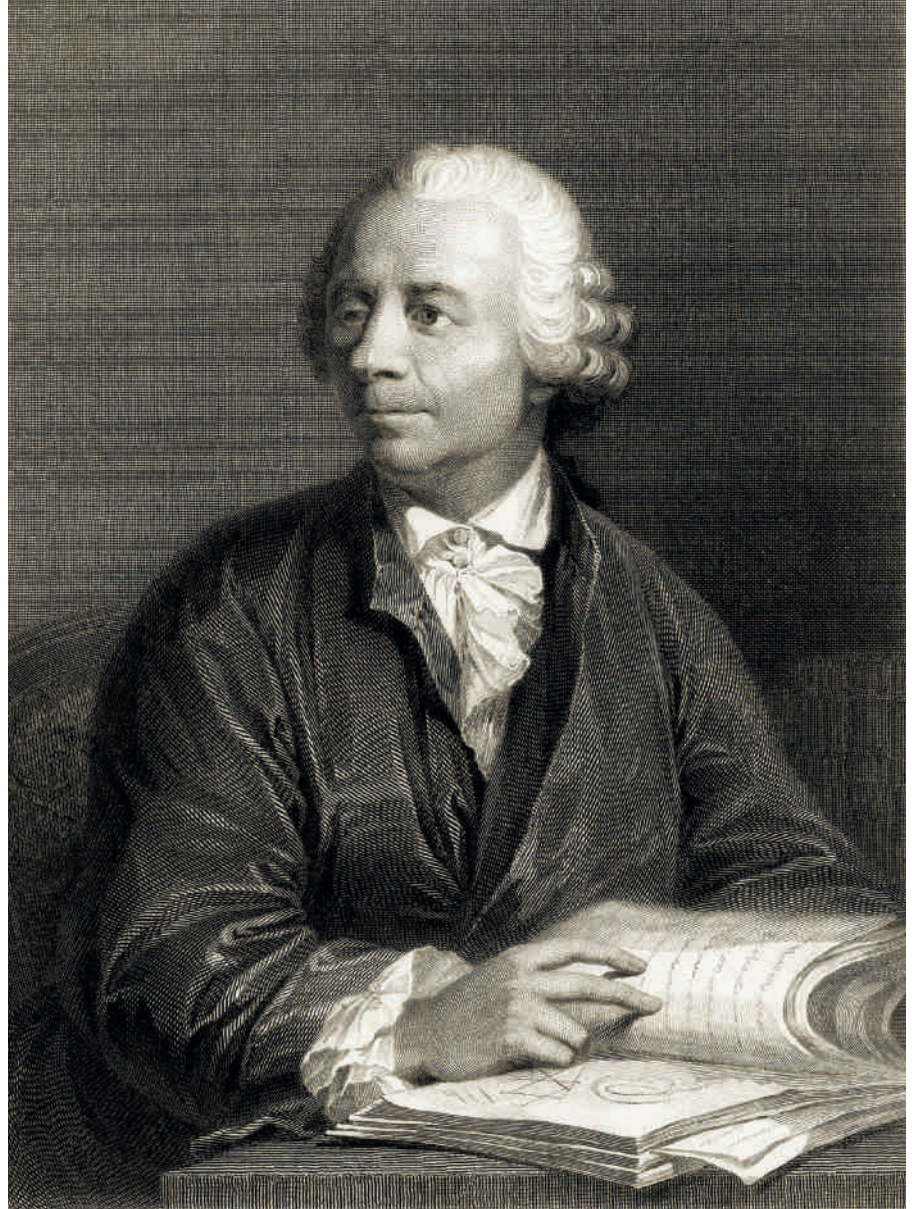


# عالم الرياضيات الثوري

يستعرض ديفيديه كاستيلفيكي السيرة الضخمة لنجم عصر التنوير الخصب ليونارد أويلر.



أعطى تحليل ليونارد أويلر الشكل الرياضي الحديث للفيزياء، وعلم الفلك.

حين انتقل عالم الرياضيات السويسري ليونارد أويلر (1707-1783) إلى سانت بيترسبورج في عام 1766، لتولّي منصبه بالأكاديمية الإمبريالية الروسية للعلوم، كان معافي، إلا من ألم ببصره، حيث فقد أويلر قدرته على الإبصار باستخدام عينة اليمى قبل 28 عامًا، كما كان مرض إعتام عدسة العين يهدد عينه اليسرى، إلا أنه تفاخر بالأمر في عامه 59، ذاكراً في إحدى رسائله أن فقدان البصر ما هو إلا «إزاحة مصدر آخر للإلهاء». ومنذ

ذلك الحين، زادت إنتاجيته، حيث نشر أكثر من نصف منجزاته، التي بلغ عددها إجمالاً 866 مؤلفاً، إمّا خلال الـ 17 سنة الأخيرة من عمره، وإمّا بعد وفاته. بدأ تُنشر الأعمال الكاملة لأويلر في عام 1911، ولم يتم الانتهاء منها بعد؛ فهي قد تملأ أكثر من 80 مجلداً ضخماً. كما أن هناك مئات الرسائل، يتضمن العديد منها محتوى علمياً يضاهي محتوى أفضل أوراقه البحثية. إن كتاب «ليونارد أويلر» - لكتابه

مؤرخ الرياضيات رونالد كالينجر - قد يكون هو أول سيرة تحاول تقديم رؤية شاملة لهذا الكم الهائل من الأعمال.

