مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (41) العدد (3)2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (41) No. (3) 2019

"تطور مفهوم السببية عند توماس صومائيل كون"

د. عماد فوزي شعيبي*
د. إنصاف حمد**
منال محمد خليف***

(تاريخ الإيداع 16 / 1 / 2019. قبل للنشر في 19 / 5 / 2019)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على مقاربة كون للعلاقة السببية في الفيزياء، عبر تقصي تطور الأفكار المتعلقة بها، من خلال تحليله لبنية العلم والكشف عن الصعوبات التي خلفها الفهم الخاطئ لتصور السبب، وتقديمه لجانبين هامين للعلاقة السببية، يكمن أحدهما في التحليل المفاهيمي للمصطلح، أما الجانب الثاني، فيتمحور حول وجود تصورين للسببية، أحدهما ضيق والآخر واسع، ولتوضيحهما يقدّم أربع مراحل أساسية، تبدأ بمرحلة يُطلق عليها اسم مرحلة ما قبل البراديغم، وتليها مرحلة العلم القياسي، ثم تعقبها مرحلة الأزمة، التي تنتهي بمرحلة الثورة العلمية.

ويوضح من خلال هذه المراحل تطور تصور السبب من المفهوم الضيق، إلى المفهوم الواسع، والكيفية التي انعكس فيها هذا التطور على المعايير التوضيحية التي يتبناها العلماء في كل مرحلة، وإبراز دور الظروف في تقديم فهم جديد للظواهر وعلاقاتها السببية. وينتهي البحث في استجلاء موقف كون الحقيقي من هذه العلاقة. ولا يتضمن هذا الموقف رفضاً لها، وإنما تصحيحاً لمسار الدراسة التاريخية للعلاقة السببية.

الكلمات المفتاحية: السببية، اللاتراكم، الثورة العلمية، الشرح السببي

* أستاذ – قسم الفلسفة – كلية الآداب – جامعة دمشق – دمشق – سورية.
**أستاذة – قسم الفلسفة _كلية الآداب _جامعة دمشق _ دمشق _ سورية.
***طالبة دراسات عليا (دكتوراه) قسم الفلسفة – كلية الآداب – جامعة دمشق – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (41) العدد (3)2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (41) No. (3) 2019

" Thomas. S. Kuhn's Development of The Concept of Causality

Dr. Imad Fawzi Shueibi*
Dr. Ensaf Hamad**
Manal Muhammad Khaleff***

(Received 16 / 1 / 2019. Accepted 19 / 5 / 2019)

□ ABSTRACT □

The research aims at highlighting Kuhn's approach to causal relation in physics through fact-finding the development of its notions, his analysis of the structure of science, revealing the difficulties of the wrong understanding of the concept of cause, and presenting two significant sides of causal relation. The first one contains the conceptual analysis of the term and the other has two concepts of causality, narrow and wide. To explain it, he presents four main Stages. Beginning with a phase called pre-paradigm, followed by the stage of Normal science, followed by the stage of crisis, which ends with the stage of scientific revolution.

During these stages, He explains the development of the concept of cause from the narrow one to the wide one and how this development reflects on the explanatory standards that scientists adopt in every stage. Also, he displays the role of circumstances in presenting new understanding of phenomenon and their causal relations. The research ends in clarifying Kuhn's real position on this relation. The position that does not include refusing it, but correcting of the historical study track of causal relation.

Key Words: causality, Non-Cumulative, Scientific Revolution, Causal Explanation.

*** Professor – Department of philosophy – Faculty of Arts and Humanities – Damascus University – Damascus – Syria.**
****Professor–Department of philosophy – Faculty of Arts and Humanities –Damascus University – Damascus – Syria.**
***** Pastgraduate- Student –Doctorate- Department of philosophy – Faculty of Arts and Humanities – Damascus University – Damascus – Syria.**

مقدمة:

يعبّر مبدأ السببية Causality عن وجود ارتباط ضروري بين ظواهر الطبيعة، ويمثل قاعدة أساسية للعقلانية والفهم، وقد اختلف الفلاسفة في تقييمه. وارتبط ذلك بالتحولات الّتي طرأت على نظرية الشرح السببي Causal Explanation[*] بدءاً من غائية أرسطو Aristotle، الّتي هيمنت طيلة القرون الوسطى، ومروراً بالميكانيكا الكلاسيكية، التي رسختها نظرية نيوتن I. Newton، ووصولاً إلى نظرية الكم والنسبية. إلّا أنَّ هذه التغيرات التي أصابتْ جسد الفيزياء المعاصرة، هزتْ المكانة الأساسية لهذا المبدأ ضمن تخوم العلم، وطرحتْ أسئلةً تتعلق بوجود ظواهر تخرج عن إطار العلاقات السببية، وظهرتْ الشكوك في إمكانية القوانين العلمية على شرح تلك الظواهر، انطلاقاً من أنَّ العلم ليس سوى مجموعة متراكمة من الحقائق، وأنَّ مهمة العلماء هي الكشف عنها فقط.

وظهرت تيارات فلسفية جديدة، تميزتْ باتساع رقعة النقد وإعادة النظر في المبادئ الأساسية الّتي يقوم عليها العلم، ورؤية العلم كظاهرة سوسيولوجية[**] Sociology of science، وبنية متحولة. ومن ضمن هذه النظريات النقدية، وجهة النظر التي قدمها توماس صاموئيل كُوْن[***] Thomas s. Kuhn، أحد أبرز فلاسفة العلم المعاصرين، الّذي قدم فهماً جديداً لمبدأ السبب في العلم، مبرزاً التحولات التاريخية الّتي طرأتْ على تصور السبب عبر مراحل التاريخ المختلفة، والّتي يجب النظر إليها عند البحث في المبادئ الأساسية الّتي يستند إليها العلم.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على مقاربة كون للعلاقة السببية، عبر تقصي تطور الأفكار المتعلقة بهذا المفهوم في الفيزياء، من خلال تحليله لبنية العلم والكشف عن الصعوبات التي خلفها تصور السبب نتيجة عدم الفهم التاريخي للعلم، وللكشف عن الملابسات التي نتجت عن الزعم بنفيه لفكرة السببية، والإجابة عن سؤال: هل يختلف معنى السبب

---

[*] – تجدر الإشارة إلى أنَّه تمَّ ترجمة مصطلح explanation بمعنى الشرح، وليس التفسير Interpretation، نظراً لأنَّ هناك تمييز بينهما عند توماس كون، إذ ورد مصطلح الشرح عند حديثه عما يفعله العلماء في مرحلة العلم القياسي، في حين استخدم مصطلح التفسير عند وصفه لما يحصل للعلماء من تحول في الرؤية في مرحلة الثورة العلمية، حيث يعمد العلماء إلى تقديم تفسيرات مختلفة للمعطى بعدما كانوا يشرحونه بناءً على ما لديهم من براديغم في مرحلة العلم القياسي، ونظراً لأهمية التمييز بينهما عند كون، تم وضع كل مصطلح في مكانه المناسب، وعدم الاعتماد على ما أوردته الترجمات، التي خلطت بمعظمها بين المصطلحين.(توضيح الباحث). وللمزيد قارن مصدر توماس كون باللغة الإنكليزية:

KUHN. T. S. *The Structure of Revolutions*, (University of Chicago Press, Second Edition, London, 1962).123.

وللمزيد حول معنى التفسير والشرح يمكن الرجوع إلى المعجم التالي:

SIMON,BLACKBURN,(Ed),The Oxford Dictionary of Philosophy, (Oxford University Press, Oxford New York, 1994.).131. Look else about Interpretation: Ibid, intuition.197.

[**] – سوسيولوجيا العلم: تبحث في أثر العوامل الاجتماعية في التشكلات الخارجية للظاهرة العلمية وأسباب ومبررات نشأة معامل ناجحة في مكان ما وارتفاع نسبة العلماء في تخصص معين في زمان ما، ونمو واضمحلال التخصصات العلمية، ومتطلبات العلم من حيث هو مؤسسة، ونزاهة وأساليب منح ومنع الجوائز والبراءات، والمسارات المتغيرة لمستقبل العلماء. للمزيد أنظر: الخولي، يمنى طريف. *فلسفة العلم في القرن العشرين: الأصول– الحصاد– الآفاق المستقبلية*.(سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،الكويت،العدد264،ديسمبر ،2000).436.

[***] – توماس صاموئيل كُوْن: (1922– 1996). درَسَ الفيزياء في جامعة هارفارد Harvard وتخرج عام 1943، حصل على درجة الماجستير في الفيزياء عام1946 ومن ثم درجة الدكتوراه في الفيزياء التي كانت كبداية لفيزيائي نظري في عام 1949 وفي عام 1961 حصل على درجة الأستاذية في تاريخ العلوم، وفي العام التالي أصدر كتابه بنية الثورات العلمية والذي يعد نقطة تحول أساسية في حياته الفكرية، وانتقل بعدها في عام 1964 إلى جامعة برنستون Princeton، حيث شغل فيها منصب أستاذ تاريخ وفلسفة العلم.

Look: Marcum, James A. ،Thomas Kuhn's Revolution: an Historical Philosophy of Science, Continum International Publishing Group, 2005.Pp.3-26.

