[٣٧] طبيعة العلم

المفهوم: إن العلم لم يكن تخصصاً نقياً في العصور القديمة عندما كان مختلطاً بالكهانة والسحر والتنجيم، فضلاً عن الفلسفة. كما أختلطت الفلسفة بالعلم لختلاطاً تخذ في الكثير من الأحيان طابعاً دراماياً، ويعزى هذا إلى أن الحدود بين الفلسفة والعلم قد رسمت بعد. ويختلف الحال اليوم أشد الاختلاف عن الماضي، فالحدود واضحة ومعروفة (قنصوة، ١٩٨١).

ويرى هوايتهيد Whitehead (١٩٤٧: ١٤٣) أنه توجد علاقة وثيقة بين الفلسفة والعلم فكل منهما يعاون الآخر. ومهمة الفلسفة أن تعمل في وفاق مع الأفكار على نحو ما تتضح في الوقائع العينية للعالم الواقعي. وهي تسعى نحو تلك التعميمات التي تحدد الواقعية الكاملة للوقائع التي بدونها تغوص أية واقعة في التجريد. بينما يقوم العلم بالتجريد ويقنع بفهم الواقعة على أساس من بعض جوانبها الجوهرية. والعلم والفلسفة كما يرى هوايتهيد يتبادلان النقد، ويقدم كل منهما للأخر المادة المثيرة للخيال. ولابد للمذهب الفلسفي أن يقدم تجلية للواقعة العينية التي تقوم العلوم بالتجريد منها. وكذلك العلوم لابد أن تعثر على مبادئها في الوقائع العينية التي يعرضها المذهب الفلسفي.

إضافة إلى هذا، فأن القضايا الفلسفية لا تقبل الحسم في صدقها أو كذبها، فهي تصوغ أرائها في "افتراضات واسعة"، قد تصدر عن التأمل، أو التحليل، أو الحدس، أو الاستدلال، وتتأسس على التجريد والشمول. ولابد لهذا التجريد والشمول أن يستخلص من أمور عينية، وتفاصيل متنوعة. ولا تقبل الإفتراضات الفلسفية التي تخضع للتحقيق المباشر، ولكن قد يتخذ منها فيما بعد "فروض" علمية تقبل التحقق ويكون ذلك على امتداد طويل من الزمان، وعلى رقعة فسيحة من العلوم.

ومن ثم، تختلف الفلسفة عن العلم، في أن العلم بحثه كشفي وليس تطبيقاً تكنولوجياً، فهو رغم انغماسه في المعطيات المباشرة، والتزامه بالتحقق المباشر من صحة فروضه، إلا أنه قد يكون بعيداً عن اتخاذ القرار. فهذا هو طابعه "المترقب" لما تسفر عنه المشاهدات والتجارب (قنصوة، ١٩٨١: ١١).

ويرى المؤرخ هيربرت بترفيلد Herbert Butterfield أن العلم قد طور بناءً جديداً من المعرفة، ولوجد اتجاهاً فكرياً جديداً، وأوجب نظرة ميتافيزيقية مبتكرة. وأصبح يشكل ركناً هاماً في مناهج التعليم في المدارس على اختلاف مراحلها وخلق جواً فكرياً فضلاً عن أنه غير من التصور الفلسفي للعالم وتركيبه.

