الفصل الثانى
المعلومات والتطور والكون

لكى نفهم التغيرات التى تحدث على الأشياء عبر الزمن ، يجب أن نعرف شيئاً عن التطور وكيفية معالجة المعلومات والنظم المعقدة والشروط المحددة التى تجعل العالم يتطور بسرعة .

المعلومات هى كل شىء :

لقد قال المفكر الإنجليزى « فرانسيس بيكون » (Francis Bacon) (١٥٦١ - ١٦٢٦) أن « المعرفة هى القوة » . والمعرفة تعتبر أرقى أنواع المعلومات والحكمة هى أعلى مراتب المعرفة . وفى الحقيقة أن المعلومات هى القوة وكل شىء آخر . فكل ما يحدث فى الكون هو معلومات . فكلما زادت كمية المعلومات المعالجة وكلما أمكن إستخدام هذه المعلومات بذكاء ، زادت القوة التى يملكها صاحبها، وزادت الأشياء التى يمكن عملها .

معالجة المعلومات وآلات (تورنج) وأوتوماتا (فون نويمان)

لقد أعطى كل من « ألان تورنج » (Alan Turing) (١٩١٢ - ١٩٥٤) و « چون ڤون نويمان » (John Von Neumann) (١٩٠٣ - ١٩٥٧) قدراً كبيراً من الفكر لموضوع معالجة المعلومات . لقد ساهم (ڤون نويمان) فى بناء القنبلة الذرية فى (لوس ألاموس) بالولايات المتحدة الأمريكية ، وساهم (تورنج) فى تصميم الحاسبات والخوارزمات(*) التى ساعدت إنجلترا والحلفاء بوجه عام فى كسر الشفرة الألمانية (Enigma) « المحيرة » خلال الحرب العالمية الثانية . وقد توفى العالمان فى الخمسينيات ، ولكن بعد أن أرسوا القواعد الأساسية التى يمكن بواسطتها بناء الآلات الذكية .

وسنبدأ أولاً بعرض ما توصل إليه (تورنج) حيث ابتكر وطور الخوارزمات ، وهى العمليات الرياضية التى تستخدم فى حل المسائل المختلفة فى عدد محدد من الخطوات وبعضها يمكن أن يتكرر . ففى عام ١٩٣٠ ابتكر (تورنج) منظومة يمكنها أن تعالج أى مجموعة من المعلومات التى يمكن تمثيلها بشكل رقمى عن طريق الرقم (٠) والرقم (١) فقط . ولذلك يسمى هذا النظام بالأعداد الثنائية . وقد كانت هذه الفكرة الافتراضية والتى تسمى « آلة تورنج » هى الأساس ، الذى صممت عليه الحاسبات الإلكترونية المختلفة بعد ذلك .

وبعد الحرب العالمية الثانية طور (ڤون نويمان) فكرة (تورنج) ووضع التصميم الأساسى للحاسبات الإلكترونية التى تم بناؤها بعد ذلك . ولكن (ڤون

(*) الخوارزم هو مجموعة الخطوات اللازمة لحل مسألة معينة ، وقد سمى بذلك تكريما للعالم العربى محمد بن موسى الخوارزمى (٨٠٠ - ٨٥٠) .

نويمان) لم يقنع بذلك ، واقترح تطوير (آلة تورنج) بحيث تصبح أكثر تعقيداً مع الوقت دون أى تدخل خارجي . ولتحقيق ذلك اقترح إضافة « مولّد عشوائى » للمعلومات كما سيتم توضيحه الآن .

