الفصل الأول

١ - التفكير العلمى

نشأة العلم

العلم ليس نتيجة جهد فرد واحد ، كما أنه لم يخرج لحيز الوجود فى صورته الراهنة دفعة واحدة ، وإنما العلم نتيجة جهد متواصل ومتراكم ، لأعداد لا تحصى من الأفراد واكتشافاتهم على مدى سنين عديدة ، لعبت فيها الصدفة دورا ، ولعبت فيها التجارب والافكار المنظمة دورا آخر .

وقد نشأ العلم بالملاحظة ، ونمى بتجميع تلك الملاحظات وتنظيمها ، إلى أن جاء عصر النهضة فأخذ بالمنهج التجريبى ، وازداد تقدما بتطور طرق واجهزة القياس . وقد كان الفضول وحب الاستطلاع ، هما الباعث الأول للمعرفة العلمية منذ القدم وحتى اليوم ، وستظل كذلك الى المستقبل . فإذا كانت الحاجة هى أم الاختراع ، فإن حب الاستطلاع هى أم للعلم .

بدأ العلم عندما بدأ الانسان حل مشكلات حياته اليومية ، وكانت محاولاته الأولى وسائل بسيطة لتحقيق اغراض وقتيـة . وبتوالى السنين خضعت هذه الوسائل لعمليات الموازنة والتعميم والترابط . وهكـذا أخذت مادة العلـم تنشـأ فى بطء ، وبتجمع الأجزاء التى يتكـون منها علم معين ، فإنه يصـبح علما من العلوم المنظمة القائمة بنفسها .

وفى بعض الأحيان ، لا تتصل بعض الأجزاء ببعضها بسهولة ، أو توجد مشكلة لم يتم حلها ، لذلك تترك هذه الأجزاء حتى يأتى الوقت الذى يمكن فيه حل ما يتعلق بهـا . وفى معظم العلوم ، لا تنتهى المشكلة بل تزداد ، ويستمر اضافة التفاصيل الجديدة بصفة مستمرة ، لأن العلم غير كامل ، وقابل دائما للإضافة ، ولذلك ، فإن تطور البحث العلمى ، عملية مستمرة لا تنتهى .

تطور العلم

يتطور العلم بتطور طرق ادراك المعرفـة ، وقد بدأ الادراك عن طريـق

الحواس • (سمع ، بصر ، ملمس ، تذوق ، شم) بطريقة فطرية . وتسمى هذه المرحلة بالمرحلة الوصفية ، لأنها تعتمد علي الوصف ، أى أن معرفة الأشياء تكون معرفة كيفية .

وهكذا عرف الإنسان أن احسن ميعاد لزراعة القمح ، هو شهر نوفمبر ، وخير ميعاد لنضجه هو شهر أبريل ، وأن المحصول يزداد بإضافة السماد العضوى ، ..... وما إلى ذلك من مشاهدات .

ثم يبدأ الباحث بالسؤال ، لماذا كان شهر نوفمبر هو احسن ميعاد للزراعة ، وكيف يؤثر التسميد العضوى فيزداد المحصول ، ثم يحاول التفسير ، فيحلل ميعاد الزراعة إلى إحتياجات حرارية وضوئية ، وتأثير التسميد إلى حدوث تحسن فى خواص التربة ، وفى توفير عناصر غذائية ، وفى انتظام العمليات الحيوية بداخل النبات .... إلى غير ذلك من التفسيرات ، ثم يجرى تجارب تؤيد أو تنفى ما افترضه من آراء .... ويستمر هكذا فى سعيه للوصول إلى المعرفة .

وهكذا بدأ العلم يتطور من مرحلته الأولى الوصفية ، إلى المرحلة الثانية من تطوره وهى المرحلة النظرية ، وأخذه بالمنهج التجريبى .

تأثير القياس على تطور العلم

يتوقف الادراك الحسى ، على الأدراك الخاص بالشخص وخبرته الذاتية ، فنحن ندرك ، مثلا ، الحرارة بالحس ، ولكننا نختلف فيما بيننا ، إلى حد ما ، فى درجة الادراك . فإذا ما توافرت سبل وإمكانيات القياس ، كوجود ترمومتر لقياس درجة الحرارة ، فلن يختلف القياس إلا بمقدار دقة وطريقة القياس . وبذلك ، فإنه باستخدام القياس يصبح الادراك موضوعيا ، دون أن يكون للإنطباع الذاتى للشخص تأثير فى ذلك . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن استخدام الاجهزة العلمية فى القياس ، سيزيد من قدرتنا على الادراك ، لأن قدرات الحواس محدودة بدون هذه الاجهزة .

وكلما تطورت أجهزة القياس ، وازدادت دقتها ، كلما ازدادت دقة النتائج المتحصل عليها . وأوضح مثال على ذلك ، ما حدث من تطور فى صناعة المجهر وعدساته ومكثفاته ، من بسيط ، إلى مركب ، إلى زيتى ، إلى مجاهر التباين الضوئى ، والمجال المظلم ، وفوق البنفسجى ، والضوء المستقطب ، إلى الاليكترونى ، مما مكن

من زيادة مجال الرؤية والقدرة التوضيحية ، وبالتالى زيادة الادراك الحسى للأجزاء الجارى فحصها ، ومكونات الخلايا ، وبذلك امكن الوصول إلى نتائج ، ما كان من الممكن الوصول إليها فى مراحل سابقة ، لولا تطور المجهر .

