للجراثيم حكاية

مصطفى قره جولي

للجراثيم حكاية

في تفسير منطلق الحياة

منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب

وزارة الثقافة - دمشق ٢٠١٨م

-٣-

للجراثيم حكاية: في تفسير منطلق الحياة / مصطفى قره جولي.- دمشق: الهيئة العامة السورية للكتاب، ٢٠١٨م.- ١٢٠ص؛ ٢٤ سم.

١- ٨٧٦ ق ر ه ل ٢- العنوان ٣- قره جولي

مكتبة الأسد

الإهداء

هي في كلّ مكانٍ

موجودةٌ في حّيزٍ بما يشبهُ انعدامَ الجاذبية

نحتاجُ إليها أكثر مما تحتاجُ إلينا

بعدما تأكد دورُها في ظهورِ الحياةِ لأول مرة.

مُقَدِّمَة

نتحدث في هذا الكتاب عن التداخلات المتينة والمصيرية ما بين كائنات اليوم والمتعضيات(*) التي سبقتها: نظرة إلى العالم الحي بعين ثالثة..

لا يوجد في الطبيعة عنصر منعزل فعلياً عن الباقي لأن البيئة الأحيائية مجموع متماسك بنظام متوازن لعضوية كوكبية أرضية واحدة.

تقتصر معلوماتنا عن الإنسان ضمن هذه البيئة في سياق علوم العصر على كيفية تأثيره في هذه البيئة وتطويعها تماشياً مع مصالحه الضيقة وتحقيقاً لرغباته.

تلك هي الصورة المبسطة التي تعبر عن إنسان العصر والتي تظهر دوره كجنس تجاوز نفسه منذ لامست قدماه سطح الكوكب.

هو اليوم في أصقاع الأرض كافة، يدير أحواله طولاً وعرضاً ومن قطب إلى آخر وفي أعماق المحيطات وعلى ذرى الجبال الشاهقة.

لقد قفز إلى القمر ويعمل جاهداً لزيارة المنظومة الشمسية.

(*) المتعضيّات الدقيقة

يردُ شرحها في ثبت المصطلحات.

إنه دماغ الأرض وقمة التطور، ونجاحاته إلى تسارع دوماً.

ولكنْ بالإمكان النظر أيضاً من موقع آخر إلى أنفسنا، وهذا البحث برسم من يرون بعين ثالثة.

إن الإنسان بمقياس زمن الحياة على الأرض حديث المَوْلد، وربما وجدنا بعض الأجناس القليلة أكثر شباباً، ولكن لا يوجد ما يشير إلى بلوغ أي منها مستوى تطوري لافت.

إننا لا نستطيع الرجوع إلى أصولنا أكثر من بضعة آلاف فقط من السنين دون أن يغيب عنا جوهر الإنسانية يوم كانت تتكلم أو تغني وهي تصنع أدوات الصيد وتتحلق حول النار في كل مغارة..

ويوم كانت اقتتالاتها وبداية آلامها وظلم أمثالها..

إننا نعلم بلغة الأجناس والنفوس أننا ما زلنا قاصرين وفي بداية الطريق إلى التطور لأننا ما زلنا نتعلم الأنسنة كأطفال غير ناضجين، ضعفاء، تلفّهم الأخطاء ويعيقهم التعثّر.

وما نخشاه بعد زوالنا هو ألا نترك حينها من آثارنا سوى طبقة رقيقة من المستحاثات المشعة..

ولفهم ما سبق لا بد أن نتفكر أولاً في ماضي الأحياء الأولى أسلافنا.

لقد كان السلف الأول الذي ظهر منذ حوالي ٣,٥ مليار سنة على هيئة خلية بكتيرية منعزلة، وإننا نعتقد أنّ ما يدب فينا من حراك يرجع إلى نفحات الخالق في تلك الخلية قبلنا.

فعلى الرغم من أناقة وطلاقة جنسنا البشري، وعلى الرغم من تمتعنا بفصوص دماغية جبهية مميزة، وعلى الرغم من «إبداعاتنا» وموسيقانا الجميلة فإننا لم نتقدم أبعد من جنسنا ولم نستقل عن الكائنات من حولنا.

هي الآن معنا، إلى جانبنا وفي داخلنا، وهي لا تشكل جزءاً من حياتنا بقدر ما نُعتبرُ جزءاً من عالمها.

قصة زمن من البيئة الأحيائية طال قرابة ٢,٥ مليار سنة ساد فيه أسلافنا من البكتريا بقوانين نظْم للحياة بمنهجية أخّاذة ولنا في سيرتها عظة كبرى.

العالم الصغري

عندما يتفحص الإنسان الحياة على كوكب الأرض يخالُ نفسه الحاكم بأمرها لأن حداثة وعيه ولمعان ابتكاراته جعلته يعتقد أنه جيء به ليكون السيّد على الحياة من حوله. حتى أنّ ظلام السماوات السحيقة التي يتأمل لم يعد يستثير تواضعه. لقد بات يعتبر الفضاء مرتعاً جديداً لغزواته.

كانت أولى الدراسات على الحياة قد جاءت تمجيداً للإنسان بحيث تظهر الأحياء التي سبقته عديمة الذكاء وضيعة المقام سطحية التطور.

ثم تمكّن الهوس بالإنسان يوم تعرف على جزيئات الوراثة (DNA) وكاد يعلن سيطرته هذه المرة على الحياة [*] وبعثها!

(*) لقد حرر مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلاقات التجارية براءات لصالح الشركات والجامعات والوكالات الحكومية والمجموعات غير الربحية كما يقولون شملت ما يقرب من ٢٠% من الجينوم البشري. وهو أمر غريب وشاذ ومنافٍ لأبسط المبادىء الأخلاقية.

كيف يمكن أن يحوز إنسان على براءة الجينات الخاصة بإنسان آخر؟

كيف يمكن لأحد أن ينال حقوق ملكية شيء في عضوية إنسان آخر؟

أهو خالقه؟

إن القطاع الخاص في الولايات المتحدة هو المالك الأكبر للبراءات في الجينات البشرية والبالغ عددها ٢٣٦٨٨ جينة مسجلة في قاعدة بيانات المركز الوطني لمعلومات التقانة الحيوية حتى شهر نيسان ٢٠٠٥.

هل سنشهد عما قريب مثلاً تسجيل براءة الحياة نفسها (أي تملك مادة الحياة) لحساب مهووسين في سجل مرضى الفصام في العالم ؟

Scientific American vol 22 N° 819

August / September 2006 .

وهو اليوم عندما يدرس المتعضيات الدقيقة إنما ينشد سرقة أسرارها بغية توظيفها في فرض السيادة.

لقد جاء المجهر ليكشف تباعاً سعة العالم الصغري وهو ما يضع الإنسان في موقعه الحقيقي في الطبيعة.

ومن الواضح أن الجراثيم أو ما يدعى عموماً بالمتعضيات الدقيقة لم تكن بداية للحياة فحسب بل هي حاضرة مقيمة ولازمة لمتعضيات اليوم كافة، وتحيط بالإنسان وتعمل داخل عضويته.

تظهر هذه الرؤية ضعف قياس التطور بمدى التقدم من الأبسط (أو الأدنى بالمعتقد السائد) إلى الأعقد (أو الأرفع) الذي يعني الإنسان بالمطلق!

إن رؤية التطور بمنظار التنافس الدامي للبقاء تتلاشى أمام رؤيتنا بمنظار التعاون الدائم والتكافل.

لقد تكاثرت أشكال الحياة وتمايزت بنياتها باستيعابها لبعضها وليس باستثنائها لبعضها. وإننا غالباً ما نبخس العالم الصغري قيمته لأنه خارج حدود الرؤية بالعين المجردة، ومع ذلك فإن تاريخ الإنسانية بالكامل من الكهوف إلى ناطحات السحاب يمثل أقل من ١% من عمر الحياة نفسها.

يرجح العلماء ظهور الحياة على سطح الكوكب منذ ٣,٥ مليار سنة حيث كانت تقتصر بداية على المتعضيات البكتيرية طيلة ملياري سنة. أي أن البكتريا تمثل أكثر من ٥٧% من عمر الحياة على الأرض وأطول من عمر الإنسانية كلها بـ ٥٧ مرة.

للبكتريا وتطورها أهمية بالغة بحيث لا يكون الفصل بين أشكال الحياة على الأرض ما بين نباتات وحيوانات كما يُعتقد وإنما ما بين الخلايا بدائية النواة كالبكتريا وسائر خلايا الأشكال الحية ذوات الأنوية الحقيقية.

لقد عملت الخلايا الأوّلية أي البكتريا على تحويل سطح الأرض والبيئة المحيطة بها ومارست أدق النظم الكيميائية الضرورية لحياتها والتي ما زالت بعيدة

جداً عن متناول أيادي الإنسانية. إن هذا التراث القديم والرفيع في «التكنولوجيا» الحيوية قد مكّن من تطور التخمّر والتخليق الضيائي والتنفس الأوكسجيني ونبذ الآزوت من الهواء وقد تخلّلته أزمات ومجاعات، تلوثات وانقراضات قبل وصولنا.

تتجلىّ الامكانات الهائلة لجزيئات الـ DNA في نظُم الآليات الحيوية في الخلية من خلال نقل الذخيرة الوراثية بحيث تستطيع الخلية الحية أن تنسخ نفسها وتتحدى بذلك ضياع هويتها. وهي قد تتعرض للتطفّر (أي التغير في هويتها) ولكنها تتمتع بالقدرة على البقاء بعدها.

لاحظ علماء الجراثيم في الخمسينات من القرن الماضي تناقلات سريعة واعتيادية لمختلف مواد الذخيرة الوراثية ما بين خلية بكتيرية وأخرى بحيث تستطيع أي خلية وفي أي وقت استلاف مورثات من سلالات بعيدة وتقوم بوظائف لا يقوى عليها الـ DNA الخاص بها.

والبعض من هذه المواد المتبادلة يستطيع الاندماج مجدداً في الخلية الوليدة في حين يُطرح ما تبقى في الوسط نفسه.

ويمكن كذلك لهذه المواد الوراثية المُستلفَة أن تدخل بسرعة في الجهاز الوراثي لخلايا حقيقية كخلايا الإنسان، وما زال العلماء لا يحيطون بالأمر على حقيقته.

وبفضل هذه الآلية تتمتع بكتريا العالم بمخزون وراثي واحد ساعد على تكيفها واستمراريتها. وبينما يتطلب تكيف المتعضيات الأخرى الملايين من السنين فإن البكتريا يمكنها أن تتأقلم مع أي وضع مستجّد خلال سنوات قليلة.

إن المتعضيات الدقيقة عندما تتكيف باستمرار وبسرعة مع الظروف البيئية إنما تشكل دعماً لمجموع الكائنات الحية من خلال شبكة تبادلاتها الواسعة التي تطال حياة كل حيوان أو نبات على الأرض.

ولقد بدأ الإنسان بتعلّم هذه التقنيات في الهندسة الوراثية عن البكتريا وهو اليوم يصطنع مواد كيميائية حيوية بإدخال جينات غريبة في الخلايا أثناء تكاثرها.

ولكنّ البكتريا كانت قد سبقت الإنسان إلى استعمال هذه التقنيات «الجديدة» منذ آلاف الملايين من السنين!

إن تلك المتعضية العالمية (البكتريا) قد أخصبت بفضل تواصلها وتعاونها كوكب الأرض وجعلت منه مسكناً لأشكال أكبر من أحياء أخرى.

وإحدى الاكتشافات الداعمة لعلوم الجراثيم الحديثة قد جاءت من خلال ملاحظة ما ندعوه المتقدّرات أي الميتوكوندريا، وهي بنيات كيسية دقيقة يحدها غشاء يتواجد على النسق نفسه في سيتوبلاسما الخلايا الحيوانية والنباتية والفطريات ووحيدات الخلية. وهي على الرغم من إقامتها خارج النواة لها جيناتها الخاصة بها. وهي بخلاف الخلايا المضيفة تتكاثر بالانقسام النصفي وفي مواقيت تختلف عما هي عليه في نواة الخلية. تُمكّن هذه المتقدّرات خلايا النبات والحيوان (والإنسان نفسه) من استعمال الأوكسجين للتنفس والتزود بالطاقة، وبالتالي لا حياة بدونها.

لقد قاد هذا الاكتشاف إلى إفتراض الآتي:

كانت أسلاف البكتريا تسبح في البحور البدائية، وتستنشق الأوكسجين منذ ثلاثة مليارات سنة. وهي اليوم موجودة في الخلايا عامة (ومن ضمنها الإنسانية بالطبع) على هيئة متقدّرات (ميتوكوندريا).

وهي في الحقيقة بكتريا كانت قد اتحدت بل أُلتهمت من قبل مثيلاتها في الأزمنة العجاف ولكنها لم تهضم فأقامت في مضيفها مّرضيٍّ عنها مقابل مدّه بالأوكسجين والطاقة وسوق فضلاته وهو ما فعلته طواعيّة دون تردد.

وهكذا بدأت المتعضيات الاندماجية تتطور بتنفس الأوكسجين نحو أشكال حياة أكثر تمايزاً.

ونرى في ذلك آلية تطورية لا تمت إلى آلية التطفر بصلة :

إنها تحالف تعايشي دائم.

لقد كان التعايش أو اندماج المتعضيات في عضويات جماعية عاملاً فاعلاً لبقاء الأحياء الأولى على سطح الأرض.

وعندما يتفحص الإنسان نفسه من خلال تعايش دام ثلاثة مليارات سنة من قبله، فإنه بلا شك مدرك أن في عضويته ما هو جزء من تاريخ الحياة الحقيقي على كوكب الأرض. فخلاياه غنية بالكربون والهدروجين كما كانت عليه بيئة الكوكب في بداياتها، وعضويته تحيا في وسط من الماء والأملاح تماماً كما كانت عليه الأحياء الدقيقة في بحور الماضي.

لقد أصبحت الكائنات الإنسانية ما هي عليه اليوم بمؤازرة شركاء نافذين من البكتريا في بيئة مائية.

تكشف الصور بالمجهر الالكتروني للخلايا العصبية لكافة الحيوانات تفرعات دقيقة جداً. وإن الأهداب المتحركة للخلايا التي تبطن الحنجرة وسوِط المنويات الإنسانية تتمتع بنفس حركية أهداب مجموع البكتريا الهدبية والتي تعدّ إلى أيامنا أكثر من ثمانية آلاف نوع مختلف.

كما تظهر هذه التفرعات الدقيقة في كل الخلايا النباتية والحيوانية والفطريات حين تبدأ انقساماتها، وتكون على هيئة بروتينات مماثلة كيميائياً للبروتينات الموجودة في دماغ الإنسان وهي شبيهة إلى حد كبير بما نعرفه عن بكتريا سريعة جداً ولها هيئة لولبية.. إنها البكتريا الملتوية.

إن هذه الآلية التعايشية لم تتوقف. وما زالت المتعضيات الأخرى تتفاعل مع العالم الصغري، تتأثر به كما تتأثر فيما بينها. فنباتات البقوليات مثلاً كالبازلاء والفاصولياء والفول لا يمكنها الحياة في تربة تفتقر للآزوت دون الاعتماد على البكتريا مثبتة الآزوت التي تعيش في عُقد جذورها.

والعالم الحي الآخر لا يقوى على الحياة بدون آزوت النباتات. فلا الأبقار ولا الديدان يمكنها هضم سللوز الأعشاب والخشب دون مساهمة البكتريا المقيمة في بواطنها الهضمية.

تشكل البكتريا ١٠% من الوزن الجاف للكائن الإنسان وهي ضرورية دوماً للحفاظ على بقائه. وإن تعايشاً من هذا القبيل ليس غريباً بمفهوم الطبيعة لأنه محرك للتطور نفسه.

ويمكن للمتعضيات الدقيقة التي تصطنع فيتامين B_{12} في معي الإنسان أن تشكل في المستقبل البعيد جزءاً لا يتجزأ من بنية خلايا البطانة المعوية.

وإن تجمعاً من الخلايا المتخصصة يمكن أن يصبح بمثابة نسيج يقوم بوظيفة عضوية.

تمنحنا هذه الدراسة للعالم الصغري علماً مجازياً جديداً. وليس من العبثية الافتراض أن الوعي الذي يسمح للإنسان باستكشاف مهمات خلاياه ربما كان قد تولّد إثر مشاورات الملايين من البكتريا التي كرست معاً إمكاناتها وتطورت لتكوّن ما أصبح دماغاً يتلمس طريقاً إلى فهم تناقلات الجينات بعدما سبقته البكتريا إلى ممارستها.

إنه استدعاء لماضي الحياة بهدف تنشيط الذاكرة العضوية في الحاضر وتصلّيد (أي تثبيت) ذاكرة الحياة للمستقبل.

إن فضول الإنسان وتعطشه للمعرفة وحماسته لاستكشاف الفضاء ومسابيره إلى الكواكب البعيدة هي من الاستراتيجيات الأكثر تقدماً لاتساع الحياة وانتشارها.

