الفصل الأول

المنهج العلمى

الصفات التى ينبغى توفرها فى الباحث الناجح

يتضمن استعداد الباحث القدرات والمنح التى فطر عليها، والتى ينبغى تنميتها على الدوام، ومن أهمها ما يلى:

١ – حب العلم والاطلاع .. فهما القوة الدافعة لاستمرار البحث والدراسة للكشف عن غير المعلوم.

٢ – صفاء الذهن .. وهى خاصية تؤدى إلى قوة الملاحظة، وصدق التصور، والتحرر من التحيز الشعورى أو العاطفى أو غير العقلانى Emotional Bias.

٣ – الصبر والمثابرة .. وهما ضروريان لكى لا يتوقف الباحث عن البحث إذا ما اعترضته بعض المشاكل، وهى كثيرة.

٤ – قوة الملاحظة:

يجب أن تتوفر لدى الباحث – إلى جانب ما تقدم بيانه – قدرة جيدة على الملاحظة، وهو أمر يتوقف – إلى حد كبير – على الخبرة، والعلم بالجوانب المختلفة لموضوع البحث، والرغبة الجادة فى التوصل إلى حل للمشكلة البحثية، بالإضافة إلى ضرورة توفر الذهن المتفتح والجهد الشخصى الذى يبذل فى الملاحظة.

وقد تكون الملاحظة تلقائية – أى سلبية – حيث تحدث دون بذل جهد فيها، وقد تكون نشطة؛ حيث تتم بهدف اختبار صحة الافتراضات التى بنى عليها البحث.

ولتحقيق ذلك .. ينبغى أن تتوفر لدى الباحث القدرة على الربط بين الأحداث، وأن يتفحص التجربة بعين متفتحة؛ فلا يوجه كل تفكيره إلى جانب معين ويهمل جوانب أخرى منها.

٥ – الحدس Intuiton:

هو عملية نشأة الأفكار فى الذهن، وقد يكون الخيال هو السبيل إلى خلق تلك

الأفكار. ولكن الحدس بمعناه الدقيق هو ورود طارئ للأفكار – التى يمكن أن تسهم فى حل مشكلة ما – دونما أسباب واضحة لذلك. تأتى تلك الأفكار غالبا كوميض يخطر على ذهن الفرد، سواء أكان فى وضع استرخاء، أم فى أثناء محاولته تدبر الأمر. أو حتى حينما يكون الإنسان بين اليقظة والنوم. وهى ظاهرة مألوفة لدى العلماء.

وينبغى تسجيل الأفكار الطارئة بسرعة؛ لأنها غالبا ما تبعد عن الذهن بنفس السرعة التى تطرأ بها عليه. ويتعين بعد ذلك وضع تلك الأفكار موضع الاختبار؛ لأنها ليست وسيلة من وسائل الإثبات العلمى؛ فقد تكون صحيحة أو غير ذلك.

ومن أمثلة حالات الحدس التاريخية، ما يلى:

١ – توصل Kekule إلى نظرية التركيب البنائى للمركبات العضوية بعد أن جاءته فكرة حلقة البنزين وهو جالس بين النوم والاستيقاظ أمام مدفأته.

٢ – تولدت فكرة الانتخاب الطبيعى فى ذهن Wallace كوميض فجائى من نفاذ البصيرة.

٣ – خطرت فكرة التلغراف – كاملة – على عقل Morse أثناء قيامة برحلة بحرية.

٤ – خطرت فكرة التلغراف اللاسلكى على عقل Marconi أثناء قضاءه لعطلة فى جبال الألب.

٥ – تولدت أفكار هامة للبعض أثناء نومهم. حيث قاموا بتسجيلها على الورق قبل أن يعاودوا نومهم. ومن هؤلاء الذين تملكوا تلك القدرات واستفادوا منها: Banting مكتشف الإنسولين. و Loewi الذى تولدت لدية فكرة تمكن بها من إثبات نظرية التوسط الكيميائى للنبضات العصبية. وذلك أثناء نومه (عن Salmon & Hanson ١٩٦٤).

٦– القدرة على التخيل Imagination:

تؤدى ممارسة الخيال إلى رحابة التفكير وسعة الأفق. وقد أدى ذلك بكثير من العلماء إلى اكتشافات هامة؛ حيث أوصلتهم إلى آفاق جديدة من العلم لم يطرقها أحد من قبلهم. ويرى البعض أن الخيال يجب أن يكون مرشداً للبحث العلمى. وسابقًا. ومصاحبًا له. ولكن – مع شطحات الخيال فى ظلمات المجهول – ينبغى للباحث التفريق بين الغث والسمين من الأفكار.

هذا .. وتأتى الأفكار إلى العقل عن طريق الخيال Imagination والحدس Intution، فنجد أثناء التفكير السليم أن العقل يتنبه إلى مشكلة معينة، ثم يتفتق الذهن عن حل لهذه المشكلة. ويأتى بعد ذلك دور التفكير والمنطق ليزن هذا الحل ليقبله أو يرفضه.

ومع ذلك .. فهناك من العلماء من يرى أن التفكير لكى يكون خلاقًا ينبغى أن يكون متعمدًا ومنظمًا، مع استمرار تقليب الموضوع فى الذهن والتأمل فيه، وعدم قبول أية فكرة دون أسباب كافية. ولاشك أن لكل طريقة تفكير مجالها.

ولا يمكن للإنسان أن يقرر بدء جلسة لخلق الأفكار، ولكن عليه أن يوطن نفسه على مداومة الدراسة فى عدد من الحقول البحثية، والتفكير المتعمق فيها، مع تحرير العقل من الظروف غير المناسبة للإبداع؛ مثل القلق، والإجهاد، والمضايقات.

٧ – الأمانة العلمية:

وهى ضرورة حتمية فى البحث العلمى. وتختلف الأمانة العلمية عن التحيز اللاشعورى: فالأمانة العلمية تستقر فى الضمير الحى والخلق المستقيم، وفيها إحساس واعٍ بالنزاهة وممارسة للمسؤلية. أما التحيز اللاشعورى فإنه يسكن فى اللاوعى، ويتأثر بطبيعة الإنسان، ويمكن التغلب عليه – إلى حد كبير – بالاختيار الدقيق لطرق القياس التى تحد منه؛ بالاعتماد على الطرق الكمية، أو بقيام باحثين مختلفين بإجراء نفس التقييم – كل على انفراد – ثم حساب المتوسطات. وتفيد اتباع الطرق الإحصائية السليمة كثيرًا فى هذا المجال.

هذا .. ويتناول Holt (١٩٩٧) – بشئ من التفصيل – عديدًا من الأمور التى تتعلق بأخلاقيات البحث العلمى، وما هى نوعيات التصرفات التى يمكن اعتبارها لا أخلاقية فى كل أنشطة الباحث أو الأستاذ الجامعى.

إعداد الباحث

إن من أهم ما يلزم الباحث تعلمه والتدرب عليه ما يلى:

١ – القراءة الواعية:

إن على الباحث أن يكون قارئًا من الطراز الأول؛ فعليه أن يقرأ لا فى مجال اهتمامه

فحسب، وإنما فى المجالات المرتبطة بها، وفى مجال العلوم الأساسية التى تقوم عليها كل مجالات اهتماماته البحثية وما يرتبط بها. وعلى الباحث أن يكون واعيًا لما يقرأ ومتفحصًا له، وأن يكون قادرًا على الربط بين ما يقرأه من مصادر مختلفة، وقادرًا على اكتشاف أوجه النقص فيها، وأوجه الاختلاف فيما بينها، وأن تمكنه قراءاته من تفسير تلك الاختلافات.

لقد مضى العصر الذى كان بإمكان ذوى الخبرة والعلماء البارزين إضافة كثير من الاكتشافات الهامة لعدد متنوع من العلوم فى آن واحد. وعلى الباحث الآن أن يكون متعمقًا فى موضوع دراساته. وذا خلفية علمية عريضة فيما يتصل بها من علوم، بما فى ذلك العلوم الأساسية.

ولكن نظرًا للكثرة الهائلة لما تخرجه المطابع يوميًّا من بحوث، ومقالات علمية، وكتب تعد بالآلاف، فإن الإلمام بها جميعا يعد أمرًا مستحيلاً. كما أن الباحث الذى يحاول الإلمام بأكبر عدد من البحوث المنشورة فى مجال تخصصه لن يتوفر لديه وقت لإضافة أى جديد فى هذا المجال؛ ولذا .. فإن الأمر يحتاج إلى تنظيم وتخطيط من جانب الباحث؛ لكى يتحقق التوازن المطلوب.

ولعله من المفيد أن يمارس الباحث – بصورة منتظمة ودائمة – قراءة عدد محدود من الدوريات العلمية المتميزة فى مجال تخصصه، على أن يُلم بأهم ما يُنشر فى هذا المجال – فى الدوريات الأخرى – من خلال شبكات المعلومات التى توجد بالإنترنت والتى يمكن أن توفرها المكتبات، ومن دوريات المستخلصات العلمية Abstracting Periodicals المتخصصة، مع الرجوع إلى أصول البحوث الهامة منها فى الدوريات العلمية التى نُشرت فيها، بعد إجراء تقييم سريع لمستخلصات تلك البحوث.

كذلك تفيد المراجعة الدورية لعدد محدود من دوريات المراجعات العلمية Reviewing Periodicals فى أمرين؛ هما:

أ – الإلمام بدراسات أجريت فى مجال تخصص الباحث ولم تسبق له الإحاطة بها، مع تجميع منسق لأهم الدراسات التى أجريت فى مجال موضوع المراجعة والربط فيما بينها.

ب – الإلمام بالدراسات التى تجرى فى المجالات المرتبطة بمجال اهتمام الباحث، والتعرف على اتجاهاتها السائدة ومدى التقدم فيها.

أما العلوم الأساسية التى تعتمد عليها مجالات اهتمام الباحث – والمجالات المرتبطة بها – فإنه يلزم أن يخصص الباحث – من حين لآخر – جانبا من وقته لقراءة عدد محدود من الكتب الهامة فى تلك العلوم. هذا إلى جانب ما يتعين قراءته من كتب حديثة فى مجال تخصصه.

وعلى الباحث أن يعى أن قصر قراءته على الموضوعات المتعلقة ببحثه فقط يجعل معلوماته تنحسر، ويضيق أفقه تدريجيا إلى أن يصبح غير قادر على مجرد فهم ما يقرأه فى مجال تخصصه؛ ذلك لأن تقدم العلوم يتواكب مع التقدم فى العلوم الأخرى المرتبطة بها.

٢ – الإلمام بقواعد العلم الأساسية:

ينبغى أن تكون للباحث قاعدة علمية أساسية متينة، يعتمد عليها فى دراساته وأبحاثه الخاصة، وهى القاعدة التى تُنَمَّى دائمًا بالقراءة الواعية المستمرة فى مجال العلوم الأساسية التى يعتمد عليها مجالات اهتمام الباحث كما سبق أن أوضحنا.

