

الفوضى في النظم اللاخطية

أ. داود خليفة
كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية،
جامعة حسنية بن بوعلي، بالشلف.

الملخص:

بتطور العلم في القرن العشرين تغيرت طبيعة المعرفة العلمية في أسسها ونتائجها، فقد هدمت فيزياء الكم ومبدأ اللاتحديد عند هيزنبرغ أهم أساس قام عليه العلم الكلاسيكي وهو مبدأ الحتمية، فبعدما كان ينظر إلى العلم على أنه حتمي والظواهر تخضع لشروط تحددها مع إمكان التنبؤ بمستقبلها، وأن القانون العلمي تكمن قيمته في قدرته على التنبؤ القائم على حتمية اطراد الظاهر. أما في العلم المعاصر فقد اثبت أن الظواهر لا تخضع للتحديد المطلق، ولا تتسم بالانتظام دائما، وأن القانون العلمي مجرد قانون احتمالي إحصائي، وهذا ما ينطبق على الأنظمة الفوضوية أو اللاخطية.

الكلمات المفتاحية: الفوضى، الحتمية، الاحتمال، الخطية/ اللاخطية، النظم، التنبؤ، الديناميكا الحرارية...

Abstract: The nature of scientific knowledge are changed from the development of science in the twentieth century in its foundations and its consequences and its results, the quantum physics and indeterminacy principle had demolished a principle of determinism, after the flag was seen as inevitable and phenomena are subject to conditions of the effects with the possibility of predicting the future, and that scientific law lies in its ability to predict based on increasingly imperative. In contemporary science has proved that the phenomena are not subject to absolute selection, and not always, attendance to the scientific law just a statistical probability law, this applies to chaotic regimes or non-linearity.

Keywords: chaos, determinism, probability, linear / non-linear, systems, forecasting, thermodynamics...

مقدمة:

منذ بدايات القرن العشرين شهدت المعرفة العلمية تطورات هامة بدءا من العلوم الحقة: الطبيعية والبيولوجيا وصولا إلى علون الإنسان والاجتماع، قوّضت معظم المبادئ التي قام عليها العلم الكلاسيكي، فتم الانتقال من مستوى الحتمية إلى مستوى اللاحتمية ولم نعد نتحدث عن التحديد المطلق بل عن الحرية والإمكان والاحتمال، وتغيرت - جزاء ذلك - طبيعة القانون العلمي من قانون حتمي صارم إلى قانون إحصائي احتمالي. ونتيجة ذلك كله تم تجاوز التحديد المطلق والتنبؤ الدقيق في الظواهر الفوضوية أو الديناميات غير الخطية. من هنا يكون من الضروري إزاحة كل التفسيرات التي تستند فقط على فكرة "النظام"، وما تتطلبه من فرض "قوانين" وما نتحدث عنه من "حتمية" أو "اطراد"، فالمعرفة المعاصرة تتطلب مفاهيم جديدة تتصل بـ "عدم النظام"، وما يحمله من مفاهيم مثل "التبعثر"، "الاحتمال"، "للامعين" و "للا محدود"....¹ وقد طرح هذا الأمر أزمة اليقين العلمي لاسيما في الأنظمة اللاخطية أو الفوضوية.

الأنظمة اللاخطية:

الأنظمة اللاخطية، هي التي لا يمكن إعادة تركيبها من / إلى منظوماتها الجزئية باعتبار أن مكوناتها تشكل كلا مترابطا، فلا يمكن لأي جزء من المنظومة أن يتغير إلا وينتج تغيرا في المنظومة ككل. ومن ثم لا يمكننا التعامل معها كمجموعة أجزاء منفصلة عن بعضها. تكمن الفكرة هنا أن الأنظمة اللاخطية يكون النظام إما أكبر بكثير أو أقل بكثير من مجموع أجزائه، لأنها نظم مفتوحة تدخل إليها المواد والطاقة وتخرج منها، وهي تبدي سلوكا عشوائيا: بمعنى أن حركة هذه النظم تتجه صوب العشوائية في صورة فوضى، إلى درجة تبدو القوانين كلها وكأنها عجرت عن تفسيرها. ويعود سبب ذلك العجز إلى كون المعادلات التي تصف هذا السلوك هي المعادلات التفاضلية اللاخطية، التي تتميز بكونها معادلات صعبة الحل أو لا نجد لها حلا إلا بصورة استثنائية، وذلك لأن «المعادلات التفاضلية تُعامل التغير في الزمن كمتصل، وليس كمتغيرات مجزأة»². إن المشكلة تكمن هنا في النظم اللاخطية يصعب التنبؤ بسلوكها، وأي خطأ بسيط في تقدير حالتها الابتدائية يؤدي إلى خطأ كبير في تقدير حالتها عند الحساب النهائي. إن الكل في المنظومة اللاخطية أكثر بكثير

