وجهة نظر حول المنهج التجريبي في علوم الطبيعة والحياة

محمد محديد

أستاذ بقسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

mohamed.mahdid@g.ens-kouba.dz

كثيرا ما تتلقى المجالس العلمية طلبات إعادة صياغة كلية أو جزئية لمذكرات وأطروحات، أثناء المراحل المتقدمة من البحث، خاصة تلك التي تتناول مواضيع تطبيقية في ميدان العلوم الطبيعية والبيولوجيا؛ وذلك بسبب تغيير في منهجية البحث وإعادة النظر في بعض سيناريوهات مخطط العمل. يبدو هذا الأمر للبعض غير صحي وغير عادي! قد يُرجعونه إلى حدوث مشكلة تقنية أو لخلل في مخطط العمل المصاغ مسبقا، أو حتى افتقادًا للافتراضات التي انطلق منها البحث. لكن في حقيقة الأمر، لو اعتمدنا على المنهج التجريبي الصحيح والخاص بعلوم الطبيعة والأحياء فهو أمر عادي، وعكس ما قد يبدو للعامة. لفهم ذلك علينا التوغل فلسفيا في فهم معمق للمنهج التجريبي في علوم الطبيعة والأحياء، وهو هدف هذه المقالة. سنحاول شرح هذا المنهج بالتفصيل؛ وسنعرض أسسه وخطواته بشكل نتوخّى فيه الدقة.

1. المنهج التجريبي

يُمثل المنهج التجريبي experimental method أحد القواعد العامة الموضوعة من أجل الوصول إلى الحقيقة في العلوم التجريبية. كما أنه عبارة عن طريقة أو وسيلة يستخدمها ويسلكها الباحث لدراسة وقائع تجريبية والتحكم فيها، والتَّنبُّؤ بحيثياتها، لما يتميز به من ثقة عالية في النتائج التي يتم التوصل إليها. يُعتبر المنهج العلمي محور اهتمام كبير من قبل الباحثين المُختصِّين في مجموعة كبيرة من العلوم.

من بين أدوات البحث العلمي المُستخدمة في المنهج التجريبي أداة المُشاهدة والمُلاحظة، مجرّدة أو مدعومة بوسائل وتقنيات متعددة ومتنوعة، ومتبوعة بفحص ودراسة المعطيات المتحصل عليها بالاعتماد غالبا على الطرق الإحصائية.

كان معنى المنهج العلمي عند أفلاطون مرادفا لمعنى النظر أو المعرفة. أما عند أرسطو فهو مرادف لكلمة البحث. يُعتبر العلماء المسلمون أوّل من طرح المنهج التجريبي الذي نقله عنهم فيما بعد علماء الغرب هروباً من الفكر الكَنَسي.

يقول روبرت بريفولت Robert Briffault في كتابه تكوين الإنسانية: "أسبقية العرب والمسلمين من فرانسيس بيكون Francis Bacon(1561-1626) ولا قبله روجر بيكون Roger Bacon (1220-1292). يُعتبر الحسن بن الهيثم (965-1040م) من أبرزهم،حيث طوّر طرقاً دقيقةً للتجارب العلمية المُتحكّم بشروطها ليتمكّن من التأكّد من صحة الفرضيات والتخمينات الاستقرائية التي تقوم على الدليل. وهي طريقة مشابهة لعلماء العصر الحديث في البحث العلمي والتي تتضمّن مراقبة نتائج التجربة عن طريق تكرارها، واختبار الفرضيات، والحاجة إلى دليل مستقل للتأكد من صحتها. يقول ابن الهيثم: "لمعرفة الحقيقة عبر الكتابات العلمية على الباحث أن يكون ناقدا وشاكًا في كل ما يقرؤه، وأن تكون نظرياته موضوع تمحص وتدقيق في كل بحث من أبحاثه لدرء كل حكم مسبق لها."