لقد كانت الحاسبات الإلكترونية فى بدايتها تستخدم عن طريق توصيل وحداتها المختلفة ، لكى تقوم بحل مشكلة معينة عن طريق خوارزم محدد . معنى ذلك أن مستوى تعقيد هذه الآلة كان يتم عن طريق عامل خارجي . وقد اقترح (فون نويمان) لتسهيل هذه العملية أن يتم ذلك عن طريق تخزين البرامج ، التى تحتوى -بالإضافة إلى البيانات- على التعليمات التى تقوم الآلة بتنفيذها ، فى ذاكرة الحاسب نفسه . ولذلك سميت هذه الحاسبات بالحاسبات ذات التخزين الداخلى للبرامج . وذلك يعنى فى الحقيقة أن مستوى تعقيد هذه الآلة يتوقف على البرامج ، التى يتم إدخالها من خارجها عن طريق الإنسان . وهذا الاقتراب يسمى الاقتراب من « أعلى إلى أسفل » (Top - down Approach) ، أى أن زيادة تعقيد الآلة تتم عن طريق برامج ذات مستوى أعلى ، ولا تستطيع الآلة ذاتها القيام بذلك من نفسها. ولذلك اقترح (فون نويمان) تطوير آلة تورنج ، بحيث تصبح أكثر تعقيداً مع الوقت دون تدخل خارجي ، وهذا الإقتراب يسمى الاقتراب من « أسفل إلى أعلى » (Bottom - up Approach) . ولتحقيق ذلك إقترح إضافة « مولّد عشوائى » للمعلومات بحيث يمكن أن تصبح الآلة أكثر تعقيداً من داخلها ، ودون تدخل خارجي ، ولذلك أسماها « أوتاماتون مستقل متكاثر ذاتيًا » (Independent self - reproducing automaton) وتسمى أيضاً « آلة تورنج التطورية» (Evolving Turing Machine). والأوتوماتون آلة تستطيع معالجة البيانات الداخلة لها سواء لتعرف بعض الأشكال ، أو لتنفيذ مجموعة من العمليات الرياضية للحصول على النتيجة . وقد تصور (فون نويمان) أن الكائنات الحية من البكتريا حتى الإنسان يمكن النظر إليهم على أنهم نوع من الآلات أو الأوتوماتا، والتى تعمل بطريقة ذاتية.

ولكن الشيء الغريب هنا هو أن معظم المعلومات العشوائية ، التى يتم توليدها يمكن أن تكون عديمة النفع ، أو يمكن أن تكون ذات تأثير مدمر ، ولكن من وقت لآخر ستكون هناك بعض المعلومات النافعة ، التى ينتج عنها تحسن فى كفاءة المنظومة . لذلك فإن المنظومة إذا استطاعت أن تتغير وتنتقى التغيرات المفيدة بدلا من التغيرات الضارة ، وإذا أعطيناها وقتا كافيًا فإنها ستعمل على تحسين نفسها بمرور الوقت . ويجب أن نلاحظ فى هذه الحالة أن المنظومة ليست عشوائية بالكامل ؛ نظراً لأنها تنتقى فقط التغيرات التى تساعدها على البقاء . لذلك فإن آلات تورنج التطورية تعتبر نصف – عشوائية بالنسبة لتصرفاتها . إن الخاصية الأساسية لآلات (تورنج /

فون نويمان) التطورية هى السهولة ، التى يتم بها الوصول إلى منظومات معقدة مع مرور الوقت .

إن الحاسبات أو آلات تورنج العادية ليست ذكية فى حد ذاتها ، حيث إنها تعتمد على ذكاء خارجى لبرمجة الأفعال المختلفة التى تقوم بها . ولكن كل آلة من آلات (تورنج / فون نويمان) التطورية تتمتع بقدر من الذكاء ، الذى يمكن ألا يصل إلى مستوى الذكاء الذى يتمتع به الإنسان . والذكاء نسبى بطبيعة الحال فذكاء النملة أو صاروخ كروز لا يقارن بالذكاء البشرى . وعلى الرغم من أن الذكاء الإدراكى المعرفى يعتبر أعلى مراتب الذكاء .. فإن الذكاء – بوجه عام – لا يتطلب الشعور (الإحساس بالذات) أو الإحساس بالجمال أو العواطف ، ولكن من الممكن وجود علاقة بينها وبين الذكاء . ومن هذا المنطلق فإن الذكاء يعتبر موجوداً فى أى نظام لمعالجة المعلومات ، إذا كان هذا النظام قادراً على عمل أشياء ، لم يكن فى الأصل مبرمجاً للقيام بها .

