عرض كتاب

كَوْنُنا الرياضياتي

بحثي عن الطبيعة النهائية للحقيقة

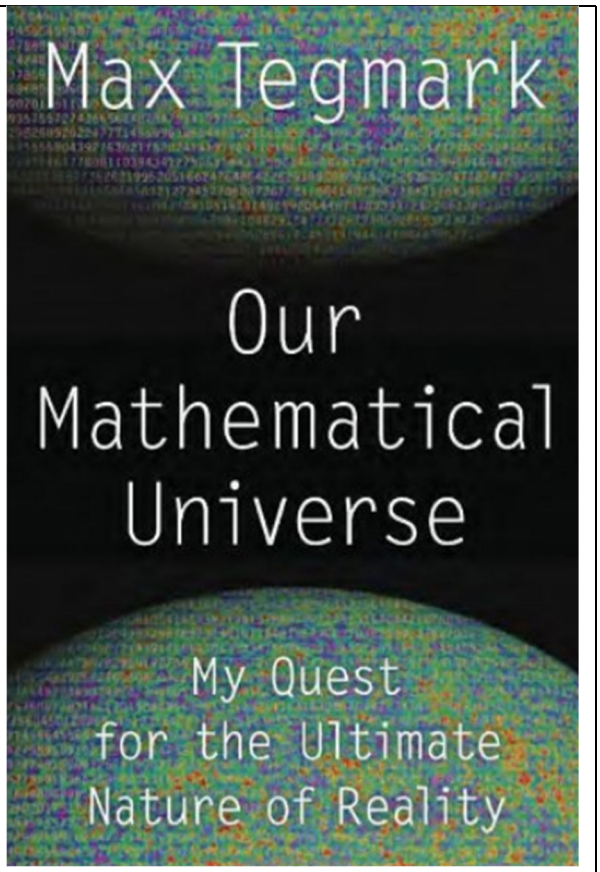
Our mathematical universe
My quest for the utimate nature of reality

تأليف: ماكس تيغمارك Max Tegmark

عرض: أبو بكر خالد سعد الله

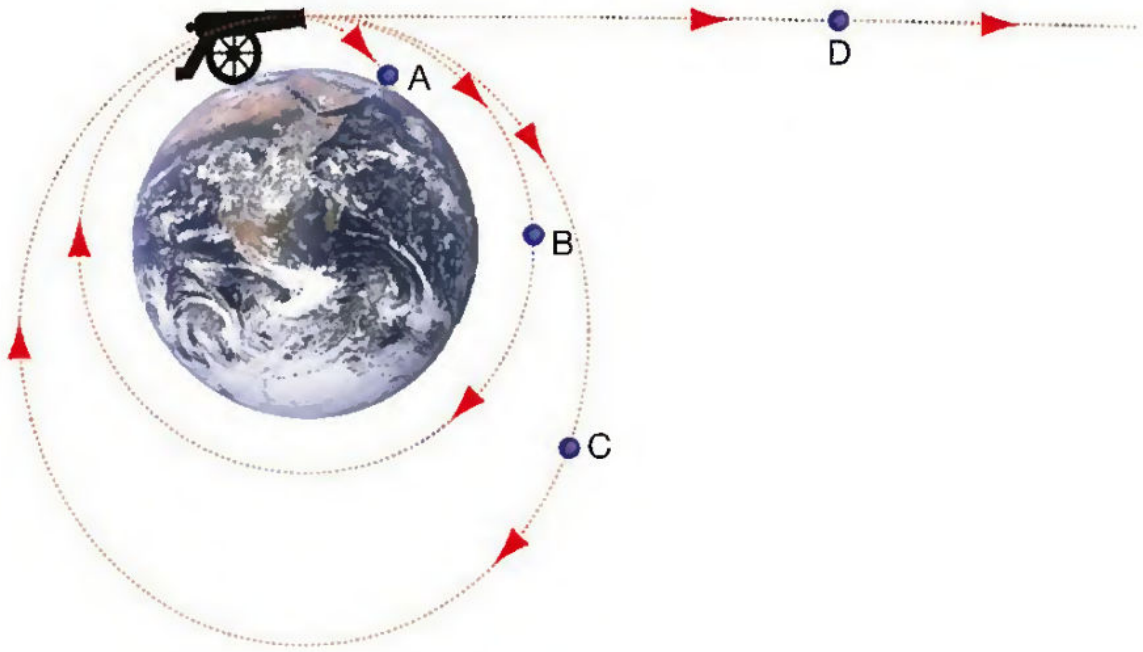
أستاذ بقسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
khaled.sadallah@g.ens-kouba.dz

