الجمهورية الجزائرية الديـــمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة وهران – السانيا –

كلية العلوم الاجتماعية قسم الفلسفة

**مذكرة لنيل شهادة الماجستير في الفلسفة**

# من التصور الميكانيكي الى التصور اللاميكانيكي للطبيعة

## العليّة والحتمية والمفاهيم المضادة لهما في العلم المعاصر

إعداد الطالب : **داود خليفة** إشراف : **د/ دراس شهرزاد**

**لجنة المناقشة :**

- أ. د . بوعرفة عبدالقادر ..... رئيسا
- د . دراس شهرزاد ..... مقررا
- د . بوشيبة محمد ..... مناقشا
- د . محمدي رياحي رشيدة ..... مناقشة

السنة الجامعية 2010 – 2011

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَعِندَهُ مفَاتِحُ الغَيْبِ لَاْ يَعْلَمُهَا إِلا هُــوَ ، وَيَعْلَمُ مَاْ فِيْ البَّرِ وَالبَحْرِ ، وَمَاْ تَسْقُطُ مِنْ وَرَقَة الا يَعْلَمُهَا وَلَاْ حَبَّة فِيْ ظُلُمَــاْت الأَرْضِ وَلَــاْ رَطْبٍ وَلْا يَاْبِسٍ إِلاَّ فِيْ كِتَاْبٍ مُبِيْنٍ ﴾

﴿ الانعام - 59 ﴾

# الإهداء:

إلى روح الفقيدة أمي .. إلى أبي أطال الله في عمره.

إلى زوجتي أم أولادي .. التي شملتني بكل الرعاية.

إلى كل أفراد العائلة.

والى كل الأصدقاء والزملاء في العمل.

والى كل أساتذة قسم الفلسفة بجامعة وهران.. الذين لمسنا فيهم كل معاني التواضع والسمو.

إلى هؤلاء جميعا أهدي هذا العمل

خ – داود

# شكر وتقدير:

موفور الشكر والتقدير موصول الى:

- د / دراس شهرزاد على ما بذلته معنا من جهد وما قدمته لنا من نصح.

- والى كل من ساهم من قريب أو بعيد في سبيل انجاح هذا العمل.

- شكر خاص الى أم أولادي ، التي لم تبخل عليّ بالمساندة والتشجيع.

## 1- تقديم وتحديد الموضوع :

منذ القرن السادس عشر تصدرت علوم الطبيعة، وخاصة الفيزياء، طليعة المعارف العلمية ولفتت إليها اهتمامًا واسعًا وكبيراً، نظير ما أصبحت تقدمه هذه العلوم للإنسان كنتيجة لما حققته من نتائج، ساهمت في تطوير حياة الإنسان وتيسير سبلها.

وما كان لها أن تنوط بهذا الدور المهم لولا تلك القفزة النوعية التي عرفتها هذه العلوم منذ العصر الحديث، حيث تطور العلم التجريبي – وقتذاك – وأصبح الاهتمام بالتطبيقات العملية بالغا، وأن تحقيق سيطرة الإنسان على الطبيعة هو الهدف من وراء الممارسة العلمية. فالبحث النظري لا يفيد، والعلم المدرسي لا يحقق للإنسان الغاية التي يرجوها، وهي تأكيد سيطرته على الطبيعة.

ورغبة في تحقيق هذا الهدف، كان من الضروري مجابهة الفكر الأرسطي المدعوم من السلطة الدينية (الكنسية)؛ فالعلم الأرسطي بمنهجه الاستنباطي اعجز ما يكون عن فهم الواقع المادي أو التعامل معه. وعندما يعجز نموذج عن تفسير ما يُستجد في ميدان العلم، فيعني ذلك أن العلم في أزمة، وحينما تتأزم الأوضاع فالنتيجة المحتومة هي الثورة، ثورة علمية.

وبالفعل، حدثت الثورة العلمية، وقد حمل لواء هذه الثورة علماء كبار، نذكر منهم: **كوبرنيك، كبلر، جيوردانو برونو، تيخو براهي، غاليلو، ديكارت ونيوتن**.. وبدون التقليل من مجهودات الآخرين، يمكن القول إن **نيوتن** كان أعظمهم كونه استطاع بناء نسق معرفي متكامل عن الطبيعة والكون بعدما استطاع توحيد حركة النجوم في السماء وحركة الأجسام في الأرض عن طريق قوانين الميكانيكا.

وعلى هذا النحو، إذا صحّ القول إن كل عصر جديد يعني علما جديدا، فإننا نستطيع أن نقول بما لا يدع مجالا للشك أن العصر الحديث كان عصر علم الميكانيكا، حيث كان العلم في هذا العصر علماً ميكانيكياً بالدرجة الأولى، وكان التفسير الميكانيكي هو التفسير العلمي السائد.

ونتيجة لذلك «اعتبر علماء وفلاسفة هذا العصر أن الكون بكل ظواهره لـــيس إلا آلـــة ميكانيكية كبيرة تسير في عملها بانتظام الساعة. وساد نوع مـــن الإيمـــان المطلـــق أن الآليـــة الميكانيكية تنطبق على كل شيء بما في ذلك الإنسان نفسه»[1].

لقد أقرّ العلم في العصر الحديث أو الفيزياء الكلاسيكية على وجه الدقة سيادة مفهومـــان أساسيان هما: مفهوم **العلية** و**الحتمية**؛ وإذا كانت العلية مفهوم قديم قدم الخبرة الإنسانية، فـــإن مفهوم الحتمية هو بلا منازع ابن العلم الحديث. كما أصبحت القوانين العلمية المُصاغة رياضيا تستند على هذين المفهومين حصراً.

وما كاد القرن السابع عشر ينتهي، حتى ساد نوع من الاطمئنان أن كل شيء في الطبيعـــة منتظم ومنسجم وفق قوانين ثابتة، نتيجة لما حققته الفيزياء النيوتونية من تقدم كبير ونجاح هائل في تفسير الظواهر الطبيعية من حركة أكبر الأجسام إلى حركة أصغر الأجسام، مع القدرة على التنبؤ الدقيق بها... ونتج عن ذلك كله ظهور ما عُرف بـــ**النموذج الميكانيكي**، خاصة بعـــدما أُدخل التفسير الحتمي لاحقا في علم الأحياء وعلم النفس والتاريخ والاقتصاد...

.. ولكن المفهوم الآلي الميكانيكي في الفيزياء «ما لبـــث أن تلقـــى – فجـــأة وبـــصورة سريعة – في بضع سنوات، منذ نهاية القرن التاسع عشر ومستهل القرن العشرين، سلسلة مـــن الضربات العنيفة المرهقة»[2]، تلك الضربات التي كانت بمثابة إعلان عن ثورة جديدة وانقلاب آخر في مسلمات العقل العلمي ومنظوره، لما تخلى العلم عن كل ما تم تحقيقه في العلم الحديث، وتحوّل بصورة مأساوية إلى أفكار وتصورات مخالفة بل ومناقضة لمنطلقـــات ومفـــاهيم العلـــم الحديث، خاصة لما ظهرت جملة من الصعاب والمشكلات في النموذج الميكانيكي، والتي يمكـــن أن نجملها فيما عُرف بأزمة العلم الحديث أو أزمة الفيزياء الكلاسيكية، حينما عجزت قـــوانين الميكانيكا عن تفسير بعض الظواهر المستجدة. وقد قلنا سابقا انه عندما تحدث الأزمـــة، فـــإن

(1)- فؤاد زكريا، التفكير العلمي، عالم المعرفة، العدد 168، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1992، ص 145.

(2)- روجيه غارودي، ماهي المادية؟ بدون طبعة، منشورات دار المعجم العربي، بدون تاريخ، ص 19.

حدوث الثورة يصبح أمرا حتميا.

وفي محاولة لحل هذه المشكلات المستجدة اتخذ العلم مسارا ثوريا جديدا، كانت ابرز نتائجه ظهور مفاهيم وتصورات جديدة قلبت مفاهيم وتصورات العلم الكلاسيكي رأسا على عقب. وتحقق ذلك بفضل التطورات التي عرفتها الفيزياء خاصة بعد ظهور **ميكانيكا الكم** و**النظرية النسبية** وتمكن العلماء من تحطيم الذرة. حيث أدت هذه التطورات إلى طرح جملة من الاعتبارات الجديدة في ميدان العلم؛ فتشكّل مفهوم جديد للمادة؛ فالذرة ليست هي اصغر جزء في المادة ولا هي مصمتة بل تتكون بدورها من عدة جزيئات. وثانيا انهيار مبدإ أساسي من مبادئ العلم الحديث وركيزته، ونعني به مبدأ الحتمية الذي كان معيارا صادقا للعلم، وبانهياره تصدّع النموذج الميكانيكي؛ حيث كانت الحتمية هي المفهوم المركزي الذي قام عليه النموذج الميكانيكي والعلم الحديث ككل.

كل ذلك أدى بالعلماء إلى طرح جملة من التصورات الجديدة حول الطبيعة والكون وحتى الإنسان، تصورات لا تستند إلى قوانين الميكانيكا النيوتونية ولا تقوم عليها . وهذه التصورات الجديدة هي التي عُرفت في أدبيات العلم المعاصر بـ**التصورات اللاميكانيكية للطبيعة** .

وعليه، سيكون بحثنا محاولة لرصد طبيعة الانقلاب الجذري الذي طرأ على العلم، والذي تبلور في الانتقال من التصور الحتمي لطبيعة العلم والعالم إلى التصور اللاحتمي لهما، وذلك عن طريق دراسة وتحليل تلك التصورات التي يبنيها العلماء؛ بداية من الصورة الميكانيكية التي نشأت عن العلم الكلاسيكي، والأزمة التي عرفها هذا العلم أو هذا التصور، ثم ظهور تصورات جديدة حاولت أن تكون بديلة للنموذج الميكانيكي، والأخير النتائج التي ترتبت عن هذه التصورات الجديدة، التي تبرز معالم الأزمة الجديدة في العلم المعاصر.

## 2- إشكالية الموضوع ومنهج المعالجة :

سنحاول أن نتتبع بالدراسة والتحليل جملة من المشكلات، والتي يمكن تفصيلها كالتالي:

– إذا كان من نتائج الثورة العلمية في العصر الحديث هو ظهور النموذج الميكانيكي باعتباره نموذجا علميا وفلسفيا وسيادته؛ فماهي المفاهيم الأساسية التي يقوم عليها؟

– وماهي المشكلات التي صادفت النموذج الميكانيكي النيوتوني؟

– كيف يكون حل مشكلات النموذج الميكانيكي وبالتالي الخروج من الأزمة: هل عن طريق تصحيح مفاهيمه وتصوراته أم عن طريق إقامة نموذج جديد وبديل؟

– وإذا افترضنا جدلا الطرف الثاني من المشكلة الجزئية السابقة (أي محاولة إقامة نموذج جديد وبديل) فماهي الفروض الأساسية التي يرتكز عليها؟

وماهي النتائج التي ستترتب عن هذا النموذج الجديد؟

وللإجابة عن تلك التساؤلات انتهجنا في هذا البحث المنهج التاريخي بالدرجة الأولى، ولكن التزامنا بالمنهج التاريخي لم يمنع أحيانا من وجود تداخل مع بعض الطرائق والآليات الأخرى لما نجد ذلك ضروريا كاستخدام المنهج المقارن والمنهج النقدي. حيث فرضت طبيعة البحث المنهج التاريخي من خلال الرجوع إلى الأفكار العلمية التي أدت سواء إلى نشوء فكرة المفهوم الميكانيكي أو المفهوم اللاميكانيكي. واعتمدنا على المنهج المقارن في مواضع متعددة من البحث لمقارنة بين مجموعة من التصورات والأفكار العلمية والفلسفية. أما المنهج النقدي فاعتمدنا عليه عند محاولة قيامنا تقويم فكرة من الأفكار أو رؤية من الآراء ابستيمولوجيا وفلسفيا.

## 3– هيكلة البحث:

أما المحتوى المعرفي لهذا البحث، فقد تشكلت بنيته من ثلاث فصول، في محاولة للإجابة على تلك الإشكالات المطروحة سابقا:

– **الفصل الأول: العلم الحديث وتصوراته للعالم**، وينقسم إلى ثلاث مباحث: الأول

تناولنا فيه الثورة العلمية وبوادر ظهور النزعة الميكانيكية قبل نيوتن؛ حيث أشرنا إلى بدايات ظهور النزعة الميكانيكية في العلم الحديث قبل نيوتن، ولاسيما مع كوبرنيك وكبلر وغاليلو ثم ديكارت. والمبحث الثاني تناولنا فيه العلم النيوتوني وسيادة النموذج الميكانيكي، حيث قمنا بتحليل العلم النيوتوني: قوانينه، المفاهيم التي يقوم عليه، منهجه ثم سيادة التفسير الآلي الميكانيكي وشموله لكافة حقول المعرفة، مع أخذ البيولوجيا وعلم النفس كنموذج عن التفسير الآلي الميكانيكي خارج حقل الفيزياء. وخصصنا المبحث الأخير من الفصل الأول لتحليل التصورات الأساسية للنموذج الميكانيكي: التصور الأول هو العلية مع تتبع تطور هذا المفهوم في الفلسفة من أرسطو إلى دافيد هيوم، ثم في العلم مع بعض العلماء في العصر الحديث. والتصور الثاني هو الحتمية وما نتج عنها من مفاهيم أخرى كالجبرية والاطراد والتنبؤ..

- **الفصل الثاني: التصورات الجديدة في العلم المعاصر**، وينقسم إلى مبحثين: وقد بدأنا هذا الفصل بمبحث أول هو أزمة النموذج الميكانيكي؛ حاولنا فيه أن نحصر أهم المشكلات الفلسفية - العلمية التي أدت إلى وجود مثل هذه التصورات، تلك المشكلات التي شكلت معالم أزمة العلم الكلاسيكي أو ما يسمى بأزمة الفيزياء الكلاسيكية على ضوء مكتشفات الفيزياء المعاصرة ولاسيما ميكانيكا الكم. أما المبحث الثاني فهو الفروض الأساسية للتصور اللاميكانيكي، وقد اقتصرنا هنا على نموذجين اثنين: نظرية الفوضى ونظرية حرية الإرادة، لأنه ليس من الممكن أن نتحدث عن كل تصورات العلم المعاصر في بحث نحن شبه مقيدين بعدد صفحاته، فلربما سيكون لنا في المستقبل فرصة للحديث عن تلك التصورات بصورة أكثر شمولية.

أما **الفصل الثالث فهو دراسة نقدية**، لذلك جاء عنوانه دراسة نقدية للتصور اللاميكانيكي ويشمل أيضا على مبحثين: الأول منهما هو نقد التصورات الجديدة في العلم المعاصر ومن خلال هذا النقد حاولنا أن نبين معالم الأزمة الجديدة التي يعيشها العلم المعاصر. وكان المبحث الأخير محاولة لرصد أهم النتائج مع رؤية مستقبلية.

## 4- سبب اختيار الموضوع:

– إن السبب الرئيسي الذي دعانا إلى اختيار هذا الموضوع هو جدّته في جزء كبير منه، حيث إن التصورات الجديدة التي افرزها العلم المعاصر لم تنل حظها من الدراسة. وحتى وان كان الجزء الأول من البحث – أي الجزء المتعلق بالعلم الكلاسيكي – مستهلكا وقيل فيه الكثير، وان ما قلناه فيه قد قيل من قبل. لكن لم يكن هدفنا أن نقول ما قيل ما قبل، ولكن أن نقول ما قيل بطريقة جديدة.

## 5– صعوبات البحث :

إن الصعوبات التي صادفتنا في البحث فهي الصعوبات ذاتها التي تصادف أي طالب في هذه المرحلة، وأولها قلة المصادر والمراجع المتعلقة بالموضوع؛ فمن المعلوم أن الدراسات الابستيمولوجية حول التصورات الجديدة في العلم المعاصر حديثة جدا، معظمها يعود إلى ثمانينيات القرن الماضي، وهي في الغالب تندرج تحت الفلسفة التحليلية ومكتوبة باللغة الانجليزية، وأغلبها غير مترجم حتى إلى اللغة الفرنسية. ولذلك كله نَدُر وجود مثل تلك الدراسات على رفوف مكتباتنا، لأن مكتباتنا في الغالب – وهي ميزة مشتركة بين دول العالم الثالث – لا تواكب مسيرة الإنتاج الفكري. كما أن طبيعة التعليم – في كل المراحل – حرصت ألا يكون للطالب سوى لغة واحدة أو لغتين في أحسن الأحوال، لذلك فإن العودة إلى المصادر والمراجع غير العربية أو الفرنسية، لا يمكن إلا أن يكون حلما.

ولذلك لم أجد – في مكتباتنا – كتابا واحدا باللغة العربية يتناول هذه الدراسات الجديدة حول طبيعة التصورات العلمية المعاصرة بصورة مستفيضة، كل ما هنالك إشارات عرضية هنا وهناك مبعثرة في صفحات بعض الكتب. وبعد بحث مضني ومسح شامل عثرت في الانترنت على عنوان كتاب مع عرض لمحتوياته، وكان عنوان الكتاب: العلم وشروط النهضة لصاحبه سمير أبو زيد، يتناول النظرة الميكانيكية للعالم والتصورات البديلة لها، ولكن للأسف فلا أثر لهذا الكتاب في مكتباتنا. ورغبة في الحصول عليه، اتصلت عن طريق البريد الالكتروني بكاتبه، الذي

تحمس في البداية ووعدني بأن يرسل لي نسخة من الكتاب في أقرب وقت، لكـــن ولأســـباب أجهلها لم يفِ بوعده، و لم احصل على الكتاب لحد الآن.

أما ماهو موجود، في مجال فلسفة العلم والابستيمولوجيا، فهو لا يخلو من الرداءة ، وذلك يعود – في رأينا – إلى سببين: فالسبب الأول هو أن أغلب الدراسات في هذا المجال يغـــرق في التعميمات، فلا نكاد نجد كتابات معمقة إلا فيما ندر. أما السبب الثاني فيتعلق بالترجمة، فأغلب الترجمات إلى اللغة العربية هي ترجمة ثانية، أي ترجمة للترجمات؛ ففي المشرق العربي تتم الترجمة من اللغة الانجليزية التي هي ترجمة ثانية لما هو مكتوب بالألمانية أو الفرنسية، أو أي لغة أخرى. ويحدث العكس في المغرب العربي؛ حيث تتم الترجمة من اللغة الفرنسية التي هي أيضا ترجمة ثانية لما هو مكتوب بالألمانية أو الانجليزية غالبا. فإذا كانت أصلا الترجمة الأول خائنة ومميعة للأفكار، فماذا سيكون الأمر عند ترجمة الترجمة. وبسبب ذلك كانت أغلب الترجمات إلى العربية غـــير دقيقة، من شأنها أن تعيق مسار البحث أو تجهضه من البداية.

*** كلمة لابد منها:**

لابد من الإشارة أننا حاولنا قدر المستطاع معالجة الموضوع بأسلوب ســـلس وبـــسيط، حيث اعتمدنا على اللغة الكيفية الميسورة الفهم؛ فمراعاة للتبسيط والتيسير– على أنفسنا وعلى مِن مَن لا يمتلك نصيبا كبيرا من المعرفة الفيزيائية الحديثة – ابتعدنا عن اللغة الرمزية، و لم نـــضع من المعادلات الرياضية إلا ما كان ضروريا، رغم أن الموضوع كان يتطلب ذلك، على اعتبار أن الموضوع كان في جانب منه فيزيائيا خالصا..

كما لا يفوتنا أن نشير أننا التزمنا قدر المستطاع الاختصار غير المخل، وحصرنا الموضـــوع في حدود الفيزياء و لم نرغب في توسيعه خارج العلم الفيزيائي، وذلك لسببين: الأول منهما أن الموضوع المطروح هو في الأصل ابن الفيزياء، والثاني حرصا على عدم تفرع الموضوع إلى ما لا تتحمله هذه الدراسة في هذه المرحلة.

وننبه في الأخير، أن هذا البحث لا يدعي الشمولية أو الكمال، لأننا من المؤمنين بالنسبية في كل شيء أولا، وثانيا أن العمل الإنساني ليس معصوما من الخطأ، ونأمل أن نستفيد من أخطاءنا، ونؤمن ثالثا أن العمل الجيد يتطلب وقت أطول ، وعنصر الوقت الكافي هو ما لم يتوفر لهذا البحث. ورغم ذلك كان حرصنا شديدا على أن يخرج البحث في أحسن صورة من حيث الشكل، والاهم من ذلك من حيث المضمون.

ونأمل، في الأخير، أن ملاحظات السادة الأساتذة – أعضاء لجنة المناقشة – ستعمق مضمون هذا البحث، ما يجعله أرضية صلبة ننطلق منها في دراسات مستقبلية، بإذن الله.

ولا أجد أحسن ما أختم به إلا ما ختم به سالم يفوت مقدمة كتابه ابستيمولوجيا العلم الحديث[3] ببعض التصرف؛ وهو أنه لن يكون عملنا هذا جمعا لحياة العلماء ولا جدولا زمنيا للأحداث والوقائع ولن يكون تسجيلا لنتائج العلوم... بقدر ماهو تسجيل لحياة العلوم ومخاضها؛ ذلك المخاض الذي يتمثل في نشأة التصورات العلمية وتحولها واستمرارها أو اندثارها، والنقاشات الفلسفية التي تدور حولها.

(3)- سالم يفوت، ابستيمولوجيا العلم الحديث، الطبعة الثانية، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، المغرب، 2008، ص 8 .

# الفصل الأول: العلم الحديث وتصوراته للعالم

**المبحث الأول**: الثورة العلمية وبوادر ظهور الترعة الميكانيكية قبل نيوتن

**المبحث الثاني**: العلم النيوتوني وسيادة النموذج الميكانيكي

**المبحث الثالث**: دراسة تحليلية للمفاهيم الأساسية للنموذج الميكانيكي (العلية والحتمية)

## المبحث الأول: الثورة العلمية وبوادر ظهور النزعة الميكانيكية قبل نيوتن

### 1 – ثورة علمية.. ونظرة جديدة للعالم:

إن تطور العلم يرتبط – في الغالب – بالثورة. والثورة في العلم – كما هي في جميع الميادين لا تحدث إلا إذا بلغت الأوضاع حداً من التأزم.

لقد تأزّم الوضع الفكري في أوربا قبل القرن السادس، والذي تميز بسيطرة الفكر الأرسطي معرفيا، وتسلط الفكر المسيحي – الكاثوليكي سياسيا وأخلاقيا. وتفاقمت الأزمة بعد تطور العلم الطبيعي التجريبي والانتقال من فلسفة الطبيعة إلى علم الطبيعة(*)، وبعد منحْ «العناية البالغة بالعلم الآلي وتطبيقاته العملية الرامية إلى توسيع سلطان الإنسان على الطبيعة»(1)، فتأكد – بما لا يدع مجالا للشك – أنه لا سبيل لفهم هذه الطبيعة والتعامل معها ومن ثمّ بسط سيادة الإنسان عليها إلا بالبحث في الأسباب المادية للتغير. لقد نادى العلماء الأوربيون في تلك الفترة بضرورة الرجوع للطبيعة ذاتها لفهم الطبيعة لا الرجوع إلى كتابات **أرسطو**(2)، ومن هنا «بدأ العلماء والمفكرون الأوربيون يتحررون من تعاليم الكنيسة الكاثوليكية المتشددة، وبالتقرب من الطبيعة لدراستها ورسمها، وبدأت محاولات فهم أسرارها دون التقيد بأفكار سابقة أو معتقدات دوغماطية راسخة. فقد بدأ عصر الانفتاح الروحي والفكري والعقلي الحر يأخذ مجراه ويسير بسرعة هائلة نحو امتلاك نواصي الطبيعة بصفة خاصة والعلم

---

(*)– يقصد بعلم الطبيعة – كما هو معروف – جملة العلوم الطبيعية كالفيزياء والكيمياء والفلك... أما فلسفة الطبيعة فهي النظر إلى الطبيعة ككل، نظرة قائمة على أسس فلسفية، تأملية مجردة، كما عُرف ذلك عند فلاسفة الطبيعة الإغريق الأوائل.

(1)– يوسف كرم، تاريخ الفلسفة الحديثة، بدون طبعة، دار المعارف، القاهرة، بدون تاريخ، ص 7.

(2)– آلان شالمرز، نظريات العلم، ترجمة الحسين سحبان وفؤاد الصفا، الطبعة الأولى، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، 1991، ص 19.

بصفة عامة»[1].

وأمام اتضاح عجز الفكر الأرسطي عن مواكبة ذلك التطور، وبأن منهجه غير مجدٍ في فهم الطبيعة أو التعامل معها، فقد أضحت مجابهته ضرورة أكثر من ملحة. وهي مجابهة فيها اختلاف وصراع، وفيها أيضا عنصر الجهد في محاولة للتمايز عن العلم الأرسطي أو تجاوزه.

فمحاولة تجاوز الفكر الأرسطي هذه، وإحلال نموذج معرفي جديد وملائم لحالة التغير المعرفي والاجتماعي والاقتصادي الشامل الذي حصل في أوربا في هذه الفترة، هو ما يفسر ذلك المنحى الثوري الذي أخذه العلم في العصر الحديث، ذلك المنحى الذي عُرِف بما يسمي بـ**الثورة العلمية**(*).

ويمكن أن نستعير من **توماس كوهن** ( *T.Kohn* 1960 – 1922) تعريفا للثورة العلمية، فنقول عنها إنها «سلسلة الأحداث التطورية غير التراكمية التي يبدّل فيها نموذج قديم كليا أو جزئيا بنموذج جديد متعارض معه»[2]، ونفهم من ذلك أن المقصود بالثورة العلمية هو إحلال نموذج علمي تفسيري جديد يتلاءم مع الوقائع المستجدة محل نموذج آخر يعجز عن ذلك.

---

(1)- إبراهيم مصطفى إبراهيم، في فلسفة العلوم، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، 2000، ص 115.

(*)- الثورة بشكل عام هي ضد القديم وانقلابا عليه، بهدف إنشاء نظام جديد، فهي لحظة التحوّل أو القطيعة التي يتمّ بموجبها التحوّل من **براديغم** إلى آخر. تنتج الثروة عن الأزمة وتنتهي بإنتاج براديغم جديد. وتسمى بـ(الثورة العلمية) لاعتبارات موضوعية، منها: إبداع براديغم *Paradigm* جديد في العلم يختلف عن كل المحاولات السابقة، وأسست لثورات لاحقة في فروع المعرفة كافة... وإذا كانت الثورة العلمية تحدث نتيجة عدم مواكبة النموذج السائد للتطورات الحاصلة في العلم أو عجزه عن تفسير المعطيات الجديدة، فإنها بذلك لا تختلف عن الثورة في الميدان السياسي التي تحدث نتيجة الشعور بعجز المؤسسات القائمة عن حل مشاكل المجتمع.

(2)- توماس كوهن، بنية الثورات العلمية، ترجمة شوقي جلال، عالم المعرفة، العدد 168، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1992، ص131.

فالثورة العلمية التي حدثت في أوربا خلال القرنين السادس والسابع عشر الميلاديين(*) جاءت كمحصلة طبيعية لحل التناقضات الداخلية بين النظريات العلمية القديمة والمعطيات التجريبية الجديدة(1)، وكتعبير عن التحول الشامل في بنية ومقومات التفكير الإنساني، لإعادة بنائه على نمط عقلاني جديد، وصياغته من منظور يتفق ومنجزات العقل النهضوي منذ اللحظة الأولى التي بدأ فيها بتدشين الأولى حملاته ضد الكنيسة والجهل، ومن ثمّ يصوغ مشروعا معرفيا وحضاريا يحقق للإنسان ماهيته المتمثلة في التفكير الحر.

وقد تجسد ذلك التحول المعرفي في ميدان العلم الطبيعي بفضل جهود نخبة من المفكرين والعلماء والفلاسفة، الذين اعتبروا أن المجال الحقيقي للمعرفة الإنسانية هو الطبيعة، وأن البحث عن خفاياها واستقراء عناصرها بهدف تفسيرها وكشف قوانينها العامة هو المجال الحقيقي للنشاط الفكري للإنسان. وهذا بالتأكيد ما يخالف ما كان سائدا في النظام المعرفي القديم، الذي تأسس على أراء **أرسطو** والاكتفاء بالشرح والتفسير على كتبه، وكأن كتاباته شملت العلم كله أو وصلت إلى مستوى اليقين المطلق.

إن هذا المنحى المعرفي الجديد والنجاح الذي حققه العلم قد هدم العديد من المفاهيم والتصورات التقليدية وأحدث تغييرا شاملا في النظرة إلى العالم، وزعزع التصور القديم للعلم وللحقيقة العلمية، وأحدث تحولا مفهوميا فيهما. وعلى الأرجح:

> «أن هذا التحول تحقق بعد الاكتشافات الجديدة في ميدان العلم الطبيعي؛ كالكشوفات الجديدة حول سقوط الأجسام على يد **غاليلو** وحركة المريخ على يد **كبلر** فيما بين سنوات 1609 – 1638 حيث اكتملت أعمالهما ونشرت، بالإضافة إلى كشوفات **هارفي** البيولوجية و**ديكارت** الجبرية فيما بين 1597 - 1650. غير أن التحول الانقلابي

---

(*)- هذا التحديد الزمني لا يمتلك قوة مطلقة؛ فليس هناك إجماع كلي على هذه الفترة من قبل مؤرخي العلم، حيث إن الكثير منهم يوسع هذه الفترة لتشمل منجزات القرن الثالث عشر.

(1)- المرجع السابق، ص 164.

المفهومي حصل ما بين 1543 وهو تاريخ صدور مؤلف **كوبرنيك**، وسنة 1687 وهو تاريخ صدور مؤلف **نيوتن**(*)، الذي توّج فيه انجازات سابقيه من العلماء وإنشائه نسقا معرفيا منسجما ومتكاملا»(1).

لقد أصبح الاقتناع بما يسمى الطبيعة والاستغناء عما فوق الطبيعة هو الغاية التي ترجى من الممارسة العلمية، وأن تحرير العقل الإنساني من سيطرة الأوهام والخرافات اللاهوتية وتحقيق ماهية الإنسان التي هي التفكير الحر المبدع هو الهدف من نشر المعرفة العلمية والتفسير العقلاني للظواهر الطبيعية. وكل ذلك أحدث تغييرا شاملا في النظرة للإنسان ونشاطاته فبينما «كان الإغريق يفضلون التأمل ويعتبرون أنه يقود الإنسان إلى جوهر العالم وإلى الخلود، وفي حين وضعت العصور الوسطى حِجْراً على نشاط الإنسان ووظيفته العقلية، أعطى عصر النهضة للإنسان معنويات كبيرة ومنح الثقة لقدراته»(2).

لقد حصلت إذن طفرة نوعية في نواة العلم خلال القرنين السادس عشر والسابع عشر، وتمثلت هذه الطفرة في انتقال الفكر من التقليد إلى التجديد، ومن القياس إلى الاستقراء، ومن لغة الكيف إلى لغة الكم، فمسعى العلم – إضافة إلى الإحاطة بالظواهر– هو الوصول إلى قوانين مضبوطة تعتمد على الصياغة الرياضية المناسبة لنتائج التجريب الدقيقة. وعلى هذا الأساس(**) صاغ **كبلر** قوانين ثلاثة تفسر دوران بعض الكواكب، ومسافتها عن الشمس،

---

(*)– مؤلف **كوبرنيك** هو **حركة الأفلاك السماوية** الذي نشر سنة 1543 وهو على فراش الموت، ولعل ذلك كان رحمة به من عقاب الكنيسة الذي كان سيلحق به جراء الأفكار الانقلابية التي احتواها الكتاب. أما مؤلف **نيوتن** فهو **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**، الذي يحتوي على ثلاث فصول: الأول يتعرض للمبادئ العامة للحركة، والثالث تطبيق تلك المبادئ على الحركات الكونية، والثاني لدراسة السوائل.

(1)– بناصر البعزاتي، كيف حصلت الثورة العلمية في أوربا؟ على موقع "الحضارية" الإلكتروني: http://www.alhadhariya.net/dataarch/dr-alhadharawalnahdha/index90.htm .

(2)– نزار دندش، ما هو العلم: رحلة التفكير العلمي، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2009، ص 113.

(**)– سنستعرض في هذا المبحث أهم الانجازات العلمية في هذا العصر، والتي كانت بمثابة مقدمة للصورة الميكانيكية للعالم التي رسمتها – فيما بعد – الفيزياء النيوتونية.

وعلاقة هذه المسافات بسرعتها، ومازالت هذه القوانين تحمل اسمه إلى اليوم، والتي كانت بمثابة مقدمة لرسم لوحة ميكانيكية للكون[1]. كما صاغ **غاليلو** قانونه في سقوط الأجسام الذي احدث انقلابا في الفيزياء بتأسيسه فرعا جديدا فيها هو الديناميكا[*]، وهو علم الحركة بتأثير القوة[2]. وفي سنة 1664 نشر **هارفي** (*W - Harvey* 1578 – 1657) – مكتشف الدورة الدموية – نظريته حول عمل القلب مستخدما التفسير الميكانيكي في العضوية الحية. وهذه الكشوفات تدعم في معظمها البناء الآلي الميكانيكي الذي تمّ تشيّده للكون بدءاً من **كوبرنيك** من جهة، ومن جهة أخرى تُحدث قطيعة ابستيمولوجية مع الفكر القديم والتصورات الأرسطية الوسطوية التي كانت تشكل الدعامة الأساسية للعلم في ذلك الوقت. وكل هذا يعني في النهاية أن مفهوم الثورة في العلم ليس إلا تعبيرا عن حقيقة واحدة، وهي «أن العلم يتطور لا على صورة توسع تدريجي انسيابي للمعارف الجديدة فحسب، بل ومن خلال ما يتم دوريا من تبدل جذري للتصورات والأساليب الرئيسية القائمة بالفعل»[3].

❋❋❋❋

(1) – المرجع نفسه، ص 112.

(*)– الديناميكا علم الحركة، فقبل **غاليلو** كانت تسود (**الستاتيكا**)، وهو علم السكون الذي وصفه **أرخميدس**.

(2) – المرجع نفسه، ص 116.

(3)– إبراهيم مصطفى إبراهيم، في فلسفة العلوم، المرجع السابق، ص 165.

## 2- النزعة الميكانيكية قبل نيوتن:

وتفصيلا لما سبق، سنستعرض - كرونولوجياً وبصورة مختصرة - أهم المنجزات العلمية التي أدت إلى حصول تحول جديد وطفرة نوعية في العلم، وإلى بروز صورة ميكانيكية آلية للعالم. ولا شك أن كل من يستقرئ التراث العلمي للعصر الحديث سيذكر لا محالة أسماء مثل **كوبرنيك، كبلر، غاليلو ونيوتن**(*)، فحسب **برتراند رسل** (*B.Russel* 1971 – 1869) «ثمة أربعة رجال عظام: **كوبرنيك، كبلر، غاليلو ونيوتن**، لهم مكانتهم البارزة من قبل في إبداع العلم»(1)، هذا العلم الذي ولد من انهيار الفكر المدرسي الذي أصبح عاجزا عن مسايرة الفكر العلمي النهضوي وإنجازاته التطبيقية.

### 2- أ - كوبرنيك (*Copernicus* 1543 – 1473):

مع مؤلف **كوبرنيك** - حركة الأفلاك السماوية - كانت البداية الفعلية في مسيرة العلم الانقلابية، حيث تضمن هذا المؤلَّف أولى النظريات العلمية جرأة في ميدان العلم، وعلم الفلك تحديدا. ومعه بدأ بزوغ فجر العلم الحديث. فلقد أحدث ثورات بعيدة الأثر غيّرت كل المفاهيم العلمية تقريبا، وغيّرت - نتيجة لذلك - نظرتنا للعالم تغييرا جذريا.

إذن كانت أولى الثورات العلمية، الثورة الكوبرنيكية. والتي جاءت نقضا للمنظومة الفلكية البطلمية؛ فقد كانت نظرية **بطليموس** (*Ptolemé*) هي النسق الفلكي السائد، ويقوم النسق البطلمي على فكرة مركزية الأرض؛ فالأرض ثابتة وكل الأجرام السماوية الأخرى

---

(*)- هذا على سبيل التمثيل لا الحصر، فإلى جانب هؤلاء توجد أسماء أخرى تركت بصماتها في تاريخ العلم الحديث نذكر: **تيخو براهي** 1546–1501، الفلكي الذي كان راصدا كبيرا، وعمل **كبلر** في شبابه مساعدا له. **وجيوردانو برونو** 1548 – 1600 الذي أحرقته الكنيسة حيا بعد سنوات من السجن والتعذيب بسبب تحدّيه لنظريتها الكونية الأرسطية - البطلمية. ويوجد أيضا **جلبرت** 1544 – 1603 الذي اهتم بالدراسات حول المغناطيسية.

(1)- برتراند رسل، تاريخ الفلسفة الغربية: الفلسفة الحديثة، ترجمة محمد فتحي الشنيطي، بدون تاريخ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1977، ص 58.

تدور حولها «ولما كانت هذه النظرية البطلمية تتسق مع العقيدة المسيحية من حيث مركزية الإنسان في هذا الكون، ومع فلسفة **أرسطو** من حيث إن الدائرة هي أكمل الأشكال، والحركة الدائرية فقط هي اللائقة بالأجرام السماوية، فقد أيّدها رجال الكنيسة وأصبح التسليم بها مشتقا من التسليم بالكتب السماوية»[1]. ورغم أن **بطليموس** أدرك كروية الأرض وإقراره بذلك إلا أنه دافع عن استحالة حركتها وبرهن على ذلك[*]. وبناءً على ذلك، أعلن أن الكواكب تتميز بحركة مشتركة، فمسار الكواكب،كما يُلاحظ في السماء، يتحدد عن طريق تطابق المدارات الدائرية، وأن الشمس والقمر ليسا مثبتين في موقع محدد بين النجوم، وإنما يتحركان في مسارات دائرية خاصة بهما[2].

لقد أدرك **كوبرنيك** أن النسق الفلكي البطلمي معقدا، يتسم بعدم الضبط والدقة في حساب مواقع الأفلاك، أي لا يتفق – بصورة ملموسة – مع الملاحظات وغير دقيق في توقع الظواهر وحسابها حسابا مضبوطا، بحيث لا تتطابق الملاحظات الحسية مع نتائج الحساب الفلكي، وهذا ما شكل عقبات أمام تقدم العلم والمعرفة في وقت كثرت فيه الرحلات الجغرافية الاستكشافية[3]، فهذا التعقيد الذي تميز به النظام البطلمي الفلكي يخالف المعتقد الذي يؤمن به **كوبرنيك**؛ وهو أن الطبيعة شأنها الانتظام والبساطة، لذلك نادي بضرورة قيام علم الفلك على الملاحظة الدقيقة، معتبرا أن الفروض العلمية البسيطة هي الأقرب إلى الصواب

---

(1)- يمنى طريف الخولي ، فلسفة العلم في القرن العشرين، الطبعة الأولى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2009، ص 86.

(*)- يبرهن **بطليموس** على أن حركة الأرض سواء الدورانية أو الانتقالية تتنافى مع العقل؛ فالحركة الدورانية للأرض ستخلف الهواء وراءها، كما ستخلف الأشياء التي يحتويها الغلاف الجوي كالطيور المحلقة التي لن تتمكن من اللحاق بدوران الأرض، وبالتالي سيتحتم عليها بدورها أن تتخلف. وكذلك الأمر بالنسبة للحركة الانتقالية، ففي هذه الحالة ستترك مجال من السماء، وسنرى جزءا من الأرض ليلا، في حين نرى الجزء الأكبر نهارا. ونحن نرى أن تفسير ذلك يعود إلى عدم إدراك **بطليموس** أن المسافات الواقعة بين النجوم هي مسافات هائلة، تجعل الانحراف الجانبي للأرض غير قابل للملاحظة على الإطلاق.

(2)- هانز ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة فؤاد زكريا، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1968، ص 93.

(3)- سالم يفوت، إبستيمولوجيا العلم الحديث، المرجع السابق، ص 20.

من الفروض العلمية المعقدة[1]، وكان من أبسط الفروض العلمية في نظره هو أن الشمس هي مركز الأرض؛ فالشمس ثابتة والأرض وسائر الأفلاك الأخرى تدور حولها[*]، فجميع «مسارات الأجرام عبر السماء يمكن تفسيرها بشكل أبسط عن طريق الافتراض أن الأرض والأجرام السماوية جميعا تدور حول الشمس المركزية الثابتة»[2]، ولذلك نجد **كوبرنيك** يقول: «إن الإدراك الحسي لا ينبئنا بداهة حين تحدث حركة في الفضاء، إن كان المتحرك هو الشيء المحسوس أو الشخص الحاس، أو الاثنين معا يتحركان بسرعة مختلفة، فإذا افترضنا الأرض متحركة، وهي المكان الذي نشاهد منه الحركات السماوية، حصلنا على صورة للعالم أبسط من الصورة المبنية على افتراض الأجرام السماوية هي المتحركة»[3]، ويقول أيضا: «تدور الأرض حول نفسها بحيث يواجه كل مكان على سطحها الشمس ويبعد عنها على التوالي. ويرجع السر في تعاقب الليل والنهار إلى هذه الحركة الدائرية، وليس إلى تحرك الشمس والنجوم»[4]، فهو إذن يرى أنه يجب أن يؤخذ كافتراض بديهي أن الأرض متحركة، وأن حركتها كما في جميع الحركات الفلكية يجب أن تكون دائرية ومتسقة. ومع هذا

---

(1)-حسين علي، فلسفة العلم المعاصر ومفهوم الاحتمال، بدون طبعة، الدار المصرية السعودية للطباعة والنشر، القاهرة، 2005، ص 47.

(*)- رغم أن **كوبرنيك** أحدث انقلابا في علم الفلك، إلا أن فرضية مركزية الشمس ودوران الأرض، تكاد تكون النقطة الجوهرية الوحيدة التي اختلف فيها مع **بطليموس** ، فما عدا ذلك ظلّ وفيا لأغلب المعالم الأساسية للنظرية الكونية البطلمية، بل حتى الكيفية التي ألّف بها **كوبرنيك** كتابه، منقولة من الكيفية التي ألّف بها **بطليموس** كتابه **المجسطي** من حيث ترتيب الأبواب والفصول.

كما إن فرضية الشمس ثابتة والأرض والكواكب تدور حولها لم يكن **كوبرنيك** هو أول من قال بها، فهي لم تكن مجهولة لدى اليونان؛ فقد اقترح **أرسطوخوس الساموسي** النظام المتمركز للشمس حوالي 200 ق.م، لكنه لم يستطع أن يقنع معاصريه برأيه، كما أن تأخر علم الميكانيكا وقتذاك حال دون أخذ الفلكيين اليونانيين برأيه.

(2)- السيد نفادي، السببية في العلم وعلاقة المبدأ السببي بالمنطق الشرطي، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2006، ص 82.

(3)- نقلا عن: يوسف كرم، المرجع السابق، ص 18.

(4)- نقلا عن إبراهيم مصطفى إبراهيم، في فلسفة العلوم، المرجع السابق، ص 118.

الافتراض يمكننا القول مع **بوانكاري** إن **كوبرنيك** قد أثبت أن ما كنا نعتقده اشدَّ ثباتا متحرك، وما كنا نظنه متحركا أشدُّ ثباتا[1].

وكان هذا الفرض بمثابة الانقلاب الذي أنتج سلسلة متتالية من الانقلابات في ميدان العلم الطبيعي؛ فالقول بثبات الشمس ودوران الأرض ليس مجرد افتراض علمي فحسب، بل ثورة زعزعت مركزية الإنسان والأرض، وأن كل معارفنا قد تأثرت تأثيرا عميقا بالكشف العلمي الذي حققه **كوبرنيك**[2]، فالعلماء الذين أتوا من بعده من أمثال **كبلر، غاليلو** ثم **نيوتن** بعد ذلك، ما كان لهم أن يحققوا ما حققوه من نتائج في العلم الطبيعي لولا ذلك الانتقال من مركزية الأرض إلى مركزية الشمس.

لكن وبالرغم ما اتصفت النظرية الكوبرنيكية من البساطة إلا أن هناك صعوبات اعترضتها «وكان أكبر هذه المصاعب التغير الظاهري في موضع النجوم، فإذا كانت الأرض عند أيُّ نقطة من مدارها على بعد 168 مليون ميل من النقطة التي ستكون عندها بعد ستة أشهر، فإن هذا يعني أن يسبب تغيرا في اتجاه الأوضاع الظاهرية للنجوم.. واستخلص **كوبرنيك** من هذا أن النجوم الثابتة يجب أن تكون اشد بعدا بكثير من الشمس. ولم يكن فن القياس قد أصبح دقيقا بدرجة كافية لملاحظة تغير موقع النجوم حتى القرن التاسع عشر»[3].

كما طرحت ظاهرة سقوط الأجسام صعوبة أخرى لنظرية **كوبرنيك**، حيث إنه «إذا كانت الشمس تدور باستمرار من الشرق إلى الغرب، فإن جسما يقذف به من ارتفاع ما، لا ينبغي أن يسقط عند نقطة تقع رأسيا تحت نقطة انطلاقه، ولكن عند نقطة تبعد عنها نوعا ما غربا ما دامت الأرض تكون قد انسابت بعيدا لمسافة معينة أثناء زمن السقوط، ونجد إجابة عن هذه الصعوبة في قانون **غاليلو** عن **القصور الذاتي**[*]، ولكن على زمن **كوبرنيك** لم تكن ثمة

---

(1)- هنري بوانكاري، قيمة العلم، ترجمة الميلودي شغموم، بدون طبعة، دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، 2006، ص 10 .

(2)- حسين علي، المرجع السابق، ص 48.

(3)- برتراند رسل، المصدر السابق، ص 60.

(*)- سيأتي الحديث عن مبدأ القصور الذاتي عندما نتحدث عن **غاليلو** في ثنايا هذا المبحث، وفي المبحث الثاني

=

إجابة في المتناول»[1].

❋❋❋❋

## 2- ب – كبلر (*Kepler* 1630 – 1571):

وفي محاولة لإكمال الصورة الفلكية للعالم، أدخل الفلكي الألماني **كبلر**- الذي كان أول فلكي له أهمية كبيرة بعد **كوبرنيك** يعتنق نظرية مركزية الشمس - تحسينات على النظام الكوبرنيكي في حركة الأفلاك؛ وذلك بقياس هذه الحركات بالحساب الرياضي الدقيق، والتعبير عن الظواهر الطبيعية باللغة الكمية والقوانين الحسابية[2]. وتطبيقا لذلك، حاول **كبلر** تحديد مدار كوكب المريخ، معتقدا- في بادئ الأمر- أن مداره دائري، ولكن تبين له أن هناك انحرافا ضئيلا جدا بين الدائرة والمدار الحقيقي، وبلغ هذا الانحراف ثمان دقائق في القوس، أي ربع (¼) القطر الظاهري للشمس، فعاود من جديد البحث عن المدار الحقيقي للمريخ.. وبعد تسع سنوات جرّب خلالها تسعة عشر مدارا مختلفا اهتدى إلى المدار البيضاوي[3]؛ فالمدار البيضاوي يجعل المخططات النظرية تتفق مع الرصد والملاحظات الحسية، وهنا «نلاحظ كيف كانت الفلسفة الطبيعية تعمل في ذهن **كبلر**، فالعلم الرياضي والفيزياء والملاحظة والتجربة والإحصاء والحدس، كلها اجتمعت للوصول إلى اكتشافات مذهلة نسفت منظومة **أرسطو** الكونية»[4]، إن **كوبرنيك** بحدسه العلمي استطاع أن يجمع بين الحساب والفيزياء الفلكية القائمة على الرصد والتجريب، وهو بذلك من الأوائل الذين رأوا في العلم الرياضي القدرة على التفسير الدقيق للظواهر، وتنبيه من أتى بعده إلى ضرورة استعمال لغة الكم الرياضي في التعبير على الظواهر الطبيعية.

---

=

عندما نتحدث عن فيزياء **نيوتن**.

(1)-المصدر نفسه والمكان.

(2)- المرجع السابق، ص 53.

(3)-المرجع نفسه والمكان.

(4)- أيوب أبودية، العلم والفلسفة الأوربية الحديثة من كوبرنيك إلى هيوم، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2009، ص 113.

ونشر **كبلر** اثنين -2- من قوانينه سنة 1609م، ونشر الثالث عام 1616م، فبفضل القياسات الخاصة تمكن **كبلر** من الوصول إلى قوانين ثلاث اشتهرت باسمه، وهي القوانين التي تمثل الدراسة الرياضية للحركة المدارية في المجموعة الشمسية، ويمكن تلخيصها كالتالي[1]:

1- تدور جميع الكواكب في مسارات بيضاوية الشكل، تقع الشمس في إحدى بؤرتي كل منهما.

2 – يمسح نصف القطر المتجه من الشمس والواصل إلى الكواكب مساحات متساوية في أزمنة متساوية.

3- مربع زمن الدورة الكاملة للكوكب حول الشمس يتناسب طرديا مع مكعب متوسط هذا الكوكب عن الشمس.

ويتبين من هذه القوانين الثلاث؛ أن **كبلر** أثبت أن مسارات الكواكب إهليجية أو بيضاوية وليست دائرية، وأن مساراتها تمسح مساحات متساوية في أزمنة متساوية، وأن هناك علاقة تناسب طردية بين مربع الزمن الدوري للكواكب ومتوسط بعده عن الشمس مرفوع للقوة الثالثة.. ولم تعد هناك حركات غائية، بل حركة ذاتية للمادة بفعل ظروف طبيعية محضة[2]، فأصبحت جراء ذلك حركة الأفلاك السماوية تحكمها قوانين صارمة لها علاقة بكتلة الكواكب والمسافات الفاصلة بينها.

وقد أدت هذه القوانين الثلاثة إلى قلب النموذج اليوناني القديم، والى صراعات مريرة مع الكنيسة عند محاولة تعميمها على الرأي العام[3]، حيث إن هذه القوانين لم تدع مجالا للشك في حركة المادة بفعل قوة موضوعية مؤثرة عليها بمعزل تماما عن العلة الغائية التي كان يُعتقد أنها تحرك الأجسام الأرضية والسماوية على حد سواء[4]، وبهذا «لم يتناول **كبلر** حركات

---

(1)- حسين علي، المرجع السابق، ص 54.

(2)- المرجع السابق، ص 114.

(3)- محمود فهمي زيدان، الاستقراء والمنهج العلمي، نقلا عن إبراهيم مصطفى إبراهيم: في فلسفة العلوم، المرجع السابق، ص 120.

(4)- المرجع السابق، المكان نفسه.

الكواكب من الناحية الهندسية والزمنية فحسب، بل حاول لأول مرة في تاريخ فكر الإنسان أن يبين ميكانيكياً حركات الكواكب، معتقداً أن الشمس تبعث خطوط مغناطيسية تؤثر على الكواكب وتلزمها السير في مداراتها البيضاوية»[1]، مما يعني أنه مع **كبلر** بدأت ملامح اللوحة الميكانيكية للعالم تتجلى بوضوح في العلم الطبيعي.

❋❋❋❋

## 2 – جـ – غاليلو (1564 – 1642 *Galileo*):

وتتمة لمسيرة العلم الحديث وترسيم اللوحة الميكانيكية للكون؛ جاء **غاليلو** الذي يعتبر من أبرز علماء العصر الحديث، إضافة إلى **نيوتن**، إلى درجة أن العلم الحديث ينسب إليه كما تنسب الفلسفة الحديثة إلى **ديكارت**. لقد أحدث **غاليلو** قطيعة بالفكر القديم وقوّض معظم مفاهيمه وهفّت أسسه؛ معتبرا أن القواعد الرياضية هي الأداة الوحيدة في معالجة وفهم العلوم الطبيعية، وهو بذلك يدشن طريقة جديدة في البحث تقوم على نظرة مغايرة للطبيعة، معتبرا إياها كتابا مكتوبا بلغة رياضية، ولا نستطيع أن نفهمها ما لم نبدأ أولا بتعلم اللغة التي كتبت بها ونستوعب رموزها، فكتاب الطبيعة مكتوب باللغة الرياضية[*]، ولولاها لكان من المستحيل فهم كلمة واحدة منه، ومادامت الطبيعة التي هي موضوع العلم كذلك، فإنه لا يصلح لفهم العلاقات التي تربط بين ظواهرها إلا استخدام اللغة الرياضية، من حيث إن لهذه اللغة فاعلية في وصف العالم المادي، ومن حيث كون قوانين الكون الأساسية لا تقبل التعبير عنها إلا في صيغ رياضية، ولأجل ذلك كانت الرياضيات «اللغة الوحيدة التي يستطيع العالِم أن يتكلم بها»[2]، وهي الأساس في معالجة وفهم مشكلات العلوم الطبيعية، وبالتالي لاشيء قابل للمعرفة ما لم يكن قابلا للقياس. لقد حدد **غاليلو** خواص المادة كالتمدد والحركة والكثافة.. وهي الخواص التي يمكن تكميمها رياضيا. أما الخواص الأخرى كاللون والطعم

---

(1)– حسين علي، المرجع السابق، ص 54.

(*)– النظر إلى الطبيعة من زاوية رياضية في الأصل فكرة فيثاغورية – أفلاطونية، لكن مع **غاليلو** أصبحت أساسا للعلم.

(2)– هنري بوانكاري، قيمة العلم، المرجع السابق، ص 89.

والرائحة فهي مجرد كيفيات نشعر بها فقط، وليست من العلم في شيء، وهي لا تـــدخل في مفهوم الطبيعة والعلم الطبيعي الرياضي، وقد «لحق بهذا مصير مفهوم العقل؛ فبينمـــا آمـــن الإغريق بأن العقل محايث في الطبيعة، أكد **غاليلو** أن الطبيعة ليس فيها عقل، فهي ليست من الكائن العضوي في شيء بل هي آلة، عملياتها ليست بسبب علل نهائية أو غائية، بل فقـــط بسبب العلة الكافية لحدوث الحدث التالي»[1]، أي أن النظرة الرياضية إلى الطبيعـــة أدى إلى تبلور رؤية جديدة تقوم على فكرتي الآلية والانفصال الكلي بين الذات العارفة والواقع الذي تعرفه، ذلك لأن هناك قوانين موضوعية شاملة ذات طبيعة رياضية، ووجود موضوعي تـــتم معرفته بالتجربة العلمية.

لقد انقلب العلم الطبيعي مع **غاليلو** إلى علم رياضي لأن «اللغة الطبيعية غامضة وعاجزة على التعبير عن علاقات جد رهيفة وجد دقيقة»[2]، والعلاقات هنا هي القوانين من حيـــث هي صيغ رياضية تعبر عن العلاقة الثابتة بين الظواهر، تسمح بتوقع الظواهر المستقبلية.

إذن أعطى **غاليلو** للعلم منهجه الكمي والتجريبي باستخدامه للمنهج الرياضي وتطبيق الرياضيات في الدراسات الطبيعية التجريبية، وذلك عن طريق الجمع بين علوم الطبيعة (الفلك والفيزياء) والرياضيات، وهذا الجمع بين التجربة والصياغة الرياضية للنتائج هو الذي حدد **أنموذج** في العلم الطبيعي[3]، وهذا الأنموذج الذي يجمع التجربة العلمية إلى الرياضيات سمح لـــ**غاليلو** «باستعمال منهجين متداخلين ومتفاعلين هما المنهج التحليلي والمنهج التركيبي»[4]، حيث إن «المنهج التركيبي يجمع في صياغة رياضية واحدة عددا غفيرا من الوقائع المرصودة والمنهج التحليلي يفسح المجال لاستنباط عدد كبير من الوقائع من هذه القوانين»[5]، وفي هذا

---

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، المرجع السابق، ص 91.

(2)- المرجع السابق، المكان نفسه.

(3)- ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 95.

(4)- نزار دندش، المرجع السابق، ص 116.

(5)- إميل برهييه، تاريخ الفلسفة – الجزء الرابع: القرن السابع عشر، ترجمة جورج طرابيشي، بدون طبعة، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، بدون تاريخ، ص 19.

الصدد يقول: «إن المنطق الصوري مفيد في تنظيم الفكر وتصحيحه، لكنه قاصر عن استكشاف حقائق جديدة، وليس يحصل الاستكشاف باستقراء جميع الحالات الممكنة، وإنما يحصل باستخلاص فرض من تجارب معدودة، ومحاولة تركيب قياس يبين أن ذلك الفرض مطابقا لتجارب أخرى، بحيث يتكامل التحليل والتركيب ويتساندان»[1]، فالجمع بين التحليل والتركيب والصياغة الرياضية في منهجية معرفية واحدة هو أساس المعرفة العلمية في العصر الحديث، وأن صياغة القانون الفيزيائي بهذا المفهوم الجديد وهو ما سمح باكتشاف قوانين ضرورية للطبيعة تفسر ظواهر معينة كالسقوط الحر، وحركة الجسم وسكونه على السطوح المائلة، ومسار القذائف وحالات الأجسام العائمة في الماء ونظريات في السوائل، فضلا عن النتائج المتحققة في علم الفلك، «أي أنه أقام جملة من العلاقات المفاهيمية الجديدة، التي تتمثل في التفكير في الثقل والحركة والفراغ ضمن سياق واحد، سيضع مفهوم السرعة في المقام الأول، وسيكشف عن المكان الذي سيمكن الهندسة من التدخل فيه، منتجة بذلك خطاب علمي عن الأجسام، وهو ما يسمح بترييض المكان هندسيا»[2]، فكان من نتاج ذلك كله بروز نظرة جديدة للعلم قائمة على الموضوعية؛ مستبعدة كل التوجهات الذاتية للباحث العالم، وبيان قدرة العقل المطلقة على معرفة كافة حقائق الكون.

كان المنطلق في فيزياء **غاليلو** هو نقده لفيزياء **أرسطو** التي كانت علما كيفيا يساوي الواقع بالصفات والكيفيات المدركة؛ فقد كان **أرسطو** يرى أن الأصل في الأشياء الثبات؛ فالجسم يبقى ساكنا ما لم يتعرض لمؤثر خارجي يحول سكونه إلى حركة، وأن كل حركة لابد أن تكون ناتجة عن سبب أو قوة ما. أما **غاليلو** فيعتبر السكون ما هو إلا مرحلة عابرة، لأن الأصل في الأشياء الحركة[3]. ومعنى ذلك أن التصور الأرسطي يعتقد بأن طبيعة الجسم تميل إلى التباطؤ في الحركة إلى أن يقف، ما لم تحاول قوة أخرى أن تبقيه على حالته، وهو ما

---

(1)- نقلا عن: يوسف كرم، المرجع السابق، ص 22 – 23.

(2)- محمد هشام، في النظرية الفلسفية للمعرفة: أفلاطون، ديكارت، كانط، بدون طبعة، إفريقيا شرق، بيروت، 2001، ص 54.

(3)- سالم يفوت، إبستيمولوجيا العلم الحديث، المرجع السابق، ص 28 – 29.

يخالفه **غاليلو** مؤكدا أن الجسم يستمر في حركته إلى اللانهاية إذا استبعدنا المؤثرات المعيقة لحركته.

كما أعتقد **أرسطو** أن سرعة سقوط الأجسام تتناسب طرديا مع أوزانها أي أن سقوط الجسم يخضع لطبيعته ومن ثمّ فإن الأجسام الأكثر وزنا هي الأسرع سقوطا، واحتراما لرأي المعلم الأول ظلّ العلماء يتقبلون بهذا المبدأ طيلة قرون من الزمان. أما **غاليلو** فأراد اختبار صحة ذلك، وكشف بعد تجارب عديدة خطأ ذلك المبدإ، وأثبت أن الأجسام الساقطة سقوطا حرا تخضع لقانون حركة التسارع المنتظم[1]، أي أنه عندما يسقط جسم سقوطا حرا فسرعته ثابتة، إلا بالقدر الذي تتدخل به مقاومة الهواء[*]، ومعنى ذلك أن الجسم يسقط بسرعة تتزايد بانقضاء الزمن منذ أن بدأ يسقط، وأن المسافات التي يقطعها جسم لكي يسقط سقوطا حرا إلى الأرض تتناسب فيما بينها (أي المسافات) كتناسب مربعات الفترة الزمنية التي يستغرقها الجسم في قطع هذه المسافات، وهذا يعني في النهاية أن الأجسام الخفيفة والثقيلة تسقط في نفس الوقت، إلا إذا استثنينا حالات تصطدم فيها الأجسام باحتكاك الهواء، وهذه الفكرة هي التي أدت إلى نشوء مفهوم جديد في الفيزياء هو مفهوم القصور الذاتي أو العطالة.

إن القصور الذاتي أو العطالة هو خاصية لكل المواد، تجعل الجسم الساكن مستمرا في سكونه ما لم تدفعه قوة أخرى إلى الحركة. والجسم المتحرك يظل مستمرا في حركته ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تحول حركته إلى سكون، وهنا يتبين أن حالة السكون لا تختلف – من حيث الجوهر– عن حالة الحركة بسرعة منتظمة. غير أن الحركة التي يقصدها هنا هي الحركة الدائرية، ويعطي بذلك لمبدإ العطالة صورة دائرية، وبالتالي فإننا «نلمس عدم خروج **غاليلو** عن التصورات العامة السائدة في عصره من حيث إعطاء أهمية للحركة الدائرية واعتبارها أكمل الحركات وأمثلها، لأن القول بالامتداد وبوجود كون لامتناهٍ سيؤدي إلى نتائج مخالفة

---

(1)– أيوب أبودية، العلم والفلسفة الأوربية الحديثة من كوبرنيك إلى هيوم، المرجع السابق، ص 126.

(*)–كان هذا سنة 1654، أي قبل اختراع مضخة الهواء، مما شكّل صعوبة في إعطاء البرهان الكامل على صحة هذا القانون أو المفهوم.

