أطروحة استثمارية لاقتصاد ما بعد القيد

أراتا هوشينو الإمارات العربية المتحدة سبتمبر 2026

القرّاء

كُتبت هذه الأطروحة للمستثمرين المؤسسيين، والصناديق السيادية، ومستثمري رأس المال المغامر والبنية التحتية، ومؤسسي شركات التقنية العميقة، ولمن يصممون سياسات الطاقة والصناعة والسكان. وهي فرضية. تقف على الجانب الآخر من القيد الحالي، لا داخله، لتحلل وتتصوّر وتصمم، والمقصود أن تُستخدم، وهي لا تزال فرضية، بوصلةً للاستثمار والاستراتيجية.

الملخّص

تذهب هذه الأطروحة إلى أن الحضارة المعاصرة تواجه قيداً بنيوياً واحداً هو تعطّل القدرة على البناء، وأن لهذا القيد ثلاثة مكوّنات: (i) غياب الوفرة الفعلية للطاقة، (ii) نقص في مدخل العمل حيث تأخرت الأتمتة، و(iii) غياب المؤسسات التي تجذب رأس المال والمواهب. أما الركود الاقتصادي وانهيار السكان فهما عَرَضان لهذا القيد، وليسا سبباً لأي شيء.

ينتقل البرهان من الثورات الصناعية الماضية، عبر تشخيص للحاضر، إلى تصميم التوزيع وتصميم القيمة. تُقرأ الثورات الصناعية قراءة جديدة على محورين، كفاءة وضع المادة في موضعها وكفاءة التنبؤ بالمستقبل، وعلى هذين المحورين يظهر اللاتماثل الذي طبع الثلاثين سنة الأخيرة. ويعمل قيد العرض الناتج عن ذلك على مستويين. فعلى المستوى الكلي يضيّق نطاق الاستثمارات الكبيرة التي يفكر فيها أحد أصلاً. وعلى مستوى الأسرة يرفع أسعار السلع التي لم تصل إليها الأتمتة قط، فيكبت بذلك السكان: مصيدة مالتوسية ثانية. ومن هذا التشخيص تقترح الأطروحة الاستعاضة عن توزيع الدخل بحسب المساهمة في المهام بتوزيع للملكية يُبنى على حسابات رأسمالية تُفتح عند الولادة. وبدلاً من الناتج المحلي الإجمالي، تستند إلى منطق الخدمة السائد (service-dominant logic)، وهو النظرية التي ترى أن القيمة تُخلق عند الاستعمال على يد المستفيد لا عند التبادل، لتنقل مركز القيمة إلى قيمة الاستعمال، وتبيّن الشروط التي يمكن في ظلها قياس قيمة الاستعمال.

وعلى الجانب الآخر من القيد، حيث تتوافر الطاقة وتتسارع الأتمتة في ظل المؤسسات المناسبة، تعود القدرة على تصوّر الأشياء الكبيرة. يملك الناس رأس المال قبل أن يعملوا أصلاً، ويستطيعون أن يهبوا وقتهم لخلق القيمة بمعناها الكامل بدلاً من الإنتاجية. وتتراجع المشكلات الكلية التي يُخشى منها اليوم، وبينها انهيار السكان، كنتيجة جانبية لرفع قيد العرض وللآلية الجديدة في التوزيع، من دون علاج عَرَضٍ بعد عَرَض، ويبدأ العرض والطلب في رفع أحدهما الآخر.

وتضع الأقسام اللاحقة عناقيد العالم على الحدود الخمسة التي تتحلل إليها المتغيّرات الثلاثة، وتتنبأ بمستقبل كتلتين تقنيتين: كتلة أمريكية مبنية على تقسيم العمل وكتلة صينية مبنية على التكامل العمودي. وتدعو إلى تعميق تقسيم العمل بين الولايات المتحدة والإمارات وشمال شرق آسيا، وإلى منظومة تدمج فاعلين من الأطراف الثلاثة. ثم تبيّن ما ينبغي الاستثمار فيه، حداً بعد حد، وتطرح أحد عشر تنبؤاً مع الملاحظة التي تبيّن خطأ كل منها، وتختم بالمؤسسة التي ينبغي بناؤها.

ملاحظة في المنهج

نشأت هذه الأطروحة من ملاحظات دوّنتها باليابانية بين عامَي 2018 و2026. الأفكار والحجج أفكاري وحججي. واستعنت بـ Claude من Anthropic لتحويل تلك الملاحظات إلى نص إنجليزي واحد ولرسم الأشكال من بيانات عامة كنت قد جمعتها. والأخطاء أخطائي أيضاً.

01 القدرة على البناء

في عام 1847 صبّت بريطانيا نحو 8 في المئة من ناتجها المحلي الإجمالي لذلك العام في السكك الحديدية، وزادت شبكتها إلى أكثر من أربعة أمثالها في عقد واحد، بقرار خاص ورأس مال خاص من دون أي خطة من الدولة.[1] والبلد نفسه قضى حتى الآن سبعة عشر عاماً وأنفق 46.8 مليار جنيه من دون أن يفتح ميلاً واحداً من خطوط القطارات فائقة السرعة.[2] وما تغيّر في القرنين تقريباً الفاصلين بين التاريخين لم يكن الطبع القومي ولا الثقافة، وإنما بنية الوفرة.

ما تستطيع حضارة أن تبنيه جديداً في العالم المادي هو حاصل ضرب ثلاثة حدود:

القدرة التنافسية الحضارية C ≒ المؤسسات I × الوفرة الفعلية للطاقة E × مدخل العمل (الأتمتة) L

فإذا قارب أي من الحدود الثلاثة الصفر قارب حاصل الضرب الصفر، مهما ارتفع الحدّان الآخران. والمقصود بالقدرة التنافسية هنا سرعة الحضارة في بناء الركيزة المادية التالية وحجم الاستثمار الجديد الواسع النطاق الذي تستطيع حمله. وهي لا تقول شيئاً عن نوعية حياة من يعيشون فيها، فذلك موضوع آخر. وللمؤسسات وظيفتان. فهي تحفظ العوائد، عبر حقوق الملكية وحماية المستثمر والمعاملة الضريبية وسرعة التراخيص، وهذا ما يجذب رأس المال. وهي تسمح بالفشل وتقبل الغرباء، وهذا ما يجذب الناس. والوفرة الفعلية شيء مختلف عن الهبة الطبيعية، أي عن وجود المورد تحت أرض المرء. إنها تعني الوصول إلى طاقة مجانية فعلياً، واليقين بأنها ستبقى بهذا الرخص طوال جزء كبير من عمر ما هو على وشك أن يُبنى. أما مدخل العمل فيعني، في اقتصادات اليوم المتقدمة، الأتمتة، وينقسم بدوره إلى شطرين:

L ≒ التقنية العميقة T × رأس المال الكبير K

فالتقنية العميقة مسألتها ما إذا كانت تقنيات نقاط الاختناق، تلك التي توقف الآخرين جميعاً لحظة حجبها، مملوكةً في الداخل أو في متناول اليد. ورأس المال الكبير مسألته ما إذا كان يمكن تحريك الأصول المتراكمة أصلاً بالحجم الذي تتطلبه الآلات المستقلة والركيزة الحاسوبية. ولا يلزم بناء أي منهما في الداخل، فكلاهما يمكن الحصول عليه بالتحالف أو النقل، وإن كان ذلك لا يتأتّى إلا بإذن من طرف ما.

لا تقول المعادلة شيئاً عن الثروة التي يملكها بلد ما بالفعل. إنما تقول كم لا يزال في وسع البلد أن يبني، ويمتد القيد إلى أبعد مما يُبنى. فالخيارات لا تبلغ أصلاً مرحلة الموازنة والرفض، لأنها تكفّ عن أن تُقترح. وحيث يُعرف أن مقدّمةً ما ثابتة لا تتحرك، لا تُكتب عليها خطة عمل، ولا يصل شيء إلى لجنة استثمار، ولا يُتصوَّر شيء من البداية. ونطاق المشاريع التي نشعر اليوم بأنها واقعية، وإحساسنا المشترك بالحجم المعقول للاستثمار، تشكّلا كلاهما على افتراض أن الحدود الثلاثة قائمة حيث هي الآن. فالقيد إذن يقيّد ما يمكن تصوّره كما يقيّد ما يمكن بناؤه.

لنأخذ مثالين على مجتمعات جمعت الحدود الثلاثة في وقت واحد: بريطانيا في أربعينيات القرن التاسع عشر والإمارات اليوم. فالطاقة في الإمارات رخيصة لثلاثة أسباب منفصلة: الغاز المحلي المدعوم تاريخياً، و5.6 غيغاواط من محطة براكة للطاقة النووية، ومحطة الظفرة للطاقة الشمسية التي سجّلت سعراً قياسياً عالمياً في 2020.[3] ويحمل العملَ مهاجرون يشكّلون أكثر من ثمانين في المئة من السكان المقيمين، والأرض، وهي صحراء، غير محدودة عملياً. وتصبّ إمارات القرن الحادي والعشرين في الركيزة الحاسوبية ما صبّته بريطانيا القرن التاسع عشر في السكك الحديدية. غير أن نوافذ من هذا النوع قد تنغلق أيضاً، كما حدث لليابان. فقد وقف نموها بعد الحرب على النفط الخام الرخيص من الشرق الأوسط؛ وانغلقت النافذة في 1973، فوق تباطؤ كان جارياً أصلاً في البنية المحلية، فانخفض النمو الحقيقي إلى النصف من 9.1 في المئة سنوياً إلى 4.2.[4]

[1] المصدر هو Andrew Odlyzko, "The collapse of the Railway Mania," rev. 2011: ارتفع الاستثمار في السكك الحديدية من 13 مليون جنيه في عام 1845 إلى ذروة بلغت 44 مليوناً في عام 1847، أي «ما يقارب 8% من الناتج المحلي الإجمالي البريطاني، وضعف الموازنة العسكرية لتلك السنة»، محسوباً بالمبالغ المنفَقة فعلاً وبأسعار ذلك الزمن. وامتد طول الخطوط في بريطانيا العظمى من نحو 1,498 ميلاً في نهاية عام 1840 إلى 6,084 ميلاً في نهاية عام 1850 (B. R. Mitchell, *British Historical Statistics*, 1988, Table 5, p.541؛ وهو مرجع لم يتسنَّ الحصول عليه، ويستند رقم عام 1840 إلى حاشية في الطبعة السابقة الصادرة عام 1962، وقد يكون خاصاً بالمملكة المتحدة).

[2] بلغ الإنفاق التراكمي 46.8 مليار جنيه بالقيمة الاسمية في نهاية مارس 2026، منها 44.2 مليار للبرنامج الحالي و2.6 مليار للمرحلة الثانية التي أُلغيت (National Audit Office, *High Speed Two reset*, HC 52, 2026; Department for Transport, *HS2 Six-Monthly Report to Parliament*, May 2026). ويقدّر التقرير نفسه التكلفة عند الإتمام بما بين 87.7 و102.7 مليار جنيه، وافتتاح الخط من أولد أوك كومن إلى برمنغهام بين مايو 2036 وأكتوبر 2039. وقد بدأت شركة HS2 Ltd عملها في يناير 2009.

[3] تتألف محطة براكة من أربع وحدات من طراز APR1400 بقدرة إجمالية 5.6 غيغاواط؛ ومع دخول الوحدات الأربع كلها في التشغيل التجاري منذ سبتمبر 2024، ولّدت في الأشهر الاثني عشر التالية نحو 40 تيراواط ساعة، أي ما يصل إلى 25% من الطلب الوطني على أساس سنوي (Emirates Nuclear Energy Corporation). أما محطة الظفرة للطاقة الشمسية، وقدرتها الاسمية 2 غيغاواط، فقد رُسّي عقدها في أبريل 2020 بسعر 1.35 سنت للكيلوواط ساعة، وهو أدنى سعر أُعلن عنه في العالم حتى ذلك الحين، ثم عُدّل إلى 1.32 سنت عند الإغلاق المالي (Abu Dhabi National Energy Company, 22 December 2020). وقدّر صندوق النقد الدولي دعم الطاقة الضمني بنسبة 5.7% من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2011 (IMF Country Report No. 15/220).

كانت وفرة بريطانيا في أربعينيات القرن التاسع عشر تستند في جزء منها إلى عمل الأطفال وإلى المستعمرات، وهي تكاليف بشرية لا يجوز تكرارها، وتستند تكلفة العمل في إمارات اليوم إلى فجوة الأجور العالمية. أما اجتماع وفرة الطاقة، والأتمتة الكاملة للتصنيع والنقل، والمؤسسات المناسبة، فمن شأنه أن يجعل الشروط الثلاثة في المتناول، لأول مرة في التاريخ، من دون تضحية بشرية وفي أي مكان. فالوفرة التي اشتراها القرن التاسع عشر بالألم البشري يستطيع القرن الحادي والعشرون أن يستردّها بالآلات. وهذا هو المعنى الحضاري لتوظيف رأس المال في الذكاء الاصطناعي المادي، أي في الروبوتات والمصانع المؤتمتة، وفي الطاقة.

02 تكلفتا التقارب

تتقدم الحضارة في اتجاهين على ركيزة واحدة هي الطاقة، ويتنافس الاتجاهان على المشكلات نفسها. وطوال ثلاثين عاماً تدفّق رأس المال إلى الاتجاه الأقل حاجة إلى الطاقة، وهو الاتجاه الرقمي، حتى اصطدم هذا الاتجاه في عشرينيات هذا القرن بجدار الطاقة نفسه. ولذلك يكون توظيف رأس المال في الذكاء الاصطناعي المادي والطاقة عودةً: رأس مال يرجع إلى الجانب الذي كان قد تخلّى عنه.

يتألف تقدّم الحضارة من ركيزة واحدة، هي الطاقة، واتجاهين يقومان فوقها. يدفع الاتجاه 1 نحو الصفر تكلفةَ الوصول إلى تشكيل المادة الذي كنت تستهدفه، وهو تحسين يُقاس بالجول؛ والنقل والتصنيع والبناء والزراعة وفتح الفضاء كلها حالات خاصة منه. ويدفع الاتجاه 2 نحو الصفر تكلفةَ الوصول إلى نموذج تنبؤي بالدقة التي تحتاج إليها، وهو تحسين يُقاس بالبِت؛ والاتصالات والحوسبة والعلم والتعليم والذكاء الاصطناعي كلها حالات خاصة منه. وكلاهما يخفض تكلفة تحويل النية إلى نتيجة، أحدهما بتغيير العالم المادي والآخر بمعرفة ما ينبغي فعله.

وللتنبؤ بالوسيلة، أي التقنية، التي ستستدعيها مشكلة معيّنة، انظر إلى الاتجاهين كمتنافسَين عليها: يفوز الجانب الأقل تكلفةَ تقاربٍ، أي تكلفة تحويل النية إلى نتيجة. ولمعرفة أي جانب هو ذاك، حلّل المشكلة إلى خطوات وأحصِ الكتلة التي يجب تحريكها في كل خطوة. ففي التسوّق لا يحرّك البحث والمقارنة والطلب والدفع أي كتلة على الإطلاق؛ وحده الشوط الأخير، من المستودع إلى باب المنزل، يحرّك شيئاً. ولذلك انتقلت المشكلة في معظمها إلى الاتجاه 2. وقد غلبت أمازون روبوت التسوّق الذي كان الناس يتخيّلونه بفضل بنية التكلفة، وليس لأن إحدى الرؤيتين أفضل من الأخرى.

