ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

# الحتمية بين الفيزياء النيوتونية والفيزياء الكوانتية

# The determinism between Newtonian physics and quantum physics


| | | |
|---|---|---|
| د. رابح عيسو Dr. Aissou Rabah<br>rabah.aissou@univ-alger2.dz | فلسفة | كلية العلوم الانسانية - جامعة الجزائر 2 أبو القاسم سعد الله – الجزائر |


DOI : 10.46315/1714-009-003-020

الإرسال: 2019/11/12 القبول: 2000/02/17 النشر: 2020/06/16

ملخص:

لقد بلغت الحتمية هرم القدسية في مجال العلم مع نيوتن ولابلاص معتبرة أن النظام الكوني محكوم بقوانين ثابتة، مما تساعدنا على التنبؤ بالظواهر قبل وقوعها، استناداً إلى الحالات السابقة المشابهة لها. هذا ما ينطبق على العالم الماكروفيزيائي، بينما مع العالم الميكروفيزيائي اصطدمت بجملة من المشاكل التي أدت بالعلماء إلى اعادة النظر في الحتمية، فما كان يتحقق في العالم الكبير، فلا يتحقق في العالم الصغير الضارب في الصغر اللامتناهي، لأن ظواهره تحدث في زمن قصير وفي حجم متناهي في الصغر. أدت إلى انهيار الحتمية واعتماد اللاحتمية التي تعتبر سمة أصيلة في الفيزياء الكوانتية ومبدؤها الاحتمالية، مما يجسد أن الواقع الفيزيائي ليس مستقلاً عن المُلاحِظ، والذي بملاحظته يُشوش على الظاهرة، فالعالم هو ما نراه بذواتنا.

**الكلمات المفتاحية: الحتمية؛ الحتمية؛ مبدأ الارتياب؛ الاحتمالية؛ الملاحظة.**

**Abstract:**

Determinism has altained the greatest level of distinction in the field of Science with Newton & Laplace. It considers the Cosmic System as governed by immutable laws, which help in the process of prediction upon previously existing. But in the realm of Microphysics, determinism has encountered some barriers, which have led scientists to rethink about it, for what is realizable in the Macro Worl is not realizable in the Micro World that is deeply connected an unfinished smallness. Because its events do occur in a short time and a tiny shape, they have led to the decline of determinism and reliance an indeterminism which is considered as the original feature of physics' Quantum which probability as its principle. This personifies that the physical reality is not independent from the observer, who disturbs the phenomenon, rather the world is what our selves see.

**Keywords: determinism; Determinism; The principle of uncertainty; Probability; Observation**

## مقدمة:

لقد تمخض في العصر الحديث وخاصة عن الفيزياء الكلاسيكية مقولة فلسفة مطلقة وهي : حتمية علمية مطلقة تُنادي بالقدرة على التنبؤ بكل شيء، فالحتمية لم تكن خرافة أو أسطورة تسللت إلى ذهن الفكر الحديث، بل كانت مرهونة بوعيها العلمي التاريخي وهي وليدة تراكم من

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

الانتصارات والثورات العلمية الكبرى التي تحققت في العصر الحديث والمعاصر على يد كبار العلماء. الحتمية بالمعنى الميتافيزيقي، مذهب فلسفي يؤكد بأن الضرورة تسود العالم وابستمولوجياً تتمثل الحتمية في مجموع الشروط الضرورية، لكي تتحقق ظاهرة ما، فهل فعلا هذه الحتمية حافظت على صمودها أمام التطورات الهائلة في الفيزياء الكوانتية وتستطيع أن تنبئنا بما يحدث للجزيئات اللامتناهية في الصغر؟

**1. الأصول المباشرة لظهور الحتمية:**

يتفق الجميع على نسبة فكرة الحتمية إلى الفلكي والرياضي الفرنسي "**بيير سيمون لابلاص**" Pierre Simon Laplace (1749-1827)، انطلاقاً من فكرة "**نيوتن**" أن مدرات الكواكب قد تكون غير ثابتة بما فيه الكفاية بحيث تقوم قوى الشد للكواكب الأخرى بدفع الكوكب ليغادر مداره. وقد ضمن "**نيوتن**" أن التدخل الإلهي قد يكون مطلوبا لتحتفظ الكواكب بمداراتها. حيث بين أن مدارات الكواكب ثابتة ومستقرة بالفعل، بحيث لا تغادر الكواكب مداراتها على الرغم من أنها ليست بيضاوية، حتى لو حدث لها اضطراب (أندرسون،ب.، 2013، الصفحات 104-105).

ومن أهم كتب "**لابلاص**" «**دراسات فلسفية حول الاحتمالات**» الذي حرره وأعاد تنقيحه مرات عديدة بين 1772-1825. لقد اعتمد "**لابلاص**" على النجاح الباهر الذي أحرزه بفضل حساب الاحتمالات لحل المشكلة الصعبة للاضطرابات الكونية. كان "**نيوتن**" يرى في ذلك تدخلاً إلهياً. أما "**لابلاص**" فلم يعد بعد في حاجة إلى هذه الفرضية. فهو يفسر بالميكانيكا وحدها كيف أن نظام الآلة السماوية يعيد اقامة ذاته من ذاته دون أن يتم اللجوء إلى أي تدخل إلهي (لوكور، 2011، الصفحات 82-83). وبهذا يطرد "**لابلاص**" الله من الميكانيكا السماوية، وبالتالي أدار ظهره فلسفياً لـ "**نيوتن**" حول هذه النقطة. فـ"**لابلاص**" أكمل في عصر الأنوار تحرير العلم من الوصاية اللاهوتية وطهر المنظومة النيوتونية للعالم من «حُثالة» مرتبطة بمسبقاتها الدينية. فـ"**لابلاص**" يقيم تصوره للعلم على الملاحظة والحساب، وبذلك أعطى صورة مزيفة عن العمل العلمي وتقديس لوحة الطبيعة التي كانت مرتبطة به (لوكور، 2011، صفحة 84).