لقد كان للمنهج التجريبي الأثر الجلي في تقدم العلوم الطبيعية والحيوية، فبواسطته تمكّن الإنسان من اكتشاف ما يمكن اكتشافه من الأسباب الكامنة وراء الظواهر الطبيعية. ولم يقتصر أثره على هذا فحسب، وإنما

استطاع الإنسان بواسطته أن يعرف إلى أي مدى يؤثر السبب في النتيجة، مما يجعل من السهل إحداث أي تغيير إصلاحي على الظاهرة المراد دراستها.

تمتاز الخاصية الأساسية للبحث التجريبي باستعمال متغير واحد على الأقل، يتبع بمراقبة باقي المتغيرات المرتبطة بطريقة تسمح بقياس تأثير المتغير الأول على الآخر. أي أن المنهج التجريبي محاولة لتحديد العلاقة السببية بين متغيرات محددة. وقد يطلق على المتغير التجريبي السبب أو المسبب cause. عموما، يهدف البحث التجريبي إلى دراسة مجموعتين أو أكثر من عينات الدراسة للمقارنة، وهو النمط الملائم الذي يسمح بتوضيح جيد للسببية causality.

2. فلسفة المنهج التجريبي في علوم الطبيعة والحياة

يختلف المنهج التجريبي في العلوم الطبيعية عنه في العلوم الجامدة والعلوم الإنسانية والاجتماعية، وذلك بسبب اختلاف طبيعة الظواهر بينهم. فالظواهر في العلوم الطبيعية يمكن قياسها بدقة متناهية، وهذا راجع إلى قدرة الباحث على التحكم بالمتغيرات المؤثرة في الظواهر بدرجة عالية من الثبات والصدق والموضوعية. أما الظواهر الإنسانية والاجتماعية، فهي تتصف بالتعقيد نظراً لتأثر تصرفات الفرد ومواقفه واتجاهاته بمقومات شخصيته، والتي هي تركيبة معقدة من العوامل النفسية والجسدية والذهنية والمزاجية. تختلف إجابات الأشخاص المعنيين ومواقفهم تجاه أي مشكلة، كما أنها قد تختلف بالنسبة للشخص نفسه من وقت إلى آخر حسب حالته النفسية ووضعه المزاجي.

العمل التطبيقي والميداني، وهو أحد أُسس التجريب، عبارة عن تغيير متعمد ومضبوط للشروط المحددة لحادثة ما، وملاحظة التغيرات الناتجة في الحادثة ذاتها وتفسيرها، والتحكم في المتغيرات وتغيير العوامل الثابتة أو المستقلة من أجل دراسة تأثير هذا التغيير على العامل التابع أو المتحول. يعتمد التجريب التطبيقي على إمكانات ووسائل مخبرية وميدانية متنوعة ومعتبرة.

يقوم المنهج التجريبي على الاستقراء، وهو نهج استقرائي في الأساس. وكان أرسطو أول من أصّل استخدام الاستقراء، ثم طوره ورسخه العالم الحسن بن الهيثم. يُبنى الاستقراء على المنطق، ويُعرف بالعملية التي على أساسها يرتقي الباحث العلمي من الحالات البسيطة إلى قواعد وأسس عامة وذلك للحصول على نتائج أهم.

3. الاستقراء في المنهج التجريبي

يعتبر المنهج الاستقرائي هو المنهج المتبع في العلوم الطبيعية، يقوم بتحديد الإشكالية أو الظاهرة محل البحث من أجل مُتابعة تفصيلها، والتعرف على مسبباتها معتمدا على الملاحظة والتجربة والتحكم بالعوامل والمتغيرات للوصول إلى الاستنتاجات النهائية. فيكون بذلك عكس المنهج الاستنباطي، إذ يبدأ من المسائل الجزئية لاستخراج القوانين العامة الكلية منها. يقوم المنهج الاستقرائي على الوصف والتعريف والتصنيف، ثم البحث عن الروابط والعلاقات بين الظواهر المتشابهة، ثم وضع الفرضيات التي يمكن من خلالها تفسير هذه الروابط، وأخيرا إجراء التجارب لاختبار صحة هذه الفرضيات.