طوال ثلاثين عاماً تدفّق رأس المال والمواهب إلى الاتجاه 2 تدفقاً يكاد يكون من جانب واحد. فهو يتناسخ بتكلفة حدّية صفرية، ويعمل باحتكاك ضعيف، ولا يحتاج إلا إلى قليل من الطاقة، ومن هذه الخصائص الثلاث لا يتغيّر مع العصر إلا الأخيرة؛ وفي عالم مقيّد يتدفق رأس المال نحو القيد الأرخى. ثم اصطدم الاتجاه 2 في العشرينيات بجدار الطاقة، ولم يُبعد تحسّن الكفاءة الجدار. فانخفاض تكلفة التقارب يطلق تطبيقات لم تكن مجدية من قبل، وينمو الطلب بأكثر من مكسب الكفاءة. وبحسب تقدير الوكالة الدولية للطاقة، ارتفع الطلب العالمي على الكهرباء من مراكز البيانات 17 في المئة على أساس سنوي في 2025، وسيتضاعف تقريباً بحلول 2030، وارتفعت المرافق المخصصة للذكاء الاصطناعي وحدها 50 في المئة في 2025.[5] وفي الفترة نفسها انخفضت الكهرباء المستهلكة لكل مهمة ذكاء اصطناعي انخفاضاً سريعاً، وذهب ذلك التوفير مباشرة إلى مزيد من الحوسبة، تُستخدم على نطاق أوسع، ومرات أكثر، ولأغراض أثقل.

تتكلم حركة رأس المال بأوضح مما يتكلم أي تنبؤ. ففي أغسطس 2025 أعادت الهيئة التنظيمية محطة باليسيدز (Palisades) في ميشيغان من مسار الإخراج من الخدمة إلى رخصة تشغيل، وهي المرة الأولى التي تُعتمد فيها إعادة تشغيل من هذا النوع. و«التشغيل» هنا فئة تنظيمية لا استئناف للتوليد.[6] وهذا القرار علامة من علامات التغيّر البنيوي الذي تعتمد عليه هذه الأطروحة: الطلب على الحوسبة يجعل الاستثمار في إمدادات الطاقة أمراً لا مفرّ منه سياسياً، ورأس المال يعود بالفعل.

[4] الأرقام على أساس السنة المالية: متوسط 9.1% من السنة المالية 1956 إلى السنة المالية 1973، و4.2% من السنة المالية 1974 إلى السنة المالية 1990 (Cabinet Office of Japan, long-run national accounts). ويعزو بنك اليابان التباطؤ في المقام الأول إلى عوامل بنيوية داخلية، هي تلاشي نمو الإنتاجية المدفوع باللحاق بالركب وتباطؤ انتقال العمالة بين القطاعات، مع صدمة النفط مضافةً إليها (*Bank of Japan Review* 2012-J-17, December 2012؛ ويتناول تقرير *Outlook* الصادر في أكتوبر 2012 التحوّل نفسه في الإطار 7، ولم يتسنَّ الحصول عليه).

[5] المصدر هو IEA, *Key Questions on Energy and AI*, 16 April 2026: ارتفع الطلب على الكهرباء من مراكز البيانات بنسبة 17% في عام 2025، ومن المنشآت المخصصة للذكاء الاصطناعي بنسبة 50%؛ ومن 485 تيراواط ساعة في عام 2025 إلى نحو 950 تيراواط ساعة في عام 2030 وفق الإسقاط المركزي، لمراكز البيانات مجتمعة. وتذكر الوكالة الدولية للطاقة أن الطاقة المستهلكة لكل مهمة ذكاء اصطناعي تنخفض بما لا يقل عن رتبة حجم في السنة، غير أنها لا تنشر لذلك سلسلة سنوية متسقة. أما السلسلة الأمريكية المقيسة فهي Shehabi et al., *2024 United States Data Center Energy Usage Report*, LBNL-2001637: نحو 60 تيراواط ساعة سنوياً في الفترة من 2014 إلى 2016، و176 تيراواط ساعة في عام 2023، وما بين 325 و580 تيراواط ساعة في عام 2028 بحسب سيناريوهات التقرير.

03 ندرة مختارة

تباطؤ النمو في الاقتصادات المتقدمة كلها مصيدة من نوع خاص، مصيدة البلدان المتقدمة، لا مصيدة الدخل المتوسط التي تعطّل البلدان النامية. ومن الحدود الثلاثة كان ما انكسر هو الطاقة، وانكسرت باختيار. ففي السبعينيات أوقفت البلدان المتقدمة توسيع إمداداتها من الطاقة، وطوال نصف القرن الذي تلا أعادت بناء اقتصاداتها ومؤسساتها وقيمها على مقدّمة تقول إن الطاقة لا تنمو. والمصدر الذي لجأت إليه بديلاً، وهو مصدر لا يتبع إنتاجه الطلب، حوّل تكلفته إلى الأسر عبر فاتورة الكهرباء، ومعها عدد الأطفال الذين تستطيع الأسرة تحمّل تكاليفهم.

يظهر الركود في ثلاثة مواضع. أولاً، توقّف نمو استخدام الطاقة للفرد. ففي الولايات المتحدة ارتفع طوال فترة ما بعد الحرب، وبلغ ذروته في 1978 و1979، وانخفض منذ ذلك الحين بنحو الخُمس؛ ولأن مكاسب الكفاءة رفعت تاريخياً الاستهلاك الكلي ولم تخفضه، فإن هذا الانخفاض يُقرأ توقفاً للتوسّع لا ثمرةً للكفاءة.[7] ثانياً، انكسر نمو الإنتاجية في الأعوام نفسها. فقد نمت الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج في أمريكا بوتيرة ثابتة من 1920 إلى 1970، وبنحو ثلث تلك الوتيرة منذ ذلك الحين، والنموذج الذي يفسّر النمو بالشغل النافع المستخرج من الطاقة يطابق الناتج الأمريكي حتى 1973 و1974 ثم يبدأ في التقصير عنه.[8] ثالثاً، توقّف البلد عن بناء إمداداته من الطاقة: فقد أُلغي كل مفاعل من المفاعلات الـ41 التي طُلبت في الولايات المتحدة بعد 1973.[9]

لم يفرض ذلك أي قانون من قوانين الفيزياء. فتكاليف المفاعلات الأمريكية كانت ترتفع أصلاً طوال أواخر الستينيات، ثم ارتفعت ارتفاعاً أكبر بكثير في المفاعلات التي كانت لا تزال تحت الإنشاء حين وقع حادث ثري مايل آيلاند (Three Mile Island). وفي الأعوام نفسها أبقت فرنسا تصاعد تكاليفها عند جزء يسير من المعدل الأمريكي، وخفضت كوريا الجنوبية تكاليفها خفضاً صريحاً، وكلتاهما فعلت ذلك ببناء تصاميم موحّدة مرة بعد مرة. فالتقنية نفسها تصاعدت تكلفتها في بلد وانخفضت في آخر، والفرق كان في التنظيم والسياسة، وتحتهما معاً في ما إذا كان البلد يبني المحطة نفسها مرة أخرى أو محطة جديدة كل مرة.[10] أما تحوّل السبعينيات فقد اختارته شعوب البلدان المتقدمة بنفسها، ولم يُعَدّ شيء ليحلّ محل القدرة التي جرى التخلّي عنها. وطوال نصف القرن الذي تلا أعادت البلدان المتقدمة بناء اقتصاداتها ومؤسساتها وقيمها على مقدّمة تقول إن الطاقة لا تنمو. والندرة الموصوفة هنا هي إعادة البناء تلك: ندرة مختارة، لا ندرة معطاة.

كان المصدر الجديد الرئيس الذي لجأت إليه البلدان المتقدمة في نصف القرن ذاك مصدراً لا يتبع إنتاجه الطلب. فتنخفض القيمة السوقية لطاقة الرياح من نحو 110 في المئة من متوسط سعر الكهرباء قرب انتشار صفري إلى ما بين 50 و80 في المئة عند حصة في النظام قدرها 30 في المئة. وكلما زادت الرياح زاد توليد كل توربين آخر في الساعات نفسها، فتخفض بذلك قيمة الكهرباء التي تنتجها هي. وكانت أسعار الجملة للكهرباء في ألمانيا سلبية طوال 573 ساعة في 2025، وهو رقم قياسي للعام الثاني على التوالي.[11] والمجتمع الذي أسند حمله الأساسي إلى مصدر لا يصلح إلا لتكملة الطاقة الثابتة حوّل التكلفة إلى الأسر عبر فاتورة الكهرباء. فاختيار مزيج التوليد اختيارٌ لمنحنى سعر الكهرباء؛ واختيار منحنى سعر الكهرباء اختيارٌ، في حزمة واحدة، لأسعار السكن والغذاء والخدمات؛ واختيار تلك الأسعار هو في النهاية اختيار لعدد الأطفال الذين تستطيع الأسرة أن تنجبهم. ولو كانت هذه السلسلة كلها قد طُبعت على ورقة الاقتراع لكان ذلك اختياراً ديمقراطياً؛ أما ما كان ناقصاً فهو أي وعي بأن اختياراً يجري.

[6] أتاح الإعفاء الذي منحته هيئة التنظيم النووي الأمريكية (NRC) من المادة 10 CFR 50.82(a)(2)، المؤرخ في 24 يوليو 2025 والنافذ من 25 أغسطس 2025، سحبَ شهادة الإغلاق الدائم وإعادةَ وضع الوقود في وعاء المفاعل (NRC, ML25196A092). وبدأت شركة Holtec تحميل الوقود في 30 أغسطس 2026، وكانت الهيئة لا تزال تُظهر خرجاً صفرياً في 18 سبتمبر 2026؛ ولم يظهر أي سجل أولي للحرجية الأولى. ولا يستند متن الأطروحة إلا إلى واقعة واحدة: أن مفاعلاً سُحب من طابور إخراج المنشآت من الخدمة.

[7] المصدر هو U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, Table 1.7, series "Total Primary Energy Consumption per Capita": 207 مليون وحدة حرارية بريطانية (Btu) للفرد في عام 1949، وذروة مشتركة قدرها 350 في عامَي 1978 و1979، ورقم أولي قدره 282 في عام 2025. وتبدأ السلسلة السنوية في عام 1949، فلا شيء هنا يرجع إلى ما قبل ذلك. ولم يكن الصعود نحو الذروة متصلاً بلا تراجع.

[8] رقم الإنتاجية من Robert J. Gordon, *The Rise and Fall of American Growth*, Princeton University Press, 2016, figure 1-2 (نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج 1.89% سنوياً من 1920 إلى 1970، ونحو 0.65% من 1970 إلى 2014). والنموذج من Robert U. Ayres & Benjamin Warr, "Useful Work and Information as Drivers of Growth," INSEAD Working Paper 2002/121، وفيه يعيد النموذج إنتاج الناتج الأمريكي حتى عامَي 1973 و1974 ثم يقدّره بأقل من قيمته بقدر ضئيل؛ ويعزو المؤلفان هذا القصور إلى رأس مال تقنية المعلومات لا إلى الطاقة. وفي كتابهما اللاحق *The Economic Growth Engine*, 2009، المقدَّر على الفترة من 1900 إلى 2005، لا يظهر في البواقي سوى انقطاع معنوي واحد، عند الحرب العالمية الثانية.

[9] المصدر هو IAEA, *50 Years of Nuclear Energy*, GC(48)/INF/4, Attachment 3, 2004, para. 15، وهو يأخذ هذه العبارة من Cohn (1997) لا من سجلات مفاعلاته الخاصة. ويؤكد العددَ على نحو مستقل تقرير US Energy Information Administration, *Nuclear Plant Cancellations*,

04 مالتوس الأسرة

ترى هذه الأطروحة أن مصيدة مالتوسية ثانية جارية الآن. ففي العالم الذي وصفه مالتوس كان إنتاج الغذاء يحدّد سقف السكان. وفي عالمنا يحدّد السقفَ القدرةُ الاقتصادية للأسرة، وهذه القدرة تحكمها معادلة القسم 01. فحيث تعطّلت الوفرة الفعلية للطاقة ومدخل العمل، لم تصل الأتمتة قط إلى السلع التي يحتاج إليها الطفل، السكن والتعليم ورعاية الأطفال والرعاية الصحية، فارتفعت أسعارها أسرع من كل شيء آخر بينما انهارت أسعار السلع المؤتمتة. ولا تواجه الأسر هذا القيد جوعاً، وإنما ميزانيةً لا تتسع لطفل، وانخفاض الخصوبة عَرَضٌ لهذا القيد.

في النقاش حول انخفاض الخصوبة في الاقتصادات المتقدمة يشيع تفسيران: تغيّر في القيم، وإخفاق في السياسات. فالناس صاروا يرجّحون المهنة ووقت الفراغ ويرون في الأطفال كلفة؛ أو أن سياسة الأسرة ضعيفة، ورعاية الأطفال والسكن والتعليم غير كافية. وكلاهما صحيح جزئياً، والسؤال هو ما إذا كان أيّ منهما سبباً.

في العالم الذي حلّله مالتوس كان المتغيّر المقيّد هو الغذاء. فحيث يكون للأرض والتقنية الزراعية سقف، يعني تزايد السكان حبوباً أقل للفرد، وتدفع المجاعة والوباء والحرب وتأخّر الزواج ومنع الحمل السكانَ عائدين نحو ذلك السقف. تلك هي المصيدة المالتوسية الكلاسيكية. وقد كسرها تثبيت النيتروجين بطريقة هابر-بوش في أوائل القرن العشرين: فالسماد الصناعي رفع الغلات إلى حدّ لم يعد فيه نقص السعرات الحرارية في البلدان المتقدمة قيداً ملزماً، على المستوى الكلي على الأقل. ولم يكن مخطط مالتوس خاطئاً، وإنما كانت المقدّمة القائلة بأن الزراعة ستبقى نقطة الاختناق إلى الأبد هي الخطأ. فما زال السكان محكومين بالقيد المادي المسيطر في عصرهم. لقد انتقل القيد فحسب إلى حدود معادلة القسم 01: الوفرة الفعلية للطاقة، ومدخل العمل، والمؤسسات.

لا أحد في بلد متقدم اليوم يذكر «لا شيء نأكله» سبباً للعزوف عن الإنجاب، ومع ذلك تقف الخصوبة عند أدنى مستوياتها التاريخية. فـ«الغذاء» الحديث هو القدرة الاقتصادية للأسرة: ما إذا كانت حياةٌ فيها أطفال في متناولها أصلاً بأجورها وبالأسعار التي تواجهها. وهذه القدرة نفسها متغيّر من الدرجة الثانية، تحدّده بنية الطاقة ومستوى التقنية. فسعر السلعة أو الخدمة تحدّده، على وجه التقريب، تكلفة الطاقة وتكلفة التصنيع وتكلفة النقل وتكلفة الحوسبة، وما تبقّى من تكلفة العمل الذي لم تستأصله الأتمتة. وللأخيرة اسم رسمي في علم الاقتصاد: داء التكاليف عند بومول. فحين ترتفع الأجور في قطاع تنمو فيه الإنتاجية، يتعيّن على القطاعات التي توظّف من سوق العمل نفسها أن ترفع أجورها هي أيضاً وإلا لم تستطع التوظيف أصلاً: التعليم والرعاية الصحية ورعاية الأطفال ورعاية المسنين. ولم ترتفع إنتاجية هذه القطاعات بينما ارتفعت أجورها، فتواصل أسعارها الارتفاع.[12]

تتألف تكلفة تربية طفل واحد تقريباً بالكامل من قطاعات بومول مضافاً إليها السكن. فمنذ عام 2000 ارتفعت أسعار خدمات المستشفيات الأمريكية أكثر من 200 في المئة، والرسوم الجامعية أكثر من 180 في المئة، ورعاية الأطفال أكثر من 100 في المئة، بينما انخفضت أسعار أجهزة التلفزيون والألعاب والبرمجيات بما يتراوح بين عشرات في المئة وأكثر من 90 في المئة.[13] فالسلع التي وصلتها الأتمتة انهارت أسعارها، والخدمات بين شخص وآخر التي لم تصلها قفزت أسعارها. وتربية طفل تعني أن تشتري، عشرين عاماً متصلة، السلع التي كان نصيبها من الأتمتة أقلَّ من نصيب أي سلعة أخرى على وجه التحديد.