عرض "**لابلاص**" مكونين أساسيين لفكرة الحتمية: تصور فلسفي عام عن الطبيعة، وهو منتوج عصر الأنوار ومثال العلم الحديث الذي كان يعتقد أن بإمكانه أن يربطه به. انصرفت الميكانيكا العقلية إلى البحث عن حل لمشكلة الاضطرابات الكونية انطلاقاً من أعمال الرئاسي الفرنسي "**أليكسيس كلود كليرو**" Alexis Claude Clairaut (1713-1765) والرياضي السويسري "**ليونهارت أويلر**" Euler Leonhard (1707-1783) والرياضي الفيلسوف الفرنسي "**جان لورون دالامبير**" Jean Le Rond D'Alambert (1717-1783) إلى أعمال "**جوساف لويس لاجرانج**" Joseph Luis Lagrange (1736-1813). فبرهن "**لابلاص**" لتوه بأن التغيرات القرينة للكواكب، المختلفة عن

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

التغيرات الناتجة عن تدخل لله فيها حسب "**نيوتن**"، هي ذاتها دورية، بحيث أن نظام الآلة السماوية إنما يعود إلى القيام من تلقاء نفسه دونما حاجة إلى أي فعل إلهي. وكان قد أضاف إلى هذه الكوسمولوجيا الآلية كلياً فرضية تكون النظام الشمسي انطلاقاً من «سديم أولي»، وقد كانت هذه الفرضية، التي تم اثباتها اليوم. وهكذا يظهر التصور «آلية كونية» يفترض في الميكانيكا العقلية بحسبها أنها تقدم المعادلة الدقيقة رياضياً للقوانين المتحكمة في حركات كل الأشياء، والتي هي قابلة للتعيين دوماً بتركيب نقاط مادية مفردة (لوكور، 2011، الصفحات 69-70).

وهناك مثل أعلى للعلم يستخلص من ذلك مباشرة: فالإمكانية تظهر بالفعل قائمة لتنبؤ دائما أكثر تفصيلاً وأكثر دقة لعدد متزايد دوماً من الظواهر. فيقول "**لابلاص**": «ينبغي أن نتصور الوضع الحالي للعالم باعتباره أثراً لوضعه السابق، وكذلك باعتباره سبباً للوضع الذي سيكون عليه في المستقبل. إذا افترضنا أن عقلاً عبقرياً يدرك كل القوى التي تحرك الطبيعة، وكذا وضعية العناصر التي تشكل هذه الطبيعة... وأن هذا العقل من القوة بحيث يمكن أن يحلل هذه المعلومات كلها، فيستوعب في صيغة واحدة حركات أكبر الأجسام في الكون إلى جانب حركات أصغر ذرة فيه... إذا افترضنا وجود هذا العقل، فإنه لن يبقى هناك شيء يحتمل الشك أو الاحتمال بالنسبة إليه، بل إن المستقبل سيكون حاضراً وماثلاً أمامه. وبفضل مستوى الدقة والكمال الذي وصل إليه الانسان في علم الفلك، فإن العقل الانساني بذاته يقدم صورة مصغرة لهذا العقل الكبير المفترض. فاكتشافات الذهن البشري في الميكانيكا والهندسة مكنته من فهم الأوضاع الماضية والمستقبلية لنسق الكون، عن طريق جمل ومعادلات تحليلية واحدة. وبتطبيق هذه المنهجية على موضوعات معرفية أخرى، استطاع العقل الانساني أن يخضع الظواهر الملاحظة لجملة من القوانين العامة، وأن يتنبأ بظواهر معينة بالاعتماد على المعلومات الظرفية للحظة ما» (Laplace, 1840, pp. 3-5) . وبصياغة أخرى هي أن تفهم كل شيء هو أن تتنبأ بكل شيء. عن مثل هذه المزاعم الكبيرة تصدر كل السيناريوهات المألوفة التي تعتبر العالم آلة، والكون شيئاً يدور على طريقة الساعة، وكل العلم على أنه في النهاية حتمي لا يقف في طريقه شيء (لندلي، 2009، صفحة 41).

تناول "**لابلاص**" الحتمية على المستوى الأنطولوجي والمستوى الإبستمولوجي (المعرفي): من الناحية الأنطولوجية تقوم الحتمية أولا على أساس وجود الحالات وجودا موضوعياً محدداً بدقة. وثانياً، الانتقال من حالة إلى أخرى يكون انتقالاً ضرورياً لزومياً، الشيء الذي يعني أن الواقعي يحل بكليته محل الممكن وفاقاً مع مبدأ القائل: إن كل ما هو ممكن يصبح واقعياً ضرورة. ثالثاً، وجود أسباب تفرض ذلك الانتقال بنفس الضرورة واللزوم. أما من الناحية الإبستمولوجية تقوم على التمييز

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

بين ثلاثة مظاهر في المعرفة: تحديد الحالات –تحديد الانتقال من حالة إلى أخرى- الكشف عن الأسباب التي تسبب في هذا الانتقال (Mare, 1970).

إن مادة المناقشات التي سبقت وأعقبت فكرة "**لابلاص**" تبين بكامل الجلاء أن مدى تلك الفكرة لم يكن «ابستمولوجيا» وحسب. فمن "**جوتفريد فيلهالم لايبنتز**" Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716) إلى "**دونيس ديدرو**" Denis Didrot (1713-1784)، توجد فكرة الطبيعة في قلب كل مجادلات القرن الثامن عشر: فالرهانات فيها كانت بوضوح لاهوتية وأخلاقية وسياسية (لوكور، 2011، صفحة 70). إن مجادلة التأويل الآلي للفيزياء تظهر كمسألة فلسفية في وقت كان فيه التمييز بين العلوم والفلسفة لا يزال مجرداً من كل معنى.

فالتأويل «الآلي» لفيزياء "**روني ديكارت**" (1596-1650)، التي يقر فيها بأن الله خلق الكون، ووضع فيه قوانين (قوانين الميكانيكا)، ثم تركه يسير وفقها، وأنه يُعِين العالم على استمرار وجوده ويحفظه (Catherine, pp. 162-163). وهذه التغيرات التي نشاهدها في البيئة المحيطة بنا هي من فعل الطبيعة، أي من الأشياء ذاتها، والقواعد التي تتم وفقها هذه التغيرات يسميها "**ديكارت**" بـ «قوانين الطبيعة» (ديكارت، 1999، صفحة 81). إذن هذه القوانين هي حقيقة كلية، وهي أيضا ضرورية. ليس لأنه كان على الخالق أن يضعها كما وضعها، بل –**ديكارت**- إن الله تعالى اختار هذه القوانين وأودعها في الطبيعة بمحض إرادته، تماما كما يضع الملك القوانين بإرادته وينشرها في مملكته (Catherine, p. 166).

بالإضافة لفيزياء "**نيوتن**" التي توصل إليها من خلال جمع معادلات الفلكي الألماني "**يوهانس كبلر**" Johannes Kepler (1571-1630) الثلاث في معادلة واحدة، التي جاء في مضمونها: أن "**كبلر**" اكتشف قوانين ثلاثة لحركة الكواكب، التي اشتقها من ملاحظات الفلكي الدانماركي "**تايكو براها**" Tycho Brahé (1546-1601) الفلكية وهي كالآتي:

- مدار كوكب حول الشمس يوصف بأنه بيضوي من مركز الشمس.
- يرتبط نصف قطر الشمس بمجالات أي كوكب بمساحات متساوية في أزمنة متساوية.
- مربع فترة الدوران المركز للكواكب المختلفة، يتناسب مع مكعبات محاورها الرئيسية من جهة مدارها البيضوي الاهليلجي(Otto, E , 1943, p. 147).

