الجامعة اللبنانية

كلية الآداب والعلوم الإنسانية

قسم الفلسفة – السنة الأولى ماستر

بحث فلسفي أكاديمي

فلسفة الفيزياء

اضاءة على مفردات الوجود والمعرفة والحقيقة في ضوء الفيزياء المعاصرة

إعداد الطالبة :شيراز صفا

أستاذ المادة :د .حبيب فياض

المادة :فلسفة العلوم

بيروت – 2025/2026

الفهرس

المقدمة 3

الإشكالية الفلسفية 4

الفرضيات الفلسفية (التساؤلات الكبرى) 5

المبحث الأول :فلسفة الزمان والمكان 6

المبحث الثاني :الواقعية مقابل الأداتية 8

.المبحث الثالث :السببية والحتمية في ضوء ميكانيكا الكم.....9

المبحث الرابع :إشكالية المراقب وانهيار الفصل بين الذات والموضوع..... 11

المبحث الخامس :المعرفة اكتشاف أم انكشاف؟ 13

الخاتمة 15

قائمة المصادر والمراجع.....16

المقدمة

تُعَدُّ فَلْسَفَةُ العُلُومِ (Philosophy of Science) حَقْلًا يَتَسَاءَلُ عَنِ الأُسُسِ المَنْطِقِيَّةِ لِلنَّظَرِيَّاتِ العِلْمِيَّةِ. وَبَيْنَمَا يُجِيبُ الفِيزْيَائِيُّ عَنْ سُؤَالِ "كَيْفَ؟"، يَسْأَلُ الفَيْلَسُوفُ عَنْ مَاهِيَّةِ هَذِهِ المَعْرِفَةِ، وَهَلْ هِيَ يَقِينِيَّةٌ (Certain) أَمْ مُجَرَّدُ تَقْرِيبٍ وَظِيفِيّ. يَسْعَى هَذَا البَحْثُ إِلَى اسْتِكْشَافِ الإِشْكَالِيَّاتِ الَّتِي أَثَارَتْهَا النِّسْبِيَّةُ (Relativity) وَمِيكَانِيكا الكَمِّ (Quantum Mechanics) وَتَأْثِيرِهَا عَلَى مَفَاهِيمِ المَوْضُوعِيَّةِ (Objectivity) وَاللَّايَقِينِ (Uncertainty).

وإذا كانت الفيزياء تُمثّل اللغة الأمّ التي يكتب بها الكون قوانينه الكبرى، فإن فلسفة الفيزياء هي التي تتولى كشف القواعد الداخلية لهذه اللغة ومنطقها الضمني .ومن هنا تنهض فلسفة الفيزياء بوصفها من أكثر ميادين المعرفة إثارةً وعمقاً؛ لأنها لا تدرس معطيات العلم وحسب، بل تتساءل عن الأسس الأنطولوجية والإبستيمولوجية التي تقوم عليها النظريات الفيزيائية الكبرى.

وبينما يتفرغ الفيزيائي لصياغة المعادلات وإجراء القياسات واستنباط القوانين، يجيء الفيلسوف ليسأل عن معنى .تلك القوانين، وعن الواقع الذي تعبّر عنه، وعما إذا كان العقل البشري قادراً على إدراك الكون كما هو في ذاته وهذا التقاطع المهم بين المنهجين هو ما يمنح فلسفة الفيزياء طابعها الفر يد.

وقد بلغ هذا التوتر الفلسفي ذروتَه مع مطلع القرن العشرين، حين أطلّت النظريةُ النسبية لألبرت أينشتاين وميكانيكا الكم على يد هايزنبرغ وبور وشرودنغر وغيرهم .فقد تزعزعت بذلك دعائم اليقين الكلاسيكي الذي أرساه نيوتن، وانفتحت أمام الفلاسفة والعلماء على حدٍّ سواء أسئلةٌ وجودية لم يسبق لها مثيل :هل الواقع موضوعي مستقل عن مراقبه؟ هل الزمان والمكان مطلقان أم نسبيان؟ وهل يسير الكون وفق حتمية صارمة أم يكتنفه الاحتمال واللايقين؟

انطلاقاً من هذه الأسئلة المُلحّة، يسعى هذا البحث إلى اضاءةعلى الإشكاليات الفلسفية الكبرى التي أثارتها الفيزياء المعاصرة، وذلك عبر منهجية تحليلية تجمع بين الدقة المفاهيمية والعمق الفلسفي .وسيتناول البحث ،خمسة مباحث رئيسية تغطي أبرز المحاور التي تتقاطع فيها الفيزياء مع الفلسفة : أولها فلسفة الزمان والمكان وثانيها إشكالية الواقعية في مقابل الأداتية، وثالثها مسألة السببية والحتمية، ورابعها إشكالية المراقب وانهيار الحدود بين الذات والموضوع، وخامسها طبيعة المعرفة العلمية بين الاكتشاف والانكشاف.

الإشكالية الفلسفية

تنبثق الإشكاليةُ المحورية لهذا البحث من قلب التذبذب القائم بين ما تكشفه الفيزياء المعاصرة من نتائج ثورية وما تفرضه على الفلسفة من تحديات جوهرية تمسّ معنى الوجود والمعرفة والحقيقة في آنٍواحد.

فإذا كانت الفيزياء الكلاسيكية قد أوحت بأن الكون آلةٌ دقيقة منتظمة يمكن للعقل أن يبلغ معرفتها الكاملة وأن يحدد ماضيها ومستقبلها تحديداً دقيقاً، فإن الفيزياء الحديثة قد كشفت أن هذا الكون أكثر تعقيداً وغرابةً مما كنا نتصور .ذلك أن مبدأ الريبة لهايزنبرغ يُثبت أن اللايقين ليس قصوراً في أدواتنا المعرفية، بل هو سمة أنطولوجية تلتصق بالمادة نفسها .فضلاً عن ذلك، فإن التشابك الكمي يُقوّض مفهوم المحلية ويُشير إلى ترابط عميق يسري في نسيج الكون كله .أما ظاهرة التراكب فتُثبت أن الجسيمات لا تملك واقعاً محدداً قبل عملية القياس.

من هنا تنشأ الإشكالية المركزية للبحث، والتي يمكن صياغتها على النحو الآتي :هل تُعيد الفيزياء المعاصرة رسم حدود المعرفة الإنسانية وتقلب تصوراتنا الجوهرية عن الوجود والحقيقة والسببية، أم أنها لا تعدو كونها تطويراً للمنظومة الفيزيائية الكلاسيكية دون أن تمسّ الأسس الفلسفية الكبرى؟

وتتفرع عن هذه الإشكالية المركزية جملةٌ من التساؤلات التي ستوجّه مسار البحث وتحكم بنيته المنهجية، وهي ما نستعرضه في القسم التالي.