وقبل أن نسترسل سنستعرض بعض التعريفات الأساسية الخاصة بالآلة والحاسبات والكون والتطور .

الآلـــة :

إن التعريف العام للآلة هو أنها أى شىء يستخدم طاقة ، للقيام بعمل أو يقوم بمعالجة المعلومات ، حسب مجموعة من القواعد المنطقية . لذلك فيمكن أن تكون الآلات اصطناعية من صنع الإنسان مثل الطائرات والسيارات والحاسبات وغيرها أو تكون ذات أصل طبيعى . لذلك فالنجوم تعتبر آلات طبيعية تقوم بدمج العناصر لإنتاج الحرارة والضوء . وكذلك الغلاف الجوى للأرض يعتبر آلة حرارية ، تقوم بتحريك كتل الهواء والماء حول كوكب الأرض . ويمكن أن تكون الآلات افتراضية مثل آلة تورنج التى تقوم بمعالجة المعلومات حسب مجموعة من القواعد المنطقية . وليس من الضرورى أن تقوم الآلات بعمل أشياء مادية ، فالمخ البشرى فى أثناء التفكير يستخدم طاقة لإتمام هذا العمل الذهنى ، ولذلك فإنه يشبه الآلة فى هذا المقام .

إننا عادة نفترض أن تقوم الآلة بتنفيذ التعليمات التى توجه إليها ، ولكن يجب ملاحظة أن الة تورنج التطورية يمكن أن تأخذ قراراتها وتعليماتها بنفسها .

الحاسبات :

إن معظم الحاسبات فى الوقت الحالى من النوع الذى يسمى الحاسبات الرقمية (Digital Computers) ، والتى يتم تمثيل الإشارات المختلفة بها باستخدام النظام الثنائى (Binary System) . ولكن هناك نوعاً آخر من الحاسبات يسمى الحاسبات التناظرية (Analog Computers) يتم تمثيل الإشارات المختلفة به بشكل متصل بدلاً من الأرقام . وقد تناقص استخدام الحاسبات التناظرية منذ ظهور الحاسبات

الرقمية ، ولكن بدأ الاهتمام بها مرة أخرى فى الوقت الحالى نظراً لبعض المزايا التى تتمتع بها .

إن الحاسبات الرقمية تعتبر تطبيقات عملية لآلة تورنج الافتراضية . ولكن بشكل أوسع .. فإن الحاسب هو أى منظومة تعالج المعلومات ، من خلال إجراء عمليات رياضية أو منطقية لحل مشكلة معينة ، باستخدام أحد الخوارزمات التى توضح بالضبط تفاصيل الخطوات المطلوبة للحل النهائى للمشكلة .

الكـــون : يقدر العلماء عمر الكون بأنه حوالى ١٠ بلايين سنة ، وهو يتمدد باستمرار منذ لحظة « الإنفجار العظيم » (Big bang) . وقد كانت هناك بعض النظريات التى تقول إن هذا التمدد يمكن أن يتوقف ، وبذلك يبدأ الكون فى الانكماش مرة أخرى حتى يصل إلى نقطة « الانسحاق العظيم » (Big Crunch) . ولكن بعض المشاهدات الفلكية جعلتهم أخيراً يعدلون عن ذلك ، ويطرحون نظرية أن الكون يتمدد باستمرار . وإحدى الوسائل المقترحة لإثبات ذلك اقتراح وجود ما يسمى « الثابت الكونى » (Cosmological constant) ، والذى كان « ألبرت أينشتين » (Albert Einstein (١٨٧٩ – ١٩٥٥) قد اقترحه فى بعض معادلاته ، ثم عدل عن ذلك واعتبر ذلك أكبر خطأ فى حياته ، ولكن يبدو أنهم سيعودون مرة أخرى لاستخدامه ؛ لأنه يفسر وجود طاقة موجودة فى الفراغ تعمل ضد الجاذبية .