بعبارة أخرى أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات إهليلجيه، وأن مسارات الكواكب تمسح مساحات متساوية في أزمنة متساوية، وأن هناك علاقة تناسب طردية بين مربع الزمن الدوري للكوكب ومتوسط بعده عن الشمس مرفوع للقوة الثالثة (أبودية، 2010، صفحة 135).

قدم "**نيوتن**" بجمع هذه المعادلات الثلاث تفسيراً متكاملاً وصلباً لحركة الكواكب... وهذا كان مجسداً في كتابه «**المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**»، حيث أن العالم مكون من المادة، وهي

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

الجسيمات، ومن الحركة، التي بها تنتقل هذه الجسيمات في الفراغ، ومن المكان –أو الفضاء- وهو مجال هذا التنقل. ففسر حركة الكواكب على أساس القوة والجاذبية.

تجسدت فكرة الحتمية لدى "**غاليليو غاليلي**" (1564-1642) بأن الكون مكتوب بلغة رياضية، أي مخلوق وفق هذه اللغة، وهي فكرة كانت موجهاً رئيسياً للعلم الأوروبي. ولفهم هذا الكتاب وجب فهم لغته أولاً، وبدونها لا يمكن للإنسان أن يفهمه. ولهذا دعا إلى تحويل الواقع المحسوس إلى موضوع تجريدي يمكن فهمه ومعرفة قوانينه(Locqueneux, 1987, pp. 31-32) . فالعالم قائم على نظام خالد، غير محسوس ولا مرئي، لكنه مفهوم ومتعقل، فهو عبارة عن آلة عظمى، منتظمة بإحكام حسب قوانين معينة، والتفسير العلمي الوحيد هو التفسير بالأسباب والنتائج، ولهذا كانت العلاقة السببية في فيزياء "**غاليلي**" علاقة فاعلة وضرورية (ميس، 1994، الصفحات 28-29).

نشير إلى "**ايمانويل كانط**" (1724-1804) بأنه ألف فرضية «سديمية» حول أصل النظام الشمسي، كان قد فهم مقدما وبشكل جيد بأنه علاوة على المسألة اللاهوتية للخلق، فإن مسألة «حرية» الذات البشرية هي التي يثيرها هذا النمط من التفكير. فإذا كانت كل الظواهر تتكشف على أنها محددة بدقة حسب تسلسل سببي قابل للإيضاح والصياغة كلياً بقوانين الميكانيكا، فكيف يمكن أن نتصور أن يفلت أي كائن بشري من هذا التحديد؟ وحين نعتقد بحرية ارادتنا، ألسنا ضحايا وهْم شعورنا، وهو ثمن الجهل الذي لا زلنا نوجد فيه بمجموع سلاسل العلية الطبيعية؟ ونص «المتناقض الثالث» في «**نقد العقل الخالص**» (1781) يهتم بحل هذه الصعوبة وذلك بذكر الطبيعة المزدوجة للإنسان: إنه واقعة من وقائع العالم الحسي من بين أشكال أخرى، ولكنه مشارك في عالم «معقول» يفلت مبدئياً من قوانين الأول (كانط، 1988، الصفحات 236-239).

لقد اتاح الحل الكانطي لمؤلف «**نقد العقل العملي**» (1788) أن ينسب إلى الأفعال البشرية «سببية حرة»، تفلت من تحديد الظواهر الطبيعية، ولكنها تخضع لـ «قوانين أخلاقية» تفرض أوامرها المطلقة على كل ضمير، معارضة، بالمناسبة، ميول الانسان إلى المتع الحسية. وهكذا، فإن «مسؤولية» أفعالنا إنما تكون منسوبة إلينا كاملة كلية (كانط، 1988، الصفحات 248-250).

ساند "**كلود برنار**" Claude Bernard (1813-1878) في مؤلفه الشهير «**مدخل إلى دراسة الطب التجريبي**» فكرة الحتمية حيث عرفها هي أن نسلم تسليماً بديهياً بأن «شروط كل ظاهرة، سواء أكان ذلك في الأجسام الحية أم في الأجسام الجامدة، محددة تحديداً مطلقاً. ومعنى هذا بعبارة أخرى أنه متى عُرِف شرط ظاهرة ما وثم تهيؤه، وجب أن تحدث الظاهرة دائماً» (Bernard, 2010, p. 95).

ويرى "**كلود برنار**" ضرورة أن يؤمن ايماناً راسخاً بالفكرة القائلة بأن الظواهر تحكمها قوانين ثابتة. وإذا بدأ العالم في هذا المبدأ القائل بأن ثمّة قوانين ثابتة لا تتغير فقد اقتنع بأن الظواهر لا يمكن

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

أن تتعارض أبداً إذا هي لوحظت في الظروف نفسها. ولسوف يعرف أن ما قد يبدو فيها من تغيير منشأه تدخل ظروف أخرى، تحجب هذه الظواهر أو تعدلها. لأنه لا معلول بدون علة. وتصبح الحتمية المطلقة في نظر "**كلود برنار**" أساس العلم الحقيقي(Bernard, 2010, p. 95) . وبالتالي فإن انكار الحتمية هو انكار للعلم نفسه. كما يؤكد "**برنار**" على أن كلمة «استثناء» في مجال العلم هي تعبير عن الجهل بشروط أحداث الظاهرة، فيقول: «إن ما نسميه الآن استثناء ليس إلا ظاهرة نجهل بعض ظروفها. وإذا نحن عرفنا ظروف الظواهر التي نتحدث عنها وحددناها لم يعد ثمّة استثناء»(Bernard, 2010, p. 97) ، هذه الحتمية المطلقة تجعل العالم الطبيعي أشبه بساعة ممتلئة تمر آليا بمراحلها المختلفة(Bernard, 2010, p. 98) .

فالحتمية عند "**كلود برنار**"، المتعارضة مع القدرية وتستخدم كعلم ضد الحيوية التي تعتقد بوجود قوة حيوية غريبة وضد الاختزالية التي تريد أن تخضع الكائن الحي لقوانين الفيزياء والكيمياء وحدها، دونما اعتبار لتمييزه. وهكذا يؤسس "**كلود برنار**" الفيزيولوجيا العلمية.

أما بالنسبة إلى "**غاستون باشلار**" (1884-1962) «الحتمية مذهب يشير إلى سيادة الانسان على الطبيعة» (بوفريس، 2009، صفحة 101)، أي أن «الحتمية نزلت من السماء» (لوكور، 2011، صفحة 71). وهذا يفسر لنا، على أن الفلاسفة أهملوا بشكل طويل المشكلات المتصلة بالاضطرابات وبالأخطاء في دراسة الظواهر الفيزيائية، وعلينا أن لا ننسى، في مستوى علم الفلك، ذاته، أن الفكر المتصل بالاضطرابات هو بالدرجة الأولى فكر علمي حديث(Bachelard, p. 104) .