خلال عصر التنوير، هيمن أويلر على أغلب فروع الرياضيات، وكذلك الفيزياء، وعلم الفلك والهندسة. وكانت رياضيات أويلر عادةً سابقة لزمانه.. فقد تنبأ بفكرة استخدام مجموعات من التناظرات، وكذلك طوبولوجيا الشبكات، ونظرية القرار، ونظرية المجموعات، وكان هو أول من رسم مخططات «فين» Venn diagrams. كما كان الوحيد تقريباً من بين أبناء عصره الذي أشاد بجمال نظرية الأعداد، وتحدث عن أهميتها. وكانت أعماله حول الأعداد الأولية - بوجه خاص - قد مهّدت الطريق لعصر الرياضيات الذهبي، الذي ظهر بعد عقود من تلك الحقبة.

مع ذلك.. فإن الإرث الأضخم لأويلر في الرياضيات البحتة والرياضيات التطبيقية هو مجال التحليل. كان رياضياً القرن السابع عشر، وعلى رأسهم إسحاق نيوتن، وخصمه اللدود جوتفرايد فيلهلم لايبنتز، هم من أسسوا علم التفاضل والتكامل، وهو يتضمن دراسة معدلات تتغير المقادير مع مرور الزمن (التفاضل، والاشتقاق)، وكذلك الفكرة ذات الصلة الوثيقة بذلك المتعلقة بالمساحات المحصورة بين المنحنيات (التكاملات). لقد حوّل تحليل أويلر علم التفاضل والتكامل إلى علم قوي، ومنح الرياضيات والفيزياء لغتهما الحديثة، وشكلهما الحالي.

كان مؤسسو حساب التفاضل والتكامل غالباً ما يشبّهون بالمفاهيم التي لم يكونوا يدركونها جيداً. فهذا الحقل مرتبط بمتناهيات الصغر، التي كانت لها هالة ميتافيزيقية أثارت جدلاً حاداً، تسبّب - جزئياً - في توريط جاليليو جاليلي مع الكنيسة الكاثوليكية، وهذا حسب مؤرخ الرياضيات أمير ألكسندر (من كتاب «إنفينيتيزيمال» *Infinitesimal*، أو «متناهي الصغر»، (وان وورلد، 2014)؛ انظر: <http://doi.org/9hz>; 2014).

في عهد أويلر، كان هذا الجدل لا يزال قائماً.. فلم تكن هناك تعريفات محددة لمفاهيم الحدود، أو استمرارية الأعداد الحقيقية؛ ولم تُرسم هذه المفاهيم على أسس متينة حتى القرن التاسع عشر.

ويقدّر عدم انزعاجه من مسألة فقدان البصر، لم يسمح أويلر كذلك لتلك المصاعب أن تحدّ من إبداعه الرياضي. ففي تناوله لمتناهيات الصغر - المستخدمة في حساب التفاضل والتكامل، وفي جمع السلاسل غير المنتهية - تبّى نهجاً، وصفه كالينجر بأنه «يعتمد على

الحظ». كانت واقعية

أويلر تذكّرنا بأسلوب

«اصمت، واخسب»،

الذي التزم به معظم

فيزيائي القرن العشرين

في موضوع ميكانيكا الكم،

تاركين الأسس الإشكالية

جانبا، من أجل السماح

بتطور التطبيقات بشكل

ضخم (D. Kaiser،

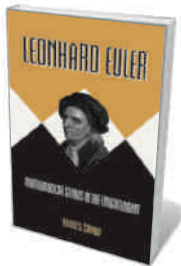
*Nature* 505، 153-155؛

2014).

يقول كالينجر إن قوة

حدس أويلر، وطريقته

في اختبار فرضياته



ليونارد أويلر:  
عبقري الرياضيات  
في عصر التنوير  
رونالد إس. كالينجر  
مطبعة جامعة  
برينستون، 2016.