عدد الأطفال المتوقع للأسرة هو، في هذه القراءة، دالة في نسبة واحدة:

$$g \approx n^{*}\left(\frac{\text{الدخل المتاح للأسرة } Y_d}{\text{التكلفة المتوقعة للطفل الواحد } C_{child}}\right)$$

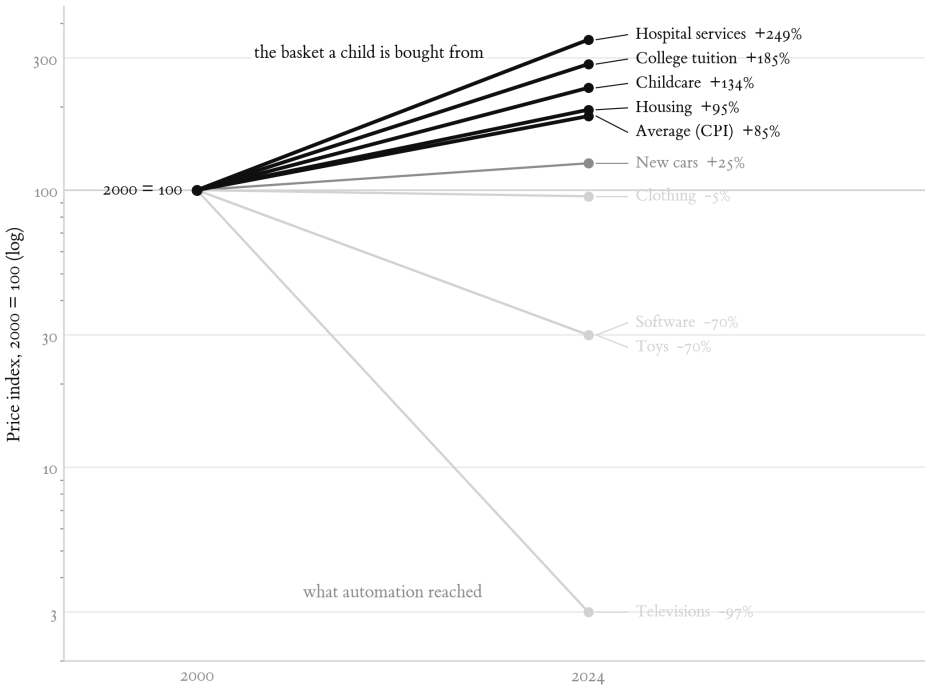
DOE/EIA-0392, 1983, Table 1, p.5: 41 وحدة بقدرة 48,495 ميغاواط طُلبت بعد عام 1973. وأُلغي في نهاية المطاف أكثر من ثلثَي جميع المفاعلات التي طُلبت بعد يناير 1970.

10 المصدر هو Jessica R. Lovering, Arthur Yip & Ted Nordhaus, "Historical construction costs of global nuclear power reactors," *Energy Policy* 91, 2016, 371–382. بتكلفة البناء الفورية (overnight cost) وبأسعار عام 2010، ارتفعت تكلفة الوحدات الأمريكية الثماني والأربعين التي بدأ بناؤها بين 1967 و1972 من نحو 600 إلى 900 دولار للكيلوواط إلى نحو 1,800 إلى 2,500 دولار، وبلغت تكلفة الوحدات التي كانت لا تزال قيد البناء وقت حادثة ثري مايل آيلاند 2.8 مرة، بالوسيط، تكلفةَ الوحدات التي أُنجزت قبلها؛ وارتفعت التكاليف الفرنسية من نحو 1,000 يورو للكيلوواط إلى ما بين 1,500 و2,000 يورو على امتداد الفترة من 1971 إلى 1991؛ وانخفضت تكاليف كوريا الجنوبية بنحو النصف. وهذه المقارنة موضع خلاف من حيث نطاق بياناتها وتعريفاتها للتكلفة (Koomey, Hultman & Grubler, *Energy Policy* 102, 2017، وردّ المؤلفين عليه). وتقرأ قاعدة بيانات المشاريع لدى فليفبيرغ السجلَ نفسه على أنه أثر للتصميم المخصوص لكل مشروع لا للتنظيم، إذ تتجاوز محطات الطاقة النووية موازناتها بنسبة 120% في المتوسط في كل مكان (Bent Flyvbjerg & Dan Gardner, *How Big Things Get Done*, Currency, 2023, chapter 9 and Appendix A)؛ ويوازن الفصل الثالث من النسخة الكاملة بين القراءتين.

11 المصدر هو Lion Hirth, "The market value of variable renewables," *Energy Economics* 38, 2013, 218–236. والانخفاض من 110% إلى ما بين 50 و80% نتيجة نموذج؛ أما القيم الألمانية المرصودة (1.02 عند نسبة انتشار 2.0%، و0.89 عند 8.0%) فهي نتائج فعلية لاحقة في سوق اليوم السابق، وهي نوع مختلف من الأدلة. وساعات الأسعار السالبة هي أرقام منصة SMARD التابعة للوكالة الفيدرالية الألمانية للشبكات (Bundesnetzagentur): 457 ساعة في عام 2024 و573 ساعة في عام 2025.

12 النص الأصلي هو William J. Baumol, "Macroeconomics of Unbalanced Growth," *American Economic Review* 57(3), 1967, 415–426. وتطبيقه على التعليم والرعاية

الشكل 4-1 ما الذي صار رخيصاً وما الذي لم يصر



المقياس لوغاريتمي، فالانحدارات المتساوية تعني معدلات تغيّر متساوية. قطاعات بومول ترتفع، والسلع المؤتمتة تنهار. وقد وُسّعت المسافات بين التسميات على الجانب الأيمن من الشكل لتسهيل القراءة، أما نهايات الخطوط فمواضعها دقيقة.
المصدر: مكتب إحصاءات العمل الأمريكي، بيانات أسعار المستهلك، من 2000 إلى 2024.

الشكل 1. ما الذي صار رخيصاً وما الذي لم يصر (الولايات المتحدة، 2000-2024). المقياس لوغاريتمي، فالانحدارات المتساوية تعني معدلات تغيّر متساوية. السلع التي وصلتها الأتمتة تتفرّع نزولاً، وقطاعات بومول تتفرّع صعوداً. وكل ما يحتاج إليه الطفل يقع في الحزمة العليا.

حيث C_{child} مركّب من الأسعار الفعلية للسكن والتعليم ورعاية الأطفال والرعاية الصحية، وكل منها قطاع من قطاعات بومول، وكل منها يرتفع أسرع من أي شيء آخر في نظام الأسعار. تلك هي المصيدة المالتوسية الثانية، مالتوس الأسرة الذي يحمل هذا القسم عنوانه: بنية تكبت السكان، مستخلصة استخلاصاً آلياً من الطاقة والتقنية والأسعار، ولا تدين بشيء لما يعتقده أي أحد في شأن الأطفال.

انخفاض الخصوبة إذن ظاهرة سعرية لا ظاهرة ثقافية. فقد خصّصت كوريا الجنوبية نحو 156 تريليون وون لتدابير مواجهة تدني الخصوبة بين 2006 و2020، و43 تريليوناً أخرى في 2021 وحدها، وكان معدل الخصوبة الكلي الذي انتهت إليه في 2023 هو 0.72، و0.55 في سيول.[14] فخمسة عشر عاماً من الإنفاق، على بند في الميزانية نما أكثر من أربعين مرة، تركت بنية الأسعار حيث كانت. وما يفصل معدلات الخصوبة بين البلدان المتقدمة اليوم ليس الدخل، وإنما تكلفة الجمع بين المهنة والأسرة.[15] والقيم ليست سبباً أوّلياً. إنها تظهر بعد خطوتين أو ثلاث من بنية تقع تحتها: فالطاقة والتقنية تحدّدان نظام الأسعار، ونظام الأسعار يحدّد قيد ميزانية الأسرة وقلقها من المستقبل، وتحت ذلك القيد ترجّح الأسر المهنة على الأطفال بوصف ذلك مبدأً عقلانياً للفعل، ثم يسوّغ هذا الترجيح نفسه لاحقاً بوصفه قيمةً من القيم. ورصد تغيّر في متغيّر تابع ثم تسميته سبباً أوّلياً أمر قريب من تسمية حركة مؤشر الترمومتر سبباً للحرارة.

المكان الذي تعمل فيه هذه الآلية على أكبر نطاق هو الصين. فقد انخفضت الولادات في 2025 إلى 7.92 مليون، بتراجع نسبته 17 في المئة في عام واحد، وبأقل من نصف رقم 2016. وأن الانخفاض لن ينعكس أمرٌ حسمه أصلاً عددُ من وُلدوا بالفعل. فعدد الإناث في الفئة العمرية من 20 إلى 34

الصحية في الولايات المتحدة هو Eric Helland & Alex Tabarrok, *Why Are the Prices So Damn High?*, Mercatus Center, 2019، وهما يجعلان هذه الآلية محورية من غير أن يجعلاها الآلية الوحيدة. والقطاعات التي يسمّيها بومول نفسه هي التعليم والشرطة والمستشفيات والخدمات الاجتماعية والتفتيش؛ أما رعاية الأطفال ورعاية المسنين فهما الآلية نفسها مطبّقة لاحقاً.

[13] سلاسل مؤشر أسعار المستهلك الصادرة عن مكتب إحصاءات العمل الأمريكي (Bureau of Labor Statistics)، استخرجها المؤلف عبر واجهة البرمجة (API). من يناير 2000 إلى يناير 2024: ارتفعت خدمات المستشفيات بنسبة 248.9%، والرسوم الجامعية بنسبة 184.6%، ودور الحضانة ورياض الأطفال بنسبة 134.3%؛ وانخفضت أجهزة التلفزيون بنحو 97%، ولعب الأطفال وبرمجيات الحاسوب بنحو 70% لكل منهما. وتحمل سلاسل الإلكترونيات تعديلاً هيدونياً، ولذلك فإن نسبة 97% هي سعر تلفزيون بجودة ثابتة، لا السعر النقدي للجهاز نفسه. وأما أن الأتمتة هي ما يفصل بين المجموعتين فهو قراءة هذه الأطروحة، لا أمر تثبته سلاسل المؤشر.

[14] المصدر هو مكتب الموازنة في الجمعية الوطنية الكورية الجنوبية، National Assembly Budget Office, *Analysis and Evaluation of Programs Responding to Low Fertility*, August 2021: 155.63 تريليون وون من الأموال الوطنية المعتمدة في الموازنات على امتداد الفترة من 2006 إلى 2020 عبر الخطط الأساسية الثلاث، مع 42.90 تريليون وون لعام 2021؛ وتمتد الموازنات السنوية من 1.03 تريليون وون في عام 2006 إلى 42.90 تريليون في عام 2021. وهذه مبالغ معتمدة في الموازنة، لا نفقات مصفّاة، كما أن تعريف تدابير مواجهة انخفاض الخصوبة يتوسّع خلال الفترة، فهي ليست سلسلة واحدة على تعريف واحد. أما معدل الخصوبة الكلي فمصدره Statistics Korea, 2023 birth statistics (0.72 على المستوى الوطني، و0.55 في سيول)؛ ولا يُستخدم هنا دليلاً التعافي إلى 0.75 في عام 2024 وإلى رقم أولي قدره 0.80 في عام 2025، لأنه لا يمكن حتى الآن تمييزه عن ارتداد مؤقت.

عاماً، التي تشكّل نحو 85 في المئة من الولادات، ينخفض من 105 ملايين في 2025 إلى 58 مليوناً في 2050. وتمتد الولادات من نحو سن 18 إلى سن 40، ولذلك فإن كل امرأة ستنجب في 2050 قد وُلدت بحلول 2032 على أبعد تقدير. ودرجة الحرية الوحيدة المتبقية هي مستوى الخصوبة، وحتى إبقاؤه عند مستواه الحالي يهبط بالولادات في 2032 إلى نحو 6.5 مليون.[16] ومن بين متغيّرات هذه الأطروحة كلها، السكان هو المتغيّر الذي يتثبّت قبل غيره ويتحرك بعد غيره.

05 تتابع الوفرة

في أسبوع من السفر ومعنا 2 غيغابايت من بيانات التجوال، نُمسك عن الاستخدام ما استطعنا. فكونُ الشيء محدوداً أو غير محدود يعمل في الذهن بقدر لا يتناسب البتة مع الندرة الفعلية. ونماذج الأعمال الكامنة تتفرّع كالشجرة، والتوقف مبكراً لأن قيداً يعترض الطريق قد يقطع كل فرع كان سيُزهر في ما بعد. وفي شأن الطاقة، حضارتنا هي ذلك المسافر الذي معه 2 غيغابايت.

ولذلك فإن انهيار تكلفة الطاقة يفعل أكثر من أن يجعل خدمة الطلب القائم أرخص؛ فالطلب نفسه يتضاعف. فالضوء الاصطناعي واحد من السلع التي تخفض البشرية تكلفتها منذ أطول زمن، وبقياس نوردهاوس انخفض السعر الحقيقي لألف لومن-ساعة بنسبة 99.97 في المئة بين 1800 و1992.[17] فحين صار الضوء أرخص ثلاثة آلاف مرة، هل أنفقت البشرية عليه أقل؟ بحسب عمل تساو (Tsao) وزملائه، ظلّت البشرية طوال ثلاثة قرون، وعبر ست قارات وخمس تقنيات إضاءة متمايزة، تنفق نحو 0.72 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي على الضوء. ومع ارتفاع الكفاءة استهلك الناس ضوءاً أكثر. فأضاؤوا المدن ليلاً، وشغّلوا المصانع على مدار الساعة، ثم صاروا لاحقاً يُبقون الشاشات مضاءة طوال معظم ساعات اليقظة. وحصةٌ من الدخل تبقى في النطاق نفسه بينما ينهار السعر تعني أثراً ارتدادياً يقارب التمام: ينفق الناس كل ما وفّرته الكفاءة على مزيد من السلعة. وتلك هي القراءة المعتمدة هنا.[18]

الضوء أوضح الحالات التاريخية، والآلية ليست خاصة بالإضاءة. فالطاقة الأرخص تخفض سعر كل ما يُصنع بها؛ والأسعار الأدنى تطلق استخدامات لم تكن مجدية من قبل؛ والطلب الجديد يدفع ثمن مزيد من العرض، فترخص الطاقة مرة أخرى. تلك الحلقة هي تتابع الوفرة الذي يحمل هذا القسم عنوانه، وما سيطلقه بعد ذلك يمكن قراءته من بنية التكلفة. فالطاقة تشكّل ما بين الربع والخُمسَين من تكلفة تحلية المياه بالتناضح العكسي، وتستأثر بنسبة 40 إلى 70 في المئة من تكلفة تشغيل الزراعة العمودية.[19] وانخفضت تكلفة الإطلاق عشرين مرة، من نحو 54,500 دولار للكيلوغرام على مكوك الفضاء إلى نحو 2,720 على فالكون 9، ويُقال إن ستارشيب تستهدف رتبتَي حجم أدنى من ذلك أيضاً، أي هدفاً قدره عشرة دولارات للرطل، نحو 22 دولاراً للكيلوغرام، ينسبه جونز (Jones) إلى ماسك.[20] فإذا اكتملت رتبة الحجم الثالثة صار المدار الأرضي موقعاً صناعياً.

