألتيرز [1]، أن يتوقف تصوّر العلم لدى عالمٍ على الموضوع: فقد تكون لديه، على سبيل المثال، ميول إلى التيار الوضعي عندما يتعلق الأمر بتفسير فيزياء الكم وميول إلى التيار العقلاني عندما يتعلق الأمر بتفسير انحناء الفضاء-زمن. وحاصل القول، إن التصنيف الذي اعتمدناه صورة لميول المجموعة العلمية بشكل عام، وعلى الرغم من كوننا نربط عالمًا مشهورًا واحدًا على الأقل بكل تيار، فذلك لا يبيح لنا أن نستنتج أنه يمكننا ربط تيار ابستمولوجي واحد بكل عالم. فنذكر، على سبيل المثال، أنّ نيوتن الذي نسبناه إلى التيار التجريبي (الذي هيمن في عصره)، يُنسب أيضًا أحيانًا إلى التيار الواقعي.

وتنشأ صعوبة إضافية عند محاولة تحديد التصوّر الذي يكوّنه الأساتذة عن العلم، لأنهم ليسوا معنيين في المعتاد بمجال محدّد من البحث العلمي. إنّ دورهم يتلخص أساسا في تقديم العديد من النظريات العلمية التي غالبًا ما يكون انتسابهم الابستمولوجي إليها غير واضح المعالم. ويمكن أن يؤدي هذا إلى ارتباك من المحتمل أن يكون مردّه إلى أن العديد من مُعلمي العلوم غير قادرين على صوغ مفهوم للعلم يكون، في نفس الوقت، عميقا ومتماسكا (جلاجهير Gallagher [7]). لذلك غالبًا ما يكون من الصّعوبة بمكان تحديد انتساب أستاذ إلى تيار ابستمولوجي معين، ومن الصعب جدًا أيضا قياس آثار هذا الانتساب على دروسه.

الخاتمة

قدّمنا في هذه الوثيقة، التيارات الابستمولوجية الخمسة الرئيسية، وهي العقلانية والتجريبية والوضعية والبنائية والواقعية. وقد لاحظنا أن كل تيار منها يقترح تصوّرًا للعلم مميّزا وأن هذا التصور لا يتفق دائمًا مع التصورات التي تقترحها التيارات الأخرى.

إنه ينبغي ألّا نفاجأ-انطلاقا من كون أنّ رجل علم معيّنا لا ينتمي بالضرورة إلى تيار ابستمولوجي واحد-إن نحن وجدنا أنّ تصوّر مُعلم العلوم للعلم ليس بالمنسجم دائمًا وأنّه ليس من السّهل إثبات انتماء معلم لهذا التيار الابستمولوجي أو ذاك، ومن ثمّ، فإنه يمكننا أن نفهم، أنّه من الصعوبة بمكان، قياس آثار انتساب مُعلم إلى تيار ابستمولوجي على دروسه.

إنّ كل ما يمكن الحصول عليه، هو صورة للأولويات البيداغوجية وتصور لدروس العلوم متساوقة وانتماء المُعلم إلى تيار معين. وما يمكن أن نأمله، لفائدة الطلاب، هو أن يتفق العلماء والفلاسفة والمعلمون على تصور للنشاط العلمي حتى يتمكّن الطّلاب من اكتساب رؤية موحّدة ومتماسكة للعلم.

ملخص للتيارات الابستمولوجية الرئيسية

التيار	الوصف	الميول البيداغوجية	الفيلسوف أو العالم
العقلانية (القرن السابع عشر)	كل المعرفة الصحيحة تأتي أساسًا من إعمال العقل.	التأكيد على أهمية الاستدلال العقلي على حساب التجريب	أفلاطون (428-347 ق.م) ديكارت (1596-1650) لايبنتز (1646-1716) كانط (1724-1804)
التجريبية (القرن الثامن عشر)	كل المعرفة الصالحة تأتي أساسًا من التجربة.	التأكيد على أهمية التجريب على حساب الاستدلال.	أناكسيمين (610-545 ق.م) بيكون (1561-1626) لوك (1632-1704) نيوتن (1642-1726) بيركلي (1685-1753)
الوضعية (القرن التاسع عشر)	يتقدم العلم بناءً على الحقائق المقيسة التي يستخلص منها النماذج بواسطة الاستدلال الاستقرائي الدقيق. لا وجود لما لا يمكن قياسه بشكل مباشر.	الاعتراف بالأهمية التكاملية بين التجريب وعمل الفكر بالتأكيد على المنهج العلمي الذي يمكن من تطوير العلم.	سكتوس أمبيركوس (160-210) كونت (1718-1857) ستيوارت ميل (1806-1873) ماخ (1838-1916) بريدجمان (1882-1961) بور(1885-1962) كارناب (1891-1970)
البنائية (القرن العشرين)	المعرفة العلمية (الملاحظات والنماذج) هي بنيات ذاتية لا تخبرنا بشيء عن الواقع.	التأكيد على الطبيعة الجزافية الذاتية للنماذج العلمية بتشجيع الطلاب على بناء معارفهم.	هيراقليطس (550-480 ق.م) بروتاغوراس (485-410 ق.م) بروير(1881-1966) بياجي (1896-1980)

الواقعية (القرن العشرين)	النماذج العلمية هي بنيات تهدف إلى التنبؤ ببعض جوانب الواقع الموضوعي الموجود بشكل مستقل عن الراصد.	التأكيد على الفرق بين النماذج التي أنشأها العلماء والواقع الموجود بشكل مستقل عن النماذج. النماذج عبارة عن تقديرات تقريبية متتالية للواقع.	أرسطو (384-322 ق.م) ريد (1710-1796) بلانك (1858-1947) آينشتاين (1879-1955) راسل (1872-1970)

يتضمّن الجدول اسم التيار الابستمولوجي، والزمن الذي ساد فيه، وسمته الغالبة، والميول البيداغوجية الملحوظة المصاحبة له وكذا بعض أسماء الفلاسفة أو العلماء المرتبطين به.

- العنوان الأصلي للمقال المترجم ورابطه: "Épistémologie et enseignement des sciences" (2005) https://bit.ly/3hD7sTi

مراجع

[1] Alters, B.J., Whose Nature of Science ? Journal of Research in Science Teaching, 34(1), 39-55, 1997.
[2] Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J., Mots-clés de la didactique des sciences, De Boeck, Paris, 1997.
[3] Barreau, H., L'épistémologie, PUF, Paris,1995.
[4] Begin, R., Conception de la science et intervention pédagogique, Spectre, 26(2), 10-16, 1997.
[5] Blanshard, B., "Rationalism", Encyclopaedia Britannica, 2001. https://www.britannica.com
[6] Feigl, H., "Positivism", Encyclopaedia Britannica, 2001. https://www.britannica.com
[7] Gallagher, J.J., Prospective and Practicing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science", Science Education, 75, 121-133, 1991.
[8] Jarrosson, B., Invitation à la philosophie des sciences, Seuil, Paris, 1992.
[9] Kremer-Marietti, A., Le positivisme, PUF, Paris, 1993.
[10] Kuhn, T.S., La structure des révolutions scientifiques, Flammarion, Paris, 1983.
[11] Largeault, J., L'intuitionnisme, PUF, Paris, 1992.
[12] Larochelle, M. et Désautels, J., Autour de l'idée de science, Sainte-Foy, Presses de l'Université Laval, 1992.
[13] Le Moigne, J.-L., Les épistémologies constructivistes, PUF, Paris, 1995.
[14] Legendre, R., Dictionnaire actuel de l'éducation, Guérin, Montréal, 1993.
[15] Owens, J. et Starkey, H., "Realism", Encyclopaedia Britannica, 2001. https://www.britannica.com
[16] Popper, K., Conjectures et réfutations, Payot, Paris, 1985.
[17] Quinton, A. M., "Empiricism", Chicago, Encyclopaedia Britannica, 2001. https://www.britannica.com
[18] Robert, P., Le nouveau petit Robert, S.N.L., Paris, 1995.

معلوماتيـــــــة

المعالجة الآلية للغة

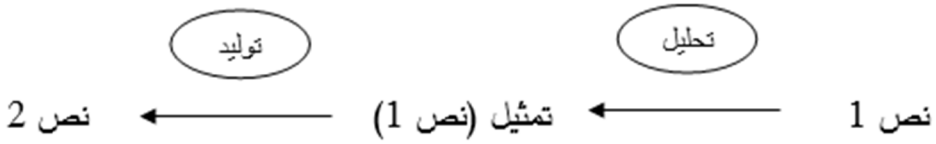
رضا زبدي
أستاذ بقسم الإعلام الآلي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
reda.zebdi@g.ens-kouba.dz

ما كنا نشاهده في أفلام الخيال خلال العقود السابقة بدأ يظهر في الواقع: روبوتات تحاور البشر، ترجمة فورية، بحث عن المعلومات بواسطة الصوت والصورة، التعرف على الحروف والكلام، إلخ. تمثل كل تلك الظواهر ثمرة أبحاث ودراسات دامت لسنوات ومرت بمراحل من البحث والتطوير في مجال من مجالات البحث المعلوماتي، يطلق عليه: المعالجة الآلية للغة.

1. ما المقصود بالمعالجة الآلية للغة؟

تعدّ المعالجة الآلية للغة Natural Language Processing من مجالات البحث متعددة التخصصات في ميدان المعلوماتية، والتي تُصنف في إطار الذكاء الاصطناعي. فهي محاكاة لنشاط الإنسان اللغوي (قراءة، كتابة، حوار، فهم، ترجمة، إلخ)، حيث تدرس كيفية استخدام أجهزة الحاسوب لفهم وتحليل وتوليد النصوص المكتوبة أو المنطوقة باللغة البشرية، وذلك بهدف إنتاج برامج حاسوبية مفيدة.

يُقصد بالمعالجة في هذا المجال، تحويل معطيات لغوية (نصوص) من صيغة لأخرى (تصحيح، تلخيص، ترجمة، إلخ)، وذلك بتحليلها ثم تمثيلها بشكل يسهل على الحاسوب استعماله، ثم توليد النص المطلوب.



تعتمد المعالجة الآلية للغة على عدد من التخصصات، من بينها: علم الحاسوب، اللسانيات، الرياضيات، الإلكترونيك، الذكاء الاصطناعي، وحتى علم النفس وعلم الاجتماع في بعض الأحيان.

2. أهداف المعالجة الآلية للغة

هناك هدفان للمعالجة الآلية للغة، الأول نظري والثاني تطبيقي:

- الهدف النظري هو التحقق من النظريات اللسانية ودراسة كيفية التواصل بين البشر حيث يُستعمل الحاسوب لمحاكاة قدرات الإنسان لفهم وتوليد نصوص اللغة. تُقارن بعد ذلك النتائج بالأداء البشري من أجل التحقق من النظريات المدروسة.
- الهدف التطبيقي هو إنتاج تطبيقات تجارية، مثل: الترجمة الآلية، تلخيص النصوص، استرجاع المعلومات، التعرف على الكلام، إلخ.

3. نبذة تاريخية

كانت التطبيقات الأولى في مجال المعالجة الآلية للغة متعلقة بالحوار الآلي، وذلك عندما أسس آلان تورينغ Alan Turing في الخمسينيات من القرن الماضي ما يسمى باختبار تورينغ الذي يقيس درجة ذكاء الآلة، إذ يقوم شخص بالتحاور كتابة، تارة مع حاسوب وتارة مع شخص آخر دون أن يدري في كل مرّة أيهما سيجيبه، وإذا لم يستطع التمييز بين أجوبة الحاسوب وأجوبة الإنسان يكون الحاسوب قد نجح في الاختبار.

في عام 1952، أُقيم أول مؤتمر حول الترجمة الآلية أيام الحرب الباردة بين أمريكا والاتحاد السوفييتي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT). وفي سنة 1954، أُنجز أول مترجم آلي روسي إنجليزي في عدد من المجالات، منها السياسة والحقوق والرياضيات. بعد ذلك، وفي عام 1964، واعتمادا على أعمال تورينغ، تم إنشاء المحاور الآلي "إليزا" ELIZA بهدف العلاج النفسي، وهو تطبيق يحاكي عمل المستشار النفسي.

في فترة الستينيات كانت هناك خيبة أمل لسببين : 1) التعقيد الشديد للغة البشرية؛ 2) محدودية التجهيزات آنذاك من حيث سعة الذاكرات وسرعة المعالجات. فلم تكن التجهيزات كافية لإنتاج مثل هذه البرمجيات، حيث استثمرت مبالغ باهظة والنتائج لم تكن فعالة.

وقد ظهر خلال السبعينيات ما يسمى بعلم التوصيف (الأنطولوجيا) الذي يُعنى بطريقة هيكلة وتنظيم المفاهيم في مجال معين بهدف تمثيل المعارف وتخزينها في الحاسوب. ذلك ما سهل تمثيل المعنى وفك اللُبس عند معالجة اللغة. كما ظهرت إبان تلك الفترة الأنظمة الخبيرة التي هي محاكاة لعمل الخبراء في مختلف المجالات، وذلك بتمثيل المعارف وتحديد قواعد لإنتاج معارف جديدة، حيث ساهمت كثيرا في تطوير عدة برمجيات في المجالات التي لها علاقة باللغة.

وفي القرن الحالي، ومع تطور الأجهزة وشبكات الاتصال وزيادة سعة وسرعة الحواسيب وانتشار الحواسيب الشخصية، حدث تطور هائل في معالجة وفهم النصوص. ومع الكمّ الهائل للمعلومات المنتشرة على الشبكة العالمية، أصبح من الضروري تطوير تطبيقات قادرة على تحليل واستغلال كل هذا الكمّ من المعطيات (Data mining)، كما انتشرت تطبيقات المعالجة الآلية للغة على شبكة الانترنت وفي الهواتف الذكية انتشارا منقطع النظير.

4. مستويات المعالجة الآلية للغة

اتفق علماء اللغة على أن اللسانيات هي الدراسة العلمية للغة بكل مستوياتها. والمعالجة الآلية للغة هي دراسة وتحليل اللغة بواسطة الحاسوب، فهي كما قلنا محاكاة لدراسة الإنسان للغة، وهي تهدف إلى تحليل اللغة في كل مستوى من مستوياتها الستة من أجل تحقق الفهم الشامل للغة:

- المستوى الصوتي Phonetics الذي يتعامل مع النطق؛
- المستوى الصرفي Morphology الذي يتعامل مع أصغر أجزاء الكلمات التي تحمل معنى، واللواحق والبادئات؛
- المستوى المعجمي Lexicon الذي يتعامل مع الكلمات؛
- المستوى النحوي Syntax الذي يتعامل مع قواعد اللغة وتركيب الجمل؛
- المستوى الدلالي Semantics الذي يتعامل مع معنى الكلمات والجمل؛
- المستوى التداولي Pragmatics الذي يتعامل مع المعرفة التي تأتي من السياق أو من العالم الخارجي.

يمكن لنظام المعالجة الآلية للغة إشراك جميع أو بعض هذه المستويات من التحليل، ويمكن أن يحدث تداخل بين بعض هذه المستويات، مثل المستوى المعجمي والصرفي.

5. المقاربات النظرية

هناك تصوران في حلّ مشكلات المعالجة الآلية للغة، تفاوت نجاحهما مع مرور الوقت؛ المقاربة التجريبية والمقاربة العقلانية.

- **المقاربة التجريبية** Empirical approach وهي الأقدم: تعتمد على النصوص الموجودة (المدونات Corpus) وتُستعمل الأساليب الإحصائية لمعرفة العبارات المحتملة، وهي تُستعمل الآن لتحديد معنى الكلمة أو الجملة وفكّ اللبس.
- **المقاربة العقلانية** Rational approach: نجدها في أعمال نعوم تشومسكي Noam Chomsky، وهي تعتمد على الفرضية التي تقول إن معارف اللغة يمكن أن تمثل على شكل معاجم وقواعد نحو تسمح بتوليد عبارات اللغة.

في الآونة الأخيرة، أصبح الاعتماد على المقاربتين معا في حل مشكلات المعالجة الآلية للغة. استعمل توحيد المقاربتين في عدد من التطبيقات، وتسمى بالأنظمة الهجينة Hybrid systems، حيث تُدرس الظواهر اللسانية العامة باستعمال قواعد لغوية بحتة. أما الظواهر الواقعية فتُستعمل فيها المقاربة الإحصائية.

6. من أهم تطبيقات المعالجة الآلية للغة

- **الترجمة الآلية** Automatic translation: هي من التطبيقات الأولى التي ظهرت في الميدان، والتي نجدها الآن في جميع الأجهزة والهواتف الذكية.
- **استخلاص المعلومات** Information Extraction: هو استخراج المعلومات المفيدة وذات الصلة انطلاقا من النص؛ كأن نستخلص من نص يعالج مقابلة رياضية: اسم الفريقين، تاريخ ومكان المقابلة، عدد الأهداف، إلخ.
- **التلخيص الآلي** Automatic summary: يهدف إلى تقليص حجم النص المعطى، حيث يستخلص البرنامج المعلومات ذات الأهمية من النص ثم يقوم بتوليد النص الجديد الملخص.
- **استرجاع المعلومات** Information retrieval أو البحث عن المعلومات (نصوص، صور، إلخ) داخل مدونة انطلاقا من سؤال أو مجموعة كلمات. وهو التطبيق الأكثر استخداما في محركات البحث على الانترنت.
- **الحوار الآلي** Man-Machine dialog: هو نظام يسمح باستعمال واجهات من أجل التحاور مع الآلة. عادة ما يكون هذا الحوار على شكل سؤال–جواب، حيث يكتب المستعمل استعلامه على شكل سؤال، ثم يقوم النظام باستخراج الكلمات المفتاحية، وبعد ذلك يستعمل قاعدة معارف للإجابة على السؤال.
- **معالجة الكلام** Speech processing: هي التطبيقات التي لها علاقة بالكلام، وهي صنفان:
  * **التعرف على الكلام** (الإملاء الآلي)، أي تحويل النص المنطوق إلى نص مكتوب على الآلة؛
  * **تركيب الكلام** (النطق الآلي)، أي تحويل النص المكتوب على الآلة إلى نص منطوق.
- **التنقيب في البيانات** Data mining: يهدف إلى استخراج أكبر عدد من المعارف انطلاقا من كمّ هائل من المعطيات المنتشرة عبر شبكة الانترنت.

7. مشكلة اللُبس اللغوي Ambiguity

يُقصد باللُبس اللغوي أن يكون للكلمة أو الجملة الواحدة معنيان أو أكثر. فكلمة "قصر" في اللغة العربية تعني البناء الشامخ في مجال العمران، وهي رخصة في الصلاة في مجال الفقه، وتعتبر فنا من فنون البلاغة، ولها في النحو

معنى مختلف أيضا. كما أن لكلمة Flat باللغة الانجليزية عددا من المعاني. يمكن أن يكون اللبس أيضا في المستوى التركيبي، فيكون للجملة الواحدة عدة معان. في اللغة الفرنسية مثلا، يمكن أن تظهر ثلاثة تفاسير للعبارة "La belle ferme le voile".

مشكلة اللُبس هذه تعتبر من أهم التحديات في المعالجة الآلية للغة، وهي تمثل حجر عثرة في هذا المجال، وذلك لأنها تؤثر على الفهم الحقيقي لمعنى النصوص المطلوب معالجتها. وبالتالي تؤثر على تمثيل المعنى الذي يعتبر أساس المعالجة الآلية للنصوص.

لحل مشكلة اللُبس التي تعيق إنجاز تطبيقات المعالجة الآلية للغة، تُستخدم آليات وأدوات رياضياتية وإحصائية معقدة على النصوص المدروسة بهدف تحديد المعنى المقصود من الكلمة أو الجملة، كما تُستخدم خوارزميات الاستمثال (optimization) من أجل إيجاد الحل الأمثل عندما يكون هناك عدد هائل من الحلول.

8. المعالجة الآلية عبر اللغات Cross language NLP

نظرا لتعدد اللغات المستعملة في الانترنت، ومن أجل تعزيز التنوع اللغوي في استعمال تطبيقات المعالجة الآلية للغة، أصبح التوجه لإنجاز تطبيقات تعالج أكثر من لغة في نفس الوقت، ويمكن أن تقوم هذه التطبيقات بالتعرف على اللغة المصدر، ثم تقوم بالمعالجة المطلوبة. نلاحظ ذلك جيدا في تطبيقات الترجمة الشهيرة مثل google translate، وغيرها.

على الرغم من الوعود بإنتاج أدوات لمعالجة وفهم مجموعة واسعة من اللغات، فإن معظم الأعمال لا تزال تركز على عدد صغير من اللغات، وخاصة اللغة الانجليزية، وذلك نظرا للتحديات التي تتمثل في الاختلاف في النحو والطرق المعقدة في تركيب الجمل، خاصة في بعض اللغات.

9. تحديات المعالجة الآلية للغة

من أهم التحديات التي تواجه الباحثين في هذا المجال:

- صعوبة فهم اللغة؛
- الاستثناءات في القواعد؛
- تعدد المعارف التي يجب تخزينها؛
- كثرة أساليب تركيب الجمل؛
- اللُبس في نصوص اللغة.

هذه التحديات تتعلق بالمعالجة الآلية للغة بصفة عامة. أما إذا تعلق الأمر باللغة العربية فهناك تحديات أخرى مرتبطة بخصوصية اللغة العربية والتي من بينها إسقاط الحركات عند الكتابة. وهذا يُحدِث الكثير من اللُبس أو الغموض في فهم النص المقروء. كما يمكن أن ينتج هذا اللُبس أيضا عن المرونة الكبيرة في تقديم وتأخير مكونات الجملة، ويحدث أيضا من فنون البلاغة كالكناية والمجاز وغيرها من الفنون، والتي تسبب عدم فهم المعنى الحقيقي للعبارات اللغوية من قِبل الآلة.

في الوقت الراهن، مازالت الأبحاث والدراسات في مجال المعالجة الآلية للغة مستمرة من أجل تطوير الأدوات والخوارزميات التي تُستخدم فيها، وذلك بهدف إنتاج تطبيقات أكثر دقة وتحسين فاعليتها وجعلها أكثر تعبيرا عن للواقع.

مراجع

1. عرار، مهدي أسعد: ظاهرة اللبس في اللغة، داروائل للنشر، عمان، 2003.
2. خطاب، شريف: المعالجة الآلية للغة العربية، دروس للطلبة، قسم علوم الحاسب، كلية الحاسبات والمعلومات، جامعة القاهرة.
3. Bouillon, P.: Traitement automatique des langues naturelles, Edition Duculot, Belgique, 1998.
4. Chowdhury, G. G.: Natural Language Processing, Dept. of Computer and Information Sciences, University of Strathclyde, Glasgow, UK, 2005.

البرنامج المعلوماتي "ستاتا" Stata

كوثر سعد الله[1]، إيمان بلحاج[2]، ليلى بلحنيش[2]، خديجة إكرام بشار[2]
[1]أستاذة بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
[2]طالبة سنة خامسة (تخرج) بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
kaouthar.sadallah@g.ens-kouba.dz

يسعى هذا المقال إلى تقديم البرنامج المعلوماتي الإحصائي "ستاتا" Stata، وهو برنامج متكامل يُستعمل بوجه خاص في الاقتصاد القياسي وعلم الأوبئة والطب والبيولوجيا. وقد طوّرته شركة "ستاتاكورب" StataCorp الأميريكة في مطلع التسعينيات من القرن الماضي، بعد أن رأت نسخته الأولى النور عام 1985 على يد ويليام غولد William Gould. يتعلق الأمر ببرنامج سهل الاستعمال وسريع الأداء؛ وله إمكانية البرمجة التي تتيح للمستخدمين إضافة قدرات أكثر حسب الحاجة. وفضلا عن ذلك، فهو يتميز عن غيره من البرامج الإحصائية بالدقة وبتوفره على حزمة برامج متكاملة تلبّي تقريبا كافة الاحتياجات المتعلقة بالبيانات.

1. إصدارات "ستاتا"

يتوفر هذا البرنامج على عدة إصدارات هي:

- Stata /IC ،
- Stata /SE،
- Stata /MP.

والفرق الرئيسي بين هذه الإصدارات هو عدد المتغيرات المسموح بها في الذاكرة، والتي تقتصر على 204 متغيرا في إصدار Stata/IC، بينما يصل هذا العدد إلى 32766 متغيرا في الإصدارين Stata /SE أو Stata/MP. توفر كافة إصدارات "ستاتا" مجموعة من الميزات، نذكر من بينها:

- يتضمن مجموعة كاملة من الكتيبات تبين كيفية التعامل مع البرنامج (أكثر من 600 صفحة بصيغة بِدِف).
- يمكن تخزين ملفات البيانات الثنائية للبرنامج على خادم ويب (خادم http) وفتحها على أي جهاز مع إمكانية الوصول إلى هذا الخادم.

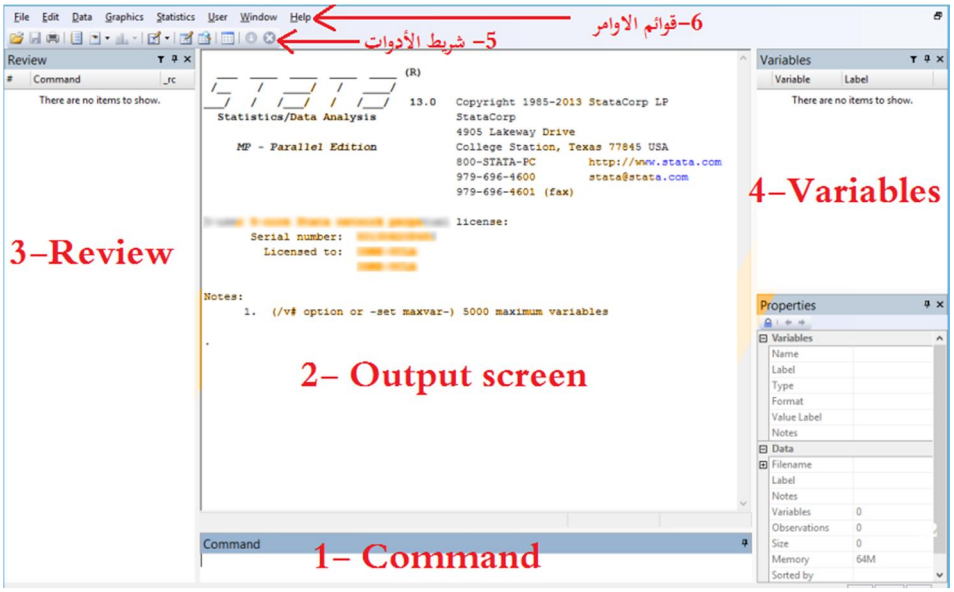
نحمّل البرنامج باختيار أي نسخة منه غير أنه من الأفضل تحميل آخر نسخة للاستفادة من أحدث التعديلات والإضافات. أما أنظمة التشغيل التي نستطيع تبنيها فيمكن أن تكون:

- Windows 11،
- Windows 10،
- Windows 8،
- Windows Server 2019, 2016, 2012،
- Mac،
- Linux.

نلاحظ أن البرنامج لا يحتاج إلى تثبيت: بمجرد تحميل الملف وفكّ الضغط عليه نبحث داخله عن أيقونة التشغيل. فمثلا، إذا قمنا بتحميل Stata 12، نبحث عن الأيقونة Stata-64.exe. أما إذا كانت نواة التشغيل الخاصة بنا هي 32 bit فنضغط على الأيقونة Stata SE.exe.

عند تشغيل البرنامج، وقبل إعطائه أي أمر نقوم بتخصيص 50MB أو 100MB من موارد ذاكرة النظام لاستخدامها في عمليات التحليل الإحصائي. ويتم هذا من خلال الأمر "set memory 100 m" الذي يقوم بتحويل 100MB من موارد الذاكرة ووضعها تحت تصرف البرنامج.

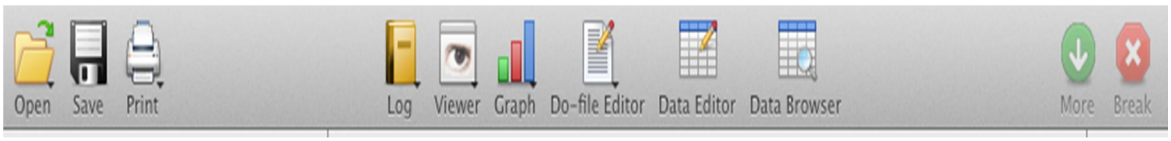
2. مكونات الشاشة الرئيسية للبرنامج



الشكل 1. الشاشة الرئيسية للبرمجة

تنقسم الشاشة الرئيسية للبرمجة إلى خمسة أقسام، وهي:

1. Command: مساحة خاصة بكتابة الأوامر وتلقينها للبرنامج من أجل تنفيذها. وتكون كتابة الأوامر باستعمال الحروف الصغيرة.
2. Output screen: مساحة خاصة بإظهار نتائج ومخرجات الأوامر.
3. Review: تُظهر هذه القائمة آخر أوامر تمت كتابتها وتنفيذها حيث تنتقل الأوامر المنفذة إلى تلك القائمة.
4. Variables: تُظهر هذه القائمة مجموعة من المتغيرات التي تم تعريفها أو التي وُجدت في قاعدة البيانات التي تم فتحها. وفي النُسخ الأولى للبرنامج (حتى النسخة 9) يظهر اسم المتغير فقط، بينما يظهر في النسخ الحديثة اسم المتغير ونوعه.
5. ربط الأدوات: تشمل تقريبا كل المهام التي يستطيع البرنامج القيام بها والتي سنوضحها فيما يلي:



الشكل 2. شريط الأدوات

- Break (توقف): يقوم بإيقاف البرنامج عن تنفيذ الأمر الحالي وإعادته إلى ما قبل إعطائه آخر أمر.
- Clear - more – condition (استكمال): عند تنفيذ أمر ما فإن المخرجات قد تكون أكبر من سعة الشاشة. لذلك سيقوم البرنامج بعرض المخرجات على الشاشة ويكتب بخط صغير (more)، أي أكمل. عندئذ لاستكمال مشاهدة بقية المخرجات أو البيانات، يجب الضغط على الزر سابق الذكر.
- Data browser (متصفح البيانات): يفتح محرر البيانات في نمط التصفح. فعند الضغط عليه يظهر جدول يمكن من خلاله رؤية البيانات المدخلة دون القدرة على تعديلها أو تغييرها.
- Data editor (محرر البيانات): يفتح محرر البيانات للتحرير، فهو شبيه بمتصفح البيانات مع إعطاء القدرة على تغيير قيم البيانات وتعديلها.
- Do file editor (محرر ملف الأوامر): عند الضغط عليه تظهر شاشة فيها محرر ملف الأوامر الذي يسمح بالتعديل على ملف الأوامر (do file).
- Graph (رسم): يقوم بإظهار نافذة الرسم البياني.
- Variable Manager (مدير المتغيرات): لإجراء تغييرات سريعة على المتغيرات، يمكن استخدام نافذة المتغيرات في الواجهة الرئيسية أو في محرر البيانات. ولكن لإدارة مئات أو آلاف المتغيرات وأسمائها وتسمياتها وملاحظاتها وأنواعها، سنحتاج إلى الاستفادة من Variable Manager، وهي أداة مخصصة للعمل في حال كثرة المتغيرات.
- Viewer (العارض): العارض هو المكان الذي يُستخدم فيه نظام مساعدة "ستاتا". فهو يعمل مثل نافذة المساعدة في معظم التطبيقات. ولديه بعض الميزات الخاصة للمساعدة على العمل بكفاءة أكبر. على سبيل المثال، يوفر واجهة لميزات الإنترنت في "ستاتا" للعثور على إضافات مجانية جديدة وتثبيتها. يمنح العارض أيضًا وصولاً سريعًا إلى مربعات الحوار.
- log (السجل): هذا للبدء أو الإنهاء أو الاستمرار في ملف متابعة أو ملف السجل (log file)، وهو الذي يقوم البرنامج بتخزين جميع العمليات بداخله.
- Print Results (طباعة) : يقوم بطباعة المحتويات في النافذة المفعّلة.
- Save (حفظ): لحفظ قاعدة بيانات أو ملف.
- Open (فتح): لفتح قاعدة بيانات أو ملف.

أما قائمة الأوامر فتتضمن الأوامر التالية:

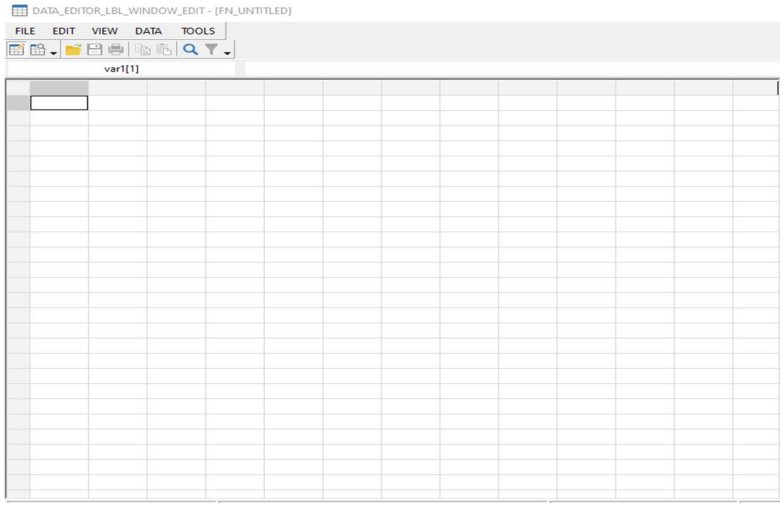
الشكل 3. قوائم الأوامر

- File (ملف): وهي القائمة التي تتضمن الأوامر العامة، مثل فتح الملفات وقواعد البيانات وحفظها واستيراد وتصدير قواعد البيانات بالإضافة إلى الطباعة وإغلاق البرنامج.
- Edit (تحرير): تتضمن أوامر القص واللصق وخياراتها.