المؤلف: ماكس تيغمارك Max Tegmark



- دار النشر: Alfred A. Knopf (نيويورك).
- الطبعة 1: 2014.
- عدد الصفحات: 432.

رسم توضيحي في الكتاب لبعض قوانين الجاذبية حسب نيوتن



أطلقت قذيفة مدفعية (المسار D) بسرعة تزيد عن 11.2 كلم/ الثانية، فتحررت نهائيًا من جاذبية الأرض (عند إهمال مقاومة الهواء). لكن إذا ما أطلقت القذيفة بسرعة أقلّ (المسار C)، فإننا سنجدها تتحرك على مدار ناقصي (بيضوي) حول الأرض. أما إذا أطلقت أفقيًا بسرعة 7.9 كلم/ الثانية (المسار B)، فسيكون مدارها دائريًا تمامًا. وإذا كانت سرعة القذيفة دون ذلك (المسار A)، فإنها ستصطدم بالأرض في النهاية المطاف.

1. المؤلف

ولد ماكس تيغمارك Max Tegmark بتاريخ 5 ماي 1967 في العاصمة السويدية ستوكهولم. ويعتبر الآن من أكبر علماء الكونيات (الكوسمولوجيا)، كما أنه باحث في مجال التعلم الآلي ويعمل كأستاذ للفيزياء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) الشهير في الولايات المتحدة. ومن جهة أخرى، فهو يدير "معهد مستقبل الحياة" (Future of life Institute)، وهو جمعية أمريكية تركز نشاطها على الحدّ من المخاطر المحدقة بالعلوم الإنسانية الوجودية الناجمة عن الذكاء الاصطناعي. وتركز أبحاثه أيضا على ربط الفيزياء بالتعلم الآلي واستخدام الذكاء الاصطناعي.

غادر تيغمارك السويد عام 1990 بعد الانتهاء من المرحلة الجامعية الأولى بالمعهد الملكي للتكنولوجيا في ستوكهولم. وكان أول مشروع أكاديمي له خارج الدول الاسكندنافية قد قاده إلى كاليفورنيا حيث درس الفيزياء في جامعة كاليفورنيا (بيركلي)، وحصل على شهادة الماجستير عام 1992، ثم أحرز على الدكتوراه في الفيزياء عام 1994. وإثر ذلك، عاد إلى أوروبا، وقُبل كباحث بمعهد ماكس بلانك Max-Planck في مدينة ميونيخ الألمانية. وفي عام 1996 عاد إلى الولايات المتحدة لينضم إلى معهد الدراسات المتقدمة (IAS) في برينستون، ثم إلى جامعة بنسلفانيا عام 2003، ثم استقر بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بدءا من سبتمبر 2004.

نشر تيغمارك أكثر من مائتي بحث، وظهر في عشرات الأفلام الوثائقية العلمية. وقد حصل على العديد من الجوائز العلمية، منها الجائزة الأولى لمجلة العلوم Science magazine عام 2003. ومن مؤلفاته الشهيرة أيضا كتاب "الفرضية

الرياضية للكون" (Mathematical universe hypothesis) الذي نشر عام 2014 الذي يستعرض فيه نظريته الخاصة بالكون. يقول ماكس تيغمارك حول هذه الفرضية: "إذا كانت 'الفرضية الرياضية الكون' صحيحة، فهذا خبر عظيم للعلم لأنه سيكتسب عندئذ إمكانية قيام وحدة أنيقة بين الرياضيات والفيزياء، مما يقودنا إلى فهم الواقع (الحقيقة) بشكل أعمق مما كنا نأمله أبدًا. أعتقد أن وجود نظرية رياضية للكون المتعدد هي أفضل نظرية يمكن أن نتمناها".