وقد أدت الدقة فى التقدير إلى كثير من الاكتشافات فى مجالات العلم المختلفة ، منها على سبيل المثال إكتشاف الغازات النادرة بالجو ، الڤيتامينات بالأغذية ، العناصر النادرة بالتربة .... إلى غير ذلك من الاكتشافات .

العلم وخصائصه :

المعارف Knowledge الانسانية متنوعة ، تنتظم فى علوم Sciences ، منها العلوم الرياضية ، والطبيعية ، والانسانية .... وغيرها . ولكل علم مادته ومجاله الخاص به ، لذلك تختلف طريقة البحث من علم لآخر . مثالا على ذلك ، فإنه بالنسبة للعلوم الطبيعية Natural Science ، فإن مادة ومجال الدراسة ، هى النباتات الاقتصادية بالنسبة لعلم المحاصيل ، وهى الحيوانات الزراعية بالنسبة لعلوم الانتاج الحيوانى ، وهى الكائنات الدقيقة بالنسبة لعلم الميكروبيولوجى .... وقس على ذلك بقية العلوم .

ورغم اختلاف المادة وطريقة البحث من علم لآخر ، وأن لكل علم خصائصة التى تميزه عن غيره ، فإننا نجد أن العلوم على تباينها ، تتفق فى اسسها وخصائصها العامة ، وذلك حتى يمكن ان يسمى العلم علما .

وقد لخص زكى نجيب محمود (١٩٦١) خصائص العلم فيما يلى :

أ - دقة المفاهيم والصياغة العلمية :

يتعرف الانسان على ما حوله من أشياء ، إما بالادراك الفطرى (أى الوصفى) كما سبق القول ، وذلك بحواسه المختلفة ، أو يتعرف على الأشياء بالادراك العلمى (أى الكمى الذى يعتمد على القياس) ، وهنا يتحول التعبير الكيفى عن طريق الحواس إلى تعبير كمى ، حيث يتعرف على الأشياء بعناصرها وطريقة تركيبها وقياساتها ، فمن حيث الماء مثلا ، فأنه يتعرف على أنه يتركب من عنصرى الايدروجين والاكسجين بنسبة ٢ إلى ١ حجما ، وبنسبة ٢ إلى ١٦ وزنا ، وأنه يغلى عند درجة ١٠٠°م عند ضغط ٧٦٠ مم زئبق .... وهكذا .

ولا يعتبر التعبير الكيفى (الوصفى) صالحا للتفاهم فى المجال العلمى ، بل يجب ان يتحول إلى تعابير كمية ، ولهذا فلكى تصير الصياغة علمية ، يجب توافر الدقة فيما يرد فيها من مفاهيم ، أى تكون ذات دلالة كمية وليس كيفية .

ولقد تحقق لمعظم أفرع العلوم الرياضية والطبيعية ، فرصة الانتقال من استعمال التعابير الوصفية إلى تعابير كمية ، خاصة فى علوم كالرياضة ، والفيزياء ، والكيمياء ، إلا أن الامر لم يكن كذلك تماما فى علوم الحياة عموما(كالنبات والحيوان)، وهى علوم مليئة بالمعانى الكيفية ، ولم تصاغ بعد فى صور رياضية ، ويكتفى فيها حاليا بدرجة عالية من الصدق .

وفى مثل تلك العلوم المليئة بالمعانى الكيفية ، فإنه ينبغى محاولة ادراكها ادراكا علميا ، وصياغتها فى صور رياضية ، حتى يتحقق لها المزيد من النجاح . وكلما دقت الأجهزة وطرق القياس المستخدمة ، كلما دقت النتائج واقتربنا من اليقين الرياضى (والمثل على تطور الاجهزة كما سبق القول ما حدث بالمجهر ، حيث أدى تطوره إلى إمكان الفحص الدقيق لأجزاء الخلية) ، كما كان لتقدم علم الاحصاء ، والاحصاء البيولوجى ، وتصميم وتحليل التجارب الزراعية ، أثر كبير فى التغلب على المشاكل التى تواجه الباحث ، واستبعاد تأثير العوامل غير المرغوبة ، من الدراسة .

عموما ، فإنه يمكن القول بأن أحد الخصائص الأساسية التى تتفق فيها العلوم ، هو دقة المفاهيم ، ولا يتحقق ذلك إلا بتحويل كل ما هو كيفى فى مجال الادراك الفطرى ، إلى ما هو كمى فى مجال الادراك العلمى .

٢ - التعميم :

يقوم الباحث بدراسة الجزئيات لاستخراج الصفات العامة ، فعندما يقوم عالم النبات بتشريح زهرة ، فليس هدفه بحث هذه الجزيئية بذاتها ، بل استخراج الصفات العامة للزهرة ، التى تتفق فيها مع افراد مجموعتها ، وتختلف فيها عن افراد المجاميع الأخرى ، ومع ملاحظة اطراد الظاهرة ، يمكن استخراج حكما عاما لامكان صياغة قانون ، اذ يتسم العلم بتكرار الحدوث ، مما يمكن معه الصياغة فى قانون عام يساعد على التنبؤ بحدوث حادثات معينة .