إن مشكلة الحتمية في الفكر العلمي الحديث مثيرة للنقاش، وهذا ما أدى إلى تصنيف الحجج والزيادة في تقسيم المفاهيم، ومن جملتها الحتمية الايجابية والحتمية السلبية، حيث هذا التمييز مستقى من مناظرة البرهان. فإذا ارتاب امرؤ في جواز نقطة خاصة من جوانب الظواهر على أنه حتمي، فإنه سيلجأ إلى تحديد حال الظاهرة وسيتنبأ بالنتائج الناجمة عنها، نتائج الظاهرة المتطورة التي سيحددها بأكبر دقة ممكنة وسيكون البرهان أعظم اقناعاً كلما ازدادت دقة وصف الظاهرة، غير أن لهذه الدقة حدوداً. وعندئذ سيكون المرء مرغماً على الاعتراف بجهل بسيط، بذبذبة خفيفة في التنبؤ، لكنه بالمقابل، سيكون أكثر وثوقية فيما يتصل بالتنبؤ بأن الظاهرة المرتقبة لن تحدث وسيلمس هناك المطلق، القطعي، الحتمي بدون أية شائبة. إن العالم الذي «يؤمن» بالحتمية يكون متأهباً دائماً للاعتراف بحتمية الظواهر من مجرد الاشارة، ولكن الاعتراف غير المعرفة. إن المرء يعترف بيُسر بما لا يعرف على حد قول "**باشلار**"(Bachelard, p. 111) .

الحتمية لم تكن خرافة أو أسطورة تسللت إلى ذهن الفكر الحديث، بل كانت مرهونة بوعيها العلمي التاريخي وهي وليدة تراكم من الانتصارات والثورات العلمية الكبرى التي تحققت في العصر الحديث على يد كبار العلماء. وما دامت الحتمية العلمية ارتبطت بوعيها التاريخي من جهة، وبميزتها الرامية

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

للدعوة المتفائلة إلى القدرة على التنبؤ بكل شيء، وأن العلم وصل إلى حدوده النهائية من جهة أخرى، فستكون هي في الوقت نفسه دافعاً ايجابياً وفعالاً لدعوة الكثير من الباحثين والعلماء إلى السعي للتحقق من النتائج التي توصل إليها العلم، وبالتالي للتحقق من صدق مقولة الحتمية العلمية ذاتها، عندئذ ستكون هي من تضمنت آلية انهيارها وعلى ما يبدو أن الرؤية الديالكتيكية كفيلة بأن نفسر انحلالها من زاوية أن ما نتطلع إلى الحتمية العلمية سيكون في الوقت نفسه دافعاً حاسماً للقضاء عليها، لأن فضول العلماء وطموح البحث العلمي لا يتوقفان عند حد، وهذا ما حصل فعلا في تداعيات علم الفيزياء منذ بواكير القرن العشرين (موسى، 2012، الصفحات 85-86).

**2. انهيار الحتمية الكلاسيكية**

ربما أن فكرة الحتمية بعد ما كانت قد ألهبت تفكير العلماء والفلاسفة على مدى قرنين من الزمان، هي في طريقها إلى أن تختفي كلياً من تحت أنظارنا. فغداً، من دون شك، ستظهر النقاشات التي لا تزال حتى اليوم حادة جداً، ولكن الغامضة جداً في أغلب العموم أحياناً، التي تسجل احتضارها، ستظهر متجاوزة.

انطلاقاً من رأي "**باشلار**" بأن الظواهر الفيزيائية المعاصرة تتميز بالتعقد الشديد مما يصعب معه التنبؤ الدقيق بمسارها وبقوانينها، في الفيزياء الميكروسكوبية توجد ملاحظة بدون تجربة وبدورها لا تعلمنا بوجود الحتمية، ولهذا يقول "**باشلار**": «ويكفي الانتباه الفلسفي من أجل البرهان على أن الملاحظة المباشرة لا تنجب الحتمية: فالحتمية لا تربط جميع مظاهر الظاهرة ربطاً محكماً واحداً، ومن الواجب بالتالي اعادة تقسيم الفكر إلى قانون وإلى اضطراب أو احتمال بصدد كل دراسة علمية» (Bachelard, pp. 106-107).

ينبغي اعتبار نظرية الحركة للغازات هي أساس انهيار الحتمية، التي أحدثت تغيير عميق في الفكر العلمي، وقد حظيت بعناية عدد كبير من الفلاسفة ومنهم الفيلسوف الفرنسي "**أبل راي**" Abel Rey (1873-1940) الذي استخلص أهميتها الفلسفية والمشكلة في: أن أعمق سمة ميتافيزيقية للنظرية الحركية للغازات هي، أنها تحقق «تعالي» الكيفية، بمعنى أن الكيفية لا تنتمي إلى العناصر المركبة وإنما تنتمي، برغم ذلك، إلى حصيلة هذه العناصر. بمعنى أن سلوك العناصر مجتمعة يكون حتمياً في حين أن سلوك العناصر –كل على حده- يعتبر لاحتمياً في نظر الفيزياء المعاصرة (شعبان، 1993، الصفحات 176-177).

يؤكد الفيزيائي أن الضغط الذي يؤثر به غاز على جدار الإناء الذي يحتويه ثابت ومع ذلك تؤكد النظرية الحركية للغازات إذ تفسر فرض البناء الذري للمادة لذلك الفيزيائي أن الضغط راجع إلى تصادم جزيئات الغاز التي لا تحصى مع جدار الإناء، وأن الضغط هو فقط النتيجة الإحصائية لهذا التصادم. فإذا كان "**آبل راي**" من أنصار الحتمية يسلم بأن حركات جزيئات الغاز تحكمها

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

قوانين حاسمة، ومنه يتبع كل حركاتها لاستطاع أن يتنبأ بها متى تصطدم بالجدار. لكن عدم دقة حواسنا في رؤية وتتبع الجزيئات في تصادمها على الجدار يؤدي بعقولنا إلى عدم القدرة على حساب انتقال ملايين الجزيئات، وهذا دليل على أنه هناك احصاء في تقدير الضغط الذي يقع على الجدار (برولي، 1967، صفحة 221).