وهنا يجئ السؤال المهم : هل توجد حضارات أخرى فى هذا الكون السحيق تشبه حضارتنا الإنسانية ، وقد تكون متقدمة عنها . إن مجرة درب اللبانة تحتوى على ٢٠٠ بليون نجم ، وقد أشارت إحدى المعادلات التى تسمى معادلة « دريك » (Drake) بأنه من المحتمل وجود آلاف النجوم ، التى توجد بها كواكب تسمح بالحياة. ولكن هناك أيضاً الأفكار التى تقول إن وجود الحياة فى الكون – وعلى الأخص الحياة الإنسانية على كوكب الأرض – قد تطلب شروطاً وقيوداً عامة على الكون منذ بداية تطوره وحتى الآن ، وفى المستقبل لدعم الحياة الإنسانية ، وتسمى هذه الفكرة « الفكرة الأنثروبية » (Anthropic principle) .

التطـــور : إن كل شىء يتطور ، أى يتغير مع الزمن : الحياة ، الكون ، التكنولوجيا ، المنظومات الاقتصادية ، المجتمعات البشرية وأيضاً العقل البشرى . ويمكن أن ننظر إلى التطور على أنه آلة تورنج تطورية ؛ لأنه عندما يحدث التطور فإنه من الضرورى أن يتغير شىء . ولإحداث التغير لابد من وجود عنصر عشوائى متمثلا إما فى عملية تتم فى مستوى أعلى (فكرة جديدة مثلاً) ، أو وجود عملية « طفر »(*) (Mutation)

(*) الطفر هـــو التغيرات التى تحدث فى الجينات لإحداث تنوعات مختلفة . ويمكن أيضاً أن يحـــدث ذلك فـــى الروبـــوتات أو غيرهـــا مـــن برامـــج المحاكاة مثل الخوارزمات الوراثية =

تحدث على مستوى أدنى . ولابد أن يكون هناك انتقاء لهذه العمليات ؛ ولذلك فإن التعقيد يحدث مع مرور الوقت .

وقد بدأت الحياة على كوكب الأرض منذ حوالى ٤,٥ بليون سنة . ومن المعروف الآن أن التطور الحيوى يعتبر أساساً منظومة لمعالجة المعلومات ، تعتمد على حاسبات يستخدم فيها نظام رقمى رباعى وهذه الحاسبات أو أنظمة المعلومات تسمى جزيئات « دنا » (DNA) و « رنا » (RNA) . و « دنا » هو أحد الأحماض النووية فى نواة الخلية الحية والمركبات الأساسية فيه أربعة فقط مرتبة فى سلسلتين طويلتين، يلتفان على بعضهما فى شكل حلزون مزدوج ، وهو المادة الأساسية التى تتكون منها الجينات . و « رنا » هو أيضاً أحد الأحماض النووية فى الخلية ، ولكنه موزع بشكل أكثر من « دنا » ويتكون من شريط واحد ويستخدم كوسيط لنقل المعلومات الوراثية. إن تكويد المعلومات فى جزئ « دنا » مثلاً يتم عن طريق أربعة جزيئات أساسية . ولذلك فإن له قدرة تخزين كبيرة مع قدرة معالجة متواضعة ، عندما ينقسم ويتحد وعندما يطفر فى بعض الأحيان . إن « الدنا » يمثل حاسباً صغيراً ، وقد بدأ استخدامه فى بعض الحسابات الكثيفة والتى تسمى « حسابات دنا »(*) (DNA Computing) ، والتى تثير غيرة الحاسبات التقليدية . إن كل خلية بشرية تحتوى على شريط مجهرى من «دنا» يحدد التكون التشكلى لنا .