وبذلك يعتبر التعميم ، احد خصائص العلم الأساسية ، فبدونه لا يمكن الوصول إلى القوانين العامة التى تقع الظواهر على شاكلتها .

٣ - الصـــدق :

يشترك أكثر من فرد واحد ، وفى أكثر من مكان ، فى علم من العلوم . ومن حق كل فرد من العاملين بهذا الجانب ، التحقق من صدق ما وصل إليه الباحث الآخر ، وذلك بأى وسيلة من وسائل الاستدلال ، كالمشاهدة والتجربة والتطبيق العملى . لذلك يجب ان تتميز القضية العلمية بصدقها ، وينبغى أيضا توافر ثبات صدقها فى الحالات والظروف المماثلة ، حتى تصبح القضية العلمية أساسا يمكن التنبؤ به .

٤ - البناء المنظم :

الحقائق العلمية ليست حقائق مبعثرة ، وليست بدون علاقة تجمعها ، بل تتداخل وتنتظم فى نظام يتميز به البناء العلمى .

فلا يوجد انفصال قاطع بين العلوم وبعضها البعض ، بل تتداخل وتتعاون لحل مشاكل معينة . وكل علم يتخذ من قواعد العلوم الأخرى سندا له فى حل مشاكله ، مثالا على ذلك ، فإن باحث فسيولوجيا النبات يستعين بالكيمياء الحيوية للكشف عن الغامض من مشاكل تواجهه ، كما ترتكز الكيمـياء على قواعد الفيزياء والرياضيات لتفسير خصائصها .

والبناء المنظم للحقائق العلمية ، ليست صفة قاصرة على العلم وحده ، بل ضرورة للبحث فى كل مرحلة من مراحله ، فأولا بأول تنظم المعلومات بتقسيمها ، وتنظيمها فى جداول ورسوم بيانية ، وتوحيد البيانات التى تم الحصول عليها ، وتفسيرها ، وبذلك يمكن الربط بين الحقائق ، ووضعها فى منظومة واحدة .

ومن أهم الأمثلة التى توضح ان الحقائق العلمية متداخلة ومنتظمة ما يلى :

- اكتشاف الإيطالى جاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) قانون الأجسام الساقطة ، فذكر أنه باستبعاد مقاومة الهواء ، فإن سرعة سقوط الاجسام الصغيرة والكبيرة تتساوى .
- وضع الألمانى كيلر (١٥٧٢ - ١٦٣٠) قوانين حركة الكواكب ، والتى منها :

- تسير الكواكب حول الشمس فى أفلاك بيضاوية الشكل وليست دائرية .

- يرسم الخط من مركز الكواكب إلى مركز الشمس ، مساحات متساوية فى أزمنة متساوية .

- ضم الانجليزى اسحق نيوتن (١٥٧١ - ١٦٣٠) قوانين جاليليو وكيلر ، وأضاف إليها قوانين عن المد والجذر وحركة المذنّبات ، وانتهى بذلك إلى قانون عام ، هو قانون الجاذبية ، وهو :

تتناسب قوة جذب الأجسام فى الكون بعضها لبعض ، طرديا مع حاصل ضرب كتلتى الجسمين المتجاذبين ، وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما .

وهكذا حل قانون نيوتن محل التعميمات القديمة ، وعلل أسباب عدم الصحة الكاملة للقوانين السابقة ، ونفى ثبات سرعة سقوط الأجسام ، حيث تزداد سرعة سقوط الأجسام بإقترابها من سطح الأرض ، كما بين أن حركة الكواكب ليست فى شكل بيضاوى دقيق ، لأنها تنجذب قليلا خارج أفلاكها بإقترابها من كواكب أخرى .

- أدخل الألمانى البرت اينشتين (١٨٧٩ - ١٩٥٥) ، قانون الجاذبية لنيوتن فى قانون أخر أعم ، لا ينطبق على الأجسام المادية وحدها، بل وعلى الضوء والطاقة فى جميع أشكالها .

يتضح من المثال السابق ، أن العلم بناء منظم يكمل بعضه بعضا ، وتتحول الآراء والفروض ، بالتعديل والتصحيح والإضافة ، لقوانين أعم تأتى من تراكم معارف بعضها فوق بعض ، أقلها درجة ما يتعلق بالحقائق الخاصة ، وأسماها ما يتعلق بقانون عام .

٥ - الموضوعية :

لكى يكون التفكير تفكيرا علميا ، يجب أن ينظر الباحث لمادة البحث نظرة موضوعية ، أى نظرة بعيدة عن الذاتية والأهواء الشخصية ، وهى تلك النظرة التى يتساوى فيها الناظرون للشئ تحت الدراسة ، مهما اختلفت زوايا الرؤية .

٦ - التحليل :

عند دراسة مجموعة من العوامل فى تجربة علمية ، تعزل المتغيرات واحدا واحدا، لدراسة تأثير كل منها وهى منفردة ، وكذلك وهى مجتمعة ، وبهذا يمكن الربط بين الظواهر وأسبابها .

فعند دراسة العلاقة بين كمية محصول فول الصويا ، وعدد النباتات ، وكمية السماد النتروچينى ، ينبغى إقامة تجربة تنظم فيها متغيرات عدد النباتات ، وكمية السماد النتروجينى ، مع ثبات جميع العوامل الأخرى ، ثم تقاس كمية المحصول لكل معاملة لكل مستوى من مستويات هذين المتغيرين ، حتى يمكن إيجاد العلاقة بين كل من المتغيرين وكمية المحصول .

