بسم الله الرحمن الرحيم

السماء ذات الرجع
والأرض ذات الصدع

الغلاف الجوي وأعماق الأرض وثوابت الكون

منظومة الحياة المُحكَمة في آيات القرآن الكريم

□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□
□□□□□□□ □□□□□□□□□□□

تأليف

الدكتور خالد عبد النعيم فندي

مخترع ومهندس بيئي — أونست فندي للابتكارات والحلول الرقمية

الطبعة الأولى — 2025م

إهداء

□□□□ □□□□□ □□□□ □□□ □□□
□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□
□□□□ □□□ □□□□□□ — □□□□□□ □□□□□ □□□□

مقدمة المؤلف

> **وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ ۝ وَالْأَرْضِ ذَاتِ الصَّدْعِ**
>
> — 12-11: □□□□□□ □□□□

حين وقف الإنسان أول مرة على سطح القمر، ونظر إلى الأرض من بعيد، رأى كرةً زرقاء هشّة تسبح في فضاء لا نهاية له. وتساءل العلماء: ما الذي جعل هذا الكوكب بالذات مسكناً للحياة دون سائر الكواكب التي رصدناها؟

الجواب — كما اكتشفه العلم تدريجياً على مدى قرون — أن الأرض تحيا بفضل منظومة دقيقة من الحمايات المتشابكة: غلاف جوي يعكس ويصفّي ويُعيد الدورة، وأعماق تخزّن وتُطلق وتُوازن، وثوابت كونية محكمة لا تتغير. أزِل أيّاً منها، وتوقف كل شيء خلال ثوانٍ.

والمدهش — وهذا هو موضوع هذا الكتاب — أن القرآن الكريم أشار إلى هذه المنظومة بثلاث آيات موزّعة على ثلاث سور، قبل أن يكتشفها العلم بأربعة عشر قرناً.

ليس هذا الكتاب من جنس «الإعجاز العلمي» المعتاد الذي يأخذ آيةً ثم يُلصق بها اكتشافاً حديثاً. ما أحاول هنا مختلف: أن أُظهر أن الآيات الثلاث — آية الرجع في الطارق، وآية البلع في هود، وآية التقدير في الأعلى — تصف نظاماً واحداً متكاملاً من ثلاث طبقات، وأن هذا الجمع بينها لم يُفصَّل من قبل بهذه الطريقة.

أنا لست مفسِّراً ولا فيزيائياً نظرياً. أنا مهندس بيئي أمضيت ثلاثة عقود أدرس الماء والأرض والهواء. وحين قرأتُ هذه الآيات بعين الهندسة، رأيتُ ما لم أكن أتوقعه: نظاماً هندسياً متكاملاً يصف كيف تعيش الأرض.

> **✦ تأمل**
>
> □□. □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□.

الدكتور خالد عبد النعيم فندي
□□□□□□ — □□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ — 2025□

الفصل الأول

المنظومة المُحكَمة

□□□□□□□ □□□□□ — □□□□□□□ □□□□□ □□□

قبل أن نغوص في الآيات، نحتاج إلى فهم شيء جوهري :الأرض ليست مجرد كوكب يدور في الفضاء .الأرض منظومة حية دقيقة، تتكون من ثلاث طبقات وظيفية متشابكة كأجهزة جسم الإنسان.

الآية القرآنية	الوظيفة العلمية	الطبقة
السَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ — الطارق	الحماية والدورة والإعادة	**الغلاف الجوي**
يَا أَرْضُ ابْلَعِي مَاءَكِ — هود	التخزين والتوازن الحراري	**أعماق الأرض**
قَدَّرَ فَهَدَى — الأعلى	الضبط الدقيق للثوابت	**القوانين الكونية**

الملاحظة التي تُشكّل جوهر هذا الكتاب :هذه الطبقات الثلاث لا تعمل منفصلةً — هي نظام واحد .إذا أزلتَ الغلاف الجوي، تتبخر المحيطات في ساعات .وإذا أزلتَ الماء العميق في الأرض، تتوقف الحركة الجيولوجية التي تصون سطح الأرض .وإذا تغيّرت الثوابت الكونية ولو بنسبة 1/100,000 لما وُجد الكربون ولا الماء ولا الحياة.