إن « دنا » هو الشكل الحيوى لأوتوماتا (تورنج / فون نويمان) التطورية . وقد اقترح (فون نويمان) فرضه عن الأوتوماتا ذاتية التطور ، قبل بضع سنوات من إثبات « جيمس واطسون » (James Watson) (١٩٢٨ – ٠) و « فرانسيس كريك » (Francis Crick) (١٩١٦ – ٠) صحة ذلك عندما وصفوا تركيب «الدنا». ونظراً لأن «الدنا» شكل من أشكال الأوتوماتا ذاتية التكاثر .. فإنه يمكن زيادة مستوى التعقيد فيه سواء بمؤثر خارجى أو دونه ما دامت الظروف تسمح بذلك . إن «الدنا» يعتبر منظومة ذكية غير إدراكية (Noncognitive) تتعلم من المحيط الخاص بها وتتواءم معه . والتكاثر والطفر هى الوسائل التى تتعلم وتتواءم عن طريقها « الدنا » .

إن « الدنا » وكذلك أى آلة تورنج تطورية تمثل نظاماً مفتوحاً ؛ حيث لا يوجد شىء جامد يوقف شريطاً من « الدنا » من أن يزيد تعقيده . إن هذه هى الآلة التى

= (Genetic algorithms) والتى تحاول أن تحاكى التطور ، الذى يحدث فى الطبيعة لحل بعض المسائل .

(*) حسابات دنا هى نوع من الحسابات ابتدأه « ليونارد أدلمان » (Leonard Adleman) حيث تستخدم جزيئات «دنا» فى حل مسائل رياضية معقدة . وتسمح هذه الحاسبات بإجراء ترليونات العمليات الحسابية على التوازى .

تتطور من أسفل إلى أعلى وقد لاحظها (داروين) و (والاس) فى الطبيعة ثم وضع أساسها النظرى الرياضى (تورنج) و (فون نويمان) ووصفها (واطسون) و (كريك) من الناحية البيولوچية .

إن النظرية الحديثة للمعلومات توضح أن الكون والحياة والذكاء الشعوري يمكنهم أن ينشئوا أنفسهم من أسفل إلى أعلى . إن هناك بعض القيود على تطور «دنا» ، وهى أنه لا يتم توجيهه عن طريق الذكاء الشعورى ؛ أى إنه يعتمد أساساً على التجربة والخطأ .

ونظراً لأن حاسب « دنا » يعتبر بطيئاً وبسيطاً ومنظومة غير إدراكية ، لا تعرف شيئاً عن أوجه القصور بها أو أهدافها .. فإن التطور الحيوى بطئ جداً . ولكن منذ حوالى بليون سنة ظهرت بعض الإبداعات مثل « التمثيل الضوئى » (Photosynthesis) والتكاثر الجنسى . ومنذ حوالى ٨٠٠ مليون سنة ظهرت المخلوقات متعددة الخلية ذات الجسم اللين . وأحسن شىء فى الحياة متعددة الخلية أنها تستطيع تطوير آلات معالجات البيانات متعددة الخلية ، مثل الأعصاب والمخ . وقد ظهرت أول الأمخاخ للفقاريات (Vertebrates) منذ حوالى ٥٥٠ مليون سنة . بعد ذلك حدثت أول ثورة فى تاريخ الأرض فمنذ حوالى ٥٤٠ مليون سنة تطورت الحيوانات التى تحرق الأكسوجين . ولأهمية هذا الحدث يطلق عليه « الانفجار الكامبرى » (Cambrian explosion) ، وبذلك بدأ عصر الكائنات الحية متعددة الخلية ؛ حيث حدثت تطورات كبيرة فى عشرات الملايين من السنين . بعد ذلك ابتدأت الفقاريات فى تطوير أمخاخ أكبر وأكثر قدرة منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة، ووصل حجم الأمخاخ إلى تلك الموجودة فى الأسماك، والتى تشبه تلك الموجودة أيضاً فى الزواحف . ومنذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة ظهرت أول الأمخاخ للثدييات، وبعد ذلك ظلت فى حالة ركود لملايين السنين تحت عبودية الديناصورات .