- Data (بيانات): تتضمن الأوامر الخاصة بقواعد البيانات من إعادة تسمية ودمج وتصنيف وملاحظات وغيرها من الخيارات الأخرى.
- Graphics (الرسومات): تتضمن الأوامر التي تخص الرسومات البيانية.
- Statistics (إحصائيات): تتضمن أهم الأوامر الإحصائية والتطبيقات المهمة لإجراء التحليلات الإحصائية.
- User (مستخدم): تتضمن تفضيلات المستخدم من طريقة عرض الصور والألوان وغيرها.
- Window (نافذة): تتضمن النوافذ التي يتم التحكم في ظهورها أو عدمه، حيث يمكن إظهار نافذة الأوامر أو المتغيرات التي تم توضيحها سابقا أو إخفائها.
- Help (المساعدة): تتضمن أوامر المساعدة والمصادر الإلكترونية التي تساعد في فهم البرنامج وتعلمها.

3. التعامل مع محرر البيانات

تحتوي برمجية "ستاتا" على ما يسمى بمحرر البيانات (Data editor)، وهو عبارة عن جدول شبيه بجداول البيانات في برمجية إكسل Excel، ويمكن فتحه بواسطة الزر في شريط الأدوات أو بكتابة الأمر edit في قائمة command.



الشكل 4. محرر البيانات في برنامج "ستاتا"

1.3. إدخال البيانات

إدخال البيانات يدويا

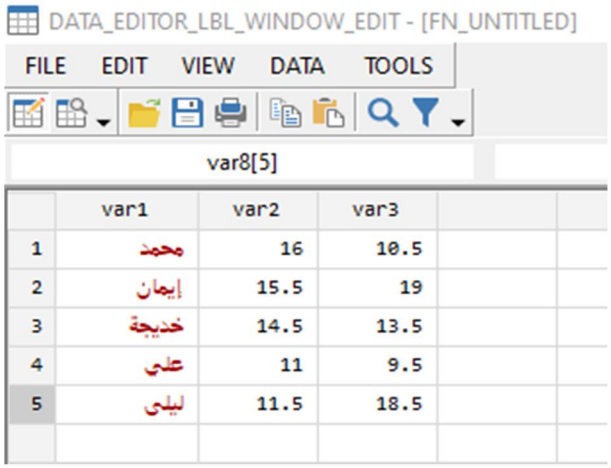
لتوضيح طريقة إدخال البيانات، نستعرض المثال التالي الذي يقدم نتائج 5 طلبة خلال الامتحانين الأول والثاني:

الجدول 1. يقدم نتائج 5 طلبة خلال الامتحان الأول والثاني.

الأسماء	الامتحان 1	الامتحان 2
محمد	16	10.5
إيمان	15.5	19
خديجة	14.5	13.5
علي	11	9.5
ليلى	11.5	18.5

خطوات إدخال بيانات الجدول

1. نفتح نافذة تحرير البيانات المبينة في الشكل 4.
2. نقوم بكتابة قيم المتغيرات في الخلايا، ونتبعها بالضغط على مفتاح Entrer، فيقوم البرنامج تلقائيا بوضع أسماء للمتغيرات (var1،var2،....،varn). في المثال السابق العمود الأول الذي يحتوي على بيانات الأسماء يسمى var1، العمود الثاني الذي يحتوي على بيانات الامتحان1 يسمى var2، العمود الثالث الذي يحتوي على بيانات الامتحان 2 يسمى var3، فنتحصّل على الجدول التالي



	var1	var2	var3
1	محمد	16	10.5
2	إيمان	15.5	19
3	خديجة	14.5	13.5
4	علي	11	9.5
5	ليلى	11.5	18.5

الشكل 5. نتائج المثال السابق.

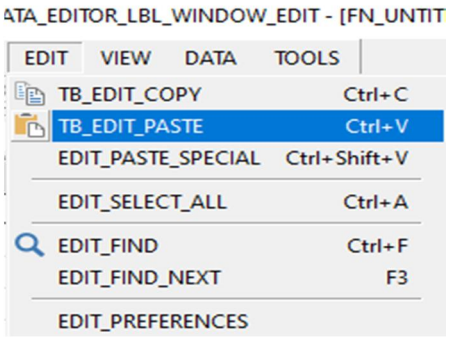
إنشاء ملف بيانات جديد باستخدام نسخ (copy) لصق (paste)

إذا كانت البيانات موجودة في برنامج آخر مثلا "إكسل"، ونريد تحليلها باستخدام برنامج "ستاتا" علينا اتباع الخطوات التالية:

- نفتح ملف إكسل الذي يتضمن البيانات.
- نحدد البيانات ثم ننسخها.
- نفتح محرر البيانات في برنامج "ستاتا"، ونحدد الأمر Edit، ثم paste للصق البيانات.

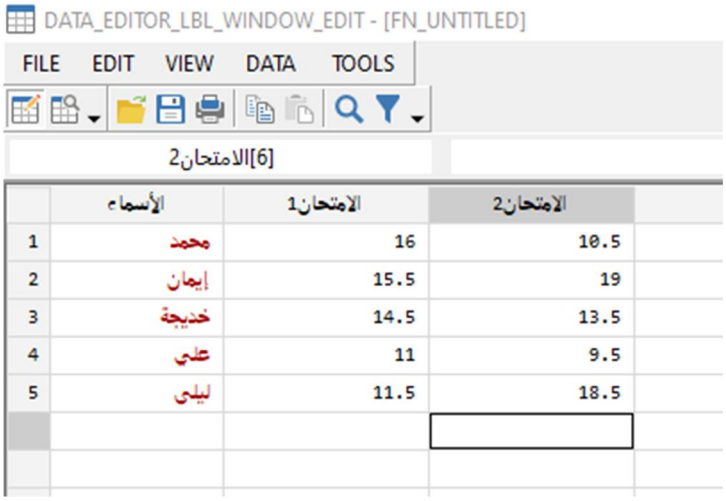
بتطبيق هذه الخطوات على المثال السابق:

- نفتح ملف إكسل الذي يتضمن بيانات الجدول 1.
- نحدد الجدول وننسخه.
- نحدد الأمر paste كما في الشكل 6.



الشكل 6. طريقة تحديد الأمر Paste

عند إتمام الخطوات السابقة تظهر البيانات في البرنامج كما في الشكل 7.



	الأسماء	الامتحان1	الامتحان2
1	محمد	16	10.5
2	إيمان	15.5	19
3	خديجة	14.5	13.5
4	علي	11	9.5
5	ليلى	11.5	18.5

الشكل 7. نتيجة إدخال بيانات المثال باستخدام "نسخ لصق"

دمج ملفين "ستاتا" أو أكثر

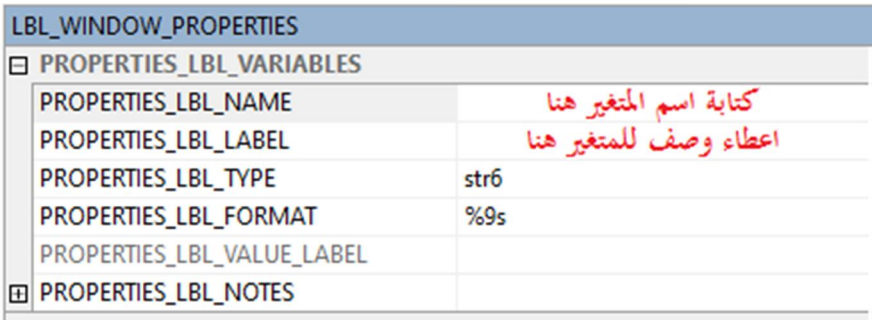
يمكننا دمج ملفين "ستاتا" من خلال الأمرين التاليين:

- append: في حالة توفر بيانات يمكّن هذا الأمر من إضافة بيانات جديدة أسفلها.
- merge: في حالة توفر بيانات يمكّن هذا الأمر من إضافة بيانات جديدة على يمين الورقة، وهذا يعني إضافة متغيرات جديدة.

2.3. إعادة تسمية المتغيرات

تتم إعادة تسمية المتغيرات بإتباع خطوات إحدى الطريقتين التاليتين:

- نضغط على اسمه مرتين بالفأرة فتظهر نافذة من خلالها يمكننا مسح الاسم الافتراضي وتبديله وإعطاء وصف للمتغير، وهو اختياري وليس إجباريا، حيث يساعد على فهم معنى المتغير أو البيانات التي يحتويها، كما هو مبيّن في الشكل 8.



الشكل 8. طريقة تغيير اسم المتغيرات

- يمكن تبديل اسم المتغيرات عن طريق الأمر rename والأمر labelvariable. على سبيل المثال: إذا أردنا تبديل اسم المتغير الثاني في المثال السابق نكتب الأمر التالي: **الإختبار1** rename var2

أما بالنسبة لحفظ التغييرات فما علينا سوى إغلاق معالج البيانات وستظهر المتغيرات الجديدة في قائمة المتغيرات على يسار شاشة البرنامج تحت قائمة Variables.

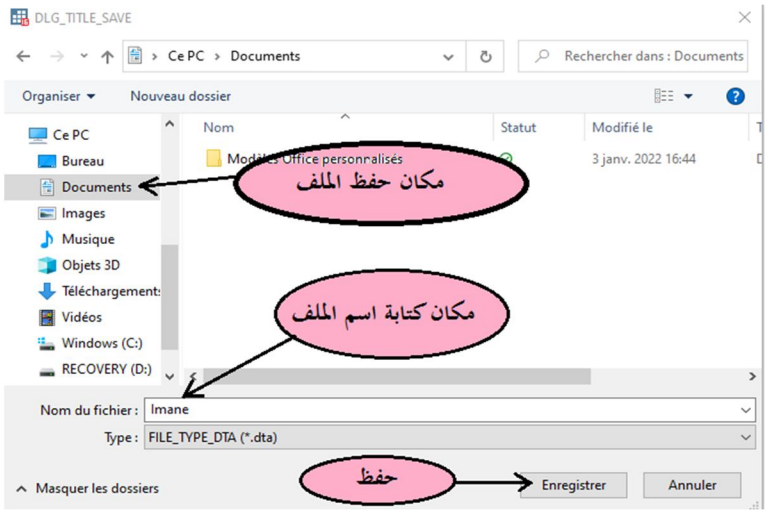
3.3. حفظ الملف

أ. حفظ ملف جديد

هناك عدة طرق تسمح بحفظ ملف جديد، وهي:

- الضغط على الزرين Ctrl+S في لوحة المفاتيح.
- الضغط على الرمز في شريط الأدوات.
- كتابة الأمر: save, replace .
- اختيار القائمة ملف File، ثم الأمر Save.

عندئذ تظهر النافذة المبينة في الشكل 9.



الشكل 9. طريقة حفظ الملف

ب. حفظ ملف موجود مسبقا

يُستخدم الأمر Save As المتواجد في قائمة ملف File لحفظ ملف مع تغيير مكان الحفظ ونوع الملف إن أمكن. فعند الضغط عليه تظهر نفس النافذة في الشكل 9. وبهذا يمكننا اختيار اسم جديد ومكان مختلف لحفظ الملف.

4.3. البيانات وتعديل النتائج

أ. فتح الملف

يتم فتح الملف عن طريق بعض الأوامر المتواجدة في القائمة File، وهي:

- الأمر Open: لفتح ملف قاعدة تم إنشاؤه وتخزينه سابقا، أو تم الحصول عليه من مصدر آخر، وهذا الأمر يفتح فقط البيانات التي تكون بصيغة امتداد dta.
- الأمر Open Graph: يُستخدم لفتح ملفات الرسوم البيانية.
- الأمر Open Recent: يُستخدم لفتح آخر ملفات تم فتحها، عند وضع مؤشر الفأرة عليه يفتح قائمة فرعية توضح آخر مجموعة من الملفات تم فتحها.

ب. التعامل مع المخرجات

يتيح برنامج "ستاتا" إمكانية التحرك ضمن النتائج وتعديلها وحفظها:

- **طلب معلومات عن المتغيرات:** يتيح البرنامج طلب معلومات عن المتغيرات من خلال نافذة Variables.
- **تعديل قيم المتغيرات:** يتيح البرنامج أيضا العديد من الطرق لتغيير البيانات وتعديلها، وإنشاء متغيرات جديدة اعتمادا على قيم المتغيرات الموجودة سابقا، ومن أهمّ هذه الطرق:

- أمر الإنشاء (generate) لإنشاء متغيرات جديدة.
- أمر الاستبدال (replace) لتغيير قيم المتغيرات الحالية.

على سبيل المثال، يمكننا إنشاء متغير جديد باسم X وهو يساوي اللوغاريتم الطبيعي للمتغير Y وذلك باستخدام دالة اللوغاريتم الطبيعي ln مع الأمر generate، كما يلي: generate X = ln(Y).

4. الرسومات البيانية Graphs

تعتبر الرسومات البيانية إحدى نقاط القوة في برنامج "ستاتا"، والسبب أن هناك العديد من الخيارات التي يتيحها البرنامج، ولا توجد في البرامج الإحصائية الأخرى. كما أن الرسومات دقيقة مع وجود العديد من الأدوات والخيارات.

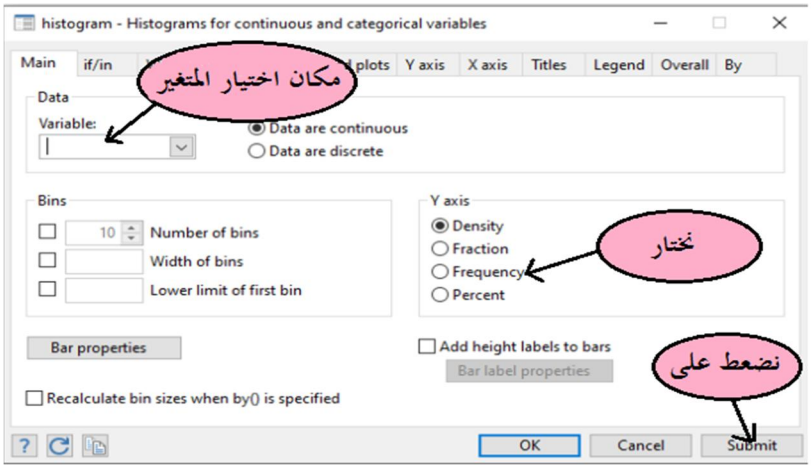
1.4 المدرج التكراري

يتم إنشاء مدرج تكراري على برنامج "ستاتا" باتباع ما يلي:

- نكتب الأمر histogram واسم المتغير.

أو

- ننقر في قائمة الأوامر على Graphics ونختار histogram.
- تظهر النافذة المبينة في الشكل 10 وتمكننا من إدخال المتغير.
- نضغط على submit.



الشكل 10. نافذة histogram وطريقة إدخال المتغير

عند إتمام خطوات إحدى الطريقتين السابقتين يظهر الرسم البياني كما في الشكل 11. وفي قائمة النتائج تُظهر تلقائيا عدد المستطيلات (bin) قيمة البداية (start) وعرض المستطيلات (width).

الشكل 11. شكل المدرج التكراري على برنامج "ستاتا"

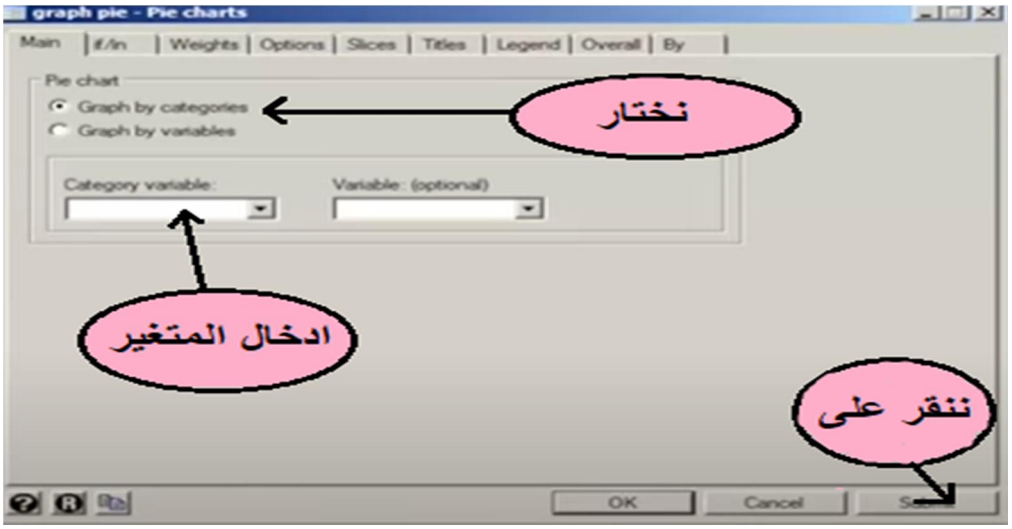
2.4. الدائرة النسبية

يتم إنشاء الدائرة النسبية على برنامج "ستاتا" باتباع خطوات إحدى الطريقتين التاليتين:

- كتابة الأمر graph pie، ثم اسم المتغير.

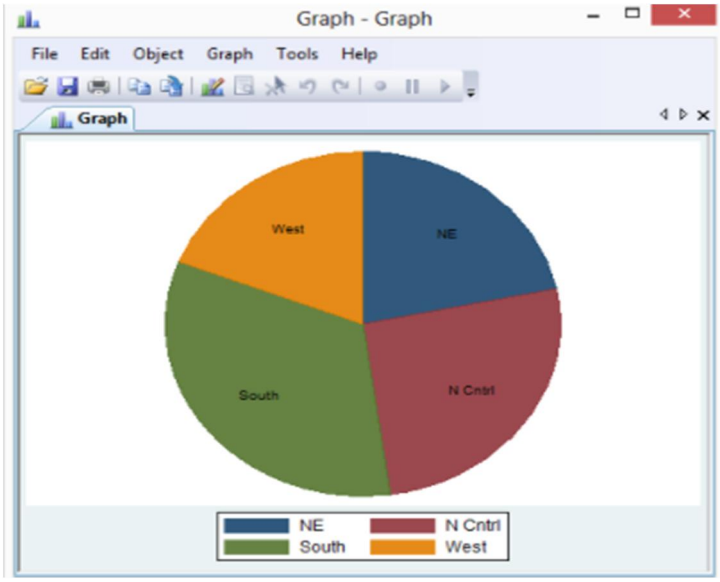
أو

- ننقر في قائمة الأوامر على الأمر Graphics، ونختار Pie chart.
- تظهر النافذة المبينة في الشكل 12 التي تمكننا من إدخال المتغير.
- ننقر على submit فيظهر الرسم البياني.



الشكل 12. نافذة graph pie وطريقة استعمالها

عند إتمام خطوات إحدى الطريقتين السابقتين يظهر الرسم البياني في البرنامج كما في الشكل 13.



الشكل 13. يبين شكل الدائرة النسبية على برنامج "ستاتا".

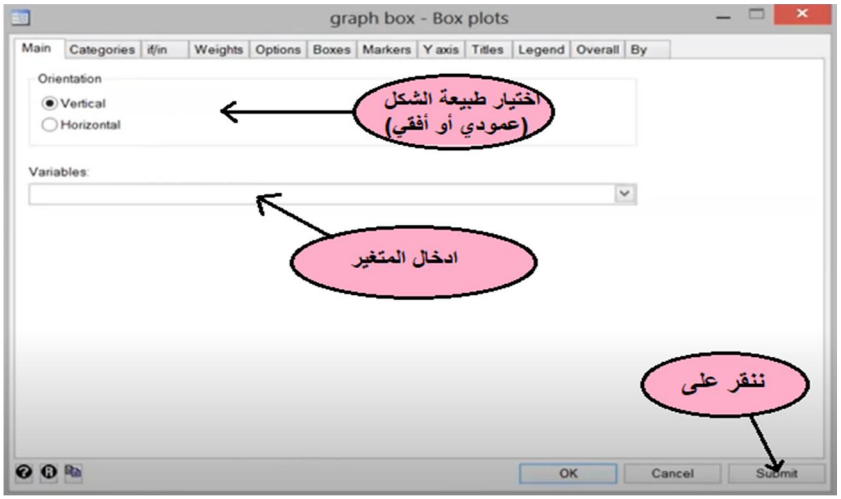
3.4. الصندوق

يتم إنشاء الصندوق على برنامج "ستاتا" باتباع ما يلي:

- كتابة الأمر graph box واسم المتغير.

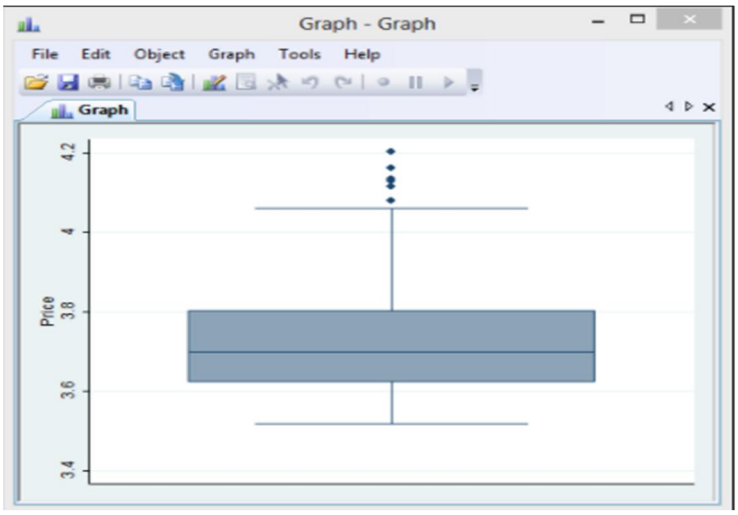
أو

- ننقر في قائمة الأوامر على الأمر Graphics، ونختار Box plot.
- تظهر النافذة المبينة في الشكل 14 التي تمكننا من إدخال المتغير واختيار طبيعة الشكل (عمودي أو أفقي).
- ننقر على submit.



الشكل 14. نافذة Box plot وطريقة استعمالها

عند إتمام خطوات إحدى الطريقتين السابقتين يظهر الرسم البياني في البرنامج كما في الشكل 15.



الشكل 15. شكل الصندوق على برنامج "ستاتا"

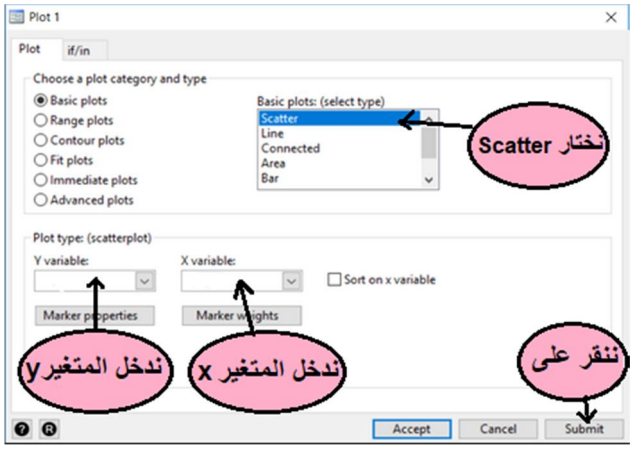
4.4. شكل الانتشار

شكل الانتشار هو جزء من عدد كبير من الرسومات البيانية التي تسمى twoway، وهو أداة لدراسة العلاقة بين اثنين من المتغيرات X و Y. ولإنشاء شكل الانتشار نتبع خطوات إحدى الطريقتين التاليتين:

- نكتب الأمر Graph twoway scatter Y X.

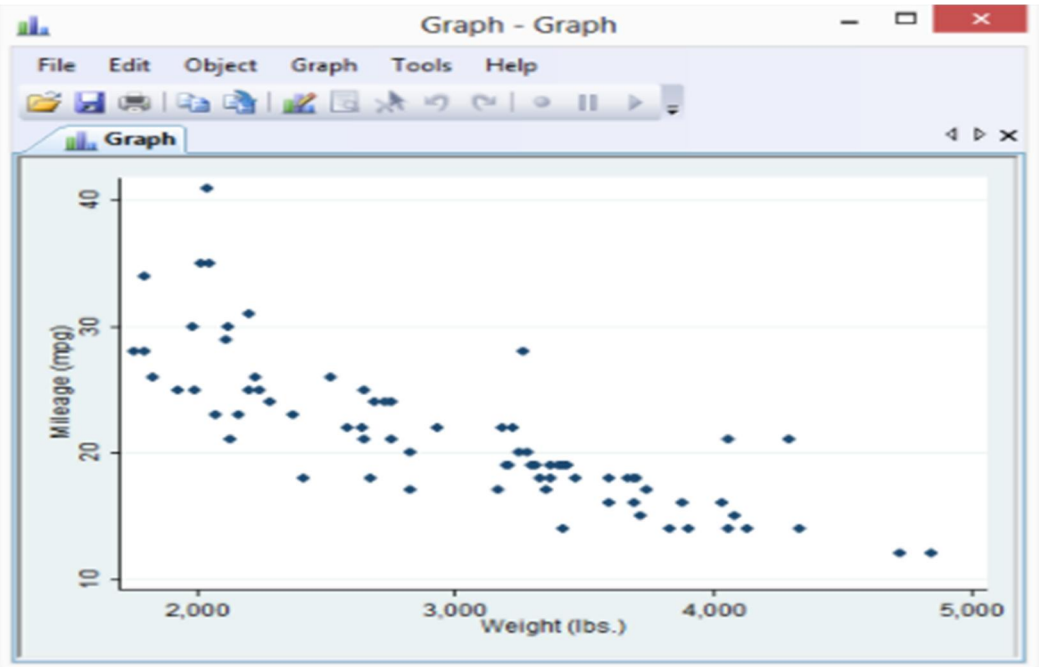
أو

- ننقر في قائمة الأوامر على الأمر Graphics ونختار Twoway graph.
- تظهر نافذة ننقر من خلالها على Create.
- تظهر نافذة أخرى تسمى **plot1** يمكن من خلالها اختيار نوع الشكل البياني وإدخال المتغيرات X وY، كما هو مبين في الشكل 16.
- ننقر على submit .



الشكل 16. نافذة plot1 وطريقة استعمالها

عند إتمام خطوات إحدى الطريقتين السابقتين يظهر الرسم البياني في البرنامج كما في الشكل 17.



الشكل 17. شكل الانتشار على برنامج "ستاتا"

وإذا أردنا إنشاء مستقيم يشمل أغلب النقاط (خط معادلة الانحدار) في شكل الانتشار نكتب الأمر التالي:

" twoway scatter Y X || lfit Y X "

5.4. الرسومات البيانية الخطية والخطية المتصلة

هذه الأشكال لها استخدامات أكثر من شكل الانتشار، ويمكن تركيبهما ودمجهما في رسم بياني واحد. نوضح طريقة إنشاءها فيما يلي:

أ. **الرسومات البيانية الخطية المتصلة:** هي رسومات بيانية لشكل الانتشار تم وصل نقاطها بخطوط، يمكن إنشاؤها باستعمال الأمر graph twoway connect مع كتابة اسم المتغيرين.

ب. **الرسومات البيانية الخطية:** هي رسومات بيانية لشكل الانتشار تم وصل نقاطها بخطوط دون ظهور هذه النقاط على الشكل. يمكن إنشاؤها باستعمال الأمر graph twoway line مع كتابة اسم المتغيرين.

5. تحليل البيانات باستعمال برنامج "ستاتا"

1.5. مقاييس النزعة المركزية والتشتت والشكل

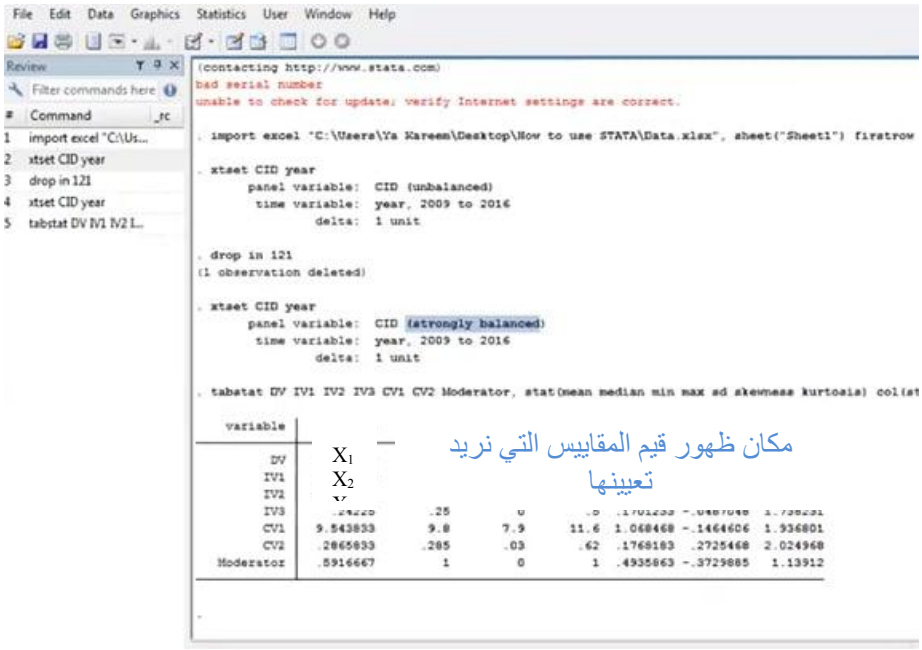
لإيجاد المقاييس المألوفة نقوم بما يلي:

- نكتب في قائمة command الأمر التالي:

tabstat X_1 X_2 X_3 , stat(mean median max min sd skewness kurtosis) col(stat)

حيث X_1، X_2، X_3 هي المتغيرات. ويمكننا إضافة متغيرات أخرى حسب الحاجة.

- نضغط على Enter فيظهر لنا الجدول التالي

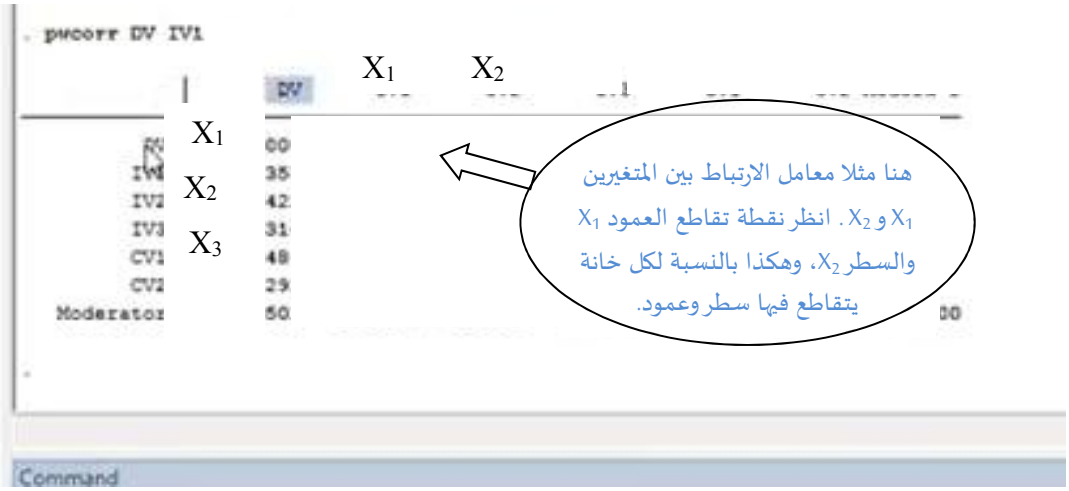


الشكل 18. نافذة من برنامج "ستاتا" تبين مقاييس النزعة المركزية.

2.5. الارتباط والانحدار

إذا أردنا أن نجد معامل الارتباط مثلا باستعمال برنامج "ستاتا" نتبع الخطوات التالية:

- نكتب في قائمة command الأمر التالي: pwcorr X_1 X_2 X_3, star (.01)
- نضغط على Enter فيظهر لنا الجدول التالي



الشكل 19. قائمة نتائج إدخال الأمر في برنامج "ستاتا"،

وهي القائمة التي نقرأ من خلالها معامل الارتباط بين متغيرات.

ولإيجاد الانحدار بين المتغير التابع X_1 والمتغير المستقل X_2 ندخل في قائمة الأوامر الأمر التالي: "reg X_1 X_2" فيظهر جدول كالتالي

. regress المردود المتابعة

Source	SS	df	MS	Number of obs	18
				F(1, 16)	.69
Mod			822	Prob > F	000
Residu			972	R-squared	114
				Adj R-squared	059
Tota			575	Root MSE	191

المردود	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]
المتابعة					96
_con					28

مكان ظهور معاملات معادلة

الشكل 20. قائمة نتائج إدخال الأمر في برنامج "ستاتا" الذي نقرأ منه معاملات معادلة الانحدار.

****

حُرّر هذا المقال بناء عما ورد في الفصل الثاني من مذكرة التخرج "الإحصاء وتطبيقاته على برنامج Stata" لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي، أعدّتها الطالبات إيمان بلحاج وليلى بلحنيش وخديجة إكرام بشار خلال السنة الجامعية 2021-2022 تحت إشراف الأستاذة كوثر سعد الله.

كيمياء وفيزياء

إسهامات في تطور التصنيف الدوري للعناصر الكيميائية

ريان سيد علي
أستاذ بقسم الفيزياء، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
sidali.rayane@g.ens-kouba.dz

المقدمـــــة

إن لجدول التصنيف الدوري مكانة جوهرية في المجال العلمي؛ فهو يكشف للكيميائيين الأسس المنظِمة لعلم الكيمياء، وتعبّر بنيته عن البنية الإلكترونية للعناصر التي تعكس خواصها وسلوكياتها الكيميائية، كما يُستعان به في معرفة كيف تترتَّب الذرات والجزيئات لتكوين المادة.

لقد تطوّر الجدول عبر التاريخ إذ أُضيفت له العناصر المكتشَفة حديثًا واختفت منه عناصر أخرى بالتعديل أو الحذف. ويعتبر الجدول مخزنا لتاريخ الكيمياء وأساسا لمستقبل العلوم الكيميائية، كما يعدّ مدوّنة مهمة للكيمياء. ساهم في وضعه وتطويره أكثر من 400 عالم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وتداول على كتابته ما لا يقلّ عن ألف شخص. سنتطرق باختصار لمساهمة بعض العلماء في وضع وتطور هذا الجدول خلال أهم المراحل التاريخية.