تماما للتصورات السائدة في عصره. وفكرة كمال الحركات والأشكال الدائرية لم تقتصر على **أرسطو** فحسب، بل نجد ذلك حتى في النسق الفلكي الكوبرنيكي»[1]، لكن ذلك لم يمنع من أن **غاليلو** قدم تفسيرات لحركة الأرض حول نفسها وحول الشمس، وانسجامها مع الملاحظات والمشاهدات الطبيعية، فليس من الممكن تفسير دوران الأرض حول الشمس وثبات المشاهدات الطبيعية بدون قانون القصور الذاتي.

ولـ**غاليلو** إسهامات في علم الفلك لا تقل أهمية عن إسهاماته في الميكانيكا، وكانت مجمل أبحاثه في هذا الميدان نقضا لنموذج **أرسطو** و**بطليموس**، وتأييدا لنموذج **كوبرنيك**[*]، وبصورة مجملة، يمكن الإشارة إلى أهم إنجازاته في علم الفلك، فبعد تطويره للمقراب (التليسكوب) كشف أن القمر به إلتواءات ومرتفعات وفوهات بركانية كالتي على الأرض وليس كرة ملساء كما هو مُعتقد، وبيّن أن المجرة ليست جسما سديميا بل مؤلفة من عدد كبير من النجوم، ولاحظ أن هناك حلقات تحيط بكوكب زحل، ووجود بقع على سطح الشمس، وأن كوكب المشتري له أقمار (أربعة توابع) تدور حوله[**] مثلها مثل القمر الذي يدور حول الأرض. وهذه الاكتشافات الفلكية قد أعادت ترتيب الكون بشكل جذري، بالرغم من أن سيطرة الكنيسة والفكر الأرسطي لم يكونا يسمحا للعلماء والفلكيين الرياضيين بالتعبير عن أفكارهم وتصوراتهم للشكل الطبيعي الحقيقي للكون.

إن ما يهمنا، هو أن هذه الأبحاث كانت فتحا في ميدان العلم الطبيعي وأحدثت ثورة في الفكر المادي في القرن السابع عشر، حيث ساهمت في تقويض ركائز الفيزياء الأرسطية

---

(1)- سالم يفوت، المرجع السابق، ص 28.

(*)- جمع **غاليلو** أبحاثه في هذا الميدان في كتابه **حوار حول علمين جديدين**، استغرق تأليفه ثلاث سنوات على شكل محاورة بين ثلاثة أشخاص: الأول يمثل رأي **كوبرنيك**، والثاني يمثل رأي **أرسطو** و**بطليموس**، والثالث يدير المناقشة.

(**)- وجود أقمار تدور حول أحد الكواكب يقلب نظرية مركزية الأرض رأسا على عقب ، حيث يُفترض أنها تدور حول الأرض لو كانت الأرض فعلا هي المركز .

وحطمت بشكل قاطع التمييز الأرسطي بين السماء والأرض وكشفت عن زيف الفكرة القائلة بكمال الأجسام السماوية، وأثبتت نظرية **كوبرنيك** فأخرجتها من مجال الحساب النظري إلى مجال الوجود الطبيعي، وأخضعت كل الأجسام لنوع واحد من القوانين، وفسرت كل الحركات عن طريق القوانين الديناميكية لاعن طريق العلل غير المادية، وهنا بالذات «تتجلى نموذجية التراث الغاليلي، لا لأنه قدم أولى قوانين الفيزياء الكلاسيكية وحسب، ولكن أيضا لأن هذا التراث يحتوي تاريخ الفيزياء كله في أطواره الأساسية: الفيزياء الأرسطية والفيزياء الوسطوية والفيزياء العلمية الرياضية»[1]، وبذلك حلت تنبؤات العلم اليقينية وقوانينه ونظرياته العلية، محل التنبؤات الغيبية اللاهوتية. واستند اليقين العلمي إلى الملاحظة والتجربة المسلحتان بالتكميم الرياضي بدلا عن التفسيرات الغائية الميتافيزيقية.

❋❋❋❋

## 2 – د – ديكارت (*Descartes* 1650 – 1596):

لقد أصبح من المؤكد إذن، أن التفسيرات المادية القائمة على نماذج ميكانيكية هي التفسيرات الحقيقية التي تحظى بالقبول، وانتقل تأثير ذلك إلى الفلسفة، لأن الفلسفة تعبير عن العصر الذي تنشأ فيه، وبرأي **هيغل** (*F-Hegel* 1831 – 1771) أن لكل فلسفة عصرها، والفلسفة الحديثة في جوهرها حصيلة نتائج العلم في العصر الحديث، وينطبق ذلك على الفلسفة الديكارتية، فهي كحدث فلسفي «تكونت ضمن السياق العام الذي تأسست فيه الفيزياء العلمية مع **غاليلو**، عندما سجلت هذه الأخيرة نقطة اللارجوع بخصوص العالم الفيزيائي، محدثة بذلك تغييرا جوهريا وحاسما في حقل البحث النظري السائد»[2]، فنشوء الفلسفة الديكارتية الطبيعية في أحضان الفكر الغاليلي لم تكن إلا محاولة من **ديكارت** من أجل تحويل «مكتشفات الفيزياء العلمية والآثار التي نتجت عنها على مستوى النظرة الجديدة للعالم إلى فلسفة ميكانيكية»[3]، فتكون هذه الفلسفة الميكانيكية صورة تعكس مجمل التغيرات التي

---

(1)- محمد هشام ، في النظرية الفلسفية للمعرفة ، المرجع السابق ، ص 51 .

(2)-المرجع نفسه، ص 84.

(3)-المرجع نفسه، ص 58.

حدثت على مستوى العقل العلمي الحديث. وبالتالي، فالفلسفة الديكارتية إذن، حاولت – بتأثير التحول العلمي الجديد – أن تقيم تصورها للكون انطلاقا من معطيات العلم الجديدة(*)، وهو تصور يقوم على أن الكون محكوم بقوانين طبيعية ميكانيكية، وثم لا يصلح لتفسيره إلا التفسير الميكانيكي الآلي.

ونلمس التفسير الآلي في فلسفة **ديكارت** في رسالة له بعنوان (العالم *Le Monde*) حيث يعرض فيها تصوره للعالم الجديد، وضمّنها رسالة في الضوء (*Traite de la lumière*) وبحث في الإنسان (*Traite de l'Homme*)، وهذا البحث الأخير هو الذي خصص له الجزء الخامس من **المقال في المنهج** الذي يعرض فيه نظريته في حركة القلب والشرايين والأوردة، تنم عن مدى إطلاعه على آخر ما أنجزه علماء عصره في ميدان التشريح(1).

وهذا التصور الجديد للعالم كان تصورا ميكانيكيا بالدرجة الأولى، سواء بالنسبة للطبيعة المادية الجامدة أو الطبيعة العضوية الحية، حيث فسّر كل الوجود، فيما عدا الله والنفس العاقلة بالقوانين الآلية الميكانيكية والرياضية. وهنا تدخل الآلية الميكانيكية المبنية على الصياغة الرياضية في صياغة كل ما هو موجود في الكون من أصغر الأجسام إلي أكثرها تعقيدا وتركيبا، ومن ثمّ «يمكن قراءة الفلسفة الديكارتية الطبيعية على أنها محاولة جريئة لاستبدال تصور عن الطبيعة كحضور أنطولوجي بتصور رياضي تقني استحالت فيه الطبيعة إلى امتداد هندسي جامد يخضع لقوانين المعرفة العلمية»(2)، أي أن الفلسفة الديكارتية، وبتأثير الفيزياء الغاليلية، حاولت أن تقيم تصورا فلسفيا للكون انطلاقا مما وصل إليه العلم الحديث، وتعبيرا عن هذا التحول في النظر إلى الطبيعة من تصور وجودي إلى تصور مادي يمكن الإفصاح عنه بجملة من القوانين الرياضية. وسيتضح ذلك جليا لما نجد **ديكارت** يتصور العالم باعتباره حركة، حيث إنه:

---

(*)- وهذا ما حدث أيضا في الفلسفة الكانطية؛ التي تأثرت بالعلم النيوتوني؛ الأمر الذي جعل **كانط** يعطي للفلسفة أساسا جديدا بتأثير الميكانيكا النيوتونية.

(1)- سالم يفوت، المرجع السابق، ص 77.

(2)- محمد هشام ، المرجع السابق، ص 47.

«يوجد ما لا يتناهى من الحركات المتنوعة التي تدوم أبدا في العالم. ولا يغرب عن بالي، وقد لاحظت أعظمها المحدثة للأيام والأشهر والسنين، وأن أبخرة الأرض لا تتوقف قط عن الصعود نحو السحب وعن النزول منها، وأن الهواء تحركه الرياح دائما، وأن البحر لا يسكن أبدا، وأن الينابيع والجداول تجري دون انقطاع، وأن أمتن الأبنية تتهدم في النهاية، وأن لا عمل للنباتات والحيوانات سوى النمو والفساد»[1].

كما يتصور العالم بأنه امتداد وملاء لا خلاء فيه[*] فـ«الأمكنة التي يعتبرها العامة خالية والتي لا نحس فيها إلا بالهواء، هي على الأقل ممتلئة امتلاء الأمكنة التي نحس فيها بالأجسام الأخرى، وممتلئة بالمادة نفسها»[2]، ويؤكد في موضع آخر أنه «لا وجود البتة لأي خلاء في الطبيعة»[3]، والعالم الذي يتصوره **ديكارت** لا متناهي في أبعاده: عرضه وطوله وعمقه، وهذا الامتداد اللامتناهي مقسم إلى أجزاء صغيرة تملأ مساحة الامتداد بأكمله، تتحرك في اتجاهات مختلفة وفي وقت واحد، وأن «جميع الحركات التي تحدث في العالم إنما هي حركات دائرية بشكل من الأشكال، أي أنه عندما يترك جسم مكانه فإنه يحتل دائما مكان جسم آخر، وهذا بدوره يحتل مكان آخر، وهكذا دواليك حتى الجسم الأخر الذي يحتل في اللحظة نفسها المكان الذي أخلاه الجسم الأول، بحيث لا يوجد بين هذه الأجسام من الخلاء عندما تتحرك

---

(1)- ديكارت، العالم، ترجمة إميل خوري، الطبعة الأولى، دار المنتخب العربي للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 1999، ص 57.

(*)- و**ديكارت** في تصوره هذا يتعارض مع موقف الذريين الذين يتصورون الوجود خلاء يسمح بحركة الذرات التي هي الجواهر الأولى لتكوين الموجودات، فيحدث الكون من تلاقيها والفساد من افتراقها، وهي في واحدها الجوهر الفرد أو الجزء الذي لا يتجزأ.

(2)- المصدر نفسه، ص 64.

(3)- المصدر نفسه، ص 66.

أكثر مما يوجد بينها عندما تكف عن الحركة»[1]، ومن حركة الأجزاء الصغيرة في الامتداد اللامتناه تتكون دوامات هائلة حول عدد معين من المراكز، وينتج عن كل دوامة قوة طاردة تدفع العناصر المادية الثقيلة بعيدا عن المركز، وبهذا تملأ كل دوامة الخلاء المحيط بها، ما لم تكن هناك دوامات أخرى تجاوزها. وبذلك يفسر **ديكارت** تكوين الفضاء الفلكي تفسيرا ميكانيكياً، أي عن طريق هذه الحركة الميكانيكية؛ حيث إن الحركة الطبيعية للجسيمات المادية – في كون ليس فيه خلاء – تأخذ شكلا دائريا يؤدي إلى دوامات مختلفة من الحركة، وأن الشمس والقمر والأرض والكواكب تكونوا بفعل تجمع هذه الجسيمات في المركز، وبما أن كل جسم محاط بدوامة من ذرات دقيقة فإن كل كوكب محصور في دوامة من الجسيمات تحتفظ بتوابعه في مداره، وهذا ما يفسر التماسك والتجاذب في الكون. وبشكل عام أن «كان من فعل الحركة في المادة على مقتضى القوانين أن تكونت السماء والأرض والسيارات والمذنبات والشمس والنجوم والضوء والماء والجبال والمعادن والنباتات والحيوانات والأجسام الإنسانية.. تكونت كلها بمحض فاعلية الحركة في الامتداد، دون أي شيء من تلك الكيفيات التي أضافها **أرسطو** والمدرسيون إلى المادة»[2]. أي أن التصور الديكارتي يعتبر أن الفضاء مملوء بالمادة، ولا شيء يمكن أن يسقط سقوطا حرا، حيث إن سقوط جسم على الأرض يؤدي إلى امتصاص أثر دوامة المادة التي تحيط بالأرض. وبنفس الطريقة كانت المحاور الدائرية للكواكب تؤدي إلى امتصاص اثر دوامة المادة المحيطة بالشمس، والتي تكون مسؤولة عن انحراف حركاتها الطبيعية ذات الخط المباشر تحت تأثير القصور الذاتي، إلى دوائر منحنية[3].

ورغم بساطة هذا التصور، فقد استطاع **ديكارت** من خلاله أن يفهم تركيبات القشرة الأرضية وما تحتويه من مواد صلبة وسائلة وغازية، وأن يحيط بما يحدث فيها من عوامل التعرية الطبيعية والتركيبات الكيميائية التي تحدث المعادن وغيرها من المواد الصلبة.كما استطاع أن

---

(1)-المصدر نفسه، ص 65.

(2)- يوسف كرم، تاريخ الفلسفة الحديثة، المرجع السابق، ص 77.

(3)- السيد نفادي، السببية في العلم، المرجع السابق، ص 82 – 83.

يفسر علة شكل عناصر المادة المستديرة الشكل، والضغط الجوي وظاهرة الضوء وانكساره، وفسر أيضا ظاهرة الحرارة وحركة مياه البحر والظواهر المناخية...

ونلاحظ كيف أن التفسير الديكارتي يضفي الصبغة الهندسية على الواقع، وبذلك يكون كل شيء في هذا الواقع هو في نهاية الأمر مادة(*) متحركة بحركة ميكانيكية، أي أن تصوره للعالم الجديد كان آليا ماديا مؤسسا على الحركة والامتداد وكل ظواهره لا تقبل أي تفسير لا ينبني على النظرة الميكانيكية، وعلى ذلك يكون **ديكارت** قد وضع نظرية ميكانيكية للكون على غرار العديد من العلماء الذين عاصرهم، من حيث إن «هذا النوع من المباحث يتأدى إلى قوانين طبيعية ذات شكل رياضي، من نمط مماثل لقوانين **كبلر** أو قوانين **غاليلو**»(1).

وإذا كان العلماء السابقين لـ**ديكارت** قد سحبوا الحياة من الطبيعة، فمع **ديكارت** «الحياة لم تسحب من الطبيعة وحدها، بل ومن الكائن الحي عندما جعل منه مجرد آلة»(2)، وهو يصرح بذلك في قوله: «أنا لا أعتقد بوجود أي فارق بين الآلات التي يصنعها الحرفيون، وبين مختلف الأجسام التي تتولى الطبيعة وحدها تركيبها»(3)، وليس في ذاك غرابة مادمنا ندرك أن الفلسفة الديكارتية القائمة على ثنائية (*Dualisme*) هي الروح والجسد، فـ**ديكارت** يسلم بوجود جوهرين مستقلين: الجسم جوهر مادي يتميز بالامتداد والقابلية للقسمة، والروح (النفس) جوهر غير مادي يتميز بالتفكير، وليس في مفهوم الجسم ما يخص النفس، وليس في مفهوم النفس ما يخص الجسم(4)، ولذلك اعتبر الكون كله ميكانيكيا فيما عدا الله والنفس العاقلة.

وتمكن **ديكارت** أن يقدم أبحاثا متقدمة في مجال الطب والتشريح، حيث أسهب في

---

(*)- إن المادة عند **ديكارت**، من حيث طبيعتها البسيطة الأولى، تتصف بأنها كم متصل غير قابل للتمدد غير المحدود أو للقسمة غير المتناهية، وذلك في المقدار الهندسي المتجانس وذي الأبعاد الثلاثة.

(1)- إميل برهييه، المرجع السابق، ص 108.

(2)-المرجع نفسه، ص 18.

(3)- نقلا عن المرجع نفسه، ص 110.

(4)- يوسف كرم، تاريخ الفلسفة الحديثة، المرجع السابق، ص 78.

وصف حركة القلب وعمل الأوردة والشرايين وطبيعة الدم وسريانه في الجسم عن طريق القلب والرئة[1]، وفسر كيف يعمل جسد الإنسان آليا، فصاغ مفهوم الفعل المنعكس ليبرز منه الطابع الآلي للسلوك الحركي عند الإنسان، كما شرح العمليات التي يقوم بها الجسم / الآلة ميكانيكيا مثل الهضم ونمو الأعضاء وعمليات فسيولوجية أخرى التي تتم بصورة آلية كالتنفس والنوم واليقظة واستقبال الصوت والضوء والشم والحرارة... فجميع هذه العمليات الموجودة في هذه الآلة يشبه نظام أعضائها حركات الساعة، وعليه فإن الأجسام آلات: دقيقة في أجزائها، كثيرة في تعقيدها، عجيبة في صنعها، وهو ما يجعل في النهاية «منطق الكائن الحي يبدو وكأنه لا يشذّ عن منطق سائر الكائنات، فلقد أضحت النزعة الميكانيكية بمثابة النموذج النظري لتفسير الكائن الحي نفسه، وذلك في ظل اختزال الطبيعة إلى قوانين ميكانيكية»[2].

وبالمحصلة، أن النزعة الآلية الميكانيكية كانت هي الغالبة في فكر **ديكارت**، لأن الآلية كانت من المفاهيم الأساسية لنظريته الطبيعية وقد طبقها على العالم الطبيعي وسحبها على الإنسان، فغدت – بذلك – الآلية «مفهوما أساسيا لنظرية **ديكارت** الطبيعية تفسر حركة الأجسام والإجرام ووصفها، بما في ذلك جسم الإنسان..، الذي يخضع لذات القوانين التي تخضع لها المادة الكونية»[3].

وبهذه النظرة العلمية – الفلسفية للكون والإنسان، تكون قد اكتملت أولى ملامح الصورة الميكانيكية للطبيعة،كنموذج مهيمن على العقول، واكتملت معها أساسات نموذج

---

(1)- يخصص **ديكارت** صفحات طويلة ليتحدث بإسهاب عن ذلك، ونعتقد انه ليس من المقام هنا عرض كل ذلك، ويمكن أن نشير إلى كتابيه: **مقال عن المنهج** ترجمة محمود محمد الخضيري، الطبعة الثانية، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، 1968، من الصفحة 174 إلى الصفحة 184.وكتابه **حديث الطريقة** ترجمة وتقديم وشرح عمر الشارني، الطبعة الأولى، المنظمة العربية للترجمة، بيروت 2008، من الصفحة 275 إلى الصفحة 309.

(2)- سالم يفوت، ابستيمولوجيا العلم الحديث، المرجع السابق، ص 83.

(3)-المرجع السابق، ص 71 – 72.

جديد للتفسير، والذي وضع لبناته الأولى **كوبرنيك**، وقطع فيه **غاليلو** شوطا كبيرا، وأرسى دعائمه بصورة نهائية **نيوتن** (*I-Newton* 1727 – 1642) «الذي استطاع أن يوحد في قانون واحد ميدانين للخبرة منفصلين تماما، هما حركة النجوم في السماء وجاذبية الأجسام على الأرض»[1]؛ فلقد حولت نظريته أبحاث سابقيه إلى نظام متسق يحتوي على نظرية **كوبرنيك** عن حركة الكواكب المركزية حول الشمس، وقوانين **كبلر** عن مدارات الكواكب، وقوانين **غاليلو** حول سقوط الأجسام، و لم يعرف العلم نظرية أكثر شمولية من نظرية **نيوتن**، حتى بَدَا نسق العلم وكأنه شارف على الاكتمال مع وضع **نيوتن** الصياغة الرياضية لقوانين نظرياته، وبذلك أعطت الرياضيات للفيزياء أساساً نظرياً لا عهد لها به من قبل. كما أن «العلم النظري الذي كان يهدف أساسا إلى فهم العالم لم يعد – بوصفه غاية في ذاته – يمثل تلك المكانة السامية التي كان يحتلها في العصور السابقة. وأصبح العلم العملي الذي يهدف أساسا إلى تغيير العالم أكثر أهمية منه»[2]. وعندئذ نكون قد انتقلنا من إشكالية فلسفة الطبيعة إلى فلسفة علم الطبيعة. وسيكون العلم النيوتوني وصياغته للنموذج الميكانيكي، موضوع المبحث القادم.

❋❋❋❋

(1)- هيزنبرغ، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، ترجمة: أحمد المستجير، بدون طبعة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1972، ص 31.

(2)- محمد مهران رشوان، مدخل إلى الفلسفة المعاصرة، الطبعة الأولى، دار الثقافة للتوزيع والنشر، القاهرة، 1984، ص 19.

## المبحث الثاني: العلم النيوتوني وسيادة النموذج الميكانيكي

إن العلم سلسلة مترابطة من الاكتشافات النظرية والتطبيقية، فلم يكن **نيوتن** ليتوصل إلى قوانينه لولا جهود من سبقوه، ذلك لأن «العمل العلمي عمل جماعي.. صحيح أن هناك رياضيين وفيزيائيين وبيولوجيين عظاما، غير أن أعظمهم ما كانوا يتمكنون من القيام بأعمالهم لو لم تكن جهود الأجيال السابقة قد مهدت لهم الطريق، أو لم يكن معاصروهم قد ساعدوهم»[1]. وانطلاقا من ذلك، جاز القول أن بداية تشكيل العلم الحديث وصياغة الصورة الميكانيكية للكون قد بدأت مع **كوبرنيك وكبلر وغاليلو وديكارت** «وتحقق ذلك بفضل الاستعانة بالعلوم الرياضية وصياغة القوانين بطريقة رمزية.. أي الجمع بين المنهج الرياضي واستخدام التجارب، واتخاذ الاثنين كمعيار للصواب»[2]. وبذلك تمّ ابتداع علما فيزيقيا رياضيا قادرا على توقع الظواهر والتنبؤ بحدوثها. غير أن هؤلاء ليسوا هم من وضع النظرية الآلية الكلية، ولكن أعمالهم هي التي مهدت السبيل أمام **نيوتن** لتحقيق ذلك. ومعنى ذلك أن **نيوتن** أقام صرحه العلمي على آثار **كوبرنيك وكبلر وغاليلو وديكارت**.

لقد أرسى **نيوتن** دعائم العلم الحديث موضوعا ومنهجا، وفتح أمامه أوسع الأفاق بفضل اكتشافاته في ميادين الفيزياء والفلك والرياضيات وحتى الكيمياء، محققا للفيزياء – تحديدا – وحدتها ونسقيتها في إطار تصور عام للكون، منسجم ومتكامل، حتى غدت الفيزياء نموذجا علميا لكل المعارف، فقد «عرفت الفيزياء الكلاسيكية اكتمالها ونضجها مع **نيوتن**، الذي مكنها من أن تصبح نظرية مكتملة الجوانب تعطي تصورا واحدا ومتماسكا لجميع الظواهر الكونية، وبذلك أصبحت بناء ذا أسس وركائز تدعمه، ونظاما يقوم على بديهيات وفروض ومقدمات، فيه تجد كل الظواهر المستجدة ملجأها النظري، كما تجد فيه تفسيرها الجاهز

---

(1)- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 110 – 111.

(2)- حسين علي، المرجع السابق، ص 59.

واندماجها البنيوي داخله»[1]، وظلّ الفكر العلمي طوال قرنين من الزمان يدور في فلك العلم النيوتوني، ويتحرك داخل البنيان الذي شيّده **نيوتن**، فلا تحظى أية نظرية بالقبول ما لم تكن مندرجة ضمن السياق العام للنسق النيوتوني.

إذن **نيوتن** قد وضع أسس العلم الحديث بعد أن كان **فرنسيس بيكون** (1561- 1626 *F.Becon*) قد أسس للمنهجية العلمية، ووضع (أي **نيوتن**) المعالم الأساسية لما يسمى بالفيزياء الكلاسيكية التي شكلت، وحتى بدايات القرن العشرين، أساس الوعي العلمي الفيزيائي والنواة العلمية الأولى لميكانيكية العالم. وتشمل الفيزياء النيوتونية جملة من الأنماط المعرفية مثل علم الكون وعلم الضوء والميكانيكا بفرعيها الديناميكا والستاتيكا... لكن **نيوتن** وحّد بين كل هذه الفروع من حيث إخضاعها كلها لمنهج علمي واحد، كما وحّد بينها في استعمالها لنفس القوانين التي تعبر عن تصوره للطبيعة[2]. وبداية نحدد أهم القوانين التي قامت عليها الفيزياء النيوتونية أو كلاسيكية:

## 1 – نيوتن وصياغة قوانين الفيزياء الكلاسيكية:

قبل **نيوتن**، بدت قوانين الفيزياء كأنها قواعد تجريبية استُخرجت عبر تحليل كتلة الوقائع، غير أن **نيوتن** قدم لنا "**المبادئ**"، أي القوانين العمومية التي تطيعها الطبيعة[3]، وكنا قد أشرنا في المبحث الأول إلى مبدإ القصور الذاتي الذي صاغه **غاليلو**، حيث استفاد **نيوتن** من هذا المبدإ في صياغة قانونه الأول الذي ينص على أن: «كل جسم يستمر في الحالة التي هو عليها

---

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، الطبعة الأولى، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، 1986، ص 17.

(2)- عبد القادر بشتة، الابستيمولوجيا: مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية، الطبعة الأولى، دار الطليعة، بيروت، 1999، ص 86.

(3)- رولان أومنيس، فلسفة الكوانتم، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، عالم المعرفة، العدد 350، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، أفريل 2008، ص 63.

من حركة أو سكون، ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تضطره إلى تغيير حالتـــه»[1]، فالجـــسم الساكن يبقى ساكناً ما لم تؤثر عليه قوة، وأيضا الجسم المتحرك يبقى متحركاً وبسرعة ثابتة وفي خط مستقيم، ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تعمل على تغيير مقدار سرعته أو اتجاههـــا أو الاثنين معاً[*]. فهذا القانون يحمل معنى القصور الذاتي أو العطالة الذي يعني ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية، أو عدم قدرته على إحداث تغيير في حالته الحركية ، أي أن الجسم لا يستطيع بذاته أن يغير من حالته السكونية أو الحركية ، بل لابد من وجود قوة خارجية تعمل على ذلك، وعليه يظل الجسم الساكن مستمرا في سكونه ما لم تدفعه قوة أخرى إلى الحركة، ويظل الجسم المتحرك مستمرا في حركته ما لم تؤثر عليه قوة خارجيـــة تحـــول حركتـــه إلى سكون. وكان لهذا القانون أثره الكبير في النظر إلى طبيعة القوانين العلمية، ومن أثاره أنه أدى إلى «طرح جميع ما ترتب على النزعة الروحية والحيوية لقوانين الطبيعة»[2].

أما القانون الثاني فينص على أنه: «إذا أثرت قوة محصلة في جسم أكـــسبته تـــسارعاً،

---

(1)- Issac Newton , principe mathématique de la philosophie naturelles , traduction : Marquise de Chastellet , nouvelle édition chez Albert Bancharard , Paris , p 60.

(*)- وقد أشار **ديكارت** إلى ذلك حيث يقول: «أن كل جزء من المادة، بمفرده، يستمر دائما على الحالة نفسها.. فإذا توقف في مكان ما فلن يغادره أبدا إذا لم تطرده الأجزاء الأخرى منه، وإذا بدأ مرة بالتحرك فيستمر دائما بالقوة نفسها إلا أن توقفه الأجزاء أو تؤخره» كتاب العالم ص 82.

وقبل **ديكارت** و**نيوتن**، عبر **ابن سينا** عن مضمون هذا المبدأ في كتاب الإشارات والتنبيهات: «إنك لتعلم أن الجسم إذا خُلي وطباعه ولم يعرض له من خارج تأثير غريب، لم يكن بُـــد من وضع معين وشكل معين، فإذن في طباعه مبدأ استيجاب ذلك».

(2)- «كان الإغريق يعتقدون أن قوة الحركة علامة الحياة، ويبدو للملاحظة العادية أن الحيوانات تتحرك بذاتها في حين أن المادة الجامدة لا تتحرك إلا إذا كانت مجبرة على الحركة بفعل قوة خارجية. ومن هنا ذهب **أرسطو** إلى أن لروح الحيوان وظائف متعددة، ومن بين هذه الوظائف تحريك جسم الحيوان. وكان الإغريق يعتقدون أيضا أن للشمس والكواكب نفوسا أو أرواحا هي التي تتحكم في حركتها.. وإذا تخلت عنها هذه الأرواح توقفت عن الحركة . وهكذا يظل تأثير الروح على المادة ما دامت تلك المادة في حالة حركة. وقد تغير ذلك كله في العلوم الحديثة، فقد قرر القانون الأول للحركة عند **نيوتن** أن المادة الجامدة متحركة، فإذا ما بدأت في الحركة فإنها ستظل متحركة ما لم يوقفها مؤثر خارجي.» محمد مهران رشوان، المرجع السابق، ص 20 .

يتناسب مقدراه تناسباً طردياً مع مقدار القوة المحصلة، ويكون اتجاهه في اتجاه القوة المحصلة نفسها»[1]، أي أن التغير في الحركة يتناسب تناسبا طرديا مع القوة الواقعة على جسم ما، ويكون اتجاه التغير في نفس اتجاه الذي أحدثته القوة[*]، فهذا القانون رغم بساطته يمثل «صيغة عامة تنطبق على جميع أنواع القوى وجميع أنواع الأجسام، ذلك أنها تختزل تعقيدات القوى المختلفة والأجسام المتنوعة إلى الخواص الأساسية التي تتحدد بها الحركة في جميع الحالات الممكنة»[2].

كما قام **نيوتن** بصياغة قانونه الثالث المتعلق بالقوة المتبادلة بين جسمين أو قانون التفاعل، حيث لو افترضنا مثلا أن الجسم (أ) يحدث قوة (ق) على الجسم (ب)، فإن هذا جانبا واحدا من العملية المتبادلة، لأن الجسم (ب) يمارس بدوره نفس القوة (ق) على الجسم (أ)، وهذا ما يسميه بقانون الفعل ورد الفعل، ونصه كالتالي: «لكل فعل رد فعل، يساويه في القوة ويخالفه في الاتجاه»[3]، أي أن قوة رد الفعل مساوية تماما لقوة الفعل في المقدار ومضادة لها في الاتجاه.

وقد واصل **نيوتن** أبحاثه في الجاذبية، فعمل على تطبيق قوانينه لتفسير ظواهر أخرى راجعة إلى تأثير جاذبية الأجسام السماوية على الأرض، مثل ظاهرة المد والجزر، وبذلك صاغ مفاهيم الديناميكا وكل المبادئ التي تنطبق على كل الحركات. غير أن قانون الجاذبية يعد من أهم وأعم الفروض العلمية التي صاغها **نيوتن** وأساس قوانين الميكانيكا والفيزياء عامة، وينص

---

(1)- Nowton , op.cit , p 60 .

(*)- ولتوضيح ذلك نفرض أن القوة ( ق1 ) = 10 نيوتن وأنها سببت تسارعاً للجسم مقداره 2 م/ث$^2$. ق1 = 10 نيوتن، فإن ت1 = 2 م/ث$^2$. وإذا تضاعفت القوة لتصبح ق2 = 20 نيوتن، فإن ت2 = 4 م/ث$^2$. وإذا أصبحت القوة ثلاثة أضعاف ما هي عليه ق3 = 30 نيوتن، فإن ت3 = 6 م/ث$^2$... وهكذا. أما إذا كانت ق = 0 فالجسم يظل ساكنا.

(2)- فريدريك. ج. بوش، دافيد. أ. جيرد، أساسيات الفيزياء، ترجمة سعيد الجزيري ومحمد أمين سليمان، الطبعة الأولى، الدار الدولية لاستثمارات الثقافية، القاهرة، بدون تاريخ، ص 85.

(3)- Nowton , op.cit , p 61 .

هذا القانون على أن «كل جسمين يتجاذبا فيما بينهما بقوة تتناسب طرديا مع كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما»[1]، وقد صاغه رياضيا على الشكل التالي[*]:

**ق ثا = ك$_1$ ك$_2$ / م$^2$**.

إن هذا القانون هو أكثر القوانين عمومية وشمولية، ذلك لأن عن طريق هذا القانون أحكم التفسير على كل الحركات في هذا الكون الأرضية منها والسماوية؛ فمن المعلوم أنه قبل **نيوتن** جُمعت الكثير من المعلومات عن حركة القمر والكواكب، لكنه لم يتسنَ فهم القوة المتحكمة في هذه الحركات، حتى جاء **نيوتن** الذي رأى أنه لابد من وجود قوة تؤثر على سطح القمر، لأن بدون هذه القوة يسير القمر في خط مستقيم بدلا من مداره الدائري تقريبا. وقد بيّن **نيوتن** أن هذه القوة هي قوة جاذبة، أي جاذبية الأرض للقمر، مستنتجا أن القوة التي تبقي الكواكب في مداراتها يجب أن تتناسب مع مربع المسافة بينها وبين المركز الذي تدور حوله.

وهذا يعني في النهاية، أن القوة التي تسبب دوران القمر حول الأرض هي ذاتها القوة التي أدت إلى سقوط التفاحة على الأرض. بل إن سقوط التفاحة – مع جزم البعض على أن تلك مجرد أسطورة – هو الذي دفع **نيوتن** إلى التفكير في أن كل الأجسام في الكون تنجذب إلى بعضها البعض بنفس طريقة انجذاب التفاحة إلى الأرض. ومن خلال دراسته لحركة القمر وصل إلى أن قانون القوة الذي يحكم حركة الكواكب هو نفسه قانون القوة الذي جذب التفاحة إلى الأرض، فكانت بذلك أول مرة توّحد فيها الحركات السماوية والأرضية في قانون واحد.

وكما أن هناك علاقة جذب بين القمر والأرض، توجد هناك أيضا قوة جذب متبادلة بين الشمس والكواكب، تجعل هذه الكواكب تدور حول الشمس في مدارات بيضاوية.

---

(1)- Ibid , p 66 .

(*)- ويُسمى هذا القانون عادة بقانون التربيع العكسي وذلك لأن القوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الجسمين حيث إن: ق هي قوة الجذب المتبادلة بين الجسمين ك1وك2، ثا هي ثابت الجذب العام ويساوي$6.67 \times 10^{-11}$ نيوتن . م$^2$ / كغ$^2$.

وبشكل عام، فإن نجاح العلم النيوتوني يعود بالأساس إلى اكتشاف قانون الجاذبية، حيث إن قوة الجذب هي التي تحدد حركة الكواكب والأجسام التي تسقط على الأرض، فأيّاً كانت طبيعة الأجسام المادية وأيّاً كانت المسافات الفاصلة بينها، فإن قانون الجذب العام يوحدها.

## 2- مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية:

لا يمكن فهم النسق النيوتوني إلا من خلال فهم المفاهيم الأساسية ومدلولاتها من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية، فالمفاهيم والتصورات التي تحملها الفيزياء الكلاسيكية، هي اللبنة الأساسية في بناء هذه الفيزياء، وأن القوانين التي وصلت إليها ما كان ممكننا الوصول إليها وصياغتها إلا من خلال نظرة معينة للكون والواقع الفيزيائي، وهذه النظرة تتمثل في تصور معين لعدد من المفاهيم، نذكر منها على سبيل المثال - لا الحصر- المادة، الطاقة، الكتلة، الأثير والزمان والمكان:

**أ- المادة:** المادة عند **نيوتن** هي كل ما يشغل حيز من الفراغ ويكون له حجم وكتلة، وهي تتكون من جسيمات كبيرة وصلبة ومتحركة وغير قابلة للاختراق، ذات أحجام وأشكال مختلفة، من صفاتها التمدد والصلابة واللااختراقية والقصور الذاتي[1]، والجسيمات التي تتكون منها المادة هي ذرات مادية مفردة لا تتجزأ إلى ما هو أبسط منها على الإطلاق[*]، تتواجد في نقطة معينة من نقاط المكان المطلق، وحادثة في لحظة من لحظات الزمان المطلق، وهي ذات خصائص ثابتة إلى الأبد، والذرة هي اصغر جسيم يمكن تصوره[2]. وما يمكن قوله أن مفهوم المادة لم يتغير كثيرا منذ عهد الإغريق.

---

(1)- روبرت م.أغروس، جورج .ن.ستانسيو، العلم في منظوره الجديد، ترجمة كمال خلايلي، عالم المعرفة، العدد 134، 1989 المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص 19.

(*)- إن المفهوم الذي يعتبر الذرات أصغر جسيمات لا تقبل التجزئة وتتألف منها جميع المواد ، ظهر لأول مرة في القرن الـ5 ق.م، في أعمال الفلاسفة اليونانيين القدامى أمثال **لوقيبوس** و**ديمقريطس** ثم **أبيقور** وغيرهم، وكان هذا المفهوم افتراضيا ولم يستند إلى معطيات تجريبية. وحلت محله – فيما بعد – ولفترة طويلة دراسة **أرسطوطاليس** التي ظهرت في نفس العصر تقريبا. ولم تبدأ دراسة الذرات إلا في القرن السادس عشر مع **جيردانو برونو**. ثم بدأ بعد ذلك في القرن السابع عشر إعداد هذه الدراسة كفرضية علمية من قبل **ديكارت** و**نيوتن** وغيرهم من العلماء.

(2)- Nowton , op.cit , p 74 .

**ب – الطاقة:** للطاقة عدة صور: كالطاقة الحركية أو الحرارية أو الكهربائية أو المغناطيسية أو الضوئية. وكل نوع من الأنواع يعرف بمعادلته لغيره، أي انه من الممكن تحويل كمية معينة من كل نوع إلى كمية معينة من النوع الآخر، وهذا ما يعرف بمبدإ تحول الطاقة. ونقيضه هو مبدأ بقاء الطاقة؛ الذي يعني أن الجملة لا تتبدل إلا بحركات أجزائها، وإلا بتأثير هذه الأجزاء بعضها في بعض، تحتفظ بكمية ثابتة من الطاقة.

**جـ – الكتلة:** لقد قدّم **نيوتن** مصطلح (الكتلة) وميزه عن (الوزن)؛ فالكتلة ثابتة لا تتغير، والمقصود بها مقدار المادة المؤلف منه الجسم، وهو مقدار ثابت لا يتغير حتى عندما نمزج الجسم بجسم آخر في التفاعلات الكيمائية، أو عندما نحرق مادة قابلة للاحتراق، فإن مجموع المواد الناتجة يساوي كتلتها قبل عملية الاحتراق[1]، أما الوزن فهو مقدار جذب الأرض للجسم، وتتناسب عجلة السرعة التي تحدثها القوة مع كتلة الجسم[2]، بحيث يمكن قياس كتلة الجسم والعجلة أو التسارع التي أحدثتها القوة عليه في اللحظة المعينة، وكل الأجسام تسقط بنفس العجلة، وينتج عن ذلك أن قوة الجاذبية أي الوزن في أي مكان معين تتعادل مع الكتلة. وبالصياغة الرياضية يمكن القول أن الكتلة تساوي حاصل ضرب كثافة الجسم في حجمه.

**د– الضوء:** الضوء عند **نيوتن** مكون من دقائق مادية أو جسيمات متناهية في الصغر، تسير في خط مستقيم حينما تندفع من مصدرها، وترتد عنه عندما تصادف جسما من الأجسام، بحيث تكون زاوية الارتداد أو الانعكاس مساوية لزاوية السقوط[3]. وهذه الدقائق أو الجسيمات تخضع في ظاهرة الانكسار إلى قانون الجذب[4]. وسرعة انتشار الضوء تكون اكبر في الوسط الكثيف أكثر منه في الوسط الأقل كثافة[*]، وقد عرفت هذه النظرية باسم **النظرية**

---

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها لواقع، المرجع السابق، ص 19 – 20 .

(2)- Nowton , op.cit, p 67.

(3)- Ibid, p 87.

(4)- المرجع السابق والمكان نفسه.

(*)- هذا رأي **نيوتن**، أما معاصره الهولندي **هوينجز** فبيّن عكس ذلك؛ حيث إن سرعة الضوء تكون اكبر في الوسط الأقل كثافة.

**الجسيمية في الضوء**، لأن القول بالطبيعة الموجبة للضوء في رأي **نيوتن** لا يفسر لنا سبب انتشار الضوء في خطوط مستقيمة.

وفي نفس الإطار دائما، اكتشف **نيوتن** ما يسمى بمبدإ التذبذب في الضوء، فتوصل إلى أن اختلاف ذبذبة الضوء ينشأ من اختلاف اللون، وذلك قياسا بما يحدث في الذبذبة الصوتية.

**هـ – الأثير**: الأثير هو وسط لانهائي المرونة، كثافته أقل من كثافة الهواء، ويملأ كل الفراغات، وهو غير مرئي ويسبب القوة الطاردة المركزية. إذ إن أي جسم يتحرك في فضاء فارغ بدون قوى مؤثرة عليه سيواصل حركته في نفس الاتجاه. وبصفة عامة أُعتبر الأثير الشيء الثابت المطلق الذي ينتقل الضوء من خلاله، وان كل جسم متحرك فهو متحرك بالنسبة للأثير، ولأن حركة الأجسام في المكان والزمان تتطلب وسطا تقوم فيه، فقد افترض **نيوتن** الأثير كوسط يتخلل كل شيء، ينقل التأثير بين الأبعاد الشاسعة ويحمل جسيمات الضوء ويفسر الجاذبية[1].

**و– الزمان والمكان**: – وضع **نيوتن** القوانين الأساسية للفيزياء الكلاسيكية التي تتعامل مع حركات الأجسام مفترضا – بصورة ضمنية – أن هذه الحركة تتم في المكان أي الفضاء والزمان، حيث إن القوانين الثلاثة للحركة تتحدث عن سرعة وتسارع ومعدل زمني للتغير، غير أنها لم تحدد لا المكان ولا الزمان الذي يدخل في حساب هذه السرعة وذلك التسارع، لكننا نفهم ضمنيا أن كل حركة لا بد أن تتم في مكان معين وتستغرق زمن محدد.

والمكان عند **نيوتن** من طبيعته أنه مطلق، سرمدي وضروري وسابق في وجوده على الأجسام الكائنة فيه، هو وسط أو حيز متجانس ذو ثلاث أبعاد باعتبار أن موقع أية نقطة فيه يتحدد بثلاث إحداثيات، ويوجد باستقلال تام عن المحتوى الفيزيائي، أي الجسم. ويتكون من نقاط لا أبعاد لها، وهو غير متناهٍ بالفعل لأن نقاطه متجانسة تجانساً تاماً، ومن طبيعته الذاتية

---

(1)– محمد محمد قاسم، كارل بوبر: نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمي، بدون طبعة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1986، ص 84.

أن يبقى دائما متشابها وثابتا[1]، والحقيقة أن قوانين **نيوتن** في الحركة تفترض وجود مكان ساكن سكونًا مطلقًا، وقد افترضت لاحقا أن الأثير هو الذي يصلح أن يكون بمثابة المكان المطلق.

كما تفترض قوانين **نيوتن** وجود زمن مطلق يجري بالتساوي في أرجاء الكون دون أن يتأثر بأي شيء آخر حوله. ويتصور **نيوتن** الزمان المطلق بأنه ذو بعد واحد، ومتجانس، لانهائي، متصل ومطرد، ومجمل خصائصه: الانسياب أو الجريان بمعدل ثابت مطلق، ويتكون من لحظات أو آنات[*] لا مدة لها ولا بقاء تقع عندها الأحداث[2]، أي أن الزمان واحد في كل الوجود يتدفق بديمومة مضطردة بسبب تتالي وحدات الزمن. وتنتظم وحدات أو لحظات الزمن النيوتوني في سلسلة لا متناهية من التعاقب في اتجاه واحد، ويصفه **نيوتن** بقوله: «إن الزمان المطلق والرياضي، بذاته وطبيعته، ينتج باطراد، دون النظر لأي شيء آخر.. أما الزمان النسبي والظاهر إنما هو قياس محسوس وخارجي للزمن المطلق، وهو يقدر بحركات الأجسام»[3].

إذن وبشكل عام، فإن مطلقية الزمان والمكان تعني استقلاليتهما عن المادة، وعدم تأثرهما بحركتها؛ فالمكان الذي يتألف من نقط والزمان الذي يتألف من آنات، لهما وجود مستقل عن الأجسام التي تشغلهما[4].

ونلاحظ هنا كيف ارتبط مفهوما الزمان والمكان بـ**الاتصال**، حيث إن «الفيزياء الكلاسيكية تعتبر أن المكان متصل، واقع وحيد يمتد ويسترسل، فهو مكان اقليدي متجانس

---

(1)- ماهر عبدالقادر محمد علي، نظرية المعرفة العلمية، بدون طبعة، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1985، ص 139.

(*)- وهذا يعني وجود زمن واحد بالنسبة لجميع الملاحظين للحدث رغم تباعدهم مكانيا، وهو ما يُعرف بـ**تآني الأحداث** أو **تزامن الحوادث** *Simultanéité*.

(2)- Nowton , op.cit , p 123 .

(3)- Ibid , p124 .

(4)- برتراند رسل، المصدر السابق، ص 77.

ومتكافئ الاتجاهات ومستقل عن الزمان، الذي له نفس الصفات الاتصالية، فهو الآخر متجانس ومتكافئ، يجري جريانا منتظما. والحركة التي تهتم بدراستها الميكانيكا تحدث داخل هذين الإطارين»[1]...

تلكم هي – بصورة مختصرة – المفاهيم العامة للفيزياء الكلاسيكية: أرضية مطلقة من الزمان والمكان، تتحرك فوقها كتل من المادة، بتأثير قوى يمكن صياغتها رياضيا، حتى بدت هذه المفاهيم والقوانين ملائمة لتفسير الكون المادي[2]، وأصبح الكون – جراء ذلك – ظواهر محكومة بالقوانين الرياضية، وكان لابد للعلم من أن يصطنع أداوت ووسائل لتمكينه من إدراكها، ولم يكن المنهج سوى وسيلة من تلك الوسائل.

❋❋❋❋

(1)- سالم يفوت، المرجع السابق، ص 63.

(2)- محمد محمد قاسم، المرجع السابق، ص 84.

## 3- منهج العلم عند نيوتن:

لا يمكن الحديث عن العلم النيوتوني دونما الإشارة إلى المنهج؛ فكما هو معلوم عُرِف عبر التاريخ نوعين من المناهج: منهج استنباطي الذي يبدأ بفروض أو مقدمات نسلّم بها يقينا، ثم نستنبط منها ما يترتب عليها من نتائج، ونجد أوضح مثال له في العلوم الرياضية. ومنهج استقرائي أو تجريبي الذي يبدأ بملاحظة الظاهرة (موضوع الدراسة) كما هي في الواقع، ثم وضع الفروض التي تفسر تلك الظاهرة، وأخيرا التحقق من صحة تلك الفروض بإجراء التجريب، فإذا ما ثبتت صحة الفروض أصبحت هي القانون العلمي لتلك الظاهرة. ولقد كان المنهج الاستنباطي هو منهج التفكير عند اليونان وحتى العصور الوسطى، إلا أن ظهور العلم التجريبي الحديث والنجاح الذي حققه أصبح المنهج الاستقرائي أكثر المناهج استخداما، ونموذجا لكل علم يبتغي الوصول إلى قوانين تمكن من التنبؤ بالظواهر.

غير أن الدارس للعلم النيوتوني يدرك أن **نيوتن** لم يكن تجريبيا بصورة مطلقة، كما لم يكن عقلانيا بصورة خالصة، بل جمع بين التجريبية والعقلانية، فقد كان من العلماء الأوائل الذين جمعوا بين المبدأين الأساسين في الثورة العلمية: تيار الرياضيات وتيار التجريبية، ذلك لأن **نيوتن** استخدم الطريقة الاستقرائية التجريبية واستخدم المنهج الاستنباطي الرياضي. ففي نظره أن الطريقة الاستنباطية لا يمكن وحدها أن تقدم تفسيرا صحيحا عن الواقع المادي، بل لا بد إلى جانب ذلك من استخدام المنهج الاستقرائي القائم على الملاحظة والتجريب حتى نصل إلى القوانين العلمية. وهذه القوانين تحتاج بدورها إلى الرياضيات لتعبر عن نفسها تعبيرا دقيقا. فإذا كان التجريب ضروريا في العلوم الطبيعية للوصول إلى القوانين، فأنه من اللازم تكميم الظواهر الطبيعية وصياغة النتائج في حدود رياضية. وعلى هذا الأساس يكون من الضروري أن تستعين العلوم الطبيعية بالعلوم الرياضية في صياغة القوانين الطبيعية. وهذا يعني أن **نيوتن** لم يختلف مع **غاليلو** في منهجية البحث وتطبيق الأسلوبين معا التحليل والتركيب، من حيث القيام بالملاحظات والتجارب واستنباط نتائج عامة منها بالاستقراء، فبالتحليل إذن نصل إلى معرفة الأجزاء، والى القوة المولدة للحركة، والى معرفة العلل عن طريق معرفة معلولاتها.. وبالتركيب نفترض أن هذه النتائج المتوصل إليها عامة، هي بمثابة مبادئ أو قوانين

نفسر بها الظواهر[1]، غير أن **نيوتن** كان يغلّب المنهج التحليلي على التركيبي من حيث إنه يسعفنا في فهم سلم الظواهر تدريجيا.

لا شك أن الاستنباط الرياضي المقترن بالملاحظة والتجربة هو الأداة الأكثر نجاعة في العلم الحديث، ويختلف تمام الاختلاف عن منهج العلم الذي أسسه **فرنسيس بيكون** في الاورغانون الجديد (*Nevun Organum*) القائم على الاستقراء وحده، وإن مهد له ذلك. ولذلك استخدم **نيوتن** المنهج الفرضي الاستنباطي، وهو«المنهج الذي يضع تفسيرا في صورة فرض رياضي، يمكن استنباط الوقائع الملاَحَظة منه»[2]؛ كمثال على ذلك فسر **نيوتن** حركة القمر حول الأرض بأنها تنشأ عن جاذبية الأرض للقمر، ولما كان من المحال أن يجري التجربة للتحقق من صحة هذا الفرض، فقد استنبط من هذا الفرض إحدى نتائجه، وهي أنه إذا كانت الأرض تجذب القمر حقا لزم أن ينحرف عن مداره ستة وعشرون قدما تقريبا في الدقيقة. وقد أيّدت الملاحظات الفلكية صدق النتيجة. وهنا لا بد من الإشارة إلى الجهاز الرياضي الذي يمكن من الصياغة الدقيقة للنتائج، إنه من إبداع **نيوتن** ذاته، والمقصود بهذا الجهاز علما التفاضل والتكامل، الذين كانا لهما أكبر الأثر في تطوير الفيزياء أولا والرياضيات بعد ذلك بفضل إدخال الطرق الإحصائية وحساب المتغيرات.

كما يمكن اعتبار الفرض العلمي نقطة انطلاق المنهج العلمي، إلا أن **نيوتن** يؤكد على أنه من الضروري استبعاد الفروض الميتافيزيقية التي لا مبرر لوجودها في ميدان العلم لأنها لا تقوم على أساس المشاهدة والتجربة. ومع ذلك سمح بأنواع أخرى من الفروض مرتبطة بالنظام الطبيعي حددها في قواعد البرهنة في الفلسفة، وهذه القواعد هي[3]:

**القاعدة الأولى**: يجب ألا نسمح بعلل للأشياء الطبيعية أكثر من العلل التي تكون صادقة وكافية

---

(1)- محمد فتحي الشنيطي، المعرفة، الطبعة السادسة، دار الثقافة للطباعة والنشر، القاهرة، مصر 1981، ص 109.

(2)- حسين علي، فلسفة العلم المعاصر ومفهوم الاحتمال، المرجع السابق، ص 59.

(3)- نقلا عن إبراهيم مصطفى إبراهيم، منطق الاستقراء «المنطق الحديث» بدون طبعة، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1999، ص 91 – 92.

لتفسير ظواهر تلك الأشياء.

**القاعدة الثانية:** يجب أن نعين قدر المستطاع لنفس تلك الآثار الطبيعية نفس العلل.

**القاعدة الثالثة:** صفات الأجسام صفات كلية تنطبق على كل جسم موجود، وهي تلك الصفات التي لا تسمح بزيادة أو نقصان في الدرجة التي لوحظ أنها تنتمي إلى كل الأجسام في حدود تجاربنا.

**القاعدة الرابعة:** ينبغي أن نبحث في الفلسفة التجريبية عن القضايا التي نصل إليها باستقراء عام من الظواهر بكل دقة أو صدق تجريبي. بالرغم من أن أي فرض يمكن تخيله معارضا لتلك القضايا، إلى أن يحين الوقت الذي تحدث فيه ظواهر جديدة، يجب علينا إتباع تلك القواعد في المنهج التجريبي باستخدام الفروض.

يتضح إذن من خلال تلك القواعد، أن في الفلسفة الطبيعية أو التجريبية تستمد قضاياها من الظواهر، والمبادئ إذا لم تستنبط من الظواهر تبقى مجرد افتراضات. والافتراض لا يقبل في الفلسفة التجريبية، ما لم يكن مستمدا من الطبيعة و لم يكمله التفسير الرياضي الذي يتجاوز نطاق الملاحظة المباشرة. ومن ثمّ يمكن أن نستنبط من أية نظرية وقائع ملاَحَظة بطريقة رياضية[1]، فالملاحظة الحسية والتجربة المباشرة هما معيار صدق الفرض العلمي، مع الاعتماد على التفسير الرياضي أو الصياغة الرياضية للنتائج، فالاكتفاء بالملاحظات وتجميع الفروض دون الاستعانة بالمنهج الرياضي لا يفيد العلم في شيء، ولا يؤدي مطلقا إلى اكتشاف قوانين أو بناء نظريات علمية، لأن جمع مجموعة من الملاحظات والوقائع لا تبني علما، فـ«الملاحظة والتجربة لم يتمكنا من بناء العلم الحديث إلا لأنهما اقترنتا بالمنهج الرياضي»[2]. لذلك يمكن القول أن **نيوتن** قد أدرك ما للرياضيات من أهمية في الفلسفة الطبيعية، ما جعله يسعى إلى محاولة إخضاع جميع الظواهر الطبيعية إلى نوع واحد من التفسير، في حدود الميكانيكا الرياضية. وذلك لأن الرياضيات تحتوي في مفاهيمها كل ما هو جوهري من الخواص الكمية

---

(1)- حسين علي، فلسفة العلم المعاصر ومفهوم الاحتمال، المرجع السابق، ص 62.

(2)- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 98.

والصورية للأجسام وظواهر الطبيعة. فكانت بذلك أداة موظفة في المنهج العلمي، الذي يترع إلى صياغة قوانينه في صيغ رياضية التماسا للدقة. ومن أجل هذا دخل الإحصاء في مجال البحث، والذي من ميزته أنه يسجل الحقائق المتعلقة بالظواهر في صورة قياسية عددية، ويجمعها بصورة تُمكن بالإلمام بادراك العلاقات القائمة بين هذه الظواهر.

❋❋❋❋

## 4- سيادة النموذج الميكانيكي:

عندما تحدثنا عن المنهج العلمي عند **نيوتن**، فإنما لنبين أن المنهج العلمي أياً كان نوعه لا يعمل في الفراغ، وإنما في ظل إطار معرفي محدد أو نموذج عام للمعرفة، يعكس بالضرورة الصورة النوعية للمعرفة السائدة في عصر ما ومدى ارتباطها بواقع ذلك العصر؛ لأن علاقة العلم بالواقع إنما تكون من خلال ما يطرحه من تصورات حول هذا الواقع، فسيطرة المنهج الاستنباطي عند الإغريق مثلا إنما كان بسبب النموذج المعرفي السائد آنذاك، وهو نموذج التأمل العقلي، الذي كان عاكسا لتصور مفاده أنه ممكن بلوغ الحقيقة المطلقة عن طريق التأمل. وعليه فإن النموذج المعرفي يعكس ويمثل في نفس الوقت ما هو مشترك بين أفراد المجتمع العلمي الواحد، وأيضا الصورة العامة للواقع الإنساني والطبيعي.

لذلك فنحن عندما نستقرئ التراث العلمي عند **نيوتن**، فإن الهدف من وراء ذلك هو الاستنتاجات الفلسفية التي يمكن أن نخرج بها من هذه القراءة، حيث إن الفلسفة – في مسارها التاريخي– تطلب دائما من علوم عصرها النموذج النظري الذي يؤسس قضاياها، كون أن للطرح العلمي تأثيره على الاتجاهات الفلسفية، ونظرا للعلاقة بين الفلسفة والعلم فإن الفلسفة تصبح، بهذا المعنى، مرادفة لتحليل الخطاب العلمي السائد، أي أنها – بشكل عام – تتأسس على علوم عصرها.

إننا نجد أحد أهم الجوانب الأساسية في العلم الحديث يتمثل في ذلك الوضع الذي آلَ إليه العالم منذ بداية القرن السابع عشر نتيجة التحول الفكري والمعرفي الذي أحدثته الثورة العلمية. فلقد انقلب مركز الثقل في الكون؛ وأصبح كل شيء في هذا الكون، من أكبر الأجرام السماوية إلى أصغر الأجسام، خاضعا لقوانين الميكانيكا التي تترجمها الرياضيات؛ فالعلم النيوتوني يتصور الكون ككل باعتباره كتل مادية تتحرك في سطح مستو متجانس عبر الزمان والمكان المطلقين، وهو مرتب على هيئة آلة ميكانيكية مغلقة على ذاتها، وهو ما أدى إلى نشوء المفهوم الميكانيكي. وأصبحت كل الظواهر تفسر– جراء ذلك – من خلال هذا المفهوم، أي باعتبارها آلات. وقد حظي هذا المفهوم بنجاح كبير حتى أصبح «الميكانيك الكلاسيكي سندا علميا طبيعيا أساسيا للأفكار الفلسفية عن وحدة العالم المادية، وكان بناؤه

عملية جدلية ظهرت في صياغة المقادير والمفاهيم الفيزياوية، وفي الرابطة الجدلية بين طرق البحث التجريبي والنظري»[1]. وكان من نتيجة ذلك أن أصبحت الميكانيكا نموذجا للعلوم الطبيعية، بل وكافة العلوم، واعتبار الكون كله بكل مكوناته وعناصره وظواهره بأنه آلة ميكانيكية، مغلقة على ذاتها، من مادة واحدة متجانسة، تسير تلقائيا بواسطة عللها الداخلية وتبعا لقوانينها الخاصة في مسار صارم لا تحيد عنه، تضفي كل مرحلة من مراحلها إلى المرحلة التالية[2]، فهذه الرؤية الميكانيكية ترد كل تغير يطرأ على المادة إلى الحركة، ومن ثمّ فهي تفسر جميع العلاقات التي ترتبط بها الظواهر والأشياء تفسيرا يرتد إلى قوانين الحركة، وقوانين الحركة هي ذاتها قوانين الميكانيكا، فقد «كان برنامج هذه الميكانيكا هو تفسير الوحدة التامة والمتكاملة للعلم، عن طريق الحدود المكونة للعبارة التالية: الأنساق الميكانيكية المركبة من قوى متعددة والتي تحكمها قوانين الحركة عند **نيوتن**»[3].

إن معرفة المبادئ الميكانيكية هي التي تجعل تفسير الكون ممكنا، بمعنى إنه «ينبغي أن يتم تفسير العالم في كليته من حيث هو نسق أو منظومة ميكانيكية تتحرك بفعل تأثير مختلف القوى التي تستجيب لمستلزمات قوانين الحركة عند **نيوتن**»[4]، وعليه يمكن اعتبار الكون في جملته ليس إلا مجموعة من الظواهر التي يؤثر بعضها في بعض.

كما إن الإنجازات العظيمة لميكانيكا **نيوتن** ونجاحه الكبير في علم الفلك وفروع معرفية أخرى أسهم في ترسيخ الاعتقاد بالقدرة على تفسير جميع الظواهر الكونية بواسطة قوة بسيطة تفعل بين أجسام مادية. وقد بدا ذلك واضحاً في جميع الأبحاث العلمية وخاصة خلال القرنين التاليين لعصر **نيوتن**.

---

(1)- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء، الجزء الثاني، سلسلة الموسوعة الصغيرة، العدد 163، دائرة الشؤون الثقافية والنشر، بغداد، 1985، ص 12.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، بدون طبعة، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2001، ص 82.

(3)- آلان شالمرز، نظريات العلم، المرجع السابق، ص 85 – 86 .

(4)-المرجع نفسه، ص 96.

لقد نشأت هذه النظرة بفضل النجاح الذي حققته الفيزياء النيوتونية، التي أرجعت كل ظواهر الفيزيقا(*) على أنها مجرد صورة من صور الحركة تحكمها قوانين الميكانيكا، والتي اُشتقت بدورها من قوانين الحركة الثلاث، بحيث يمكن معرفة العلاقة بين موضع أي جسم وسرعته، أو معدل تغير السرعة في أي لحظة ما. مما يعني أنه يمكن إخضاع كل الأجسام والظواهر سواء المتناهية في الكبر أو المتناهية في الصغر إلى نفس تلك القوانين الكلية. وكان نتيجة ذلك كله اعتبار أن كل الحركات هي ميكانيكية، وكل الظواهر تفسر ميكانيكيا. وبالتالي فالطبيعة ليست إلا آلة تعمل بصورة ميكانيكية، ظواهر مستقبلها تنتج عن الماضي بصورة محتومة، وجراء ذلك «لم يكن الفلاسفة ولا علماء الفيزياء ولا حتى الأطباء ليترددوا في الاختيار: كل الطبيعة هي آلة والآلة هي الطبيعة»(1).

لقد أثبت التقدم العلمي في العصر الحديث أنه يمكن تفسير الكون كله ميكانيكيا والتعبير عن كل الحوادث الفيزيائية في الكون بمجموعة من القوانين الرياضية، فنجاحات تطبيق المنهج الرياضي في دراسة الظواهر الفيزيائية نشأ عنه الإيمان بأن حوادث الكون تخضع لنظام من العلاقات الرياضية التي تربط الحوادث وتتحكم في الظواهر وتمكّننا من التنبؤ، فـ«لما كان من الممكن التعبير عن القوانين الفيزيائية في صورة معادلات رياضية، فقد بَدَا كأن من الممكن تحويل الضرورة الفيزيائية إلى ضرورة رياضية»(2)، وهكذا «بَدَا القانون الرياضي أداة للتنبؤ، لا أداة للتنظيم فحسب»(3).