حسب بعض الفلاسفة، هناك نوعان من مشروعية الاستقراء: الأول مبرّر ومشروع، وتكون نتائجه مطلقة ودقيقة حسب العقليين؛ والآخر غير مشروع وغير مبرر، وتكون نتائجه نسبية وغير دقيقة حسب التجريبيين.

4. مبدأ الحتمية

هناك نوعان أساسيان من الحتمية: مطلقة ثابتة ونسبية متغيرة. فحسب مبدأ الحتمية، يتحدد حدوث الظواهر بحدوث أسبابها، فمثلا تحدث عملية التبخر بوجود درجة الجرارة. لذلك ذهب الكثير من الفلاسفة، مثل كلود

برنارد Claude Bernard (1813-1878) ولابلاس Laplace (1749-1827) وبوانكاريه Poincaré (1854-1912) وغوبلو Goblot (1858-1935)، إلى اعتبار أن العلم حتمي بالبرهنة، وأن مبدأ الحتمية مطلق، مع نسبية النتائج بسبب جهل أسبابها وتفاصيل عملياتها وآلياتها. وهذا لا يعني عدم مشروعية الاستقراء وافتقاده لصفة التبرير. إن جهل السبب لا يعني عدم وجود مبدأ الحتمية، لذلك تعتبر العلوم الطبيعية من العلوم غير الدقيقة نظرا لما سلف ذكره.

يُصنّف البحث العلمي التجريبي في العلوم الطبيعية والحيوية حسب الهدف المسطر له إلى: أساسي (أكاديمي) وتطبيقي. ويمكن الوصول عبر كليهما إلى نتائج أصلية نسبيا أو بدرجة لافتة.

5. أنماط البحث حسب الطرق

يمكن تصنيف الأبحاث حسب الطرق إلى:

- أبحاث ابستمولوجية معرفية؛
- أبحاث وصفية؛
- أبحاث معتمدة على الترابطية أو الارتباط correlation؛
- أبحاث الأثر الرجعي: حدوث السبب والنتيجة ويتم التحقق من ذلك بأثر رجعي. يُطلق عليها أيضا أبحاث إجرائية تطويرية؛
- أبحاث تجريبية.

في علم الأحياء biology، الذي هو فرع أساسي من فروع العلوم الطبيعية، يكون الأستاذ المشرف على موضوع بحث ما ملمًّا بتفاصيل الموضوع وحيثياته، غايته البحث في آيات الله وخلقه، من تكوّنها ونموها وتطورها عبر نُظم وآليات متناسقة، تحمل في طياتها العديد من التساؤلات وعلامات الاستفهام الكثيرة والحلقات المفقودة. ونظرا لتعقيدها وصعوبة إدراك العقل البشري لمكنوناتها ومضامينها فإنها تندرج في إطار العلوم غير الدقيقة في نظر العقل البشري. لكن في المقابل، هي دقيقة وفق قوانين ونُظم سنها الخالق سبحانه وتعالى. فكثير من الظواهر أو العمليات التلقائية أو العشوائية، تَبيّن فيما بعد أنها تخضع لقوانين مضبوطة ودقيقة.

يمكن القول إنه بالإمكان إخضاع المادة الحية للتجريب بالرغم من الصعوبات والعراقيل التي تعترض العلماء. وهذه الإمكانية راجعة أساسا إلى ما عرفه العلم من تقدم في الطرق والوسائل والمواد. على أن المؤكد هو أن التجريب على المادة الحية ليس بتلك الدرجة من الدقة التي يتم فيها التجريب على المادة الجامدة.