التساؤلات الكبرى والفرضيات الفلسفية

تنطلق هذه التساؤلات من الإشكالية المطروحة، وهي ليست إجابات جاهزة بل مساراتٌ للتفكير الفلسفي المنهجي، يسعىهذا البحث إلى تحليلها واختبارهاومناقشتها.

التساؤل الاول: ما طبيعة الزمان والمكان؟

هل يمثّل الزمانُ والمكانُ وعاءين مستقلين يحتضنان الأحداث كما ذهب نيوتن، أم أنهمافي حالةتعالق ينبثق من تفاعل الأجسام ببعضها كما أكد ليبنتز؟ وكيف غيّرت النسبية العامة لأينشتاين فهمنا لهما بوصفهما نسيجاً ديناميكياً يتأثر بالمادة والطاقة؟

التساؤل الثاني: هل النظريات الفيزيائية تصف الواقع فحسب ام تتنبأ بالظواهر ؟

هل الكيانات التي تفترضها الفيزياء كالإلكترونات والثقوب السوداء موجودةٌ بالفعل وفق الموقف الواقعي، أم أنها مجرد نماذج رياضية وظيفية لتفسير الظواهر والتنبؤ بها دون أن يعني ذلك وجودها الحقيقي وفق الموقف الأداتي؟

التساؤل الثالث : هل الكون حتمي ام احتمالي في جوهره؟

هل مبدأ الريبة لهايزنبرغ يكشف عن لايقين معرفي ناجم عن قصور أدواتنا، أم أنه يُعبّر عن حقيقة أنطولوجية تكشف أن الاحتمال سمة جوهرية في بنية الكون ذاتها؟ وما انعكاس ذلك على مفهومَي الحرية والمسؤولية الأخلاقية؟

التساؤل الرابع: ما دور المراقب في ظل الواقع الكمي؟

هل يكفي التفاعل الفيزيائي لإنهاء حالة التراكب الكمي وتحديد الحالة المادية، أم أن الوعي البشري يُسهم فعلياً في التأثير بالواقع؟ وما الحدّ الفاصل بين الذات العارفة والموضوع المعروف في ضوء التجارب الكمية؟

التساؤل الخامس :هل المعرفة العلمية اكتشاف أم انكشاف؟

هل يرفع العالِم الستار عن حقيقة مكتملة سابقة لوجوده، أم أنه يشارك بفاعلية في إبراز وجهٍ من وجوه الحقيقة يتحدد بطبيعة أسئلته وأدواته وسياق بحثه؟

لمَبْحَثُ الأَوَّلُ: فَلْسَفَةُ الزَّمَانِ وَالمَكَانِ (Philosophy of Space and Time)

أولاً: لمُطْلَقُ مُقَابِلَ النِّسْبِيّ:(Absolute vs. Relative)

دَافَعَ نِيُوتُن عَنِ المَكَانِ المُطْلَقِ (Absolute Space) وَالزَّمَانِ المُطْلَقِ (Absolute Time) بِاعْتِبَارِهِمَا وِعَاءَيْنِ مُسْتَقِلَّيْنِ. فِي المُقَابِلِ، نَادَى لِيبْنِتْز بِـ النِّسْبِيَّةِ العَلَائِقِيَّةِ(Relationalism) ، حَيْثُ الزَّمَانُ وَالمَكَانُ مُجَرَّدُ أَطْرٍ تَنْشَأُ بَيْنَ الأَشْيَاءِ.

طرح الفلاسفة والعلماء منذ القدم تساؤلات جوهرية حول طبيعة الزمان والمكان .وقد هيمن على الفكر الغربي الحديث موقفان متعارضان رئيسيان :الموقف المطلق الذي دافع عنه إسحاق نيوتن، والموقف النسبي الذي نادى به غوتفريد ليبنتز .ولا يُمثّل هذا التعارض خلافاً فيزيائياً وحسب، بل هو في جوهره إشكالية أنطولوجية عميقة تتعلق بماهية الوجود والبنية التحتية للكون.

١ – الزمان والمكان المطلقان عند نيوتن

رأى نيوتن أن الزمان والمكان حاضران وموجودان بصرف النظر عن الأجسام والأحداث التي تجري فيهما. فالمكان عنده وعاءٌ ثابت لا يتغير، والزمان نهرٌ مستقل يجري في اتجاه واحد ثابت، سواء وُجد فيه شيء أم لم يوجد .وقد دافع عن هذا الموقف بحجة دلو الماء الدوار، إذ رأى أن الماء يميل نحو حواف الدلو حتى حين يكون معلقاً بعيداً عن أي جسم آخر، مما يُشير إلى وجود فضاء مطلق تُنسب إليه الحركة وتُقاس بالنسبة إليه.

٢ – النسبية العلائقية عند ليبنتز

في المقابل، يرى ليبنتز أن الزمان والمكان ليسا سوى أُطر علائقية، أي أنهما لا يوجدان إلا بوصفهما عالقات بين الأشياء لا مستقلَّين عنها .فالمكان عنده هو نظام التجاور بين الأجسام، والزمان هو نظام التتالي بين الأحداث، ولو خلا الكون من الأشياء والأحداث لما بقي زمانٌ ولا مكان .وقد دافع ليبنتز عن هذا الموقف مستنداً إلى مبدأ العقل الكافي، إذ تساءل :لو كان المكان مطلقاً وفارغاً لَمَا كان ثمة سبب يُرجّح وجود الكون في موضع بعينه دون سواه.

٣– الثَّوْرَةُ الأَيْنْشْتَايْنِيَّةُ :(Einsteinian Revolution)

دَمَجَتِ النِّسْبِيَّةُ الزَّمَانَ وَالمَكَانَ فِي بِنْيَةٍ وَاحِدَةٍ تُعْرَفُ بِـ الزَّمَكَانِ(Spacetime) ، وَأَثْبَتَتْ أَنَّ الجَاذِبِيَّةَ هِيَ انْحِنَاءٌ (Curvature)فِي هَذَا النَّسِيجِ.

جاءت النسبية الخاصة عام 1905 لتُقرّر أن الزمن والمكان ليسا مستقلَّين بل يتشابكان في بنية واحدة هي الزمكان وعلى خلاف النظرة النيوتنية التي تعتبر الزمان مطلقاً متساوياً لجميع المراقبين، أثبتت النسبية أن الزمن نسبي يتباطأ مع سرعة الجسم وتشتد كثافته بالقرب من المادة الكبيرة .وقد أكملت النسبية العامة عام 1915 هذا التحول

الجذري بإثبات أن المادة والطاقةتحني نسيج الزمكان، وأن الجاذبية ليست قوةً بالمعنى النيوتني، بل هي انحناءٌ في هذا النسيج.