وساد بذلك نوع من الاطمئنان بيقين الفيزياء، وتحولت الطمأنينة شيئا فشيئا إلى اعتقاد

---

(*)- يُوضع مصطلحي **فيزيقا** و**فيزياء** كمترادفين عند اغلب الدارسين والباحثين، لكن هناك من يفرق بينهما: فيكون استخدام لفظ فيزيقا للدلالة على كل ما هو منتمي لوقائع الكون، وهذا هو علم الفيزياء، لكن انطولوجيا. واستخدام لفظ فيزياء، لما هو لعلم الفيزياء ذاته ، كدلالة ابستيمولوجية.

(1)- فرنسوا جاكوب، منطق العالم الحي، ترجمة علي حرب، بدون طبعة، مركز الإنماء العربي، بيروت، 1990، ص 43 .

(2)- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 98.

(3)-المرجع نفسه والمكان.

راسخ على أن الكون لا يمكن تصوره خارج حدود الفيزياء الميكانيكية – الرياضية، وقوانينها هي وحدها التي تمكننا من معرفته بدقة متناهية، إلى درجة أن أعتبر فلاسفة وعلماء ذلك العصر أن الكون آلة كبيرة تسير في عملها بانتظام الساعة وأن هذه الآلية الميكانيكية تنطبق على كل شيء بما في ذلك الإنسان نفسه(*).

لقد أصبحت إذن الآلية الميكانيكية تتحكم في صياغة القوانين العلمية، والفيزيائية على وجه التحديد، وتحكم أيضا نظرة الإنسان إلى الكون. فاعتبرت قوانين **نيوتن**، هي الأكثر ملائمة لتفسير الكون، فأُخذت على أنها صحيحة ونهائية ومطلقة في تفسير حركات أكبر الكواكب بنفس القدر من الصحة في تفسير حركات اصغر الأجسام. فاختزلت بذلك جميع أنواع الحركة في النوع الميكانيكي، و«رُجحت في كل مكان كفة تصور آلي يستبعد من الطبيعة كل ما يمكن أن يشابه عفوية حيوية»(1)، ذلك أن الطبيعة نظام قائم في ذاته، يعمل وفق سببية آلية لا مكان للغايات فيها.

وحتى يحكم التفسير الميكانيكي قبضته على كل الظواهر ويشمل الكون كله، تمّ افتراض الأثير كوسط يملأ كل فراغات الآلة الضخمة بشيء ما يصلح للتفسير الميكانيكي، ويفسر بدوره الظواهر التي تستعصي على الميكانيكا كالضوء والشعاع تفسيرا ميكانيكيا أيضا(2)، أي لكي «تكتمل الحتمية لابد من خضوع الكون كله للتفسير الآلي، فكان الأثير– هو وسط آلي– ينتقل فيه الضوء والموجات الكهرومغناطيسية، أي كل الظواهر غير الصلبة، لتفسر هي الأخرى تفسيرا آليا»(3).

---

(*)– النظرة الميكانيكية للعالم وجدت أساسا لها منذ فلسفة الذريين الإغريق الذي وصفوا المادة بكونها تجمع من عدد كبير من الذرات التي تتحرك بمحرك خارجي، وقد دعّم **ديكارت** هذه الرؤية بفلسفته التي بناها على الثنائية في النظرة إلى الكون فأصبحت هذه الرؤية هي المسيّرة للعلم بعد أن أسس عليها **نيوتن** قواعد الفيزياء الكلاسيكية، فأصبح الكون بالنسبة لـ**نيوتن** آلة كبيرة تسير وفق قوانين ثابتة.

(1)– إميل برهييه، المرجع السابق، ص 18.

(2)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 86.

(3)–المرجع نفسه، ص 338.

وما كاد القرن السابع عشر ينتهي حتى ساد الاعتقاد أن كل شيء في الكون منظم ومنسجم وفق قوانين ثابتة،كنتيجة لما حققته الفيزياء النيوتونية من تقدم ونجاح كبيرين في تفسير الظواهر الطبيعية والتنبؤ بها. وظلت قوانينها في الشكل الذي صاغها فيه **نيوتن**، هي السائدة في فهم الظواهر الطبيعية حتى مطلع القرن العشرين. مما يعني أن العلم الحديث أوجد تصوّرا جديدا للعالَمِ متسق التنظيم ومحسوب بدقة متناهية.

قام **نيوتن** إذن بوضع أسس العلم الحديث ووضع أسس الفيزياء الكلاسيكية، وبالصياغة الميكانيكية للعالم، التي اعتبرت الكون بكل أجزائه آلة ميكانيكية، وهذا التصور الميكانيكي هو ما عُدّا أنموج العلم الحديث، فكانت كل أجزاء الكون – بحسب هذا الأنموذج – تتأثر وتؤثر بعضها في بعض بقوى مختلفة، وتتحرك ضمن حركات معينة تحت تأثير هذه القوى. وبسبب قيام الفيزياء الكلاسيكية بحساب الحوادث الفيزيائية المختلفة – بدءًا من حركة الأجسام الصغيرة إلى حركة الأجسام السماوية بقوانين **نيوتن**، ما مكن من القدرة على التنبؤ بها وإخضاع كل الظواهر الكونية إلى سلسلة من العلاقات السببية – تأثر مفكرو القرنين الثامن عشر والتاسع عشر بذلك، وأصبح الميكانيك النيوتوني مثالاً يحتذى به في العلوم الأخرى، حتى أصبح من العرف تقليد علم الفيزياء (الميكانيك النيوتوني) في البحث عن قوانين عامة لتفسير كل الظواهر.

لقد درج العلماء بتأثير ذلك على تفسير كل الظواهر تفسيرا ميكانيكيا، وهذا ما جعل **لابلاس** (*P.S.Laplace*1749-1827) – وهو واحد من أشدّ الفيزيائيين إيمانا بقوة الميكانيك الكلاسيكي وصرامته – يعتبر أن قوانين الميكانيك كافية للتنبؤ بمسارات الكواكب والأجرام السماوية بدقة لا نهائية، ويحلل ذلك تفصيلا بقوله: «لو وُجد عقل فوق البشر يستطيع ملاحظة موقع كل ذرة وسرعتها، وحلّ جمع المعادلات الرياضية، لكان المستقبل كالماضي حاضرا بالنسبة إلى هذا العقل فوق البشري، ولأمكنه أن يحدد بدقة التفاصيل الدقيقة لكل حادث، سواء أكان يقع قبلنا أم بعدنا بآلاف السنين»[1]، وذلك لأن **نيوتن** علّمنا أن القانون

---

(1)- نقلا عن: ريشنباخ، المصدر السابق، ص 100 – 101.

العلمي ماهو إلا علاقة صورية بين الحالة الراهنة للعالم وبين حالته اللاحقة فورا، وكل القوانين التي أُشتقت منذ ذلك الوقت لم تكن شيئا غير هذا[1].

وكان من نتيجة اعتبار كل ما في الطبيعة – بما في ذلك الإنسان – يسير وفق قوانين لا يمكن الخروج عنها، أن تشكلت نظرية السببية الحتمية المطلقة التي فرضتها فيزياء **نيوتن** الكلاسيكية المبينة على فكرة أن الطبيعة تحكمها قوانين ثابتة، تجعل ما يحدث نتيجة حتمية لما سبقه، ومقدمة ضرورية لما بعده، مما جعل الآلية الميكانيكية تتجاوز مجال الفيزياء – وهو منبتها الأصلي – إلى معظم الفروع العلمية الأخرى، حيث أُدخل التفسير الحتمي في كافة مجالات الحياة وكافة فروع العلم.

لقد أيقن العلماء أن الآلية الميكانيكية هي التفسير الوحيد للطبيعة، فظهرت، جراء ذلك، صور أخرى من **الحتمية العلمية**[*] التي شملت العلوم الطبيعية، كالبيولوجيا، والعلوم الإنسانية والاجتماعية كعلم النفس وعلم الاجتماع والاقتصاد والتاريخ.. فمن الطبيعي أن النجاح الذي حققته الفيزياء الكلاسيكية «ولّد في النفوس رغبة في توسع نطاق هذا الأسلوب في الشرح بحيث يشمل جميع حقول المعرفة»[2].

**أ– التفسير الميكانيكي في البيولوجيا:** في البيولوجيا، مثلا، أصبحت ظواهر الحياة تفسر تفسيرا ميكانيكيا عن طريق إرجاعها إلى خواص المادة الفيزيائية الكيميائية[**]، فالوظيفة التي

---

(1)– هنري بوانكاري، المرجع السابق، ص 100.

(*)– نشير باختصار إلى نماذج منها في البيولوجيا وعلم النفس، ويقاس عليهما كل الفروع المعرفية الأخرى التي تأثرت بالتفسير الآلي الحتمي الميكانيكي.

(2)– روبرت .م. أغروس ، جورج .ن. ستانسيو، العلم في منظوره الجديد، مرجع سابق، ص 20.

(**)– كان – مثلا – الفيزيولوجي الفرنسي **كلود بيرنار** (*Claude Bernard* 1778 – 1813) من أشد المدافعين عن التفسير الحتمي في الظواهر الحية ، فهو يرى أنه «يجب التسليم كبديهية تجريبية أن شروط وجود كل ظاهرة هي محددة تحديدا مطلقا، سواء بالنسبة للأجسام الحية أو الأجسام الجامدة.. وإنكار هذه القضية لا يكون سوى إنكار للعلم ذاته.» انظر إلى: Claude Bernard : Introduction a l'étude de la medecine expérimentale , Garnier – Flammarion , Paris , 1966 , p 109

يقوم بها القلب في ضخ الدم إلى سائر أنحاء الجسم، لا تختلف عن الوظيفة التي تقوم بها المضخة. وان التفاعلات الكيمائية داخل المعدة أو أثناء التنفس، لا تختلف عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل المختبر. فالكائن الحي ليس أكثر من كونه مجرد آلة تترابط فيها الأجزاء ميكانيكيا وتشتغل آليا، وذلك لأن «النموذج الذي يسمح بوصف الجسم الحي على النحو الأفضل هو الآلة البخارية»[1]، مما يلزم معه أن فهم الأجهزة في كائن الحي، لا يتم إطلاقا بالانطلاق من الغايات، بل بإرجاع الظاهرة الحية إلى مجموعة آليات أو تحولات فيزيائية وكيميائية للوصول إلى صياغة القوانين، ذلك لأن التنظيم البيولوجي للعضوية الحية هو نظام ميكانيكي آلي، وأن العضو يقوم بوظيفته بشكل ألي ميكانيكي، لا تتدخل فيه إلا القوانين الفيزيائية وميكانيزمات التفاعلات الكيمائية، ومن ثمّ فإن «الجسم الحي ليس تجمع أو اصطفاف أعضاء تشتغل، بل هو مجموعة وظائف تستجيب كل واحدة منها إلى حاجات معينة، والأعضاء لا يتعلق بعضها ببعض فحسب، بل إن وجودها وتنظيمها ينتجان عن ضرورات تفرضها قوانين الطبيعة التي تحكم المادة وتحولاتها»[2]، ومعنى ذلك أنه لا تخرج قوانين العضوية عن قوانين الميكانيك، ويصبح من المسلّم به رد علم الأحياء إلى حدود العلوم الفيزيائية – الكيميائية، لأن الجسم المتعضي في النهاية ليس إلا آلة من نموذج فيزيائي كيمياوي، وظائفه وقوانين تشكّله تشبه إلى حد بعيد القوانين التي تستند إليها الآلات.

وهكذا أصبحنا نتحدث عما يسمى ميكانيكا الأحياء التي تضع تطابقا بين الكائن العضوي الحي وبين أية آلة ميكانيكية أخرى، لأن تحليل الظاهرة الحية لا يكشف سوى أن الحياة مجرد تبادلات كيميائية وتغيرات فيزيائية. وهذا ما يسوّغ القول إن الكائن الحي مجرد أعضاء، لها وظائف محددة كأنها أجزاء من آلة مصممة لأداء وظيفة ما.

ومن المعلوم أن هذا التصور الآلي للكائن الحي بدأ مع **ديكارت** الذي أسس للتفسير

---

(1)- فرنسوا جاكوب، منطق الكائن الحي، المرجع السابق، ص 50.

(2)-المرجع نفسه، ص 51.

الآلي للكائن الحي(*) – المناقض للتفسير الغائي– انطلاقا من اعتبار الكون وكأنه آلة والمادة فيه جامدة وخالية من الحياة، ويمكن تفسير كل شيء ميكانيكيا أو كآلية عمل الساعة، وهو تفسير وجد مناخه العلمي في القرنين السادس عشر والسابع عشر الميلاديين بسب هيمنة الفكر المادي وسيطرة التفسير الميكانيكي، وتدعم أكثر فأكثر بعد النجاحات التي حققتها الميكانيكا النيوتونية.

**ب – علم النفس والتفسير الميكانيكي:** وبالإضافة إلى ظواهر الحياة، فقد شمل التفسير الميكانيكي الظواهر والعمليات النفسية، حيث نجد الإيمان بالحتمية العلمية لدى معظم علماء النفس، كما يشتركون في الاعتقاد أن كل أنواع السلوك ترجع إلى أسباب ومنبهات، فيتيسر مبدئيا اكتشاف قوانين سببية تحكم السلوكين الإنساني والحيواني. وقد كان لآراء **ديكارت** في الفصل بين النفس والجسم تأثيرا هاما في علم النفس، فظلّ الاتجاه السائد في هذا العلم هوانه يجب أن يستمد طريقته من الفيزياء النيوتونية والآراء الديكارتية، ولا يتحقق ذلك إلا بإرساء قواعد علم النفس على منهج علمي تجريبي يستبعد كل معرفة قائمة على الاستبطان أو الشعور الذاتي ولا تقوم على الملاحظة الموضوعية.

لذلك قام علم النفس الكلاسيكي، ممثّلاً في المدرسة السلوكية على اعتماد التجربة التي تفترض وجود ملاحِظ معزول ووسائل ملاحظة محايدة غير متفاعلة مع الظاهرة المُلاحَظَة، ونجم عنها إرجاع السلوك الإنساني ككل إلى مجرد اشراطات منعكسة تعكس سببية حتمية لا سبيل إلى الإفلات منها، ومن هنا بدأت معالم علم النفس الميكانيكي تتحدد أكثر في الأفق؛ فبعد صياغة مفهوم الأفعال المنعكسة ومصطلحي المثير والاستجابة وبعد دراسة سلوك الحيوانات لإثبات العلاقة بين الجهاز العصبي والسلوك.. توالت التفسيرات المادية في علم النفس، فكانت النظرية السلوكية التي قدمها الأمريكي **واطسن** (*Watson* 1878 – 1958)، وهي «نظرية في المنهج العلمي في جوهرها، وتعرض منهجا يعتمد على إهمال دراسة الجوانب

---

(*)– إن مماثلة العضوية الحية بالآلة إنما يرجع جنيالوجياً إلى **أرسطو**؛ فهو الذي وجد في صنع آلات الحصار العسكري كالمجانيق إمكانية مماثلة حركات الحيوان بحركات ميكانيكية آلية.

النفسانية على اعتبار أنها أمر داخلي في النفس وإهمال الملاحظة الشخصية الداخلية ويدعو إلى دراسة السلوك الخارجي وحده واعتباره هو موضوع علم النفس. وأحد نتائج هذا الموقف إنكار وجود النفس. وقد انتهى إلى نفس هذه النتائج العالم الروسي **بافلوف** (1849 – 1936 *Pavlove*) الذي رأي أنه يتعين تفسير الوظائف النفسية العليا بأنها ردود أفعال محدودة أو مكبوحة»[1]، لقد أُعتبر السلوك الإنساني- جراء ذلك – مجرد حركة الجزيئات الفيزيائية التي يتكون منها الإنسان والتي تنتظم بشكل يوافق القوانين الطبيعية الشاملة.

أما **فرويد** (*S.Freud* 1856 - 1939)، مؤسس التحليل النفسي ومكتشف اللاشعور، فهو لم يخرج عن العُرف السائد في عصره المتأثر بالتفسير السببي الآلي والحتمي الميكانيكي[*]، فهو يعد واحد من أبرز ممثلي المذهب الميكانيكي الحتمي الكبار، والذي نقل مفهوم القوة من مجالها الفيزيائي إلى مجال علم النفس، معلنا «أن حياة الوعي ما هي إلا محصلة لعب ميكانيكي لعناصر ما تحت الوعي وأن هذه العناصر التي تحتفظ بديناميكية خاصة بها تتداخل معا في عُقَد وتميل إلى العودة إلى الظهور في الوعي لتوجه السلوك. وأما القوة الميزة للحياة النفسية والفاعلة فيها فأنها الليبيدو، وهو نوع من القوة الجنسية بأعم المعاني»[2]، أي أن أشكال السلوك البشري ناجمة ليس عن عمل القوى الشعورية الواعية، بل افترض وجود قوة أخرى متحكمة في السلوك الإنساني، وهذه القوة ليست إلا آليات لاشعورية وقوى غريزية، التي لا يمكن أن تُفهم إلا بمجموعة القوانين السببية.

وهكذا نخلص إلى نتيجة عامة وهي سيادة التصور الميكانيكي للطبيعة المادية منها والإنسانية، وان قوانين الميكانيك النيوتوني هي قوانين كونية شاملة، تحوّل جرائها الكون إلى آلة ميكانيكية تعمل ظواهرها طبقا لقانون فيزيائي، وارتبط بهذا التصور الميكانيكي لدى **نيوتن**

---

(1)- بوشنسكي. إ . م ، الفلسفة المعاصرة في أوربا، ترجمة عزت قرني، عالم المعرفة، العدد 165، 1992 ، ص 49.

(*)- وهنا تبدو مفارقة عجيبة، ففي هذا الوقت بدأ التفسير الميكانيكي الحتمي يتهاوى في الفيزياء، نراه يسود في علم النفس.

(2)-المرجع نفسه والمكان.

وكل من تأثر به بسيادة تصور العلية السببية، وبحسب ذلك ترتبط العلة والمعـــول ارتباطـــا ضروريا حتميا. وفي هذا التصور يظهر مصطلح جديد – تقريبا –لم يسبق تداوله من قبـــل بالمعنى الموضوع له، وهو مصطلح الحتمية الذي يجمع الظواهر في سلسلة من الشروط، حيث تكفي معرفة هذه الشروط في لحظة ما، لمعرفة كافة الظواهر وتحديدها في كل لحظـــة مـــن لحظات الزمان. وبالتالي يمكن القول إن العلية والحتمية غدت مـــن المفـــاهيم الأساســـية في النموذج الميكانيكي، وهي محور دراستنا في المبحث القادم.

❋❋❋❋

## المبحث الثالث: دراسة تحليلية للمفاهيم الأساسية للنموذج الميكانيكي (العلية والحتمية)

انتهينا إلى إن النظرة الميكانيكية للكون قد أدت إلى بلورة الاعتقاد أن الكون لا يمكن تصوره دون علة خارجة عنه، وأن قوانين الطبيعة هي وحدها المتحكمة في المادة وتشكيلها وصيرورتها، وأن هناك انتظاما في الطبيعة يؤلف بين الحوادث ويربط النتائج بالأسباب، فتصبح ظواهر الطبيعة سلسلة من الوقائع التي يجر بعضها بعضا، ومن هذا المنظور تكون قوانين العلية والحتمية هي التفسير الوحيد لكل تعليل نعتقد فيه الصواب. ولذلك شكلت العلية والحتمية الدعامة التي قام عليها التصور الميكانيكي للطبيعة، فهما يعتبران من المفاهيم الأساسية عند الفلاسفة والعلماء على السواء، وهما أيضا مبحثان رئيسيان في دراسة العالم الطبيعي، وفي مجال مناهج البحث العلمي وفلسفة العلوم، وهما بمثابة مصادرة عقلية أولية تعتبر كمنطلق للبحث التجريبي.

### I – مبدأ العلية:

قبل تحديد مفهوم العلية، نشير إلى إن لفظ علة يستخدم كمرادف للسبب، غير أنهما في الحقيقة مختلفان، «فيراد بالعلة المؤثر، وبالسبب ما يفضي إلى الشيء في الجملة أو ما يكون باعثا عليه»[1]، ومن هذا المنطلق يمكن التمييز بينهما من وجهين: «الأول أن السبب ما يحصل الشيء عنده لا به، والعلة ما يحصل به. والثاني أن المعلول ينشأ من علته بلا واسطة بينهما ولا شرط، على حين أن السبب يفضي إلى الشيء بواسطة أو وسائط. ولذلك يتراخى الحكم عنه حتى توجد الشرائط وتنتفي الموانع. أما العلة فلا يتراخى الحكم عنها، إذ لا شرط لها[*]، بل متى وجدت أوجبت وجود المعلول. ومعنى ذلك أن السبب أعم من العلة، لأن كل علة

---

(1)– جميل صليبا، المعجم الفلسفي ، المجلد الثاني، بدون طبعة، دار الكتاب اللبناني، بيروت ، 1982، ص 96.

(*)– وهذا هو نفسه تعريف الفقهاء والأصوليين للعلة، لذلك لم نورد في المتن تعريف هؤلاء لها.

سبب»[1]. إن هذا التمييز بين العلة والسبب وضعه المنظرين، والقلّة هم من يفرق بينهما، لأن السواد الأعظم من المفكرين والفلاسفة يستخدم اللفظين بنفس المعنى. ونحن هنا لن نخرج عن العرف السائد، وسنرادف بين المعنيين، مستخدمين لفظ علة تارة ولفظ سبب تارة أخرى لدلالة على المعنى ذاته.

إذن، يعتبر مفهوم العلية من بين أحد أهم المفاهيم والمبادئ الفلسفية والعلمية والمنطقية التي يقوم عليها العلم الطبيعي التجريبي الحديث، كما انه المفهوم المحوري الذي قام النموذج الميكانيكي للطبيعة. وقد لعب هذا المفهوم دورا بارزا في الفكر الغربي، إلى درجة أن العقل الغربي كان يتشكل وفقا للمنظور المتغير له عبر التاريخ. وهذا المفهوم ليس جديدا في الفكر العلمي أو الفلسفي، وإنما عرفه الفكر منذ القدم، فهو قديم قدم الخبرة والمعرفة الإنسانيتين، والدليل على ذلك التاريخ الطويل لمشكلة العلية. وقد درج أغلب الفلاسفة على تناول هذا المفهوم وإن كان بدرجات متفاوتة من الإيمان به في مناهج البحث العلمي. فإذا تجاهلنا المرحلة ما قبل الإغريق في التأريخ للسببية، فإنه يمكن القول أن السببية ارتبطت بالتفسير منذ عهد **أرسطو**[*] إلى القرن التاسع عشر، على اعتبار أن معظم العلماء والفلاسفة يؤمنون بأن وظيفة المعرفة هي الكشف عن الأسباب والعلل المترابطة لظواهر الوجود.

## 1 – مفهوم العلية:

### 1 – أ – المفهوم اللغوي:

العلة في اللغة هي ما يؤثر في غيره، أي هي «اسم لعارض يتغير به وصف المحل بحلوله لاعن اختيار، ومنه سمي المرض علة، لأنه بحلوله يتغير حال الشخص من القوة إلى

---

(1)– السيد نفادي، السببية في العلم، المرجع السابق، ص 30 – 31.

(*)– يعتبر **أرسطو** من الأوائل الذين بحثوا في السببية، لكن ذلك لا يمنع بوجود اعتقاد أن فكرة السببية تعود إلى بداية الفكر البشري؛ فالإنسان البدائي وإن لم يفكر بشكل معقد، إلا أنه كان يبني ممارسته الحياتية على هذا القانون سواء شعر بذلك أم لم يشعر.

الضعف»[1]، والعلّي هو المنسوب إلى العلة ويرادفه السببي، وهو ما يتعلق بالعلة أو يدخل في تركيبها. والعلية ترادف السببية، وهي كون الشيء علة، وتطلق على العلاقة بين العلة والمعلول[2]، والعلة الأداة مصطلح مدرسي يراد به ما هو شرط لإحداث العلة الفاعلة كالقلم الذي يكتب به وكاليد التي هي أداة التنفيذ للإرادة العاقلة. وهو قليل الاستعمال اليوم[3]. والعلة لذاتها، هي أيضا تعبير مدرسي يراد به ما لا علة له، ويطلق على ما تكون طبيعته أو ماهيته متضمنة وجوده، فالله علة وجود ذاته وهو واجب الوجود عند ابن سينا[4].

هذا عن لفظ العلة، أما مرادفه السبب فيعني الوصلة إلى الشيء، ولذا سمي الحبل سببا، وهو ما يتوصل به إلى المقصود، والجمع أسباب، فأسباب السماء نواصيها وأبوابها[5].

وكلمة علة في اليونانية مشتقة من اللفظ (**ايتيا αιτια**) تدل أولا على الاتهام والخصومة والإدانة، بل وعلى ارتكاب الإثم والجريمة. ومنها الصفة (**ايتيوس αιτιος** ) التي تدل على المسؤول. وفي اللاتينية الكلمة(**Causa**) تدل على السبب إلى ما يُحْدث شيئا، وعلى المحاكمة والدفاع في القضاء[6].

## 1 – ب – المعنى الاصطلاحي:

أما العلة في الاصطلاح فيعرفها لالاند بأنها: «إحدى المبادئ العقلانية، وهي متلازمة دائما مع كلمة معلول، فلا يحدث شيء بلا علة أو على الأقل بلا سبب محدد، أي بلا شيء

---

(1)- المرجع السابق، 95.

(2)-المرجع نفسه، ص 98.

(3)- مجمع اللغة العربية، المعجم الفلسفي، تصدير إبراهيم مذكور، بدون طبعة، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، القاهرة، 1983، ص 123.

(4)-المرجع نفسه والمكان.

(5)- السيد نفادي، السببية في العلم، المرجع السابق، ص 27.

(6)- عبد الرحمن بدوي، مدخل جديد إلى الفلسفة، الطبعة الأولى، وكالة المطبوعات، الكويت، 1975، ص 108.

ما يمكنه الإفادة في تعليل قبلي لسبب وجود هذا الشيء بدلا من عدمه، ولماذا هو على هـــذا النحو وليس على نحو آخر مختلف تماما»[1]. وبشكل عام يمكن القول عنها أنها: «ما يتوقف عليه وجود الشيء ويكون خارجا ومؤثرا فيه»[2]، أي أن مفهوم السببية يرتبط بعلاقة خاصة بين النتيجة والمقدمات، فتكون النتيجة مستغرقة في المقدمات، فمن معرفتنا النتيجـــة نـــدرك طبيعة المقدمات التي نتجت عنها. وبذلك تكون السببية الرابطة الضرورية[*] للحـــوادث في سلسلة زمنية، بحيث كل ما يقع في الطبيعة يمكن تفكيكه إلى حوادث يمكن جمعها أزواجـــا أزواجا، وتكون حادثتا كل زوج من الحوادث مرتبطتين إحداهما بالأخرى برابطة الـــسبب والنتيجة.

إن الفلاسفة والعلماء- في واقع الأمر- لا يتفقون على معنى محدد لها، أو تعريف واضح محل اتفاق، بل نجد - على العكس من ذلك - أن لكل واحدا من هؤلاء تعريفه الخاص للعلية أو السببية، إلى درجة يمكن معها تحديد اتجاه أو مذهب الفيلسوف أو العالم من خلال تعريفه الخاص لها. وبالجملة يتعذر إيجاد تعريف واحد جامعا مانعا لمفهوم السببية، فهذا المفهوم يحتل حيزاً كبيراً من النقاشات الفلسفية والعلمية. لكننا بشكل عام يمكن أن نقول عن هذا المبـــدأ، إنه من مبادئ العقل والفلسفة والعلم على حد سواء، وهو أقدم مبدأ عرفه الإنسان في دراسة لما يحيط به من ظواهر، والذي يقضي بان الظواهر لا تحدث من تلقاء نفسها أي دون أسباب أوجدتها، بل إن الظواهر لابد لها من حوادث تسبقها في الحدوث نسميها سببا أو علـــة، ولا بد لها من ظواهر لاحقة تلزم عنها نسميها بالناتج أو المعلولات، فالسببية إذن مبدأ مبني على فكرة التتابع الزمني. ويمكن تقسيم مبدأ السببية إلى صيغتين أساسيتين، هما:

---

(1)- لالاند، الموسوعة الفلسفية، ترجمة خليل احمد خليل، عويدات للنشر والطباعة، بيروت، لبنان، 2008، ص 154 – 155.

(2)- جميل صليبا ، المرجع السابق، ص 95 .

(*)- وسنرى أن فكرة الضرورة كعلاقة سببية قد عرفت اعنف هجوم من قبل **الغزالي** أولا ثم **هيوم** ثانيا.

**الصيغة الفلسفية**(*):

وهو الذي ينص على أن لكل معلول علة، فما من حادث يحدث إلا وله علة هي سبب حدوثه.

**الصيغة العلمية ( القانونية ):**

إن جميع قوانين في الطبيعة التي تقوم على السببية تأخذ شكل الصيغة التالية: (أ) (ب) حادثان: [حدوث أ ← حدوث ب]. ويمكن أن نشرح ذلك بافتراض أن (أ) هي درجة الحرارة و(ب) هي تمدد المعدن؛ حيث إذا حدث ارتفاع في درجة الحرارة المعبر عنه بـ(أ) فسوف يحدث تمدد في المعدن المعبر عنه بـ(ب). وهذه هي الصيغة العامة لمبدإ السببية.

ويمكن أن يكون لهذا المبدأ صيغة خاصة تكون ضمن نظام معرفي معين كالسببية في الفيزياء، التي تكون هي بدورها ضمن نظام فيزيائي معين؛ فالسببية في الفيزياء الكلاسيكية قد تختلف عما هي عليه في الفيزياء المعاصرة، ذلك أن السببية في الفيزياء الكلاسيكية، التي من نتائجها تحقيق القدرة على التنبؤ، تجد تفسيرها الجاهز في مجال الحركات أو الظواهر الكبيرة، بينما في مجال الظواهر الصغرى فإن الاحتمال والإحصاء هما بديل السببية الحتمية.

وكما أسلفنا، فإن مفهوم السببية قد احتل مساحات كبيرة من الفكر الإنساني، حتى غدا مبحثا أساسيا من مباحث الفلسفة، خصص له الفلاسفة فصول وكتابات كثيرة في أبحاثهم، ودرج الفلاسفة على تناوله إما تأييدا أو تفنيدا أو تصحيحا. وسنتابع تطور هذا المفهوم من منظور الفلسفة ومنظور العلم، مقتصرين من المنظور الفلسفي على الفكر اليوناني والوسيط والحديث، بينما الفكر المعاصر قد انقلب إلى حد ما على مفهوم العلية والحتمية. ومن المنظور العلمي سنتناول مبدأ العلية في العصر الحديث في ميدان الفلك والفيزياء.

## 2- تطور مفهوم العلية:

---

(*)-جل الفلسفات القديمة، وبتأثير المنطق الأرسطي، قد افترضت أن الارتباط بين العلة والمعلول أي بين السبب والنتيجة إنما هو ضرب من علاقة منطقية بين مقدم وتال.

## 2 -1 العلية في الفلسفة:

### 2- 1 – أ – العلية في الفلسفة القديمة ( أرسطو):

لن نضيف جديدا إذا قلنا أن **أرسطو** هو الواضع الأول لنظرية متكاملة عن فكرة السببية، انطلاقا من كون العلم عنده هو معرفة العلل والأسباب، لذلك نجده يعرف الفلسفة، وهي العلم النظري، بأنها البحث في الأسباب القصوى والمبادئ الأولى. والسبب عند **أرسطو** «يقال على وجه واحد، ما عنه يكون الشيء، وهو فيه. ومثال ذلك النحاس لتمثال الإنسان. ويقال على وجه أخر، الصورة أو التمثال... ويقال أيضا الشيء الذي فيه (المبدأ الأول) للتغير.. ويقال أيضا على معنى الغاية المقصودة، وهذا هو ما من أجله»[1]، لذلك يقسم **أرسطو** العلل إلى أربعة أنواع[2]:

**العلة الفاعلة**: وهي ما تكون مؤثرة في المعلول موجدة له، كالنجار صانع الكرسي، والعلة الفاعلة هي المرادف الحديث لمفهوم السببية.

**العلة المادية**: وهي التي لا يلزم عن وجودها بالفعل وحدها حصول الشيء بالفعل، بل ربما كان بالقوة، كالخشب بالنسبة إلى الكرسي.

**العلة الصورية**: وهي التي يجب عن وجودها بالفعل وجود المعلول لها بالفعل، وفي مثالنا السابق هي الهيئة التي يكون عليها الكرسي.

**العلة الغائية**: وهي التي يكون وجود الشيء لأجلها، كالجلوس بالنسبة إلى الكرسي. فالغاية هي المبدأ الذي تتحرك الأشياء بمقتضاه نحو تمام صورها، التي هي وجودها بالفعل، وكل ما في الطبيعة يخضع لغاية واحدة أسمى.

وبشكل عام، فإن **أرسطو** يعرف السبب بأنه: «المصدر الأول للتغير أو البالغ النهاية.. وعلى العموم ما يصنع ماهو مصنوع، وما يعلل التغير لماهو متغير»[3]. وقد ظلت هذه النظرية

---

(1)- السيد نفادي، المرجع السابق، 32.

(2)- جميل صليبا، المرجع السابق، ص 96.

(3)- السيد نفادي، المرجع السابق، ص 33.

سائدة وقدر لها نجاح كبير في العصور الوسطى، ومنها أُخذت العلة الأولى أو علة العلل التي تطلق على الله تعالى[1].

❋❋❋❋

## 2 – 1 – ب – العلية في فلسفة العصور الوسطى ( عند مفكري الإسلام ):

إن أغلب مفكري الإسلام كـ**الكندي** و**الفارابي** و**ابن سينا** و**إخوان الصفا** يفضلون استعمال لفظ العلة على لفظ السبب، ولا يشذُّ عنهم إلا **ابن رشد**. أما **الغزالي** والمتكلمين فيفضلون استعمال لفظ السبب لدلالة على العلة. ولقد حدثت حوارات كثيرة بين هؤلاء حول السببية، ولعل أشهرها الحوار بين **الغزالي** و**ابن رشد**.

*– **أبو حامد الغزالي** (1059م – 1111م):

يعتبر موقف **الغزالي** من مبدإ السببية رد فعل لما كان عليه بعض فلاسفة الإسلام، الذين ذهبوا إلى القول أن العلاقة بين السبب والمسبب علاقة حتمية ضرورية وأنه من الاستحالة نقض هذه العلاقة، وذهبوا إلى أن الأسباب تفعل في مسبباتها بذواتها، منكرين حدوث خوارق العادات أو وقوع المعجزات.

يرى **الغزالي**، أن الاقتران بين ما يعتقد في العادة سببا وما يعتقد مسببا ليس ضروريا، فلا في إثبات أحدهما متضمن لإثبات الآخر ولا نفيه متضمن لنفي الآخر، وليس ضرورة وجود أحدهما وجود الآخر ولا من ضرورة عدم أحدهما عدم الآخر، مثل الشبع والأكل، والاحتراق ولقاء النار، والنور وطلوع الشمس... فذلك مجرد اقتران زمني باستمرار العادة بها، ومرة بعد مرة يرسخ في أذهاننا جريانها وفق العادة الماضية ترسخا لا تنفك عنه[2]، لذلك ينكر **الغزالي** السببية الطبيعية وفكرة الارتباط الضروري بين الأسباب والمسببات لتنافيها مع تعاليم الدين وتعارضها مع الإرادة الإلهية من حيث إمكانية وقوع المعجزات، أي وقوع حوادث بقدرة الله دون أسباب محددة تحدثها. فهذا الاقتران إنما هو لله خلقا ويرجع إلى قدرته

---

(1)– إبراهيم مصطفى إبراهيم، منطق الاستقراء «المنطق الحديث »، المرجع السابق، ص، 113 – 114.

(2)– هاني مندس، السببية عند ابن رشد، مجلة التراث العربي العدد: 74، السنة 19، جانفي، 1999، ص 108.

وإرادته، وإلى ما سبق من تقديره لخلقه الأشياء على التساوق (التسلسل أو التعاقب) لا لكونه ضروريا، وفي مقدور الله أن يخلق الشبع بدون الأكل، ويخلق الموت دون قطع الرقبة، أو يديم الحياة مع قطعها[1]، وبالتالي فأن العليّة التي نراها في الطبيعة ماهي إلا عليّة واهمة، فما يدعوه الفلاسفة السبب والمسبب ليس إلا عادة ناشئة عن التتابع أوالتتالي بين حدثين مختلفين، فالفلاسفة يعتقدون مثلا أن النار سبب احتراق القطن عند ملاقاة القطن بالنار، غير أن سبب الاحتراق الحقيقي هو الله.

وبالمجمل، فإن علاقة الاقتران بين الأسباب والمسببات في نظر **الغزالي** ليست علاقة ضرورية تنشأ عن طبائع الأشياء بل هي ناتجة عن فعل إرادة الله. وأن الحوادث التي تحصل من اقتران الأسباب والمسببات الطبيعية تأتي من واهب الوجود، ومن الممكن أي يحدث حادث بدون سبب، لأن الله غير ملزم بسياق سببي أو غير سببي في أفعاله الإرادية.

إذن، **الغزالي** ينكر علاقة السببية والضرورة ويضع بدلها الاقتران العائد إلى تقدير الله لخلقه الظواهر على التساوق أو على هذا الشكل أو ذاك، محولاَ بذلك السببية من علة فاعلة للأسباب في الموجودات إلى مجرد عادة الاقتران في تتالي الحدوث[2]. ونلاحظ هنا أن موقف **الغزالي** من السببية أنه لا يختلف كثيرا عن موقف **دافيد هيوم** منها[*]، وبالتالي فإن **الغزالي** قد سبق المحدثين في نقده لمبدإ السببية.

ولكن هل يستطيع **الغزالي** نفسه أن ينكر أنه مبدئيا لابد لكل فعل من فاعل؟ إن تصور الغزالي هذا من شأنه أن يفقد الفلسفة والعلم كل دعامة أو قيمة يقينية عملية، ويفضي إلى إنكار وجود القوانين الموضوعية والقول بالفوضى وعدم النظام والثبات، حيث لا يبقى أمام الإنسان في النهاية سوى الاستسلام العاجز لمشيئة الله، والتي صورها **الغزالي** أشبه ما تكون بالعبث منها بأي شيء آخر يدل على الحكمة. بينما من صفات الفاعل الخالق كما يرى **ابن**

---

(1)- السيد نفادي، المرجع السابق، ص 34.

(2)- المرجع السابق، ص 109.

(*)- سيأتي تفصيل موقف **هيوم** من السببية في ثنايا هذا المبحث.

**رشد** الثبات والحكمة لا العبث والتلاعب[1].

❋❋❋❋

** **أبو الوليد بن رشد** (1126م– 1198م):

أما **ابن رشـــد**، فيمكن القول عنه انه قلب المعادلة السائدة عن علماء الكـــلام، وهـــي الانطلاق من الصانع الفاعل، للبرهنة على الموضوع الفعل، ووجوب معرفة الصانع أولاً، أي استنباط المعلوم من المجهول. أما في نظره فإنه يجب الانطلاق من المصنوع للبرهنة على الصانع، واستنباط المجهول من المعلوم، ويعلن ذلك صراحة في قوله: «.. إن الموجودات إنما تدل على الصانع لمعرفة صنعتها، وانه كلما كانت المعرفة بصنعتها أتم كانت المعرفة بالصانع أتم... وأن الشرع قد أوجب النظر بالعقل في الموجودات واعتبارها وكان الاعتبار ليس شيئا أكثر مـــن استنباط المجهول من المعلوم»[2].

ويؤكد **ابن رشد** أن السبب الغائي هو سبب الأسباب، أو هو الله، والذي بفضل عنايته تنتظم حركة الظواهر وتتواصل باستمرار[3]. يقول **ابن رشد**: «الموجودات قد تفعل بعـــضها بعضاً ومن بعض وإنها ليست مكتفية بنفسها في هذا الفعل بل بفعل من خارج، فعله شرط في فعلها، بل في وجودها فضلاً عن فعلها»[4]، ويبدو هنا **ابن رشد** متأثرا برأي **أرسطو** في العلـــة الغائية، إذ إن كل الموجودات والمخلوقات وفقاً لمفهوم العلة الغائية تستهدف غايـــة ســـابقة عليها، أي أن مبدأ أو أصل الموجودات يقع خارجها، وعلى الموجودات أن تسعى للوصـــول إليه لكي تتم تفسيرها تبعاً له.

ويرى **ابن رشد**، أن العلاقة السببية في الواقع تعبير عن ارتباط ضروري واقعي، فيقول: «مهما اختلفنا في تسمية المعلول سواء أسميناه مادة أو شرطاً أو صورة أو صـــفة، فإننـــا لا

---

(1)-المرجع نفسه، ص 110.

(2)- ابن رشد، فصل المقال، بدون طبعة، الشركة الوطنية للنشر والتوزيع، الجزائر، 1982، ص 24 – 25.

(3)- هاني مندس، المرجع السابق، 105.

(4)- نقلا عن المرجع نفسه والمكان.

نستطيع إنكار علاقته الضرورية بالعلة»[1]. ومهما يكن فإن العلة لا تكون مجردة ولا المعلول كذلك؛ فإذا ما اعترضت بعض الظروف سبيل العلة فمنعتها أن تنتج نفس المعلول، فينبغي أن تؤخذ هذه الظروف بعين الاعتبار، لكن ذلك لا يعني أن تسلب النار صفة الاحتراق في حال بروز ظروف معيقة لعمل العلّة أي النار، أو انتفاء القول بأن نفس العلّة تعطينا دائماً نفس المعلول، فالقول برفع الأسباب معناه رفع العقل، أي أن نفي السببية يعني نفي للعقل وللعلم على حد سواء.

إن **ابن رشد** لا يفصل بين العليّة والضرورة، من حيث إن العليّة هي مجموعة العناصر والعمليات المتداخلة التي تؤدي إلى المعلول / النتيجة، في حين أن الضرورة تنبع من الجوهر الداخلي للظواهر، وتعبر عن اتجاهها وانتظامها وتتابعها، فالضرورة تتضمن العليّة لكنها ليست هي، لأن العليّة هي في التعريف خيط في شبكة الضرورة، فالخلط بين العليّة والضرورة يؤدي إلى إنكار الصدفة[*]؛ فالصدفة أو المعجزة برأيه إذ وجدت فإنها تشير إلى وجود نقص في معرفتنا عن الأشياء والظواهر، مثل هذا القول يصح فقط عند الحديث عن العلاقة المباشرة بين العلة والمعلول، حيث لا مجال للصدفة ولا وجود لمعلول بدون علة. إن الصدفة لا تكون في مجال العلة والمعلول، بل في مجال الضرورة، حيث تعبر الضرورة عن نفسها بواسطة الصدفة عن طريق التقاء حتميتين في نقطة معينة.

❋❋❋❋

## 2 – 1 – جـ – العلية في فلسفة العصر الحديث (دافيد هيوم ):

يتناول **دافيد هيوم** (1711م – 1776م *D.Hume*) مبدأ العلية تناولا نقديا[**]؛ وهو وإن لم يرفض مبدأ العلية أو ينكر أن لكل حادث سبب، إلا انه يقوّض هذا المبدأ عند الفلاسفة

---

(1)- نقلا عن المرجع نفسه، ص 109.

(*)- ويتشابه رأي **ابن رشد** في هذا المجال مع رأي **سبينوزا**.

(**)- لا يُفهم من نقد **هيوم** للسببية انه يستبعدها تماما، وإنما هو ينكر فكرة الضرورة في علاقة السببية، بعكس ما ذهب إليه بعض المحدثين من رفض السببية بالمطلق ، كما فعل **برتراند رسل**.

العقليين ويرفض تفسيرهم له؛ فالفلاسفة قبل **هيوم** من أصحاب الاتجاه العقلي يتصورون العلية على أنه مبدأ فطري أو قبلي، يقترب في مكانته قوانين الفكر الأرسطية الثلاث، وأنه مستقل عن الخبرة ولا هو مشتقا منها. كما أنهم يعتقدون أنه مبدأ قائم في العقل، وهو ضروري، وضرورته تمنع إنكاره أو تصور نقيضه، وأن للإنسان استعداد فطري للإيمان به. أما **هيوم** فيرى أنه لا توجد حقائق ضرورية أو مبادئ أولية، فانطلاقا من نظريته في المعرفة يميز بين نوعين من الدراسة: البحث في العلاقات الضرورية بين الأفكار، والبحث في أمور الواقع. ففي الدراسة الأولى نصل إلى نتائج ذات يقين قاطع كما هو الشأن في العلوم الرياضية من جبر وحساب وهندسة. فالعدد (3) مكرر خمس مرات يعادل العدد (15)، فهذه قضية تعبر عن علاقة ضرورية بين عددين، والقضايا من هذا القبيل نصل إليها بإعمال الفكر دون الحاجة إلى الاستناد إلى الوجود الخارجي، ولذلك تحتفظ الحقائق في الهندسة الاقليدية، مثلا، بيقينها حتى وان لم يوجد في العالم الخارجي مثلثات ودوائر.. ومن ثم نستطيع مثلا أن نبرهن في أي زمان ومكان على أن مجموع زوايا المثلث يساوي قائمتين. أما البحث في أمور الواقع فالأمر مختلف، ذلك أنها تقف على طرفي الترجيح، فلا نستطيع مثلا أن نبرهن عقليا أو تجريبيا على أن (الشمس تشرق غدا)، أو أن (الشمس لن تشرق غدا)، فالقضيتان لهما نفس الدرجة من الترجيح. ورغم ذلك فإننا نسلم بشروق الشمس غدا اعتمادا على الاقتران المطرد للحوادث المستمد من الخبرة الحسية، حيث «نعلم علم اليقين أن الشمس ستطلع غدا، وصحيح أن يقيننا هذا من طبيعة مختلفة ليقين الرياضيات، ولكنه أتم هو الآخر في جنسه»[1]، فمبدأ السببية ليس عقليا ولا فطريا، بل إن مصدره الحقيقي هو الخبرة الإنسانية أي العادة والانطباع الحسي الذي نحصل عليه من العالم الخارجي.

إن الضرورة المنطقية بين العلة والمعلول برأي **هيوم** معدومة في القضايا الاستقرائية

---

(1)- إميل برهييه ، تاريخ الفلسفة – الجزء الخامس: القرن الثامن عشر، ترجمة جورج طرابيشي، الطبعة الثالثة، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، بدون تاريخ، ص 119.

الطبيعية(*)، لكنها موجودة فقط في القضايا الرياضية، ولذلك فأن الارتباط السببي بين الظواهر الطبيعية ارتباطا محسوسا وليس ارتباطا معقولا، بحيث إنه « عندما يكون موضوعين مقترنين باطراد في التجربة، فإننا في الواقع نستدل على احدهما من الآخر، وعندما نقول (نستدل) يعني أن إدراكنا لأحدهما يجعلنا نتوقع الأخر»(1). وبالتالي فالعلية هي إذن ما يمكننا من أن يستدل إلى شيء ما أو حادثة ما من شيء آخر أو حادثة أخرى، يقول **هيوم**: «إنها العلية فقط التي تولد مثل هذا الارتباط، بحيث تزودنا بتأكيد من وجود أو فعل موضوع، على أنه يتبع أو يسبق بوجود آخر أو فعل آخر»(2)، وبالتالي «جميع التعليلات التي من هذا النوع تتأسس على علاقة السبب والأثر، بينما إدراك العلاقة بين هذه الأسباب والمسببات لا تكشف بالعقل بل بالخبرة»(3). ولتوضيح ذلك فإنه يعطي المثال التالي: «عندما اقذف قطعة من الخشب في النار، فإن ذهني يميل مباشرة إلى أنها تضرم النار ولا تطفئها. وانتقال الفكر هذا من السبب إلى المسبب لا يصدر عن العقل، بل يستمد أصله بالكامل من التعود والخبرة»(4). وهنا يؤكد **هيوم**، أن علاقات العلية لا يمكن استنتاجها عقليا، ولا عدم الإمكان الاستدلال عليها تجريبيا، كما تعجز الخبرة الحسية عن إثباتها. ذلك لأن كل معلوماتنا عن العالم الخارجي التي نستمدها من التجربة والخبرة الحسية، تنشأ من الانطباعات التي نتلقاها من العالم الخارجي. وإذا فحصنا انطباعاتنا عن العالم الخارجي لا نجد فيها انطباعا عن العلية بالمعنى الذي يشير إلى ضرورة الارتباط بين الحادثتين. وإذا بحثنا في العالم الخارجي عما نسميه أسبابا لا نجد في أي الحالات ما يكشف لنا عن رابطة ضرورية بين السبب ومسببه، بحيث لا نجد

---

(*)- يرفض **هيوم** السببية المنطقية ويؤكد على السببية الميكانيكية والطبيعية، وهو بذلك يهدم تصور **سبينوزا** للضرورة السببية الموروثة عن انطولوجيا العصور الوسطى.

(1)- برتراند رسل، تاريخ الفلسفة الغربية: الفلسفة الحديثة، المصدر السابق، ص 259 – 260.

(2)- نقلا عن برتراند رسل، نفس المرجع، ص 258.

(3)- دافيد هيوم، مبحث في الفاهمة البشرية، ترجمة موسى وهبة، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2008، ص 52.

(4)- المصدر نفسه، ص 84.

أبدا صفة تنطبع بها حواسنا، وتكون هي الصفة التي تربط المعلول بعلته ربطا يجعل من ذلك المعلول نتيجة حتمية لعلته، وأن كل ما نراه في العالم الخارجي أن النتيجة تتبع سببها فعلا[1].

إن ما يصل إليه **هيوم** هو أنه لا سبيل إلى إثبات علاقة العلية لا عقليا ولا تجريبيا. وهو الأمر الذي يجعله يفسر هذه العلاقة تفسير نفسي ذاتي معتبرا أن هذه العلاقة قائمة في الذهن على أساس التعاقب والاقتران وتداعي الأفكار. فـ**هيوم** لما «لم يجد في انطباعات الحس ما تكون فكرة العلية نسخة منه، افترض انطباعا آخر لكي يفسر على أساسه انطباع فكرة العلية في ذهننا، وهذا الانطباع الآخر قد افترضه هيوم من انطباعات الأفكار لا من انطباعات الحس، إذ إن تكرار اقتران الحادثتين في الخبرة الحسية يثير في الذهن انطباعا معينا، وهو تهيؤ الذهن واستعداده لكي ينتقل من إدراك إحدى الحادثتين إلى الأخرى، وفكرة العلية هي نسخة من هذا الانطباع»[2]. إذن **هيوم** يعتبر علاقة العلية مجرد عادة تنشأ من تكرار اقتران حادثتين في الخبرة الحسية للإنسان، تجعل الفكر يترع إلى الانتقال من إحداهما إلى الأخرى. ذلك لأن هناك ترافق دائم بين شيئين – مثال الحرارة والشعلة – أما يُعيننا على أن نتوقع الواحد عند ظهور الآخر هو التعود فحسب[3]. لذلك إذن فإن «التعود هو المرشد الأكبر للحياة البشرية. إنه المبدأ الوحيد الذي يجعل الخبرة نافعة لنا، وهو وحده الذي يجعلنا نتوقع في المستقبل سلسلة الحوادث المشابهة لتلك التي ظهرت في الماضي»[4].

إن ما يسمى سببا وما يسمى مسبباً، في الحقيقة كل منهما ظاهرة منفصلة عن الأخرى تمام الانفصال، وانه لا توجد أية علاقة حقيقية بين الظاهرتين، كل ما هنالك أن الناس لاحظوا منذ القدم أن حدوث الظاهرة (أ) يعقبه دائما حدوث الظاهرة (ب) فربطوا الثانية بالأولى، بسبب اقترانها في الوجود زماناً ومكانا، ما يجعلنا ندرك أن شيئاً ما سبب لشيء آخر

---

(1)- محمد باقر الصدر، الأسس المنطقية للاستقراء، الطبعة الخامسة، دار التعارف للمطبوعات، بيروت، 1986، ص 106.

(2)-المرجع نفسه، ص 108.

(3)- دافيد هيوم، المصدر السابق، ص 71.

(4)- المصدر نفسه، ص 73.

هو قدرة الذهن على الربط بينهما وملاحظة أن الأول سبب أو مؤثر والثاني مسبب أو أثـــر، فأصبح الاعتقاد أن المتقدم دائما هو سبب اللاحق(*). لكن اطراد الحوادث بهذه الصيغة هو ما يولد هذا الربط وهذا الاعتقاد. وبحكم ذلك نستطيع «أن نستنتج في الشهادة معلولات راهنة من علتها الماضية، كما نستنتج في التوقع التي بنا تجربة راهنة المعلول الذي ستحدثه»(1)، ذلك إن الربط بين الظواهر في شكل علة ومعلول إنما هو مجرد خبرة مكتسبة من التجربة الحـــسية، حتى أصبحت عادة ذهنية، إن «علاقة العلية في أية حال من حالاتها، لا يوجد لدينا علم قبلي مستقل عن الخبرة الحسية بها، وإنما نعلم بها على أساس الخبرة والتجربة، فلو لم تكن العلة قد مرت بنا في خبرتنا مقترنة بالمعلول، ورأيناها لأول مرة، فلا يمكننا أن ندرك عقليا أنها علـــة لذلك المعلول الخاص»(2).

إن السببية – بهذا المعنى – ليست إلا انتظاماً معيناً لتسلسل ما، غير انه ليس من الممكن تقديم تبرير عقلي للسبب باعتباره قادراً على إحداث نتيجة ما، لأن السببية بـــذلك ســـوف تكون مجرد تتابع للأحداث، وليس في هذا التتابع أي ضرورة طبيعية أو منطقية، فعندما تحدث حالات متشابهة يكون فيها ترافق ثابت بين الأحداث وبحكم تكرار الحالات المتشابهة، يميـــل الذهن بفعل العادة، إلى توقع الحادث الذي يصاحبه في العادة، والى الاعتقاد بأنه سيوجد، هذا الاقتران الذي نشعر به في ذهننا، وهذا الانتقال المعتاد للمخيلة من شيء إلى الـــشيء الـــذي يصاحبه في العادة هو الانطباع الذي تشكلت منه فكرة الاقتران الضروري، لكن إذا تأملنـــا المسألة من جميع الجهات، فلن نرى أصلا لهذه الفكرة(3). إذن فحسب **هيـــوم**، أنه انطلاقاً من

---

(*)- لكن هنا «ينبغي الحذر من الخلط بين علاقة السببية وبين التوالي الزمني للظواهر التي تقابلنا في حياتنا اليومية، فمن المعروف دائما أن السبب يسبق النتيجة زمنيا ويستدعيها، ولكن هذا لا يعني أن كل ظاهرة سابقة تكون على صلة سببية مع الظاهرة اللاحقة، فالليل يسبق النهار ومع هذا فهو ليس سببا له» (السيد نفادي، المرجع السابق، ص 16 – 17.)

(1)- إميل برهييه، تاريخ الفلسفة – الجزء الخامس: القرن الثامن عشر، المرجع السابق، ص 119.

(2)- محمد باقر الصدر، المرجع السابق، ص 101.

(3)- دافيد هيوم، المصدر السابق ، ص 109.

حالة خاصة لموضوعين أحدهم سبب والآخر نتيجة لا نستطيع استخلاص فكرة السببية أو أية فكرة تعبّر عن ترابط ضروري أو عن قوة، ولكن بعد ملاحظة حالات مفردة متعددة يكون فيها موضوعان مترابطين دائماً، يمكن أن ندرك ترابطاً بينهما ونبدأ باستنتاج أحدهم من الآخر. إن أساس هذا الترابط هو تعدد الحالات المتشابهة. وهذا هو كل المعنى الذي من الممكن أن نحمله على فكرة الترابط الضروري المفترض وجودها في العلاقة السببية. فملاحظة هذا التشابه المتكرر يولد في أذهاننا انطباعاً جديداً بفكرة الضرورة.

إن فكرة الضرورة السببية ترتبط أساسا بفكرة الشرط(*) أي الشرط الضروري والكافي، والذي نقصد به أن الشيء إذا تحقق جعل تحقيق النتيجة ممكنا، أي أن النتيجة لا يمكن أن تتحقق دون أن يسبقها الشرط الذي هو سببها، بحيث لا يمكن التفكير في احد الحدين (النتيجة – الشرط) بمعزل عن الآخر، وهذه الطريقة التي يتبع بها المشروط الشرط هو ما يسمى بالسببية الميتافيزيقية[1].

وبالنسبة لـ**هيوم**: أن هذا الترابط أو الاقتران أو التداعي لا يخضع للشرط الضروري أو الكافي، بل لمبادئ وقوانين حصرها في ثلاثة: «التشابه والتجاور والسببية. وأن هذه الأربطة هي الوحيدة التي توّحد بين أفكارنا وتوّلد، في تفكرنا وفي حوارنا، التتابع الذي يحتل مكانا متفاوت الدرجة بين الناس»[2]. ويقصد **هيوم** بالاقتران، أن ظاهرة السبب وظاهرة المسبب قد ألف الناس اقترانها في الوجود معاً متعاقبين في نفس الزمان والمكان لأن «من أسباب متشابهة نتوقع مسببات متشابهة»[3]، وفي الحقيقة «تتأسس جميع الحجج المستمدة من الخبرة على

---

(*)- إن السبب ليس هو الشرط، لكن هو مجموع الشروط التي تشكل حالة ما، مثال ذلك الصيغة الشرطية التالية: «إذا اجتهد الطالب، فإنه سينجح»، فليس الاجتهاد هنا سبب النجاح، لكنه شرط للنجاح فقط، فقد يجتهد الطالب لكنه لا ينجح، كأن يصيبه مرض أو توتر عصبي أثناء الامتحان.. إلى غير ذلك من الأمور التي تحول دون نجاحه. (السيد نفادي: السببية في العلم، ص 63).

(1)- السيد نفادي، المرجع السابق، ص 61.

(2)- دافيد هيوم ، المصدر السابق، 79 – 80.

(3)- المصدر نفسه، ص 62.

التشابه الذي نكتشفه بين الأشياء الطبيعية، والذي يحملنا على توقع آثارا مشابهة لتلك التي وجدنا أنها تتلي مثل هذه الأشياء»[1]، فنحن مثلا نلاحظ أن شيء حدث بعده تكرار حدوث شيء آخر، حتى إن حضور الشيء الأول يجعلنا عن طريق تداعي المعاني دائما نفكر في حضور الشيء الثاني، فقد يرى الإنسان البرق، وهذه ظاهرة، ثم يسمع الرعد، وهذه ظاهرة أخرى قد جاءت عقب الظاهرة الأولى، فيحدث في نفسه ارتباط اقتراني بين الظاهرتين، ولكن لا يوجد دليل في العقل أو الواقع على ضرورة وجود الظاهرة الثانية دائما عقب وجود الظاهرة الأولى كما لا يوجد دليل على علاقة بين الظاهرتين. فعلاقة السببية بين الحوادث تنشأ بطريق المشاهدة البسيطة ثمّ تتطور مع المشاهدة المستمرّة ومع التكرار حتى تصل إلى الاعتقاد بوجود رابط قوي بين الحوادث. وبهذه تتكوّن عادة التواتر السببي، إذ تكفي عند ذلك أن يتلاحق شيئان مرّة واحدة، لنربط بينهما برابط سببي، بحيث نتوقّع النتيجة إذا وقع السبب، لا لأنّ التكرار هو الذي أعطى ذلك، بل لأنّ العادة أصبحت شيئاً طبيعياً عندنا، غير أننا «نلاحظ أن العادة ما كان لها أن تضطلع بهذا الدور لولا أن الظاهرات الخارجية تتيح لها فرصته؛ فالاعتقاد بالارتباط العلي ما كان ليتولد لولا إننا لا نجد في التجربة تكرارا لظاهرة مماثلة أو مشابهة»[2].

وبناءً على ماسبق فإنه لا يصح ولا يجوز بأي حال من الأحوال استقراء المستقبل انطلاقا من أحداث الحاضر أو الماضي، أي تعميم حالات خاصة وجزئية من الحاضر والماضي على المستقبل، لأننا في هذه الحالة ننطلق من وقائع كانت عبارة عن موضوعات للخبرة إلى نتيجة تعبر عن ما سوف يحدث، والحكم في هذه الحالة فاسد منطقيا حيث إن صدق القضايا الجزئية لا يلزم عنه صدق القضايا الكلية المتداخلة معها، ومن ثمّ فإن «الاستدلال العلّي ليس باستدلال على الإطلاق، فلا هو مسألة عقلية ولا هو مسألة معرفية، فنحن لم نجده فيما نلاحظه، بل فقط في ذهن الملاحظ. إن ملاحظة التسلسل المتكرر تولد في الذهن عادة، وهذه

---

(1)- المصدر نفسه والمكان.

(2)- إميل برهييه ، المرجع السابق، ص 122.

العادة تولد الشعور بضرورة الانتقال من حدث في الطبيعة إلى آخر»[1]، فالنتيجة الأساسية عند **هيوم** هي انه ليست هناك روابط سببية في العالم، بل هناك مجرد تكرارات للحوادث التي تثير بعض التوقعات المألوفة في الذهن فتُحدِث بذلك شعورا فينا بالحتمية التي نقحمها في عالمنا بغير أي سند عقلي أو تجريبي.

❋❋❋❋

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 295.

## 2- 2 – العلية في العلم:

إن العلم هو في حصيلته تجميع لقوانين يتمّ بها تفسير وقائع معينة من الطبيعة، وهذه القوانين هي الأساس المحكم من مبدإ السببية. ففي العلم اعتقاد أن الطبيعة لا تتصرف بانتظام وظواهرها لا تقع باطراد إلا بحالات السببية. وبذلك كانت الممارسة العلمية تتجه صوب البحث عن القوى التي تكمن خلف الطبيعة، والكشف عن العلاقات السببية التي تبرر تلك القوانين والتعميمات.