6. خطوات المنهج التجريبي

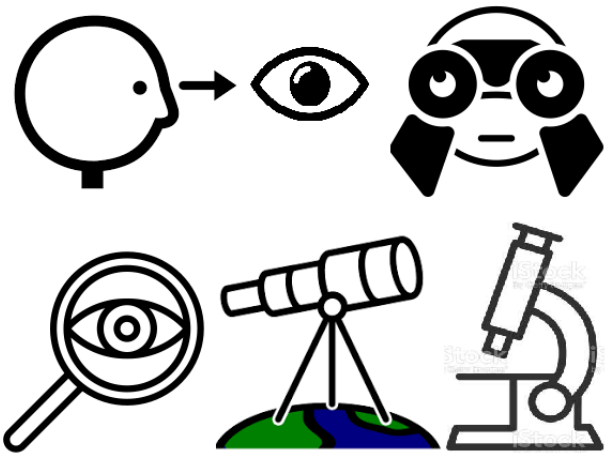
تشمل خطوات المنهج التجريبي سبع خطوات أساسية:

1- الملاحظة: ملاحظة ظاهرة علمية؛
2- طرح المشكلة أو المشكلات أو اتباع توصية من توصيات أبحاث سابقة؛
3- ذكر وتحديد الفرضيات الممكنة؛
4- التوقعات الممكن الوصول إليها في سيناريو مخطط العمل؛
5- إجراء التجربة، والتحقق بالتكرار والتأكد؛
6- دراسة النتائج وتحليلها؛
7- الإجابات الممكنة للمشكل أو المشكلات (المناقشة).

وطبقا لخطوات المنهج التجريبي سالفة الذكر يُبنى مخطط العمل.

أ. الملاحظة

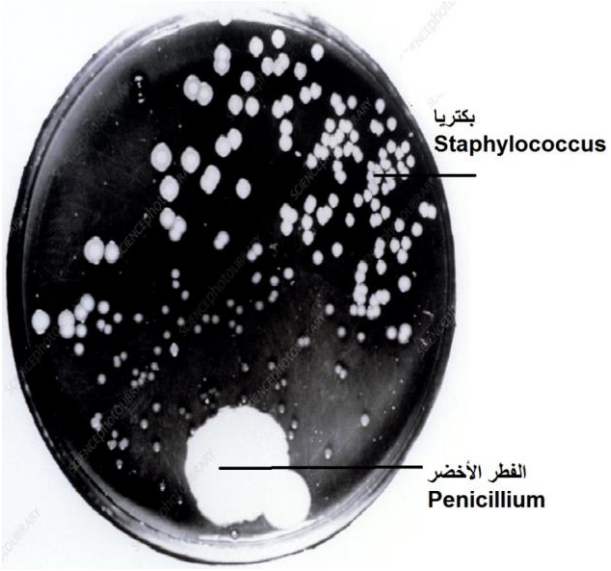
حققت بعض الملاحظات العابرة ثورات علمية باهرة! ومكنت الباحثين من اكتشاف جوانب مفيدة! العديد من هذه الاكتشافات العلمية لم تكن ضمن سيناريو مخطط العمل. وللملاحظة شروط يجب توفرها للأخذ بها، منها الموضوعية، مجسدة في نتائج ذات مصداقية، ومعالجة فيما بعد إحصائيا.



شكل 1. تعتبر الملاحظة في المنهج التجريبي أهم خطواته الأساسية. وقد تكون مجردة أو باستعمال إحدى الوسائل المتطورة. هناك الكثير من الظواهر الطبيعية الحيوية قد تكون أساسا نتاج عملية بيولوجية في غاية التعقيد وتخضع لقوانين مُحكمة. على الباحث تسجيل كل جزئية مما يلاحظه أثناء التجربة، حتى ولو تكون عابرة. فقد تكون انطلاقة لاكتشاف أو تفسير في غاية الأهمية في العمل التجريبي.