وهي استراتيجية كان قد بدأها قبله العالم الصغري منذ ٣,٥ مليار سنة !

فمنذ البكتريا الأولى وحتى الآن عاشت ثم قضت عوالم كوكبية من المتعضيات بالتعايش. إلاّ أن القاسم البكتيري المشترك لم يتبدل في جوهره.

فالـ DNA عند الإنسان مشتق من المتوالية نفسها لجزيئات من خلايا قديمة كانت تقيم على أطراف محيطات ساخنة ضحلة.

عندما يتعايش الإنسان مع جراثيم اليوم ويأوي بقايا منها كانت قد تعايشت في خلاياه فإنه يعيش العالم الصغري ويستذكر نفسه داخل ذاكرات السلف الأول.

إننا نعتبر هذا الواقع تحدياً للأفكار الشائعة حول تفرّد الإنسان ووحدانية جنسه البشري واستقلاليته.

وعندما نتناول الكائنات البشرية في بيئتها على خلفية حياة مجهرية فسيفسائية التطور نكون قد عصفنا بفلسفة فرادة ذكاء الإنسان المتعثّر وأعدنا النظر في مصدر وعيه.

لقد اعتدنا للأسف منذ داروين (١٨٠٩-١٨٨٢ م صاحب نظرية النشوء والاصطفاء الطبيعي) وأتباعه وصولاً إلى مهندسي الوراثة في عصرنا على أن الإنسان يحتل المكانة الأرفع على «سلم» التطور. وأنه بما يمارس من تقنيات قد أخرج نفسه من إطار التطور لأنه التطور نفسه. وقد ذهب البعض من علماء العصر إلى اعتبار وعي الإنسان لا يمكن أن يكون من منشأ الكوكب وإنما قد تولّد في مكان ما من الكَون الأبعد(*).

لقد جئنا بهذا البحث لنظهر كم أن هذه الآراء تبخس العالم الصغري حقه. ولنثبت أيضاً أن الكائنات البشرية ليست قوّامة على الحياة فوق كوكب الأرض ولا هي سلالة مميزة أو فوق بيولوجية.

ومن البراهين أكثرها على أن الكائنات البشرية، هي من نتاج اتحادات مجاميع شبه بكتيرية عتيّة يمتد تاريخها إلى آلاف الملايين من السنين.

والجنس البشري جزء من شبكة كثيفة ترجع إلى عهد زرع الأرض بالبكتريا. أما عن «سلطة» الإنسان وذكائه والتكنولوجيا التي يستعمل فهي ملكية الحياة برمتها. وهي من إرث العالم الصغري الذي قد يكون عائداً بجدارة ليحتل الكوكب بعده بأشكال نعجز عن تصورها.

(*) Francis Crick
"La Vie de l'espace"
Paris , Hachette , 1982 .

الفصل الأول

بـدايـة كونيــة ..

ما إن يعمد الإنسان إلى التحري عن أصوله على المستوى الكوني حتى يوقن مدى ضيق الأفق الذي يحتل في فضاء الخالق، لأن الذرات التي تتشكل منها مادة عضويته لم تخلق بمجيئه وإنما قبل مدة ربما وجيزة من ولادة الكون نفسه يوم كانت النجوم قد تباعدت عن بعضها على سرعات من غير حسابنا.

وخلال المليون الأول من عمره اللاهب بدأ الكون بالتبرّد نسبياً منتقلاً من مئة مليار درجة إلى حوالي ثلاثة آلاف درجة.. مما سمح للالكترونات والبروتونات بالاتحاد لتشكيل ذرات الهيدروجين أبسط وأغزر عنصر في الكون كله(*).

ثم تكاثف الهيدروجين بعدها على هيئة غيوم ضخمة تقلصت خلال مليارات السنين وتبدلت كثافتها، وأصبحت نواة هذه الغيوم جراء الدوران حارة بحيث نشأت تفاعلات نووية حرارية اعتباراً من نوى الهيدروجين وأدت إلى نشوء كل العناصر الثقيلة المعروفة.. وغير المعروفة. وما زالت عضوية الإنسان تحتفظ بالهيدروجين من ذاكرة تاريخها الكوني، وهو العنصر الأغزر في جسد الإنسان حيث يدخل في تركيب ثلثي وزنه من الماء.

(*) Steven Weinberg

"Les Trois Premieres minutes de l' Univers"

Paris , Seuil , 1978 .

انتشرت العناصر التي تخلّقت في فضاء الخالق على هيئة غبار وغازات شكلت ما عرف بالمجرات. وفي وسط تلك المجرات بدأت تتشكل غيوم جديدة من الغبار والغازات وتقترب من بعضها بفعل الدوران الجاذب مثيرة تفاعلات ذرية أدت إلى تولّد نجوم جديدة تترافق أحياناً بكواكب على مداراتها.

وقبل أن تتجمع المواد الأولى لأرض المستقبل في المجموعة الشمسية كانت الأحداث تتسارع لتشكل مليارات النجوم من حولها.

لقد كانت الغيوم والغازات التي تشكلت منها الأرض تحتوي على الهيدروجين والهيليوم والكربون والآزوت والأوكسجين والحديد والألومنيوم والذهب والأورانيوم والكبريت والفوسفور والسيليسيوم.. وتولّدت الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية على هيئة مماثلة.

ولولا تلك النجمة الضخمة المضيئة وسط المجموعة لما تشكلت هذه المنظومة من الكواكب جاراتنا ولكانت الغيوم قد تبردت لتضيع خاملة في الفضاء البارد.

لقد جذبت تلك النجمة الأم (الشمس) الأجسام الأصغر وجعلتها أكثر كثافة لتبدأ بالدوران حول محيط الأم الملتهبة في بواطنها لمليارات السنين قبل أن تغمر الكواكب من حولها بالنور والطاقة.

وكانت الأرض التي نشأت قبل حوالي ٤,٦ مليار سنة تمتلك الشروط الملائمة لظهور الحياة واحتضانها لأنها تقع أولاً في الموقع المناسب من مصدر الطاقة.

وهي تتمركز ضمن الكواكب التسع حول الشمس على مسافة لا هي من القرب بحيث تؤدي إلى ضياع مركباتها في الفضاء على هيئة غازية وانصهار صخورها، ولا هي من البعد بحيث تتجمد غازاتها ويصبح النشادر والميتان فيها على هيئة صلبة جليدية.

إن الماء هو في الحالة السائلة على سطح كوكب الأرض ولكنه ليس كذلك في الكواكب الأخرى سواء كانت قريبة من الشمس أو بعيدة عنها.

وأخيراً فإن الأرض كبيرة إلى حد لا تحجب الأجواء المحيطة بها نور الشمس عنها.

عندما كانت الشمس في أوج أوارها انبعثت من أتونها إشعاعات غمرت المنظومة الوليدة بكاملها ، ولكن غاز الهيدروجين الخفيف جداً بقي خارج أجواء الأرض حيث اتحد بعناصر أخرى ليشكل العناصر الضرورية للحياة .

قسم من ذلك الهيدروجين المتبقي اتحد بالكربون ليعطي غاز الميتان **(CH_4)** وقسم آخر اتحد بالأوكسجين ليعطي الماء **(H_2O)**، وقسم ثالث اتحد بالآزوت ليعطي النشادر **(NH_3)** وقسم ضئيل اتحد بالكبريت ليشكل غاز كبريت الهيدورجين **(H_2S)**.

ثم توزعت هذه الغازات فيما بينها واتحدت وفق سلاسل جزيئية طويلة كانت وراء مكونات جسم الإنسان كافة.

وهي اليوم – أي هذه الغازات – موجودة حول الكواكب الأخرى إما على هيئة غازية أو مجمدة بحسب القرب أو البعد عن الشمس.

ولكنّ قلب كوكب الأرض الفتي كان مُتّقداً وقد تعرض لتقلبات وظواهر لم تتوقف حتى أيامنا. لقد كان الكوكب الأرضي في بداياته بلا يابسة صلدة وبلا محيطات مائية عميقة لأنه كان عبارة عن كرة ملتهبة بفعل انشطار نوى اليورانيوم والتوريوم والبوتاسيوم في بواطنه. وكانت أبخرة الماء تتصاعد لتضيع في الأجواء العليا ولا تتكاثف، فأصبح الجو مثقلاً بالغازات السامة كالسيانور والفورم ألدهيد ولم يكن للأوكسجين أثر فيها. ومنذ حوالي ٣,٩ مليار سنة بدأ سطح الأرض يتبرد فتشكلت طبقة رقيقة نسبياً نسميها القشرة الأرضية تتخللها

ارتفاعات وانخفاضات وثارت البراكين وتناثرت أو سالت حممها وكان أن شحنت الأجواء وتملّكت سماء الأرض العواصف الرعدية المرعبة.

لقد كان المخاض الأول، يوم كانت الحياة في الطريق إلينا على هيئة مستعمرات من البكتريا تشكل بساطاً رخواً بلون بنفسجي أو أخضر بدأ يغطي كامل مساحة الكوكب في علو صخوره ومهاد وديانه.

ولما كانت حمم البراكين تتألف بمعظمها من الحديد المنصهر والممغنط فقد اتجهت إلى القطب المغناطيسي للأرض وهي تتبرد. وبدأت مختلف صفائح القشرة الأرضية بالتحرك فوق معطف الأرض المنصهر لتتباعد عن بعضها وتشكل سهولاً أو قيعاناً لمحيطات المستقبل أو أنها كانت تتصادم فيما بينها فتؤدي إلى نشوء السلاسل الجبلية . لقد بدأت ملامح وجه الكوكب الرائع تتبدى.

ثم بدأت الأبخرة تنسلّ من شقوق القشرة الأرضية الساخنة وكانت الأجواء مغطاة بضباب كثيف مشبع بغاز الفحم والأدخنة الكبريتية.

وتزامن ذلك كله بتعرض الكوكب لقذائف من الشهب والنيازك الفحمية المحترقة لتصطدم بقشرة الأرض الملتاعة.

وبتوالي تبرد الأرض بدأت غيوم بخار الماء في الأجواء تتكاثف، وهطلت الأمطار بلا توقف لمئات بل آلاف السنين لتشكل المحيطات الساخنة الضحلة.

وكانت حواف صفائح اليابسة المغمورة بالماء (حيث تغزر المواد الكيميائية) الساخن تحرر باستمرار المواد الغازية الغنية بالهيدروجين لتنحلّ في البحار.

أما الماء الذي كان ينصب فوق الحمم فقد تبخّر قسم منه ثم تكاثف في الأجواء ليهطل المطر من جديد.

وبدأت المياه تعمل في صخور وجه الأرض على رونقة بشرتها وتهدئة جراحاتها وملء بعض وهادها ولتجرف معها المعادن والأملاح إلى البحار

والمحيطات القريبة والبعيدة. ثم جاءت مرحلة جديدة من نشاط بواطن الأرض أنتجت غازات شكَلت محيطاً جديداً من بخار الماء والآزوت والآرغون والنيون وغاز الفحم.

في حين تناثر القسم الأكبر من النشادر والميتان وغازات هيدروجينية أخرى في الفضاء. لقد كانت الصاعقة تضرب في كل بقعة من أجواء الأرض والشمس تبعث بحرارتها وإشعاعاتها فوق البنفسجية. وكان الكوكب الفتي حينها يدور حول نفسه بمعدل خمس ساعات في الليل تليها خمس ساعات في النهار..

وإلى ذلك التاريخ – قبل ٣,٩ مليار سنة – ترجع أولى الاكتشافات حول آثار الحياة.

الفصل الثاني
مَنْشَـطُ المـادة

لا يوجد أكثر سحراً وتشويقاً من البحث في كنه الحياة وملامسة بعض من أسرارها. إن أعماق محيطات اليوم باردة وتقبع في ظلام دامس وتكاد تكون مرابعها قاحلة تماماً، ولكنْ على أطراف صفائح الأرض وفي العمق الدافىء وحيث الكبريتات تعيش بعض الديدان الحمراء وهي لا تتغذى حكماً على النباتات لأن هذه الأخيرة والسراخس تحتاج إلى الضياء لتصطنع مركباتها.

لقد لاحظ الباحثون أن هذه الديدان تتغذى على بعض البكتيريا التي تستمد طاقتها من الكبريتات وغازات أخرى غنية بالهدروجين عبر مداخن الماء الدافئة في الأعماق. إن كل أشكال الحياة بما فيها عضوية الإنسان صروح كربونية اللبنات بالأساس أي أنها بلغة الكيميائيين ذرات من الكربون محاطة بذرات من الهيدروجين.

يفترض بعض العلماء أن الحياة ربما كانت قد ظهرت على حدود الصفائح الأرضية القديمة في مياه دافئة ضحلة حيث تتفاعل الغازات الغنية بهيدروجين باطن الأرض مع الغازات الغنية بكربون الأجواء المحيطة.

(ولا شك أن ٩٠% من كربون جسم الإنسان الحالي كان قد مرّ بالقرب من تلك الصفائح في ماضٍ سحيق).

إن حركية الكربون هذه هي من أسرار الحياة الكبرى، وفي حركيتها الدائمة في أوساط رطبة دافئة تتحد ذرات الكربون بالهيدروجين والأوكسجين والآزوت والفوسفور والكبريت لتعطي العديد من الجزيئات المختلفة.

تشكل هذه العناصر الستة القاسم المشترك للحياة بنسبة ٩٩% من الوزن الجاف لكل كائن حي(*).

بالإضافة إلى أن نسبة كل عنصر من هذه العناصر ونسبة كل من الحموض الأمينية وجزيئات التوريث في الخلايا هي نفسها في كل أشكال الحياة من البكتريا وصولاً إلى عضوية الإنسان نفسه.

وهو ما يقود إلى افتراض وجود سلف مشترك في زمن الحياة.

في العام ١٩٥٣ أجرى بعض الكيميائيين ممن حازوا على جائزة نوبل التجربة التالية:

تم قذف خليط من النشادر وبخار الماء والهيدروجين والميتان طيلة أسبوع كامل (أسوة بما كانت عليه أجواء الأرض الأوّلية من تقديرهم) بشحنات كهربائية بمثابة صواعق الماضي..

لوحظ في نهاية التجربة تولّد حمضين أمينيين هما الآلانين والغليكوكول ومواد عضوية متفرقة. علماً بأن الأحماض الأمينية هي جزيئات صغيرة (أقل من ١٢ ذرة كربون وآزوت وهيدروجين وأوكسجين) تدخل في تركيب البروتينات كافة.

وإن الأربعة الأكثر تردداً من الأحماض الأمينية في الحياة هي الأسهل اصطناعاً. كما برهن الكيميائيون كذلك على أن جزيئة الـ **ATP** (الآدينوزين ثلاثي الفوسفات) ضرورية لتخزين الطاقة داخل الخلايا الحية وان جزيئات فوسفورية أخرى تدخل في تركيب الجينات أمكن تصنيعها مخبرياً.

وحديثاً بيّنت التجارب أن النوكليوتيدات الخمس التي تدخل في تركيب الـ **DNA** والـ **RNA** (وهي الآدينين والسيتوزين والغوانين والتايمين والاوراسيل)

(*) يتألف الـ ١% المتبقي من الوزن الجاف للمتعضيات الحية من عناصر أكثر ندرة ولكنها ضرورية أيضاً مثل الزنك والبوتاسيوم والصوديوم والمنغنيز والمغنيزيوم والحديد والكوبالت والنحاس والسيلينيوم.

يمكن الحصول عليها بقذف خليط من الميتان والآزوت والهيدروجين وبخار الماء بشرارات كهربائية.

علماً بأن هذه الجزيئات الطويلة ضرورية لعمل الخلايا وتكاثرها في الأحياء كافة. ويتميز الـ **RNA** بنقل المعلومة وهو مركب من النوكليوتيد وسكر وحمض الفوسفور. ويفترض هؤلاء الكيميائيين أن كل هذه الجزيئات كان بالإمكان تشكلها تحت تأثير الإشعاعات الشمسية في أوساط الأرض الأوّلية.

ولكن هناك من يعترض ويفترض بالمقابل أن الحياة قد نشأت فجأة وتلقائياً اعتباراً مما يشبه خلطة «ماجي» من العناصر الأولية!

كمل لو كنا نقبل في أيامنا بفكرة إنتاج طائرة بوينغ ٧٤٧ بمرور إعصار فوق تلّةٍ من الخردة!

إن المواد الكيميائية لا تتحد بالصدفة هكذا، وإنما وفق طرائق وضمن شروط فيزيائية محددة. والشروط الأرضية كانت ربما قد هيأت لبعض من هذه الاتحادات الكيميائية أكثر من الكواكب الأخرى ولكن الأمر كان بالتأكيد قد استغرق زمناً طويلاً جداً.. أطول بكثير من حياة كافة المعمرين من علماء الأرض.