من مرحلة علمية إلى أخرى؛ أي بمعنى هل للظروف في كل مرحلة علمية دور في فهم السبب بطريقة مختلفة؟، متى يلجأ العلماء إلى الشرح السببي؟ وإلى أيّ مدى يكون للوقائع دورٌ في فهم السبب؟. وفي أيّ مرحلة تكف القوانين العلمية عن أنْ تكون شارحة للظواهر؟، وهل قدَّم كون تعريفاً جديداً للسببية، أم رفضاً لها؟.

منهجية البحث:

تشكّل نصوص كون مادة خصبة أمكن عبر ترجمتها وتحليلها استجلاء موقفه من تصور السبب، إضافةً إلى الدراسات الّتي استندَ إليها، وأثرتْ على نحوٍ كبير في هذا الموقف، وبناءً عليه سيتم التعامل مع هذه النصوص والدراسات وفقَ ثلاثة مناهج أساسية: المنهج التحليلي لتحليل هذه النصوص والمنهج المقارن لمقارنة ما أضافه كون على تلك الدراسات الّتي تأثّر بها، والمنهج النقدي بوصفه منهجاً يعصمنا من الوقوع في الأحكامِ السابقة والمغلوطة حول فلسفته.

معنى السببية وعلاقتها بالشرح العلمي:

يمثّل مبدأ السببية مقولةً فلسفية تدلّ على الروابط الضرورية بين الظواهر، فلكلِ حدث علة أحدثته، وإنكار هذه المقولة يعني إنكار العلم ذاته؛ ذلك أنَّ قوانينه تتلخص في أحكام علاقة العلة بالمعلول، ويعني أيضاً إنكاراً للحتمية Determinism الّتي تقول: إنَّ الطبيعة متصفة بالاطراد؛ أيّ حدوث الحوادث على وتيرةٍ واحدة لا تتغيّر ولا تتذبذب، في الماضي كما في المستقبل.[1] وقد ظهرتْ العلاقة السببية عند أرسطو بوصفها مبدأً عقلياً ميتافيزيقياً، وعلاقة بين شيئين وليس حدثين،[2] واستمرتْ هذه النظرة طيلة القرون الوسطى،[*] ومثَّلتْ السببية في العصور الحديثة أحد الشروط التجريبية الّتي تسمح بترابط الأفكار عند ديفيد هيوم(D.Hume)، الّذي رفضَ النظر إلى السببية من زاوية الاستنباط، وتناولها من جانب الاستقراء وربطها بالتكرار والعادة. وأوضح أنَّها توجد في ذواتنا وفي الأشياء الخارجية.[3] وبيَّن أنَّ العلاقة السببية لا تستمد من أفكار أولية قبلية، وإنَّما من الخبرة الحسية الّتي تقدّم لنا الأشياء متصلة مع بعضها، مما يؤدي للحكم أنَّ بينها علاقة سببية. وهي العلاقة الوحيدة الّتي تمكّن من تعليل حدوث واقعة خارجة عن الانطباعات المباشرة، وبذلك تكون كل الاستدلالات مبنية على أساسِ العلاقة بين العلة والمعلول.[4]

في حين رفض كانط Kant ذلك ونسب ((السببية كمقولة إلى الإدراك، لا بشكل سبب منتج أصلي...بل بشكل سببية طبيعية، أو وصل يربط الظاهرات المحسوسة باللانهاية، حين يلاحق العقل، على العكس، مصلحته العملية، ويستعيد من الإدراك ما لم يكنْ قد أعاره إيّاه إلّا ضمن منظور مصلحة أخرى)).[5] ثم عادتْ التجريبية لتؤكد من جديد مع جون ستيوارت مل J.S. Mill على ربط السببية بالخبرة الحسية أو الاستدلال الاستقرائي، الّذي عرفه بقوله:((هو عملية استدلال؛ يمضي مما هو غير معروف؛ وأي عملية لا تنطوي على استدلال، وأي عملية يبدو فيها الاستنتاج ليست

1- الخولي، يمنى طريف. *فلسفة العلم في القرن العشرين*.102.

2- تايلور، ألفرد إدوارد. *أرسطو*. (ط1، تر: عزت قرني، دار الطليعة، بيروت،1992).67

[*] – سيتم لاحقاً شرح السببية عند أرسطو، على اعتبار أن بحث كون في العلاقة السببية وتطورها سيركز بشكل أساسي على مدى التأثير الذي تركته سببية أرسطو على تفكير العلماء اللاحقين، وتوضيح معنى السببية في العلم. (الباحث).

3- هيوم، دافيد. *مبحث في الفاهمة البشرية*. (ط1، تر: موسى وهبة، دار الفارابي، بيروت، لبنان،2008). 91-92.

4- حمد، إنصاف. *المعرفة والتجربة: دراسة في نظرية المعرفة عند ديفيد هيوم*، (وزارة الثقافة، دمشق،2006). 238.

5- دولوز، جيل. *فلسفة كانط النقدية*. (ط1، تعريب: أسامة الحاج، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 1997).57.

أوسع من المكان الذي انبثقت منه، لا تدخل ضمن معنى المصطلح)).[1] وبهذا المعنى لا يمكن الحديث عن وجود أساس لهذا الاستدلال الاستقرائي من دون مبدأ السببية، وفي سبيل تدعيم رؤيته هذه، وضع أربعة مناهج أساسية أكد من خلالها على نظريته في السببية وانتقد مبدأ هيوم.[*] وبناءً على ذلك استُخدم الشرح السببي كقاعدة أولية لتبرير المعرفة والاستدلال الاستقرائي. على اعتبار أنَّ الأخير يعتمد أساساً على قانون السببية، والقضايا الاستقرائية هي قضايا سببية، وهذا ما أدى عند البعض إلى أضفاء خاصية الترابط السببي على القوانين العلمية.[2]

ارتبطت طبيعة الشرح السببي ومشكلة السببية عموماً في تاريخ العلم بطبيعة التطور العلمي، حيث نُظر إلى تاريخه على أنَّه يسير ضمن خطٍ تراكمي لا يحتوي على أيّ قفزات ثورية، وقد عبَّر عن هذه النظرة بعض أنصار الوضعية المنطقية أو التجريبية المنطقية Logical Empiricism،[*] الذين قبلوا الكثير من أفكار النزعة الاستقرائية، إلّا أنَّهم رفضوا المبادئ التي لا تقبل التحقق التجريبي، مثل مبدأ الضرورة، انطلاقاً من مشروعهم الّذي يتضمن تطهير العلم من الأفكار الميتافيزيقية، وبما أنَّ هذا المبدأ كان مرفوضاً من قبلهم، فقد ترتب على ذلك أنْ يكون مبدأ السببية مثاراً للإشكال أيضاً. وطرح أسئلة تتعلق بمدى احتواء الشروحات العلمية على قوانين. وما الّذي يجعل للقوانين العلمية قدرة توضيحية؟. وللإجابة عن هذه الأسئلة لابدَّ أولاً من إيضاح مفهوم السببية ضمن رؤية التجريبية المنطقية، التي مثّلت نظرية في المعنى، وأرادتْ إعادة توضيح مفهوم السببية، انطلاقاً من رؤيتها لفكرة الشرح السببي؛ فإذا كان الشرح العلمي شرحاً سببياً فلابدَّ أنْ ينطوي على قوانين، ويمكن التوصل إلى علاقة بين سبب ونتيجة عندما يغطي قانون ما الأحداث كأمثلة عنه، أو كما يقول أليكس روزنبرج Alex Rosenberg:((عندما يكون المشروح حادث محدد...فسوف يتطلب الشارح بعض الشروط الإطارية[***] boundary condition؛ أي الموضحة للحدود الفاصلة وسوف تكون هذه الشروط وصفاً للعوامل وثيقة الصلة...أما في حال شرح قانون عام فإنَّ الشارح لن يحتوي على شروط إطارية بل قوانين أخرى تعمل معاً لشرح سبب الحصول عليه))،[3] وبذلك تشكّل هذه الشروط برأيه أسباباً كافية لتوضيح الظاهرة موضوع

1- MILL, JOHN STUART, *A System of Logic: Being A Connected View of The Principles of Evidence, and The Methods of Scientific Investigation*, (Eighth Edition, New York, Harper & Brothers, Publishers: Franklin Square.1882.).p.355.