من أمثلة النتائج غير المتوقعة، اكتشاف المضاد الحيوي البنسلين penicillin من قِبل ألكسندر فليمنغ Alexander Fleming سنة 1929، وكانت منطلقات أبحاثه حول تأثير مادة الليسوزيم lysozyme على البكتريا الضارة. بعد أن قام فليمنغ بتنمية الكثير من المستعمرات البكتيرية في أطباق استزراع بها أوساط غذائية، لاحظ أن بعض مستعمرات البكتريا تذوب وتتلاشى حول مستعمرة من الفطريات (العفن الأخضر) في المزرعة التي أعدّها في مختبره. جاءت الفطريات عن طريق عدوى contamination في وسط الزراعة البكتيرية، واستنتج من ذلك أنها تُفرز مادة حول مستعمرة البكتيريا الأقرب لها، وأن هذه المادة قاتلة للبكتريا العنقودية staphylococcus. أطلق فليمنغ على هذه المادة اسم البنسلين أي العقار المستخلص من العفونة، وهي مادة غير سامة للإنسان أو الحيوان. بعدها قام بتحويل مسار أبحاثه إلى دراسة هذه المادة واستخلاصها من الفطر، ودراسة تأثيرها على حياة ونمو أنواعٍ كثيرةٍ من البكتريا. وبالتالي، حدوث تغيير كلي في الموضوع وخطة العمل والهدف!

هناك العشرات من الاكتشافات والاختراعات التي تمت عبر الملاحظة بالصدفة، مما يدل على أن صفة الملاحظة والتمعن أبرز مرحلة وأهم محطة في المنهج التجريبي.



شكل 2. حول المنطقة التي نما فيها العفن الأخضر نتيجة عدوى جرثومية حال دون نمو البكتريا، منه ومن هذه الملاحظة تساءل صاحب التجربة العالم فليمنغ عن السبب. هذه الملاحظة قادته بعد إجراء العديد من التجارب إلى اكتشاف مادة البنسلين التي يصنعها العفن والتي هي مضاد حيوي Antibiotic فعال ضد البكتريا.

ب. مخطط العمل

يُبنى مخطط العمل الخاص بالبحث، وبالخصوص الجانب التجريبي منه على أساس سيناريو مُحكَم التنظيم، يحمل في طياته خطوات التجربة مفتوحة المنافذ. يمثل هذا المخطط خارطة طريق البحث التجريبي. يكون المشرف ملمًّا ومطلعًا على الأساس النظري للموضوع، والإشكاليات المطروحة، ويستعين بتوصيات البحوث السابقة ذات الصلة بالموضوع.

لكن مخطط العمل هذا والخاص بالبحث التجريبي الأصلي لا يكون نهائيا ومفصولا فيه تماما إلا بعد السير والتقدم في العمل به، وذلك لأن خطوات المنهج التجريبي سالفة الذكر غير نهائية وتامة، ومعتمدة على التجارب الأولية وملاحظات نتائجها.

انطلاقا من التساؤلات التي يخرج بها كل بحث، وانطلاقا من علامات الاستفهام الكثيرة والحلقات المفقودة، يقوم المشرف على البحث برسم خطة عمل ممنهجة ومتدرّجة مرتكزا على طرق ووسائل بحث معتمدة، ويقوم بالتجريب علّه يجد إجابات لبعض التساؤلات المطروحة في موضوع الدراسة.

في أبحاث البيولوجيا، يعتبر الفصل الخاص بالمواد والطرق المستعملة materials and methods أهم جزء في المنهج التجريبي، تُفصّل فيه بدقة تقنيات العمل التجريبي من بدايته إلى نهايته، ويُقدم فيه وصف تقني دقيق للأجهزة المستعملة apparatuses ونوعيتها، والمواد البيولوجية biological materials والكيميائية chemical products والزجاجيات glaceware والتركيبات التجريبية experimental devices.