ففي المستنقعات والبحيرات والبحار الدافئة الضحلة والمعرضة لدورات من السخونة والبرودة والأشعة فوق البنفسجية والظلام ، ومن التبخر والإمطار كانت الجزيئات الكيميائية تمر بلا شك بالعديد من حالات الطاقة الداخلية وكأنها في مخبر طبيعي مدهش. ولقد كانت هذه الأخيرة عرضة للانفكاك كما للتجمع من جديد وفق وتيرة مبرمجة لا تهدأ.

وبدأت معها – بتوافر شروط الوسط المحيط وثباته – ظهور سلاسل من الجزيئات أكثر تعقيداً وأشد استقراراً.

فجزيئة سيانور الهيدروجين **(HCN)** وهي من منشأ فضاء ما بين النجوم آنذاك هي في أيامنا جزيئة سامة للحياة الهوائية ولكنها باتحادها ذاتياً خمس

مرات تصبح جزيئة الآدينين **(H5 C5 N5)** وهي من النوكليوتيدات الأساسية في تركيبة كل من الـ **DNA** والـ **RNA** والـ **ATP**!

وبغياب الأوكسجين الجوي (الذي يعمل على تحطيمها) يمكن للأحماض الأمينية والنوكليوتيدات والسكاكر البسيطة أن تتشكل وتبقى ثابتة معاً في محلول غير متغير.

حتى جزيئة الـ **ATP** المستعملة من قبل جميع الكائنات الحية بلا استثناء لنقل الطاقة يمكن أن تتشكل أيضاً باتحاد الآدينين نفسها مع سكر الريبوز (خماسي ذرة الكربون) وثلاثة زمر فوسفورية.

وبمتابعة الحراك الدائب اتجه بعض من هذه الجزيئات للتوسّط في تفاعلات انفكاك (هدم) أو تجمع (بناء) ما بين جزيئات متجاورة دون التعرض هي ذاتها للتدرّك. وكان أن بدأ عهد الوسطاء في الكيمياء، وهي منهجية مضادة للمصادفة بامتياز لأنها تعمل على ترسيخ الأبنية الكيميائية وضبط توجهاتها أو العمل على تفكيكها لقصور جدواها.

تعمل في أيامنا بعض الزمر من الجزيئات الكيميائية على التحفيز الذاتي وتؤدي إلى سلسلة من التفاعلات المُحكمة سواء كانت خطية أو حلقية وبحيث أي تغير في جزيئة يثير تغيراً على مستوى السلسلة كلها.

والبعض من هذه التفاعلات ذاتية التحفيز تشكل بنيات تزداد تعقيداً مع الزمن وهي في سياق الحي.

وتُفضي الحسابات النظرية والتجارب المخبرية إلى الاستنتاج بأن العلاقات ما بين حلقتين أو عدة حلقات ذاتية التحفيز قد تؤدي إلى نشوء «سوبر» حلقة بيئية متكاملة تنحو باتجاه تهيئة الحياة.

إن هذه العمليات الحلقية مقاومة بنيوياً وترموديناميكياً (أي من حيث الحفاظ على الطاقة) لأنها تسمح بالحفاظ على عناصر أساسية من الماضي على الرغم من التبدلات البيئية النازعة إلى الانفكاك أو التدّرك عموماً.

وبقدر ما تكون المركبات الكيميائية متقاربة محميّة تصبح نشاطاتها أعقد وأقوى ذاتياً. وقد وُجد البعض من هذه المركبات محمياً في حيّز فقاعات أو على السطوح المنتظمة لتراب طينّي دقيق الذرات.

وأثبتت التجارب أن البعض من هذه المركبات لا سيما ذوات السلاسل الكربونية الطويلة يمكن أن يحتجز قطرة ما قريبة منه كما يمكن أن يسمح لمواد الدخول في حيّزها والخروج منه على غرار ما نعرفه عن الغشاء الخلوي نصف النفوذي.

وكأن تلك السلاسل تشكل باباً مرناً متحركاً. وهكذا نكون قد بدأنا نفهم أهمية تجمع بعض المركبات كبيرة السلسلة الكربونية في إطار هيكلة الأغشية الخلوية وفي ظروف مواتية من الحرارة والحموضة والرطوبة.

توجد كيميائياً سلسلة من هيدرات الكربون متصلة بزمرة من ذرات الفوسفور والأوكسجين وتحمل شحنة كهربائية في أحد طرفيها (حيث زمرة الفوسفات) تجذب الماء إليها (تسمى أليفة للماء) في حين تبعده في الطرف غير المشحون منها (وتسمى الكارهة للماء). إن هذه المركبات هي الفوسفوليبيدات.

تميل هذه الفوسفوليبيدات إلى الاصطفاف عرضانياً مقابل بعضها بحيث تتوضع أطرافها غير المشحونة بعيداً عن الماء (لأنها كارهته) في حين تنغمس المشحونة في الماء (لأنها أليفته).

وهو ما يحدث بالضبط عندما تقع قطرة زيت في وعاء ماء فيتشكل آنياً ما بين الزيت والماء فيلم رقيق حاجز.

تميل هذه الفوسفوليبدات إلى الإنثناء على هيئة قطرات تفصل الداخل عن الخارج. وقد لوحظ أن الليبيدات تُشكل طبقات مضاعفة عندما تحدث حركة تتماس جراءها طبقتان من الماء بفاصل أو فيلم ليبيدي.

في هذه الأثناء تتقابل الأطراف المحملة بالفيلم الليبيدي لتجد نفسها حبيسة كشطيرة بين الأطراف غير المحملة منها بالفيلم الليبيدي.

وهكذا تتشكل أولى الأغشية بل أولى الحدود نصف النفوذية بين ما هو «داخل» وما هو «خارج» وهي بمثابة التمايز الكيميائي الأول ما بين الأنا واللا أنا ... كما التمايز ما بين قطرتين من الزيت والماء.

تتألف أغشية المتعضيات الحالية من عدة أنواع من الليبيدات والبروتينات وهيدرات الكربون. وتعتبر وظائف هذه المركبات غاية في التعقيد إلى درجة عجز بيولوجيو العصر عن كشفها بالكامل، ولهذا وجدنا من الأهمية شرحها كيميائياً.

إن هذا الغشاء المتقن قد جعل وجود الجسيم الصغري كياناً ممكناً على هيئة خلية بكتيرية أولى.

وبحسب معلوماتنا الراهنة لا أثر لحياة بالمطلق في خلية فقدت غشاءها، لأن ذلك الغشاء (الذي أسهبنا في شرحه) ضروري جداً للحفاظ على وحدة الخلية أي اللبنة الأساس تجاه ما يحيط بها. وهو شرط أساسي لبقائها أولاً على سكة الحياة ومن ثم تقدمها.

تشكل المرجعية الذاتية والتحفيز الذاتي على التوازي خطّي هذه السكة التي تؤدي في نهاية المطاف إلى تفعيل الحركة وتحديد التوجه.

إننا اليوم وعلى الرغم من معرفتنا بأن المركبات الكيميائية في جسم الإنسان تتبدل باستمرار وتتجدد فإن الإنسان باق هو نفسه في كيان ذاتي غير خاضع للتحول كل صباح، لأن في عضويته برنامج تم الحفاظ على سكتّه منذ الخلية الافتراضية الأولى.

ويرجع إلى بدايات حراك المادة في جسده وهو أمر لا شك يتخطى ما قد نسجلَه إدراكاً.

الفصل الثالث

لغة الحياة

في الوقت الذي يتحدث فيه الإنسان الكوكبي لغاتٍ متفرقة تعُد بالمئات (وهي إلى تناقص)، فإن الشيفرة الوراثية تبدو لغة الحياة واحدة ولا تتداعى.

واللغة الوراثية المعتمدة على جزيئتي الـ **DNA** والـ **RNA** هي لغة مجازية أشبه بأبراج بابل الكيميائية حيث «يتكَلم» الإنسان كل لغات العالم..

إن الشيفرة الوراثية لغة حقيقية فريدة وآلية كيميائية بسيطة ومباشرة لا تحتمل الكناية في المعنى.

تشكل جزيئتا الـ **DNA** والـ **RNA** النصف أو الشق الطولاني لجزيئة فتيلية واحدة وهي مثل مسنّات «سحّاب» تتقابل المركبات بموجبها بين الشقّين وتصطف قبالة بعضها بدقة (محسوبة) قبل أن تتداخل في بنية مغلقة مُتتامّة.

تتألف جزيئة الـ **RNA** من أربعة نكليوتيدات (أو طوابق إذا شئنا) أو أسس مختلفة في مسميّاتها هي الآدنين، الغوانين، السيتوزين والاوراسيل.

يتصل كل منها بزمرة فوسفات (أي فوسفور وأكسجين) وسكر هو الريبوز (سكر خماسي ذرات الكربون).

أما جزيئة الـ **DNA** فهي أيضاً تتألف من أربعة أسس ويرتبط كل منها بزمرة فوسفات، بفارق بسيط وهو أن جزيئة تسمى التيمين تحل محل الاوراسيل، في حين يكون سكر الريبوز منزوع الأوكسجين.

تُعتبر جزيئة الـ DNA بلولبها المضاعف والأطول القالب الناسخ للـ **RNA**.

يتداخل الشريطان من الـ **DNA** والـ **RNA** في بنية واحدة فيرتبط الآدنين دائماً بالتيمين **(A – T)** والغوانين بالسيتوزين **(G – C)** وذلك بحسب الألفة الكيميائية. إن أصغر بكتريا تعد مئات الآلاف من أزواج الأسس هذه في حين ترتفع ذخيرة خلايا النباتات والحيوانات إلى الملايين منها.

يؤدي اصطفاف الأسس «الناطقة» إلى اصطفاف البروتينات «المُعبِّرة» التي تقوم بدورها بإنتاج أحرف النطق أي الأسس التي تعود للاصطفاف وإنتاج البروتينات وهكذا..

يشكل هذا المنهج الحلقي المتسلسل لمواد كيميائية مجردة سمة البرنامج الناظم لكل أشكال الحياة على سطح الكوكب.

إن البروتينات هي التي تعبر عن العضوية الحية.

وإذا كانت الـ **DNA** والـ **RNA** ألفاظ اللغة الوراثية فإن البروتينات هي المعنى وإذا كانت هاتان الجزيئتان تفضيان إلى الهيئة فإن البروتينات هي التي تظهر المضمون. هي علاقة ما بين اللغة ومعناها كما بين الإطار والمضمون.

هي ذي الحياة بجدليتها.

إن توالي الأسس أو النوكليوتيدات هو الذي يحدد الألفاظ وبالتالي هو الذي يحدد نوعية البروتينات ويوجه المعنى أي الوظيفة.

وجميع المتعضيات عندما تختلف عن بعضها إنما لاختلاف تتابع الأسس في الجزيئة الواحدة كما في تتابع الكلمات في جملة أو نص.

وإن تبدل عدد وتموضع أزواج الأسس هذه (أي الكلمات) يؤدي إلى اصطناع بروتينات مختلفة (أي جمل).

والآلاف من هذه الأخيرة تحدد في كل خلية على أي شكل تكون المتعضية (أي النص) وكيف يمكن ضبط استقلابها (أي لغتها) وكيف يمكن فهم ما تعمل عليه (أي غايتها).

تحتاج أي خلية إلى البروتينات (عندما يقترن النص بالمعنى) لتسريع تفاعلاتها وبدون البعض من هذه البروتينات قد يتوارى المعنى وتتباطأ العديد من التفاعلات الحيوية أو تتوقف كلية ويدبّ التدرّك في أركان الخلية ويُفقدُ المعنى.

تتألف البروتينات من عشرين حمض أميني مختلف ترتبط ببعضها وتكون من عدة عشرات إلى عدة مئات منها تشكل بروتينات كل أشكال الحياة المعروفة على الأرض. يحدد تتابع الحموض الأمينية في البداية شكل البروتين ومن ثم تتحدد الوظيفة بموجب الشكل.

وإن الشيفرة المسؤولة عن ترجمة تتابع الأسس في الـ **DNA** ترجع إلى تتابع الأحماض الأمينية في بروتين معين وهي واحدة عموما كما هي الأبجدية بالنسبة للكلمات. يمكن لعناصر هذه الشيفرة أن تتبدل أو تتحور أو يعاد ترتيبها أو حتى تحريفها (تزويرها) لتنقل الترجمة على نحو مخالف. وما الطفرات (أي التحولات الفجائية) سوى تبدلات نوعية في سياق الأسس التي تشكل الـ **DNA** وتكون بمثابة الأخطاء المطبعية التي لا يتم كشفها ويلتبس المعنى.

تحصل الطفرة عادة عندما يثير عامل خارجي كالاشعاع مثلاً انفصاماً في الرابطة الكيميائية أو أنه يُحدث رابطة غير مرغوبة من خارج المنهاج.

ولكنْ بما أن نسبة التطفر تقدر بزوج من الأسس لكل مجموعة من ملايين أو حتى مليارات الخلايا للجيل الواحد فإن هذه الظاهرة لا يمكن أن تفسر التنوع الكبير في المتعضيات الحية كما يحلو لبعض مفكّري النشوء والارتقاء من روّاد النظرية الداروينية.

تجري قراءة ونسخ الرسالة الوراثية خلال زمن وجيز لا يصدق، خلال بضع ثوان أو بضع دقائق على الأكثر.

ويستطيع الـ **DNA** نسخ نفسه خلال ثوان معدودات (شرط تواجده في وسط كيميائي ملاءم).

كما يمكن لقطعة فقط من الـ **DNA** أن تُرمّز لأكثر من بروتين بحسب نقطة البدء في قراءة الرسالة.

وهكذا يظهر أن لغة الحياة ليست بهذه البساطة التي اعتمدناها في بداية القراءة.. ومن العبث الزعم أن الـ **DNA** والـ **RNA** تعملان «تلقائياً» على تشكيل خلية حية ومن الخفّة اعتبار ظهور الحياة بمنطق الصدفة. فمنذ ٣,٥ مليار سنة بلغت موجة التطور في العالم الصغري مستوى تنظيمياً للحياة شبيهاً بما أضحت عليه الإنسانية في عصرنا.

لقد كانت الخلية محتجزة وراء غشاء جعل منها كياناً يحتوي على حوالي ٥٠٠٠ بروتين مختلف. وهي محكومة بالـ **DNA** وتتواصل عن طريق الـ **RNA** الناطق باسمها. إنها بداية عصر البكتريا.

لقد كانت هذه «الأكياس» الدقيقة واللامرئية في أوج نشاطها ليلاً ونهاراً. وكانت تنمو وتكبر مستهلكة الكثير من الطاقة والغذاء الضروري لتكاثرها.

وتواصلت جمهراتها فيما بينها حتى سكنت الأرض بكاملها وكانت البيئة الحيوية. لقد بدأت البكتريا في الانتشار بداية في المياه وأتت على تبديل تراكيبها بانحلال الغازات المطروحة فيها.

ومن ثم زحفت فوق اليابسة لتبقى.

في حين تعذر عليها نمط الحياة في الأجواء منذ البداية.

ومن المرجح أن الحراك الحي قد بدأ حيث توافر الطاقة ما بين سطوح ثلاثة: السائلة والصلبة والغازية أي حيث لقاء الأرض بالماء والهواء.

تحافظ الخلايا جماعياً على شروطها الأصلية في تواجد الماء والكربون والهيدروجين. وبالمقابل تعمل البيئة الأحيائية على تثبيت غازات الهيدروجين والميتان وتحول دون ضياعها وهي بذلك تحفظ أثراً من الماضي.

إن كنه الحياة هو بمثابة الذاكرة أو الحفاظ فيزيائياً على الماضي في حيّز حاضر. فعندما تتكاثر أشكال الحياة إنما تعمل على وصل الماضي بالحاضر وهي رسالة للمستقبل. والبكتريا عندما تهرب من الأوكسجين في أوساطنا إنما تذكرنا بما كانت عليه ظروف ولادتها في عالم غابر معوز للأوكسجين.

إن البكتريا محافظة بالضرورة أي أنها تبقي على التاريخ (أوالقديم) في حياتها علّه يكون الأصلح في وقت الشدة: **استراتيجية لافتة.**

تستهلك الحياة من الطاقة ما يلزم للحفاظ على ماضيها. وفي حال تعرضت لتهديدات تنحو بها للتغير أو التجدد فهي تذعن ولكنها تقاوم بعناد لتبقي ما يدل على تاريخها.

٩٩,٩٩% من الأجناس التي ظهرت من بواكير الحياة لم تعد موجودة في عصرنا ، في حين بقيت طوائف من الأحياء الدقيقة، منذ ثلاثة مليارات سنة يجمعها هدف واحد ولغة واحدة في التعبير عن خالقها.

إن العالم المرئي لا يشكل بمقياس الحياة سوى اللوحة الأخيرة وقد جاءت متأخرة جداً وفي البرمجة هذه لا شك عطاءٌ من قوة يصعب على المرء بلغة العلم تعريفها.