من مجموع أجزائه، ولا يمكن اختزاله أو تحليله في حدود وحدات فرعية بسيطة تعمل معا، فغالبا ما تكون الخصائص المتحصلة غير متوقعة ومعقدة ويصعب معالجتها رياضيا. وبالتالي فالتعقيد هنا، يعبر عن ارتباط أجزاء عديدة ارتباطا بنويًا ضمن علاقات خاصة لتحقيق مهمات معينة.

كل نظام لاهطي بسيط لا يتمتع بالضرورة بخصائص ديناميكية بسيطة، فبعض النظم حساسة جدا للشروط الابتدائية، وينطبق ذلك على القوانين التي تحكم التغيرات الجوية، التي يعبر عنها رياضياً بمعادلات تفاضلية غير خطية، مما يعني أن النتائج لن تكون متناسبة مع الأسباب، وبحسب حالاتها المبدئية³. كما يمكن للأنظمة اللاخطية أن تؤدي إلى نتائج مختلفة بعد مرور زمن معين، حيث إن الأشياء غير الخطية تتغير بسرعة كبيرة جدا، مما يعني إن إمكانية التنبؤ بها محدودة إلى حد كبير، وبالتالي فإن الحسابات المبنية على النتائج التنبؤية ليست دقيقة أبدا.

إن الأنظمة اللاخطية أنظمة معقدة، 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، فهذه النظم 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 عشوائية⁴.

النظم الديناميكية (Systèmes dynamique)، وهي النظم التي تتغير عواملها، فتتغير النتائج طبقا لها، أي «تتغير بدراسة الأنظمة غير المستقرة ذات السلوك الديناميكي غير الخطي»⁵، والعلم الناشئ حديثا يتجه إلى دراسة هذه الظواهر لأجل التوصل إلى قوانين تحكم هذه الفوضى.

والأنظمة المعقدة والديناميكية، تعرف بأنها نظم **لاخطية**، حيث إن المعادلات التي تصف المنظومة هي التي تحددها إن كانت خطية (Linéaire) أو لاخطية (Non-Linéaire): فتكون كل منظومة خطية إذا كانت المعادلات التي تصفها لا تحوي أي من المتغيرات أي معادلات تفاضلية. وهي تقبل التحليل وإعادة التركيب من / إلى منظوماتها الجزئية. وهي أيضا تلك التي لا تختلف نهاياتها عن بداياتها، مما يمكننا من التنبؤ بمستقبلها.

أما المنظومة اللاخطية، فهي التي لا يمكن إعادة تركيبها من / إلى منظوماتها الجزئية باعتبار أن مكوناتها تشكل كلا مترابطا، فلا يمكن لأي جزء من المنظومة أن يتغير إلا وينتج تغيرا في المنظومة ككل. ومن ثم لا يمكننا التعامل معها كجموعة أجزاء منفصلة عن بعضها.

يمكن الإشارة أن الأنظمة الديناميكية اللاخطية هي نظم مفتوحة تتسلم طاقة من الخارج وتسربها إليه، وهي نظم غير مستقرة ويصعب تدقيقها أو تحديدها. إن الأشياء تنصرف من حولنا كأنظمة مفتوحة، أي في حالة تبادل مستمر للطاقة والمادة، بل وهي بالإضافة إلى ذلك تتبادل الأنباء والمعلومات مع محيطها، فهذه الأنظمة في حالة حركة وتغير عبر الزمن، ومن الأفضل اعتبارها كمتوجة⁷. إن الطبيعة المتوجة لهذه النظم تؤدي إلى اضطراب النظام المتواجد فيها، وبالتالي نكون أمام حالتين: «إما أن يدمر النظام من جراء اتساع التموجات. وإما أن يتم التوصل إلى نظام داخلي جديد، يتميز بمستوى أعلى من التنظيم»⁸، أي أنه في جميع الظروف فإن القوانين التي تطبق هنا هي قوانين الإحصاء والاحتمال لا التحديد المطلق.