وقد كان لهذا التحول الأينشتاين أثرٌ فلسفي بالغ؛ فلم يَعُد الزمان والمكان إطارين محايدَين للأحداث، بل صارا مُكوّنَين فاعلَين في بنية الكون يتأثران بما يحدث فيهما ويؤثران فيه .وهذا ما يُعيد رسم حدود مفهوم الوجود ذاته.

ثانياً :سَهْمُ الزَّمَن :(Arrow of Time)

تَبْرُزُ إِشْكَالِيَّةٌ بَيْنَ القَوَانِينِ المِيكْرُوسْكُوبِيَّةِ المُتَمَاثِلَةِ زَمَنِيًّا (Time-Symmetric) وَتَجْرِبَتِنَا لِزَمَنٍ يَنْطَلِقُ فِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ بِسَبَبِ الإِنْتُرُوبِيَا(Entropy) .

تطرح فيزياء الزمن إشكالية فلسفية وعلمية بالغة الدقة؛ فبينما تبدو القوانين الفيزيائية في مستوياتها "الميكروسكوبية" كقوانين نيوتن ومعادلات شرودنغرمتماثلةً زمنياً، أي أنها تعمل بالطريقة ذاتها سواء تحرك الزمن للأمام أو للخلف، إلا أن تجربتنا الشعورية تُخبرنا بأن الزمن "سهم "ينطلق في اتجاه واحد لا رجعة فيه من الماضي نحوالمستقبل.

ويعزو العلماء هذا التناقض عادةً إلى القانون الثاني للديناميكا الحرارية، الذي ينص على أن" الإنتروبيا" أي مقياس العشوائيةوالفوضى فيأي نظام معزول تميل دائماً إلى الازدياد .فهذا التزايد هو ما يمنح الزمن اتجاه ويخلق الفارق الذي نلمسه بين الماضي "المنظم "والمستقبل "الأقل نظاما.

ثالثا:كَوْنُ الكُتْلَةِ:(Block Universe) هلالزمن وهم؟

تَقْتَرِحُ نَظَرِيَّةُ الأَزَلِيَّةِ (Eternalism) أَنَّ الكَوْنَ كُتْلَةٌ رُبَاعِيَّةُ الأَبْعَادِ، حَيْثُ المَاضِي وَالحَاضِرُ وَالمُسْتَقْبَلُ مَوْجُودُونَ بِالتَّسَاوِي.

يقودنا هذا البحث إلى تساؤل فلسفي أعمق حول طبيعة الوجود :هل الماضي والمستقبل موجودان بالفعل كجزء من نسيج كوني ثابت، أم أن "الحاضر "وحده هو الحقيقة الوجودية؟ تبرز هنا نظرية "كون الكتلة" المرتبطة فلسفياً بمذهب الأزلية والتي تقترح أن الكون عبارة عن كتلة رباعية الأبعاد :ثلاثة أبعاد للمكان وبُعد رابع للزمان .وفي هذا النموذج لا "يتدفق "الزمن كما نشعر به، بل هو موجود كبنية كاملة دفعةً واحدة.

وفقاً لهذه النظرية، فإن شعورنا بمرور الوقت هو مجرد "وهم "ناتج عن الطريقة التي يُعالج بها وعينا البشري للمعلومات ؛ وهو ما يجعل كل النقاط الزمنية موجودةً بتساوٍ وجودي .في المقابل، ترى الحاضرية أن الحاضر وحده هو الموجود، أما الماضي فقد زال والمستقبل لم يوجد بعد .وتظل هذه المسألة موضع جدل محتدم بين الموقفين، وهي إشكالية يُلقي عليها كل من الفيزياء والفلسفة ضوءاً مختلفاً.

المبحث الثَّانِي: الوَاقِعِيَّةُ مُقَابِلَ الأَدَاتِيَّةِ (Realism vs. Instrumentalism)

أولاً :تحديد الموقفين وجذورهما

تُعدّ إشكاليّةُ الواقعيّةُ في مقابلِ الأداتيّةِ منْ أعمقِ الإشكاليّاتِ في فلسفةِ العلمِ، وتتمحورُ حولَ سؤالٍ جوهريٍّ: ماذا تعني نظريّةٌ فيزيائيّةٌ ناجحةٌ؟ هل تعني أنّها تُخبرُنا بشيءٍ حقيقيٍّ عنِ العالمِ المستقلِ عن عقولِنا، أم تعني فقط أنّها أداةٌ رياضيّةٌ فعّالةٌ للتّنبؤِ بالظّواهرِ الملاحظةِ دونَ أنْ نلتزمَ بأيّ موقفٍ ميتافيزيقيّ؟ هذا السؤالُ الجوهريّ هو ما يفصلُ بين المعسكريْنِ أو بين هذين الموقفيْن.

الوَاقِعِيَّةُ العِلْمِيَّةُ:(Scientific Realism)

يُؤْمِنُ أَصْحَابُهَا أَنَّ النَّظَرِيَّاتِ تَصِفُ الوَاقِعَ المُسْتَقِلَّ عَنِ العَقْلِ(Mind-independent reality) ، مُسْتَنِدِينَ إِلَى الحُجَّةِ الإِعْجَازِيَّةِ(No-Miracles Argument) ؛ فَهُوَ مِنَ المُعْجِزِ أَنْ تَنْجَحَ النَّظَرِيَّاتُ دُونَ أَنْ تَكُونَ حَقِيقِيَّةً.

يؤمنُ الواقعيونَ بأنَّ النّظرياتِ الفيزيائيّةَ النّاجحةَ تصفُ الواقعَ المستقِلَ عنِ العقلِ البشريّ. فحينَ تتحدّثُ النّظريّةُ الكمّيةُ عنِ الإلكترونِ أوِ المجالِ الكمّوميّ، فهي تُشيرُ إلى كياناتٍ موجودةٍ في الكونِ بصرفِ النّظرِ عن ملاحظتِنا لها. ويستندُ الواقعيونَ في ذلك إلى ما يُسمى "الحجّةُ الإعجازيّةُ" : لو لم تكنِ النّظرياتُ الفيزيائيّةُ تُقاربُ الحقيقةَ لَكانَ نجاحُها التّنبُؤيُّ الهائلُ معجزةً خارقةً لا تفسيرَ لها ومنْ أبرزِ الواقعيينَ في هذا الصّددِ هيلاري بوتنام الذي صاغَ هذه الحُجّةَ في صورتِها الأوضحِ .