وإذا ما بدأ الإنسان بالالتفات إلى قدرات بيئته الأحيائية فمن الصعب عليه تجاهل ضعفه وإخفاقه في سياق انجازاته غير الجوهرية.

ومهما بدت نشاطات الإنسان مهمة على كوكب الأرض (وربما ما وراءه) فإن دوره في التطور مرهون لبقائه. والمتعضيات الباقية من قبله وما بعده هي في حلٍّ من نجاحاته..

لقد سمح الإنسان لنفسهِ بتلويث هوائه ومائه وهي خطيئة تعمل على تعجيل أجله.

وإذا ما تساءل عن العالم الصغري وسر بقائه فهو لأنه لا يعمل ضد ذاته.

يتألف جسم الإنسان من $١٠^{١٦}$ (عشرة ملايين مليار) خلية «حيوانية» ومن $١٠^{١٧}$ (مئة مليون مليار) خلية بكتيرية مقيمة لحسابه.

والإنسان بعد موته سوف يعود إلى عصير الأرض الذي غاب عن ذاكرته. وسوف تعمل أشكال من الحياة على تدوير جزيئات جسده للتحدث ربما في يوم قادم لغة أخرى.

ولعلها البكتريا مرة أخرى على الخطوط الأمامية للحياة وأيضاً في المواقع الخلفية.

الفصل الرابع

إطلالة العالم الصغْري

في بعض الصخور الرسوبية القديمة جنوب غرب غرون لاند على تخوم القطب الشمالي اكتشف العلماء «مقبرة» بكتيرية يرجع تاريخها بحسب تقديراتهم إلى ٣,٨ مليار سنة. لقد لاحظوا غزارة الكربون C^{12} في صخور المنطقة علماً بأن مقدار النظائر من هذا الكربون (لا سيما نسبة C^{13} إلى C^{12}) يعتبر حاسماً للبرهنة على تواجد متعضيات تحيا بالتخليق الضيائي(*).

هل تعتبر هذه الغزارة في الكربون C^{12} مؤشراً على حياة بكتيرية كانت تحيا بالتخليق الضيائي؟

وهل تُعتبر توضعات الكربون هذا من بقايا أغشية بكتيرية، جينية أم بروتينية؟ وإذا كان الأمر كذلك فإن الحياة لا بد كانت مرافقة لكوكب الأرض منذ البداية. وهل هذا يعني أن الانتقال من المادة الخاملة إلى البكتيريا كان قد تطلب زمناً أقصر قياساً بزمن الانتقال من البكتريا إلى المتعضيات اللاحقة؟

ماذا حدث ؟

(*) يظهر الكربون في الطبيعة على أشكال مختلفة فيزيائياً ولكن متشابهة كيمائياً. والاختلاف هو في عدد النترونات في نواة الذرة. أي أن الأمر في ثقل الذرة من عدمه. القسم الأكبر من الكربون المحيط بنا هو C^{12} وهو ثابت . وأقل من ١% يكون على هيئة C^{13} وهو نظير أقل ثباتاً. وكمية أقل من النظير المشع غير الثابت أيضاً C^{14}. وبما أن المتعضيات تفضل أثناء التخليق الضيائي الكربون C^{12} فإن نسبة هذا الأخير إلى C^{13} تشير إلى مدى توضّع الكربون ومصدره أي إن كان ناتجاً عن التخليق الضيائي أو خلافه.

لقد كانت القوى التي أدت إلى تكوّن الروابط الكيميائية الأساسية هي نفسها التي كانت قادرة على فصْمها.

والخلايا الأولى لم تكن تتلقف الطاقة للحفاظ على كيانها فحسب بل كان باستطاعتها التزود بالماء والغذاء على هيئة مركبات من الكربون والهيدروجين والآزوت.

وكانت الحياة حينها في أزمة مع النيازك الضاربة ومع الغازات المنبعثة عن فوهات البراكين ومع الأحترار ومع الطوفان وغيره..

وكان على خلايا الطليعة أن تحسم أمرها: إما أن تستعمل الطاقة من مصدر كربوني بقربها وتبقى أو تكون مائتة وتنقرض.

يشكل الوصول إلى معرفة استراتيجيات حفظ البقاء عبر شواهد المستحاثات تحدياً حقيقياً لعلماء البيولوجيا في عصرنا.

لقد حصل العديد منهم على بعض المستحاثات من البكتريا بشكل واضح جداً، وقد عمدوا إلى سحقها واستخلاص «عصير الصخر» ودراسته بتقنية ادْمصاص (أو استشْراب) الجزيئات في طورها الغازي وبمقياس طيف الكتلة.

لقد تبيّن وجود بعض المركبات الكربونية. ووفّرت النسبة في تركيز مختلف نظائر الكربون مؤشرات على وجود حياة أوّلية فتحت الطريق أمام اكتشاف بعض من أسرار العالم الصغري.

فالأشكال الأولى للحياة كانت على هيئة مكورات من الـ **DNA** والـ **RNA** إلى جانب بعض الأنزيمات والبروتينات وهي من رتبة الميكرون(*).

(*) الميكرون micron (أو الميكرومتر) وحدة قياس تساوي واحد على مليون من المتر.
مقطع الخلايا البكتيرية هو عادة بحدود واحد ميكرون. وإن كرة قطرها ٥٠٠ ميكرون أي نصف ميلليمتر يمكن رؤيتها بالعين المجردة كحبيبات الرمل الصغيرة .
أما العالم الصغري اللامرئي فهو في حدود بضعة مئات من الميكرون إلى ٠,٠٠١ ميكرون أي ١٠ آنغستروم (واحد ميكرون = عشرة آلاف آنغستروم) وهي المسافة بين لولبي الـ DNA . واحد آنغستروم يساوي١٠ $^{-١٠}$ من المتر.

إلاّ أن الـ **DNA** لم يكن يحتوي على قدر من الجينات يمكنه من اصطناع كافة الأحماض الأمينية والأسس والفيتامينات والأنزيمات الضرورية.

لقد كانت متعضيات في طور النمو أي أنها ما زالت غير بالغة وتعيش تجربة التبدّل. وبسبب صغر حجمها وأعدادها الهائلة فإنها كانت تتأثر بسرعة بالمتغيرات البيئية. وهي تتكاثر عادة بلا تردد بتوفر الغذاء والطاقة. وتستطيع السريعة منها الإنقسام كل عشرين دقيقة لتبلغ خلال ٢٤ ساعة $٢^{١٤٤}$ خلية. وهو عدد يفوق بكثير عدد كل الكائنات البشرية منذ .. آدم!

وخلال ٤٨ ساعة تصل أعدادها إلى $٢^{٢٨٨}$ بكتريا وهو عدد يفوق بكثير العدد الذي قدّره الفيزيائيون للبروتونات (حوالي $٢^{٢٦٦}$) أو الكواركزات الموجودة في الكون! والـ **Quark** مصطلح يعبر عن أصغر شحنة من المادة على الإطلاق. إن صيغة تكاثر البكتريا هي 2^n حيث **n** توافق عدد الأجيال.

وهكذا فإنه اعتباراً من بكتريا واحدة وعلى امتداد ثلاثة أجيال في الساعة نحصل نظرياً على 2^{144} خلية بكتيرية في ٢٤ ساعة.

وإن واحدة فقط من أصل مليون من هذه البكتريا تعطي سليلاً مختلفاً عن أسلافه.. وبما أن البكتريا تتكاثر لا جنسياً بالانقسام فهي بالطبع لها سلف واحد.

ويتّضح أن أغلب الطفرات تكون أضعف من أسلافها ومآلها الهلاك. ولكن ما إن تتمكن طفرة واحدة من النجاة حتى تنتشر بسرعة مذهلة لا تفسير لها سوى إثبات وجودها..

لقد كانت المخاطر البيئية (من تبدل في درجات الحرارة ونوعية وكمية ضوء الشمس وتراكيز الأملاح المنحلة في الماء) عوامل تنوع في جمهرات الجراثيم وتوزعها على أصقاع كوكب الأرض. واستطاعت كذلك بسبب «المجاعات» أنواع جديدة من البكتريا (أشد بأساً) أن تتمتع بنمطية استقلابية معدّلة فيما يخص استخراج الغذاء والطاقة من مواد أولية مستجدة ومنها مثلاً استخدام السكاكر وتحويلها إلى طاقة على هيئة **ATP** وطرح مخلفاتها حولها من كحولات وأحماض.

وبما أن الـ **DNA** يمتص الأشعة فوق البنفسجية القادرة على تخريبه توارت البكتريا «عن الأنظار» وبدأت تغوص في الوحل والماء درءاً من لفحات الشمس المحرقة. وظهرت على إثر ذلك «حنكتها» في تحويل بعض المركبات الكيميائية في التربة كالسكاكر بالتخمر وهي عملية استقلابية تكتسي أهمية بالغة وهي باقية دون تبدل إلى أيامنا. ومن المركبات الناتجة عنها غاز الفحم والايتانول أي الكحول العادي.

يتحول وفق هذه العملية مثلاً سكر العنب إلى نبيذ أو خل (بوجود الأوكسجين أو عدمه) وسكر الحليب إلى ألبان وأجبان..

وبشكل عام فإن عملية التخمر تزود الخلية البكتيرية الواحدة بعدة جزيئات من الطاقة (**ATP**) بتفكيك جزيئة غذائية واحدة.

تطرح بكتريا التخمر نفايات من الأحماض والكحولات تعطي بدورها طاقة لأن تفكك مركبات التخمر سلسلي غير مكتمل.

وهكذا ظهرت جراثيم جديدة تتغذى على هذه النفايات تعمل على تدويرها واستخراج الكربون والطاقة. ومنها اليوم الجراثيم التي تعيش على النفايات في الصرف الصحي ومراكز تجميع القمامة. وتعيش كذلك في أمعاء الحيوانات والمياه الآسنة وفي كل مكان للفضلات يندر فيه الماء والأوكسجين..

إنها عاملات نظافة بامتياز.

وهكذا نرى أن فضلات بعض البكتريا نفسها يمكن أن تصبح غذاءً لبكتريا من جيرانها. وبذلك تكون البكتريا التي حولت الغذاء إلى فضلات وجاراتها التي حولت الفضلات إلى غذاء قد حققت دارة من التحولات العضوية ناشرةً للطاقة.

إن عملية التخمر هذه حاضرة في حياة عضويتنا على الدوام.

عندما يصعد أحدنا سلم مسكنه أو يمشي حثيثاً ذات يوم فإن خلايا الجسم توقف ظرفياً استقلابها البنائي الاعتيادي المعتمد على الأوكسجين لتعود إلى

العمل «الموروث» بآلية قديمة عن البكتريا نفسها تعتمد على التخمر. الأمر الذي يؤدي إلى مركب حمض اللبن في العضلات وهو ما يثير بعض التعب إجمالاً وبعض الألم أحياناً.

وعلى الرغم من كون آلية التخمر أقل نجاعة في تخليق الـ **ATP** فإنها ما زالت تعمل في جسدنا لتكون شاهداً إضافياً على ما كانت عليه الحياة بدءاً من خلية. وتتمثل إحدى المتعضيات الرئيسة في التخمر ببكتريا كلوستريديا التي طورت وظيفة حيوية مميزة باستخراج الآزوت الجوي وتحويله إلى مركبات الأحماض الأمينية والأسس النوكليوتيدية ومركبات عضوية أخرى.

إن عملية تثبيت الآزوت الجوي تتطلب قدراً كبيراً من الطاقة (ما بين ٦-١٨ جزيئة **ATP** لكل جزيئة آزوت).

وتتطلب عملية تصنيع الأسمدة الآزوتية صناعياً على سبيل المثال طاقة حرارية لا تقل عن ٥٠٠°م وضغطاً بحدود ٣٠٠ جو (الجو وحدة قياس ضغط الغازات). وبالطبع لا يوجد نبتة واحدة أو حيوان واحد يستطيع القيام بهذا الانجاز ولا حتى غالبية الجراثيم نفسها.

إن كل المتعضيات تعتمد في الحفاظ على بقائها على البكتريا هذه مثبتة الآزوت، ولولا هذه الطريقة المباشرة في استخراج آزوت الهواء لانعدمت الحياة الأرضية منذ زمن بعوز الآزوت في محيطها والموجود في التربة المتخلخلة أيضاً.

ولو إن العالم الحي لم يأخذ عن البكتريا آلية تثبيت الآزوت الجوي لكان هلاكه محتماً. إن كلوستريديا العزيزة هذه هي التي تمد البيئة الأحيائية حتى الآن بالمركبات الآزوتية الضرورية وهي بذلك تحول دون التعرض لسوء التغذية على مستوى العالم.

ظهرت فيما بعد آلية استقلابية أخرى عند مجموعة من البكتريا قادرة على تنفس الكبريتات وتحرير غازات الكبريت السامة. وهي تصطنع الطاقة أثناء تحويل الكبريتات إلى كبريتيت. وتستطيع إنتاج جزيئة هامة تدعى حلقة البورفيرين

ناقلة الالكترونات وتحرر الـ **ATP** أيضاً في طريقها. وفد انتقلت موهبة هذه البكتريا لتستعمل من قبل العديد من المتعضيات الحية بما فيها الإنسان. فالجزيئات الحمراء قانية اللون في دمائنا هي من عائلة البورفيرين (الهيموغلوبين أي خضاب الدم) وهي التي تنقل الأوكسجين إلى أبعد خلية في عضويتنا!

وهكذا مكّنت البكتريا من نهج جديد يعتمد كلية على أشعة الشمس.

فعندما تمتص جزيئة ما الضوء تقفز الكتروناتها إلى مستوى أعلى على مداراتها يزودها بالطاقة، وهي تُستخدم من قبل النباتات لتحويل غاز فحم الأجواء إلى غذاء ومواد كربونية قادرة إلى تأمين النمو والصيانة وهو ما يؤدي إلى تحرّر بعض أنواع البكتريا من قيود مركباتها العضوية السابقة.

إن تطور التخليق الضيائي هو بلا شك التجديد الاستقلابي الأبرز في تاريخ الحياة على كوكب الأرض. ولقد بدأ عند البكتريا قبل النباتات.

كانت أولى البكتريا العاملة بالتخليق الضيائي تستعمل الهيدروجين أو غاز كبريت الهيدروجين. ولم تكن تنتج الأوكسجين على الإطلاق.

وكان الهيدروجين وقتها سيّداً في الأجواء والشمس في ريعان شبابها. أما غاز كبريت الهيدروجين فكان مصدره بركانياً بالدرجة الأولى وعليه كان متوفراً أكثر مما هو في أجواء اليوم.

ولكن مع الزمن بدأ هيدروجين الأجواء بالنفاد فاتجهت أعداد كبيرة من هذه البكتريا إلى استعمال غاز كبريت الهيدروجين الذي كانت تطرحه سابقاتها بكتريا التخمر في منعزلاتها.

وكانت الجراثيم الأقدر على التحرك للتنعّم بأشعة الشمس تعتبر الطليعة بين أقرانها وبدأ معها التمايز بالسلوكية.

ويبدو أصل التحرك السريع لخلايا البكتريا مرتبط بحركة دورانية غير مألوفة في الخلايا الأخرى. بدأت على أثرها البكتريا باكتساب بروزات هدبية أو سوطية دقيقة كانت بمثابة محرك دفع أمامي وخلفي وفي كل اتجاه.

ومن الجدير بالذكر أن البكتريا المسماة ذات اللولب هي أنواع شائعة أيضاً في أيامنا وتمتاز بحركة أسرع وهي غالباً غير أليفة للأوكسجين.

ولهذه البكتريا في لولبها ما لإنسان العصر في سيارته. فهي تطوف كمركبة بأركان عديدة وتفتح أمامها مقاصد واسعة. مثلها في ذلك مثل إنسان جوال بمهنة، وهو لا يحتاج إلى تعلم مهنة أخرى ما دام بإمكانه الانتقال إلى أمكنة متباعدة يمارس فيها عمله.

وهكذا أصبحت الجراثيم القادرة على الانتقال غير مجبرة على «ابتكار» طرق استقلاب جديدة. وبدأت تزحف وتتقدم أو تسبح قاصدة أصقاع توفر لها أغذيتها المفضلة وبذلك تكون قد حافظت على استقلابها دون تغير.

ولكن بنتيجة تحركها وانتقالها بدأت البكتريا تتعرض «للغرباء».

وكان لابد من قبول الإقامة بقربها والتعايش معها الأمر الذي فرض عليها من جديد آليات للتكيف في بيئات مختلفة.

فالجراثيم التي تستخدم الضوء مثلاً لا يمكنها أن تدفن رأسها في الطين وتتّقي شرّ الأشعة فوق البنفسجية الحارقة لأنها بحاجة إلى الضوء في حياتها وبدونه تفنى. ولهذا بدأت في البحث عن مُرَشِّحات (فلاتر) تحميها فاختارت المياه الغنية بالأملاح كنترات الصوديوم. أو أنها انسلّت قليلاً تحت الرمال لتمتص هذه الأخيرة الأشعة الضارة عنها.