إذن تتميز النظم الفوضوية، بكونها نظم ذات درجة عالية من التعقيد، بسبب كثرة العوامل المؤثرة في النظام وحساسية هذه النظم لهذه العوامل، فتبدي تلك الظواهر الفوضوية المعقدة سلوكا عشوائيا ناتجا عن عدم القدرة على تحديد الشروط المبدئية لتلك النظم، ومن ثم لا يمكن التنبؤ بتفاصيل موضع وحركة كل جزيء في أي منظومة مركبة⁹، أي أن هذا التعقيد ناتج عن عدم إمكانية التنبؤ بالنتائج، لأن المنظومات الفوضوية لا تخضع التحديد الدقيق، وبالتالي فهي تنفك عن النظام الحتمي، حيث «تقطع العلاقة الحتمية بين السبب والنتيجة في كل منظومة كاوسية»¹⁰، وبسبب ذلك نقول عنها إنها تبدي نوعا من السلوك العشوائي وتؤدي إلى الفوضى.

الفوضى والأنظمة اللاخطية:

إن العلم وإلى وقت قريب كان يهدف بالأساس إلى اكتشاف "النظام" في الطبيعة، غير أن مسعى العلماء الآن هو السعي إلى اكتشاف "الفوضى" الكامنة وراء الانتظام البادي في الطبيعة، فقد لاحظ العلماء أنه توجد في الطبيعة ظواهر كثيرة لا يمكن ضبطها اعتمادا على قوانين الميكانيكا الكلاسيكية، 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، أزمت، حروب...). هذه الظواهر تشمل مجالات معرفية عدة: كجريان السوائل، التنبؤات الجوية، النظام الشمسي، فيزياء البلازما، الفيزياء الجيولوجية، جغرافيا المحيطات، الاحتكاك والكسر في بنيات المعدن، المواد المهترئة المترابطة، التفاعلات الكيميائية، الوظائف العصبونية والعلوم الإنسانية والاجتماعية بفروعها المختلفة... كل هذه المجالات تعدّ ظواهرها مثلاً للحركة الفوضوية، أي لا تخضع للتحديد الدقيق ولا يمكن التنبؤ بمستقبلها، فترسخت في الفكر ضرورة قيام علم يهتم بدراسة هذه الفوضى، وهو الأمر الذي أدى إلى نشوء ما يسمى بـ **"فيزياء الفوضى" (physique du chaos)** والذي كانت بداياته الأولى مع أصلح عليه بـ **"نظرية الفوضى"**.

كانت نظرية الكاوس أو الفوضى (La théorie du chaos)، من أولى النظريات العلمية الجديدة في العلم المعاصر، التي ظهرت كبديل للنسق المعرفي الذي قام على الحتمية والانتظام والاطراد والتنبؤ.... إلى درجة أن مفاهيمها وتصوراتها أصبحت تمثل قطعة مع المفاهيم الكلاسيكية التي أسست للعلم الحديث منذ **غاليليو** (G. Galileo 1642 - 1564) و**ديكارت** (R. Descartes 1650 - 1596)، وغيّرت بالتالي الصورة التي كوناها عن العالم بصورة جديدة تسمح بفهم أفضل للعوامل المحركة لهذا العالم وتطوره. ومن ثمّ يمكن القول أن نظرية الفوضى «تبتدئ من الحدود التي يتوقف عندها العلم التقليدي ويعجز»¹¹.