1. أرسطو وفلاسفة الإغريق (330 ق.م)

أدرك فلاسفةُ الإغريق القدماء أربعة عناصر: التراب والماء والهواء والنار [1]. كان بعض أولئك الفلاسفة يعتقدون أن هذه العناصر الأربعة تتكوَّن من مكونات مجهرية لها أشكال مختلفة، وأن هذا يفسِّر الخواص المختلفة لها. كان من المعتقَد أن الأشكال الأساسية للعناصر الأربعة هي أشكال المجسمات الأفلاطونية المكوَّنة بالكامل من نفس الأشكال ذات البُعْدين مثل المثلثات أو المربعات.

اعتقد الإغريق أن التراب يتكوَّن من دقائق مجهرية مكعَّبة، تكتسب وجوهُه أكبرَ مساحة سطحية من بين المجسمات الأخرى. وفسروا سيولة الماء بأن دقائقه تتَّخِذ الشكل العشريني السطوح، ممَّا يجعلها أكثر نعومةً. وزعموا أن النار تحرق مَن يلمسها وتؤلمه لأنها تتكوَّن من دقائق حادة رباعية السطوح. أما الهواء فيتكوَّن من دقائق ثمانية السطوح باعتباره المجسم الأفلاطوني المتبقي الوحيد. بعدما اكتشَفَ علماءُ الرياضيات مجسمًا أفلاطونيًا خامسًا، وهو الشكل الإثنا عشري السطوح، افترض أرسطو Aristotélēs وجود عنصر خامس، أو ما يُسمَّى الجوهر الخامس الذي صار يُعرَف أيضًا بالأثير.

تُعتبَر الفكرةُ القائلة بأن العناصر تتكوَّن من مجسمات أفلاطونية تصورا بديلا، ولكنها كانت أصلَ الفكرة المثمِرة القائلة: "إن الخواص العيانية للمواد تترتَّب على تراكيب المكونات المجهرية التي تتألَّف منها". وقد استمر هذا الاعتقاد خلال العصور الوسطى وبعدها.

2. لافوازييه (1789م)

رأى أنطوان لافوازييه Antoine Lavoisier أن العنصر يُكشف بالملاحظة التجريبية، مستبعِدًا فكرةَ العناصر المجردة. وأكَّد على أن العنصر يجب تحديده كشيء مادي، ثم تحليله بعد ذلك إلى مكونات أكثر أساسيةً [1]. وفي عام 1789 نشر قائمةً تضم 33 مادة بسيطة، أو ما يُسمَّى العناصر، تبعًا لهذا المفهوم التجريبي. وقد حذف التراب والماء

والهواء والنار من قائمة العناصر. يمكن اعتماد الكثير من المواد التي في قائمة لافوازييه كعناصر بناءً على المواصفات الحديثة. واقترح بعض المواد تبيّن أنها لا تُعدّ عناصر مثل الضوء والكالوريك (عنصر الحرارة).

3. دالتون (1805م)

وُلد العالم البريطاني جون دالتون John Dalton في 1766 وتوفي في 1844. وحصل على الوسام الذهبي من الحكومة البريطانية في 1826 تقديرا لاكتشافاته في الكيمياء والفيزياء. وطوّر ما أصبح يُعرف بالنظرية الذرية الحديثة حيث افترض أن المكونات النهائية لجميع المواد كرات مجهرية صلبة، هي الذرات [2]. تعمّق في أبحاثه علماء آخرون مثل نيوتن، وبيير غاسندي Pierre Gassendi، وردر بوسكوفتش Ruđer Bošković، وجونس برزليوس Jöns Berzelius.

قدّر دالتون الأوزان الذرية استنادا إلى نتائج التحليل الكيميائي للمواد التي توصل إليها آخرون وإلى تصوره لنموذج تركيب المادة من ذرات. مثّل الذرات وبعض المواد المركبة (سمّاها الذرات المركّبة) برموز، هي دوائر بها ألوان ورموز وحروف مختلفة. وقد افترض دالتون أن الماء مكوّن من ذرّة من كل من عنصري الأكسجين والهيدروجين. واعتبر أن وزن الهيدروجين وحدة واحدة. في أول جدول صدر سنة 1803، كانت قيمة الوزن الذري للأكسجين 5.66 وللهيدروجين 1 استنادا إلى نتائج تحليل لافوازييه للمكونات: 85% أكسجين و15% هيدروجين. وتكون النسبة بين الأوزان التي يتحد فيها الهيدروجين والأكسجين معا مساوية 85/15 =5,66 أي واحد إلى 5,66. وقدّر على نحو مماثل أوزان عدد من الذرات البسيطة والذرات المركبة أي الجزيئات كما نسميها اليوم.

أثارت اكتشافات دالتون تأييدا من ابن بلده توماس طومسون Thomas Thompson والسويدي برزيليوس والفرنسي جون باتيست أندريه دوما Jean Baptiste André Dumas، وعارضها كل من الإيطالي أميديو أفوغادرو Amedeo Avogadro والفرنسي أندريه ماري أمبير André-Marie Ampère. حدث تدقيق تجريبي في حساب تركيب عدد من المواد أدى إلى تصحيح الوزن الذري للأكسجين إلى 8 وصحّحه الإيطالي ستانيسلاو كانيزارو Stanislao Cannizzaro إلى 16 بعد ما افترض أفوغادرو تكوين الغازات من ذرتين مرتبطتين معا تدعى الجزيئات، وأن جزيء الماء يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين (H_2O) خلافا لصيغة دالتون (HO) كما سبق.

4. فرضية براوت(1815م)

بعد مرور بضع سنوات من بدء دالتون وآخَرين نشْرَ قوائم الأوزان الذرية، لاحَظَ فيزيائي أسكتلندي يُدعَى ويليام براوت William Prout (1785-1850) شيئًا يثير الاهتمام بعض الشيء: أن الكثير من الأوزان الذرية التي حدَّدها العلماء للعناصر تبدو كمضاعفات بأعداد صحيحة لوزن ذرة الهيدروجين [1]. كان استنتاجه بديهيًا إلى حدٍّ ما، وهو ربما جميع الذرات تتكوَّن ببساطة من ذرات من الهيدروجين. لو قبلنا هذا الاعتقاد لافترضنا أن مكونات المادة على المطلق أساسها عنصر الهيدروجين، وهي فكرة كانت تدور في مخيلة الكثيرين منذ فجر الفلسفة الإغريقية، وطفت على السطح مرات ومرات في صور مختلفة. لكن قيم عدد من الأوزان الذرية التي نشرت لم تكن مضاعفات دقيقة لوزن ذرة الهيدروجين، ومنه افترض ويليام براوت أن السبب يكمن في أن أوزان هذه الذرات لم تقدّر بدقة.

حفّزت فرضية براوت الباحثين لإعادة تقدير الأوزان الذرية بمزيد من الدقة. وأوحَتْ قياساتُ الأوزان الذرية الأكثر دقةً بأن الذرات بصفة عامة ليست مضاعفات من ذرات الهيدروجين. كان الإجماع الأوَّلي للعلماء في البداية أن فرضية براوت غير صحيحة، ومع ذلك كان لنتائجها دور محوري في اكتشاف الجدول الدوري وتطويره.

5. دوبرينير (1817)

ولد الكيميائي الألماني يوهان دوبرينير Johann Döbereiner في 1780 وتوفي في 1849. اشتهرت أعماله في الكيمياء والصيدلة. وضع قانون الثلاثيات وتنبأ بالقانون الدوري. اكتشف مبدأً عاماً جديدا، كان إسهامًا كذلك في سياق الحاجة لمزيدٍ من الدقة في قياس الأوزان الذرية، ومن ثَمَّ مهَّدَ الطريقَ لاكتشاف الجدول الدوري. بدءاً من 1817 اكتشف وجودَ مجموعات مختلفة من العناصر مكونة من ثلاثة عناصر، يكون فيها لأحد العناصر خواص كيميائية ووزن ذري مساوية تقريبًا متوسط ما للعنصرين الاثنين الآخرين. وصارت المجموعات تُعرَف بالثلاثيات. فعلى سبيل المثال: الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم كلها فلزات تميل لليونة، ولونها رمادي، وكثافتها منخفضة. وسرعة تفاعل الليثيوم والماء بطيئة، وسرعة تفاعل البوتاسيوم والماء كبيرة، بينما تكون سرعة تفاعل الصوديوم والماء متوسطة. والوزن الذري للصوديوم (23) يكون وسطًا بين الوزن الذري لِلّيثيوم (7) وللبوتاسيوم (39). كان هذا الاكتشافُ مهما لأنه أعطى أول تلميح لوجود انتظام عددي يكمن في جوهر العلاقة بين الطبيعة وخواص العناصر، وأوحى بوجود نظام رياضي يحكم كيفيةَ الارتباط بين العناصر كيميائيا.

توجد ثلاثية أساسية أخرى تتكوَّن من ثلاثة عناصر هالوجينية: الكلور والبروم واليود، ولكن يوهان دوبرينير لم يحاول أن يربط بين خصائص هذه الثلاثيات المختلفة معًا بأي طريقة. نعرض خمس ثلاثيات كالتالي:

- الكلور (35.5)، البروم (80)، اليود (127)؛
- الكلسيوم (40)، السترونتيوم (87)، الباريوم (137)؛
- الليثيوم (7)، الصوديوم (23)، البوتاسيوم (39)؛
- الكبريت (32)، السيلينيوم (78)، التيلوريوم (128)؛
- الفوسفور (31)، الزرنيخ (75)، الإثمد (121).

6. شانكورتوا (1862)

ولد العالم الجيولوجي الفرنسي ألكسندر-إميل بغوييه دي شانكورتوا Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois في 1820 وتوفي في 1886. قدّم له نابليون الثالث وسام الشرف تكريما لأبحاثه في المناجم والسلامة ضد الألغام والغازات. وقد اكتشف أول نظام دوري للعناصر. رتّب 58 عنصرا في لولب حلزوني حسب تزايد أوزانها الذرية في مخطط منقوش على أسطوانة نشره في 7 ابريل 1862.

يبدو أن دي شانكورتوا خطا أهم خطوة في اكتشاف الجدول الدوري، وأدرك أن الخصائص الكيميائية للعناصر دالة دورية لأوزانها الذرية قبل دمتري مندليف Dmitri Mendeleïev بسبع سنوات. قسّم القاعدة الدائرية للأسطوانة إلى ستة عشر قسما متساويا. يُرسم اللولب مائلا بزاوية مقدارها 45° على المحور العمودي وتقسم أسنان اللولب عند كل التفافة إلى ستة عشر قسما. وهكذا تقع النقطة السابعة عشرة على السنّ فوق الأولى مباشرة، وتقع الثامنة عشر فوق الثانية، وهكذا دواليك.

ونتيجة لهذا التمثيل تصبح العناصر التي تختلف أعدادها المميّزة بمقدار ستة عشرة وحدة مرتّبة في أعمدة. فعلى سبيل المثال، يظهر الصوديوم الذي يبلغ وزنه 23 في لفّة كاملة فوق الليثيوم الذي مُنح القيمة سبعة. ويحتوي العمود الثاني على عناصر المغنيزيوم والكالسيوم والحديد والسترونتيوم واليورانيوم والباريوم. تنتهي الدورة الأولى للولب الحلزوني بعنصر الأكسجين.

يمكن أن تشاهد العلاقات الدورية أو المجموعات الكيميائية في نظام دي شانكورتوا بالتحرك عموديا إلى أسفل على طول سطح الأسطوانية. وتحدث الدورة الثانية، وهي أيضا في منتصف الطريق إلى أسفل الأسطوانة عند

التيلوريوم. لم يَحْظَ هذا البحث بالانتشار الواسع بين علماء الكيمياء في العالَم، وبقي مجهولا حتى في مجتمع الكيميائيين الفرنسيين في تلك الآونة. وعليه يمكن القول إن الاكتشاف لم يُلاحَظ لأنه سبق أفكار علماء عايشو فترة شانكورتوا.

7. نيولاندز(1864)

ولد الكيميائي الإنجليزي جون نيولاندز John Newlands في 1837 وتوفي في 1898. واشتهر في صناعة السكر، وهو أحد أعضاء جمعية لندن للكيمياء. تطوع للحرب الثورية في توحيد إيطاليا لفترة قصيرة نظرا لأصوله الإيطالية. نال قلادة ديفي من قبل جمعية الملكية بلندن في عام 1887 لاكتشافاته في الكيمياء [7].

يُعتبر نيولاندز واضع جدول العناصر على أساس خصائصها الفيزيائية؛ وتوصل عام 1864 إلى ما يُعرف بقانون الثمانيات [3]. ورتب 62 عنصرا معروفا مستعينا بقيم الأوزان الذرية المفضلة لدى شارل غيرهارت Charles Gerhardt، والذي كان قد بدأ بمراجعة الأوزان الذرية الحديثة الصادرة في أعقاب مؤتمر كارلسروهه Karlsruhe في 1860.

وفي 1865 طوّر نيولاندز نظاما آخر، واستخدم فيه أعدادا ترتيبية بدلا من قيم الأوزان الحقيقية والذي وصل إلى حدّ تشبيه دورة العناصر بالثمانيّات (الأوكتافات) الموسيقية حيث تُعرض النغمات تكرارا على فترة من ثماني نغمات. ولم يتضح من التشبيه السابق ما إذا كان نيولاندز يقصد الإيحاء بوجود علاقة بين الكيمياء والموسيقى.

إن هذا النظام الدوري الذي يمثل أول إعلان واضح عن قانون جديد لطبيعة تكرار خواص العناصر بعد فترات معيّنة تعرّض لسخرية الكيميائيين عندما قدّمه نيولاندز في اجتماع جمعية لندن الكيمياء ومنعوه من نشره في مجلة تابعة للجمعية، لكنه نشره في دورية Chemical News الشهيرة في وقته.

8. أدلنغ (1864)

ولد الكيميائي الإنجليزي ويليام أدلنغ William Odling في 1829 وتوفي في 1921. شغل عديد المناصب منها: محاضر في كلية الطب تابعة لمستشفى سانت برثولوميو بلندن، ومدير المعهد الملكي في لندن ومديرا لجمعية لندن للكيمياء، وأستاذ في جامعة أوكسفورد. برز أدلنغ كواحد من مكتشفي النظام الدوري البارزين في تاريخ الكيمياء. حضر أدلنغ مؤتمر كارلسروهه، وقدّم محاضرة عن الحاجة إلى اعتماد نظام موحّد للأوزان الذرّية. أجرى أولى محاولاته لوضع النظام الدوري مستعينا بقيم الأوزان الذرّية لكانيزارو والتي اقترحها بعد تصحيح الأوزان الذرّية الذي وضعها جون دالتون كما تقدّم في أعقاب اجتماع كارلسروهه [4].

أصبح أودلنغ من أبرز مناصري آراء كانيزارو وأفوغادرو وكان له السبق في إدراك أهمية قيم الأوزان الذرية الجديدة في تصنيف العناصر. وظهرت مقالته الرئيسية عن النظام الدوري في 1864 عندما كان معلّماً للكيمياء في مستشفى سانت برثولوميو St Bartholomew's Hospital في لندن. ظهر جدول نيولاندز في السنة ذاتها وأدرج 62 عنصرا بينما أدرج أدلنغ 57 عنصرا فقط. وقد ظهر بحث أدلنغ قبل إعلان نيولاندز عن الدورية الكيميائية أمام جمعية لندن الكيميائية. بدأ بحثه كما يلي: "عند ترتيب الأوزان الذرية أو الأعداد النسبية للعناصر الستين أو نحو ذلك المعروفة وفقا للمقادير المتنوعة، نلاحظ استمرارية جلية في السلاسل الحسابية الناتجة". وأضاف: "إن السهولة التي ينسجم فيها هذا التسلسل الحسابي الصرف مع الترتيب الأفقي لمجموعاتها العادية تظهر في الجدول التالي، حيث التوالي العددي في الأعمدة الثلاثة الأولى تامّ، في حين توجد في الأعمدة الأخرى استثناءات قليلة".

9. هنريكس (1867)

ولد الكيميائي والفيلسوف الألماني-الأمريكي غوستافوس هنريكس Gustavus Hinrichs في 1836 وتوفي في 1923. شغل عدة مناصب منها، أستاذ في جامعة أيوا الأمريكية للفلسفة الطبيعية والكيمياء واللغات الحديثة. أنشأ أول محطة أمريكية للأرصاد الجوي في 1875م وترأسها 14 سنة. نشر 3000 مقالة بعدة لغات: الدنماركية والفرنسية والألمانية والإنجليزية.

يُعتبر من أبرز المكتشفين لقوانين الدورية كأساس للجدول الدوري للعناصر. لم يتردّد غوستافوس في ربط الأطياف بذرّات العناصر عند اكتشاف العالمين الألمانيين كيرشهوف وروبرت بنسن أن كل عنصر يصدر ضوءا يمكن تفريقه باستخدام منشور زجاجي وتحليله كميًا، مما يدل على أن كل عنصر يعطي طيفا فريدا يتكون من مجموعة محدّدة من الخطوط.

كان متأثرا بفكرة فيثاغورس الرابطة بين الكواكب والذرّات، فعمل على تصنيف العناصر في مخطط حلزوني سنة 1867 في كتاب Programme der Atommechanik. وفي مقالة نشرت في مجلة The Pharmacist في 1869، بحث غوستافوس المحاولات السابقة غير الناجحة لتصنيف العناصر لكنه لم يذكر أيا من مشاركيه في الاكتشاف مثل شانكورنوا، أو نيولندز، أو مندليف. بل يبدو أن غوستافوس تعمّد تجاهل كل المحاولات الأخرى لإسناد تصنيف العناصر إلى الأوزان الذرية مباشرة.

10. ماير (1864)

ولد الكيميائي والطبيب الألماني يوليوس ماير Julius Meyer في 1830 وتوفي في 1895. تحصل على دكتوراه في الطب من جامعة فورتسبورغ في سنة 1855، وفي 1858 تحصل على دكتوراه في الكيمياء من نفس الجامعة، وعمل مدرسا ومديرا لجامعة توبنغن Tübingen. في عام 1882 تحصل مع دمتري مندليف على قلادة ديفي Davy من قبل جمعية الملكية بلندن لاكتشافهما العلاقات الدورية بين الأوزان الذرية وبناء نظام دوري للعناصر [6]. يُعتبر ماير من الأوائل الذين ساهموا في بناء المنظومة الدورية للعناصر.

تعرّف ماير على عمل كانيزارو الخاص بالأوزان الذرية للعناصر وتأثّر جدا بأفكاره، فسارع إلى كتابة أول مخطوطة في 1862 (نشرت في سنة 1864) [7]. أنتج جدولا من ثمانية وعشرين عنصرا مرتّبا وفقا لتزايد الوزن الذرّي. يبين الجدول وجود علاقات أفقية واضحة بين العناصر، وسبق فيها مندليف. ويظهر في جدول ماير لسنة 1864 بوضوح للمرة الأولى تباين منتظم في تكافؤ العناصر من 4 إلى 1 عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الجدول. يوحي الجدول أن ماير بذل جهدا كبيرا لترتيب العناصر تبعا للوزن الذّري بالإضافة إلى الخواص الكيميائية. ويبدو أنه جعل الأسبقية للخواص الكيميائية للترتيب في بعض الحالات. ومن الأمثلة على ذلك تصنيف التيليريوم مع عناصر مثل الأكسجين والكبريت، في حين صنّف اليود مع الهالوجينات على الرغم من انخفاض وزنه الذّري. وأظهر ماير وجود العديد من الفجوات التي تشير إلى عناصر مجهولة.

وفي عام 1868 أصدر منظومة دورية موسّعة للطبعة الثانية لكتابه الدراسي الذي احتوى على ثلاثة وخمسين عنصرا معروفا. ومما يُؤسَف له أن هذا الجدول لم يضعه الناشر في موضعه المطلوب، فلم يظهر في الطبعة الجديدة من كتابه ولا في أي من مقالات الدوريات، وبذلك لم ينتشر في الوسط العلمي والعالمي.

11. مندليف (1869)

ولد الروسي دمتري مندليف Dmitri Mendeleïev في 1834 وتوفي في 1907. كان من أشهر علماء الكيمياء في زمانه، لُقِّب بأبي الجدول الدوري. درّس الكيمياء في جامعة سانت بطرسبرغ [8]، وشغل ابتداء من 1892 منصب مدير لديوان الأوزان والقياسات في سانت بطرسبرغ حتى وفاته. كُرِّم بعديد الجوائز أهمها وسام ديفي كما تقدّم. فهو لم يكتشف المنظومةَ الدورية فحسب بل أدرك أيضًا أن تلك المنظومة تشير إلى قانون عميق للطبيعة هو القانون الدوري. أمضى العديد من السنين محاوِلًا استنتاج ما يترتب عن هذا القانون بشكل كامل، ومنه التنبؤ بوجود عناصر غير مكتشفة ومعرفة خواصها. وصحَّحَ الأوزانَ الذرية لبعض العناصر المعروفة بالفعل، ونجح في تغيير مواضع بعض العناصر الأخرى في الجدول الدوري.

أنشأ في مسيرته بداية من 1869 عدة جداول أشهرها جدول 1869، صحّحه في السنة ذاتها ونشره في 1872 [9]، وذلك يُعدُّ ميلادا للجدول الدوري الحديث. زار مندليف في عام 1860 صديقه جوستاف كيرشوف في ألمانيا للعمل في مجال الأطياف، ولم يفوّت فرصة حضور مؤتمر كارلسروهه. وعلى الرغم من أن مندليف سرعان ما أدرك قيمةَ أفكارِ كانيزارو فيبدو أن استخدامه للأوزان الذرية استغرَقَ وقتًا أطول ممَّا فعل ماير.

كان الاكتشاف الفعلي في يوم 18 فيفري 1869 عندما استيقظ من نومه وألغى رحلتَه المقرَّرة لزيارة مصنعٍ للجبن بعدما رأى حلما قال عنه في مذكراته: "رأيت في المنام جدولا تساقطت فيه جميع العناصر في مكانها كما هو مطلوب. ولما استيقظت وعلى الفور كتبته على قطعة من الورق، وكان من ضروري تصحيحه في وقت لاحق". وصمَّمَ على العمل جديا للتوصُّل إلى ما صار أشهر أعماله. وقد كتب أولا قائمةً برموز ثمانية عناصر، رتَّبَها في صفين على النحو التالي:

ثم كتب مجموعة، أكبر قليلًا، تتألف من 16 عنصر كما يلي:

Na	K	Rb	Cs
Be	Mg	Zn	Cd

F	Cl	Br	I				
Na	K	Rb	Cs			Cu	Ag
Mg	Ca	Sr	Ba	Zn	Cd		

وبحلول مساء نفس اليوم، كان مندليف قد كتب مسوَّدةً شملتْ جدولًا دوريّا بكامله، تضمَّن 63 عنصرًا معروفًا. وفضلًا عن هذا تضمَّن العديد من المواضع الشاغرة لعناصر لم تكن قد عُرِفت بعدُ، وتنبأ بقيم أوزان ذراتها. طُبِعت مائتا نسخة من هذا الجدول الأول وأرْسِلت إلى الكيميائيين في أنحاء أوروبا. وفي يوم 6 مارس من العام ذاته أعلن عن هذا الاكتشاف أحد زملاء مندليف في اجتماعٍ للجمعية الكيميائية الروسية. وفي غضون شهر واحد نُشِرت عنه مقالة في مجلة هذه الجمعية كانت حديثة التأسيس، ثم أعيد نشرها في مجلة ألمانية شهيرة (Angewandte Chemie).

توقعات مندليف

من أعظم انتصارات مندليف التنبؤ بوجود العديد من العناصر غير المكتشفة. كما عدّل أوزان ذرات بعض العناصر، وغيّر أماكن عناصر ونقلها إلى مواقع جديدة في الجدول الدوري، وذلك يرجع ربما لفهمه العميق لطبيعة

العناصر واستغلاله لنظرية يوهان دوبرينير. على الرغم من أن مندليف منح الأوزان الذّرية للعناصر الأهمية العظمى، فإنه نظر أيضا في الخواصّ الفيزيائية والتشابهات العائلية فيما بينها، فقد سبق منافسه ماير الذي وضع جدوله في سنة 1872 بوضع أماكن فارغة لتنبؤاته. ومن المعايير الأخرى التي أخذ بها أن يشغل كل عنصر مكانا واحدا في الجدول الدوري.

كتب في بحثه المنشور في سنة 1869: "علينا أن نتوقّع اكتشاف عناصر غير معروفة بعد، مثل العنصرين الشبيه بالألمنيوم والشبيه بالسيليكون اللذين يقع وزناهما الذّرين بين 65 و75". وأعطى توقّعات مفصّلة عن الخواص الكيميائية والفيزيائية لكل عنصر. وقد استغرق الأمر ست سنوات قبل عزل أول هذه العناصر المتوقعة، سُمّي لاحقا الغاليوم. كانت توقّعات مندليف صحيحة، مع بعض الاستثناءات القليلة. ويمكن رؤية دقّة توقعات مندليف بوضوح في حالة العنصر الذي أسماه إكاسيليكون، وسمي لاحقا بالجرمانيوم [10].

لم تكن كل توقعات مندليف ناجحة. فقد نجح في ثماني توقعات من أصل ثمانية عشر توقعا منشورا. لم تؤثر توقعات مندليف الفاشلة من قيمة جهوده، بل كانت نقطة مهمة في الفلسفة العلمية. ناقش المؤرخون وفلاسفة الكيمياء أهمية التنبؤ العلمي وتأثيراته في نجاح الأبحاث، فكان أمرا مثيرا للإعجاب رغم الفشل في كثير من المرات. كُرِّم بعديد الجوائز أهمها وسام ديفي كما تقدّم في 1882 مناصفة مع ماير. انقسم الكيميائيون في أسبقية الاكتشاف بين جزء مناصر لمندليف وآخر لماير، لكن شهرة مندليف على ماير في هذه المسألة تعود لعدة أسباب منها:

- كان أشهر من ماير في الوسط العلمي الكيميائي العالمي؛
- نشر أبحاثه في مجلات علمية مشهورة وأهمها المجلة الألمانية Angewandte Chemie على عكس ماير الذي نشر معظم أبحاثه في كتابه الخاص؛
- سبق ماير في وضع توقعات لوجود عناصر جديدة بغض النظر عن نجاحها وفشلها؛
- وزع مائتي نسخة على معظم علماء الكيمياء في أوروبا.

الخاتمة

تفيدنا دراسة تاريخ وتطور جدول التصنيف الدوري للعناصر في إدراك المقاربات المختلفة كمداخل لتعليم وتعلم مفاهيم ميادين الكيمياء الثلاثة: الكيمياء العضوية والكيمياء اللاعضوية والكيمياء الحيوية. كما تضيف هذه الدراسة فكرة عن إنجازات وتنافس العلماء عبر العصور المختلفة لاكتشاف مفاهيم وظواهر في نسق متكامل لمختلف تخصصات علوم الطبيعة. نأمل في الختام أن تفيد هذه الدراسة جميع المهتمين بمسائل وتخصصات الكيمياء.

ولا يفوتنا أن أشير، للأمانة العلمية، أن هذه الدراسة كانت بمساهمة زميلتنا أستاذة الكيمياء مينة مالكي (1963-2013) رحمها الله، حيث كانت رغبتها تتمثل في تصميم مؤلف يتناول دراسة تاريخية وتعليمياتية لمفاهيم التصنيف الدوري للعناصر.

المراجع

[1] شيري، إريك، ترجمة محمد عبد الرحمن إسماعيل، الجدول الدوري، مؤسسة هنداوي، مصر، 2016.

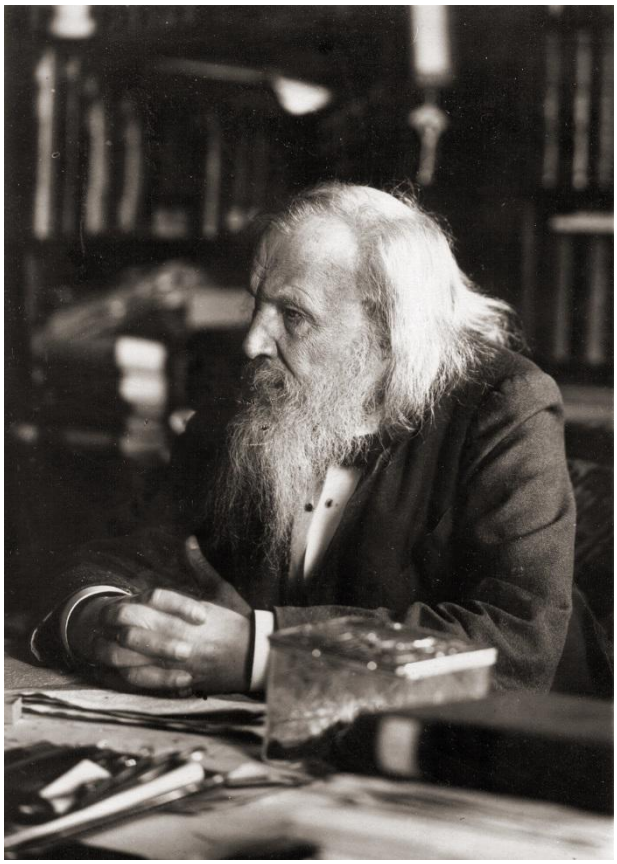
[2] شيري، إريك، ترجمة عمر سعيد الأيوبي، قصة 7 عناصر، هيئة أبو ظبي للسياحة والثقافة، 2016.

[3] Costa, Mariagrazia, Fontani, Marco, Orna, Mary Virginia: The Lost elements : The Periodic table's shadow side, Oxford University Press, 2015.

[4] Scerri, Eric: The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery, The Royal Society Publishing, 2015.
https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsta.2014.0172

[5] من موقع ويكيبيديا
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_periodic_table#William_Odling
[6] من موقع ويكيبيديا
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_periodic_table#Lothar_Meyer
[7] Chemical Heritage Foundation
https://www.chemheritage.org/historical-profile/julius-lothar-meyer-and-dmitri-ivanovich-mendeleev
[8] من موقع ويكيبيديا
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_periodic_table# Dmitri_Mendeleev
[9] الموقع الرسمي لمنديليف
http://www.dmitrimendeleev.com
[10] The Chemo genesis web book.
http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?PT_id=13

******



دمتري مدفيدف Dmitri Mendeleïev (1907-1834)

من مبرهنة الاستحالة لفان نيومان إلى التشابك الكمومي (3)
متباينة بيل والتشابك الكمومي

جمال ضو
أستاذ بقسم الفيزياء، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي
djsdou@yahoo.com

1. متباينة بيل

في الجزأين الأول والثاني من هذه المقالة تعرضنا إلى تجربة (EPR) "آ ب ر" وإشكالية تفسيرها وأثرها المفاهيمي على ميكانيكا الكم وتفسيره، ثم أتبعنا ذلك بعرض مختصر لفكرة المتغيرات الخفية ومبرهنة الاستحالة لفان نيومان von Neumann ونقضها من طرف بيل Bell، ثم ما تبع ذلك من نقاشات وسط المهتمين بتفسيرات ميكانيكا الكم وتاريخ العلوم، المرجع (1) و (2).

في هذا الجزء الأخير، سوف نصل بالقارئ إلى بيت القصيد في هذه الرحلة التاريخية المختصرة والعلمية المبسطة، والمتمثل فيما أصبح يُعرف بمتباينة بيل. فبعد نشره لمقاله الأول الذي قدم فيه مثالا مناقضا لنتيجة مبرهنة الاستحالة ونقده للمسلمة التي تقوم عليها هذه المبرهنة، أتبع بيل هذه المقالة بمقالة أخرى لا تقلّ أهمية عن الأولى، استنبط فيه متباينة يجب أن تحققها الحالات غير المشتتة المعتمدة على متغيرات خفية محلية إن وجدت، المرجع (3). هذه المتباينة في الحقيقة مستوحاة من تجربة "آ ب ر".

ومثلما أشرنا سابقا فإن فكرة المتغيرات الخفية سبقت مقالة الثلاثي "آ ب ر"، وتاريخيا وقع نوع من الطلاق بين الموضوعين، ولم تُنشر طيلة العقود الثلاثة التي تلت مقالة " آ ب ر"، أي دراسة تناقش العلاقة بينهما، ما عدا مقالة واحدة لم تحظ بأي اهتمام يذكر. ولهذا فإن دراسة بيل أعادت القضيتين إلى سياق واحد، ليس من الناحية النظرية والفلسفية فحسب، بل فتحت الباب أمام إمكانية حسم الجدل تجريبيا كما سيتبيّن لاحقا.

في الحقيقة، هناك طرق مختلفة لعرض متباينة بيل، وربما أبسطها وأسهلها تلك التي تختلف عن العرض الأصلي الذي ورد في مقالة بيل، ولكن لأجل المحافظة على السياق التاريخي والنهج الذي اتبعناه في هذه المقالة فإننا سنتحدث باختصار عن فحوى متباينة بيل الأصلية.

لنعد إلى تجربة "آ ب ر" التي تحدثنا عنها في الجزء الأولى من المقالة، والتي نقيس فيها حالة السبين لجسيمين ناتجين عن تفكك جسيم بسبين صفر. مثلما هو معلوم فإننا إذا اخترنا قياس سبين الجسم الأول في اتجاه ما، (oz) مثلا، وكانت نتيجة القياس هي $\frac{1}{2}$ فإن نتيجة قياس سبين الجسيم الآخر في نفس الاتجاه تكون معاكسة، أي $-\frac{1}{2}$، والعكس صحيح. نشير إلى أن بيل أثبت أن هذا الترابط بين نتائج قياس سبيني الجسيمين في نفس الاتجاه يمكن تفسيره باستعمال متغيرات خفية محلية، المرجع (2).