الأَدَاتِيَّةُ:(Instrumentalism)

يَرَى الأَدَاتِيُّونَ أَنَّ النَّظَرِيَّاتِ مُجَرَّدُ أَدَوَاتٍ حِسَابِيَّةٍ (Computational tools) لِلتَّنَبُّؤِ بِالظَّوَاهِرِ، وَالكِيَانَاتِ كَـ الإِلِكْتُرُونِ (Electron) هِيَ نَمَاذِجُ رِيَاضِيَّةٌ وَلَيْسَتْ بِالضَّرُورَةِ كِيَانَاتٍ حَقِيقِيَّةً.

وقدِ اعتمدَ نيلز بور موقفًا شبيهًا بهذا في تفسيرِ كوبنهاجن، إذ رفضَ الحديثَ عمّا يفعلُهُ الجُسيْمُ حينَ لا نُراقبُه، معتبرًا أنَّ السّؤالَ عنِ الواقعِ قبلَ القياسِ لا معنًى له ؟

ثانياً: نقدُ الموقفين والمواقفِ الوسيطةِ

الوَاقِعِيَّةُ البِنْيَوِيَّةُ :(Structural Realism) مَوْقِفٌ وَسِيطٌ يَقُولُ إِنَّ العِلْمَ لَا يَكْشِفُ طَبِيعَةَ الأَشْيَاءِ، بَلْ يَكْشِفُ البِنْيَةَ الرِّيَاضِيَّةَ (Mathematical structure) لِلْعَلَاقَاتِ بَيْنَهَا.

واجهَ كِلا الموقفيْنِ انتقاداتٍ جديّةً ومعمّقةً. فالواقعيّةُ تصطدمُ بما يُعرفُ بـ"التّشاؤمِ الاستقرائيّ" إذ إنَّ النّظرياتِ النّاجحةَ تاريخيًّا كفيزياءِ نيوتن ونظريةِ جُسيْماتِ الأثير قدْ استُبدلَتْ بنظرياتٍ مغايرةٍ كُلّيًّا، مما يُشكّكُ في إمكانيّةِ الاطمئنانِ إلى أنَّ نظرياتِنا الرّاهنةَ تُخبرُنا بالحقيقةِ النّهائيّةِ. وفي المقابلِ، تُحرجُ الأداتيّةَ قدرتُها على تفسيرِ نجاحِ التقنياتِ المبنيّةِ على ميكانيكا الكمَّ كالتّرانزستور والليزر والتشفيرِ الكميّ؛ فكيفَ تنجحُ الأداةُ في إنتاجِ تكنولوجيا حقيقيةٍ إنْ لم تكنْ تُشيرُ إلى شيءٍ ما في الواقعِ؟ وقدْ ظهرتْ نتيجةً لذلك مواقفُ وسيطةٌ محاولةً الخروجَ من هذا المأزقِ. ففي حين تُرسّخُ "الواقعيّةُ البنيويّةُ " أنَّ ما تكشفُه النّظرياتُ هو البُنى الرياضيّةُ للواقعِ لا طبيعةَ الكياناتِ في ذاتِها، يذهبُ "الواقعيُّ التجريبيُّ" إلى الإقرارِ بالوجودِ الحقيقيّ للكياناتِ التي التي يُمكنُ التّلاعبُ بها تجريبيًّا دونَ الالتزامِ بأكثرِ من ذلك. وهذه المواقفُ الوسيطةُ هي التي تشغلُ حيّزًا واسعًا منَ النّقاشِ الفلسفيّ المعاصر.

المَبْحَثُ الثَّالِثُ: السَّبَبِيَّةُ وَالحَتْمِيَّةُ (Causality and Determinism)

أوّلاً: حتميّة نيوتن والكون السّاعة

الحَتْمِيَّةُ النِّيوُتُنِيَّةُ :(Strict Determinism) تَصَوَّرَ الكَوْنَ كَآلَةٍ دَقِيقَةٍ. وَعَبَّرَ عَنْ ذَلِكَ لَابْلَاس بِمَا يُعْرَفُ بِـ "شَيْطَانِ لَابْلَاس(Laplace's Demon) "، الَّذِي يَمْلِكُ مَعْرِفَةً كَامِلَةً بِالمَاضِي وَالمُسْتَقْبَلِ.

أفضى الإنجازُ النّيوتنيُّ في القرنِ السّابعِ عشرَ إلى تصوّرٍ كونيّ قائمٍ على الحتميّةِ الصّارمةِ: الكونُ آلةٌ ضخمةٌ تخضعُ لقوانينَ ثابتةٍ، ولو عرفْنا مواضعَ جميعِ الجُسيْمات وسرعاتِها في لحظةٍ بعينِها لاستطعْنا أنْ نتنبّأَ بمستقبلِ الكونِ بأسرِهِ وأنْ نرسمَ ماضيَه كاملًا وهذا ما عبّرَ عنه عالِمُ الرياضياتِ" بيار سيمون دو لابلاس" بصورةٍ جليّةٍ حينَ تصوّرَ كيانًا خياليًّا باتَ يُعرفُ بـ"شيطانِ لابلاس"لديه معرفةٌ كاملةٌ بالحالةِ الرّاهنةِ للكونِ، فلنْ يكونَ ثمّةَ شيءٌ غامضٌ أمامَه لا في الماضي ولا في المستقبلِ. وفي هذا الإطارِ الحتميّ الذي لا يُفسحُ مكانًا للصدفةِ الحقيقيّةِ ولا للإرادةِ الحرّةِ بالمعنى الميتافيزيقيّ، كانَ كلُّ شيءٍ مجردَ تكشّفٍ ضروريٍّ لقوانينَ مكتوبةٍ في بنيةِ الطّبيعةِ. وقدْ ترتبَ على هذه النّظرةِ إشكالياتٌ أخلاقيّةٌ بالغةُ الأثرِ: كيفَ نُحاسبُ الإنسانَ على أفعالِهِ إذا كانتْ محدّدةً سلفًا بقوانينِ الطّبيعةِ ؟

ثانياً: مبدأُ الرّيبةِ وانهيارُ الحتميّةِ الكلاسيكيّة

مَبْدَأُ الرّيبَةِ (Uncertainty Principle): أَثْبَتَ هَايْزِنْبِرْغ أَنَّ اللَّايَقِينَ (Indeterminacy) لَيْسَ قُصُورًا فِي الأَدَوَاتِ، بَلْ هُوَ قَيْدٌ أَصِيلٌ فِي طَبِيعَةِ الوَاقِعِ ذَاتِهِ.

