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.