وهناك استراتيجية أخرى أيضاً للحماية ضد الأشعة الهدّامة هذه وتتمثل بتطوير آليات لإصلاح الـ **DNA** التالف.

فعندما يتخرب الـ **DNA** بأشعة الشمس ينتج مركب مَثْنوي من مركب التيمين **(T-T)**، إذ عوضاً عن ارتباط التيمين بالمركب المقابل الآدنين فإنها تتعثر وترتبط بجزيئة مثيلة وتصبح الـ **DNA** عديمة القيمة والفائدة.

ولكنّ في البكتريا برنامجاً ربما زوّدها بحل للمشكلة عن طريق إصلاح الخلل السابق بواسطة أنزيمات مكلّفة برفع القسم العائق (أي المركب المثنوي T-T) ونسخ جزيئة DNA بدلاً عن تالف.

بمعنى أن البكتريا المهددة بالأشعة فوق البنفسجية تبدو وكأنها السبّاقة في استعمال آلية بدأ الإنسان للتوّ استثمارها في مخابر الهندسة الوراثية! تتمتع جميع المتعضيات الحية الحالية تقريباً بآليات أنزيمية مماثلة لإصلاح الـ DNA التالف وذلك على الرغم من أن الحياة على كوكب الأرض محميّة بطبقة الأوزون الجوي منذ ملياري سنة.

إن حتمية إصلاح الـ DNA التالف أو التعرض للهلاك قد سرّعت من تطور أنظمة الإصلاح هذه. وأصبحت البكتريا عوضاً عن نسخ الـ DNA بالكامل تستلف ما يلزم (أي الجزء السليم المقابل للجزء المتضرر منها) من جاراتها.

وهو أمر شائع في عالم الجراثيم عموماً.

تكتسي هذه التقنية أهمية بالغة في التجارب على تناقل المورثات ونشر المعلومة الوراثية بسرعة تفوق كل وسائل الاتصالات الحديثة.

وبتبادل المورثات بدأت جموع البكتريا القيام بدور ريادي تخطى حدودها لينتشر في بيئات مجاورة.

وما إن تكيف العالم الصغري مثلاً مع الشدة الضيائية حتى بدأ يركن إلى حياة «جنسية» بدائية وهي مختلفة بالطبع عما نعرفه في عالم الحيوان.

يُعّرف البيولوجيون الجنْسانيّة على أنها خلط أو اتحاد جينات من مصادر تتميز عن بعضها ولا يتم خلطها بالتكاثر لأن العضوية الهرمة على سبيل المثال يمكنها أن تتلقى جينات خلال عملية جنسية دون أن يؤدي ذلك إلى تكاثرها.

تعتمد الجنْسانيّة عموماً على متعضية حية واحدة على الأقل في حين يمكن أن يكون المصدر الثاني مائتاً منذ زمن أو أنه عبارة عن فيروس أو DNA

في أنبوب اختبار. لقد تمكنت البكتريا ذات يوم ساطع من استبدال بعضٍ من جيناتها المعطوبة بأخرى سليمة ، ربما من فيروس أو بكتريا أو شذب **DNA** من خلية مائتة: لقد كانت البكتريا قد بدأت بممارسة الجنْسانيّة لأول مرة وهي لا تعلم. إن جنسانية البكتريا هي الأكثر مرونة والأكثر شيوعاً من الجنسانية الانتصافيّة للحيوانات وعبودية التكاثر عبر المنويات والبويضات. وبذلك تكون خلايا البكتريا قد تخطّت حاجز مواسم التكاثر بنشاط مورثي دائم.

ولفهم هذه الظاهرة الجنسانية (غير المألوفة) للبكتريا والمتمثلة بانتقال الجينات من وإلى الخلايا دون حصول تكاثر نسوق ما يلي:

في بداية أية عملية جنسانية بكتيرية لدينا طرفان، أما في نهاية العملية فلا يبقى سوى طرف واحد أي خلية واحدة أي الأم حاضنة الجينات من الطرفين. وهي ما لم تنقسم تكون حاوية على جينات جديدة بنسبة ٩٠%.

يعتبر هذا الشكل من الجنسانية الأولى ضرورة فورية ملحة للحفاظ على البقاء حين تصبح الشروط البيئية عدائية. وهي تختلف بالطبع عما هي عليه في النباتات والحيوانات.

لقد سبقت الجنسانية البكتيرية الجنسانية الحيوانية بملياري سنة وسمحت لكافة الجراثيم من أن تتكيّف وتتطور وتبقى.

الفصل الخامس

الجنْسانيّة أو مقايضة المورثات

ظهرت أولى أشكال الجنسانية على سطح الكوكب يوم كانت البكتريا تتبادل الجينات فيما بينها.

واليوم يستثمر مهندسو الوراثة هذا الإنجاز الهام في سبر أعماق الحياة، ويرى البعض منهم أن الجنسانية قد ترجع إلى ما قبل الخلايا الأولى وأنها تطورت على الأقل منذ ثلاثة مليارات سنة.

لقد جاءت الجنسانية لتلعب دوراً بارزاً في إجراءات ضبط التعايش على مستوى الجينات ما بين متعضيات شديدة الاختلاف.

وإذا ما أخذنا الجنسانية بالمعنى الواسع نرى أنها عبارة عن إعادة اتحاد جينات من أكثر من مصدر واحد، وهو أمر يكتسي أهمية في عالم تسوده الفقاريات من أجل التكاثر.

والحقيقة أن ٨٠% من الكائنات الحية ليست بحاجة إلى الجنسانية لتتكاثر. تتكاثر البكتريا بطريقة لا جنسية: فهي تضاعف من طولها وتنسخ وحيدها من الـ **DNA** ومن ثم تنقسم إلى خليتين بنتين تحتوي كل منهما على نسخة من الـ **DNA** . كما بإمكان البكتريا أن تتبرعم أيضاً: حيث تظهر خلية صغيرة كاملة المادة الوراثية لاصقة بأمها ومن ثم تكبر تدريجياً حتى تصبح «بالغة ناضجة» لتنفصل عنها. أو أنها تحتجز الـ **DNA** في بوغ قادر على البقاء لمدة طويلة في

الظروف القاسية وغير المواتية. وما إن تصبح البيئة مناسبة رطبة حتى ينتش البوغ خلية بكتيرية بكامل لياقتها(*).

وفي كل هذه الحالات فإن تبادل الجينات يستمر بصورة مستقلة عن عملية التكاثر. أما الجنسانية الممارسة عند الفقاريات والثدييات فهي تشكل حالة نادرة في عالم الأحياء. وبما أنها مرتبطة بالكامل بعملية التكاثر فهي لا ترقى إلى أهمية البكتريا للبيئة الأحيائية.

لا يوجد مواقيت للتكاثر عند البكتريا، أي أنها غير مقيدّة بوقت مضروب للفعل الجنساني. إن مفهوم الجنسانية البكتيرية يقارب ما بين ملاحظات عديدة في مجالات علوم الجراثيم والطب والبيولوجيا الجزيئية.

لقد لاحظ علماء الجراثيم منذ زمن طويل أن المتعضيات الدقيقة تتناقل بحرية بعض الملامح الوراثية. وفي عام ١٩٢٨ اكتشف غريفيّت أن المكورات الرئوية يمكنها أن تكتسب ملامح من نوع آخر من المكورات الرئوية الهالكة. وأن الـ **DNA** هو المسؤول قطعاً عن ذلك.

وهذا يعني أن الجراثيم الممرضة حتى وهي ميتة تمتلك قدراً من الجنسانية من خلال انتقال جيناتها طالما بقي الـ **DNA** سليم البنية..

كيف يمكن لـ **DNA** عضوية هالكة أن يحول إرث خلية حية؟

لقد جاء اكتشاف البنية الحلزونية للـ **DNA** ليُبهر المجتمع العلمي والعمومي على حد سواء. ففي الطبيعة يمكن لسلالات من البكتريا المختلفة أن تتبادل فيما بينها باستمرار عناصر من مادتها الوراثية.

(*) تقدم الأبواغ وسيلة للبقاء في فترات التجفاف الطويلة والمواسم العجاف وشروط أخرى. يتكون غشاء قاسٍ حول المادة الجينية للخلية والعناصر التي تؤمن إنتاج البروتينات. وعندما تسنح الفرصة الملائمة تنتش الأبواغ وتستفيق الخلايا البكتيرية بهمة ونشاط. ومن المعروف أن الأبواغ قادرة على البقاء عشرات السنين بالانتظار.

ويعتقد بعض العلماء أن منها ما هو قادر على البقاء لمئات بل آلاف السنين... ينتظر.

والخلية البكتيرية الواحدة يمكن أن تحتوي من الجينات الدائمة ٣٠٠ مرة اقل مما هي عليه في خلية بشرية. ولكنّ هذا الضعف الظاهري يمكن أن يتحول إلى قوة لأنه يجعل من عالم البكتريا أكثر تكيّفاً إلى حد بعيد.

إن الخلية البكتيرية لا تمتلك سوى الحد الأدنى من التعليمات الأساسية المتعلقة بانتساخها والحفاظ على بقائها. وكل إمكانية إضافية تسمح لسلالة بكتيرية الحفاظ على حياتها في ظروف خاصة تأتي عبر جزيئات مورثية «زائرة» تطوف ما بين مُضَيِّفٍ وآخر (من خلية لأخرى) وفق التبادلات الجنسانية البكتيرية وتكون هذه الزوائر بمثابة أتبْاع للذخيرة الوراثية الأصلية.

وتختلف التناقلات المورثية عند البكتريا لأنها لا تحتاج لفترة انتظار محددة. وإن إضافة جينات جديدة بمقدار النصف لا يعمل على تغيّرها على خلاف ما يجري عند النبات والحيوان . وتبدو سلوكية وحيدات الخلية هذه غريبة بنظر الإنسان لأن تبادلاتها الجنسانية عديدة وتتكرر مع وما بين خلايا مختلفة في الوقت الذي تبقى فيه وفية لجنسها بمعنى التشابه ما بين السلف والخلف.

إن الكائنات البشرية ومعظم النباتات والحيوانات لا تمتلك الإمكانية لتغيير مظهرها الخارجي أو استقلابها لمجرد تلقيها جينات زائرة.

وتعتبر هذه الكائنات جميعها بلغة الفيزياء حالات صلبة في قالب وراثي نوعي ثابت، في حين تعتبر الجينات البكتيرية بنفس اللغة حالات مائعة أو غازية متحركة قابلة للتبادل. ولو كانت الخواص الجينية للعالم الصغري تقبل التطبيق أو القياس على المخلوقات الأكبر، لوجد الإنسان نفسه في عالم من الخيال العلمي تتقاسم فيه النباتات الخضراء جيناتها مع الفطريات المجاورة أو أن فلاناً من بني عمه يفوح عطراً طبيعياً جراء استلافه جينات وردة شامية أو أن آخر قد طوّر ناباً من العاج بعد استلافه جينات فيل أليف في محميّة..

ولو كانت كل الأرومات البكتيرية قادرة على تبادل جيناتها بالكامل لما وُجدت الأجناس في عالمها.

إن البكتريا تشكل عضوية وحيدة بمثابة كيان قادر على الهندسة الوراثية على مستوى الكوكب.

إنها بمثابة نسيل واحد ووحيد ولكنه متمايز(*).

تحتوي الخلية البكتيرية بصورة دائمة على عدد من جزيئات الـ **DNA** الزائرة والقادمة من أرومات أخرى. وقد تعرّف البيولوجيون حديثاً على أشكال تَخَفيِّها لا سيما خلف أقنعةٍ فيروسية مخادعة مُريبة.

يَدْلِفُ (يمشي مقارب الخطو كالمقيَّد) الزائر عادة وهو يحمل باقة من جيناته لكسب ودّ الخلية المضيفة.

والطليعة العاثية (أي الزائر متنكراً) تستطيع الإنتساخ داخل البكتريا المضيفة مرات عديدة. ولكي تصبح النُسَخُ فيروساتٍ يعمل الزائر المخادع إلى تغليف كل نسخة منها بما يشبه القوقعة البروتينية، تسمح لاحقاً بتعلّق النسخة على بكتريا أخرى كناية عن زائر آخر! وعندما تمتلىء البكتريا المضيفة بالزوّار أي الفيروسات الناضجة تتفكك محررةً ما يسمى العاثيات الحالّة التي سوف تُخمج خلايا بكتيرية أخرى، ولتحملها الرياح والمياه أحياناً إلى أصقاع بعيدة عن مرابعها تُسقط عنها أقنعتها.

وفي عملية ما يدعى بالتنْبيغ **(Transduction)** يمكن لأي جزء من الـ **DNA** في أي بكتريا أو أي زائر في المكان أن يُمتص داخل الغلاف البروتيني للعاثيات ويسافر معها «مُختطفاً».

وفي عملية أخرى تسمى الاقتران **(Conjugaison)** يتشكل أنبوب دقيق جداً كالشعيرة ما بين الخليتين الضيفة والمضيفة يُدخل الضيف الزائر عبرها نسخة ذاتية عن الـ **DNA!** إن هاتين العمليتين هما من وسائل تمرير المناعة أيضاً ضد عقار مُعادي من صنع الإنسان في أيامنا كالمضادات الحيوية..

(*) Sorin Sonea et Maurice Panisset
"Introduction a la nouvelle bactériologie"
Masson , 1980 .

كما يظهر من خلال مناعة (أي مقاومة) المكورات العنقودية في المستشفيات لعقار البنسللين. في حين تتكاثر البكتريا الملتوية المسؤولة عن خمج السِفْلِس (أو الأفرنجي وهي إصابة جنسية عند الإنسان) بالبنسللين لأنها غير مزودة بالجينات الزائرة الداعمة المنَقذة.

ونظراً لعدد جيناته القليل نسبياً فإن استقلاب البكتريا يعتبر منقوصاً وعليه جاءت حياتها جماعية تكافلية بالضرورة .

وفي الطبيعة لا تتصرف الخلية البكتيرية الواحدة كما لو كانت بمفردها بل على العكس فهي بانتمائها إلى سلالات تنشىء مجتمعات بيئية تستجيب للمحيط بصورة تعاونية وتشاركية. وتتداخل دارات حياتها بحيث تصبح بقايا البعض منها غذاءً للبعض الآخر بعد تدويرها، وهي بذلك تؤدي مهمة بروح المسؤولية الجماعية وبتقنيات مبرمجة تعجز عنها عقولنا وأيادينا.

وتشبه زمر البكتريا على الأرض في تخصّصها ما هي عليه أعضاؤنا ووظائفها في أجسادنا. فعندما تتوزع فرقة ما منها (كما تتوزع الخلايا الدموية في جسم الإنسان) في أرجاء الأرض فإن تركيبها يتواءم والظروف المحلية.

وأحياناً كما في الاحتراق البطيء في كوْمٍ من الفحم حيث تحافظ القطع منه على مناخها الصفْري ترموديناميكياً.

بالإضافة إلى أن الفرق البكتيرية تعمل كذلك في كل مكان من البيئة الحيوية مع العالم الكبري من نباتات وحيوانات وفطريات بنفس الحركية والتناغم في العضوية الواحدة. إن المهمات التي تنجزها فرق البكتريا تحقق رونقة حقيقية للكوكب بأسره.

فهي تحول بقايا الإنسان إلى غذاء وطاقة لأحياء أخرى. وتحافظ على حلقة العناصر العضوية واللاعضوية للبيئة الحيوية. وتعمل على تنقية مياه الأرض وتخصيب التربة وتجديد الاحتياطي من الغازات الفاعلة في الأجواء المحيطة، وهي بذلك تسهم في استقرار الحياة بشكل عام.

فغاز الميتان مثلاً يستعمل من قبل البكتريا لنظم الأوكسجين في حين غاز النشادر (الذي يتفاعل بشدة مع الأوكسجين) يجري تدويره للمحافظة على قلوية مياه البحيرات والمحيطات.

إن غاز النشادر كما غاز الفحم يؤدي لظاهرة ما يُعرف بالاحترار (أي السخونة) لأنه يسمح بنفوذ الأشعة الشمسية ولا يسمح بانفلاتها وبذلك ترتفع الحرارة على سطح الكوكب.

أما كلور الميتيل – وهو غاز موجود على هيئة آثار في أجواء الأرض – فهو يساهم على الأرجح في نظْم تركيز الأوزون في الطبقات العليا. ولا يخفى علينا دور الأوزون في ضبط الإشعاعات الشمسية (لا سيما فوق البنفسجية) التي تغرق كوكبنا وتعمل في الوقت نفسه على نمو عالم البكتريا (الهوائية بشكل خاص) الذي ينتج الغازات الناظمة التي سبق ذكرها.