وعلى هذا كان مسعى العلماء في – الغالب – البحث عن الروابط السببية بين الظواهر أو مجموعة من الظواهر المعينة، لأن هناك اعتقاد راسخ بوجود علاقة بين الأسباب والمسببات، لولاه لكان العالم يبدو وكأنه فوضى. وبذلك تكون علاقة السببية هي إحدى المبادئ الأساسية التي يقوم عليها العلم.

إن العلماء في القرن السابع عشر تبنوا المماثلة التقليدية بين السبب والعلة؛ فالأسباب الآن هي العلل. غير أن العلل كانت هنا نوعا رياضيا، حيث كان يُنظر إلى العلاقة الرياضية لا إلى العامل الفيزيائي، على أنها علة كافية ومحتمة[1]. كما تخلى علماء هذا العصر على النظرية الأرسطية التي تقسم العلل إلى أربعة أنواع، وأصبح الاقتصار على واحدة تتضمن العلة الفاعلة والعلة الصورية.

ومن المعلوم أن تصور السببية يرتبط ارتباطا وثيقا بالنظرة العلمية السائدة للعالم، فالعلم الحديث تبنى النظرية الجسيمية أو الذرية للمادة التي قال بها الإغريق قديما؛ حيث إن العالم الطبيعي يتكون من جسيمات كبيرة وصلبة ومتحركة في الفضاء، ويعد كل جسيم كيانا فيزيائيا غير قابل للانقسام هندسيا، لأنه يشكل حجما وشكلا معينين ومتحيز في مكان محدد، ولا يمكن لجسمين اثنين أن يشغلا نفس المكان، ففي كل لحظة من لحظات الزمان يكون له حيز خاص لا يشاركه فيه جسم آخر، مما يُعيننا على تعيين موقعه. ويمكن لأي جسم أن

---

(1)- السيد نفادي، السببية في العلم، المرجع السابق، ص 37.

يتحرك في أي اتجاه، مما يجعله يتقاطع مع جسم آخر ويصطدم به، وهذا الاصطدام يغير من اتجاه حركته[1]. إن استقراء تصور الطبيعة في هذا العصر، إنما لنفهم نظرة علماء العصر الحديث لمبدإ السببية.

لقد كان **كبلر** من العلماء الأوائل الذين أعطوا للسببية تصورا جديدا، فانطلاقا من اعتقاده بالانسجام الرياضي الذي يطبع الطبيعة والذي يمكن اكتشافه من الوقائع المُلاحَظة، هو ما يمكن اعتباره السبب النهائي. وعلى سبيل المثال نجده يفسر سبب سقوط أي جسم إلى اقرب جرم سماوي بالتوافق والانسجام الذي يطبع الأجرام السماوية، حيث تميل مجموعات المادة التي تجتمع معا على هيئة جسم كروي في أي مكان تتواجد فيه، وهذا التجمع لا يكون تماما في مركز الكون[2]. ومعنى ذلك أن ترتيب وانتظام الأجرام السماوية وحركاتها لا يعود إلى قوة جذب، بل علته هي التوافق والانسجام الهندسيين بين حركات الأجرام السماوية ومداراتها.

أما **غاليلو** فعرف السببية بأنها: «الحالة الضرورية والكافية لظهور شيء ما، ولا شيء آخر يمكن أن يسمى سببا كافيا إلا في وجود نتيجته ويختفي باختفائها»[3]، فهو يعتقد إذن أن لكل حادث علة، لكن الجديد عنده انه وجّه العقول إلى قيمة إدخال التصورات الكمية في مبدإ العلية، حيث إنه لا قيمة لفهم العلية بالاعتماد على التصورات الكيفية وحدها، فالتحديد الكمي مهم وضروري في فهم العلاقات العلية، فإذا كان هناك جسم يسقط إلى الأرض فلا يكفي القول أن الجسم سقط إلى الأرض، بل ينبغي تحديد سرعة سقوطه، والعلاقة بين كتلة الجسم الساقط ومكان السقوط، وكذا الزمن الذي يستغرقه الجسم في سقوطه.. ومن خلال ذلك، يتضح أن **غاليلو** يرفض بشكل قاطع النظريات الأرسطية في سقوط الأجسام القائمة على التصورات الميتافيزيقية[*]، وأخضع فكرة العلية إلى الملاحظات العلية ذاتها القائمة على

---

(1)-المرجع نفسه، ص 79.

(2)-المرجع نفسه، ص 81.

(3)- نقلا عن المرجع نفسه، ص 38.

(*)- مثال ذلك أن **أرسطو** لم يحدد العلاقة بين الثقل والسقوط، بل رأى أن المكان الطبيعي للجسم الساقط هو =

التفسير الكمي.

بينما **نيـــوتن**، فليس هناك إجماع من الدارسين والباحثين حول موقفه من مبدإ العليـــة، فالبعض يرى أن موقفه منها كان مترددا بين الاعتقاد بها والإنكار لها. غير أن أغلبيتهم يؤكد أن **نيوتن** أعتقد بمبدإ العلية، وأعتبره مسلمة أولية لا يشك فيها. معتبرا أن العالم الطبيعي يسير وفقا لهذا المبدأ، واعتقاده هذا كان في وقت تعزز فيه التفسير العلي وسادت فيه السببية كمبدإ يسود كل الظواهر. كما أن فيزياء **نيوتن** أو ما يسمى بالفيزياء الكلاسيكية قائمة على السببية الميكانيكية، فكل حركة وكل تغير في حاجة إلى سبب كافٍ لتفسيرهما.

إن تصور **نيوتن** للعلية نابع من تصوره للقانون العلمي؛ فالقانون العلمي طابعه تفسيري للظواهر، والتفسير عنده يقتصر على العلل فقط. وهذا يعني أن القوانين هي في طبيعتها عليّة. وقد أشار **نيوتن** إلى العلية من خلال وضعه لقواعد البحث التجريبي(*)، مستبعدا تماما ارتباط العلة بالنظريات الميتافيزيقية البعيدة عما يتطلبه البحث التجريبي، من حيث إنه «لا تقبل مـــن العلل إلا تلك العلل التي تبدو ضرورية لتفسير الطبيعة، والطبيعة لا تتصرف عبثا، ومن عـــدم الفائدة الأخذ بعدد كبير من العلل عند التفسير ما يمكن تفسيره بعدد قليل منها»[1]، مما يعني أن **نيوتن** حصر معادلة العلة والمعلول في طابعهما الفيزيقي، ولا وجود لعلل غيبية، وإلا تحول موضوع التفكير من العلم إلى الخرافة والميتافيزيقا.

## 3- نقد مبدأ العلية:

إن العلية التي تعد عماد التفسير الحتمي الذي قام عليه العلم الحديث في معظمه، وتكـــاد تكون الوجه المقابل للحتمية والبديل لها، قد أثارت مشكلات عديدة على مدار تاريخ الفكر الفلسفي برمته، بين من يعتقد بها ومن يتنكر لها. غير أن العلية التي شغلت الفكر الفلـــسفي

---

=

الأرض، من حيث هي بطبيعتها مستقرا للأجسام المادية. ونلاحظ هنا سذاجة هذا التفسير الكيفي الميتافيزيقي.

(*)- سبق وأن أشرنا إلى تلك القواعد (انظر الصفحة 44- 45 من هذا البحث).

(1) Newton , op.cit , p 25.

وسادت الفكر العلمي لا قرينة لها ولا مبرر، لا تجريبيا ولا عقليا. وإنما هي مجرد افتراض فُرض على الواقع فرضا، بلا سند أو مبرر يذكر.

إن ماهو ملاحظ هو أن الظواهر الكونية مجرد تتابع أو اقتران الظواهر أزواجا أزواجا، فأصبح الاعتقاد أن كل زوج يمثل علة ومعلول، غير أنه لا يوجد أي مبرر تجريبي يثبت عن وجود علاقة تربطهما، والتي نسميها علاقة العلية. فقولنا أن لكل حادث علة تحدثه إنما هو جملة خبرية تتميز بقدر كبير من العمومية، وبعموميتها تلك فهي «ليست الشرط المنطقي المسبق للقانون السببي العام موضوع البحث، ولا يمكن أن يكون لها أي دور إلا بعد بحث القوانين السببية لكل الحوادث... ولو كان قد تمّ الاهتداء إلى كل قوانين سببية لكل الحوادث، لكان لكل الحوادث أسباب. غير أن البحث عن كل القوانين السببية، لا يفترض التسليم مقدما أن لكل الحوادث قوانين سببية»[1]، فالقول أن لكل حدث سبب يفترض لزوما انتظار ختام أحداث الكون أو نهايته للتحقق من القول، أو إذا ما كان هناك حادث يحدث بدون سبب، ولو حدث ذلك، وهذا مستحيل، لكان مصادرة على المطلوب ونوعا من الدور المنطقي[2]، وهذا يعني إنه من الاستحالة بمكان البرهنة تجريبيا على القوانين العلية.

ومثلما يستحيل البرهان التجريبي على مبدإ العلية، يستحيل أيضا البرهان العقلي أو المنطقي عليه. ذلك انه من المستحيل أن يكون في قدرة العقل المحض تجاوز ماهو واقع، وإدراك أن الحدث المُلاَحَظ انه علة هذا أو معلول ذاك. ومهما كانت قدرة العقل على تحليل الوقائع، فلن يجد فيها على أنها سابقة كذا أو لاحقة كذا. مما يعني أن العلة والمعلول شيئان مختلفان وحادثان منفصلان، وتحليل احدهما لا يدل بالضرورة على الأخر.

ولوعدنا إلى الفيزياء لا نجد فيها تلك القوانين العلية بمعنى الكلمة، وكدليل على ذلك قانون الجاذبية الذي هو أكثر القوانين أهمية في الفيزياء الكلاسيكية، وحّد قوانين السماء والأرض، ويعدُّ مفهوم الجذب عاملا أساسيا في تصور **نيوتن** للطبيعة، فبه استطاع إثراء نسق الطبيعة،

---

(1)- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 106.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم بين الحتمية واللاحتمية، المرجع السابق، ص 289.

لكن **نيوتن** ترك عوامل ذلك النسق وخاصة الكتلة والجذب في وضع الوقائع المتفرقة الخالية من أي سببية لتواجدهما معا[1]، لذلك فإن العلية، لا تَرِدُ في صياغة الفيزيائيين لقوانين الطبيعة، فقوانين الفيزياء عبارة عن دالة منطقية تعبر عنها الصياغة الرياضية[2]، أي تعبر عن علاقة تتابع منتظم بن متغيرات يمكن ملاحظتها، ولا تعبر عن أية علة أو معلول، فلا نجد في النسق الفيزيائي قوانين تبحث في اطراد الظواهر أو تماثلات العلية بل إن كل القوانين تبحث عن تماثل العلاقات[*]، ويعبر **برتراند رسل** عن ذلك أصدق تعبير، حيث يقول: «هناك علاقة ثابتة بين حال الكون في أية لحظة وبين درجة التغير في المدى الذي يتغير فيه أي جزء من أجزاء الكون في تلك اللحظة، وهذه العلاقة علاقة واحدة، أي يمكن تعيين تلك النسبة من التغير في مدى التغير، إذا ما أُعطيت حالة الكون»[3]. ومعنى ذلك أن تحليل فكرة السببية يكشف عن ضرورة الاحتمال، فالقانون السببي في الفيزياء التقليدية مجرد تعبير مثالي ينطبق على موضوعات مثالية، لأن الحوادث الفعلية لا يمكن التحكم فيها إلا في حدود درجة عالية من الاحتمال، ولا نستطيع تقديم وصف شامل لتركيبها السببي، ولذلك أصبح للاحتمال دورا مركزيا في الفيزياء الحديثة[4]، أي الاستعاضة عن القوانين العلية بالقوانين الإحصائية الاحتمالية.

❋❋❋❋

---

(1)-المرجع نفسه، ص 270 – 271.

(2)- آرثر باب، مقدمة في فلسفة العلم، ترجمة نجيب الحصادي، الطبعة الأولى، اللجنة الشعبية العامة للثقافة والإعلام والنشر، ليبيا، 2006، ص 408.

(*)- فيما يتعلق بتماثل العلاقات والنسق، يمكن الرجوع إلى المرجع أعلاه (مقدمة في فلسفة العلم) من الصفحة 408 إلى 413.

(3)- برتراند رسل، التصوف والمنطق، نقلا عن يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، ص 270.

(4)- علي حسين ، فلسفة العلم المعاصرة ومفهوم الاحتمال، المرجع السابق، ص 23 .

## II- مبدأ الحتمية:

إن المعرفة العلمية التي انتهى إليها العلم الحديث هي معرفة تجريبية، تهتم بمدى تطابق المعرفة مع الواقع الطبيعي وأيضا مع الوقائع المدروسة، فتتحدد بذلك المعرفة العلمية من كون مطابقتها لموضوعها الذي تدرسه وللوقائع التي تعبر عنها. وهذا ما ينتج عنه القول أن النظريات العلمية تحاول أن تكوّن صورة عن الواقع. وقلنا عن الصورة المكونة عن الواقع في العلم الحديث أنها صورة ميكانيكية، ومن المعلوم أن لكل نظرية أو تصور منطلقات تبدأ منها هي مثابة مبادئ، ومنطلقات النظرية الميكانيكية التي تسلم بها هي الإيمان بخضوع الظواهر إلى التتابع، حيث تكون كل ظاهرة سابقة علة لظاهرة لاحقة. وهذا هو مبدأ العلية الذي سبق الإشارة إليه. وكذلك الإيمان بوجود شروط ضرورية تحتم وقوع الظواهر متى توفرت، وهذا هو مبدأ الحتمية.

إن الحتمية – والحتمية العلمية تحديدا – لم تنشأ إلا في القرن السابع عشر، كنتيجة للتطور العلم الفيزيقي وارتباطه بالمنهج الرياضي فـ«أصبح التصور العلمي للكون مرادفا لتصور خضوعه للحتمية الشاملة، والإيمان بالعلم في ذات الهوية مع الإيمان بمبدإ الحتمية وبالعلاقات المطلقة الضرورية القائمة بين الأشياء في كل الظواهر»[1]. ذلك لأن مبدأ الحتمية من أكثر المبادئ توافقاً مع العلم والإيمان به ليس سوى الإيمان بالعلم ذاته، إلى درجة أن أُعتبر بعض العلماء أن العلم حتمي بالبداهة. وبداية نحدد مفهوم الحتمية.

### 1 – مفهوم الحتمية(*):

### 1– أ – المعنى اللغوي:

---

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، ص 51.

(*)- يذهب **باشلار** إلى انه من الصعب تتبع تاريخ الحتمية، ولو أردنا ذلك لوجب علينا تتبع نشأة علم الفلك كله. انظر غاستون باشلار، **الفكر العلمي الجديد**، الطبعة الثانية، ترجمة عادل العوا، مراجعة عبد الله عبد الدائم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 1983، ص 103 وما بعدها.

في اللغة العربية: «حتم بكذا حتماً: قضى وحكم، وحتم الله الأمر: قضاه، وحتم الأمر: أحكمه، وحتم عليه الأمر: أوجبه. فالحتم هـــو القضاء أو إيجاب القضاء أو اللازم الواجب الذي لابـــد من فعله»[1]، إن الحتمية كمصطلح لم تدخل التـــراث الإســـلامي في العـــصر الوسيط، وذلك لأنه انشغل بمسألة الجبرية كمقابل مناقض للقدرية، وليس الحتمية في مقابـــل اللاحتمية. ودخلت الحتمية كمصطلح فني في اللغة العربية بعد النهـــضة العربيـــة الحديثـــة والانفتاح على الحضارة الأوربية. وعلى أساس ذلك لا نجد في المعاجم والقواميس العريقة قبل هذه الفترة أي إشارة إلى هذا المصطلح.

أما في اللغات الأجنبية: فإن الحتميـــة في الفرنـــسية (*Détèrminisme*) أو الانجليزيـــة (*Determinism*) أو الألمانية (*Determinismus*) هي كلمة مستحدثة مبتكـــرة اشـــتقت وصيغت في القرن السابع عشر، لتعبر عن مدلولين مختلفين لكنهما متصلين:

**الأول**: يرتبط بالأفعال الإنسانية من حيث إن الاختيار بين الأفعـــال يمكـــن تفـــسيره بالشروط والظروف المحيطة بفاعل الفعل، مما ينفي دور الإرادة وسلبها من الأفعال، أي نفـــي الحرية والقول بالجبرية.

**والثاني**: وهو الأصل – والأول ترتب عنه كنتيجة له – هو الحتمية الكونية، الذي يعني أن كل ما يحدث يشكل حلقة في سلسلة الأحداث و الترابطات العلية. ومعلـــوم أن مبـــدأ الحتمية الكونية القائم على مبدإ العلية لم يتشكل إلا مع العلم الحديث، مما يسوغ القـــول أن هذا المصطلح صيغ منذ القرن السابع عشر[2].

وهذا المصطلح بكل اشتقاقاته يعود إلى الأصل اللاتيني (*Determinere*) الذي يعـــني **المحدد والثابت**، وهو بدوره يعود إلى أصلين في اللغة اللاتينية: حرف الجر (*De*) الذي يعـــني **عن** أو **بخصوص** والاسم (*terminus*) الذي يعـــني **الحـــد** أو **النهايـــة** أو **الهـــدف**، وأيـــضا

---

(1)- جميل صليبا، المعجم الفلسفي، المجلد الأول، بدون طبعة، دار الكتاب اللبناني، بيروت، 1982، ص 442 – 443.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 53.

(*terminatio*) الذي يعني **النهاية** أو **الختام** وأيضا **التحديد**. ومن الأصلين – حرف الجر والاسم – نشأ الفعل (*Determonatio*) الذي يعني **حدد**[1].

وبالمجمل يمكن القول أن الحتمية في الأصل اللغوي أو من الناحية الاتيتمولوجية (الاشتقاقية) تعني التحديد الذي لا يفسح المجال لإمكانية أو احتمال آخر. وهو المعنى ذاته الذي يدل عليه من حيث الدلالة الابستيمولوجية، أو مفهوم الحتمية العلمية في الفيزياء.

### 1 – ب – الحتمية بالمعنى الحسي:

«هي جملة الشروط الضرورية لتحديد ظاهرة معينة»[2]. وهي القول «أن كل ظاهرة من ظواهر الطبيعة مقيدة بشروط توجب حدوثها، أوهي مجموع الشروط الضرورية لحدوث إحدى الظواهر»[3]، ويلزم عن هذا، خضوع الظواهر الطبيعية لعلاقات ثابتة، فتصبح كل ظاهرة متوقفة على ما يتقدمها من شروط.

### 1 – جـ – الحتمية بالمعنى المجرد والفلسفي:

وهي «أن يكون للحوادث نظام معقول تترتب فيه العناصر على صورة يكون كل منها متعلقا بغيره، فإذا ما عُرف ارتباط كل عنصر بغيره من العناصر يمكن أن نتوقع أن يحدث، أو نمنع الحدوث وفقا لمعرفتنا»[4]، أي أن «كل أحداث الكون والأفعال البشرية مترابطة ترابطا تكون فيه الأشياء ما تكونه في لحظة معينة من الزمن، بحيث لا يكون لكل لحظة من اللحظات السابقة أو اللاحقة سوى حالة واحدة ووحيدة متوافقة مع الأولى»[5]. إذن الحتمية، تعني أن لكل حادث من الحوادث جملة من الشروط، فإذا ما توفرت فلا يمكن للحادث إلا أن يقع،

---

(1)–المرجع نفسه، ص 54.

(2)– لالاند، المرجع السابق، ص 267.

(3)– جميل صليبا، المرجع السابق، ص 243.

(4)– لالاند، المرجع السابق، ص 26 .

(5)–المرجع نفسه والمكان.

وهو بذلك «يفيد عموم القوانين وثبوتها فلا تخلف ولا مصادفة، ويقوم على مجموعة الشرائط الضرورية لتحديد ظاهرة ما، فكل شيء يرد إلى العلة والمعلول»[1].

وتعتبر الفيزياء النيوتونية أصدق صياغة علمية لمبدإ الحتمية، حيث تؤدي ميكانيكا **نيوتن** إلى القول بحتمية وقوع الظواهر الطبيعية والتنبؤ بمستقبلها. والحتمية عند **نيوتن** كما هي عند أغلب العلماء في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر مطلقة، وبناء على اعتقادهم المطلق بها رأوا أن الظواهر تسير في اطراد وفق قوانين دقيقة، تفسر هذه الظواهر وتمكننا من التنبؤ بها.

## 2 – نتائج الحتمية:

ترتبط بالحتمية بعض المفاهيم التي تولدت عنها ونتجت منها:كالجبرية، التنبؤ والاطراد[*]...

### 2– أ– الحتمية والجبرية:

وأصلها الحتمية المنطقية التي قال بها الرواقيون، الذين يرون أن الناس يعتقدون أن كل شيء مقدّر على الإنسان، ومن ثمّ فمن غير المنطقي أن نتحدث إليهم فيما ينبغي أن تكون عليه أخلاقهم، وفي مسؤوليتهم عن أفعالهم. وتطورت هذه النظرة في مجال الدين إلى ما يسمى بالحتمية اللاهوتية أو الدينية، التي يرى أصحابها انه طالما أن الله عالم وقادر وخيّر بالمطلق، فهذا يعني أن العالم الذي صنعه هو أحسن العوالم الممكنة، ولا مجال للحديث عن حرية الإرادة ضد الله، لأن الله لا يختار بين الخير والشر.

إن الجبرية تعني أن كل ما يحدث قد قُدر أزلا وكان حدوثه محتوما، أي أن ما يحدث إنما يحدث وفقا لإرادة الله، ومادام المستقبل داخلا في علم الله المطلق، فإن حدوثه بحسب علمه واجبا[2]. وتتفق هذه النظرة مع موقف القائلين بالجبر، التي يزعم أنصارها أن الإنسان مسيّر

---

(1)– مجمع اللغة العربية، المرجع السابق، ص 68.

(*)– إضافة إلى مفاهيم أخرى لا يسع المقام لبسطها مثل **اليقين ونفي الصدفة والسمة الرياضية**، وذلك لم يمنع من الإشارة إليها بين الحين والآخر في سياق هذا البحث.

(2)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 60.

لا مخيّر، وان كل ما يحدث مقدر منذ الأزل، وبالتالي فحدوثه محتوما. ويمكن تلخيص ذلك في رأي زعيم الجبرية **جهم بن صفوان** بأنه لا فعل لأحد في الحقيقة إلا الله، وحده هو الخالق وهو الفاعل، والناس تنسب إليهم الأفعال على المجاز كما تنسب إلى الجمادات.

وقد شكل العصر الوسيط، عصر الدين واللاهوت، مرتعا خصبا ترعرعت فيه الجبرية كنتيجة للإيمان بالمبدأ الغائي القائم على فكرة أن الكون يهدف إلى تحقيق غاية معينة.

إن الجبرية وإن ولدت من رحم الحتمية؛ إلا أن الحتمية لا تترادف مطلقا مع الجبرية، كون هذه الأخيرة «تعلق ضرورة حدوث الأشياء إلى مبدإ أعلى منها يسيّرها، إنها ضرورة متعالية، والكون نظام مفتوح عليها... وبالتالي فالجبرية تجعل المستقبل هو الذي يحتم الماضي عن طريق الغاية»[1]. أما الحتمية فتكمن في الطبيعة ذاتها، فتجعل الكون نظام مغلق على نفسه يكتفي بعلله الداخلية، لذلك فهي عمياء لا مرسومة مقدما، وهي حتمية بالنسبة إلى حوادث الماضي لا بالنسبة إلى غايات المستقبل، وهي لا تحابي الناس أو تكرههم، وحتمية لا بالنسبة لأمر خارق للطبيعة بل بالنسبة إلى قانون فيزيائي، غير أنها لا تقل في دقتها وشموليتها عن حتمية المصير(*)، تجعل العالم الفيزيائي أشبه بساعة ملآنة تمر آليا بمراحلها المختلفة[2]، مما يعني في النهاية أن الحتمية تجعل الماضي متحكما في المستقبل عن طريق العلة.

## 2- ب- الحتمية والاطراد والتنبؤ:

إن العلم، كما هو معلوم، يهدف من وراء دراسة الظواهر إلى تفسيرها والوصول إلى القوانين التي تتحكم فيها. لذلك كان العلم نسقا منظما من القوانين، وأن كل ما يحدث إنما

---

(1)-المرجع نفسه والمكان.

(*)- وبذلك تختلف الحتمية عن المصير أو القدر الذي تؤمن به الجبرية؛ فالقدر مرسوم مقدما، ويمكن أن يراعي آمال الناس فيستجيب لرغباتهم وطموحاتهم، وهو يرتبط بغايات المستقبل، ويقبل بفكرة حدوث أمر خارق للطبيعة.

(2)- ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 101.

يحدث تبعا لقانون ثابت كنتيجة حتمية للوضع الذي كانت عليه الأشياء في الماضي، وهـذا الوضع هو بدوره نتيجة حتمية تحددها ظروف وشروط أسبق.. وهكذا، فالأحداث تجـري بحتمية اللحظة الأولى لتاريخ الكون، ومنذ تحددت اللحظة الأولى والظواهر الطبيعية تـسلك مسلكا واحدا لا تحيد عنه، إلى أن تصل إلى النهاية المحتومة [1]، ومعنى ذلـك، أن القـانون العلمي تعبير مباشر عن المبدإ الحتمي للمسار الذي تسلكه الطبيعة. ولأن الطبيعة بهذا المعـنى محكومة بقوانين حتمية، أمكن للعلم أن يستنبط ويتنبأ بصورة يقينية مطلقة أن كل مـا هـو حادث سوف يحدث مستقبلا بنفس الكيفية التي حدث بها في الماضي، على أساس أن الحالة الراهنة للكون هي نتيجة ضرورية لحالته السابقة وسببا لحالته في المستقبل.

لذلك فمبدأ الحتمية يرتبط بالقابلية للتنبؤ، وأن التنبؤ العلمي مستحيل بدون الاعتقـاد بمبدإ الحتمية، الذي يفترض أن هناك نسقا من القوانين يقوم عليها العلم، وإذا ما أُضيفت إلى تلك القوانين معلومات دقيقة وكاملة عن حالة الكون في لحظة ما في أي وقت، لأمكن التنبؤ بمعطيات كاملة ودقيقة بحالته في أي تاريخ لاحق. حيث إن ما يحمله المستقبل هو بالـضرورة متضمن في صورة الماضي.

ولعل ذلك ما يعنيه **لابلاس** في صياغته لقانون الحتمية العلمية؛ معتبرا حالة الكون سلسلة متشابكة تُضفي كل حلقة فيها إلى الحلقة التي تليها، لذلك كانت حالة الكون الراهنة نتيجة لحالته السابقة وسببا لحالته التي ستأتي بعد ذلك مباشرة. وإذا تصورنا عقلا فائقا فوق البشر، يعرف كل القوى التي تعمل في الطبيعة، وأحاط علماً بكل المعلومات الدقيقـة عـن كـل الشروط الابتدائية، وحلّ جميع المعالات الرياضية، لاستطاع أن يستنبط الـصورة اللاحقـة للكون بكل دقة، ولتنبأ بموضع كل جسم في كل لحظة وبكل القوى التي تؤثر عليه، ويشمل بصياغة واحدة اكبر الأجسام واصغر الذرات، ولكان المستقبل ماثلا أمامه كالحاضر.

إن هذه الصياغة اللابلاسية لمبدإ الحتمية هي أساس التنبؤ، الذي هو الطابع الجـوهري للعلم، والذي هو السند التجريبي لمبدإ الحتمية، الذي هو نتيجة اطراد العلاقات بين الظواهر،

---

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 67.

فوقوع الظواهر- في نظر العلم - ضروري وليس ممكنا أو محتملا. ذلك أن الظواهر تحدث بشكل ثابت وواحد لا يتغير، أي أن الكيفية التي حدثت بها الظواهر في الماضي، هي نفس الكيفية التي ستحدث بها في المستقبل. إذن ما يبرر اطراد الظواهر هو مبدأ العلية ذاته(*)؛ حيث إن العلة لابد وأن تنتج معلولها باطراد. وهذا يعني في النهاية أن القوانين التي تخضع لها الطبيعة ستظل هي هي القوانين التي ستخضع لها في المستقبل. وهذا الأمر هو ما يمكننا من القول أن لاطراد الظواهر وجهان: وجه أنطولوجي سبق الإشارة إلي، الذي يعني تكرار حدوث الظواهر بنفس الكيفية وسريان الطبيعة على وتيرة واحدة. ووجه ابستيمولوجي؛ وهو أن اطراد العلاقة بين ظواهر الطبيعة ثابتة دائما أي عامة، والعمومية المطلقة لقوانين الطبيعة هي ما يجعل العلم لا يحكم حالاته الواقعة أمامنا فحسب، بل وأيضا كل الحالات المتماثلة التي حدثت في الماضي أو التي ستحدث في المستقبل[1]، فمادام المستقبل سيكون على صورة الماضي، وأن كليهما محكوم بنفس القوانين المحددة الصارمة، فإن اطراد الظواهر لا يمكن إنكاره، لأن إنكاره يفضي لا محالة إلى الإيمان بفكرة الفوضى وعدم الانتظام، وهو مالا يتقبله العقل العلمي. وهذا الاطراد العلي للظواهر هو ما يسمح لهذا العقل بالتنبؤ، ولولا التنبؤ لما تقدم العلم، فالقانون العلمي في ذاته هو ضرب من التنبؤ، من حيث هو صيغة تحمل في طياتها إمكان انطباق هذا القانون في المستقبل[2].

وعليه أمكننا القول أن قيمة القانون العلمي تكمن في انطوائه على التنبؤ القائم على حتمية اطراد الظواهر. وبفضل تلك القوانين الحتمية وما تتضمنه من اطراد الظواهر، أصبحنا اليوم «لا نتوسل إلى الطبيعة بل نتحكم فيها، لأننا اكتشفنا بعض أسرارها وسنكشف أسرارا أخرى جديدة. إننا نتحكم فيها بواسطة قوانين لا يمكن أن تطعن فيها لأنها قوانينها هي

---

(*)- تبرير اطراد الظواهر انطلاقا من مبدأ العلية، والذي يحتاج بدوره إلى تبرير، وهنا نقع فيما يسمى بـ**الدور**.

(1)- يمنى طريف الخولي، المرجع السابق، ص 70 – 71.

(2)- السيد نفادي، المرجع السابق، ص 118.

نفسها»[1].

لقد أصبحت الحتمية حقيقة مؤكدة انطولوجياً وابستيمولوجياً؛ فالحتمية انطولوجياً تعني أن نظام الكون مطرد ثابت وشامل، لا يشذ عنه شيء في أي زمان وفي أي مكان، فهو ذو علاقات علية ضرورية ثابتة، تجعل كل حدث من أحداثه نتيجة ضرورية (معلولا) لما سبق ومقدمة شرطية (علة) لما سيلحق. وان مجرى الأحداث حتمته اللحظة الأولى في تاريخ العالم، ومنذ أن تحددت اللحظة الأولى والطبيعة تسلك مسلكا واحد لا سواه. وتعني الحتمية ابستيمولوجياً عمومية قوانين العلم وثبوتها واطرادها ويقينها، فلا استثناء لها ولا تخلف عنها.. طالما انه لا مصادفة في الطبيعة[2].

وبصفة عامة، نستطيع القول أن مبدأ السببية والحتمية هما من الشروط الضرورية لقيام النظرية العلمية، ورغم كونهما من الشروط الميتافيزيقية عند معظم المفكرين الذين بحثوا فيهما، إلا إنه في واقع الأمر يعتبران كمصادرة أو فكرة تكاد تكون من القوانين الأساسية التي تصلح كمقدمات البحث التجريبي. ذلك أنه من الضروري التسليم بوجود علاقات سببية تجمع الظواهر بعضها إلى بعض، إضافة إلى الاعتقاد أن هناك حتمية تقتضي أن تكون ظواهر المستقبل على النسق نفسه الذي جاءت عليه في الماضي والحاضر. وأيضا الاعتقاد أن هذه الظواهر في حدوثها تحدث دائما بكيفية ثابتة واحدة لا تتغير. لذلك كله كان العلم بحاجة إلى مصادرات فلسفية قبلية كالإيمان بالسببية والحتمية وبساطة الطبيعة واطراد الظواهر... التي هي ضرورية كفروض تفسيرية في مجال العلم، وان العلم المنهجي لابد أن يسلم بها من حيث كونها منطلقات البحث، وإلا أصبحت ظواهر الطبيعة مفتقرة إلى عامل الارتباط أو نظام الذي يسمح بالتقدم في مجال الكشف العلمي. والإيمان بوجود هذا الترابط وهذا الانتظام هو ما يعد مبررا من إمكان انطباق تلك المبادئ القبلية على وقائع المستقبل، وهو الشيء الذي يبرر التنبؤ وتعميم الأحكام.

---

(1)- هنري بوانكاري، قيمة العلم، المرجع السابق، ص 98.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، المرجع السابق، ص 117.

ولقد ظلت تلك التصورات قائمة في العلم الفيزيائي كأدوات للتفسير وصياغة القوانين وكأساس للبناء الميكانيكي إلى حدود القرن التاسع عشر، حيث كتبت السيادة للتصور الميكانيكي خلال كل هذه الفترة. فتحول منذ القرن السابع عشر إلى نموذج للتفسير أو براديغم فرض نفسه على العقول[1]. غير أن بدايات القرن العشرين سرعان ما كشفت عن انقلاب علمي، ولاسيما بعد ظهور الكثير من المشكلات في التصور الميكانيكي وعجز الميكانيكا الكلاسيكية في تفسير الكثير من الظواهر المكتشفة. ومن اجل تذليل تلك الصعوبات اتخذ العلم مسارا ثوريا جديدا، كانت ابرز تجلياته ظهور تصورات ومفاهيم جديدة ضربت أسس العلم الكلاسيكي وقلبت مفاهيمه وتصوراته. إذن أزمة التصور الميكانيكي ومحاولة إقامة تصور جديد هو ما سيكون موضوع الفصل الثاني من هذا العمل.

❋❋❋❋

(1)- سالم يفوت ، إبستيمولوجيا العلم الحديث ، مرجع سابق ، ص 74 .

# الفصل الثاني: التصورات الجديدة في العلم المعاصر

**المبحث الأول:** أزمة النموذج الميكانيكي .

**المبحث الثاني:** الفروض الأساسية للتصور اللاميكانيكي

## المبحث الأول: أزمة النموذج الميكانيكي.

لقد أثبت العلم الحديث نجاحاته في الكشف عن الكثير من ظواهر الكـــون، وتمكـــن الفيزيائيون الكلاسيكيون من صياغة قوانين وُصفت بأنها دقيقة ويقينية، وأخـــضعت كـــل الظواهر- من أكبر الأجسام إلى أصغرها - إلى نفس الأطر التفسيرية مع القدرة على التنبـــؤ بها، عن طريق إخضاع كل الظواهر إلى الترابطات العلية وإلى مبدأ الحتمية. كما تمكن العلـــم من أن يبرهن على صحته من خلال تطبيق نتائجه ميدانيا، وتحققت بذلك فكرة الطبيعة تحققا عمليا. وهذا كله جعل الإيمان مطلقا في نتائج الفيزياء الكلاسيكية، واعتبار هذه الفيزياء أنها وصلت إلى غايتها القصوى. وظن الكثير من الفيزيائيين أن العالم كله أصبح مفهومـــاً، وأن الفيزياء اكتملت في ضوء النجاحات التي تحققت في فهـــم الكيميـــاء والكهرومغناطيـــسية والديناميكا الحرارية...، وبَدَا أن قوانين الميكانيكا الكلاسيكية(*) غير قابلة للمنافسة من حيث قدرتها على التنبؤ بنتائج التجارب العملية. وظهر الكون التقليدي كما لو كان حتميا تمامـــا، وأنه يعمل طبقا لعدد محدود من المبادئ البسيطة كالساعة في دقتها[1].

لكن وبنهاية القرن التاسع عشر، تبين أن هذه الفيزياء، التي كانت نموذجا لكل العلـــوم في الدقة واليقين، لا تتعدى حدود الميكانيكا، وأن قوانين الفيزياء الكلاسيكية هي أعجز مـــا تكون عن استيعاب وتفسير الظواهر الجديدة المُكتـــشَفة «وأن القـــوانين الهامـــة للفيزيـــاء الكلاسيكية لا تنطبق إلا على الظواهر التي تحدث في بيئتنا العادية»[2]، والكثير منها تفلت من قبضتها. فلقد تبين مع بداية القرن العشرين «أن العديد من التجارب أفـــضت إلى نتـــائج لا

---

(*)- تتشكل الميكانيكا الكلاسيكية من قـــوانين **نيـــوتن** في الحركـــة والجاذبيـــة، ونظريـــة **ماكـــسويل** في الكهرومغناطيسية وما يتعلق بها من علوم البصريات. وعلوم الديناميكا الحرارية والميكانيك الإحصائي وما يتعلق بها من قوانين الإشعاع.

(1)- فريدريك.ج. بوش، دافيد.أ. جيرد، أساسيات الفيزياء المرجع السابق، ص 983.

(2)- حسين علي، فلسفة العلم المعاصر ومفهوم الاحتمال، المرجع السابق، ص 68.

تخضع لتفسيرات القوانين الكلاسيكية التي اختبرت من قبل، وقد شملت النتائج اكتشاف الذرة النووية والأسلوب الذي يتفاعل به الضوء مع الإلكترون، واكتشاف أن سرعة الضوء لا تتغير مع الراصد»[1]، وهذا ما زعزع الاعتقاد في قدرة هذه الفيزياء في تفسير جميع الظواهر، وتحطم ذلك اليقين الذي كان يُظّن أنه سمة ملازمة لها.

إن ذلك العجز هو ما مهد الطريق أمام انهيار التصور الميكانيكي، ذلك البنيان الذي شيّده **نيوتن** والذي ظل شامخا قرنين من الزمن، وهو ما ادخل الفيزياء الكلاسيكية فيما اصطلح عليه بأزمة الفيزياء الكلاسيكية. فتلك الأزمة إذن ليست إلا عجز مناهج الفيزياء الكلاسيكية وقوانينها عن استيعاب الظواهر والعلاقات الفيزيائية على العالم الموضوعي، أي عالم التجربة الخارجية، ومن تلك الظواهر – إضافة إلى ما سبق ذكره – كيفية توزيع الطاقة على الترددات أو الأطوال الموجية في الأجسام الساخنة أو ما يسمى إشعاع الجسم الأسود، حيث لوحظ وجود تناقض مع ما تقرره النظرية الكهرومغناطيسية، وظاهرة التأثير الكهروضوئي، حيث أن الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة لا تتناسب مع شدة الضوء بل مع ترده. وكانت المشكلة الكبرى القائمة منذ زمن طويل هي مشكلة فهم كيفية ظهور الأطياف اللونية عند تسخين الغازات. كما كانت هنالك مشكلة الأثير وسرعة الضوء.

لقد تداخلت مشاكل كثيرة لدى بعض الفيزيائيين حتى غدت غير قابلة للحل. وعندما تظهر في الوجود وقائع جديدة تعجز النظرية عن تفسيرها، فإن ذلك يعني أن القدرة التفسيرية لهذه النظرية قد استنفدت، وهذا ما يسمى في أدبيات العلم بـ**أزمة العلم**. وهو ما يجعل العلم بالضرورة ينحى منحى تجديدي يغير– من خلاله – تصوراته السابقة بتصورات جديدة تستجيب للمعطيات المستجدة. ولأن تطور العلم وليد أزماته، فقد أخذ العلم مسارا ثوريا جديدا، أحدث ثورة علمية جديدة، وكانت أبرز معالم هذه الثورة ظهور تصورات جديدة كبديل للتصورات القديمة، والتي شكلت العمود الفقري للعلم المعاصر، وللفيزياء المعاصرة على وجه التحديد.

---

(1)– المرجع السابق، الصفحة نفسها.

لقد اقتحمت الفيزياء في القرن التاسع عشر مجالات جديدة كالعمليات الحرارية والضوء والظواهر الكهرومغناطيسية، التي فشلت قوانين الميكانيكا الكلاسيكية – التي أُخضعت لها في البداية– في تفسيرها، فظهرت نظريات جديدة كالنظرية النسبية وميكانيكا الكم(*) ومبدأ اللاتحديد والارتياب، إضافة إلى تمكن العلماء من تحطيم وغزو عالم الذرة نفسه، فتشكل أولا مفهوم جديد للمادة(**)، وثانيا انهار مبدأ أساسي من مبادئ الفيزياء الكلاسيكية والعلم ككل، وهو مبدأ الحتمية فكل هذا «أدى إلى التشكك في عدد من النتائج كان ينظر إليها من قبل على أنها صحيحة صحة مطلقة. هذه التحولات العميقة في الفيزياء كان لها ردود مزدوجة في الفلسفة. فحيث إن علماء الفيزياء أنفسهم لم يعودوا يتفقون على صحة الاتجاه الميكانيكي والمذهب الحتمي ولا على مدى صوابهما»(1).

وهذا ما أدى بالعلماء إلى محاولة البحث عن تصورات جديد للطبيعة، تصورات لا تخضع للتفسير الميكانيكي ولا تقوم على قوانين الميكانيكا النيوتونية، فظهرت بذلك عدة تصورات لصياغة هذا النموذج. وقبل الحديث عن تلك التصورات، يجدر بنا أولا استعراض المشكلات الفلسفية – العلمية التي مهدت لظهورها، ونخص بذكر معالم أزمة العلم الحديث أو الفيزياء الكلاسيكية.

❋❋❋❋

---

(*)– كان لظهور النسبية وميكانيكا الكم تأثير مزدوج: على الفلسفة وعلى العلم ؛ حيث زعزعتا الكثير من المفاهيم الأساسية التي رسخت في الأذهان كالحتمية على المستوى الفلسفي، أو بالنسبة للمادة والحركة والجاذبية على المستوى العلمي.

(**)– كان التصور الكلاسيكي يعتقد أن الذرة هي أصغر جزء في المادة، وهو تصور موروث من الفلسفة الذرية الإغريقية، لكن تبين أن الذرة ليست مصمتة وتتكون هي بدورها من عدة جزيئات التي هي الالكترونات وهي شحنات موجبة وشحنات سالبة.

(1)– بوشنسكي، إ. م، الفلسفة المعاصرة في أوربا، المرجع السابق، ص 36.

## 1- مشكلة طبيعة الضوء والأثير:

**1- أ مشكلة الضوء:** تعتبر الفيزياء النيوتونية الضوء ذا طبيعة جسيمية(*)؛ فهو عبارة عن جسيمات أو رقائق مادية متناهية في الصغر. وحينما يندفع الضوء من مصدره يسلك مسارات مستقيمة، ولما «رأى **نيوتن** أن الإشعاع يسير في خط مستقيم في الوسط المتجانس، ولما كان الجسم المتحرك ينطلق أيضا في خط مستقيم، أعتبر الضوء سيلا من الجسيمات يقذف بها مصدر الضوء»[1]، فهذه النظرية تتصور إذن أن مصدر الضوء كما لو أنه يقذف جسيمات مضيئة في اتجاهات شتى وفي مسارات مستقيمة.

وكانت المشكلة الأولى هي أن هذه النظرية لا تفسر لنا ظاهرة الانعكاس الضوئي الذي يغير من مسار الضوء. فإسقاط إشعاع ضوئي على سطح جسم ما يؤدي إلى انكسار جزء من الشعاع وينعكس الجزء الآخر، حيث أن الجزء المنعكس هو الذي يسبب انعكاس الأجسام كانعكاس ضوء القمر على سطح الماء[2]، فالضوء لو كان فعلا يتكون من رقائق مادية أو جسيمات لكان تأثير قوى الماء عليه واحدا، فإذا انكسر جسيم واحد يفترض انكسار كل الجسيمات، لكن ما هو مُلاحظ أن جسيمات معينة تنفذ من سطح الماء وأخرى يمتنع نفاذها، فيحدث الانعكاس الضوئي.

أما المشكلة الثانية، فهي أن الطبيعة الجسيمية للضوء لا تفسر لنا ظاهرة **التداخل**

---

(*)- من النظريات الأولى التي حاولت تفسير طبيعة الضوء **نظرية الإصدار** التي قال بها الشاعر الفيلسوف اللاتيني ***لوكريس Lucrèce*** في القرن الأول قبل الميلاد، حيث رأى أن الضوء عبارة عن أجزاء صغيرة جدا تنطلق بسرعة كبيرة جدا لا يمكن تقديرها من على سطح الأشياء، فتؤثر في أعيننا وتجعلنا نرى هذه الأشياء.
كما اهتم العرب أيضا بطبيعة الضوء، لاسيما **الحسن بن الهيثم** الذي عاش في القرن الـ1 م، واكتشف القوانين الأساسية لانعكاس الضوء وانكساره.
وقد استمر الإيمان بهذه النظرية (أي نظرية الإصدار) حتى عصر **نيوتن**، فقد آمن بها **ديكارت** و**غاليلو** و**نيوتن**، رغم أنها عجزت عن تفسير ظاهرة **حيود الضوء**.

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتيمة، المرجع السابق، ص 336.

(2)- المرجع نفسه والمكان.

**الضوئي**(*)، إن الأجسام الكبيرة تحجب الضوء وتلقي ظلا. ولكن الأجسام الصغيرة (سلك رفيع مثلا) لا تلقي مثل هذا الظل، لأنه لا يستطيع أن يحجب الضوء، فالضوء ينحني حوله فلا نرى ظلا، بل مناطق متعاقبة ومتوازية نسبيا تعرف بمناطق التداخل(1)، فانحناء الضوء يهدم التصور النيوتوني القائم على المسار المستقيم لحركة الضوء.كما أن ظاهرة التداخل الضوئي لا يمكن تفسيرها بالنظرية الجسيمية للضوء، بل بافتراض أن الضوء موجات. لذلك تمّ استبدال سيل الجسيمات بسيل الموجات، واعتبار الضوء أشبه ما يكون بموجات تنتشر على سطح الماء، حيث يكون مصدر الضوء هو مركز الاهتزاز الذي تتولد عنه الأمواج، فينتشر بعد ذلك من حوله في كل الاتجاهات. وعُرفت هذه النظرية بـ**النظرية الموجية للضوء**، حيث افترض **هويجنز** (*C.Huygens* 1629- 1695) أن الضوء عبارة عن نوع من أنواع الأمواج وكان ذلك في عام 1678م واستطاع باستخدام هذه النظرية أن يفسر ويحقق قوانين الانعكاس والانكسار. ولكن هذه النظرية لم تلق قبول علمي في بداياتها لعدة أسباب: قد تكون سمعة **نيوتن** وشهرته في ذلك الوقت أولى تلك الأسباب. ثم إن نظرية **نيوتن** الموجية شبيهة إلى حد كبير بنظريته في الميكانيكا، ونحن نعرف مدى تأثير الميكانيكا على العقول في ذلك العصر، وأخيرا فإن جميع الأمواج المعروفة قي ذلك الوقت تنتقل خلال وسط مادي، بينما الضوء يستطيع أن ينتقل إلينا من الشمس خلال الفراغ. ومن ناحية أخرى، إذا كان الضوء عبارة عن أمواج فإن الموجة يمكنها أن تنعطف حول العقبات. ومعلوم الآن بأن الضوء له القدرة على الانعطاف حول الحواف وتعرف هذه الظاهرة بـ**الحيود**، مع انه ليس من السهولة ملاحظة ذلك لأن الضوء له طول موجي قصير.

وأول تفسير يبين الطبيعة الموجبة للضوء تمّ في عام 1801 م على يد العالم **يونج** (*Young* 1773 – 1829) الذي بيّن عملياً بأنه تحت شروط معينة فإن الضوء يتبع ظاهرة

---

(*)- أي التداخل بين الأشعة، بسبب اتحاد موجتين لهما نفس الطول الموجي، وهذا التداخل قد يكون بنائيا فيكوّن مناطق مضيئة أو هداميا ويكوّن مناطق مظلمة.

(1)-المرجع نفسه، ص336 – 337.

التداخل والذي هو عبارة عن اتحاد موجتين لهما نفس الطول الموجي ونابعين من نفس المصدر ليكونا مناطق مضيئة عند حدوث التداخل البنّاء ومناطق مظلمة عند حدوث التداخل الهدّام. غير أن أهم تطور(*) يتعلق بالنظرية الموجية للضوء كان العمل الذي قام به **ماكسويل** (1831 – 1879 *J.K.Maxwell*) سنة 1873م. والذي كشف بأن الضوء هو أمواج كهرومغناطيسية ذات ترددات عالية، وهذه الأمواج لابد أن يكون لها سرعة تساوي 300000 كلم/ثا والتي هي عبارة عن سرعة الضوء(**) واستطاع **هرتز** (1857 – 1894 *H.Hertz*) أن يثبت ذلك عملياً سنة 1887 م وذلك بإنتاج والتقاط الأمواج الكهرومغناطيسية. كما بين بأن تلك الأمواج الكهرومغناطيسية تسلك نفس سلوك الضوء من انعكاس وانكسار وكل خواص الأمواج.

ولقد استطاعت النظرية الكهرومغناطيسية تفسير الكثير من خواص الضوء إلا أن هناك بعض الظواهر لم تستطع أن تعطيها التفسير المقبول إذا اعتبرنا أن الضوء ذو طبيعة موجية

---

(*)- إضافة إلى تطورات أخرى والتي تتمثل في تلك التجارب الحديثة التي تصب كلها في اتجاه الطبيعة الموجية للضوء كالتجارب حول إشعاع الجسم الأسود، وتجارب الانبعاث الكهروضوئي وأيضا تجارب طيف الأشعة السينية.

(**)- ساد الاعتقاد لفترة طويلة أن الضوء ينتشر آنيا، وكان **ديكارت** من بين الذين يؤمنون بهذا الرأي، والذي عارضه **غاليلو** الذي رأى أن سرعة الضوء لابد أن تكون محدودة، فحاول قياس هذه السرعة، غير انه فشل في محاولته بسبب بساطة الوسائل التي استعملها في القياس.

وكانت أولى المحاولات الجادة في قياس سرعة الأرض تلك التي قام بها الفلكي الدانماركي **رومر *Roemer*** الذي استطاع سنة 1676 أن يعزو للضوء سرعة معينة أثناء تتبعه لخسوف أقمار المشتري عندما تكون الأرض بين المشتري والشمس، وعندما تكون الشمس بين الأرض والمشتري. فحسب الزمن الذي يستغرقه الضوء ليجتاز قطر المدار الذي ترسمه الأرض حول الشمس فوجد أن سرعة الضوء تبلغ بالتقريب 310.000 كم/ثا. غير أن الفيزيائي **فيزو *Fizeau*** هو الذي تمكن سنة 1849 من قياس سرعة الضوء قياسا دقيقا على سطح الأرض، فوجدها تساوي 300.000 كم/ثا تقريبا.

متصلة، من أهمها الظاهرة الكهروضوئية(*)؛ فالتفسير كان يقول إن هناك تناسبا طرديا بين شدة الضوء المسلط على الصفيحة المعدنية وعدد الإلكترونات المنتزعة منها، وينخفض عدد الإلكترونات المنتزعة بزيادة طول الموجة الضوئية، ومادامت الزيادة في طول الموجة تعني نقصان التواتر وضعف الإشعاع، فذلك يعني أن الأشعة الضعيفة تؤدي إلى أن ينتزع عن الصفيحة عدد كبير من الالكترونات(1)، أي أن الظاهرة الكهروضوئية عبارة عن تحرر إلكترون من المعدن عند تعرض سطحه لإشعاع ضوئي. وقد تبين أن الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر لا تعتمد على شدة الضوء المسلط، وهذا بحد ذاته تناقض للنظرية الموجية التي تقول بأنه كلما زادت شدة الشعاع المسلط كلما زادت الطاقة المضافة للإلكترون المتحرر، و لم تحل المشكلة إلا بظهور النظرية النسبية.

**1- ب – مشكلة الأثير**: أيّاَ كانت طبيعة الضوء؛ كيف ينتقل هذا الضوء من الفضاء، من الشمس والنجوم الأخرى، إلى الأرض؟ لقد افترض الفيزيائيون أن موجات الضوء بحاجة إلى مادة أو وسط ينتقل من خلاله الضوء، مثلما هو الحال بالنسبة لموجات المياه التي تنتقل من خلال الماء نفسه. و لم تكن هذه المادة المفترضة أو الوسط سوى الأثير.

وقد قلنا عن الأثير- قبل هذا - إنه وسط لانهائي المرونة، خفيفٌ، كثافته أقل من كثافة الهواء لأن مربع سرعة الموجة يتناسب عكسيا مع كثافة الوسط، ويملأ كل الفضاء أو المكان الفراغ، وهو غير مرئي، وهو الحامل للشعاع الضوئي. وسواء كان هذا الوسط متحركا بذاته أو ساكنا، فلا بد أن يكون للأرض سرعة نسبية معه.

وقد كان للأثير دورا مركزيا في الفيزياء الكلاسيكية لما فسروا به الكثير من الأفكار والظواهر الضرورية للتصور الميكانيكي، مثل فكرة التأثير عن بعد وظاهرة انتشار الضوء.

---

(*)- الظاهرة الكهروضوئية تظهر لما تمتص مواد معينة الضوء ؛ فطاقة الضوء تحرر الإلكترونات من الذرات التي على سطوح المواد. وتمر هذه الإلكترونات الحرة في بعض الأجهزة خلال دائرة في صورة تيار كهربائي.

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص 67.

حيث اكتملت الحتمية بافتراض هذا الوسط، فإذا كان للأثير هذا الدور المركزي في التصور الميكانيكي فكيف يمكن إثباته تجريبيا؟

في واقع الأمر، لم تصمد فرضية الأثير أمام التحقق التجريبي، فقد حاول العلماء الاستدلال على وجوده تجريبيا، وكانت أشهر تلك التجارب تلك التي قام بها كل من **ألبرت مايكلسن** (*A.Mickeleson* 1852- 1931) و**روبرت مورلي** (*R.Morley*) سنة 1886م لإثبات أن موجات الضوء لا تنتشر في الخلاء وإنما يشترط وجود وسط أو مجال تنتشر فيه، الذي هو الأثير. فحاولا قياس سرعة الأرض بالنسبة للأثير بافتراض أن سرعة الضوء هي (300000كلم/ثا)، وكان الهدف من التجربة هو التحقق إذا ما كانت سرعة الضوء باتجاه الأثير تتأثر إيجابا بـ300000كلم/ثانية، وسرعته ضده تتأثر سلبا بهذا المقدار[1]، أي تحديد هذه السرعة عن طريق تعيين سرعة الأرض في مدارها حول الشمس بالنسبة للأثير، الذي هو موجود في كل مكان مثل الهواء الذي يحيط بنا.. وكانت نظرية **ماكسويل** الكهرومغناطيسية قد أثبت أن الضوء ينتشر في الفضاء في صورة أموج وكانت الأمواج تحتاج إلى وسط أُفترض أنه الأثير الحامل للضوء. وبدون الدخول في التفاصيل المعقدة للتجربة، نقول إن التجربة قامت على مبدأ تداخل الأمواج، أي بافتراض أنه إذا وجد الأثير فإن حركة الأرض فيه تولد تيارا أثيريا معاكسا لسرعة الأرض[*]، وحين تقاس سرعة الضوء على الأرض فإن تأثرها بتيار هوائي يجري معاكسا لحركتها، وتأثرها بتيار الأثير يتوقف على حركة الضوء هل هي موازية لحركة الأرض أو معاكسة معا أم هي متعامدة مع التيار. لكن ما توصل إليه هذان العالِمان هو أنه «لم يستدلا على أي ريح للأثير، وتمت إعادة التجربة في أوقات مختلفة وشروط مختلفة، في أوقات مختلفة من النهار، وفي أيام مختلفة من العام. وظلت النتيجة كما هي؛ لا دليل على وجود أي ريح للأثير. وكانت مشكلة كبيرة، فإذا كان الأثير موجودا فلماذا لا يمكننا

---

(1)- المرجع السابق، ص 344.

(*)- وللتبسيط يمكن أن نعطي مثالا معروفا: لو أن مسافرا على السيارة تسير بسرعة، أخرج يده من النافذة، فإن ذلك يولد تيارا هوائيا يجري معاكسا لحركة سير السيارة.

الاستدلال عليه؟»[1]، ويعني ذلك بلغة الفيزياء أن سرعة الضوء ثابتة سواء كانت حركة الجسم في اتجاه سرعة الضوء أو عكس هذا الاتجاه أي 300000كلم/ثا. وتلكم ضربة أخرى للتصور الميكانيكي القائم على أن كل شيء في الكون قابل للتفسير الآلي بما في ذلك الموجات الضوئية ذاتها. فانهيار الأثير ليس مجرد انهيار فرضية، وإنما هو انهيار لدعامة من دعائم البناء الميكانيكي للكون، وضربة قاضية للفيزياء الحتمية وتقويضا لها[*]. ولقد أثبتت الفيزياء النسبية لاحقا، واعتمادا على التجربة السابقة، ضرورة التخلي عن فرضية الأثير كحامل للضوء وطرد فكرة الوسيط تماما من الفيزياء.

❋❋❋❋

**2- مشكلة الإشعاع الأسود:** من أهم النتائج التجريبية التي أحدثت ثورة في مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية، تلك المتعلقة بالإشعاع الصادر من الأجسام عند تسخينها. فمعلوم أنه عند تسخين جسم ما يتغير لونه مع زيادة درجة الحرارة فيبدأ بالأحمر ثم الأبيض ثم الأزرق، وإذا تكلمنا بلغة أدق نقول إن الإشعاع المنبعث من هذا الجسم يبدأ بترددات ضعيفة، وتزداد الترددات كما ارتفعت درجة الحرارة فاللون الأحمر ذو تردد قليل في منطقة طيف الإشعاع مقارنة باللون الأزرق. وعليه فإن التردد للإشعاع المنبعث من جسم ما يعتمد على طبيعة الجسم ذاته. ولكن يوجد في الفيزياء ما يسمى بالجسم المثالي، وهو الذي يمتص أو يبعث كل الترددات ويُصطلح عليه باسم الجسم الأسود، وهو حالة مثالية لأي مادة تصدر إشعاعا، وهذا الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود يسمى **إشعاع الجسم الأسود.**

حسب الفيزياء التقليدية كان الاعتقاد أن الجسم الأسود يكتسب الطاقة بشكل متصل

---

(1)-المرجع نفسه والمكان.

(*)- من نتائج القول أن الأثير غير موجود، هو أنه لا وجود للمكان المطلق، بل فقط مكان نسبي وسرعة نسبية.

ثم يقوم بإشعاعها بشكل متصل أيضاً على شكل موجات، وذلك نتيجة توتر الإلكترونات في مدارات ذرة الجسم الساخن.

وقد بينت الفيزياء الحديثة على يد **ماكس بلانك** (*M.Planck* 1858- 1948) خطأ هذا التصور، وكشفت أن إشعاع الجسم الأسود بعد تسخينه يُعيد إطلاق الطاقة التي اكتسبها من التسخين على شكل وحدات أو حبات من الطاقة بشكل انفصالي أي متقطع ذلك لأن «الطاقة مثلها مثل الكهرباء والمادة لا يمكن تصورها إلا من منظور انفصالي، فهي لا تظهر إلا بكيفية متقطعة على شكل وحدات. وأن الأجسام إذا امتصت أو أصدرت شعاعا، فإن ذلك يقع بشكل منفصل متقطع،كأن الطاقة وحدات أو حبات»[1]، إذن ما أثبته **بلانك** أن الطاقة تنطلق من الجسم الأسود على شكل **وحدات (كمّات)** متقطعة، لأنه عند تعريض حزمة من الضوء على لوح معدني تنفلت الإلكترونات عن اللوح وتتبعثر في الهواء، وهذا لا يمكن أن يحدث إلا إذا كان الضوء عبارة عن وحدات[*].

❋❋❋❋

**3- مشكلة بقاء (حفظ) الطاقة في الديناميكا الحرارية:** من المشكلات العلمية التي عرفتها الفيزياء الكلاسيكية كذلك، والتي أدت إلى تصدع مبدأ الحتمية، مشكلة الظواهر الحرارية، تلك الظواهر التي كانت محكومة بقوانين البقاء أو الحفظ، وقد أقرّت الفيزياء التقليدية ثلاثة قوانين للبقاء هي: **بقاء المادة، بقاء الكتلة وبقاء الطاقة.** وما نعنيه ببقاء المادة هو ثبات المقدار الكلي لما يحتويه جسم ما من المادة، باعتبار أن المادة في الكون ثابتة، لا تفنى ولا تستحدث. وبقاء الكتلة (وهو ما يرتبط بالتصور النيوتوني لأن الكتلة يقاس بها القصور الذاتي

---

(1)- علي حسين كركي، الابستيمولوجيا في ميدان المعرفة، الطبعة الأولى، شبكة المعارف، بيروت، 2010، ص 210.

(*)- سيثبت **لويس دي برولي** لاحقا أن الضوء ذو طبيعة مزدوجة، أي هو جسيم وموجة.

وكمية الجذب، وهي كمية ثابتة)، نعني به – كما أكدّ على ذلك الكيميائي **لافوازييه** (1743 – 1794 *A.L.Lavoisier*)– أن الوزن الكلي للمادة يبقى ثابتا ولا يتغير في جميع التحـــولات الكيمائية[1]، فلا يمكن زيادة كتلة جسم ما بدون أن نأخذ من كتلة جسم آخر. أمـــا بقـــاء الطاقة فيعني إن الطاقة لا تنعدم ولا تفقد، بل تتحول من صورة إلى أخرى، فالجسم إذا فقـــد طاقة في شغل ما، فإنها تعود في شكل حرارة[*]...