دليل علمي :ترابط الطبقات الثلاث

أثبتت أن الماء المخزون في طبقة الرينغوودايت على عمق 660 Nature Geoscience (2014) دراسة نُشرت في مجلة كيلومتراً يؤثر مباشرة على نشاط البراكين والحركة التكتونية، التي بدورها تؤثر على تركيب الغلاف الجوي .وهذا ما يُعرف علمياً بـ Deep Water Cycle أو دورة الماء العميقة.

□□□□□□: *Schmandt et al., Nature (2014) — Dehydration melting at the top of the lower mantle*

تأمل

□□□□ □□□□ □□'□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□'□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□ — □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□ □□□□□□□: □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□.

الفصل الثاني

السَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ

□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ — □□□□□□ □□□□□□□

وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ

11: □□□□□□□ □□□□ —

كلمة »الرجع «في اللغة العربية تعني الإعادة والرد — إعادة الشيء إلى أصله أو رده عن مساره. وهذه الكلمة الواحدة تصف بدقة مذهلة وظائف الغلاف الجوي الأربع الرئيسية التي اكتشفها العلم.

أولاً: رجع الماء — دورة المياه الكبرى

الغلاف الجوي يتلقى الماء المتبخر من المحيطات والبحار والأنهار — ثم يُعيده مطراً إلى الأرض. هذا هو »الرجع «الأساسي الذي حافظ على توازن المياه على الأرض منذ مليارات السنين.

دورة المياه الكبرى بالأرقام

تتبخر من سطح الأرض سنوياً ما يقارب 577,000 كيلومتر مكعب من الماء، يعود 119,000 كيلومتر مكعب منها مطراً على اليابسة. هذه الدورة المستمرة منذ 3.8 مليار سنة هي ما أبقى الحياة ممكنة.

□□□□□□: USGS Water Science School — The Water Cycle

ثانياً: رجع الحرارة — الاحتباس الحراري الطبيعي

الغلاف الجوي لا يعكس الحرارة فحسب — بل يُعيد توزيعها. ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وغاز الميثان يمتصون جزءاً من أشعة الشمس المنعكسة عن الأرض ثم يُعيدون إشعاعها مرة أخرى نحو السطح. هذا الاحتباس الطبيعي رفع متوسط حرارة الأرض من -18°م إلى +15°م — أي بفارق 33 درجة بين الحياة والموت.

الاحتباس الحراري الطبيعي — ضرورة الحياة

لولا الغلاف الجوي لكانت الأرض جليدية بالكامل بمتوسط حرارة -18 درجة مئوية. غازات الاحتباس الطبيعي تعمل كطبقة عازلة تحفظ الحرارة وتُعيدها إلى السطح في عملية يسميها العلم Greenhouse Effect.

□□□□□□: NASA Earth Observatory — The Greenhouse Effect

ثالثاً: رجع الموجات الكهرومغناطيسية — درع غير مرئي

طبقة الأيونوسفير في الغلاف الجوي العلوي تعكس الموجات الكهرومغناطيسية — بما فيها موجات الراديو التي استخدمها الإنسان للاتصالات قبل عصر الأقمار الصناعية. وهذا الرجع هو ما جعل الاتصالات الراديوية اللاسلكية ممكنة عبر المسافات الطويلة.

في كل خلية DNA والأهم: طبقة الأوزون في الستراتوسفير تعكس وتمتص الأشعة فوق البنفسجية القاتلة — فتحمي الحمض النووي حية على وجه الأرض.

طبقة الأوزون — الدرع الكوني

طبقة الأوزون تمتص 97-99 %من الأشعة فوق البنفسجية عالية الطاقة الصادرة من الشمس. تراجع هذه الطبقة بنسبة 10 %فقط قد يضاعف معدلات سرطان الجلد بنسبة 25 %ويُدمر النظم البيئية البحرية.