**3. ظهور اللاحتمية**

اللاحتمية ابستمولوجياً مذهب من خلاله، يمكن أن تصبح صحة الحتميات الميكروفيزيائية موضع تساؤل. نظراً للاحتمية الظواهر أو بناء على الحدود الداخلية لمعرفتنا. وعلى المستوى الميتافيزيقي اللاحتمية نفي أو رفض للحتمية وتأكيد للاستقلال الارادة الكلية أو الحرية الانسانية في علاقتها بما سبق وكذا مختلف الإكراهات. يؤكد في هذا الصدد "**كارل بوبر**" Karl Popper بأن الميكانيكا الكوانتية أدخلت لاحتمية جديدة، التي تفرض بأن الصدفة وحدها تقوم وراء امكانية الوقائع الأصلية، ولا تقبل الاختزال بوجهة نظر علمية (بوفريس، 2009، صفحة 101).

لقد أنهت الفيزياء الكوانتية التمثل الخيالي للميكانيكا الكلاسيكية، بعد ما كانت تعتبر في نظر "**لابلاص**" بأن محتوياتها أبنية مقتطعة لتقوم في النشاط العقلاني لعلم يزاوج بين الفرضيات النظرية والشروط التجريبية. إلا أنها تظهر، علاوة على ذلك، بأن الفيزياء لم تكن أبداً، ولن يمكنها أبداً أن تكون سوى معرفة «تقريبية»، على عكس ما يعتقد أنه علماً دقيقاً. إن الفيزياء الكلاسيكية لم تكن تقدم أبداً لوحة ملائمة عن الطبيعة، لأنها كانت لا تستطيع أن تستولي على الظواهر التي كانت تدرسها دون أن تُهمل عن قصد، وبمعنى ما «اعتباطياً» في الشروط الابتدائية، الاضطرابات العديدة (وبالخصوص الاحتكاكات) التي كان يمكنها أن تمنع من معالجتها بحدود دوال تحليلية خطية. في حين أن الفيزياء المعاصرة تعالج بدوال غير الخطية، فهي تفتح بذلك أفاقاً معرفية جديدة. ضاربة فكرة الحتمية بأنها ليست المثل الأعلى للعلم، بل هي نتيجة لسوء الخلط في اللغة والتفكير، المتمثل في استعماله تارة لوصف قانون أو معادلة وتارة لوصف ظاهرة أو منظومة (لوكور، 2011، صفحة 79).

يمكن القول إن القرن العشرين قد شهد هزيمة مكوني فكرة الحتمية. فمع تشكيل نظرية «**النسبية الخاصة**» (1905)، أعاد "**ألبرت آينشتاين**" Albert Einstein (1879-1955)، متبعاً في ذلك ملاحظات "**أرنست ماخ**" Ernst Mach (1838-1916) ونقده لـ «الآلية»، فتح المسألة المغمورة لـ «الفعل المباشر» عن بعد لحلها بكيفية نهائية ومع فكرة «الزمكان» حل «اللغز الذي لا يمكن حله»، وتم تقويض التصور النيوتوني عن المكان والزمان المطلقين. وبعد عشر سنوات من ذلك، مدت نظرية «**النسبية العامة**» هذا التجديد في الفكر إلى مفهوم الجاذبية. وهكذا، كان على

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

المنظومة الكبرى للعالم التي أبتدعها "**لابلاص**" أن تختفي أمام رؤية جديدة للكون ليست أقل حماساً وعظمة.

إن الميكانيكا الكوانتية هي التي وجهت إلى هذا المثل الأعلى الضربة القاضية. ليست، كما يقال غالباً، لأنها كانت مع أعمال "**ماكس بلانك**" Max Planck (1858-1947) حول «**شعاع الجسم الأسود**» عام 1900، قد أدخلت المنفصل إلى الطبيعة. فمنذ "**نيوتن**" على الأقل، كانت فكرة انفصالية المادة، وهي موضوع فضيحة بالنسبة لـ "**أرسطو**" (384-322) ق.م. وتابيعه، مألوفة لدي العالم، حتى ولو ظلت من نظام فرضية عالية المعقولية. والواقع أن المسألة كانت أخطر من ذلك بكثير: فتكوين المبدأ المسمى «ارتياباً» مع "**فرنر هايزنبرج**" Werner Heisenberg (1901-1976) سنة 1927 كان يقيم على الرياضيات محتومة الوقوع أنه قد يكون من المستحيل أبداً تحديد موقع وسرعة الكترون معين أو جزيء ما في نفس الوقت. أما فكرة "**لابلاص**" أنه قد يكفي تطبيق قوانين الميكانيكا على ميادين جديدة دوماً للتقدم نحو معرفة أكثر فأكثر دقة للطبيعة، فإنها لقيت فشلاً ذريعاً. وكان يبدو أن طموح «تنبؤ» ينصب على تطور كل منظومة فيزيائية وعلى الكون ذاته الذي كان أساسياً بالنسبة للحتمية، أنه قد تلقى تكذيباً مباشراً ولا رجعة فيه.

ولم تنقص تقديرات فلسفية استقرائية للجواب عما تم الاحساس به يومئذ كإذلال قاس للعقل البشري. فإذا كان العالم «الما دون الذري» كما زعم البعض، يوجد متأثراً بـ «لا حتمية» صميمية، فإن كل صرح العلم هو الذي يهدد بالانهيار: والفيزياء التي هي ملكة العلوم، ألم تأتي للاصطدام بحد الماكروفيزياء؟ بل هناك ما هو أسوأ من ذلك: كيف لا ينبغي أن نتخيل بأن العالم لا يمكن تجاوزه؟ عالمنا اليومي يوجد هو ذاته ملغماً بالارتياب الذي يضرب عناصره الصميمية؟ وهكذا، نشأت الموضوعة الفلسفية لـ «حدود المعرفة» مع مسحتها الروحية وعرفت في ثلاثينيات القرن العشرين خطوة كبيرة لدى الفيزيائيين الذين استولى عليهم «الدوار الكوانتي».

وفي الأفق المباشر لهذه اللاحتمية، كانت تظهر اللامادية، وهي مذهب شهير في زمانه للأسقف "**جورج باركلي**" George Berkeley (1685-1753) الذي كان يزعم بأن كل كينونة إنما تتعلق بـ «كينونتها المدركة» فقط. و"**هايزنبرج**" نفسه، ألم يكن يشير إلى أن كل ملاحظة لواقع ما دون ذري تضطرب إلى حد كبير الموضوع الملاحَظ بحيث أن الملاحِظ قد لا يفعل شيئا آخر سوى ادراك وضبط أثر تدخله الخاص؟ ولقد كان يكفي أن يحل شعور ذات ما محل «الملاحِظ» المذكور لإعلان اختفاء «الموضوع»، بل لاعتبار أن الانسان في النهاية لا يتعامل في الفيزياء تحت ظاهر واقع خارجي، إلا مع حركات فكره الخاص.