لقد سعى العلماء إلى صياغة معادلات رياضية بسيطة تشرح ظواهر كبرى، فكشفوا ظواهر أظهرت أن حدوث تغيّرات بسيطة في المعطيات الأولية التي تتعامل معها تلك المعادلات تقضي إلى نتائج هائلة عند الحساب النهائي، بمعنى أن أي خطأ بسيط في تقدير الشروط الابتدائية سيؤدي إلى خطأ كبير جداً في الحالة النهائية، فـ «ما يجعل المشكلة صعبة والأنظمة المعقدة معقدة هو أن الأجزاء المكوّنة للكل لا تتجمع في أي نمط بسيط، بل تتفاعل بعضها مع بعض، وفي ظل هذا التفاعل، حتى أبسط المكونات، يمكن أن يصدر عنها سلوك محير»¹²، ذلك لأن المنظومات الفوضوية تتسم بكونها شديدة الحساسية لأي تغير في الشروط الابتدائية، إلى درجة أنه لا يمكن الربط بواسطة المعادلات الرياضية بين المدخلات (المعطيات) = وهي الطاقة التي يجلبها النسق من منظمات أخرى أو من البيئة التي يوجد بها) والمخرجات (النتائج = سلسلة الانجازات والنتائج المتحققة عن العمليات والأنشطة التي قام بها النسق). بل على العكس من ذلك، تتسم هذه الأنظمة بطبيعة خاصة؛ حيث يمكن إعادة تشكيل نفسها بطرق مختلفة كما هو الأمر على سبيل المثال في حال الطقس، وقد أطلق على تلك الظاهرة **"الاعتماد الحساس على المعطيات الأولية"**، والتي سرعان ما اشتهرت باسم أثر جناح الفراشة. تنص نظرية الفوضى أن الأنظمة التي تحكمها معادلات بسيطة تظهر سلوك عشوائي (معقد) ولا يمكن التنبؤ بها. وينشأ هذا من الحساسية المفرطة للشروط الأولية لجميع نظم الفوضى¹³.

الفوضى والديناميكا الحرارية (Thermodynamique)

ارتبط مفهوم الفوضى في القرن التاسع عشر بالقانون الثاني في علم الديناميكا الحرارية (الثرموديناميك) 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 انخفاض الطاقة من شكل إلى شكل، والاتجاه الذي تفضله الطاقة الحرارية في انتقالها، والطاقة المتاحة تحويلها إلى شغل. يهتم علم الديناميكا الحرارية إذن بالحرارة أو الطاقة الحرارية بدرجة خاصة وبكل الظواهر التي تتعلق بهذه الطاقة: كعملية انتقال الحرارة من جسم لآخر أو كيفية تخزين هذه الطاقة أو توليدها. وقد حاول الفيزيائيون تكميم الفوضى باستخدام مفهوم **"الأتروبي" Entropie** (أتروبي كلمة إغريقية تعني محتوى التحول، أو قابلية التحول، أي قابلية تحول الطاقة).

نعلم أنه يوجد في علم الديناميكا الحرارية ثلاث قوانين أساسية، ثم توصل العالم النرويجي **لارس أونزاجر** (Lars Onsager 1976 - 1903) إلى قانون رابع في الديناميكا الحرارية سنة 1931، عندما توصل إلى العلاقات التبادلية بين النظم الثرموديناميكية، لما درس أساسيات الديناميكا الحرارية اللانعكاسية. وحتى يتسنى لنا فهم هذه القوانين وكيف ارتبط مفهوم الفوضى بالقانون الثاني منها، يجدر بنا أن نتابع بصورة موجزة التطور التاريخي لهذا العلم:

في البداية تطور الثرموديناميك الظاهري الذي يختص بمعالجة الخواص الماكروسكوبية المرئية دون الاهتمام بالخواص والعمليات الذرية والجزيئات. ثم نشأ بعد ذلك الثرموديناميك الإحصائي الذي يعتمد على حركة الذرات والجزيئات وتفاعلها¹⁴. وفي منتصف القرن التاسع

عشر تحول علم الحرارة إلى الترموديناميك كجزء من الفيزياء النظرية، مستقلاً بذلك عن الميكانيك، وذلك بعد دراسة أساليب قياس كميات الحرارة بصورة منتظمة ومعالجة ظواهر التوصيل الحراري رياضياً. كما طور **سادي كارنو** (N.L.S.Carnot 1832 - 1796) 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** (J.R.Mayer 1878 - 1814) و**جيمس جول** (J.B.Jolle 1889 - 1818) و**هلمهولتز** (L.Helmholtz 1894 - 1821) في صياغة القانون الأساسي الأول للترموديناميك. وقام **لودفيغ بولتزمان** (E.L.Boltzmann 1906 - 1844) بتفسير الكميات القابلة للقياس في الترموديناميك (درجة الحرارة، الضغط، كمية الحرارة..) بواسطة حركة الدقائق الصغرى للمادة، واعتبار الحرارة طاقة حركية للجزيئات¹⁵. وتمت صياغة القانون الثاني للترموديناميك من طرف كل من **وليام طومسون** (W.Thomson 1907 - 1824) و**رودولف كلاوسيوس** (R.Clausius 1888 - 1822) هذا الأخير الذي طور مفهوم **الأتروبي** الذي ارتبطت به نظرية الفوضى¹⁶. وفي الأخير اكتشف **نرنست** (W. Nernst 1941 - 1864) القانون الثالث اعتماداً على أبحاث **ماكس بلانك** (M. Planck 1947 - 1858) و**ألبرت نشتاين** (A. Einstein 1955 - 1879).