لكن، لنعتبر الآن تجربة القياس الموسعة التالية. نفترض أننا نقيس سبين الجسيم الأول في اتجاه شعاع وحدة $\vec{a}$ (طوله واحد)، بينما نقيس سبين الجسيم الثاني في اتجاه شعاع وحدة آخر $\vec{b}$، أي نقيس كل من $\vec{S}_1 . \vec{a}$ و $\vec{S}_2 . \vec{b}$. مثلما هو معلوم فإن نتائج قياس إحدى هاتين المركبتين يعطي $\mp\frac{1}{2}$، ولكن لا يوجد الآن نفس الترابط بين نتيجتي قياس

المركبتين، غير أنه يمكن بسهولة البرهان على أنه في حالة تجربة "آ ب ر" وفي ميكانيكا الكم تكون محصلة قياس الجداء محكومة بالمساواة التالية

$$(\vec{S_1}.\vec{a}) \times (\vec{S_2}.\vec{b}) = -\frac{1}{4}\vec{a}.\vec{b}.$$

مثلما هو واضح، ففي حالة اختيار نفس الاتجاه للقياس نحصل على الترابط السابق وتكون نتائج القياس متعاكسة.

لنفترض الآن وجود متغيرات خفية محلية تسمح بتحديد نتائج قياس كل سبين على حدة، وفي نفس الوقت متفقة مع نتائج ميكانيكا الكم أو لِنَقُل مع التجربة. دعنا أولا نُعرّف المقدار $A(\vec{a},\lambda)$ الذي يحدد نتيجة قياس ضعف السبين الأول في اتجاه $\vec{a}$، أي $2\vec{S}.\vec{a}$،

$$A(\vec{a},\lambda) = \mp 1.$$

نفس الشيء بالنسبة لضعف سبين الجسم الثاني في اتجاه $\vec{b}$، نعرف $B(\vec{b},\lambda)$

$$B(\vec{b},\lambda) = \mp 1$$

وهذا بحسب قيم المتغيرات الخفية $\{\lambda\}$.

المفترض في المتغيرات الخفية أن معرفتها تحدد نتيجة القياس يقينا لكل سبين، وكذلك تعطي متوسط نتائجها نفس نتائج ميكانيكا الكم، أي لا بد أن تكون المساواة التالية محققة

$$P(\vec{a},\vec{b}) \equiv < A(\vec{a},\lambda).B(\vec{b},\lambda) >_{HV} = -\vec{a}.\vec{b} \qquad (2)$$

القيمة المتوسطة لهذا الجداء يمكن صياغته عموما كما يلي

$$P(\vec{a},\vec{b}) = \int \rho(\lambda)\, A(\vec{a},\lambda).B(\vec{b},\lambda)\, d\lambda$$

حيث ρ هي دالة الكثافة للمتغيرات الخفية والتي لا نتشرط عليها شيئا سوى أنها تحقق شرط التنظيم، وهي شبيهة بدالة كثافة التوزيع في فيزياء الإحصاء. كما أن المتغيرات الخفية هنا يمكن أن تكون مستمرة أو متقطعة، متعددة أو وحيدة. ورمز التكامل هنا هو تعبير يشمل الجمع والتكامل معا.

ما قام به بيل لم يكن البرهان مباشرة على استحالة وجود متغيرات خفية تحقق المساواة (2)، بل قام باستنباط متباينة يجب أن تحقق في ظل تفسير يقوم على متغيرات خفية محلية. تنص هذه المتباينة على ما يلي:

ليكن $\vec{c}$ شعاع وحدة آخر يمكن أن نقيس مركبة سبين الجسيم الثاني بالنسبة إليه. الآن ليس من الصعب برهان المتباينة التالية

$$\left|P(\vec{a},\vec{b}) - P(\vec{a},\vec{c})\right| \leq 1 + P(\vec{b},\vec{c}).$$

هذه متباينة بيل الشهيرة التي من المفترض أن يحققها أي تفسير يقوم على متغيرات خفية محلية أو حالات غير مشتتة لتجربة "آ ب ر".

الآن، ليس من الصعب البرهان على أن هذه المتباينة لا يمكن أن تتوافق مع نتائج ميكانيكا الكم بشكل عام، فهناك أكثر من خيار للأشعة يجعل هذه المتباينة غير محققة. فمثلا، نأخذ الأشعة الثلاثة في نفس المستوي والفاصل بين كل شعاع والذي يليه هو زاوية $\frac{\pi}{3}$، فنحصل على

$$P(\vec{a},\vec{b}) = -\frac{1}{2}\ , P(\vec{a},\vec{c}) = \frac{1}{2}, P(\vec{b},c) = -\frac{1}{2}.$$

وهو ما يخرق المتباينة بشكل واضح.

خلاصة متباينة بيل هي أنه لا يمكن لأي تفسير يقوم على حالات غير مشتتة بمتغيرات خفية "محلية" أن يفسر نتائج ميكانيكا الكم. السؤال المنطقي هنا: هل يمكن حسم هذا التباين بين فرضية المتغيرات الخفية المحلية ونظرية الكم تجريبيا؟ هل يمكن القيام بتجربة تحاكي تجربة "آ ب ر" ومعرفة ما إذا كانت نتائجها تتفق مع متباينة بيل أم ميكانيكا الكم؟ هل التجربة تخرق هذه المتباينة أم تحققها؟

في الحقيقة بُعيد برهان هذه المتباينة لم تكن الإمكانيات التجريبية تسمح بإجراء هذه التجربة الدقيقة. إلا أنه بعد سنوات، تلقف (سنة 1972) أحد الفيزيائيين التجريبيين، وهو كلاوسر Clauser، هذه الفكرة وقام بأول تجربة لحسم الخلاف. وكانت نتائجه لصالح صحة ميكانيكا الكم، فمتباينة بيل لم تتحقق، وكانت النتائج كلها متفقة مع توقعات ميكانيكا الكم. إلاّ أن هذه التجربة في الحقيقة لم تكن مكتملة وحاسمة لأسباب ليس هنا المقام لشرحها.

وتبعت هذه التجربة تجارب عدة خلال السنوات الموالية؛ وخاصة من قِبل الفيزيائي آسبيه Aspect ومجموعته. وبقيت كثير من التساؤلات والتفسيرات المعقدة والمشاكل العملية التي يجب تخطيها لحسم المسألة. فبعض الإشكاليات كانت أشبه بمن يدور في حلقة مفرغة. ولكن يمكن القول إنه في سنة 2015 تم إغلاق جميع منافذ الشكّ حول طريقة تفسير النتائج، وحُسمت المسألة لصالح ميكانيكا الكم والتأثير الشبحي غير القابل للتفسير عبر متغيرات خفية محلية.

إن المفارقة التي نقف عندها هنا هي أنه بالرغم من أن بيل استطاع كشف الخلل في مبرهنة الاستحالة لفون نيومان، فإنه استطاع في نفس الوقت من خلال متباينته، أن يعيد مرة أخرى عقارب الساعة إلى الوراء ويثبت صحة مبرهنة الاستحالة لفان نيومان، ولكن من دون الحاجة لمسلمته التي انطلق منها ونقضها بيل!

2. التشابك الكمومي

لقد أشرنا في الجزء الأول من المقالة إلى تلك النقاشات الشهيرة التي جرت بين العالمين بور Bohr وآينشتاين Einstein حول تفسير ميكانيكا الكم، وكيف أن بور نجح ببراعة في الرد على كل الأمثلة والحجج التي قدمها آينشتاين لدحض التفسير الاحتمالي لميكانيكا الكم. إلا أن مسألة "آ ب ر"، لا يمكن القول إن بور نجح في الرد عليها أو حسم النقاش حولها. فما الذي يجعل هذه التجربة مختلفة عن باقي التجارب الذهنية التي قدمها آينشتاين؟

الإجابة عن هذا السؤال في الحقيقة، تفتح الباب أمام أحد أهم المفاهيم الفيزيائية الحديثة وأكثرها غرابة، ألا وهو مفهوم "التشابك الكمومي". جذور المصطلح والظاهرة تعود إلى شرودنيغر Schrödinger.

لا يسعنا المقام هنا للتفصيل ولو قليلا في مفهوم التشابك الكمومي وتطبيقاته التكنولوجية في مجال المعلوماتية الكمومية وأبعاده وتأثيره على فهمنا لفيزياء الكم والثقوب السوداء، وربما نشأة مفهوم الزمان والمكان (الزمكان). ولكن سنحاول باختصار أن نضع بين يدي القارئ بعض ملامح هذا المفهوم لأن أي تفصيل فيه يحتاج إلى أدوات رياضياتية وفيزيائية أكثر مما قدمناه في هذه المقالة.

دعنا نعود إلى الحالة الكمومية التي تصف حالة الجسيمين في تجربة "آ ب ر" والتي كنا قد وضعنا صيغتها في الجزء الأول من هذه المقالة.

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{2}}[\psi_+(e^-)\psi_-(e^+) - \psi_-(e^-)\psi_+(e^+)]$$

هذه الحالة تصف حالة الجسيمين معا، "بوزيترون + إلكترون"، أو ما نطلق عليه الحالة الكلية. ما الذي يجعل هذه الحالة مختلفة مثلا عن الحالة التالية:

$$\psi' = \psi_+(e^-)\psi_-(e^+)?$$

الاختلاف بين هاتين الحالتين هو جوهر مفهوم التشابك الكمومي. تصور مثلا أننا نعلم أن الجسيمين (إلكترون+ بوزيترون) في الحالة ψ'. في هذه الحالة نعلم يقينا أننا إذا قسنا سبين الإلكترون في اتجاه oz فإننا سنحصل على $\frac{1}{2}$، وإذا قسنا سبين البوزيترون أيضا سنحصل على نتيجة معاكسة. والحقيقة أن قياسنا لسبين الإلكترون لم يخبرنا بشيء عن حالة البوزيترون. فهذا الأمر معلوم مسبقا من خلال معرفتنا بحالة الكلية للجسيمين.

لنفترض الآن أننا اخترنا قياس سبين أحد الجسيمين (الإلكترون مثلا) في اتجاه آخر يختلف عن oz. فكما هو معلوم أننا سنكون أمام احتمالين، إما نحصل على $\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$، وكل قيمة باحتمال حسب الاتجاه الذي نقيس بالنسبة إليه. ولكن نتائج قياس سبين الإلكترون لا تعطينا أي معلومات عن نتائج قياس سبين البوزيترون من الناحية الأخرى، فلا يوجد أي ترابط بين النتائج. لهذا نقول إن الحالة ψ' غير متشابكة. والآن، ماذا لو كان الجسيمان في الحالة ψ ؟

أولا، لا نعلم مبدئيا نتيجة قياس سبين أحد الجسيمين في الاتجاه oz. فيمكن أن تكون $\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$، ولكن إذا ما عرفنا سبين أحد الجسيمين نستطيع التنبؤ بنتيجة قياس الآخر في نفس الاتجاه بدقة. وإذا اخترنا قياس سبين أحد الجسيمين في اتجاه $\vec{a}$ كيفي فإن نتيجة قياس سبين الجسيم الآخر بالنسبة لاتجاه كيفي آخر $\vec{b}$ تكون مرتبطة بهذه النتيجة عبر العلاقة (2). بعبارة أخرى، هناك ترابط معلوماتي بين نتائج قياس سبين الجسيمين، فقياس أحدهما يعطي معلومات عن نتائج قياس السبين الآخر، أي أن التوزيع الإحصائي للنتائج يكون مترابطا مهما كانت المسافة الزمنية والمكانية بين التجربتين. ولهذا نقول إن الحالة ψ متشابكة.

وفي الحقيقة، تمثل هذه الحالة نوعا خاصا من التشابك، ففيها يبلغ التشابك أقصى قيمة ممكنة له، أي أنها حالة متشابكة قصوى. ونشير هنا إلى أن هناك مقاييسا رياضياتية دقيقة تم تطويرها في العقود الأخيرة تسمح بتحديد ما إذا كانت حالة كمومية ما متشابكة أو غير متشابكة، كما تحدد مقدار هذا التشابك. هذا عندما يتعلق الأمر بمثل هذه الحالات، حالات صافية إحصائيا مثل الحالة (2)، أو تعميمها إلى أبعاد أخرى. أما في ظل شروط مختلفة -أو ما يعرف بالحالات المختلطة- فإن مسألة قياس مقدار التشابك لا تزال مسألة مفتوحة بشكل عام.

إن ما يميز التشابك الكمومي عن باقي الظواهر الكمومية هو كونه ظاهرة كمومية صرفة لا نظير كلاسيكي لها في الفيزياء، فهو ميزة خاصة جدا بالعالم الكمومي، تتجاوز الحدس وتبدو كأنها تخرق مبدأ السببية أو المحلية. ولكن لا يمكن توظيف التشابك لخرق السببية أو المحلية عبر إحداث تأثير فيزيائي ينتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن التشابك الكمومي يؤدي دورا هاما ورئيسا في عالم المعلوماتية الكمومية والتعمية الكمومية (التشفير) وتكنولوجيا الحواسيب الكمومية. ويشهد هذا الميدان، الذي لا يزال نظريا إلى حد كبير، نشاطا بحثيا منقطع النظير وقفزات تقنية ونظرية سريعة. وإذا ما استطاع العلماء تجاوز العقبات التقنية أمام توظيف الظواهر الكمومية المختلفة فإن البشرية ستكون حتما أمام ثورة تكنولوجية جديدة تفوق تلك الثورة التي تَبِعت اكتشاف الترانزستور في منتصف القرن الماضي.

من ناحية أخرى، يؤدي التشابك الكمومي دورا مركزيا في فهم الثقوب السوداء والاعتلاج (الأنتروبيا) المرفق بها. كما أن بحوثا علمية ونظريات عديدة صدرت في السنوات الأخيرة تشير بقوة إلى دور جوهري قد يلعبه التشابك الكمومي في فهم نشأة المكان والزمان (الزمكان). وربما سيكون التشابك الكمومي أحد المفاتيح الرئيسة، إن لم يكن المفتاح الرئيس، لإحداث نقلة تاريخية في فهم الإنسان للطبيعة ونشأة الكون؛ ولما لا يؤدي بنا إلى إدراك أعمق لمفهوم الحقيقة ذاتها. إنها نقلة لن تكون أقل شأنا من تلك التي أحدثها ميكانيكا الكم والنسبية في مطلع القرن العشرين.

ختاما، من الصدف الجميلة والغريبة في آن واحد، أنه بينما نحن نقوم بتنقيح النسخة الأخيرة لهذا الجزء الثالث والأخير للمقالة، قبيل إرساله إلى هيئة تحرير مجلة بشائر العلوم، تمّ الإعلان عن منح جائزة نوبل في الفيزياء

لسنة 2022 إلى العلماء الثلاثة آسبيه، وكلاوسر، وسايلينجر Zeilinger نظير هذه التجارب التي أشرنا إليها والتي أثبتت خرق متباينة بيل ووجود التأثير الشبحي وتطبيقات التشابك الكمومي.

المراجع

1. ضو، ج.: من مبرهنة الاستحالة إلى التشابك الكمومي (1)، مجلة بشائر العلوم، العدد 2، أفريل 2022.
2. ضو، ج.: من مبرهنة الاستحالة إلى التشابك الكمومي (2)، مجلة بشائر العلوم، العدد 3، سبتمبر 2022.
3. Bell, J. S.: On the Einstein Podolsky Rosen Paradox, Physics, 1 (3), 195-200, 1964.

رياضيـــــات

حينما تتحوّل الرياضيات إلى متعة

صادق بوروبي
أستاذ بكلية الرياضيات، جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، الجزائر
bouroubis@gmail.com

مقدّمة بين يدي الموضوع

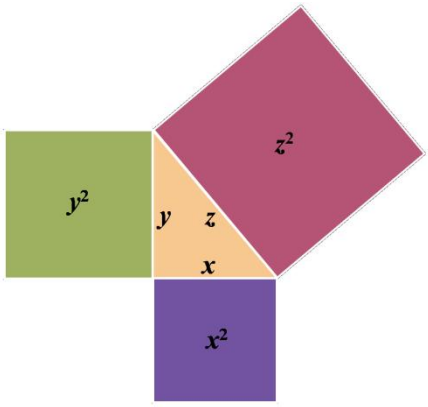
إنه من دواعي حيرتي ودهشتي، أن أسمع شخصًا يقول إنه يكره الرياضيات، في حين أنني كنت وما زلت منذ نعومة أظافري مفتونا بهذا العلم الذي لطالما اعتبرته فنا يحفّزه الجمال، لدرجة أنني أشعر دائما بالحماسة والسعادة كلما أتيحت لي فرصة لعرض درة من درر هذا العلم إلى الآخرين. ولكن وبكل أسف، الشغف بأي علم من العلوم ليس أمرا معديا. لذلك أتصوّر أن جعل الدرس في مادة الرياضيات ممتعًا لدى المتلقي، يتطلب جملة من الخصائص يستحب توفرها في المعلم، كالتفكير العميق، والحسّ المرهف، والخيال الواسع، والشخصية القوية، والحماسة المستمرة، بالإضافة إلى التحكم التام والتمكن في المادة.

ولتطوير الشغف والفضول لدى التلميذ في مادة الرياضيات على وجه الخصوص، من الضروري، حسب رأيي، وضع هذا التلميذ في ظروف يبدو فيها هذا العلم حيويًا وممتعًا. لهذا، غالبًا ما يرتبط اختيار المشكلة المطروحة أمام التلميذ، بالرياضيات الترفيهية، أولا بسبب محتوى المشكلة ذاتها، وثانيا بسبب هذا الجانب الترفيهي الذي يمكن أن يكون مصاحبا لهذه المشكلة طيلة عملية الحل.

سنركز في هذا المقام على مثال نموذجي لمشكلة رياضية تعليمية مرحة، نتناول من خلالها موضوعا ممتعا ذا طبيعة هندسية يعود تاريخه إلى القرن السابع عشر، يتسنى لنا، انطلاقا منه، أن نطرح العديد من المشكلات المماثلة حول نفس الموضوع، يمكن معالجتها في جميع المراحل المدرسية: المتوسطة والثانوية والجامعية وحتى الابتدائية. ينبغي فقط مراعاة أثناء طرح هذه المشكلات، مهارة ومعرفة المتلقي، وبذلك يمكن تحويل المشكلة إلى مشكلات أبسط منها أو معقدة، تصحبها خطوات ومراحل تعليمية جديدة أثناء بناء الحلول المقترحة.

1. نظرية بيار دي فيرما

وُلد بيار دي فيرما Pierre de Fermat في السابع من أغسطس عام 1601 في مدينه بومنت دي لومان Beaumont-de-Lomagne في فرنسا. كان فيرما متبحرا في شتى مجالات العلوم. تحصل في 1631 على شهادة البكالوريا في القانون من جامعة أورليانز Orléans، وعمل في البرلمان المحلي في تولوز Toulouse، ليصبح بعد ذلك مستشارا في عام 1634. ومع ذلك كانت الرياضيات هوايته المفضلة، إذ كان يعكف على حل المسائل الرياضية بعد عودته من العمل إلى البيت. ذات ليلة من ليالي سنة 1637، خطرت على بال فيرما تساؤلات حول معادلة فيثاغورس للمثلث القائم وأخرى شبيهة بها، حيث تساءل عن الحلول الكلية الطبيعية لتلك المعادلة: هل عددها لا نهائي؟ وماذا يحدث لو غيرنا في معادلة فيثاغورس 2 بـ 3 أو 4 أو 5 أو بأي عدد طبيعي $n \geq 3$، هل تبقى للمعادلة حلول؟



معادلة فيثاغورس

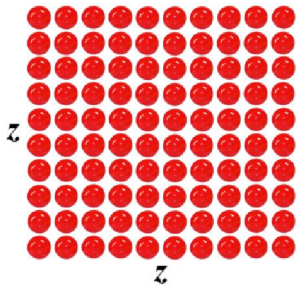
$$x^2 + y^2 = z^2$$

سنقترح فيما يلي استراتيجيتين تعليميتين للجواب عن السؤال الأول لفيرما المتعلق بلا نهائية الحلول الطبيعية لمعادلة فيثاغورس، تناسب تماما جميع المستويات من المتوسطة إلى الجامعة، ثم نطرح مشكلتين جديدتين تتعلق أولاهما بسؤال فيرما الثاني وثانيتهما بسؤال فيرما الأول، وكل ذلك تحت غطاء منهج المقارنة.

2. حول سؤال فيرما الأول

الإستراتيجية الأولى

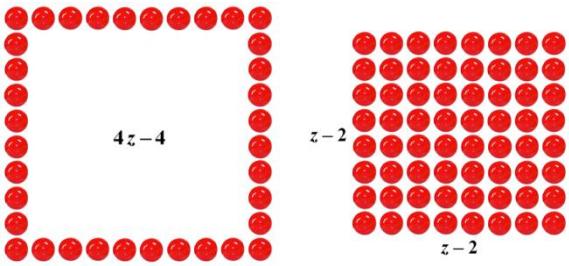
نبدأ بأخذ مربع طول ضلعه عدد طبيعي z ومساحته z^2.



ثم نستخرج منه مساحة المربع الموجود في وسطه، طول ضلعه $z-2$، للحصول على المعادلة البسيطة التالية:

$$z^2 = (z-2)^2 + 4z - 4$$

كما هو موضح في الشكل أدناه:



يكفي بعد ذلك أن نضع

$$4z - 4 = (2t)^2 = y^2,$$

أي

$$x = z - 2 = t^2 - 1 \text{ و } y = 2t \text{ ، } z - 1 = t^2.$$

لنتحصل في الأخير على معادلة فيثاغورس التالية، ذات حلول لا نهائية، يمكن التحقق منها بسهولة

$$(t^2+1)^2 = (t^2-1)^2 + (2t)^2 \; ; \quad t \geq 2.$$

الجدول التالي يبرز بعض هذه الحلول:

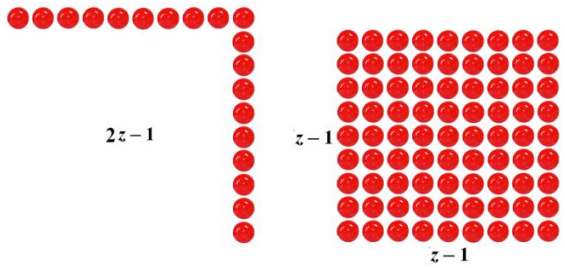
t	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
$x = t^2 - 1$	3	8	15	24	35	48	63	80	99	...
$y = 2t$	4	6	8	10	12	14	16	18	20	...
$z = t^2 + 1$	5	10	17	26	37	50	65	82	101	...

في هذه المرحلة يمكن أن نطلب من التلميذ أن يتأكد من أحد هذه الحلول، كأن يختار مثلا $t = 10$، ليحصل على:

$$99^2 + 20^2 = 101^2.$$

الإستراتيجية الثانية

تتمثل الإستراتيجية الثانية في إخراج مساحة المربع الداخلي المتواجد في الجنب الأيسر من المساحة الكلية كما هو موضح في الشكل أدناه.



للحصول على المعادلة البسيطة الجديدة التالية:

$$z^2 = (z-1)^2 + 2z - 1.$$

بانتهاج نفس الأسلوب المتبع في الإستراتيجية الأولى، نضع:

$$2z - 1 = (2t+1)^2 = y^2.$$

أي

$$z = 2t^2 + 2t + 1 \text{ ، } y = 2t + 1 \text{ و } x = z - 1 = 2t^2 + 2t$$

لنتحصل في الأخير على معادلة جديدة لفيثاغورس، ذات حلول لا نهائية، يمكن أيضا التحقق منها بسهولة:

$$(2t^2+2t+1)^2 = (2t^2+2t)^2 + (2t+1)^2 \; ; \quad t \geq 1.$$

فيما يلي جدول لبعض حلول هذه المعادلة:

t	1	2	3	4	5	6	7	8	...
$x = 2t^2 + 2t$	4	12	24	40	60	84	112	144	...
$y = 2t + 1$	3	5	7	9	11	13	15	17	...
$z = 2t^2 + 2t + 1$	5	13	25	41	61	85	113	145	...

يمكن هنا أيضا أن نطلب من التلميذ أن يتأكد من أحد هذه الحلول، كأن يختار مثلا $t = 8$، ليحصل على:

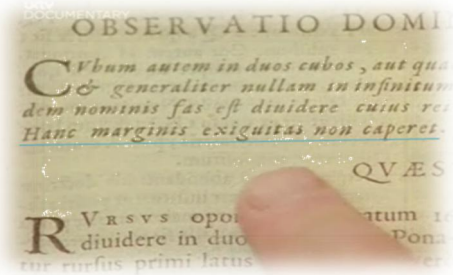
$$144^2 + 17^2 = 145^2.$$

كما يمكنه أيضا أن يتأكد من أنّ الحل المتحصَّل عليه جديد، وهو غير موجود ضمن حلول الإستراتيجية الأولى.

3. حول سؤال فيرما الثاني

لو غيرنا في معادلة فيثاغورس 2 بأي عدد طبيعي $n \geq 3$، نتحصل على المعادلة التالية:

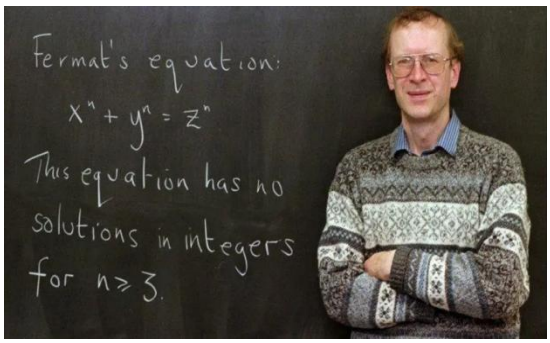
$$x^n + y^n = z^n.$$



سؤال فيرما هو: **هل تبقى للمعادلة حلول طبيعية؟**

كتب فيرما في هامش كتاب كان يقرأه لصاحبه ديوفانتوس الإسكندري Diophantus of Alexandria الموسوم أريثميتيكا" جملة قصيرة يصرح فيها بأنه ليس للمعادلة حلول طبيعية، غير بديهية، وما كتبه أيضا الجملة التالية:

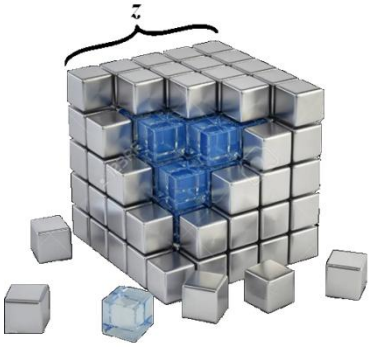
«لدي إثبات رائع للمسألة، لكن الهامش صغير لاحتوائه.»



إلا أنه لم يتم تقديم البرهان الكامل على تصريح فيرما إلا بعد 338 سنة من قبل أندرو وايلز Andrew Wiles عام 1994، باستخدام حجج رياضية بالغة التعقيد، أنشأت تطابقا بين عناصر رياضية تبدو لأول وهلة أنها مستقلة فيما بينها، بعضها ذو طبيعة حسابية كالمنحنيات الناقصية وبعضها الآخر ذو طبيعة تحليلية كالأشكال النمطية، وتمثيلات غالوا Galois.

مشكلة مطروحة للتفكير

هل يمكن للغلاف الخارجي لمكعب طبيعي z^3 أن يشكل هو أيضا مكعبًا طبيعيا؟



بعبارة أخرى، هل يمكن أن تكون للمعادلة التالية حلول طبيعية من أجل $z \geq 3$ ؟

$$z^3 - (z - 2)^3 = y^3.$$

بطبيعة الحال فالجواب سيكون بالنفي بناء على نظرية فيرما-وايلز السابقة الذكر، ولكن ما يمكن استنتاجه هو أن المعادلة التالية لا تقبل حلولا طبيعية من أجل $z \geq 3$:

$$6z^2 - 12z + 8 = y^3.$$

4. مشكلة فرعية حول نفس الموضوع

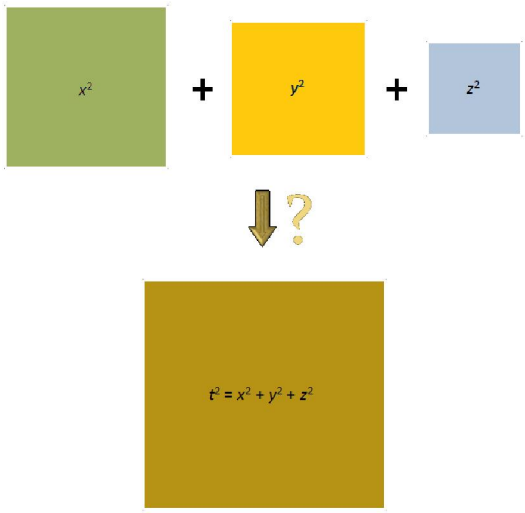
إذا أحدثنا تغييرا بسيطا في معادلة فيثاغورس بإضافة مجهول ثالث كالتالي:

$$x^2 + y^2 + z^2 = t^2$$

ورحنا نبحث عن حلول طبيعية لهذه المعادلة، نكون قد طرحنا مشكلة هندسية جديدة نضعها بين يدي التلميذ نصّها كالتالي:

هل يمكن أن يشكل مجموع ثلاث مساحات لمربعات ذات أضلاع طبيعية، مساحة مربع ذي ضلع طبيعي؟

وهل ذلك ممكن بعدد لا نهائي من الحالات؟

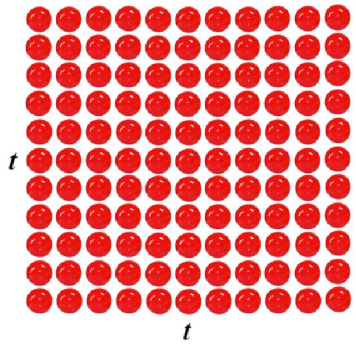


$x, y, z, t \in \mathbb{N}^*$

المطلوب من التلميذ أن يحذو حذو الاستراتيجيتين السابقتين.

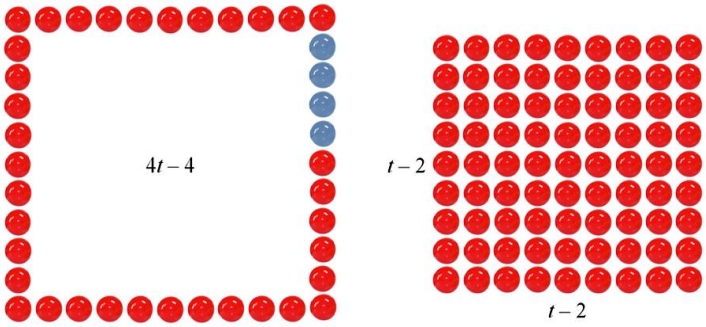
الإستراتيجية الأولى

ننطلق من مربع طول ضلعه عدد طبيعي t ومساحته t^2.



نستخرج منه مساحة المربع الموجود في وسطه، طول ضلعه $t-2$، للحصول مرة أخرى على المعادلة البسيطة التالية:

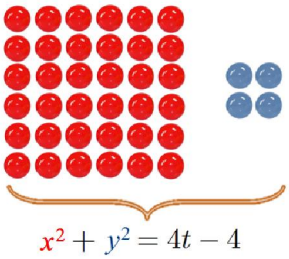
$$t^2 = (t-2)^2 + 4t - 4.$$



المطلوب بعد ذلك أن نكتب:

$$4t - 4 = x^2 + y^2$$

لتُوافق الشكل التالي:



وذلك ممكن إذا وضعنا:

$$t - 1 = u^2 + v^2 \text{ و } y = 2v \text{ ، } x = 2u$$

ومنه

$$z = t - 1 = u^2 + v^2.$$

لنتحصل في الأخير على المعادلة التالية، ذات حلول لا نهائية، يمكن التحقق منها أيضا بسهولة:

$$(2u)^2 + (2v)^2 + (u^2 + v^2 - 1)^2 = (u^2 + v^2 + 1)^2 \; ; \quad u, v \geq 1.$$

بعض هذه الحلول نجده في الجدول التالي:

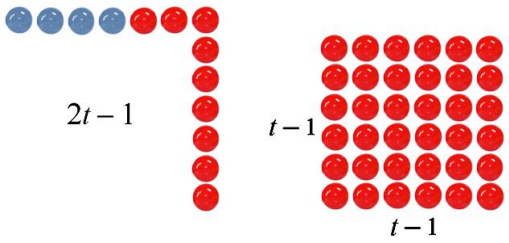
u	1	1	...	2	2	⋯	3	3	⋯	20	20	⋯
v	1	2	⋯	1	2	⋯	1	2	⋯	1	2	⋯
$x = 2u$	2	2	⋯	4	4	⋯	6	6	⋯	40	40	⋯
$y = 2v$	2	4	⋯	2	4	⋯	2	4	⋯	2	4	⋯
$z = u^2 + v^2 - 1$	1	4	⋯	4	7	⋯	9	12	⋯	400	403	⋯
$t = u^2 + v^2 + 1$	3	6	⋯	6	9	⋯	11	14	⋯	402	405	⋯

يمكن للتلميذ أن يتحقق من أحد هذه الحلول، كأن يختار مثلا $u = 20$ و $v = 2$ ، ليحصل على:

$$40^2 + 4^2 + 403^2 = 405^2.$$

الإستراتيجية الثانية

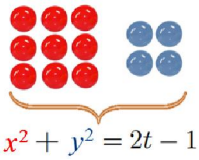
فكرة الإستراتيجية الثانية تتمثل، كما سبق ذكره من قبل، في إخراج مساحة المربع الداخلي المتواجد في الجنب الأيسر من المساحة الكلية كما هو موضح في الشكل أدناه.