شكل 3. يشرع في طرح المشكلة أو المشكلات وتحديد الفرضيات الممكنة، مع التوقعات الممكن الوصول إليها في سيناريو معين مدون في مخطط عمل. يتطلب في هذه المرحلة الإلمام بالموضوع قيد البحث بقراءة عشرات المقالات والمنشورات. البحث في الحلقات المفقودة بالنظر أيضا في توصيات أبحاث سابقة، ومنه يتم طرح الفرضيات الممكنة.

كما يتم وصف الطرق التجريبية التحليلية، والتشريحية، والتقديرية والوصفية، حسب طرق معتمدة وذات مصداقية من قِبل باحثين وعلماء. ويتم أيضا في هذا الفصل شرح ظروف التجربة من بدايتها إلى مرحلة أخذ العينات، ووصف وتحليل ودراسة المعطيات إحصائيا. لذا يُشترط في النشر كتابة الأدوات والمواد البحثية المستعملة والطرق المتبعة، وذلك لمعرفة صدقية العمل، ومن أجل ذلك يُشترط أن تكون الطرق المتبعة معتمدة ومنشورة، أي أنها ذات مصداقية.

7. هل النتائج الأولية هي من توجه البحث ومخطط عمله أو العكس؟

فلسفيا، المفروض الحالة الأولى، على أن عناوين المواضيع المقترحة ليست بالضرورة نهائية في الأساس وتعدل جزئيا فيما بعد.

إن الغرض من التجارب التطبيقية حسب المنهج التجريبي هو الحصول على نتائج متوقعة وفق الطرح الافتراضي. لكن ما يحدث في كثير من الأحيان الحصول على نتائج غير متوقعة. وهنا، على الباحث التأكد من النتيجة ثم تكييف مخطط العمل حسب سيناريو أو مخطط عمل جانبي جديد.

النتائج المتحصل عليها هي الغاية التي يصبو إليها أي بحث تجريبي. يقول خبراء مناهج البحث التجريبي إن النتيجة هي النتيجة مهما كانت أهميتها! أكيد، هدف البحث التجريبي الحصول على نتيجة إيجابية مفيدة تُحدث نقلة في العلم والاكتشاف، لكن النتيجة السلبية، والتي نقصد بها تلك التي لم تأت بجديد أو غير ذات أهمية، هي مهمة أيضا من عدة نواحٍ:

- تعطي فكرة عن الموضوع قيد البحث؛
- تنبه الباحثين إلى النأي عن البحث في مسار معين؛
- توجه مسار البحث في الموضوع؛

لذا، مهما كانت النتائج المتحصل عليها فإنها تستحق المناقشة والنشر.

شكل4. هل النتائج هي التي تسير مخطط العمل، أم العكس؟ تعطي النتائج للباحث أفكارا وسيناريوهات العمل في منهجية موضوع البحث. وبالتالي فإن مخطط العمل مرتبط ومقيد بالنتائج الأولية المتحصل عليها.

يقول عالم النفس الأمريكي ألان بوميستر Alan Baumeister إن على الباحث أن يكون **حكيمًا ويقظًا وذكيًا** لاستغلال الصُدف. ويستشهد عالم النفس الكندي كيفن دنبار Kevin Dunbar بقول لويس باستور Louis Pasteur "تستهدف الفرصة العقل المهيأ لها فقط"، ويوضح أن العقل المهيأ هو العقل المدرّب على دقة الملاحظة. يضيف دنبار أن هناك العديد من المصادر التي تتحدث عن الدور الذي تلعبه السرنديبية serendipity أو الحوادث السعيدة في المنهج العلمي.