# ملخصات كتب

## البحث عن أقدم النجوم.. آثار قديمة من الكون الأول

آنا فريبل، ترجمة: أن إم. هنتشل، مطبعة جامعة برينستون (2015)  
باعتبارها عالمة آثار نجمية، تبحث آنا فريبل عن النجوم الفقيرة في المعادن التي تُسمّى «الرُّسل القديمة»، والتي أعطت إشارة البدء للتطور الكيميائي للنظام الكوني. ومن بين اكتشافات فريبل.. نجم في درب التبانة، يبلغ من العمر 13.2 مليار عام، بالإضافة إلى نجوم عتيقة تقع في المجزآت القريبة التي تدور حول مجرتنا. في هذا الجانب من عملها، توازن فريبل بعناية بين الجانبين الفني والشخصي، وهذا يتجلى - على سبيل المثال - في الفصول التي تصف المشاهدات الليلية الطويلة الأخذة بالألباب، التي استُخدم لرصد كثير منها تليسكوبا ماجلان، البالغ قطر كل منهما 6.5 متر، ومقرهما دولة شيلي.



## تاريخ الأنماط

جود ستوارت، بلومزبري (2015)

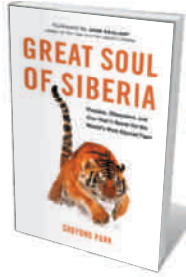
غالبًا ما لا تعرف الكثير عن أنماط الرسوم التخطيطية، مثل نمط البيزلي، وهو نوع من الزخارف الفارسية، أو النمط المُرقط، أو الأنماط النابضة بالحياة في الطبيعة، بدءًا من الصور الهندسية النمطية المتكررة إلى أسراب الطيور. وببساطة الكتابة الضوء على تاريخ الأنماط، تستطيع فك شفرة الدلالات الرياضية والعلمية والثقافية للأنماط المختلفة. ويمنح تصفح الكتاب إطلالة على العلاقة المتوترة بين الأعداد الجبرية النمطية، وأقاربها من الأعداد المتسامية غير النمطية، فضلًا عن الأنواع المختلفة من قماش التمويه العسكري، مثل البني اللون، الشبيه برقائق الشوكولاتة، وذلك المخطط كجلد النمر، وتريد كذلك ذكر الثورة التي أحدثتها آلة النسيج المسماة «جاكارد»، التي كانت سابقة لعصرها، وتم تطويرها عدة مرات منذ اختراعها للمرة الأولى في سنة 1801.



## روح سيبيريا العظيمة.. الشغف، والهوس، ورحلة رجل لملاقاة أكثر النمر مرابغة في العالم

سويونج بارك، جريستون (2015)

لم يتبق من النمر السيبيرية التي كانت تُقدَّر بالآلاف يومًا ما، إلا 350 نمرًا فقط، تجوب غابات التبت في شمال شرق روسيا بخطى وبّيدة، وتتميز بالضخامة، والمراوغة، والذكاء المتوقد. ومن أجل إتمام هذه الدراسة المثيرة في مجال علم سلوك الحيوان، قضى صانع الأفلام سويونج بارك - من كوريا الجنوبية - عقدين من الزمن، بين تعقب تلك الوحوش، وبين الاختباء في مخابئ محصنة تحت الأرض؛ ليختلس النظر إليها عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر. ويضع احتفاؤه بأحد أكبر القطط في العالم القارئ في قلب الأحداث، بما تتضمنه من آلاف المشاهدات، والمواجهات المفزعة. إنه إنجاز كبير.



## القضمة الأولى.. كيف نتعلم أن نأكل

بي ويلسون، بيزيك بوكس (2015)

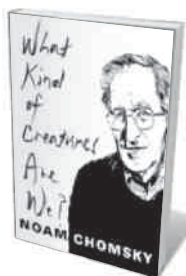
بارتفاع نسب مشاهدة برامج حُبّ الكعك التلفزيونية، ووصول السمنة في الغرب إلى أعلى معدلاتها، باتت علاقة الإنسان بالطعام مختلطة وغريبة. وقد استخدمت الصحفية بي ويلسون في دراستها المتميزة «طريقتنا في الأكل، عندما كنا صغارا»، لتكون بمثابة نقطة انطلاق لمناقشة عادات البالغين الغذائية الجامحة. وتقدم ضمن صفحات الكتاب طائفة مثيرة من الأبحاث في علمي الأعصاب، والتغذية، تناولت موضوعات عديدة، منها: تطوّر النظام الغذائي الياباني، وتفضيلات الأطفال الرضع من الأطعمة، مثل «اللفت»، الذي تناولته بالدراسة في القرن الماضي طبيبة الأطفال الأمريكية كلارا ديفيس، في بحث متميز، لم يُحلّ من بعض النقائص.