ولكن معدل التطور نهض مرة أخرى ، بعد انقراض الديناصورات ، عندما إبتدأت أمخاخ « الرئيسات » (Primates) ، وهى رتبة من الثدييات تشتمل على الإنسان والقردة ، تمددها الكبير منذ حوالى ٤٠ مليون سنة . ومنذ حوالى ١٠ مليون سنة تطورت أمخاخ القردة ووصلت إلى ثلث حجم أمخاخنا . ومنذ أكثر من ٤ ملايين سنة ظهر الإنسان صانع الأدوات الحجرية وابتدأ عصر التكنولوجيا . وقد ساعدت الابتكارات على مضاعفة حجم المخ عند الإنسان منذ حوالى ٢ مليون سنة . وفى النهاية وصل حجم المخ عند الإنسان إلى وضعه الحالى ، منذ بضعة آلاف من السنين.

التطور بطرق أخرى باستخدام التكنولوجيا العلمية :

إن التطور باستخدام التكنولوجيا العلمية يعتبر أسرع وأقوى أنواع التطور ، لأنه الأكثر ذكاءً . والمنظومات الذكية ليست كاملة بطبيعة الحال ، وفى بعض الأحيان تستفيد من الصدف الحسنة غير المخططة . ومع ذلك فإن العقول التى تتمتع بالشعور الذاتى يمكنها أن تعرف كيف يعمل الكون ، وكذلك كيفية عمل المنظومة المتطورة التى يعيشون فيها ، ويمكنها أن تدخل بها بعض التعديلات بجعلها أكثر سرعة . إن العقول التى تشعر بذاتها يمكنها أن تضع لنفسها أهدافا محددة ، ثم تضع الخطط وتنفيذ المهام الضرورية لتحقيقها .

إن التطور التكنولوجى له ميزة أخرى على التطور الحيوى لا يتم إعطاؤها قدرها من الاهتمام . إن « الدنا » يستطيع بشكل جيد أن يحتفظ بالمعرفة ، التى حصل عليها ولكن كثيراً مما تم تعلمه قد ضاع ؛ لأن كثيراً من السلالات والحياة النباتية والحيوانية فى العصور السابقة قد إنقرضت ، وبانقراضها فإن كل المعرفة المتفردة لكل منها قد ذهب معها . هذا بعكس المعرفة التكنولوجية ، التى يمكن الحفاظ عليها ، والإضافة إليها مع مرور الوقت .

ولذلك فليس غريباً أن يتم التقدم البشرى بسرعة كبيرة ، فمنذ أكثر من عشرة آلاف عام بدأ عصر الزراعة ، وبعد ذلك ببضع آلاف من السنين ظهرت المدن وتم إختراع الكتابة . ثم بدأ عصر الصناعة منذ حوالى ٢٠٠ عام ، ويقدر عمر عصر المعلومات بعشرات السنين ، فالحقبة الأولى فى عصر المعلومات ، والتى اشتملت أساساً على الحاسبات المبرمجة بواسطة الإنسان عمرها حوالى ٥٠ سنة . والحقبة الثانية لعصر المعلومات ، والتى إبتدأت خلال التسعينيات من هذا القرن تركز على المعالجة المتوازية للمعلومات ، بالإضافة إلى الحاسبات ذاتية البرمجة . إن الأشياء تتغير بسرعة فى غضون عقد واحد أو حتى خلال عام واحد . إن كمية المعارف التى تم الحصول عليها فى خلال العشرة أو العشرين سنة الأخيرة ، أكثر من جميع المعارف التى تم الحصول عليها فى جميع العصور السابقة .