٣ – الإلمام باللغة:

إن اللغة هى الوسيلة التى يتم عن طريقها توصيل المعلومات والأفكار من ذهن إلى آخر. ولا يتحقق ذلك "التوصيل" بطريقة علمية سليمة إلا عند الإلمام التام بقواعد اللغة المستخدمة. وبرغم أن التعامل باللغة الأم يكون أسهل من التعامل باللغات الأخرى، إلا أن إتقان الكتابة العلمية باللغة الأم يتطلب جهدًا – من جانب الباحث – فى إتقان تلك اللغة – وهى العربية بالنسبة لنا – وممارسة الكتابة العلمية بها بأسلوب سلس رصين.

ولابد للباحث العربى من أن يكون ملمًا كذلك – إلماما جيدًا – بإحدى اللغات الأجنبية؛ ليمكنه استيعاب ما يقرأه منها. وليمكنه التعامل بها بصورة مشرفة فيما ينشره من بحوث أو يدلى به من آراء. وتعد الإنجليزية فى عصرنا الحاضر هى لغة العلم الأولى، من حيث عدد وأنواع المقالات العلمية التى تنشر بها؛ ولذا .. يتعين على الباحثين إعطاء أولوية مطلقة لإتقان الإنجليزية كلغة أجنبية أولى.

٤ – ممارسة الباحث التنقيب الدائم عن العلاقات، والظواهر، والمسببات فى كل ما يقرأه، أو يسمعه، أو يكتبه، أو يشاهده .. ويتم ذلك بالتدرب على تقليب الأمور

وتدبرها، وتنمية الفضول العلمى، وإذكاء روح المناقشة سواء على المستوى الشخصى. أم خلال اللقاءات العلمية، مع مداومة حضور تلك اللقاءات وإثرائها بإلقاء البحوث أو بالمناقشات العلمية البناءه.

٥ - التدرب على تجنب الأخطاء، والاستخدام السليم للإحصاء فى خدمة البحث العلمى .. ويمكن الرجوع إلى أنواع الأخطاء الشائعة فى موضع آخر من هذا الفصل.

ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Salmon & Hansen (١٩٦٤)، ومرسى وآخرين (١٩٦٨).

أنواع البحوث

تعرف البحوث التى تجرى من أجل البحث بأنها بحوث أساسية basic research (أو fundamental research، أو pure research)، ويعرف العلم الذى ينتج عنها بأنه علم أساسى basic science (أو pure science). ويكون الهدف من إجراء تلك البحوث هو توفير فهم أفضل للحقائق التى تجرى دراستها، واحتمال اكتشاف قواعد عامة أو نظريات جديدة وتوضيحها. وتجرى تلك البحوث دونما اعتبار لتطبيقات تلك القواعد والأسس العامة، أو حتى لمجرد أن يكون لها تطبيقات.

أما العلم التطبيقى applied science فهو يعنى بتطبيق العلم لأجل توفير حلول لمشاكل عملية، ويتم التوصل إليه من خلال بحوث تطبيقية applied research.

وعمليًا .. فإن جميع البحوث الزراعية لا يمكن اعتبارها أساسية (pure)؛ فلا تجرى فى المجال الزراعى بحوثًا من أجل البحث. وعلى الرغم من ذلك، فإن قدرًا كبيرًا من البحوث الزراعية يعد أساسيًا إذا اعتبرنا أن الهدف النهائى منها هو توفير فهمًا أفضل للحقائق التى يُبنى عليها موضوع الدراسة، والتى تكون - عادة - مبادئ عامة أو قوانين. ولذا .. فإن ذلك النوع من البحوث يعرف بأنه basic أو fundamental، ولكنه لا يوصف بأنه pure.

وبينما تكون بعض البحوث الزراعية تطبيقية صرفة، فإن الكثير منها يهتم - إلى جانب هدفه التطبيقى - بمحاولة فهم الاختلافات والتباينات القائمة والتى يكون مردها

إلى أسباب بيئية أو فسيولوجية أو وراثية؛ مما يجعلها تصنف على أنها بحوث أساسية. هذا إلى جانب وجود نوع ثالث من البحوث الزراعية ينصب الاهتمام فيه على أمور أساسية، كتلك المتعلقة بالأيض، والنمو والتطور، والكيمياء الحيوية الزراعية، والوراثة الفسيولوجية ... إلخ (عن Salmon & Hanson ١٩٦١).

طرق البحث

تتعد طرق البحث العلمى، حيث يُعرف منها الطرق التالية:

١ – الطريقة العلمية scientific method أو طريقة الاستدلال الاستقرائى inductive reasoning والاستنتاجى أو الاستدلالى deductive resoning.

٢ – الطريقة العلمية التى تُبنى على الملاحظة والاختبار empirical method.

٣ – الطريقة التجريبية التى تبنى على إجراء التجارب experimental method.

٤ – طريقة دراسات الحالة case method.

٥ – طريقة الحصر survey method.

٦ – الطريقة الإحصائية statistical method.

٧ – الطريقة التاريخية historical method.

٨ – الطريقة التخليقية أو التكوينية synthetic method.

الطريقة العلمية

يُطلق على الطريقة العلمية scientific method – أحيانًا – اسم الطريقة الباكونية Baconian method، نسبة إلى فرانسيس باكون Francis Bacon (١٥٦١–١٦٢٦ م) الذى اقترحها، بينما تُكنى الطريقة العلمية empirical method – أحيانًا – باسم طريقة التجربة والخطأ trial and error method (أو the hit-and-miss method).

هذا .. وتتداخل جميع هذه الطرق بقدر كبير إلى درجة أنه يصعب – فى كثير من الأحيان – التمييز بينها. كذلك فإن بعض تلك الطرق لا تُعد – فى جوهرها – طرقًا بحثية، وإنما تكون مجرد وسائل لتنفيذ أمور معينة تعد جزءًا من البحث. فمثلا .. تُعد الطريقتان العلمية والتجريبية، وطريقتا الحالة والحصر، والطريقة التاريخية – فى

حقيقة الأمر – طرقًا لجمع البيانات، كما تُعد الطريقة الإحصائية – أساسًا – طريقة لتفسير البيانات الكمية. هذا .. بينما تعد الطريقة العلمية (طريقة الاستدلال الاستقرائى والاستنتاجى) هى الطريقة الوحيدة التى تتضمن كل الخطوات الضرورية للوصول إلى نظريات مقبولة وقوانين عامة.

لقد استعملت الطريقة العلمية scientific method أكثر من غيرها فى مجال البحث العلمى، ولكنها ليست الطريقة "العلمية" الوحيدة كما قد يوحى بذلك اسمها؛ فجميع الطرق الأخرى "علمية" كذلك.

تتضمن الطريقة العلمية أربع خطوات رئيسية، كما يلى:

١ – جمع حقائق من خلال الملاحظة والتجربة.

٢ – وضع نظرية افتراضية لتفسير تلك الحقائق على أساس المسببات والتأثيرات.

٣ – استخلاص الاستنتاجات – المبنية على النظرية الافتراضية – والتى يمكن اختبارها؛ حيث تصبح صحيحة إذا كانت النظرية الافتراضية صحيحة.

٤ – اختبار صحة النظرية الافتراضية بإجراء مزيد من الملاحظات والتجريب.

وإذا ما تأكدت صحة الاستنتاجات المستخلصة من النظرية الافتراضية، فإنها تكون صحيحة، وإلاّ فإنها ترفض.

وتعرف عملية تكوين نظرية افتراضية باسم استقراء induction، بينما تعرف عملية استخلاص الاستنتاجات (التى يتم اختبارها) منها باسم استنتاج أو استدلال deduction.

وتبدأ الطريقة العلمية بمجموعة من الحقائق facts وتنتهى بالتوصل إلى مبدأ مقبول أو قانون؛ حيث تمر بالخطوات التالية:

١ – جمع حقائق معينة حول موضوع ما.

٢ – حس باطنى أو شعور حدسى قوى بأن شيئًا يمكن أن يتمخض عن ذلك hunches.

٣ – تخمينات guesses.

٤ – الحدس والبديهة intuition.

٥ – الاستقراء induction.

٦ – وضع نظرية افتراضية working hypothesis.

٧ – الاستدلال deduction.

٨ – التحقق الجزئى من صحة الاستدلالات بالملاحظة والتجريب.

٩ – الاستقراء induction.

١٠ – وضع نظرية افتراضية جديدة.

١١ – الاستدلال deduction.

١٢ – التحقق من صحة الاستدلال.

١٣ – وضع نظرية افتراضية جديدة أو محورة.

١٤ – الاستدلال deduction.

١٥ – التوصل إلى نظرية theory.

١٦ – التحقق من النظرية.

١٧ – التوصل إلى مبدأ مقبول accepted principle أو قانون law (عن Salmon & Hanson ١٩٦٤).

تبدأ النظرية الافتراضية بأفكار أولية تكون غالبًا غير واضحة وعامه وتدور حول أحد الحقائق المعروفة. يلى ذلك قيام الباحث بتنقية الأفكار وصياغتها بشكل محدد معتمدًا فى ذلك على ملاحظاته الابتدائية وعلى الدراسات السابقة ذات الصلة بالموضوع والتى يجب أن يقوم بحصرها وجمعها. وبعد ذلك يقوم الباحث بوضع النظرية الافتراضية التى يحدد معها الطرق البحثية التى سوف يتبعها والقياسات التى سيقوم بعملها.

وعلى الرغم من أن النظرية الافتراضية تبنى على نظرية سابقة معروفة أو على حقائق علمية يُتحصل عليها من نتائج الدراسات السابقة فى ذات الموضوع، فإن صياغة نظرية افتراضية مكتملة الشروط يتطلب أن يكون حصر الدراسات السابقة كاملاً غير منقوص؛ وهو الأمر الذى يجرى جزئيًا لأجل وضع نص ابتدائى للنظرية الافتراضية، ثم يستكمل قبل وضع النص النهائى، أو قد يتم كاملاً قبل وضع نص نهائى مباشر للنظرية الافتراضية (عن Granziano & Raulin ١٩٩٣).

تتضمن الطريقة العلمية empirical method عمل ملاحظات وإجراء تجارب دون اعتماد مسبق على أى نظريات افتراضية، ودون محاولة التأكد من صحة أى منها. فمثلا .. قد تُجرى تجربة لاختبار صحة ملاحظات معينة بشأن تفوق صنف معين أو تميز أساليب زراعية معينة يجريها المزارعين؛ فتلك هى الطريقة العملية. أما التوصل إلى إنتاج صنف محسن معين بمواصفات معينة، أو إلى معاملات زراعية متميزة. فإن ذلك يكون من خلال الطريقة العلمية.

الطريقة التجريبية

تعنى الطريقة التجريبية experimental method بإجراء التجارب، وكان روجر باكون Roger Bacon (١٢١٤-١٢٩٤ م) هو أول من اقتراحها وطبقها. ثم اتبعها بعده فرانسس باكون Francis Bacon (١٥٦١-١٦٢٦ م). وتعرف التجربة التى تحسم الأمر بين مجموعة من النظريات الافتراضية بأنها تجربة حاسمة crucial experiment.