2. الكتاب

يقول المؤلف إن كتابه يروي في الواقع رحلته الشخصية في استكشاف طبيعة الحقيقة. ويستهله بالمقولة التالية لريتشارد فينمان Richard Feynman: "تتكون الأشجار أساسًا من الهواء. وعندما تشتعل فيها النيران، فإنها تعود إلى الهواء. وفي الحرارة المنبعثة نجد حرارة الشمس التي كانت ضرورية لتحويل الهواء إلى شجرة. وبالمثل، يمثل الرماد بقايا صغيرة مما لا يأتي من الهواء، بل يأتي من الأرض الصلبة".

ويشير المؤلف إلى أنه عندما ننظر إلى الحقيقة من خلال معادلات الفيزياء، نلاحظ أنها تصف أنماطًا منتظمة. ومع ذلك، فهو يرى أن الرياضيات هي أكثر من مجرد نافذة على العالم الخارجي. بل يزعم في كتابه أن عالمنا المادي لا يتم وصفه من خلال الرياضيات فحسب، بل إنه رياضياتي، وهناك بنية رياضياتية تحتاج إلى التوضيح.

وما يؤكد أهمية الكتاب أنه ترجم مع أعمال أخرى لمؤلفه إلى أكثر من 10 لغات، منها السويدية والفرنسية والروسية والكورية والإسبانية والإيطالية والألمانية والبولندية واليونانية والصينية والتشيكية والرومانية.

وإذا ما نظرنا إلى داخل الكتاب فسنجده يقع في 13 فصلا، ويطرح في الفصل الأول سؤالا مثيرا: ما هي الحقيقة (الواقع)؟ ومن ثمّ يبدأ رحلته لمحاولة التعرّف في الفصل الثاني على مكاننا في الفضاء. وفي هذا السياق، يتساءل عن حجم الأرض والمسافة التي تفصلنا عن القمر، والمسافات بين الشمس والكواكب، والمسافات بين المجرات. ثم يعرّج في الفصل الثالث على موقعنا زمنيًا: من أين يأتي نظامنا الشمسي؟ من أين تأتي المجرّات؟ من أين تأتي الأمواج؟ من أين تأتي الذرات؟ ويتبحر في هذه المسائل فيشعر القارئ العلمي أن الكتاب يريد زعزعة معارفه المكتسبة، حينما يتساءل صاحبه "هل الزمن وهم؟". ويمضي في باقي الفصول في هذا الاتجاه.

ومن المسائل الأخرى التي يتناولها المؤلف رسم الخريطة النهائية لكوننا ومصدر الانفجار الكبير؟ وينكبّ على الخطأ في الانفجار الكبير؟ ويحاول الإجابة عن السؤال: ما هي آليات التضخم الأبدي للكون؟ ثم يغوص في مفهوم "الكون المتعدد" (multiverse) حيث يعتقد بعض العلماء أن على حدود كوننا تقع أكوان أخرى. ويتساءل: هل هي "أكوان متعددة أم كلمات متعددة". ثم يتحدث عن الفيزياء الكمومية ويشرح لماذا عقولنا ليست حواسيب كمومية، وقد لفت انتباهنا أحد العناوين الفرعية وهو "انهيار الإجماع".

كما يتطرق الكاتب للحقيقة الفيزيائية ويقارنها بالحقيقة الرياضية، ويتساءل عن كيفية رد الحقيقة الفيزيائية إلى حقيقة رياضية. ويغوص في البنية الرياضية، ويتناول ما يسميه الفرضية الرياضية للكون. وفي الأخير يتحدث عن مستقبل الفيزياء ومستقبل الحياة ومستقبل كوننا. ويختتم تيغمارك كتابه بدعوة متفائلة للغاية موجهة للناشطين ذوي التفكير العلمي لجعل كوكبنا الأرض قوة للتقدم الكوني.

