الفصل الخامس

النظرية الرياضية للمعلومات

- **نظرية المعلومات.. رياضيًّا**
  - رياضيًّا... ما هي المعلومات؟ وكيف نقيسها
  - نوعية المعلومات
  - النظرية اللوغاريثمية للمعلومات
- **لسنا روبوتات، حرية الرفض**
- **«لا»... مفتاح المعلومات**
  - المعلومات استبعاد للاحتمالات
  - سلال/ قوالب/ مجموعات الاحتمالات
- **النظرية الرياضية للمعلومات**
- **المعلوماتية في ضوء النظرية الرياضية للمعلومات**
  - المعلومات ذكاء وحرية
- **القارئ الكريم**

تناولنا في الفصول السابقة من هذا الباب مفهوم المعلوماتية، وذلك من خلال **نظرية المعلومات الكونية التي وضعها عالم تكنولوجيا المعلومات الألماني ڤيرنر جت.** ووصلنا من خلال هذه النظرية إلى **دحض العقيدة المادية السائدة،** بعد أن بَيَّنَا عجز البنية المادية الصِّرفة عن أن تكون أصل الوجود. فقد أثبتت النظرية أن المعلومات الكونية هي العنصر الأساسي للوجود كله (الكون - الحياة - الكائنات الحية - الإنسان)، وأن **هذه المعلومات تحتاج إلى مصدر أول فوق مادي، أزلي، مطلق العلم والذكاء والقدرة والخالقية.**

وتثبت نظرية المعلومات الكونية أهمية المكون المعلوماتي كأساس للوجود من خلال **مستويات المعلومات الخمسة،** التي تتجاوز بها طرح نظرية شانون الرياضية للمعلومات والتي تقف عند المستوى الأول الرياضي الإحصائي، ولا تتطرق للمستويات الشفقية والدلالية والعملية والغائية للمعلومات. كما تتجاوز نظرية المعلومات الكونية أهمية المكون المعلوماتي للوجود لتفتح الباب للبحث عن مصدر تلك المعلومات.

ومع ما اتسمت به **نظرية شانون الرياضية للمعلومات** من محدودية، يفاجئنا عالم الرياضيات **وليم ديمبسكي** بطرح ينطلق من هذه النظرية[1]، **ليصل بنا من خلال مستواها الرياضي الإحصائي إلى نفس النتيجة التي وصلت إليها نظرية المعلومات الكونية،** وهي أن المكون الأساسي للوجود ليس المادة ولا الطاقة، لكنه المكون المعلوماتي، الذي يحتاج إلى مصدر أول يتوافق مع ما وصفه ڤيرنر جت.

(1) المرجع الرئيسي لهذا الفصل هو كتاب Communion: The Metaphysics of Information، تأليف: وليم ديمبسكي؛ الرياضي والفيلسوف الديني الأمريكي.

نظرية المعلومات.. رياضيًّا

Information Theory.. Mathematical

اعتدنا في حياتنا اليومية كلما قابلنا شخصًا غزير وعميق المعلومات أن نصفه بالذكاء، وقد اعتبر المتخصصون أن **المعلومات (كميتها وعمقها وكيفية التعامل معها) دليل على الذكاء**، الذي صمموا لقياسه الاختبارات المتعددة.

رياضيًّا: ما هي المعلومات؟ وكيف نقيسها؟

اعتدنا في استخدامنا الدارج أن نقول: استقبلنا معلومات، وأخذنا معلومات، وأعطيته معلومات. لذلك تصف كلمة المعلومات أمورًا لم نكن نعرفها من قبل ثم صرنا نعرفها، من ثم **تُوصَف المعلومات بأنها تقلل من مقدار (درجة) عدم يقيننا.**

ولعل أصعب مشكلة تقابلنا عند التعامل مع المعلومات هي تعريفها و**كيفية تقسيمها وقياسها**. وقد اهتمت النظريتان الرياضية واللوغاريثمية للمعلومات بذلك، حتى صار من أعظم إنجازاتهما وضع آلية لتكميم (من كم، أي مقدار) المعلومات. دعنا نوضح تعريف المعلومات وأنواعها وطريقة قياسها بمثالين:

إذا وصلنا إلى **فندق صغير (بنسيون)** يحوى ثماني غرف، ولم نكن قد حجزنا غرفة مسبقًا، فإن احتمالية أن نقيم في غرفة بعينها هي 1 /8، وهذه **الاحتمالية مقياس مباشر لعدم يقيننا**. أما إذا كنا قد أُخبرنا قبلًا بأننا سنقيم في غرفة رقم «5» فإن هذه المعلومة تكون قد قضت على عدم يقيننا.

ويمكن **تحديد مقدار المعلومات** اللازمة للقضاء على عدم اليقين بأمر ما بعدد الأسئلة المباشرة (التي يُجاب عليها بإحدى إجابتين نعم أو لا) التي ينبغي أن نسألها لمعرفة هذا الأمر. وفي مثالنا نجد أن المعلومة (رقم الغرفة) ستتأكد من طرح ثمانية أسئلة (بعدد غرف البنسيون): هل غرفة 1؟ هل غرفة 2؟ هل غرفة 3؟... وهكذا. لكل من هذه الأسئلة إحدى إجابتين (نعم أو لا). **وبلغة الرياضيين** نقول:

من أجل أن نحدد احتمالية في أي الغرف (من الثمانية) سنقيم، في حالة وجود احتمالين لكل غرفة (نعم أو لا) فإن $8=2^3$ حيث اثنين (نعم أو لا) هي الأساس Base، و 3 هي قوة

الأساس Power، من أجل أن نحصل على 8. ولأسباب رياضية معقدة نعتبر أن **قوة الأساس (3) هي كمية المعلومات المطلوبة**، ونصفها بأنها **3 بت** (Bit هي اختصار لـ Binary digits = أرقام ثنائية). وبأسلوب رياضي آخر نقول: «3» هي لوغاريثم (عدد مرات المضاعفة) الرقم «8» للأساس «2» وتكتب هكذا: $3= 8 \text{ Log}_2$.