٧ - اتصال البحث العلمى :

البحث العلمى حلقة متصلة ، فتبدأ البحوث الجديدة من حيث انتهت البحوث السابقة (وهنا تتضح أهمية القراءة والمكتبة) ، فنتائج البحوث السابقة تصبح مقدمات للبحوث اللاحقة ، وتساهم البحوث اللاحقة فى زيادة المفاهيم العلمية ، وهكذا يصحح العلم نفسه بالنتائج الجديدة .

ومن الأمثلة الواضحة ، على ان بحوثا سابقة خدمت بحوثا لاحقة ، ما يلى :

- تعَرف 1945. Pregl على طرق التحليل الدقيقة ، فتحت المجال للتعرف على المواد الموجودة بكميات ضئيلة بالنبات ، كالأوكسينات وغيرها ، وهى مواد فعالة بيولوجيا .

- فَصْل تسويت Tswett, 1906 لصبغات الاوراق النباتية ، مهدت الطريق لمعرفة طرق التحلل الكروماتوجرافى ، مما مكن الباحثين من التعرف على الكثير من نواتج التمثيل الغذائى .

وبالإضافة إلى ذلك ، فإن تقدم المعرفة لعلم من العلوم ، يساعد على تقدم المعارف بالعلوم الأخرى ، فتقدم الكيمياء ، والكروماتوجراف ، سهل التعرف على نواتج التمثيل الغذائى ، مما أدى إلى تقدم المعارف الخاصة بفسيولوجيا الكائنات .

وتؤدى الاكتشافات إلى غيرها من الإكتشافات ، فلقد مهدت دراسات فلمنج عن البنسلين عام ١٩٢٨ ، الطريق لواكسمان فى الكشف عن الاستربتوميسين عام ١٩٤١، ومهد كل ذلك ، الطريق لآلاف الباحثين للكشف عن العديد من المضادات الحيوية ، التى أسهمت فى علاج الكثير من الامراض النباتية والحيوانية والأدمية .

التفكير العلمى :

يقوم التفكير العلمى على المنهج التجريبى ، وهذا يعتمد على الملاحظة والتجربة، وتوصى الملاحظات بافتراض فرض ، ويتولد من تلك الفروض نتائج تجريبية ، تجمع وترتب ، ويستنبط منها نتائج ، للاستفادة منها فى الحياة .

الباحث العلمى :

الباحث العلمى هو من يعمل فى مجال البحث عن المعارف ، ويساهم بعمله فى تقدم المعارف ورقيها ، وإليه يرجع الفضل فى نشأة العلوم وتقدمها .

والبحث العلمى ليس مهنة سهلة ، بل مهنة صعبة أصبح لها متخصصوها ، بعكس ما كان عليه الحال فى الماضى ، حيث كان البحث مجرد نشاط فرديا لأفراد متحمسين موهوبين . فالبحث عمل نو طبيعة خاصة ، يتطلب من الباحث ، بالإضافة الى حسن الخلق ، أن يتحلى بأخلاق معينة ، من أهمها أن يكون نو تفكير سليم ، متفرغا بالكامل لعمله صبورا ، دؤوبا ، مجتهدا .

ولكى يصل الباحث إلى نتائج سليمة ، عليه أن يعرف جيدا الغرض من التجربة ، ويفهم الإرشادات فهما سليما ، ويتجنب التسرع فى استنتاج البيانات .

وطبيعة عمل الباحث تحتم عليه، أن يبقى طالبا دارسا للعلم مدى الحياة ، مع الإطلاع المستمر على كل جديد فى مجال عمله ، وإدراك إنتاج الآخرين ، وتنسيقه ، والإضافة إليه ، ثم نشر ما توصل إليه من إضافات .

استعداد وإعداد الباحث :

إن استعداد الباحث وإعداده ، عاملان اساسيان لضمان تقدم الباحث فى دراساته . ولا يغنى أحد هذين العاملين عن الآخر ، فلا يكفى أن يكون الباحث ذو استعداد طيب ، بل وينبغى أيضا أن يكون معدا إعدادا سليما .

* استعداد الباحث :

يتضمن ذلك القدرات والمواهب التى فطر عليها الباحث ، وهى صفات موروثة ، ويمكن أن تنمى بالتربية والتعليم ، ومن أهم تلك الصفات :

- حب الإطلاع والعلم :

فحب العلم وحب الإطلاع قوة دافعة ، تدفع الشخص لحب عمله ، وتحمسه له وتحميه مما يثبط عزيمته .

- صفاء الذهن :

يؤدى صفاء الذهن إلى قوة الملاحظة ، وصدق التصور ، والتحرر من التحيز Bias .

- الصبر والمثابرة :

تتطلب الكثير من الدراسات ، الصبر والمثابرة من الباحث ، حتى لاتثبطه مشكلة أو عائقا ، وحتى يصمد للفشل حتى وإن تكرر .

- الامانة العقلية :

ينبغى أن يتمتع الباحث بأمانة عقلية ، لضمان سلامة العمل ، وسلامة نتائجه .