ثم تحول القلق والاضطراب لاحقا إلى شيء حالم. فقد التفت فيزيائيون مشهورون نحو الفلسفات الشرقية للاحتفاء، أمام رفض كثير من العلماء ظلوا عقلانيين وواقعيين، بـ «**طاو الفيزياء**»، وهو

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

عنوان كتاب للفيزيائي الأمريكي "**فريتجوف كابرا**" Fritjof Capra (1939-). إن تلاشي المادة في فكر كوني كان يسمح بحل مشكلة إبستمولوجية حادة وباكتشاف قواعد حكمة كان العديد من الفيزيائيين يتطلعون إليها بعد مأساة «هيروشيما». رحب "كابرا" بالتوفيق بين روح العلم وبين أنبل ما تنطوي عليه طبيعتنا البشرية (وانبرج، 2006، صفحة 70).

اقترح "**ماكس بورن**" Max Born (1882-1970) الفكرة القائلة إن الموجات لا تكون أي شيء مادي على الاطلاق، وإنما تمثل احتمالات. فقد افترض أن الكيانات الأولية جزيئات لا تتحكم في سلوكها قوانين السببية، وإنما قوانين احتمالية متنوعة مشابهة للموجات فيما يتعلق بتركيبها الرياضي. وهذا التفسير لا تكون للموجات حقيقة الموضوعات المادية، بل تكون لها حقيقة الكميات الرياضية فحسب.

بفضل كشوف "**ماكس بورن**" و"**هايزنبرج**" اتخذت الخطوة الأولى التي أدت إلى الانتقال من تفسير سببي للعالم الأصغر إلى تفسير احصائي له، فأصبح من المعترف به أن الحادث الذري المنفرد لا يتحدد بقانون سببي، بل يخضع لقانون احتمالي فحسب، واستعيض عن فكرة «إذا كان...إذن...» التي عرفتها الفيزياء الكلاسيكية، بفكرة «إذا كان... فإن... في نسبة مئوية معينة». هذا ما يراه "**هانس رايشنباخ**" Hans Reichenbach (1891-1953) بأنه لابد من استبدال الصيغة التقليدية لمذهب الحتمية بالصيغة أن هنالك وصف للطبيعة يمكننا من التنبؤ بالمستقبل وبمقدار معين من الاحتمالية (رايشنباخ، 2004، صفحة 157).

تشير قاعدة «**مبدأ الارتياب**» إلى درجة عدم الدقة في المعرفة المتاحة حاليا للقيم المتزامنة للكميات العديدة التي تعالج بها نظرية الكوانتية، إنها لا تنحصر، على سبيل المثال، في دقة تحديد المكان وحده أو في قياس السرعة وحدها. لذا افترض أن سرعة الالكترون حر تكون معروفة بدقة، بينما المكان غير معروف مطلقاً. عندئذ تنص القاعدة على أن كل ملاحظة تالية للمكان ستغير حركة الالكترون بكمية غير معروفة وغير محددة بحيث إنه بعد اجراء التجربة فإن معرفتنا بحركة الإلكترون تكون مقيدة بعلاقة «**مبدأ الارتياب**». هذا يمكن أن يعبر عنه بطريقة مختصرة وعامة بأن نقول إن كل تجربة ستحطم المعلومة التي حصل عليها بالتجارب السابقة. هذه الصياغة توضح أن علاقة «**مبدأ الارتياب**» لا تشير إلى الماضي، إذا كانت سرعة الإلكترون معلومة أولاً ثم يعين المكان بالضبط، فيمكن حساب المكان للأزمنة السابقة للقياس. لذلك ولهذه الأزمنة فإن $\Delta p$ $\Delta q$ تكون أصغر من القيمة القصوى المعتادة، لكن معلومة الماضي هذه تكون ذات صفة كلامية، حيث إنها اطلاقاً تستخدم كفرض مبدئي في أي حسابات مستقبلية للإلكترون، لذلك لا يمكن أن تخضع للتحقيق التجريبي (بسبب الاضطراب الذي يسببه القياس)، فهي مسألة ذاتية (هايزنبرج، 2009، صفحة 29).

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

تحدث الأحداث في ميكانيكا الكوانتية بصورة عشوائية، لا يوجد سبب يجعل الذرة المثارة تتحلل بصورة في لحظة معينة. هناك بالطبع قوانين تحكم العملية برمتها، ولكنها تعبر فقط عن احتمال حدوث الحادثة في زمن بعينه وليس في زمن آخر. إن احتمالات الكوانتم ليست بديلاً عن معرفة دقيقة بتفاصيل خفية ذات صلة، فليس ثمة أي تفاصيل ذات صلة، وإنما مجرد مصادفة خالصة (ملحم، 2007، صفحة 121).

مضمون مبدأ اللاحتمية في الميكانيك الكوانتي يقول: إنك إذا استطعت تحديد موقع الالكترون، فلن يكون في وسعك تحديد سرعته، وإذا استطعت تحديد سرعة الالكترون، فلن يكون في مقدورك تحديد موضعه. وجاء في موازاة ذلك ما يسمى بـ «**المبدأ التكاملي**» الذي يقترن باسم الدانماركي "**نيلس بور**" Niels Bohr (1885-1962)، الذي يقول: إنك إذا أردت أن تكشف عن الطبيعة الجسيمية للإلكترون، ففي وسعك أن تفعل ذلك، وإذا أردت أن تكشف عن الطبيعة الموجية للإلكترون، ففي وسعك أن تفعل ذلك أيضا. لكنك لا تستطيع الكشف عن الطبيعة الجسيمية والموجية للإلكترون في الوقت نفسه. ليس ذلك فحسب، بل أن الموقف الأرثودوكسي (الكوبنهاجي) لا يعترف بالحقيقة الموضوعية للأحداث وسيرورتها. إن الأحداث توجد من خلال ملاحظتها فقط. "**جون ويلر**" John Wheeler (1911-2008) يقول: إن الكون موجود من خلال ملاحظتي فقط، بمعنى أن الكون لا وجود له في غياب "**جون ويلر**". أصبح مبدأ اللاحتمية منطلقاً لبناء صرح رياضي وفلسفي (أو ذريعة رياضية) لرفض الحقيقية المادية (الشوك، 2012، الصفحات 235-236). (يعبر "**جوردان**" عن موقف "**بور**" أن الملاحظة لا تشوش ما نقوم بقياسه فقط، بل هي التي تنتج القياس حقاً. فنحن من نجبر الالكترون أن يأخذ طبيعة محددة) (أومنيس، 2008، صفحة 201).