وقد كان التصور الكلاسيكي قائما على مبدأ أو قانون عدم قابلية الظـــواهر الحراريـــة للارتداد، حيث تنتقل الحرارة في اتجاه واحد من الجسم الساخن إلى الجسم البارد ولا ترتد في الاتجاه المعاكس[2]، فنحن نعلم أن الحرارة تنتقل من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد وليس العكس، لكن الحرارة لا تنساب دائما في هذا الاتجاه، فالثلاجة الكهربائية هي مثال للحالـــة العكسية. فالآلة تخرج الحرارة من داخل الثلاجة إلى خارجها، فتجعل بذلك الـــداخل ابـــرد والجو المحيط بها أسخن، وهي لا تستطيع أن تفعل ذلك إلا لأنها تستخدم كمية معينـــة مـــن الطاقة الميكانيكية التي يأتي بها المحرك الكهربائي، وهذه الطاقة تتحول إلى حرارة بمعدل متوسط حرارة الغرفة.. ولقد أثبتت الفيزياء الحديثة أن كمية الطاقة الميكانيكية التي تحولت إلى حرارة أعظم من كمية الطاقة الحرارية التي تسحب من داخل الثلاجة فإذا نظرنا إلى الحـــرارة ذات الدرجة الأعلى أو الطاقة الميكانيكية أو الكهربائية، على أنها طاقة من مستوى أعلى،كانـــت

---

(1)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق ص 321.

(*)– ماهو ملاحظ أن الفيزياء الكلاسيكية تفصل بين الطاقة والكتلة أو المادة بدليل قوانين البقاء ؛ فهناك قانون بقاء الطاقة وقانون بقاء الكتلة، «لكن النظرية النسبية تنص على عدم التفرقة بين الكتلة والطاقة، فاللطاقة كتلـــة وللكتلة طاقة، وسيصبح لدينا قانون واحد للبقاء: بقاء الطاقة والكتلة معا... وبذلك أوجدت حلا لمصدر الطاقة الشمسية ؛ حيث أن كمية قليلة من الكتلة يمكن أن تتحول إلى كمية كبيرة من الطاقة ؛ فالشمس تفقد كميـــة ضئيلة من الكتلة وفي المقابل تنتج قدرا عظيما من الطاقة.. وهكذا تتحول الكتلة إلى طاقة.» انظـــر إلى عـــادل عوض، فلسفة العلم في فيزياء إنشتاين: بحث في منطق التفكير العلمي، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعـــة والنشر، الإسكندرية، 2005، ص 53.

(2)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، المرجع السابق، ص 122.

الطاقة التي تهبط أكثر من الطاقة التي تعلو في الثلاجة[1]، ويكشف لنا هذا المثل أن قانون عدم القابلية للانعكاس وان كان يبدو معقولا إلا انه يؤدي في نهاية المطاف إلى نتائج لا تقل خطورة حيث ينزع الصرامة من القانون العلمي ويجعله مجرد قانون احتمالي، وهو بذلك يدق أولى المسامير في نعش مبدأ الحتمية. فهذا القانون الذي احتل مكانه في الصياغة الميكانيكية الحتمية للكون لا يتنبأ بصورة مطلقة بما سوف يحدث وإنما فقط بما يمكن أن يحدث، ذلك أن «كمية الحرارة في جسم ما تتحدد حسب حركة جزيئاته، فكلما ازداد متوسط سرعة الجزيء ارتفعت الحرارة. وينبغي أن ندرك أن هذه العبارة لا تشير إلا إلى متوسط سرعة الجزيء، لأن الجزيئات المنفردة قد تكون لها سرعات متباينة تماما. فإذا حدث اتصال مباشر بين جسم ساخن وجسم بارد، اصطدمت جزيئاتهما. وقد يحدث من آن لأخر أن يصطدم جزيء بطئ بجزيء سريع فيفقد كل سرعته وتزداد سرعة الجزيء السريع، لكن هذه حالة استثنائية. لكن الذي يحدث على وجه الإجمال هو تعادل السرعات عن طريق الصدمات، وهكذا يفسر عدم القابلية للانعكاس بأنه ظاهرة امتزاج تشبه تقليب أوراق اللعب»[2]. والنتيجة أن قانون الديناميكا الحرارية الثاني هو ضربة للحتمية وبيان زيفها[*]، فهو يقوم على تنبؤات تقريبية لا احتمالية مما جعل هذا العلم من الأوائل الذي يستخدم الاحتمال والإحصاء بدل النتائج القائمة على الحتمية التي تحكم المستقبل كما تحكم الحاضر والماضي.

هذا، وبينت كشوفات العلم الحديث زيف مبدأ بقاء المادة الذي سنفصل فيه عند حديثنا عن النشاط الإشعاعي للذرة. وبقي قانون ثالث من قوانين البقاء أو الحفظ الذي أقرها الفيزياء الكلاسيكية ونعني به بقاء الكتلة «فقد بدأت الثورة عليه ببحث نظري قام به **ج. طومسون** (*J.J.Thomson* 1856 – 1940)، أثبت فيه أن كتلة الجسم المشحون بالكهرباء يمكن أن تتغير بتحريكه، وكلما تحرك أكثر كلما أصبحت كتلته أكبر. وهذه النتيجة قد

---

(1)- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 145.

(2)-المرجع نفسه والمكان.

(*)- انظر إلى تفصيل ذلك في حديثنا عن القانون الثاني في الديناميكا الحرارية في المبحث الثاني من هذا الفصل.

أكدتها النسبية(*) وتعارض تماما المفهوم النيوتوني ببقاء الكتلة»[1]. وبـــذلك بـــدأت معاقـــل الحتمية تنهار الواحد تلو الآخر.

❋❋❋❋

**4 – النشاط الإشعاعي**: من بين الظواهر، أيضا، التي عجزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسيرها ظاهرة النشاط الإشعاعي، حيث كشفت الفيزياء الحديثة أن اليورانيوم يقذف إشعاعا متصلا لا ينقطع، في أي وسط وفي أي زمن. يقذفه بذاته وليس كنتيجة لأي إثارة خارجية. وكان هذا اكتشاف العالم الفرنسي **هنري بيكرل** (*H.Bacqueral*) سنة 1896م.

لقد تبين أن هذا النشاط الإشعاعي يُحدث انفجار ذرات المكونة له، وهذا الانفجـــار يحدث بصورة تلقائية ولا تحدده أي شروط. والأمر لا يقتصر فقط على اليورانيوم وإنما هـــو ظاهرة شاملة لكل المواد المشعّة فـــ«الراديوم – مثلا – وهو من أقوى العناصر مـــن ناحيـــة النشاط الإشعاعي، يقذف دوما بثلاث أنواع من الأشعة: **ألفا، بيتا وغاما**. تتفكـــك ذراتـــه بمجرد مرور الزمن عليها، وتخلف من ورائها ذرات من الرصاص والهليوم. لذا تنخفض حجم كتلة الراديوم باستمرار(**)، ويحل محلها رصاص وهليـــوم»[2]، وهنـــا نعـــود إلى الفيزيـــاء الكلاسيكية، فمن المعلوم أن قوانينها تقوم على مبدأ السببية العام – الذي قلنا عنه سابقا إنـــه الوجه المقابل للحتمية – الذي ينص على أنه لكل حادث سبب هو علة حدوثه. وهنا يبقـــى هذا المبدأ عاجزا عن إعطاء تفسير لهذا النشاط الإشعاعي مادام لكل حادث علة؛ بحيـــث لا يوجد علة لانطلاق الطاقة من اليورانيوم والراديوم وكافة العناصر التي تشع طاقة تستمر بـــلا

---

(*)– أثبت إنشتاين أن كتلة الجسم تتناسب طرديا مع السرعة، وان الكتلة الجسم تتجه إلى مالا نهايـــة كلمـــا اقتربت سرعته من سرعة الضوء.

(1)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتيمة، ص 326.

(**)– وهذا دليل آخر يضرب قانون من قوانين التصور الميكانيكي، وهو قانون بقاء الكتلة.

(2)–المرجع نفسه، ص 331.

انقطاع لملايين السنين.

وكنا أشرنا أن الراديوم مثلا يتناقص في حجم كتلته بمرور الزمن، وان ما يحكم معدل هذا التناقص هو قانون من طبيعة لاحتمية وليس من طبيعة حتمية رياضية صارمة حيث إنه «في كل ميليغرام من الراديوم يتحلل تلقائيا حوالي 500 مليون ذرة كل ثانية. وفي كل 1600 عام(*) يتحلل نصف غرام من مادة مقدارها غرام ويبقى النصف الآخر وهكذا. ومن الممكن التنبؤ على درجة التقريب بعدد الذرات التي ستحلل في زمن معين، لكن مالا السبيل إليه إطلاقا هو التنبؤ الحتمي بالعدد الذي سيبقى من 2000 من ذرات الراديوم مثلا بعد عام، يمكن ترجيح درجة احتمال بقاء 2000 ذرة، ودرجة احتمال بقاء 1999 ذرة، ودرجة بقاء 1998 ذرة... فأعلى درجة من الاحتمال هي احتمال تحلل ذرة من 2000 من الذرات »[1]. حيث إنه «يستحيل تحديد الذرة المفردة التي ستحلل، ولا يتوقف مصير الذرة على عمرها، ولا هي تتحلل لأنها استنفذت قدرتها على البقاء، ولا هي تتحلل لأنها تعرضت لعوامل خارجية، بل فقط لأن المصادفة اللامحتومة قد حلت بها»[2]، ويتضح مما سبق، أنه لا يوجد أي وسيلة لمعرفة لماذا هذه الذرة تفككت بدلا عن ذرة أخرى، ولا أي منها سوف يتفكك، ولا يوجد أي قانون فيزيائي يسمح بوصف سبب هذا الاختيار، وبالتالي تفشل كل التبريرات العلية الحتمية، حيث إنه لا وجود لعلل أو شروط محددة تفسر تحلل ذرة ما عما سواها من الذرات، ولا وجود لقانون حتمي ينطبق على بصورة صارمة على ذرة معينة في مسارها،

---

(*)- لقد عَرَفَ الفيزيائيون أن نصف هذا الراديوم فقط هو ما سيتبقى بعد 1600 عاماً، وهو ما يُعرف بنصف عمره. وبعد 1600 عاماً أخرى سيتبقى ربعه فقط، وهكذا... إلا أن لحظة ذرة مفردة من الانحلال هي مصادفة بحتة، إذ يمكن أن تنحل خلال يوم، أو تبقى 10.000 عام.. وحياة نصف العمر لا تقتصر على الراديوم فقط بل تشمل كل المواد المشعة: فنصف حياة اليورانيوم 4500 مليون سنة، والكربون المشع 5700 سنة، والفسفور المشع حوالي14 يوما، واليود المشع 8 أيام، وهناك مواد ماهو قصير العمر ؛ بعضها حياته تدوم ساعات، وبعضها دقائق، وبعضها ثوان فقط.

(1)-المرجع نفسه والمكان.

(2)-المرجع نفسه والمكان.

ومن ثم فإن كل محاولة لتفسيرها تفسيرا عليا وحتميا ستبوء بالفشل مهما كان رأي المؤمنين بالحتمية.

❋❋❋❋

**5 – ميكانيكا الكم ومبدأ اللاتحديد:** إذا كانت المشكلات السابقة أدت إلى تصدع مبدأ الحتمية وأحدثت شروخ في أساسات البناء الميكانيكي حتى أصبح آيلا للسقوط، فإن مبدأ اللاتحديد قد أدى إلى انهيار الحتمية بالكامل.

إن مبدأ اللاتحديد لم يكن إلا نتيجة من نتائج تطور الفيزياء وظهور نظريات جديدة، كان أهمها على الإطلاق نظرية ميكانيكا الكم(*) مع **ماكس بلانك** والنسبية على يد **ألبرت إنشتاين** (*A.Einstein* 1879 – 1955). وبظهور هاتين النظريتين واقتحام العالم دون الذري أصبح الدفاع عن الحتمية مستحيلا. وسنستعرض اختصارا نظرية ميكانيكا الكم وتطورها لفهم الخلفيات التي أدت إلى ظهور مبدأ اللاتحديد.

من المعلوم، أن الميكانيكا هو ذلك الفرع من الفيزياء الذي يدرس تأثير القوى في حركة الأجسام. وضمن التصور الكلاسيكي كان الكون يبدو مكونا من عناصر متمايزة، يشغل كل منها موقعا محددا وله سرعة محددة. وتتفاعل هذه العناصر مع بعضها بواسطة قوى التجاذب. ومن حيث المبدأ كان يمكن معرفة هذه العناصر والقوى المؤثرة عليها وحساب تأثيراتها بدقة. وعلى ذلك يمكن القول أن الميكانيك الكلاسيكي هو نظام رياضي قائم على أساس قوانين

---

(*)- ظهر مصطلح الكم لأول مرة كمبدأ سنة 1900م مع **ماكس بلانك**، ولم تكتمل معالمه كنظرية إلا مع أربعينيات القرن الماضي حين تمت صياغة ميكانيكا المصفوفات مع **نيلز بور** والديناميكا الموجية مع **شرودنجر**. ولقد شاع لفظ **الكم** في اللغة العربية كمصطلح للـ**كوانتم**، مع أن مجمع اللغة العربية وضع **الكمومة** كمصطلح له، وهو أكثر صوابا من الأول.

الحركة، التي هي قوانين **نيوتن**، والغاية من هذا النظام الرياضي هو حساب حركات الأجسام بدلالة الشروط المبدئية المعروفة. وبرغم من نجاحات تطبيق الميكانيك الكلاسيكي على مجال واسع من الظواهر الفيزيائية، إلا أن بدايات القرن العشرين أوضحت انه ليس جميع الظواهر كانت معروفة أو يمكن تفسيرها بهذا الميكانيك، فكثير من الظواهر المُشَاهَدة تجريبيا كانت غير قابلة للتفسير، الأمر الذي أدى إلى تطوير نظام جديد لعلم الحركة هو علم (*Quantum*).

تعد نظرية ميكانيكا الكم ثاني أهم نظرية فيزيائية في القرن العشرين بعد النظرية النسبية، التي كانت بمثابة ثورة جديدة في الفيزياء بإحداثها لانقلاب في المفاهيم التي يقوم عليها هذا العلم، وتتكون نظرية ميكانيكا الكم أو الكوانتم من أصناف المادة وكل أشكال الضوء أو الإشعاع من جسيمات متناهية الصغر، هي الالكترونات والبروتونات والنيوترونات الفوتونات وبضعة جسيمات أخرى. فميكانيكا الكم هي التعبير عن الفيزياء الملائمة لهذه الجسيمات، فهي نظرية عامة يمكن أن نشتق منها البقية الباقية من الفيزياء، وفعليا تعد ميكانيكا الكم الفيزياء بأسرها[1]، وإن كان لـ**ماكس بلانك** الفضل الأكبر في قيام هذه النظرية، إلا أن هناك الكثير من الفيزيائيين الذين ساهموا في تطويرها، منهم **نيلز بور، فيرنر هيزنبرغ، لويس دي برولي وإروين شرودنجر**.. وقد بدأت هذه النظرية ببحث نشره **بلانك** سنة 1900م، وأتبعه ببحوث أخرى[2]. ولكن ما هي الخلفية العلمية التي أدت إلى ظهور هذه النظرية؟

كان منطلق نظرية ميكانيكا الكم هو مشكلة إشعاع الجسم الأسود، حيث أن للأجسام السوداء خاصية امتصاص أشعة الشمس، وبواسطة هذه الأشعة يسخن الجسم إلى أعلى درجة حرارة قياسا بالأجسام الأخرى، فيصبح عندئذ الجسم الأسود مصدرا للضوء عند تسخينه في درجة حرارة مرتفعة جدا. لذلك استخدم العلماء الجسم الأسود كجسم مقياسي لوضع

---

(1)- رولان أومنيس، فلسفة الكوانتم، المرجع السابق، ص 173.

(2)- محمود فهمي زيدان، من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، 2004، ص 13.

قوانين الإشعاع الحراري بصيغة كمية رياضية. ونتيجة البحث في الجسم الأسود ظهر في الفيزياء الحديثة قانونان، وهما[1]:

– **قانون ستيفان وبولستمان:** هذا القانون وضعه أولا العالم النمساوي **جوزيف ستيفان** (*J.Stiphan*) في سنة 1879م، وينص على أن طاقة الإشعاع الكلية المنبعثة من أي جسم، تتناسب طرديا مع درجته المطلقة مرفوعة القوة إلى أربعة. ثم جاء **فريدريك بولستمان** (*F.Boltsmann*) وأثبت قانون **ستيفان**، فأصبح القانون يعرف باسمهما.

– **قانون فين: وليام فين** (*W.Wine*) هو أيضا نمساوي، ينص قانونه على أنه كلما ارتفعت درجة حرارة الجسم الأسود، فإن طول الموجة المناظرة لأقصى سطوح للضوء المنبعث منه يجب أن تكون أقصر.

إن القانون الأول يبحث صفة أخرى من صفات الأجسام الساخنة إذ يقدم لنا العلاقة بين الطاقة الكلية المنبعثة من الجسم الساخن على مختلف الأطوال الموجية ودرجة حرارة الجسم. وهذا يعني أننا عندما ننظر إلى جسم ساخن (وليكن نجماً مثلاً) ونراه بلون معين فإن هذا لا يعني أن الجسم يبعث الطول الموجي الخاص بذلك اللون، بل هو في الحقيقة يبعث كل الألوان لكن أكثرها شدة هو اللون الذي نراه. هذه الخاصية وهذا القانون له تطبيق مباشر في معرفة درجة حرارة الأجسام، إذ يمكن عن طريق معرفة طول الموجة عن طريق التحليل الطيفي حساب درجة حرارة الجسم[2].

أما القانون الثاني، فيثبت العلاقة بين طول الموجة وشدة الإشعاع، فلو أننا سخنا أية مادة بها فلزات فوق لهب قوي ومباشر فإننا سنرى أن المادة تصبح حمراء، ثمّ إذا ما زادت حرارتها أكثر أصبحت برتقالية، وإذا زدنا الحرارة أصبحت صفراء، ثمّ إذا زادت حرارتها أكثر أصبحت زرقاء داكنة ثم بيضاء، هذه الحالات يعبر عنها قانون **فين** الذي يقرر «تناسب الطول

---

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، المرجع السابق، ص 199.

(2)- Claude Aslanqul , Mécanique quantique , bibliothèque nationale, p14 Paris,2010.

الموجي عند الطاقة العظمى المنبعثة عن جسم ساخن عكسياً مع درجة حرارة الجسم»[1].

ولقد كانت الوقائع تثبت صحة القانونين كل منهما على حده. لكن العالمان الانجليزيان **رايلي وجيتز** (*Rayleigh & Jeans*) بيّنا أن الجسم الأسود مكون من عدد الذبذبات المشحونة التي تتحرك حركة توافقية بسيطة، وتطلق أشعة كهرومغناطيسية أثناء حركتها، حيث تتوزع كثافة الطاقة المنبعثة من الجسم الأسود بالتساوي مع كثافة الطاقة للمتذبذبات عند الاتزان الحراري[2]، فقانون **رايلي وجيتز** هو صياغة شاملة للقانونين السابقين، حيث أن قوة الإشعاع المنبعث من جسم ساخن تتناسب طرديا مع درجة حرارته المطلقة وعكسيا مع مربع طول الموجة الضوئية المنبعثة منه[3]، لكن التجارب التي أجريت لم تثبت ذلك مطلقا، فقد فشلت كل المحاولات المستندة إلى الميكانيك الإحصائي الكلاسيكي في وصف وتفسير إشعاع الجسم الأسود خصوصا في الترددات العالية، حيث تبدي القوانين المتوقعة انحرافا كبيرا عن الواقع وهذا ما عرف باسم **الكارثة فوق البنفسجية**، مما ادخل نظريات الضوء في مأزق حقيقي لم تخرج منه إلا بظهور ميكانيكا الكم.

قلنا إذن، إنه عند تسخين جسم ما عند درجة حرارة عالية فإنه يتوهج ويبعث إشعاعا أحمرا، وبزيادة الحرارة يتحول اللون إلى برتقالي، ثم أصفر، وعندما تصبح درجة الحرارة عالية جدا يتحول اللون إلى لون أبيض. هذا ما كان قابلا للمشاهدة، لكنه لم يكن قابلا للتفسير، وحتى التجارب التي أجريت بهذا الشأن لم تُضفِ إلى نتيجة تذكر.

وعمل **بلانك** على حل هذه المشكلة محاولا إيجاد علاقة بين قانون **ستيفان/بولتسمان** وقانون **فين** بطريقة مخالفة لما قام به **رايلي وجيتز**، لكنها تؤدي إلى نتائج مقبولة. وتمكن من ذلك عن طريق افتراض «أن الإشعاع ينبع في وحدات منفصلة لا متصلة، ويسمي كل وحدة من هذه الوحدات كما، وهذا الكم مقدار ثابت مهما اختلفت كتلة المادة أو كثافتها، وأن

---

(1)- Ibid , p 14 .

(2)- Ibid , p 14-15.

(3)- المرجع السابق، المكان نفسه.

الإشعاع ينبعث من المادة الإشعاعية في هيئة جزيئات لا موجات، أو أن الإشعاع من طبيعة ذرية جزيئية»[1]، وبناءً على هذا الافتراض قدم **بلانك** تفسيرا صحيحا لإشعاع الجسم الأسود سنة 1900م. مبينا أن الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود سببه اهتزاز الإلكترونات المكونة لمادة هذا الجسم، وهذه الاهتزازات ذات ترددات عالية، وطاقة الإلكترونات المهتزة والمسببة لانبعاث الشعاع الأسود من المادة مسموح لها أن تأخذ أي قيمة من الطاقة. والجديد هنا هو أن الكميات الفيزيائية المتغيرة في التصور الفيزيائي الكلاسيكي تملك قيما متصلة لكن **بلانك** أحدث تغييرا جوهريا في هذا المفهوم الفيزيائي، فكانت فرضية أن طاقة الالكترونات المهتزة مكممة وقيمها منفصلة[*] وتتناسب برقم كمي صحيح (أي عدد صحيح) مع التردد، وفق المعادلة الرياضية التالية[2]: $E=nhv$ حيث أن:

- E = طاقة المتذبذب
- n = عدد صحيح
- h = ثابت التناسب المعروف بـــ**ثابت بلانك**

v هو تردد المتذبذب أو تردد الضوء ويُقاس بـــ إرج/ثانية

والارج erg وحدة الطاقة والثانية وحدة الزمن، وهذا الثابت هو كم الطاقة الصادرة عن الذرة في الثانية الواحدة، وهو ثابت بمعنى أن كمية الطاقة المشعة، في كل حالة من حالات انبعاث الإشعاع مقسوما على التردد (الذي هو عدد الذبذبات في الثانية) يعطينا دائما مقدارا أو كما ثابتا[3]. وهذا الكم الثابت ضئيل جدا تبلغ قيمته حوالي $6.55 \times 10^{-28}$ ارج في

---

(1)- محمود فهمي زيدان، المرجع السابق، ص 21.

(*)- أن أكبر ضربة تعرض لها مفهوم الاتصال كانت على يد **بلانك** لما ابرز أن الطاقة والمادة والكهرباء.. لا يمكن تصورها سوى انطلاقا من منظور انفصالي (علي حسين كركي، الابستيمولوجيا في ميدان المعرفة، الطبعة الأولى، شبكة المعارف، بيروت، لبنان، 2010، ص 210).

(2)- Claude Aslanqul ,Op ,Cit , p15-16 .

(3)-المرجع نفسه، ص 22.

الثانية أي الرقم 6.55 مقسوما على واحد أمامه سبعة وعشرون صفرا. ومادام **h** ثابت فإن الطاقة **E** تتغير دائما بتغير التردد **v**[1].

ومن خلال هذا الضبط الرياضي الدقيق كشف **بلانك** أن الضوء يتكون من جزيئات ذرية تسمى **الفوتون**(*photon*)[*] حيث يكون انبعاث الإشعاع في شكل وحدات أو كمات منفصلة، وأن «الكوانتم هو ذرة الطاقة، وحجم هذه الذرة – أي كمية وحدة الطاقة – تتوقف على طول موجة الإشعاع الذي ينتقل به الكوانتم، فكلما كان طول الموجة أقصر كان الكوانتم أكبر»[2]. كما بيّن أن الانفصال في انبعاث الطاقة خاصية جوهرية للذرة حين تتفاعل الاهتزازات مع الإشعاع، وأن الحركة المنفصلة هي خاصية العالم الأصغر، فالإلكترون مثلا يغير من مداره فجأة؛ حيث يكون في نقطة معينة في لحظة معينة ويكون في اللحظة الزمنية التالية في نقطة أخرى من دون مشاهدته يتحرك حركة متصلة، وإنما يقفز. وهذا ما كشفت عنه تطورات نظرية الكم، عندما بدأت بدراسة الذرة والطبيعة الذرية للضوء، فظهرت عدة نماذج، نوجزها كما يلي:

**أ – نموذج رذرفورد:** قام **رذرفورد** (*E.Rutherford* 1871 – 1937) بـ«وضع الأنموذج الكوكبي للذرة[**]، وبمقتضاه تكون الذرة مؤلفة من نواة يدور حولها عدد معين من الإلكترونات، وكأنها كواكب تسير في مداراتها»[3]، وحتى يتحقق من قطر الذرة[4]، الذي

---

(1)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، نفس المرجع، 347.

(*)– الفوتون هو جسيم عديم الكتلة ويتنقل دائماً بسرعة الضوء، أي 300000كلم / ثا.

(2)– ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، المصدر السابق، ص 154.

(**)– استوحى **رذرفورد** هذا النموذج من النموذج الشمسي ؛ حيث شبه فيه الذرة بمجموعة شمسية، تحتل فيها النواة المركز، والالكترونات تسبح حولها، فسمي هذا النموذج لذلك بـ**النموذج الكوكبي**.

(3)–المرجع نفسه، ص 154 – 155.

(4)– أي يتحقق من نموذج **طومسون**، الذي هو أول نموذج للذرة، يجعل الشحنة الموجبة كلاً مجتمعا في حيز قطره $10^{-8}$ سم، وهو الجزء الموجب الذي تجتمع فيه الالكترونات، عددها يساوي مجموع الشحنة الموجبة التي في النواة.

هو حجم النواة الموجبة، قام سنة 1911م بتجربة تسليط سيل من الجسيمات موجبة الشحنة والمعروفة بجسيمات ألفا على صفيحة ذهب رقيقة جدا. وكانت النتيجة أن عددا كبيرا من جسيمات ألفا انبعث في اتجاهات مختلفة، مما أوحى أن حجم الجزء الموجب من الذرة صغيرا جدا، وتبين لاحقا إن الجزء الموجب في الذرة قطره لا يتجاوز $10^{-12}$ سم، أي 10000/1 من قطر الذرة الكلي، بمعنى هو جزء من مليون مليون جزء من حجم الذرة[1]. وحسب تقدير الكيمائيين للحيز الذي تتفاعل فيه الالكترونات لتكوّن مركبات كيميائية جديدة فان الذرة مكونة من نواة صغيرة موجبة الشحنة تدور حولها الكترونات سالبة الشحنة. لكن حسب قانون التوزيع المتساوي للطاقة، فإن الإلكترون الذي يدور حول النواة يجب أن يصدر أمواجا كهرومغناطيسية وفقا لمعادلات **ماكسويل** التي تزداد شدتها إلى ما لانهاية ، وبهذا يقترب أكثر فأكثر من النواة حتى تنهار جميع الالكترونات ضمن النواة ، لكن هذا لا يحصل في الواقع[2]. أي إذا افترضنا أن الالكترونات تتحرك في مدارات دائرية حول النواة فإنها تكون في حالة تسارع، والشحنات المتسارعة تشع طاقة بموجب النظرية الكهرومغناطيسية، وبالتالي فإن الكترونات الذرة في نموذج **رذرفورد** سوف تسقط نحو النواة في زمن قصير وتنهار البنية الذرية، وهذا مناقض للواقع. فالمشكلة التي صادفت هذا النموذج الكوكبي هي أن دوران الإلكترونات في هذه الأفلاك يُكسبها تسارعًا بسبب جذب النواة، وهذا التسارع يؤدي إلى فقدان الإلكترونات لطاقتها الكامنة التي تمتلكها بسبب موقعها من المادة الموجبة وبسبب أن يصدر الإلكترون إشعاعاً بسرعة تستنزف طاقته. ولذلك لم يحظَ هذا النموذج بالقبول عند الفيزيائيين

**ب – نموذج بور:** في محاولة من **نيلز بور** (*N.H.Bohr*1962 – 1885) للتغلب على الصعوبات التي واجهت نموذج **رذرفورد** للذرة، قدم نموذجا بافتراض أن الإلكترونات لا

---

(1)- Claude Aslanqul , op.cit , p22 .

(2)- Ibid , p 22-23 .

يمكنها سوى الحركة في مدارات دائرية يكون فيها الإلكترون مستقر أي لا يشع، وإلا فإنه سوف يفقد كل طاقته ويسقط على النواة بعد مرور فترة من الزمن. فالإلكترون لا يمكنه الإشعاع بالفعل إلا حين الانتقال إلى مدار أصغر. وحين يشع، فإنه يقذف كمّاً من الطاقة المضيئة. والإلكترونات تدور حول النواة في مدارات دائرية، حيث تكون قيمة الزخم الزاوي فيها متساوية لعدد صحيح من **ثابت بلانك**[1] $mvr = nh$ أي $2\pi$

حيث تساوي n عددا صحيحا مثل 1،2،3... وهذه الأعداد تسمى مستويات الطاقة في الذرة. وفي حالة استثارة الذرة فإن الإلكترون سوف ينتقل إلى مستوى طاقة أعلى ثم يعود إلى حالته الأولى مع انبعاث فوتون ذو طاقة مساوية تماما للفرق بين طاقتي المستويين. وتحدث الاستثارة عندما ينتقل زخم الفوتون إلى إلكترون فيدفعه إلى الحركة ومن التصادم بين الفوتون والإلكترون يكتسب الإلكترون المتحرك طاقة حركية تساوي الفرق بين طاقة الفوتونين[2]، وقد وجد **بور** أن للإلكترون مدارات محددة تتباعد عن بعضها بمسافات معلومة حسب المعادلة التالية:

$$r_n = a_0 n^2$$

حيث أن a هو اقل قطر ممكن لمدار الإلكترون يقدر بـ 0.5 أنكستروم[*]، وأن الذرة تتكون من مركز شحنة موجبة يسمى نواة وتتحرك حولها إلكترونات.. أي انه يمكن «أن نتخيل ذرة العنصر الكيمائي في شكل نظام شمسي مصغر، يتركز الجزء الأكبر من كتلتها في نواتها موجبة الشحنة والتي يبلغ قطرها نحو 10/5 من قطر الذرة، وخلف هذه النواة تدور إلكترونات أخف وزنا يكفي عددها لمعادلة شحنة النواة، أما القطر الخارجي في معظم

---

(1)- Ibid , p 24 .

(2)- Ibid , p 24 -25 .

(*)- أنكستروم هو جزء واحد من عشرة آلاف مليون جزء من المتر، أي جزء واحد من عشرة آلاف جزء من المايكرون.

الذرات فيبلغ نحو 10/7من المليمتر»[1].

**جـ – نموذج دو برولي:** لقد واجه العلماء كثيراً من الصعوبات في وصف طبيعة الضوء، فبعض التجارب تبين الطبيعة الموجية للضوء مثل الضوء الأبيض لمركبات طيفه عند مروره داخل منشور. والبعض الآخر من التجارب يثبت الطبيعة الجسيمية للضوء مثل التأثير الكهروضوئي.

وكانت بداية التفسير الثنائي ونقطة التحول في نظريات الضوء والمادة من الفكرة التي تقدم بها الفيزيائي الفرنسي **لويس دو برولي** (*L.De Broglie* 1987 – 1882)، من أن الضوء مؤلف من جزيئات ومن موجات معا، ونقل هذه الفكرة إلى ذرات المادة التي لم يسبق لأحد أن فسرها على أساس موجي. فوضع نظرية رياضية يكون فيها كل جزيء صغير من المادة مقترنا بموجة، ومن ثمّ فهذا الكشف يمثل بداية عهد التفسير المزدوج بوصفه نتيجة محتومة للطبيعة التركيبية للمادة[2]، حيث تبين أن هناك موجات تسلك سلوك الجسيمات، كما أن هناك جسيمات تسلك سلوك الأمواج:

– **السلوك الموجي للجسيمات:** عند توجيه حزمة من الإلكترونات على بلورة، تتصرف السطوح الداخلية للبلورة كأنها شقوق دقيقة تمر الإلكترونات من خلالها، فتنحرف على الشاشة أهداب تداخل، وتسمى هذه الظاهرة **حيود الإلكترون**[*]، وهذه الظاهرة لا يمكن تفسيرها إلا بالقول أن للجسيمات سلوكا موجيا.

– **السلوك الجسيمي للأمواج:** كشفت أبحاث أن الضوء ليس حركة موجية لان الضوء طاقة مغناطيسية ينتقل مثل الجسيمات ويتصرف مثلها، مما يعطي الضوء طبيعة جسيمية. غير

---

(1)– هيزنبرغ، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، المصدر السابق، ص 104.

(2)– ريشنباخ، المصدر السابق، ص 156.

(*)– وهي ظاهرة شبيهة بحيود الضوء حينما ينعطف حول الحواف عند اصطدامه بأجسام دقيقة (يمكن الرجوع إلى ذلك في مشكلة الضوء).

أن الضوء يتألف أيضا من مجال كهرومغناطيسي مما يجعله يتذبذب بشكل موجي، ويعطيه طبيعة موجية. ومن هنا جاءت الطبيعة الثنائية للضوء، لكن هذا «يبدو هذا مستعصيا على الفهم إذا ما فكرنا بمفاهيم الفيزياء الكلاسيكية وبحثنا عن الحتمية، ويبدو واضحا بسيطا إذا أدخلنا الاحتمالات في صلب الظواهر الأولية، حيث أن المادة التي افترضها **دوبرولي** هي توزيع لاحتمال وجود الفوتونات على المكان، وفكرة الاحتمال هنا أساسية»[1]، وبذلك يدخل مفهوم الاحتمال كمفهوم أساسي في الفيزياء.

وجاء **شرودنجر** (*I.Shrödinger* 1887-1961) ليضع معادلة رياضية تفاضلية بناء على ما توصل إليه **دو برولي** من نتائج. غير أن **دو برولي** كان يقول بالطبيعة الثنائية للضوء، أما **شرودنجر** فافترض انه يمكن الاستغناء عن الجسيمات والإبقاء على الموجات، التي تتجمع في حيز ويتكون عنها ما يشبه الجسيم. وقال أن هناك موجات تسلك سلوك الجسيمات. وفي التصور الموجي أن حركة الجسيم لا تتحدد إلا بشكل احتمالي. والصورة الاحتمالية ، بحسب معادلة **شرودنجر**، تتضمن أن الجسيم يمكن أن يوجد في أكثر من موضع في آن واحد نتيجة تركيب الحالات المتعددة المحتملة للجسيم. ولأن الرأيين – رأي **دو برولي وشرودنجر**– مختلفان ولا يمكن قبولهما معا؛ جاء **ماكس بورن** (*Max Born*) وأعلن أن الموجات لا تمثل أكثر من احتمال[2]، بمعنى انه لا يمكن أن تتحكم في سلوكها قوانين السببية الحتمية، وإنما قوانين احتمالية من حيث أنها مقادير رياضية. لقد أصبحت فكرة الاحتمال تتعمق أكثر فأكثر في أبحاث الفيزياء الحديثة، «وعندما نقول الاحتمال إنما ذلك لا يعني أكثر من إحلال اللاحتمية محل الحتمية، بحيث أصبحنا نعرف القوانين الطبيعية التي تحكم حركة الإلكترونات حول النواة، نعرفها لدرجة تمكننا من صياغتها في شكل رياضي بالغ الدقة، ولكن لا نستطيع ترجمة هذه القوانين في صورة يمكن تخيلها إلا في شكل تقريبي فقط »[3].

---

(1)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، ص209.

(2)– يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، ص 356.

(3)– هيزنبرغ، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، مرجع سابق، ص 105.

هذه التطورات التي عرفتها الفيزياء هي التي أدت بـ**هيزنبرغ** (1901 – 1976 *W.Heisenberg*) إلى وضع مبدئه المشهور والمعروف باسم مبدأ **اللاتحديد/اللاتعيين**. فقد عمل **هيزنبرغ** تحت إشراف **نيلز بور** في دراسة أطياف المواد المتوهجة، وتمكن من استيعاب التصرف الموجي للجسيمات بشكل دقيق، ومن خلال دراسة الصفات الموجية للجسيمات تمكن من وضع مبدإ يسمى **مبدأ عدم التحديد**.

فلقد كان الاعتقاد السائد لدى العلماء، أن ميكانيكا **نيوتن** تستطيع تحديد حركة كل جزيء، وكل ذرة من المادة بشكل مطلق وتام، على مدى الزمان في الماضي والحاضر والمستقبل، وذلك بمعرفة القوى المؤثرة فيها والشروط المبدئية المحيطة بها عند لحظة محددة. أي إنه حسب صياغة **لابلاس** انه لو استطعنا تحديد موضع كل ذرة من ذرات المادة في الكون وسرعتها في لحظة ما، وعرفنا كل القوانين التي تحكم القوى الفاعلة بين تلك الذرات، لاستطعنا بذلك حساب تاريخ الكون بالكامل من الماضي إلى المستقبل البعيد.

غير أن مبدأ اللاتحديد – الذي هو في نفس الوقت تأكيد لفرضية **دو برولي** – يضرب هذه الصياغة الحتمية عرض الحائط ويُحدث قطيعة كبرى مع تصورات العلم الكلاسيكي؛ فحينما نتعامل مع أجسام العالم المجهري أو مادون الذري فإنها لا تخضع بشكل عام لقوانين **نيوتن** أو الميكانيك الكلاسيكي، ففي علم الفلك مثلا يكون التنبؤ بمسار كوكب أو مذنب بقياس سرعته وموقعه في مرحلة واحدة. وهي مسألة بسيطة هنا، فعن طريق قوة الجاذبية وقوانين **نيوتن** في الحركة، يمكن ربط السرعة والموقع بمعادلات وحساب المسار الدقيق لذلك الكوكب أو المذنب لسنين طويلة. لكن عندما يتعلق الأمر بالإلكترون، فالأمور تختلف من أساسها؛ إذ يمكن للعالِم أن يقرر على وجه الدقة موقعه أو سرعته، لكنه لا يستطيع أن يحدد الاثنين في الوقت ذاته دون أن تتسلل إلى حساباته درجة من اللاتعيين. ذلك أن تسارع الإلكترون في منشإ الإشعاع لا يفصح عن نفسه، وموضوع التسارع ليس تحديدا كميا أو رياضيا، كما اعتدنا على ذلك في الفيزياء الكلاسيكية، بل يعتمد على الحالتين الأولية والنهائية للذرة في صميم اللحظة التي تحدث فيها قفزة الإلكترون، مما يعني أن مستوى اللاتعيين لا يمكن اختزاله أبداً، ومهما كانت القياسات المُستخدمة دقيقة، لا نستطيع أن نحدد

مكان وسرعة إلكترون حول نواة الذرة في نفس اللحظة لكل من هما وبنفس الدقة دون الشك بقيمة أحدهما. إذن للدقة هنا حدودها، حيث «لا يمكن قياس مقدارين فيزياويين مترادفين قانونيا كموضع الجزيء وسرعته في آن واحد بدقة»[1]، بمعنى يتعذر تعيين الموقع والسرعة الابتدائيين، وهو ما ينتج عنه تعذر التنبؤ بموقع الجسيم وسرعته في الزمن اللاحق، فببساطة إذا أردنا أن نحدد موقع الإلكترون بدقة يجب أن تصبح سرعته مساوية للصفر وهذا أمر غير ممكن لان الإلكترون متحرك، وإذا أردنا أن نحدد السرعة بدقة نكون قد أضعنا موضع الإلكترون، أي لا يمكن وبنفس الدقة أن نحدد موضع وسرعة الإلكترون في آن واحد، فمن الضروري إذن تصور الإلكترون كشيء يوجد بكيفية متآنية في مواقع مختلفة، وهذا ما يهدم تماما تصورات الفيزياء الكلاسيكية بتحديد كل مواقع الأجسام وسرعتها في لحظة من لحظات الزمان. ومعنى ذلك أن الجزيئات الميكروسكوبية لا يمكن أن يُحدد لها مسار صارم، فذلك يستلزم معرفة الموضع والزخم بدقة في آن واحد، وهذا غير ممكن. أي أن العلاقة بين الموقع والسرعة علاقة احتمالية لا حتمية صارمة، ويحصل هذا أيضا في الفيزياء النووية حيث لا نستطيع أن نتنبأ بدقة متى سيحصل انبعاث الجسيمات (الطاقة) من النواة المشعة.كما يحصل في كل المقادير التي تشتمل على أزواج مترافقة قانونيا كالطاقة والزمن، الزخم الزاوي والموقع الزاوي... فهناك حد أعلى لجداء دقة قياس المقدارين المقترنين بحيث يعني كل قياس متناه في الدقة لأحدهما عدم التحديد الكلي للمقدار الآخر، فيصبح ترتيب قياس أزواج المقادير المقترنة أمر ذو أهمية بالغة في ميكانيكا الكم، خلافاً لما هو عليه الحال في الميكانيك التقليدي، حيث أنه لم يعد بالإمكان التعبير عن هذه المقادير بدوال عددية، وإنما بمؤثرات تأخذ في بعض الحالات – خلافاً للدوال العددية – قيماً منفصلة وتنتقل بين هذه القيم بقفزات صغيرة هي كمات. وهذا يعني ضرورة التخلي عن تصور الإلكترون كما لو كان جوهرا ماديا صغيرا

---

(1)– محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، بدون طبعة، دار الشؤون الثقافية والنشر، بغداد، 1985، ص 98.

يخضع لنفس قوانين التي يخضع لها النظام المعتاد[1]، وينتج عن ذلك أن الجسيمات دون الذرية لا يمكن التنبؤ بمسارها فعلاً، ولا يمكن تطبيق السببية عليها، ولا ينطبق عليها التحديد الزماني والمكاني مجتمعين معا، إذ ليس للقوانين السببية لميكانيكا **نيوتن** أي معنى في الجسيمات دون الذرية، وكل ما يمكن فعله هو دراسة سلوكها الاحتمالي كمجموعة تُدرس إحصائيا أو احتماليا. فعند دراسة الإلكترون في منطقة الرصد على لوح حساس نجد أن مسار ارتحاله من منطقة التجهيز إلى منطقة القياس هو مسار غير يقيني وإنما احتمالي، فنحن لا نستطيع القول أنه موجود في نقطة محددة في زمن معين، وإنما نقول أن احتمال وجوده هو كذا وكذا، فهذا الارتحال هو انتشار احتمالات تعبر عنها الدالة الموجية لـ**شرودنجر**. ومن جهة أخرى، لا نعرف مكان سقوطه على اللوح الحساس ولكن نعرف احتمال ذلك فقط، وبالتالي فهذا «المبدأ بصورته العامة، يأخذ في اعتباره أدوات القياس، فينص على لا تعيين تكميلي، أي استحالة التعين الدقيق لموضع الإلكترون وسرعته. لأننا إذا أردنا أن نحدد سرعته فلا بد من إثارة اضطراب في موضعه، ومن ثمّ فإن دقة احد الجانبين ستكون على حساب الجانب الأخر»[2]، وعليه يتبين أن العالم الأصغر يتأثر بالملاحظة وأدوات القياس، إلى درجة يستحيل معها قياس موضع الجسيم وسرعته معا، في نفس الوقت وبنفس الدقة، ومن ثمّ لا يمكن تجاهل اثر أدوات الرصد والقياس على العالم الذري[*]، من ذلك مثلا أنه «كي نعثر على كهرب ينبغي أن ننيره بضويئة، وإن التقاء الضويئة والكهرب يبدّل محل الكهرب. وهذا الالتقاء يبدّل من جهة أخرى تواتر الضويئة. وعلى هذا لا توجد في الميكروفيزياء أيّ طريقة ملاحظة لا تؤثر فيها أساليب الطريقة على الشيء الملاحظ»[3]، وهذا ما نعني به بمبدأ الارتياب أي تأثر

---

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص 72.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، ص 357 – 358.

(*)- وهو الموقف الذي تتبناه مدرسة **كوبنهاغن** أو **الوضعية المنطقية**. وسنفصل هذه النقطة في المبحث الأول من الفصل الثالث.

(3)- غاستون باشلار، الفكر العلمي الجديد، المصدر السابق، ص 123.

الجسم المُلاَحَظ بشروط الملاحظة. وهذا ينتهي إلى ضرورة التخلي عن المفهوم التقليدي للموضوعية، من حيث أن أية دراسة للظواهر الذرية تؤدي إلى تداخل وتفاعل بينها وبين أدوات القياس[1]، مما يعني أن صلاحية التفسير الكلاسيكي يصبح باطلا ومحدودا بحدود الظواهر الجهرية أو الماكروسكوبية.

❋❋❋❋

تلكم هي أهم المشكلات[*] التي صادفت التفسير الحتمي الميكانيكي، والتي يمكن أن نستنتج منها أن المجال ما تحت الذري ليس مجالا للسببية والحتمية كما هو الشأن في المجال الفيزيائي المألوف، بل أن مفهوم الاحتمال واللاحتمية حلا محلهما، حيث لم يعد التنبؤ في الفيزياء الكوانطية إلا على هيئة حساب الاحتمالات، وتغيرت العبارة: كلما كان كذا، فإنه كذا، بعبارة أخرى: كلما كان كذا، فإنه من الممكن أن يكون كذا بنسبة كذا. فأصبحت بذلك المقاربة الإحصائية الاحتمالية منهجية أساسية في العلم الفيزيائي الحديث. وهنا يسدل العلم ستاره على مبدأ الحتمية معلنا انهيار التفسير الميكانيكي الحتمي الآلي، فاسحا المجال للاحتمية والاحتمالية والحرية. والنتيجة أن الفيزياء النيوتونية لم يعد من الممكن تطبيقها على الجسيمات والدقائق الأولية أي على العالم ما دون الذري، والذي لا يمكن، بأي حال رصده ومراقبته مباشرة، حيث لا يوجد أي حس فيزيائي قادر على إدراكه.

وهكذا يتضح أن فيزياء **نيوتن** التي أسست دعائم النظرية العلمية الكلاسيكية، وأسست

---

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، مرجع سابق، ص 30.

(*)- إضافة إلى ظواهر (مشكلات) أخرى تعجز الفيزياء الكلاسيكية عن تفسيرها، مثل سبب انصهار النحاس عند 1083 درجة مئوية، أو سبب انبعاث اللون الأصفر من بخار الصوديوم، أو سبب قابلية الفضة لنقل الكهرباء، أو سبب امتلاك الكبريت لخاصية العزل... إضافة إلى تعرض مقولتي الزمان المطلق والمكان المطلق لضربة من النظرية النسبية التي وضعها **إنشتاين** ونفى فيها وجود الزمان المطلق والمكان المطلق، ووضع بدلا منهما زمانا ومكانًا نسبيين يختلفان حسب وضع الملاحِظ.

نتيجة لذلك النموذج الميكانيكي للطبيعة، والتي تميزت قوانينها بالعمومية والمطلقية، وأحكمت التفسير على كل الظواهر والأجسام مهما اختلفت طبيعتها، تفشل فشلا ذريعا عندما تعلق الأمر بالعالم الذري، مما أظهر أنها صحيحة فقط داخل حدود معينة فقط وهي حدود الماكروفيزياء. وهي بذلك عكس ما كان يُعتقد؛ ليست عامة ولا مطلقة ولا يقينية، ومن ثمّ فهي ليست حتمية. ولقد كشفت الفيزياء الذرية عن وهم الحتمية وزيفها، ورفضها لكل تفسير ميكانيكي مبني عليها، لتعلن عن خروج العلم من العالم الحتمي إلى العالم اللاحتمي، ليحل الترابط الإحصائي بين الحوادث محل الترابط العلي السببي والاحتمال بدل الضرورة، فلم يعد الحديث عن حدوث الحدث كضرورة حتمية وإنما كنسبة احتمالية. لقد استبعدت الحتمية تماما من الفيزياء الحديثة، وباستبعادها تغيرت الصورة السابقة المكوَنة عن العالم إلى صورة جديدة، فظهرت عدة محاولات لفرض هذه الصورة الجديدة على الواقع العلمي ومن ثمّ صياغة نموذج جديد للطبيعة بديلا للنموذج الميكانيكي. وسنستعرض بعضا من تلك التصورات والفروض التي تتأسس عليها في المبحث الثاني من هذا الفصل.

❋❋❋❋

## المبحث الثاني: الفروض الأساسية للتصور اللاميكانيكي

إن العلم يستمد قوته ومقوماته من حركة التغيير التي تحصل في الواقع، ويحوّل هذه الحركة إلى تصورات في محاولة لتفسير هذا الواقع. والعمل العلمي في القرن العشرين تتخلله مفاهيم وتصنيفات ورؤى جديدة إلى الواقع في مختلف مستويات الوجود، تعبر إلى حد ما عن قطيعة مع ما حققه العلم في القرون الماضية. وهذا التحول الذي حصل في هذا التفكير الجديد كان عند البعض بمثابة تحول ثوري، أي ثورة علمية ثانية.

لقد تميز الفكر العلمي الجديد بقدرته على تقديم نماذج معرفية صنعتها عدة نظريات، كان من أهمها: ميكانيكا الكم، نظرية النسبية... وهي نظريات وإن اختلفت عن بعضها البعض إلا أنها تشترك في تصور عام؛ وهو منح الأهمية لما هو غير قابل للتنبؤ، وبالتالي فإن ظهورها هنا مضاد للتصور الحتمي، فتغير الطرح العلمي، جرّاء ذلك، وانتقل من مستويات الحتمية إلى اللاحتمية محدثا تغييرا جذريا للتصور العلمي في العصر الحديث ولثوابت وأسس المنظومة الابستيمولوجية السابقة القائمة على السببية الحتمية.

وقد صاحب ذلك تغير في بعض مفاهيم العلم الأساسية، مثل الانتظام والاطراد والاتصال، وبرزت أبحاث تسعى إلى الكشف عن تفاصيل الظواهر الطبيعية؛ فاستنتج بعض العلماء أن ظواهر الطبيعة غير مطردة وغير منتظمة بالشكل الذي اعتقدت به التصورات الكلاسيكية. وأصبح عندهم أن فكرة قابلية فهم الطبيعة باستعمال المنهج الرياضي لا تصمد دائما أمام ما تزخر به الظواهر من تفاعلات غير متوقعة.

وبالموازاة مع ذلك ظهرت تصورات جديدة، تعبر عن الأسلوب الذي تعمل به الطبيعة بمختلف مستوياتها، وهذه التصورات لا تتسق في الأغلب مع النموذج الميكانيكي للطبيعة، الذي قام على أساس السببية الحتمية، نذكر من تلك التصورات: **الكُلية، التشابك، الأنظمة المعقدة، النسق الكاوسي، الفيزياء اللاردية، حرية الاختيار**.. وإنه من الاستحالة بمكان استعراض تلك التصورات في المجمل، حيث أن كل تصور منها بحاجة إلى بحث مستقل بذاته، لذلك سيقتصر بحثنا على نموذجين اثنين: نظرية الفوضى ونظرية حرية الاختيار كتعبير عن

هذا التصور اللاميكانيكي؛ أي تصورين مناقضين للسببية والحتمية.

❋❋❋❋

## I- نظرية الفوضى ( الكاوس Chaos )

كانت نظرية الفوضى(*) من أولى النظريات التي ظهرت، بديلا للسببية الحتمية وتعبيرا عن الوجه اللاحتمي للطبيعة. فقد كان يُفترض أن النموذج الميكانيكي قادر على تفسير كل الأنظمة الفيزيائية، حيث يكفي تطبيق ذات القوانين المطبقة على الظواهر الماكروفيزيائية على الظواهر الميكروفيزيائية ليتسنى فهم كل ظواهر الطبيعة مهما كانت طبيعتها، غير أن تطور الفيزياء لاسيما في ميدان ميكانيكا الكوانتم والضوء والالكترودينامياك كشف أن الصورة الميكانيكية المكونة عن الطبيعة محدودة جدا؛ فالطبيعة أعقد مما نتصور، وظواهرها المعقدة هي أبعد ما تكون عن التفسير بواسطة قوانين الميكانيك الكلاسيكي، ذلك لأن «التفكير الميكانيكي ينظر إلى المنظومة الميكانيكية وسلوكها من مجموع أجزائها المفردة وحركات هذه الأجزاء فقط، ولهذا فهو يعجز عن تفسير الصفات والمظاهر الجديدة التي تكتسبها المادة حينما تتكون بُنى وتراكيب من نوعية جديدة»(1).

ولذلك ظهرت نظرية الفوضى، التي هي واحدة من التصورات الجديدة في العلم وأحد فروعه، في الستينيات من القرن الماضي، ويشمل هذا الفرع أحدث النظريات الرياضية الفيزيائية، التي سادت معظم المجالات كالموائع، التنبؤات الجوية، النظام الشمسي، الأسهم المالية المجتمع السكاني والحيواني والنباتي، العضوية الدقيقة ونماذج التسابق نحو التسلح... فكل

---

(*)- نظرية الفوضى تسمى أيضا **نظرية الشواش**، ويطلق عليها كذلك اسم **علم اللامتوقع**، ويترجمها البعض في اللغة العربية باسم **الهيولية**. أما الكاوس ***Chaos*** فكلمة يونانية لها نفس المدلول: أي الفوضى والعماء.

(1)- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، المرجع السابق، ص 15 – 16.

مجال من هذه المجالات يسمى منظومة، وكل منظومة هي جزء من منظومة أكبر منها. فالمنظومة تتميز بالتعقيد، بحيث تتألف من أجزاء كثيرة جدا، فيؤثر كل جزء في الأجزاء الأخرى، كما يتأثر هو بها كذلك.

وبالرغم من العمر القصير لهذه النظرية، إلا أنها تطورت في اتجاهات مختلفة وطبقت في ميادين واسعة وعلى ظواهر متنوعة، إلى درجة أن مفاهيمها وتصوراتها أصبحت تمثل قطيعة مع المفاهيم الكلاسيكية التي أسست للعلم الحديث منذ **غاليلو** و**ديكارت**، وغيرت بالتالي الصورة التي كوناها عن العالم بصورة جديدة تسمح بفهم أفضل للقوى والعوامل المحركة لهذا العالم وتطوره.

والموضوع الذي تتناوله نظرية الفوضى هو دراسة النظم المعقدة والديناميكية التي يظهر أنها تبدي سلوكا عشوائيا(*)، أي تلك النظم التي تتجه حركتها صوب العشوائية وفي صورة فوضى، حتى تبدو القوانين كلها وكأنها عجزت عن تفسيرها. ويتمثل أحد أسباب ذلك العجز في كون المعادلات التي تصف هذا السلوك هي المعادلات التفاضلية اللاخطية، التي لا تجد حلا لها إلا استثنائياً، حيث أن «المعادلات التفاضلية تُعامل التغير في الزمن كمتصل، وليس كمتغيرات مجزأة. ومن المعروف أن هذه المعادلات صعبة الحل»(1)، أي أن تمييز المنظومة الدينامية بأنها خطية أو غير خطية يعتمد على طبيعة معادلات الحركة التي تصفها، فتكون المنظومة خطية (*Linéaire*) إذا كانت المعادلة التي تصفها تفاضلية ولا تحتوى أي من المتغيرات، وبالتالي يمكن تحليلها بشكل مباشر إلى منظوماتها الجزئية وإعادة تركيبها من منظوماتها الجزئية. على سبيل المثال، يمكن تحليل الاهتزازات الخطية للوتر باعتبارها تركيب من الأشكال الاهتزازية البسيطة، والتي يمكن التعامل معها باعتبارها أشكال فردية لأنظمة

---

(*)- المنظومة التي تبدي سلوكا عشوائيا تسمى منظومة لاخطية. وهي منظومة مفتوحة تدخل إليها المواد والطاقة وتخرج منها.

(1)- جيمس كلايك، الهيولية تصنع علما جديدا، ترجمة علي يوسف علي، بدون طبعة، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، مصر، 2000، ص 64.

جزئية أو أجزاء من الاهتزازات الأصلية غير مرتبطة ببعضها البعض. وهذا هو مبدأ التركيب الخطي. يماثل تحليل المنظومة، إذن، تجميع الأجزاء، فالكل هو مجموع الأجـــزاء، والـــسلوك الخطي للمنظومة في مثل هذه الحالات يسمى أحيانا **المحصلة**[1]، وبشكل عام تكون المنظومـــة خطية لما تكون نهاياتها غير مختلفة عن بداياتها أو عن حالات الأولى، ولذلك فإن ما سيحصل في المستقبل البعيد موجود سلفا في الحاضر، والحاضر نفسه مشروط بالماضي بكيفية كلية.

أما في الأنظمة اللاخطية (*Non-Linéaire*)، فهي على النقيض، فكرة التجميع المباشـــر هذه تفشل عندما تكون سلوكيات مكونات المنظومة مترابطة ومتبادلة بشكل كبير، لا يمكن التعامل مع المنظومة، ولو بشكل تقريبي، كمجموعة من الأجزاء الفردية غير المترابطـــة، أي الكل يختلف عن مجموع أجزائه. بدلا من ذلك، يخفق مبدأ التركيب الخطي ويصبح مطلوبـــا نوع من الوصف الإجمالي أو غير المحلي، مع الأخذ بعين الاعتبار أنه لا يمكن وصف المكونات الجزئية بشكل كامل بدون الرجوع إلى بنيات المنظومة على المـــستوى الأعلـــى. بمعـــنى أن المكونات الجزئية مرتبطة بكل المكونات الجزئية الأخرى إلى درجة أنه لا يمكن لأي مكون من المنظومة أن يتغير إلا من خلال فرض بعض التغيير على المنظومة ككل. مثل هذه السلوكيات الكلية يشار إليها عادة على أنها **منبثقة**[2].

إن كل نظام لاخطي بسيط لا يتمتع بالضرورة بخصائص ديناميكية بـــسيطة. وينطبـــق ذلك على القوانين التي تحكم التغيرات الجوية، التي يعبر عنها رياضياً بمعادلات تفاضلية غـــير خطية، مما يعني أن النتائج لن تكون متناسبة مع الأسباب، وبحسب حالاتها المبدئية. كما يمكن للأنظمة اللاخطية أن تؤدي إلى نتائج مختلفة بعد مرور زمن معين، مما يعني إن إمكانية التنبـــؤ بها محدودة جداً. حيث إن الحسابات المبنية على النتائج التنبؤية لا يعول على دقتها فيما يتعلق بالمتغيرات المحتملة وآثارها، حيث أن العديد من الآثار الجانبية تظهر بشكل يخل بالثقة في الكل

---

(1)- Bishop Robert , Downward Causation in Fluid Conviction in Sythese , 2008 , P 229 –248 V.160. الملخص على: www.arabphilosophers.com

(2)-المرجع نفسه.

الحسابات إخلالا كبيرا.

توجد في الطبيعة ظواهر كثيرة تعد مثالاً للحركة الفوضوية منها: تساقط المياه وتشكل الغيوم وحركاتها وتبخر المحيطات، وانفجار البراكين وتشكل السواحل والجبال ونمو الأشجار، وتقلب المناخ والدوامات النهرية والبحرية، وتوزع الإلكترونات الحرة في المواد الصلبة وانطلاق غاز ما، وانتشار حريق أو وباء، بالإضافة إلى الظواهر الاجتماعية والاقتصادية والعلاقات البشرية الطبيعية (مواليد، وفيات، أزمات، حروب...)(*).

وبشكل عام يمكن القول إن هناك نوعين من النظم:

– **نظم بسيطة** وتعمل بطرق بسيطة كأداة ميكانيكية بدائية مثل البندول أو دائرة كهربائية بسيطة مثل متذبذب جهاز للاتصالات... تخضع لقوانين بسيطة تحديدية ومضبوطة تماما، ومن ثمّ فإن تصرفها على المدى البعيد يكون قابلا للتنبؤ تماما.

– **نظم معقدة** التي تُعنى بأسباب معقدة كجهاز ميكانيكي معقد، أو دائرة لجهاز كهربائي متقدم، أو تعداد جنس من الكائنات في الأحراش، أو تدفق لتيار متدفق..، أو اقتصاد لدولة، وهي نظم ما تنفك عن التغير وهي بعيدة عن الاستقرار وغير قابلة للتنبؤ أو التحكم، إما لأنها تحكم بعوامل متعددة لا رابط بينها، أو لأنها تتأثر بمؤثرات خارجية عشوائية(1).

وهذه النظم المختلفة تبدو وكأنها تتصرف بطريقة مختلفة «فالعالم البيولوجي الذي ينكب لسنوات على دراسة الكيمياء العصبية في جسم الإنسان، ومهندس الطيران الذي يستخدم الأنفاق الهوائية لحل مشكلة في الديناميكا الهوائية، وعالم الاقتصاد الذي يحلل

---

(*)– بصفة عامة، يمكن القول إن الظواهر اللاخطية توجد في كل المجالات العلمية، كجريان السوائل، الأرصاد الجوية، فيزياء البلازما، الفيزياء الجيولوجية، جغرافيا المحيطات، الاحتكاك والكسر في بنيات المعدن، المواد المهتزة المترابطة، التفاعلات الكيميائية، تميز الخلايا، الوظائف العصبونية... مثل هذه الظواهر تمت دراستها باستخدام رياضيات الديناميات اللاخطية ونظرية الأنظمة المعقدة، وهي ضمن أكثر التحديات التي تواجه العلماء صعوبة، على الرغم من وجود بعض المناقشات للديناميات اللاخطية والمجالات المرتبطة بها مثل الفوضى– الكاوس– التي نحن بصدد الحديث عنها.

(1)– جيمس كلايك، الهيولية تصنع علما جديدا، المرجع السابق، ص 229.