هذا إلاّ أن التجريب والطريقة التجريبية لا تُعد شرطًا أساسيًّا للبحث العلمى؛ فهناك علوم كثيرة – مثل الجيولوجيا والفلك – لا تخضع للتجريب، كما أن دراسات كثيرة كلاسيكية كتلك التى قام بها لينيس Linnaeus، وداروِن Darwin اعتمدت – أساسًا – على الملاحظة للظواهر البيولوجية الطبيعية، وليس على التجريب.

الطريقة الإحصائية

يُعتمد فى الطريقة الإحصائية statistical method على المفاهيم الإحصائية فى تصميم تجارب وفى تفسير النتائج التى يتم التوصل إليها، وهى لا تعد طريقة بحثية شاملة، ولكنها – حقيقة – طريقة لتتبع وحصر الأخطاء العشوائية التى تظهر فى كل الملاحظات والقياسات. ويعتبر الكثيرون أن نتائج التجارب الزراعية – وخاصة الحقلية منها – التى تجرى دون اتباع للطريقة الإحصائية هى نتائج لا يعتد بها. وفى المقابل .. فإن الإحصاء يُساء – أحيانًا – استخدامها – بعمدٍ أو عن عدم دراية – فى بعض من الدراسات العلمية.

طريقة الحالة

تُعد طريقة الحالة case method من أقدم طرق البحث، وفيها تجرى دراسة تفصيلية بعناية كبيرة لحالة واحدة أو لعدد قليل من الحالات، وهى طريقة تستخدم كثيرًا فى الطب وفى بحوث الاقتصاد الزراعى، وتفيد – خاصة – عندما تقل أعدد الحالات التى يمكن دراستها، أو عندما تزيد كثيرًا تكلفة دراستها، أو عندما يصعب أو يستحيل فحص ودراسة أعداد كبيرة منها.

ويجب تفسير النتائج التى يتم التوصل إليها من طريقة الحالة بحرص حتى لا تعود إلى استنتاجات خاطئة إن كانت الحالات المدروسة غير عادية، أو غير ممثلة للواقع، أو كانت تخضع لظروف غير عادية.

طريقة الحصر

تُدرس فى طريقة الحصر survey method عديدًا من الحالات، ولكن دون تعمق فيها كما فى طريقة الحالة. وهى تسمح بتجنب الأخطاء التى قد تنشأ من الاختيار غير الموفق لحالات لا تمثل الواقع، ولكنها – فى المقابل – لا تقدم معلومات كافية عن كل حالة.

تتبع هذه الطريقة – خاصة – فى دراسات الاقتصاد الزراعى، ودراسات حصر الإصابات المرضية والحشرية، وعند إجراء تقييم مبدئى لعدد كبير من سلالات الجيرمبلازم لأى صفة كانت، كالمقاومة للأمراض أو الآفات أو تحمل الظروف البيئية القاسية ... إلخ.

الطريقة التاريخية

تتبع الطريقة التاريخية historical method – أحيانًا – فى المجال الزراعى لأجل مقارنة الطرق الحالية مع الطرق التى كانت متبعة فى الماضى، ولتسجيل أى تقدم يكون قد حدث، وهى تعتمد على ما يكون منشورًا فى هذا المجال (الـ literature) والإحصائيات ... إلخ.

وقد استخدمت تلك الطريقة فى التوصل إلى مواطن وأصول الأنواع النباتية و الحيوانات الزراعية، وتاريخ الزراعة ذاته، وهى دراسات تُسهم – إلى جانب ما تقدمه من معلومات علمية مفيدة للباحث – فى إشباع غريزة حب الاستطلاع لدى الإنسان.

ومن أكبر المعوقات التى تقف حائلاً أمام اتباع تلك الطريقة ندرة المعلومات التاريخية المتاحة وعدم مصداقية الكثير من المتاح منها.

الطريقة التخليقية أو التكوينية

تتبع الطريقة التخليقية أو التكوينية synthetic method فى الحالات التى ليس لها سابقة، حيث تحلل الظروف قدر الإمكان. وتستخدم الخلفية العلمية والمهارات التقنية فى التوصل إلى الأمر المطلوب الذى قد يكون تركيبا كيميائيًّا لمركب لم يسبق التعرف عليه من قبل. أو بناءً تنظيميًّا لمجمعات زراعية لم يسبق تكوين مثيلاً لها، أو تعميمًا لأى آله أو مُعَّدة تصلح لتحقيق هدف معين فى ظروف لم تعمل فيها آلات أو مُعِدات مماثلة من قبل ... إلخ.

هذا .. ولا يعترف بالطريقة التخليقية كطريقة بحثية فى المجال الزراعى باستثناء مجال الاقتصاد الزراعى (عن Salmon & Hanson ١٩٦٤).

المنهج العلمى فى البحث

إن من أهم مراحل المنهج العلمى فى البحث ما يلى:

١ – اختيار موضوع البحث، وهو أمر لا يستعصى على العقلية المتفتحة؛ فإن مجرد الاطلاع على الأبحاث العلمية الحديثة يمكن أن يقود الباحث إلى التفكير فى عديد من الأمور التى تكون فى حاجة إلى تفسير.

٢ – الإطلاع على جميع البحوث الهامة السابقة التى نشرت فى موضوع الدراسة.

٣ – محاولة تحديد الخطوط العريضة للمشكلة البحثية على ضوء الدراسات السابقة فى الموضوع.

٤ – وضع النظرية الافتراضية Hypothesis التى يُرغب فى دراستها، وهى تكون عبارة عن افتراض مؤقت يهدف إلى محاولة تفسير بعض الأمور، ويجرى البحث بهدف

تأكيد أو نفى تلك الفرضية. والنظرية الافتراضية المثالية هى أبسط نظرية يمكن وضعها لشرح وتوضيح العلاقة بين مجموعة من الحقائق.

٥ – إجراء الدراسة وفقًا للأصول العلمية المتعارف عليها، وبما لا يتعارض مع الحقائق العلمية المعروفة حول موضوع الدراسة، مع توخى الحيطة والحذر لتجنب كافة مصادر عدم التجانس والخطأ فى العمل التجريبى.

٦ – يأتى بعد ذلك دور تفسير النتائج والوصول إلى الاستنتاجات. وهنا يأخذ الباحث بإحدى طريقتين للتفكير المنطقى Reasoning، هما:

أ – الاستنتاج الاستقرائى Inductive Reasoning:

ويتم بموجبه التوصل إلى الاستنتاجات العامة التى تُبْنَى على حالات خاصة متقاربة يتكرر حدوثها على نمط واحد.

ب – الاستنتاج الاستدلالى Deductive Reasoning:

ويتم بموجبه تطبيق القاعدة العامة على حالات خاصة.

هذا .. وللقراءة الممتعة عن المنهج العلمى، وطرق البحث العلمى .. يراجع كل من: Beveridge (١٩٥١)، و Wilson (١٩٥٢)، و Salmon & Hanson (١٩٦٤)، ومرسى وآخرين (١٩٦٨).

النظرية الافتراضية، والنظرية، والقانون

تُعَرف النظرية الافتراضية بأنها افتراض مؤقت يهدف إلى تفسير بعض الحقائق، وهى توضع بهدف رسم خطة بحثية تؤدى – فى نهايتها – إلى قبول تلك النظرية الافتراضية أو رفضها.

وتتميز النظرية الافتراضية الجيدة بما يلى:

١ – تُفسّر، وتجمع – بالمنطق – بين مجموعة من الحقائق، وتفترض وجود علاقة بين متغيرات.

٢ – تكون قابلة للاختبار تجريبيًّا.

٣ – تكون متمشية ومتفقة مع الأسس والحقائق الثابتة فى حقل الدراسة.

٤ – تكون هى أبسط النظريات الافتراضية التى تعبر عن الحقائق.

وتُقبل النظرية الافتراضية إذا كانت نتائج الدراسات التى أجريت لاختبارها مؤيدة لها، ويزداد قبولها بتزايد وتراكم الأدلة المؤيدة لها.

وتأتى النظرية – من حيث مستوى التأكد – بين النظرية الافتراضية Hypothesis والقانون Law. والنظرية مبدأ عام وُضِعَ لتفسير حقيقة ما، أو هى نظرية افتراضية ثبتت صحتها، وطبقت على نطاق واسع. وتكون النظرية – على خلاف القانون – عرضة للتعديل بدرجات متفاوتة حسب تقدم معرفتنا بالحقائق العلمية المتصلة بها.

وكمثال لذلك .. فإن دراسات دارون على نظريته الافتراضية: "البقاء للأصلح" قادته إلى نظرية «التطور» التى مازالت معرضة للنقد والتعديل، والتى لم ترق إلى مستوى القانون؛ لأن العلم لم يأت بعد بما يؤيد هذه النظرية تأييدًا مطلقًا، أو يرفضها رفضًا مطلقًا.

وعلينا أن نتذكر – دائمًا – أنه لا يوجد فى العلم حقائق مطلقة؛ فتلك أمور يندر الوصول إليها، ولعل أقربها إلى اليقين القوانين الطبيعية؛ مثل قانون الجاذبية، وقوانين مندل، وعديد من المعادلات الفيزيائية والرياضية.

اختيار موضوع البحث

يجب قبل البدء فى أى مشروع بحثى التعرف على احتياجات المستفيدين منه؛ فإذا أجرى البحث على محصول زراعى – مثلاً – وجبت معرفة احتياجات كل من منتجى المحصول، والمستهلكين (سواء أكان الإنتاج للاستهلاك المحلى، أم للتصدير)، وكذلك احتياجات التصنيع الزراعى. كما يجب استطلاع رأى ذوى الخبرة بالمحصول؛ لأنهم يكونون على دراية بكثير من المشاكل التى تصلح كل منها لأن تكون دراسة بحثية.

يستفاد مما تقدم بيانه أن اختيار موضوع البحث يتوقف – أساسًا – على المشاكل الهامة القائمة، وليس على الرغبة الشخصية للباحث، التى تأتى – من حيث الأهمية – فى المرتبة الثانية. ولكن لا يعنى ذلك إهمال جانب الاهتمامات الشخصية للباحث؛

فيجب أن تكون المشكلة البحثية مقبولة كثيرًا لديه؛ إذ لا أمل فى إحراز أى تقدم فيها ما لم يتوفر لدى الباحث رغبة حقيقية فى دراسة المشكلة. ويجب أن نتذكر أن الأفكار الخلاقة لا تتولد فى غياب الراحة النفسية.

ومن المؤسف حقا أن نسبة كبيرة من الأبحاث التى تُجرى حاليا أصبحت تخطط على أساس الإمكانات البحثية المتاحة، وليس على أساس المشاكل الحقيقية التى تستوجب إيجاد الحلول المناسبة لها. وبعض هذه البحوث - برغم جديتها وكثرة الجهود التى تبذل فيها - تدور فى حلقة مفرغة من التكرار وغياب الهدف والغاية من إجرائها.