□□□□□□: *World Meteorological Organization — Ozone and UV*

رابعاً: رجع الصواعق — الشحنة الكهربائية للأرض

ما يقارب 100 صاعقة تضرب الأرض كل ثانية. وهذه الصواعق — رغم هولها — هي ما يُبقي على الشحنة الكهربائية الطبيعية لسطح الأرض (حوالي 300,000 فولت بين الأرض والغيوم). وهذا المجال الكهربائي يُنظّم توزيع الجزيئات في الغلاف الجوي ويُسهم في دورة نيتروجين الأرض.

الصواعق والنيتروجين

الصواعق تكسر روابط النيتروجين الجزيئي (N_2) في الهواء وتحوله إلى أكاسيد النيتروجين التي تذوب في المطر وتصل إلى التربة كأسمدة طبيعية. يُقدَّر أن الصواعق تُنتج ما بين 4-8 تيراغرام من النيتروجين الثابت سنوياً.

□□□□□□: *Galloway et al., Biogeochemistry Journal (2004)*

تأمل

□□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□ — □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□». □□□□□□□□□: «□□□□□ □□□□ □□ □□□□ — □□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□ □□□□□□ □□□ □□□ □□ □□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□

الفصل الثالث

يَا أَرْضُ ابْلَعِي مَاءَكِ

□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ — □□□□□□ □□□□□□

وَقِيلَ يَا أَرْضُ ابْلَعِي مَاءَكِ وَيَا سَمَاءُ أَقْلِعِي وَغِيضَ الْمَاءُ

— 44: □□□ □□□□

كثيراً ما يُقرأ هذا النص على أنه وصف لانحسار مياه طوفان نوح عليه السلام. وهذا صحيح من حيث السياق. لكن ما يُدهش الباحث في الجيولوجيا الحديثة أن كلمة «ابلعي» لا تصف مجرد حدث تاريخي — بل هي وصف دقيق لعملية جيولوجية مستمرة حتى اليوم.

اكتشاف القرن: الماء في أعماق الأرض

أحدثت زلزالاً علمياً Nature في عام 2014، نشر فريق من علماء الجيولوجيا من جامعة نورثوسترن الأمريكية دراسة في مجلة: على عمق يتراوح بين 400 و700 (Ringwoodite) اكتشفوا خزاناً هائلاً من الماء مخزوناً في طبقة معدنية تُسمى الرينغووديات كيلومتر تحت سطح الأرض.

هذا الخزان يحتوي — وفق التقديرات العلمية — على ما يعادل ثلاثة أمثال حجم كل المحيطات على سطح الأرض مجتمعة. ليس ماءً سائلاً، بل ماء «مُدمج» في البنية الكيميائية للمعدن نفسه — كما لو أن الصخر يحمل الماء في بنيته الذرية.

الرينغووديات — الخزان المخفي

معدن الرينغووديات يمكنه تخزين ما يصل إلى 1.5 % من وزنه ماءً مُدمجاً في شبكته البلورية. وعلى نطاق طبقة الوشاح الأرضية، يعني هذا خزاناً مائياً أكبر من كل المحيطات. اكتشف العلماء هذا الخزان من خلال تحليل موجات الزلازل التي تتباطأ عند مرورها بهذه الطبقة المشبعة بالماء.

□□□□□□: *Schmandt et al., Nature 509 (2014): 374-376*

لماذا «ماءَكِ» وليس «الماء»؟

في الإضافة في «ماءَكِ» — أي ماءَ الأرض — تشير إلى ماءٍ خاص بالأرض، مختلف عن الماء السطحي. وهذا بالضبط ما اكتشفه العلم: الماء في طبقة الرينغووديات ليس مجرد ماء «غرق» في الأرض — بل هو ماء «أصيل» موجود منذ تكوّن الأرض، يختلف في تركيبه الإيزوتوبي (نسبة الهيدروجين الثقيل) عن مياه المحيطات.