أن عملية تحديد موضع جسيم بحاجة إلى انتشار موجة على هذا الجسيم -موجة صوتية، مثل موجة الرادار عند الحيتان أو عند الخفافيش، أو أيضاً موجة ضوئية في حالة الرؤية- التي تحتوي على طاقة. ومن أجل أن يكون القياس محدد يكون طول الموجة أقصر وطاقة عالية، مما يتطلب طاقة لا نهائية، وهذا مستحيل (Séguy-Duclot, 2013, p. 95). فـ «**مبدأ الارتياب**» يرسم استحالة وجود جسيم له معنى فيزيائي منسجم مع وجهة نظر كلاسيكية، ومنه يمكننا أن نفهم حركته وموضعه في آن واحد من وجهة فيزياء متجانسة لمعرفة الخصائص بالضبط (Séguy-Duclot, 2013, p. 96).

اللاحتمية على المستوى الإبستمولوجي تأكيد على عجز الذات العارفة عن الكشف عن وجود تحديد كلاسيكي سبب تدخل أدوات القياس، بل وتدخل الذات نفسها. وعلى المستوى الأنطولوجي

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

تأكيد على الوجود الموضوعي للاتحديد في مجال الميكروفيزياء التي تدل الوقائع على أن سلوك الجسيمات يختلف عن سلوك النقط المادية في الفيزياء الكلاسكية(Mare, 1970) .

يرى "**جون لويس ديتوش**" Jean Louis Destouches (1909-1980) و«**مدرسة كوبنهاجن**» أن اللاحتمية واقعة أصيلة في الظواهر الكوانتية، لا يمكن تراقبها لا في الحاضر ولا في المستقبل. والقول باللاحتمية الأصيلة هذه يستتبع بالضرورة نزعة ذاتية مفرطة لسبب تدخل آلات القياس والملاحِظ في الظاهرة، أي اعتبار تدخل الذات وآلات القياس من شيئاً لا يمكن التخلص منه. يميز "**ديتوش**" بين حتمية خفية وحتمية أصيلة، فالميكانيكا الموجية نظرية لا حتمية أصيلة، وأية نظرية تشيد في المستقبل لتغطية ميدان أكثر اتساعاً من ميدان الميكانيكا الموجية، ستكون هي الأخرى نظرية موجية تقول بلا حتمية أصيلة (مبدأ التحيل الطيفي).

يمكن تصور نظرية فيزيائية بأن هدفها هو ضبط التوقعات التي تسفر عنها نتائج قياس لاحق، انطلاقاً من نتائج قياس سابق. ومن هنا يمكن تشييد نظرية عامة للتوقعات والتي يترتب عنها نوعين من النظرية الفيزيائية:

- النظريات الموضوعية: التي ترى أن نتائج القياس هي خصائص ذاتية للمنظومات التي تلاحظها، وأن جميع الكميات تقبل، قانونياً، القياس المتزامن. مثل هذه النظريات تعتمد الحتمية وتتمسك بها، وترى أن المنظومات التي نراقبها تمتلك حالة ذاتية يمكن وصفها (تحديدها) بكيفية موضوعية وذلك بالتخلص من تأثير الملاحظين وعملية الملاحظة.

- النظريات الذاتية: التي ترى أن نتائج التجربة لا يمكن النظر إليها كنتائج ذاتية المنظومات التي نراقبها، وإنه يوجد، قانونياً على الأقل، كميتان اثنتان لا تقبلان القياس التزامني. إنها نظريات لا حتمية أصلاً، تقول بالطبيعة الموجية للظواهر، أي بصلاحيات مبدأ التحليل الطيفي (Destouches، 1947، الصفحات 39-41).

هناك قانون للعالم الذري يمنع من تحديد الموضع والسرعة في آن واحد، فإذا تمكنا من تحديد موضع الإلكترون وعليه في هذا التحديد تعرض الإلكترون لتأثيرات خارجية قوية تتسبب في عدم تحديد سرعته، وهذا الأسلوب مرواغ لطبيعة التحديد الدقيق عن طريق الاضطراب الذي لا يمكن تجنبه، هو جزء من كل الملاحظة. فمن المستحيل أن نهمل التغيرات التي تسببها عملية ملاحظة (القياس) الشيء الذي تفحصه (هايزنبرج، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية ، 1973، صفحة 75).

إن علاقة «**مبدأ الارتياب**» لـ"**هايزنبرج**" بعض الشيء لغز من وجهة نظر ميكانيكا الكلاسيكية علماً بأنه صحيح أن كل قياس يشوبه بعض الارتياب، لكنه في نهاية القرن العشرين لم يقبل هذا الارتياب بسبب صيغة عملية القياس. بل في هذه الوضعية هناك سبب أولي يحدد بالضبط القياس، والأكثر من ذلك أن الشيء الملاحَظ هو أن التحديد لا يطبق منفصلاً عن بعضهما البعض

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

لهاتين الكميتين: الموضع والسرعة، وإنما بتركيبهما (Planck, 1993, p. 193). فلا يوجد في الفيزياء الكوانتية مسار خطي لمجموعة من النقط تمثل النسق المُلاحَظ في الزمان. فيتحدث العلماء عن الجُزيء المُضمر أو الفرضي virtuel، وعن الجُزيء الكامن في كل نقطة potentiel. فهناك امكانية واحدة لرسم حالة نسق ما وتطورها في الزمان، أي بتحديده في كل لحظة، على غرار ما تفعله الفيزياء الكلاسيكية، وذلك باستعمال نقطة نتصورها في فضاء مجرد أبعاده: 6n، ويسمى بـ «فضاء المراحل أو الأطوار» espaces de phases. ومن هنا تعني علاقة "**هايزنبرج**" أنه عوض أن تمثل حالة نسق -الذي هو جزيء أو مجموعة جزيئات- بنقطة واحدة تعطي لها قيمة واحدة وإحداثيات واحدة –كما تفعل الفيزياء الكلاسيكية- ... عوض ذلك علينا أن نعطي للنسق –كجزيء مثلاً- حجماً معيناً لا مجرد نقطة. وهذا لا يمكن تصوره ذهنياً في فضاء اقليدي، وذلك لوجوده في مكان، ويحتل كل نقطة، فحركته لا تخضع للمنطق العام الذي نعرفه في فضائنا الهندسي الثلاثي الأبعاد (بلكا، 2009، الصفحات 170-171).

**خلاصة**

اكتشف العلماء أن العالم الطبيعي الموضوعي يقع وراء حدود المظاهر والخيال الانساني، وأن المُراقِب الانساني يربك المجاهر وعالم الذرات من الخارج. وهذا يدل على أنه يستحيل إبعاد العامل الانساني عن الظاهرة. فلا توجد طريقة لفصل الذات عن الموضوع ولا القائِس عن المُقاس. بالنسبة لنا العالم المُراقب هو العالم المُتغير الذي يتأثر بالمُراقب. فالعالم الطبيعي، منفصلاً عن الجنس البشري وغير متأثر به، هو مفهوم لحد ذاته يقع خارج نطاق العلم الحديث. يتعامل العلم مع ما يمكن مراقبته فقط، ومبدأ الشك يخبرنا بأن عالماً طبيعياً مستقلاً كهذا غير قابل مراقبته (ملحم، الفيزياء وقضايا العصر، 2012، صفحة 169).