ويقصد بالعلم بأنه "محاولة لاكتشاف العالم المحسوس، ومعرفة العلاقات المتداخلة والمنسقة للحقائق، ذلك أن الحقائق المنعزلة لا تقيم علماً، ومن ثم فلابد من اكتشاف الصلة بينها وبين بعضها البعض. وهو بذلك يعد تراكماً للمعرفة المنسقة التي تنم عن الاقتراب من العالم الامبيريقي الذي يعيش فيه الإنسان" (Greenwood, 1954: 19)، وبأنه "البحث الكفء الذي يستند إلى منهج علمي" (Biesanz and Biesanz, 1956: 4)، وبأنه: "الكشف عن أوجه الشبه بين المختلفات، فمعرفة جزئية واحدة لا تكون علماً، لأن الجزئية الواحدة وهي معزولة عما عداها لا تؤدي إلى إدراك القوانين الطبيعية. وما العلم إلا إدراك القوانين التي تقع الجزئية الواحدة وفقاً لها" (محمود، ١٩٥٨: ٣٨٥)، كما أنه "المعرفة المنسقة التي تنشأ عن الملاحظة والدراسة والتجريب والتي تتم بغرض تحديد طبيعة أو أسس وأصول ما تم دراسته" (سلامة، ١٩٨٠: ٤)، كما أنه "معرفة لا تتعلق بالأشياء أو الظواهر في ذاتها، وإنما إدراك ما يربط بين هذه الأشياء والظواهر من علاقات، فكأن معرفة القوانين أو المبادئ التي تحكم العلاقة بين هذه الظواهر بعضها ببعض هي جوهر المعرفة العلمية" (محمد، ١٩٨١: ٩٩). ويرى رشوان (١٩٨٩: ٩) أنه لا يصح تسمية العلم علماً إلا إذا توافر فيه الشروط الثلاثة الآتية: (١) وجود طائفة مميزة من الظواهر يتخذها العلم موضوعاً للدراسة والبحث، (٢) خضوع هذه المجموعة من الظواهر لمنهج البحث العلمي، (٣) الوصول في ضوء

مناهج البحث إلى مجموعة من القوانين العلمية. ويرى واندرسي Wandersee (١٩٩٢) أن العلم بمثابة "العقل التجمعي للعلماء" The Collective Mind of Scientists.

إضافة إلى هذا، قام كيمبل Kimball (١٩٦٨) بوضع نموذج نظري لطبيعة العلم، وتتكون أساسيات هذا النموذج مما يلي:

١- الاستطلاع قوة محركة أساسية في العلم.
٢- العلم ديناميكي.
٣- يهدف العلم إلى الفهم الشامل والتبسيط.
٤- يتسم العلم بالخاصية المنفردة unique attribute.
٥- التجربة tentativeness والريبة uncertainty أحد خصائص العلم.

ويتسق هذا النموذج النظري مع وجهات نظر برونوسكي Bronowski (١٩٥٣)، وكوناننت Conant (١٩٦١). ويرى كلوبمفر Klopfer (١٩٦٩) أن طبيعة العلم يمكن وضعها من خلال عمليات التحقق العلمي Scientific Inquiry والطبيعة الارتقائية لاكتساب المعرفة العلمية. إضافة إلى هذا، يرى أنه يجب على كل طالب تعلم كيفية صياغة الأفكار العلمية واختبارها وتعديلها، كما يجب تعلم كيفية انغماس العلماء في هذا النشاط العلمي.

وقد استخدم سوولتر Showalter (١٩٧٤) المصطلحات التالية لكي يميز طبيعة العلم: (١) تجريبي tentative، (٢) مشاع public، (٣) القدرة على التكرار replicable، (٤) الاحتمالية probabilistic، (٥) إنساني humanistic، (٦) تاريخي historic، (٧) منفرد unique، (٨) ذو قسمة holistic، (٩) امبيريقي empirical.

وقد استطاع روبا واندرسون Rubba and Anderson (١٩٧٨) تجميع هذه العوامل إلى نموذج مكون من ستة عوامل وهي:

١- فاقد لحس المسئولية الأخلاقية amoral (لا يمكن الحكم على المعرفة العلمية من حيث الجودة أو عدم الجودة الأخلاقية).
٢- قادر على الإبداع creative (تعتبر المعرفة العلمية جزئياً إنتاج ابتكار الإنسان).
٣- ارتقائي developmental (المعرفة العلمية تجريبية).
٤- شديد الاقتصاد parsimonious (تحاول المعرفة العلمية تبسيط التفسيرات وليست تعقيدها).
٥- قابل للاختبار testable (المعرفة العلمية قادرة على الاختبار التجريبي).
٦-موحد unified (تساهم العلوم المتخصصة في تكوين شبكة ارتباطية من القوانين والنظريات والمفاهيم).