يأتي العرض على جدول زمني تصنيعي، وتتحرك الأسعار في أربعينيات هذا القرن. فإذا رُتّبت المصادر بحسب ما تستطيع إضافته من طاقة ثابتة على المدى الطويل، جاء الاندماج النووي في القمة، ثم المفاعلات الكبيرة التقليدية والمفاعلات النمطية الصغيرة (SMR) التي تُبنى تسلسلياً في مصنع، ثم الوقود الأحفوري جسراً، ثم مصادر الطاقة المتجددة تكملةً فوق الطاقة الثابتة. وما يخفض السعر هو عدد الوحدات التي تُبنى. فمنحنى التكلفة يتبع قانون رايت، الذي تنخفض بموجبه تكلفة الوحدة بمعدل ثابت مع كل مضاعفة للإنتاج التراكمي: انخفضت أسعار الوحدات الشمسية 20 إلى 25 في المئة مع كل مضاعفة، وبأكثر من 80 في المئة في عقد 2010 وحده.[21] وتهدف المفاعلات النمطية الصغيرة إلى تحويل المفاعل من مشروع هندسة مدنية يُبنى في الموقع إلى منتج يُصنَّع تسلسلياً، وهو ما يضع الطاقة النووية على منحنى تعلّم تصنيعي بدلاً من منحنى إنشائي. غير أن بين إشعال أول آلة

15 المصدران هما Gary S. Becker, "An Economic Analysis of Fertility," 1960؛ وكذلك Matthias Doepke, Anne Hannusch, Fabian Kindermann & Michèle Tertilt, "The Economics of Fertility: A New Era," NBER WP 29948, 2022. ويفسّر السعر الشروط التي تنخفض فيها الخصوبة، لا الشروط التي ترتفع فيها: فالانخفاض في بلدان الشمال الأوروبي منذ عقد 2010 في ظل أكثر سياسات الأسرة سخاءً في العالم (Hellstrand et al., *Demography* 58(4), 2021)، وخصوبة العلمانيين في إسرائيل القريبة من 2 في مجتمع مرتفع الأسعار (Central Bureau of Statistics, *Statistical Abstract of Israel 2025*, Table 2.28: 2.87 للمجموع، و1.98 بين غير المتدينين)، يرسمان حدّ هذا التفسير. ولا يوجد سجل لحالة انفكّ فيها القيد، ولذلك فإن التنبؤ الوارد في المتن مشروط وليس قانوناً.

16 المصدر هو National Bureau of Statistics of China, 2025 statistical communiqué, 28 February 2026 (7.92 مليون ولادة في عام 2025، و9.54 مليون في عام 2024، وانخفاض سنوي رابع على التوالي في عدد السكان). أما الإسقاط إلى عام 2050 فهو من عمل هذه الأطروحة نفسها بطريقة مكوّنات الأفواج، بتطبيق توزيع للخصوبة بحسب العمر على الأفواج المولودة فعلاً، ومعايرته على الرقم الفعلي لعام 2025. ولا ينشر المكتب الوطني للإحصاء معدلاً للخصوبة الكلي؛ والقيمة 0.93 المستخدمة في الإسقاط تقدير خاص. وقاعدة السكان متينة، إذ إن كل امرأة ستنجب في عام 2050 تكون قد وُلدت بحلول عام 2032. أما العدد المطلق للولادات فليس كذلك.

17 المصدر هو William D. Nordhaus, "Do Real-Output and Real-Wage Measures Capture Reality?" in *The Economics of New Goods*, University of Chicago Press, 1996, ch.1. انخفض السعر الحقيقي لألف لومن ساعة من 429.628 سنتاً في عام 1800 إلى 0.124 سنت في عام 1992، وكلاهما بدولارات عام 1992 (Table 1.4, p.46). وهذه سلسلة أفضل تقنية متاحة، لا سلسلة الأسرة المتوسطة.

18 المصدر هو J. Y. Tsao et al., "Solid-state lighting: an energy-economics perspective," *Journal of Physics D* 43(35), 2010,

الشكل 5-1 ثلاثة قرون من الضوء: أنقى حالات تتابع الوفرة

النقاط الثلاث في الشكل الأيمن هي الأوضاع التجريبية التي تذكرها الورقة، وتفصل بينها ثلاثة قرون، من شموع الشحم إلى كهرباء الشبكة. والنطاق المظلّل هو المدى الذي تذكره الورقة، من 0.39 إلى 1.30 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي عبر سبع عشرة مشاهدة؛ والخط الذي يمرّ به هو أفضل توفيق عندها، 0.72، وليس قيمة قيست ثلاث مرات.

المصدر: الشكل الأيسر من Nordhaus (1996)، في *The Economics of New Goods*. والشكل الأيمن من Tsao et al. (2010), *J. Phys. D* 43(35), 354001.

الشكل 2. ثلاثة قرون من الضوء. انخفض السعر بمعامل ثلاثة آلاف، وبقي الإنفاق على الضوء في النطاق نفسه من الدخل طوال الفترة، من 0.39 إلى 1.30 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي عبر سبع عشرة مشاهدة، وأفضل توفيق عند 0.72. والنقاط الثلاث هي الأوضاع التي تذكرها الورقة، المملكة المتحدة في 1700، والعالم خارج الشبكة في 1999، والعالم الموصول بالشبكة في 2005، وتمتد من شموع الشحم إلى كهرباء الشبكة.

اندماج وخفض تكلفة الوحدة إلى العُشر عدة عقود وعدة مئات من المفاعلات، ولهذا يصل الأثر إلى الأسعار في الأربعينيات.

وثمة تحذير واحد في شأن جانب العرض. فسرعة تحوّل الطاقة فعلاً إلى وفرة لا تُقرَّر عند المولّد، وإنما عند نقطة الوصل بين المولّد والحِمل: قائمة انتظار الربط بالشبكة للوصلات الجديدة، والمصانع التي تنتج المحوّلات ومعدات الفصل والوصل، والأراضي والتراخيص لخطوط النقل والمحطات الفرعية. فقد نما التوليد نمواً أسّياً؛[22] أما الربط بالشبكة فلم ينمُ. ففي الولايات المتحدة كان المشروع الوسيط الذي دخل الخدمة في 2025 قد انتظر خمس سنوات منذ تقديم الطلب، و13 في المئة فقط من الطلبات تصل يوماً إلى التشغيل،[23] ويستغرق تسليم محوّل كبير سنتين إلى ثلاث، أي ما بين ضعفَي ما كان يستغرقه في 2010 وثلاثة أمثاله.[24] ومهما أُضيف من مصانع، تبقى كل مهلة من هذه المهل مقيسة بالسنين. ويترتب على ذلك أمران للمستثمر. الأول أن الأسعار في مرحلة التحوّل ترتفع قبل أن تنخفض، لأن الطلب ينفجر بينما العرض محبوس. والثاني أن الأصل النادر ليس محطة التوليد، وإنما الموقع الموصول بالشبكة أصلاً والمرتبة في قائمة الانتظار. فالكهرباء لا تسافر بعيداً والأرض لا تسافر البتة، ولذلك تكون الوفرة الفعلية للطاقة الحدّ الوحيد في المعادلة الذي لا يمكن للشركاء أن يتقاسموه، ويكون اختيار الموقع هو نفسه قرار الاستثمار.

ويرتدّ التتابع أيضاً عائداً عبر الأسرة، وهنا يلتقي القسم 04 بهذا القسم. فالسلع التي أخرجت الأطفال بأسعارها من متناول الأسر كانت السلع التي لم تصلها الأتمتة، وسبب عدم وصولها هو النقص نفسه في الطاقة ومدخل العمل. ولم يكن لداء التكاليف عند بومول يوماً إلا علاج واحد: رفع الإنتاجية في القطاع المريض مباشرة بالتقنية. فحين تصل الطاقة الرخيصة والذكاء الاصطناعي المادي إلى السكن والتعليم ورعاية الأطفال والرعاية الصحية، يبدأ الجزء الوحيد من نظام الأسعار الذي لم يعرف إلا الارتفاع في الانخفاض، وتنقلب النسبة الواردة في القسم 04، وترتخي المصيدة المالتوسية الثانية. وعندئذ يمكن للسكان أن يتجهوا صعوداً، ومعهم حجم السوق كله. فالعرض الوفير لا يضاعف الطلب

354001، بالاستناد إلى بيانات Tsao & Waide, *LEUKOS* 6(4), 2010, 259–281: ثلاثة قرون، وست قارات، وخمس تقنيات إضاءة؛ وما بين 0.39% و1.30% من الناتج المحلي الإجمالي عبر سبع عشرة مشاهدة، بأفضل توفيق قدره 0.72. ولا تضع أي من الورقتين رقماً للأثر الارتدادي؛ والانتقال من حصة إنفاق مستقرة إلى ارتداد قريب من الكامل هو من عمل هذه الأطروحة نفسها، وإن كان Fouquet & Pearson (*EEEP* 1(1), 2012) يجدان الارتداد المفرط في الإضاءة البريطانية مباشرةً، إذ ارتفعت الطاقة المستخدمة للإضاءة بعد مكاسب الكفاءة في القرن التاسع عشر.

[19] في تحلية المياه، يضع Voutchkov (*Desalination* 431, 2018) الطاقة عند 25 إلى 40% من تكلفة تبلغ نحو 1.1 دولار للمتر المكعب، ويضعها Ghaffour, Missimer & Amy (*Desalination* 309, 2013) عند 19 إلى 40% للتناضح العكسي لمياه البحر. وفي الزراعة العمودية، يعطي Pennisi وزملاؤه (*Agronomy for Sustainable Development* 45, 2025) الإضاءةَ 42 إلى 80% من استخدام الطاقة، والتحكمَ في المناخ 16 إلى 43%. أما حصة الطاقة من تكلفة التشغيل فهي الموضع الذي تتباعد فيه الأرقام المنشورة، من نحو سبعة أعشار في تصميم نظري على التعرفة الألمانية مع استبعاد رأس المال (Banerjee & Adenaeuer, 2014) إلى 12 إلى 25% في مسح لمزارع عاملة في أمريكا الشمالية (Agrilyst, 2017)؛ ومعظم الفارق يرجع إلى تكلفة العمل وسعر الكهرباء.

[20] المصدر هو Harry W. Jones, "The Recent Large Reduction in Space Launch Cost," ICES-2018-81. وإذا قيست التكلفة بالتوصيل إلى محطة الفضاء الدولية بدلاً من ذلك، فإن 105,800 دولار للكيلوغرام في حالة المكوك مقابل نحو 25,000 دولار لفالكون 9 ودراغون تجعل الفجوة أربعة أمثال لا عشرين.

[21] الورقة الأصلية هي T. P. Wright, "Factors Affecting the Cost of Airplanes," *Journal of the Aeronautical Sciences* 3(4), 1936, 122–128. وسلسلة الطاقة الشمسية هي سلسلة Our World in Data (CC BY 4.0, after Nemet 2009 and IRENA)؛ وفيها ينخفض سعر الوحدات الشمسية بنسبة 81.4% بين 2010 و2019 وبنسبة 85.3% بين 2010 و2020، ويأخذ المتن بالرقم الأكثر تحفظاً من الاثنين. وأما أن الانتقال السريع أقل تكلفة فمصدره Way,

على ما هو موجود فحسب، وإنما يستعيد أيضاً عدد الناس الذين سيطلبون أي شيء أصلاً. وكم تستغرق هذه الاستعادة من وقت هو موضوع القسم التالي.

06 وادي الطلب

الجانب الآخر من القيد اقتصاد أكبر: عرض وفير، ومعدل مواليد يتعافى، وسوق طلب تنمو من جديد. والمشكلة في الفجوة الزمنية بين العرض والطلب. فحين يُرفع القيد ينمو العرض على جدول زمني من السنين. أما الطلب فينمو على جدول زمني من الأجيال، ومعدل مواليد يتجه صعوداً في 2035 يضيف مستهلكين على الفور، لكنه لا يضيف العمال ودافعي الضرائب والمؤسسين إلا بعد عقود. وتسمّي هذه الأطروحة تلك الفجوة وادي الطلب، وهو يدوم نحو نصف قرن. وعبر هذا الوادي تكون العوائد التي يمكن الاعتماد عليها هي تلك التي لا تتدرّج مع الأعداد (عدد الرؤوس): الحصص في رأس مال الأتمتة نفسه، والبنية التحتية للطاقة والحوسبة.

ولا يمكن إغلاق الفجوة أسرع من ذلك لأن الاقتصاد يحتاج إلى أربعة أعداد بشرية على الأقل، هي عرض العمل، والطلب، والمجازفون، ودافعو الضرائب، والآلات لا تحلّ إلا محل الأول. فإذا لم يرغب أحد في الشيء، فمهما صنعتَ منه فهو مخزون. وعدد من سيضعون حياتهم في مشروع لم يجرّبه أحد يتوقف على حجم السكان، لا على الإنتاجية. ويمكنك أن تفرض الضرائب على الثروة التي تولّدها الآلات، لكن الذي يحمل تلك الضرائب ويصون مؤسساتها هو جماعة بشرية. ثم إن الأربعة يعودون بسرعات مختلفة. فالإنسان مستهلك منذ ولادته. وعلى الملامح العمرية في حسابات التحويلات الوطنية (National Transfer Accounts)، التي تجدول الدخل والاستهلاك بحسب العمر، لا يتجاوز دخلُه من العمل استهلاكَه حتى نحو سن الثلاثين.[25] ومؤسسو الشركات الأسرع نمواً في منتصف الأربعينيات من عمرهم في المتوسط.[26] وحتى لو رُفع القيد كلياً في 2035 وقفزت الخصوبة في البلدان ذات الدخل المرتفع إلى مستوى الإحلال في العام نفسه، وهو ما لا يمكن أن يحدث، لظلّ الوادي ممتداً إلى ثمانينيات هذا القرن.[27]

ثلاث خطوات تعبر بنا الوادي. الأولى هي قاعدة المحفظة المذكورة أعلاه: امتلاك عوائد لا تتوقف على الأعداد، والنظر إلى الأعمال التي تتناسب عوائدها مع حجم الطلب على أنها تواجه رياحاً معاكسة بنيوية طوال الفترة كلها. والثانية بناء الطلب حيث يوجد الناس. ففي تلك العقود يظل السكان في تزايد بالدرجة الأولى في أفريقيا وبلاد الشام وباكستان وأجزاء من آسيا الوسطى وأمريكا الوسطى، حيث القوة الشرائية للفرد متدنية. والطلب هو السكان مضروبين في القوة الشرائية، فتلك المناطق تملك طلباً مستقبلياً لا طلباً حاضراً، وبالنسبة إلى الاقتصادات المتقدمة التي تملك منشآت لا تجد لإنتاجها مشترياً، فإن بناء قدرة أولئك السكان على الشراء ليس إحساناً بقدر ما هو عمل يعيد تلك المنشآت من التزام إلى أصل. والخطوة الثالثة هي الأكبر ولها قسم خاص بها: أن نضمن، حين يعود الطلب، أن يعود إلى أسر تملك حصة في رأس المال الذي ينتج لها.

Ives, Mealy & Farmer, *Joule* 6(9), 2022.