في عام 1927، صاغَ فيرنر هايزنبرغ مبدأه الشهيرَ الذي ينصُّ على أنّه من المستحيلِ قياسُ موضعِ الجسيمِ وزخمِه بدقّةٍ تامّةٍ في آنٍ واحدٍ؛ فكلّما ازدادتْ دِقّةُ قياسِ الموضعِ ازدادَ الغموضُ في قياسِ الزّخمِ، والعكسُ صحيحٌ. والأهمُّ فلسفيًّا أنَّ هذا القيدَ ليسَ قصورًا في أجهزةِ القياسِ بل هو قيدٌ أساسيٌّ في طبيعةِ الواقعِ ذاتِه، لا في قصورِ أدواتِنا . وقد أوجدَ هذا المبدأُ شرخًا عميقًا في صرحِ الحتميّةِ الكلاسيكيّةِ؛ إذ إن كانَ منَ المستحيلِ معرفةُ الحالةِ الكاملةِ للنّظامِ الكمّيّ، فكيفَ يمكنُ التّنبّؤُ بمستقبلِه بصورةٍ يقينيّةٍ؟ وقدْ فُتحَ ذلك البابُ أمامَ فلاسفةِ الحرّيّةِ لإعادةِ الاعتبارِ لمفهومِ الإرادةِ الحرّةِ في ضوءِ هذا اللايقينِ الكونيّ .

ثالثاً: التَّشَابُكُ الكَمّيQuantum Entanglement وإشكالية السببية

يُمثّل التشابكُ الكمّيّ تحدّيًا آخرَ لمفهومِ السببيّةِ الكلاسيكيّةِ. فحينَ يتشابكُ جسيمان كميان، يُصبحُ قياسُ خصائصَ أحدِهما مُحدِّدًا آنيًّا لخصائصِ الآخرِ بصرفِ النّظرِ عنِ المسافةِ الفاصلةِ بينَهما. يُشِيرُ إِلَى أَنَّ قِيَاسَ خَصَائِصِ جُسَيْمٍ يُحَدِّدُ آنِيًّا خَصَائِصَ الآخَرِ، مِمَّا يَتَحَدَّى مَفْهُومَ المَحَلِّيَّةِ(Locality) . وقدْ وصفَ أينشتاين هذا الأمرَ بـ"التأثيرِ الشبحيّ عن بُعدٍ"، رافضًا قبولِه لأنّه يبدو مخالفًا لمبدإِ المحلّيّةِ ولمبدإِ عدمِ تجاوزِ أيّ تأثيرٍ لسرعةِ الضّوءِ. بيدَ أنَّ تجاربَ جون بيل عام 1964 وما تلاها من تجاربَ مختبريّةٍ خاصّةً تلكَ الّتي أنجزَها آلان أسبيه وزملاؤه , أثبتتْ صحّةَ التنبؤاتِ الكمّيّةِ وأكدتْ أنَّ التّشابكَ حقيقةٌ لا يمكنُ تفسيرُها بالمتغيّراتِ الخفيةِ المحلّيّةِ وقدْ حازَ العلماءُ المساهمون في هذا الإثباتِ جائزةَ نوبل في الفيزياءِ عام 2022. وهذا يطرحُ على الفيلسوفِ سؤالاً عسيرًا: هلْ يُمكنُ الحفاظُ على مفهومِ السببيةِ في كونٍ يتجاوزُ فيهِ التّأثيرُ الكمّيُّ حدودَ المكانِ والزمانِ؟

رابعاً: موقفُ الفلسفةِ التّراثيّةِ من السّببيّةِ

لم يكُنْ تساؤلُ السّببيةِ وافدًا من بوابةِ الفيزياءِ الحديثةِ وحدها؛ فقدْ سبقَ ديفيد هيوم في القرنِ الثّامنِ عشر أن جرّدَ مفهومَ السّببيّةِ منْ هالتِها الميتافيزيقيّةِ، مُبيّنًا أنّنا لا نُدركُ "الرّابطَ الضّروريّ" بينَ السّببِ والأثرِ، بلْ نُلاحظُ مجردَ تتالٍ منتظمٍ بين أحداثٍ. وقدْ وجدَ هذا النقدَ الهيوميّ صدًى عميقًا في دراساتِ فلسفةِ ميكانيكا الكمّ، حيث لا يوجدُ رابطٌ سببيٌّ حتميٌّ بينَ الحالةِ الأوليّةِ للجُسيْمِ ونتيجةِ قياسِه، مما يجعلُ موقفَ هيوم أكثرَ اتساقًا مع المعطياتِ العلميةِ الراهنةِ مما كان يبدو في عصرِه.

تُمثِّلُ إشكاليةُ السببيةِ في الفلسفةِ التراثيّةِ بصراعٍ محتدمٍ بين "ضرورةِ العقلِ" و"طلاقةِ القدرةِ الإلهية"؛ حيث ذهبَ الفلاسفةُ المشاؤون، كابن سينا وابن رشد، إلى أنّ السببيةَ نظامٌ كونيٌّ محكمٌ وقانونٌ ضروريٌّ لا يتبدلُ، معتبرين أنّ وجودَ العلّةِ يستلزمُ وجودَ المعلولِ بالضرورةِ، لأن نفيَ هذا الارتباطِ هو نفيٌ للعقلِ ولإمكانيةِ العلمِ بالواقعِ. يَتَقَاطَعُ هَذَا مَعَ نَقْدِ دِيفِيد هِيُوم لِلرَّابِطِ الضَّرُورِيّ، وَالصِّرَاعِ بَيْنَ الضَّرُورَةِ (Necessity) عِنْدَ ابْنِ رُشْدٍ وَ الِاقْتِرَانِ العَادِيّ (Habitual Conjunction) عِنْدَ الغَزَالِيّ .

وفي المقابل، قاد الإمام الغزالي والمتكلمون ثورة نقدية ضد هذا المفهوم، مرجعين التلازم بين الأسباب ونتائجها (كالنار والإحراق) إلى "الاقتران العادي" لا "الضرورة الذاتية"، فالفاعل الحقيقي هو الله الذي يجري العادة بربط الظواهر ببعضها، وهو قادر على خرق هذه العادة متى شاء (كما في المعجزات). وهكذا، ظل الموقف التراثي منقسماً بين رؤية "رشدية" ترى العالم كآلة عقلية منتظمة، ورؤية "غزالية" تراه مسرحاً دائماً للإرادة الإلهية، وهي مفارقة مهدت الطريق لاحقاً لنقاشات فلسفية وعلمية كبرى حول الحتمية في العصر الحديث.