دعنا نطبق هذا الفهم على **المثال الآخر**:

إذا استقبلنا على **هاتفنا المحمول** رسالة باللغة الإنجليزية التي تحوى 26 حرفًا + مسافة = 27 رمزًا، فإن احتمال أن يصلنا أيٌّ من هذه الرموز (وليكن الحرف A) هو 1/27، وأمام كل حرف احتمالين (أن يكون جزءًا من الرسالة أو لا يكون)، بذلك تكون المعلومات التي يضيفها لنا كل حرف = $\text{Log}_2 27$ أي لوغاريثم الرقم «27» للأساس «2» ويساوى 4.76 تقريبًا. وبالتالي فإن رسالة طولها عدد m من الرموز تنقل لنا معلومات مقدراها $m \text{ Log}_2 27$

و إذا كانت الرسالة تحمل بالإضافة إلى حروف الأبجدية أرقامًا، عندها سيكون لدينا 37 رمزًا (27 حرف + 9 أرقام + صفر). عند ذلك ستصبح المعلومات التي تنقلها لنا الرسالة $m \text{ Log}_2 37$

في هذين المثلين يلعب رقم «2» دورًا رئيسيًّا (نعم أو لا).

وفي **لغة الكمبيوتر** نستخدم للدلالة على أي حرف لغوى رمزين «0، 1»، لذلك فإن خمسة رموز منها كافية للتعبير عن الـ 27 رمزًا التي تحويها اللغة الإنجليزية. بذلك تكون مثلًا: المسافة = 00000 ، C = 11000 ، B= 01000 ، A= 10000 ....

نوعية المعلومات

معلومات دلالية Semantic [1]، ومعلومات بنيوية Synthetic [2]

افترض إنك قد استقبلت على تليفونك المحمول هذه الرسالة التي طولها 16 رمزًا ومسافة: ZXXTRQ NJOPW TRP، إن **المحتوى المعلوماتي** لهذه الرسالة يبلغ $16 \text{ Log}_2 27$ بت Bits . قد تقول؛ لكني لم أفهم من الرسالة أية معلومات، أجيبك: ربما كانت مشفرة، وهذا هو بيت القصيد. فإن كان للرسالة معنى ولو من خلال شفرة فهي تحمل **معلومات دلالية تشير إلى معنى**. و إن لم يكن للرسالة معنى إطلاقًا فهي **بنية لا ترمز لشيء**، وبالرغم من ذلك فهي من منظور نظرية المعلومات تحوى نفس القدر من المعلومات، وهو أمر يثير الدهشة، فقد

(1) Semantic مشتقة من اليونانية بمعنى رمز، وبالتالي تعني «ترمز إلى معنى = دلالة».

(2) Synthesis في اليونانية بمعنى بناء أو تركيب. وتعني هنا أنها «تركيب أو بنية لا ترمز لمعنى».

وصفنا المعلومات بأنها تقلل مقدار عدم يقيننا، أما المعلومات البنيوية فهي لا تفعل شيئًا من ذلك بالمرة.

فكر فيما يمكن أن تستقبله في يومك عبر **خط التليفون الأرضي**، في كل لحظة يمكن أن تستقبل أنواعًا مختلفة من المعلومات الصوتية والفاكس والمعلومات الرقمية بل وشوشرة التليفون، بعض هذه المعلومات يحمل معاني لبعض الأفراد ولا يحمل معاني للبعض الآخر، فمن لا يفهم اللغة الصينية لن تمثل له الكلمات الصينية أي معنى[1].

مثال آخر: إذا ذهبتُ إلى المكتبة لأبحث عن **كتاب في علم أمراض الكلي** Nephrology. ربما كانت أمينة المكتبة لم تسمع بهذا العلم، لكن ما أن أخبرتها عن فرع الطب الذي أريده فإنني أكون قد نقلت لها معلومات مقدارها [2] Log_2 27 01، وعندما تبحث الأمينة عنه في فهرس الكمبيوتر فإنها ستتوصل فورًا إلى أسماء الكتب وأماكنها وأرقامها. لقد عملت الموظفة كوسيط لنقل المعلومات (بنيوية غير ذات معنى بالنسبة لها) إلى الكمبيوتر، بالرغم من أن الكلمة لها معنى عندي (معلومات دلالية)[3].

النظرية اللوغاريثمية للمعلومات[4] Algorithmic Information Theory AIT

لا شك أن من أعظم إنجازات العلم الحديث هو التوصل إلى النظرية اللوغاريثمية للمعلومات، تلك **النظرية** التي **يستخدمها الكمبيوتر، وهي ذاتها المستخدمة في الخلية الحية منذ نشأة الحياة** منذ 3.7 مليار سنة! لذلك صار لِزامًا على المهتمين بدراسة أصل الحياة أن يفهموا أُسس هذه النظرية.