- التخمين والخيال :

التخمين والخيال هما الطريق إلى خلق الأفكار ، وورود الخواطر بالذهن (الإلهام)، حيث يكون الفكر منطلقا بدون قيود، مثالا على ذلك الباحث Kekule الذى تخيل التركيب الحلقى فى الكيمياء العضوية أثناء نعاسه . وعند التخيل ، فإنه ينبغى

كتابة الأفكار الطارئة بسرعة ، بمجرد التنبه حتى لا تضيع الأفكار

الإلهام الفكرى وما يتمخض عنه من أفكار ، لا ينشأ من فراغ ، بل ينشأ كنتيجة لتفكير واعى فى المشكلة ، مع البعد عن مسببات الانزعاج والمعوقات التى تعوق التفكير المتواصل فى المشكلة البحثية .

*** إعداد الباحث :**

يؤدى إعداد المتقدم للعمل البحثى ، إلى اختصار الوقت اللازم ، ليصل خلاله الباحث لمرتبة رفيعة من البحث . وإعداد الباحث عملية مستمرة ، لضرورة مسايرته لركب العلم ، والإطلاع على ما يصدر من معلومات جديدة .

ومن أهم ما يلزم تعلمه ، والتدريب عليه للباحث ، ما يلى :

- القراءة الواعية :

القراءة الواعية المتأنية وجمع المعلومات ، هما الأساس فى إعداد الباحث للعمل المكلف به ، ولتجنب الازدواج فى العمل ، ولتوفير الجهد والوقت الذى كان على الباحث بذله للحصول على المعلومات التى سبق لغيره الحصول عليها ، ولفتح آفاق جديدة بالبحث .

وعلى الباحث أن يقرأ ليس فقط فى موضوع تخصصه ، بل وفى مواضيع أخرى متشعبة ، فإتساع المعرفة ، يؤدى إلى سعة الأفق ، وتنوع الأفكار وتجددها ، وخلق الابتكار .

- الإلمام بقواعد العلم :

يعتبر الملم الباحث بالعلوم الأساسية ، والقواعد العلمية العامة ، خير الدعائم التى يرتكز عليها ، ليقيم بنيانه الفكرى .

- الإلمام باللغة :

الإلمام باللغة ، يساعد الباحث على التعبير السليم ، وفهم ما يقرأ ، وإدراك ما يسمع .

وبالإضافة إلى اللغة الأم ، فإنه ينبغى على الباحث العربى الإلمام باللغة الإنجليزية ، لأن اللغة الإنجليزية تحتل المكان الأول، من حيث عدد وأنواع المقالات التى تنشر بها ، وبذلك يسهل على الباحث العربى ، الإطلاع على البحوث الجارية التى تعينه فى حل مشاكله

- التدرب على تقليب الأمور وتدبرها :

تقليب الأمور وتدبرها ، بملاحظة التوافق والتعارض بين النتائج والنظريات أو الأفكار السائدة ، عامل له دلالته ، فى خلق أفكار جديدة ، وفى تطوير معارف قائمة ومثال واضح على تقليب الامور ، رفض نظرية التوالد الذاتى التى كانت سائدة لفترة طويلة حتى قرب نهاية القرن التاسع عشر

مثال آخر لتدبر الامور ، أن إيلى هويتنى Whitney اخترع حلاجة القطن ، عندما شاهد ثعلبا يضرب بمخالبه أعمدة قفص دجاج ليصطادها ، فحصل الثعلب على الريش دون الدجاج ، التى منعتها الأعمدة الخشبية . ومن هنا جاءت فكرة المخالب الميكانيكية لحلج القطن .

- تنمية الفضول العلمى :

الفضول غريزة تدفع الإنسان للتعرف على البيئة التى يعيش فيها ، ويمكن أن تصبح غريزة الفضول بالتنمية والتدريب ، ذات شأن فى دفع الباحث لتقصى الوقائع. فالفضول يدفع العلماء لمعرفة كيفية حدوث الظواهر ، والتعرف على الحقائق باستمرار ، فهم متعطشون دائما بدافع من فضولهم ، للكشف عن الواقع .

- إذكاء روح المناقشة :

تفيد المناقشة فى تقصى الحقائق ، وتبادل وجهات النظر بين الأفراد ، وتوجيه نظر الباحث لزوايا أخرى للموضوع ، والتزود بمقترحات نافعة ، وتجنب أخطاء كان من المحتمل الوقوع فيها ، فالمناقشات البناءة يمكن أن تغطى الكثير من التساؤلات ، التى لا تغطيها مصادر المعلومات التقليدية من كتب ونشرات ، مع مراعاة اللياقة فى المناقشة ، حتى لا يحدث عكس المطلوب .

ويتم إذكاء المناقشة بين الباحثين ، اثناء تقابلهم اليومى ، وفى المناقشات التى تعقد بشكل دورى بالاقسام العلمية ، وفى الندوات والمؤتمرات .

- حضور المؤتمرات :

يؤدى حضور المؤتمرات ، إلى تعرف الباحث بغيره من الباحثين العاملين فى مجال تخصصه ، وإلى زيادة اهتمامه بما يقوم به من دراسات ، وإدراك كيفية المناقشات والمعارضة والتأييد .