المَبْحَثُ الرَّابِعُ: إِشْكَالِيَّةُ المُرَاقِبِ (The Observer Problem) وانهيار الفصل بين الذات والموضوع

أولا : مَبْدَأُ التَّرَاكُبِ ومشكلة القياس:(Superposition)

ثانياً :تجربة الشق المزدوج والمفارقة الكبرى

تُجسّد تجربةُ الشق المزدوج هذه المفارقة في أوضح صورها .فحين نُطلق إلكترونات نحو حاجز فيه شقّان دون أن نراقب من أيهما يمر الإلكترون، نُلاحظ على الشاشة خلفه نمط تداخل موجي كأن الإلكترون مرّ من الشقين معاً في الوقت ذاته .يُشِيرُ إِلَى أَنَّ الجُسَيْمَ يُوجَدُ فِي حَالَاتٍ مُتَعَدِّدَةٍ مَعًا تُوصَفُ بِـ الدَّالَّةِ المَوْجِيَّةِ (Wavefunction)قَبْلَ عَمَلِيَّةِ الرَّصْدِ ،لكن بمجرد أن نضع أجهزة رصد لمعرفة من أي الشقين يمر الإلكترون يختفي نمط التداخل ويُصبح الإلكترون يمر من شق واحد فحسب تصرفاً كالجسيم العادي .

ومعنى ذلك أن الرصد نفسه – أي "النظر "– يُغيّر السلوك الفيزيائي للجسيم .وقد ألهمت هذه الظاهرة كثيراً من الفلاسفة للتساؤل :هل يخلق الوعي الواقع أم يكشفه فحسب؟ وهل ثمة واقع موضوعي قائم دون مراقب؟

ثالثاً :التفسيرات الفلسفية لمشكلة القياس

لم يُجمع العلماء والفلاسفة على إجابة واحدة لمشكلة القياس، فتعددت التفسيرات وتشعبت .مُشْكِلَةُ القِيَاسِ (Measurement Problem):تَتَجَلَّى فِي أَنَّ فِعْلَ الرَّصْدِ يُؤَدِّي إِلَى انْهِيَارِ الدَّالَّةِ المَوْجِيَّةِ (Wavefunction Collapse)لِيَتَحَدَّدَ مَوْقِعُ الجُسَيْمِ .

تَفْسِيرُ كُوبِنْهَاجِن (Copenhagen Interpretation):

يَرَى أَنَّ الوَاقِعَ يُولَدُ مَعَ القِيَاسِ، وَأَنَّ السُّؤَالَ عَمَّا يَفْعَلُهُ الجُسَيْمُ حِينَ لَا نُرَاقِبُهُ لَا مَعْنَى لَهُ.

صاغه نيلز بور وبات الأكثر شيوعاً في أوساط الفيزيائيين .يرى هذا التفسير أن الحديث عن "الواقع الكمي "قبل القياس لا معنى له، وأنه يجب الكف عن السؤال عما يفعله الجسيم حين لا نُراقبه .الواقع يُولد مع القياس، وما قبله من اكتمال التراكب يبقى في دائرة المجهول المطلق .وهو موقف براغماتي بامتياز يرفض الميتافيزيقا من حيث المبدأ .

تفسير العوالم المتعددة

اقترحه هيو إيفرت عام 1957، ويرى أن كل قياس لا يُنهي حالة التراكب بل يُشعّب الكون إلى فروع متعددة, كل فرع يتحقق فيه أحد الاحتمالات .فالقطة ليست حيّة وميتة في الوقت ذاته في كون واحد، بل هي حيّة في كون مواز وميتة في كون آخر، والمراقب ينشق بدوره ليحتل كلا الكونين .وهو تفسير يحتفظ بالحتمية على مستوى الكون الكلي لكنه يتخلى عن وحدانيته.

العَوَالِمُ المُتَعَدِّدَةُ :(Many-Worlds) يَقْتَرِحُ أَنَّ الكَوْنَ يَتَشَعَّبُ عِنْدَ كُلِّ قِيَاسٍ إِلَى فُرُوعٍ مُتَعَدِّدَةٍ يَتَحَقَّقُ فِيهَا كُلُّ احْتِمَالٍ.

قدّمه ديفيد بوم، ويذهب إلى أن الغرابة الكمية ليست انعكاساً للطبيعة الأعمق بل هي نتاج جهلنا بمتغيرات أعمق لم نكشفها بعد .الكون حتمي في جوهره، غير أن قوانينه الأعمق تعمل على مستوى لا نستطيع الوصول إليه بأدواتنا الراهنة .وهو موقف يُنقذ الحتمية لكنه يستلزم قبول قوى غير محلية تتعارض مع مبدأالخصوصية.

تفسير فون نيومان – ويغنر

يذهب هذا التفسير إلى أن ما يُنهي التراكب هو الوعي الذاتي للمراقب، إذ إن أجهزة القياس مادية وتخضع هي أيضاً لقوانين الكم فلا تستطيع وحدها تحديد الحالة .الوعيُ وحده هو الكيان غير المادي القادر على إسقاط الدالة الموجية .وقد استقطب هذا التفسير جدلاً واسعاً لأنه يُعيد الروح والوعي إلى قلب الفيزياء بعد قرون من محاولات الإقصاءالمادي.

رابعاً :الشاهد والمشهود في التراث الفلسفي

لا تنفصل إشكالية المراقب عن تراث فلسفي عريق يمتد منتساؤلات جورجبركلي حول استحالة الوجود بلا مُدرِك، إلى المفهوم الهايدغري للانكشاف .وفي التراث الفلسفي العربي الإسلامي، ثمة صدى لهذه الثنائية في مفهوم "الشاهد والمشهود "عند ابنعربي،حيث تتداخل الذات العارفة والحقيقة المُدرَكة في لحظة الكشف والتجلي حتى لا تبقى بينهما مسافة فاصلة .ويُشير بعض الباحثين كذلك إلى أن مفهوم انتقال الجسيم من " القوة " إلى "الفعل "في الفلسفة الأرسطية يُجاوب صورةً من صور الانتقال الكمي من حالة التراكب الاحتمالي إلى الحالة الفعلية المُقاسة، مما يُظهر أن هذه الإشكاليات لها جذور في أعمق تقاليد الفكر الإنساني.

المَبْحَثُ الخَامِسُ: المَعْرِفَةُ اكْتِشَافٌ أَمْ انْكِشَافٌ؟(Discovery vs. Unconcealment)

أولاً :نموذج الاكتشاف ومرجعياته الكلاسيكية

نَمُوذَجُ الِاكْتِشَافِ (Discovery Model): يَرَى العِلْمَ كَـرَفْعِ سِتَارٍ عَنْ حَقِيقَةٍ جَاهِزَةٍ، وَهُوَ تَقْلِيدٌ يَعُودُ إِلَى الثَّنَائِيَّةِ الدِّيكَارْتِيَّةِ (Cartesian Dualism).