وأدهش ما في عالم البكتريا هو أن أجزاء من الـ **DNA** تتذبذب ما بين الحياة وعدمها (كما في الفيروسات) وهي بذلك توفر متسعاً ورصيداً من «السيولة» الجينية الخدمية وفقاً لمتطلبات الظروف الطارئة.

فعندما يتسلّل فيروس في خلية (إنسانية مثلاً) فإنه يبدأ بإرسال تعليمات غريبة لا ندركها وقد تفضي إلى مأساة حقيقية.

أما بالنسبة للبكتريا والأجزاء الشبيهة فإن الأمر يبدو اعتيادياً ويعتبر في نهاية المطاف وعلى الأرجح تكيفاً للتطور.

يختبر العالم الصغري باستمرار إمكانات جديدة للتطور ترفد أيضاً تطور العالم الكبري من حوله.

يتحلى جسم الإنسان بقامة ممشوقة وطاقة خلاقة وتعقيد مذهل ولكنْ تعوزه بالمقابل «الليونة» الوراثية. فالتبادل الجيني يحصل فقط من أجل التكاثر. ويبدو الإنسان بالنتيجة منغلقاً على جنسه داخل عضويته وفي حيّز جيله. وبتعابير تقنية يمكن القول أن الإنسان يتبادل الجينات «عمودياً» من جيل لجيل في حين

تتبادل البكتريا جيناتها «أفقياً» ومباشرة مع جيرانها من الجيل الواحد. أي أن البكتريا بإنسيابيتها المُورّثية تعتبر خالدة وظيفياً بينما تموت الوظيفة الجنسية عند الإنسان بموت صاحبها..

«طوائف» من البكتريا تحيا وتموت في كل ركن وجحر وتقوم في كل لحظة باصطفاء أفضل الشروط لتبقى الحياة على سطح الكوكب مستقرة مضيافة.

وتشكل البكتريا بتحالفها مع الحيوانات والنباتات جهازاً متكاملاً يعمل على استقرار نسبة الغازات الناشطة في الأجواء.

لقد شبه بعض العلماء النشاطات الحثيثة للبكتريا على مستوى الكوكب بوظائف حاسوب مزود ببنك ضخم للمعطيات – أي الجينات البكتيرية – وبشبكة عالمية للاتصالات تعالج من المعلومات أكثر مما يعالجه دماغ أي إنسان في وعيه وفي لا وعيه(*).

ويؤكدون على أن انتشار مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية على المستوى العالمي يوفر البرهان الأقوى على أنها تعمل بصفة كيان واحد على حلّ مسائل معقدة وبنجاعة مؤكدة في كل مرة.

إن ذكاء الإنسان الذي يتطور على التوازي مع تطور العضوية البكتيرية المترامية المرابع يستخدم تقنيات مماثلة تماماً في معالجة المسائل ونقل المعلومة عبر المشابك الدماغية.

إن أفراد البشر – كالمتعضيات الدقيقة – يمتلكون أيضاً أدوات للشغل ويتحكمون بها بمهارة ولكنهم لا يحملونها معهم حين تحين ساعة الرحيل لأنهم ينقلون المعلومة عبر أبنائهم وجيرانهم وبني جنسهم. وبنفس الطريقة تستطيع البكتريا نقل الجينات إلى ذراريها شاقولياً وكذلك إلى بكتريا أخرى أفقياً.

(*) Sonea et Panisset ,
The New Bacteriology"
Bostom , Jones and Bartlett, P . 85, 1983 .

وبالنتيجة فإن الإنسانية والعالم الصغري يشكلان خزاناً دائماً ومتعاظماً من المعرفة التقنية.

إن المعرفة المكتسبة لا تموت بموت صاحبها أو بأفول جيله.

إن أول ما يتبادر إلى ذهن العامة في كل عصر أن العالم الصغري (بكتريا، فيروسات) عدائي. ولقد دفعت أمراض كالجزام والطاعون والأمراض الزهرية في القرون الوسطى رجال الدين إلى الإعتراف ضمنياً وحدسياً بظاهرة التبادل الكوكبي للجينات. وكان نمط حياة البكتريا قد وُصف على أنه يشكل تهديداً للمجتمع الإنساني.

ثم بدأنا بعد ذلك نشهد لقاءات ما بين الذكاء الإنساني الفتي والعالم الصغري المخضرم حول مفهوم «اللاطهارة» الجرثومية و«نظافة» المضادات الحيوية.. وهي تعابير لا تبدو واقعية بالمطلق.

وبدأ الموقف يتأزم في الأوساط الطبية على أثر اعتبار البكتريا عوامل ممرضة متهمة ومدانة ويجب تنفيذ الحكم بالقضاء عليها.

ولكن في خضم هذه المعمعة كلها بدأ الشك ينال من البعض وبدأ معه تقييم أكثر إنصافاً لأن البكتريا كائنات عادية جداً وضرورية جداً وأن الصحة لا تقتضي القضاء المبرم عليها وإنما تأهيلها فيما يساعد العضوية(*).

لقد بدأ الإنسان «لتوه» تقدير فائدة الخمج في عملية تعزيز المناعة واكتساب مميزات يمكن استثمارها في الهندسة الوراثية.

وهكذا بدأت أنظمة الاتصال ما بين الإنسان والعالم الصغري تتقارب وبدأ معها تبادل بتّات (**bits**) المعلومة كما في شبكة حواسيب ترجع ذاكراتها إلى مليارات السنين من العمل المتواصل.

(*) مصطفى قره جولي

تعزيز المناعة / دار ومؤسسة رسلان / دمشق ٢٠٠٦ / ٢٧٢ ص.

وبقدر ما يتخلى البشر عن النظر إلى البكتريا بقلب خائف يتّسع الأفق أمام ناظرهم وتتبدل مشاعرهم من الخوف والقرف إلى الطمأنينة والتهيّب.

لقد تميزت البكتريا بآليات تخضع لها حياتنا الإنسانية بالكامل كالتخمر والتنفس والاصطناع الضيائي وتثبيت الآزوت الجوي. وهي لا تتصرف على أساس كائنات اجتماعية «إقطاعية» وإنما بصفة مجتمعات «أمميّة» ديموقراطية لا مركزية.

فالخلايا منها تبقى بشكل أساسي حرة مستقلة ولكنها مرتبطة بمهام فيما بينها، على رأسها تبادل الجينات بالقرب منها أو بعيداً عنها.

وكذلك هي حال الفرد الإنسان الذي يعيش منفصلاً عضوياً عن المجموع ولكنه يتواصل بالمعرفة مع أفراد يختلفون عنه بشدة، فالاختلاف لا يعني الخلاف. وهي ما عليه حكمة العالم الصغري منذ الأزل.

وعلى الرغم أن الإنسان بدأ يعلم بوجود مآثر للعالم الصغري، فإن هذا الأخير ما زال يُنبىء عن المزيد من قدراته.

لقد قورن الانتقال من المجتمع الصناعي بمحركاته الفحمية والبخارية إلى المجتمع ما بعد الصناعي بأجهزة تلفازه وحواسيبه بانتقال القوة الحركية كالعضلات إلى القوة في مشابك الخلايا الدماغية.

ويُمكن أن ينطبق الأمر نفسه على استعمال المصادر الأرضية.

فالإنسان يستثمر طاقة الوقود المستحاثي(*) (بترول، غاز، فحم) الذي يرجع تاريخ تكونه إلى ملايين السنين ولكنه لا يستثمر بعد (أو كفاية) إرث المعلومة الكامنة منذ مليارات عدة من السنين!

وله من الالكترونيات الدقيقة في الاصطناع الضيائي والهندسة الوراثية وتطور الجنين وتقنيات أخرى مخزون معلوماتي سوف يقوده لو أراد وعرف أبعد مما يتصور ويحلم.

(*) أو الوقود الأحفوري في بعض المراجع.

تحتوي بعض البكتريا على أصبغة كاروتينية بنفسجية أو برتقالية وفيتامينات **A** وهي مركبات تقي من الآثار الضارة لأشعة الشمس الساطعة.

والكاروتينات في بساتين الإنسان تلون بالبرتقالي الجزر وفيتامين A أساسي في تصنيع مركب الرودوبسين (الأرجوان البصري) الذي يصبغ عيون بني آدم..

إن غالبية ما تم ابتكاره بل تنفيذه في العالم الصغري لم يتعرض للضياع قط. لقد استطاعت البكتريا من خلال تدوير الغازات والمركبات المُنحلّة عبر مياه وأجواء الأرض تهيئة قواعد لنظام بيئي كوكبي.

وكانت «الثورة» التي حققها عصر الأوكسجين قد دفعت بالكائنات اللاهوائية منذ حوالي ثلاثة مليارات سنة إلى التواري عن الساحة والإنغماس في التربة وفي أعماق المياه.

إلاّ أن عدداً كبيراً من الناجين حينها ما زالوا إلى أيامنا يعيشون تبدلاً مصيرياً وبكفاءة لا تضاهى.

الفصل السادس
محرقة الأوكسجين

منذ حوالي ملياري سنة تسببّ التلوث بالأوكسجين على صعيد الكوكب بكارثة حقيقية. لقد كانت بكتريا الاصطناع الضيائي بشهيتها الكبيرة للهيدروجين قد اكتشفت في الماء مصدراً لا ينضب، طارحة الأوكسجين كمادة سامة.

لقد كان الأوكسجين (الأحيائي في عالمنا) سماً قاتلاً في أجواء الأرض القديمة. في حين اعتبر ظهور الإنشاء الضيائي المستهلك للأوكسجين – في هذه الأجواء الغنية به – تحدياً واختباراً فعلياً لقدرة هذه البكتريا على البقاء في بيئة عدائية. ولأجل ذلك بدأت هذه الأخيرة «باختبار» آليات شتى ضمن مجموعاتها. وعلى الفور بدأت بكتريا بصرف وتنقية واستثمار ذلك الملوث الخطير.

لقد كان الطلب المتزايد على الهيدروجين وراء هذه الأزمة لأن حياة البكتريا المعتمدة على مركبات الهيدروجين والكربون كانت قد استنفدت غاز الفحم من الأجواء. وكان الهيدروجين لخفته يغادر أجواء الأرض باتجاه الفضاء حيث كان يتفاعل مع عناصر أخرى وبدأ بالنضوب شيئاً فشيئاً، حتى أن كبريت الهيدروجين الذي كانت تنفثه البراكين أصبح نادراً بضعف وتيرة ثورانها.

ولكنّ الأرض كانت تتلقى مصدراً وفيراً من الهيدروجين هو الماء. الأمر الذي دفع بعد زمن بكتريا زرقاء مخضّرة إلى حل أزمة الهيدروجين هذه نهائياً وهي أجداد ما يعرف في أيامنا بالبكتريا الزرقاء.

كانت هذه المتعضيات الدقيقة تمارس الإنشاء الضيائي وتحتوي على بروتينات ضمن ما يعرف بسلاسل نقل الالكترونات. وكان الـ **DNA** المُرمّز

لهذه السلاسل قد تم استنساخه لدى البعض من هذه البكتريا التي أصبحت «خبيرة» في تلقّف ضياء الشمس واصطناع الـ **ATP** أي إنتاج الطاقة.

وكانت هذه الطاقة المتحررة كافية لفصْم جزيئة الماء وتفكيكها إلى عناصرها من الهيدروجين والأوكسجين.

وكان الهيدروجين سرعان ما يتم خلطه بغاز فحم الهواء واصطناع أغذية عضوية كالسكاكر.

وبذلك نكون أمام حدث كيميائي لا سابق له:

لقد نجحت «خيمياء» البكتريا الزرقاء المخضّرة في تلقّف طاقة الشمس واستخراج الهيدروجين من الماء أحد أوفر المصادر على سطح الكوكب.

لقد جاء هذا التبدل الأبرز في استقلاب هذه البكتريا الدقيقة ليحدد مسار تطور الحياة الأرضية برمتها.

بدأت طلائع هذه البكتريا بالانتشار الواسع والإقامة في أي موضع زاخر بالماء وغاز الفحم تحت الأشعة. وهي إلى أيامنا مقيمة دائمة على الصخور وجدران المسابح وحذاء نوافير المياه وستائر الحمامات وعلى سطوح الطين الآسن.

لقد بدأ الكوكب بلبس حلّة زرقاء خضراء جميلة تزهو بها أطراف الأنهار وحواف برك الماء. ولكن هذا النمو الكاسح نتج عنه طرح فضلات بكميات هائلة، لأن هذه البكتريا باستهلاكها للماء تنتج الأوكسجين وهو سمّ قاتل للحياة حينها لأنه يتحد بالمادة العضوية ويخربها.

إن الأوكسجين يجذب إليه بلغة الكيمياء الالكترونات فينتج ما يسمى بالجذور الحرة (أو المتطرفين الأحرار بحسب بعض المراجع)، وهي كيميائياً شديدة الفعالية وحياتها قصيرة جداً، تهدم المركبات الكربونية الهيدروجينية الكبريتية والآزوتية التي تشكل قاعدة الحياة.

كما يتحد الأوكسجين بالأنزيمات والبروتينات والأحماض النووية والفيتامينات والليبيدات وسائر المواد الحيوية للتكاثر الخلوي.

ويتفاعل الأوكسجين كذلك وبسرعة مع الغازات الجوية بما فيها الهيدروجين والنشادر وأكسيد الفحم وكبريت الهيدروجين.

وبكلمة واحدة فإن الأوكسجين «يحرق» .

أي أنه «يؤكسد» بلغة الكيميائيين فيحوّل جذرياً المعادن الموجودة في التربة كالحديد والكبريت والأورانيوم والمنغنيز إلى أكاسيد منها.

لقد كان إنتاج الأوكسجين في البداية اختيارياً بلا شك. وجاء اكتشاف بكتريا جديدة باسم جميل **Oscillatoria Limnetica** قرب المياه الساخنة في صحراء النقب بفلسطين عام ١٩٧٥ ليؤكد ذلك.

تتصرف هذه البكتريا على المستوى الفيزيولوجي كالحرباء!.

فهي تقوم تارة بالإنشاء الضيائي باستعمال كبريت الهيدروجين في حال توافره، وتارة أخرى باستعمال الماء للغرض نفسه وهو الحصول على الهيدروجين، وطرح الكبريت في الحالة الأولى والأوكسجين في الثانية.

تنمو البكتريا عادة على هيئة طبقات خلوية عديدة بما يشبه خلايا الأنسجة الأكثر تعقيداً وتمايزاً عند الإنسان.

وخلال عشرات ملايين السنين من طرح الأوكسجين تراكم هذا الغاز في أجواء الأرض وقضى على العديد من البكتريا «اللاهوائية» في الوقت الذي بدأت أعداد منها باكتساب آليات للتكيف.

وبدأت البكتريا الزرقاء المخضّرة العمل بدوام جزئي ريثما تتأقلم مع الوضع الجديد وبدأت معها آلاف الأجناس الهوائية تأخذ مكانها بقرب الصخور ومنابع المياه الساخنة أو على زبد سطوح الماء المتحرك.

ولكن منذ ملياري سنة بدأت المواد القابلة للتفاعل مع الأوكسجين بالنفاد وبدأ معها الأوكسجين بالتراكم في الأجواء وإعلان كارثة على مستوى الكوكب.

يشعر الإنسان المعاصر بقلق متزايد بسبب استهلاك الوقود المستحاثي (بترول، غاز، فحم حجري) المتعاظم الأمر الذي فاقم من نسبة غاز الفحم في

الأجواء ورفعها من ٠,٠٣٢ إلى نسبة ٠,٠٣٣%، وهو ما أدى إلى ما نسميه احترار الكوكب. ويرى الباحثون أنه ينذر بذوبان الجليد القطبي ويرفع من مستوى البحار ويغرق الشواطىء المأهولة ويتسبب بخسائر فادحة في الأرواح والممتلكات.

وإن التلوث الصناعي المعاصر بغاز الفحم لا يمثل شيئاً يذكر قياساً بما حدث من تلوث طبيعي بغاز الأوكسجين منذ ملياري سنة حيث ارتفعت نسبته من ٠,٠٠٠١ إلى ٢١%! لقد كان انقلاباً شاملاً وأزمة بيئية عارمة لا سابق لها فانقرضت على الفور أجناس عديدة جداً من البكتريا تسمّماً واختناقاً كما حدث للأحياء الدقيقة اللاهوائية. ولم تكن في حياة البكتريا أية دفاعات جاهزة تجاه هذه الطّامة سوى بعض الوسائل مثل الإنتساخ ونقل الجينات والتطفّر. الأمر الذي سمح للبكتريا بإعادة تنظيم عالمها واستنباط مناحٍ إنقاذية في المحنة.

وكان أن ظهرت البكتريا المقاومة من بيئة الظلم والاستضعاف وتكاثرت فعاليات جمهراتها لتأخذ حيّز أعداد من سلالاتها أصابها الضعف والهوان أمام الأوكسجين الحارق الخانق..