---

(1) إن مهندس الاتصالات لا يعنيه معنى ما يصلك عبر التليفون، إنه يهتم بكفاءة الخط، أي كم من الرموز في الثانية يقوم بنقلها، وكم معلومة بنيوية تُرسَل عن طريق الخطأ مثل الشوشرة!

(2) هي عدد حروف الكلمة، و(27) عدد حروف الأبجدية الإنجليزية + مسافة. (2) هو احتمال أن يكون الحرف موجودًا أو غير موجود في الكلمة.

(3) إن القياس الكمي للمعلومات البنيوية (التي لا معنى لها) عملية بسيطة تتوقف عند الحسابات الرياضية. أما بالنسبة للمعلومات الدلالية (التي ترمز إلى معنى) فتقييمها أكثر صعوبة. فالمعنى يتوقف على المحتوى؛ فإذا استقبلت رسالة تقول «نعم»، فإن المزيد من المعلومات مطلوب لفهم هذه الرسالة، هل «نعم» هي إجابة عن سؤال: هل تتزوجيني؟ أم هل توافق على بيع المنزل؟ أم هل ما زلت غاضبًا مني؟....

(4) أُشتقت كلمة Algorithm من اسم الرياضي محمد بن موسى الخوارزمي، الذي عمل في بيت الحكمة الشهير في بغداد في القرن التاسع الميلادي.

وقد قام بوضع النظرية العالِمين Chaitin (الأرجنتيني الأمريكي) & Kolmogorov (الروسي)، للتعامل مع التعقيد الذي يميز المعلومات ذات التتابع الخاص (مثل I Love You). وتشبه النظرية نظرية شانون الرياضية للمعلومات، وإن كانت أنسب منها للتعامل مع الحاسوب.

ولشرح النظرية، نطرح **القاعدة العامة** التي تحكمها: تصور **تتابعًا من ثنائيات** (0 ، 1) **على هيئة ثلاثيات متكررة**، ويشتمل على 6 بلايين رمز موزعة في 2 بليون ثلاثية..... 001001001. إن هذا التتابع يحتوي على 6 بليون بت من المعلومات.

إن هذه العملية المتكررة هي ما يسميه الرياضيون «**لوغاريثم** Algorithm» وعليها يعتمد عمل الكمبيوتر، فتستطيع بجهد بسيط أن تجعله يقوم بهذه العملية المجهدة للغاية بأن تعطيه التعليمات: For n=1-2 billion, Write 001, Stop.

اعتبر 2- 1 = n بليون، أكتب 001، توقف.

إن كتابة هذا الأمر يحتاج 39 دقة على مفاتيح الكمبيوتر، عندها سيكتب الكمبيوتر 6 بلايين رمز. ما أعقدها (أو أبسطها) عملية.

وانطلاقًا من هذه القاعدة، نطرح ثلاثة أمثلة تعيننا على فهم دور النظرية في ظاهرة الحياة. **المثال الأول:** تصور **تتابعًا من 3 كلمات يتكرر 2 بليون مرة** ILoveyouILove-ouILoveyou...

إذا كان التتابع السابق (... 001001) يحمل **معلومات بنيوية لا معنى لها**، فهذا المثال يحمل معلومات دلالية (ذات معنى). والمعنى تحمله الثلاث كلمات الأولى ثم يتكرر. ويمكن إعطاء الأمر: For n =1 - 2 billion, Write ILoveyou, Stop.

وليست هناك حاجة لبذل الجهد لكتابة الـ16 بليون رمز (2بليون × 8 أحرف).

إن اختصار هذا الكم الهائل من الرموز إلى رموز قليلة (حوالى 40 رمزًا) باستخدام برامج الكمبيوتر يقف وراء النظرية اللوغاريثمية للمعلومات.

ويمكن **تعريف اللوغاريثم بأنه «طريقة» لإنجاز شيء عن طريق خطوات محدودة**[1]، لذلك فإن **برامج الكمبيوتر** Software **هي اللوغاريثمات التي تمكن الكمبيوتر** Hardware **من معالجة المعلومات.**

وتبعًا للنظرية اللوغاريثمية للمعلومات AIT، إذا أخذنا **تتابعًا متكررًا** من رموز مثل ILoveyou (لها معنى) أو تتابعًا متكررًا لا معنى له مثل #-/~8x@ فإن الكمبيوتر يقوم بإنجاز المهمة بسهولة مهما تعددت مرات تكرار هذا التتابع (حتى 6 بلايين رمز مثلًا كما في خلايا جسم الإنسان).

المثال الثاني: إذا أخذنا تتابعًا آخر، عبارة عن 6 بلايين رمز مثل المثال السابق، لكنه نتج

(1) A way of Getting something done in a finite number of Steps

عـن **دقات قرد** عـلى مفاتيح الكمبيوتـر (**تتابعًا عشـوائيًّا غير متكرر**)، فسـنجد أنه **لا يمكن كتابة برنامج مختصر (لوغاريثمى) لتنفيذ هذا التتابع من المعلومات**، وأي برنامج لحساب ذلك سـيكون بطول الـ 6 بلايين رمـز كلها. ونَصِف هذا التتابع بأنه **لا يمكـن ضغطه لوغاريثميًّا، لذلك تُعتبر عـدم القابلية للانضغاط لوغاريثميًّـا** (Algorithmic Incompressibility) طريقة ممتـازة **لتعريف العشـوائيـة**. ويُعتـبر هـذا التتابع الـذي دقـه القـرد معقـدًا إلى أقصى مدى Maximally Complex استنادًا إلى مقاييس التعقيد[1].