[*]- المناهج عند مل: أولاً: منهج الاتفاق: إذا كانت هناك حالتين أو أكثر للظاهرة قيد الدراسة لها ظرف واحد فقط مشترك، فالظرف الوحيد الذي يتفق في جميع الحالات، هو سبب أو علة الظاهرة المعطاة"، ثانياً: منهج الاختلاف: إذا كانت الحالة التي تحدث فيها هذه الظاهرة قيد الدراسة، والحالة التي لا تحدث فيها، يكون لها الظرف المشترك ذاته باستثناء واحد يحدث فقط في السابق؛ فالظرف الذي تختلف فيه الحالتين، هو العلة أو السبب، أو جزء لا غنى عنه من السبب، ومن هذه الظاهرة. ثالثاً: منهج الجمع بين الاتفاق والاختلاف: يجمع هذا المنهج كلاً من المنهجين السابقين، ويتكون من توظيف مزدوج لهما. وأخيراً منهج البواقي: يتفرع من أي ظاهرة هذا الجزء كما هو معروف من خلال استقراءات سابقة تكون سبب بعض السوابق، وباقي هذه الظاهرة هو علة السوابق الباقية. =see: MILL, JOHN STUART, *A System of Logic*.p.482-491

2- الجابري، صلاح. *فلسفة العلم قراءات في فلسفة الفيزياء والسببية والتزامن والعقل والدماغ*. (ط1، دار الأوائل للنشر والتوزيع، دمشق،2009). 78

[**]- التجريبية المنطقية: تيار في الفلسفة المعاصرة، تعتبر امتداداً طبيعياً للنزعة الوضعية وأشد تطرفاً منها، حيث عدلت على العديد من أفكارها، ودحضت النزعة الذاتية المتطرفة لدى جماعة فينا، وقدمت ما يسمى بالغة الشيئية الفيزيقية التي تعبر عن الظواهر الفيزيقية التي يمكن إدراكها بالحواس بدلاً لغة الخبرة الشخصية للذات،ورفضت المبدأ القائل بأن المعرفة العلمية يمكن ردها إلى ما هو معطى تجريبياً، إلى جانب رفضها لمبدأ التحقق. للمزيد أنظر: يودين، روزنتال. *الموسوعة الفلسفية*. (ط7، تر: سمير كرم، مراجعة: صادق جلال العظم، جورج طرابيشي، دار الطليعة، بيروت،1997). 584

[***] - الشروط الإطارية: مصطلح رياضي، بمعنى الحدود التي تخضع لها معادلة رياضية في ظروف معينة، والشروط الإطارية مهمة في حل المشاكل التي تعالج قضايا العالم الحقيقي، وأراد المؤلف هنا بها مجموعة من الأسباب الكافية لشرح الظاهرة.

See: https://physics.stackexchange.com/questions/309950/what-is-a-boundary-condition.

3- روزنبرج، أليكس. *فلسفة العلم مقدمة معاصرة*. (ط1، تر: أحمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ، المركز القومي للترجمة، ع: 1693، القاهرة،2011). 56

البحث، وتظهر السببية هنا بوصفها:((تتكون من تعاقب يحكمه قانون؛ لأنَّه لا توجد خاصية أخرى متميزة قابلة للملاحظة مشتركة بين كل التعاقبات السببية إلَّا كونها أمثلة لقوانين عامة)).[1] وهذا يزيد من أهمية القوانين العلمية، من حيث قدرتها على شرح الظواهر المختلفة، وضرورتها لهذا الشرح، وإمكانية أنْ تساعد العلماء في تقديم تنبؤات مختلفة، مبنية على معرفة الأسباب الكامنة وراء هذه الظواهر، من هنا أرادتْ التجريبية المنطقية تقدّيم تعريف للسببية يتلافى الإشكاليات المتعلقة حول هذا المفهوم، سيما أنَّها عدتْ هذا المفهوم من الميتافيزيقا؛ الّتي تتضمن عبارات لا معنى لها.

وهذا ما أدى بالعديد من أنصار التجريبية المنطقية في نهاية المطاف إلى رفض مفهوم الشرح العلمي السببي؛ لأنَّ مشكلة الشرح كانت عبارة عن إيجاد الشروط التي تؤكد العلاقة الموضوعية بين الشارح والمشروح، على اعتبار أنَّ العلم مجموعة من الحقائق، وما علينا إلّا الكشف عنها.[2] ويكون العلم بناءً على ذلك ميدان مهمته الأساسية تكديس الحقائق؛ غير أنَّ القراءة الدقيقة لتاريخ العلم تكشف عن زيف العديد من الحقائق التي أقرّتها التجريبية المنطقية حول تلك المفاهيم التي رفضتها بناءً على استبعادها للميتافيزيقا، من هنا برزتْ رؤية كون الذي لم يتناولْ العلم على طريقة التجريبيين المنطقيين، بل نظر إليه على أنَّه مؤسسة بشرية، ولا يمثّل مجموعة متراكمة من الحقائق، بل يجمع في سير تطوره بين التراكم Cumulative واللاتراكم Non-Cumulative.[*] وكان هدفه الأساسي حلّ الكثير من الصعوبات المعروفة على نطاق واسع ضمن فلسفة العلم الحالية التي تزعمتها التجريبية المنطقية، وما سعى لأجله عند التحول إلى التاريخ، كان بناء فلسفة للعلم على ملاحظات الحياة العملية، والحصول على البيانات من السجل التاريخي؛[3] الذي كشف أنَّ التجريبية المنطقية أخطأتْ في تحليل العلم، ولم تبنِ دراستها على أساس متين، ذلك أنَّ فهم العلم على نحوٍ صحيح لابدَّ أنْ يأخذ بالاعتبار تاريخ العلم وبنيته في الآن ذاته؛ أي أنَّ توضيح العلم وما يتضمنه من مفاهيم لابدَّ وأنْ يكون من اختصاص كلاً من مؤرخ العلم وعالم النفس في الآن ذاته.

موقف كون من مفهوم السببية:

1- تحليل بنية السببية:

يذهب كون إلى أنَّ هناك تحولات طرأتْ على مفهوم السببية، انطلاقاً من فهمه لبنية العلم وتطوره، الّذي بدا أشبه بتطور التفكير عند الطفل، من المرحلة الكيفية إلى المرحلة الكمية، ومن رؤية العالَم ضمن نطاق ضيق إلى رؤية أوسع وأوضح، تماماً كما يتحول العلم بين البراديغمات Paradigm،[*] على نحوٍ منتظم ضمن مراحل مختلفة، تتغير فيها

1- المرجع نفسه. ص. 58

2- المرجع نفسه. ص61.

[*] – يشير مفهوم التراكم في العلم إلى اتصال النظريات العلمية مع بعضها، فكل نظرية تمهد للتالية، ويستعان بها في شرحها، في حين يشير مفهوم اللاتراكم إلى الانفصال بين النظريات العلمية، بحيث لا يمكن المقارنة بينها. (الباحث)

3-VON DIETZE, Erich. *Paradigms Explained, Rethinking Thomas Kuhn*. (Philosophy of Science, London, 2001).30.

[*] – البراديغم: كلمة يونانية قديمة يقصد بها الطريقة التي نرى بها العالم وفق ما تشكلنا وتعلمنا وتصرفنا سواء من خلال البيئة أو المدرسة أو الشارع أو المنزل، وهو أشبه بالقالب الذي يقود تفكيرنا أو الحاجز الحديدي الذي يوضع على جانب عيني الحصان كي لا يرى إلا المقدمة أو النظارة التي نرى من خلالها العالم. وقد قصد به كون مجموعة القوانين، والتقنيات، والأدوات المرتبطة بنظرية علمية والمسترشدة بها، والتي يمارس الباحثون عملهم ويديرون نشاطاتهم من خلالها.

Look to moor: SHAPERE, D. *"The Structure of Scientific Revolution"*,(The Philosophical Review, 73,1988).384.
Look else:http://www.jalajilhcp.gov.sa/styles/default/images/infinity.gif/23-12-2008.

رؤية العلماء للعالم من حولهم، وتتسع نطاق معرفتهم.[1] ويظهر ضمن هذا التحليل على نحوٍ واضح مدى تأكيد كون على أهمية الدراسات النفسية في فهم بنية العلم، سيما علم نفس الإدراك المعرفي عند بياجية J.Piaget الذي شرح المعرفة استناداً إلى تاريخها، وإلى تكوينها الاجتماعي وإلى الأصول السيكولوجية للأفكار والعمليات التي تعتمد عليها بصفة خاصة، والصياغة المنطقية التي تنطبق على بنيات الفكر المتوازية وعلى حالات معينة من التحولات التي ينتقل فيها الفكر في مجرى تطوره من مستوى إلى آخر.[2]

ويمكن لمؤرخ العلم أنْ يستفيد برأي كون من بعض التجارب التي أجراها بياجيه وألقى بها ضوءً كاشفاً على مراحل نمو الطفل، في تطوير أفكار عن السببية في الفيزياء، حيث كشفتْ هذه التجارب المتعلقة بموضوعات مثل مفهوم المكان والزمان، والحركة، أو العالم ذاته عند الطفل عن نظائر ملفتة للنظر لمفاهيم عند العلماء الأوائل. وإذا كان هناك نظائر مماثلة في قضية فكرة السبب، فينبغي أنْ يكون إيضاحها من اهتمام عالم النفس والمؤرخ على حدٍ سواء.(3) على اعتبار أنَّ المجتمع العلميCommunity.[**] هو المحور الأهم في هذا التطور. وبناءً على ذلك أشار كون إلى وجود جانبين هامين يجب الأخذ بهما عند تحليل تصور السبب:

أ- التحليلي المفاهيمي:

يجب البدء من ملاحظة كلمات مثل "السبب" Cause و"بسبب" Because في الخطاب الّذي يقدّمه العلماء. نظراً لأنَّ هذه الكلمات لا تظهر بشكلٍ منتظم ضمن الخطاب العلمي كما هو الحال بالنسبة للمفاهيم الأخرى مثل الموضع والحركة والثقل والزمن، إلخ، وعند ظهورها، يبدو الخطاب بالنسبة للمؤرخ من نوعٍ مختلف تماماً. ويبادر بالقول: إنَّ الإشارة التالية وُضعت لأسباب مختلفة من قبل عالم ما، وأنَّ مصطلح السبب يؤدي وظيفة بادئ ذي بدء في مفردات الفيزيائيين ما وراء العلمية the meta-scientific وليست العلمية.[4] هناك فرق بين سبب Cause، وبسبب Because، واستخدامها من قبل العالم في شرح ظاهرة ما، وبين التركيز على فهم مفهوم السببية، وهو فهم خارج عن نطاق بحث العالم أصلاً؛ فعندما يشرح العالم ظاهرة معينة، يكون هدفه الأساسي فهم العلاقة السببية بين ظاهرة وأخرى، وليس توضيح مفهوم السببية كإشكالية فلسفية، ولا يطرح أسئلة تتعلق بما إذا كانت السببية من ابتكار عقولنا، أم تعود إلى التجربة. لذلك يجب مراعاة المفهوم وطريقة استخدامه ضمن النصوص العلمية، على خلاف ما نجدها ضمن الفروع غير العلمية.