يبيّن القانون الأول أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة (ميكانيكية، كهربائية، كيميائية..) مع إمكانية أن تتحول إلى بعضها البعض بنسب ثابتة. أما القانون الثالث فيبين أن الطاقة الداخلية والطاقة الحرة في درجة الحرارة المنخفضة جداً لا تتغير إلا تغيراً ضئيلاً ما يهمل من قوانين الترموديناميك القانون الثاني المعروف بـ "قانون الأتروبي" والذي ينص على أن: الحرارة لا تنتقل بذاتها تلقائياً (دون فعل خارجي) من جسم أبرد إلى جسم أسخن. وبصفة عامة: كل حدث في الطبيعة يجري بحيث ينتقل النظام من حالة أقل احتمالاً إلى حالة أكثر احتمالاً¹⁶، فهذا القانون «يحدد العمليات التي يمكن أن تجري عفوية أو تلقائياً (أي بدون شغل من الخارج)، كما يحدد كمية الشغل التي يمكن الحصول عليها عندئذ، ويعين مدى السير العفوي الممكن للعمليات، أي حالة التوازن في تلك الظروف»¹⁷، فهذا القانون إما يخبرنا بالاتجاه الذي يجري به تحول الطاقة في النظام، ففي النظام المغلق يبقى الأتروبي ثابتاً في العمليات الانعكاسية (Réversible)، ويزداد دائماً في العمليات اللانعكاسية (Irreversible)، علماً أن العمليات الماكروسكوبية في الطبيعة لا انعكاسية؛ وكمثال عن العمليات اللانعكاسية احتراق الفحم: إن احتراق الفحم سينتج حرارة ورماداً، ولا نستطيع إرجاع العملية عكساً لتجعل الحرارة تنساب ثانية إلى الرماد، والرماد يصبح فحمًا مرة ثانية. وذلك لأن للـ «الطبيعة اتجاه مفضل لحدوث الأحداث التلقائية، كما لو أن الطبيعة قد أصدرت حكمها الأبدي بالآ يكون الزمن انعكاسياً، فالزمن كالسهم يسير في اتجاه واحد فقط. ومن ثم يجب أن تتبع كل العمليات الطبيعية ذلك المسار الذي اختارته الطبيعة لها»¹⁸.

إن القوانين في الترموديناميك لم تؤد إلى مشاكل من حيث هي تتسق مع أسس الفيزياء النيوتونية، باستثناء القانون الثاني الذي «يطبق في مجال أضيق، فهو ذو طابع إحصائي يطبق فقط على الجمل المؤلف من عدد كبير من الجسيمات، أي الجمل التي يمكن أن تعبر عن سلوكها قوانين الإحصاء»¹⁹، إن هذا القانون هو أكثرها تعقيداً لأنه يقوم على الإحصاء الاحتمالي، مما يجعله يتناقض مع الفيزياء الكلاسيكية القائمة على التحديد المطلق ويخبرنا أن النظام في الكون ينتج بقسوة تجاه اللانظام أي الفوضى. تعبر الأتروبية إذن عن الفوضى، من حيث إن الظواهر الفيزيائية المختلفة التلقائية لا بد أن يصاحبها زيادة في العشوائية. والعشوائية هي كمية فيزيائية كغيرها من الكميات الأخرى كالوزن والكثافة والطول والسرعة، لها رمز ووحدة قياس: رمزها باللاتينية (S)، ووحدة قياسها هي جول/كلفن.