أكثر ضوابط المنهج العلمي في البحث نفسيةٌ مبنية على طرق مسطرة بإحكام، أهمها الاعتماد على التركيز والتريث والدلالة أو نوعية المنهج لا على حجمه وكميته، أي لا الاعتماد على حجم أيام العمل وارتداء المئزر والغدو والرواح بقدر نوعية العمل ومنهجيته العلمية، ويتطلب ذلك أكبر درجات ضبط النفس والتركيز والاستشارة مع قمة الذكاء واليقظة، باستعمال سليم ودقيق لطرق العمل والوسائل. وأحيانا تبدأ عملية الاكتشاف عندما يكتشف الباحث أخطاءه بنفسه في تجربته.

ونظرا لتشعب الارتباط الحاصل بين المتغيرات المعنية بالدراسة، وبسبب تدخل متغيرات غير معروفة أدى إلى وجود تناقضات غير مفهومة في نتائج الأبحاث المختلفة، ونظرا لكون جل السلوكات والمناهج والوظائف في البيولوجيا هي وراثية وجزيئية المصدر والمنشأ، اتجه تفكير الباحثين إلى اتباع مسار الأبحاث المرتبطة بالبيولوجيا الجزيئية. بالتالي، تمكن العلماء من تصويب المنهج التجريبي الحديث عبر مسار البيولوجيا الجزيئية.

8. البيولوجيا الجزيئية هل هي البيولوجيا الدقيقة؟

البيولوجيا الجزيئية هي ثمرة تطور علم الوراثة والبيو كيمياء الجزيئية، وبالتحديد تفاصيل دراسة الحمض الريبي النووي منقوص وغير منقوص الأوكسجين DNA و RNA على الترتيب.

يعنى هذا العلم بدراسة البيولوجيا من الناحية البنيوية والوظيفية على المستوى الجزيئي، وبالتحديد جزيئات المورثات المتشكلة من ترتيب معين للنكليوتيدات المتشكلة من 4 أنماط من الأسس الآزوتية في الحمض النووي، باستعمال إنزيمات متنوعة. وبالتالي يتم التعرف على المورثات وعلى نواتجها من بروتينات وإنزيمات ووسائط ورسل أولية وثانوية وغيرها. ولأجل الوصول، وبكل دقة، إلى تفاصيل هذه التفاعلات البيوكيميائية عبر مكوناتها الأساسية لابد من دراسة الأسس الوراثية الجزيئية الخاصة بتشفير هذه المكونات. ومنه يمكن للباحثين معرفة تفاصيل هذه التفاعلات، وبالتالي هذه الآليات بكل دقة وتسلسل. بلا شك، مع تقدم الأبحاث بواسطة البيولوجيا الجزيئية، سيجد العلم خبايا الكثير من الآليات البيولوجية وحلقاتها المفقودة، منها الأمراض المستعصية وتفسير فيويولوجيا الكائن الحي في أي ظرف ومكان.

9. خدمات الإحصاء الرياضي

قدم الإحصـــاء خدمات كبيرة في دراســـة ومعالجة النتائج المتحصـــل عليها وتصـــويبها وتأكيد أو نفي العامل المسبب. ولقد استنبط الرياضيون جملة من الحسابات الرياضية والطرق الإحصائية، تم تطويرها في برامج معلوماتية. عالج الإحصاء أيضا طرق اختيار العينات (تحديد المجتمع الإحصائي). فكلما تم التدقيق فيه وكبرت العينة المجتمعية قربت الصدقية.

ومن أهم طرق التحاليل الإحصـــائية تحليل التباين analysis of variance، وهو أحد الاختبارات المعلمية التي تســتخدم في المقارنة بين المتوســطات للحصــول على قرار إما بوجود فروق بين المتوســطات أو عدم وجودها. كما يلجأ الباحثون أيضـــا إلى حســـاب الخطأ المعياري standard error أو الانحراف المعياري standard deviation كطريقة لقياس أو تقدير الأخطاء المرافقة للتكرار. هناك أيضا اختبارات البحث عن الفروق المعنوية، أهمها اختبار تي للطالب t.test.