كما وينبغي مراعاة السياق الذي ترد فيه الكلمة والتركيز على الفروق الدقيقة للغة والسلوك، وملاحظة الظروف الخاصة التي تُستحضر في ظلها مصطلحات مثل "سبب". ويجب أنْ تستند جوانب أساسية من التحليل على ملاحظة السياقات الّتي لا تظهر فيها مصطلحات تشير إلى أيٍّ من أجزاء الاتصال ككل يرجع إلى أسباب. وسنصل في النتيجة إلى أنَّه

1- فولر، ستيف. *كون ضد بوبر: الصراع من أجل روح العلم*. (ط1، تر: نجيب الحصادي، المركز القومي للترجمة، ع2034، القاهرة،2012).31.

2- بياجيه، جان. *الإبستمولوجيا التكوينية*. (تر: السيد نفادي، مراجعة: محمد علي أبو ريان، دار التكوين، بيروت،2004).36.

3 - KUHN.T.s, *The Essential Tension, Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, (University of Chicago Press, Chicago, 1977).22.

[**] - المجتمع العلمي: قصد به كون مجموعة من العلماء، الذين يربط بينهم اتفاقهم على براديغم معين، وعلى طبيعة المشكلات التي يخلفها البراديغم والحلول الألغاز المعروضة. للمزيد حول مصطلح المجتمع العلمي. أنظر: خليف، منال. مفهوم المجتمع العلمي عند توماس كون. (رسالة ماجستير منشورة، وزارة الثقافة، دمشق،2012).19.

4 - KUHN, T.s, *The Essential Tension*. 22.

علينا أنْ نراعي في تحليلنا لتصور السبب أنَّ له لغة أساسية ومجموعة من المكونات النفسية.[1] وبناءً على هذا لابدَّ من العودة إلى الدراسات السيكولوجية لنستنبط منها معنى السبب، وأنْ نراعي التحولات التي تطرأ على طبيعة العلم وأنَّه تغير ليس في بنيته فقط بل وفي مادته، وينعكس هذا التحول بدوره على ما يُستخدم ضمنه من مصطلحات علمية وغير علمية.

ب- معنى السببية:

يؤكد كون بالاعتماد على الدراسات السيكولوجية على وجود معنيين لتصور السبب يختلفان عن بعضهما:

-**التصور الضيق:** يشير كون إلى أنَّ هذا التصور نتج عن فكرة أولية عن الوسيط الفعال الذي يدفع أو يسحب، ويبذل القوة أو يبدي طاقة. وهو قريب جداً من تصور العلة الفاعلة عند أرسطو، تلك الفكرة التي أدّت في البداية وظيفة هامة في الفيزياء التقنية من خلال تحليل المشكلات العارضة في القرن السابع عشر.[2] ويبدو أنَّ هذا التصور للسبب غير واف في شرح الظاهرة؛ كونه يقف عند مستوى الظاهرة المحسوسة المراد تعليلها، ويجيب عن سؤال كيف تحدث الظاهرة؟.[3] ويظهر هذا المعنى بشكلٍ أساسي ضمن المراحل التي اتصفت بالتراكم، وهي مراحل هامة برأي كون كما سيتضح لاحقاً، لذلك سنراه يعول كثيراً على هذا التصور للسبب.

- **التصور الواسع:** يكمن السبب هنا وراء الظاهرة، وينتمي إلى مستوى من مستويات الواقع أبعد غوراً، وأكثر خفاءً، ولكنه أقرب إلى العقل. ويُقدَّم على أنَّه السبب الحقيقي.[4] ويبدو هذا التصور مختلف جداً للوهلة الأولى على الأقل، ويتم وصفه على أنَّه فكرة الشرح العامة؛ أي وصف سبب الحدث بشرح لماذا حدث. وتبرز الأسباب في الشروحات الفيزيائية الّتي تكون سببية عموماً. والاعتراف بذلك يقابل كثيراً على أيّة حال الفردية الأصلية لبعض المعايير المغلفة لفكرة السبب. ويدرك كلاً من المؤرخ وعالم النفس أنَّ سلسلة من الكلمات التي وفرت شرحاً في المرحلة الأولى من تطور الفيزياء أو الطفل قد يترك فقط أسئلة إضافية للآخر. وهنا ننتقل من سؤال كيف إلى سؤال لماذا؟.

ويمكن أنْ تكون بنية استنتاجية معينة شرطاً ضرورياً لكفاية الشرح السببي إلَّا أنَّها ليست شرطاً وافياً. ويجب عند تحليل السبب، الاستفسار عن الإجابات الدقيقة، وسيؤدي ذلك إلى الارتداد بالأسئلة السببية إلى النهاية. إلَّا أنَّ وجود معنيين للسبب قد يؤدي إلى مشكلات أخرى، حيث تؤخذ الفكرة الضيقة أحياناً بوصفها أساسية، ويعيّن المفهوم الأوسع ليتوافق معها. وتشير الشروحات الّتي تكون سببية بالمعنى الضيق دائماً إلى علة سابقة. ولكن هناك شروحات أخرى للظواهر الطبيعية لا ينتج عنها أنْ تكون الظاهرة السابقة هي السبب؛ أي إعلان شروحات غير سببية، وتفسير الظاهرة على أنَّ السبب مفقود.[5] إلَّا أنَّ تصور ظاهرة بلا سبب أمرٌ لا يمكن قبوله. ولتوضيح ذلك يجب أنْ يُراعى في تحليل تصور السبب أنَّ التطور التاريخي للعلم شهد العديد من التحولات التي أثرتْ بدورها على مفاهيم العلماء ومن ضمن تلك المفاهيم السببية.

2- مراحل تطور تصور السبب في الفيزياء عند كون:

لابدَّ أنْ يؤخذ بالاعتبار عند توضيح تصور السبب أنَّ العلم ليس ثابتاً وإنَّما يسير ضمن أربع مراحل أساسية، تبدأ

---

1 - Ibid.p.22.

2 - Ibid.pp.22-23.

3- موي، بول. *المنطق فلسفة العلوم*. (تر: فؤاد زكريا، الكويت،1981).293.

4- المرجع نفسه. ص293.

5 - KUHN .T.s, *The Essential Tension*.23.

بمرحلة يُطلق عليها اسم مرحلة ما قبل البراديغم Pre-Paradigm، وتليها مرحلة العلم القياسي Normal Science، ثم تعقبها مرحلة الأزمة Crisis، الّتي تنتهي بمرحلة الثورة العلميةScientific Revolution . وبناءً على ذلك قدّم كون أربع مراحل أساسية في تطور الأفكار المتعلقة بالسبب في الفيزياء. سيتضح من خلالها أنَّ النظرية الفيزيائية تكون في كل مرحلة أكثر اتساعاً وقوةً ودقةً فيما يتعلق بتطور أفكار السببية عما سبقها:

أ- المرحلة الأرسطية (مرحلة ما قبل البراديغم):

امتازتْ مرحلة ما قبل البراديغم بوجود علماء حاولوا فهم الطبيعة، بالاعتماد على تحليلات أرسطو للحركة؛[*] الّتي مثّلت كما يقول كون: ((إنجازاً عظيماً، سيما الدور الكبير الذي لعبه كتاب الطبيعيات في تحديد المشكلات المشروعة وطرائق البحث التي سيعمل بموجبها العلماء اللاحقين)).[1] وقد كان لأفكاره المتعلقة بالسببية أعظم تأثير، وربما لازالتْ حتى الوقت الراهن. ووفقاً له فإنَّ لكل تغير علة، وهناك أربع أنواع من العلل: مادة الشيء أو علته المادية. والقانون الّذي نظَّم عملية نموه؛ أيّ العلة الصورية. والفاعل الّذي بدأتْ عملية النمو بناء على دفعته الابتدائية، وهو ما يسمى بالعلة الفاعلة. والنتيجة المكمّلة للعملية ككل، وهي موجودة في حالة المصنوعات الّتي يقوم بها الإنسان على هيئة الفكرة المسبقة الّتي تحدد طريقة تناول الصانع لمادته؛ وكذلك الأمر في ميدان نمو الكائنات الحية موجودة ضمنياً في مختلف مراحل النمو، وهذه هي العلة الغائية. ولو حدث اختلاف في أي واحدة من هذه العوامل، لاختلفت المحصلة النهائية أيضاً.[2] ورغم وجود هذه العلل الأربع بشكلٍ عام في كل تغيّر، إلّا أنَّ شرح نوع العلة، يختلف من حقل إلى آخر. ففي الفيزياء على سبيل المثال، عادةً ما يستخدم الأرسطيون العلة الصورية والغائية فقط، وينسبون التغيرات الّتي تعرقل النظام الطبيعي للكون إلى العلل الفاعلة، وإلى دوافع ونوازع، إلَّا أنَّ تغيرات من هذا النوع لم يكنْ من الممكن شرحها ضمن نطاق الفيزياء. ومن ثم كان اهتمام الأرسطيين منصباً على التعامل فقط مع إحياء النظام الطبيعي والحفاظ عليه، وهذا يعتمد فقط على العلل الصورية وحدها. وبالتالي، أرجعوا علة سقوط الحجارة إلى طبيعتها أو شكلها، وأنَّ النار ارتفعت نحو السطح للسبب ذاته، وأدركت المادة العلوية طبيعتها من خلال الدوران بشكلٍ منتظم وسرمدي في المكان.[3] إلَّا أنَّ ذلك الشرح الأرسطي ما لبث أنْ واجه أزمةً حقيقةً مع بداية القرن السابع عشر، حيث بدتْ تلك الشروحات مجرد لعبة كلمات من نوع تحصيل الحاصل، ولم يعد من الممكن تطبيقها على مجمل الظواهر الحسية، وأصبح القول بوجود عالم خفي فوق طبيعي بنظر العلماء خارج حدود العلم، ومدعاة للسخرية مع ظهور البراديغم النيوتني،[4] ورغم تطوير الأرسطيين لشروحات مختلفة ومبتكرة لظواهر الشذوذ في مدارات الأفلاك، إلَّا أنَّهم ظلوا مقتنعين بسكون الأرض، وعمد بعضهم إلى تعديل نظريات أرسطو أو إلى زيادة الشرح عليها ودعمها بإثباتات جديدة أحياناً أخرى، وعلى الرغم من أنَّ شروحاتهم كانت شاملة ومتكاملة إلّا أنَّها كانتْ مبنيّة على فهمٍ سطحي وبسيط للكون؛[5] لأنَّ أداة الملاحظة اقتصرت