يكفي إذن أن نكتب:

$$2t-1=x^2+y^2.$$

لتوافق الشكل التالي:



لذلك نضع

$$x=2u\text{ ، }y=2v+1\text{ و }2t-1=4u^2+4v^2+4v+1$$

ومنه

$$t=2u^2+2v^2+2v+1\text{ و }z=t-1=2u^2+2v^2+2v.$$

لنتحصل في الأخير على المعادلة التالية، ذات حلول لا نهائية:

$$(2u)^2+(2v+1)^2+(2u^2+2v^2+2v)^2=(2u^2+2v^2+2v+1)^2\ ;\quad u,v\geq 1.$$

u	1	1	...	2	2	...	3	3	...
v	1	2	...	1	2	...	1	2	...
$x=2u$	2	2	...	4	4	...	6	6	...
$y=2v+1$	3	5	...	3	5	...	3	5	...
$z=2u^2+2v^2+2v$	6	12	...	12	20	...	22	30	...
$t=2u^2+2v^2+2v+1$	7	13	...	13	21	...	23	31	...

للتلميذ أن يتحقق بعد هذه المرحلة من أحد هذه الحلول، كأن يختار مثلا $u=3$ و $v=2$، ليتحصل على:

$$6^2+5^2+30^2=31^2.$$

الخلاصة

سمحت لنا هذه المغامرة بأن نعيش تجربة ممتعة لاكتشاف طرق بسيطة، يمكن عرضها على التلاميذ في جميع الأطوار التعليمية لحل مشكلات رياضية تبدو لأول وهلة أنها معقدة، خاصة عندما لا تكون الأدوات المتاحة عند المتلقي قد تم تطويرها بعد. ذلك ما يجعلنا نعتقد أنه من الممكن أن نعرض أي مشكلة رياضية (عندما تكون مطروحة بشكل جيد) بطريقة تحصل معها المتعة والفضول. ويكون الوضع أجمل إذا ما تمت عملية الحل بمرافقة أستاذ يمتاز كما ذكرنا في المقدمة بالحس المرهف، والخيال الواسع، والشخصية القوية، والحماسة المستمرة، بالإضافة إلى التحكم التام في المادة.

النسبة الذهبية (1)

محطات تاريخية

زهية مصطفاوي[1]، مريم عاشور[2]، كريمة قرماط[2]
[1]أستاذة بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
[2]طالبة متخرجة بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
zahia.mostefaoui@g.ens-kouba.dz

يُفترض أن لكل شيء قانونا يحكمه ونظاما يسير عليه ووفقه، وكلما كانت هذه القوانين واضحة ومفصلة ودقيقة ومعممة على كل الأشياء، أنتجت صورا مجازية متناسقة من العلاقات المنسجمة وفق ذلك النظام. وبخلافه، فإن تعدّد القوانين ينتج صورا متناقضة، بل وعشوائية في ذاتها ومع مثيلاتها ومتمماتها وقرائنها، وكذلك الحال لو أن القانون طُبق على بعضها دون الآخر.

إن سعي الإنسان لاكتشاف الجمال، أدى إلى اكتشاف ما يعرف بالنسبة الذهبية ومعرفة أنها السر وراء كل ما هو جذاب ومريح للعين وأنها حقًا مقياس لدرجة الإبداع في التصميم بمختلف مجالاته. فهي عبارة عن نسبة حسابية تحكم علاقات مختلفة بثبات منقطع النظير، أثبتها الرياضياتيون، وعمل بها المعماريون والفنانون، وقاسها علماء الطبيعة، وتعرّض لها العديد من المختصين في العلوم الطبية.

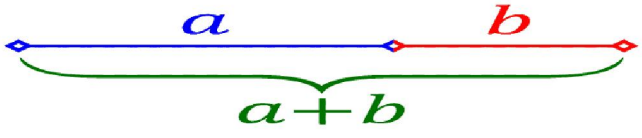
1. تعريف النسبة الذهبية

إن الكثير من الحقائق الرياضية لم يتم اختراعها بل اكتشفت، ومن بين هذه الحقائق نذكر النسبة الذهبية، وهي من أعظم الاكتشافات التي عرفها الإنسان عبر مختلف العصور. وتُعدّ النسبة الذهبية من المفاهيم المذهلة في خصائصها ووجودها وقابليتها للتطبيق. والنسبة الذهبية هي نسبة جمالية بسيطة تساعد في جعل تكوين الصورة ملائما للعين، ومتناسقا معها.

لقد اكتشف عالم الرياضيات اليوناني إقليدس (Euclid) نسبة هندسية عجيبة، وتحقق هذه النسبة توازنا بصريا في الأشكال عند رؤيتها. ولكن إقليدس ليس الوحيد الذي كان لديه دور في إبراز معالم هذه النسبة، فنجد أيضا عالم الرياضيات الإيطالي فيبوناتشي (Fibonacci)، والذي اكتشفها أثناء دراسته لتوالد الأرانب وتكاثرها. وقد حيّرت هذه النسبة مفكرين ورياضياتيين وفلاسفة ومعماريين وفنانين وحتى موسيقيين.

جرت العادة أن تُكتب النسبة الذهبية باعتماد الحرف الإغريقي φ، وينطق "فاي" أو "في". وقد ظهرت هذه التسمية سنة 1914، وفاء لذكرى فيدياس (Phidias)، وهو نحات قام بتزيين البارثينون في أثينا. ويُطلق عليها أيضا العدد الذهبي، النسبة المقدسة، النسبة الإلهية، المقطع الذهبي، المتوسط الذهبي والعدد الإلهي.

تتحقق هذه النسبة عندما تكون نسبة الطول كاملا على الجزء الكبير منه تساوي نسبة الجزء الكبير على الصغير،



أي

$$\varphi = \frac{a+b}{a} = \frac{a}{b}.$$

يمكن حساب قيمة النسبة الذهبية انطلاقا من المعادلة السابقة كالآتي

$$\frac{\varphi+1}{\varphi} = \frac{\varphi}{1} \Leftrightarrow \varphi^2 - \varphi - 1 = 0.$$

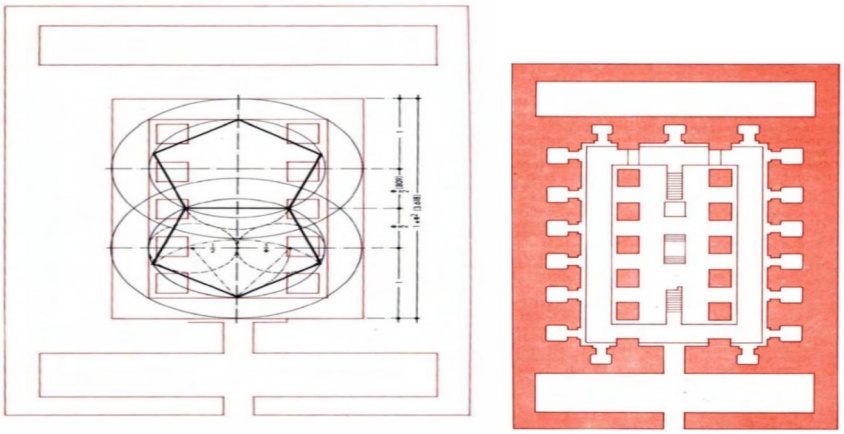
ومنه تصبح قيمتها $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1{,}618$، وهي تمثل الحل الموجب للمعادلة أعلاه.

2. النسبة الذهبية في الحضارة المصرية القديمة

1.2. معبد الأوزيريون

يُمثل معبد الأوزيريون نصبا تذكاريا للملك سيتي الأول الذي حكم مصر في عهد الأسرة التاسعة عشر (حوالي 1290-1300ق.م). تم اكتشاف المعبد من قبل عالم الآثار السير فلندرز بيتري (Sir Flinders Petrie) عام 1901م، وكان مغطى بالكامل، يشبه قبرا تحت الأرض. يحتوي مخطط الأوزيريون على منطقة مركزية بها عشرة أعمدة مربعة يحيط ما كان على الأرجح خندقا مملوء بالماء.

يرى روبرت لولور (Robert Lawlor) في كتابه الموسوم "الهندسة المقدسة: الفلسفة والممارسة Sacred Geometry: Philosophy and Practice"، أن هندسة الأوزيريون مطابقة للنسبة الذهبية، وقد قدم عدة تحاليل للتصميم من بينها التصميم التالي:

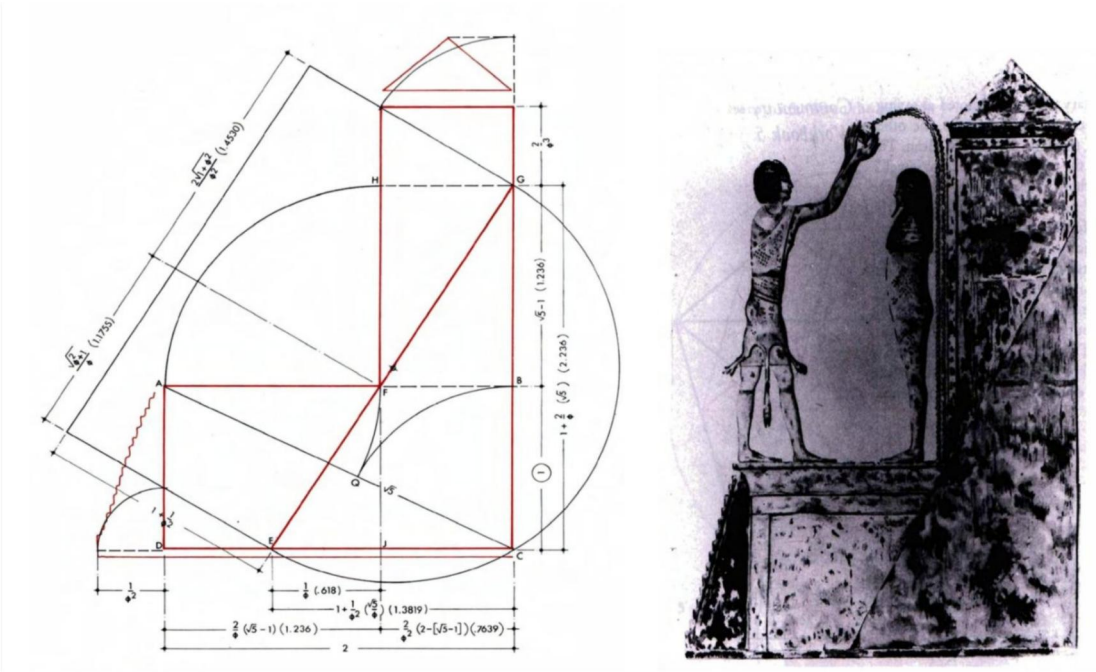


الشكل 1. تصميم هندسي لمعبد الأوزيريون

2.2. قبر بيتوزيريس

الوضع مشابه جدا بمقبرة بيتوزيريس (Petosiris) التي تم التنقيب فيها من قبل عالم الآثار جوستاف لوفيفر (Gustave Lefebvre) خلال أوائل العشرينات من القرن الماضي. القبر ليس قديما مثل الأوزيريون، ويعود تاريخه إلى حوالي300 ق.م. وقد تم بناؤه لرئيس الكهنة. بني هذا القبر في فترة كانت فيها النسبة الذهبية معروفة عند اليونانيين (على الأقل من حيث المبدأ).

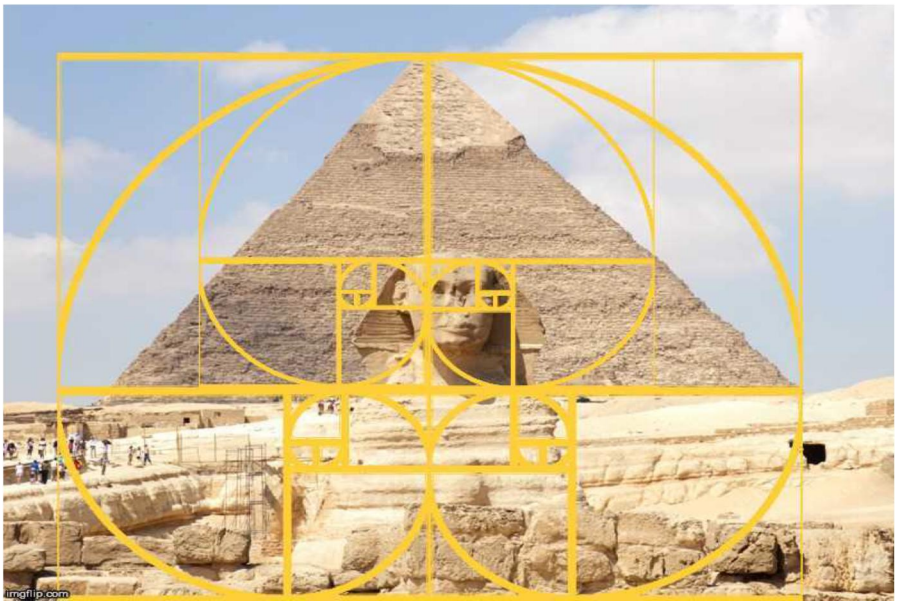
تحدث لولور في كتابه أيضا عن نقش مرسوم في الجدار الشرقي لمصلى الضريح، يُظهر النقش البارز كاهنا يسكب قربانا على رأس مومياء.



الشكل 2. تصميم هندسي لنقش مرسوم في الجدار الشرقي لمصلى ضريح بيتوزيريس

3.2. تمثال أبو الهول

توضح الصورة أسفله لتمثال أبو الهول وأهرامات الجيزة كيف كان المصريون القدماء ماهرين لأبعد الحدود في التصميم والإنشاء الهندسي، حتى قبل اختراع العلوم المتعلقة بهندسة الإنشاء والتعمير والتخطيط المدني. تشير الصورة إلى تناسق غير مسبوق على الإطلاق في التصميم، وضبط زوايا وأبعاد تمثال أبو الهول والأهرامات المبنية والمشيدة أمامه، حيث تتناسق زوايا البناء بشكل غير طبيعي وغير مألوف تماما.



الشكل 3. تمثال أبو الهول

أكد المصممون على أن تصميم تمثال أبو الهول أمام الأهرامات بهذا الشكل يتوافق مع "النسبة الذهبية"، وهي نسبة تحدد البعد بين أطراف وزوايا التصميم المختلفة. وقد استخدمها المصريون القدماء في تصميم وتخطيط أبو الهول والأهرامات منذ آلاف السنين.

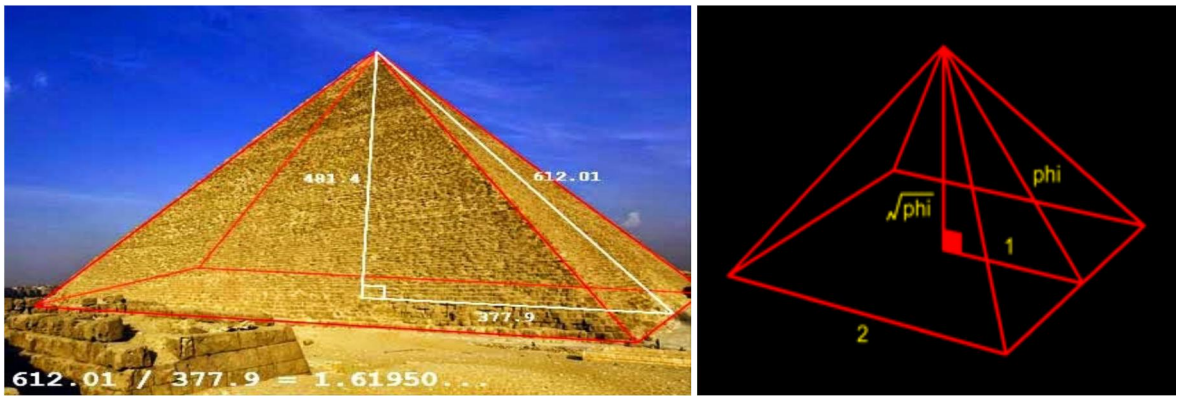
4.2. الهرم الأكبر(خوفو)

الهرم الأكبر، أو هرم خوفو، هو الأثر الوحيد الباقي من عجائب الدنيا السبع، ويقع بمنطقة أهرام الجيزة بمصر. يعود بناء الهرم إلى نحو سنة 2560 ق.م. حيث شُيد كمقبرة لفرعون الأسرة الرابعة خوفو، واستمر بناؤه لمدة 20 عاما.

الشكل 4. هرم خوفو

أشار هيرودوتس (Herodotus) إلى التناسبات الموجودة في الهرم بقوله "لقد أعلمني الكهنة المصريون أن التناسبات المقاسة في الهرم الأكبر بين جانب القاعدة والارتفاع كانت تسمح بأن يكون مربع المنشأ على الارتفاع يساوي بالضبط مساحة كل من وجوه الهرم المثلثة".

نلاحظ في الشكل أدناه، أنه لو قمنا بإنزال عمود من رأس الهرم على القاعدة ينتج لدينا مثلث قائم، طول وتره (ارتفاع الهرم المائل) 612.01 قدما وطول أصغر ضلع به (نصف ضلع القاعدة) 377.9 قدما وطول الضلع الثالث (ارتفاع الهرم) 491.4 قدما.



الشكل 5. تصميم هندسي لهرم خوفو

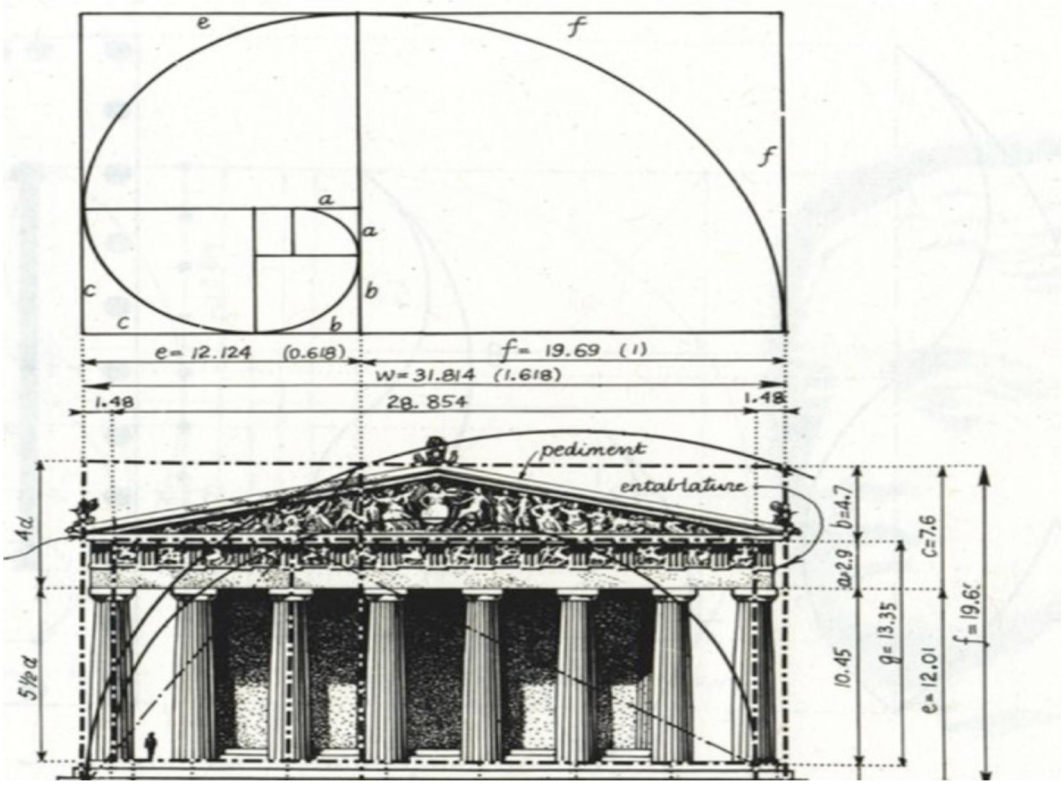
لو قمنا بعملية قسمة بسيطة لوتر المثلث ونصف ضلع القاعدة نحصل على قيمة تختلف عن النسبة الذهبية بالخانة العشرية الخامسة، ولكنها قريبة جدا منها $\frac{612.01}{377.9} = 1.61950$.

من خلال ما رأينا من المحتمل جدا أن تكون النسبة الذهبية جزءا من المعرفة الفرعونية.

3. النسبة الذهبية عند اليونان

1.3. معبد البارثينون

تم بناء المعبد الرائع المعروف بالبارثينون (Parthenon) في الأكروبوليس في أثينا، بين 447 و432 قبل الميلاد، خلال العصر الذهبي للسياسي اليوناني بريكليس (Pericles)، وكان المعبد مخصصا لإلهة المدينة أثينا. تم تشييد هذا المعبد لإيواء تمثال الذهب والعاج الجديد المنحوت من قبل النحات الرئيسي فيدياس. اشتق اسم بارثينون من أحد ألقاب أثينا العديدة: أثينا بارثينوس، ويعني العذراء.



الشكل 6. تصميم هندسي لمعبد البارثينون

في الشكل أعلاه، يمكن للمرء أن يرى استخدام مستطيل ذهبي يبلغ عرضه أضعاف ارتفاع الهيكل. لاحظ المستطيلات التي تم إنشاؤها والأجزاء المميزة من المقاطع، يتبع طول كل جزء من المستطيل النسبة الذهبية.

2.3. مسرح إبيداوروس

تم بناء مسرح إبيداوروس (Epidaurus) بواسطة بوليكليتوس الأصغر (Polykleitos the Younger) في الدورة الأربعين للأولمبياد، بسعة 15 ألف شخص. ينقسم المسرح (مقاعد المتفرجين) إلى مستويين، الأول به 34 صفا من المقاعد، والثاني 21 صفا، وهي تمثل عددين لفيبوناتشي. حاصل قسمة 21/34 و34/(21+34) هي قيم قريبة من النسبة الذهبية.

تتحقق هذه النسبة في جميع المسارح القديمة تقريبا، إذ يتكون مثلا، مسرح ديونيسوس في أثينا من ثلاثة مستويات، الأول يحتوي على 13 قطاعا والثاني 21 قطاعا (وهي أيضا أعداد فيبوناتشي).

الشكل 7. مسرح ديونيسوس

4. النسبة الذهبية والمسلمون

من المعلوم أن الفن الإسلامي تحاشى استخدام التصوير أو التمثيل الذي كان سائدا في الفنون التي سبقت الإسلام. ونتيجة لتحريم الإسلام لما سبقه من فنون تعتمد التصوير، فقد اتجهت أنظار الفنان المسلم من خلال الفنون التطبيقية التي شاعت كالخزف والزخرفة وغيرها، إلى اعتماد النسب والعلاقات الهندسية في النماذج الهندسية التي حفلت بها جدران وسقوف المباني والتي شكلت الإرث الحضاري في الحقب الإسلامية المتعاقبة.

لقد برز تساؤل جوهري في الأساس الذي انطلقت منه هذه الزخارف نظرا لغناها وتنوعها، إذ توجهت أنظار الدارسين لتحليل الزخارف نفسها من ناحية معرفة الأسس الهندسية التي اشتقت منها، والتي منها مثلا دوران المربع حول نفسه لإنتاج المثمن، أو لإعطاء مجموعات لا حصر لها من النماذج التي تختلف شكلا ولونا. لقد استخدم المسلمون على مر القرون النسبة الذهبية في أبنيتهم التي أدت إلى شهرة المسلمين بجمال الفن المعماري لاعتماد النسب والعلاقات الهندسية في النماذج الهندسية.

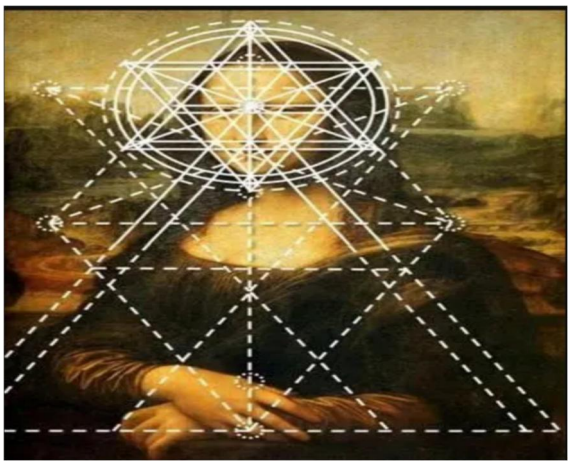
ومن أشهر المباني الإسلامية جامع عقبة بن نافع أو جامع القيروان الكبير، وهو مسجد بناه عقبة بن نافع في مدينة القيروان التي أسسها بعد فتح إفريقية (تونس حاليا) على يد جيشه، ليكون العمل الأشهر من العمارة الإسلامية الذي مثّل النسبة الذهبية في كثير من أجزائه، من المساحة الكلية، إلى مساحة فناء المسجد، إلى التناسب المهر في المنارات.

الشكل 8. جامع القيروان الكبير

5. النسبة الذهبية في أوروبا العصور الوسطى

1.5. ليوناردو دافنتشي (Leonardo da Vinci) والنسبة الذهبية

من لا يعرف ليوناردو دافنشي؟ هذا الرسام والنحات والمعماري والعالم. اهتم هذا العالم بعلم التشريح كثيرا. وبفضل أبحاثه أدرك أن الجسد الإنساني محكوم بالنسبة الذهبية. وأدرك فيبوناتشي سر جمال واتزان الإنسان، فافترض مركز ثقل وهمي في جسم الإنسان، واعتبره حول السرة. واكتشف هذا المبدع أن قسمة ما تحت السرة أي من السرة حتى القدمين، على أعلاها أي من السرة حتى الرأس، يعطينا النسبة الذهبية أو العدد الذهبي. كذلك لو قُسم طول الوجه على عرضه، سيعطيك النسبة الذهبية. ومع مرور الوقت، اكتشف العلماء أن هذه النسبة تتكرر بشكل كبير. ولهذا سميت أيضا النسبة المقدسة أو النسبة الإلهية، لوجودها في العديد من مخلوقات الله عز وجل. وقد عبر دافنتشي في كثير من رسوماته عن النسبة الذهبية، ومن أشهر لوحاته التي طبقت هذا المبدأ لوحة الموناليزا.



الشكل 9. لوحة الموناليزا

2.5. الرجل الفيتروفي

من أعظم إنجازات دافنتشي تطبيق لفكرة معماري روماني يدعى ماركو فيتروفيو (Marcus Vitruvius) والذي عاش في القرن الأول قبل الميلاد. تدور هذه الفكرة حول أن الإنسان هو محور الكون. لذا يمكننا استخدام نسب الإنسان في البناء، أي الانطلاق من الإنسان لتحديد مقاييس المبنى الرئيسية ومقاييس تفاصيله. ووصل إلى نتيجة أن الجسم البشري في وضعية الذراعين والساقين الممدودتين، يتلاءم مع الوضع الهندسي للدائرة والمربع.

بقيت هذه النظرية بين الكتب حتى جاء دافنتشي ورسم رجلا متجانس الأعضاء، يحيطه مربعٌ ودائرة مركزها سرته. ووجد أن أصابع اليدين المرفوعتين بحيث يكون إصبعا الوسطى على مستوى الرأس، والساقين المفتوحتين، وجد أنهما يلامسان محيط دائرة. وعند قياس المسافة من قمة الرأس إلى أخمص القدمين (طول القامة)، وجد أنها تساوي مسافة طول الذراعين الممدودتين، ليحصل في النهاية على شكل مربع.

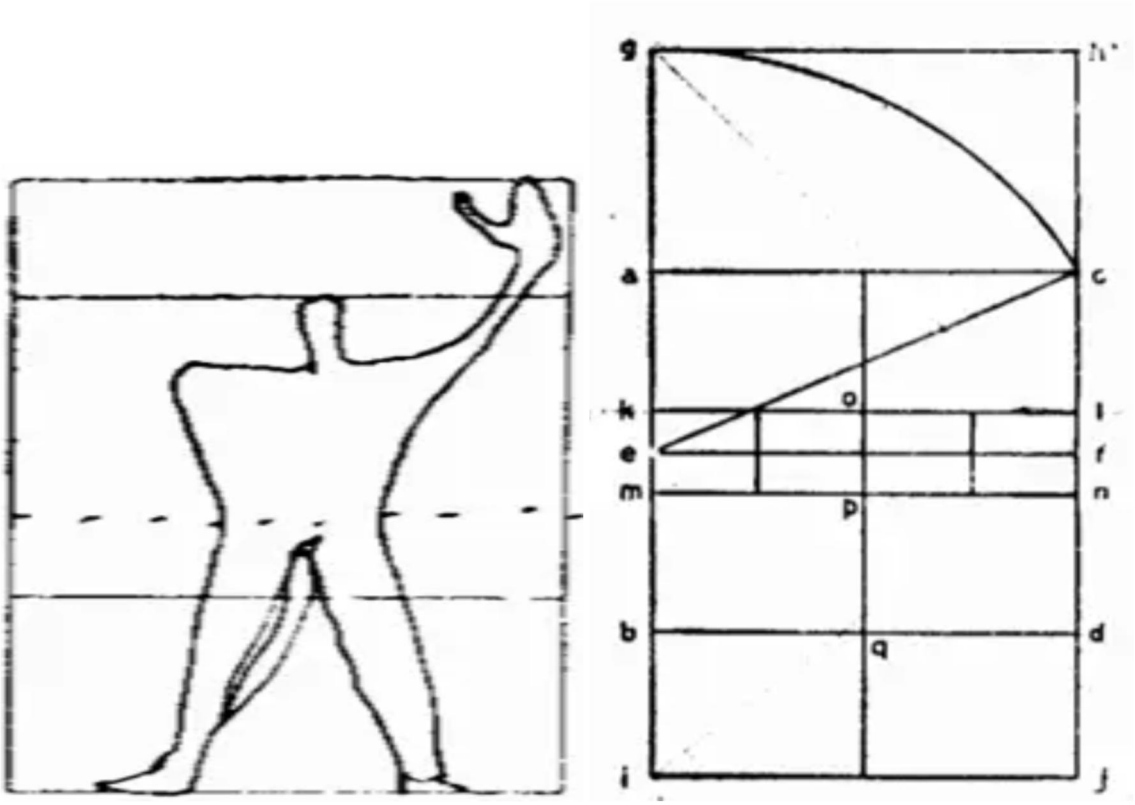
كما أنه توصل إلى نتائج أخرى منها:

- تساوي المسافة من جذور الشعر إلى أسفل الذقن 1/10من طول الإنسان.
- المسافة من الحلمات إلى أعلى الرأس، أيضا من أخمص القدمين إلى أسفل الركبتين، مساوية لـ 1/4طول الإنسان.
- بالنسبة للوجه، فإن المسافة من أسفل الذقن إلى الأنف، تساوي المسافة من جذور الشعر إلى الحاجبين.

لقد ارتكزت هذه القواعد على قياس رأس الإنسان وقياس وجهه وأطرافه كوحدات أساسية، ومن ثم جرى تقسيم تلك الوحدات والمقارنة فيما بينها لتصبح وحدات قياس يومية وأساسية، كالذراع مثلا، الذي مازال يستخدم حتى يومنا هذا.

3.5. لوكوربوزييه (Le Corbusier) (لوحة التناسب)

لوحة التناسب هي لوحة استخدمها المعماري السويسري لوكوربوزييه (Le Corbusier) كأساس للتناسب وكأداة للقياس. افترض فيها رجلا مرفوع الذراع، طوله 2.26 مترا، ووضعه داخل مربعين (1,13 × 1,13)م متراكبين على بعضهما، ثم وضع مربعا ثالثا عند موقع الزاوية القائمة في المربعين، وعبر عنه بالشكل التالي:



الشكل 11. لوحة التناسب

وجد لوكوربوزييه أربع نقاط في جسم الإنسان تؤلف تسلسلا بحسب النسبة الذهبية، وهذا التسلسل هو متتالية فيبوناتشي، والنقاط الأربعة هي: القدم، السرة، الرأس، أطراف أصابع اليد المرفوعة.

ختاما لهذا الجزء، يمكننا القول إن التناسب هو أكبر أسرار الجمال والتصميم المبني على الاتزان بين الأطوال، باستخدام النسبة الذهبية، سر يتبعه كل من يهدف إلى الإتقان والإبداع. فالتناسب يعطي رونقا خاصا يجذب الانتباه ويلفت الأنظار.

علوم طبيعية

النحلة الصحراوية: مورد بيولوجي يستوجب حمايته وتثمينه

مريم شلالي[1]، نوال شرارد[2]، أرزقي محمدي[3]

[1] طالبة دكتوراه، مخبر حفظ وتثمين الموارد البيولوجية، كلية العلوم، جامعة محمد بوقرة، بومرداس

[2] طالبة دكتوراه، مخبر البيولوجيا الخلوية والجزيئية، كلية العلوم البيولوجية، جامعة هواري بومدين، الجزائر

[3] أستاذ، مخبر حفظ وتثمين الموارد البيولوجية، كلية العلوم، جامعة محمد بوقرة، بومرداس

m.chellali@univ-boumerdes.dz

مقدمة

في الجزائر ثمّة سلالتان من النحل: النحلة التلّية التي تستوطن غالبية المناحل الجزائرية، والنحلة الصحراوية التي لا يعرفها النحالون كثيرًا، وهي مهددة بالانقراض في بلادنا. لقد كانت هناك بعثات علمية عديدة جرت في جنوب غرب الجزائر، وبوجه خاص في منطقة عين الصفراء، وذلك في إطار مشروع البحث الدولي المعروف باسم "بريما" (PRIMA: Plant-b a sustainable mixed cropping- beekeeping system in the mediterranean basin) والخاص بنظام زراعة نحل مختلط مستدام في حوض البحر الأبيض المتوسط.

انطلق هذا المشروع في عام 2019، ومكننا من مراقبة هذه النحلة عن كثب، والوقوف على قدراتها الهائلة في التكيّف. كما استطعنا تحديد الأسباب الرئيسية المسؤولة عن تدهور النحلة الصحراوية في بيئتها الطبيعية، وتعرفنا على مختلف التهديدات التي تثقل كاهلها.

1. نوعان من سلالات النحل المحلي

تتميز سلالتا النحل اللتان تم العثور عليهما في الجزائر باللون والخصائص المورفولوجية المختلفة والتوزيع الجغرافي. فالنحل التلّي Apis mellifera intermissa يتواجد في شمال المغرب العربي، بين الأطلس التلّي وسواحل البحر الأبيض المتوسط. تتميز هذه النحلة بحجم كبير نسبيًا وتصبغ داكن.