[22] القدرة المركّبة التراكمية البالغة 0.54 ميغاواط في عام 1975 و1,866,898 ميغاواط في عام 2024 هي سلسلة Our World in Data (على أساس IRENA، للقدرات الموصولة بالشبكة) كما كانت في سبتمبر 2026؛ وكانت نسخة أقدم تضع رقم عام 2024 عند 1,852,359 ميغاواط. ورقم الصين هو رقم الإدارة الوطنية للطاقة: 1.84 مليار كيلوواط من الرياح والطاقة الشمسية في نهاية عام 2025. أما حصة 47.3% فمحسوبة هنا نسبةً إلى إجمالي القدرة المركّبة المعلَن للتاريخ نفسه، ولا تنشرها الإدارة.

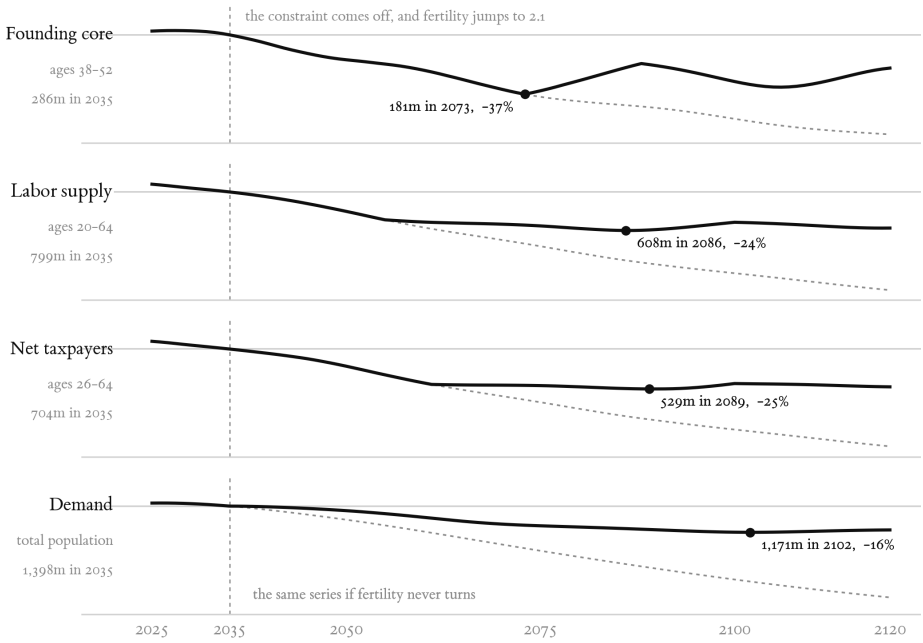
[23] المصدر هو Lawrence Berkeley National Laboratory, *Queued Up: 2026 Edition*: بلغ وسيط المدة من تقديم الطلب إلى التشغيل 61 شهراً للمشاريع التي دخلت التشغيل في عام 2025؛ ومن الطلبات المقدَّمة بين عامَي 2000 و2020، وصل 13% بحسب القدرة إلى التشغيل وسُحب 75%. وهذه إحصاءات جانب التوليد؛ أما طابور جانب الأحمال فغير مشمول.

[24] المصدر هو Wood Mackenzie, *Making the connection*, Executive Summary, September 2025, slide 5: محوّلات رفع الجهد للمولدات عند 143 أسبوعاً بعد استلام الطلب، ومحوّلات القدرة عند 128 أسبوعاً، في الربع الثاني من عام 2025، للسوق الأمريكية. وخط الأساس هو تقرير وزارة الطاقة الأمريكية Department of Energy, *Large Power Transformers and the U.S. Electric Grid* (April 2014): من خمسة إلى اثني عشر شهراً من المنتجين المحليين، ومن ستة إلى ستة عشر شهراً من الخارج في عام 2010، فأرقام عام 2025 تمثّل ما بين الضِعف وثلاثة الأمثال.

[25] المصدر هو National Transfer Accounts Project، الملامح العمرية للفرد؛ والمستخدَم هنا هو ملمح الولايات المتحدة لعام 2011. وفي هذا الملمح يتجاوز دخل العمل الاستهلاكَ للمرة الأولى في سن 30، ويبلغ دخل العمل للفرد في الفئة 20 إلى 24 سنة 30% من ذروته عند سن 49، ويصل إلى نصف الذروة في سن 26 وإلى 80% منها في سن 33. وهذا مقطع عرضي لسنة واحدة، لا فوج مُتابَع عبر الزمن.

[26] المصدر هو Pierre Azoulay, Benjamin F. Jones, J. Daniel Kim & Javier Miranda, "Age

الشكل 5-5 وادي الطلب، على أكثر الافتراضات المتاحة تفاؤلاً



البلدان مرتفعة الدخل، وكل صف مقيّس إلى مستواه في 2035. يُثبَّت معدل الخصوبة الكلي عند 1.42 ثم يُرفع إلى 2.1 في 2035، مع هجرة مساوية للصفر؛ ولا يمكن لانعكاس أن يكون أسرع من ذلك، فالوادي المرسوم هنا حدّ أدنى. والخط المنقَّط هو السلسلة نفسها من دون الانعكاس. والقيعان الأربعة لا تأتي في السنة نفسها. المصدر: إسقاط المؤلف بطريقة مكوّنات الأفواج؛ والسكان الأساس من بيانات البنك الدولي بحسب العمر والجنس (2025).

الشكل 3. وادي الطلب، على أكثر الافتراضات المتاحة تفاؤلاً. كل صف مقيَّس إلى مستواه في 2035. والقيعان الأربعة لا تأتي في السنة نفسها، والفوج المؤسِّس، أي الفئة العمرية التي تنشئ الشركات، يهبط أعمق من غيره.

07 توزيع الملكية

توزّع الاقتصادات الحديثة الثروة عبر المهام؛ فيُجزَّأ العمل إلى مهام، ويُدفع الدخل مقابل أدائها. وهذه الآلية آخذة في التعطّل، لأن الأتمتة تستولي على المهام، ولأن رأس المال الذي تولّده الأتمتة، ثم رأس المال الذي ستولّده وفرة الطاقة بعدها، لا بد أن يُوزَّع بطريقة أخرى. تقترح هذه الأطروحة صيغة موسّعة لتوزيع الملكية: يملك كل مواطن حصة في رأس المال المؤتمت منذ ولادته، قبل أن يعمل يوماً واحداً. وفي سطر واحد: يصبح كل مواطن مستثمراً قبل أن يصبح عاملاً. والأمثلة الأولى قائمة بالفعل، في الحسابات التي تفتحها الولايات المتحدة لكل طفل يولد بين عامي 2025 و2028، وفي سندات المواليد (baby bonds) في ولاية كونيتيكت. والمقترح هنا أن يُنقل هذا التصميم إلى الحجم الذي تقتضيه العقود المقبلة، وأن يُحدَّد من أين يأتي رأس المال.

لقد بدأت المهام تفشل بوصفها أداة للتوزيع. فقد تراجعت حصة العمل من الدخل منذ أوائل الثمانينيات في معظم البلدان والصناعات، ويُعزى نحو نصف هذا التراجع إلى انخفاض أسعار الآلات والحواسيب وإحلال الشركات لها محل البشر. وللأتمتة دائماً أثران: الإحلال، حين تأخذ الآلة مهمة كان يؤديها إنسان، والاستعادة، حين تُستحدث مهام جديدة للبشر. وفي الولايات المتحدة خلال السنوات الأخيرة تسارع الإحلال وضعفت الاستعادة.[28] والانقطاع قابل للرصد بالفعل؛ ففي المهن التي يصل إليها الذكاء الاصطناعي أكثر من غيرها تراجع توظيف العاملين الشباب قياساً بالفئات العمرية الأخرى، بينما حافظ العاملون ذوو الخبرة على وظائفهم، وجاء التراجع عبر توقف التوظيف الجديد لا عبر التسريح، واتسعت الفجوة مع كل إصدار جديد من البيانات.[29] تنقطع الصلة بين المهمة والدخل عند المدخل، من جهة الشباب.

and High-Growth Entrepreneurship," *American Economic Review: Insights* 2(1), 2020, 65–82. بيانات إدارية عن 2.7 مليون مؤسس لشركات أمريكية ذات موظفين: 41.9 سنة في المتوسط لجميع المؤسسين، و45.0 سنة للشركات الواقعة في أعلى 0.1% من حيث النمو.

27 يُرفع معدل الخصوبة الكلي دفعةً واحدة من 1.42 إلى 2.1 في عام 2035 ويُثبَّت عند هذا المستوى. والسكان الأساس هم بيانات البنك الدولي للبلدان مرتفعة الدخل لعام 2025، أُجريت عليها إسقاطات بطريقة مكوّنات الأفواج مع جدول خصوبة يتبع توزيعاً طبيعياً منحرفاً (بمتوسط عمر 29.0)، وجدول بقاء من نوع غومبرتز-ماكيهام (Gompertz-Makeham) مثبَّت، وهجرة مساوية للصفر. وهذا نموذج وليس تنبؤاً: فالهجرة الصفرية تجعل الوادي أعمق مما سيكون عليه، وما يبقى صامداً هو التوقيت، إذ تظل سنة القاع ضمن الفترة من 2085 إلى 2090 عند تحريك متوسط العمر المتوقع أربع سنوات في أي من الاتجاهين.

28 المصدران هما Loukas Karabarbounis & Brent Neiman, "The Global Decline of the Labor Share," *Quarterly Journal of Economics* 129(1), 2014, 61–103؛ وكذلك Daron Acemoglu & Pascual Restrepo, "Tasks, Automation, and the Rise in U.S. Wage Inequality," *Econometrica* 90(5), 2022, 1973–2016. وتفكيك «نحو النصف» موضع خلاف من حيث آليته لا من حيث حجمه: إذ يجد Elsby, Hobijn & Şahin (*BPEA*, Fall 2013) وكذلك Bergholt, Furlanetto & Maffei-Faccioli (*AEJ: Macroeconomics* 14(3), 2022) أن الأتمتة، لا انخفاض أسعار الآلات، هي التي تقوم بالعمل.

ولا تعيد العلاجات المألوفة هذه الصلة. فالمطالبة السياسية بإعادة التوزيع تتصاعد،[30] وللأدوات التي تمتد إليها اليد أولاً سجل معروف. فحول عام 1990 كانت 12 دولة من دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) تفرض ضريبة على صافي الثروة، ولم يبقَ منها اليوم سوى ثلاث. والسبب ليس أن المعدلات العالية تُثبط الرغبة في العمل، بل أن الوعاء الضريبي يتنقّل: فحيث يستطيع الوعاء وأصحابه الانتقال، لم تصمد ضريبة الثروة المفروضة بلداً بلداً.[31] وتساعد التحويلات النقدية من يتلقاها من دون أن تغيّر البنية. ففي أكبر تجربة أُجريت حتى الآن، عمل من تلقّوا ألف دولار شهرياً على مدى ثلاث سنوات ساعات أقل بقليل، وانخفض احتمال أن يكونوا موظفين انخفاضاً طفيفاً، وأفادوا بتحسّن في مستوى التوتر والأمن الغذائي تلاشى بعد السنة الأولى.[32] يشتري النقد الاستقلالَ والطمأنينة العاجلة، لكن الشيك لا يغيّر من يملك رأس المال، والملكية هي المتغيّر الذي يتحرك.

وتنجح الحصة على كل نطاق جُرّبت فيه حتى الآن. فالحسابات الأمريكية تودع 1,000 دولار في صندوق مؤشرات لكل طفل يولد بين عامي 2025 و2028، وسندات المواليد في كونيتيكت تدفع 3,200 دولار لكل طفل يولد مشمولاً ببرنامج ميديكيد (Medicaid). ودفعت ألاسكا لكل مقيم فيها عائداً من النفط على مدى أربعة عقود من دون أثر قابل للقياس على التوظيف، أما الصندوق السيادي النرويجي فهو رأس مال جماعي يبلغ نحو 380,000 دولار لكل مواطن.[33] وقد صُنعت الطبقات الوسطى العريضة مراراً بتحويل المواطنين إلى مالكين: فنقل قانون هومستيد (Homestead Act) نحو عُشر أراضي الولايات المتحدة إلى الملكية الخاصة، ونقل الإصلاح الزراعي في اليابان بعد الحرب 1.74 مليون هكتار إلى 4.75 مليون أسرة من المستأجرين الزراعيين.[34] ووزّع القرن التاسع عشر الأرض، ووزّع القرن العشرون ملكية المسكن والمعاشات، وعلى القرن الحادي والعشرين أن يوزّع حصة في رأس المال المؤتمت، لأن الأسر، مع تراجع حصة العمل من الدخل، لا تستطيع أن تحتفظ بنصيبها من الدخل إلا بامتلاك رأس المال.

من يدفع، ومن أي مصدر؟ لا بد أن يتسق الجواب مع التشخيص: فحصة تُموَّل أساساً من الضريبة على وعاء متنقّل تعيد بناء الفشل الذي أُريد لها أن تفلت منه. وثمة ثلاثة مصادر تتسق معه. الأول رأس مال تأسيسي عام من النوع المعمول به بالفعل، صغير وشامل ويُدفع عند الولادة، بحيث يتكفّل النمو المركّب بالعمل طوال السنوات العشرين التي تسبق الحاجة إلى الحصة. والثاني، وهو الأكبر، حصة في رأس المال الجديد نفسه. فالمدخلات النادرة في موجة البناء المقبلة هي تلك التي تتحكم فيها الدولة: الموقع الموصول بالشبكة، والترخيص، والأرض، والماء. والدولة التي تمنحها تستطيع أن تأخذ حصة في منشآت الطاقة والحوسبة والأتمتة التي أتاحتها، كما فعلت النرويج بنفطها، وأن تضع تلك الحصة في صندوق المواطنين بدلاً من الخزانة العامة. والثالث طوعي: مساهمات من الشركات والأفراد الأثرياء، ومصلحتهم فيه لا تقتصر على الجانب الخيري، لأن هذه الشركات نفسها ستحمل المنشآت التي تحتاج إلى سوق في وادي القسم السابق، وتزويد الجيل المقبل من المستهلكين برأس المال هو أرخص طريقة لإيجاد تلك السوق.

وتغيّر التقنية ذاتها أيضاً من يستطيع أن يملك عملاً تجارياً. فقد كان امتلاك عمل تجاري يعني توظيف أناس وتحمّل المسؤولية عن حياتهم، وكانت هذه التكلفة الثابتة تحدد أصغر حجم يمكن أن تقوم به شركة. ويخفض الذكاء الاصطناعي والروبوتات ذلك الحد الأدنى. لكن إذا انخفضت العتبة من دون أي تصميم لتوزيع الملكية، فإن ما يتكاثر هو أناس يديرون عملاً ولا يملكون رأس مال، والحصة الممنوحة عند الولادة هي رأس المال الأولي الذي يتيح لمثل هؤلاء أن يصبحوا مالكين.

وسبب الاستعجال أن المؤسسات والسكان يسيران على ساعتين مختلفتين. فمؤسسات التوزيع تُصنع بالتشريع، ومن ثم تتحرك في غضون سنوات قليلة متى اتُّخذ القرار. أما السكان فلا يُصنعون بالتشريع: فالطفل الذي يولد اليوم مستهلك من يومه الأول، ويحتاج إلى عشرين سنة ليبلغ سجلات دافعي الضرائب، وإلى ثلاثين ليكسب أكثر مما يستهلك. ومَن يؤسس التوزيع في الثلاثينيات من هذا القرن يشتري اليوم طلبَ الخمسينيات ومنافسيها الجدد وإيراداتها الضريبية.