يجب على الفرق البحثية التى تشتغل بالجوانب التطبيقية أن تخصص نحو ٢٥٪ من إمكاناتها للدراسات الأساسية فى مجال اهتماماتها؛ ليمكنها توجيه الدراسات التطبيقية، وتفهمها، وتفسير النتائج المتحصل عليها من تلك الدراسات بصورة أفضل.

كذلك يجب أن يتضمن البرنامج البحثى بعض التجارب التى يمكن أن تعطى نتائج فى وقت قصير نسبيًا؛ فمن الصعب توفير الدعم المالى للبحوث التى تستغرق وقتًا طويلاً، دون توقع الحصول على أية نتائج قبل انقضاء فترة الدراسة.

ويتعين أن تحقق الخطة البحثية أكبر استفادة ممكنه من الإمكانات البحثية ووقت العاملين فى المشروع؛ بأن يكون هناك عمل لجميع المشاركين طوال فترة الدراسة.

وعندما يكتشف الإنسان حقلاً تجريبيًا جديدًا، فلا يجب أن يعتقد أن ذلك مملكته الخاصة، التى لا يجوز لأحد الاقتراب منها؛ بل يجب أن يعرف أنه بمجرد نشره لأول تقرير علمى عن الموضوع يكون من حق أى باحث العمل فى نفس المجال؛ للتأكد من صحة الأفكار المطروحة فيه، والنتائج المتحصل عليها، والإضافة إليها لتحقيق مزيد من التقدم، وبغير ذلك لا تتحقق الاستمرارية فى تقدم العلم.

وفى المقابل .. ليس من الأمانة العلمية تطبيق الأفكار التى يطرحها الآخرون أثناء المناقشات، وخلال الزيارات، وفى الرسائل الشخصية دون استئذانهم؛ حيث يتطلب الخلق القويم الحصول على موافقة صاحب الفكرة قبل محاولة تطبيقها فى دراسة بحثية.

ومن الخطأ ترك البحث عند أول صعوبة تواجه الباحث؛ ليبدأ فى بحث جديد قد يكون أكثر إثارة من سابقة؛ لأن البحث الجديد غالبًا ما ينتهى إلى نفس مصير البحث الأول. وفى المقابل .. يجب عدم الاستمرار فى البحث إلى ما لا نهاية أملا فى الوصول إلى نتائج مرضية؛ فيتعين أن نُحدد على وجه الدقة متى يجب التوقف عن هذه الدراسة، أو على الأقل تأجيلها إلى حين توفر إمكانات أفضل تسمح بالاقتراب من المشكلة بصورة أفضل.

ويجب على الباحث المحافظة على رغبته فى إجراء الدراسة؛ بحيث تسيطر المشكلة التى يدرسها على تفكيره حتى فى غير أوقات العمل الرسمية. وإذا طرأت فكرة جديدة على ذهن الباحث يجب عليه كتابتها فى الحال وبالتفصيل؛ فقد يحتاج إليها مستقبلاً، وخاصة أن هذه الأفكار غالبًا ما تخفى بنفس السرعة التى تطرأ بها على الذهن (عن Wilson ١٩٥٢، و Salmon & Hanson ١٩٦٤، و Thompson ١٩٦٥).

الاطلاع على الدراسات السابقة

يتعين على الباحث – الذى يرغب فى بدء مشروع بحثى فى مجال جديد بالنسبة له – أن يقوم بالاطلاع على الدراسات السابقة التى أجريت فى نفس المجال، والتى تعد أساسًا للموضوع البحثى المقترح، وبغير ذلك تكون محاولات الباحث ضربًا من التخبط الذى يقوده حتمًا إلى تكرار ما سبق أن توصل إليه آخرون، مع احتمال تعرضه لنفس الأخطاء التى تعرضوا لها من قبل، دون أن تتاح له الفرصة لإضافة أو ابتكار أى جديد فى هذا المجال.

بداية .. يتعين على الباحث القراءة العامة عن موضوع الدراسة فى الكتب، أو فى فصول الكتب التى تتناولها، مع التركيز على الحديث منها. وتكون تلك القراءة بمثابة القاعدة الأساسية لفهم الموضوع، والتى ينطلق منها الباحث إلى الدراسات الأكثر تعمقا.

وتكون الخطوة التالية هى البحث عن مقالات استعراض الدراسات السابقة (مقالات المراجعات) Review Papers المهتمة بالموضوع، وقراءتها قراءة متأنية؛ للإلمام بدقائق الموضوع، وتحديد بعض مراجعة الأساسية.

ويلى ذلك الحصول على مستخلصات البحوث المنشورة فى مجال الدراسة والمجالات المرتبطة بها بإحدى وسيلتين كما يلى:

١ – عن طريق شبكات المعلومات المتاحة بالإنترنت، والتى قد توفرها المكتبات العلمية، وهى طريقة سهلة وسريعة، ويتوقف نجاحها فى توفير البحوث المطلوبة على الاختيار السليم للكلمات المفتاحية التى يجرى البحث فى شبكة المعلومات على أساسها. توفر غالبية شبكات المعلومات مستخلصات البحوث دون مقابل مادى، ولكن الحصول على البحوث الكاملة يتطلب – فى معظم الشبكات – أن يكون مُستعمِل الشبكة مشتركًا فيها.

٢ – وأما الوسيلة الأخرى لمراجعة الدراسات السابقة فهى البحث الشخصى فى دوريات مستخلصات البحوث Abstracting Periodicals الوثيقة الصلة بالموضوع. ومن أهم مزايا تلك الطريقة أن الباحث يطّلع بنفسه على جميع جوانب الموضوع، وربما تعرف على جوانب جديدة كانت خافية عليه. يجب أن يبدأ البحث من آخر عدد، مع العودة إلى السنوات السابقة، إلى أن يطمئن الباحث إلى تغطيته للموضوع بشكل مرض، أو إلى أن يصل إلى سنة يكون ما سبقها من بحوث منشورة قد غُطّى بشكل جيد فى أحد الكتب الخاصة بالموضوع.

ولكى يكون البحث فى دوريات مستخلصات البحوث مجديًا يتعين مراعاة ما يلى:

أ – تحديد المعلومات التى يُرغب فى تجميعها ... ويتم ذلك من خلال عمل مخطط تمهيدى للموضوع. وكثيرًا ما يتطلب الأمر تجميع معلومات عن تأثير معاملات مماثلة لمعاملات الدراسة على محاصيل أخرى قريبة من المحصول الذى يُراد دراسته، إن لم تكن قد أجريت على المحصول المطلوب دراسات كافية.

ب – إعداد مجموعة من الكلمات المفتاحية التى يتم البحث تحتها فى فهارس الموضوعات بدوريات المستخلصات.

جـ – يجب الاحتفاظ بقائمة الكلمات المفتاحية التى يتم البحث تحتها، مع تسجيل مجلدات وأعداد الدوريات التى تكتمل مراجعتها.

د – يبدأ البحث فى دوريات المستخلصات – كما أسلفنا – بأحدث الأعداد، ثم

التالية لها فى القِدَم ... وهكذا. ويقوم الباحث أثناء ذلك بعمل نسخ تصويرية من جميع الصفحات التى تحتوى على مستخلصات مطلوبة، مع نقل اسم الدورية، ورقم المجلد، وسنة نشره، إن لم تتوفر هذه البيانات فى الصفحات التى يتم تصويرها.

ومع توفر دوريات المستخلصات – ذاتها – على الشبكة العالمية العنكبوتية (الإنترنت)، أصبح من الممكن – عن طريق الجهات البحثية المشتركة فى خدمات تلك الدوريات – الحصول على المستخلصات المطلوبة بيسر وسهوله.

تكون الخطوة التالية بعد الحصول على مستخلصات الدراسات السابقة (سواء أحُصل عليها من خلال شبكات المعلومات، أم عن طريق دوريات المستخلصات) الرجوع إلى البحوث الأصلية لتلك المستخلصات فى المجلات العلمية التى نُشرت فيها. وتعد هذه الخطوة هامة وضرورية؛ لأن المستخلصات لا تحتوى على كل ما يتعين على الباحث معرفته عن تلك البحوث، التى تحتوى دائمًا على معلومات هامة لا تتوفر فى المستخلصات.

ينبغى أن تشمل هذه الخطوة جميع المستخلصات التى جمعها الباحث. وإن تعذر ذلك فليس أقل من أن تشمل جميع البحوث الهامة التى تبنى عليها الدراسة المقترحة.

ويجب أن تتضمن هذه الخطوة – كذلك – مراجعة الأعداد الأخيرة من أهم المجلات العلمية – التى يمكن أن تتناول موضوع الدراسة – للتعرف على البحوث الهامة الحديثة التى لم تظهر بعد فى دوريات المستخلصات.

ومع استعراض هذه البحوث فى مصادرها الأصلية يتعين على الباحث إلقاء نظرة على قائمة مراجع كل بحث منها؛ لتحديد البحوث الهامة التى سقطت من الحصر لأى سبب كان، والرجوع إليها فى مصادرها الأصلية كذلك.

ونظرًا لأن الباحث ربما لا يجد فى المكتبات المتاحة له بعض الدوريات العلمية أو الأعداد المطلوبة منها .. فمن المناسب – فى حالات كهذه – طلب البحوث الأصلية من مؤلفيها برسائل شخصية (ورقية عادية أو إليكترونية وهى الأكثر استخدامًا فى الوقت الحاضر). أو باستعمال (كارت) بريدى – يقوم بإعداده لهذا الغرض – ويعرف بـ "كارت طلب مستنسخات البحوث".

ومع انتهاء هذا الحصر يكون الباحث قد تعرف على أهم الدوريات التى تنشر بحوثًا فى موضوع الدراسة المقترح، والجهات التى تجرى فيها هذه الدراسات، وأهم الباحثين المشتغلين بها. وبعد ذلك يمكن أن تبدأ الاتصالات الشخصية مع المهتمين بهذا الوضوع، للاستفسار عن بعض الأمور، أو لمناقشة أحدث الاتجاهات.

وتفيد مراجعة الفصل الخامس: "صور النشر العلمى" فى كيفية حصر الدراسات السابقة والإطلاع عليها بصورة كاملة.

نظم تصنيف رصيد المكتبات

إن الإطلاع على الدراسات السابقة يتطلب من الباحث قضاء جانب كبير من وقته فى المكتبات، مع التنقل فيما بينها لمطالعة الكتب والدوريات التى يرغب فى قراءتها، والتى ربما لا تتوفر جميعا فى مكتبة واحدة، ولذا .. يتعين على الباحث الإلمام بنظم تصنيف مقتنيات أو رصيد المكتبات Library Holdings، ليتمكن من العثور على مختلف المراجع التى يريدها بأقل جهد ممكن.