الشكل 1. ملكة وعاملات النحل التلّي

بينما يتميز النحل الصحراوي Apis mellifera saharienis بحجم متوسط ولون أحمر برتقالي. يمتد توزيعها من جبال العمّور وعين الصفراء في الجزائر إلى واحة فجيج والورزازات في المغرب، ولا تتواجد إلا في جزء من الأطلس الصحراوي في الحدود بين المغرب والجزائر، حيث أنها متكيّفة للغاية مع الظروف المناخية في جنوب الجزائر.

الشكل 2. ملكة وعاملات النحل الصحراوي

2. جنوب غرب الجزائر: مهد النحلة الصحراوية

منطقة عين الصفراء هي جزء من جبال القصور الواقعة في ولاية النعامة. تشكل جبال القصور منطقة جبلية من الحدود المغربية مع كتل صخرية تصل إلى ارتفاع 2000 متر. ويشكل الأخير حاجزًا طبيعيًا يفصل توزيع سلالتي النحل الجزائرية. والواقع أن ولاية النعامة جزء من منطقة الهضاب العليا الغربية تقع بين الأطلس التلّي والأطلس الصحراوي، وتقع بين خطي عرض°32 '45"08 و°34 '13"22 شمالا، ومن°0'36"45 شرقا إلى°0'46 "05 من خط الطول الغربي.

تتميز هذه المنطقة بمناخ شبه جاف مع صيف حار وجاف وشتاء بارد. كما تشتهر هذه المناطق القاحلة بنقص الغطاء النباتي مقارنة بشمال البلاد. ومع ذلك، فإن النحل الصحراوي يجد تحت تصرفه بعض أنواع أشجار الفاكهة، والطرفاء، والسفرس، وأشجار المركبات، وخصوصًا أماكن كثيفة من السدر على طول الوديان، مما يسمح له بإنتاج عسل ذي قيمة عالية في الجزائر.

3. فئات التهديد للنحل الصحراوي

لقد مكنتنا الملاحظات ونتائج المسح والقياسات التي تم إجراؤها من تحديد فئتين من العوامل التي تعيق تنمية النحل الصحراوي في بيئته الطبيعية. تشمل الفئة الأولى العوامل الطبيعية، أما الفئة الثانية فسببها العامل البشري.

الشكل 3. موقع مهد النحلة الصحراوية في الجنوب الغربي للجزائر

أ. العوامل الطبيعية

- **تغير المناخ ونقص الموارد الغذائية**

كما هو الحال في كل مكان في إفريقيا، شهدت الجزائر على مدى السنوات العشرين الماضية عجزًا كبيرًا في هطول الأمطار يقدر بنحو 30٪ على مستوى البلاد ككل، مع فترة من الجفاف الشديد والمستمر الذي تميز بعجز كبير في هطول الأمطار. لوحظت أعلى درجة حرارة في جنوب غرب الجزائر في ولاية البيّض تقابل°51.3. كما أن للرياح الجنوبية الساخنة (السيروكو) والجافة تأثيرا كارثيا عندما تهب في الربيع والصيف. وتتسبب هذه الرياح في تجفيف التربة وتؤثر سلبا على إنتاج العسل.

- **طفيلي فاروا**

يشكل وجود العثّ الطفيلي الفاروا Varroa destructorتهديدًا دائمًا لفقدان خلايا نحل العسل في جميع أنحاء العالم. في الجزائر، تم إدخال الفاروا على الحدود الشرقية في عام 1981، وهي موجودة حاليا في جميع أنحاء الجزائر.

- **النوزيما**

النوزيما Nosema apis microsporidia هو أحد طفيليات النحل البالغ، المنتشر في جميع أنحاء العالم. يُشتبه في أنه سبب اختفاء النحل في العالم. وقد كشفت دراسة جزيئية مؤخرًا عن وجود نوعين من نوزيما في النحل التلّي في الجزائر.

- **طائر الوروار**

يهاجم طائر الوروار Merops apiaster المعروف باليامون جميع الحشرات الطائرة. في جنوب غرب الجزائر، ويعتبر النحالون الوروار تهديدًا خطيرًا، خاصة خلال فترة تكاثر الملكات. في سياق حماية النحل الصحراوي، تشكل خسائر الملكات مشكلة، غير أنه يمكن حلها عن طريق تربية ملكات بِكر أو عن طريق اختيار المواقع التي لا يتواجد فيها طائر اليامون.

ب. العوامل البشرية

يشكل الإنسان، فضلا عن قسوة المناخ الصحراوي والضغط من قبل الطفيليات والافتراس من قبل طائر الوروار، تهديدًا للنحل الصحراوي. إنه غالبًا ما يمارس مربو النحل في عين الصفراء التدمير الجزئي أو الكامل للخلايا البرية بواسطة جامعي العسل. ويُعتبر النحل الصحراوي أيضًا ضحية للمبيدات الحشرية والغزو البيولوجي للنحل التلّي. نحن نعتبر هذين التهديدين أكثر خطورة بسبب حجمهما وتكرارهما.

- **مكافحة الجراد والتلوث الكيميائي**

حدث غزو للجراد Schistocerca gregaria خلال عام 2004 في جميع أنحاء جنوب غرب الجزائر. ويُشكل الضرر الذي تسببه هذه الحشرة تهديدًا كبيرًا لعديد البلدان في إفريقيا وآسيا. تنتمي معظم المنتجات المستخدمة لمكافحة الجراد إلى مجموعة الفوسفات العضوي. وأكثر المنتجات استخدامًا في هذه المعركة هي الملاثيون Malathion والدلتاميثرين Deltamethrine. خلال غزو الجراد في صيف عام 2004، تمت مكافحة الجراد جواً وبراً. وأثناء المكافحة جوية، لاحظنا وجود عدد كبير من النحل الميت على الأرض. نشير أيضا إلى أنه عندما تكون الجرعات المنخفضة، يكون للدلتاميثرين تأثير سلبي على تطور خليّة النحل.

- **التلوث الجيني من نحلة التلية**

أطلقت الحكومة الجزائرية برنامجا طموحا لتنمية فلاحية (PNDRA) في عام 2000، من بين أهدافه تطوير قطاع تربية النحل. لهذا الغرض، استفاد النحالون من مساعدات مالية كبيرة جدًا ومن الخدمات العامة عبر التوزيع المجاني لأكثر من 300.000 خلية من السلالة التلّية في جميع أنحاء التراب الجزائري (وزارة الفلاحة، 2010). هذه هي الطريقة التي أدخل بها مربو النحل في عين الصفراء بين عامي (2010 و2016) 585 سربًا من النحل التلّي إلى المهد الطبيعي للنحل الصحراوي. تسبب هذا الاختلاط بين السلالتين في تهجين غير مرغوب فيه. فالنحلة الصحراوية المعروفة بلطافتها بشكل عام أصبحت أكثر عدوانية لأنها اختلطت مع النحل التلّي. وهكذا بمرور الوقت تهجن النحل الصحراوي مع نحل التلّي.

والسبب الثاني للتلوث الوراثي للنحل الصحراوي يأتي من ممارسة الترحيل لخلايا تلية في الشمال إلى منطقة عين الصفراء. يقوم النحالون بنقل خلاياهم للاستفادة من تدفق العسل المطلوب بشدة من شجرة السدر بين شهري ماي وجوان. وخلال هذه الفترة، تتزاوج الملكات الصحراوية مع الذكور التلّية. لقد أصبح الآن من المُلح إنشاء محمية للنحل الصحراوي في منطقة عين الصفراء. وسيمكن هذا الملاذ من الحفاظ على مسافة تسمح بعدم التقاء النحل التلّي بالنحل الصحراوي.

4. الحظيرة الوطنية لجبل عيسى: محمية مثالية للنحل الصحراوي

تم تصنيف جبل عيسى حظيرة وطنية في عام 2003. وقد تم اختياره وفقًا لعدة معايير للتنوع، بما في ذلك التنوع البيولوجي الملحوظ. تخضع الحظيرة لمناخ البحر الأبيض المتوسط شبه القاحل، مع أرضية نباتية جبلية متوسطية، شديدة البرودة في الشتاء مع متوسط هطول الأمطار السنوي 483 ملم/سنة ومتوسط درجة حرارة يقدّر بحوالي 8.14°.

إن موقع جبل عيسى مثير للاهتمام، فهو يعزل النحل الصحراوي عموديًا وأفقيًا، لأنه يرتفع إلى 2236 مترًا ويمتد على مساحة 24400 هكتار. والزراعة أقل وجودًا، إن لم تكن غائبة، لذلك لا توجد مبيدات حشرية وأسمدة، وهي نقطة جيدة للنحل. تُقدم حظيرة جبل عيسى الوطنية ثروة رائعة من النباتات التي غالبًا ما تكون أزهارها مثيرة للاهتمام.

وحسب بن عيسى وآخرون [3]، يُظهر تحليل التنوع الزهري لحظيرة جبل عيسى الوطنية الثراء الكبير بالنباتات المعترف بها كواحدة من أكثر النباتات تنوعًا في المنطقة، ومن بين هذه النباتات مصدر لحبوب اللقاح، والنباتات الرحيقية قيمة جدا للنحل.

يجب أن يكون هذا المشروع، الخاص بإنشاء محمية للنحل الصحراوي، موضوع تشاور مع مربي النحل في المنطقة. ويجب أولاً قبول مثل هذه الفكرة من قبل مربي النحل، ثم تأتي الخطوة الفنية لوصف هذا العمل حتى يتمكن من أداء دوره كاملا كملاذ للنحل الصحراوي.

مراجع

[1] Brother Adam. In Search of the Best Strains of Bees: Supplementary Journey to Asia Minor 1973, Bee World, 58 (2), 57-66. 1977.
[2] Benabadji, N., Bouazza, M., Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud–Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale), Rev. Energ. Ren., 3 (2), 117-125, 2000.
[3] Benaissa M., El Haitoum A., Hadjadj K., Floristic diversity and medical interest of Djebel Aissa national park (Ksour Montains, Algeria), Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences, 14(2), 303-306, 2018.
[4] Ceccato, P., Cressman, K., Giannini, A., Trzaska, S., The desert locust upsurge in West Africa (2003–2005): Information on the desert locust early warning system and the prospects for seasonal climate forecasting, International Journal of Pest Management, 53(1), 7-13, 2007.
[5] De Faveaux, M.A., Parasitic mites and insect parasites and predators of honeybees in Algeria. Bulletin Zoologique Agriculture, Algeria, 8, 13-21, 1984.
[6] Fry, C.H., The bee-eaters, T & A D Poyser, Calton, 1984.
[7] Haccour, P., Recherches sur l'abeille saharienne au Maroc, Communication à la Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc, Belg. Apic., 25(1-2), 13-18, 1961.
[8] Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A.V., Garcia-Palencia, P., Meana, A., Del Nozal M.J., Mayo, R., Bernal, J.L., Honeybee colony collapse due to Nosema ceranae in professional apiaries. Environ Microbiol Rep., 1(2), 110–113, 2009.
[9] Jenn, R.A.Y., Ravages of the bee-eater, Am. Bee. J., 113(21), 1973.
[10] Ruttner, F., Biogeography and Taxonomy of Honeybees, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1988

آفاق تطبيق المترولوجيا القانونية في الصناعات الغذائية

فتيحة حميتري قرفي[1]، سمير حجال[2]
[1]أستاذة بقسم علوم الغذاء، كلية علوم الحياة والطبيعة، جامعة بجاية
[2]مدير مخبر في مديرية البحث والتطوير، شركة الصناعات الغذائية سفيتال، بجاية
fatiha.guerfi@univ-bejaia.dz

1. المقدمة

في الوقت الحالي، وفي مجال التصنيع الغذائي، يُعدّ ضمان الجودة بمفهومه الواسع الذي يغطي كل ما يمكن أن يؤثر بشكل فردي أو جماعي على جودة المنتوج، أمرا ضروريا لحفظ الصحة. فمن المهم لكل مصنع معرفة "ما هي الجودة التي يتحدث عنها"، مع ضمان تطبيق ميداني لثلاثة ركائز ، وهي: التقييس، والشهادة، والمترولوجيا [8].

تُعدّ المترولوجيا، على المستوى العالمي، ضرورية للتحكم في عمليات التصنيع، والتحقق من امتثال المنتج للمواصفات، والتأمين على البضائع، والحفاظ على البيئة. ومع ذلك تواجه الجزائر صعوبات في تجسيد الجودة ميدانيا وتطبيق وظيفة المترولوجيا في شركات الأغذية الصناعية؛ وذلك على الرغم من حقيقة أنه، مثل جميع البلدان، توجد هيئة وطنية مسؤولة عن هذا المجال، حيث أن العديد من المراجع تتفق على أن تجسيد مهام هذه الأخيرة يعتبر أمرا ضروريا للحفاظ على الكفاءة التقنية، لتسهيل قبول نتائج الامتثال ولضمان التتبع، وبالتالي ضمان جودة القياسات التي يتم إجراؤها بشكل أفضل [3،5،7].

2. أهمية القياس

يرتبط القياس ارتباطًا وثيقًا بأي نشاط بشري علمي سواء كان صناعيا أو تجاريا. فلكي يكون للقياس معنى، ولكي تكون النتائج غير قابلة للجدل وقابلة للمقارنة مع تلك التي تم الحصول عليها في أوقات أخرى وفي أماكن أخرى، يجب ربط كل قياس بمعيار، من خلال سلسلة غير منقطعة تندرج في إطار علم القياس أو بما يسمى المترولوجيا. إن دور المترولوجيا هو التحكم في الروابط المختلفة لهذه السلسلة وضمان عملها بشكل صحيح [7].

في سياق سلامة الغذاء وحماية صحة المستهلك مع الأزمة الحالية في الاقتصاد العالمي، تتعرض الشركات لضغوط كبيرة. لذلك تُعدّ قضايا الصحة والسلامة البيئية من صميم اهتمامات جميع الفاعلين الاقتصاديين. ونتيجة لذلك، أصبح القياس والرقابة، وبالتحديد إنشاء نظام لضمان الجودة في الصناعات الغذائية، أمرًا ضروريًا، ومطلبًا قانونيًا، ومسألة استراتيجية حقيقية.

إن التحكم في هذا النظام عمل تقني يُجسَد من خلال مجموعة من الأنشطة مثل القياس، والاختبار، ومعايرة الخصائص النوعية، ومقارنة النتائج بالمتطلبات المحددة من أجل معرفة ما إذا كان قد تم الحصول على المطابقة لكل خاصية حسب المتطلبات (ISO 8402 : 1994).

تُعرِّف المنظمة العالمية للتقييس مصطلح "ضمان الجودة" على أنه مجموعة الأنشطة المخَطَّط لها وفق منهجية محكمة المنفذة في إطار نظام الجودة ومتطلباتها التي يتم إثباتها عند الضرورة لتوفير الثقة الكافية.

وهكذا فعلم القياس ليس بدعة ولا نزوة من المراجعين. إنه ضروري للتحكم في عمليات التصنيع وللتحقق من امتثال المنتَج للمواصفات، مع ضمان سلامة السلع والحفاظ على البيئة. كما يرتبط تطور علم القياس ارتباطًا وثيقًا بأهمية الجودة في الصناعة بإثبات جودة تصنيع المنتج وجودة الاختبار. فأي مُنتَج مُصنع يخضع للقياسات. في الوقت الحاضر، لا يمكن لأي صناعة أن تعمل بشكل سليم دون إجراء قياسات دقيقة سواء على مستوى الإنتاج أو إدارة الجودة أو اختبار المطابقة. إن عولمة الأسواق وطلبات المستهلكين وسلامة الأغذية تفرض على الشركة وظيفة المترولوجيا ليس من أجل الفعالية و التكييف مع الاحتياجات فحسب، بل أيضًا لإثبات دقة القياسات للعملاء وصحة الأساليب.

نلاحظ في الأغذية الصناعية أن مفهوم التسامح المرتبط بتقنيات التحليل لا يؤخذ في حسبان القوانين الجزائرية، وهذا راجع لمجموعة العراقيل الميدانية المتعلقة بإنشاء وظيفة القياس. وفيما يلي، نشير إلى الصعوبات الرئيسية التي تواجهها الشركات الجزائرية عندما تسعى إلى إنشاء وظيفة القياس:

- فهم المفاهيم الأساسية للقياس بشكل كامل، مثل: التتبع، والمعايرة، والمعيار المرجعي، وعدم اليقين (ISO 5725 : 1994) .
- التكيف مع المتطلبات المترولوجية لإدراك خصوصية الشركة لمعايير سلسلة (ISO 9000).
- تحديد الاحتياجات في علم القياس بشكل سليم، ونجد هذه الصعوبة جميع القطاعات الأخرى.
- نهج تنفيذ الوظيفة المترولوجية في الشركة.

ولهذا النهج العديد من المزالق التي يجب تجنبها:

- ❖ تجاوز المطلوب؛
- ❖ التركيز على الجوانب الشكلية دون الاستفادة من الناحية الفنية من نتائج قياس جيّد التحكم؛
- ❖ السماح للمدقق بتوجيه نفسه أكثر من اللازم دون المساهمة في التفكير.

ثم ما العمل؟ نميل إلى الإجابة التالية: من الضروري محاولة استيعاب المفاهيم الأساسية للقياس، وتسليط الضوء على نصيحة معيار(ISO10012:2000)، مع تحديد جميع الاحتياجات الحقيقية للشركة: كالحاجة إلى تحديد نطاقات القياس فيما يتعلق بمتطلبات معيار المنتج أو أي معيار آخر يجب الوفاء به، وطريقة الاختبار. كما أن اختيار الجهاز هو قرار تقني واقتصادي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بمسألة "النتيجة الجيدة". لهذا من الضروري التساءل عن قدرة وسائل القياس، وعن درجة الملاءمة الموجودة بين أداء جهاز القياس وقيمة التسامح المطلوب.

لذلك يجب إعادة النظر في وظيفة المترولوجيا المطبقة في الشركة من أجل دراسة عدم اليقين العام للقياس مع تحقيق كل قيمته المضافة. كما يجب أن تتعلم الشركات كيفية قياس الإنتاج بشكل جيد بدلاً من معرفة ما إذا كانت قد أنتجت بشكل جيد، مع التوقف عن التفكير في القياس كوظيفة دعم، ووضعه في صلب عملية التصنيع وتحليل الاحتياجات.

يلاحظ المكتب الوطني للقياس القانوني في الجزائر أن 70٪ من الخردة ناتجة عن عدم تحديد احتياجات العميل بشكل صحيح، ومن وضع معايير القبول بشكل شبه عشوائي. كما يعتمد اختبار القبول على خبرة المُشغلين الذين يجرون اختبار سحب يدوي دون تحديد مقدار القوة المطبقة. وبعد تحديد القيم المفيدة وإعداد عملية القياس المناسبة، يبدو أن 70٪ من المنتجات يتم رفضها عن طريق الخطأ. فيمكن توسيع التفاوتات المسموح بها بشكل كبير عن طريق الحد من الخردة، وتحسين الإنتاجية، مع خفض تكاليف الإدارة وتحسين أداء الشركة، علما أن الخردة لها عواقب مالية كبيرة وتؤدي إلى عدم رضا العملاء.

في كثير من الأحيان، تكون حالات الرفض هذه غير مبررة ويمكن تجنبها بسهولة من خلال معرفة أفضل بعمليات التصنيع والقياس والملاءمة الصحيحة لاحتياجات هذه المعرفة. وفضلا عن ذلك ثمة افتقار إلى الثقة التي

تدفع المصممين إلى استكمال احتياجاتهم الحقيقية بتدبير وقائي، وبالتالي إنشاء منطقة لمواصفات المنتج أشد بكثير مما تطلبه الاحتياجات الحقيقية. ومن الناحية الميدانية، ليس من السهل دائمًا نُطق القرار المتوافق أو غير المتوافق، فلا يزال هناك شك حول مزايا القرار المتخذ.

عندما يستند القرار إلى نتيجة قياس واحدة أو أكثر، فإن عدم اليقين المرتبط بهذه النتائج هو أحد العناصر التي يجب أخذها بعين الاعتبار في القرار. ويتم الإعلان عن توافق المنتج إذا كانت قيمة خصائصه تنتمي إلى فاصل المواصفات المحددة عن طريق القياس واليقين، مع وضع فرضية معقولة حول قانون توزيع القيم المعزّز لمتطلبات القياس (FD X 07-022).

3. آليات تحسين جودة الضبط

يُعدّ اختيار معدّات القياس المناسبة، وتحديد شروط الاستخدام بوضوح، مع تحديد الاحتياجات عبر سلسلة الاستخدام كلها، معدّات بسيطة ولكنها جد أساسية، وتساهم في تحقيق أفضل أداء للتعديل. فمن الضروري للشركة أن تُفرق بين أجهزة القياس، وأن تميز تلك التي تُعتبر أدوات قياس حقيقية. والنهج الصحيح هو تكريس المزيد من الوقت لها وتحليل احتياجاتها بعناية، حتى لو لم تكن دائمًا كبيرة جدًا. وعلى سبيل المثال، من بين مجموعة مكونة من 200 أداة قياس، يمكن أن نراقب منها 50 أداة فقط عن كثب. تعتمد معرفة القياس على جودة المنتج، وأيضًا على تكلفته؛ فكلما زادت قدرة الشركة على عرض مواصفات الجودة، مع تحديد درجة عدم يقين، كلما كان الإنتاج أكثر انتظامًا.

أما الارتياب في القياس فهو عبارة عن معطيات تميز تشتت القيم أثناء القياس. لذلك فالغرض الوحيد من دراسة عدم اليقين هو تحديد قدرات وسائل القياس مع ضمان التحكم في الأجهزة التي تساهم بشكل مباشر في جودة المنتوجات.

وعلاوة على ذلك، فإن تحليل المخلفات الملوّثة في البيئات المختلفة التي يُحتمل أن تُلوث الطعام أثناء عملية التصنيع، أمر صعب ويتطلب استخدام تقنيات مختلفة، وذلك لثلاثة أسباب رئيسية:

1) تنتمي الملوثات إلى فئات كيميائية متنوعة للغاية؛
2) مجموعة المصفوفات المتنوعة (الماء، المواد الغذائية، التغليف، إلخ.) التي يتم تطبيقها عليها (أو التي من المحتمل أن توجد عليها) كبيرة جدًا، مع احتمال حدوث تداخل؛
3) تكون حدود الكشف أقل كلما زاد مستوى الأمان.

على الرغم من تنفيذ التقنيات التحليلية المعقدة، لا يتم دائمًا إثبات إمكانياتها حسب المعيار الدولي وعليه أصبح التتبع المترولوجي لهذه القياسات التزامًا ضروريًا لسلامة الأغذية. ولهذا لا ينبغي أن تقتصر وظيفة المترولوجيا على دور العقوبة مع الإشارة إلى مطابقة المنتج من عدمها.

4. مزايا تطبيق المترولوجيا القانونية في الصناعات الغذائية

يجب أن تُجسَد وظيفة المترولوجيا في بداية عملية الإنتاج، ومن قِبل هيئة فكرية تجمع بين المهارات المختلفة التي ينطوي عليها إتقان القياس في الشركة. ولا ينبغي أن تقتصر هذه الوظيفة على دور العقوبة مع الإشارة إلى مطابقة المنتج للمنتوج.

لضمان جودة قياسات كل شركة، يجب أن تكون قادرة على إنشاء مرجعها المناسب. ولكن هناك متغير في قاعدة أي مرجع، وهو مقياس التتبع لأن "أي قياس غير متصل بالمعايير الوطنية يمكن أن يؤدي إلى الشك" إذ إن مفهوم التتبع في علم القياس مرتبط ارتباطا وثيقا بالمعايير المرجعية.

إن التحقق الدوري أو المستمر من أدوات القياس مهم أيضًا، لأنه لا يوجد مثال على أجهزة القياس التي لن تتلف بمرور الوقت، ذلك ما يساعد على الابتعاد عن الجودة المنخفضة والمفرطة، وبالتالي تحسين الجودة مع إرضاء العملاء بنفس التكلفة. ومن ثمّ نسهم في التنمية المستدامة، مع خفض تكاليف إدارة وسائل القياس (عن طريق تحسين دورية المعايرة)، وخفض سعر تكلفة المنتجات، وتحسين الإنتاجية (عن طريق تقليل أوقات الإعداد) وفقًا لتوصيات الباحث [4]. فبفضل القياس الذي تم التفكير فيه قبل الإنتاج، ستشهد الشركة زيادة في أدائها.

5. آفاق

يجب دراسة مشكلتين مهمتين في تحليل القياس في صناعة الأغذية:

- **المشكلة الأولى:** الامتثال لمتطلبات المقاييس القانونية من خلال ضمان الامتثال لمتطلبات الإنتاج (وضع العلامات والتحكم في التعبئة المسبقة)؛
- **المشكلة الثانية:** ما هي الثقة التي ينبغي منحها للتحليلات البكتريولوجية، والملوثات المحتملة؟

يتمثل دور المترولوجيا في مراقبة مدى ملاءمة استخدام جميع معدات القياس المستخدمة والتي قد يكون لها تأثير على جودة المنتوج. وحتى تكون جميع معدّات القياس قادرة على ضمان الجودة، مع الحد الأدنى من المخاطر، ضمن حدود الخطأ المسموح بها، يجب على الشركة تنفيذ نظام إدارة لمعدات القياس الخاصة بها لضمان الاتصال بالمعايير الوطنية، بالإضافة إلى التحقق على فترات محددة من جميع معدات القياس المستخدمة.

نلاحظ أنه مهما كان مجال نشاط الشركة، فإن تنفيذ بعض الإجراءات البسيطة والحاسمة سيساعد في الحد من الخردة، وتحسين الإنتاجية عن طريق تقليل تكاليف الإدارة، وبالتالي سيساهم بشكل كبير في أدائها.

يرتبط كل قرار في شركة الصناعات الغذائية بمقياس (تقني، أو مالي، أو محاسبي أو بشري)، وبالتالي فإن وظيفة المترولوجيا استراتيجية في إدارة الأعمال. إنه من الضروري تحديد الحاجة بأكبر قدر ممكن من الدقة، مع وجوب التحليل الأكثر عمقًا لاحتياجاتها. فما من شك أن المعرفة المتعمقة لعمليات التصنيع والقياس تجعل من الممكن خفض التكاليف المخفية التي تضر بإنتاجية الأعمال.

يمكن -لخدمة المقاييس- تحسين ملفات تعريف الشركات من خلال طرح سؤالين أساسيين:

- ما هي حاجة الزبون؟
- هل عملية القياس المستخدمة مناسبة للخصائص المطلوبة؟

سيكون دمج المترولوجيا في صلب الإدارة أمرًا ضروريًا للحفاظ على الشركات في سياق اقتصادي لا يرحم.

المراجع

[1] Bahmed, L., Djebabra, M., Abibs, A., Dispositif réglementaire et organisationnel relatif à l'encadrement de la qualité en Algérie, Courrier du Savoir, 06, 103-108, 2005.
[2] Barbier, P., La mesure, une affaire de qualité, Cahiers industries, 3, 1998.
[3] Bouakaz, A., La métrologie en Algérie, Université de Ouargla, 2013.
[4] Hamaidia, M. et Kara, M., Processus quantitatif de contrôle qualité, 2ième édition du congrès international de génie industriel et management des systèmes, Fès, 2015.
[5] Ernoul, R., Gestion pratique des contrôles dans l'industries, AFNOR, Paris, 2005.
[6] Ernoul, R., Le grand livre de la qualité, AFNOR, Paris, 2010.
[7] Fourtou, J.R., La métrologie dans l'entreprise, outil de la qualité, AFNOR, 1996.
[8] Hocquet, J.C., La métrologie et défense du consommateur, In : Le marchand et les poids de mesures, Routledge, 2022.
[9]ISO 10012, Measuement management Systems-Requirements for measurement processes and measuring equipment, 2000.

شخصية العدد

شخصية العدد

المرحوم يوسف عتيق (1947-2022)

عمدة الرياضيات في المدرسة العليا للأساتذة، القبة

انتقل إلى رحمة الله الأستاذ يوسف عتيق عشية يوم الأحد 4 سبتمبر2022، وهو الذي تقاعد عام 2017 بعد أن اشتغل في البحث والتدريس الجامعي منذ 1971. فقد اشتدّ المرض الذي ألمّ به منذ تلك السنة، وصارت معاناته تتفاقم عبر الأيام والأشهر، وكان طيلة حياته من الصابرين الذين لا نسمع منهم شكوى إلا نادرا.

مشوار حافل بالمنجزات

ولد المرحوم يوسف عتيق يوم 24 جوان 1947 بعين طابية، دائرة تمالوس (ولاية سكيكدة). وقد أنهى دراسته الثانوية عام 1968 وسجل بكلية العلوم في فرع كان يسمى "الرياضيات العامة والفيزياء" (MGP) بجامعة الجزائر، وهو الفرع الذي يؤدي بصاحبه إلى الليسانس في الرياضيات. وفي عام 1971-1972 تحصل على دبلوم الدراسات المعمقة، ثم على دكتوراه الطور الثالث في الرياضيات التطبيقية عام 1978 من جامعة الجزائر في موضوع خاص بالأوساط المسامية ذي العلاقة بالمحروقات. ثم تفرغ خلال الفترة 1991-1993 للحصول على دكتوراه الدولة في الرياضيات المجردة من جامعة بواتييه Poitiers الفرنسية.

وظلّ المرحوم يدرّس خلال الفترتين 1971-1991/ 1993-2017 دون انقطاع، أي ما مجمله 44 سنة في ممارسة مهنة التدريس. وقد عُرف في الجانب المهني وحياته العامة بصرامته التي لا تضاهى واستقامته مع الجميع (الزملاء والطلبة والإداريين) وبدقة مواعيده في كل الظروف. ولم يكتف المرحوم يوسف عتيق بأداء واجباته في باب التدريس، بل شمل نشاطه تسيير السنة الأولى بالمدرسة العليا للأساتذة القبة من 1977 إلى 1989، ثم إدارة قسم الرياضيات من 1985 إلى 1989.

كما شغل منصب نائب لمدير المدرسة المكلف بالدراسات العليا، وكان مسؤول ماجستير الرياضيات خلال الفترتين 1987-1998 و 2011-2013، ورئيسا للمجلس العلمي للمدرسة خلال 1999-2000، ومديرا لمخبر المعادلات التفاضلية الجزئية وتاريخ الرياضيات خلال 2000-2003، ورئيس الجمعية الوطنية لتاريخ الرياضيات التي تأسست

عام 1988، وكان مقرّها بمدرسة القبة. ولا ننسى أن الفقيد كان أيضا عضوا مؤسسا للجمعية الجزائرية للرياضيات عام 1988.

وليس هذا فحسب بل شغل كذلك منصب رئيس تحرير المجلة المغاربية للرياضيات خلال 10 سنوات (1994-2004). وقد عرفت هذه المجلة الفريدة نجاحا لم تعرفه إلا القليل من المجلات الأكاديمية. ومن المعلوم أنها كانت مجلة الرياضيات الوحيدة على مستوى المغرب العربي إبان تلك الحقبة.

من مؤلفاته — من مساهماته في مجال الترجمة — غلاف المجلة المغاربية للرياضيات Maghreb Mathematical Review التي كان يشرف عليها المرحوم

وخلال مشواره بالمدرسة العليا للأساتذة بالقبة، وبدءًا من عام 1986 كان ينظم الملتقيات ذات العلاقة بتخصصه وبتاريخ الرياضيات العربية الإسلامية. كما حضر العديد منها في داخل البلاد وخارجها. أما في مجال التكوين في الدراسات العليا، فلم يتوقف عن تقديم المحاضرات لفائدة طلبة الماجستير والدكتوراه. وقد أشرف على مذكرات وأطروحات أزيد من 20 طالبا وطالبة في الدراسات العليا، هم الآن منتشرون عبر المؤسسات الجامعية في البلاد كما هو حال آلاف أساتذة التعليم الثانوي الذين أسهم الفقيد في تكوينهم منذ 1977. ولا يفوتنا أن نذكر، ونحن نستعرض حياة المرحوم ومنجزاته العلمية، أن الظروف المادية دفعته، كما دفعت العديد من أمثاله، إلى العمل في الخليج العربي مدة 5 سنوات. وهكذا ظل يدرّس خلال الفترة 2003-2008 بجامعة الملك خالد بأبها السعودية فأبلى البلاء الحسن. وبالموازاة مع هذا النشاط نجد في قائمة منشوراته الأكاديمية في مجال الرياضيات البحتة والتطبيقية 15 بحثا صدرت في المجلات الأكاديمية العالمية خلال الفترة 1978-2022.

وما كان يميّز الزميل يوسف عتيق من الناحية الوطنية هو نضاله المستميت منذ أجل تعريب تدريس العلوم بالجامعة. فمنذ افتتاح القسم المعرب عام 1971 في كلية العلوم بجامعة الجزائر، انضم إليه مدرسًا باللغة العربية وظل كذلك بالمدرسة العليا للأساتذة بالقبة دون انقطاع. وهذا رغم أن دراسته الجامعية قد تلقّاها كلها باللغة الفرنسية مع اتقانه للغة الإنكليزية وإلمامه باللغة الروسية. وفي هذا السياق، نجده قد أسهم منذ 1984 بترجمة 5 كتب رياضياتية إلى العربية أصدرها ديوان المطبوعات الجامعية في تلك الفترة.

من ذكرياتي مع الفقيد

في عام 1976 عدت من جامعة نيس Nice مع 3 زملاء، وكان المشرف علينا الأستاذ الفرنسي بيير غريزفار Pierre Grisvard (1940-1994) من اليساريين عكف على تكوين عدد كبير من الجزائريين من أجل خدمة بلدهم (ذلك كان مبدؤه). وبعد مناقشة الأطروحات قال لنا قولته الشهيرة: "أنتم أصبحتم الآن عمليين، فعودوا إلى بلدكم". وبعد التشاور قرّرنا الالتحاق جميعا بجامعة قسنطينة لتكوين "نواة" في اختصاصنا الضيّق لتكون جهودنا أكثر فعالية.