[29] المصدر هو Erik Brynjolfsson, Bharat Chandar & Ruyu Chen, "Canaries in the Coal Mine?" Stanford Digital Economy Lab, 2025, revised 2026. وينبّه المؤلفون إلى أن هذا ارتباط لا سببية، وقد تحرّك الرقم مع البيانات: 13% في أغسطس 2025، و16% في نوفمبر 2025، و19% في تقرير المتابعة في يونيو 2026. وفي السجلات الدانمركية، يحدّ Humlum & Vestergaard (2026) الجزء الذي يمكن نسبته إلى الذكاء الاصطناعي عند 0.14 نقطة من انخفاض يبلغ نحو 0.6 نقطة مئوية، بينما يجد Hosseini & Lichtinger (2026) أن توظيف المبتدئين انخفض بنسبة 9% في الشركات التي تبنّت هذه التقنيات.

[30] في 4 نوفمبر 2025 فاز زهران ممداني (Zohran Mamdani) بمنصب عمدة نيويورك، وفازت كيتي ويلسون (Katie Wilson) بمنصب عمدة سياتل. أما استطلاع الرأي فهو Jeffrey M. Jones, "Image of Capitalism Slips to 54% in U.S.," Gallup, 8 September 2025 (54% من مجموع البالغين ينظرون نظرة إيجابية إلى الرأسمالية، و39% إلى الاشتراكية).

[31] المصدران هما OECD, *The Role and Design of Net Wealth Taxes in the OECD*, 2018؛ وكذلك Sarah Perret, *Fiscal Studies* 42(3–4), 2021, 539–563. وهذا السجل ليس برهاناً على أن فرض الضريبة على الثروة خطأ، بل على أنه كان من الصعب الإبقاء عليها في ظل التنقّل فحسب. ففي البيانات الإسكندنافية، تخفّض زيادة نقطة واحدة في أعلى معدل لضريبة الثروة عددَ دافعي الضرائب الأثرياء بنحو 2% (Jakobsen, Kleven, Kolsrud, Landais & Muñoz, NBER WP 32153, 2026)، بينما يرفع خفض نقطة واحدة في سويسرا الثروةَ المصرَّح بها بما لا يقل عن 43%، ربعه فقط عبر انتقال الأشخاص (Brülhart, Gruber, Krapf & Schmidheiny, *AEJ: Economic Policy* 14(4), 2022). فالوعاء الضريبي يتحرّك عبر الإعفاءات والتقييمات والتهرّب قبل أن ينتقل من بلد إلى آخر.

[32] المصدر هو Eva Vivalt, Elizabeth Rhodes, Alexander W. Bartik, David E. Broockman, Patrick Krause & Sarah Miller, "The Employment Effects of a Guaranteed Income," NBER Working Paper 32719, 2024, revised 2026: انخفضت ساعات العمل

08 نقل مركز القيمة

العنصر الأخير في التصميم هو القيمة نفسها. وهو الجزء الأكثر تجريداً في هذه الأطروحة، ولذلك يُعرض في أربع خطوات. أولاً، معظم القيمة التي يخلقها الناس لا تدخل الناتج المحلي الإجمالي قط. ثانياً، ليس ذلك مصادفة: فالناتج المحلي الإجمالي يحصي الأسعار، وقد اعتُمد السعر قبل قرنين ونصف القرن بديلاً عن قيمة لم يكن بالإمكان رصدها آنذاك. ثالثاً، الوظيفتان اللتان يؤديهما السعر، تقنين الأشياء النادرة والقيام مقام القيمة، تنتقلان كلتاهما إلى غيره، الأولى إلى الطاقة الرخيصة والثانية إلى القياس الرخيص. رابعاً، مع حدوث ذلك يتغيّر ما يشتريه المستثمر، من حصة في الشركة التي تصنع الشيء إلى حق في المنفعة التي يقدّمها ذلك الشيء لمن يستعملونه.

الخطوة الأولى: ما القيمة، وكم منها يفوت الناتج المحلي الإجمالي؟ خلق القيمة هو أن يستعمل المرء كفاءته لمنفعة غيره.[35] وبموجب هذا التعريف يكون تقديم القهوة في مقهى ورعاية أم لطفلها فعلاً واحداً، والفرق الوحيد أن أحدهما حمل سعراً. ويمكن قياس ما يفوت الناتج المحلي الإجمالي، وتتفق في ذلك ثلاثة قياسات مختلفة. فالإنتاج المنزلي غير المأجور يساوي نحو ربع الناتج المحلي الإجمالي في الحسابات الفرعية الرسمية. ويشغل العمل المأجور والدراسة أقل من خمس ساعات من اليوم المتوسط، بينما يشغل العمل غير المأجور وأوقات الفراغ أكثر من ثماني ساعات.[36] ويحتاج مستخدم الإنترنت الوسيط إلى نحو خمسين دولاراً في الشهر كي يتخلى عن منصة مجانية واحدة، وهي سلعة تكاد مساهمتها في الناتج المحلي الإجمالي تكون صفراً.[37] فالقيمة التي تحصيها معاملات السوق أقلية من القيمة التي تُخلق في يوم واحد.

الخطوة الثانية: لماذا بُني الناتج المحلي الإجمالي على هذا النحو؟ آدم سميث هو من رسم الخط بين الاثنتين. ففي الكتاب الأول، الفصل الرابع من ثروة الأمم ميّز بين قيمة الاستعمال، أي ما يساويه الشيء لمن يستعمله، وقيمة التبادل، أي ما يجلبه في التجارة. ولاحظ أن لا شيء أنفع من الماء وأن الماء لا يكاد يشتري شيئاً، ثم حصر كل ما تلا ذلك في قيمة التبادل، لأن قيمة التبادل كانت قابلة للقياس وقيمة الاستعمال لم تكن. وقد سمّى قيمة الاستعمال القيمة الحقيقية. ولم تُحلّ المفارقة قط؛ فقد وُضعت جانباً، ثم نسي علم الاقتصاد لاحقاً أنها وُضعت جانباً.[38] والناتج المحلي الإجمالي هو ذلك القرار وقد تحوّل إلى مؤسسة: يحصي ما دُفع ثمنه، لا ما كان نافعاً.

الخطوة الثالثة: لماذا يضعف البديل؟ يؤدي السعر وظيفتين: يقنّن الأشياء النادرة، ويقوم مقام القيمة. وتتولى الطاقة الرخيصة الوظيفة الأولى. ففي السلع المعلوماتية، حيث لا تكلّف النسخة الإضافية شيئاً يُذكر، كفّ السعر بالفعل عن الإشارة إلى الندرة، وانهيار تكلفة الطاقة والأتمتة يمدّ الآلية نفسها إلى العالم المادي. ويتولى القياس الوظيفة الثانية، على نحو أبطأ. فقد قام السعر مقام القيمة لأن زمن سميث لم يعرف وسيلة لرصد ما إذا كانت منفعة قد أُحسّ بها. ولم يعد ذلك صحيحاً؛ فالبيانات السلوكية والبيومترية تُسجَّل بالفعل، ويمكن من حيث المبدأ تسجيل استجابة الجهاز العصبي نفسه. وإذا أصبح تسجيل حقيقة أن المستفيد أحسّ بمنفعة ممكناً، زال سبب الإبقاء على بديل. والوظيفة الثانية هي الأصعب إزاحةً بين الوظيفتين، لأنها تحتاج إلى القياس وإلى الثقة بأن القياس لم يُزوَّر معاً.

الخطوة الرابعة: ما الذي يتغيّر في النقود، وللمستثمرين؟ تفقد النقود وظيفتها الأولى، التقنين، قبل أن تفقد الثانية، قياس القيمة، والوحدات التي تتولى التقنين هي وحدات الطاقة. فالرمز (token) الذي يُحصى به استدلال الذكاء الاصطناعي ورخصة انبعاث الكربون صُمّما كلاهما وحدتَي حساب، وكلاهما يتقارب مع العملة؛ وكل ما يُصدَر ويُتبادل ويُخزَّن بوصفه وحدة من مورد نادر يؤدي جزءاً من عمل النقود. أما التغيّر بالنسبة إلى المستثمر فهو الآتي. اليوم يموّل المرء شركة ويُدفع له من أرباحها، أي من قيمة التبادل التي تستحوذ عليها. وحين يصبح قياس المنفعة التي يقدّمها الشيء ممكناً، يستطيع المرء أن يموّل الشيء نفسه ويُدفع له بحسب المنفعة المقيسة التي يقدّمها لمستعمليه، أياً كان من صنعه. فالحق يتعلق باستعمال ما صُنع، لا بالمنظمة التي صنعته. ويسرد القسم 10 البنية التحتية

بمقدار 1.3 ساعة في الأسبوع، والتوظيف بمقدار 4.2 نقطة (بخطأ معياري 1.7) مقارنةً بمجموعة ضابطة من 2,000 شخص يتلقون 50 دولاراً في الشهر. وعن الصحة، Miller وزملاؤها، NBER Working Paper 32711, 2025. ويتعلق كلاهما بتحويلات محدودة المدة، وهي لا تعني للمتلقي ما يعنيه دخل رأسمالي يُتوقع أن يدوم مدى الحياة.

[33] المصدر هو One Big Beautiful Bill Act (Public Law 119-21) §70204: 1,000 دولار لكل طفل من مواطني الولايات المتحدة يولد بين 1 يناير 2025 و31 ديسمبر 2028، تُستثمر في صناديق تتبع مؤشراً واسعاً للأسهم الأمريكية؛ وبدأ العمل بالحسابات في 4 يوليو 2026. وسندات المواليد (baby bonds) في كونيتيكت: 3,200 دولار لكل طفل يولد ضمن برنامج ميديكيد (Medicaid) في 1 يوليو 2023 أو بعده، يمكن استخدامها بين سن 18 و30 لشراء منزل في الولاية، أو لتأسيس عمل، أو للتعليم العالي، أو للادخار للتقاعد. وألاسكا: توزيعات تُدفع سنوياً منذ عام 1982؛ Damon Jones & Ioana Marinescu, *AEJ: Economic Policy* 14(2), 2022, 315–340. والنرويج: NBIM, *Annual report 2025*.

[34] عن قانون هومستيد (Homestead Act)، الأرشيف الوطني الأمريكي ودائرة المتنزهات الوطنية (أكثر من 1.6 مليون طلب جرى البت فيه حتى عام 1934، بنقل أكثر من 270 مليون أكر (acre) إلى الملكية الخاصة). وإصلاح الأراضي في اليابان مصدره تقرير وزارة الزراعة اليابانية إلى ICARRD (1.74 مليون هكتار، و4.75 مليون أسرة من المستأجرين)؛ أما انخفاض حصة الأراضي المؤجَّرة من 45.9% إلى 9.9% فمصدره Chiang, Fan & Hsu, IZA DP No. 18095, 2025.

[35] المصدر هو Stephen L. Vargo & Robert F. Lusch, "Evolving to a New Dominant Logic for Marketing," *Journal of Marketing* 68(1), 2004, 1–17؛ والصياغة البديهية (الأكسيومية) هي "Institutions and axioms," *JAMS* 44(1), 2016, 5–23؛ والكتاب هو *Service-Dominant Logic*, Cambridge University Press, 2014.

[36] المصدر هو Benjamin Bridgman, Andrew Craig & Danit Kanal, "Accounting for Household Production in the National Accounts," *Survey of Current*

التي تجعل مثل هذا الحق قابلاً للإنفاذ. ومن دونها لا يجد هذا القسم ولا توزيعُ القسم السابق وحدةً للتسوية.

09 مركز الثقل خرج إلى البحر

ثلاثة استنتاجات، ثم التعليل. وحدة الاقتصاد العالمي هي العنقود لا الدولة. وتتركز العناقيد على حافة المحيطين الهندي والهادئ، لأن السلع الثقيلة للبناء المادي تنتقل بحراً، ولذلك تعمل هذه الأطروحة على تسعة عناقيد، ستة منها على تلك الحافة أو قربها وثلاثة، تكساس وبوسواش (BosWash) ولوكسبريدج (Loxbridge)، مرتبطة بها برأس المال والتجارة: منطقة خليج سان فرانسيسكو، وتكساس، وبوسواش (ممر بوسطن وواشنطن)، والإمارات، وشمال شرق آسيا (اليابان وكوريا الجنوبية وتايوان)، ولوكسبريدج (مثلث لندن وأكسفورد وكامبريدج)، ودلتا نهر اليانغتسي، ودلتا نهر اللؤلؤ، وبنغالورو وحيدر أباد. وحين تُقاس التسعة على حدود المعادلة الخمسة لا يوجد مكان يحمل كل حد، فتتقرر مكانة العنقود بكيفية وصوله إلى الحدود التي تنقصه: وتقسيم العمل بين عناقيد تبدع معاً يتفوق على التكامل العمودي داخل بلد واحد.

الوحدة والبحر أولاً. اقسم أرض العالم بحسب اتصال أضوائها ليلاً، فتظهر تكتلات الاقتصاد من تلقاء نفسها. فالمناطق الكبرى الأربعون المستخرجة على هذا النحو تضم أقل من خمس سكان العالم وتنتج ثلثي ناتجه ومعظم براءات اختراعه.[39] ولم يتفكك التكتل مع اقتراب تكلفة الاتصال من الصفر، لأن ما تشتريه الكثافة، من مجمّعات العمالة والتعلّم ممن حولك، لا ينتقل عبر سلك. والعناقيد حيث البحر. فأكثر من ثمانين في المئة من التجارة العالمية في السلع، بالحجم، ينتقل بحراً،[40] والركيزة المادية التي تعالجها هذه الأطروحة، من محوّلات وتوربينات ومفاعلات ومواد بناء، كلها في الجانب الثقيل، فالبعد عن الميناء بعد عن البناء. وقد كبرت المدن الواقعة على حافة أكبر محيط على الأرض بفعل الجغرافيا لا بفعل الجهد. والأرض الواقعة في نطاق 300 كيلومتر من المحيطين الهندي والهادئ تمثل 12 في المئة من أرض العالم، وستحمل بحلول عام 2050 ثلث سكان العالم وقرابة خمسي ناتجه.[41] والدول الساحلية لذلك المحيط مجتمعةً تنتج بالفعل ثلثي الناتج المحلي الإجمالي العالمي، ارتفاعاً من نحو النصف في عام 1980.[42]

التحليل: كتلتان تقنيتان فقط تجمعان الحدود الخمسة كلها، إحداهما بتقسيم العمل والأخرى بالتكامل العمودي، والثانية تختنق عند المؤسسات. فعند النظر على مستوى العنقود تنقسم المعادلة إلى خمسة حدود: المؤسسات، والوفرة الفعلية للطاقة، والتقنية العميقة في البتات (البرمجيات والذكاء الاصطناعي)، والتقنية العميقة في المادي (الآلات والمواد وأشباه الموصلات)، ورأس المال الكبير. وتتحدد مكانة العنقود بقدرته على الوصول إلى الحدود التي تنقصه، لا بعدد ما يحمله منها. وتسمّي هذه الأطروحة مجموعة العناقيد التي يصل بعضها إلى حدود بعض كتلةً تقنية، ولا توجد حالياً سوى كتلتين جمعتا الحدود الخمسة كلها. الكتلة التقنية الأمريكية تجمعها بتقسيم العمل: فمنطقة خليج سان فرانسيسكو تتخصص في البتات، واليابان وكوريا الجنوبية وتايوان في المادي، وتكساس وبوسواش والإمارات في المؤسسات والطاقة ورأس المال، وإذا وُضع بعضها فوق بعض كادت تغطي الحدود الخمسة كلها. أما الكتلة التقنية الصينية فتحاول جمعها بالتكامل العمودي داخل بلد واحد. وميزتها سرعة القرار والمرونة في مواجهة انقطاع الإمداد. وضعفها أن أي حد منخفض بنيوياً يصبح عنق الزجاجة للكل، وذلك الحد في الحالة الصينية هو المؤسسات. فقد انعطف الاستثمار الأجنبي المباشر نزولاً وسط مخاوف الأمن الاقتصادي،[43] والبلد على القادمين من الخارج صعب الدخول وصعب البقاء: فحق إقامة المهني الأجنبي مرتبط بصاحب العمل، وتضع اللغة والثقافة والنظام القانوني كل منها حاجزاً خاصاً به. ولا تصل الثروة المنتَجة إلى الأسر إلا بقدر ضئيل، فيتجاوز عرض العمل الطلب، وتظل بطالة الشباب عالية، وتتراجع الولادات، وينكمش الطلب. أما الهند، المرشح الثالث، فلا تنتمي حتى الآن إلى أي من الكتلتين.