- التدرب على طريقة كتابة البحث العلمى :

لا يقل إلمام الباحث بطريقة فن وكتابة البحوث العلمية ، أهمية عن القراءة ، وإجراء التجارب . فينبغى على الباحث تعلم ذلك ، ليكون تعبيره واضحا ، دقيقا ، مختصرا ، وبأسلوب سلس .

دور الصدفة فى البحوث :

لعبت الصدفة دورا كبيرا فى الاكتشافات العلمية ، ومن أهم هذه الإكتشافات :

اكتشاف محلول بوردو :

اعتاد المزارعون فى منطقة بوردو بفرنسا ، رش اشجار العنب بالجير وكبريتات النحاس ، بقصد إبعاد الأولاد عن العبث بالنباتات . وقد لاحظ العالم ملاردت من جامعة بوردو عام ١٨٨٢ ، أن الأشجار المرشوشة خالية من مرض البياض الزغبى ، فجذب ذلك انتباهه ، وهكذا اكتشف محلول بوردو ، وأصبح احد المواد الفعالة فى مقاومة أمراض النبات الفطرية .

اكتشاف باستير للتحصين :

لاحظ الكيميائى الفرنسى لويس باستير (١٨٢٢ - ١٨٩٥) بعد عودته من أجازة ، أن مزارع بكتريا كوليرا الدجاج ، التى كان يعمل عليها فى معمله، قد ماتت، فحاول تنشيطها ولم ينجح ، فقام بحقنها فى الدواجن فلم تصاب . فخطر له تلقيح الدواجن الملقحة بمزرعة نشطة من البكتريا ، فلم تصب الدواجن بالمرض ، وبذلك أتاحت هذه الصدفة لباستير ، معرفة مبدأ التحصين بواسطة الميكروبات المرضية الموهنة .

اكتشاف فليمنج للبنسلين :

لاحظ البكتريولوجي الاسكتلندي الكسندر فليمنج (١٨٨١ - ١٩٥٥) ، وجود عفن فطري أزرق نامي في مزارع البكتريا العنقودية التي كان يفحصها ، واستدعى انتباهه وجود مناطق خالية من البكتريا حول العفن ، وبمواصلة دراساته تمكن من عزل المادة الفعالة ، التي يفرزها الفطر للقضاء على البكتريا ، وهي البنسلين . وقد أدت هذه الصدفة ، إلى دخول عالم المضادات الحيوية .

الوراثة المندلية :

ادت الصدفة إلى تمكن القس النمساوي جريجور مندل (١٧٤٥ - ١٨٢٧) ، من استخلاص قانون التوزيع الحر ، اثناء تجاربه على نباتات البسلة، حيث لفت انتباهه ، أن الصفات المدروسة ، تتوزع عند الانقسام الخلوي ، توزيعا حرا أي مستقلا، (لوقوع الجينات المسئولة عنها على كروموسومات مختلفة) ، وكان ذلك هو البداية لعلم الوراثة .

اقتناص الصدفة :

لكي تكون للصدفة أهميتها ، ينبغي أن يكون هناك باحث له مقدرة على الانتباه ، واستعداد ذهني للادراك ، وعقل متحفز لأقتناص الفرصة ، واستخلاص المعلومة ، واثباتها ، وربطها بنسيج المعرفة ، وهكذا يصل الباحث إلى امر مفيد ، ويصبح للصدفة أهميتها ، وإلا أصبحت عارضا لا يثير الإنتباه .

الفروض Hypothesis :

الفروض أحد ضرورات الحياة العلمية ، التى تلعب دورا هاما فى تقدم العلم ، فهى وسيلة يستعين بها الباحث لتفسير الظواهر التى يدرسها، وإقتراح الحلول لعلاجها ، فالفروض عبارة عن حلول مقترحة لعلاج أسباب مشكلة تحت الدراسة .

والفروض التى تنتج عن التفكير السليم، هى الأداة الأساسية فى البحث العلمى، فالفروض التى يتخيلها الباحث هى فى حالات كثيرة ، مصدر الملاحظات والاكتشافات الهامة ، والتجارب المبتكرة ، حتى ولو كانت فى الأصل افتراضات غير سليمة .

والتسلسل فى التفكير العلمى ، يبدأ بإدراك المشكلة ، ثم العمل على تخيل حل لها ، وينتهى برفض ، أو تعديل ، أو قبول الحلول المتخيلة ، ويستمر الحال على هذا المنوال .

منشأ الفروض :

تنشأ الفروض ، أى الحلول المقترحة ، كنتيجة لملاحظات الباحث ، وما حصل عليه من معلومات بخصوص تلك المشكلة . وعلى أساس هذه الملاحظات يقوم الباحث بوضع نظرية فرضية ليتمكن من تفسيرالوقائع ، واقتراح الحلول المناسبة لها .

ولذلك ، فإن الفرض يأتى من إطار معرفة حقيقية بالمشكلة :

- سواء من خلال نظرية تحكم الموضوع .
- أو من خلال تجربة علمية صدقت نتائجها .
- أو من خلال واقع ملموس ، وليس من مجرد تخمين أو تصور خيالى ، بعيد عن الواقع العملى .