---

[*] -من وجهة نظر كون شكّل أرسطو مرجعاً للعلماء في القرن السادس عشر والسابع عشر ضمن الكتب المدرسية التي يتعلم بموجبها العلماء الجدد كيفية فهم الوقائع، ولم ينظر كون إلى أرسطو كبراديغم، لأن مرحلة تكون البراديغم الأول في العلم بدأت برأيه مع نيوتن، وكل ما قبله يمكن اعتباره لاعلم. (الباحث)

2- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. (ط1، تر: حيدر حاج إسماعيل، منظمة الوحدة العربية للترجمة، بيروت،2007).64.

2- تايلور، ألفرد إدوارد. *أرسطو*. 64-65.

3 - KUHN.T.s, *The Essential Tension*. 24.

4- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. ص.195.

5- العمر، عبد الله. *ظاهرة العلم الحديث*. (سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ع:69 ، سبتمبر،1983).9-11.
أنظر أيضاً: بريوشينكين. *أسرار الفيزياء الفلكية والميثولوجيا القديمة*. (ط1، تر: حسان ميخائيل اسحق، منشورات دار علاء الدين، سورية، دمشق،2006). 253-264.

في زمنهم على البصر، ولم تتعداها إلى أدوات القياس التي شكّلت جوهر العلوم الحديثة. من هنا جاء تأكيد كون على أنَّ ((شروحات أرسطو لم تكنْ تحتوي على أيّ خلل منطقي، فالصعوبة ليست في منطقها بل في الصيغ المنتشرة)).[1] الّتي وضعها العلماء لاحقاً، ولا يمكن إغفال أنَّ الرؤية الأرسطية عموماً كانتْ ((أهم مصدر وداعم للتقليد الفلكي ما قبل الكوبرنيكي، وأنَّ الإخفاق الذي نُسب إلى شروحاته إنّما يعود إلى الشروحات المشوهة التي انتشرت طيلة القرون الوسطى)).[2] حيث أدّى الشرح الأرسطي وظيفة كبيرة في العصور الوسطى كما هو حاله اليوم في العديد من الميادين.

ب- مرحلة العلم القياسي النيوتني:

تمثّل هذه المرحلة كما يقول كون:((مسعى نشط ومخلص لإدخال الطبيعة، وبقوة، في المعلبات الفكرية))،[3] أي شرح ما يُلاحظ بحسب البراديغم وليس العكس، حيث يُظهر البراديغم قدرةً على شرح الوقائع بدقةٍ منطقية لا مثيل لها.[4] وتكمن أهمية العلم القياسي رغم أنَّه لا يقدّم أي جديد في أنَّه يحقق للعلماء وعداً بالنجاح، من خلال ((توسيع المعرفة بالحقائق التي يعرضها البراديغم، وبزيادة مقدار المطابقة بين تلك الحقائق وتنبؤات البراديغم، وبوساطة صياغة أوسع للبراديغم ذاته)).[5] ورغم التحول الّذي حصل في الفيزياء، وسيطرة براديغم يُفترض أنْ يقدّم صيغة شرح جديدة لجميع الظواهر، إلّا أنَّ العديد من المفاهيم ربما لازالت تهيمن عليها الشروحات الأرسطية، ومنها مفهوم السببية.

وتمَّ التعبير عن مفهوم السببية بصيغة الحتمية، والّتي تعني عمومية قوانين الطبيعة وثباتها واطرادها، فلا مصادفة ولا احتمالية؛ لأنَّ كل شيء في الكون ضروري ذو علاقات ثابتة، وكل ظاهرة مقيدة بقوانين تجعلها نتيجة ضرورية لما قبلها ومقدمة شرطية لما بعدها، أي أنَّ كل ما يحدث في الكون، كان لابدَّ من حدوثه.[6] وتعاملتْ الفيزياء النيوتنية مع ظواهر طبيعية مدركة بالحس، ونظرتْ إلى الحركة بطريقة ميكانيكية تستند إلى الدفع والتماس، مما أدى إلى تصور الطبيعة بنظام حتمي متصل، فكلّ ظاهرة تعتمد على ظاهرة سابقة عليها، والطبيعة متسقة ومنظمة وتخضع للاطراد. وأنَّ الأسباب المتماثلة تحدث نتائج متشابهة.[7]

إلَّا أنَّ اعتماد العلماء على هذا الشرح النيوتني برأي كون لم يأتِ دفعةً واحدة بل تدريجياً وبعد صراعٍ طويل، فقبل ظهور البراديغم النيوتني، ظهرت إسهامات جاليليو G.Galilei وكبلر Kepler، التي اعتمدت في دراسة الحركة على الصعوبات التي اكتشفها النقاد المدرسيون في نظرية أرسطو،[8] وقد أشارَ جاليليو وكبلر إلى الاطرادات Regularities Regularities الرياضية البسيطة كأسباب صورية لا تتطلب تحليلات إضافية، وبعد ذلك كان الشرح المطلوب كله رياضياً. وكانتْ الصيغ الوحيدة المسلم بها هي أشكال ومواقع ذرات المادة المتناهية. وفُهم كل تغيير على أنَّه نتيجة للتأثير الفيزيائي لمجموعة واحدة من الذرات على الأخرى.[9] وكذلك أرجع ديكارت R.Descartes وزن الأجسام إلى

---

1 - KUHN .T.s. *The Essential Tension*. 25.

2 - for moor Look: KUHN, T, s. *The Copernican Revolution, Planetary Astronomy In The Development Of Western* Thought,(Cambridge, 1957).93.

3- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*.56.

4 - VON DIETZE, Erich. *Paradigms Explained, Rethinking Thomas Kuhn*. 36.

5- كُوْن، توماس. بنية الثورات العلمية.82.

6- الخولي، يمنى طريف. *فلسفة العلم في القرن العشرين*.13.

7- الجابري، صلاح. *فلسفة العلم قراءات في فلسفة الفيزياء والسببية والتزامن والعقل والدماغ*.79.

8- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*.144.

9 - KUHN ,T.s, *The Essential Tension*.25.

التأثير الواقع على السطح الأعلى لذراتها من الأثير Ether المحيط، وشرح الجاذبية بامتناع وجود الخلاء.[1] إلَّا أنَّ تصريح نيوتن بوجود تفاعلات غير ميكانيكية بين الذرات، اختزل قليلاً سيطرة العلة الفاعلة. وعمل على هدم الآلية الصارمة، وانتهاك معايير الشرح الموجودة، لذلك هوجم على نطاق واسع. وتمَّ التعامل مع القوى النيوتنية عموماً بالقياس إلى قوى متصلة، وبقي الشرح المهيمن ميكانيكياً. وبشكل محدد في الأقسام الأحدث من الفيزياء، واستمرت سيطرة العلة الفاعلة على الشرح على نحوٍ كبير طيلة القرن الثامن عشر.[2]

ج- مرحلة الأزمة:

خلال القرن التاسع عشر شمل التغير بشكل تدريجي الفيزياء بأكملها، حيث أصبحتْ على نحوٍ متزايد رياضية، وأعتمد الشرح على عرض الصيغ الملائمة واستنباط نتائجها. ومن حيث البنية، تمَّت العودة إلى الشرح الأرسطي. إلّا أنَّ الفيزيائي كان يضع في شرحه لظاهرة طبيعية معينة، معادلة تفاضلية منفردة ويستنتج منها، وربما يتطلب أيضاً بعض الشروط الأولية أو الإطارية، لشرح الظاهرة المطروحة. وقد يتحدى لتبرير اختياره لمعادلات تفاضلية، إلَّا أنَّ تحديه سيتوجه إلى ظاهرة معينة وليس إلى نمط الشرح. وبما أنَّ شرح المعادلة التفاضلية لم يكنْ يقبل قسمة إضافية، فلا تحريف صريح ولا وسيط فعال، ولا سبب منعزل سابق زمانياً على المعلول كان بالإمكان أنْ يعوض عنها. وقد يطرح الفيزيائي العديد من الأسئلة على طلابه، وتمثّل الإجابة عن هذه الأسئلة حلولاً للمشكلات المطروحة من قبله، من دون تقديم أي شيء جديد على هذه الشروحات الموجودة سلفاً في ذهنه، لنأخذ على سبيل المثال الإجابة عن سؤال لماذا يدور المريخ في مدار إهليلجي؟، أو كيف يكون التجاذب؟.[3] وهنا قد يجيب الطالب ضمن حدود البراديغم النيوتني الّذي يشرح التجاذب بين كتلتين بأنَّ جميع الأجسام تتسارع بالمقدار ذاته بالضبط في مجال الجاذبية، فالأجسام الثقيلة تسقط بنفس التسارع الذي تسقط به الأجسام الخفيفة.[4] وقد مثّلت هذه الإجابات عناصر أساسية للشرح، إلّا أنَّها لم تكنْ تكنْ سببً للظاهرة التي ستُشرح، ولا سابقة عليها، وليست متزامنة معها أو متأخرة عنها.[5]

وإذا ما تساءل العلماء عن موقع كوكب معين مثل المريخ، فإنَّهم سيلجؤون إلى الشروحات الّتي تحتوي قوانين، وهنا سيتطلب الشارح بعض الشروط الإطارية الّتي تحدثت عنها سابقاً التجريبية المنطقية، إلَّا أنَّ كون يرى بأنَّ هذه الشروط الإطارية تفقد هدفها باعتمادها على حدث سابق مشروح، وإذا كانتْ هذه الشروط توفر السبب، فإنَّ الأسباب تكف عن أن تكون توضيحية. وإذا كنا نسميها شروحات، فذلك يعود إلى أنَّها حالما تقُدم وتفُهم، فليس هناك الكثير من الأسئلة لتطرح: كل شيء يمكن أنْ يوفره الفيزيائي كشرح قد تمَّ تقديمه حقاً.[6] وهذا يفسر الوضع المتأزم للبراديغم النيوتني في منتصف القرن الثامن عشر، إذ لم تعدْ الشروحات توفر الأسباب الكافية لشرح ظاهرة الجاذبية، وكانت النتيجة عودة إلى الوراء؛[7] أي إلى المعيار المدرسي Scholasticism.[*] وظهر ذلك عندما نظر الفلكيون إلى مدار المريخ، ولاحظوا

1- ديكارت، رينيه. *العالم*. (ط1، تر: إميل خوري، دار المنتخب العربي، بيروت،1999).113.

2 – KUHN ,T,s, *The Essential Tension*.25.

3 – Ibid.p.26.

4- للمزيد أنظر: ولسون، كولن. *فكرة الزمان عبر التاريخ*. (تر: فؤاد كامل، مراجعة: شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة، ع:159 ، مارس،1992).205. مارس،1992).205.

5 – KUHN.T.s. *The Essential Tension*.p.26.

6 – Ibid.26.

7- كُون، توماس. *بنية الثورات العلمية*.197.

[*]– المدرسي: تطلق على مذهب فلسفي كان سائداً في العصور الوسطى، ونشأت في مدارس واعتمدت على الفلسفة اليونانية، سيما فلسفة أرسطو، إلا

وقائع غير متوقعة، وحاولوا أنْ يعزلوا حالة محددة، وبالنتيجة شرحوا الشذوذات من ناحية أنَّها سببية بالمعنى الضيق. ومرة أخرى تكون المماثلة بالفيزياء الأرسطية ملفتة للنظر. وتوضح الأسباب الصورية نظام الطبيعة، وتسبب الأسباب الفاعلة انحرافه عن النظام.[1]

شمل هذا التغير الّذي حصل في معايير علم الفيزياء ومشكلاته، والعودة إلى الشرح الأرسطي، أقساماً أخرى، ففي حقل الكهرباء مثلاً أصبح الكهربائيون يتحدثون عن الفضيلة الجذابة للسيال الكهربائي، وعرضت الظواهر الكهربائية نظاماً مختلفاً عن ذلك الّذي أظهروه عندما نُظر إلى تلك الظاهرة على أنَّها نتائج لسيال ميكانيكي غير مرئي لا يعمل إلّا عن طريق التماس.[2] وإذا كانتْ الفيزياء الحديثة تشبه الأرسطية في البنية السببية لمناقشاتها، إلّا أنَّ الصيغ المنتشرة في الشرح الفيزيائي في القرن التاسع عشر لم تكنْ تشبه على الإطلاق تلك الّتي عند أرسطو بل كانت نسخاً رياضية للصيغ الديكارتية والنيوتنية، التي هيمنت من السابع عشر وحتى السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر.[3] حيث أثارتْ حركة الضوء الموجية أزمة للعلماء، فلو افتُرض أنَّ الضوء حركة موجية منتشرة في أثير ميكانيكي محكوم بقوانين نيوتن، لأصبح بإمكان رصد السماء وتجارب الأرض أنْ تكشف عن انسياق الأثير، إلَّا أنَّ مشاهدات السماء لم تعطِ معلومات كافية لشرح انسياق الأثير.[4]

لذلك أضحتْ الميكانيكا النيوتنية في موقف متأزم، نتيجة عجز منهجها عن استيعاب ظواهر وعلاقات فيزيائية في عالم التجربة الخارجية،[5] ولم تتفق مع صدق نظريتها حيث أبتْ بعض الحقائق الدخول ضمن الأطر المرسومة لها في ميكانيكا نيوتن،[6] وزاد من تأزم البراديغم النيوتني القبول التدريجي لمعادلات ماكسويل Clerk Maxwell عن الحقل الكهرومغناطيسي، الّذي اعتقد أنَّ الضوء والظواهر الكهرومغناطيسية تعود إلى إزاحات متغيرة لجسيمات أثير ميكانيكي، وعلى الرغم من محاولته الواعدة في وضع صياغة واضحة تتسق مع نظرية نيوتن، إلّا أنَّها لم تكن الصياغة المطلوبة؛ ذلك أنَّ مناقشته لسلوك الأجسام الكهرومغناطيسية في الحركة لم تشر إلى ظاهرة سحبها للأثير، وثبت أيضاً أنَّ إدخال مثل ذلك السحب في النظرية صعب للغاية، وعلى الرغم من محاولات المجتمع العلمي بعد ماكسويل اكتشاف الحركة بالنسبة للأثير وإدخال ظاهرة السحب الأثيري Ether Drag في صلب تلك النظرية إلا أنَّ محاولاتهم انتهت بظهور النظريات المتنافسة، والصياغات الكثيرة لنظرية الأثير.[7]

وبالنتيجة لم تقدم معادلات ماكسويل أيضاً برأي كون أيّ شرح على الإطلاق، بل على العكس زادت من صعوبة الشرح، ونُظر إليها مع أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين على أنَّها بلا معنى. ولم يعدْ حديث العلماء عن إزاحة كهربائية من دون تحديد ما الّذي أزيح، هو كلام غير علمي.[8]

أن الطابع العام لها كان هيمنة التفكير الديني. وقد طغى هذا التفكير على علماء مرحلة ما قبل البراديغم. (الباحث)

= للمزيد أنظر: رايت، وليم كلى. *تاريخ الفلسفة الحديثة*. (تر: محمود سيد أحمد، مراجعة إمام عبد الفتاح إمام، المجلس الأعلى للثقافة،2001).21-22.

1 - KUHN.T.s. *The Essential Tension*.27.

2- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*.198.

3 - KUHN.T.s. *The Essential Tension*.27.

4- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. 153-156.

5- الخولي، يمنى طريف. *فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية*. (دار قباء للطباعة والنشر، القاهرة،2001). 320-346.

6- علي، حسين. *فلسفة العلم المعاصرة ومفهوم الاحتمال*. (الدار المصرية للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة،2005).67.

7- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. 153-156.

8- المصدر نفسه.200.

د- مرحلة الثورة العلمية:

تعد مرحلة الثورة عند كون من أهم المراحل،[*] كونها تتضمن انبثاق نظريات جديدة تمثل احتمالات يبتكرها خيال العالم لتنطبق على الطبيعة، ورغمَّ أنَّ مثل هذه الاحتمالات يمكن أنْ تجابه عادةً مشكلات لا يمكن إيجاد حل لها، إلَّا أنَّنا ندرك أيضاً أنَّ هذه المجابهات المتعبة تحدث نادراً لفترة محدودة بعد اختراع وقبول النظرية.[1] وليس في فترة الثورة التي تمثل تحولاً في الرؤية، ولا يرجع إلى تقديم شروحات جديدة؛[2] لأنَّ عملية الشرح تأتي لاحقاً في فترة العلم القياسي الجديد الذي يعقب هذه الثورة، ذلك أنَّ أعضاء المجتمع العلمي في ظل الثورة العلمية يفسرون المعطى ولا يشرحونه، ومن ثم فإنَّ أي حديث عن الشرح في تلك الفترة، سيأتي معبراً عن نتيجة الثورة العلمية وليس مرافقاً لها.