Business 102(2), 2022) (22 إلى 25% من الناتج المحلي الإجمالي). أما استخدام الوقت فمصدره OECD Time Use Database وكذلك Veerle Miranda, OECD Working Papers No. 116, 2011، بمتوسط 29 بلداً والأعمار من 15 إلى 64 سنة: 4.6 ساعة يومياً من العمل المأجور والدراسة، و3.4 إلى 3.5 ساعة من العمل غير المأجور، ونحو 4.8 ساعة من وقت الفراغ، على مدار جميع الأيام بما فيها عطلات نهاية الأسبوع، وللعاملين وغير العاملين معاً، ولهذا يبدو العمل المأجور قصيراً.

[37] المصدر هو Erik Brynjolfsson, Avinash Collis & Felix Eggers, "Using massive online choice experiments to measure changes in well-being," *PNAS* 116(15), 2019, 7250–7255. وبلغ وسيط التعويض الشهري المطلوب للتخلي عن منصة مجانية واحدة نحو 48 دولاراً.

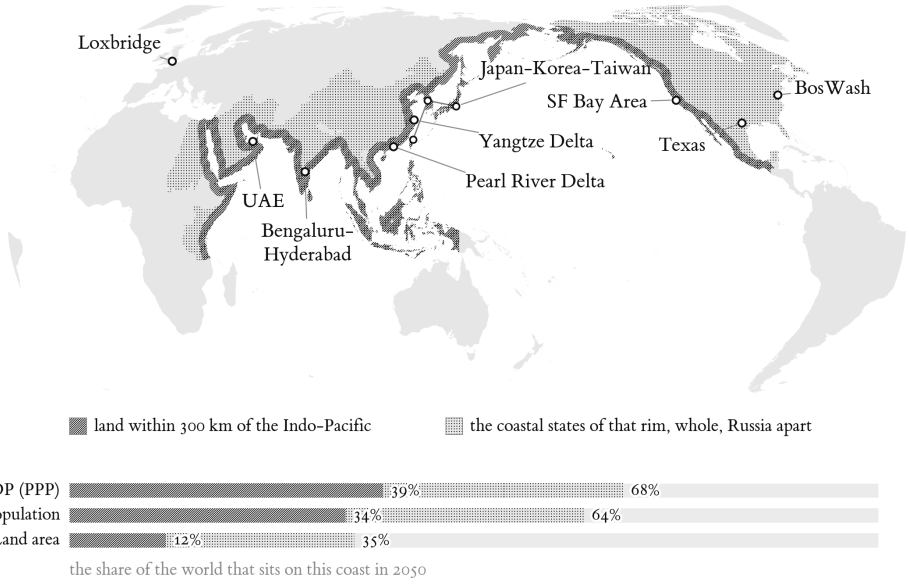
[38] المصدر هو Adam Smith, *The Wealth of Nations*, 1776, Book I, Ch. IV؛ وتعريف القيمة الحقيقية في pp.30–31. وقد فصل أرسطو قيمة الاستعمال عن قيمة التبادل في القرن الرابع قبل الميلاد، ورأى المدرسيّون (السكولائيون) في العصور الوسطى أن قيمة الاستعمال تأتي أولاً. وتتبع هذه القراءة Lusch & Vargo, 2014, ch.2.

[39] المصدر هو Richard Florida, Tim Gulden & Charlotta Mellander, "The rise of the mega-region," *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 1(3), 2008, 459–476: 40 منطقة كبرى تضم 17.7% من سكان العالم، وتنتج 66% من الناتج و85.6% من براءات الاختراع. ويُقدَّر الناتج من شدة الأضواء الليلية ثم يُعاد تسويته على الناتج المحلي الإجمالي الوطني، فهو إعادة توزيع مكاني للناتج العالمي لا قياس مستقل. والبيانات من نحو عام 2000.

[40] المصدر هو UNCTAD, *Review of Maritime Transport 2017*, p. x: أكثر من 80% من تجارة البضائع العالمية من حيث الحجم، وأكثر من 70% من حيث القيمة، تُنقل بحراً. ولا تذكر طبعتا 2024 و2025 هذه النسبة، ولذلك يُستشهد بطبعة 2017.

[41] تجميع هذه الأطروحة نفسها على شبكة بخطوة دقيقتين قوسيتين. وتُحسب الجزر مع الدولة التي تملكها؛ وتُستبعد أستراليا

الشكل 8-1 ساحل المحيطين الهندي والهادئ، حيث تقع معظم العناقيد التسعة



قراءتان للحافة نفسها. الخطوط القطرية السوداء هي الأرض الواقعة في نطاق 300 كيلومتر من المحيطين الهندي والهادئ، أي المحيط الهادئ والمحيط الهندي ومعهما الخليج والبحر الأحمر، من مضيق بيرينغ نزولاً إلى الحدود الجنوبية للمكسيك من جهة، وإلى الحدود الجنوبية لتنزانيا من جهة أخرى. وتُحسب الجزر مع الدولة التي تملكها؛ وتُستبعد أستراليا ونيوزيلندا وبابوا غينيا الجديدة ومدغشقر. والشبكة هي الدول الساحلية لتلك الحافة مأخوذة بكاملها، باستثناء روسيا لأن كتلتها الرئيسة تقع في الداخل. والعناقيد الثلاثة الواقعة خارج الشريط ساحلية أيضاً، لكنها تطل على الأطلسي. ويبيّن كل عمود مجموع الدول الساحلية، وداخله حصة الشريط الساحلي. والإسقاط هو إسقاط Equal Earth، فالمساحات على الصفحة تتناسب مع المساحات على الكرة الأرضية، والقارة القطبية الجنوبية خارج الإطار لكنها داخلة في رقم اليابسة. خط الساحل من SRTM15+ v2.7 (GMT earth_relief 02m)، والحدود من Natural Earth 10m، والسكان والناتج على السيناريو SSP2 من Murakami and Yamagata (2019)، موزّعة داخل كل بلد على شبكات الفترة من 1990 إلى 2015 من Kummu, Taka and Guillaume (2018).

الشكل 4. ساحل المحيطين الهندي والهادئ. الخطوط القطرية السوداء هي الأرض الواقعة في نطاق 300 كيلومتر من المحيطين الهندي والهادئ؛ والشبكة هي الدول الساحلية لتلك الحافة مأخوذة بكاملها، باستثناء روسيا. وتمثل الأعمدة إسقاطاً لعام 2050: يبيّن كل منها، للسكان وللناتج، حصة الدول الساحلية من العالم في تلك السنة، وداخلها حصة الشريط الساحلي. والإسقاط متساوي المساحة، فالمساحة على الصفحة تتناسب مع المساحة على الأرض.

ويفوز تقسيم العمل لأنه أصبح أصعب كسراً مما كان. فتقسيم العمل في التسعينيات كان مراجحة على فوارق الأجور، فلما تحركت الأجور تحرك الترتيب معها. أما ما يحدده اليوم فهو ضوء الشمس والأرض وإرث تصنيعي تراكم على مدى أربعين سنة، ولا يتحرك أي منها بسهولة تحرك رأس المال أو العمل. وبقدر ما تكون الميزة النسبية مثبتة في الجغرافيا وفي الزمن، تتسع مع الوقت الفجوة بين الجانب الذي يوزّع الحدود بين أعضائه والجانب الذي يحتفظ بها كلها داخل بلد واحد. ولذلك ينبغي أن تُربط أمريكا والإمارات واليابان وكوريا الجنوبية وتايوان بعضها ببعض ربطاً أوثق مما هي عليه. فالبتات في أمريكا، والجانب المادي في اليابان وكوريا الجنوبية وتايوان، والطاقة ورأس المال الكبير وسرعة القرار في الإمارات. والثلاثة يكمّل بعضها بعضاً بالفعل، لكن ما يربطها يتوقف عند مستوى المعاملات الفردية. وحين تُوضع الثلاثة تحت تصميم واحد تقف الحدود الخمسة معاً للمرة الأولى. ويجعل ذلك أيضاً العنقود، لا البلد، وحدة التكامل.

وثمة أمر واحد قد يُرخي قبضة البحر على هذه الخريطة: الحوسبة في مدار حول الأرض. فهي تتفوق على الأرض لسببين، أن ضوء الشمس يصل من دون حائل، وأنه لا توجد قائمة انتظار للربط بالشبكة. ولا يقف في الطريق أي قانون فيزيائي، والقيد الهندسي الملزم هو التخلص من الحرارة. فإذا استقرأنا المشعّات الصلبة الحالية، احتاج تبريد غيغاواط واحد من الحوسبة إلى نحو مئة ألف طن؛ ويُذكر أن مشعّ القطيرات السائلة يبدّد الغيغاواط نفسه بنحو 2,200 طن.[44] والفارق بين مئة ألف طن و2,200 طن هو ما يفصل مشروعاً مستحيلاً عن مشروع ممكن؛ أما التكلفة فأمر ثانوي. وفي الوقت الحاضر

ونيوزيلندا وبابوا غينيا الجديدة ومدغشقر. وخط الساحل من SRTM15+ v2.7، والحدود من Natural Earth 10m، والتوزيع داخل البلدان من Kummu, Taka & Guillaume, *Scientific Data* 5, 180004, 2018، والإسقاط من Murakami & Yamagata, *Sustainability* 11(7), 2106, 2019 (SSP2). وتثبيت النسب عند قيمها لعام 2015 يعطي 34% و38%.

42 تجميع هذه الأطروحة نفسها من قاعدة بيانات صندوق النقد الدولي (IMF, *World Economic Outlook* database, October 2025): تضم الدول الساحلية للمحيطين الهندي والهادئ 69% من سكان العالم وتنتج 66% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي بتعادل القوة الشرائية، مقابل 53% في عام 1980. وبأسعار الصرف السوقية يكون الرقم 65.5%. وتستند قيمة عام 1980 إلى 49 بلداً وإقليماً من أصل 67 تتوافر عنها البيانات. وأكبر حدّ منفرد هو الولايات المتحدة؛ واستبعادها يخفض الرقم إلى 51.7%.

43 انخفض الاستثمار المباشر الوافد على أساس المبالغ المنفَّذة فعلاً بنسبة 27.1% على أساس سنوي في عام 2024 إلى 826.2 مليار يوان بحسب تجميع وزارة التجارة الصينية، في حين ظلت التزامات الاستثمار المباشر على أساس ميزان المدفوعات تدفقاً صافياً إلى الداخل في عامَي 2023 و2024 كليهما، وكان تدفق عام 2023 الأصغر منذ عام 1993. ولا يمكن إرجاع السبب إلى الأمن الاقتصادي وحده؛ فمساهمتا سوق العقارات وفروق أسعار الفائدة لم تُفصلا.

44 أعاد المؤلف حساب هذه الأرقام من قانون ستيفان-بولتزمان بدلاً من نقلها عن مواد صناعية. تطرد محطة الفضاء الدولية 70 كيلوواط من الحرارة عبر مساحة تقارب 422 متراً مربعاً؛ وتذكر ناسا (NASA) قيمة 70 كيلوواط بوصفها قدرة تصميمية ولا تذكر قط مساحة الإشعاع، أما رقم 422 فمأخوذ من التحليل الصناعي المذكور تالياً. وقيمة 450 واط للكيلوغرام لمشعّ القطيرات السائلة مصدرها ذلك التحليل نفسه، SpaceComputer, "Cooling for Orbital Compute: A Landscape Analysis." وهي تقع عند الطرف المتشائم من دراسات التصميم التي أجرتها ناسا نفسها لهذا المفهوم، إذ تضع تلك الدراسات الحرارة المبدَّدة لكل كيلوغرام من المشعّ بين 431 و2,141 واط (Karl K. Knapp, *Lightweight Moving Radiators for Heat Rejection in Space*, NASA-CR-161943, 1981, Tables I and III).

تقع أدنى تكلفة للوصول إلى المدار داخل الكتلة التقنية الأمريكية، فمن شأن هذا التحول أن يقوّي تلك الكتلة لا أن يهددها.

10 ما الذي نستثمر فيه

تتوزع الاستثمارات على حدود المعادلة. ولأن المعادلة حاصل ضرب، يفعل رأس المال أكثر ما يفعل عند أدنى الحدود قيمةً. وثمة اختبار ثان أيضاً: العوائد الوحيدة التي يمكن الاعتماد عليها هي التي لا تتوقف على الأعداد.

رفع الوفرة الفعلية للطاقة

◎ الاندماج النووي والمفاعلات النمطية الصغيرة (SMR). تتقرر المنافسة بعدد النسخ التي تُبنى من تصميم واحد، ولذلك فإن ما يستحق الشراء ليس المفاعل التجريبي بقدر ما هو خط الإنتاج وسلسلة الإمداد التي تكرر التصميم الواحد بعده. ويصل الأثر على سعر الطاقة في الأربعينيات، ولا مكان هنا إلا لرأس مال يستطيع الانتظار طوال تلك المدة.

◎ البنية التحتية للشبكة والمعدات الكهربائية الثقيلة. مهما أُضيف من توليد، لا يتحرك شيء ما لم يتسنَّ ربط حمل جديد. وثمة ثلاثة أشياء قابلة للشراء: قدرة تصنيع المحوّلات ومعدات الفصل والوصل، وقدرة بناء خطوط النقل والمحطات الفرعية، والأرض الموصولة بالشبكة بالفعل.

رفع مدخل العمل

◎ الذكاء الاصطناعي المادي. الروبوتات البشرية الشكل والمصانع المؤتمتة. بدأت تكلفة الوحدة تسير بالفعل على قانون رايت بينما يتأخر إثبات الموثوقية، والاثنان يتقدمان كل على حدة. ولا يمكن التخطيط لأي من ذلك على ساعة البرمجيات؛ فالمصانع والقطع والتنظيم والحوادث والإصلاحات تتحرك جميعها بزمن العالم المادي.

◎ سلسلة الإمداد المادية المتقدمة. المواد، ومعدات تصنيع أشباه الموصلات، والليثوغرافيا، والرقائق المنطقية المتقدمة، والذاكرة عالية السرعة، والروبوتات الصناعية، والمحركات الدقيقة. وحين يبدأ الإنتاج بكميات كبيرة، فإن أول ما ينفد ليس الآلة النهائية بل القدرة على صنع هذه الطبقة. والمنطقة التي تتجاور فيها هذه الطبقات أشد ما يكون التجاور هي اليابان وكوريا الجنوبية وتايوان، وهذه المنطقة تعاني بنيوياً من نقص الطاقة، ولذلك تقل قيمة الاستثمار في هذه الطبقة ما لم يوضع داخل التصميم نفسه مع الاندماج النووي والشبكة، لأن الكهرباء تصبح قيده.