## أي نوع من الكائنات نحن؟

نعوم تشومسكي، مطبعة جامعة كولومبيا (2015)

على الرغم من بلوغه السابعة والثمانين من عمره، ما زال عالم اللغويات نعوم تشومسكي يتناول بفطنة أسئلة فلسفية حول الطبيعة الإنسانية في هذا الكتاب المكون من قرابة 200 صفحة. وهو هنا بعيد إنتاج أطروحته حول علم اللغويات القائم على علم الأحياء، ويترك جانبًا تحليله لنظرية عالم الإحالة إيان تاترسال، التي تقول إن الوعي الإنساني وُلد منذ (50 - 100) ألف سنة خلت، ليناقش نظرية «غموض» جديدة new mysterianism تتعلق بالقدرة الإنسانية على الإدراك، وتمجد الاشتراكية الليبرالية. وعلى الرغم من أن جميع فصول الكتاب تطوي على دعوة لإعمال الفكر، إلا أنها جاءت غير مترابطة، نظرًا إلى أنها كانت في الأصل محاضرات متفرقة. **باربرا كايسر**



على حالات خاصة، مستخدمًا مهاراته الحسابية الفذة، كانت تؤدي إلى صحة نتائجه في معظم الأحيان. وفي جوهر تحليله، وضع أولير مفهوم المعادلات التفاضلية، وهي تلك التي تصل دالة ما بمشتقاتها، والتي يتمثل حلها في حساب الدالة نفسها. فعلى سبيل المثال.. في الميكانيكا الفلكية، يمكن أن تصف الدالات مسارات الكواكب. ويذكر كالينجر أن أولير أصبح يُنظر إليه باعتباره «المبتكر الرئيس» في هذا المجال، كما أن أعماله في مجال التحليل قد «أفقدت الهندسة الإقليدية التركيبية هيمنتها التي سادت على مدار ألفي عام».

أظهر أولير قوة هذا العلم الابتكاري حين طبّقه على مسائل فيزيائية، مثل قوانين ميكانيكا الأجسام الصلبة. وهكذا نجده بصفة خاصة قد حلّ ما كان يعتبره الكثيرون في القرن الثامن عشر أهم مسألة في علم الفلك، لا توجد إجابة لها، وهي التوفيق بين حركات القمر المعقدة، وقانون نيوتن الكوني للجاذبية. تتضمن تلك المسألة ذات الأجسام الثلاثة تفاعلات الشمس، والقمر، والأرض، وهي أصعب بكثير من توقّع حركة أحد الكواكب حول الشمس، كما توقع البعض في حينها - بمنّ فيهم أولير - أن قانون نيوتن للتربيع العكسي سيسقط في هذا الاختبار الحاسم، مطالبين بتأسيس نظرية أخرى. وكانت لهذه المسألة أهمية عملية كبيرة، إذ يمكن استخدام حركات القمر لحساب خط طول سفينة ما في البحر، وكان أولير كأنه يجري في سباق؛ لإيجاد طريقة يُعتمد عليها للقيام بذلك. وقد اتضح في نهاية المطاف أن حساب الوقت الدقيق هو الحل الأفضل.

اعتراضي الوحيد هو أن التسلسل الزمني الدقيق للكتاب يعني أنه غالبًا ما يُقرأ كسلسلة من ملخصات غير مترابطة من بحوث أولير ومراسلاته، فيقفز بنا من المسائل الأساسية في علم الجبر، إلى طلبه للجبر؛ من أجل مطابع أكاديميته، وغالبًا ما يُذكر الاثنان في الفقرة نفسها. وعلى الرغم من هذا التقطيع للنص، نستطيع أن نحصل على لمحة من شخصية الرجل. لقد كان رجلًا نزيهًا، ينسب الفضل إلى أصحابه، مع وجود بعض الاستثناءات، وظلّ مؤمنًا بفكرة «التناسق بين ما تُكتب، استنادًا إلى الوحي، وبين الظواهر الطبيعية». وبرغم أن كالينجر قد علّق على افتقار أولير للتصرف فوق آداب وتقاليده البلاط الملكي، فإننا نستنتج أن ذلك يعود في الواقع إلى انعدام اهتمامه بالتودد إلى طبقة النبلاء.

نتيجة لذلك.. لم يصبح أولير يومًا رئيسًا لأي من الأكاديميات التي عمل فيها، سواء في برلين في فترة حكم فريدريك العظيم، أم في سان بيترسبورج في فترة حكم كاترين العظيمة. وبغض النظر عن ذلك.. فإن دوره المهم في تطور الرياضيات واضح. وسيكون لهذا المجلد - الذي تطلّب كمًّا مدهشًا من البحث - قيمة كبيرة لأي شخص شديد الاهتمام بتاريخ الرياضيات، وعصر التنوير. ■

**ديفيد كاستيليفي** مراسل أول في العلوم الفيزيائية بدورية Nature.