وبدأت الضعاف الفزعة منها «تدفن برأسها» في طبقات الطين لتبقى وهي كذلك حتى أيامنا وتسمى البكتريا اللاهوائية.. تعيش وتتنفس في الخفاء بلا ضياء. لقد كانت تلك المحرقة الحقيقية تضاهي ما يخشاه إنسان العصر من محرقة ذرية.. ولكنها قد حركت بالمقابل ثورات أحيائية رائعة في تاريخ كوكبنا الجميل.

فما إن بدأ التلاقي مع الأوكسجين «السام» حتى انطلقت الآلة البكتيرية باستنساخ ونقل جينات جديدة تعمل بموجب تعليمات للنجاة من هذه الورطة: لقد باشرت البكتريا الخضراء بتنفيذ برنامج استقلاب «يتطلب» المادة القاتلة نفسها أي الأوكسجين! وذلك بانتهاج التنفس الهوائي.

وبذلك تكون البكتريا – باستنشاقها الأوكسجين لأول مرة – قد برهنت على أن في برنامجها ما يلزم من الحنكة (في الحالات الطارئة) تفوق دهاء إنسان العصر المسكون بالحديث عن إنجازاته وإعجابه بنفسه.

والأمر في كل بساطة يتمثل باستخدام ذلك الأوكسجين في تكسير الجزيئات العضوية (غير المرغوب فيها) وطرح غاز الفحم والماء وتحرير كمية كبيرة من الطاقة. وفي حين كان التخمّر (في أوساط خالية من الأوكسجين يُنتج جزيئتين من وحدات الطاقة **ATP** إثر تفكيك جزيئة سكر واحدة فإن التنفّس (في أوساط يسودها الأوكسجين) ينتج حتى ٣٤ جزيئة من وحدات الطاقة لجزيئة السكر الواحدة**!**.

وبذلك يكون العالم الصغري قد نفَّذ أول مشروع لتوليد الطاقة يعمل بغاز (الأوكسجين) كان يتهدد وجوده فعلياً. وياله من برنامج**!**

ومن البكتريا الناجية الخضراء ما يتنفس في العتمة حصراً لأن السلاسل العضوية الناقلة للالكترونات تستعمل نفس خطوط إنتاج الجزيئات العاملة على التنفس نهاراً أي ما يعرف بالإنشاء الضيائي. أي أنها أصبحت مزودة بإمكانيتين: الإنشاء الضيائي المحرر للأوكسجين (نهاراً) والتنفس المستهلك للأوكسجين (ليلاً).

وبهذه الآلية غير المسبوقة تكون البكتريا الخضراء قد وجدت مكاناً لها تحت نور الشمس. وهي لا تحتاج منذ ذلك الحين – بعد ضياء النهار – سوى لبعض الأملاح المتواجدة في مياه الله وبعض غاز الفحم مما حولها لتستخرج كل ما يلزم لحياتها.

فإذا كانت درجة التقدم على مستوى التطور تُقاس بالقدرة على الإنشاء الحيوي (أو الأحيائي) فإن الإنسانية تجد مكانها بعيداً جداً وراء البكتريا التي لا ترى بعين الإنسان نفسه.

إن الاحتياجات الغذائية المعقدة للإنسان تجعله على الدوام معتمداً على سواه من نباتات وحيوانات وجراثيم كذلك تمدّه بما لا يستطيع إنتاجه داخل عضويته. إن الإنسان بالمعنى الفعلي للكلمة طفيلي على العالم الصغري. لقد انتشرت البكتريا الخضراء في مختلف الأوساط، من مياه البحر المتجمدة إلى منابع المياه الحارة.

وبدأت بالعمل خطوط إنتاج جديدة لتوفير أغذية جديدة باستهلاك البكتريا للنشاء والسكر وعنصري الفحم والآزوت المستخرجين من المتعضيات الهالكة.

وكان «التلوث» بالأوكسجين قد ساق بكتريا أخرى لتحَذو حَذْوَ سابقاتها في اكتساب المقدرة على إدخال الأوكسجين في ماكينة حياتها مما أدى إلى ظهور أجناس جديدة أوفر تقنية أي أوفر حظاً.

وكان في النهاية ثبات نسبة الأوكسجين في الأجواء حول ٢١% نتاج تفاهم ضمني ما بين كافة المخلوقات الحية وما زال العقد ساري المفعول إلى عصرنا.

إن النسبة الحالية المرتفعة قليلاً من الأوكسجين تعطي الانطباع بوجود وعي كامن للحفاظ على التوازن ما بين الخطر المتربّص أو اغتنام الفرصة للتغيّر.

حتى الغابات الرطبة طبيعياً تصبح قابلة للاشتعال آنياً جراء انحسار مياه الأمطار عنها. ولو ارتفعت نسبة الأوكسجين في أجواء الأرض بضعة أجزاء مئوية لاشتعلت كذلك الكائنات الحية. وإذا ما نقصت هذه النسبة قليلاً لتعرضت المتعضيات الهوائية للاختناق تدريجياً ولا مفر من ذلك.

ومن حسن حظنا أن البيئة الأحيائية تحافظ على عهدها حتى الآن والتفاهم ما بين عناصرها باق على حاله منذ مئات الملايين من السنين.

وما زال السّر في ذلك كاملاً ومهيباً.

ويمكن سرد تاريخ الحياة منذ ذلك الحين افتراضياً وفق طريقتين:

إما أن الحياة قد توقفت فعلاً عن مراكمة الأوكسجين وبذلك تكون قد أظهرت حسّاً رفيعاً جداً والتزاماً بأنظمة هندسة بنائية أحيائية مضادة للتلوث، أو أنَّ نظْم التحكم على سطح الكوكب من قبل كائنات لا تتمتع بحراك دماغي تضع على المحكّ ما يُزعم عن فرادة الإنسان في وعيه.

إن الجراثيم لم تكن – على الأرجح – مُصمِّمةٌ ومنفِّذة في آن واحد ولم يكن بوسعها تلقائياً القضاء على أزمة بيئية بهذا الاتساع وهذا العمق.

ولكنها نجحت حيث لم تنجح أي من المؤسسات الحكومية وأي من الإدارات البيروقراطية في عصر الحداثة..

لقد كانت البكتريا وهي تنمو وتطفر وتتبادل الجينات فيما بينها على وقع تحرير الأوكسجين تارة وامتصاصه تارة أخرى إنما تعمل بالتعاضد على ضبط توازن الأوكسجين على مستوى الكوكب بكامل مخلوقاته.

وقد تبدو نسبة الأوكسجين في الأجواء الحالية ٢١% ضعيفة للوهلة الأولى ولكنها بحسب قوانين الكيمياء كان لا بد من أن تكون أضعف لأن الأوكسجين كان لا بد أن يتفاعل مع مواد أخرى لتشكيل مركبات ثابتة مثل غاز الفحم والنترات. إن المستوى الحالي لتردّد الأوكسجين هو للبيئة الأحيائية المعاصرة ما لأهمية الإمداد الكهربائي في حياة الفرد.

بالإمكان مثلاً الاستغناء عن الكهرباء لحين ولكن إمكانيات بل نشاطات الإنسان تتقلص بالمقابل. والمقارنة وجيهة جداً لأن من الأساسيات في الكيمياء أن نعبر عن الطاقة المؤكسدة لوسط ما بتعابير كمون الأكسدة والإرجاع وهي تُقاس كهربائياً ويعبر عنها بوحدات كهربائية (الفولطات) تعبر عن فرق الكمون ما بين الأكسدة بالمعنى المباشر أي وجود الأوكسجين والإرجاع بالمعنى المباشر أيضاً أي سحب كمية من الأوكسجين. وهو مبدأ حياتي بارز جداً(*).

وأيضاً ممارسة اقتصادية بامتياز في أمور توافر السيولة من عدمها حيث الضخّ أو السحب وفقاً للضرورة..

ما إن أصبحت كمية أو نسبة الأوكسجين في الأجواء مواتية حتى تكوَّن حول الأرض «درع» من غشاء الأوزون فوق الهواء المحيط. والأوزون طبقة رقيقة جداً من جزيئات تتألف من ثلاثة ذرات من الأوكسجين (O_3) عوضاً عن ذرتين في الحالة المألوفة. وبها أُختتُم سجلّ اصطناع المركبات العضوية بتفاعلات غير أحيائية لتبدأ الحياة الأرضية محميّةٌ بشاشةٍ واقيةٍ صادةٍ للأشعة الشمسية فوق البنفسجية عالية الطاقة.

(*) James Lovelock

"La Terre est un être vivant"

Paris , Le Rocher , P. 90 , 1986

لقد شكل إنتاج الغذاء والأوكسجين تحت نور الشمس من قبل البكتريا أساس الحلقة الغذائية الكوكبية القائمة حتى الساعة.

فالحيوانات لم تكن لتنمو بلا غذاء يُنتج بالإنشاء الضيائي وبلا أوكسجين الهواء. وكان من نتاج ذلك كله – وهو الأهم – بزوغ فجر وحدة حية جديدة وهي الخلية المزودة بنواتها. وهي اليوم أساس بنية النباتات والحيوانات (والإنسان طبعاً) ووحيدات الخلية والفطريات.

تحتوي السيتوبلاسما المحيطة بالنواة على بنيات خاصة جداً تسمى المُتقدرّات (الميتوكوندريا) سوف نتعرض لدورها المميّز في الفصل اللاحق.

وإنه من خلال «إنجازات» الحياة البدئية الكوكبية لا نستغرب ضخامة ذلك الدليل أو المرجع الكيميائي الأحيائي في البكتريا والذي استغرق إعداده حوالي ملياري سنة.

لقد استنفدت مرحلة البكتريا ضعفي الزمن الذي قضته الأحياء كافة في تطورها. ولو كان لحطّاب مثلاً أن يطيح بشجرة معمرة خلال ثماني ساعات بفأسه، لتطلب الأمر منه بعدها قرابة نصف المدة لشحذ فأسه للشجرة التالية.. ولعلّ الإنسان الشاهر فأسه يدرك ماذا ينتظره.

تُعتبر في علم النفس المراحل الأولى للطفولة مصيرية لتطور شخصية البالغ. والإنسانية بنظرنا ما زالت في ريعان شبابها.

لقد حوّل عصر البكتريا كوكب الأرض الذي كان أشبه بالقمر في تضاريسه إلى كوكب أخضر خصبٍ كُتب للإنسان موطناً تسوده الطاقة. وتحرر الكوكب «ظاهرياً» ونسبياً من هيمنة الزمن المطلق لينخرط في برنامج تكوّني خلاق في غاية الروعة.

وأشد ما يُخشى هو أن يبلغ الإنسان أَشُدّه ولا يكون الرُّشْد في برنامجه.

الفصل السابع
خلايا جديدة

منذ ٢,٢ مليار سنة بحسب تقديرات علماء المستحاثات ظهر نمط خلوي جديد في جو من الأوكسجين لم تتجاوز نسبته بعد بضعة وحدات بالمئة، ايذان عهد حقيقيات النواة بالإضافة إلى تواجد بنية خلوية خارج النواة تتطلّب الأوكسجين وتُعرف باسم المتيوكوندريا أي المتقدرّات. لقد كان انتقال الخلايا بدائيات النواة إلى الخلايا حقيقيات النواة حدثاً سريعاً وفريداً كالانتقال في عالم الطيران من الطائرة الشراعية إلى الطائرة النفّاثة فوق الصوتية خلال بضعة أيام!

كان الانتقال البيولوجي من البكتريا إلى الخلايا حقيقيات النواة مباغتاً بحيث لا يمكن تفسيره بحدوث تبدلات مرحلية على أزمنة متباعدة.

ولم تكن الخلايا الجديدة أكثر تطوراً فحسب وإنما كانت أكبر وأكثر تعقيداً، حيث تحيط الأغشية بنواتها بالإضافة إلى جزيئات ذاتية التكاثر أنيقة المظهر تتعامل مع الأوكسجين بشكل خاص وتقيم في السيتوبلاسما: إنها الميتوكوندريا.

ولا شك أن أولى الخلايا حقيقيات النواة كانت تحتوي على الصبغيات في أنويتها. والخلايا الجديدة هذه تحتوي على ٦٠% من البروتينات، وتكاد تحتوي من الـ **DNA** ما يفوق ما هي عليه في البكتريا بألف مرة!

وظيفة هذه الكميات الوافرة من الـ **DNA** في النواة لا زالت أحجية يصعب التهكن بشأنها.

ما نعرفه هو أن جزء من هذا الـ **DNA** يعتبر مفيداً جداً للتنسّخ أي إنتاج المثيل. ولكن القسم الأكبر يعتبر عائماً أو فائضاً وبلغة علماء العصر صامتاً.

وهو مؤلف من نُسخ لجينات تتردد في الخيوط الصبغية كما لو كانت هذه النسخ الجاهزة تشكل رصيداً ادّخارياً من المعطيات الوراثية غير المشفرة بعد والتي يمكن لأجيال في المستقبل غير المنظور أن تستثمرها، كمن يفتح حساب توفير في مصرف لوقت الحاجة.

ويبدو أن هذه الخلايا الجديدة ما هي سوى تجمعات ضمن ولايات بكتيرية متحدة، تمارس التعاون والمركزية. وهي توحي في عملها بتشكيل حكومة خلوية تضرب في الحداثة.

ولو أمكن تفريد خيوط الـ **DNA** في جميع خلايا جسم إنسان واحد مهما كان عمره (وهي خيوط مثنيّة ومضغوطة في النواة في الحالة الطبيعية) لاختطّينا مليون درب للعاشقين ما بين كوكبنا الجميل والقمر الحالم(*)..

ولربحنا تذكرة لعشر رحلات (ذهاباً وإياباً؟) ما بين كوكب الأرض وأمه الشمس. وهي مسافة بطول حبلنا السري الإلهي.

لقد نشأت الخلايا الجديدة وفق آلية تختلف جذرياً عما يحدث أثناء التطفر أو انتقال الجينات. والأبحاث الجارية في العقد الأخير جاءت بما يقنع بحصول التعايش من خلال دخول بدائيات النواة بعضها ببعض لتتطور جماعياً مترابطة متكافلة. وبذلك تكون الحياة قد تقدمت خطوة إضافية مخلفّة وراءها مرحلة تبادل

(*) إن متراً من الـ **DNA** لكل خيط صبغي مضروب بـ ٤٦ خيط صبغي في الخلية الجسمية الواحدة يساوي ٤٦ متراً من الـ **DNA** في الخلية الواحدة ومضروبة بمئة مليار خلية في جسم الإنسان نحصل على ٤٦٠ مليون مليار متر من الـ **DNA** في جسم الكائن الإنساني الواحد.

يبعد القمر عن الأرض بمقدار ٤٠٠ مليون متراً (أو ٤٠٠٠٠٠ كم).

والبقية من الحساب عليكم.

الجينات الظرفية ما بين الخلايا إلى مرحلة التآزرية التعايشية الإلزامية في الخلايا المتضايفة نفسها.

كان البيولوجيون قد شاهدوا بواسطة المجهر عام ١٨٨٠ حبيبات شبيهة بالبكتريا في الخلايا النباتية والحيوانية وخالوا أنها بكتريا.

وفي عام ١٨٩٣ تقدم أحدهم بفكرة مفادها أن عناصر الإنشاء الضيائي في خلايا النباتات إنما ترجع إلى البكتريا الخضراء (أو السراخس كما كانت تدعى آنذاك).

وما إن حل الربع الأول من القرن الفائت حتى توصل الباحثان الأمريكي والين والروسي مرسكوفسكي وبصورة مستقلة إلى النتيجة نفسها.

وبعد سبعين سنة أيّدهم الكثيرون من الجيل المعاصر.

لقد اكتشف البيولوجي هانس ريس عام ١٩٦٢ في الخلية بنيات تشبه إلى حد كبير الـ **DNA** في مولدات اليخضور. وكان ذلك برهاناً كيميائياً بنيوياً وسلالياً جينياً على أن أقسام من خلايا حقيقيات النواة تعود إلى البكتريا في أصولها وأنها حقيقة ملموسة وليست من قبيل الافتراض.

لا يوجد أحد من جنسنا البشري استطاع العيش ما يكفي من العمر ليكون شاهداً على ولادة جنس جديد في الطبيعة.

ولكن الأمر قد حدث بالفعل في مختبر أحدهم.

لاحظ الباحث كوانغ من جامعة تينسّي(*) من خلال عمله في تربية أنواع من الأميبا (وحيدات خلية في المياه العذبة والمالحة تنتقل بالتمّوج بأرجل كاذبة) إصابتها بعدوى خطيرة وتحولت على إثر ذلك إلى هيئات دائرية حبيبية وامتنعت عن التغذي ولم تعد تقوى على الحركة والانقسام. وصارت أعدادها إلى تناقص هلاكاً في الوقت الذي سجّل كوانغ نجاة البعض منها وتمكنها من النمو والانقسام بصعوبة (مرة شهرياً عوضاً عن مرة كل يومين).