سيكولوجية الشراء، علماء كهؤلاء يعلمون أن العوامل التي تتحكم في مجالاتهم مختلفة، فيظنون بداهة أن نظمهم المعقدة لابد وان تختلف فيما بينها كل الاختلاف»[1]، ولقد تنبّه بعض علماء الفيزياء والرياضيات والبيولوجيا إلى أن النظم البسيطة قد تؤدي إلى تصرفات معقدة، وأن القوانين المعقدة قد تنتج عن أسباب بسيطة، حيث أصبح هؤلاء على وعي بالفوضى.

تتميز الظواهر المعقدة بكونها ظواهر فوضوية، من حيث أنها تُبدي سلوكا عشوائيا. والسلوك العشوائي في أي منظومة من النظم ناتج عن عدم القدرة على تحديد الشروط المبدئية لتلك النظم، ومن ثمّ لا يمكن التنبؤ بتفاصيل موضع وحركة كل جزيء في أي منظومة مركبة[2]، وذلك إما بسبب عدم تكراره أو بسبب حساسيته للشروط المبدئية، فخاصية اللاتنبؤ هي ما يسمى بـ**النسق الكاوسي**.

وعدم القدرة على التنبؤ هنا لا تعني إلا شيئا واحدا، هو أن هذه المنظومات لا تخضع للحتمية، أي للنظام أو التحديد، ولذلك نقول عنها إنها تبدي نوعا من السلوك العشوائي غير الخاضع للتحديد الدقيق أو للنظام الحتمي، ومعنى ذلك أنها تفضي إلى الفوضى[*]. إن الفوضى لا تتراجع أمام النظام، بل بالعكس، فالنظام نفسه يفضي في الكثير من الحالات إلى الفوضى. ومن ثمّ فنظرية الفوضى تحاول دراسة هذا النوع من السلوك لأي منظومة من المنظومات للكشف عن النظام الخفي الكامن وراء الظواهر، فيوجد وراء الفوضى البادية للظواهر نظام عميق، ومسعى العلماء هو محاولة الكشف عنه.

كما أن نظرية الفوضى تهتم بـ«دراسة الآثار المترتبة بعيدة المدى لتغير أولي يبدو بسيطا، يتراكم بفعل العلاقات المتبادلة بين كثرة لانهائية من العوامل والمكونات في النظم

---

(1)-المرجع نفسه والمكان.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، مرجع سابق، ص 246.

(*)- والفوضى هنا لا تعني أن هذه النظم ليس لها نظام، وإنما أن هذا النظام لم يتم الكشف عنه بعد.

المركبة»[1]، ومعنى ذلك أنه يمكن لاضطرابات عظيمة الصغر وخارجة عن المنظومة أن تـــؤثر في المنظومة ككل، وهو ما يعبر عنه بـــ**تأثير الفراشة**[*]، فأي منظومة يمكن أن تنتج أشـــكالاً تتراوح بين البسيطة والأكثر تعقيداً، ومن المنتظمة جداً إلى تلك ذات المظهر العشوائي. ففكرة القواعد البسيطة التي يمكن أن تؤدي إلى سلوك معقد فكرة أساسية في علم المنظومات المعقدة، وهي تمثل جزءا كبيرا من نظرية المنظومات الديناميكية، والتي غالباً ما تعرف باســـم **نظريـــة الشواش** أو **علم الشواش**.

لقد سعت نظرية الفوضى إلى صياغة معادلات رياضية بسيطة تشرح ظواهر كـــبرى، فرصدت ظواهر بيّنت أن حدوث تغيّرات بسيطة في المعطيات الأوليّة التي تتعامل معها تلـــك المعادلات تفضي إلى نتائج هائلة عند الحساب النهائي، وسمّت نظرية الفوضى تلك الظـــاهرة **"الاعتماد الحسّاس على المعطيات الأوليّة"**[**]. والتي سرعان ما اشتهرت باسم أثـــر جنـــاح الفراشة، كما أشرنا إلى ذلك.

وبشكل عام، إن نظرية الفوضى أو علم الكاوس علم ينتمـــي مـــن الوجهـــة الرسميـــة للرياضيات وهو فرع من فروعها، وهـــو علم يبحث ببساطة في النظم الديناميكية، وهـــي النظم التي تتغير عوامل بها، فتتغير نتائج طبقا لها[2]، أي إن علم الفوضى – ذلك العلم الناشئ – يتجه إلى دراسة هذه الظواهر لأجل التوصل إلى قوانين تحكم هذه الفوضى.

ويرجع نشوء الفوضى كفرع علمي قائم بذاته إلى أبحاث العالم الرياضـــي الأمريكـــي

---

(1)-المرجع نفسه، ص 247.

(*)- شاع عامل أو أثر الفراشة من محاضرة ألقاها **لورنتس** سنة 1972 في اجتماع للجمعية الأميركية لتطـــوير العلم، تحت عنوان «**القدرة على التكهن: هل تثير خفقة جناح فراشة في البرازيل عاصفة في تكساس** ؟».

(**)– وذلك لأن المنظومة الكاوسية تتسم بكونها شديدة الحساسية لأي تغير في الشروط الابتدائية، إلى درجة أنه لا يمكن الربط بواسطة المعادلات الرياضية بين المدخلات والنتائج. ولكنها بدلا من ذلك تتسم بطبيعة خاصة من حيث إعادة تشكيل نفسها بطرق مختلفة كما هو الأمر – على سبيل المثال – في حال الطقس.

(2)- جيمس كلايك، الهيولية تصنع علما جديدا، المرجع السابق، ص 11.

**إدوارد لورنتس**(*) (*E-Loren*) في الستينيات من القرن الماضي، الذي عمل راصدا للجو لصالح القوات الجوية الأمريكية.

❋❋❋❋

## 1 – نظرية الفوضى وقانون الانتروبي في الثرموديناميك:

إذن عُمر نظرية الفوضى – عمليا – لم يتجاوز الخمسين –50– سنة. لكن عمرها الحقيقي في واقع الأمر أكبر من ذلك بكثير؛ حيث ارتبط مفهوم الفوضى في القرن التاسع عشر بالقانون الثاني في علم الديناميكا الحرارية، هذا العلم الذي هو أحد فروع الميكانيك الإحصائي، ويدرس خواص انتقال الشكل الحراري للطاقة بشكل خاص وتحولاته إلى أشكال أخرى من الطاقة، ويصوغ هذا العلم قوانينه باستخدام الميكانيك الإحصائي، تلك القوانين التي تحكم انحفاظ الطاقة من شكل إلى شكل، والاتجاه الذي تفضله الطاقة الحرارية في انتقالها، والطاقة المتاح تحويلها إلى شغل. فعلم الديناميكا الحرارية يهتم إذن بالحرارة أو الطاقة الحرارية بدرجة خاصة وبكل الظواهر التي تتعلق بهذه الطاقة: كعملية انتقال الحرارة من جسم لآخر أو

---

(*)– وقبل **لورنتس**، انتبه بعض علماء القرن التاسع عشر والقرن العشرين لبعض الظواهر الكاوسية مثل **جاك أدمار وبيار دوهم**. وقبلهم **ماكسويل** الذي قام بتطبيق الحسابات الإحصائية على جزيئات الغاز ليتوصل إلى فهم وتحليل الآليات المخفية التي تسبب الحركات والصفات الظاهرية للغازات كالحجم والحرارة والضغط. كذا استطاع **ماكسويل** استخلاص النظام من الفوضى التحتية، وكانت النتيجة أن كثيراً من الحركات الظاهرية المنتظمة أو المحددة مبنية على أسس أكثر عشوائية. وكان من أسباب انتشار وتعمق هذا المفهوم مقارنة **ماكسويل** لنظريته الحركية للغازات بالظواهر الاجتماعية: مواليد، وفيات، انتحار... لكننا نعتقد أن الأب الحقيقي لنظرية الفوضى هو **هنري بوانكاري**، الذي نشر بحثا سنة 1890 بيّن فيه أن قوانين الفيزياء الكلاسيكية لا تقدم أي حل لمشكلة التنبؤ بحركات الأجسام الثلاثة: الشمس والقمر والأرض، حيث أن اختلافات طفيفة في الشروط المبدئية تحدث اختلافات عظيمة في الظواهر النهائية وتتحدى كل تنبؤ يمكن أن يقوم، فالظروف المحيطة بالظواهر تتميز بالتعقيد والتشابك، ويكفي أن يُخفى عنا عامل صغير لنخفق في تحديد النتائج. كما يمكن أن يكون لسبب صغير جدا يُستعصى إدراكه نتائج كبيرة، وعليه فإن الظواهر تخضع للصدفة لما تؤدي فروق صغيرة في الأسباب إلى إحداث فروق كبيرة على مستوى النتائج. لكن تلك الأفكار لم تتبلور إلا مع اختراع الحاسوب الذي مكّن العلماء من التعامل مع المعلومات على مستوى لم يكن متخيلاً من قبل.

كيفية تخزين هذه الطاقة أو توليدها.

وقد حاول الفيزيائيون تكميم الفوضى باستخدام مفهوم **الانتروبي** (*Entropie*)، فالانتروبيا ارتبطت بالقانون الثاني في علم الديناميكا الحرارية؛ حيث يوجد في علم الديناميكا الحرارية ثلاث قوانين أساسية، وحتى يتسنى لنا فهم هذه القوانين وكيف ارتبط مفهوم الفوضى بالقانون الثاني منها، يجدر بنا أن نتابع بصورة موجزة التطور التاريخي لهذا العلم: من الناحية التاريخية تطور في البداية الثرموديناميك الظواهري الذي يعالج الخواص والعمليات الماكروسكوبية المرئية دون الاهتمام بالخواص والعمليات الذرية والجزيئات. ثم نشأ بعد ذلك الثرموديناميك الإحصائي الذي يعتمد على حركة الذرات والجزيئات وتفاعلها[1]. وفي منتصف القرن التاسع عشر تحول علم الحرارة إلى الثرموديناميك كجزء من الفيزياء النظرية، مستقلة عن الميكانيك، وذلك بعد دراسة أساليب قياس كميات الحرارة بصورة منتظمة ومعالجة ظواهر التوصيل الحراري رياضيا.كما طور **كارنو** (*S.Carnot*) بعض الأفكار المتعلقة بالعلاقة الكمية بين وحدات الحرارة والطاقة الميكانيكية، بعد ما اعتبر الحرارة شكل من أشكال الطاقة. وقد ساهمت أبحاث كل من **روبرت ماير** (*R.Mayer*) **وجيمس جول** (1818 – 1889 *J.B.Jolle*) **وهلمهولتس** (Helmoholtz) في صياغة القانون الأساسي الأول للثرموديناميك. وقام **بولتسمان** بتفسير الكميات القابلة للقياس في الثرموديناميك (درجة الحرارة، الضغط، كمية الحرارة..) بواسطة حركة الدقائق الصغرى للمادة، واعتبار الحرارة طاقة حركية للجزيئات[2]. وتمت صياغة القانون الثاني للثرموديناميك من طرف كل من **وليام طومسون** (*W.Thomson*) **ورودولف كلاوسيوس** (*R.Clausius*) هذا الأخير الذي طور مفهوم **الانتروبي** الذي ارتبطت به نظرية الفوضى[3]. وفي الأخير اكتشف **نرفست** القانون

---

(1)- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، المرجع السابق، ص 20.

(2)-المرجع نفسه، ص 23.

(3)-كان الفيزيائي الفرنسي **نيكولاس كارنو** (1797 – 1832 ) أول من قال بالقانون الثاني سنة 1824، لما درس تدفق الحرارة في المحرك البخاري، لكن هذا القانون ينسب للفيزيائي الألماني **رودولف كلاوسيوس** الذي =

الثالث اعتمادا على أبحاث **بلانك** و**إنشتاين**. ويمكن بسط تلك القوانين على النحو التالي:

**القانون الأول**: قانون الشغل والطاقة: الطاقة الكلية المحتواة في سيستم معزول مغلـــق(*) تبقى ثابتة، فان اختفت كمية من نوع الطاقة نشأت نفس الكمية من الطاقة من نوع آخـــر. وإذا ادخل للسيستم مقدار من الحرارة **ΔQ** ازدادت الطاقة الداخلية للمقدار **ΔU** من ناحية، وأنجز السيستم شغلا نحو الخارج **ΔW**، بحيث أن[1]: **ΔQ = ΔU+ ΔW**، أي أن الطاقـــة في النظام = الشغل المبذول + الطاقة الداخلية، وأن تغير الطاقة في نظام ما يساوي الطاقة الحرارية ( المضافة أو المنتزعة) زائد الشغل (المضاف أو المنتزع). فهذا القانون « هو صيغة لمبدأ بقـــاء الطاقة، وأن أي عملية قد تخرق هذا القانون لا يمكن أن تحدث تلقائيـــا »[2]، أي أن هـــذا القانون قام على اكتـــشاف أن الحـــرارة شـــكل مـــن إشـــكال الطاقـــة (ميكانيكيـــة، كهربائية،كيمائية..) مع إمكانية أن تتحول إلى بعضها البعض بنسب ثابتة.

**القانون الثاني**: قانون الانتروبي: الحرارة لا تنتقل بذاتها تلقائيا (دون فعل خارجي) مـــن جسم أبرد إلى جسم أسخن. وبصفة عامة: كل حدث في الطبيعة يجري بحيث ينتقل السيستم (النظام) من حالة اقل احتمالا إلى حالة أكثر احتمالا[3]، ويعني أن تدفق الانتروبية إلى داخل النظام ناقص تدفق الانتروبية إلى خارج النظام زائد الانتروبية المتكونة داخل النظام تـــساوي صفر. فهذا القانون «يحدد العمليات التي يمكن أن تجري عفويا أو تلقائيا (أي بدون شغل من

---

=

افترض أن عملية التعادل (أي التوزيع المتعادل للطاقة) يمكن تطبيقها على كل أشكال الطاقة وكل الحوادث في الكون، مبينا أن هناك قيمة لها أهمية في عملية التبادل، أطلق على هذه القيمة اسم **انتروبي**، لذلك اعتبر بأنه هو مكتشف هذا القانون.

(*)- سيستم يعني نظام أو جملة ثرموديناميكية. أما السيستم المغلق فهو الذي لا يستلم طاقة من الخـــارج، ولا يسربها إليه.

(1)-المرجع نفسه، ص 26 – 27.

(2)- فريدريك. ج. بوش، دافيد. أ. جيرد، أساسيات الفيزياء، المرجع السابق، ص 473.

(3)- المرجع السابق، ص 27.

الخارج)، وذلك عندما تكون درجة الحرارة والضغط والتراكيز وغيرها معلومة، كما يحدد كمية الشغل التي يمكن الحصول عليها عندئذ، ويعين مدى السير العفوي الممكن للعمليات، أي حالة التوازن في تلك الظروف»[1]، أي أنه لا يمكن أن تحدث العمليات التي قد تنقص فيها الانتروبي لنظام معزول أو في كل عملية يخضع لها نظام معزول، وبالتالي فإنَّ الانتروبي إما تزداد وإما تبقى ثابتة. وهذا القانون إنما يخبرنا بالاتجاه الذي يجري به تحول الطاقة في النظام، ففي النظام المغلق يبقى الانتروبي ثابتا في العمليات الانعكاسية، ويزداد دائما في العمليات اللاانعكاسية، ونحن نعلم أن العمليات الماكروسكوبية في الطبيعة لا انعكاسية؛ فعند وضع بعض قطع الثلج على ماء ساخن، سنجد أن الخليط يصل بعد فترة زمنية ما إلى درجة حرارة اتزان معينة بين درجتي الماء الساخن والثلج البارد، ولا يحدث مطلقا أن يصبح الثلج أكثر برودة وأن يصبح الماء أكثر حرارة. هذا بالرغم من أن الطاقة تظل محفوظة في الحالتين، أي أن جسمين يجري بينهما تبادل حراري مدة كافية، يوجدان بحالة موحدة تكون فيها درجة الحرارة مقياسا خاصا جديدا لحالة ويكون لكل من الجسمين نفس درجة الحرارة، ويوجدان في توازن حراري، «وهذا يدل على أن الطبيعة اتجاه مفضل لحدوث الأحداث التلقائية، كما لو أن الطبيعة قد أصدرت حكمها الأبدي بألا يكون الزمن انعكاسيا، فالزمن كالسهم يسير في اتجاه واحد فقط. ومن ثم يجب أن تتبع كل العمليات الطبيعية ذلك المسار الذي اختارته الطبيعة لها»[2].

**القانون الثالث:** نظرية فرنست الحرارية: تجري جميع الأحداث قرب الصفر المطلق دون التغير في الانتروبي، وعند التقرب من الصفر المطلق يصبح معامل التمدد والحرارة النوعية في الضغط الثابت والحرارة النوعية في الحجم الثابت صفرا[3]، إذن هذا القانون يعالج السلوك

---

(1)- ف. كرييف، الكيمياء الفيزيائية، ترجمة: عيسى مسوح، بدون طبعة / دار مير للطباعة والنشر، موسكو، بدون تاريخ، ص 266.

(2)- فريدريك. ج. بوش، دافيد. أ. جيرد، أساسيات الفيزياء، المرجع السابق، ص 473.

(3)- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، المرجع السابق، ص 29.

الانتروبي؛ مبينا أن الطاقة الداخلية والطاقة الحرة في درجة الحرارة المنخفضة جدا لا تتغير إلا تغيرا ضئيلا.

وباستثناء القانون الثاني، فإن بقية القوانين في الثرموديناميك لم تؤدِ إلى مشاكل، إذ هي تتسق مع أسس الفيزياء النيوتونية. أما القانون الثاني – قانون الانتروبي– فهو «يطبق في مجال أضيق، فهو ذو طابع إحصائي، لذا يطبق فقط على الجمل المؤلفة من عدد كبير من الجسيمات، أي الجمل التي يمكن أن تعبر عن سلوكها قوانين الإحصاء»[1]، أي أن هذا القانون هو أكثرها تعقيدا لأنه يقوم على الإحصاء الاحتمالي[*]، مما يجعله يتناقض مع الفيزياء الكلاسيكية التحديدية ويخبرنا أن النظام في الكون يتجه بقسوة تجاه اللانظام أي الفوضى.

فالانتروبي هو تعبير عن الفوضى، من حيث أن الظواهر الفيزيائية المختلفة التلقائية لا بد أن يصاحبها زيادة في العشوائية. والعشوائية هنا هي كمية فيزيائية كغيرها من الكميات الأخرى كالوزن والكثافة والطول والسرعة، لها رمز ووحدة قياس، حيث إن رمزها باللاتينية (S)، ووحدة قياسها هي جول/كيفلن.

إذن مصطلح الانتروبي– الذي يمكن ترجمته إلى قابلية التحول – يقصد به قابلية تحول الطاقة، وقد استخدم العالم **كلاوسيوس** هذا التعبير في الثرموديناميك سنة 1865م كمقدار في حالة فيزيائية يعطي درجة اللاانعكاس في العمليات الثرموديناميكية وخاصة تحول الطاقة[2]. إن العمليات التي يمكن أن تحدث تلقائيا في الجمل المعزولة كانتقال الحرارة وانتقال الغاز وامتزاج الغازات.. هي فقط العمليات التي تزداد فيها انتروبيا الجملة. وتستطيع العملية أن تجري تلقائيا حتى الحالة التي تحصل فيها الانتروبيا على القيمة القصوى في هذه الظروف، فانتقال الحرارة من جسم ساخن إلى جسم أبرد ترافقه دائما زيادة في الانتروبيا الكلية لهذين

---

(1)–المرجع نفسه والمكان.

(*)– اكتشفت لأول مرة الطبيعة الإحصائية للقانون الثاني في الثرموديناميكا في نهاية القرن التاسع عشر، خاصة مع أعمال العالم **بولتسمان**.

(2)–المرجع نفسه، ص 30.

الجسمين، وتبلغ هذه الانتروبيا قيمة عظمى عندما تتساوى درجة حرارة الجسمين[1]، لقد سبقت الإشارة في المبحث السابق، في مشكلة حفظ أو بقاء الطاقة، أن التصور الكلاسيكي قائم على قانون عدم قابلية الظواهر الحرارية للارتداد، حيث تنتقل الحرارة في اتجاه واحد من الجسم الساخن إلى الجسم البارد ولا ترتد في الاتجاه المعاكس. وقد أثبت العالم **بولتسمان** أن أسلوب الفيزياء الكلاسيكية في التحديد الفردي اليقيني لا يجدي نفعا هنا؛ ذلك لأن كمية الحرارة في جسم ما تتحدد بسرعات جزيئاته التي تتباين بشكل كبير، وكل جزيء على حده له سرعة خاصة به، ولا يمكن حساب عدم القابلية للارتداد إلا بصورة احتمالية عن طريق حساب متوسط سرعة الجزيء، وكلما زاد هذا المتوسط ارتفعت الحرارة[2]، فهذه الاحتمالية تعصف بالتصور الميكانيكي الحتمي وإقحام الإحصاء والاحتمالات في صلب الفيزياء. إن العلم المعاصر يشمل قوانين أساسية هي في جوهرها احتمالية «لأن القانون الإحصائي أو الاحتمالي إنما يقرر انه إذا كانت لمقادير معينة قيم معينة، لكان ثمة توزيع احتمالي لقيم مقادير أخرى، وإذا كانت بعض القوانين الأساسية للعلم احتمالية هكذا، فلا يمكن لأطروحة الحتمية أن تقوم لها قائمة»[3].

ففي حالة إمكانية الانتقال التلقائي للحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد، وعدم إمكانية سير العملية عكسيا يمكن أن تُفسر على النحو التالي: إذا وجدت في احد أقسام جملة مؤلفة من جسمين درجة حرارتهما مختلفة، جزيئات تتمتع بطاقة حركية اكبر منها عند جزيئات القسم الآخر، فإنه يجب بنتيجة التصادمات العشوائية التي تحدث بين الجزيئات، أن يتحقق توزع متساوٍ للطاقة الحركية المتوسطة لحركة هذه الجزيئات في جميع عناصر الحجم، الأمر الذي يتحتم معه تساوي درجة الحرارة. ولو جرت العملية العكسية لكان من المفروض

---

(1)- ف. كرييف، الكيمياء الفيزيائية، المرجع السابق، ص 269.

(2)- يمنى طريف الخولى، فلسفة العلم في القرن العشرين، المرجع السابق، ص 122.

(3)- رودولف كارناب، الأسس الفلسفية للفيزياء، ترجمة السيد نفادي، بدون طبعة، دار الثقافة الجديدة، القاهرة، بدون تاريخ، ص 248.

أن تتجمع الجزيئات ذات الطاقة الحركية الأكبر أي الجزيئات الأسخن، في قسم واحد من حجم الجملة. وان تتجمع الجزيئات الأبرد في القسم الآخر[1]، غير أن هذه العملية غير ممكنة، بل إنها تكاد تكون مستحيلة. فإذا كانت انتروبي نظام ما معزول أو مغلق أكبر ما يمكن، فإن أي تغيير في حالته يعني تناقصًا في الانتروبي وهذا غير ممكن أي أنه لا يمكن أن يحدث أي تغيير في حالة النظام.

لكن المشكلة لا تتوقف عند حدود شكل انتقال الحرارة، وإنما تنسحب على حركة الكون جميعا، حيث جنح بعض الفيزيائيين إلى إمكان تطبيق الانتروبي أي القانون الثاني للثرموديناميك على الكون كله باعتباره نظاما ثرموديناميكيا متناهيا مغلقا يسعى إلى حالة توازن. حيث إن حالة الكون لا تبقى على حالها وإنما تتغير أكثر فأكثر في اتجاه تبديد الطاقة الميكانيكية. وهذا التطبيق إنما يعني بكل بساطة افتراض قدر من فوضى أو اضطراب يقتحم النظام الفيزيائي. فالكون يتحرك من حالة منظمة ولكنها اقل احتمالا، إلى حالة استقرار لا انتظام فيها ولكنها أكثر احتمالا[2]، فالانتروبي التي تعد مقياسا للفوضى، تزداد بصورة مطردة في النظم المغلقة. فالكون في بداياته كان منظما، ثم بدأت الفوضى بالزيادة فيه تدريجيا، وفي النهاية عندما تتساوى الحرارة بين كل أجزاء الكون تتوقف جميع التفاعلات، وهو ما يعرف بنظرية **الموت الحراري للكون** التي تمت صياغتها لأول مرة سنة 1852م، بحيث «تتحول كل أنواع الطاقة إلى طاقة حرارية، وتختفي الفروق في درجات الحرارة. وينتج من هذا أن المادة تتحول إلى دقائق ليس بإمكانها أن تتفاعل فيما بينها»[3]، أي أن الموت الحراري للكون هو النقطة التي تتبدد فيها الطاقة في الكون. فوفقاً للقانون الديناميكا الحراري الثاني يتعذر على الطاقة أن تجري من مصدر إلى آخر. ويمكن القول بمعنى آخر أن الانتروبية الكونية ستصل يوما ما إلى الحد الأقصى وستتعادل الطاقة بعدها، وستظل الطاقة موجودة لكنها لا تستطيع

---

(1)- ف. كرييف، الكيمياء الفيزيائية، مرجع سابق، ص 273.

(2)- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، المرجع السابق، 37.

(3)-المرجع نفسه، ص 32.

أن تُحدث أي تغيير أو حركة أو شغل، أي لا حياة، بحيث سيظل الكون موجـــودا ولكـــن وكأنه متجمدا. وحيث إن الحرارة هي أدنى درجة من التنظيم فإن التبادل يكون من طاقة غير حرارية إلى حرارية، وهو ما يمثل زيادة في الانتروبيا. وبِفَقْدِ الانتروبيا العظمى فإن كل شكل للطاقة يمكن تحويله إلى حرارة، وبالتالي فإن كل أجزاء الكون ستتوازن حراريا، مما يعني موت الكون حراريا، وهذه النهاية المحتومة لا يمكن تجنبها.

ولابد من الإشارة أن النظم المفتوحة التي تتسلم طاقة من الخارج، وتسربها إليه، هـــي نظم غير مستقرة ويصعب تدقيقها. بحيث إن الأشياء تتصرف من حولنا كأنظمة مفتوحة، أي في حالة تبادل مستمر للطاقة والمادة، والاهم من ذلك أنها تتبادل الأنباء والمعلومـــات مـــع محيطها(*)، فهذه الأنظمة في حالة حركة وتغير عبر الزمن، لذلك فمـــن الأفـــضل اعتبارهـــا

---

(*)- وهذا ما يمكن أن نسميه بـــ**نظرية التشابك** التي هي إحدى تصورات العلم المعاصـــر: فلقـــد أظهـــرت التجارب التي تجرى على الجسيمات الدقيقة دون الذرية بواسطة قوانين ميكانيكا الكم أن هنـــاك ظـــاهرة في الأجسام الطبيعة تؤثر على هذه الجسيمات، وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التشابك ؛ وفحواها أنه إذا كـــان أي فوتونين ضوئيين مرتبطين ببعضهما البعض، وناشئين من مصدر واحد، فإنهما يظلان مرتبطين ببعضهما الـــبعض حتى وإن أصبح أحدهما عند جانب المجرة والآخر على الجانب الآخر منها. فإذا تأثر دوران أو استقطاب أحدهما بمؤثر تأثر الفوتون الآخر في نفس اللحظة بشكل محسوب بحسب قوانين ميكانيكا الكم. وهذا يشار إليه على أنه ظاهرة لا محلية، وهو أن الجسيمات على المستوى الكمي يمكن أن تتأثر ببعضها البعض بشكل آني بغض النظـــر عن وجودها في مكان واحد، أي أن هذا الارتباط لا سببي بل آنيا. وهو ما يكشف عن ارتبـــاط أو تـــشابك الجسيمات في بعضها على نحو غير مفهوم سببيا.

ولأن هذه النتيجة تعني أن المعلومات تنتقل بين الفوتونين بما يتجاوز سرعة الضوء وهو ما يخترق قوانين النـــسبية العامة، فإن هذه الظاهرة ليس لها تفسير علمي، وإن كانت ثابتة تجريبيا. ولذلك كان من اللازم افتراض أن هناك ارتباطا كليا مباشرا بين الأجسام دون الذرية. ولأن الأجسام الكبيرة تتكون من الذرات التي تتكون من أجسام دون ذرية، فإنه يجب أن تكون ظاهرة التشابك ظاهرة عامة في الطبيعة. ولكن حتى الآن ورغم وجود عدد كبير من التفسيرات لميكانيكا الكم إلا أن العلم الإنساني لم يصل حتى الآن لتفسير كامل للظواهر المرتبطة بميكانيكـــا الكم على المستوى دون الذري وعلاقاتها بمستوى الأجسام الطبيعية، ومنها ظاهرة التشابك.

كمتموجة[1]، فهذه الطبيعة المتموجة لهذه النظم تؤدي إلى اضطراب في النظام المتواجد فيها، وبالتالي نكون أمام حالتين: «إما أن يدمر النظام من جراء اتساع التموجات. وإما أن يتم التوصل إلى نظام داخلي جديد، متميز بمستوى أعلى من التنظيم»[2]، أي أنه في جميع الظروف فإن القوانين التي تطبق هنا هي قوانين الإحصاء والاحتمال لا التحديد المطلق.

ما يمكن أن نستنتجه، أن النظم الثرموديناميكية لاسيما الانتروبية منها لا تخضع للشروط التحديدية أي للحتمية التي أقرها الفيزياء الكلاسيكية، حيث نجد القانون الثاني منها يتمتع بطابع إحصائي من حيث هو ينطبق فقط على الجمل المؤلفة من عدد كبير جدا من الجسيمات؛ وذلك لأن قوانين الإحصاء لا تطبق تطبيقا دقيقا إلا على هذه الجمل[3]، فعند دراسة الجملة المؤلفة من عدد غير كبير من الجسيمات، فإن نتائج القانون الثاني لا تنطبق عليها بصورة دقيقة، أي أن هذا القانون لا يسري على الجمل المؤلفة من عدد قليل من الجسيمات. هذا، ولا نستطيع دراسة الجمل المؤلفة من عدد كبير من الجسيمات بقوانين الميكانيك الكلاسيكي، لكن فقط بنظرية الاحتمال يمكن تعيين الاحتمال الأكبر أو الأصغر للحالة المعينة للجملة، حيث أن انحرافات هذه الجمل عن هذه القوانين ضعيفة جدا تكاد تكون مستحيلة[4]، فالقانون الثاني في الثرموديناميكا يضع المعيار الذي يقاس به الاحتمال الأكبر أو الأصغر لحالات الجمل.

وإذا كان القانون الثاني من الثرموديناميك هو منشأ نظرية الفوضى أو الكاوس، فان الرصد الجوي كان هو الميدان الذي وجدت فيه نظرية الفوضى تطبيقاتها.

❋❋❋❋

---

(1)- منى فياض، العلم في نقد العلم: دراسات في فلسفة العلوم، الطبعة الأولى، دار المنتخب العربي للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 1995، ص 128.

(2)-المرجع نفسه والمكان.

(3)-المرجع السابق، ص 271.

(4)-المرجع نفسه، ص 272.

## 2- نظرية الفوضى وعلم الأرصاد:

معلوم أن العمل العلمي تشوبه دائما ثغرات حتى وإن كانت طفيفة؛ ومن تلك الثغرات مثلا أن القياسات المعملية لا يمكن أن تكون أبدا ودائما دقيقة وتامة. ولذلك كانت وجهة نظر العلماء النيوتونيين أنه «إذا ما أعطينا الظروف المبدئية التقريبية لنظام ما، والقوانين التي تحكمه، يمكننا أن نتوصل دائما إلى نتائج تقريبية»[1]، ومعنى ذلك أن هذه الوجهة من النظر تسوّغ التقارب أو التقريب(*)، وتعتبرهما ليس ذوي تأثير يذكر؛ فليس بوسع أي مؤثر بسيط أو طفيف أن يودي إلى اضطراب في أي نظام من النظم. إن الفيزياء الكلاسيكية لم تكن تهتم بهذه الفروق الطفيفة التي قد تؤدي بعد مدة إلى فروق كبيرة في الشروط المبدئية للتجربة، غير أن **لورنتس**(**) أثبت عكس ذلك.

لقد عمل **لورنتس** على مشكلة التنبؤ بالطقس على الحاسوب من خلال برنامج محاكاة تحول الطقس والتنبؤ به نظريا، ويتألف البرنامج من إثنتي عشرة معادلة لتشكيل الطقس. وقام **لورنتس** ببسط الطقس إلى هيكله الأولي في الحاسوب، ولاحظ أن الطقس يكرر نفسه في أنماط مألوفة على مر الأوقات، غير أن هذا التكرار لا يكون متطابقا أبدا، تتكرر الأنماط فقط مع وجود اختلافات بها. وأراد **لورنتس** التأكد من ذلك عن طريق اختبار مفصل لدورة من دورات الطقس، فوضع الظروف الأولية أو المبدئية التي استخدمها كمدخلات للدورة السابقة في الدورة المُختبرة. فما هي النتيجة؟

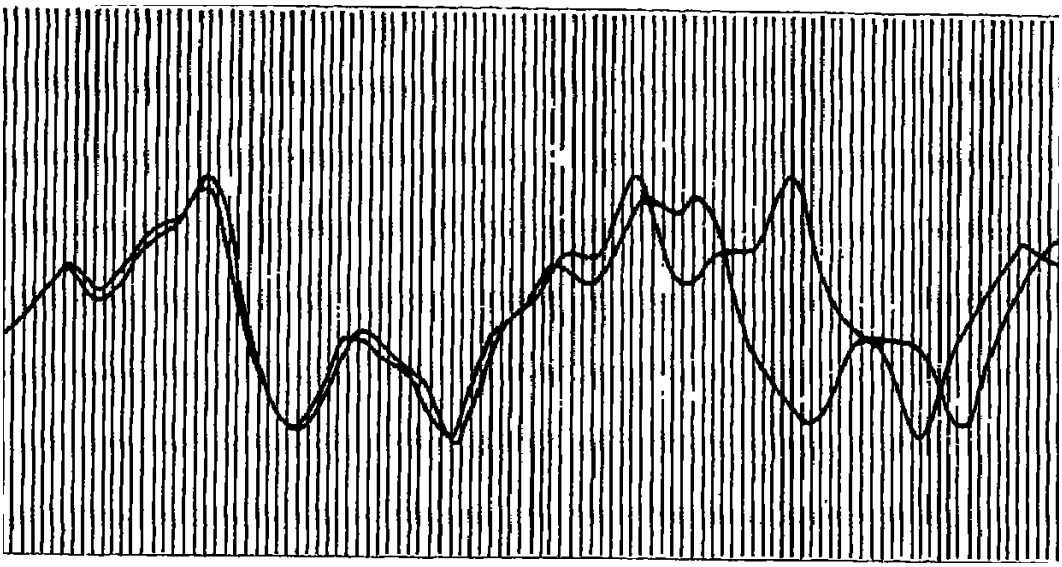
---

(1)- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، المرجع السابق، ص 28.

(*)- يمكن للمتخصص أن يرجع إلى المعادلات التقريبية في الفيزياء بأكثر تفصيل في كتاب: مبادئ النظرية الكهرومغناطيسية، تأليف ماري أنطوانيت تونلا، سلسلة الكتب العلمية، الصادر عن المركز العربي للإنماء، إشراف: محمد دبس، ص 371 وما بعدها.

(**)- لا يجب الخلط بين هذا العالم وبين العالم الفيزيائي الشهير في بدايات القرن الماضي **هندريك لورنتس** المتوفى عام 1928، والذي قام بحساب معدل تحويلات الطاقة عام 1902، ونال جائزة نوبل في نفس العام.

كان يفترض أن تكون المخرجات في الدورة الجديدة متطابقة مع الـــدورة الـــسابقة. فالورنتس هو من أدخل البيانات إلى الحاسوب، والبرنامج لم يتغير، لكن تصرف الطقس كان مختلفا بالمرة، إلى درجة انه بعد فترة من الزمن تلاشى التشابه تماما بين الدورتين[1] (كما هو مبين في الشكل)[*]، لكن ما سبب ذلك؟



أدرك **لورنتس** أن سبب ذلك هو التقريب؛ فالمشكلة كانت في الأرقام الـــتي ادخلـــها **لورنتس**، فقد كانت الأرقام تخزن في الحاسوب لستة أرقام عشرية (ستة أرقام بعد الفاصلة)، لكنه قربها إلى ثلاثة أرقام فقط، فتقريبا يتناول الرقم ابتداء من الرابع العشري (أي جزء مـــن الألف) يوحي بأن الأثر لن يكون ذا بال بالمرة[2]، لكن الاختلاف الذي كان ضئيلا جدا لا يتعدى جزءا من الألف، تطور مع تسلسل الحساب إلى فروق كبيرة أدت إلى انحرافـــات في

---

(1)-المرجع نفسه، ص 29.

(*)- الشكل يوضح كيف يتباعد نمطان للطقس من نفس النقطة تقريبا، فالطقس الذي بناه **لـــورنتس** علـــى الحاسوب يخرج أنماطا تتباعد عن بعضها البعض تدريجيا، حتى يتلاشى أي تماثل بينها. مصدر الشكل: جـــيمس كلايك، الهيولية تصنع علما جديدا، ص 30.

(2)-المرجع نفسه والمكان.

المنظومة ككل. فمن خلال الشكل السابق تبين أن نسبة الاختلاف كانت ضئيلة جدا، لكن أثارها كانت عظيمة إلى درجة تبين أن التنبؤ بالطقس لمدة تزيد عن أكثر من ثلاثة أيام مشكوك في صحته، وإذا زادت عن ذلك فلا يعتد به مطلقا. مما يعني في النهاية انه في بعض المنظومات يمكن أن تؤدي تغيرات طفيفة في الشروط المبدئية إلى نتائج متباينة جدا، مما يجعل التنبؤ في هذه المنظومات لا فائدة تذكر منه، مثل الأنواء الجوية التي هي نظام فوضوي ومعقد وتؤثر فيه عوامل عديدة جدًّا، فيستحيل التنبؤ بالتقلبات الجوية بعد فترة معيّنة بسبب تضاعف التأثيرات والمتغيرات والأخطاء الدقيقة والصغيرة جدًّا، وتضخمها بسرعة كبيرة.

كان الاتجاه يسير نحو حوسبة النظم المعقدة وهو ما يعرف بنمذجة النظم المعقدة حاسوبيا، بحيث «تقوم النماذج الموضوعة بتعامل مع الحاسوب باستخدام عدد من المعادلات التي تحكم الظاهرة المنمذجة من اجل توقع مستقبلي»[1]، وذلك بحساب نسبة التغير في النموذج، ففي حالة الطقس مثلا يتم حساب نسب التغير في درجة الحرارة وسرعة الرياح... فيكون هدف الفيزياء هو نمذجة الظواهر والتفاعلات الطبيعية باستخدام العلم الرياضي، عن طريق صهر الظواهر الطبيعية في قوالب رياضية، ومن ثمّ يمكن حساب ووصف هذه الظواهر على شكل اقتران رياضي. لكن النتائج تبين دائما السلوك المعقد للمنظومات الناتج عن المعادلات المفترضة، أي أن هذه المنظومات تبدي حساسية مفرطة للشروط الابتدائية أو للنموذج الرياضي، وحساسية المنظومة الكاوسية للشروط المبدئية، يعني أن التنبؤ الدقيق بمستقبل هذه المنظومة مستحيلُ. ويمكن أن نشرح ذلك بتفصيل أكثر:

من المعلوم أن الظواهر- كما بينت الفيزياء الكلاسيكية - تتبع عادة قانون: سبب ← نتيجة، أي خضوع الظواهر لمبدإ الحتمية، الذي يعني في النهاية إمكانية التنبؤ بالظاهرة بناءً على معرفة شروطها المبدئية، وهذا ما نسميه انتظام الظواهر. ولكن هذه الظواهر المنتظمة يمكن أن تنقلب إلى ظواهر غير منتظمة وغير متوازنة؛ كما هو الحال بالنسبة لحركة سائل ذي لُزُوجَة، وهو الذي يولد قوة احتكاك عند انسيابه. فالسوائل تتبع قوانين الديناميكا أي قوانين

---

(1)-المرجع نفسه، ص 32.

**نيوتن** عندما تنساب بشكل اعتيادي، ولكن عندما تتزايد سرعة الانسياب عن حد معين تتزايد معها قوة الاحتكاك، فتنشأ جراء ذلك دوامات وحركات مضطربة لا تتبع أي قانون. وهذا شيء ملازم لكافة مستويات الوجود، الشيء الذي يستوجب معه التسليم أن الكاوس خاصية ملازمة للطبيعة في كل مستوياتها. وهذا لا يلزم عنه أن الكاوس أو الفوضى من الصفات الجوهرية لنظم الطبيعة، وإنما هي فوضى ناشئة عن العجز على قياس حالتها الأولية بدقة كافية. فنظرية الفوضى- بعكس ما يوحي به اسمها -كشفت عن الكثير من النظم والدقة الكامنتين وراء الظواهر التي تبدو لأول وهلة أنها عشوائية وغير منظمة ولا تخضع لأي قانون.

بشكل عام، أن كل العمليات في الحياة تقوم على تحويل الطاقة، والطاقة المنتجة تكون على الدوام اقل مما يستخدم في إنتاجها. وان هناك طاقة مشتتة في أرجاء الكون، ومن دراسة فقْدُ الطاقة أدخل مفهوم الانتروبيا كتعبير عن الحصيلة الكونية في الطاقة المبددة، والتي تضمنها القانون الثاني للديناميكا الحرارية، الذي ينص على أن كافة العمليات الحرارية تتضمن زيادة الانتروبيا.

ولما كانت الطاقة المبددة غير قابلة للاسترجاع، جاءت الانتروبيا تعبيرا عن الخاصية اللاانعكاسية للعمليات الحرارية. ولما كان للكون طاقة مبددة وتكون مشتتة، فإن الانتروبيا هي أيضا مقياس للعشوائية، والتي قام **بولتسمان** بتكميمها رياضيا، وهي الصياغة التي تعتمد على أن احتمال العشوائية أي الفوضى هو دائما اكبر من احتمال النظام.

وهكذا فإن القول باللاحتمية أنتج فهما جديدا للظواهر من حيث أن حدوثها لم يعد ضروريا، مما يعني أن «العالم اللاحتمي يستوعب الأنساق الكاوسية ويظل منتظما ومعقولا، تخضع وقائعه للقوانين العلمية، لكن في إطار تعاقب الأحداث الاحتمالي وليس الحتمي، فحلّ الترابط الإحصائي محل الترابط العلّي الضروري»[1]، وهذا معناه أن الحتمية لم تعد مطلقة

---

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، المرجع السابق، ص 247.

وليست كونية شاملة، لأن جميع الأنظمة الفيزيائية الماكروسكوبية ليست بالضرورة حتمية مثل الظواهر الكاوسية، حيث توجد صلة بين الحتمية والمصادفة.

لقد أصبحت، إذن، الفوضى- الكاوس مفتاحا جديدا للمعرفة، فهي ليست حالة شاذة أو غير جديرة بالحسبان، بل تفرض حضورها وتؤكد على وجودها من خلال سلوك غير منتظم لأنظمة غير مستقرة.. والقول بوجود الفوضى كمقابل للنظام، يعني أن العلم لم يستطع استيعاب الحقيقة كلها، وأن الحقيقة أوسع من أي منهج أو نظرية. والمعرفة الحقيقية هي التي تستطيع سبر الحقيقة في الفوضى والنظام معاً. فنحن لا نستطيع تعريف النظام أو الفوضى إلا من خلال إضافة أحدهما إلى الآخر.

❋❋❋❋

## II- نظرية حرية الإرادة (*):

إن المعرفة العلمية تقوم على أساس مبدأ العلية باعتباره المبدإ الرئيسي في التفسير، ويعبر هذا المبدأ على أن كل ما يحدث له علة حدوثه، وأن نفس العلل تؤدي دائما إلى نفس المعلولات. لكن العلم الحديث سرعان ما انقلب على هذا المبدإ واستبدله بفكرة القانون الذي يصاغ صياغة رياضية تعبر عن العلاقة الثابتة بين ظاهرتين أو مجموعة من الظواهر، ومن هنا كان مبدأ ترييض قوانين الطبيعة. وبتأثير الفيزياء الكلاسيكية ساد الاعتقاد بحتمية القوانين الطبيعية، وأن أحداث الطبيعة إنما تحدث وفقا لقوانين حتمية صارمة، دقيقة وكلية لا تحيد عنها. وارتبط بهذا المفهوم مفهوم آخر هو إمكانية التنبؤ؛ فمادامت حوادث الطبيعة خاضعة لحتمية دقيقة فيمكن بالتالي التنبؤ بما سيحدث، إذا ما عرفنا الشروط المبدئية في لحظة ما.

لكن مبدأ الحتمية وما ترتب عنه سرعان ما تعرض للهجوم في القرن العشرين بتأثير تطور الفيزياء واقتحام عالم الذرة، فقد كشفت الأبحاث في هذا المجال أن العالم دون الذري لا يخضع على العموم للحتمية الصارمة وإنما للحرية والإمكان، مما ترتب عنه تغير طبيعة القانون العلمي من قانون حتمي صارم إلى قانون إحصائي احتمالي. وكان من أهم نتائج لذلك هو إحلال مبدإ اللاحتمية محل الحتمية.

ومن المعلوم أن اللفظ المسبوق بـ"**لا**" النافية هو لفظ سالب. وهذا هو شأن مفهوم اللاحتمية هو مفهوم سلبي يستبعد الحتمية ولا يأتي - في ذات الوقت - بأي معنى جديد. إلا أن استبعاد الحتمية في هذا المفهوم هو تقرير وتعبير عن حقيقة واقعة أنتجها العلم المعاصر، وهي أن الوجود لا يتصرف بشكل حتمي بصورة مطلقة. وحتى يكون لـ"لاحتمية" معنى ايجابي، فيلزم أن يتحدد معناها بالمفهوم المناقض للحتمية، وهو الحرية، فلأن الموجود إذا لم يكن خاضعا للحتمية فإنه يكون ممتلكا لقدر من الحرية. وفكرة حرية الاختيار- هنا - هي

---

(*)- سوف لن نعالج موضوع الحرية من زاوية الإشكال الكلاسيكي التالي: هل الإنسان مسيّر أم مخيّر ؟ بل سنتناول المسألة من حيث ارتباطها بالجانب العلمي.

المفهوم الجوهري في النموذج الجديد البديل للنموذج الميكانيكي للطبيعة.

ونبدأ أولا بتحديد مفهوم الحرية؛ لأن هذا المفهوم غير محدد بشكل مطلق، ويختلف مدلوله بحسب اختلاف الميدان أو المجال المستخدم فيه، وعلى ذلك كان للحرية معانٍ متعددة نجملها كالتالي[1]:

*– **المعنى العام**: الحرية خاصة الموجود، الخالص من القيود، العامل بإرادته أو طبيعته، من قبيل ذلك القول أن حرية الجسم الساقط في هبوطه إلى مركز الأرض، وفقا لطبيعته بسرعة متناسبة مع الزمن، إلا إذا صادف في طريقه عائقا يمنع سقوطه.

وكذلك وظائف الحياة النباتية أو الحيوانية إذا لم يعقها عن القيام بعملها الطبيعي مانع خارجي، قيل إنها حرة، وإذا أطلق هذا المعنى على أفعال الإنسان، دلّ على الحرية المادية، يقال ليس للمريض والسجين حرية، لأنهما لا يستطيعان أن يفعلا ما يريدان.

*– **المعنى السياسي والاجتماعي**: بهذا المعنى، قد تكون الحرية **نسبية**: هي الخلوص من القسر، والإكراه الاجتماعي، كحرية الإعراب عن الفكر وعن الرأي وحرية الاشتراك في الجمعيات، وحرية الإسهام في إدارة شؤون الدولة مباشرة، أو بواسطة ممثلين يختارهم المواطنون اختيارا حرا.

وقد تكون الحرية **مطلقة**، فهي حق الفرد في الاستقلال عن الجماعة، التي انخرط في سلكها، وليس المقصود بذلك الاستقلال الكلي بل الإقرار بهذا الاستقلال، واستحسان، وتقديره، واعتباره قيمة خلقية مطلقة.

* **المعنى النفسي والخلقي**:

– إذا كانت الحرية ضد الاندفاع اللاشعوري ، أو الجنون ، واللامسؤولية القانونية والخلقية، فإنها تدل على حالة شخص لا يقدم على الفعل إلا بعد التفكير فيه سواء كان ذلك الفعل خيرا أم شرا، فهو يعرف ما يريد، ولا يفعل شيئا إلا وهو عالم بأسبابه. ومعنى ذلك إن الفاعل الحر هو الذي يقيد نفسه بعقله وإرادته، ويعرف كيف يستعمل ما لديه من طاقة.

---

(1)– جميل صليبا، المعجم الفلسفي، المرجع السابق، ص 461 – 465.

– وإذا كانت الحرية ضد الهوى والغريزة والجهد، والبواعث العرضية، فإنها تدل على حالة إنسان يحقق بفعله ذاته من جهة ما هي عاقلة وفاضلة، فالحرية بهذا المعنى حالة مثالية، لا يتصف بها إلا من جعل أفعاله صادرة عما في طبيعته من معان سامية.

– إذا كانت الحرية ضد الحتمية فإنها تدل على حرية الاختيار، أي أن فعل الإنسان يتولد من إرادته، فالإرادة إذن علة أولى وابتداء مطلق، وهي خالصة من كل قيد، لأنها لا توجب أن يكون الفعل مستقلا عن الأسباب الخارجية فحسب، بل توجب أن يكون مستقلا عن الدوافع والبواعث الداخلية أيضا، يدل كل ذلك على أن بين معاني الحرية واللاتعيين واللاحتمية تساوقاً وتلازماً. وبالتالي فالحرية هي القدرة على تحقيق الفعل دون الخضوع لمؤثر خارجي، وإنما تصدر الأفعال عن المرء نفسه، بحيث يشعر أن الفعل صادر عن إرادته[1].

ومعلوم أن العلم الحديث أفرز حقيقة مفادها القول بالجبرية والتأكيد على الحتمية المطلقة في العالم الطبيعي؛ فلا شيء يحدث عرضا أو صدفة أو عبثا، وإنما كل ما يحدث يخضع بلا استثناء لقوانين صارمة يمكن للعلماء الكشف عنها، ومعرفتنا لهذه القوانين هي ما يمكننا من التنبؤ بحوادث المستقبل تنبؤاً دقيقا. واستنادا على ذلك تساءل بعض الفلاسفة إن كان الإنسان يخضع أيضا لقوانين تحدد سلوكه وأفعاله على غرار ما يحدث في حوادث الطبيعة. فإذا صحّ أن الإنسان يخضع لقوانين مثل قوانين علم الأحياء وعلم وظائف الأعضاء وعلم الوراثة وعلم النفس.. جاء الإنسان مجبرا على ما يفعل ولا حرية له[2].

هذا، وتعد مشكلة الحتمية وثيقة الصلة بمشكلة حرية الإرادة، وتطرح دائما بالصيغة التالية: هل يمكن للإنسان أن يختار بين أفعال ممكنة مختلفة، أم أن شعوره بأن لديه حرية في

---

(1)– مجمع اللغة العربية، المعجم الفلسفي، المرجع السابق، ص 71.

(2)– محمود زيدان، حرية الإنسان في الميزان، عالم الفكر، المجلد 13، العدد 1، أفريل – ماي – جوان، 1982، ص 156.

الاختيار وهماً وضلالاً[1]، وطرح مشكلة كهذه في ميدان العلم، في حقيقة الأمر لا تغني العلم في شيء ولا تؤثر في مفاهيمه الأساسية، رغم أن قضية الحتمية كما يقول **ريشنباخ** إذا ما جرى تعميمها بشكلها المطلق والصارم فانه من الصعوبة الحديث عن معنى الحرية والاختيار والتمييز أو اتخاذ أي قرار عقلي وسنكون غير مسؤولين عن أفعالنا. وقد يكون لرأي **ريشنباخ** معنى لو كنا في عالم تسوده أقصى درجات الحتمية[2].

❋❋❋❋

ورغم ما توصل إليها العلم – خاصة الكلاسيكي – من قوانين حتمية تخص الحوادث الطبيعية، وسحبها على الحوادث والأفعال الإنسانية، ورغم ما في ذلك من تبرير للحتمية المطلقة، فإن بعض العلماء – ومعهم بعض الفلاسفة – ويؤمنون بأن الحرية، لا الحتمية المطلقة، هي أساس الوجود، حيث لا يوجد في الطبيعة إلا درجات من الحرية، ولعل من الأوائل الذين دافعوا عن هذه الفكرة في العلم المعاصر الفرنسي **إميل بوترو** ( 1845 - 1921 *E.Boutroux* )، الذي يرى أن كل شيء ممكن تماما، أي أنه ليس ضروريا أو عرضيا، بل هو حر: انه تعبير عن شعور كلي وعقل كلي وقوة أزلية خلاقة.

ويعطي **بوترو** بعض الشواهد على لاحتمية الطبيعة وعدم التناسب بين العلة والمعلول، حيث «توجد حالات تكفي فيها تغيرات بسيطة قد لا تكون مدركة ولا نستطيع تحديدها بصورة نهائية في إحداث نتائج ذات أهمية بالغة، مثال ذلك حالة اختلال التوازن: فالحبّة التي تسقط من منقار الطير على سفح جبل مغطى بالثلوج، يمكنها أن تحدث انهيارات ثلجية تملأ الأودية»[3]، وعدم التناسب بين العلة والمعلول هنا لا يعني إلا شيئا واحد هو أن تطبيق

---

(1)- رودولف كارناب، الأسس الفلسفية للفيزياء، المصدر السابق، ص 248.

(2)-المصدر نفسه والمكان.

(3)- Emille Boutroux, De la contingence des lois de la nature , 2iem éd , Paris , 1897, p 60- 61.

الرياضيات على الفيزياء لا يعطي إلا نتائج تقريبية(*)، فهناك اعتقاد أنه لو عرفت كل الأحوال الآلية للظواهر الفيزيائية لأمكن التنبؤ بتعيين مطلق. لكن الأمر هو أمر معرفة القول كل الأحوال يستجيب لشيء واقعي: حيث انه لو وجد عدد محدود من الأحوال الآلية المحددة تماما بالنسبة إلى الظواهر الفيزيائية، هل يمكن أن نقرر انه لا يوجد أي انحراف في السلسلة الإرادية للعلل الآلية؟(1)، وهذا ما يعني أنه لا يوجد تكافؤ كلي وكامل بين نظام الظواهر الفيزيائية. وذلك لأن القوانين الفيزيائية إنما تعبر عن روابط وعلاقات بين أشياء غير متجانسة، وكنتيجة لذلك يستحيل القول أن التالي يتناسب مع المقدم وينتج عنه بالضرورة.

وعندما ننتقل إلى ظواهر أكثر تعقيدا فإن نسبة الإمكان أي الحرية تكون اكبر؛ حيث إن حرية الاختيار ترتبط بمستوى الموجود ودرجة التعقيد المرتبطة بهذا المستوى، ففي حال الإنسان تكون درجة الاختيار اكبر بما يتناسب مع مستواه الأعلى ودرجة التعقيد التي يتمتع بها هذا المستوى، وفي حال الخلية مثلا تكون درجة حرية الاختيار اقل لأنها في مستوى أدنى ودرجة تعقيد هذا المستوى اقل، وتكاد تنعدم هذه الدرجة في الاختيار عند الكائنات اللاعضوية بما يتناسب مع مستواها ودرجة تعقيده. ولذلك كان الإمكان (الذي هو درجة من درجات الحرية) في عالم الحياة اكبر وأظهر، وقوانين الفيزياء والكيمياء لا تستطيع تفسير الظواهر العضوية الحية، لأن الكائن الحي يحتوي على عنصر جديد هو الفردانية بحيث لا يمكن رده إلى عناصر فيزيائية، في حين أن في العالم اللاعضوي لا يوجد تفرد، فالذرة ليست فردا لأنها قابلة إلى الانقسام ربما إلى ما لا نهاية. أما الكائن الحي فيخلق لنفسه فردية ويولد كائنات قادرة هي نفسها على الفردية(2)، وهذا يعني أنه حتى ولو وصلت العلوم الإنسانية أو الاجتماعية إلى قوانين تماثل القوانين الفيزيائية فسيظل كل فرد محتفظا بشيء من الفردانية والخصوصية، وهو ما يمكن أن نستنتج منه أن العالم الفيزيائي لا يقدم لنا شيئا شبيها بالكائن

---

(*) – سبق تفصيل هذه النقطة في المبحث السابق.

(1)- Ibid , p 67- 68.

(2)- Ibid , p 115.

الحي. وعليه نجد في ميدان الحياة لا مكان لمبدأ الضرورة المطلقة إطلاقا، وبالتالي لا يمكن رد العالم الحي إلى منطق الفيزياء(*).

ونتيجة لذلك، يرفض **بوترو** إرجاع ماهو نفسي إلى ماهو فسيولوجي «فالعالم النفساني يُنظر إليه في ماهيته الخاصة، ولا يمكن أن ينظر إليه على انه انعكاس للعالم الفيزيائي، وإلا فإننا لا نستطيع حينذاك أن نفسر أخلاقياً عدم التناسب بين نوعين من الأفعال بذلا تقريبا نفس القدر من الطاقة الفيزيائية واستهلكا نفس الكمية من الكربون»(1).

ويحدد **بوترو** من جهة أخرى، طبيعة القوانين العلمية ليكشف أن القوانين ليست ضرورية ويبرز أن الضرورة والتحدد متمايزان تماما مما يسوّغ القول بوجود الإمكان والحرية؛ ففي العلم نوعين من القوانين: «الأولى تعبر عن ضرورة دقيقة، إن لم تكن مطلقة، لكنها مجردة، وهي بذلك تعجز عن تحديد طرق التحقق العملي من الظواهر. والثانية تُعنى بالتفاصيل والعلاقات القائمة بين مجموعات مركبة ومنظمة، وهي أكثر تأثيرا من القوانين الأولى، لكنها لما لم يكن لها أساس آخر غير التجربة، فإنها لا تعد حاملة للضرورة. والتنبؤ الممكن لا يحمل الضرورة لأن الأفعال الحرة يمكن أن تتضمنها»(2)، فالمقصود إذن بالنوع الأول من تلك القوانين هي القوانين الوثيقة الصلة بالرابطة الرياضية أي القوانين التي تستخدم الصياغة الرياضية من حيث أن الرياضيات هي الصناعة الصحيحة والدقيقة. أما النوع الثاني منها فهي تلك القريبة من الملاحظة والتجربة والتي تقوم على المنهج الاستقرائي، وهي التي لا تتضمن الضرورة والتحديد المطلقين بأي معنى من المعاني. والنتيجة التي تلزم عن ذلك أن تلك

---

(*)- وهذا ما أصبحت تعبر عنه لاحقا ما يسمى بـ**الفيزياء اللاردية**، وهي أيضا من تصورات العلم المعاصر، التي يمكن التعبير عنها في انه من الممكن أن تظهر مستويات من الطبيعة لها قوانينها الخاصة، التي لا يمكن ردها إلى قوانين الفيزياء، وهذا تصور يخالف تماما سمات النموذج الميكانيكي في كون قوانين الطبيعة حتمية ميكانيكية يمكن ردها جميعا إلى القوانين الفيزيائية الميكانيكية بما في ذلك القوانين التي تشمل الكائنات غير المادية.

(1)- Ibid , p 116.

(2)- Ibid , p 140.

القوانين تفتح باب الحرية وحرية الإرادة.

❋❋❋❋

وإذا انتقلنا إلى الحديث عن الحرية من مستوى آخر، فإنه يجب أن ننظر إلى نتائج الفيزياء الحديثة، فحتى يكون للحرية والاختيار معنى حقيقي، ونحن نتكلم بلسان**كارناب**، فإنه من الضروري أن نتطلع إلى لاحتمية الفيزياء الحديثة.

إن مسألة الحرية أو الحتمية – فيما يرى **دو برولي** – لا تطرح لدى الفيزيائي كما تطرح لدى الفلاسفة؛ فليس على الفيزيائي أن يتناولهما من جانبها الميتافيزيقي، بل في إطار ما يدرسه من الوقائع.

إن إيمان الفيزيائي بالحتمية يستند إلى إمكانية التنبؤ بالظواهر المستقبلية، حيث إن «الفيزيائي يرى أن هناك حتمية عند تمكنه معرفة عدد من الحوادث الملاحظة في الحاضر أو الماضي، مع معرفته لبعض قوانين الطبيعة، من التنبؤ تنبؤاً دقيقا بأن ظاهرة معينة قابلة للملاحظة، ستقع بعد وقت معين فيما بعد. فهذا التعريف للحتمية بإمكانية التنبؤ الدقيق هو التعريف الوحيد الذي يقبله الفيزيائي»[1]، إن هذه هي الحتمية كما عرفتها الفيزياء الكلاسيكية، لاشك أنها تثير بعض الصعوبات لأن «في الطبيعة تبادلا عاما للتأثير، وأن حركة أصغر الذرات يمكن أن تتأثر بحركة أبعد الكواكب، ومن ثمّ فإن التنبؤ الدقيق التام بأية ظاهرة مستقبلية، يتطلب مبدئيا علما كاملا بحالة الكون الراهنة، وهو مالا يمكن تحقيقه»[2]. وهذا ما كشفت عنه الدراسات الحديثة في ميدان الذرة، حيث يتعذر التنبؤ الدقيق، ولا يمكن التحديد إلى ما لا نهاية، لأن في ميدان الذرة عند محاولة التحديد أكثر فأكثر الحالات الراهنة، فإننا نصطدم إمكان الزيادة في آن واحد من دقة جميع المعطيات الضرورية، وهذه هي إحدى

---

(1)- Louis De Broglie , Continu et discontinu , A.Michel , 1941, Paris , p 59.

(2)- Ibid , p 59 – 60.

النتائج الأساسية لمبدأ الارتياب التي وضعها **هيزنبرغ**[1].