ولكى يكون الفرض العلمى المقترح سليما ، يجب توافر شروط أساسية هى :

- أن يكون الفرض موجزا وواضحا .
- أن يكون بسيطا ، بمعنى الاقتصاد فى فرض المزاعم لتفسير الظاهرة .
- أن يكون شاملا لكل حقائق وعناصر المشكلة .
- أن يكون قابلا للإختبار والتحقق من صحته ، بالأدوات البحثية المتاحة ، وبالخبرة الحسية كالمدركات البصرية والسمعية واللمسية ، وإلا كان الفرض زعما ، خارجا عن حدود العلم .

صحة الفروض :

تتوقف صحة ما نحصل عليه من نتائج ، على صحة ما نصيغ من فروض ، ووفقا لقدرة الباحث على التحليل والابتكار يقترب الفرض من الحل المناسب ، ويتوقف هذا على خبرة الباحث ، ومقدار ما حصل عليه من حقائق ومعلومات بخصوص المشكلة.

وعلى الباحث أن يثبت مدى صحة النظرية الفرضية التى وضعها ، باستخدام وسائل القياس المختلفة بما فى ذلك من اجراء للتجارب اللازمة ، فيقبل النظريةالفرضية فى حالة ثبات صحة الفرض المقترح ، أو يرفض النظرية الفرضية فى حالة عدم صحة الفرض ، أو يقوم بتعديل الفرض المقترح ، وإعادة إختباره .

والنظريات الفرضية ، الخطأ منها والصواب ، ذات فائدة كبيرة . فكم من نظريات ثبت عدم صحتها ورفضت ، فسبب ذلك تقدما كبيرا للعلم ، وأوضح مثال على ذلك رفض نظرية الفلوجستون ، ونظرية التوالد الذاتى .

تعميم النتائج :

اذا ثبتت النظرية الفرضية ، وتزايدت الأدلة المؤيدة لها باستمرار عمل الباحثين، فينتشر قبول تلك النظرية ، ويقبلها جميع المشتغلين بالعلم ، وتصبح قانونا عاما من قوانين الطبيعة ، قادرا على التنبؤ بما سوف يحدث إذا توفرت الظروف الخاصة ، وبذلك يكون البحث قد ساهم فى تنمية البناء العلمى .

وجدير بالذكر ، أن هناك محددات فى سبيل الوصول إلى نتائج يمكن تعميمها، فمن المعروف أن البحث يجرى تحت ظروف متغيرة ومرتبطة بزمن البحث ، وبالتالى فإن النتائج التى تم التوصل إليها ، مرهونة بهذه الظـروف ومدى توافرهـا فى وقت آخر، وهو أمر ضرورى معرفته عند تعميم النتائـج على نفس المشـكلة ، ولكن فى ظرف آخر أو وقت آخر .

تعديل الفروض :

إذا لم تساند التجارب الفرض المقترح ، فإنه يعدل أو يستبدل بآخر . ومن أمثلة الفروض والنظريات الخاطئة ، التى ظلت مسيطرة على عقول الناس لفترة طويلة، ثم عدلت بعد ثبوت عدم صحتها ما يلى :

- نظرية الفلوجستون :

تتلخص هذه النظرية ، فى أن كل مادة تشتعل تحتوى على عنصر يتصاعد عند الإشتعال يسمى الفلوجستون .

وقد هدم الكيميائى الفرنسى انطوان لافوازييه (١٧٤٣ – ١٧٩٣) هذه النظرية، عدما لاحظ زيادة وزن الكبريت والفوسفور المحترق ، نتيجة وزن الاكسجين المكتسب ، بينما كان المفروض ، حسب نظرية الفلوجستون ، أن يقل وزن الكبريت والفوسفور بالاحتراق ، وقد أدى هدم نظرية الفلوجستون ، إلى فتح المجال لفهم ودراسة عمليات الاحتراق والاكسدة والاختزال .

- نظرية التوالد الذاتى للميكروبات :

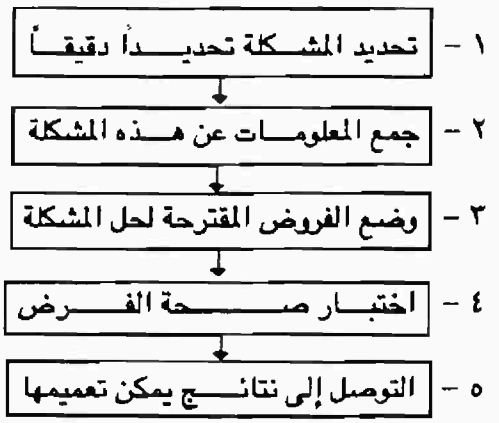
هدم هذه النظرية العالم الفرنسى لويس باستير (١٨٢٢ – ١٨٩٥) ، واثبت أن الميكروبات لابد لها من أصل حى حتى تتكاثر ، وبذلك فتح المجال لتقدم كبير فى مجال علوم الحياة .

المنهج العلمى :

لكى يصبح البحث علميا ، على الباحث ان يلتزم بخطوات وطرق المنهج العلمى فى البحث ، حتى يصل إلى نتائج أكثر دقة . وهذا الاسلوب يساعد على تركيز الجهد ، واختصار الوقت ، وحصر العمل فى نطاق البحث المطلوب .