وبرغم تباين المكتبات فى نظم تصنيف مقتنياتها، إلا أنه يوجد نظامان رئيسيان، نوجزهما فيما يلى (عن مبارك ١٩٩٢):

١ - نظام ديوى العشرى Dewey Decimal System:

تُقسم المقتنيات فى هذا النظام تحت عشرة أقسام divisions رئيسية، تأخذ أرقامًا تتراوح بين 000 و 999 على النحو التالى:

رقم التصنيف	الموضوع
000-099	أعمال هامة general works
100-199	فلسفة philosophy
200-299	دين religion
300-399	اجتماع sociology
400-499	لغات philology
500-599	علوم أساسية pure science

رقم التصنيف	الموضوع
600-699	تكنولوجيا (فنون مفيدة) technology (useful arts)
700-799	فنون رفيعة fine arts
800-899	آداب literature
900-999	تاريخ history

وتبعا لتصنيف ديوى العشرى فإن التقسيم يستمر داخل كل قسم رئيسى إلى عشرة أجزاء sections تأخذ أرقامًا من 0 إلى 9، ثم يقسم كل جزء إلى عشرة تحت أجزاء تأخذ أرقامًا من 0.1 إلى 0.9، وهكذا .. يستمر التقسيم الداخلى بنظام عشرى إلى تقسيمات أصغر تأخذ أرقاما من 0.01 إلى 0.09، ثم من 0.001 إلى 0.009.

فعلى سبيل المثال .. نجد فى هذا النظام أن الفيزياء والكيمياء تقعان ضمن القسم الرئيسى الخاص بالعلوم الأساسية، حيث تأخذ الفيزياء الأرقام من 530 إلى 539. وتأخذ الكيمياء الأرقام من 540 إلى 549. هذا بينما تقع الزراعة والهندسة ضمن القسم الرئيسى الخاص بالتكنولوجيا (الفنون المفيدة)؛ حيث تأخذ الزراعة الأرقام من 630 إلى 639، وتأخذ الهندسة الأرقام من 660 إلى 669.

٢ – نظام مكتبة الكونجرس Library of Congress System:

تقسم المقتنيات فى هذا النظام إلى عشرين قسمًا، يُرمز لكل منها بحرف أبجدى رومانى كبير capital، كما فى الأمثلة التالية:

الموضوع	الرمز
الأعمال العامة	A
الفلسفة	B
التاريخ	C
العلوم الاجتماعية	H
القانون	K
التعليم	L
الفنون الرفيعة	N
اللغات	P

الموضوع	الرمز
العلوم	Q
الزراعة	S
التكنولوجى	T

وتبعا لتصنيف مكتبة الكونجرس فإن التقسيم يستمر داخل كل قسم رئيسى إلى عدد من تحت الأقسام الأخرى، بإضافة حرف أبجدى كبير آخر إلى الحرف الدالّ على القسم؛ فمثلا .. تأخذ العلوم – كما أسلفنا – الرمز Q، وتندرج تحتها عدة علوم، منها الرياضيات التى تأخذ الرمز QA، والفيزياء التى تأخذ الرمز QC، والكيمياء التى تأخذ الرمز QD ... وهكذا. وتجدر الإشارة فى هذا المقام إلى أن الرموز الأبجدية المستخدمة فى هذا النظام لا ترتبط بهجاء أسماء الأقسام أو تحت الأقسام التى تمثلها، وأن الحرف الأول – كرمز للقسم – لا يرتبط بالحرف الثانى كرمز لتحت القسم.

ويستمر التقسيم الداخلى فى هذا النظام بعد ذلك باستخدام الأرقام، ثم بالجمع بين الحروف والأرقام مرة أخرى؛ فمثلا .. نجد تحت الكيمياء QD أن الكيمياء العضوية تأخذ الرموز من QD 241 إلى QD 444، وأن الكيمياء الفيزيائية تأخذ الأرقام من QD 453 إلى QD 655 ... وهكذا. أما الكيمياء التكنولوجية فإنها تقع تحت التكنولوجى T، وتأخذ الرمز TP، وتندرج تحتها الهندسة الكيميائية التى تأخذ الرمز TP 156، وتتبعها موضوعات مختلفة؛ منها التقطير الذى يأخذ الرمز TP 156 A3، والاستخلاص الذى يأخذ الرمز TP 156 E5 ... وهكذا.

ويتميز هذا النظام بمرونته وقابليته لاستيعاب أعداد كبيرة متزايدة من الحقول العلمية والأدبية الأكثر تخصصا.

إعداد مشاريع البحوث لطلب الدعم المالى

يجب الاهتمام بإعداد مشاريع البحوث Research Proposals التى تقدم إلى الجهات المعنية بتمويل البحوث، بهدف طلب الدعم المالى لها.

مكونات المشروع البحثى

يتكون المشروع من الأجزاء الآتية:

١ -- الصفحة الأولى Cover Page، وتتضمن المعلومات التالية:

- عنوان المشروع البحثى.
- اسم وعنوان الجهة المتقدم لها بالمشروع لطلب الدعم المالى.
- اسم وعنوان الجهة التى يعمل بها المتقدم بالمشروع البحثى، وعنوان بريده الإلكترونى.
- اسم ووظيفة المتقدم، ورقم تليفون العمل والمنزل والمحمول، ورقم الفاكس. وتوقيعه.
- تاريخ تقديم الطلب.
- تاريخ البداية المتوقعة للبحث.
- المدة المطلوبة لاستمرار الدعم المالى.
- أسماء الجهات الأخرى التى تقدم لها صاحب المشروع بطلب مماثل إن وجدت.
- مبلغ الدعم الكلى المطلوب.

٢ – الملخص:

يجب أن يكون الملخص دقيقًا وواضحًا، ولا يزيد على ٢٠٠ كلمة.

٣ – المقدمة:

تتضمن المقدمة الهدف من البحث، وأهميته، ومدى النقص فى المعلومات المتوفرة عن هذا الموضوع.

٤ – البحث المقترح:

يتضمن هذا الجزء: أغراض البحث، وبيانًا بالدراسات السابقة فى نفس المجال، واستعراض لعلاقة الموضوع البحثى المقترح بالدراسات المنشورة، وتفاصيل الدراسات المقترحة، مع بيان الطرق العلمية المقترح استخدامها. ويكفى فى هذا الشأن مجرد ذكر أسماء هذه الطرق إن كانت معروفة، بينما يلزم ذكر تفاصيلها إن كانت جديدة.

٥ – الباحثون المشاركون فى الدراسة:

يوضح أسماء جميع الباحثين المشاركين فى الدراسة – بما فى ذلك الباحث الرئيسى المتقدم بالمشروع – وكذلك توضح وظائفهم، وجهات عملهم، وخبراتهم. ويرفق بذلك قائمة بالبحوث المنشورة – لكل منهم – والتى تكون وثيقة الصلة بالموضوع البحثى المقترح.

٦ – الإمكانات المتاحة:

توضح الإمكانات المتاحة لإجراء الدراسة؛ من مختبرات، وبيوت محمية (صوبات)، وحقول بحثية ... إلخ.

٧ – الميزانية:

يجب أن تتضمن الميزانية البنود التالية:

- أسماء الباحثين المشاركين فى الدراسة، ومرتباتهم السنوية، والنسبة المخصصة للبحوث من وقتهم.
- الأجور المطلوبة لكل العاملين فى الدراسة، مع بيان وظائفهم.
- التكاليف غير المباشرة.
- التجهيزات العامة، وإيجار المبانى، واستهلاك الكهرباء ... إلخ.
- تكاليف الإنشاءات المقترحة إن وجدت.
- تكاليف السفر الداخلى والخارجى.
- تكاليف نشر البحوث.
- مكافآت المستشارين.

الأمور التى تجب مراعاتها عند إعداد المشروع البحثى

تجب مراعاة الأمور التالية عند إعداد مشاريع البحوث:

١ – كتابة المشروع على النموذج الخاص بذلك، إن كانت للجهة المتقدم إليها نماذج خاصة لهذا الغرض.

٢ – أن تكون الكتابة على مسافتين بين السطور، ومختصرة قدر المستطاع.

٣ – أن يكون المشروع البحثى المقترح جديدًا، وأصيلاً، وسليمًا من الناحية العلمية.

٤ – تُوضَّح النظرية الافتراضية Hypothesis التى يبنى عليها المشروع البحثى المقترح فى مقدمة المشروع، مع ربطها بالأبحاث الحديثة المنشورة فى هذا المجال.

٥ – مراعاة الدقة التامة فى سرد الدراسات السابقة؛ لأن الخطأ فيها يؤدى غالبا إلى رفض الطلب.

٦ – يجب تجنب كتابة عبارات توحى بعدم إلمام المتقدم بالمشروع بموضوع الدراسة، مثل: «إذا ما قبل هذا المشروع وبدأ دعمه ماديا فسوف يجرى حصر شامل للدراسات السابقة»، بل يتعين بذل الجهد فى هذا الحصر قبل التقدم بمشروع البحث.

٧ – يجب أن يكون موضوع البحث ضمن تخصص الباحث الرئيسى المتقدم بالمشروع؛ كما هو مثبت فى سيرته الذاتية.

٨ – يجب أن تبين لمقيم المشروع أمرين وتركز عليهما؛ وهما: ما تنوى عمله بدقة، وأنك قادر فعلاً على القيام بهذا العمل.

هذا .. ويفضل الباحث الرئيسى – الذى يشترك فى الدراسة – عن الشخص الذى يشرف على مجموعة من طلبة الدراسات العليا والفنيين. ولا يجب أن يبالغ المتقدم فى مسئولياته ومشاغله، لأن هذه النقطة تحسب عليه.

٩ – يجب أن تكون الميزانية واضحة تمامًا ومفصلة بطريقة تسمح بمراجعتها.

١٠ – يجب أن تكون طلبات الأجهزة واقعية وهامة بالنسبة للبحث المقترح. كما يجب أن تكون للبنود الكبيرة بالميزانية أهمية خاصة؛ بحيث لا يمكن الاستغناء عنها. وتذكر أن من السهولة الكشف عن محاولات تجهيز أى مختبر – من خلال التقدم بمشاريع البحوث – بزيارة واحدة للموقع.

١١ – الاستفادة من وقت الفنيين المشاركين فى الدراسة بأكبر قدر ممكن. مع تخصيص الأعمال – التى يمكن أن يقوم بها أفراد على درجات مختلفة من الخبرة والكفاءة – لأقلهم راتبًا.

١٢ – أن يؤخذ فى الحسبان إمكان تصميم جهاز معين بدلاً من شرائه، مع الفارق فى الدقة والتكلفة وإمكانات الجهازين فى تحقيق الغرض المطلوب (عن Maxie ١٩٧١).