◎ تصميم التطبيق لقطاعات بومول والإسكان. الإسكان والتعليم ورعاية الأطفال والرعاية الصحية. لا يؤثر الذكاء الاصطناعي المادي في السكان إلا حين يصل إلى هذه الأربعة. وبناء الآلات، وتصميم المكان الذي تُطبَّق فيه داخل المستشفى أو المدرسة أو الحضانة أو إنتاج المساكن، استثماران مختلفان، والثاني هو الموضع الذي يشحّ فيه رأس المال أكثر من غيره.

بناء المؤسسات

◎ مؤسسات التوزيع. الحسابات الرأسمالية التي تُفتح عند الولادة، والصناديق السيادية القائمة على حصص المواطنين، والحصص الشاملة لكل مواطن في رأس مال الأتمتة. وهذا حد هندسي لا أخلاقي: فهو يقرر ما إذا كان العنقود سيظل يعمل بعد عشرين سنة من الآن.

◎ سرعة الربط والتراخيص. تُقرأ جودة المؤسسات من الوقت الذي تستغرقه الإجراءات. فقد جمعت بريطانيا في أربعينيات القرن التاسع عشر أمرين في وقت واحد: تأسيس الشركات بالتسجيل وحده،

وقانون وحّد إجراءات نزع الملكية للمنفعة العامة. وتحتل قائمة انتظار الربط والتقييم البيئي وتراخيص البناء ذلك الموضع اليوم. ويمكن اختصار الإجراء بالأشهر، أما مدة توريد المحوّل فلا تُختصر إلا بالسنوات.

◎ البنية التحتية لقياس قيمة الاستعمال. ثلاثة أشياء قابلة للشراء: التقنية التي تسجّل حقيقة أن المستفيد أحسّ بمنفعة، والآلية التعاقدية التي تحوّل ذلك السجل إلى دفع، والآلية التي تثبت أن السجل لم يُزوَّر. ومن دونها لا يجد التوزيع ولا الإبداع المشترك وحدة للتسوية.

خارج المعادلة

◎ البنية التحتية خارج الكتل التقنية. في نصف القرن الذي يبدأ من عام 2035 تزداد الأعداد أساساً في الجزء من العالم الذي لا ينتمي اليوم إلى أي من الكتلتين التقنيتين. ولن يتكرر تسلسل القرن العشرين الذي كانت العمالة الرخيصة تجذب فيه الصناعة، ولذلك لا تتحول تلك الأعداد إلى قوة شرائية من تلقاء نفسها. والاستثمار لبناء القدرة على الشراء والاستثمار للبيع أمران مختلفان: فالبيع في سوق لم يصلها الدخل بعد يحوّل البيع إلى قرض.

◎ المدار. تستحق الشراء أشباه الموصلات التي تعمل في درجات حرارة عالية، وشكل من المشعّات يحل محل اللوح الصلب. وهذا هو المنافس للاندماج النووي والشبكة، وهو في الوقت نفسه التأمين عليهما.

وثمة تحذير واحد يسري على العشرة كلها. فمعظم العوائد المذكورة هنا موجود لأن القيد لم يُرفع بعد. فالأرض الموصولة بالشبكة غالية لأن الإجراء بطيء، وتسريع التراخيص والربط يُذهب بجزء من غلائها. والبنية التحتية للطاقة على الأرض غالية لأن المدار لم يُفتح بعد، ومتى انفتح المدار زال بسرعة ريع الندرة الذي جعلها غالية.

11 أحد عشر تنبؤاً، وما الذي يُثبت خطأها

لا يكفي أن تُكتب التنبؤات. فما يجعلني أعترف بأن أحدها كان خاطئاً لا بد أن يُكتب بالدقة نفسها. وليس الغرض من الجدول حماية التنبؤات، بل ضمان أن يُطرح التنبؤ الخاطئ جانباً من دون جدال.

	التنبؤ	إذا رُصد هذا سقط التنبؤ
I	الطاقة	حتى نهاية عام 2035 لم تظهر، في أي كتلة اقتصادية كبرى، سنة تجاوز فيها الاستثمار الرأسمالي الجديد في الطاقة النووية الاستثمار الرأسمالي الجديد في مصادر الطاقة المتجددة
I′	الاندماج النووي (الكهرباء إلى الشبكة في الثلاثينيات، والتكلفة في مستوى المصادر القائمة في الأربعينيات)	لم تزوّد أي محطة اندماج نووي شبكة تجارية بالكهرباء على نحو مستدام حتى نهاية عام 2040، أو بلغت التكلفة المستوية للاندماج النووي مستوى المصادر القائمة حتى نهاية عام 2040
II	الشبكة	المناطق التي تحتل المرتبة الأولى في السعر الفعلي للكهرباء الصناعية والموثوقية ومدة الربط بالشبكة لا تُختار، حتى عام 2035، مواقعَ للحوسبة والتصنيع الجديدَين بمقياس الغيغاواط
III	الذكاء الاصطناعي المادي	حتى نهاية عام 2032 لم يبلغ أي منتج إنتاجاً سنوياً قدره 10,000 روبوت بشري الشكل
IV	الولادات في الصين	تجاوز عدد الولادات السنوية في عام 2032 سبعة ملايين
IV′	انعكاس معدل الخصوبة	يُرصد انعكاس ذو دلالة في بلد يرتكز على التحويلات النقدية قبل أن يظهر في بلد خفّض الأسعار الفعلية للطاقة والإسكان

V	العمل	يستقر تراجع توظيف الشباب قياساً بالفئات العمرية الأخرى، في المهن الأعلى تعرّضاً مقيساً للذكاء الاصطناعي، في النصف الثاني من العشرينيات ولا يتسع بعد ذلك
V′	إعادة التدريب	يعيد برنامج واسع النطاق لإعادة التدريب معدل توظيف الفئة المستهدفة إلى مستواه بدرجة ذات دلالة إحصائية
VI	السياسة	حتى نهاية عام 2040 لم تظهر ضريبة ثروة أو معدل حدي أعلى في مستوى 70 في المئة في برامج الأحزاب الحاكمة في اقتصادَين متقدمَين كبيرَين أو أكثر
VI′	تنقّل الوعاء الضريبي	في بلد يطبّق ضريبة ثروة أو معدلاً حدياً أعلى في مستوى 70 في المئة، لا يُرصد بعد خمس سنوات من دخولها حيز التنفيذ تدفق صاف إلى الخارج لكبار دافعي الضرائب ولا انكماش في الوعاء المصرّح به لتلك الضريبة قياساً بالتقديرات المستقلة للثروات العليا
VII	التوزيع	حتى نهاية عام 2040 لم يُؤسَّس أي من الحسابات الرأسمالية التي تُفتح عند الولادة، أو الصناديق المحتفظ بها بوصفها حصة وطنية، أو الحصص الشاملة لكل مواطن في رأس مال الأتمتة، سياسةً سائدة في بلد كبير
VIII	الطلب	حتى نهاية عام 2040 لا يزال نقص العمالة يتقدم على نقص الطلب في وثائق السياسات في البلدان الكبرى
IX	القياس	حتى نهاية عام 2040 لم تظهر حالة تجارية واحدة تُسوَّى فيها المدفوعات على أساس قياس مباشر لقيمة الاستعمال
IX′	وحدات بالطاقة	حتى نهاية عام 2040 لا يوجد عقد تجاري خارج سوق منظّمة يسوّي المقابل مباشرة بوحدات الطاقة المستهلكة أو برخص الانبعاث
X	وحدة خلق القيمة	حتى نهاية عام 2040 لم ينخفض متوسط عدد العاملين في شركات البرمجيات والذكاء الاصطناعي
XI	العناقيد	حتى نهاية عام 2040 ليست تكساس ولا الإمارات بين المواقع الرائدة للحوسبة والتصنيع بمقياس الغيغاواط
XI′	المدار	لا عرض توضيحي مداري بمقياس 50 كيلوواط حتى نهاية عام 2032
صفر	الإطار نفسه	في نافذة تمتد من عشر سنوات إلى ثلاثين، يُظهِر أن جودة المؤسسات تتحرك تحركاً منهجياً مع الموارد الطبيعية التي يملكها البلد. وفي تلك الحالة لا يكون الحد الأول في المعادلة حداً مستقلاً

حين يُدحض أحدها، ما الذي ينكسر في الهيكل؟ إذا سقط تنبؤ الطاقة، تأخر الجدول الزمني لكن تحديد القيد يبقى. وإذا سقط تنبؤ الشبكة، كان التحديد نفسه، أي أن القيد يقع عند الربط، خاطئاً. وإذا سقطت الولادات في الصين، كانت أكبر حالة تدعم التشخيص خاطئة. وإذا سقط تنبؤ العمل، فإن الانقطاع بين المهمة والدخل، وهو ما يستدعي توزيع الملكية، لم يحدث بعد. وإذا سقط التوزيع، تبيّن أن التصميم الذي تصفه هذه الأطروحة بأنه ضروري كان مستحيلاً سياسياً. وأبعد هذه التنبؤات أثراً إذا فشل هو الولادات في الصين، وأشدها حاجة إلى أن يصمد هو التوزيع. وسيتبيّن خطأ بعض هذه التنبؤات، ومعرفةُ أيّها يسقط وكيف يسقط ستحمل من المعلومات أكثر مما تحمله التنبؤات التي تصمد.

12 المؤسسة التي يجب بناؤها

ما أقترحه هو جهة تكامل للموارد، أي هيئة تجمع في مشروع واحد ما يحوزه على نحو منفصل فاعلون في الولايات المتحدة والإمارات واليابان وكوريا الجنوبية وتايوان من رأس مال وتقنية ومواقع وتراخيص: منصة للإبداع المشترك تقع بين الصندوق والاستوديو والكونسورتيوم (consortium).

فهي بوصفها صندوق رأس مال مغامر تجمع رأس المال وتضعه في العمل. وبوصفها استوديو تسمّي، برنامجاً بعد برنامج، الموضوع الذي سيُتناول، وتدمج موارد الفاعلين الذين يجتمعون تحت ذلك الموضوع للإبداع المشترك لمفاهيم لم توجد بعد. وبوصفها كونسورتيوم تجمع أطراف الطاقة والحوسبة والتنظيم في عقد واحد. والهيئة التي تفعل الثلاثة في وقت واحد هي ما تعنيه هذه الأطروحة بالمنظومة (ecosystem).

ويعمل الاستوديو على النحو الآتي. يطرح رؤية واحدة بحجم لا يبلغه أحد بمفرده، مثل بناء مصنع واحد مؤتمت بالكامل من البداية إلى النهاية. فيجتمع من تلقاء أنفسهم الفاعلون الذين يحوزون التقنيات المكوّنة التي تقتضيها تلك الرؤية لخلق القيمة، ويمزجون أفكارهم، ويتصوّرون طائفة من المنتجات ويبنونها ويشغّلونها ويختبرونها. وتتغير العضوية من برنامج إلى آخر. وجمعُ أناس من تخصصات مختلفة في غرفة واحدة ليصمّموا معاً ليس جديداً في ذاته. وما يتغير هنا هو المخرج: فلا يتوقف عند مفهوم مقترح، بل يُلحق به الغيغاواطات والحوسبة والموقع ويمضي بالعمل حتى الشيء الحقيقي.

ويبدأ رأس المال من الصناديق السيادية في الإمارات، التي تعمل على بناء صناعة محلية. ويتجه إلى جانب البتات، أي النماذج التأسيسية والبحث الأساسي في الذكاء الاصطناعي في منطقة خليج سان فرانسيسكو وتكساس وبوسواش، وإلى الجانب المادي، أي الفاعلين حول سلسلة الإمداد المادية المتقدمة والجيل التالي من المفاعلات النووية في اليابان وكوريا الجنوبية وتايوان. ثم تختار الشركات المستثمَر فيها، ميداناً لتجاربها المادية، الإمارات وتكساس، حيث الطاقة رخيصة والموقع متاح والتراخيص سريعة والبيئة التنظيمية التجريبية (regulatory sandbox) قائمة. وهكذا تصبح الإمارات وتكساس من المواقع الرائدة في التطبيق المادي.

عن المؤلف

مرحباً، أنا أراتا هوشينو (Arata Hoshino)، مصمم استراتيجي ومصمم مشاريع ريادية مقيم في الإمارات العربية المتحدة. نشأت في اليابان، لكنني قضيت سنوات مراهقتي أقرأ عن تقنية وادي السيليكون، وفلسفة الأمد الطويل (longtermism)، والتحررية التقنية (techno-libertarianism)، وأفكار باكمنستر فولر (Buckminster Fuller).

حصلت على بكالوريوس الهندسة (BEng) في الهندسة الميكانيكية وهندسة الطاقة من جامعة واسيدا، وعلى ماجستير العلوم (MSc) في تصميم الوسائط من جامعة كيو، مع عمل بحثي في تصميم الخدمات وتصميم المشاريع الريادية، ثم على CEMS MIM (ماجستير العلوم في الإدارة الدولية) من HEC باريس وجامعة سنغافورة الوطنية. وعملت بعد ذلك في رأس المال المغامر والاستشارات الاستراتيجية في سان فرانسيسكو وسنغافورة. وبين عامي 2024 و2026 قدّمت المشورة لوزارات إماراتية في الاستراتيجية الاقتصادية، من خلال شركة استشارية في السياسات العامة واقتصاديات الذكاء الاصطناعي نشأت من أوساط هارفارد ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD).

هذه الورقة الموجزة هي الصيغة المختصرة من كتاب الجانب الآخر من القيد، الذي يحمل الحجة كاملة والأدلة التي تقف خلفها: تسعة فصول و28 شكلاً وأكثر من 120 صفحة حول سؤال أساسي واحد، ما الذي يقرر كم تستطيع حضارة ما أن تبني فعلاً. ويذهب الكتاب إلى أن الجواب تغيّر خلال السنوات الخمسين الأخيرة من دون أن يلاحظ ذلك أحد تقريباً، ويتابع العواقب عبر الطاقة والسكان والقيمة والعناقيد الصناعية والاستثمار. وقد كُتب لقراء يريدون التحقق من الاستدلال بأنفسهم: الباحثين، ومصممي السياسات، ومؤسسي شركات التقنية العميقة، والمستثمرين الذين يبنون ويحكمون ويخصصون رأس المال على آفاق طويلة. وهو قراءة بضع أمسيات لا أمسية واحدة، وينتهي ببيان ما الذي يدحض الفرضية وما الذي لا يزعم إثباته. فإن أردت قراءته، أو مجادلته، فاتصل بي.

تُجمع الأطروحة والمقالات التي نمت منها والملاحظات التي تشرحها في aratahoshino.com. ويمكنك التواصل معي عبر البريد الإلكتروني أو على LinkedIn أو على X. ونطاق كل مشروع مبيّن في ملف الأعمال (PDF)، وموقفي مبيّن في ورقة الرؤية (PDF).

فلنلتقِ ونتحدث.

© 2026 Arata Hoshino. نُشر بموجب رخصة المشاع الإبداعي نَسب المُصنَّف 4.0 دولي (CC BY 4.0). يجوز اقتباسه وترجمته والاستشهاد بمقاطع منه وإعادة توزيعه بحرية، بما في ذلك تجارياً، شريطة ذكر المؤلف والمصدر. يُستشهد به على النحو الآتي: Arata Hoshino, *An Investment Thesis for the Economy Beyond Constraint* (2026). وهذه الأطروحة ليست برهاناً صارماً من النوع الذي تقدمه الورقة الأكاديمية، وأرقامها ومصادرها وخططها، ما لم يُذكر خلاف ذلك، هي كما كانت في سبتمبر 2026.