المثـال الثالث (بعد مثـالي ILoveyou ودقات القرد): تأمل **أحد كتـب الأدب الإنجليزي** التي تحوي سـتة بلايين رمز أيضًا. إننا لا نسـتطيع أن نحصل على قدر ذي بال من الانضغاط اللوغاريثمي، ولا شك أن أي برنامج لتنفيذه سيكون **شديد التعقيد** كمثال القرد، لكنه يختلف عنـه في أن **مثال القرد يحمل معلومات بنائية (لا معنى لهـا) أما تتابع الكتاب فمعلوماته دلالية (ذات معـنى)**، وترجع قدرتنا على فهمه إلى أننـا قمنا بتعلم اللغة الإنجليزية، لذلك نصف هذا التتابع بأنه **ذو تعقيد متفرد** Specified Complexity. أما تتابع ILoveyou فهو معلومات دلالية (ذات معنى) قابلة للانضغاط اللوغاريثمي بشدة.

لذلـك **يمكننا تعريف التتابعات غير المنضغطـة لوغاريثميًّا (مَثَلّي القرد والكتاب) بأنها لا يمكن أن تنبثق تلقائيًّا من عمليات لوغاريثمية أبسط منها كما في مثال** (ILoveyou).

ولمزيد من الفهم للفرق بين مثال دقات القرد ومثال الأدب الإنجليزي، نقول: إذا سقطت نقط من الحبر على ورقة فإنها ترسم بقعًا يستحيل أن تشبه إحداها الأخرى، ومن ثم فكل بقعة تتميـز بنمط خاص (Specified) ومع ذلك يمكن أن تُنسـب إلى الصدفـة كمثال القرد. أما إذا كتب شخص بالقلم الحبر على الورق موضوعًا ما فإن ذلك يعتبر «**تعقيدًا متفردًا ذا معنى وراءه ذكاء**». ولأهمية هذا المفهوم سنفصله في الفصل الرابع من الباب الرابع.

لسنا روبوتات
حرية الرفض

يرجع شيوع الطرح المادي في هذه المرحلة من الحضارة الإنسانية **إلى بساطته وإلى ما حققه العلـم المادي من نجاحـات**. وبالرغم من ذلك، إذا نظرنا إلى هذا الطرح من الناحية الفلسـفية

(1) سنقوم بطرحها في الفصل الرابع من الباب الرابع.

وجدناه مليء بالسلبيات والأخطاء التي عَرَّاها العديد من الفلاسفة والعلماء البارعين، كما رأينا في الباب الأول من الكتاب.

وإذا كان الطرح المادي لبنية الوجود هو الأسهل عرضًا والأيسر فهمًا، فذلك لا يعني أنه هو الطرح الأصوب. فإذا كانت بساطة الطرح من أدلة صحته، فذلك **يحتم في البداية أن يكون الطرح البسيط طرحًا صحيحًا!** وقد عبر **أينشتين** عن هذا المعنى بقوله: «من السمات المهمة لأية نظرية أن تكون مكوناتها قليلة وبسيطة قدر الإمكان، بشرط ألا يتعارض ذلك مع صحة أي عنصر من عناصرها». وهذا ما وصفه أينشتين في موضع آخر بقوله «ينبغي أن يكون كل شيء بسيطًا، ولكن ليس أبسط مما ينبغي». ومن ثم، فإن **بساطة النظرية ينبغي أن توزن مقابل صدقها**، وهذا هو خطأ المادية الأكبر! فإن بساطتها كانت على حساب صدق وصفها للواقع. أما الوصف الأصدق للواقع، وإن كان الأكثر تعقيدًا، فهو الوصف من خلال المنظور المعلوماتي، كما نتبنى في هذا الكتاب.

وتؤدي النظرة المادية للوجود إلى استنتاجات صارمة صادمة، لعل أهمها **غياب الإرادة الإنسانية الحرة**[1]. فالإرادة الحرة تجعل الإنسان مسئولاً عن قراراته وتصرفاته، باعتبارها استجابة محسوبة وليست مجرد سلوك حتمي تفرضه قوانين الطبيعة، أو رد فعل للأحداث تفرضه بنية الإنسان النفسية. فالإرادة الحرة تتعرف على الاستجابات المحتملة ونتائجها، وتُقَيِّمها تبعًا لأهداف الإنسان وقيمه، وفي ضوء ذلك يختار الإنسان الفعل الذي يريد أن يقوم به. ومن ثم، **فالسلوك الإنساني هو استجابة حرة منطقية، وليس سلوكًا حتميًّا أو تلقائيًّا** كالذي يدعيه المذهب المادي[2].

---

(1) يستند الماديون في رفضهم للإرادة الحرة إلى تجربة أجراها عالم المخ والأعصاب بنجامين ليبيت Benjamine libet ونشر نتائجها عام 1983. والمؤسف أن الماديين نسبوا إلى التجربة عكس ما توصل إليه ليبيت نفسه! فادعوا خطأً أن التجربة تثبت أن الشعور بالإرادة الحرة ليس إلا توهمًا. لتفاصيل التجربة وتفسير نتائجها، راجع كتابي **«الإلحاد مشكلة نفسية، الفصل الثاني عشر، الناشر نيوبوك، 2016»**.