الدروس المستفادة :

والآن ماذا تعلمنا من هذا التاريخ الموجز للحياة والتكنولوجيا ؟

وعلى الأخص كيف يمكن لأنماط الماضى أن تستخدم للتنبؤ بالأنماط التى ستأتى فى المستقبل ؟

إن الكون منظومة معقدة ، وقد تكاتفت جهود العلماء فى وضع النظريات والمفاهيم التى تساعد فى سبر أغواره . ومن بين أهم هذه الأفكار والنظريات : نظرية

الكم(*) والنظرية النسبية(**) وآلة تورنج التطورية التى صاغها (فون نويمان) فى صورة (أوتوماتا) ذات جذور بيولوجية مسترشداً بأفكار (داروين) فى النشوء والتطور ، التى ترتكز على التكاثر والتنوع والانتقاء الطبيعى .

وهناك ثلاث أنماط للتطور :

النمط الأول : من أسفل إلى أعلى ؛ أى من المنظومات البسيطة إلى المنظومات

(*) نظرية الكم (Quantum Theory) تتعلق بالتفاعلات بين مكونات الذرة . وقد ابتدأت فى عام ١٩٠٠ عندما اقترح « ماكس بلانك » (Max Planck) (١٨٥٨ – ١٩٤٧) أن الطاقة تمتص وتشع فى كميات منفصلة تسمى « الكمّات » (Quanta) . كما اقترح « ڤيرنر هيزنبرج » (Werner Heisenberg) (١٩٠١ – ١٩٧٦) فى عام ١٩٢٧ مبدأ « عدم اليقين » ، الذى يقول بأنه لا يمكن معرفة مكان وسرعة الإلكترون معا بالدقة نفسها .
كما بينت بعض تفسيرات نظرية الكم بأن الفوتونات تأخذ جميع المسارات الممكنة ، وبعضها يلغى البعض الآخر ويتم تحديد المسار الفعلى فقط عندما يتم إجراء عملية الرصد .
وقد بدأ أخيراً النظر فى إمكانية إجراء ما يسمى « الحسابات الكَمّية » (Quantum Computing) . وهى طريقة جديدة للحسابات تعتمد على فيزياء الكم ، وتستخدم إمكانية وجود الجسيمات مثل الإلكترونيات فى أكثر من حالة فى الوقت نفسه . وتستخدم فى ذلك « الوحدة الثنائية الكمية » (Quantum bit (Qu - bit أو بمعنى آخر فإنها تكون « صفر » و « واحد » فى الوقت نفسه إلى أن يتم رصدها . وفى هذه الحالة فإنها تأخذ قيمة « صفر » أو « واحد » ويسمى ذلك « فك الإلتحام الكمّى » (Quantum decoherence) . معنى ذلك أن ١٠ وحدات ثنائية كميّة تستطيع تخزين ١٠٢٤ عدد فى الوقت نفسه ، مقابل عدد واحد فى النظام الرقمى العادى . وعلى هذا الأساس فإن الحاسب الكمى يمكنه تجربة عدد كبير من الحلول فى الوقت نفسه .
كما أن هناك أيضاً ظاهرة « التشابك الكمى (Quantum entanglement) . فلو افترضنا أن هناك فوتونين تم توليدهما من تفاعل خاص بجسيم واحد ، وبعد ذلك تحركا فى اتجاهين متضادين .. فإنهما يظلان مرتبطين مع بعضهما . بمعنى أنه إذا أرغم أحدهما على اتخاذ قرار باختيار أحد الاتجاهات المحتملة .. فإن الفوتون الآخر سيأخذ القرار نفسه مهما كانت المسافة بينهما .