وفي تلك المرحلة ينظر العلماء إلى القانون العلمي على أنَّه ليس من الضروري أنْ يتضمن دائماً علاقات سببية، وليس كل عالم بباحث عن اكتشاف الأسباب في العالم الطبيعي، إلّا أنَّ موقفهم هذا لا يعني إنكاراً مطلقاً للسببية. بل إنكار أنَّ كل قانون علمي إنَّما هو شرح سببي، وبذلك فصلوا تصور السببية عن البحث الاستقرائي حيث يمكنك أنْ تصل إلى تعميم مبدأ دون استناد إلى مبدأ السببية.[3] وربما هذا ما دفع البعض مثل أرثر كوستلر Arthur Koestler إلى القول:((لقد سمعنا جوقة من الفيزيائيين...يخبروننا أنَّ...السببية ماتت...وإذا كان الأمر كذلك فلنقم لها جنازة ملائمة مع موسيقى جنائزية إلكترونية. لقد آن الأوان لأنْ نستخلص من علم ما بعد ميكانيك القرن العشرين وأن نخرج من سترة المجانين التي فرضتها مادية القرن التاسع عشر على منظورنا الفلسفي)).[4] وهذا ما حدث بالفعل عند كلاً من ماكس بلانك M. Plank وألبرت أينشتاين A.Einstein عند تصريحهما بأنَّهما لا يفهمان ما يُقال حين يشار إلى أنَّ هنالك أسباب بين ظواهر الكون، وإذا ما نظرنا إلى أبحاث راذرفورد Rutherford لوجدنا أنَّ هنالك من الذرات ما لها خاصية النشاط الإشعاعي؛ أي أنَّ بعض الذرات تقذف ببعض جزيئاتها بطريقة تلقائية، أي يتضمن نشاطها حوادث لا تُعرف أسبابها.[5] وبنتيجة انتساب العنصر الاحتمالي إلى الفيزياء حدث تحول جذري آخر في معايير الشرح. فعلى سبيل المثال بقيتْ الأحداث الفردية، وانبعاث جسيم ألفا والعديد من الظواهر المماثلة غير معللة. وفي ذلك الوقت اعتبر القليل من الفيزيائيين الفجوة السببية على أنَّها خلل. وبذلك فإنَّ ما نتج في القرن العشرين هو أكثر من ثورة في الشرح الفيزيائي، وهذه المرة ليس في بنيته بل في مادته، وكما في القرن السابع عشر، ما شُرح ذات مرة لم يعد شرحاً. وأصبح كلاً من الدارة، التكافؤ، المجهولات ... إلخ، قابلة للوصف فقط في مصطلحات رياضية.[6]

وبذلك لا يمكن مقايسة البراديغم الجديد جزئياً مع سلفه من حيث المشكلات المطروحة في ظله ومعايير الحلول المقبولة

---

[*] – هناك مظهران أساسيان يبينان أهمية الثورة عند كون، أولهما عنوان كتاب البنية الذي يصف فيه ماهية نظريته على أنها بنية الثورات العلمية، كذلك الأمر في كتابه الثورة الكوبرنيقية The Copernican Revolution. وثانياً التنقيح أو الصقل المستمر لمفهوم الثورة الذي استمر منذ ظهور كتابه الأول، ولم تحظ مرحلة العلم القياسي أو مرحلة الأزمة بشيء من هذا الصقل، إلا بطريق غير مباشر ومن خلال الثورة.

1- كون، توماس؛ وآخرون. *مقالات نقدية في تركيب الثورات العلمية*.(تر: ماهر عبد القادر محمد علي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية،2000).33

2- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*.219.

3- زيدان، محمود فهمي. *الاستقراء والمنهج العلمي*. (دار الجامعات المصرية، الإسكندرية،1977). 187-190.

4- بريغوجين، إليا، استنجر، إيزابيلا. *نظام ينتج عن الشواش*. (تر: طاهر بديع شاهين، ديمة طاهر شاهين، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق،2008).72.

5- زيدان، محمود فهمي. *الاستقراء والمنهج العلمي*. 187-190.

6 – KUHN .T.s. *The Essential Tension*.27-28.

من المجتمع العلمي، كما حدث سابقاً بين البراديغمين النيوتني والأرسطي؛ حيث استطاع النيوتنيون إحداث مشكلات ومعايير جديدة مختلفة تماماً عن تلك الّتي جسَّدها الأرسطيون وبدت لهم على أنَّها مشكلات لا يمكن حلها، بالإضافة إلى معاييرهم الّتي بدتْ وكأنَّها خارجة عن حدود الطبيعة،[1] ومن ثم فإنَّ عملهم هذا أدى إلى تجاوز العلم الأرسطي، الذي تُشرح فيه الأشياء شرحاً غائياً، في حين أنَّ العلم الحديث يعتبر العالَم لامتناهياً ومتجانساً وتُشرح فيه الأشياء شرحاً كمياً،[2] وظهرتْ الحاجة إلى شرح غير سببي للعالم، فالعالَم تغيّر مع تغيّر البراديغم، الذي نشهد مع تغيره انتقالات مهمة في المعايير الّتي تحدد مشروعية المشكلات والحلول المقترحة.[3]

وبذلك نشهد عبر كل مراحل تطور تصور السبب تحولاً ظاهراً من المفهوم الضيق للسبب الّذي كان جزءاً أساسياً من فيزياء القرنين السابع عشر والثامن عشر، إلى المفهوم الواسع للسبب، وما كان يظهر من شروحات في فترة الأزمات، إنَّما كان لمجرد انتهاك نظرية فيزيائية قائمة، لكنها في الواقع لا تقدّم شيئاً. ويتمّ الشرح عن طريق عزل سبب محدد للشذوذ، باكتشاف أنَّ ذلك العنصر لم يؤخذْ بالحسبان في الحل المبدئي للمشكلة. وفي هذه الحالات، كانتْ بنية الشرح الفيزيائي مماثلة تقريباً لتلك الّتي طورها أرسطو في تحليل العلل الصورية. ويصبح السبب ثانيةً في الفيزياء سبباً بالمعنى الواسع؛ أي الشرح. وإذا كانتْ الفيزياء المعاصرة تماثل أيضاً الأرسطية في البنية السببية لحججها، فإنَّ الصيغ المعينة الّتي تظهر في الشرح الفيزيائي تختلف اليوم جذرياً عن تلك الّتي في فيزياء العصور القديمة والوسطى.[4] ويمكن أنْ نجد لهذه المماثلة بالبنية تبريراً عند كون، عندما يؤكد على أنَّ البراديغمات الجديدة حتى تحوز قبول العلماء، يجب أنْ تكون قادرة على حل مشكلة بارزة لا يمكن حلّها بطريقة أخرى، وأنْ تقدّم وعداً بالمحافظة على جزء كبير نسبياً من القدرة على حلّ المشكلات الّتي خلفتها البراديغمات السابقة.[5]

ويرافق هذه التحولات في مفهوم السبب تحولين أساسيين آخرين كان لهما وظيفة هامة في الشرح الفيزيائي: من الصيغ الكيفية إلى الصيغ الميكانيكية ومن الميكانيكية إلى الرياضية. وكان لهذه التحولات أثرٌ في المعايير التوضيحية، ولوحظ بأنَّ معايير الشرح الجديدة في الفيزياء تولد مع نظريات جديدة يكون العلماء بموجبها متطفلين parasitic إلى حدٍ بعيد؛ أي بمعنى أنَّ النظرية الجديدة تبدو دخيلة هنا على العلماء، فرغم قدرتها على حل العديد من المشكلات المستعصية إلَّا أنَّ العلماء القدماء يرفضون الشرح بموجبها في البداية، بسبب عدم تدربهم الكافي عليها، ويميلون إلى القول: إنَّها لا تشرح شيئاً على الإطلاق. في حين يتدرب العلماء اللاحقون عليها بسبب نفوذها، وقدرتها التوضيحية، ذلك أنَّ نجاحها البراغماتي يضمن نجاح اقترانها النهائي بنموذج توضيحي. إنَّ التطفل على النظريات الجديدة لا يجعل أنماط الشرح الجديدة غير مهمة. ذلك أنَّ دافع الفيزيائي لفهم وشرح الطبيعة هو شرط أساسي لعمله. وتشكل معايير الشرح المقبولة جزءاً مما يُروى له عن أيُ مشكلات لازالت غير محلولة وأيُ ظواهر بقيت غير مشروحة. ومهما كانتْ المشكلات التي يعمل العالم عليها، فإنَّ معايير الشرح الراهنة تؤدي وظيفةً كبيرة في تحديد أنواع الحلول التي يمكن أنْ يصل إليها. ولا يمكن للمرء فهم العلم في أيّ مرحلة من دون أنْ يمتلك إدراكاً لمعايير توضيحية مقبولة من قبل ممارسيها.[6]

1- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. 196.

2-http://www.mamboportal.com/Arthur-Konze/2004

3- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. 202.

4 - KUHN .T.s. *The Essential Tension*.28.

5- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*.283.

6 - KUHN .T.s. *The Essential Tension*.29.

الاستنتاجات والتوصيات:

يُجمل بنا في ختام هذا البحث أنْ نذكر أهم نتائجه على صعيد فلسفة العلم والنتائج التي توصل إليها في النقاط التالية:

1- تمثّل هدف هذا البحث في تقديم رؤية جديدة لفهم السببية من وجهة نظر كون الذي وضح مراحل تطور فكرة السبب في الفيزياء، ومعايير الشرح التي تختلف من مرحلة إلى أخرى. وكان هدفه الأساسي الرد على التجريبية المنطقية وفهمها اللغوي للسببية، وقد تمَّ إيضاح ذلك في القسم الأول من البحث، وظهر أنَّ النظرة التراكمية للعلم كانت السبب في الفهم السطحي لمفهوم السببية، والجهل أيضاً بآلية عمل العلماء في كل مرحلة تاريخية.