(2) يعرض الماديون مفاهيمهم المعارضة لحرية الإرادة في ثلاثة أشكال:

- الحتمية الصلبة Hard Determinism؛ ويقصدون بها غياب حرية الإرادة بشكل كامل، وكأن الإنسان آله تسلك تبعًا لما تتلقاه من أوامر خارجية.
- الحتمية اللينة Soft Determinism؛ والتي تعتبر أن الإنسان أسير في اختياراته لعوامل داخلية؛ جينية وتربوية. أي كالروبوت الذي يخضع لبرنامجه الداخلي ولا يتلقى تعليمات من الخارج. =

ولعـل أكبر دليلين على الإرادة الحرة للإنسـان، هما **الدليل النفـسي والدليل الأخلاقي.** فمـن منا **لا يدرك أنه حـر الإرادة في تصرفاته!** فأنت مخير - مثلًا - في أن تسـتمر في قراءة هـذا الكتـاب أو أن تغلقه وتنـصرف. أما **الدليل الأخلاقـي** فينطلق من قناعتنا النفسـية والعقلية والقانونية بمسـئوليتنا عن أفعالنا، وتصل تلك المسـئولية إلى فرض عقوبة الإعدام على جرائم معينة. كما تصل حجية هذين الدليلين إلى أن أشـد الفلاسـفة الماديين تحمسًـا للحتمية يسلك في حياته منطلقًا من حرية الإرادة، إذ تجده يصر على القصاص ممن يقترف جُرمًا في حقه.

وفي مواجهـة حجيـة هذيـن الدليلين عـلى الإرادة الحـرة، طـرح الماديون طرحًا سـاذجًا سـخيفًا، وهو أن الشـعور بالإرادة الحرة هو «توهم»!!! توهم مفيد يمكننا من العيش في هذه الحياة!!!

وبالرغم من أن العوامل المؤثرة في اختيار الإنسـان ليسـت من كسبه، كما أن الأفكار التي يختار من بينها قد لا تكون من اختياره الواعي، فما أن تصل تلك الأفكار والاختيارات إلى وعينا حتى نصبح قادرين على اتخاذ القرار الحر الواعي حيالها، وتصبح لدينا القدرة على **الاختيار بين القبول وبين الاعتراض والرفض.**

ويتبنى وليم ديمبسـكي، **أن الإرادة الحرة في حقيقتها هـي «القدرة على الرفض».** وقد عبر عن هذا المعنى الوجدان الشـعبي المصري في أحد أمثاله الشعبية المشهورة حين قال: [**كنتي فـين يـا «لأ» لما قلـت «آه»**]. كما يؤكد ديمبسـكي أن قرار الرفض (كما سـنرى لاحقًا) هو محـور نظرية المعلومات الرياضية لشـانون. فعندما نقرر أن «توجهًـا ما» هو الحل فذلك يعني رفضنا للتوجهات الأخرى. فمعلوماتنا تجعلنا نقول «نعم» لأشياء من خلال قولنا «لا» لأشياء أخرى.

- النموذج العشـوائي Stochastic Model؛ ويقصدون به أن العقل يعمل بتلقائية أو عشـوائية دون تخطيط مسبق أو التزام داخلي أو خارجي، وأيضًا دون إرادة حرة.

إن هذه الأشكال الثلاثة من السلوك العقلي يغيب عنها الاختيار الحر، ويتصرف فيها العقل كأنه كرة تسقط من علٍ، ليست لها قدرة على الاختيار.

«لا»... مفتاح المعلومات

المعلومات استبعاد للاحتمالات

ينظر خبراء معالجة المعلومات إلى المعلومات في ضوء نظرية شـانون، باعتبار أنها «**تقليل/ استبعاد الاحتمالات**» Reduction/ Exclusion of Possibitites.

من أجل أن ندرك هذا المعنى، تأمل هذا **الحوار بين نادية وزوجها حسن:**

تقول نادية لزوجها: «لا أدري إن كانت السماء في الخارج تمطر أم لا تمطر».

لا شـك أن نادية قد أخبرت حسـن بـشيء له معنى، لكنهـا لم تنقل لزوجهـا أية معلومات Non-informative، فحسن يعلم أن السماء إما تمطر و إما لا تمطر، فليس هناك احتمال ثالث، إن نادية لم تضف أية معلومة، لذلك يوصف قولها بأنه كلام حشوي Tautology.

كذلـك إذا قالت نادية «إن السـماء تمطـر ولا تمطر» فذلك كلام ذو معـنى لكنه متعارض، لا ينقل أية معلومة.

أما إذا قالت نادية لزوجها: «إن السـماء تمطر في الخارج» فهذه جملة ذات معنى كالجملتين السـابقتين، وتزيد بأنها تنقل لزوجها معلومات Informative، فالجملة قد استبعدت أن السماء لا تمطر.

وقد تقول نادية لحسن؛ «إن السماء تمطر مطرًا خفيفًا». بذلك تُزيد نادية معلومات إضافية لزوجها، من خلال استبعاد أن يكون المطر غزيرًا.