وبالفعل، فقد جاء البرهان الفيزيائي[*]على ضرب الحتمية والتأكيد على الحرية والإمكان في بدايات القرن العشرين؛ ففي بدايات القرن الماضي، جاء علم الطبيعة المعاصر معلنا ثورته على الحتمية المطلقة في العالم الطبيعي، مثبتا أن هنالك مجالا لما يحدث صدفة أو ما لا يخضع للقوانين المعلومة لدينا أو على الأقل الطابع الاحتمالي – لا الحتمي – لتلك القوانين، مما ينتج عنه عدم إمكانية التنبؤ لما سوف يحدث من بعض ظواهر. ومع تطور العلم في مجال العالم الذري وما دون الذري، أصبح الحديث عن حتمية وقوع الظواهر لا يحظى بالقبول من لدن علماء فيزياء الكم، ذلك أن من المفاهيم الجديدة التي جاءت بها هذه الفيزياء مفهوم اللاحتمية الذي هو تعبير مباشر عن الحرية والإمكان.

وكما هو معلوم، فقد جاءت فيزياء الكم في أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين كثورة على نظريات **نيوتن**، أو على الأقل تطوير لهذه النظريات في إطار الميكانيكا الموجية. ولقد قدم علماء فيزياء الكم تفسيرات تبرر اللاحتمية أي الحرية وتنقض الحتمية، وكنا قد اشرنا فيما سبق إلى معظم رواد هذه الفيزياء الحديثة، وفيما يتعلق بموضوعنا يمكن أن نشير إلى اكتشافات اثنين منهم، هما: **نيلز بور وهيزنبرغ**؛ لقد اكتشف **بور** أن الالكترونات

---

(1)- Ibid , p 61.

(*)- إضافة إلى البرهان الفيزيائي، يوجد البرهان الرياضي على حرية الإرادة الذي جاء من العالمين **جون كونوي *John Conway*** و**سيمون كوتشين *Simon Kochen***، من **جامعة برينستونل**، حيث توصلا ما اعتبراه برهاناً رياضياً على المبدإ التالي: إذا كان الإنسان يمتلك ولو جزءاً بالغ الصغر من الإرادة الحرّة، فإنّ الذرّات ينبغي أن تتصرف بشكل حرّ، غير قابل للتنبّؤ والتوقّع. وهو برهان يقوم على معرفة العزم الزاوي (وضع وسرعة) للجسيم الذي تحدده حركة الجسيم ودورانه على محاور مختلفة.

ويضاف إلى ذلك أيضا، تلك المحاولات في البيولوجيا الدقيقة، فقد أثبتت بعض الأبحاث أن الخلايا الحية – باعتبارها منظومات ذاتية التنظيم – لا تعمل بشكل آلي ميكانيكي، وأن تكوّن المنظومات الحيوية ليس ناتجا عن المصادفة، بل هو ناتج عن القدرة الذاتية للمواد على تحفيز ذاتها وتكوين مركبات أكثر تعقيدا عندما تتوفر الظروف البيئية المناسبة والمواد اللازمة لذلك.

تدور حول النواة في مدارات بيضاوية كما تدور الكواكب حول الشمس، كما اكتشف أن الإلكترون حين يصدر طاقة أو يمتص طاقة أخرى فإنه يقفز من مدار إلى آخر، وحين يدور في أضيق مدار تصبح الذرة في حالة سكون، وتتغير هذه الحالة الساكنة حين يوسع من مداراه، وعندئذ يلتحم مع إلكترون آخر، وهنا يقفز الإلكترون من مدار إلى آخر، مع الجزم باستحالة التنبؤ بتغير مدارات الإلكترون وقفزه[1]، أي أنه أصبح من غير الممكن التنبؤ بمسارات الجسيمات من خلال معادلات الحركة في الفيزياء الكلاسيكية. والنتيجة هي أن ما يقدمه ميكانيكا الكم لا يتطابق بالضرورة مع ما يحصل في الواقع، فحتى التصور الموجي للجسيمات والدالة الموجية ذاتها ليسا إلا تصويرا رمزيا قد لا يمت إلى الواقع بصلة حقيقية.

أما **هيزنبرغ** فقد صاغ مبدأ اللاتعيين أو اللاتحديد، وهو مبدأ ينص في فحواه على أنه «من المستحيل أن نعرف بتحديد ودقة الوضع المكاني للإلكترون وسرعة حركته في وقت واحد معا، وإنما يمكننا حساب وضعه المكاني بكل دقة ولا نستطيع حساب سرعته بنفس الدقة، أو حساب دقيق لسرعة حركة الإلكترون دون معرفة وضعه المكاني بنفس الدقة»[2]، إن **هيزنبرغ** حاول تفسير اللاحتمية في القياسات الفيزيائية بأنه نوع من تأثر المُلاَحَظ بملاَحِظ؛ ذلك أنه عند قياس موقع إلكترون بتسليط أشعة غاما عليه، فإن الإلكترون سوف يغير من زخمه حال اصطدام فوتون غاما به بحسب تأثير **كمبتون**[*] مما يعني أننا لا يمكن أن نقيس موقع الإلكترون وزخمه في آن واحد بدقة متناهية..

إن القوانين التي تحكم العالم الذري هي قوانين احتمالية إحصائية لا حتمية سببية، وهو ما يؤكده رفض معظم علماء الكم لكل التفسيرات العلية لكل ما يحدث داخل الذرة،

---

(1)- محمود زيدان، حرية الإنسان في الميزان، المرجع السابق، 158.

(2)-المرجع نفسه، ص 159.

(*)- يطلق تأثير ظاهرة **كمبتون** ( نسبة للعالم **كمبتون** *Arthur.H.Compton* ) على التجربة التي تؤكد الطبيعة الجسيمية للإشعاع، وهي التجربة أجريت عام 1922، وتناولت تأثر الأشعة السينية بالإلكترونات وتشتتها كأنها أجسام.

ويكشف في نفس الوقت وجود عنصر الصدفة قائما في الطبيعة من الناحيـــة الانطولوجيـــة، فإنكار عمومية مبدأ العلية واثبات عنصر الصدفة لما يحدث داخل الذرة ليس إلا قضاءً علـــى الحتمية[1]، والقول بنفي الحتمية إنما هو تأكيد على الحرية، وهذه الحقيقة هي التي يتخـــذها الفلاسفة سندا علميا يبررون به مذهبهم في حرية الإرادة[*]، مثلما اتخذ أنصار الجبرية المطلقة حتمية قوانين الفيزياء الكلاسيكية كسند علمي لتبرير مذهبهم. وكنتيجة لتطبيق نتائج الفيزياء الحديثة على الأفعال الإنسانية، فانه من المستحيل التنبؤ بصورة دقيقة بمستقبل الفعل الإرادي عند الإنسان قبل حدوثه، وإن كان من الممكن تفسيره تفسيرا علّيا بعد حدوثه. ويمكن تبرير ذلك بالشواهد الآتية[2]:

أولا ليس لقوانين علم وظائف الأعضاء عمومية شاملة مثل قوانين الطبيعة لوجود فروق فردية بين الناس التي لا يحكمها قانون عام. وثانيا ضآلة نصيب التنبؤ بالفعل الإنساني؛ فأقصى ما يستطيعه عالم وظائف الأعضاء من معرفة التغيرات الفسيولوجية من خلايا الدماغ مما يرمز إلى أن انفعالا أو نشاطا عقليا معينا على وشك الحدوث، لكنه لا يستطيع أن يحدد مقـــدما الفعل الجزئي المحدد الذي سأفعله. وثالثا أن السمات النفسية المتفردة لشخص ما، من التعقيد والتشابك والتداخل وإمكانية التعديل، ما لا يستطيع احد أن يزعم معرفة بصورة تامـــة لمـــا سوف يصدر عن الفاعل، كما لا يستطيع الجزم أن نموذج السلوك الفردي إنما هـــو مطـــرد ومنتظم، حيث يمكن أن يطرأ على السلوك ما لم يكن في الحسبان. وهذه الاعتراضات إنمـــا تصب في مجملها على الطابع الحر للسلوك وتنفي عنه – في ذات الوقت – الطابع الحتمي له.

وبصفة عامة، رأينا أن مشكلة الحتمية ترتبط ارتباطا وثيقا بحرية الإرادة في الفلـــسفة،

---

(1)-المرجع نفسه والمكان.

(*)- طبقا لقوانين فيزياء الكم يمكن تمثيل السلوك الفردي كسلوك مشابه لسلوك الالكترونات أو الفوتونات لا تحكمه إلا قوانين من طبيعة إحصائية لاحتمية.

(2)-المرجع نفسه ، ص 186.

لكنها من جهة أخرى غير ذات تأثير كبير في مفاهيم في العلم الأساسية. فالإنسان هو الإنسان سواء اتصف عالمه بالحتمية أو باللاحتمية، لأن كلا الوصفين لا يكون له أدنى تأثير على مسألة الاختيار الحر والسلوك الأخلاقي. لأن الإنسان في الحالتين يستطيع أن يتنبأ بنتائج أفعاله، ليس بيقين كامل، وإنما بدرجة ما من الاحتمال. أما اللاتحديد الذي تتميز به فيزياء الكم فليس له أدنى تأثير.. ولا يمكن أن يلعب أي دور. ولهذا السبب فان المفهوم الذي يقيم علاقة بين اللاحتمية على المستوى دون الذري وبين مسألة القرار الحر مفهوما مغلوطا[1]. وبالتالي تبقى مشكلة حرية الإرادة من المشكلات الشائكة والمعقدة، ولا نعتقد أن العلم يستطيع حل هذه المشكلة في بضع سنوات، فيما عجزت الفلسفة عن ذلك رغم جهد آلاف السنين. وبالمجمل فإن «الحرية لم تثبت تماما، فربما كانت منفية من زاوية أخرى.. ولكن الأمر المؤكد إنه لم يعد ثمة أي تناقض على وجه الإطلاق بين العلم والحرية»[2]، وذلك لأن الحتمية المناقضة للحرية لم تكن إلا افتراضا تعسفيا أملته ظروف عصر معين، وسرعان ما تم التخلص من الفرض الحتمي بعد تجاوز العصر الذي نشأ فيه.

والمحصلة، إن هناك تصورات كثيرة – وإن كنا لم نتناولها كلها – تبرز ظهور معالم نموذج جديد للطبيعة غير معتمد على النظرة الميكانيكية التقليدية التي ظهرت مع العلم الحديث. وهذه المعالم تنبئ بتغير جذري في المفاهيم العلمية والفلسفية، وتشبه إلى حد كبير تلك التغيرات التي صاحبت ظهور النموذج الميكانيكي في العصر الحديث.

وقد ظهرت تلك العناصر المناقضة للنموذج الميكانيكي بأشكال مختلفة كلها جزئية لا تعبر عن تكامل فيما بينها لتكوين نموذج بديل، أي توجد تصورات عدة لا تمثل في مجموعها نموذج بديل موحد، فالصورة البديلة هي مجموعة من القوانين الجزئية في العلوم الخاصة كما

---

(1)- رودولف كارناب، الأسس الفلسفية للفيزياء، المصدر السابق، ص 253.

(2)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 475.

هو الحال في البيولوجيا، وتصورات جزئية للطبيعة مثل الكوارك(*)، الطبيعة المزدوجة للمادة أي الطبيعة الجسيمية – الموجية، وتعدد مستويات الطبيعة.. هناك نموذج ميكانيكي المقابل للحتمية، وهناك تصور لاميكانيكي مقابل للاحتمية، لكن لا يوجد في الفكر المعاصر ما يسمى بـ"النموذج اللاميكانيكي"، لأن النموذج الجديد اللاميكانيكي البديل للطبيعة لم يظهر بعد، لذلك استخدمنا لفظ تصور لأنه أكثر دلالة من لفظ نموذج.

❋❋❋❋

(*)– الكوارك: نظرية لتفسير البناء الداخلي للذرة. وهي جزئيات أساسية اكتشفت حديثا، وتعتبر مكونات نووية أبسط من الجسيمات الأساسية المعروفة (البروتونات، النيترونات، الالكترونات). وتعتبر الكوارك نماذج معيارية تنسب إليها جميع الجسيمات الكونية من ناحية التركيب، وكذلك من ناحية الكتلة والشحنة والطاقة.

# الفصل الثالث : دراسة نقدية للتصور اللاميكانيكي

**المبحث الاول:** نقد التصورات الجديدة في العلم المعاصر

**المبحث الثاني:** نتائج البحث والآفاق

## المبحث الأول: نقد التصورات الجديدة في العلم المعاصر

لا نجانب الحقيقة إذا قلنا إن كل النماذج أو التصورات العلمية لها قدرة تطبيقية محدودة، فأي واحدة منها لا يكون هو الحقيقة؛ فالنموذج الذي يعتبر أن الذرة كشكل كرة صغيرة تامة يكون مفيدا في حساب تغيرات ضغط الغازات في الظروف المختلفة، ولكن إذا أردنا أن نصف الطريقة التي تبعث بها الذرة الضوء أو تمتصه، فسنحتاج إلى نموذج آخر للذرة، نموذج يكون لها فيه نواة مركزية بالغة الصغر تحيط بها سحابة من الإلكترونات. وهذا يعني أن النماذج أو التصورات العلمية المُكَوَنَة ماهي إلا تمثيل للواقع، لكنها ليست هي الواقع نفسه، وبالتالي فهذه التصورات مجرد أساس منطقي للقوانين والنظريات العلمية، لأن هذه الأخيرة ليست إلا مجموعة منها أو صياغة لها.

ومن ثمّ كانت التصورات العلمية عن العالم ليست إلا تعبيرا عن مستوى المعارف العلمية لمرحلة من المراحل، حيث تطغى في كل مرحلة نظرية مركزية تشكل النواة الأساسية للمنظومة المعرفية لتلك المرحلة أو العصر. وهذه التصورات تتغير باستمرار، لأن الصورة العلمية ليست ثابتة، بل تخضع لعامل التطور حين تستحدث أمام العلماء ظواهر جديدة، فلكل زمن النسق التصوري الخاص به، وهذا إنما يدل على تقدم المعرفة العلمية[1]، وبفضل هذا التطور والتقدم تتغير ملامح الصورة القديمة للعالم وتُرتسم ملامح الصورة الجديدة. فلكي يكون العلم من نمط جديد لا بد من تغيير جذري في الفكر، والعلم المعاصر، علم تتطور فيه المفاهيم، يعدل بعضها ويلغى بعضها الآخر، لتحل محلها مفاهيم جديدة يبتدعها العقل العلمي. وهنا نكون أمام حقيقة مفادها أنه من الضروري تغيير التصورات بين آونة وأخرى، مع توسيعها حتى تتلاءم مع التطورات الحديثة في عملية إدراك العالم الخارجي.

ولذلك أصبح تناول المسائل الإبستيمولوجية في العصر الحالي ضرورة ملحة، نتيجة

---

(1)- عادل عوض، فلسفة العلم في فيزياء إنشتاين: بحث في منطق التفكير العلمي، المرجع السابق، ص 66.

للتحول الكبير الذي شهده العلم خاصة مع ظهور الفيزياء الكوانطية، والتي كانت من نتائجها طرح اعتبارات فلسفية جديدة عجزت الفلسفات الكلاسيكية عن الخوض فيها.

وقد عرفنا في فصول سابقة، أن الصورة العلمية الأولى، التي ظهرت بشكل واضح ومتكامل، هي الصورة الميكانيكية التي نتجت عن العلم في عصر الحداثة الأوربية، وكانت كنتيجة لنجاحات **غاليلو** و**ديكارت** و**نيوتن**.. واستمرت إلى نهاية القرن التاسع عشر.

لقد رسم **نيوتن** – وبتأثير العلماء السابقين عليه وفلاسفة العلم الطبيعي – صورة ميكانيكية للعالم، وهي الصورة التي تركت بصماتها على كل الفروع المعرفية وعلى معظم المفاهيم العلمية التي تمت صياغتها في تلك الفترة. فالفيزياء النيوتونية كانت النموذج الأمثل لأكثر العلوم، وصدى الميكانيكا كان طاغيا على معظم التفسيرات العلمية، فكان التفسير الميكانيكي القائم على الحتمية السببية هو التفسير العلمي المقبول، وأي نظرية في أي ميدان معرفي لا تنسجم مع هذا التفسير، هي نظرية خارجة عن المألوف ولا يعتدُّ بها...

غير أن العلم المعاصر– مع بدايات القرن العشرين – يضعنا أمام اعتبارات جديدة، تختلف عن تلك الاعتبارات التي كان يقوم عليها العلم الكلاسيكي وخصوصا الفيزياء الكلاسيكية، بعدما بدأت المبادئ التي تقوم عليها هذه الفيزياء تتعرض للتصدع ثم للانهيار الواحد بعد الآخر. وبانهيارها بدأت معالم الصورة الميكانيكية للعالم تختفي شيئا فشيئا، وتحل محلها صورة جديدة للعالم ترسمها الفيزياء الحديثة، صورة لا تقوم على السببية الحتمية أو الآلية الميكانيكية.

وكنا قد استعرضنا نماذج من التصورات الجديدة في العلم المعاصر، التي حاولت أن تكون بديلا للنموذج الميكانيكي. غير أن استقراء تلك الصورة الجديدة في العلم المعاصر، يضعنا أمام حقيقة مفادها أن العلم قد عاد إلى أصله: إلى الفلسفة والميتافيزيقا(*)، وأن العلماء

---

(*)– كما هو معروف أن الاتجاه الوضعي – الذي يعتقد أن إمكانية المعرفة تقتصر على ماهو موضوع في هذا العالم، وعلى ماهو خاضع للخبرة الحسية – يشن حربا على الميتافيزيقا وعلى كل تفكير يتجاوز العالم المحسوس. ويرتبط هذا التيار بنشأة ونمو العلم الحديث، واعتبر أنصاره أنهم المتحدثون الرسميون باسم العلم التجريبي. وكان =

أصبحوا أكثر مثالية، وأن الحقيقة العلمية أصبحت أكثر تجريدا وبعدا عن الواقع. ولعل ذلك يتضح من خلال تحليل العناصر التالية[1]:

– تخلي الصورة الجديدة المكونة للطبيعة عن الموضوعية بمعناها الكلاسيكي؛ حيث يتعذر الوصول إلى معرفة موضوعية تماما عن العالم الطبيعي، وإنما معرفتنا للعالم تقوم نتيجة تدخلنا فيه بقدراتنا العقلية وآلاتنا ومقاييسنا.

– وكنتيجة لذلك، تغيرت النظرة إلى الواقع؛ فلم تعد المعرفة تعبيرا موضوعيا عن الواقع، بقدر ماهي تركيب عقلي له، تلعب الذات دورا أساسيا في عملية التركيب هذه.

– وهذا التركيب العقلي للواقع كانت فيه الرياضيات العنصر الرئيسي، لأن معرفتنا للواقع المادي مصاغة في صيغ رياضية مجردة تبعد بنا عن المألوف عن المادة وتقربنا من وجود ذهني.

وعند تفصيل كل عنصر من العناصر السابقة، فإن التفصيلات تضفي وحدة وتكاملا، أي هي في النهاية تضفي إلى التعبير عن حقيقة واحدة؛ وهي أن العلم المعاصر في أزمة، لكنها أزمة غير تلك التي عرفها العلم الكلاسيكي.

❋❋❋❋

---

=

**كارل بوبر** واحدا من الأوائل الذين وقفوا في وجه هذا التيار. ولقد ظهرت الوضعية في سياقها التاريخي مع **أوغست كونت** حينما نبّه العلماء في مؤلفه: **دروس في الفلسفة الوضعية** إلى التطور الذي يحدث في مسار العلم عندما ينتقل الفكر عبر مراحله الثلاث: من المرحلة اللاهوتية إلى المرحلة الميتافيزيقية وأخيرا إلى المرحلة الوضعية، ومنذ ذلك العهد تعالت صيحات العلماء من أن العلم لابد وان يكون وضعيا.

أما ظهور الوضعية في سياقها الفلسفي فقد ظهرت قبل ذلك مع **هيوم** ثم **كانط**، فقد رأى **هيوم** انه من الضروري أن تختبر القضايا العلمية انطلاقا من التجربة الحسية. وهي الفكرة التي استفاد منها **كانط** فيما بعد، حينما حدد في كتابه: نقد العقل المحض حدود العلم، جاعلا من الخبرة الحسية النقطة الأساسية التي تبدأ منها المعرفة العلمية وتنتهي عندها.

(1)– محمد فهمي زيدان، من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، المرجع السابق، ص 84.

1- بداية يمكن القول إنه كان لهذه التصورات الجديدة تأثيرا كبيرا في بنية وطبيعة العلم المعاصر، فلقد اختلف العلم عن الصورة التي كان عليها في السابق. ويتجلى ذلك في تخلي العلم المعاصر في الصورة الجديدة المكونة للطبيعة عن الموضوعية بمعناها الكلاسيكي؛ حيث أضحت الذات عنصرا فعالا في بناء العلم. لقد كان الاعتقاد السائد لدى العلماء – الفيزيائيين الكلاسيكيين – أنه من الممكن التمييز بصورة قاطعة بين الذات الملاحِظة والأشياء الملاحَظة، أي بين سلوك الأشياء ووسائل ملاحظة هذا السلوك، بمعنى أنه يمكن « وصف العالَم أكثر ما يكون استقلالا عن خبراتنا الذاتية، ولهذا السبب فإن مفاهيم الفيزيقا الكلاسيكية ستظل دائما الأساس لأي علم مضبوط وموضوعي »[1]، فنظرية المعرفة في صورتها التقليدية منذ عصر **بيكون** و**غاليلو** و**نيوتن** تميز تمييزا واضحا بين ثنائية الذات العارفة وموضوع المعرفة، وبالتالي فليس للذاتية مجال مادام إنه يمكن رصد الأشياء والظواهر والربط بينها. من هنا، فإن تأثير الذات تأثير ثانوي ولا يمكنها أن تغير شيئا من حقيقة القوانين الموضوعية؛ فالنظريات العلمية هي انعكاس للواقع والطبيعة، والقوانين التي تحكم حركة هذا الواقع هي قوانين حتمية لا بد لها أن تحدث. وبالتالي تصبح الذات العارفة ناظر غير فاعل، ولا تتدخل في موضوع المعرفة ولا يجب أن نضعها في الحسبان كجزء من الواقع الموضوعي؛ ذلك لأن التصور الكلاسيكي ينظر إلى الأجسام باعتبار أن لها وجودا عينيا قائما بذاته في الزمان والمكان، لا تتأثر مطلقا بوسائل البحث والدراسة والقياس. إن الفيزياء الكلاسيكية لم تتطرق في تعاملها مع المادة لتأثير الملاحظة على الكيان الملاحَظ، فالملاحظة كانت تتم من خلال تسليط الضوء على الجسيم المراد معرفته، فيعكس هذا الجسيم الضوء، ومن خلال عملية الانعكاس يترك هذا الجسيم انطباعا بوجوده لدى الطرف الأخر. ومعلوم أن الضوء عبارة عن سيل من الجسيمات الدقيقة هائلة العدد تسمى الفوتونات وتأثيرها غير محسوس على المستوى الماكروسكوبي، ومن ثمّ فإن تأثير تصادمها مع الجسم يكاد أن يكون معدوما.

---

(1)- هيزنبرغ، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، المصدر السابق، ص 43.

لكن الأمر ليس بهذه البساطة التي تتصورها الفيزياء الكلاسيكية، فنظرة كتلك لم تعد تصلح في البحث العلمي المعاصر، الذي أصبح يعتبر الذات العارفة مؤثرة في النتيجة بوصفها جزء من هذا الواقع الموضوعي الذي يتم دراسته والتعامل معه، وبهذا المعنى تتشكل بنية الذات من خلال الممارسة العلمية، وتصبح هي بدورها مفعول المعرفة. فيكون تصور الذات العارفة لعمليات المعرفة لا يمثل منطق المعرفة بل هو منطق هذا التصور للمعرفة، أي منطق موقف الذات من المعرفة لا منطق المعرفة ذاته، التي يفترض أنها عملية لا دخل لمواقف الذات فيها. وهذا ما كشفته حقائق العلم في القرن العشرين. ففي الفيزياء النظرية، وتحديدا في تصور ميكانيكا الكم، أنه من غير الممكن دراسة الظواهر الذرية بنفس المفاهيم الموروثة من العلم الكلاسيكي الميكانيكي؛ من حيث إنه يجب «التخلي عن المفهوم الكلاسيكي للموضوعية، إذ إن أية ملاحظة نقوم بها في الظواهر الذرية لابد وان تؤدي إلى نوع من التداخل والتفاعل بين الظاهرة المدروسة وأدوات القياس، وبالتالي يصبح من غير الممكن اعتبار الظواهر وأدوات القياس كأشياء تتمتع بوجود واقعي فيزيائي مستقل»[1]، ويثبت ذلك أن تحقيق الملاحظة بطريقة مباشرة لحركة أحد الإلكترونات داخل الذرة من قبل الفيزيائي متعذرا، بل عليه إثارتها حتى يتمكن من اكتساب معرفة حول حالة الذرة الداخلية، وعن طريق هذه الإثارة تقذف الذرة كماً من الإشعاع يلاحظ آثاره، غير أن قذف كما من الشعاع لا يغير من حركة الذرة فحسب بل يغير حتى من طبيعتها، إلى درجة أن العالِم يجد نفسه وكأنه حيّال ذرة جديدة غير تلك التي أراد ملاحظتها أو ملاحظة آثارها. من هذه الاعتبارات يتبين أنه «ليس في إمكاننا معرفة شيء عن الذرة مستقلة عن ملاحظتنا لها، فإذا لاحظناها بتجاربنا وآلاتنا فقد عبثنا بواقعها الحقيقي.. ولا سبيل إلى إقامة معرفة موضوعية عن الذرات»[2]، وهذا ما أثبته **هيزنبرغ** في علاقات الارتياب: إذا أردنا ملاحظة موقع الجسيم يلزم تعيين دقيق ومضبوط لإحداثياته الثلاث، غير أن ذلك يتطلب تسليط إشعاع ضوئي قوي، فيؤدي الاحتكاك بين الإشعاع

---

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص 30.

(2)- المرجع تقسه، ص 85.

والجسيم إلى حدوث اضطراب ينتج عنه زيادة نسبة الخطأ في تحديد سرعة الجسيم، لأن الإشعاع لما يصطدم بالجسيم يغير حركته ويزيحه من مكانه حسب تأثير **كمبتون**. فالملاحظة وإن كانت واحدة، سواء بالنسبة للأجسام المتناهية الكبر أو الأجسام المتناهية الصغر، إلا أن مدى تأثير الضوء عليها هو الذي يحدث الفرق بينهما. فتسليط الضوء على الجسيم سيؤدي إلى تغير حركته بسبب تصادمه مع جسيمة الضوء. وعند محاولة التحديد فإن هذا التحديد سيكون مضطربا أي احتماليا وليس دقيقا. فميكانيكا الكم تبيّن أن هناك تداخلا بين الوسائل المستعملة في البحث والموضوع الذي نبحثه «حتى يصبح في النهاية من الضروري لكي ما نتفهم طبيعة الإلكترون أن ندخل أدوات القياس في الاعتبار»[1]، وذلك لأن آلات القياس تمارس تأثيرا كبيرا على الظاهرة التي نقيسها، فالجسيمات في ميكانيكا الكم لا تعرف صفاتها وخصائصها إلا من خلال العلاقات والارتباطات بمنظومة الملاحظة، وأصبح القياس محور الممارسة العلمية والمحدد الأكبر لمكونات الخبرة الفيزيائية، الأمر الذي يجعل أن ندخل في الاعتبار هذا التأثير نفسه كعنصر حاضر في النتائج المتوصل إليها، مما يعني أن الموضوعية لم تعد قائمة على وصف الشيء باعتباره جسيما ذا هيئة وذا صفات امتدادية، بل هي تركيبا جديدا بين الظاهرة المدروسة وأدوات دراسته[2]، ذلك لأن للظواهر الذرية طبيعة نوعية خاصة، حيث إن الدارس المُلاحِظ -كما أشرنا إلى ذلك سابقا - يقف في قلب ما يدرسه ويلاحظه، أي في قلب الواقع الذي يبحث فيه أو يراقبه، إلى درجة تبدو صفات وخصائص الأشياء الملاحظة وكأنها من إنشاء العالِم، لا موجودة بصفة موضوعية. وهذا يعني استحالة الانفصال بين الذات والموضوع وتحقيق الموضوعية بمفهومها القديم.

والنتيجة، أن العلم المعاصر يميل إلى اعتبار أن كلا من المُلاحِظ والشيء الملاحَظ أي الذات والموضوع، يدخل في النتيجة النهائية للملاحظة، وأصبح اليوم لدى العالم الفيزيائي اعتقاد جازم أن موضوعات الفيزياء ليست مستقلة عنه.

---

(1)- هيزنبرغ، المصدر السابق، ص 51.

(2)- المرجع السابق، ص 28.

لقد ارتبط العالم الطبيعي بالذات المدركة إذن، الأمر الذي استحال معه الوصول إلى معرفة يمكن وصفها بالموضوعية والمطلقية، و لم تعد المعرفة إلا نتيجة تداخل القدرات العقلية بآلات والأجهزة، بسبب تحول المعرفة من معطى حسي إلى بناء عقلي، فالعلم – كما جاء على لسان **إنشتاين**– ليس مجموعة من القوانين..، انه خلق من العقل الإنساني، بواسطة أفكار وتصورات اخترعت بحرية، وأن النظريات الفيزيائية تحاول أن تكوّن صورة عن الواقع تربطها بالعالم الفسيح للانطباعات الحسية[1].

وبصفة عامة، فإن الإشكالية الجديدة التي طرحتها تصورات العلم المعاصر هي أن الموضوعية اتخذت صورة جديدة مخالفة لتلك التي كانت عليها في العلم الكلاسيكي. فكما سبقت الإشارة إلى ذلك، فإن الموضوعية كانت تعني دراسة الظواهر والأشياء ومعرفة صفاتها وخصائصها دون أن يؤدي ذلك إلى أن تكون نتائج الدراسة مرتبطة بالعالِم المجرب نفسه أو المنهج الذي اتبعه في دراسته، ودون أن يؤدي إلى إفساح أي مجال للذاتية. أما في العلم المعاصر ولاسيما في ميكانيكا الكم ذات التصور اللاحتمي للطبيعة فإن الموضوعية قد اتخذت معاني جديدة، حيث إنها تنطبع ببنية الظواهر الجديدة التي صار العلم يتناولها وبالمنهج المتبع في دراستها، ولذلك «ذهب أصحاب مدرسة **كوبنهاجن** (خصوصا **نيلز بور وهيزنبرغ**) إلى إنكار أن تكون النتائج المتحصل عليها في الفيزياء الحديثة دلالة موضوعية كاملة، ولاسيما أن الفيزياء الكوانطية لا حتمية بطبيعتها: فتنبؤاتها احتمالية نظرا لعدم قابلية ظواهرها للتحديد المطلق وللتعيين في الزمان والمكان تعيينا متآنيا، وذاتية لأن أداة القياس تتدخل مع الظاهرة وتثير الاضطراب فيها»[2].

❋❋❋❋

---

(1)–عبد الرحمن بدوي، مدخل جديد إلى الفلسفة، المرجع السابق، ص 69 – 70.

(2)– سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص130 – 131.

2- وكنتيجة لما سبق، تغيرت النظرة إلى الواقع والى المعرفة التي تدرس هذا الواقع، فلم تعد المعرفة العلمية تعبير موضوعي عن الواقع، وإنما مجرد تركيب عقلي له. فنحن نعلم، أن نظرة العلم الكلاسيكي إلى الواقع تقوم على فكرة مطلق الاتصال؛ حيث كان مبدأ الاتصال من بين المبادئ الأساسية التي اعتمدت عليها الفيزياء الكلاسيكية، وهذا المبدأ هو خاصية أساسية من خصائص المادة، وبالتالي كان القول بالاتصال مسلمة ضرورية لكافة بحوث العلم الطبيعي؛ فالمادة في التصور الكلاسيكي، تتكون من أجزاء لا تتجزأ، وبناء على هذا الاعتقاد اعتبرت الأجسام أنها تتكون من عناصر بسيطة يمكن الكشف عنها بالتحليل والتجزئة.

ولأن الفلسفة – في غالب الأحوال – تتأثر بما يحصل في الحقل العلمي، ولأن العلاقة بين العلم والفلسفة قديمة وأن كل فعل فلسفي يتفاعل تفاعلا كبيرا مع العلم فقد امتد تأثير فكرة الاتصال إلى الفلسفة(*).

غير أن تطور العلم الحديث وظهور فيزياء جديدة، التي هي فيزياء الكوانتم، أدى إلى طرح إشكالات جديدة غير تلك التي طرحتها الفيزياء الكلاسيكية، الأمر الذي جعل العلم يغير الكثير من مبادئه النظرية، وكان من بينها مبدإ الاتصال.

من الضربات الأولى الموجهة لفكرة الاتصال كانت من نظرية الحركة البراونية، نسبة إلى عالم النبات الاسكتلندي **روبرت براون** (*R.Brown* 1858 - 1773)؛ حيث لاحظ هذا العالِم وهو يستخدم الميكروسكوب في دراسة نوع من النبات(**) أن بعض الجزيئات الميكروسكوبية

---

(*)- فهذا، على سبيل المثال، **أوغست كونت** يؤكد أنّ التطوّر مثلما يحكم المجتمعات يحكم – أيضا – تاريخ الفكر وتاريخ العلوم، فقانون أحوال الثلاث هو قانون عام لتطوّر الفكر وبنيته، بحيث تشمل التطوّرية تاريخ الفكر كما تشمل تاريخ العلم. وهذا ما جعله يضع سلما للعلوم وفق عملية التدرج من البسيط إلى المعقد ومن العام إلى الخاص، وهو ما يجعل من تاريخ العلم محكوم بالمنهج الواحد، لا يبحث إلا عن الانسجام والاستمرار متأثّرا بالتطور الآلي الحتمي، وبالتالي فتاريخ العلم تاريخا كلّيا ومشتركا بين العلوم يتغاضى عن الأزمات الحاصلة في ذلك التاريخ، فالعلم ليس إلا استمرارا وتواصلا لما سبقه، وأن التجربة العلمية لم تكن إلا تواصلا للتجربة العامية، الأمر الذي يجعل في النهاية حوار العقل مع التجربة مجرّد حوار للعقل مع تاريخه ومع بنيته الداخلية.

(**)- والاسم العلمي لهذا النبات هو: *Clarkia Puchella*.

المتعلقة بالماء في حالة اهتزاز دائم، يحدث على مائدة تهتز أو على حامل ثابت، في أي وقت وفي أي مكان، وهذا الاهتزاز ليس نتيجة لتأثير ضوئي، كما انه ليس نتيجة للتموج، وليس مقصورا على الماء، وإنما في جميع السوائل[1]، ومعنى ذلك أن ذرات السيال تضطرب في حركة دائمة في جميع الاتجاهات رغم هدوء السيال، وهذه الحركة ليست ناشئة عن سبب خارجي كاختلاف الحرارة أو تسليط إشعاع ضوئي، وعرف هذا بتأثير تيارات الحمل في السوائل. وقام العالم الفرنسي **جان براون** (*J.Brown*) بتجارب على الحركة البراونية «وانتهى إلى القول بأن السيالات تتكون من جسيمات صغيرة جدا، أو ذرات ذات حركة مستمرة وفي مختلف الجهات.. وبهذا تأسست الذرة كيمياويا ثم فيزيائيا، وأثبتت الطابع الانفصالي في المادة»[2]. والأمر نفسه في الكهرباء؛ فلقد أثبتت التجارب وجود حبيبات كهربائية دقيقة بيّنت البنية الانفصالية للكهرباء كشأن الطبيعة الانفصالية في المادة.

وإذا كانت نظرية الحركة البراونية هي الضربة الأولى الموجهة لمبدإ الاتصال، فإن الضربة الثانية كانت من ميكانيكا الكم؛ فلقد أثبت **بلانك** أن الطاقة مثل المادة والكهرباء لا يمكن تصورها إلا من منظور انفصالي، فهي لا تظهر إلا بكيفية متقطعة حبيبية على شكل وحدات تسمى كوانتم، وبدون تكرار ما قلناه، نشير إلى أن جميع الدراسات على الضوء قد «أفضت إلى القول بالطبيعة الكوانطية للضوء باعتباره ذا بنية جسيمية متقطعة ومنفصلة»[3]، فاكتشاف **بلانك** لكم الفعل الإشعاعي، وتأكيد **بور** و**هيزنبرغ** لذلك، أدى إلى إثبات وجود قفزات كماتية داخل الذرة، فالإلكترون يغير من مداره فجأة؛ حيث يكون في نقطة معينة في لحظة معينة ويكون في اللحظة الزمنية التالية في نقطة أخرى من دون مشاهدته يتحرك حركة متصلة، وإنما يقفز، ومعنى ذلك أن تتبع حركة انتقال الإلكترون ومعرفة المسار المتصل الذي

---

=

(1)- يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، المرجع السابق، ص 328.

(2)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص65.

(3)- المرجع نفسه، ص 68.

يتم به الانتقال أصبح متعذرا، وهذه النتائج أدت في النهاية إلى انهيار تصورات الفيزياء الكلاسيكية ولاسيما تلك التي تقول بمطلق الاتصال.

ولأن التصورات العلمية المعاصرة تقوم على مبدإ الانفصال، الذي كان نتيجة الانتقال من تصور الذرة والجسيم كيميائيا إلى تصورهما رياضيا، فإن ذلك أدى إلى تغيير النظرة إلى الواقع؛ فالواقع تركيب عقلي وفق الصياغات الرياضية، أي بالانتقال من الواقعية المادية أو الفيزيائية إلى الواقعية الرياضية[1]، فأصبح هناك فهم جديد للواقع بعد أن انتزعت الصبغة المادية الجوهرية عن الكون الفيزيائي.

ومن المعلوم، أن العلم الكلاسيكي كان ينظر إلى الواقع باعتباره ذا وجود موضوعي مستقل، يمكن إدراكه والكشف عنه، وهذه الرؤية موروثة من الفيزياء اليونانية، فهناك وحدة في الاعتقاد بوجود عالم خارجي مكون أساسا من أشياء تحتفظ بخصائصها وصفاتها وأبعادها وأشكالها، توجد وجودا واقعيا خارج الذات، أو خارج كل ما يمكن أن يقوم مقامها كآلات وأدوات القياس، وبذلك كانت الفيزياء الكلاسيكية استمرارا للموقف الطبيعي للإنسان[2]. أما العلم المعاصر ينظر إلى الواقع باعتباره بنيات مركبة لا تتمتع بالوجود الواقعي الموضوعي بالمعنى النيوتوني، فالواقع هو ما يمكن تركيبه وإنشائه، من حيث إن «الكثير من الموجودات العلمية هي موجودات ذهنية»[3]، ولهذا جاء تأكيد من بعض الفيزيائيين المعاصرين أن الموضوعية لا تكمن في وجود الواقع معزولا عن الذات التي تقيسه وتجرب عليه، بقدر ما تكمن في البناء الرياضي لهذا الواقع وإضفاء الصبغة الرياضية عليه.

وكل المشكلة تكمن في الخلاف حول ما إذا كان الواقع الذي نعرفه وننشئه على شكل بنيات وعلاقات يعكس تماما الواقع المادي الذي ندرسه عكسا موضوعيا أم لا. وحول هذه المشكلة تباينت الآراء بين من يعتبر «واقعية الواقع تنبع من إجراءاتنا القياسية عليه، التي هي

---

(1)- المرجع نفسه، ص 77.

(2)-المرجع نفسه، ص 17.

(3)-المرجع نفسه، ص 28.

قياسات اختبارية احتمالية تعكس تداخلا بين ذات مدركة ومختبرة وبين ظـــواهر لا يمكـــن الحديث عن وجود واقعي لها»[1]، وهذا عينه تيار النزعة الاختبارية التي يـــزعم أنـــصارها أن المعرفة بالواقع معرفة إجرائية بحتة، ومن ثمّ لا مجال للحديث عن الواقع في المجال مادون الذري، لأن العلم في النهاية مجرد لغة نخبر بها عن نتائج قياس الواقع، ولذلك فالعلاقات والبنيات الـــتي ننشئها ذات قيمة إخبارية فقط من حيث هي آداة نافعة للتبسيط والاختزال. وبالتالي نستطيع القول عنها أنها صورية، ولذلك جاز القول أن ما يصدق عليها يصدق على القضايا الصورية الأخرى، رغم أنها مستمدة من الوقائع التجريبية عن الواقع وتحاول أن تعبر عن هذا الواقـــع كما ندركه في خبراتنا وتجاربنا.

وبين من يعتبر أن «واقعية الواقع تكمن في كونه يوجد أولا باستقلال عن الـــذات، أي يوجد وجودا واقعيا موضوعيا، لا دخل لذواتنا وادراكاتنا فيه»[2]، أي أن هذا تيـــار يعتـــبر «المعرفة بالواقع مجرد بناء وتركيب من خلال إضفاء الصبغة الرياضية وعماده (أي الواقع) في عقلنته ونزع الصبغة الانطولوجية عليه.. لذا فالبنيات والعلاقات تعكس الواقـــع لا عكـــسا ميكانيكا آليا، بل عكسا إنشائيا وجدليا من حيث إنها تضفي صفة الموضوعية عليه»[3]، فهذا القول يجد مبرراته في تلك الطبيعة التي أصبحت تميز العلم المعاصر، فهو لم يعد مجرد صـــورة تعكس الظواهر، بل العكس، يحمل اعتبارات نظرية عقلية تؤدي في النهـــــــاية إلى إضـــفاء صفة الواقع على بعض العلاقات. لقد أصبح الواقع تأليف وتركيـــب، وموقـــــف كهـــذا إنما هو عودة إلى أحضان فلـــسفة كـــانط التركيبيـــة[*]، ونلمـــسه عنـــد دراســـة العـــالم

---

(1)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص 269.

(2)-المرجع نفسه والمكان.

(3)-المرجع نفسه والمكان.

(*)- لقد تأثر علماء هذا العصر بفلسفة **كانط** في المعرفة؛ من حيث إن إدراكنا للأشياء في العالم المادي يقـــوم على عنصرين: الانطباعات الحسية والتصورات القبلية. فمعرفتنا للشيء تكون عن طريق ما يصلنا منه من صفات حسية، يضيف إليها العقل تصورات قبلية أو ما يسمى المقولات.

الميكروسكوبي(*)، الذي طغى فيه الطابع الرياضي العلائقي على الواقع، الأمر الذي جعل في النهاية التصورات الرياضية هي التي تقوم بخلق الواقع أو تركيبه. ولتوضح ذلك نعود إلى الفيزياء الكلاسيكية؛ ففي الفيزياء الكلاسيكية كان الحادث الفيزيائي يأتي قبل التمثيل الرياضي، ويسبقه منطقياً. بمعنى كان الفيزيائي يدرس الحادث ثم يقوم بعد ذلك بالصياغة الرياضية للقانون الذي يحكمه، ومن ثم كان التمثيل الرياضي مجرد تركيب للمعنى الفيزيائي وتعبير عنه. إن كل المفاهيم النيوتونية معناها الفيزيائي محدد مسبقا، الذي ينبع من تصور **نيوتن** للكون ولمبدإ السببية العام. ومن ثمّ فهو يعبر عن التفاعلات المادية بين الجسيمات في المكان والزمان المطلقين. أما في الفيزياء المعاصرة، فإذا أخذنا الميكانيكا الموجية ومعادلة **شرودنجر** في ميكانيكا الكم، فأن اكتشاف الدالة الموجية وتحديد معناها الفيزيائي لم يسبقا اكتشاف معادلة **شرودنجر**، بل أن المعادلة صِيْغَت أولا، ثم بدأت محاولات اكتشاف معناها وتحديده. فالبناء الرياضي المحض يمكننا من اكتشاف المفاهيم والقوانين التي تتصل بينها والتي تعطي مفتاح معرفة ظواهر الطبيعة. ومعنى ذلك أن الواقع هو مجموع البنيات والعلاقات التي يتم إنشاءها رياضيا، لهذا كان التصور العلمي المعاصر تصورا رياضيا لا واقعيا فيزيائيا بالمعنى المعروف، حيث ترسخت كثيرا الرياضيات في عناصر هذا الواقع، وبالتالي فنحن أمام فلسفة فيثاغورية – أفلاطونية جديدة تؤكد أن الحقيقة الرياضية هي الحقيقة الموضوعية الوحيدة.

يمكن القول أن الواقع الفيزيائي عرف تحولا جذريا مع بدايات القرن العشرين؛ فبتطور العلوم – ولاسيما العلوم الفيزيائية منها – انتقلت من الاختبارية إلى الصورية، و لم يعد الشيء ذي دلالة تجريبية، بل أصبح كائنا رياضيا. حيث غزت الرياضيات كل ميادين الفيزياء، وأصبحت المفاهيم الفيزيائية ذات صبغة رياضية صورية خالصة، مما جعل الفيزياء تقترب من البحث النظري (الفلسفة).كما لم تعد التجربة المعيار الوحيد للصورة العلمية، بل أصبح

---

(*)- وهذا مجملا ما يعرف في فلسفة العلم المعاصر بالواقعية البنيوية، التي تفيد أن قوانين العلم لا تعبر عن الواقع بالمطلق، وإنما هي قوانين تتسم بالواقعية فقط في حدود بنيتها كقوانين. فيمكن أن تظهر قوانين جديدة في الطبيعة وتكون محتفظة في نفس الوقت ببنية القوانين السابقة عليها.

الاتساق المنطقي والجمال الرياضي عناصر أساسية في بناء هذه الصورة.

والنتيجة انه في ظل الإشكالات والاعتبارات التي طرحها العلم المعاصر لم يعد هناك مجالا للتمييز بين ما هو للفيزياء وما هو للرياضيات. حيث ارتبط الاكتشاف الطبيعي بالبرهان الرياضي، وأخذت التصورات الجديدة شكل البنيات والعلاقات الرياضية. ذلك لأنه لإدراك الواقع لابد من فهمه بصورة رياضية. لقد حسمت الرياضيات المشكلات الكبيرة التي اعترضت العلم الفيزيائي، حتى انه يمكن القول إنه «يوجد وحدة بين الرياضيات والواقع، وكل فلسفة علوم لا تراعي هذه الوحدة النوعية.. تكون فلسفة عديمة الأساس العلمي»[1]، وهو الأمر الذي جعل في النهاية أن تحل المبادئ الرياضية محل المبادئ الفيزيائية.

ومن جهة أخرى، ظهر مبدأ **التتام**[*](*Complémentarité*) في ميكانيكا الكم الذي هو مبدأ رياضي هو يظهر لأول وهلة أنه ضربا لأحد المبادئ المنطقية، وهو مبدأ عدم التناقض. فمن المشكلات الفكرية التي أثارتها الميكانيكا الكوانطية تتمثل في كون أزواج المتناقضات[**]، متناقضة فعلا عندما تحلل من خلال المنطق التقليدي. ونستخلص نتيجة مفادها أن أزواج المتناقضات التي تطرحها الفيزياء الكوانطية يستبعد بعضها بعضاً، إذ لا يمكن في الوقت نفسه تأكيد صحة شيء وضده؛ ففي حالة الضوء كلنا نعلم انه ذو طبيعة مزدوجة: طبيعة جسيمية وموجية؟ ولكن: «كيف يمكن أن يوجد في كل من هاتين الصورتين؟ وعلى المنوال نفسه: كيف يمكن وصف الضوء بأنه موجات كهرومغناطيسية ويتألف من فوتونات في نفس الوقت؟ إنّ استحالة اتحاد هاتين الصفتين اللتين تقتصر كل منهما على نوع خاص قد تمّ تقديمهما باعتبار مبدأ التتام المبدأ الأول في التأويل»[2]؛ فأسلوب التأويل الناتج عن مبدإ التتام

---

(1)- المرجع نفسه، ص157.

(*)- مبدأ التتام هو الأصل الصوري لعلاقات **هيزنبرغ** في اللاتعيين.

(**)- ولعل مشكلة التناقض التي طرحتها ميكانيكا الكم، هي التي إلى ظهور منطق جديد هو **المنطق المتعدد القيم**.

(2)- رولان أومنيس، فلسفة الكوانتم، المرجع السابق، ص 204.

الذي كان لـــ**نيلز بور** الإسهام الأول فيه؛ يتيح لنا الاستطاعة على أن نتحدث عن حالات أو مقادير فيزياوية مختلفة لكنها ليست متناقضة كالحديث عن موقع الجزيء وسرعته في لحظـــة معينة، وهذه الأوصاف (الموقع – السرعة) هي أوصاف متتامة، بمعنى أن كلا منها صحيح في حد ذاته دون أي تناقضات داخلية، لكن يستحيل ربطها والجمع بينها. ويمكن تمثيل ذلك أنه يمكن وصف ظاهرة فيزيائية بدلالة إحداهما أو الأخرى كانتقال الطاقة التي يمكن أن توصـــف بـــ**دلالة حركة جسيمية** تتميز بكمية حركة **a** و طاقة **E**، أو بـــ**دلالة حركة موجية** تتميز بطول موجي **λ** وتردد **V**، ويربط مبدأ التتام بن هاتين الصيغتين بالمعادلتين[1]: $a = h/\lambda$، $E=hv$.

فمبدأ التتام ليس إلا قدرة الذهن على الربط بين مقادير فيزيائية وكيانات رياضية، ولقد كان **بور** «مقتنعا بأهمية هذا المبدأ ومغزاه، حتى إنه بحث بعد ذلك عن أمثلة أخـــرى لـــه في الفلسفة، كما في البيولوجيا وعلم النفس»[2].

غير أن ذلك سيؤدي بالعلم إلى الوقوف على خطورتين لا يمكن تجهل أثارهما المباشـــرة عليه: الأولى هي ضرب المبادئ الأساسية للفكر ومن ثّم تهدد بالقياس الفاسد: فعندما ننظر إلى جسم بطريقتين مختلفتين متناقضتين، فإنه لا يمكن لهذا الجسم أن يظلّ منطقيا ومتماسكا.

والثانية هي ضرب للموضوعية، التي تنجم عن الاختيار بين المعايير التي يمكن أن نفضل بها وصفا على آخر كالاختيار بين الحركة جسيمية أو الحركة الموجية. فلا نعتقد انه يـــــوجد معيار للاختيار سوى إرادة الذي يختار، أي الذاتية في كل معانيها.

❋❋❋❋

3- لو أخذنا فكرة أو مفهوم النموذج عند **توماس كوهن** من خلال ما أوضحه في كتاب بنية الثورات العلمية، فإن العلم – حسبه – في مرحلة من المراحل يحقق وحدة كلية وارتباطا شاملا بين نظرياته المختلفة، حيث إن هذه النظريات تمثل كلا أو تشكل نـــسقا متماســـكا

---

(1)-المرجع نفسه والمكان.

(2)- نفس المرجع والمكان.

ونطلق عليه عندئذ مصطلح النموذج. فيسير العلماء في أبحاثهم في هذه المرحلة العلمية وفق هذا النموذج ويعملون من خلاله، إلا أن يأتي كشف علمي جديد يخالف الآراء السائدة في النموذج الحالي المعمول به، فتتغير جراء ذلك نظريات العلماء المعمول بها في ظل النموذج السائد، وتحل محلها نظريات جديدة تترتب على الكشف العلمي الجديد. وهكذا يبدأ العلم مسيرته مرة أخرى وفق أراء وأفكار جديدة من خلال نموذج جديد مخالف تماما للنموذج الذي أَلِفَه العلماء في ما مضى، والعلم في المرحلة التي يسود فيها النموذج القديم هو ما نطلق عليه مصطلح العلم السوي. أما العلم الذي توصلنا إليه بعد الكشف العلمي فهو العلم الثوري أو الشاذ، وهو كذلك لأنه خرج على المتعارف عليه، أو خرج عن الأفكار والمفاهيم التي كانت سائدة على ضوء النموذج السائد[1].

إن هذا التحليل يجد تمثيل له في العلم الكلاسيكي؛ فعندما لم تتوافق المشاهدات الحسية مع الحسابات النظرية في النظرية الفلكية البطلمية، سقط البراديغم البطلمي على يد **كوبرنيك** في القرن السادس عشر، وسقط البراديغم الارسطوطاليسي بشكل خاص على يد **غاليلو وديكارت**[2]، وحصل ذلك عندما لم تستطع النظرية الأرسطية تقديم الإجابة الدقيقة على الأسئلة التي كان يطرحها علماء الطبيعة، وهذا ما أدى بالعلم وقتذاك أن ينحى منحى ثوري، نتج عنه تقويض النظرية العلمية البطلمية الأرسطية، وظهر براديغم جديد استوعب كل النظريات العلمية التي ظهرت، كما سبق الإشارة إلى ذلك في المباحث السابقة..

إذن ساد في العلم الكلاسيكي نموذج واحد يقوم على السببية الحتمية وعلى اعتبار الكون آلة ميكانيكية. وكان ذلك نتيجة لقدرة الفيزياء الكلاسيكية في توحيد كل الظواهر السماوية والأرضية من حيث إخضاعها لنفس القوانين ونفس المنهج. وكانت معظم التفسيرات في أغلب الحقول العلمية تستند إلى مبادئ وقوانين الفيزياء الكلاسيكية، لذلك كان

---

(1)- ماهر عبدالقادر محمد علي، نظرية المعرفة العلمية، المرجع السابق، ص 77.

(2)- هشام صالح، محاضات الحداثة التنويرية: القطيعة الابستيمولوجية في الفكر والحياة، الطبعة الأولى، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، 2008، ص 97.

بالمقدور الخروج بنظرة موحدة للعالم.

وفي بدايات القرن العشرين ظهرت حقائق علمية جديدة واكتشفت نظريات وصفت، عند البعض، بأنها انقلابية وثورية، فتشكل جراء ذلك ما يسمى بالعلم المعاصر. وبناءً على ما تمّ تحقيقه في العلم من نتائج وما تمّ صياغته من نظريات حاول العلماء وضع تصورات جديدة تستوعب هذه النتائج والنظريات. غير أن التصورات العلمية لا تنشأ عن اكتشاف وقائع جديدة، ففي العلم المعاصر الذي يُعتقد أنه أقام دعائمه على أنقاض العلم الكلاسيكي بعد انهيار مبادئه، وبالرغم ما حققه من كشوفات عجز عن إيجاد نموذج يفرض نفسه بنفس الكيفية التي فرض بها النموذج الميكانيكي نفسه. ولا نجد فيه نموذج واحد، بل على العكس من ذلك نجد جملة من التصورات تشمل كل حقول المعرفة، وهي تصورات لا تمثل في معظمها نموذجا موحدا. لقد فقد العلم الوحدة بين الأنساق العلمية؛ واستحال بذلك جمع هذه التصورات في نسق معرفي واحد، وفشلت كل المحاولات التي كانت تهدف إلى تحقيق مثل هذا الهدف، فقد فشلت مثلا محاولة الجمع بين النسبية العامة وميكانيكا الكم، في ما يسمى بـ**نظرية كل شيء**. تلك النظرية التي تحاول صياغة قانون موحد يصف كل ما في هذا الكون بواسطة فكرة واحدة، أو معادلة واحدة رئيسية تجمع وتربط جميع العوامل ببعضها، أي التوحيد بين الواقع الميكروفيزيائي والواقع الماكروفيزيائي ويصبح لدينا وصف نظري واحد للواقع الفيزيائي، فقد كان من الضروري وجود نظرية تجمع بين الأجسام الكبيرة (النسبية العامة) والأجسام الصغيرة (ميكانيكا الكم)، فالأجسام الكبيرة مكونة من المادة ذاتها التي تتكون منها الأجسام الدقيقة. ونفس الجزيئات تتدخل في تركيب الكون بأكمله، وبالتالي يكون من الضروري وجود قانون واحد يجمعهما. لكن لم يستطع العلماء أن يجمعوا النسبية العامة وميكانيكا الكم في نظرية واحدة. وفشلت كل المحاولات لوصف الجاذبية الكونية بلغة ميكانيكا الكم. فالقوانين الطبيعة مادامت صحيحة، فإن معيار صحتها هو مدى صلاحيتها للتطبيق على كل ما هو موجود في الطبيعة، وقد كان هذا مستحيلاً بين النسبية والكوانتم.

كما فشلت تلك المحاولة مع نظرية **الأوتار الفائقة**(*)، لأنها كانت مجرد نظرية عن عوالم مختلفة لا تمت للقواقع الفيزيائي العيني بشيء. بل إن هذه المحاولة مستحيلة بالمرة، فهذا الفيزيائي **دافيد بوهيم** (*D.J.Buhim* 1917 – 1992)كشف عام 1990 عن وجود تناقض بين نظرية النسبية وميكانيكا الكم واقتراح وجود مجال كامن ترتكز عليه نظريات ميكانيكا الكم ليربط بين العقل والمادة.

والعلم المعاصر، حتى وإن جاء بنظريات وصفت بأنها ثورية وأدت إلى تغيير الكثير من المفاهيم التي كانت لدينا عن العالم الطبيعي، والموروثة عن النموذج المعرفي الذي ساد في عصر الحداثة الأوربية، إلا أنه يمكن القول أنه ليس ثوريا بالمعنى الدقيق للكلمة. وتبرير ذلك أن التصورات العلمية الجديدة لم تخرج بعد من المفاهيم والأفكار التي كانت سائدة في العلم الكلاسيكي، فالعلماء لا يزالون يؤمنون بالحتمية؛ حيث إن التصورات الجديدة كمبدإ اللاتحديد ونظرية حرية الإرادة وإن كانت تهدد الحتمية فإنها لم تلغيها تماما. والقوانين العلية مازالت قائمة في العلم بالرغم من شيوع القوانين الإحصائية القائمة على النظريات الاحتمالية الرياضية(**). ومن ثمّ يمكن أن نخرج بنتيجة مفادها أن تصورات العلم المعاصر تمثل في مجملها طفرة لا ثورة. ولعل ذلك يعود إلى أن هذه التصورات العلمية كانت مصوبة اتجاه مشكلات

---

(*) – تعتبر **نظريه الأوتار الفائقة**، التي طرحها العالم **يوشيرى نامبو**، من جامعة شيكاغو عام 1970، أحدث نظرية تفسيرية لظواهر الجسيمات الأولية والأجسام التي تتكون منها، فحجر البناء الأساسية للكتلة والطاقة على شكل أوتار فائقة كالتي توجد على أية آلة موسيقية. والأوتار في الآلة الموسيقية لا تستطيع الاهتزاز على جميع الترددات وإنما فقط على تردد واحد محدد مسبقا. وانعكاس ذلك نراه في جسيمات الكتلة وقوى الطبيعة. ويقوم الافتراض في هذه النظرية على أن الجسيمات لا تشغل نقطة واحدة في المكان، وإنما هي أشياء لها طول كالخيوط، وليس لها أي بعد آخر، وهذه الأوتار شديدة القصر قد تكون مفتوحة كشكل المستقيم أو مغلقة كشكل الدائرة، وهى تندمج مع غيرها من الأوتار أو تنفصل عنها مكونة شبكة ولا نهائية من الخيوط، تكون كل الواقع أو الطبيعة..

(**)– سنعود إلى هذه النقطة بشيء من التفصيل في الأسطر القادمة من هذا المبحث.

مختلفة بمقاييس مختلفة وتستند إلى معاني هي بطبيعة الحال مختلفة، ومادام الأمر بهذه الكيفية فبأي معنى يمكن القول عنها أنها نماذج بديلة؟ ولهذا السبب بالذات قلنا في مباحث سابقة أن التصورات العلمية المعاصرة ظهرت بأشكال مختلفة، كلها جزئية لا تعبر عن تكامل فيما بينها لتكوين نموذج بديل، وأنه توجد تصورات عدة لا تمثل في مجموعها نموذج بديل موحد، وأن الصورة البديلة ليست إلا مجموعة من القوانين الجزئية... كما إنّ العلوم التجريبية وفي مقدمتها الفيزياء فقدت مكانتها التي احتفظت بها طويلاً كرائدة للعلم التجريبي والعلم بصفة عامة منذ القرن السابع عشر، بسبب أنّه منذ **إنشتاين** – وتحديدا منذ عام 1905م تاريخ ظهور النظرية النسبية الخاصة، أو منذ عام 1916م تاريخ ظهور النظرية النسبية العامة – لم تعرف الفيزياء على مستوى البحث النظري الأساسي أي اكتشاف أو ابتكار مفصلي جديد وحاسم. ثمّ إنّ إرهاصات بروز نظرية فيزيائية جديدة وشاملة لم تظهر بعد. ونتيجة لذلك دخلت العلوم الفيزيائية والمباحث التجريبية التابعة لها في مرحلة العلم السوي (بتعبير **توماس كوهن**)، انشغلت فيها بعملية تبرير وتحليل ثم استثمار ما تمّ اكتشافه وإنجازه من قبل. كما انشغل الفيزيائيون عمومًا بتطبيقات معارفهم الفيزيائية المكتسبة في الميادين التكنولوجية ذات المردود النفعي المباشر اقتصاديًا وتجاريًا، الأمر الذي دفع الاهتمام بالبحث الأساسي إلى فقدانه أولويته المعتادة سابقًا واكتفائه بمرتبة ثانية أو ثانوية[1].

كما أن الصورة العلمية في شكلها المعاصر، هي صورة تتجاذبها توجهات، هي قناعات وآراء أكثر ما هي ناتجة عن بينة مبرهن عليها بالصرامة والّتحديد اللّذين يتطّلبهما الفكر العلمي، يثبت من خلالها اختياره لهذه الصورة دون الأخرى.

❋❋❋❋

---

(1)- رشيد دحدوح، تاريخ وفلسفة العلوم البيولوجية والطبية عند جورج كانغيلهم، أطروحة دكتوراه العلوم في الفلسفة، جامعة منتوري – قسنطينة، 2005 / 2006، ص 1.

4- أشرنا في المبحث السابق إلى حضور الفعل الفلسفي في العلم، مع أن أغلب العلماء، إن لم يكن كلهم، يعزفون عن الجهر بهذه الحقيقة، ويسعون إلى التأكيد على ضرورة عدم تحلي مشروعهم العلمي بالفلسفة، ويحاولون إظهار أفكارهم العلمية بمظهر اللامنتمي للفلسفة.