دأب الفكر العلمي التقليدي على تصوير المعرفة بوصفها "اكتشافاً"؛ أي الكشف عن حقيقة كاملة وموضوعية تسبق وجود الإنسان وتنتظره كالكنز المطمور .ويفترض هذا النموذج أن العالِم يرفع الستار عن حقيقة جاهزة قائمة بذاتها، وأن العقل البشري مجرد مرآة تعكس تلك الحقيقة وتُسجّلملامحها.

وقد رسّخ هذا التصور الإطارُ الأفلاطوني الذي يرى أن الحقائق موجودة في عالم المُثُل مسبقاً، والفيلسوف لا يزيد على أن يتذكرها أو يستنبطها .كذلك أسهم الإطار الديكارتي في عصر الحداثة في ترسيخ الفصل بين الذات العارفة والموضوع المعروف، مُبشّراً بإمكانية المعرفة الموضوعية الكاملة التي لا تشوبها ذاتيةالمراقب.

ثانياً :نموذج الانكشاف ومرجعياته الحديثة

نَمُوذَجُ الِانْكِشَافِ (Unconcealment): مَفْهُومٌ هَايْدِغِرِيٌّ (Aletheia) يَرَى المَعْرِفَةَ عَمَلِيَّةً حَرَكِيَّةً يَشْتَبِكُ فِيهَا الظُّهُورُ بِالِاحْتِجَابِ.

في مقابل ذلك، يُقدّم الفيلسوفالألماني مارتنهايدغرمفهوم "الانكشاف "بوصفه نموذجاً بديلاً لفهم المعرفة فالحقيقة عنده ليست شيئاً يُكشف كشفاً تاماً، بل هي عملية انكشاف مستمرة تتشابك فيها الذات والموضوع .وكل انكشاف هو في الوقت ذاتهاحتجاب: فكلما أضاءت المعرفة جانباً ظل جانب آخر في الظل.

وتجد هذه النظرة في الفيزياء الكمية أرضاً خصبة :فمبدأ الريبة يُخبرنا بأن قياس موضع الجسيم بدقة أكبر يعني احتجاب زخمه بقدر مساوٍ والتشابك الكمي يُبيّن أن الكون لا ينكشف في معزل عن العلاقات والتفاعلات والجسيم لا يملك واقعاً محدداً قبل التفاعل مع المراقب، مما يجعل "المعرفة "حدثاً لامجرد تسجيل.

ثالثاً :المعرفة كحوار بين الإنسان والكون

الكَوْنُ المُشَارِكُ (Participatory Universe): يَرَى جُون وِيلَر أَنَّ المُرَاقِبَ البَشَرِيَّ يُسْهِمُ فِعْلِيًّا فِي تَشْكِيلِ الوَاقِعِ، عَبْرَ مَبْدَئِهِ "الشَّيْءُ مِنَ البَتِّ" (It from Bit).

يدعونا الفيزيائي جون أرشيبالد ويلر إلى فهم الكون باعتباره كونامشاركاً, إذ إن المراقبين البشريين لا يقفون الكون ينظرون إليه بعين باردة محايدة، بل هم جزء أصيل منه يُسهمون بفاعلية في تشكيل ما يُلاحظون خارج ويُصاغ مبدأه الشهير بـ"الشيء من البتّ" الكون في عمقه ليس مادةً بل معلوماتٌ، والواقع المادي ينبثق من الأسئلة الثنائية التي يطرحها المراقب علىالطبيعة.

وتتقاطع هذه الرؤية مع مفهوم توماس كون عن "البارادايم" النموذج المعرفي، إذ يرى كون أن العلماء لا يرون الواقع "كما هو "بل يرونه من خلال عدسة نموذجهم المعرفي .وحين تتراكم الاكتشافات الشاذة التي يعجز النموذج عن استيعابها، تنشأ ثورة علمية تُنتج نموذجاً جديداً يُعيد ترتيب كل شيء من الأساس .وهذا يعني أن ما نُسمّيه "حقيقة "هو في بعض وجوهه بناءٌ يعكس النموذج الذي نعتمد.

رابعاً :الأبعاد الأخلاقية والوجودية للإشكالية

إذا كانت المعرفة انكشافاً يُسهم الإنسان في تشكيله، فإن ذلك يحمل في طياته أبعاداً أخلاقية عميقة :العالِم ليس ناقلاً محايداً لمعطيات الطبيعة بل هو مشاركٌ مسؤول .فالأسئلة التي يطرحها، وطريقة تصميمه لتجاربه، وما يختاره من مجالات للبحث، كل ذلك يُحدد جزءاً من الحقيقة التي ستُولد .وهذا الإدراك يُعيد الاعتبار للمسؤولية الأخلاقية في البحث العلمي، ويجعل أسئلة من قبيل "لصالح من نبحث؟ "و"ما الثمن الأخلاقي لهذا الاكتشاف؟ "أسئلةً فلسفية وعلمية في آنٍواحد.

كما تُلقي هذه الإشكالية بظلالهاعلى مسألة الوجود والعدم في الفلسفة الوجودية؛ فإذا كان الكون لا يُبدي وجهاً محدداً إلا حين يُواجهه وعيٌ بشري بالسؤال والبحث، فهذا يُرسّخ مقولة سارتر بأن "الوجود يسبق الماهية"، وأن الإنسان يحمل عبء إعطاء معنى لكون لا يحمل معناه كاملاً فيذاته.

الخَاتِمَةُ (Conclusion)

انْتَهَى البَحْثُ إِلَى أَنَّ الفِيزْيَاءَ المُعَاصِرَةَ قَدْ هَدَمَتِ الحُدُودَ الفَاصِلَةَ بَيْنَ الذَّاتِ وَالمَوْضُوعِ (Subject and Object). وَأَنَّ العِلْمَ لَيْسَ نَاقِلًا مُحَايِدًا، بَلْ هُوَ فِعْلٌ أَخْلَاقِيٌّ وَوُجُودِيٌّ يُشَارِكُ فِي صِيَاغَةِ مَعْنَى الكَوْنِ.

انطلق هذا البحث من الإشكالية الكبرى التي تطرحها الفيزياء المعاصرة على الفلسفة :هل تُعيد الفيزياء الحديثة رسم حدود المعرفة الإنسانية وتصوراتنا الجوهرية عن الوجود والحقيقة؟ وقد سعينا إلى معالجة هذه الإشكالية عبر خمسة مباحث متكاملة تتلاحق أجزاؤها في بنية واحدةمنسجمة.