وهذا ما جسده "**هايزنبرج**" حين أكد أن الذرات ليست أشياء محددة. فالإلكترونات لا تعد أشياء فيزيائية بالمعنى الكلاسيكي.

تتعامل الرؤية النيوتونية مع الكون كجسم يمكن، من حيث المبدأ على الأقل، أن نقيسه بدقة وأن نتوقع سلوكه المستقبلي بدقة أيضاً. هذه الرؤية للكون كجسم قادتنا إلى التنبؤ بأن العالم الطبيعي قابلاً للمعرفة التامة، وإنه بالجهد والوقت الكافيين يمكننا أن نجيب على السؤال التالي: مما يتألف الكون فعلاً؟ أما النظرية الكوانتية، فتنظر إلى الكون المُراقَب بأنه الكون المُتغير. باعتبار أن كامل المعرفة العلمية تأتي من خلال القياس والمراقبة، فإن الرؤية الكوانتية تتخلى عن الأمل في المعرفة الكاملة للعالم الطبيعي. في الحقيقة تجعلنا الفيزياء الكوانتية نتساءل عن وجود عالم موضوعي مستقل كلية، لأن أية صورة تحاول أن ترسمها عن عالم كهذا سوف تتناقض عند نقطة ما مع مراقباتنا. تكمن الصعوبة في أن الطبيعة لن تبقى صامدة أمام مراقباتنا، لأن أجسام العالم

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

الخارجي تصر على التفاعل معنا. الرسالة التي تبعث بها الفيزياء الكوانتية هو أن هناك شبحاً في ماكينة "**نيوتن**" الكونية، وأن هذا الشبح هو ذواتنا (ملحم، الفيزياء وقضايا العصر، 2012، الصفحات 172-173).

إذن مشكل الذاتية مرتبط بمشكل اللاحتمية عندما تنفي وجود الجسم المادي (الموضوع) مستقل عن الذات، لكن هذا واقع تحت رحمة الملاحظة لأن الملاحِظ هو الذي يخلق الموضوع على حسب تفسير «**مدرسة كوبنهاجن**».

**المراجع:**


- إلياس بلكا .(2009) . *الوجود بين السببية والنظام، دراسة في الأساس الشرعي والفلسفي لاستشراف المستقبل* (الطبعة الأولى). بيروت، لبنان: المعهد العالمي للفكر الاسلامي.
- ايمانويل كانط. (1988). *نقد العقل المحض*. لبنان: مركز الانماء القومي.
- أيوب أبودية. (2010). *رحلة في تاريخ العلم* (الطبعة الأولى). بيروت، لبنان: دار الفارابي.
- جهاد ملحم. (2007). *الكون من منظور فيزيائي، رؤية علمية وفلسفية شاملة* (الطبعة الأولى). اللاذقية، سوريا: دار المرساة.
- جهاد ملحم، (2012). *الفيزياء وقضايا العصر* (الطبعة الأولى). اللاذقية، سوريا: دار الحوار للنشر والتوزيع.
- حسن شعبان. (1993). *برونشفيك وباشلار بين الفلسفة والعلم* (الطبعة الأولى). بيروت، لبنان: دار التنوير للطباعة والنشر.
- دومنيك لوكور. (2011). *فيم تفيد الفلسفة؟ إذن*. الدار البيضاء، المغرب: افريقيا الشرق.
- ديفيد لندلي. (2009). *مبدأ الريبة* (الطبعة الأولى). أبو ظبي، الامارات: دار كلمة.
- رولان أومنيس .(2008) .*فلسفة الكوانتم، فهم العلم المعاصر وتأويله* .الكويت :عالم المعرفة.
- روني بوفريس. (2009). *العقلانية النقدية عند كارل بوبر*. الدار البيضاء، المغرب: افريقيا الشرق.
- رونيه ديكارت. (1999). *العالم أو كتاب النور*. بيروت، لبنان: دار المنتخب العربي للدراسات والنشر.
- ستيفن وانبرج. (2006). *أحلام الفيزيائيين بالعثور على نظرية نهائية، جامعة شاملة* (الطبعة الثانية). دمشق، سوريا: دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر.
- عبد السلام بن ميس. (1994). *السببية في الفيزياء الكلاسيكية والنسبانية، دراسة ابستمولوجية* (الطبعة الأولى). الدار البيضاء، المغرب: دار توبقال للنشر.
- علي الشوك. (2012). *تأملات في الفيزياء الحديثة* (الطبعة الأولى). بيروت، لبنان: دار الفارابي.
- فرنر هايزنبرج. (1973). *المشاكل الفلسفية للعلوم النووية*. الهيئة المصرية العامة للكتاب.

ISNN: 2253-0592 EISSN: 2588-199X / Prefix: 10.46315

- فرنر هايزنبرج. (2009). *المبادئ الفيزيائية لنظرية الكم* (الطبعة الأولى). القاهرة، مصر: دار كلمات عربية للترجمة والنشر.
- كريم موسى. (2012). *فلسفة العلم من العقلانية إلى اللاعقلانية* (الطبعة الأولى). بيروت، لبنان: دار الفارابي.
- لويس دي برولي. (1967). *الفيزياء والميكروفيزياء*. القاهرة: مصر، مؤسسة سجل العرب.
- نيثان سيبليرج، برايون أندرسون. (2013). *أفكار سبع هزت العالم* (الطبعة الثالثة). القاهرة، مصر: درا كلمات عربية.
- هانس رايشنباخ. (2004). *نشأة الفلسفة العلمية*. دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر.

- **المراجع باللغة الأجنبية**

- Bachelard, G. *La nouvel esprit scientifique.* Paris: P.U.F.
- Bernard, C. (2010). *Introduction à l'étude de la médicine expérimentale.* Paris: Flammarion.
- Catherine, C. *Notions de philosophie.* Folio.
- Destouches, J. L. (1947). *Déterminisme et indéterminisme en physique moderne.* Bruxelles: Hermann.
- Laplace, P. S. (1840). *Essai philosophique sur les probabilités.* Paris: Bachelier.
- Locquneux, R. (1987). *Histoire de la philosophie, Histoire des idées en physique.*
- Mare, C. (1970). *Quelques aspect de l'évolution du concept de déterminisme dans la physique.* Paris: Librairie scientifique et technique.
- Otto, W. N. (1943). *Adventures Of Ideas.* London: Cambridge Univ. Press.
- Planck, M. (1993). *Initiations à la physique.* Paris: Flammarion.
- Séguy-Duclot, A. (2013). *La réalité physique.* Paris: Hermann.