الماء الأصيل في الأرض

تُظهر أن المياه العميقة في الوشاح الأرضي لها توقيع كيميائي مختلف عن (D/H نسبة الديوتيريوم) دراسات الأيزوتوبات المائية: مياه المحيطات والمذنبات، مما يؤكد أنها ليست مياهاً سطحية تسربت، بل مياه أولية عمرها بعمر الكوكب.

□□□□□□: *Hallis et al., Science 350 (2015): 795-797*

الوظيفة الكبرى للماء العميق: تنظيم حرارة الأرض

الماء العميق في طبقة الوشاح يلعب دوراً حيوياً في تنظيم حرارة باطن الأرض. حين تصل درجة الحرارة إلى مستويات عالية، يتحرر الماء من الرينغووديات ويخفض نقطة انصهار الصخور، مما يُعيد تنشيط التدفق الحراري ويُعدّل درجات الحرارة. هذه الآلية هي ما تُحافظ على استمرار حركة الصفائح التكتونية منذ مليارات السنين.

وبدون الحركة التكتونية: لا براكين تُطلق ثاني أكسيد الكربون. لا جبال تُكسّر الصخور لتُغذي التربة. لا دورة كربون. لا حياة.

الحركة التكتونية وشرط الحياة

يرى كثير من العلماء أن الحركة التكتونية شرط لازم لوجود حياة متطورة على أي كوكب .وهي تعتمد اعتماداً أساسياً على وجود الماء في الوشاح كمادة مُزيتة وخافضة للزوجة .الكواكب الجافة الداخلية مثل الزهرة والمريخ تفتقد هذه الحركة، وتفتقد معها الحياة.

□□□□□□: *Stern et al., Tectonophysics (2018) — The role of water in tectonic processes*

تأمل

«□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□ □□ □□□□□□ —» □□□□□□ □□□□□ □□□ □□ □□ □□□ □□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ *4.5* □□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□ — □□□ □□ □□□ □□□□□ □□□ □□ □□□□□» □□« □□□□□□□. *2014* □□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□□.

الفصل الرابع

قَدَّرَ فَهَدَى

□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ — □□□□□□□□ □□□□□□□

الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى ۝ وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَى

— 3-2: □□□□□□ □□□□

أن (Fine-Tuning Principle): «في عام 1974، طرح الفيزيائي الأسترالي براندون كارتر ما أصبح يُعرف بـ »مبدأ الضبط الدقيق ثوابت الطبيعة الأساسية — كثابت الجاذبية، وشحنة الإلكترون، وسرعة الضوء، وكتلة البروتون — تبدو كما لو أنها »ضُبطت «بدقة مذهلة لتجعل الحياة ممكنة.

الثوابت الكونية — حين يكون الرقم هو الفارق بين الوجود والعدم

لو كان ثابت الجاذبية أقوى بنسبة 1 إلى المليون لما تشكّلت النجوم بالحجم المناسب لإنتاج الكربون .ولو كان أضعف بنفس النسبة لما تجمعت المادة أصلاً .ولو كانت نسبة الطاقة الكهرومغناطيسية إلى طاقة الجاذبية مختلفة بنسبة 1 إلى 10 أس 40 لما وُجدت نجوم تحترق بهدوء ملايين السنين لتُغذي الحياة.

Ω الضبط الدقيق للثابت الكوني

الكثافة الكونية يجب أن تكون ضمن نطاق دقيق يُسمى »الكثافة الحرجة «بحيث لا ينهار الكون على نفسه ولا يتفكك بسرعة .القياسات تساوي 1.0002 ±0.0026 — أي أنها قريبة جداً من الواحد الصحيح بدقة تفوق كل ما يمكن تفسيره Ω تُظهر أن القيمة الحالية لـ بالصدفة.