تنظيم العمل البحثى الجماعى

نظرًا لتشعب المعرفة وكثرة الجوانب العلمية التى ينبغى الإلمام بها فى البحث الواحد؛ لذا .. فإنه نادرًا ما تكون البحوث فردية – أى تجرى بمعرفة باحث واحد – فى عصرنا الحاضر. ويستثنى من ذلك البحوث التى تعالج مشكلة واحدة فى معزل عن بقية جوانب الموضوع؛ حيث يُركّز الباحث على تلك المشكلة دون النظر إلى ما يرتبط بها من أمور، وقد يتناول الأمور التى تتصل بها فى تجارب لاحقة، ولكن وقته لا يسمح بدراستها جميعا فى آن واحد.

والاتجاه السائد حاليا هو إجراء الدراسات العلمية ضمن مشاريع بحثية على مستويات مختلفة؛ من حيث أهدافها، وميزانياتها، وعدد الباحثين المشاركين فيها، وعدد التجارب أو الدراسات التى تتضمنها. ويكون تنظيم العمل فى هذه المشاريع فى إطار فرق بحثية، لكل منها باحث رئيسى وباحثون مشاركون. وقد يتضمن المشروع الواحد عدة فرق بحثية، ويرأسه أحد المتخصصين البارزين فى مجال الموضوع؛ وبذا .. يضم المشروع عددًا كبيرًا من الباحثين فى إطار عمل جماعى Team Work منظم.

ولا يعنى بالعمل الجماعى مجرد تقسيم المشروع البحثى العام إلى أجزاء صغيرة يعمل فيها كل باحث بمفرده، ولكن العمل الجماعى هو المشاركة الحقيقية فى الأفكار وفى العمل ذاته. ويكون الأفراد – عادة – أكثر سعادة حينما يعملون معًا. وإجراء كثير من الأعمال بفردين أسهل من إجرائها بفرد واحد. وفى العمل الجماعى تقل كثيرًا – أو تنعدم – فرصة التحيز الشخصى عند تسجيل النتائج.

وفى المقابل .. يعيب العمل الجماعى عدم الاستغلال الأمثل لوقت الباحث؛ ففى كثير من الأحيان يكون باحث واحد فقط هو المنشغل بالعمل، بينما يكون الآخرون فى انتظاره، أو مراقبين له، وقد يعطلونه. ومن الضرورى أن ينمى كل فرد فى نفسه القدرة على أن يكون مفيدًا فى مثل هذه الظروف.

كذلك لا يكون التعاون مفيدًا كثيرًا حينما تتشابه - تماما - تخصصات العاملين معًا. والأفضل أن تختلف تخصصات المتعاونين حسب متطلبات موضوع الدراسة. لكى يدلى كل منهم بدلوه - حسب تخصصه - فى شتى مراحل العمل البحثى؛ بداية من مرحلة التخطيط له، إلى وقت كتابته وإعداده للنشر. ومع ذلك .. يفيد كثيرًا وجود بعض التداخل Overlaping فى اهتمامات المتعاونين، بحيث يمكن أن يفهم كل منهم ما يقوم به الآخرون.

وفى بعض الأحيان لا يوجد توافق بين المشتغلين معًا، ويلزم فى حالات كهذه الافتراق؛ لأن التفاهم التام مهم للغاية فى مجال البحث العلمى.

ويجب على كل فرد فى الفريق البحثى أن يعى مسئولياته، وأن يكون ملمًا بما يقوم به الآخرون. ويتطلب ذلك تحديد المسئوليات - تفصيليًا - منذ البداية، مع تحديد من يتولى رئاسة وتوجيه العمل البحثى، ومن يتولى كتابة البحث وإعداده للنشر، والاتفاق على ترتيب الأسماء عند النشر، وأسماء من يجب توجيه الشكر إليهم.

ويجب على رئيس الفريق ألاّ يتجاهل المتعاونين معه من باحثين وفنيين. وألا يعتبرهم مجرد أشخاص يعملون عنده؛ وإلاّ فإنه لن يجد بعد فترة - طالت أم قصرت - الكثيرين ممن يمكنهم التعاون معه (عن Wilson ١٩٥٢ بتصرف).

أسئلة تلزم الإجابة عنها قبل الشروع فى إجراء البحث

قبل أن يشرع الباحث فى إجراء دراسته عليه أن يسأل نفسه الأسئلة التالية:

١ - هل أعرف حقًا ما أنوى فعله؟ .. هل وضعت مخططًا للدراسة التى أرغب فى القيام بها؟، وهل يمكن للدراسة المقترحة مواجهة كل النقد الذى يمكن أن تُحدثه، وهل الطرق الإحصائية المقترحة سليمة؟.

٢ - هل تتماشى التجارب المقترحة مع القيم الأخلاقية القياسية؟، فمثلا .. إذا كانت الدراسة تجرى على بشر أو حيوانات، فهل تطبق عليهم المقاييس المقبولة؟ وهل يمكن أن تؤثر الدراسة سلبيًا على البيئة أو على مكان (حقل) الدراسة ذاته؟.

٣ – ما هى الاعتبارات العملية أو القانونية التى يجب أخذها فى الحسبان؟ .. فهل يؤدى نشر نتائج الدراسة إلى إفشاء أى أسرار ممنوعة من النشر؟ وهل يمكن أن يؤدى النشر إلى إضاعة أى فرصة مستقبلية تتعلق بحقوق الملكية الفكرية؟.

٤ – كيف سأقوم بتسجيل النتائج أثناء تقدم الدراسة؟ .. فكيف سأسجل قراءاتى؟، وكيف سأسجل ما أقوم بعمله؟، وكيف أتأكد من أن ما أقوم بتسجيله كامل؟، وكيف أتأكد من إمكانية رجوعى – أو الآخرين – إلى تلك التسجيلات عند الحاجة إليها؟ (عن Matthews وآخرين ٢٠٠٠).

قواعد العمل التجريبى

نناقش تحت هذا العنوان الأمور التى ينبغى للباحث أن يوليها جل اهتمامه قبل القيام بالعمل التجريبى ذاته وفى أثنائه، وهى أمور تُكتسب بالخبرة الشخصية، وتفيد معرفتها فى تجنب الوقوع فى الأخطاء، وتجنب الوصول إلى استنتاجات خاطئة. ومن أهم هذه القواعد ما يلى:

١ – التدرب على جميع الطرق الحقلية والمختبرية – المزمع اتباعها – قبل استخدامها فى الدراسة ذاتها.

٢ – اتباع الطرق العادية فى الإنتاج، أو ممارستها بصورة أفضل؛ بتجنب اتباع ممارسات زراعية خاطئة، إلا إذا كانت تلك الممارسات هى معاملة المقارنة.

٣ – تجنب كل مظاهر عدم التجانس إلى أكبر قدر ممكن فى كل من مادة الدراسة ذاتها، وفى الوسط الذى تجرى فيه الدراسة.

٤ – يرتبط بالعامل السابق تجنب تأثير كافة العوامل الخارجية، سواء أكانت بيئية، أم بيولوجية، أم ميكانيكية، مع تماثل جميع عمليات الخدمة الزراعية.

٥ – فى حالة قيام عدة أفراد بعملية واحدة، أو قيام عدة باحثين بإجراء قياس واحد .. يتم توزيعهم على المكررات المختلفة. كذلك إذا لم يتسع الوقت لإجراء الزراعة، أو لتسجيل أحد القياسات فى يوم واحد .. يتم توزيع المكررات الكاملة على أيام مختلفة.

ومع ذلك .. ينبغى اتخاذ كافة الاحتياطات الممكنة لزراعة كل التجربة فى يوم واحد، وتسجيل مختلف القياسات فى أقصر فترة ممكنة؛ لتجنب عدم التجانس الذى قد يترتب على عدم الالتزام بذلك.

هذا .. ويعد موعد الزراعة هو الوقت الذى تتوفر فيه بالتربة الرطوبة الأرضية المناسبة للإنبات.

٦ – تسجيل جميع الملاحظات التى تلفت انتباه الباحث أثناء قيامه بعمله، سواء أكانت خاصة بمادة الدراسة (النباتات أو الحيوانات الزراعية)، أم بالعوامل البيئية، لما قد يكون لها من أهمية كبيرة عندما يأتى وقت تفسير النتائج التى تم التوصل إليها.

٧ – ضرورة أخذ العينات بطريقة سليمة غير متحيزة، وتسجيل النتائج بطريقة سليمة، مع تفهم الباحث للجهاز الذى يستخدمه، وتفهمه للطرق الفنية التى يتبعها وإدراك حدودها.

٨ – يكون تسجيل النتائج فى دفتر وليس فى أوراق سائبة؛ لتجنب فقد بعضها. ويفضل الاحتفاظ بنسختين من النتائج.

٩ – ضرورة إجراء التجارب الحقلية – وجميع التجارب الأخرى التى تتعرض لبعض التباين فى واحد أو أكثر من العوامل البيئية – مرتين على الأقل، لتمثيل التغيرات المحتملة فى الظروف البيئية التى تتعرض لها منطقة الدراسة.

١٠ – يتعين تلخيص النتائج المتحصل عليها بعد كل مرة تجرى فيها التجربة.

أهمية التجانس فى العمل التجريبى

يؤدى عدم تجانس الوسط الذى تجرى فيه التجارب إلى زيادة الخطأ التجريبى؛ الأمر الذى يعنى نقص أو تلاشى احتمالات ظهور أية اختلافات معنوية بين المعاملات التجريبية.

ولكل نوعية من الدراسات مصادر عدم التجانس التى يمكن أن تتعرض لها، والتى ينبغى أن يكون الباحث منتبهًا إليها. فمثلاً .. نجد فى الدراسات الحقلية أن أرض

التجربة ذاتها يمكن أن تشكل مصدرًا كبيرًا للاختلافات، حيث تزداد الاختلافات فى الحالات التالية:

١ – فى الأراضى التى تكثر بها الارتفاعات والانخفاضات، والتى تزيد فيها حدة الانحدارات.

٢ – فى الأراضى التى توجد فيها طبقات رملية أو حصوية تحت سطح التربة.

٣ – فى الحقول التى يوجد فيها أكثر من نوع واحد من الأراضى.

٤ – فى الحقول التى لا يكون نمو النباتات فيها متجانسًا، والأراضى الحديثة الاستصلاح.

٥ – فى الحقول التى لم تُعْطَ خدمة زراعية متجانسة فى الزراعة السابقة.

٦ – فى الحقول التى سبقت زراعتها بتجارب أخرى فى الموسم السابق، وخاصة إذا اشتملت تلك التجارب على معاملات يمكن أن يكون لها تأثير متبق فى التربة؛ مثل معاملات التسميد، ومبيدات الأعشاب.

٧ – فى المواقع القريبة من الأشجار.

٨ – فى الحقول التى تغطى بعض أجزائها بنواتج الحفر أو التسوية.