إذن مصطلح الأتروبي الذي استخدمه العالم **كلاوسيوس** في الترموديناميك سنة 1865م جاء كتعبير عن مقدار في حالة فيزيائية يعطي درجة اللانعكاس في العمليات الترموديناميكية وخاصة تحول الطاقة²⁰. إن العمليات التي يمكن أن تحدث تلقائياً في الجمل المعزولة كانتقال الحرارة وانتقال الغاز وامتزاج الغازات.. هي فقط العمليات التي تزداد فيها اتروبيا الجملة. وتستطيع العملية أن تجري تلقائياً حتى الحالة التي تحصل فيها الأتروبيا على القيمة القصوى في هذه الظروف، فانتقال الحرارة من جسم ساخن إلى جسم أبرد ترافقه دائماً زيادة في الأتروبيا الكلية لهذين الجسمين، وتبلغ هذه الأتروبيا قيمة عظمى عندما تتساوى درجة حرارة الجسمين²¹، وكان مبدأ حفظ أو بقاء الطاقة في 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 **بولتزمان** 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 الحرارة²²، فهذه الصورة الاحتمالية وإلحاق الإحصاء والاحتمالات في صلب الفيزياء إنما هو ضرب للنظام والحمية والتنبؤ والتي كانت أسس منظومة الاختزال، لأن العلم المعاصر يشتمل قوانين أساسية هي في جوهرها قوانين احتمالية «وإذا كانت بعض القوانين الأساسية للعلم احتمالية هكذا، فلا يمكن لأطروحة الحتمية أن تقوم لها قائمة»²³.

إذن، النظم الترموديناميكية ولا سيما النظم الاتروية منها لا تخضع للشروط التحديدية أي للحمية التي أقرتها الفيزياء الكلاسيكية، حيث نجد القانون الثاني منها يتمتع بطابع إحصائي²⁴، وبالتالي فالقانون الثاني في الترموديناميك يضع المعيار الذي يقاس به الاحتمال الأكبر أو الأصغر لحالات الجمل أو النظم.

إذن، نظرية الفوضى «جاءت لتدشن اتجاهها جديدا في العلوم، فهذه التي كانت تهتم بالظواهر البسيطة وتطوراتها الخطية. لأجل ذلك كانت العلوم تعتمد على التقريب والاختزال، وهو اعتماد فيه تبسيط للحقيقة الواقعية المركبة»²⁵، ذلك أن القول باللاحتمية والاحتمال قد أنتج فيها جديدا للظواهر من حيث إن حدوثها لم يعد ضروريا، مما يعني أن «العالم الاحتمالي يستوعب الأنساق الكاوسية ويظل منتظما ومعقولا، تخضع وقائعه للقوانين العلمية، لكن في إطار تعاقب الأحداث الاحتمالي وليس الحتمي، فحلّ الترابط الإحصائي محل الترابط العليّ الضروري»²⁶، وهذا معناه أن الفوضى أضحت مفتاحا جديدا للمعرفة العلمية، من حيث «أن مفاهيم الفوضى ترتبط بدرجة المعرفة التي نملكها عن نسق معين...»²⁷، وهي معرفة تؤكد على وجودها وتقرض حضورها من خلال سلوك غير منتظم لأنظمة غير مستقرة.. والقول بوجود الفوضى كمقابل للنظام، معناه أن «الفوضى ليست إلا ستارا لنظام خفي لا نعرف عنه شيئا، ولكن علينا أن نفرض وجود هذا النظام»²⁸. إن نظرية الكاوس قد جسدت مجموعة من الأفكار أهمها أن النظم البسيطة الحتمية من شأنها أن تنتج سلوكا معقدا جدا، وأن مهمة العلم المعاصر تتمثل بالأساس في فهم التعقيد كظاهرة لها حضورها. وهذا يعني أن الكاوس مضاد للاختزالية، وهذا العلم الجديد يدعي لنفسه دورا فعالا في هذا العالم؛ فعندما نصل إلى شؤون النظام والفوضى، والانحلال والابتداع، وصورة تشكل الحياة نفسها، نجد أن المجموع شيئا لا يمكن شرحه بخصائص مفردات أجزائه. وهذا معناه أن ثمة من القوانين الأساسية الجديدة بخصوص المنظومات المعقدة، إنها قوانين بنية وتنظيم وُسْم، وهي تتلashed تماما عند التركيز على أجزاء مكونات المنظومة المعقدة²⁹.