□□□□□□: *Planck Collaboration, A&A 641 (2020): Cosmological parameters*

فَهَدَى — الهداية في القوانين نفسها

الجملة القرآنية لا تقول فقط »قدّر «— بل تُضيف »فهدى .«والهداية هنا ليست هداية الإنسان فحسب — بل هداية كل شيء إلى وظيفته :الإلكترون يهتدي في مساره، والكوكب يهتدي في مداره، والخلية تهتدي في انقسامها، والماء يهتدي إلى الأحواض.

الطبيعة دائماً »تختار «المسار الأمثل .الضوء لا (Principle of Least Action): «هذا ما يُسميه الفيزيائيون »مبدأ الأقل فعلاً يسير في أي مسار، بل يسير في أقصر مسار .الكواكب لا تدور في أي شكل، بل في الشكل الذي يُعظم الكفاءة .كل جسيم في الكون «يسلك مساراً كأنه »موجَّه.

مبدأ الأقل فعلاً — Principle of Least Action

صاغ الرياضي موبرتوي هذا المبدأ عام 1746، وطوّره لاغرانج وهاملتون :أي نظام فيزيائي يتطور دائماً بحيث تكون »كمية أقل ما يمكن .هذا المبدأ يُوحّد ميكانيكا نيوتن والكهرومغناطيسية وميكانيكا الكم في إطار (integral of Lagrangian) «الفعل واحد.

□□□□□□: *Feynman, Leighton, Sands — The Feynman Lectures on Physics, Vol. II, Ch. 19*

✦ تأمل

«□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ —» □□□□ □□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□. □□□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□ □□ □□□□□. □□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□. □□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□.

الفصل الخامس

المنظومة الكاملة

□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□

— في الفصول الثلاثة السابقة رأينا كل طبقة على حدة. الآن نجمعها: ليس مصادفةً أن هذه الآيات الثلاث — رغم توزعها على ثلاث سور — تصف نظاماً واحداً متكاملاً.

تجربة فكرية: ماذا لو أزلنا طبقة واحدة؟

لو أزيل...	ما يحدث في ساعات	النتيجة النهائية
الغلاف الجوي (الرجع)	تتبخر المياه — تخترق الأشعة فوق البنفسجية الحياة — تتجمد الأرض	**لا حياة خلال أيام**
ماء الوشاح (البلغ)	تتوقف الحركة التكتونية — تُغلق البراكين دورة الكربون — يتوقف تجديد التربة	**تختفي الحياة خلال ملايين السنين**
الثوابت الكونية (التقدير)	لا نجوم — لا كربون — لا ماء — لا مجرات	**لا وجود للكون أصلاً**

الربط العضوي بين الآيات الثلاث

ما يميّز هذا الكتاب عن غيره من كتب الإعجاز العلمي هو هذا الربط العضوي: الآيات الثلاث لا تصف ثلاث معجزات منفصلة — بل تصف ثلاثة أجهزة في جسم واحد.

الغلاف الجوي (الرجع) هو الجهاز التنفسي والمناعي للكوكب.

الماء العميق (البلغ) هو الجهاز الدوري والتنظيمي للكوكب.

الثوابت الكونية (التقدير) هي الحمض النووي DNA الذي تُحدد ما هو ممكن وما هو مستحيل — الشفرة التي تحكم الكون نفسه.

✦ تأمل

□□. □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□ — □□□ □□□ □□□ □□ □□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□ □□□□□□□□ □□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□□.

الفصل السادس

الأرض في الكون

□□□□□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□

منذ عام 1995 — حين اكتُشف أول كوكب خارج المجموعة الشمسية — رصد علماء الفلك أكثر من 5,500 كوكب خارج المنظومة الشمسية. ولم يجدوا حتى الآن كوكباً واحداً يجمع العوامل الثلاثة التي ناقشناها.