أهمية الدقة فى اختيار مستويات المعاملات التجريبية

يلزم إدخال مستويات مختلفة من العامل أو العوامل التى يُراد دراسة تأثيرها، يكون بعضها أقل من الحد المناسب، وبعضها الآخر أعلى منه؛ ليمكن التوصل إلى أفضل مستوى. وبدون ذلك قد تصبح إصابة الهدف غير ممكنة؛ فمثلا .. لا يمكن القول إن أعلى معاملة تسميد هى أفضل معاملة لمجرد أنها أعطت أعلى محصول؛ لأن المعدلات الأعلى قد تنتج محصولا أعلى. ولا يمكن معرفة صحة ذلك إلا باختبار تأثير تلك المستويات.

تعرف عملية إدخال مستويات غير عملية – بعضها أدنى من الحد المعقول، وبعضها أعلى من الحد المعقول – بـ "عملية الحصر"؛ لأنها تؤدى إلى حصر المستوى الأمثل من العامل التجريبى فى نطاق معين.

وبعد التأكد من عدم جدوى مستويات المعاملة التجريبية بعد حدود معينة – بالنقص أو بالزيادة – يتعين التركيز على النطاق المناسب فى الموسم أو المواسم التالية؛ حيث يتم تضيق الفجوة بين المستويات المختلفة من العامل أو العوامل التى يُراد دراستها.

فمثلا .. يمكن فى تجارب مواعيد الزراعة أن نبدأ بالزراعة شهريا، وبعد حصر الموعد المناسب فى مجال معين، يمكن تجربة الزراعة أسبوعيا أو كل عشرة أيام، وهكذا .. فى مختلف المعاملات الأخرى.

أهمية الدقة فى القياس

تتوقف الدقة فى القياس على إمكانية التحكم فى متغيرات التجربة، وعلى مدى دقة الأجهزة المستخدمة فى القياس. وكلما ازدادت الدقة ازدادت تكلفة البحث؛ ولذا .. يجب عدم زيادة الدقة عما هو ضرورى لتحقيق هدف الدراسة. ولكن إن لم تقابل زيادة دقة القياس إلا زيادة طفيفة فى التكاليف، فلا ضرر من زيادتها.

وتؤدى زيادة دقة القياس – أحيانًا – إلى اكتشاف حقائق جديدة لم تكن معروفة، وخاصة فى الدراسات التى تهتم بالكشف عن جوانب أساسية معينة لموضوع الدراسة.

وتختلف البحوث الزراعية فى مدى دقة القياس المطلوبة لكل منها. ومن المهم أن تكون الدقة بالمستوى الذى يحقق الاطمئنان للباحث، علمًا بأن الدقة أمر تقريبى فى العلوم التجريبية، ولا تكون الدقة التامة ممكنة أو مطلوبة إلا فى العلوم التحليلية؛ مثل الرياضة، والمنطق.

هذا .. ولا يمكن إجراء التحاليل الإحصائية إلا إذا كان تسجيل البيانات فى صورة كمية. أما إذا استخدم مقياس وصفى فإنه يلزم ترقيم درجات المقياس، مع مراعاة توزيع درجات المقياس توزيعًا طبيعيًّا ما أمكن؛ وذلك بأن تكون الدرجة الوسطى ممثلة للفئة الغالبة، بينما تكون الأرقام الصغيرة والكبيرة ممثلة للفئات القليلة. ولتجنب تأثير العامل الشخصى فى مثل هذه المقاييس يتعين تسجيل كل فئة من فئات المقياس بالرسم أو بالصورة، مع قيام أكثر من شخص – كل على انفراد – بتسجيل النتائج بنفسه، ثم حساب المتوسطات.

أهمية النظام فى تسجيل النتائج

يتعين أن يكون تسجيل النتائج بنظام خاص يتم تحديده سلفًا؛ توفيرًا للجهد، وتجنبًا لاحتمالات فقدها. فمن الضرورى أن يكون تسجيل النتائج فى دفتر خاص، يفضل أن يكون بحجم A4 (٢١ × ٢٩,٥ سم)، وبغلاف سميك، وذا صفحات مرقمة. ويستثنى من ذلك القياسات الروتينية التى قد تتطلب طبع نماذج خاصة لها، ولكن يلزم الاحتفاظ بها فى ملف خاص بها وليس كأوراق منفصلة؛ تجنبًا لاحتمالات فقدها. يوضع اسم الباحث على الدفتر، وتترك الصفحات العشر الأولى لكتابة محتوياته؛ توفيرًا للوقت عند محاولة الاطلاع على نتائج إحدى التجارب فيما بعد.

تُسجَّل النتائج – بمجرد إجراء القياسات – فى الدفتر المخصص لذلك. ولا يجب أبدًا الاعتماد على الذاكرة، أو الاستعانة بقصاصات من الورق لكتابة النتائج؛ ويعنى ذلك ضرورة وجود دفتر تسجيل النتائج مع الباحث دائمًا فى مكان عمله.

يكون تسجيل النتائج بالقلم الرصاص لبقاء الكتابة بالرصاص واضحة فى حالة تعرض صفحات الدفتر للرطوبة الحرة، سواء أكان ذلك فى الحقل، أم فى المختبر. ويستثنى من ذلك الحالات التى يكون من المنتظر فيها تسجيل براءات اختراع Patents؛ حيث يتعين فى هذه الحالة تسجيل النتائج بالحبر، أو بالقلم الجاف، مع وجود شاهد أثناء عملية تسجيل النتائج، على أن يكون من بين القادرين على فهم موضوع الدراسة. دون أن يكون مشاركًا فيها أو منافسًا لها.

يُكتب تاريخ النتائج فى كل مرة تجمع فيها النتائج، حتى لو كانت ملاحظات عابرة. وفى حالة قيام أكثر من شخص واحد بتسجيل النتائج فى نفس الدفتر – وهو أمر غير مفضل – يجب أن يوقع كل منهم باسمه أو بالأحرف الأولى من اسمه إلى جانب النتائج التى قام بتسجيلها.

يجب أن يكون تسجيل النتائج بطريقة مبسطة، وواضحة، ومنظمة؛ بحيث يمكن استيعابها بسهولة عند الرغبة فى الاطلاع عليها فيما بعد، أو عند قيام أى فرد آخر بإكمال الدراسة مستقبلاً، وخاصة فى حالة الدراسات الطويلة الأجل، مثل الدورات

الزراعية. ومن الضرورى توضيح الهدف من كل تجربة فى بدايتها، وعمل ملخص بنتائجها فى نهايتها.

يتم تسجيل كل شئ يُلاحظ حتى وإن لم يكن سببه مفهوما للباحث آنذاك. ويكتب إلى جانب النتائج غير العادية – أو الشاذة – ما يؤكد صحتها، وأسباب حدوثها إن كانت تلك الأسباب معروفة للباحث، أو الأسباب المحتملة لحدوثها من واقع الظروف المحيطة بالدراسة؛ فذلك يفيد كثيرًا فى تفسير النتائج عند إعداد الدراسة للنشر. ويفيد كذلك تسجيل أية انحرافات قد تحدث فى الظروف البيئية – فى التجارب الحقلية – خلال فترة الدراسة.

ويكون تسجيل النتائج فى صفحة واحدة من الدفتر، مع ترك الصفحة المقابلة لما قد يطرأ على ذهن الباحث من أفكار فيما بعد، كما قد تلخص فيها النتائج.

ومن الضرورى تسجيل نتائج جميع التجارب، حتى وإن لم تكن نتائج إيجابية؛ لأنها تمثل قيمة لجهد بذُل فيها؛ وحتى لا يعاد تكراره بواسطة نفس الباحث أو باحثين آخرين.

تُسجل القيم الأولية المتحصل عليها فعلاً، أما النسب المئوية والمتوسطات فإنها تحسب بعد ذلك.

وعند إضافة أية نتائج إلى إحدى صفحات الدفتر فى تاريخ لاحق يتعين كتابتها بلون مخالف، مع التوقيع إلى جانبها إذا حدث أى تغيير فى النتائج الأولى المسجلة فى تلك الصفحة.

يثبت فى دفتر البحث تفاصيل الأجهزة المستخدمة فى الدراسة، ومصادر المركبات الكيميائية المستخدمة ودرجة نقاوتها ... إلخ.

وعند التقاط صور أو عمل رسوم بيانية أو أشكال فإنه يتعين ترقيمها وتنظيمها بطريقة تسمح بالرجوع إلى مكانها فى دفتر النتائج. ويمكن أن يتم ذلك بأن يؤشر عليها برقم الدفتر. ورقم الصفحة. وعنوان الموضوع (عن Wilson ١٩٥٢، و Salmon & Hanson ١٩٦٤، و Thompson ١٩٦٥).

مصادر الأخطاء فى البحوث العلمية

تتعدد مصادر الأخطاء فى البحوث العلمية، وعلى الباحث أن يكون يقظًا دائمًا، لكى لا يقع فى أى من هذه الأخطاء التى نوجزها فيما يلى:

١ – أخطاء فى تسجيل الملاحظات؛ كأن تكون ملاحظاته غير كاملة، أو غير دقيقة.

٢ – أخطاء فى تصنيف المعاملات أو البيانات المتحصل عليها؛ كأن يكون التصنيف غير كامل، أو غير دقيق، أو يوجد فيه تداخل.

٣ – أخطاء ترجع إلى غياب الرؤية الصحيحة للأمور لدى الباحث:

من أهم هذه الأخطاء ما يلى:

أ – أخطاء فى وضوح مضمون أو معنى إحدى الحقائق العلمية – التى يرتكز عليها البحث – لدى الباحث Errors in concept.

ب – أخطاء منطقية فى تفسير الأمور المشاهدة وربطها ببعضها البعض Errors in Reasoning.

٤ – أخطاء تقنية Technical Errors؛ ومن أمثلتها ما يلى:

أ – استخدام تقنيات غير مناسبة لموضوع الدراسة.

ب – عدم توفر الهدوء، والنظافة، والجو المريح للعمل فى المختبر.

جـ – أخطاء فى تسجيل النتائج.

د – أخطاء رياضية فى تلخيص النتائج.

٥ – استخدامات خاطئة أو خادعة للإحصاء؛ ومن أمثلتها ما يلى:

أ – استعمال عينات غير ممثلة للعشيرة.

ب – استخدام مجموعات غير متشابهة للدراسة.

جـ – عدم التحكم الجيد فى العوامل البيئية.

د – وجود مصادر غير معروفة للاختلافات.

هـ – حساب المتوسطات من أفضل التجارب فقط؛ فلا تكون ممثلة للحقيقة.

و – عدم الدقة فى توفير شروط التصميم الإحصائى الذى يجرى على أساسه تحليل التباين.

ز – الأخطاء الإحصائية فى الجداول والأشكال، والخطأ فى الطريقة التى يجرى بها التحليل الإحصائى ذاته.

٦ – أخطاء فى توصيل المعلومات إلى القارئ، مثل الأخطاء المطبعية. والغموض واللبس Ambiguity. وعدم الوضوح Obscurity. وعدم شرح الموضوع بشكل ملائم أو كاف Inadequacy.