3. المعجَبون

هناك عدد ضخم ممن اطلعوا على هذا الكتاب وأعجبوا به، وعبروا عن ذلك كتابيا، ومنهم العديد من رجال العلم. نذكر من بين هؤلاء الأستاذ البريطاني أندرو ليدل Andrew Liddle، المتخصص في علم الكون، وهو أستاذ نظرية الفيزياء الفلكية بالمرصد الملكي في إدمبرا، حيث جاءت في مراجعته للكتاب بالمجلة الشهيرة "نيتشر" Nature الفقرة التالية "القمة

التي يسعى تيغمارك أن يقودنا إليها هي 'الكون المتعدد من المستوى الرابع'. ويؤكد هذا المستوى أن الكوْن ليس موصوفًا وصفًا جيدا بالرياضيات فحسب، بل هو في الواقع رياضيات في حد ذاته. فجميع البنى الرياضية الممكنة لها وجود مادي، وتعطي مجتمعة كوْنًا متعددًا يشمل جميع البنى الأخرى. هنا، يأخذنا تيغمارك إلى ما هو أبعد من وجهات النظر المقبولة، ويدافع عن رؤيته الشخصية لتفسير الكون".

ثم يضيف: "يقودنا ماكس تيغمارك في رحلة مذهلة عبر الماضي والحاضر والمستقبل، وعبر الفيزياء وعلم الفلك والرياضيات التي تشكل أساس عمله، وبوجه خاص فرضيته القائلة بأن واقعنا المادي هو بنية رياضية، ونظريته عن الكون المتعدد النهائي. وفي مزيج مبهر من العلوم المتداولة والرائدة، فهو لا يساعدنا فحسب على فهم نظرياته التي غالبًا ما تكون محيّرة للعقل، بل يشاركنا أيضًا بعض الانتصارات وخيبات الأمل المفاجئة في كثير من الأحيان والتي شكلت حياته كعالم. كان رائعا من البداية إلى النهاية. لقد أثار هذا الكتاب حقا اهتمام وإعجاب بعض أبرز العلماء سيما علماء الرياضيات".

ومن المعجبين من رأى أن الكاتب نجح في توضيح دور الرياضيات بشكل مذهل في وصف الكون، وأنه أجهد نفسه في محاولة إرشاد القارئ إلى الإجابات المحتملة على عديد الأسئلة بخصوص فهمنا للحقيقة ذاتها. فهذا الأستاذ ميتشيو كاكو Michio Kaku، مؤلف كتاب "فيزياء المستقبل" (Physics of the future) الصادر عام 2011 يقول عن الكاتب "جريء، جذري. مبتكِر. إنه يغيّر قواعد اللعبة. إذا صدق الدكتور تيغمارك فيما ذهب إليه فإن هذا يمثل نقلة نوعية في العلاقة بين الفيزياء والرياضيات، مما يجبرنا على إعادة كتابة مؤلفاتنا المدرسية. ينبغي أن يطلع على الكتاب كل شخص له اهتمام كبير بكوننا."

ومن العلماء المعجبين أيضا بمضمون الكتاب نجد الباحث ماريو ليفيو Mario Livio ، صاحب كتاب "تخبطات رائعة" (Brilliant blunders) و"هل الخالقُ رياضياتيٌ؟" (Is God a mathematician ?) : "قال جاليليو الشهير إن الكون مكتوب بلغة الرياضيات. الآن يقول ماكس تيغمارك إن الكون هو الرياضيات. ليس عليك بالضرورة أن توافق، لتستمتع بهذه الرحلة الرائعة إلى طبيعة الحقيقة."

بينما عبر آخرون عن إعجابهم بالقول "سوف يستمتع القراء من خلفيات متنوعة بهذا الكتاب. سيجد أي شخص تقريبًا شيئًا ليتعلمه هنا، والكثير مما يجب التفكير فيه، وربما شيئًا يختلف معه". وهذا عالم آخر يشير إلى أن "الكتاب الملهم الذي كتبه خبير حقيقي يقدم مزيجا متفجرا من الفيزياء والرياضيات والفلسفة التي قد تغير وجهات نظرك حول الحقيقة". ونقرا أيضا بأقلام المعجبين: "سرد واضح وجذاب لمختلف نظريات الأكوان المتعددة في الفيزياء الأساسية التي يتم النظر فيها حاليًا، بدءًا من الكون المتعدد لنظرية الكم ... حتى رؤية تيغمارك الكبرى". أما صحيفة نيويورك تايمز فوصفت الكتاب بالعبارة التالية: "هذه هي الكتابة العلمية في أفضل حللها –".