طوّر علماء الإحصاء الكثير من الاختبارات المستعملة في دراسة الاستبيانات والأسبار ودراسة الحالات الخاصة والجرد وغيرها، ويتم تطبيقها في علوم مختلفة: تكنولوجية، وتطبيقية، وطبية، وإنسانية واجتماعية.

10. فلسفة العلوم الطبيعية والبيولوجية

تعني دكتوراه الفلسفة PhD – Philosophy Doctor أن الشخص الذي يحملها قد وصل إلى الدرجة العلمية الأعلى في تخصصه العلمي. تشهد له امتلاك فلسفة ذلك العلم أو التخصص، أي القدرة على التفكير والإبداع في منهج ذلك التخصص، والقدرة على التنظير له، والوصول إلى النظرية العلمية الخالصة والمجردة، في مستوى فكري أعلى، والتعمق في استنتاج الفرضيات الممكنة. وكلمة فلسفة هنا ليس لها علاقة بالتخصص الأكاديمي للفلسفة. فعندما يتم الحصول على دكتوراه الفلسفة في الطب أو الهندسة أو الرياضيات أو الأدب أو التاريخ أو علم النفس أو الصيدلة أو أي تخصص آخر، فهذا يعني امتلاك ناصية ذلك العلم وأصبحت حكيماً فيه (بالمعنى اليوناني القديم للحكمة وهي امتلاك المعرفة لذاتها)، وامتلاك أصوله ومناهجه وقواعده النظرية. ومنه، فإن الإلمام بالمنهج التجريبي أحد شروط اكتساب فلسفة أي علم كان.

مراجع

[1] الأشوح، زينب، طرق وأساليب البحث العلمي وأهم ركائزه، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، 2014.

[2] بدر، أحمد، أصول البحث العلمي ومناهجه، وكالة المطبوعات، الكويت، 1979.

[3] رشوان، حسين، العلم والبحث العلمي: دراسة في مناهج العلوم، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية، 1987.
[4] الشيباني، عمر التومي، مناهج البحث الاجتماعي، المنشأة الشعبية للنشر والتوزيع، طرابلس، 1971.
[5] عبيدات، ذوقان وآخرون، البحث العلمي، دار الفكر للنشر والتوزيع، عمان، 1997.
[6] عطوي، ثناء، دور الصُّدفة في الاكتشاف والاختراع، مجلة القافلة، أرامكو السعودية، 2 (67)، 2018.
[7] غرايبة، فوزي، وآخرون، أساليب البحث العلمي في العلوم الاجتماعية والإنسانية، عمان، 2000.
[8] غريب، سيد أحمد، تصميم وتنفيذ البحث الاجتماعي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1995.
[9] الفوال، صلاح مصطفى، مناهج البحث في العلوم الاجتماعية، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، 1982.
[10] همام، طلعت، سين وجيم عن مناهج البحث العلمي، دار عمار للنشر والتوزيع، عمان، 1984.
[11] Daneshfard, B., Dalfardi, B., Nezhad, G.S., Ibn al-Haytham (965–1039 AD), the original portrayal of the modern theory of vision, Journal of Medical Biography, 24(2), 227-231, 2014.
[12] Darden, L., Strategies for discovering mechanisms: schema instantiation, modular subassembly, forward chaining/backtracking, Proceedings of the 1997 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1997.
[13] Dunbar, K.N., & Fugelsang, J.A., Causal thinking in science: how scientists and students interpret the unexpected, In M. E. Gorman, R. D. Tweney, D. C. Gooding, & A. P. Kincannon (Eds.), Scientific and technological thinking (pp. 57–79), Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2005.
[14] Gauch, H.G., Scientific Method in Practice, Cambridge University Press, 2003.
[15] Kulkarni, D., & Simon, H.A., The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation, Cognitive Science, 12(2), 139–175, 1988.
[15] Thagard, P., How scientists explain disease, Princeton University Press, 1999.