والحقيقة أنه لا يوجد هوة تفصل بين العلم والفلسفة؛ فالفلاسفة كثيرا ما يستندون إلى الحقائق العلمية في صياغة اشكالياتهم أو تبرير مواقفهم أو دحض مواقف بعضهم البعض. كما أن الفلسفة لا تكف عن التساؤل عما يفرزه العلم من حقائق، ولاسيما تلك التي أخذت صفة ثورات عرفها تاريخ العلم. ومن جهة أخرى، فإن العلماء لا يتورعون عن مناقشة نتائج أعمالهم فلسفيا، لأن الممارسة العلمية ذاتها أصبحت تطرح مشكلات ذات طبيعة فلسفية، وبالتالي فإن معظم العلماء منذ العصر الحديث لبسوا عباءة الفلاسفة. إن علماء الفيزياء اليوم مثلا لم يخرجوا عن التصورات التي طرحها الفلاسفة الإغريق منذ القديم.

لقد عادت فلسفة العلم إلى امتحان قانون السببية في جسيمات الذرة(*) إلى الفلسفة اليونانية قبل **سقراط** لتستفيد مما طرحه فلاسفة **المدرسة الأيونية** من عدم سريان قانون السببية بالمعنى العلمي الذي تتعامل به الفيزياء المعاصرة، وعادت إلى الشكوك التي كان هؤلاء الفلاسفة قد طرحوها أمام قانون السببية(1).

وكما هو معلوم، إن البحث الفلسفي في بداياته تناول الطبيعة ومكوناتها واصل المادة.. فكان من بين التصورات تلك التي طرحها **ديمقريطس** من أن الطبيعة تتكون من ذرات صغيرة جدا تتحرك في الفراغ. وإذا ما ربطنا بين أفكار **ديمقريطس** في الذرة وأفكار **هيراقليطيس** في التغير والحركة حصلنا على صورة كاملة عن المادة: فطبيعة المادة أنها تتكون من ذرات صغيرة جدا تتحرك بالفراغ المحيط بها حركة دائمة ومستمرة لا تتوقف.

وهذا الطرح ذاته في العلم المعاصر اليوم؛ فبعد جهود مضنية من العلماء، نجده (أي العلم

---

(*)- إن امتحان قانون السببية في الفيزياء المعاصرة لم يؤدِ إلى رفض هذا المبدأ بصورة كاملة، حيث نجد أغلب علماء الفيزياء المعاصرة يؤمنون به رغم تغليب القوانين الاحتمالية على القوانين العلّية.

(1)- سامي أحمد الموصلي، الأسئلة الخالدة، بدون طبعة، مطابع التعليم العالي، بغداد، 1981، ص 45.

المعاصر) يتحدث عن الذرة كما تحدث **ديمقريطس**، وعن الحركة الدائمة داخل الذرة من خلال جزيئاتها كما تحدث **هيراقليطس** عن الحركة والتغير. والسؤال هنا: ما الذي أضافه العلم المعاصر في معرفته لتركيب الذرة وحركتها للمعارف التي قدمها **ديمقريطس وهيراقليطيس؟** باستثناء استخدام طاقة الذرة وبصرف النظر عن المفردات والمصطلحات المعاصرة، فإن العلم المعاصر قدّم نفس الجواب عن السؤال مم يتكون العالم والطبيعة والأشياء الذي قدّمته الفلسفة اليونانية، وهو: يتكون من ذات صغيرة جدا وتتحرك بصيرورة دائمة في الفراغ[1].

هذا من جانب، ومن جاب آخر يجمع أغلب الدارسين اليوم أن العلم المعاصر في أزمة تختلف في معالمها عن أزمة العلم الكلاسيكي، فأزمة هذا الأخير لم تكن إلا أزمة المبادئ التي قام عليها أو المناهج التي استخدمها أو عجز بعض النظريات في استيعاب عدد من التجارب أو تفسير بعض الظواهر المستجدة، أما أزمة العلم المعاصر فهي تتعلق بالأساس في تلك الاعتبارات التي حكمت عليه بـ**الإيديولوجيا**.

والمقصود بتلك الايديولوجيا هو تدخل المواقف الفلسفية في العلم، ويكون هذا التدخل على «صورة إشكالية من خلالها ينظر العالِم أو المفكر لممارسته، مما يجعله يدخل كرها في حقل إيديولوجي نظري افرزه تاريخ الفلسفة، ويجعل فهمه النظري للعلم يكرس مواقف فلسفية جاهزة»[2]، أي إن الإشكالية هنا تتجلى في تلك الأفكار التي يحملها العالِم حول العلم وتحديدا إلى نظرية المعرفة كالنظرة إلى الموضوعية أو الحتمية وغيرهما من المبادئ، حيث يكون موقفه منها وبالتالي من العلم ككل موقفا إيديولوجيا. وهذا يعني أن النظريات العلمية محملة بالاعتقادات والآراء التي تسبق مرحلة التفسير، فـ«العالِم يبدأ ملاحظاته من منطلق محدد لتحقيق فكرة معينة لديه، ومن ثمّ يمكن القول أن العلماء يشاهدون أشياء مختلفة لأنهم يعتنقون نظريات مختلفة، ولأنه ما كان لهم أن يلاحظوا ما لاحظوه ما لم يكن لديهم نظرية

---

(1)-المرجع نفسه ، ص 24 - 25.

(2)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص 215.

يعتقدونها»[1]. وبذلك تكون الايديولوجيا إيديولوجيا نظرية تتسرب إلى المعرفة في صورة قضايا ودعاوي وإشكاليات نظرية إلى العلم، إلا أنها تبقى صورة من صور الايديولوجيا العلمية.. غير أن الايديولوجيا لا تبقى في المستوى النظري فحسب، بل لها امتدادات سياسية واجتماعية عملية، مثال ذلك أن موقف **كارل بوبر** من احتمالية القضايا الواقعية، يمتدد ليتحول عمليا إلى موقف سياسي ينكر إمكانية التنبؤ المستقبلي ويدافع بشدة عن المجتمع المفتوح ضد أعدائه[2].

❋❋❋❋

5- ونؤكد من جهة أخرى، أن التصورات العلمية المعاصرة لم تتخلّ تماما عن مبادئ التقليدية التي سادت في التصورات الكلاسيكية، من قبيل ذلك مثلا الإيمان بتلك المبادئ المسبقة التي كانت أساسا للعلم الكلاسيكي، كالإيمان بمبدإ السببية أو مبدإ الحتمية. فالعلماء يضعون في الاعتبار أفكار النموذج المسبقة.

ففي مجال السببية، نجد **ماكس بلانك** يعبر عن هذا المبدأ بأنه علامة إرشادية للاتجاه السليم الذي ينبغي أن يتقدم فيه البحث ليحقق النتائج المرجوة منه. واعتبره مصادرة ضرورية موجهة للعلماء، وهو مبدأ لا يمكن البرهان عليه ولا إنكاره منطقيا، على الرغم انه ليس من المبادئ المنطقية. وهو الأمر ذاته نجده عند **إنشتاين**؛ الذي يعتقد أن البحث العلمي يبدأ غالبا بمبادئ مسلّم بها كالإيمان بالعلية والموضوعية والاحتمالية والانسجام.. ونظريته في الجاذبية لا يمكن تفسيرها إلا تفسيرا علّيا، من حيث إن حركة الأجسام في المجال الجاذبي أساسها مبدأ التجاور في الحيز الزمني المنحني، مما يعني أن المجال الجاذبي على السطح المنحني هو علة الحركة

---

(1)- ماهر عبدالقادر محمد علي، نظرية المعرفة العلمية، المرجع السابق، ص 70.

(2)- المرجع السابق، ص 170.

الجاذبية للأجسام[1]، ومعنى ذلك أن العلم المعاصر لا يرفض العلية بالرغم أن القوانين العلمية ليست كلها علّية، فالكثير منها قوانين احتمالية إحصائية تقوم على النظرية الرياضية للاحتمالات. والنظرية الاحتمالية هنا تقابل الصدفة، من حيث إن الصدفة هنا هي تقدير رياضي محدد لوقوع الحوادث، وهو ما جعل الصدفة تقترب من التعبير الرياضي. وكان هذا النوع من القوانين سائدا حتى في العلم الكلاسيكي كما هو الحال في النظرية الحركية للغازات عند **ماكسويل**.

أما بالنسبة للحتمية، فإن الفيزياء المعاصرة حتى وإن كان معظم الفيزيائيين وفلاسفة العلم يرفضون نعتها بأنها حتمية، ويرفضون الإيمان بالحتمية بالمعنى الصارم الذي عُرفت به في العلم الكلاسيكي، إلا أن هناك من لا يزال يعتقد أن العلم المعاصر لم يتخلّ أبدا عن اعتقاده بالحتمية، فالرفض الحالي للحتمية ليس إلا حالة مؤقتة. فحتى النتائج المتحققة في العلم المعاصر ذات الطبيعة الاحتمالية وإن كانت تهدد الحتمية، إلا أنها لا تنفي تماما الطابع الحتمي للظواهر؛ فـ**ماكس بلانك** يذهب إلى أن الاعتقاد باللاحتمية المطلقة للظواهر الذرية الدقيقة لا يكون اعتقادا صحيحا إلا في إطار البنية النظرية للميكانيكا الكلاسيكية، حيث يتصور الإلكترون جسيما ماديا صغيرا، يوجد بحيز معين من المكان، ويسير بسرعة قابلة للتحديد الدقيق. فهي إذن لاحتمية بالنسبة للمنطلقات النظرية والفلسفية لمرحلة من العلم كانت تدرس موضوعات تتصف بصفات معينة، وينطبق عليها التعريف الكلاسيكي للحالة، القائم على تحديد هذه الأخيرة تحديدا مضبوطا ودقيقا في الزمان والمكان. أما بالنسبة للإشكالية الجديدة للميكانيكا الكوانطية، حيث يتعذر تطبيق المفهوم الكلاسيكي للحالة على الحالة الجسيمات الذرية الدقيقة، فإنه لا يمكن اعتبارها لاحتمية، بل حتمية من نوع جديد[2]. كما أن مبدأ اللاتحديد الذي قال به **هيزنبرغ** لا يعني أن هناك شيئا لا نستطيع تحديده كما يتبادر إلى أذهاننا، فاللاتحديد لا يعني الفوضى أو التشتت، بل كل شيء قابل للتحديد والتعيين التقريبيين أو

---

(1)- محمد فهمي زيدان، من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، المرجع السابق، ص 105.

(2)- سالم يفوت، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص 133.

القياس الاحتمالي للظواهر دون الوصول إلى تحديد تام. ومن الضروري أن توجد خلف العلاقات الإحصائية نظام آخر من القوانين الطبيعية الحتمية. ومعنى ذلك «أن وجود قوانين الاحتمال يُمَكننا من أن نجد مرة أخرى إمكانية التنبؤ بالنسبة إلى الظواهر الإحصائية التي يتدخل فيها عدد كبير من الوحدات الفيزيائية»[1].

ومع النظرية النسبية نجد أن **إنشتاين** كان من اشد المؤمنين بالحتمية معتقدا أن الظواهر الطبيعية تحكمها قوانين صارمة ودقيقة، ومعنى ذلك أن في العلم المعاصر حتمية جديدة، ستفتح آفاقا معرفية جديدة تختلف نوعيا عن الآفاق السابقة للعلم التقليدي، ونعني بهذه الحتمية: الحتمية المعتدلة.

فالحتمية المعتدلة في تصورات العلم المعاصر تعتقد في أن القوانين العلمية التي تفسر الظواهر والقائمة على الاحتمال والإحصاء، هي تعبير عن انتظام الطبيعة واطراد حوادثها وتقترب من اليقين بدرجة كبيرة. وتقوم هذه القوانين على تعميمات من حدوث حوادث معينة إذا ما توفرت ظروف معينة والتي تمكننا من استنباط فروض معينة، بحيث يمكن حساب هذه الحوادث بطريقة كمية محددة طبقا لنظرية الاحتمالات، ويتوفر في هذه التعميمات تكرار الحوادث باحتمال كبير، ويلزم عن القانون الإحصائي أن له خاصية التنبؤ الذي يسمح بوجود استثناءات[2].

وبصفة عامة إن التصورات العلمية المعاصرة هي في جانبها الكبير تصورات فلسفية؛ حيث أضحت الظواهر لا تتواجد إلا بالنسبة إلى ذات تدركها وآلات تقيسها، فوجودها يتحقق من كونها مُدرَكَة ومُختَبَرة من طرف العالِم. وهذا يعني في النهاية أن النتائج المتحصل عليها تتسم بنوع من التعسفية، فهي لا تصف الواقع بل تخلقه إراديا تلعب فيه مبادرة الباحث دورا مركزيا. فالعلم المعاصر لم يعد مجرد صورة مصغرة للظواهر، بل أصبح يشتمل على

---

(1)- Louis De Broglie , , op.cit, , p 62.

(2)- المرجع السابق، ص 109.

اعتبارات نظرية عقلية، دفعت به إلى إضفاء صفة الواقع على بعض العلاقات، فغدت بـــذلك التصورات العقلية الرياضية هي الأساس الذي يشيد عليه العلم المعاصر دعائمه.

إذن، تبين أن العلم المعاصر لا يمكن أن يسيطر على مـــسائله دون المعرفـــة الفلـــسفية، فالصعوبات الحالية للعلم تجبر العالم على الاتصال بالفلسفة. لقد كانت للنجاحات التي حققها العلم، بمعظم فروعه وعلى كل مستوياته، أبعادا فلسفية وكان النقاش حولها يتم على خلفيات فلسفية واضحة، فظهور مفاهيم جديدة كمفهوم الحقل والذرة والانتروبي.. لم يكن البحـــث فيها يخلو من الطابع الفلسفي.

لقد سارعت الفلسفة إلى تحليل ونقد نتائج العلم بطريقتها الخاصة، مما جعل العلم يقترب كثيرا من الفلسفة ويقع على تماس منها.

❋❋❋❋

## المبحث الثاني: نتائج البحث والآفاق

لا شك أن الصورة العلمية في شكلها المعاصر، صورة تتجاذبها توجهات عديدة، هي قناعات وآراء أكثر من ما هي ناتجة عن مقدمات ذات بنية منطقية محبوكة؛ فلا أحد يستطيع أن يقدم بينة، مبرهن عليها بالصرامة والّتحديد اللّذين يتطّلبهما العقل العلمي، يثبت من خلالها اختياره لهذا صورة دون الأخرى. ولذلك فإن من بين ما يمكن أن نستنتجه من هذا البحث، هو أن التصورات التي يكوّنها العلماء حول الطبيعة وظواهرها تتأثر في الغالب بالنمط المعرفي السائد، وبكل العوامل الاجتماعية والسياسية والعقدية.. التي من شأنها أن تؤثر في المعرفة العلمية. فقبل الثورة العلمية التي حدثت في القرنين السادس عشر والسابع عشر الميلاديين كانت السيادة للتصورات الأرسطية بسبب تبني السلطة الدينية الممثلة في الكنيسة للعلم الأرسطي، وتعاظمت سيطرته خاصة بعد النجاح الذي حققه بعض الفلاسفة (مثل **توما الاكويني**) في المزج بين هذا العلم وبين تعاليم الديانة المسيحية، إلى درجة أن أصبح الاعتقاد بهذا العلم مشتقا من الاعتقاد بالعقيدة المسيحية. و لم يكن من الممكن، مثلا، قبول تصور مركزية الأرض ودائرية شكلها وحركتها في ذلك الوقت، لو لم تكن منسجمة مع الديانة المسيحية من حيث مركزية الإنسان في الكون، وتنسجم أيضا مع فلسفة **أرسطو** من حيث إن الشكل الدائري هو الشكل التام والكامل، وأن الحركات الدائرية هي اللائقة بالأجرام السماوية، ولذلك فإن «اللوحات التي يرسمها العلم تأتي لتشكل بانوراما كونية تنطلق من فهم الإنسان لهذا الكون ومن مستوى تطور عقله وإدراكه ومستوى علمه وحضارته، لذلك لا يمكن فصل اللوحة التي يرسمها العلماء عن المرحلة التاريخية التي يتم فيها رسم هذه اللوحة»[1].

وكنا قد أشرنا سابقا أن اللوحة المرسومة للكون ليست ثابتة، وإنما هي تتعرض للتطور والتغيير على مر العصور؛ لأن العلم طوال تاريخه لم يصل إلى صورة تامة من الثبات والكمال،

---

(1)- نزار دندش، ماهو العلم: رحلة التفكير العلمي، المرجع السابق، ص 185.

بل إن العلم يتأرجح بين الاستقرار والتغير. ويحدث التغير حينما تطفو على السطح مستجدات سواء على مستوى المفاهيم أو على مستوى التصورات، تعجز نظريات العلم السوي عن تفسيرها، أي حينما تحدث أزمة في العلم، لأن تطور العلم هو وليد أزماته.

وقد حدثت أزمة العلم الأولى لما لم تستطع التصورات الأرسطية مواكبة التطور الحاصل في ميدان العلم الطبيعي في وقت انصب فيه الاهتمام بالعلم التطبيقي عوضا عن العلم النظري المجرد، والانتقال من فلسفة الطبيعة إلى علم الطبيعة. ونحن نعلم أن النموذج إذا عجز عن تفسير ظاهرة ما أو مجموعة من الظواهر يتم استبداله بنموذج آخر أكثر ملائمة لتلك الظاهرة أو الظواهر، فالنماذج العلمية تتطور وتتغير، والعلم باستمرار يعرف مراحل من التطور، ففي تاريخ العلم تتحقق دائما قفزات إلى الأمام.

ومن تلك القفزات العلمية تلك القفزة التي حققها العلم في القرنين السادس والسابع عشر الميلاديين؛ والتي بدأت بالانقلاب الكوبرنيكي على النظرية الفلكية الأرسطية – البطلمية. لقد فتح **كوبرنيك** باب الثورة في العلم، والتي أكمل مسارها **غاليلو** و**ديكارت** و**نيوتن**، وانتهت برسم اللوحة الميكانيكية للكون التي أصبحت الأساس الجديدة للعقيدة الأوربية.

ومع هذه الصورة الجديدة تغيرت الكثير من معالم العلم؛ لقد أصبحت التجربة معيارا ضروريا لقبول الحقائق، ذلك لأن الأسلوب الاستنباطي القائم على التأمل والتفكير المجرد لا يفيد في فهم الواقع أو التعامل معه، والقياس الأرسطي أعجز ما يكون منهجا مناسبا للعلم في طبعته الجديدة. ولذلك كان شعار العلماء في هذا العصر هو الأسلوب الاستقرائي الذي بدأ فعليا وعمليا مع **غاليلو**، ويبدأ هذا الأسلوب بالمشاهدة الحسية للظواهر الجزئية، ثم وضع جملة من الفروض لتفسيرها مؤقتا، ثم القيام بالاختبار التجريبي للتأكد من صحة تلك الفروض، فإذا ماتوافقت تلك الفروض مع التجربة تحولت إلى قانون علمي يعبر عنه في شكل معادلة رياضية. لقد أصبح ترييض الظواهر من السمات الجديدة في العلم الجديد، ولئن كانت الفلسفة الأفلاطونية والفيتاغورية ذات دعائم رياضية، إلا أن تطبيق الرياضيات على الطبيعة كانت فكرة مُحيّدة في العلوم ما قبل الحديثة، وكان الفلكي **كبلر** من العلماء الأوائل في توجيه اهتمام

الباحثين والعلماء إلى أهمية الرياضيات في فهم الطبيعة، وهي الفكرة التي أخذها **غاليلو** وعمل بها، ومعه صارت الرياضيات لغة للعلم في ثوبه الجديد وأساسا له.

ومع **نيوتن** اكتملت الصورة الميكانيكية للعلم تماما، ولعبت الميكانيكا دور النموذج العلمي في كافة فروع المعرفة العلمية، حيث تمّ تصور الكون – بما في ذلك الإنسان– كآلة ميكانيكية تعمل بشكل دقيق ومتكامل تبعا لقوانين ثابتة. وأصبح المفهوم أو التصور الميكانيكي بمثابة قطيعة كبرى مع التصورات التي سادت في العصور الوسطى وما قبلها، حيث كان العلم يقوم على الوصف الذي تمتزج فيه التفسيرات الدينية بالتفسيرات الميتافيزيقية.

وكان الانتظام والاطراد والتنبؤ هو كل ما يميز العلم الكلاسيكي الميكانيكي، نظرا لسيادة تصورين أساسين كان هذا العلم يقوم عليهما، وهما: **العلية والحتمية**، فالكثير من العلماء يروهما أساسا للتفكير والاستدلال والبحث. فقد كان مسعى العلماء منذ القديم هو الوصول إلى القوانين العلّية التي تفسر حدوث الظواهر، ومن ثمّ الوصول إلى الحتمية التي تبرر انتظام الظواهر واطراد حدوثها. وقد اعتبرت العلية والحتمية من المسلمات الضرورية والمبادئ القبلية التي يُصادر عليهما منذ بداية البحث، على الرغم انه لا يوجد أي سند عقلي او منطقي أو برهان تجريبي يثبت صحتهما أو يبرر صدقهما.

ولهذا السبب تعرض مبدأ العلية لأعنف الهجمات، ولعل دافيد هيوم في العصر الحديث و**برتراند رسل** في التاريخ المعاصر، كانا من ابرز المناهضين لهذا المبدأ.

وغني عن البيان أن الفيزياء المعاصرة ما قامت إلا لضرب الحتمية وتقويضها، فقد كشفت النتائج الاختبارية على المستوى الميكروسكوبي عن محدودية هذا المبدأ وعدم مطلقيته، الأمر الذي أدى إلى انهيار مبدأ الحتمية وتصدع البناء الميكانيكي الذي يقوم عليه.

وكنتيجة لذلك، ظهرت تصورات جديدة في العلم المعاصر حاولت إقامة نموذج لاميكانيكي كبديل للنموذج الميكانيكي، وهي تصورات جزئية غير موحدة، أي هي مجرد رؤية هنا وهناك في فروع مختلفة من العلم لكنها لم ترقَ إلى مستوى النموذج و لم تستوفِ

شروطه، ذلك لأن «العلم الناضج يسترشد بنموذج علمي وحيد، والنموذج العلمي يحدد معيار النشاط المشروع داخل الميدان العلمي الذي يحكمه»[1]، بمعنى أن النموذج يقوم بتنسيق وتوجيه أعمال المشتغلين، وبحسب **كوهن** فإن وجود نموذج علمي قادر على دعم وتأصيل علم سوي ما، هو الخاصية المميزة للعلم من اللاعلم[2]، ولذلك ذكرنا انه لا يوجد نموذج لاميكانيكي، فكل ماهو موجود هو محاولات (تصورات) لإقامته، ولربما يأتي اليوم الذي تُكتمل فيه الصورة اللاميكانيكية للعالم.

لقد خمدت شرارة الثورة العلمية عندما تمّ التوصل إلى نماذج إرشادية استطاعت تقديم تصورات جديدة حول المشكلات المستجدة في ميدان العلم. غير أن تلك النماذج ذاتها أدت إلى طرح مشكلات حول القيم الابستيمولوجية التي أفرزتها تلك التصورات، لا من قبل الفلاسفة فحسب بل وحتى من قبل العلماء، لقد وجد العلم نفسه حيّال أزمة جديدة.

وفي محاولة للخروج من الأزمة الحالية للعلم وتجاوز الصورة المرسومة للعالم حتى قبل أن تكتمل أجزائها، يشهد العلم منذ ثمانينات القرن العشرين والى الآن انقلابات كثيرة، سيتمخض عنه بدون شك ميلاد فكري علمي جديد يمكن أن نطلق عليه اسم **علم ما بعد الحديث**. والذي سيؤدي إلى حدوث تغيرات جذرية على أسس المعارف العلمية السابقة. ولعل من ابرز مثال عن تلك التغيرات هو إعادة تأسيس المعارف العلمية على التحليل المنطقي؛ وهذا الموقف هو الذي عكسته الفلسفة التحليلية لسان حال الوضعية المنطقية. ويكون هذا التأسيس عن طريق «توحيد المعارف الجزئية، واستخدام التحليل المنطقي لاستبعاد القضايا الميتافيزيقية من العلوم الطبيعية والرياضية والمعرفة الإنسانية بوجه عام؛ ولتوضيح تصورات ومناهج العلوم، وبيان كيف أن المعرفة الإنسانية ككل صدرت عن معطيات الخبرة»[3].

وبالوقوف على الأنموذج الجديد الذي حل محل الأنموذج القديم (النيوتوني)، يجب

---

(1)- آلان شالمرز، نظريات العلم، المرجع السابق، ص 96.

(2)- نفس المرجع والصفحة.

(3)- علي حسين كركي، الابستيمولوجيا في ميدان المعرفة، المرجع سابق، ص 212.

استيعاب حقيقة جديدة أن العلم لا يستوعب ولا يستوفي الواقع مهما بلغ، ثم إن العلم لـــيس هو مجموع القواعد العلمية فحسب، بل هو أيضا ما يتهيأ بفـــضل التجربـــة والخـــبرة، لأن النظريات العلمية لا تستطيع تعليب الواقع واختزاله في أنظمتها على وجه الحصر. وهـــو مـــا استوعبه العلماء اليوم جيدا، عندما اعتبروا أن العلوم بتطورها ونضجها أصبحت أكثر تواضعا وأكثر اقتناعا بالنسبية وأبعد من الترويج للوثوقية والحتمية، فالواقع أكبر تعقيدا من الموضوعية العلمية مهما حاولت سبر أغواره والنفاذ إلى أعماقه[1].

واستشرافا للمستقبل، فإنه ربما يعرف العلم تحولات أكثر من تلك التي عرفهـــا منـــذ بدايات القرن العشرين، وإن كان ذلك يتطلب ضرورة تكثيف المجهودات التجريبية والرصدية، مما يفتح أمامنا آفاق جديدة لفهم العالم على أسس جديدة، لكنها ستكون أسسا انقلابية لكثير مما نعرفه اليوم من مسلمات وتصورات، لأن العلم عودنا دائما على قفزات وثورات انقلابية. وهو ما يجعلنا نتنبأ أن الصورة التي سيكون عليها العلم خلال الخمسين سنة القادمة ســـتكون مغايرة تماما للصورة الحالية، وسيكون الحاسوب والرقمنة هما العناصر الأساسية في تـــشكيل تلك الصورة.

إن هناك سعى حثيث للعلماء في القرن الواحد والعشرين، إلى صنع الطبيعـــة أو إعـــادة تركيبتها بدلاً من معرفتها وفهمها والتي كانت من مهام علوم القرون الماضية. فظهر نوع من الاختصاص العلمي هم ما يطلق عليه بـــ**التكنو– علم** ***technoscience***، الذي هو اختصاص يطمح في مسعاه إلى تقليد الدماغ البشري في أعلى قدراته وطاقاته الإبداعية التي لم يـــستغل الإنسان منها لحد الآن سوى جزء ضئيل لم يتجاوز ما يزيد عن 10٪. وأن يتمكن الجانـــب التقني منه من صنع الكومبيوتر الجبار الذي يقوم بآلاف المليارات من العمليات الحـــسابية في الثانية الواحدة والتي تحتاج في مستوانا التقني الحالي إلى عشرات السنين للقيام بها، وأن يحقـــق طفرات في مجال الذكاء الصناعي لتصنيع الإنسان الآلي الذي يفكر ويشعر ويتخذ المبـــادرات

---

(1)– محمد طاهر بنسعادة، محاضرة في مؤتمر دولي حول آفاق العلوم المعاصرة في العالم العربي والإسلامي مـــن وجهة نظر أوروبية وعربية، معهد العالم العربي بباريس 24 جوان 2005.

ويتصرف كالإنسان العادي.

وبشكل عام، تشهد العقود الأولى من القرن الحادي والعشرين ثورة الاتصالات والمعلوماتية والكمبيوتر وثورة الجنيوم البشري والهندسة الوراثية... وكل ذلك كان من نتيجة ثورة الفيزياء الكبرى، ثورة الكوانتم والنسبية، التي أحدثت انقلاب جذري في طبيعة العلم ومفاهيمه ومسلماته ونظرته لموضوعاته. إنه انقلاب شمل سائر فروع العلم، بحيث صارت السنوات الأخيرة تمثل مرحلة شديدة التمييز من مراحل التقدم العلمي.

ويمكن – تفصيلا – تقديم صورة للعلم خلال الـ50 سنة القادمة من خلال الثورات الثلاث(*)؛ حيث ستكون **ثورة الذكاء الاصطناعي** هي ابرز معالم هذه الصورة؛ فهذه الثورة التي أتاحت حشر عشرات الملايين من الترانزستورات في مساحة لا تتعدى ظفر الأصبع مما سيتيح ذلك في المستقبل أنماطا جديدة من الحياة، حيث إن توافر هذه الشرائح الدقيقة سيجعل هذه الأنظمة الذكية تنتشر من حولنا بالملايين وفي كل الأنحاء المحيطة بنا ومتاحة في كل مكان...، وسوف نتكلم مع هذه الأجهزة وسترد علينا وسنصل عن طريقها إلى ما يسمى بـ**الكوكب الذكي** الذي سوف يخلق غلافاً كونياً يربط كوكبنا بشبكة الانترنت العالمية المتحدة.

أما المَعْلَم الثاني فيتمثل في **الثورة البيوجزيئيّة**، هذه الثورة التي ستسمح بتفسير الحياة بشفرة وراثية مكتوبة على جزئيات في الخلية، وسوف يتم حل شفرة "الجينات"، مما سيمنحنا قدرة خارقة على التحكم في الحياة حسب إرادتنا.

---

(*)- وهذه الصورة مقتبسة – مع بعض التصرف – من كتاب رؤى مستقبلية: كيف سيغير العلم حياتنا في القرن الواحد والعشرين، ميتشيو كاكو، عالم المعرفة، عدد 270، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 2001.

وهذه الرؤى استند فيها العالم الياباني البروفيسور **ميتشو كاكو** على رأي أكثر من 150 عالماً على مدى عشر سنوات، استندوا بدورهم على معطيات الثورة التقنية والعلمية في رسم صورة المستقبل بعيداً عن الخيال والأوهام.

أما آخر مَعْلَم في هذه الصورة فهو **ثورة الكّم**، وهي الثورة المتعلقة بتحطيم نواة الـــذرة، هذه النظرية التي زودتنا بوصف شبه كامل للمادة مما أتاح لنا وصـــف التعـــدد الظـــاهري واللامتناهي للمادة الذي نراه من حولنا وحصر ذلك في عدد محدد وقليل من الجسيمات.

وسوف يتزايد النشاط العلمي بشكل متواتر وسيتركز في مجالين رئيسيين هما تطور قدرة الكمبيوتر، هذه القدرة التي قدر لها العلماء (حسب قانون **مور** *Moor*، وهو أحد مؤســـسي شركة **إنتل**) أن تتضاعف مرة كل ثمانية عشر شهراً، ومن الـــضروري أن نـــذكر أن قـــوة الكومبيوتر قد زادت منذ عام 1950م إلى اليوم بعامل قدره عشرة ملايين مرة.

ويتوقع أن تكتشف شفرة الحمض النووي لدى العديد من الكائنات الحيّـــة بالكامـــل، وبحلول ذلك الوقت القريب سيكون بإمكان أي شخص على سطح الأرض أن يخزّن شـــفرته الخاصة بحمضه النووي على قرص مدمج، وعندها سوف نحصل على موسوعة مفصلة ودقيقة للحياة، وسيكون لذلك بطبيعة الحال أثر بالغ على الطب والبيولوجيا والقضاء على كثير مـــن الأمراض عن طريق حقن خلايا الإنسان بالجينات الصحيحة، وستُقهر آلاف من الكائنـــات الدقيقة التي تسبب الأمراض المعدية عن طريق خلق وسائط تهاجم البقع الـــضعيفة في جهـــاز المناعة لهذه الكائنات.

ومن المتوقع أنه ما بين 2020 م – 2050 م دخول تكنولوجيا من نوع آخر مختلف مبنية على تحكم الإنسان الآلي الذي يفهم لغة البشر ويدرك طبيعة المادة في بيئته ويـــتحكم فيهـــا ويتعلم من أخطائه ويتمتع بنوع من التمييز وإدراك المعاني، والتي ربما ستتيح له إمكانية المرافعة أمام المحاكم، وبذلك سوف تتغير علاقتنا بالآلات بصورتها الحالية إلى الأبد. وسيكون الجديد في التكنولوجيا الحيوية الحمض النووي هو تقديم آلات أخرى للقضاء على الأمراض المزمنـــة نهائياً، بما في ذلك أمراض القلب والمفاصل وأمراض المناعة وانفصام الشخصية، وقد يؤدي إلى استنساخ البشر وفرز جينات العمر التي تتحكم في عملية تقدم السن مما يتيح المجال لإمكانيـــة مدّ عمر الإنسان.

أما من 2050م وحتى نهاية القرن، أي تنبؤات لهذا البعد قد تكون غامضة وغير واضحة، إلا أنها احتمالية بدرجة عالية من خلال تكنولوجيات جديدة، فقد يتطور الإنـــسان الآلي إلى

درجة تمكنه من اتخاذ قرارات مستقلة، وقد نصل عن طريق التطور في تكنولوجيا الجينات إلى نقل عديد منها من كائنات إلى كائنات أخرى متيحة لنا أن نزيد من إمدادات غذائنا، والتحكم في صحتنا عن طريق تكييف التكوين الجسدي وربما العقلي لأطفالنا، وقد يصل الأمر إلى ابتكار أنواع جديدة من الكائنات العضوية وسيكون تأثير نظرية الكم قويا خاصة فيما يتعلق بإنتاج الطاقة، فقد نتمكن من رؤية بدايات الصواريخ التي يمكنها أن تصل إلى النجوم القريبة، ووضع خطط لتشكيل المستعمرات الأولى في الفضاء.

ويرى بعض العلماء تقاربا أكبر للثورات الثلاث، عندما تقدم لنا نظرية الكم دوائر ترانزستور وآلات كاملة بحجم الجزيئات، حيث ستتيح نسخ النماذج العصبية للدماغ على كمبيوتر، وخلال هذه الحقبة سيفكر العلماء جديا في مد فترة الحياة عن طريق تربية أجسام وأعضاء جديدة بواسطة التحكم في تشكيلتنا الجينية، أو حتى الاندماج مع مخلوقات جديدة.

❋❋❋❋

## الخاتمة:

بعد تحليل ومناقشة أفكار وعناصر الإشكالية الأساسية عبر مختلف فصول هــذا البحــث يمكن أن نسجل جملة من الاستنتاجات والخلاصات نحاول إيجازها في النقاط التالية:

إن التصورات التي يكونها العلماء حول الكون / الطبيعة ليست ثابتة، بل تتغير وتتطور تبعا لتطور المعارف العلمية وتقدم النتائج التي يحققها العلم. حيث إن تلك التــصورات مــاهي إلا انعكاسا لصورة العلم في مرحلة ما وفي مجتمع ما.

إن انتقال المجتمع الأوربي إلى مجتمع شبه صناعي بعد النهضة (القرن الثالث عشر- القرن الخامس عشر) قد أدى إلى ظهور التقانة وتعاظم دور الآلة في الحياة الاجتماعية والاقتــصادية. الأمر الذي أدى بدوره إلى بلورة تصور آلي ميكانيكي للطبيعة، بدأت بوادره الأولى مع علمــاء الطبيعة الأوائل أمثال **كوبرنيك، كبلر، غاليلو**... واكتملت معالم الصورة الميكانيكية للطبيعة مع **نيوتن**.

وما أن اكتملت أعمال **نيوتن** ونضجت، حتى أصبحت الآلية الميكانيكية نموذجا للتفــسير فرض نفسه على العقول ؛ فلم تعد قوانين الميكانيكا محصورة في مجال الفيزياء فحــسب، بــل انسحبت على كل الظواهر بما في ذلك الظواهر الحية والظواهر الإنسانية. وأصبح منطق الكائن الحي وأفعال الإنسان في القرن الثامن عشر والتاسع عشر على التوالي، لا ينظر إليهمــا إلا مــن زاوية ميكانيكية، في ظل سيادة القوانين العلّية والتفسيرات الحتمية.

وبتطور الفيزياء منذ أواخر القرن التاسع عشر برزت إلى الوجــود ظــواهر مُــستجدة استعصى حلها أو تفسيرها بالاستناد إلى قوانين الميكانيكا النيوتونية، فبدأت الشكوك تــدب إلى الميكانيكا والى قدرتها في تفسير كل الظواهر. فكانت مشكلات مثل طبيعة الضوء وفرضية الأثير وبقاء الطاقة والنشاط الإشعاعي وظواهر الديناميكا الحرارية... بمثابة مسامير تــدق في نعــش النموذج الميكانيكي. وكان حل كل مشكلة من تلك المشكلات المذكورة يمثل ضربة موجهــة لمعاقل الحتمية، التي هي الأساس المتين للبناء الميكانيكي. غير أن تلك الــضربات لم تــؤدِ إلا إلى إحداث شروخ وتصدعات في هذا البناء، ولم يكن الانهيار التام إلا مع ظهور فيزياء ميكانيكــا

الكم ومبدإ اللاتعيين.

ومن ذلك الحين بدأت محاولات العلماء إقامة تصورات بديلة للنموذج الميكانيكي، فظهرت الكثير من تلك التصورات. لكنها لم تكن إلا تصورات جزئية في فروع مختلفة من العلم كالفيزياء والكيمياء والبيولوجيا وعلم النفس وغيرها، ولم يستطع أيّاً منها فرض نفسه على العقول، بالكيفية ذاتها التي فرض بها النموذج الميكانيكي نفسه. كما أن العلم المعاصر لم يتخلَ – بصورة مطلقة – عن الصورة السابقة التي تمّ صياغتها في العلم الكلاسيكي ؛ فلا القوانين الإحصائية الاحتمالية ولا اللاحتمية ألغت العلّية أو الحتمية.

ولد عرفت التصورات التي يبنيها العلماء عن الطبيعة والواقع تحولا وتغيرا كبيرين مع مطلع القرن العشرين، وذلك بسبب تطور العلوم — لاسيما الفيزياء – وانتقالها من الاختبارية إلى الصورية وتحقق ذلك بعد غزو الرياضيات كل مجالات الفيزياء، مما جعل المفاهيم الفيزيائية ذات صبغة صورية خالصة، وأصبح — جراء ذلك – الاتساق المنطقي والجمال الرياضي عناصر أساسية في بناء أي صورة علمية.

ونحن في القرن الحادي والعشرين، عصر العلم ما بعد الحديث علم الكون المعلوماتي القائم على الحاسوب والرقمنة، قد يتم فيه تجاوز التصورات السائدة حاليا في العلم المعاصر حتى قبل أن تكتمل معالمها، خاصة أن تلك التصورات السابقة – في معظمها – كانت تعظم الطبيعة وتقلل دور الإنسان، فلعل تأتي العلوم ما بعد الحديثة بتصورات تعيد للإنسان مركزيته وتعظم دوره، وتجعله جزءا مؤثرا في اللوحة المرسومة، وفي نسق العالم.

**ملحق بأهم الأعلام** ( الواردة في متن البحث ) **حسب الترتيب الهجائي**

| |
|---|
| ابن صفوان، جهم (ت 128 هـ) كان من الأوائل الذين خاضوا في المسائل الكلامية في بداية نشأة علم الكلام، وهو من القائلين بالجبر المطلق. |
| الاكويني، توما (1225 - 1274) فيلسوف ولاهوتي، عمل على التوفيق بين الفلسفة اليونانية والمسيحية من جهة، والفلسفة الأفلاطونية والارسطوطاليسية من جهة أخرى، باستخدام المبادئ الأرسطية كأداة للتحليل الفلسفي واللاهوتي. |
| الغزالي، أبو حامد (1059 -1111) من أشهر الفلاسفة والمتكلمين في العالم الإسلامي، ذو نزعة صوفية معتدلة، عُرف بنزعته المناهضة للفلسفة. من مؤلفاته التي تعبر عن هذه النزعة كتاب: تهافت الفلاسفة. |
| أرسطو (384 ق م - 322 ق م)، الملقب بالمعلم الأول، لا يوجد فيلسوف ترك تأثيرا بالغا على الفكر الإنساني مثل أرسطو، هو واضع المنطق الصوري في المؤلف المعروف باسم "الاورغانون"، وبالإضافة إلى المنطق شملت فلسفته أبحاث في الميتافيزيقا والطبيعيات والفن والأخلاق والسياسية... و لم ينقلب العلم عليه إلا في العصر الحديث. |
| ابن رشد، أبو الوليد ( 1126 - 1198 )، أشهر فلاسفة الإسلام في الغرب الإسلامي، مكانته ليست بأقل من مكانة الغزالي، عقلاني النزعة، عمل على التوفيق بين الفلسفة اليونانية والشريعة الإسلامية، من مؤلفاته: تهافت التهافت وفصل المقال. |
| إنشتاين، ألبرت (1879 - 1955)، أحد عباقرة الفيزياء، صاحب النظرية النسبية الخاصة (1905) والنسبية العامة (1916). |
| بافلوف (1849 – 1936)، عالم فيزيولوجي روسي، اهتم بدراسة ردود الأفعال الشرطية. |
| براون، روبرت (1773 - 1858) عالم نبات اسكتلندي. |
| بطليموس، كلوديوس (90 – 168، تختلف المصادر حول تاريخ ميلاده ووفاته) فلكي يوناني، |

| |
|---|
| واضع النظرية الفلكية القائمة على مركزية الأرض، وهو من المتأثرين بأرسطو. |
| بلانك، ماكس (1858 - 1947)، فيزيائي ألماني، تحصل على جائزة نوبل عام 1918، لاكتشافه عنصر الكم أي الكوانتم كوحدة للطاقة المنبعثة من الأجسام. من مؤلفاته: صورة العالم في الفيزياء الحديثة. |
| بوانكاري، هنري (1853- 1912)، عالم رياضي فرنسي، اشتغل بفلسفة العلوم، ألّف فيها: العلم والافتراض و قيمة العلم. |
| بوبر، كارل ريموند (1902 - 1994) فيلسوف انجليزي، اهتم بفلسفة العلوم وله فيها إنتاج غزير، إضافة إلى اهتمامه بالفلسفة السياسية والاجتماعية، أشهر مؤلفاته: منطق البحث. |
| بوترو، إميل (1845 - 1921)، فرنسي، احد ممثلي تيار الوضعية الروحية، ناهض النزعة العلمانية، من مؤلفاته: عرضية القوانين العلمية. |
| بور، نيلز هينريك (1885 - 1962)، فيزيائي دانماركي، تحصل على جائزة نوبل عام 1922، لأبحاثه في تركيب الذرة وانبعاث الإشعاع. |
| بورن، ماكس (1882 – 1970)، فيزيائي ألماني، نال جائزة نوبل في الفيزياء عام 1954 نتيجة لنجاحه في تفسير مربع الدالة الموجية لشرود نجر، وأيضاً نتيجة لتوضيحه ازدواجية الجسيم الموجة. |
| بوهم، دافيد جوزيف (1917 – 1992)، فيزيائي انجليزي. |
| بولتسمان (؟؟؟؟ ) كيميائي نمساوي. |
| بيركل، هنري (؟؟؟؟ ) عالم فرنسي، اكتشف ظاهرة النشاط الإشعاعي. |
| بيكون، فرنسيس (1561 - 1626)، يعتبر المؤسس الحقيقي للمنهج التجريبي، أشهر كتبه "الاورغانون الجديد" |
| جول بريسكوت، جيمس (1818 - 1889)، فيزيائي انجليزي، شارك في اكتشاف قانون بقاء الطاقة، وتسمى وحدة قياس الطاقة باسمه. |
| جيتر، جيمس (1877 - 1946) فلكي وفيزيائي انجليزي. |
| دو برولي، لويس (1882 - 1987) فيزيائي فرنسي، أول من ادخل التفسير المزدوج للفيزياء من |

| |
|---|
| خلال نظريته القائلة إن للمادة خواص موجية إلى جانب الخواص الجسيميه. نال جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1929. من مؤلفاته: المادة والضوء و المتصل والمنفصل في الفيزياء الحديثة. |
| ديكارت، رينيه (1596 - 1650)، فيلسوف ورياضي وفلكي فرنسي، هو أبو الفلسفة الحديثة، من أعماله الوصول إلى الهندسة التحليلية، أشهر مؤلفاته: المبادئ، التأملات... |
| رايلي، وليام ستروت (1842 - 1919)، فيزيائي وكيميائي ورياضي انجليزي، حاصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1941. |
| رذرفورد إرنست (1871 - 1937)، هو أبو الفيزياء الذرية والنووية، لكنه تحصل على جائزة نوبل عام 1908 في الكيمياء لا الفيزياء. |
| ريشنباخ، هانز (1871 - 1953) فيلسوف ألماني، واحدا من مؤسسي حلقة فيينا، من مؤلفاته الشهيرة كتاب: التجربة والتنبؤ ونشأة الفلسفة العلمية. |
| ستيفان، جوزيف (؟؟؟؟) فيزيائي نمساوي. |
| شرودنجر، إرفنج (1887 - 1961)، فيزيائي نمساوي، هو واضع أساس الميكانيكا الموجيه في نظرية الكم. ونال جائزة نوبل في الفيزياء مناصفة مع بول ديراك |
| طومسون جوزيف جون (1856 - 1940)، فيزيائي انجليزي، أعلن اكتشافه للإلكترون عام 1897، نال جائزة نوبل للفيزياء عام 1906. وهو والد الفيزيائي جورج طومسون الذي ساهم في الكشف عن الطبيعة الموجية للإلكترون. |
| غاليلو، غاليلي (1564 - 1642)، ايطالي، من أعظم الفيزيائيين والفلكيين في العصر الحديث، اهتم بدراسة ظواهر السقوط والحركات، فضبط قوانين سقوط الأجسام وأكتشف مبدأ القصور الذاتي... |
| فرويد، سيغموند (1856 – 1939)، عالم نفساني نمساوي، قدم إضافات هامة لعلم النفس المعاصر باكتشافه لنظرية اللاشعور ومنهج التحليل النفسي. |
| كانط، إيمانويل (1724 - 1804)، فليسوف ألماني، عُرف بفلسفته النقدية من خلال كتابته: نقد العقل النظري ونقد العقل العملي ونقد الحكم، فلسفته قامت على أساس علمي (الفيزياء |

| |
|---|
| النيوتونية) |
| كبلر، (1571 - 1630) فلكي وراصد كبير، وضع مخططا لمسارات الكواكب، وضع ثلاث قوانين في علم الفلك لزالت تعرف باسمه إلى اليوم. |
| كمبتون، آرثر هولي (1892 - 1962) عالم فيزيائي أمريكي. |
| كوبرنيك (1473 1543) عالم فلكي ورجل دين بولندي، زعزع فكرة مركزية الشمس. |
| كوهن، صاموئيل توماس (1922 – 1960) ابستيمولوجي ومؤرخ، شغل منصب أستاذ تاريخ العلم ثم أستاذ لفلسفة العلوم في جامعة هارفد الأمريكية. |
| كونت، أوغست (1798 – 1857)، فيلسوف فرنسي، يعد مؤسس النزعة الوضعية، من مؤلفاته: دروس في الفلسفة الوضعية. |
| لابلاس، بيار سيمون (1749- 1827) فلكي ورياضي وفيزيائي فرنسي، اهتم بالمكانيك الكوني وحساب الاحتمالات، اشتهر بفرضيته عن أصل المجموعة الشمسية كسحابة دوّارة. |
| لافوازييه، أنطوان لوران (1743 – 1794)، كيميائي فرنسي، من مؤسسي الكيمياء الحديثة، اكتشف تركيب الهواء وأهمية الأوكسجين في الاحتراق. |
| لورنتز، إدوارد (؟؟؟؟) عالم رياضي أمريكي، وباحث في الطبيعة الجوية، الأب الروحي للدراسات المتعلقة بالظواهر الكاوسية. |
| ماكسويل، كلارك (1831 – 1879) عالم فيزيائي ورياضي انجليزي، صاحب النظرية الكهرومغناطيسية في الضوء. |
| مايكلسن، ألبرت (1852 - 1931) فيزيائي أمريكي، بولندي الأصل. اشتهر بأبحاثه في سرعة الضوء. وكشف عن عدم وجود أي احتمال لحركة الأرض بالنسبة إلى الأثير. وكان أول أمريكي يحصل على جائزة نوبل عام 1907. |
| مورلي، روبرت (؟؟؟؟) عالم فيزيائي أمريكي. |
| نيوتن، إسحاق (1642 - 1727) أعظم العلماء في العصر الحديث، بل وفي كل العصور. له إسهامات كثيرة في الفيزياء والفلك، صاغ قانون الجاذبية الكونية وتحليل الضوء. |

| |
|---|
| هارفي، وليام (1578 - 1657)، طبيب مشهور، اكتشف الدورة الدموية عام 1628. |
| هرتز، هنريك (1857 – 1894)، اخترع جهاز الذبذبة الكهربائية، وتحقق عمليا من نظرية ماكسويل في المغناطيسية. |
| هوينجز، كريستيان (1629 - 1695) فيزيائي ورياضي هولندي، معاصر نيوتن، أول من قدم النظرية الموجية في الضوء. |
| هيزنبرغ، فيرنر (1901 - 1976) واحد من علماء فيزياء الكم، قام بإسهامات هامة جدا في الفيزياء الجسيمية و النووية، اشتهر بالمبدأ المعروف بـ "اللاتعيين" |
| هيوم، دافيد (1711 - 1776)، فيلسوف انجليزي، أسس المعرفة على فكرة الانطباعات الحسية، من مؤلفاته: كتاب الطبيعة البشرية، ومبحث في الفهامة البشرية. |
| واطسن (1878 – 1958)، عالم نفساني أمريكي، استفاد من أبحاث بافلوف وأسس علم النفس السلوكي / من آثاره: المدخل إلى علم النفس المقارن. |
| يونج (1773 – 1829)، فيزيائي انجليزي. |

# قائمة المصادر والمراجع:

## أولا: المصادر

*** المصادر العربية:**

1. باشلار، غاستون، الفكر العلمي الجديد، الطبعة الثانية، ترجمة عادل العوا، مراجعة عبدالله عبد الدائم، المؤسسة الجامعية للدراسات و النشر والتوزيع – بيروت، 1983.
2. ديكارت، رينيه، العالم، ترجمة اميل خوري، الطبعة الاولى، دار المنتخب العربي للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 1999
3. رسل، برتراند، تاريخ الفلسفة الغربية: الفلسفة الحديثة، ترجمة: محمد فتحي الشنيطي، بدون تاريخ، الهيئة المصرصة العامة للكتاب، القاهرة، 1977.
4. ريشنباخ، هانز، نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة فؤاد زكريا، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1968
5. كارناب، رودلف، الأسس الفلسفية للفيزياء، ترجمة السيد نفادي، بدون طبعة، دار الثقافة الجديدة، القاهرة، بدون تاريخ
6. هيزنبرغ، فيرنر، المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، ترجمة: أحمد المستجير، بدون طبعة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1972
7. هيوم، دافيد، مبحث في الفاهمة البشرية، ترجمة موسى وهبة، الطبعة الاولى، دار الفارابي – بيروت، 2008

*** المصادر الأجنبية:**

1- Issac Newton , principe mathématique de la philosophie naturelles , traduction : Marquise de Chastellet , nouvelle édition chez Albert Bancharard , Paris.
2- Louis De Broglie , Continu et discontinu , A.Michel , 1941, Paris.

## ثانيا: المراجع

*** المراجع العربية:**

1. الشنيطي، محمد فتحي، المعرفة، الطبعة السادسة، دار الثقافة للطباعة والنشر، القاهرة، 1981.

2. اغروس، روبرت، و ستانسيو، جورج، العلم في منظوره الجديد، ترجمة كمال خلايلي، عالم المعرفة، العدد 134، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1989.

3. آلان شالمرز، نظريات العلم، ترجمة: الحسين سحبان وفؤاد الصفا، الطبعة الأولى، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، 1991.

4. أبو دية، أيوب، العلم والفلسفة الأوربية الحديثة من كوبرنيك إلى هيوم، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2009.

5. أومنيس، رولان، فلسفة الكوانتم، ترجمة: أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، عالم المعرفة، العدد 350، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، أفريل 2008.

6. إبراهيم، إبراهيم مصطفى، منطق الاستقراء «المنطق الحديث» بدون طبعة، مطبعة المعارف، الإسكندرية، 1999.

7. إبراهيم، مصطفى إبراهيم، في فلسفة العلوم، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، 2000.

8. باقر الصدر، محمد، الأسس المنطقية للاستقراء، الطبعة الخامسة، دار التعارف للمطبوعات، بيروت، 1986.

9. بدوي، عبد الرحمن، مدخل جديد إلى الفلسفة، الطبعة الأولى، وكالة المطبوعات، الكويت، 1975.

10. برهييه، إميل، تاريخ الفلسفة-الجزء الرابع، «القرن السابع عشر» ترجمة جورج طرابيشي، بدون طبعة، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، بدون تاريخ.

11. برهييه، إميل، تاريخ الفلسفة-الجزء الخامس، «القرن الثامن عشر» ترجمة جورج طرابيشي، بون طبعة الثالثة، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، بدون تاريخ.

12. بشتة ، عبد القادر ، الابستمولوجيا : مثال فلسفة الفيزياء النيونينية ، الطبعة الاولى ، دار الطليعة ، بيروت ، 1995 .

13. بشتة، عبد القادر، الابستيمولوجيا: مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية، الطبعة الأولى، دار الطليعة، بيروت، 1995.

14. بوانكاري، هنري، قيمة العلم، ترجمة: الميلودي شغموم، بدون طبعة، دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، 2006.

15. بوشنسكي، إ. م، الفلسفة المعاصرة في أوربا، ترجمة عزت قرني، عالم المعرفة، العدد 165، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1992.

16. جاكوب، فرنسوا، منطق العالم الحي، ترجمة: علي حرب، بدون طبعة، مركز الإنماء العربي، بيروت، 1990.

17. جيتر، جيمس، الفيزياء والفلسفة، ترجمة جعفر رجب، بدون طبعة، دار المعارف، القاهرة، بدون تاريخ.

18. دندش، نزار، ما هو العلم: رحلة التفكير العلمي، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2009.

19. رشوان، محمد مهران، مدخل إلى الفلسفة المعاصرة، الطبعة الأولى، دار الثقافة للتوزيع والنشر، القاهرة، 1984.

20. زكريا، فؤاد، التفكير العلمي، عالم المعرفة، العدد 03، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1978.

21. زيدان، محمود فهمي، من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، 2004.

22. شالمرز، آلان، نظريات العلم، ترجمة: حسين سبحان و فؤاد الصفا، الطبعة الأولى، دار توبقال للنشر – الدار البيضاء – المغرب، 1991.

23. صالح، هشام، مخاضات الحداثة التنويرية: القطيعة الابستيمولوجية في الفكر والحياة، الطبعة الأولى، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، 2008.

24. طريف الخولي، يمنى، فلسفة العلم في القرن العشرين، الطبعة الأولى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2009.

25. طريف الخولي، يمنى، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، بدون طبعة، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2001.

26. عبد القادر محمد، ماهر، الاستقراء العلمي دراسة ابستيمولوجية التصورات والمفاهيم، بدون طبعة، دار المعرفة الجامعية، بدون تاريخ.

27. عبدالقادر محمد علي، ماهر، نظرية المعرفة العلمية، بدون طبعة، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1985.

28. عبد اللطيف مطلب، محمد، الفلسفة والفيزياء، الجزء الثاني، سلسلة الموسوعة الصغيرة، العدد 163، دائرة الشؤون الثقافية والنشر، بغداد، العراق، 1985.

29. علي، حسين، فلسفة العلم المعاصر ومفهوم الاحتمال، بدون طبعة، الدار المصرية السعودية للطباعة والنشر، القاهرة، 2005.

30. عوض عادل، فلسفة العلم في فيزياء إنشتاين: بحث في منطق التفكير العلمي، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، 2005.

31. غارودي، روجيه، ماهي المادية، ترجمة: محمد عيتاني، بدون طبعة، دار المعجم العربي، بيروت، لبنان، بدون تاريخ.

32. فريدريك. ج. بوش، دافيد. أ. جيرد، أساسيات الفيزياء، ترجمة: سعيد الجزيري ومحمد أمين سليمان، الطبعة الأولى، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، بدون تاريخ.

33. فياض، منى، العلم في نقد العلم: دراسات في فلسفة العلوم، الطبعة الأولى، دار المنتخب العربي للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، لبنان، 1995.

34. كركي، علي حسين، الابستيمولوجيا في ميدان المعرفة، الطبعة الأولى، شبكة المعارف، بيروت، 2010.

35. كرم، يوسف، تاريخ الفلسفة الحديثة، بدون طبعة، دار المعارف، القاهرة، بدون تاريخ.

36. كلايك جيمس، الهيولية تصنع علما جديدا، ترجمة علي يوسف علي، بدون طبعة، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، مصر، 2000.

37. كون، توماس، بنية الثورات العلمية، ترجمة شوقي جلال، عالم المعرفة، العدد 168،

المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1992.

38. كرييف. ف، الكيمياء الفيزيائية، ترجمة: عيسى مسوح، بدون طبعة، دار مير للطباعة والنشر، موسكو، الاتحاد السوفيتي، بدون تاريخ.

39. محمد قاسم، محمد، كارل بوبر نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمي، الطبعة الأولى، دار المعرفة الجامعية – الإسكندرية، 1986.

40. محمود، زكي نجيب، قصة الفلسفة الحديثة، بدون طبعة، مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر، 1936.

41. نفادي، السيد، السببية في العلم وعلاقة المبدأ السببي بالمنطق الشرطي، الطبعة الأولى، دار الفارابي، بيروت، 2006.

42. هشام، محمد، في النظرية الفلسفية للمعرفة: أفلاطون، ديكارت، كانط، بدون طبعة، إفريقيا شرق، بيروت، 2001.

43. يفوت، سالم، فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، الطبعة الأولى، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، 1986.

44. يفوت، سالم، إبستيمولوجيا العلم الحديث، الطبعة الثانية، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، المغرب، 2008.

*** المراجع الأجنبية:**

1- Claude Aslanqul , Mécanique quantique ,bibliothèque nationale , Paris, 2010.

2- Emille Boutroux , De la contingence des lois de la nature , 2iem éd , Paris, 1897.

**ثالثا: القواميس والموسوعات:**

1. صليبا، جميل، المعجم الفلسفي، الجزء الأول، بدون طبعة، دار الكتاب اللبناني، بيروت، 1982.

2. صليبا، جميل، المعجم الفلسفي، الجزء الثاني، بدون طبعة، دار الكتاب اللبناني، بيروت، 1982.

3. مجمع اللغة العربية، المعجم الفلسفي، تصدير إبراهيم مذكور، بدون طبعة، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، القاهرة، 1983.

4. لالاند، أندري، الموسوعة الفلسفية، ترجمة خليل احمد خليل، عويدات للنشر والطباعة، بيروت، 2008.

**رابعا: المجلات والدوريات:**

1. زيدان، محمود، حرية الإنسان في الميزان، عالم الفكر، المجلد 13، العدد 1، أفريل – ماي، جوان، 1982.

2. هاني مندس، السببية عند ابن رشد، مجلة التراث العربي العدد: 74، السنة 19، جانفي، 1999.

**خامسا: الرسائل والاطاريح:**

1.رشيد دحدوح، تاريخ وفلسفة العلوم البيولوجية والطبية عند جورج كانغيلهم، أطروحة دكتوراه العلوم في الفلسفة، جامعة منتوري – قسنطينة، 2005 / 2006

**خامسا: المواقع الالكترونية:**

1. **موقع الحضارية:**

http://www.alhadhariya.net/dataarch/dr-alhadharawalnahdha/index90.htm.

2. **موقع فلاسفة العرب:**

http//www.arabphilosophers.com.

المقدمة .....أ – ح
**الفصل الأول : العلم الحديث وتصوراته للعالم** .....9- 88
**المبحث الأول** : الثورة العلمية وبوادر ظهور النزعة الآلية قبل نيوتن.....9
1 – ثورة علمية .. ونظرة جديدة للعالم .....9
2– النزعة الميكانيكية قبل نيوتن .....14
**المبحث الثاني** : العلم النيوتوني وسيادة النموذج الميكانيكي .....32
1– نيوتن وصياغة قوانين الفيزياء الكلاسيكية .....33
2– مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية .....38
3 – منهج العلم عند نيوتن.....43
4 – سيادة النموذج الميكانيكي .....47
**المبحث الثالث** : دراسة تحليلية للمفاهيم الأساسية للنموذج الميكانيكي ( العلية والحتمية) .....57
أولا : مبدأ العلية .....57
1– مفهوم العلية .....58
2– تطور مفهوم العلية .....61
2-1 – العلية في الفلسفة.....62
2 – 2 – العلية في العلم .....74
3– نقد مبدأ العلية .....76
ثانيا : مبدأ الحتمية .....79
1 – مفهوم الحتمية .....79
2– نتائج مبدأ الحتمية .....82
**الفصل الثاني : التصورات الجديدة في العلم المعاصر**.....88 - 149
**المبحث الأول** : أزمة النموذج الميكانيكي .....88

1- مشكلة طبيعة الضوء والأثير .....91
2- مشكلة الإشعاع الأسود .....96
3- مشكلة بقاء / حفظ الطاقة في الديناميكا الحرارية .....97
4- النشاط الإشعاعي .....100
5- ميكانيكا الكم ومبدأ اللاتحديد .....102
**المبحث الثاني** : الفروض الأساسية للتصور اللاميكانيكي .....117
نظرية الفوضى – الكاوس .....118
أ – نظرية الفوضى وقانون الانتروبي في الثرموديناميك .....124
1- ب – نظرية الفوضى وعلم الأرصاد .....133
2 - نظرية حرية الإرادة .....138
**الفصل الثالث : دراسة نقدية للتصور اللاميكانيكي** .....150 - 181
**المبحث الأول** : نقد التصورات الجديدة في العلم المعاصر.....150
**المبحث الثاني** : نتائج البحث وآفاقه .....174
الخاتمة .....182
ملحق الأعلام .....184
قائمة المصادر والمراجع .....189
الفهرس العام .....195