فعلى صعيد المبحث الأول، كشفت دراسةُ فلسفة الزمان والمكان أن الانتقال من المطلقية النيوتنية إلى نسبية أينشتاين لم يكن مجرد تطور رياضي، بل كان تحولاً فلسفياً عميقاً في تصورنا لبنية الكون الأساسية، مُبيّناً أن ما كان يبدو ثابتاً مطلقاً هو في حقيقته نسبيٌّ ومتشابك بالمادة والطاقة .وقد انتهى ذلك إلى التشكيك في إمكانية المعرفة المطلقة اللازمانية التي حلم بها الفكرالكلاسيكي.

وعلى صعيد المبحث الثاني، تبيّن أن التذبذب بين الواقعية والأداتية ليس مجرد خلاف أكاديمي، بل يمس جوهر السؤال عن علاقة العقل بالكون .وقد تجلّى أن الحقيقة تكمن في مكان أعمق من كلا الموقفين، يتلمّسها البحث الفلسفي المتواضع المُدرِك لحدوده، مما يدفع نحو مواقف وسيطة أكثر تمايزاً من الثنائيةالتقليدية.

أما على صعيد المبحث الثالث، فقد أظهر أن ميكانيكا الكم قد قضت على الحتمية الصارمة الكلاسيكية بإدخال اللايقين الجوهري في صميم الواقع، مما أعاد فتح النقاش حول السببية والحرية والمسؤولية على أسس فلسفية جديدة لا يمكن للمنظومة الكلاسيكيةاستيعابها.

وفيما يخص المبحث الرابع، فقد كشف أن إشكالية المراقب تُهدم الحدود الصارمة بين الذات والموضوع التي رسمها الفكر الديكارتي، مُشيرةً إلى أن "الشاهد "ليس مجرد رائٍ بل هو مُشارك فاعل في تشكيل المشهود .وهذا الانهيار لثنائية الذات والموضوع هو ربما أكثر إسهامات الفيزياء الكمية أثراً في تاريخالفلسفة.

وأخيراً، انتهى المبحث الخامس إلى أن نموذج المعرفة كـ"انكشاف "يُمثّل إضافةً نوعية لفلسفة العلم، إذ يُعيد الاعتبار للإنسان بوصفه شريكاً في بناء المعرفة لا مجرد ناقل سلبي لمعطيات الطبيعة .وهذا ما يجعل البحث العلمي فعلاً أخلاقياً بامتياز لا مجرد إجراءتقني.

والحقيقة التي يُجلّيها هذا البحث في مجمله هي أن الفيزياء المعاصرة لم تُجِب على أسئلة الفلسفة القديمة، بل جعلتها أشد إلحاحاً وأعمق تجذراً .فسؤال :ما هو الوجود؟ وما هي المعرفة؟ وما هو الزمان؟ وما مكانة الإنسان ،في هذا الكون؟ لا يزال ينتظر إجابات فلسفية لن تكتمل ما لم تلتقِ الرياضياتُ بالميتافيزيقا، والتجربةُ بالتأمل والعِلمُبالحكمة.

الفيزياء كانت تبحث في ما هو موجود، فإذا بها تجرّنا إلى التساؤل :كيف نعرف ما هو موجود؟ وهذا هو السؤال الذي لا تنفرد به فيزياء ولا تستغني عنه فلسفة

قائمة المصادر والمراجع

أولاً :المصادر العربية

١ .ابن رشد، أبو الوليد محمد .تفسير ما بعد الطبيعة .تحقيق موريس بويج .بيروت :دار المشرق، 1984

٢ .ابن عربي، محيي الدين .الفتوحات المكية .تحقيق عثمان يحيى .القاهرة :الهيئة المصرية العامة للكتاب1972

٣ .الفارابي، أبو نصر .آراء أهل المدينة الفاضلة .تحقيق علي بو ملحم .بيروت :دار ومكتبة الهلال، 1995

٤ .ابن سينا، أبو علي .كتاب الشفاء)الطبيعيات .(القاهرة :الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1983

٥ .الغزالي، أبو حامد .تهافت الفلاسفة .تحقيق سليمان دنيا .القاهرة :دار المعارف، 1972

ثانياً :المراجع العربية المترجمة

٦ .أينشتاين، ألبرت .النظرية النسبية الخاصة والعامة .ترجمة محمود حامد .القاهرة :المجلس الأعلى .للثقافة2001

٧ .بور، نيلز .الفيزياء الذرية والمعرفة البشرية .ترجمة يوسف عبد الله .بيروت :دار الكتب العلمية، 1998

٨ .هايزنبرغ، فيرنر .الفيزياء والفلسفة .ترجمة مروان يوسف .دمشق :دار الفكر، 2005

٩ .كون، توماس .بنية الثورات العلمية .ترجمة شوقي جلال .الكويت :عالم المعرفة، 1992

١٠ .بوبر، كارل .منطق الكشف العلمي .ترجمة ماهر عبد القادر .الإسكندرية :دار المعرفة الجامعية، 1994

١١ .هايدغر، مارتن .الكينونة والزمان .ترجمة فتحي المسكيني .بيروت :دار الكتاب الجديد المتحدة، 2012

ثالثاً :المراجع الأجنبية

12. Bell, J. S. (1964). "On the Einstein Podolsky Rosen Paradox". Physics Physique Fizika, 1(3), 195–200.

13. Bohm, David (1952). "A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of Hidden Variables". Physical Review, 85(2), 166–179.

14. Bohr, Niels (1958). Atomic Physics and Human Knowledge. New York: Wiley.

15. Einstein, A.; Podolsky, B.; Rosen, N. (1935). "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?". Physical Review, 47(10), 777–780.

16. Everett III, Hugh (1957). "Relative State Formulation of Quantum Mechanics". Reviews of Modern Physics, 29(3), 454–462.

17. Heisenberg, Werner (1927). "Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik". Zeitschrift für Physik, 43(3–4), 172–198.

18. Kuhn, Thomas S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: University of Chicago Press.

19. Leibniz, G. W. & Clarke, S. (2000). Correspondence. Indianapolis: Hackett Publishing.

20. Newton, Isaac (1687). Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica. London: Royal Society.

21. Penrose, Roger (1989). The Emperor's New Mind. Oxford: Oxford University Press.

22. Popper, Karl (1959). The Logic of Scientific Discovery. London: Hutchinson.

23. Schrödinger, Erwin (1935). "Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik". Naturwissenschaften, 23(48–50), 807–849.

24. Wheeler, John A. (1990). "Information, Physics, Quantum: The Search for Links". In W. Zurek (Ed.), Complexity, Entropy, and the Physics of Information. Redwood City: Addison-Wesley.

25. Wigner, Eugene P. (1961). "Remarks on the Mind-Body Question". In I. J. Good (Ed.), The Scientist Speculates. London: Heinemann.