يبين هذا المثال أن **قيمة المعلومات تعتمد على ما تستبعده من احتمالات**، فهذا الاستبعاد هو الذي **يثبت احتمالات أخرى، ودون هذا الاستبعاد ليست هناك معلومات.**

ومثلما نذير **عدسة التليسكوب** حتى نزيد - أو نقلل - من درجة وضوح الأجرام السماوية البعيدة، فإننا بمزيد من الدراسة يمكن أن نزيد أو نقلل من وضوح كل احتمال من الاحتمالات، كما يمكن أن نُدخل بعض الاحتمالات التي لم تكن مُدَركة إلى مجال الإدراك، فيمكنني - مثلًا - أن أزيد وضوح معلومة أن «السـماء تمطر» لتصبح «السـماء تمطر بغزارة، ويمكن أن أقلل من وضوح المعلومة بأن أقول أن «أرضية الشارع مبتلة»؛ فقد تكون مبتلة لسبب آخر.

لذلك فالمعلومات تتطلب **على الأقل احتمالين ممكنين، يتم استبعاد أحدهما.** وقد عبر روبرت ستالنيكر[1] عن هذا المعنى بقوله: «أن تتعلم شيئًا هو أن تكتسب معلومات عن طريق استبعاد الاحتمالات. وأن تفهم تلك المعلومات فهو أن تعرف أي المعلومات تم استبعادها».

و إذا كانت المعلومات هي استبعاد للاحتمالات، فما هي هذه الاحتمالات؟

سلال/ قوالب/ مجموعات الاحتمالات[2]

إن الوجود واسع للغاية بحيث يستحيل أن نحيط به، لكننا قادرين على أن ندرك الكثير من جوانبه المهمة. ويمكن صياغة كل جانب من جوانب الوجود على هيئة عدد من الأسئلة، التي يكون لكل منها عدد من **الأجوبة المحتملة**، إحداها/ بعضها صحيح والبعض الآخر خطأ.

ويمكن وضع هذه الأجوبة الصحيحة في مجموعات/سلال من الاحتمالات، وتجري أحداث الوجود من خلال تحقيق أحد الاحتمالات في كل سلة واقعيًّا واستبعاد البقية. لذلك سنستخدم في هذا المبحث **اصطلاح «سله الاحتمالات» للتعبير عن مجموعة الاحتمالات المناسبة للإجابة عن كل تساؤل**، وتشكل هذه السلال مجتمعة شبكة من المفاهيم التي تجيب عن مختلف تساءلاتنا حول الوجود، وتمثل هذه السلال كل ما يمكن أنها يقع في الكون، أي أنها نافذتنا على العالم.

ويحدد **سياق كل موضوع** الاحتمالات القريبة والبعيدة التي يمكن وضعها في سلال الاحتمالات، كما يحدد ما هو مستحيل ويستعبده، وبالتالي إذا تغير السياق تغير محتوى السلال.

فإذا نظرنا - مثلًا - إلى **السياق النيوتوني** الذي يستخدم الهندسة الإقليدية[3]، نجد أن الأجسام تتحرك في خطوط مستقيمة، أما إذا نظرنا إلى **فيزياء النسبية**، فعلينا أن نلتزم بالمسارات المنحنية للأجسام، حيث تسبب الجاذبية انحناء الزمكان تبعًا لنسبية أينشتين، وبالتالي نحصل على

(1) Robert Stalnaker: أستاذ الفلسفة الأمريكي بمعهد MIT للتكنولوجيا، ولد عام 1940.

(2) هذا العنوان ترجمة لمصطلح Matrix of Possibities. وتعني كلمة Matrix في اللاتينية رحم أو مصدر. ويطلق الرياضيون والمهندسون على هذا المعنى اصطلاح **«فضاء الاحتمالات A Possibility Space»** والترجمة التي سنستخدمها في هذا الكتاب هي «سلال الاحتمالات».

(3) تبعًا لهندسة إقليدس، فإن الفضاء مسطح كما أن الزمان مطلق.

صـورة أقرب «**للحقيقة**» لعالمنا الذي نعيش فيه. ومع ذلك فإن فيزياء نيوتن تقدم صورة أقرب «**للواقـع**» وأيسر في التعامل، لذلك ما زلنا نضع الاحتـمالات النيوتونية في الاعتبار عند تصميم المنظومات المتعلقة بالحركة.

ويعجبني في هذا المقام رأي نيوتن حين يشير إلى تغير الاحتمالات تبعًا لتغير السياق، فيقول: أَحكَم من تعاملت معهم هو الترزي! إذ يعيد أخذ مقاساتي كلما طلبت تفصيل ثوب جديد.

ولمـا كانـت **معلوماتنا عـن العالم تتزايـد دائمًا بالتراكم**، فـإن ذلك يعني المزيد من سـلال الاحتمالات والمزيد من الاحتمالات داخل كل سلة، وذلك يفتح الباب للمزيد من التساؤلات، وهكذا. لذلك قالوا: إذا كان علمنا يتزايد بمتوالية عددية فإن جهلنا يتزايد بمتوالية هندسية.

النظرية الرياضية للمعلومات

عرض كلود شـانون تصورًا رياضيًّـا للمعلومات[1] في بحثه الشـهير The Mathematical Theory of Information, 1949. وفي هذا البحث، قدم شانون نظريته الرياضية للمعلومات، والتي تهتم بوصف انتقال مجموعات رموز الشفرة (الأبجدية والأرقام) عبر وسائل التواصل.