2- أجاب القسم الثاني عن سؤال هل يختلف معنى السبب من مرحلة إلى أخرى، وكانتْ الإجابة عبر توضيح مراحل التطور العلمي عند كون والتي تبرز أنَّ معنى السببية اتخذ في كل مرحلة شكلاً مختلفاً، وكشف البحث عن دور الظروف في كل مرحلة تاريخية في تقديم فهم جديد للظواهر وعلاقاتها السببية؛ فالظروف الّتي كانتْ في فترة العلم القياسي وما توفر فيه من أدوات والتزام العلماء بالبراديغم أجبرت العلماء على الالتزام بالشرح السببي، في حين لجأوا إلى تفسير الظواهر في مرحلة الثورة، ونظروا إلى القانون على أنَّه لا يتضمن علاقات سببية، وفي حين اشتملت القوانين على علاقات سببية عند العلماء القياسيين؛ أيّ أنَّ السببية بالمعنى الضيق كانت مسيطرة عليهم، أما العلماء الثوريين فقد سيطرت عليهم السببية بالمعنى الواسع.

3- نجح كون في توضيح آلية الشرح السببي، وتحديد الفترة التي يلجأ فيها العلماء إليه؛ أيّ مرحلة العلم القياسي، وكان واضحاً من سياق البحث المدى الذي ابتعد فيه كون عن دور الوقائع في الشرح سيما في مرحلة العلم القياسي، مما يعني خروجاً عن معنى السببية الذي أكدت عليه التجريبية المنطقية، وربط معناها بالبراديغمات حيث تصبح النظرية هي الشارحة للظاهرة، ولكن وفق قواعد وقوانين، ولا تكف القوانين عن الشرح إلّا في مرحلة تعارض النظرية مع الواقعة أو ظهور شذوذات لم تعد النظرية قادرة على شرحها، عندها يصبح البحث عن البديل أمراً ضرورياً، وتنبثق الثورة العلمية التي تكون ليست فقط ثورة على البراديغم السائد وإنَّما ثورة على المفاهيم التي طالما كانت مساعدة في فهم العالم عند العلماء. ومع الثورة العلمية أبتْ الكثير من الحقائق الدخول ضمن علاقات سببية، وباتت الضرورة العلمية في خطر كبير. وأصبح واضحاً عبر مفهوم الثورة العلمية أنَّ المعنى الضيق للسببية يرتبط بفكرة الحتمية، في حين يبرز المعنى الواسع أثر اللاحتمية في العلم ومعه فكرة زعزعت العلاقات السببية.

4- لم يقدم كون تعريفاً يوضح مفهوم السببية، ولم يبيّن ما إذا كان هذا المفهوم قد ذهب بلا رجعة، حيث أوضحَ مسار البحث تعذّر التخلي عن مفهوم السببية بالمعنى الأرسطي لأنَّها تعود للظهور مع كل أزمة علمية، وكثيراً ما تطغى الأفكار الميتافيزيقية على عقلية العلماء، ولا يمكن فصل العالم عن الأيديولوجيا الّتي يمثلها، وكذلك الأمر فيما يتعلق بالسببية بالمعنى الكيفي كما كانت عند التجريبية المنطقية؛ لأنَّ الواقع يلعب دوراً كبيراً لا يمكن تجاهله في تفسير السببية. ولا يمكن الحكم على السببية ضمن مرحلة الثورة العلمية والقول: إنَّ العلماء يتخلون عن الشرح السببي؛ لأنَّ العلم القياسي الجديد ربما سيتضمن أيضاً شرحاً سببياً. ولكن يمكن القول ضمن نطاق العلم أنَّ هناك ظواهر تستعصي على أنْ توضع ضمن علاقات سببية.

المصادر والمراجع

1- KUHN. T.S. *The Essential Tension*,(Selected Studies in Scientific Tradition and Change, University of Chicago Press, Chicago, 1977).22-29.

2- KUHN. T. S. *The Structure of Revolutions*, (University of Chicago Press, Second Edition, London, 1962). 123.

3- KUHN. T. S. *The Copernican Revolution, Planetary Astronomy In The Development of Western Thought*.(Cambridge, 1957.).93.

4- MARCUM, J.A .*Thomas Kuhn's Revolution: an Historical Philosophy of Science*.(Continuum International Publishing Group.2005.). .3-26.& 384.

5- MILL, JOHN STUART, *A System of Logic: Being A Connected View of The Principles of Evidence, and The Methods of Scientific Investigation*, (Eighth Edition, New York, Harper & Brothers, Publishers: Franklin Square.1882.).355.

6- SHAPERE, D. *"The Structure of Scientific Revolution"*,(The Philosophical Review,73,1988).

7- SIMON, BLACKBURN,(Ed),*The Oxford Dictionary of Philosophy*, (Oxford University Press, Oxford New York, 1994.). 131 &197.

8- VON DIETZE. E. *Paradigms Explained, Rethinking Thomas Kuhn*.(Philosophy of Science, London,2001.).30-36.

9- http://www.jalajilhcp.gov.sa/styles/default/images/infinity.gif/2008-23-12.تاريخ] الدخول: 6-9-2017]

10- http://www.mamboportal.com/Arthur-Konze/2004. [تاريخ الدخول: 13-2- 2017]

11- https://physics.stackexchange.com/questions/309950/what-is-a-boundary-condition. [تاريخ الدخول: 29-12- 2018]

12- بريغوجين، إليا؛ استنجر، إيزابيلا. *نظام ينتج عن الشواش*. (تر: طاهر بديع شاهين، ديمة طاهر شاهين، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق،2008).72.

13- بريوشينكين، س. *أسرار الفيزياء الفلكية والميثولوجيا القديمة*. (ط1، تر: حسان ميخائيل اسحق، منشورات دار علاء الدين، سورية، دمشق،2006). 253-264.

14- بياجيه، جان. *الإبستمولوجيا التكوينية*. (تر: السيد نفادي، مراجعة: محمد علي أبو ريان، دار التكوين، بيروت،2004).36.

15- تايلور، ألفرد إدوارد. *أرسطو*. (ط1، تر: عزت قرني، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت،1992). 64-67.

16- الجابري، صلاح. *فلسفة العلم قراءات في فلسفة الفيزياء والسببية والتزامن والعقل والدماغ*. (ط1، دار الأوائل للنشر والتوزيع، دمشق،2009). 78-79.

17- حمد، إنصاف. *المعرفة والتجربة: دراسة في نظرية المعرفة عند يفيد هيوم*. (وزارة الثقافة، دمشق،2006). 238.

18- خليف، منال. *مفهوم المجتمع العلمي عند توماس كون*. (رسالة ماجستير منشورة، وزارة الثقافة، دمشق،2012).19.

19- الخولي، يمنى طريف. *فلسفة العلم في القرن العشرين: الأصول-الحصاد-الآفاق المستقبلية*. (سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت،ع:264 ، ديسمبر،)2000. 13- 102- 436

20- الخولي، يمنى طريف. *فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية*. (دار قباء للطباعة والنشر، القاهرة،2001). 320-346.

21- دولوز، جيل. *فلسفة كانط النقدية*. (ط1، تعريب: أسامة الحاج، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت،1997).57.

22- ديكارت، رينيه. *العالم*. (ط1، تر: إميل خوري، دار المنتخب العربي، بيروت،1999).113.

23- رايت، وليم كلى. *تاريخ الفلسفة الحديثة*. (تر: محمود سيد أحمد، مراجعة إمام عبد الفتاح إمام، المجلس الأعلى للثقافة،2001). 21-22.

24- زيدان، محمود فهمي. *الاستقراء والمنهج العلمي*. (دار الجامعات المصرية، الإسكندرية،1977). 102-190.

25- علي، حسين. *فلسفة العلم المعاصرة ومفهوم الاحتمال*. (الدار المصرية للطباعة، القاهرة،2005). 67

26- العمر، عبد الله. *ظاهرة العلم الحديث*. (سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ع:69، سبتمبر،1983). 9-11.

27- فولر، ستيف. *كون ضد بوبر: الصراع من أجل روح العلم*. (ط1، تر: نجيب الحصادي، المركز القومي للترجمة، ع:2034، القاهرة،2012).31.

28- كُوْن، توماس. *بنية الثورات العلمية*. (ط1، تر: حيدر حاج إسماعيل، منظمة الوحدة العربية للترجمة، بيروت،2007). 64-340.

29- كُوْن، توماس؛ وآخرون. *مقالات نقدية في تركيب الثورات العلمية*. (تر: ماهر عبد القادر محمد علي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية،2000).219.

30- موي، بول. *المنطق فلسفة العلوم*. (تر: فؤاد زكريا، الكويت،1981).293.

31- ولسون، كولن. *فكرة الزمان عبر التاريخ*. (تر: فؤاد كامل، مراجعة: شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة، ع:159، مارس،1992). 205.

32- يودين، روزنتال. *الموسوعة الفلسفية*. (ط7، تر: سمير كرم، مراجعة: صادق جلال العظم، جورج طرابيشي، دار الطليعة، بيروت،1997).584.