كما استخدم كوثام وسميث Cotham and Smith (١٩٨١) مصطلحي التجريبية tentative والتنقيحية revisionary لتحديد طبيعة العلم. ويقصد بالتجريبية عدم حسمية inconclusiveness الادعاءات المعرفية knowledge claims في العلم. ويقصد بالتنقيحية تعديل أو تنقيح المعرفة العلمية الموجودة استجابة لتغيرات المفاهيم النظرية.

ويرى كيميني Kemeny (١٩٥٩) في وصف طبيعة العلم ما يلي:

١- إن النظريات العلمية بمثابة افتراضات تكون أكثر من الفروض ولكن أقل مصداقية من القوانين.
٢- يتم استنباط النظريات من خلال استخدام الوسائل الاستقرائية.
٣- النظريات تدعم الفروض.
٤- تشتق النظريات من خلال فروض ذات مصداقية مرتفعة مبنية على أساس الملاحظة.

٥- تصف القوانين الأحداث التي تحدث في الطبيعة.
٦- يمكن اعتبار القوانين بيانات صادقة، ولكن النظريات تتباين من حيث درجة مصداقيتها.

ويوصف ناجيل Nagel (١٩٦١) طبيعة العلم كما يلي:
١- أن النظريات افتراضات عامة أو أدوات مستخدمة للوصول إلى حقائق علمية.
٢- القوانين التجريبية بمثابة تعميمات استقرائية عن الظواهر الطبيعية.
٣- تمتلك القوانين سمة التجريبية القادرة على التحديد determinable.
٤- تستنبط القوانين التجريبية من خلال استخدام الوسائل الاستقرائية.
٥- النظريات أنظمة ملائمة للتفسير.
٦- النظريات مثل الأدوات الفيزيقية تساعد على تنظيم "البيانات الخام".

كما يرى فرانك Frank (١٩٦٢) طبيعة العلم كما يلي:
١- القوانين انتاجات العقل البشري يمكن الوصول إليها من خلال عمليات التخيل والاستقراء.
٢- تشكل المفاهيم لغة العلم.
٣- تستنبط القوانين استقرائياً على الرغم من أن العمليات المنطقية غير معروفة جيداً.
٤- النظريات بمثابة أدوات تساعد الإنسان على الحصول على المعرفة من العالم المحيط به.
٥- يمكن التعرف من خلال القوانين لماذا بعض الظواهر الطبيعية تنتظم بشكل معين وأخرى غير ذلك.
٦- لا يستطيع الإنسان التعرف على ماذا يشاهده أو يلاحظه بدون نظريات.

ويرى بوبر Popper (١٩٦٢) طبيعة العلم كما يلي:
١- تستنبط القوانين من خلال الوسائل الاستقرائية.
٢- تكون القوانين والنظريات قابلة التكذيب falsiable، ولكن غير قابلة للتصديق verifiable.
٣- يتم تكوين المفاهيم من خلال الطرق الاستقرائية.
٤- لا يمكن تقليص المفاهيم منطقياً إلى فئات classes.
٥- أن القوانين مترادفات للفروض أو النظريات، وهي بمثابة تقريرات احتمالية للافتراضات التي تشرح الاطراد الفيزيقي أو الأحداث الفيزيقية القابلة للملاحظة.
٦- المفاهيم بمثابة معاني أعطت للأسماء والرموز أو الأفكار عن الظواهر الطبيعية.

ويرى ناش Nash (١٩٦٣) طبيعة العلم كما يلي:
١- أن النظريات أنظمة افتراضية تشرح الأحداث الطبيعية.
٢- المفاهيم اختراعات إنسانية.
٣- أن القوانين ارتباطات بين الأحداث والظواهر الطبيعية.
٤- وظيفة النظريات تقديم تفسيرات الطبيعة.
٥- تبتكر النظريات من خلال الحدس التخيلي لبعض العلماء.
٦- القوانين اختراعات إنسانية.