4. النقاد والمتسائلون

يخبرنا المؤلف في موقعه الإلكتروني أنه لم تقتصر البرقيات التي تصله على الإشادة والمدح لعمله، بل تلقى أيضا انتقادات منها للاذعة ومنها الهادف تتمحور حول أسئلة كثيرة، فأجاب عنها. ومن هذه الأسئلة : هل الأكوان الموازية علم أم مجرد تكهنات؟ فعقب بأن كتابه لا يدعي وجود أكوان متوازية. وبدلًا من ذلك، تعتمد كل حججه ومبرراته على ما يعرفّه المنطقيون بقاعدة الفصل (modus ponens): إذا كانت القضية أ تشير إلى أن القضيتين أ و ب صحيحتان، فيجب أن تكون ب صحيحة أيضًا. ومن ثمّ يزعم أنه إذا كانت بعض النظريات العلمية أ لديها ما يكفي من الدعم التجريبي لكي نأخذها على محمل الجد، فيجب علينا أن نأخذ على محمل الجد أيضًا جميع تنبؤاتها ب، حتى لو كانت هذه التنبؤات في حد ذاتها غير قابلة للاختبار (بما في ذلك الأكوان المتوازية، على سبيل المثال). بمعنى آخر، فالكاتب يزعم أن الأكوان المتوازية ليست نظرية علمية، بل هي تنبؤ بنظريات علمية معينة.

يلاحظ الكاتب بهذا الصدد أن النقطة الأساسية التي يغفل عنها العديد من النقاد هي أن الأكوان الموازية ليست نظريات علمية، ولكنها تنبؤات لنظريات معينة. وبخصوص التضخم الكوني –والأمر يتعلق هنا بنظرية علمية- يلاحظ المؤلف أن البشر قلّلوا مرارًا من حجم الكون من خلال افتراض أن كل ما يمكننا ملاحظته في ذلك الوقت كان كل ما هو موجود.

ومن الأسئلة الأخرى التي طرحت على المؤلف بعد صدور كتابه السؤال التالي: أليست الرياضيات مجرد لغة نخترعها ولا نكتشفها؟ فأجاب: أن هذا الخلاف معروف بين علماء الرياضيات والفلاسفة. ومن وجهة نظره، فالإنسان يخترع لغة الرياضيات (الرموز، تسميات الرموز، وما إلى ذلك)، غير أنه من المهم عدم الخلط بين هذه اللغة وبنية الرياضيات التي ركز عليها المؤلف في كتابه. وبنفس المعنى، يتم اكتشاف البنى الرياضية الشائعة في الفيزياء الحديثة بدلاً من اختراعها.

وعندما تساءل أحدهم: "أليست فكرة الكون الرياضي هذه قديمة، يعود تاريخها إلى فيثاغورس؟ عقّب المؤلف بالقول إن جذور هذه الفكرة قديمة جدًا، والفضل الكبير يعود لفيثاغورس وغاليليو حسب الكاتب. لكنهما لم يستفيدا من الاطلاع على كل المعارف الرياضية المذهلة التي كشفت عنها الطبيعة لاحقًا، بدءًا من النسبية العامة إلى ميكانيكا الكم والرياضيات التي تقف وراء بوزون هيغز Higgs. ولهذا السبب يمكننا الآن استكشاف الفكرة وآثارها بمزيد من التفصيل.