ولتطبيق ذلك، يتم ترجمة احتمالات كل قضية/ سؤال إلى مجموعات من الرموز، وتمثل هذه المجموعات «**سـلال الاحتمالات**» التي تتم عليها **عمليات الاستبعاد** (يُرمز للاستبعاد بالرمز 0) **وعمليات القبول** (يُرمز للقبول بالرمز 1). وتتراص تتابعات هذين الرمزين في **سلاسل**، تشكل كل سلسـلة منهـا إحدى نتائـج عمليات الاختيار. ولما كانت لكل سـلة احتـمالات هائلة من السلاسـل، فإن قبول سلسـلة واحدة من المعلومات يعني اسـتبعاد عدد هائل من الاحتمالات، ويُنتج كمية هائلة من المعلومات. وبذلك تنتُج المعلومات التي يتم إرسـالها على هيئة سلاسـل من الرموز (0، 1) عبر وسائل التواصل.

وتتميز نظرية شانون بقدرتها على تكميم (حساب كمية) الرموز، ومن ثم فهي تتعامل مع

(1) عندمـا يتحدث الرياضيون والمهندسـون عن «**نظرية المعلومات**» فإنهم يقصدون إما نظرية شـانون الرياضية أو نظريـة «**كولمو جوروف**» التي تُعـرف بالنظرية اللوغاريتمية للمعلومـات Algorithmic Information Theory، وتتميز الأخيرة بقابليتها الحسابية الأكبر، لذلك تمثل التقاء نظرية الاحتمالات بعلوم الحاسوب.

الجوانب الفنية لتوصيل الرسائل؛ مثل تحديد قدرات واحتياجات التخزين، والسرعة القصوى للنقل، ودقة النسخ والنقل، وغيرها.

ومـن أجل عملية التكميم، تـم اختيار **وحدة الرقم الثنائي «بت Bit= Binary Digit»** لقياس المعلومات، وهي شفرة تشتمل على إحدى حالتين،؛ قبول الرمز «1» أو رفضه «0» وهي تمثل أدنى قطعة معلوماتية Lowest Information Piece. وتقابل البت احتماليّ «نعم» و«لا» في حواراتنا، وتقابـل «on» و«off» في مفتـاح الكهرباء. وعندمـا نُدخل نصًّا في الحاسـوب، فإنه يتحول إلى سلاسل من تلك الشفرات الثنائية، ويحتاج التعبير عن كل رمز (حرف أبجدي أو رقم) إلى ثمانية مواضع ثنائية تسـمى «**بيت Byte**» (8 بتات= 1 بيت). وبالتالي، فإن سلاسل النصوص المختلفة ذات الأطول المتساوية تحوي نفس المحتوى المعلوماتي الرياضي بغض النظر عن معناها.

ومن ثم، **فنظرية شـانون لا تبالي إن كانت سلسـلة الرموز ذات معنى أم لا، أو كان معناها صوابًا أم خطأ.** وبالتالي، فإن مفهوم شانون للمعلومات[1] لا يتناول العناصر الشفقية والدلالية والعملية والغائية للمعلومات، والتي تتناولها نظرية المعلومات الكونية لڤيرنر جت.

المعلوماتية في ضوء النظرية الرياضية للمعلومات

ينبغي عند اسـتعراضنا لنظرية شـانون الرياضيـة للمعلومات أن نـدرك الفرق بين **مصدر البتـات (سلسـلة الرموز) ومصـدر المعلومات الكونيـة ذات المعنى والفعل والغاية. فسلاسـل الرمـوز التـي هي بتّـات تمثل اختيارًا بين نعـم - لا (1 - 0) يمكن أن تولدهـا الآلات؛ كأن يدق**

(1) لما كانت نظرية شـانون تهتم بالرموز، فإن توقع ورود رمز محدد وراء رمز آخر أمر مهم بالنسـبة للنظرية، ذلك أن وجود رمز يجعلنا نتوقع رمزًا تاليًا له ويكون ذلك بمقدار كبير من عدم اليقين، إذ يمكن أن يكون التال هو أي حرف من حروف الأبجدية، وعندما يأتي هذا الحرف التالي، يقل عدم اليقين.
فمثـلًا: إذا جـاء الحرف A في البداية، فإن أي حرف مـن حروف الأبجدية الإنجليزية يمكـن أن يتبعه. وعندما يأتي الحـرف الثاني فإنه يقلل كثـيرًا بدائل الحرف الثالث، وهكذا. فإذا كان الحرف الثاني هو P، فإن السـلة المحتملة هي الكلـمات الموجودة في القاموس والتي تبدأ بـ AP، وإذا كان الحرف الثالث هو P أيضًا، فإن احتمالات الحرف الرابع تقل، وتصبح أمامنا كلمات مثل Apply - Applicable - Apple - ... أما إذا كان التتابع عشوائيًّا، فلن تقل الاحتمالية في أية خطوة، ففي كل خطوة يأتي أي احتمال، عندها - تبعًا لشانون - سيكون لدينا محتوى معلوماتي عال للغاية مطلوب منا تخزينه ونقله.

برنامج الحاسوب أو القردة على الجهاز - بشكل عفوي - بعض حروف اللغة. أما المعلومات الكونية فلا تأتي إلا من مصدر ذكي كما بينت نظرية المعلومات الكونية[1].