ويرى كرناب Carnap (١٩٦٦) طبيعة العمل كما يلي:
١- تتكون المفاهيم النظرية من أشياء غير قابلة للملاحظة.
٢- يمكن تقسيم المفاهيم إلى ثلاث رتب رئيسية هي: التصنيف classificatory، والمقارنة comparative، والكمية quantitative.

٣- يمكن الوصول إلى تكوين المفاهيم بواسطة استخدام الطرق الاستقرائية.
٤- تحتوي بعض القوانين في العلم على المفاهيم النظرية ولا تحتوي على المفاهيم التجريبية.
٥- يمكن البرهنة أو تدعيم القوانين عن طريق النتائج التي يمكن الوصول إليها من خلال هذه القوانين.
٦- لا يمكن تحديد النظريات بوضوح على أساس المصطلحات المرتبطة بالملاحظة.

إضافة إلى هذا، يرى هيمبل Hempel (١٩٦٦) طبيعة العلم كما يلي:
١- تحاول النظريات تفسير إطراد الظواهر الطبيعية وتقديم فهماً شاملاً لها.
٢- المفاهيم بمثابة المعاني المرتبطة بالمصطلحات العلمية.
٣- المفاهيم هي المصطلحات العلمية التي تنقل المعاني الخاصة والمستخدمة في تكوين القوانين والنظريات عن الاطراد في الطبيعة.
٤- القوانين بمثابة تقريرات عن التقريبية approximation التي تؤكد على التماثل في الظواهر الطبيعية.
٥- تؤكد القوانين تجريبياً صدق الخبرة.
٦- تساعد النظريات على التفسير والتنبؤ بالتماثل في الظواهر الطبيعية.

ومن خلال تحليل النماذج النظرية لفلاسفة العلم لطبيعة العلم، وجد وجونيا Ogunniyi (١٩٨٢: ٣٠) اتفاقاً بين هذه النماذج كما يلي:
١- تستخدم القوانين والنظريات في تفسير الحقائق.
٢- لا يمكن تعريف كل المفاهيم تعريفاً إجرائياً.
٣- المفاهيم الامبيريقية بمثابة مصطلحات اشتقت معانيها من ملاحظات الطبيعة.
٤- يجب أن تتضمن النظريات مفهوماً امبيريقياً حتى يمكن فهمها.
٥- لا يمكن البرهنة على القوانين والنظريات من حيث الصواب أو الخطأ.

القياس: تبين عند مراجعة البحوث في مجال طبيعة العلم وجود عدة أدوات قياسية؛ مثل: قائمة ويسكنسون للعمليات المعرفية Wisconison Inventory of Science Processes Inventory (Whitten, 1971)، واختبار فهم العلم Test on Understanding Science (Stangle, 1971)، ومقياس تأييد العلم Science Support Scale، ومقياس الجوانب الاجتماعية للعلم Social Aspects of Science Scale (Doran, 1986)، ومقياس طبيعة المعرفة العلمية Scale Nature of Scientific Knowledge (Zeidler and Lederman, 1989)، واستبانة فهم العلم Understanidng Science Questionnaire (McCall and Carlin, 1989).

وقد قام كل من موسى والدموقي (١٩٩٥) بتعريب استبانة فهم العلم من إعداد ماكال وكارلين McCall and Carlin (١٩٨٩)؛ حيث قاما بتصميم استبانة فهم العلم وفقاً للأطر النظرية في مجال فلسفة العلم ومقترحات بعض أعضاء هيئة التدريس بقسمي الفلسفة والكيمياء بجامعة إلينوي بأمريكا. وتكونت الاستبانة في صورتها الأولية من ٣٥ عبارة من الإختيار المتعدد، وتغطي المجالات التالية: أهداف العلم العامة، ومناهج بحثه، وحدوده. كما قام معدا الاستبانة بتطبيقها على عينة مكونة من مائة طالب وطالبة في تخصصات علمية مختلفة. وتم حساب الاتساق الداخلي لعبارات الاستبانة. ووفقاً لهذا التكنيك الإحصائي تم حذف ١٥ عبارة من الاستبانة لم تصل معاملات ارتباطها إلى حدود الدلالة الإحصائية. ومن ثم، أصبحت الاستبانة تتكون في صورتها النهائية من عشرين عبارة من الاختيار المتعدد.