وفي سبتمبر 1976، التقيت أول مرة بالمرحوم يوسف عتيق في قسم الرياضيات بجامعة قسنطينة حيث كان يدرس ... وكان العزم قائما على أن نكون في نفس النواة، مع أنه كان منضما إلى فريق من 6 جزائريين آخرين يحضرون رسائل الدكتوراه ويشرف عليه الأستاذ مارتن زرنير Martin Zerner (1932-2017) من جامعة نيس أيضا وهو رفيق بيير غريزفار. وكان فريق زرنير يعمل على موضوع الأوساط المسامية.

كان المرحوم يوسف عتيق قد أدى خدمته الوطنية خلال الفترة 1972-1974 لأنه لم يغادر البلاد قبل ذلك التاريخ، أما وضعي الشخصي فكان مختلفا إذ استفدت من منحة للخارج حتى عام 1976، وهو ما جعلني أؤجل الالتحاق بالجامعة وأداء الخدمة الوطنية خلال 1977-1979. وكان المرحوم عبد الحفيظ مصطفاي (1935-2006)، مديرا للمدرسة العليا للأساتذة بالقبة، وأستاذا للرياضيات بالجامعة منذ الاستقلال، وكانت مدرسة القبة في أمسّ الحاجة إلى مكوّنين. ولهذا طلبني من وزارة الدفاع لأدّرس بالقبة خلال الخدمة الوطنية بدءًا من سبتمبر 1977. وعند الالتحاق بها تفاجأت بوجود المرحوم يوسف عتيق بمدرسة القبة بعد أن غادر قسنطينة هو أيضا لأسباب أخرى. كما غادرت "النواة" قسنطينة والتحقت بالعاصمة بين جامعة باب الزوار ومدرسة القبة.

مدينة تمالوس، التي طالما تغنى بها المرحوم يوسف عتيق

من اليمين إلى اليسار: ع. مقران، ي. عتيق، خ. سعد الله (القاهرة، أبريل 1987)

وهكذا صرنا زملاء بالقبة منذ ذلك التاريخ، نتعاون وننسق تنسيقا كاملا كل الأعمال الخاصة بالدراسة وقسم الرياضيات في المدرسة. فعلى سبيل المثال، كنا الاثنين مع المرحوم عبد الحفيظ مصطفاي قد نظمنا بالمدرسة ندوة أسبوعية (سمنير) في الرياضيات منذ 1977. وكنا بادرنا مع الزميل عبد الحفيظ مقران بإعداد معجم فرنسي/عربي في الرياضيات منذ تلك الفترة، وكنا ثلاثتنا نلتقي خلال إعداده دائما في بيت المرحوم عتيق، وكان يبذل جهدا مضاعفا

مقارنة بجهدنا حتى صدر المعجم لدى ديوان المطبوعات الجامعية، وتكررت طبعاته. كما اشتركنا في ترجمة العديد من الكتب الرياضياتية.

وفي منتصف الثمانينيات، عندما كان المرحوم عتيق يترأس قسم الرياضيات بالقبة، انصب الجهد على إدخال فرع تاريخ الرياضيات العربية للمدرسة بالتعاون مع الأستاذ أحمد جبار المختص في هذا العلم. فتحقق ذلك وصارت المدرسة المؤسسة الجامعية الوحيدة على مستوى المغرب العربي التي تمنح فيها شهادة الماجستير، ثم الدكتوراه في تاريخ الرياضيات. وقد حرص الزميل عبد الحفيظ مقران حرصًا كبيرا بالتعاون مع المرحوم على فتح ماجستير في ذلك الوقت في اختصاص التحليل الدالي والمعادلات التفاضلية الجزئية، ثم الدكتوراه. فكان التعاون مثمرا وممتدا عبر السنين. وظل هذا الاختصاص وكذا تاريخ الرياضيات مفتوحا (شهادة الماجستير وشهادة الدكتوراه) بالمدرسة حتى أزالت الوزارة شهادة الماجستير في نظام الشهادات بالجزائر وعوضتها بالماستر. وتخرج من المدرسة بفضل هذه الجهود التي كان المرحوم دائما في مقدمتها مئات الطلبة.

كل تلك الأعمال التي قام بها المرحوم يوسف عتيق خلال نصف قرن في سبيل التعليم والتكوين الجاد ونشر الثقافة العلمية والثقافية تعدّ صدقة جارية وعلما ينتفع به. رحم الله الفقيد وأسكنه فسيح جنانه.

اختياره كشخصية العدد

في منتصف جويلية 2022، كنت قيد إعداد مادة العدد 4 (سبتمبر 2022) والعدد 5 (جانفي 2023) من مجلة بشائر العلوم. ومن تلك المواد "شخصية العدد"، ولذا فكرت في مهاتفة المرحوم يوسف عتيق لأطلب منه سيرته الذاتية مع بعض الصور ولموافاته بالأسئلة التي ستصدر أجوبتها مع تقديمه ضمن ركن المجلة.

وعندما هاتفته مساء يوم 20 جويلية كان صوته يثبت سوء حالته الصحية، وشرحت له الموضوع باقتضاب، فقال إنه لم يسمع بعد بهذه المجلة، وهو لا يرى مانعا في تلبية الطلب. فقلت له إن الأمر ليس مستعجلا في الإجابة عن الأسئلة وإنه يمكنه إرسالها متى سمحت له ظروفه بذلك. ولم نطل الحديث مراعاة لظروفه الصحية. وقد أرسلت إليه رابط المجلة في نفس اليوم.

وفي يوم 23 جويلية أرسلت إليه الأسئلة العشرة الواردة أدناه، ولم يعقب. وقد رد عليّ متأخرا -عكس عادته- يوم 28 جويلية إلكترونيا، وفي مرفق البرقية بعض الصور الشخصية وسيرته الذاتية مع النص التالي "السلام عليكم وبعد، عذرا على التأخير.. صحتي ليست جيدة والسلام". وهي آخر برقية تلقيتها منه. ولم تصلني الأجوبة عن الأسئلة ولم يعثر ذووه بعد رحيله على أجوبة عنها فيما ترك من الكتابات.

ولذا لجأت لتغطية هذا الجانب التعريفي بالمرحوم لبعض من تعامل معهم عن كثب، وهم الأساتذة: محمد السعيد مولاي (الذي عاشره كثيرا سيما خلال السبعينيات بالجزائر وفي السعودية قبل سنوات)، وعبد الحفيظ مقران (الذي رافقه منذ السبعينيات) وعبد العزيز شوتري (الذي تعاون معه عن كثب في تسيير شؤون المجلة المغاربية للرياضيات)، ودوجة هبول (التي كانت أول طالبة أشرف عليها المرحوم في إعداد شهادة الماجستير بالمدرسة).

فيما يلي أقدم الأسئلة التي وافيت بها المرحوم، ولم يتمكن من الرد عنها (بسبب مرضه) متبوعة بشهادات الزملاء الأربعة السابقي الذكر.

أبو بكر خالد سعد الله

الأسئلة العشرة التي وجهت يوم 23 جويلية 2022 للمرحوم، ولم يتمكن من الرد عنها لظروفه الصحية

السؤال 1: كانت مسيرتكم الدراسية قد وجهتكم عام 1968 أو 1967 نحو متابعة دراستكم في معهد المحروقات ببومرداس. فما الذي جعلكم تغيرون مساركم وتسجلون في كلية العلوم بجامعة الجزائر لدراسة الرياضيات دون غيرها كالكيمياء والفيزياء؟

السؤال 2: عند حصولكم على الليسانس في الرياضيات عام 1971 كان هناك نقص شديد في سلك التدريس بكلية العلوم... وقد فتح في تلك السنة لأول مرة فرع علمي معرب. وكنتم من الأوائل الذين هبّوا إلى التدريس باللغة العربية رغم أنكم لم يسبق لكم أن درّستم باللغة العربية. حدثونا عن تجربتكم آنذاك في هذا الإسهام وعن الأجواء التي كانت تسود في ذلك الوقت كلية العلوم بجامعة الجزائر.

السؤال 3: في منتصف السبعينيات فضلتم الالتحاق بجامعة قسنطينة. كيف كان الوضع آنذاك في تلك الجامعة الفتية مقارنة بجامعة الجزائر؟ وما الذي جعلكم عام 1977 تنتقلون من قسنطينة إلى المدرسة العليا للأساتذة بالقبة؟

السؤال 4: على الرغم من تواصلكم مع عدة جهات جامعية فقد كان إسهامكم الأكبر في المدرسة العليا للأساتذة بالقبة حيث توليتم رئاسة قسم الرياضيات ورئاسة هيئة تحرير المجلة المغاربية للرياضيات التي أخذت من وقتكم وجهدكم الكثير خلال سنوات طويلة. كل ذلك تطوعا لرفع مكانة المدرسة بصفة خاصة والجامعة الجزائرية بوجه عام. وقد جعلتم من المجلة مع فريقكم مجلة أكاديمية تضاهي المجلات العالمية في البلاد المتقدمة. وللأسف فشل هذا المشروع بمجرد تخلي المدرسة عنه. هل يمكن معرفة كيف كنتم توزعون وقتكم للقيام بكل هذه المهام، ولماذا فشل مشروع المجلة في آخر المطاف؟

السؤال 5: من بين مشاغلكم البارزة تاريخ العلوم العربية الإسلامية منذ مطلع الثمانينيات. وهذا ما سهل تأسيس الجمعية الوطنية الجزائرية لتاريخ الرياضيات عام 1988، وكنتم المشرف عليها. ومن المعلوم أن هذه الجمعية تعاونت كثيرا مع المدرسة العليا للأساتذة حيث يوجد مقرها ومع عديد الجهات الأكاديمية في تنظيم الملتقيات المتخصصة. كما أدى الأستاذ جبار بوجه خاص دورا بارزا لجعل مدرستنا المؤسسة الوحيدة على مستوى المغرب العربي الكبير التي تمنح شهادات الماجستير والدكتوراه في هذا العلم. هل أنتم راضون على هذا الإنجاز ومسيرته في القبة؟

السؤال 6: ليس سرا أنكم كنتم من المناضلين من أجل رفع راية التدريس العلوم باللغة العربية منذ مطلع السبعينيات. وقد ترجمتم الكتب إلى العربية وألفتم بها خدمة لهذا التوجه. غير أن الوضع العام بالجامعة لم يكن ليسهل أداء هذه المهمة. ما هي العراقيل التي واجهتكم في هذا الموضوع منذ السبعينيات إلى نهاية القرن العشرين؟

السؤال 7: في مطلع القرن الحادي والعشرين، ظهر ما عُرف بمشروع إصلاح المنظومة التربوية التي من عواقبها فرنسة الرموز الرياضية والعلمية وإدخال مقاربات تدريس جديدة أبرز نقائصها أنها جعلت مادة الرياضيات في مراحل التعليم الابتدائي والمتوسط والثانوي تقتصر على تلقين "وصفات جاهزة" للحفظ والاستظهار. عندما سألنا أحد الخبراء آنذاك في وزارة التربية عن سبب هذا التوجه الذي ينأى بالتلميذ عن الطريق الأسلم في تعلم الرياضيات أجاب أن ذلك شأن الجامعة ولا يخص سوى الطلبة الذين يتخصصون في الرياضيات، أما باقي الطلبة والتلاميذ فـ"الوصفات الجاهزة" تسد حاجياتهم. ما رأيكم في ذلك؟

السؤال 8: في منتصف السبعينيات ظهرت في وزارة التعليم العالي مشاريع البحث العلمي، وقد كنتم مع بعض زملائكم (منهم المرحومان عبد الرحمن جعدان وحميد زيان) ضمن مشروع رائد من هذا القبيل حول الأوساط المسامية الذي له علاقة مباشرة بالمحروقات. كيف عشتم تلك التجربة، مقارنة بمشاريع البحث العلمي الحالية التابعة للمخابر البحث؟

السؤال 9: منذ إنشاء مخبر المعادلات التفاضلية الجزئية بالقبة وأنتم تشرفون عليه حتى غادرتم إلى العربية السعودية لبضع سنوات. ثم عدتم إليه إلى أن فضلتم التقاعد لأسباب صحية. وخلال هذا المشوار، بذلتم جهودا كبيرة ومتواصلة، يشهد بها العام والخاص، لإبراز دور المخبر علميا وبحثيا. غير أنه يبدو لنا أنكم لم تنتهوا إلى ضرورة إعداد شباب –ليس من الناحية العلمية فحسب بل أيضا من ناحية التسيير- يواصلون المسيرة في المخبر. أليس كذلك؟ وهل ترون لهذه الثغرة من علاج؟

السؤال 10: نترك لكم المجال للإدلاء بكلمة أخيرة تختارون موضوعها.

شهادات أربعة زملاء عن المرحوم يوسف عتيق

شهادة الأستاذ محمد السعيد مولاي

كلية الرياضيات، جامعة باب الزوار

بسم الله الرحمان الرحيم والصلاة والسلام على رسول الله

كانت تربطني بالمرحوم والمغفور له بإذنه تعالى الأستاذ الفقيد عتيق يوسف صداقة قلّ نظيرها وأخوة لم تشبها شائبة ولا نالت نوائب الدهر من صفائها، وذلك منذ التقيت به أول مرة.

كان ذلك في الجامعة المركزية سنة 1971، بعد الانتهاء من مرحلة الليسانس ومع بداية الشروع في تطبيق قرار التدريس باللغة العربية في كلية العلوم بالموازاة مع التدريس القائم آنذاك باللغة الفرنسية.

فقد صدر في صائفة تلك السنة قرار إصلاح شامل للتعليم العالي، إذ كانت الجامعة منذ الاستقلال عبارة عن امتداد للجامعة الفرنسية منذ نشأتها سنة 1909، امتداد يتجلى من خلال تنظيمها الإداري والبرامج التعليمية، وخاصة الأساتذة المتعاونين الذين كانوا ذوي كفاءة عالية (مثل روجي غودمان Godement وماكس كاروبي Karoubi وغيرهم). وقد أبلوا البلاء الحسن في رفع مستوى التعليم، غير أن عدد الطلبة تضاعف وتفاقم، فكانت الحاجة ماسة إلى ما كان يسمى "بجزأرة التعليم" وذلك لأجل توفير إطارات محلية بحجم يناسب المستجدات والحاجيات، وذلك ليس في التعليم العالي فحسب، بل أيضا في العديد من المجالات الحيوية الأخرى، مثل التكفل بالثورة الصناعية التي انطلقت مشاريعها في أرجاء الوطن، أو مثل ضرورة التغطية الواسعة للتعليم المجاني الذي تعمّم على مختلف الشرائح الاجتماعية، وما سوى ذلك من المشاريع المقررة التي عجّت بها البلاد من أقصاها إلى أقصاها حتى صار الوطن كله "ورشة عمل" كما كان يقال.

وكنتُ قد عينت حينها معيدا في أحد المقررات المُدرسة باللغة الفرنسية. فلما أعلن عن افتتاح القسم العربي تعرفت لأول مرة على المرحوم الأستاذ الفقيد يوسف عتيق، وكان حريصا على اقتحام ذلك القسم، فتشجعت معه لنخوض سويا في معركة التعريب وتحدياته المختلفة في مرحلتها الأولى، كصياغة المصطلحات وتوفير المراجع وما سوى ذلك.

والتحقت معه خلال السنة الموالية بالدراسات المعمقة التي أشرف عليها متعاونون أجانب، من بينهم الأستاذ القدير بيير غريزفار Grisvard الذي تكفل بتدريس مقرر التحليل الدالي والمعادلات التفاضلية الجزئية. وقام المرحوم يوسف عتيق بتدوين محاضرات ذلك المقرر، مما ساعد طلبة الدراسات المعمقة على استيعاب المحاضرات وتيسير مراجعتها.

كما أن الأستاذ بيار غريزفار قام بتدريس أحد المقررات في طور الليسانس (وحدة المعادلات التفاضلية) وأصدر مطبوعة جامعة لدروس ذلك المقرر باللغة العربية بعد أن اجتهد في تعلمها مما زادنا عزما وهمة لرفع التحديات المحيطة بتدريس العلوم الحديثة باللغة العربية.

وبعد نيل شهادة الدراسات المعمقة، كان الفراق بيننا جغرافيا وليس روحيا، إذ تحصلت برفقة الزملاء أبو بكر خالد سعد الله وقدور لمرابط ومحند موساوي على منحة للدراسة في الخارج، والتحقنا بجامعة نيس الفرنسية حيث استقبلنا الأستاذ المشرف علينا بيار غريزفار لأجل التحضير للدكتوراه في جامعة نيس، بينما التحق الفقيد بالخدمة الوطنية، ثم زاول بحوثه في التحضير للدكتوراه تحت إشراف الفرنسي م. زرنار Zerner وبالتعاون مع الإيطالي ج. جيمونا Geymonat اللذين قدما بحنكة وإخلاص إعانات ثمينة في مجال البحث العلمي في الرياضيات التطبيقية المتماشية مع تنمية الاقتصاد الجزائري.

إذ كان من فضل الله تعالى آنذاك على طلبة الدكتوراه ممن فضّل البقاء في الوطن أو اضطر لذلك، أن تقدم الأستاذان -زرنار وجيمونا- بأول مشروع في البحث بعد الاستقلال في مجال الأوساط المسامية، والمسمى بمشروع "مخروط الماء" (le cône d'eau) والذي كان له علاقة مباشرة مع مسائل الغاز والمحروقات.

فكان الفقيد من الأوائل، مع المرحوم حميد زياني، الذين خاضوا غمار البحوث في هذا المجال، وهو مجال كان قد تعرّف عليه فيزيائيا من خلال دراساته الأولى في معهد المحروقات (بومرداس) قبل أن يُقبل عليه بالبحث رياضياتيا.

وقد تُوِّجت أشغاله في البحث بمقالات نشرت في مجلات مرموقة، وتقدم بها لنيل شهادة الدكتوراه من الطور الثالث بدون مغادرة الوطن، وكان حقًا من أوائل الباحثين في علوم الرياضيات التطبيقية حيث انتهج منهجها الحديث والقائم على أبعاد ثلاث: التحليل والنمذجة والمحاكاة. ثم واصل بحوثه في نفس المجال إلى أن تحصل بامتياز على شهادة دكتوراه دولة.

واجتهد لمدّ الجسر بين الدراسات الجامعية والمؤسسات الاقتصادية، من بينها على وجه الخصوص شركة سونطراك الوطنية، فتكوّن على يده في هذا الإطار العديد من طلبة الماستر والدكتوراه، منهم بالشراكة مع مركز البحوث التابع للشركة المشار إليها والكائنة بمدينة بومرداس.

وكان قد فضل العمل في المدرسة العليا للأساتذة بالقبة. وقد أحسن الاختيار بناء على طموحاته في تطوير التدريس بالعربية والتعريف بتاريخ تراث من اشتغلوا بها في مجال علوم الرياضيات والفلك خصوصا، سواء في البلاد العربية أو الأعجمية. ذلك لأن أغلب الجامعات تخلت رويدا رويدا عن التدريس باللغة الوطنية واستمر الاستغناء عنها بمرّ السنين. فما بقي الآن من المؤسسات الجامعية المحتفظة بها سوى عدد لا يكاد يذكر، منها المدرسة المشار إليها التي صمدت في وجه محاولات عديدة لوأد توجهها اللغوي وإخماد شعلة دراساتها العليا.

وبعد عودتي إلى أرض الوطن على إثر الانتهاء من دراسات الطور الثالث سنة 1976 التي تصبّ في المسائل المطروحة في فضاءات منعدمة الملوسة لاحتواء حدود مجالاتها على زوايا حادة أو منفرجة، عُيّنت بجامعة هواري بومدين بباب الزوار والتحقت فيها بفريق عمل اشتغل في جانب من بحوثه بدراسة الأوساط المسامية، فخضت معهم في دراسة مسائل منها. وبذلك ازدادت علاقتي إحكاما بأخي يوسف عتيق. فما من أطروحة أشرفَ عليها إلا ودعاني لمناقشتها، وما من ملتقى في تاريخ الرياضات العربية إلا وأكرمني بحضورها، وما من كتاب ألفه إلا وأطلعني عليه. وقد ألّف عددا معتبرا من الكتب المختصة والمنشورات لسدّ فراغ المكتبة العربية وإثرائها.

وفي أوائل القرن الجاري تحصلت على منصب في جامعة أبها السعودية، والتحق بها أخي يوسف مع زوجته الكريمة في السنة الموالية، بعد أن قدمت ملفه مباشرة إلى عميد الكلية، فعشنا سويا بضعا من السنين كانت من أسعد أيامنا، حيث كنا نتوجه في آخر الأسبوع إلى البقاع المقدسة. واعتمرنا مرات عديدة وأدّينا فريضة الحج كلما فضلنا المكوث في المملكة على زيارة الأهالي في أرض الوطن في فترات الإجازة. كما قدمنا ما استطعنا من خدمات في تلك الجامعة الفتيّة، منها التحضير لبرامج الماستر والدكتوراه، وتطبيق مبادئ الجودة في التعليم الجامعي.

رحم الله فقيد الجامعة الجزائرية الذي أفنى حياته في خدمتها، مساهمة منه في التدريس وتطوير العلوم باللغة العربية، فكان على خطى ثابتة سار على منهجها الأولون ممن شيّدوا حضارة شامخة، ازدهرت فيها مختلف العلوم والمعارف، واحتضنتها كلها لغة الضاد، تلك اللغة التي شغفته حبا لأنها لغة الوطن، بل لأنها كما وصفت نفسها على لسان الشاعر حافظ إبراهيم:

وسعت كتاب الله لفظاً وغاية *** وما ضقت عن آيٍ به وعِظات
فكيف أضيق اليوم عن وصف آلة *** وتنسيق أسماء لمخترعات

أسكنك الله أخي يوسف فسيح جنانه، وألحقنا بك في الصالحين، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

شهادة الأستاذ عبد الحفيظ مقران

قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة-القبة

عزيزي سي عتيق، ماذا أستطيع أن أكتب عنك يا أغلى الأعزّاء؟

لقد طلب مني الأخ خالد سعد الله المساهمة بشهادة لتنشر في مجلة البشائر بالمدرسة، حول الأستاذ الراحل يوسف عتيق وعلاقتي به. في الواقع، وجدت صعوبة كبيرة في الرّد؛ كيف يمكن وصف صداقة حقيقية مبنية على أسس متينة وهادفة، وفي إحدى أرقى مؤسسات تكوين المكوّنين، وهي المدرسة العليا للأساتذة بالقبة، ولمدة تفوق الأربعين سنة؟

متى نستطيع منح صفة حميدة لشخص، مثل الصداقة؟ صفة نبيلة مشتقة من الصدق، إنها مستحقة إن دامت مدى الحياة؛ الأستاذ يوسف عتيق كان فعلا صديقي. أرجو من الله عزوجل أن يُسكنه فسيح جنانه وأن يرزقني الجنة للالتقاء به في الدار الدائمة التي لا فراق فيها، إن شاء الله.

التعارف معه دُبّر بليل. عرفت مرحلة السبعينيات نشاطات وتفاعلات مهمة من الخيّرين المؤمنين الغيارى على الوطن، على مستوى الجامعات، لتثبيت الهوية الوطنية بعد الاستقلال، وإعطاء اللغة العربية المكانة التي تستحقها، وذلك لإيمانهم أنه لا يمكن لأمة أن ترقى إلى مستوى يليق بها إلا بِلُغَتِها.

يوسف عتيق بجانب عبد الحفيظ مقران خلال مداخلته في الأيام العلمية الأولى للمخبر الأورو المغاربي للرياضيات وتفاعلاتها (جوان 2010)

لقد كان تكوين الأساتذة الجامعيين آنذاك في الغالب بالفرنسية، وكان بعضهم يجتهدون ويسعون للتحكم في اللغة العربية والتدريس بها. والعزيز الراحل الأستاذ يوسف عتيق كان واحدا منهم. وبسبب إصراره وعزيمته على تحقيق ذلك، ذاع صيته في هذا الفريق المؤمن بأهمية أخذ العربية مكانتها. حدّثني أحد الأصدقاء، رحمه الله، عنه وعن أهمية التنسيق معه لخدمة اللغة العربية وقضايا الأمة المصيرية، وعن البحث والسعي لإيجاد وسيلة للاتصال به. ولحسن

الحظ ومشيئة القدر كان الأستاذ يوسف عتيق قاطنا في عمارة مقابلة للعمارة التي أسكن فيها، فسعيت للتعرف عليه والتأكد مما سمعت عنه.

وبالمناسبة كان لي صديق يسكن في حيّ قريب، له نفس نوع السيارة التي يمتلكها الأستاذ عتيق. انتظرته بعدما نزل من سيارته، ألقيت عليه السلام فردّ بكل تواضع واحترام. سألته إن كان لديه خبرة في مثل هذه السيارات، فأجاب على العموم لا بأس. أخبرته هل بإمكانه تقديم مساعدة لصديق لي بالجوار يملك نفس نوع السيارة وبها عطبٌ لم يعرف كيف يعالجه؟ فسررت بنتيجة المسعى وبردّه السريع والكريم على تقديم المساعدة. وهكذا كان أول اتصال بيننا. لم أدّخر جهدا في هذه اللقاء الأول لتوطيد أواصر العلاقة، وتمّ ذلك بإذن الله، وبقينا أصدقاء حتى غادر.

إنه من الصعب الكلام عن الأستاذ يوسف عتيق دون ذكر الأستاذ خالد سعد الله. لقد كانت لهما نظرة بعيدة وعميقة، أثرى كل واحد منهما المكتبة الجزائرية بترجمة أهم الكتب في الرياضيات التي تغطي برامج دبلوم الدراسات العليا في الجزائر. كانت المبادئ التي تجمعنا قوية جدا، مما ساعد على توطيد أواصر الصداقة المثمرة.

آنذاك، كنت أعمل أستاذا للرياضيات في المتوسط، ثم مفتشا للرياضيات في التعليم المتوسط. بفضل الله، ثم بفضل الأستاذ عتيق، التحقت بالمدرسة العليا للأساتذة كمعيد، وبعدها استفدت مثل الكثيرين من المنح التي خصّصتها الدولة لتكوين أساتذة للتعليم العالي بالخارج. كنا دوما على تواصل وتشاور نحن الثلاثة (عتيق، وسعد الله، وأنا). لقد جَمَعنا حب الوطن والتفاني في خدمته وعدم الجري وراء المسؤوليات وعدم رفض اقتراح أي مسؤول للقيام بأي عمل لصالح المدرسة والجامعة الجزائرية. أعتقد أن هذا المعيار في اختيار الأصدقاء نموذجي وتُؤتى ثماره إن شاء الله؛ صداقةٌ المصلحة العامة فيها هي السائدة.

لقد كان المرحوم يتميز بالصلابة في الرأي الصحيح، ليّن المعاملة، غنيا وسخيا في علمه. لا داعي في نظري أن أتحدث عن نزاهته العلمية ولا عن مناقب الرجل الأخلاقية لأنني لا أستطيع أن أوفّيه حقه.

كان الأستاذ يوسف عتيق رجل "داره"، وهي تمالوس مسقط رأسه، يتباهى بفضائل أهلها ويفخر بهم؛ ثم رجل "دُوّاره" وهو الجزائر، معتزًا بوطنه، ممجدًا لبطولاته، مدركًا لضرورة المساهمة في بنائه؛ ثم رجل "عرشه"، وهو الأمة العربية التي كان يؤمن بضرورة وحدتها لتتفجر الطاقات الإيجابية لأبنائها، حتى تتمكن من المساهمة في بناء الحضارة الانسانية من جديد. وكان يتمنى لو أن الجزائر بشهامة أبنائها وغيرتهم على مقدساتهم، مجاورة لفلسطين والعراق.

لقد كان الأستاذ يوسف عتيق بمثابة المسؤول الأول، ونِعم المسؤول، سواء كرئيس قسم أو مدير مخبر المعادلات التفاضلية الجزئية غير الخطية وتاريخ الرياضيات، أو كرئيس تحرير المجلة المغاربية للرياضيات، أو رئيس الجمعية الجزائرية للرياضيات، أو نائب المدير المكلف بالبحث العلمي للمدرسة، أو كرئيس المجلس العلمي للمدرسة. لم نشعر يوما أنه تفرّد بالقرار ،أو لم يطرحه للتشاور. لقد كنا فريقا متجانسا، في بعض الأحيان نتحاور بقوة للتوصل إلى ما هو أفضل، حتى ظنّ البعض مِنَ الذين لا يعرفوننا جيدا أننا نتخاصم، ومباشرة بعدها يروننا معا كأن شيئا لم يحدث. كنا نتحاور ونتجادل بقوة فقط من أجل التوصل للقرار الأمثل.

لقد كانت أهدافنا وغاياتنا، نحن الثلاثة، واضحةً. رسمنا خطة عمل لتحقيق ما نؤمن به، تهدف في الدرجة الأولى إلى رفع المستوى العلمي في المدرسة، وترسيخ استعمال اللغة العربية في تدريس المواد العلمية، والسعي للاصطفاف مع المؤسسات العلمية الراقية في داخل وفي خارج الوطن. ونشهد هنا أن أغلبية المسؤولين الذين تعاملنا معهم، رغم الاختلاف في الرؤى في بعض الأحيان، لم يدخروا أي جهد في الدعم والتشجيع بعد أن لمسوا الصدق في نوايانا وعدم الطمع أو السعي والمزاحمة في تولي المسؤوليات.

أما الخطة التي كنا نعمل بها فتعتمد على ثلاثة مرتكزات:

1) المرتكز الأول، محلي: ضرورة إنشاء وتكوين فريق قوي داخل المدرسة، وخاصة في القسم والمخبر. وقد تحقق ذلك بفضل الله وبفضل تواجد مجموعة متماسكة من الأساتذة الأكفاء المؤمنين بواجبهم نحو الأكرمين منا جميعا وهم الشهداء، الذين ضحوا بأغلى ما يملكون، أرواحَهم، من أجل تحرير الجزائر وضرورة إعادة الثقة في النشء لينهضوا بالبناء. وذلك بإبراز المساهمات الجبارة للأجداد في العلوم بصفة عامة والرياضيات بصفة خاصة، حتى لا ينساقوا وراء ما يُرَوج أنه ليس لدينا ما نفتخر به.

وتُوجت نتائج هذا المرتكز ببدء جني ثماره، حيث تم عقد أول ملتقى حول تاريخ الرياضيات العربية بالجزائر سنة 1986، وتَبِعها فتح ماجستير في تاريخ الرياضيات. كان هدفنا هو إعادة الثقة للأجيال في أنفسهم بعد فترة كبيرة من القهر والتجزئة والاحتلال. وبالإضافة إلى ذلك، تم فتح ماجستير في التحليل التابعي وتنظيم سلسلة من المحاضرات ذات مستوى عال في الرياضيات، ساهم فيها ألمع الباحثين من داخل وخارج الوطن، وما زال هذا التقليد مستمرا حتى الساعة. وتم عقد عدة ملتقيات دولية في الرياضيات. ونشير في الأخير إلى أن المتميزين من طلبة المدرسة كانوا يحصدون بامتياز أغلب مِنح الرياضيات للدراسة في الخارج.

2) المرتكز الثاني، وطني: العمل على توطيد العلاقات والتواصل مع الزملاء في الرياضيات بأغلب الجامعات الجزائرية، وذلك بتقديم نشاطات متميّزة من تأطير وتنظيم ملتقيات دولية عالية المستوى، وبمساهمة بعض الزملاء الجزائريين من خارج الوطن. أعتقد أننا نجحنا إلى حد بعيد في ذلك. ولمن أراد التأكد فليسأل الرياضياتيين الجزائريين.

3) المرتكز الثالث، دولي: فك العزلة عن الباحثين في قسم الرياضيات وفي المخبر وفي المدرسة بتنظيم اتفاقيات تعاون مع عدة جامعات أجنبية راقية، لتمكين أعضاء أسرة الرياضيات من الاستفادة من الملتقيات والتظاهرات والمحاضرات الخاصة لكل من يرغب في ذلك من الرياضياتيين الجزائريين

لقد ساهم كل عضو من الفريق في قسم الرياضيات أو في المخبر بطريقته الخاصة، وتولى القيام بما يجيد فعله. أعتقد أن ثمار هذا الجهد يشهد بها كلُّ من تابع دراسته بالمدرسة، أو درّس فيها، أو ساهم كأستاذ زائر، من داخل أو من خارج الوطن، "لا نزكي أنفسنا، الله أعلم بمن اتقى".

الحمد لله، أننا مسلمون، وندرك أن هذه الحياة فانية. لقد كان فراقه صعبًا جدًّا عليّ، أدعو له بالرحمة والغفران كلما ذُكر، وأرجو من كل من يعرفه أو سمع عنه ألا يبخل عليه بالدعاء والرحمة.

نَم أيها العزيز الغالي قرير العين، إننا على العهد باقون ما دمنا في هذه الدار، إن شاء الله.

خلال إلقاء محاضرة في مؤتمر مغاربي بجامعة طنجة سنة 2015

شهادة الأستاذ عبد العزيز شوتري

قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة-القبة

مع المرحوم الأستاذ يوسف عتيق في المجلة المغاربية للرياضيات (MMR)

في سنة 1994، جاء الأستاذ محمد عمارة إلى المدرسة العليا للأساتذة بالقبة، وطلب من الأستاذ عبد الحفيظ مقران أن تتكفل المدرسة بالإشرافَ على المجلة المغاربية للرياضيات التي بدأت الصدور من جامعة باب الزوار. لم يتردد الأستاذ مقران، كعادته في مثل هذه المواقف، في القبول، وطلب من الأستاذ يوسف عتيق الإشراف عليها، وطلب مني المرحوم مساعدته في ذلك. ومن عادتنا ألا نناقش الأستاذ فيما يطلبه، رغم معرفتي بصعوبة العمل معه لأنه كان دائما يسعى إلى إتقان العمل.