هوامش البحث:

- 1- عبد الوهاب جعفر، مقالات الفكر الفلسفي المعاصر، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، دون طبعة، 1988، ص 230.
- 2- جيمس كلايك، الهولوية تصنع علما جديدا، ترجمة: علي يوسف علي، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، دون طبعة، 2000، ص 64.
- 3- ستيفن وفرام، نوع جديد من العلم: تطبيقات في العلم الطبيعية والبيولوجية، عرض: صبحي رجب عطا الله، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 2005، ص 73.
- 4- جيمس كلايك، الهولوية تصنع علما جديدا، مرجع سابق، ص 229.
- 5- المرجع نفسه، ص 11.

وأيا

bioéthi: méthode et complexité, Ghislane Cleret De Langavant, Presses de l'universitaire de Québec, 2001, p 58.

- 6- جيمس كلايك، المرجع نفسه، ص 64.
- 7- منى فياض، العلم في قد العلم: دراسات في فلسفة العلوم، دار المنتخب العربي للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، الطبعة الأولى، 1995، ص 128.
- 8- المرجع نفسه والصفحة.
- 9- بنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، الطبعة الأولى، 2009، ص 246.
- 10- سمير أبو زيد، العلم والنظرة العربية للعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، الطبعة الأولى، 2009، ص 297.
- *- ظهرت نظرية الفوضى في ستينيات القرن الماضي، تسمى أيضا نظرية الشواش، علم اللامتوقع، نظرية النظم غير الخطية، نظرية الأزمة، نظرية التعقد، نظرية المنظومات ذاتية التنظيم، نظرية الأنظمة المفتوحة وغيرها. ويترجمها البعض في اللغة العربية باسم الهولوية. أما الكاوس *Chaos* فكلمة يونانية لها نفس المدلول: أي الفوضى والعاء
- 11- جيمس كلايك، الهولوية تصنع علما جديدا، مرجع سابق، ص 16.

- 12- دانكن جيه واتس، الدرجات الست وأسرار الشبكات، ترجمة: أميرة علي عبد الصادق، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، القاهرة، الطبعة الأولى، 2013، ص 27.
- 13- أنظر إلى: Ghislane Cleret De Langavant, Ibidem
- 14- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء: الجزء 2، سلسلة الموسوعة الصغيرة، العدد 163، دائرة الشؤون الثقافية والنشر، بغداد، 1985، ص 20.
- 15- جيمس كلايك، المرجع السابق، ص 23.
- **كان الفيزيائي الفرنسي نيكولا سادي كارنو أول من قال بالقانون الثاني سنة 1824، لما درس تدفق الحرارة في المحرك البخاري، لكن هذا القانون ينسب للفيزيائي الألماني رودولف كلاوسيوس الذي 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 "أتروبي"، لذلك اعتبر بأنه هو مكتشف هذا القانون.
- 16- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، مرجع سابق، ص 27.
- 17- ف. كرييف، الكيمياء الفيزيائية، ترجمة: عيسى مسوح، دار مير للطباعة والنشر، موسكو، دون طبعة، دون تاريخ، ص 266.
- 18- فريدريك. ج. بوش، دافيد. أ. جيرد، أساسيات الفيزياء، ترجمة: سعيد الجزيري ومحمد أمين سليمان، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، الطبعة الأولى، دون تاريخ، ص 473.
- 19- محمد عبد اللطيف مطلب، الفلسفة والفيزياء ج2، مرجع سابق، الصفحة نفسها.
- 20- المرجع نفسه، ص 30.
- 21- ف. كرييف، الكيمياء الفيزيائية، مرجع سابق، ص 269.
- 22- يمني طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، مرجع سابق، ص 122.
- 23- رودولف كارناب، الأسس الفلسفية للفيزياء، ترجمة: السيد نقادي، دار الثقافة الجديدة، القاهرة، دون طبعة، دون تاريخ، ص 248.
- 24- المرجع نفسه، ص 271.
- 25- إلياس بلكا، السببية والنظام: دراسة في الأساس الشرعي والفلسفي لاستشراف المستقبل، المعهد العالمي للفكر الإسلامي، فرجينيا، الولايات المتحدة، الطبعة الأولى، 2009، ص 337.
- 26- يمني طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، مرجع سابق، ص 247.
- 27- إلياس بلكا، المرجع نفسه، ص 339.
- 28- المرجع نفسه والصفحة.
- 29- ستيفن وانبرغ، أحلام الفيزيائيين بالعثور على نظرية نهائية، جامعة شاملة، ترجمة: أدهم السمان، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، الطبعة الثانية، 2006، ص 57.