الصدق: قام ماكال وكارلين McCall and Carlin (١٩٨٩) بحساب صدق استبانة فهم طبيعة العلم، وذلك من خلال تطبيقها على عينة مكونة من ٤٤٤ طالباً وطالبة بالجامعة من تخصصات علمية مختلفة ومستويات

دراسية متباينة. وقد بينت النتائج وجود ارتباط دال إحصائياً بين استبانة فهم العلم والمستوى التحصيلي (٠,٣٠). كما تبين أن المتوسطات الحسابية للطلاب والطالبات في تخصصات علم النفس والإنسانيات أكبر من المتوسطات الحسابية للطلاب والطالبات في تخصصات الرياضيات وبرامج ما قبل الإعداد المهني.

وإلى جانب هذا، قام موسى والدسوقي (١٩٩٥) بحساب الصدق العاملي للاستبانة، وذلك من خلال تطبيقها على عينة مكونة من مئة طالب وطالبة من طلاب الجامعة باستخدام طريقة المكونات الأساسية. وقد أسفرت النتائج عن وجود أربعة عوامل من الدرجة الأولى (الجذر الكامن أكبر من الواحد الصحيح)، كما بلغت نسبة تباين هذه العوامل ٣١,٤٠% من حجم التباين الكلي. وقد تشبع على العامل الأول؛ العبارات التالية: ١، ٢، ٨، ١٤، ١٥، ١٧. وقد سمي هذا العامل: الجانب النظري للعلم. وتشبع على العامل الثاني؛ العبارات التالية: ٤، ٩، ١٠، ١٢، ١٨، ٢٠. وقد أطلق على هذا العامل: الجانب التطبيقي للعلم. كما تشبع على العامل الثالث؛ العبارات التالية: ٣، ٥، ٦، ١١. وقد سمي هذا العامل: حدود العلم. وإلى جانب هذا، تشبع على العامل الثالث؛ العبارات التالية: ٧، ١٣، ١٦، ١٩. وقد أطلق على هذا العامل: تقدير الاكتشافات العلمية.

الثبات: قام ماكال وكارلين McCall and Carlin (١٩٨٩) بحساب ثبات استبانة فهم العلم باستخدام معادلة ألفا لكرونباخ، فبلغ معامل الثبات ٠,٧٩ كما قام موسى والدسوقي (١٩٩٥) بحساب ثبات الاستبانة بطريقتين؛ إحدهما باستخدام معادلة ألفا لكرونباخ، فبلغ معامل الثبات ٠,٨٣، وثانيهما باستخدام الاتساق الداخلي فتراوحت معاملات ارتباط العبارات من ٠,٥٦ إلى ٠,٨٣، وكلها معاملات دالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١.

استبانة فهم العلم

مفتاح التصحيح

(١) إن الهدف الرئيسي للعلم هو:
أ - تحسين صحة الإنسان.
ب- زيادة سعادة الإنسان.
ج- التنبؤ أو تفسير الظواهر. ج
د- الحفاظ على الأنظمة الطبيعية.

(٢) إن العلم النظري (الباحث في النظريات) أكثر اهتماماً بالسؤال التالي:
أ - ما يستحسن عمله؟
ب- ما يحتمل عمله؟
ج- لماذا؟ ج
د- ماذا؟

(٣) يجاهد معظم العلماء من أجل:
أ - تطوير المبادئ العامة.
ب- فهم الأحداث الفريدة.
ج- ابتكار القضايا الافتراضية.
د- إيجاد الأسرار غير المحلولة. د

(٤) تهتم العلوم التطبيقية بالدرجة الأولى بـــ:
أ - النظريات البحتة.
ب- النتائج العلمية. ب
ج- الكائنات البشرية.
د- الموضوعات البليدة.