إن هذا الفرق يطرح سؤالًا محوريًّا هو مقصد هذا الفصل:

إذا كانت سلاسل الرموز (التي هي معلومات رياضية وليست معلومات كونية) يمكن أن تتولد بعشوائية أو أن تولدها الآلات، **فهل يمكن أن تكون الطبيعة قد قامت بشكل عشوائي بالاختيار بين «نعم» و«لا»، فولدت ما في الوجود من معلومات رياضية أم إنها تحتاج إلى مصدر ذكي أيضًا، كما هو الحال في المعلومات الكونية، ومن ثم تكون المعلومات الرياضية أيضًا دليلًا على الربوبية؟**

المعلومات ذكاء وحرية

للإجابة عن هذا السؤال المحوري نقول:

طرحنا في مبحث «المعلومات استبعاد للاحتمالات»، نظرة **وليم ديمبسكي** للمعلومات باعتبارها القدرة على الرفض، إذ تتطلب المعلومات سلال من الاحتمالات، يتم قبول واستبقاء بعضها عن طريق استبعاد البعض الآخر، وذلك في ضوء طرح كلود شانون للمعلومات باعتبارها اختيارًا من بين ثنائية (نعم - لا) = (1 - 0).

في ضوء هذا المفهوم، إذا نظرنا إلى نشأة الكون وما يجري فيه من عمليات فيزيائية وحيوية، **فكيف تمت وتتم عمليات الاختيار من بين الثنائيات؟**

هل تتم بعشوائية؟

أم تتم باحتمالات الكوانتم؟

أم تتم بحرية يوجهها الذكاء؟

للإجابة عن هذا السؤال، يدعي أنصار كل فريق أن الاختيار من بين الثنائيات يتم تبعًا لمذهبه الفكري.

(1) نثبت في الفصل الرابع استحالة أن تكون الحتمية الطبيعية أو العشوائية قادرة على إبداع المعلومات الكونية.

والحقيقة أن الإجابة واضحة جلية:

إن المتأمل لما احتاجته نشأة الكون، وما تحتاجه استمراريته ودوران شئونه، يلاحظ أن أحداثه تتسم بسمتين رئيسيتين:

الأولى؛ **الترابط والتوجه من الأبسط إلى الأعقد، ومن الفوضى إلى الانتظام** في بنية ومسار الكون، مما يتعارض مع **القانون الثاني للديناميكا الحرارية**، ويعنى ذلك أن الكون ليس منظومة مغلقة بل تتطلب توجيهًا من خارجها، ويعني أيضًا وجود غائية لم يملك حتى الماديون إنكارها، فوصفوها **بغائية قوانين الطبيعة**. وبذلك أصبح **القول بعشوائية الطبيعة أمر غير وارد**، ومن يقول بها فهو متأخر بعدة عقود عن رؤية فلسفة العلم.

والسمة الثانية، هي أن نشأة ومسار الكون قد احتاجا في كثير من المواقف (في ضوء فيزياء الكم) إلى **ترجيح احتمالات أدنى على حساب احتمالات أعلى كثيرًا**، ولا شك أن هذا الترجيح يحتاج إلى عامل مرجح.

في ضوء هاتين السمتين، إذا تجاوزنا منظومة المعلومات الكونية وما تتسم به من عناصر الشفق والمعنى والفعل والغاية وما تتطلبه من ذكاء وإرادة، واكتفينا بالمستوى الرياضي لشانون، وجدنا أنه من أجل أن ينشأ كوننا ويستمر فينبغي أن **يتم الاختيار من بين الاحتمالات الثنائية (1-0) بحرية وذكاء.**

وهكذا تتلاقي النظرية الرياضية للمعلومات مع نظرية المعلومات الكونية في تفسير نشأة ودوام وسريان منظومة الكون من خلال عمليات معلوماتية، محورها هو الاختيار الحر الذكي، مما يحتم أن يكون وراءها إله حكيم عليم قادر.

القارئ الكريم

يقدم عالم الرياضيات الفيلسوف **وليم ديمبسكي** طرحًا ينطلق من **نظرية شانون الرياضية للمعلومات، ليصل بنا من خلال مستواها الرياضي الإحصائي إلى نفس النتيجة التي وصلت إليها نظرية المعلومات الكونية**، وهي أن المكون الأساسي للوجود ليس المادة ولا الطاقة، لكنه المكون المعلوماتي، الذي يحتاج إلى مصدر أول غير مادي، مطلق الذكاء والقدرة.

يتبنى **ديمبسكي** نظرة للمعلومات باعتبارها القدرة على الرفض، إذ تتطلب المعلومات سلال من الاحتمالات، يتم قبول واستبقاء بعضها عن طريق استبعاد البعض الآخر، أي أنها اختيار من بين ثنائية (نعم - لا) = (1 - 0)، وهذا الاختيار كثيرًا ما يكون عكس ما تفرضه قوانين الطبيعية ونظرية الاحتمالات، ومن ثم **لا يمكن أن يتم إلا بحرية وذكاء، و إلا ما كان للوجود وجود.**

وهكذا تتلاقى النظرية الرياضية للمعلومات مع نظرية المعلومات الكونية في تفسير نشأة ودوام وسريان منظومة الكون من خلال عمليات معلوماتية، محورها هو **الاختيار الحر الذكي**، مما يحتم أن يكون وراءها **إله حكيم عليم قادر**.