وعقّب أحد القراء قائلا: بالتأكيد لا يمكن أن تكون "الأشياء" رياضية؟ فردّ المؤلف مخاطبا المعقّب: "كتجربة فكرية، تخيّل أننا في يوم من الأيام قمنا بتطوير أجهزة حواسيب فائقة التقدم، وأنك شخصية في لعبة حاسوب مستقبلية معقدة وحقيقية للغاية لدرجة أنك واع ومعتقدًا (خطأً) أنك موجود في عالم حقيقي مادي مصنوع من "الأشياء". الآن تبدأ بدراسة عالمك الافتراضي كعالم فيزياء، وتكتشف تدريجيًا أن الكيانات الموجودة في عالمك تبدو كأنها ليس لها أي خصائص في الأساس باستثناء الخصائص الرياضية (نظرًا لأن هذه هي الطريقة التي تمت بها برمجة عالمك). إذا كان بإمكانك تصور عالمك الافتراضي على أنه مصنوع من أشياء حتى لو ظننت أنه رياضي بحت، فنحن بحاجة إلى أن نكون منفتحين على احتمال حدوث نفس الشيء هنا في عالمنا. من المؤكد أن الحاسوب في هذا المثال هو في حد ذاته مصنوع من أشياء، ولكن الشعور بأن الكائنات الموجودة في اللعبة مصنوعة من "أشياء" كان وهمًا ومستقلًا عن الركيزة التي تم بناء الحاسوب انطلاقا منها".

وحول إمكانية وصف الوعي بالرياضيات يقول الكاتب: لا يمكن فهم الوعي حاليًا من خلال الرياضيات، ولا من خلال أي منهج علمي آخر. هل سيكون الأمر كذلك مستقبلا؟ ذلك هو السؤال المثير للاهتمام. هنا يذكر الكاتب أنه شارك في تنظيم مؤتمر حول فيزياء المعلومات حيث تمت دعوة جمع من علماء الأعصاب، فلاحظ الكاتب أن ما شدّ انتباهه هو أن هؤلاء العلماء يعتقدون أن الشعور الذاتي باللون الأحمر، والشعور بالحب، وما إلى ذلك، أمور يمكن فهمها على أنها أشكال رياضية معقدة تتعلق بمعالجة المعلومات في الدماغ. وقد تحدّث عن هذا الموضوع في الفصل الحادي عشر من الكتاب. ويضيف الكاتب "من الواضح أننا لا نعرف حتى الآن ما إذا كانت أفكار هؤلاء العلماء ستَثبُت صحتها أم لا، ولكن أبحاثهم تؤخذ الآن على محمل الجد لدى أسرة علم الأعصاب".

وقد طرح أحدهم السؤال التالي على المؤلف: هل ماكس تيغمارك مجنون؟ فأجاب: "من الواضح أن الإجابة عن هذا السؤال ليست من اختصاصي" !

فيما يلي قائمة الأسئلة الستة عشر التي تم طرحها على المؤلف في كثير من المناسبات.

لقد ركّز الكتاب على هذه الأسئلة. وأجاب عن أحد عشر منها في الفصول الأربعة الأولى، وكشف عن المزالق الدقيقة والمثيرة للاهتمام للخمسة الأخرى:

1) في أي الأشكال لا يمكن أن يكون الفضاء لانهائيًا؟
2) كيف يمكن خلق الفضاء اللانهائي في زمن محدود؟
3) ما الذي يتوسع فيه كوننا؟
4) أين حدث الانفجار العظيم في الفضاء؟
5) هل حدث الانفجار العظيم في نقطة واحدة؟
6) إذا كان عمر كوننا 14 مليار سنة فقط، فكيف يمكننا مراقبة الأجسام التي تبعد 30 مليار سنة ضوئية؟
7) ألا يعتبر هروب المجرات بسرعات أكبر من سرعة الضوء مخالفا للنظرية النسبية؟
8) هل المجرات تبتعد عنا حقًا أم أن الفضاء يتوسع فقط؟
9) هل تتوسع مجرة درب التبانة؟
10) هل لدينا دليل على وجود متفردة الانفجار العظيم؟
11) ألا يشكل خلق المادة من حولنا من خلال التضخم الكوني من العدم تقريباً انتهاكاً لقانون حفظ الطاقة؟
12) ما الذي أدى إلى الانفجار العظيم؟
13) ماذا حدث قبل الانفجار العظيم؟
14) ما هو المصير النهائي لكوننا؟
15) ما هي المادة السوداء والطاقة المظلمة؟
16) هل نحن تافهون؟

مؤلف الكتاب