(٥) تهتم العلوم البحتة في المقام الأول بـــ:
أ - تقدم التقنيات.
ب- تشجيع الصحة.
ج- القضايا الأساسية.
د- القضايا المختلفة. د

(٦) تتحدد البحوث العلمية بـــ:
أ - الظواهر المادية.
ب- الظواهر الطبيعية.
ج- الأحداث العرضية.
د- الأحداث المعملية. د

(٧) نتوقع من العلماء أنهم سيجدون صعوبة بالغة في تفسير:
أ - الشخصية الإنسانية. أ
ب- انفجارات النجوم النائية.

ج- الفروق في المعتقدات الدينية.

د- وجود الله.

(٨) يعتقد معظم العلماء أن:

أ - القوى الطبيعية معادية.

ب- الله خلق العالم.

ج- جميع الناس ولدوا سواسية.

د- كل حدث طبيعي يكون محتوماً. د

(٩) معظم العلماء حاصلون على درجة:

أ - دكتوراه في الطب.

ب- بكالوريوس في العلوم.

ج- دكتوراه في الفلسفة. ج

د- دكتوراه العلوم.

(١٠) لكي تؤخذ المطالب العلمية مأخذ الجد، فهي في حاجة إلى:

أ - المعقولية المنطقية.

ب- القدرة على فهم من قبل الأشخاص العاديين.

ج- أن تكون عرضة للاختبارات لإثبات الخطأ والصواب. ج

د- أن يصدق عليها من قبل الأشخاص المثقفين.

(١١) أن الغرض من التجارب المضبوطة علمياً هو:

أ - إثبات العوامل العرضية.

ب- إيجاد الحلول المبتكرة.

ج- تنمية المهارات العلمية.

د- تفسير الأحداث المادية. د

(١٢) أن الوصف العلمي يكون أكثر دقة عندما يبنى على أساس:

أ - القياس الكمي.

ب- الملاحظات المتعددة.

ج- الاستنتاج الواضح.

د- التجارب المضبوطة. د

(١٣) يمكن الحصول على الحقائق العلمية في الأغلب من خلال:

أ - الاستنتاج.

ب- الملاحظة. ب

ج- الحساب.

د- الاستدلال.

(١٤) يجب أن تكون الاستنتاجات العلمية مبنية على:

أ - المنطق الذكي.

ب- النتائج التجريبية. ب

ج- البديهية الشخصية.

د- البرهان الموضوعي.

(١٥) تكون صحة القوانين العلمية:
أ - مطلقة.
ب- بديهية.
ج- استنتاجية.
د- تقريبية.
أ

(١٦) تحرز الاكتشافات احتراماً علمياً أكثر إذا كانت:
أ - مرتبطة.
ب- متكررة.
ج- منطقية.
د- بسيطة.
ج

(١٧) تتعامل البحوث الارتباطية في الأغلب مع:
أ - القضايا الأساسية.
ب- القضايا الواضحة.
ج- الارتباطات.
د- التخمينات.
ج

(١٨) توجد ادعاءات تقر باستمرار بعض الحقائق على الرغم من وجود أدلة مضادة لها، فيجب أن يطلق عليها:
أ - دينية.
ب- فلسفية.
ج- افتراضية.
د- شبه علمية.
ج

(١٩) تتطور العلوم الحديثة عادة من خلال:
أ - العلوم الفلسفية.
ب- العلوم الدينية.
ج- العلوم النفسية.
د- العلوم الكيميائية.
أ

(٢٠) يختلف العلم عن الدين من خلال بحثه في:
أ - الأسباب المنطقية.
ب- البراهين الواقعية.
ج- القيم العلمية.
د- الحقائق المطلقة.
ب