ويتضمن المنهج العلمى مجموعة من الخطوات ، التى يتم فى اطارها البحث العلمى ، والتى لا يحيد عنها الباحث مهما اختلفت الموضوعات . وهذه الخطوات يوضحها الشكل التالى :

خطوات المنهج العلمى فى البحث



١ - تحديد المشكلة :

يعتبر تحديد المشكلة أهم الخطوات على الإطلاق ، وعليها تقوم البحوث العلمية ، وكثيرا ما تتشابك المشاكل وتتعقد ، غير أنه بالتشخيص السليم ، يمكن التوصل إلى المشكلة الحقيقية وتحديدها . فإرتفاع درجة حرارة شخص ما ، هى مشكلة تعبر عن حالة مرضية ، لها أسباب عديدة ، ومن ثم يتعين بحث اسبابها بدقة ، وتحديد السبب الحقيقى ، ووصف العلاج الناجح للمريض ، ومتابعة هذا العلاج حتى يشفى المصاب .

وهكذا تسير البحوث العلمية ، فعند الإحساس بظاهرة غير طبيعية (اقتصادية اجتماعية ، تربوية ، طبية ، زراعية ، صناعية ..... الخ) تسبب خللا ، نحدد المشكلة ونعرف اسبابها الحقيقية ، ونقترح العلاج ، ثم تعالج الاسباب مع المتابعة . وهنا نلاحظ أن البحث العلمى لا يتم بطريقة التخمين ، بل بالحقائق والمعلومات المتوفرة ، ثم التوصل إلى المشكلة ، وتحديدها ، وعلاجها .

يحتاج تحديد المشكلة إلى خبرة ودراية من الباحث ، وهى أمور تكتسب بالممارسة العلمية والعملية للبحوث ، ومن القراءات المتعمقة .

قد يتضح لنا أن المشكلة محل البحث ، يمكن تجزئتها إلى عدة أجزاء ومواضيع بحث ، كل موضوع يبحثه باحث ، أو مجموعة بحاث ، حسب قدراتهم واستعدادهم ، وبذلك يمكن ترشيد الوقت والجهد ، والتكلفة اللازمة للقيام بهذا البحث .

وبعد تحديد المشكلة ، أو أحد اجزائها ، تصاغ تحت عنوان مناسب ، ثم يختار المنهج الذى سيتبعه الباحث فى دراسته ، وتحديد الخطة التى سيسير عليها .

٢ - جمع المعلومات :

فى هذه المرحلة ، يقوم الباحث بجمع المعلومات المتاحة عن المشكلة التى سيبحثها ، وذلك من خلال المصادر التى يمكن الوصول اليها ، سواء من المكتبة أو من خارجها .

وتختلف مصادر المعلومات بإختلاف طبيعة البحث نفسه ، فقد تكون :

- تجارب يجريها الباحث ليحصل منها على بيانات ويستخلص منها نتائج .
- احصائيات يجمعها الباحث بنفسه .
- بيانات أعدها باحثون سابقون .
- سجلات مزارع ، أو مصانع ، أو مستشفيات .
- أجوبة وأسئلة فى شكل استبيان Questionnaire .
- مقابلات شخصية ، واحاديث ، وخطب ، وجرائد ، وتقارير صحفية .

- وثائق ، ومنسوخات ، وسجلات أثرية .

- مراسلات علمية بين الباحث وباحثين آخرين .

وكقاعدة عامة ، فكلما ازدادت أعداد وأنواع البيانات ، كلما أمكن الإحاطة بالظاهرة تحت الدراسة وتفهم جوانبها ، وأمكن الوصول لحلها .

ومن أهم الطرق المستخدمة فى جمع وتدوين البيانات ، طريقة بطاقات تدوين الملاحظات (انظر الفصل الثالث ، موضوع القراءة والمكتبة) .

٣ - وضع الفروض :

بعد تجميع المعلومات الخاصة بالمشكلة وتدوينها ، تأتى مرحلة الربط بين هذه المعلومات ، وذلك لمعرفة الأسباب الحقيقية ، وليست الظاهرية ، للمشكلة ، حتى نتمكن من وضع الفروض لعلاج المشكلة .

يقوم الباحث فى هذه المرحلة ، بصياغة مجموعة من الفروض الإحتمالية لعلاج أسباب المشكلة . وينصح الباحث بوضع أكبر عدد ممكن من الفروض ، بصرف النظر عن درجة تحققها ، وذلك حتى لا يغفل أى جانب من جوانب المشكلة .

٤ - اختبار صحة الفروض :

بعد وضع الفرض الخاص بحل المشكلة ، يتم اختبار صحة الفرض ، بالعمل التجريبى وأخذ الملاحظات ، وباستخدام أدوات التحليل المختلفة ، لقياس صدق الفرض فى إطار المنهج المستخدم فى البحث .

وفى هذه المرحلة ، يتم تنقيح الفروض التى اقترحها الباحث ، فتستبعد الفروض عديمة الأثر ، وتستبقى الفروض التى ثبتت قدرتها على التأثير فى أسباب المشكلة وعلاجها .

٥ - الوصول إلى نتائج يمكن تعميمها :

الهدف من إثبات صحة النظرية الفرضية ، هو التوصل إلى نتائج وأحكام عامة يمكن تعميمها إذا تكررت الظاهرة مستقبلا ، تحت ظروف مشابهة . وبالوصول إلى تعميم النتائج ، يكون البحث قد ساهم فى حل المشكلة ، وأضاف جديدا للبناء العلمى .