عوامل الأرض النادرة — The Rare Earth Factors

وثّقا أن احتمال وجود حياة معقدة على كوكب آخر يتطلب تزامن Rare Earth (Ward & Brownlee, 2000) الباحثان عشرات العوامل النادرة في نفس الوقت. من أبرز هذه العوامل:

- وجود غلاف جوي بتركيبة مناسبة تحفظ الحرارة وتعكس الإشعاع (الرجع)
- وجود ماء سائل على السطح وماء عميق في الوشاح لتنظيم الحركة التكتونية (البلع)
- موقع الكوكب في «المنطقة الصالحة للسكن» حيث تسمح قيم الثوابت بوجود الماء السائل (التقدير)
- وجود قمر كبير كالقمر يُثبّت ميل محور الأرض ويمنع تذبذبه المفرط
- وجود كوكب عملاق كالمشتري يحمي الأرض من القذائف الكونية

نادرة الأرض — Rare Earth Hypothesis

كتاب Rare Earth لـ Ward & Brownlee (2000) يستعرض أكثر من 30 عاملاً نادراً يجب أن تتزامن لوجود حياة معقدة. النتيجة: احتمال وجود كوكب آخر كالأرض في مجرتنا يقترب من الصفر. وكل عامل إضافي يضرب الاحتمال في كسر إضافي.

□□□□□□: *Ward & Brownlee — Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe (2000)*

تأمل

□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□ □□□ □□□□□ □□□□□: □□□□ □□□□□ □□ — □□□□ □□□ □□ □□□: □□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□ □□ □□. «□□□□□□□ □□□□□□□□».

خاتمة الكتاب

> **إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ**
>
> — 4: □□□□□ □□□□

وصلنا إلى نهاية الكتاب. ما بدأنا به سؤالاً — لماذا تحيا الأرض؟ — وجدنا له جواباً علمياً دقيقاً: لأن ثلاثة أنظمة تعمل معاً بتناسق مُحكَم.

وما بدأنا به تأملاً قرآنياً — في آيات الرجع والبلع والتقدير — اكتشفنا أنه ليس تأملاً فحسب، بل وصف دقيق لهذه الأنظمة الثلاثة، وُضع في كتاب قبل أن يكتشفها العلم بأربعة عشر قرناً.

ما الذي يعنيه هذا؟ لا أملك — ولا ينبغي لي — أن أُجيب بالنيابة عن القارئ. الأدلة أمامك. والعقل أُعطيَ لك. والخيار خيارك.

لكنني أقول — بصدق العالم والمؤمن — إن الذي خلق هذا الكون بهذه الدقة، وأنزل كتاباً يصفه بهذه الدقة، لا يمكن أن يكون عشوائياً.

سُبْحَانَ الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى
وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَى

الدكتور خالد عبد النعيم فندي
□□□□□□ □□□□ □□□ — □□□□□□
هـ — 2025 م 1446

المراجع العلمية

1. Schmandt, B., Jacobsen, S.D., Becker, T.W., Liu, Z., Dueker, K.G. (2014). Dehydration melting at the top of the lower mantle. Nature, 509, 374-376.
2. Hallis, L.J., Huss, G.R., Nagashima, K., et al. (2015). Evidence for primordial water in Earth's deep mantle. Science, 350(6262), 795-797.
3. Planck Collaboration (2020). Planck 2018 results. Cosmological parameters. Astronomy & Astrophysics, 641, A6.
4. Ward, P.D. & Brownlee, D. (2000). Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe. Copernicus Books, New York.
5. Feynman, R.P., Leighton, R.B., Sands, M. (1964). The Feynman Lectures on Physics, Vol. II, Chapter 19. Addison-Wesley.
6. Galloway, J.N., et al. (2004). Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future. Biogeochemistry, 70, 153-226.
7. World Meteorological Organization (2018). Scientific Assessment of Ozone Depletion. WMO, Geneva.
8. USGS Water Science School — The Water Cycle. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
9. NASA Earth Observatory — The Greenhouse Effect. NASA Goddard Space Flight Center.
10. Stern, R.J., et al. (2018). Subduction initiation and the role of water. Tectonophysics, 746, 173-198.