ويقسّم Wilson (١٩٥٢) الأخطاء التى قد تقع فى البحوث العلمية – حسب نوعياتها – إلى خمسة أقسام، هى:

١ – أخطاء منتظمة Systematic Errors:

وهى الأخطاء التى تتكرر دائمًا عند إجراء القياس بنفس الجهاز. وقد يكون مرد هذه الأخطاء إلى عدم دقة المقياس المدرج Scale الخاص بالجهاز. أو إلى خطأ فى المعادلة المستخدمة فى الحسابات .. إلخ.

٢ – أخطاء شخصية Personal Errors:

يختلف الأفراد فى طريقتهم فى القياس، فمثلا .. توجد اختلافات بينهم فى دقة إيقاف ساعة التوقيت، وفى دقة القياسات الوصفية. والتذوق ... إلخ. ويمكن معالجة ذلك بقيام عدة أفراد – منفردين – بتسجيل نفس القياسات، ثم حساب متوسطاتهم.

٣ – الأخطاء غير المقبولة Mistakes:

من أمثلتها الأخطاء الرياضية. والأخطاء التى تكون فى وضع العلامات العشرية وعلامات السالب والموجب. وفى قراءة مقاييس الأجهزة المستعملة أو استخدام مقاييس خاطئة ... إلخ. وجميع هذه الأخطاء غير مقبولة فى البحث العلمى. ويؤدى وجودها إما إلى إلغاء جميع الحسابات، وإما إلى إلغاء التجربة ذاتها وإعادتها من جديد.

أما إذا وجدت قراءة واحدة فقط شاذة إلى درجة لافتة للنظر. ولم يتمكن الباحث من إرجاعها إلى أى تغير حاد فى الظروف المحيطة بالدراسة. وبدا واضحًا له أن خطأ ما

قد حدث فى تسجيل تلك القراءة .. فيتعين فى هذه الحال إلغاؤها وتسجيل قراءة جديدة مكانها إن كان ذلك ممكنًا كما فى التحاليل الكيميائية، أو حساب قيمتها بالطرق الإحصائية.

ويلزم عند اتخاذ الإجراء الثانى توضيح ذلك فى البحث المنشور (أو الرسالة)، حتى لو أمكن التوصل إلى سبب النتيجة الشاذة التى تم حذفها.

٤ – أخطاء تُعرف مسبباتها Assignable Causes:

وهى الأخطاء التى تحدث نتيجة لعدم القدرة على التحكم فى جميع العوامل المؤثرة فى الصفة المقيسة بخلاف العامل الذى تُراد دراسته. ولا علاج لهذه النوعية من الأخطاء إلاّ بإجراء الدراسة لعدة مواسم، حتى يمكن تحديد تأثير المعاملة فى وجود مختلف العوامل التى يمكن أن تؤثر فى الصفة المقيسة.

٥ – الأخطاء العشوائية Random Errors:

وهى الأخطاء التى يكون مردها إلى وجود عدد كبير من العوامل غير المتحكم فيها، والتى يكون تأثير كل منها صغيرًا. وتلك هى النوعية الوحيدة من الأخطاء التى تتم معالجتها بالطرق الإحصائية؛ حيث يتم فصل جميع التباينات التى تعود إلى هذه الأخطاء ضمن الخطأ التجريبى. وكلما ازدادت قيمة هذا الخطأ .. قلت فرصة ظهور تأثير معنوى للمعاملات.

أنواع الاستنتاجات

يميز علماء المنطق بين نوعين من التفكير المنطقى الموصل إلى الاستنتاجات Logical Reasoning، هما:

١ – الاستنتاج الاستقرائى Inductive Reasoning:

وبموجبه يتم التوصل إلى الاستنتاجات العامة من أمور خاصة يتكرر حدوثها على نمط واحد. فمثلا .. يؤدى نقص النيتروجين إلى اصفرار الأوراق السفلى فى نباتات الطماطم، والبطاطس، والخيار، والفاصوليا، والبامية ... إلخ؛ وبذا يكون الاستنتاج الاستقرائى هو أن نقص النيتروجين يؤدى إلى اصفرار الأوراق السفلى للنباتات.

٢ – الاستنتاج الاستدلالى Deductive Reasoning:

وبموجبه يتم التوصل إلى استنتاجات خاصة – لحالات معينة – من قواعد عامة معروفة. ولا يكون الاستنتاج صحيحا إلا إذا كانت القاعدة العامة أو المقدمة المنطقية (premise) صحيحة. فمثلا .. إذا كانت القاعدة العامة أن نقص النيتروجين يؤدى إلى اصفرار الأوراق السفلى للنباتات، ثم شوهدت الأوراق السفلى لنبات طماطم وهى صفراء اللون؛ يكون الاستنتاج الاستدلالى هو أن مرد تلك الحالة إلى نقص عنصر النيتروجين .. لكن هل يتحتم أن يكون هذا الاستنتاج صحيحا؟.

يتعين قبل الإجابة عن هذا السؤال - والتى تتطلب الاستطراد فى شرح نوعى الاستنتاجات - الإلماء ببعض المصطلحات التى تفيد فى تجنب الالتباس فى الفهم، والتى منها ما يلى:

١ – عملية القياس المنطقى Syllogism:

هى الأسس المنطقية التى يبنى عليها الاستنتاج conclusion، وتتضمن مختلف المقدمات المنطقية premises، سواء أكانت رئيسية major، أم فرعية minor، كما تتضمن العملية الاستنتاج ذاته.

٢ – الاستدلال أو الاستنتاج Inference:

هى عملية استنتاج الحكم النهائى conclusion التى دلّت عليها أو ضمنّتها المقدمة المنطقية.

٣ – التضمين أو الفهم الضمنى Implication:

هى العلاقة المنطقية بين المقدمات المنطقية premises والحكم النهائى conclusion.

٤ – الشرعية أو الصحة Validity:

تُشير إلى العلاقة بين المقدمات المنطقية والنتائج دون أن تتطرق إلى صحة وصدق truth، أو خطأ وزيف falsity الاستنتاج. فالمقدمة المنطقية قد تكون صائبة أو خاطئة، كما أن الاستنتاج قد يكون صائبا أو خاطئا. ويمكن أن يكون الاستنتاج شرعيًا valid، وصائبًا؛ أو يكون شرعيًا وخاطئًا false، أو غير شرعى invalid وصائبًا، أو غير شرعى وخاطئًا.

وتعد الحُجة أو البرهان Argument شرعية حينما يستحيل أن تكون المقدمات المنطقية صائبة دون أن يكون الاستنتاج صائبًا كذلك.

٥ – التفكير المنطقى Logical Thinking:

هو الوسيلة الوحيدة لاختبار شرعية أو صحة الاستنتاج وتفسير interpretation النتائج، وهو الأداة الفعالة لتحديد مدى مناسبة النظرية الافتراضية، وللحكم على مدى صحة الأفكار المطروحة، والتخطيط وتصميم التجارب، ولتقييم الأدلة المتحصل عليها، ولوضع تعليمات، ولإيجاد تطبيقات للحقائق المكتشفة.

وبالرجوع إلى مثالنا السابق الخاص باصفرار الأوراق السفلى للنباتات نجد أن المقدمة المنطقية premise – وهى أن نقص النيتروجين يؤدى إلى اصفرار الأوراق السفلى للنباتات – صائبة، ولكن الاستنتاج – وهو أن اصفرار الأوراق السفلى المشاهد فى نباتات الطماطم مرده إلى نقص النيتروجين – كان خاطئًا؛ ذلك لأن اصفرار الأوراق السفلى للنباتات قد يعود إلى عوامل أخرى عديدة.

وإذا غيرنا المقدمة المنطقية إلى أن نقص النيتروجين هو العامل الوحيد الذى يؤدى إلى اصفرار الأوراق السفلى للنباتات .. يبقى الاستنتاج على ما هو عليه، ولكن المقدمة المنطقية تكون خاطئة، وكذلك الاستنتاج يكون خاطئًا.

وهكذا .. إذا قلنا إن نقص النيتروجين يؤدى إلى اصفرار الأوراق السفلى، وإن جميع العوامل الأخرى التى تؤدى إلى اصفرار الأوراق السفلى تمت السيطرة عليها .. يبقى الاستنتاج على ما هو عليه، وتكون المقدمة المنطقية والاستنتاج صحيحين.

فإذا وضعنا نظرية افتراضية مؤداها أن اصفرار الأوراق السفلى – الذى يشاهد فى الطماطم – مرده إلى نقص الآزوت لزم تحليل التربة والنبات .. فإذا كان الآزوت متوفرًا فى كليهما رفضت النظرية الافتراضية، وكانت هناك أسباب أخرى لهذا الاصفرار. وإن كان الآزوت متوفرًا فى التربة فقط دل ذلك على وجود أسباب أخرى تمنع النبات من امتصاص حاجته من العنصر، ورفُضت النظرية الافتراضية كذلك. ولكن إذا أوضحت النتائج فقر التربة والنبات فى عنصر الآزوت .. فإن ذلك يؤيد النظرية الافتراضية، أى

يجعلها مقبولة. ولكنه لا يبرهن على صحتها. ويتعين للحصول على مزيد من التأييد والقبول للنظرية الافتراضية إجراء مزيد من التجارب تقارن فيها النباتات فى مستويات مختلفة من العنصر مع التحكم فى كافة العوامل الجوية، والأرضية، والحيوية (المرضية) التى يمكن أن يكون لها تأثير فى هذا الشأن.

ويتعين – فى كل عمليات القياس المنطقى syllogism تلك – إخضاع كل الخطوات للتفكير المنطقى المبنى على العلم بحقائق الأمور؛ بداية من الحكم على شرعية النظرية الفرضية. مرورًا بوسائل الاستنتاج (الاستقرائى والاستدلالى)، ووصولاً إلى الاستنتاج conclusion النهائى.

مراجع أساسية فى أصول البحث العلمى

نقدم – فيما يلى – قائمة بعدد من أهم المراجع فى أصول البحث العلمى وإعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية.

المرجع	الموضوع
Salmon & Hanson (١٩٦٤)	أساسيات إجراء البحوث الزراعية.
CBE (١٩٩٤)	شامل للكتابة العلمية.
Day (١٩٩٥)	كتابة ونشر البحوث العلمية.
Alley (١٩٩٦)	فن الكتابة العلمية – شامل.
Briscoe (١٩٩٦)	تحضير الأشكال.
Sides (١٩٩٩)	كتابة وعرض المعلومات الفنية والعلمية، خاصة تلك المتعلقة بالتقارير والمحاضرات.
Alley (٢٠٠٠)	فن كتابة وتحرير البحوث.
Malforins وآخرون (٢٠٠٠)	مرجع فى كتابة وعرض البحوث العلمية.
Matthews وآخرون (٢٠٠٠)	مرجع فى الكتابة العلمية – شامل ومبسط.
Salkind (٢٠٠٠)	أساسيات البحث العلمى .. يدور معظم الكتاب حول الطريقة العلمية فى البحث.
Rubens (٢٠٠١)	مرجع فى الكتابة العلمية – شامل.