(**) النظرية النسبية الخاصة صاغها « ألبرت أينشتين » (Albert Einstein) (١٨٧٩ – ١٩٥٥) فى سنة ١٩٠٥ وترتكز على أن سرعة الضوء فى الفراغ ثابتة ولا تعتمد على المصدر أو الراصد، وأن الأشكال الرياضية للقوانين الفيزيائية لا تتغير بتغير الإطار المرجعى . وقد نتج عن هذه النظرية العلاقة بين المادة والطاقة والتى كانت أساس القنابل الذرية . كذلك أشارت النظرية إلى تغير الكتلة والأطوال والزمن مع تغير السرعة . ويتم تطبيق النظرية النسبية الخاصة على الأجسام التى تتحرك بسرعة ثابتة وفى خطوط مستقيمة .
والنظرية النسبية العامة صاغها (أينشتين) فى سنة ١٩١٥ ، وتتعلق بالجاذبية ، وتقول بأن الجاذبية والعجلة (Acceleration) متكافئتان ، وأن الجاذبية يمكنها أن تعمل على انحناء الشعاع الضوئى. وقد تم وضع نموذج للفضاء (الزمكان) يعتمد على هندسة (ريمان) ، التى صاغها «جورج ريمان» (Georg Riemann) (١٨٢٦ – ١٨٦٦) فى عام ١٨٢٧ .

المعقدة معتمدة على تفاعلها فقط مع البيئة المحيطة بها دون تدخل من مستويات أعلى من الذكاء .

النمط الثانى : من أعلى إلى أسفل حيث يحدث التطور بواسطة منظومة ذات ذكاء أعلى ، وبالتالى أكثر تعقيداً ، وتقوم ببرمجة المنظومة الأقل تعقيداً للقيام بمهام أعقد ولكنها لن تصل إلى مستوى تعقيد المنظومة التى برمجتها ، وهذا هو الوضع الحالى لمستوى التكنولوجيا العلمية .

النمط الثالث : يجمع ما بين النمطين السابقين ، حيث تقوم منظومات ذات تعقيد أعلى فى برمجة المنظومات الأقل تعقيداً فى البداية . وبعد ذلك تستمر المنظومة فى تطوير نفسها دون الاعتماد على المنظومة الأكثر تعقيداً .

إن المنظومات كلما تعقدت ، أصبحت عرضة للتغير ، وأصبح فهمها أكثر صعوبة ، وأصبح التنبؤ بسلوكها أقل . وقد بدأ الاهتمام بهذه الظواهر يحظى بدراسات متعمقة منذ نهاية الستينيات فيما أصبح يعرف باسم « الفوضى » أو «الشواش» (Chaos) . ويزيد فى تعقيد الأمور الارتباط الكائن بين المنظومات المختلفة بحيث لا يمكن عزل دراسة منظومة معينة عن المنظومات الأخرى المرتبطة معها ؛ مما ينشأ عنه ظهور سلوكيات جديدة للمنظومة لم تكن موجودة عند دراستها بشكل منعزل عن الآخرين .

وقد وصلت المنظومات البيولوجية إلى درجة كبيرة من التعقيد ، لأنها تطورت عبر بلايين السنين بشكل بطئ . ولكن النظم الاصطناعية حديثة العهد تتطور بشكل أسرع ملايين المرات من نظيرتها البيولوجية . ومن المحتمل أن يزيد تعقيد هذه النظم الاصطناعية عن النظم البيولوجية فى وقت ما فى المستقبل .

وبالنسبة لطبيعة التطور .. فإن بعض الأشياء تتغير بصورة متدرجة ، ولكن من الممكن أن تحدث طفرات فجائية بعد فترة من التغير الهادئ . كذلك فإن معدل التغير قد أخذ يزداد مع الوقت بصورة كبيرة . ويجب ملاحظة أن العصور المختلفة تكمل بعضها البعض . فظهور عصر معين لا يلغى العصور السابقة ، ولكنه يعمل على تطويرها على الرغم من أنها قد لا تكون فى الصدارة .

خلاصة القول أنه إذا ظل معدل التغير كما هو فى ازدياد .. فإن القرن الحادى والعشرين سيشهد أكثر الأحداث غرابة فى تاريخ الأرض . إن التقدم يسير بشكل أسى والسؤال الآن : إلى أين سيقودنا هذا التطور السريع ، وفى أى شكل سيكون بعد مائة عام من الآن ؟