بدأنا العمل في الطابق السادس، في مقر الجمعية الجزائرية لتاريخ الرياضيات. وكانت الجمعية تملك حاسوبا متواضعا، فطلب مني بالتعاون مع الأستاذ محمد العيد قادري تنصيب برنامج التاخ TEX، المخصص لطباعة ونضد النصوص العلمية. كان هذا البرنامج جديدا علينا. وكان جديدا حتى في العالم كله حيث لم تمض على إصداره بضع سنوات. وكان أغلب الباحثين -إن لم نقل جميعهم- يستعملون" الوورد" Word. وبعد جهد جهيد، نصّبنا البرنامج على الحاسوب حيث كان البرنامج مقدّما في عشرات الأقراص، وفي بعض الأحيان يتوقف عند قرص معيّن فنضطر للإعادة. وفي تلك الأثناء كان المرحوم يراقبنا ويمازحنا بابتسامته المعهودة ويقول: "كيف لم تستطيعوا لحد الآن تنصيبه"؟ ويستفزنا قصد تحفيزنا فلا نفشل ولا نتراجع.

حينها، لم يكن مِن أعضاء طاقم المجلة مَن ناقش رسالة الدكتوراه إلا الأستاذ عتيق والأستاذ محمد السعيد مولاي. وكان هذا الأخير غائبا آنذاك ويتعذر عليه الحضور، ومع ذلك ترك الأستاذ عتيق اسمه ضمن الطاقم قائلا إنه صديقي ولا أريد الزيادة في ظلمه. طلب منا المرحوم ألا ننشر مقالاتنا في المجلة حتى لا يفهم الناس أننا نريد الاستفادة الشخصية منها.

كان الأستاذ المرحوم قد تعلم برنامج "التاخ" وأتقن استعماله عندما كان في زيارة لجامعة بواتييه Poitiers بفرنسا. وعندما استلمنا أرشيف المجلة وجدنا معظم المقالات مقدّمة بصيغة "الوورد" أو "بي دي أف"، فطلبنا منه إعادة إرسالها لأصحابها ليعيدوا كتابتها بالتاخ، لكنه رفض وقال لنا هذه أول مجلة علمية جزائرية ومغاربية، يجب الاهتمام بمضمون المقالة في البداية، وأما الشكل فسأهتم به أنا.

بدأنا بتصنيف المقالات حسب الاختصاص تحت إشرافه، وإرسالها إلى المحكِّمين، وكان هو من يراسل المحكمين. ومن تواضعه، كان كلما كتب نصا سواء بالعربية أو الفرنسية أو الانكليزية عَرَضه عليّ قائلا: تفضّل راجعه، ربما توجد أخطاء، فأقول له: كيف أصحح بعدك يا أستاذ؟ فيقول: الأخطاء دائما موجودة، وليس القارئ كالكاتب. فكُنت أجهد نفسي لعلي أجد أخطاءً مطبعيةً، أما اللغوية فلا أتذكر أني وجدت له خطأ. أستفزه أحيانا وأقول له: في العربية نقول كذا ولا نقول كذا، فيُخرج لي من مكتبة الجمعية كتاب "النحو الواضح"، وهو كتاب من ستينيات القرن الماضي، ويعتبره الأستاذ مرجعا، ويقول "النحو الواضح" لا يخطئ.

بمجرد الاتفاق على الإشراف على المجلة، بدأ يُعدّ لها نموذجا خاصا باستعمال "لاتاخ" Latex، وسماه "fati.cls" على اسم ابنته الوحيدة. والعارفون ببرنامج "التاخ" يدركون صعوبة إنجاز هذا النموذج حيث تُراعي فيه أنواع الخطوط وأحجامها، والفراغات في النص، وكيفية كتابة النظريات والتوطئات والنتائج وغيرها، وبراهينها، وكيفية إدراج الرسومات، إلخ.

ومع استلامنا للمقالات الأولى المقبولة، كان النموذج جاهزا. طلب مني المرحوم مساعدته على إعادة كتابة المقالات المقبولة ببرنامج "التاخ". وبطبيعة الحال، كان هو صاحب النصيب الأكبر في هذه المهمة. وهكذا أُعدّت الأعداد الأولى بنفس الطريقة ونفس العزيمة والجهد. وعلى يده، وتحت إشرافه نالت المجلة تصنيف جمعية الرياضيات الأمريكية American Mathematical Society (AMS).

كنا نرسل كل مقالة إلى مُحكّم، وبعد شهرين نُذكّره إذا لم يأتنا الرد، وبعد شهرين آخرين نرسلها إلى مُحكّم آخر، وهكذا حتى نحصل على ردٍّ، فإن كان سلبيا نرسل المقالة إلى مُحكّم ثانٍ. كانت العملية تستغرق أكثر من ستة أشهر في بعض الأحيان. وكان المرحوم هو من يقوم بالمراسلة والرد على معظم الاستفسارات من أصحاب المقالات.

وذات يوم، راسلنا صاحب مقالة -كان أرسل مقالتين- متهمًا إيانا بعدم النزاهة العلمية بأسلوب غير حضاري، وطلب منا سحب مقالتيه موضحا أنه أرسلهما إلى مجلة أخرى وقبلت نشرهما! أطلعني المرحوم على الرسالة فقرأتها، وكانت جدّ مستفزة، فطلبت منه أن يسمح لي بالردّ عليه، فقال ليس الآن، حتى لا تنزل إلى مستواه.

وبالفعل، بعد أيامٍ جاءنا ردٌّ سلبي من المحكّم الأول على المقالة الأولى، وكان أستاذا مختصا، وله سمعة عالمية، فطلبت من هذا الأستاذ أن أُفصح عن اسمه لدى المؤلف فقَبِل. راسلت صاحب المقالتين وقلت له ها هو الأستاذ فلان يرفض مقالتك، أما مقالتك الأخرى فهي عند محكّم آخر. ونظرا لأسلوبك، أعتقد أن ردّه سيكون سلبيا أيضا.

أُعجب الأستاذ عتيق بردّي، وحينها قال لي: أتعرف من صاحب هذين المقالين؟ فقلت له: لا، فقال لي: هو صاحب رسالة الدكتوراه التي اعتذرت عن العضوية في لجنة مناقشتها لعدم اختصاصي... وفي الحقيقة كانت بها أخطاء علمية، فلم أرد أن أكون شاهد زور! فاستغربت أنه لم يخبرني أول مرة عندما أطلعني على الرسالة. فقال لي لم أُرِد أن تتأثر بما سبق، فربما تكون المقالات جيدة ونظلم الرجل. أما وقد كان ردّ المحكّم سلبيا فقد أخبرتك. هكذا كان حِلم الأستاذ المرحوم عتيق، رحمه الله وأسكنه فسيح جناته.

شهادة الأستاذة دوجة هبّول

قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة-القبة

بسم الله الرحمان الرحيم

شهادة وذكريات

مهما عَظُم مقام الكلمات ونسج العبارات فمن المحال أن ترقى لمدح الأستاذ، المغفور له بإذن الله، يوسف عتيق. إن المرحوم مثالٌ يُقتدى به في الأخلاق والعمل والنشاط والانضباط. كان أستاذًا جامعيًا، لكني أُفضل تلقيبه بالمعلم لما تحمله هذه الكلمة من معانٍ جدّ سامية. إنها كلمة لا تعني فقط تلقين العلم، بل تلقين الأخلاق الحميدة، والشعور بالمسؤولية، والتفاني في العمل، وغيرها من الأعمال الصالحة.

سأذكر في هذه الأسطر طائفةً من الذكريات اخترتها من عهدين ربطاني بأستاذي: عهدٌ كنت فيه طالبته؛ وعهدٌ تالٍ كنت فيه أستاذة أقوم بالأعمال الموجهة للوحدة التي كان هو مكلفًا بتدريسها.

بعدما تحصلت على شهادة البكالوريا، التحقت بالمدرسة العليا للأساتذة-القبة قصد تحضير شهادة الليسانس في الرياضيات. كانت مدّة الدراسة في ذلك الوقت أربع سنوات، وتُمَكن تلك الشهادة صاحبَها من التدريس في الثانوية. سجلتُ في فرع العلوم الدقيقة باللغة الفرنسية. وكان المرحوم الأستاذ عتيق آنذاك، يقدم دروس الرياضيات لطلبة السنة الأولى الذين يدرسون باللغة العربية فقط، فلم يحالفني الحظ أن أكون من بين طلبته إلى أن أصبحت في السنة الرابعة. في تلك السنة، تقرر دمج مجموعَتي السنة الرابعة رياضيات في مجموعة واحدة، وكانت الدراسة باللغة العربية.

لا أُنكر أنني تخوفت منه في البداية، وهذا راجعٌ لما سمعته من شائعات حوله، مثل كونه صعبًا وغير متفهمٍ. لكن، بعد أول حصة لي معه، فهمت أنها شائعات كاذبة من بعض الطلبة الذين كان همهم النجاح دون بذل أي جهد. ولو كانت مواقع التواصل الاجتماعي موجودة في ذلك الوقت لسمعنا من يمدحه من الطلبة النجباء. في تلك الحصة، أي الأولى، أذكر جيدا كيف توجه نحوي وبيده طبشور طالبًا مني، بابتسامة على وجهه، المرور إلى السبورة. فما رأيت منه في تلك الحصة أو في غيرها إلّا أستاذًا متفانيًا في عمله، وصبورًا متخلقًا مع طلبته.

كان، رحمه الله، يلتحق بقاعة التدريس دائما قبل موعد الحصة، لم يأت أبدا متأخرا. وبالنسبة للحصة التي تبدأ على الساعة الثامنة والنصف صباحًا، كان يلتحق بالقاعة قبل الساعة الثامنة، وكانت هذه فرصة يغتنمها الطلبة لطرح أسئلتهم عليه، حول الدرس أو حول التمارين. علاوة عن الجانب العلمي. كانت لا تكاد تمرّ حصة من حصصه إلا ونتعلم منه أشياء كثيرة تفيدنا في الحياة العامة، مثل: عدم التهور، عدم التبذير، تنظيم الوقت، عدم فقدان الأمل وغيرها.

بعدما تحصلت على شهادة الليسانس، انتقلت إلى مرحلة ما بعد التدرج، وكان المرحوم من بين الأساتذة المشرفين على الماجستير. وأثناء تكويننا، الذي دام سنتين، انبهرت بإتقانه الجيّد للغتين الفرنسية والإنجليزية لأنه لم يستعملهما أبدا معنا، ولو بالخطأ، في مرحلة الليسانس حيث كان يشجعنا ويحثنا على إتقان اللغة العربية. كما علمت منه بعد بضع سنوات أنه تعلم اللغة الروسية حتى يتمكن من مطالعة الكتب الروسية وأيضا ترجمتها إلى العربية.

بعدما أنهينا السنتين، اقترح علي موضوع مذكرة الماجستير، وخَصص أول لقاء لي معه لتعليمي كيفية تقديم العمل له، من حيث التنظيم والشكل وعلامات الترقيم. ولما وصلت إلى نسبة كبيرة من التقدم في البحث، طلب مني تعلم برنامج "التاخ" Tex، وهو نظام للصف الطباعي يُستخدم عموما لكتابة النصوص العلمية. كان" التاخ" في ذلك الوقت -بداية التسعينيات من القرن الماضي- حديث الاستعمال في الجزائر، وكان أغلب الباحثين، وربما جميعهم،

يكتب بـ"الوورد" Word. وكان الأستاذ عتيق قد أتقن استعمال "التاخ"، وهذا يدل على مدى رغبته في ازدهار ورُقي الجامعة الجزائرية. وبفضله تعلمت استخدام "التاخ"، وكتبت به مذكرتي.

بعدما تحصلت على شهادة الماجستير، وكُلفت بتقديم حصص الأعمال الموجهة لوحدة القياس والمكاملة، الوحدة التي كان رحمه الله مسؤولا عنها، وجدت نفسي أتعلم منه أشياء جديدة تخصّ التدريس لم أنتبه إليها وأنا طالبة. أذكر ذات يوم أننا كنا، المرحوم وأنا، ننتظر في الرواق التحاق الطلبة بقاعات الدراسة، وكان البعض منهم في إضراب، قدمتْ إلي طالبة تستأذن مني الحضور لحصة الأعمال الموجهة، وهي لم تكن من الفوج المعني بتلك الحصة. فقلت لها لا مانع في ذلك إذا التحق بعض طلبة الفوج بالحصة، وللأسف لم يحضر الطلبة، فانصرفت. عندها نصحني أستاذي، رحمه الله، بعدم صدّ طالب العلم. فهمت حينها أن التعليم مهنة مقدسة ومسؤولية كبيرة.

كان الأستاذ المرحوم يوسف عتيق يطلب مني أحيانا اقتراح تمارين للامتحانات قصد تكويني، فيقوم بمناقشتها معي. ومن بين الأمور التي نبهني إليها هو الاهتمام بطريقة كتابة موضوع الامتحان. مثلا، إذا استعملت حرفا معينا للدلالة على مجموعة أو تطبيق في تمرين، لا نعيد استعمال ذلك الحرف في تمرين آخر تجنبا لجعل الطالب يخلط بين معطيات التمارين،أي لو رمزنا لتطبيق في التمرين الأول بـ f وكان ذلك التطبيق متزايدا، وأعدنا استعمال الحرف f لأجل تطبيق آخر في التمرين الثاني، ولم يكن متزايدا، فسهوًا يمكن أن يعتبر الطالب في التمرين الثاني f متزايدا. كان، رحمة الله عليه، يسعى دائما للقيام بأعماله على أكمل وجه.

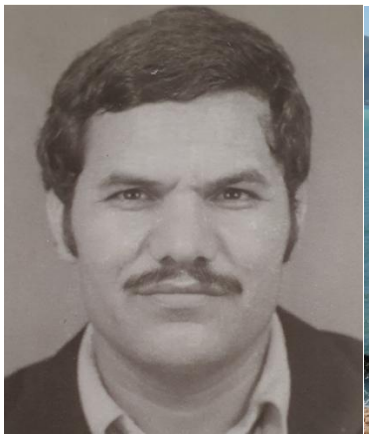
صدق في أستاذنا، المغفور له بإذن الله، يوسف عتيق قولُ الشاعر أحمد شوقي:

قُمْ للمعلّمِ وَفِّهِ التبجيلا *** كادَ المعلّمُ أن يكونَ رسولا

أعلمتَ أشرفَ أو أجلَّ من الذي *** يبني وينشئُ أنفساً وعقولا

وخير ما أختم به، قول رسول الله، صلى الله عليه وسلم، "إذا مات الانسان انقطع عمله إلاّ من ثلاثة: إلا من صدقة جارية، أو علم يُنتفع به، أو ولد صالح يدعو له".

اللهمّ أنزل أستاذنا منازل الصدّيقين، والشّهداء، والصّالحين، اللهم آمين.



عرض الكتاب

عرض كتاب

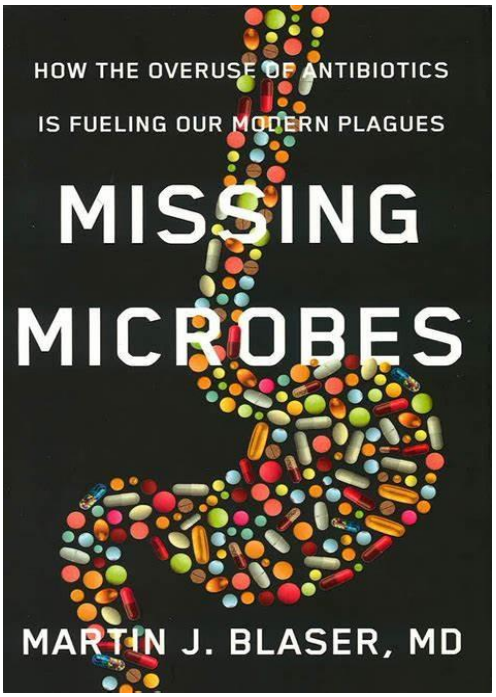
الميكروبات المفقودة: كيف أن الإفراط في استخدام المضادات الحيوية يغذي أوبئتنا الحديثة

Missing Microbes: How the Overuse of Antibiotics Is Fueling Our Modern Plagues

تأليف: مارتن بليزر

عرض: خولة بوزنادة

أستاذة بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
khaoula.bouznada@g.ens-kouba.dz



مقدمة

من خلال تَتَبُع رحلة أحد العلماء نحو فهم الأهمية البالغة للميكروبيوم البشري، سيأخذنا هذا الكتاب الثري إلى طليعة الأبحاث الرائدة في هذا المجال، مع الكشف عن الضرر الذي يحدثه الإفراط في استخدام المضادات الحيوية لصحتنا. في كتابه "الميكروبات المفقودة"، يدعونا الدكتور مارتن بليزر إلى خبايا الميكروبيوم البشري حيث توجد الخلايا البكتيرية والبشرية منذ مئات الآلاف من السنين في تكافل سلمي مسؤول عن صحة وتوازن أجسامنا. الآن، يتم تدمير هذه البيئة بشكل لا رجعة فيه بسبب بعض من أكثر تقدماتنا الطبية احتراما-المضادات الحيوية- مما يهدد بانقراض ميكروباتنا التي لا يمكن الاستغناء عنها، مع عواقب صحية رهيبة.

صدرت الطبعة الأولى لكتاب "الميكروبات المفقودة" عام 2014 عن دار النشر Henry Holt & Company الأمريكية التي يوجد مقرها بنيويورك، وهو يقع في 288 صفحة. يربط الكتاب الإفراط في استخدام المضادات الحيوية

بالارتفاع الهائل لعدة مشاكل صحية مزمنة، مثل السمنة والربو والسكري والاضطرابات الهضمية والحساسية الغذائية وربما حتى السرطان والتوحد. سيجعلك هذا الكتاب تفكر مرتين قبل استخدام معقم اليدين بانتظام.

1. المؤلف

درس مارتن ج. بليزر Martin J. Blaser (1948-.) دور البكتيريا في الأمراض البشرية لأكثر من ثلاثين عاما. وهو مدير برنامج الميكروبيوم البشري في جامعة نيويورك، وشغل منصب رئيس قسم الطب في جامعة نيويورك، ورئيس جمعية الأمراض المعدية الأمريكية، وكان له أدوار استشارية رئيسية في المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة. شارك في تأسيس مجلة بلفيو الأدبية، وكُتب عن أعماله في منشورات صدرت في قنوات إعلامية مثل نيويوركر New Yorker ، ونيتشر Nature، ونيويورك تايمز New York Times، والإيكونوميست The Economist، وواشنطن بوست Washington Post، ووول ستريت جورنال Wall Street Journal، وغيرها.

يُقدم المؤلف حجة مفادها أننا بحاجة إلى مضادات حيوية أكثر استهدافا، تسبب أضرارا جانبية أقل، وأن الإفراط في استخدام أو إساءة استخدام المضادات الحيوية العامة يقتل الميكروبات الجيدة التي يحتاجها الجسم، ويعمل على جعل الأدوية الحالية غير فعالة .

2. الأوبئة الحديثة

خلال العقود القليلة الماضية، وسط كل هذه التطورات الطبية، يبدو أننا نمرض أكثر. فنحن نعاني من مجموعة غامضة من الأمراض، سماها الكاتب "الأوبئة الحديثة"، وتضم كلًا من السمنة، وسكري الأطفال، والربو، وحمى القش، والحساسية الغذائية، والارتجاع المريئي، والسرطان، والاضطرابات الهضمية، والتهاب القولون التقرحي، والتوحد، والأكزيما. فليس من المستبعد أن تكون أنت أو شخص في عائلتك أو شخص تعرفه مصابا بأحد هذه الأمراض. وعلى عكس معظم الأوبئة المميتة التي شهدتها الإنسانية في العقود الماضية، فإن هذه "الأوبئة الحديثة" تعتبر حالات مزمنة وتقلل تدريجيا من نوعية حياة ضحاياها لعقود.

والأكثر وضوحا من بين هذه الأوبئة هي السمنة، التي تُحدَد بمؤشر كتلة الجسم (BMI)، والذي يُعبر عن العلاقة بين طول الشخص ووزنه. ويتراوح مؤشر كتلة الجسم لدى الأشخاص ذوي الوزن الصحي بين 20 و25. وأولئك الذين يتراوح مؤشر كتلة الجسم لديهم بين 25 و30 يعانون من زيادة الوزن. وكل شخص يفوق مؤشر كتلة الجسم لديه 30 يعاني من السمنة المفرطة.

في عام 1990، كان حوالي 12 في المئة من الأمريكيين يعانون من السمنة المفرطة. وبحلول عام 2010، أصبح المتوسط أعلى من 30 في المائة. إن وباء السمنة ليس مجرد مشكلة في الولايات المتحدة، بل صار يشكل هاجسا عالميا. فاعتبارا من عام 2008، ووفقا لمنظمة الصحة العالمية، كان 1.5 مليار بالغ يعاني من زيادة الوزن. ومن بين هؤلاء، أكثر من 200 مليون رجل وما يقرب من 300 مليون امرأة يعانون من السمنة. يعيش العديد من هؤلاء الأشخاص في البلدان النامية التي نربطها بالمجاعة أكثر من الإفراط في تناول الطعام.

هذه الأرقام مثيرة للقلق، لكن الحقيقة الصادمة حقا هي أن هذا التراكم للدهون في جسم الإنسان قد تسارع ليس على مدار بضعة قرون، بل في غضون عقديْن ! ومع ذلك، فإن الأطعمة الغنية بالدهون والسكر، والتي غالبا ما يُلقى باللوم عليها في كل الوزن الزائد، كانت منتشرة في كل مكان لفترة أطول من ذلك. أظهرت الدراسات الوبائية أن تناول السعرات الحرارية العالية، على الرغم من أنه بالتأكيد غير مفيد، غير كاف لشرح توزيع أو مسار وباء السمنة في جميع أنحاء العالم.

في الوقت ذاته، مرض السكري الذي يبدأ في مرحلة الطفولة والذي يتطلب حقن الأنسولين (داء السكري من النوع الأول) يتضاعف عدد المصابين به كل عشرين عاما تقريبا، في جميع أنحاء العالم. وهذه الزيادة ليست لأننا نكتشف مرض السكري من النوع الأول بسهولة أكبر. قبل اكتشاف الأنسولين في عشرينيات القرن الماضي، كان المرض دائما قاتلا. وفي الوقت الحاضر، مع العلاج المناسب، يعيش معظم الأطفال. غير أن المرض ذاته لم يتغير؛ هذا يعني أن شيئا ما فينا قد تغير. فقد كان متوسط عمر التشخيص حوالي تسع سنوات، الآن هو حوالي ست سنوات. ويصبح بعض الأطفال مرضى سكري عندما يبلغون من العمر ثلاثة أعوام.

بالمثل، أصبحت ظاهرة الحساسية الغذائية موجودة في كل مكان. قبل جيل مضى، كانت حساسية الفول السوداني نادرة للغاية. الآن، يعاني المزيد من الأطفال من استجابات مناعية للبروتينات الموجودة في الأطعمة، ليس في المكسرات فحسب، بل أيضا في الحليب والبيض وفول الصويا والأسماك والفواكه، إلخ. تشير هذه الاضطرابات إلى أن أطفالنا يعانون من مستويات عالية من الخلل المناعي لم يسبق لها مثيل من قبل. وذلك فضلا عن حالات مثل التوحد الذي نوقش كثيرا مؤخرا، وكان محور تركيز الكاتب في مختبره.

3. كيف تؤثر المضادات الحيوية على الميكروبيوم البشري؟

تخيل أنك تعيش في عالم تصيب فيه الأمراض الفظيعة الناس يمينا ويسارا، والمضادات الحيوية لا تقوى على قتل البكتيريا. هذا ما يتنبأ الدكتور مارتن بليزر بحدوثه في المستقبل بسبب الإفراط في استخدام المضادات الحيوية. لقد تم استخدام المضادات الحيوية منذ عام 1940، خلال الحرب العالمية الثانية، لعلاج الكثير من الجنود. بعد ذلك أصبحت هذه الجزيئات تُستعمل في شتى الميادين، بما في ذلك الزراعة وتربية المواشي. غالبا ما يُنظر إلى ظهور البنسلين، أول مضاد حيوي حقيقي، في عام 1929، على أنه انتصار للعلم على الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. ومما لا شك فيه أن استخدام المضادات الحيوية، إلى جانب التطعيم، قد قضى على العديد من الأمراض الخطيرة، ولكن لهذه الأدوية المعجزة جانبا سلبيا بدأنا للتو في إدراكه، فجسم الإنسان يشبه نظاما بيئيا في توازن غير مستقر.

الميكروبات موجودة في كل مكان، بعضها بأعداد صغيرة، والبعض الآخر بالمليارات، ويلعب كل منها دورا في الحفاظ على صحتنا وبقائنا على قيد الحياة. أجسامنا مُضيفة لـ "الميكروبات الجيدة" (أي تلك التي يُحسّن وجودها في أجسامنا الصحة العامة) و"الميكروبات السيئة" التي إما تؤذينا الآن، أو تظل نائمة لفترات طويلة من الزمن قبل أن تتسبب في إحداث مرض معين. تشكل مجموعة هذه الميكروبات "الميكروبيوم". هذا الميكروبيوم المكون من حوالي 100 تريليون خلية بكتيرية، يتعايش مع حوالي 10 تريليون خلية بشرية. إذا قمنا بإزالة بعض أنواع الميكروبات فإن التوازن يختل، وقد تكون النتيجة كارثية.

لقد شَبّه الكاتب آثار الإخلال بتوازن الميكروبيوم بتجربة إزالة الذئب الرمادي من منتزه يلوستون Yellowstone المترامي الأطراف في أمريكا، كجزء من برنامج الحكومة الأمريكية لمكافحة الحيوانات المفترسة في الولايات الـ 48 المتجاورة (أي الولايات المتحدة باستثناء ألاسكا وهاواي ومناطق ما وراء البحار). وهكذا، في غياب الذئاب، زادت أعداد الغزلان والأيائل، مما أدى إلى الرعي الجائر واختفاء النباتات المهمة لحماية التربة وضفاف الأنهار من التآكل. واتسعت الأنهار وأصبحت أكثر دفئا بسبب ندرة الظل على ضفاف الأنهار. كما تأثرت حيوانات القنادس بنقص الغذاء والمواد اللازمة لبناء السدود، والتي تُعتبر حاسمة لتنظيم تدفق المياه في الأنهار.

وعندما أعيد إدخال الذئاب إلى المنطقة في عام 1995، استعاد النظام البيئي توازنه تدريجيا. ذلك ما يحدث بالنسبة للبكتيريا المسببة لقرحة المعدة H. pylori. فلدى الكاتب نظرية مثيرة للاهتمام حول إمكانية أن يكون تواجد هذه البكتيريا مهم جدا في الحفاظ على التوازن الجيّد للميكروبيوم، وهذا على الرغم من خصائصها المسببة لقرحة

المعدة. فتواجد هذه البكتيريا "المُمرِضة" ضمن تركيبة الميكروبيوم يشبه تماما تواجد الذئب الرمادي في منتزه يلوستون الأمريكي.

هذا الكتاب لا يعترض على المضادات الحيوية، بل يحذّر من تداعيات الإفراط في استخدامها. كما يشرح كيف أن انتشار الأوبئة الحديثة، مثل الربو والأكزيما والارتجاع والحساسية الغذائية والتهابات الأذن في مرحلة الطفولة، كلها تأتي من وجود ميكروبيوم غير صحي. فعلى مدى العقود القليلة الماضية، كان الإفراط في استخدام المضادات الحيوية واسعة الطيف يقتل أو يقلل من أعداد "الميكروبات الجيدة" على حساب مناعتنا. وفي هذا السياق، يقدم بليزر عددا كبيرا من الأمثلة التي يكون فيها الاختلال الناتج متورطا في العديد من الأمراض المزمنة والتحديات الصحية الأخرى، مثل السمنة. يتم نقل هذه الكائنات الحية الدقيقة من الأم إلى الطفل، في جزء كبير منها عندما يمر الطفل عبر قناة الولادة. لذا، فإن انتشار الولادات القيصرية حاليا يؤثر سلبا على الميكروبيوم أيضا، مثله مثل الاستخدام المفرط للمطهرات والمعقمات.

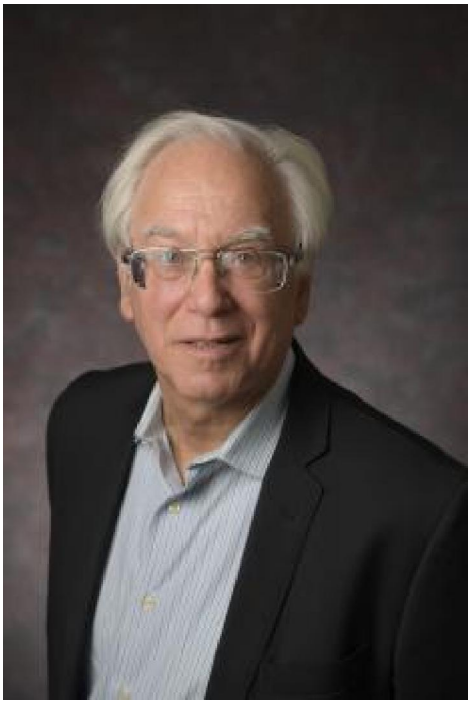
وما زاد الطين بلة هو استخدام المضادات الحيوية أيضا في الثروة الحيوانية بسبب تأثيرها الإيجابي على النمو. يُستخدم حوالي 70٪ من المضادات الحيوية التي تباع في الولايات المتحدة كعوامل نمو. وتبيع شركات الأدوية المضادات الحيوية بالأطنان لمربي الماشية، بدلا من المليغرامات للمستخدمين من البشر. والنتيجة هي انتقال بقايا المضادات الحيوية من الحيوانات إلى البشر. ومن الآثار الأخرى للإفراط في استخدام المضادات الحيوية ظهور ميكروبات مقاومة للمضادات الحيوية، أو ما يسمى بـ "الجراثيم الخارقة"، لكن بليزر لا يتطرق كثيرا إلى هذا الجانب، باستثناء الإشارة إلى التأثير الواضح لنفاد خيارات العلاج للمرضى.

خلاصة

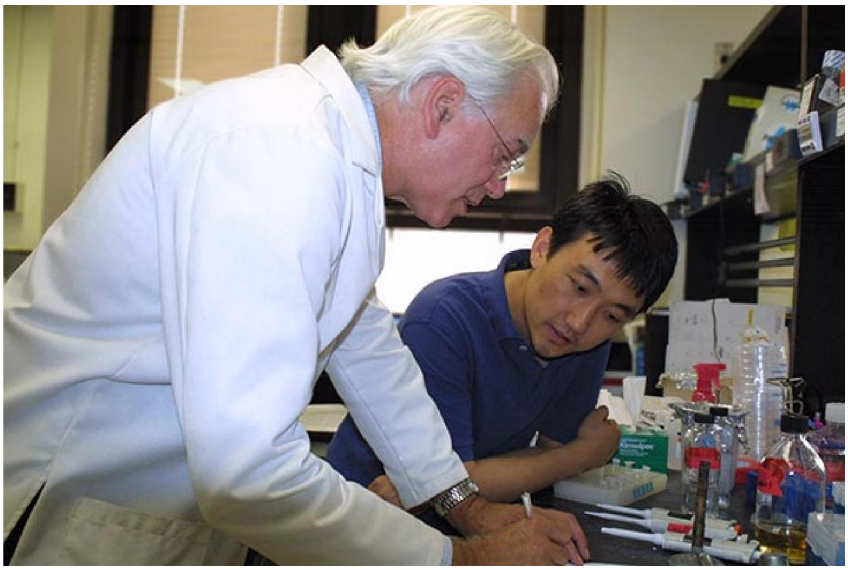
إن المضادات الحيوية رائعة، وتستمر في إنقاذ عدد لا يحصى من الأرواح. لكن في بعض الأحيان يجب أن نتوخى الحذر، وأن نأخذ المضادات الحيوية عندما تكون هناك حاجة حقيقية إليها. كما يتعين علينا أيضا حظر استخدامها لتسمين الحيوانات. يُعدّ الفهم الأفضل للبروبيوتيك (الكائنات الحية الدقيقة المفيدة) والبريبايوتكس (المكونات التي تعزز نمو الكائنات الحية الدقيقة المفيدة)، وكيف يمكن أن تساعد في استعادة الميكروبات المفقودة لدينا، مجالا مثمرا آخر لإجراء دراسات إضافية. باختصار، تتمثل الركائز الثلاث لبليزر في جميع أجزاء الكتاب فيما يلي:

1. تؤدي البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة المختلفة الموجودة داخل وحول أجسامنا دورا حيويا في الحفاظ على صحتنا.
2. يساهم وصف المضادات الحيوية بشكل غير ممنهج، وزيادة معدلات إجراءات مثل الولادة القيصرية، في أزمة صحية عامة متنامية تتعلق بالعدوى المقاوِمة للمضادات الحيوية، وتناقص المناعة والصحة بين الشباب.
3. تحديد دور الميكروبيوم في الحفاظ على صحتنا هو مجال متنامٍ مع العديد من مجالات البحث. وتشمل هذه المحاولات تحديد الكائنات الحية الدقيقة المفيدة (والضارة) لصحتنا، وكيفية استعادة الميكروبات لدى الأشخاص الذين كانوا يعانون من نقص في السابق، وتحسين العلاج والنتائج بدون المضادات الحيوية التقليدية.

لن تحظى العديد من نظريات الكاتب بشعبية كبيرة لأن المضادات الحيوية والمستحضرات الصيدلانية هي تجارة بمليارات الدولارات في جميع أنحاء العالم. ولكن إذا كنت تتساءل يوما عما إذا كان تناول اللحوم العضوية ومنتجات الألبان يستحق التكلفة الباهظة، فهذا هو الكتاب الذي يجب قراءته. وسوف يشجعك بسرعة على دعم نُظُمٍ غذائية أفضل للحفاظ على التوازن الأمثل للميكروبيوم البشري.



المؤلف مارتن بليزر Martin Blaser (1948-.)



مارتن بليزر في مخبره بجامعة نيويورك