(*) Ly nn Margulis.

وعندما تفحص تحت المجهر واحدة هالكة منها لاحظ وجود بقع دقيقة في داخلها. وبالتركيز عليها تبيّن له أن هذه الأحياء المصابة والهالكة كانت تحتوي على حوالي مائة ألف بكتريا عضوية (تلك البقع الدقيقة)، أي أنها كانت قد أصيبت بهذه البكتريا التي كانت سبباً في هلاكها.

إلاّ أن قسماً ضئيلاً من الأميبا كان قد قاوم البكتريا فكانت له النجاة والحياة. لاحظ كوانغ أيضاً أن الأميبا الناجية كانت مُبَكْترةً أي أنها تحتوي على البكتريا بداخلها ولم تمرض إلاّ أنها لم تكن بكامل لياقتها ونشاطها، بل كانت شديدة التأثر بالحرارة والبرد والجوع. وكانت المضادات الحيوية القاتلة للبكتريا تقتلها بسهولة في حين لم يكن لتلك المضادات من أثر على الأميبا غير المبكترة أي غير الحاوية على البكتريا في داخلها.

هذا يعني أن شيئاً ما قد حدث وأن البكتريا والأميبا كانتا في الطريق إلى تشكيل وحدة أحيائية.

تابع كوانغ أبحاثه بشغف كبير ولكن اهتمامه انصبّ هذه المرة على رعاية الأميبا المصابة حتى استرداد عافيتها، ثم بدأ بانتقاء المقاوم منها.

واستنتج أن الأميبا المتعافية عادت لتنقسم طبيعياً بوتيرة مرة كل يومين على الرغم من وجود البكتريا في داخلها..

امتدت تجارب كوانغ لسنين بعد ذلك سجّل أثناءها شفاء الأميبا بالرعاية على الرغم من احتفاظها جميعاً بالبكتريا (قُدرّت بـ ٤٠٠٠٠ بكتريا في الأميبا الواحدة).

ولكنّ كوانغ لاحظ في نفس الوقت وبذهول أن البكتريا قد خففّت من حدّة تعرضها للأميبا: لقد أمِنت العيش في كنفها.

وهكذا تحول الصدام الأولي العنيف بينهما إلى تعايش ضمن حدود أميبية مُبكْتَرة، وهي حال الإنسان المعاصر تماماً وعلى سطوح جلده ومخاطياته وبطانات جهازه الهضمي تعيش الملايين من البكتريا المتعايشة.

واليوم وبعد ما يزيد على ثلاثة عقود من ملاحظة كوانغ الأخيرة ما زالت الأميبيا المتعايشة مع البكتريا تتمتع بالصحة والعافية.

ولكنْ للقصة بقية...

تابع كوانغ أبحاثه الرائعة في الموضوع نفسه واستخلص نواة إحدى الأميبيا المصابة ونواة من أميبيا غير مصابة (وغير متعايشة بعد)، وبادلهما، أي أدخل النواة «المصابة» في الأميبيا السليمة والنواة «غير المصابة» في الأميبيا المصابة.

وكان الاستنتاج التالي:

الأميبيا المصابة استمرت في حياتها بنواتها الجديدة (من الخلية السليمة).

أما الأميبيا السليمة والتي تعيش بنواة من مصدر مصاب فقد قاومت طيلة ٤ أيام ثم هلكت. أي أن النواة أصبحت غير قادرة على المساكنة مع خلية سليمة!

هل هذا يعني أن الخلية السليمة لم تعد تقوى على الحياة دون نزيلها القاتل سابقاً؟ لكي يتحقق كوانغ المثابر من الأمر بدأ بتحضير طاقم آخر من الأميبا ورتّب بنفس الوقت خطة لإنقاذها.

فقبل يوم أو يومين من موت الأميبا السليمة بنواتها من مصدر مصاب (والمُتمنّعة عن المساكنة) حقنها كوانغ بعدد من البكتريا. فبدأت هذه الأخيرة على الفور بالتكاثر حتى بلغت حوالي ٤٠٠٠٠ بكتريا في الأميبا الواحدة، وكان أن استعادت عافيتها بولوج نزيلها الجديد!

إن ما حدث هو أن بروتوكولاً تعايشياً كان قد أبرم ما بين الضيف والمضيف، أي ما بين البكتريا والأميبيا.

ولقد اتضح تماماً أن البكتريا كانت بمثابة البلسم للأميبيا العليلة.. بعدما كانت تهدد كيانها وحياتها. وفي الإنسان نفسه ما يشهد عليه طب العصر.

لقد كان بالإمكان قتل أميبا كوانغ بالبنسيللين الذي يلتصق بجدران الخلايا البكتيرية(*) ويقضي عليها وعلى مضيفها. وهكذا يبدو الحلف ما بين البكتريا والأميبيا من القوة بحيث هلاك الواحد منهما يدق ناقوس الخطر للأثنين معاً.. وحدة مصيرية.

إن التعايش يؤدي إذن إلى ظهور أجناس أو سلالات جديدة (كالأميبيا المبكترة) والتي لم تكن بفعل تراكمات من الطفرات على فترات طويلة.

والتجارب على الأميبيا تبرز الخطأ الفادح الذي دفع ويدفع إلى الاعتقاد بأن التطور ينحو دائماً باتجاه خير الفرد وليس خير الفرد ضمن الجماعة للجماعة. ويحضرني على الفور التساؤل التالي:

ماذا كان الفرد في تجربة كوانغ؟

هل هي الأميبا والبكتريا في ضيافتها؟ أم البكتريا التي تعيش في كنف الأميبا؟ هل هو المضيف الكريم أم الضيف المهادن؟.

ثم من هو الفرد الواحد في عضويتي أنا هذه اللحظة؟ هل هو الإنسان الذي أكون مع البكتريا التي تساعد على تمثّل أغذيتي في أمعائي؟

أم هذه البكتريا التي ترافقني حتى مماتي ولا حول لها بدوني ولا قوة لي بدونها؟ إن مفهوم الفرد كما مفهوم التطور تجريدي حقاً.

أي أنه ليس بمفهوم واقعي عندما يتعلق الأمر بعالم الأحياء.

والطبيعة عندما تنحو للتطور لا تأخذ في الحسبان مصالح الأفراد بل الجماعات . إن الطبيعة لا تكرس المفاهيم الضيّقة.

(*) M. KARAJOLI and al .

" Cell Walls of nocardia and related Actinomycetes "

International Journal of Systematic Bacteriology .

Vol. 22 N' 4 P. 251-259 .

Copright 1972 International Association of Microbiological Societies – U.S.A.

والفكرة الشائعة حول التطور الحاصل بحد السيف وغرز الناب والدم المسفوح وحيث البقاء للأشرس مغلوطة من أساسها.

عندما أتى الفيلسوف **Spencer** (١٨٢٠ – ١٩٠٣) بمقولة «البقاء للأكثر قوة» تلقفّها صناعيّو عصره في تبرير تعسفهم في تشغيل صغار السن بأجور مجحفة وفرض شروط مهينة وكان فهم السادة للعبارة السابقة على هوى جشعهم.

بمعنى أن النصر في الحياة هو من نصيب الأكثر قساوة . وهذا يعني ضمنياً أن الاستغلال كان (وما زال طبعاً) مقبولاً أخلاقياً لأنه كان يّعتبر من أسس الطبيعة نفسها!

ثم تناول داروين بدوره هذه المقولة وصاغها بمفهوم السلالة.. والبقية نعرفها.

إن التكيف بمفهوم التطور هو مرادف للاستمرارية في البقاء. والتطور لا يمكن أن يعني إلحاق الهلاك بقسم لديمومة حياة قسم آخر.

والتاريخ الطبيعي حافل بمجتمعات من المتعضيات كانت تتصف بالصلابة ولكنها كانت معروفة بضعف الحيلة وغلو الأنا وهي اليوم غابرة في طي النسيان الأبدي. إذا كان التعايش قد انتشر بهذه السرعة في تاريخ عالم الأحياء وجب علينا بالضرورة إعادة النظر في تفكيرنا حول مفهوم الحياة منذ البداية. إن الحياة على كوكب كامل كالأرض ليست بلعبة يربح فيها من يربح ويخسر من يخسر وهي أقرب إلى مفهوم اللياقة أي أنك يمكن أن تربحني في جولة شطرنج ولكنك لا تحذفني رياضياً لأنني ربما أربحك في جولة أو جولات قادمة.

وهي شبيهة أيضاً بلعب الأطفال بالشرطي والحرامي حيث يضبط البعض البعض الآخر مرة تلو مرة وليس فيهم من شرطي ولا حرامي..

إن استراتيجية «بلا ضغينة» تعني عدم الاذعان لرفض التعاون بحجة تلقين درس للآخر.

إن لعبة التبادلية تهدف إلى نسخ سلوكية الفرد وفق سلوكية الآخر: أي التعاون أو عدم التعاون على الأقل مرة لو أن الآخر فعل الأمر نفسه.

أما برمجيات الأنا السائدة والنرجسية فهي وراء كل النتائج الوخيمة في عصر إنسان «القمة».

لقد انتصرت أضعف المخلوقات (الخلايا بدائيات النواة) على محرقة الأوكسجين بحنكة وإرادة في الحياة المشتركة بعدما ضحّت بأكباش من البكتريا اللاهوائية. وليس في الأمر غرابة أن يحس المرء أحياناً أنه من ألف قطعة وقطعة وأنه لا يعرف أين يضع رأسه أو أنه خارج نفسه تماماً..

فعضوية الإنسان هي في معناها المجازيّ مدينة نميزها باسمها وحدودها وحاراتها وسلوكية ساكنيها.

ولكنْ لو تفحصنا الأمر أكثر لوجدنا في المدينة مهاجرين قدموا إلينا من زمن بعيد ومن أصقاع متفرقة وأنهم يعيشون في أحياء ربما تجمعهم.

إن عضوية الفرد هي كالمدينة. إنها ليست هيئة بنائية بحدودها بقدر ما هي أحيائية بساكنيها.

عندما تعيش متعضية دقيقة كالبكتريا داخل عضوية أكبر كالأميبيا أو أنها تعيش مثلاً في أمعائي أو أنها تركن في الغابة فهي في الحقيقة عوالم مختلفة لكل منها حقيقته.

فالخلايا الإنسانية هي كالأميبيا بحاجة إلى تغلغل البكتريا فيها لكي تتنفس الأوكسجين وتحيا:

لقد خلّف رواد الحياة بصماتهم في خلايانا.

في كل خلية جسمية إنسانية قصة كتاب للحياة، قصة طويلة جداً قد تستغرق قراءتها خمسة عقود كاملة من الزمن بلا توقف.

وهي في الحقيقة في حيّز لا تتجاوز أبعاده بضعة ميكرونات أي بضعة أجزاء من المليون من المتر..

وهي حتماً في حيّز لا تراه عيناك هذه اللحظة.

الفصل الثامن

معاً نحيا

لقد مثّل بعضهم الخلية بدائية النواة لبساطتها بقطيرة خاملة من مادة كيميائية أو أنها غشاء يحيط بسيتوبلاسما حاضنة لمئات من الريباسات (**Ribosomes**)، وعلى مقربة من المركز يتحرك مقطع من الـ **DNA** بلا غشاء يحدّه وهو مؤلف من حوالي ٤٠٠٠ جينة (مورثة).

وبالمقابل فإن الخلية حقيقية النواة تكون أكبر وأعقد وتسكنها الصانعات الخضراء والمتقدّرات بشكل خاص.

أما **DNA** النواة فهو في القسم الأكبر منه ادّخاري غير وظيفي. والكل محاط بغشاء يفصل النواة ومحتواها عن السيتوبلاسما.

أتت أولى الاكتشافات حول مصدر تنظيم الخلية من الميتوكوندريا أي المتقدّرات ، والتي تتميز بصغر حجمها ونمطية انقسامها.

برهن الباحثون ما بين ١٩١٨ – ١٩٢٥ على أن المتقدّرات هي سليلة مباشرة للبكتريا وتقيم في داخل الخلايا الحيوانية والنباتية.

وأنّ هذه الكيانات الغامضة محاطة بغشاء وتقيم عملياً في كل خلايا حقيقيات النواة وتمدّها بالطاقة بوفرة عبر أوكسجين الهواء: هي محطة للطاقة.

وبفضلها يتمتع الأحياء كافة بما فيهم الإنسان بطرائق استقلاب متماثلة. وبينما استقلاب الإنشاء الضيائي عند السراخس والنباتات هو شبيه بما عند البكتريا الخضراء، فإن استقلاب حقيقيات النواة هو واحد بكل تفاصيله الأساسية. في حين

تظهر البكتريا بتنوع استقلابها خلاف ذلك. فهي تدعُ نفسها مثلاً «تتخمّر» لتنتج الميتان «وتأكل» آزوت الهواء مباشرة وتستخرج الطاقة من صفيحات الكبريت وتُرسِّب الحديد والمنغنيز أثناء تنفسها وتحرق الهدروجين باستعمال الأوكسجين لتصطنع الماء. إنها تعيش في المياه الحارة أو المالحة وتدّخر الطاقة بواسطة صباغ أحمر هو الرودوبسين (كصباغ الهيموغلوبين في الدم) والقائمة أطول.. والبكتريا عندما تتواجد على هيئة مجموعات تحصل على غذائها وطاقتها بطرق أخاذة فهي قد تبدأ بأبسط نفاية حيوانية أو نباتية.

ولو لم يكن الأمر كذلك لوجد إنسان العصر نفسه فوق تلال من النفايات السامة. أما الإنسان فهو على العكس لا يستعمل سوى نمط استقلابي واحد لينتج الطاقة وهو نمط التنفس الهوائي ومن اختصاص المتقدّرات (الميتوكوندريا) نفسها.

تنفذُ فضلات تخمر الجزيئات الغذائية كالكحول وحمض اللبن في خلايا حقيقيات النواة إلى المتقدّرات لتبدأ حلقة من التفاعلات التأكسدية عن طريق الأوكسجين وعبر سلاسل نقل الالكترونات كما في البكتريا الهوائية.

تُنتج هذه التفاعلات داخل الميتوكوندريا (المتقدرات وبعضهم يقول المصّورات) الـ **ATP** الضروري لكامل الخلية، وتحرر عملية الأكسدة هذه بدورها فضلات من غاز الفحم والماء. لقد احتفظت المتقدرات بعدة شارات أو معالم لم نجد لها تفسيراً حتى الآن وتشهد على أنها متعضيات كانت ذات يوم غابر حرة مستقلة.

وهي على الرغم من كونها خارج نواة الخلية تتمتع بجهاز وراثي خاص بها شأن السواد الأعظم من البكتريا وتتكاثر بطريقة الانقسام .

كما بيّنت الدراسات أن الميتوكوندريا تمارس تناقل الجينات اللانظامية التي تميز جنْسانية البكتريا.

إن هذه القرائن الدالة جميعها توحي بشدة إلى أن الميتوكوندريا كانت في القديم بكتريا اتجهت لظروف قاهرة للحياة بالتعايش داخل خلايا أخرى أكبر منها.

بما يشبه تعايش بعض الدول كونفدرالياً أي في إطار اتحاد تحتفظ الدول فيه بسيادتها على كياناتها في حين تظفر عبر التعاضد بالحماية.

تتعلق المتقدّرات إلى حد كبير بكل عناصر الخلية فهي تتقاسم الجينات المُرمِّزة لإنتاج قسم من البروتينات مع الخلية المضيفة، بما فيها الأنزيمات الضرورية لانتساخ الـ **DNA** والـ **RNA**. وتستعمل الخلية الطاقة التي تستخرجها المتقدرات عبر الأوكسجين في حين تلتقط المتقدرات الأحماض العضوية التي تطرحها الخلية وتعمل على تدويرها.

وبتوقف جميع هذه المبادلات والعمليات نكون أمام هلاك الخلية بكامل طاقمها(*).

لحق بالميتوكوندريا – بعد حوالي مليون سنة بتقدير العلماء – زائر من نمط آخر كان قد دخل الخلية البكتيرية مُلْتَهماً حتى وجد نفسه عصيّاً على الهضم فكُتب له النجاة ليخدم الخلية المضيفة تحت اسم مولّد اليخضور (وكان يُعرف قبلها بالبكتريا الخضراء).

تعتبر مولدات اليخضور هذه في أيامنا من المكونات الرئيسة للخلايا النباتية وتمدّ البيئة الأحيائية بالغذاء والأوكسجين، وتفوق في إسهامها هذا ما تقدمه الثدييات مجتمعة.

فهي تصطنع الغذاء بواسطة الماء وضياء الشمس الأمر الذي تعجز عنه الثدييات بما فيها الإنسان طبعاً.

ولو هلكت جميع الثدييات في لحظة لاستمرت الحشرات والطيور ومتعضيات أخرى باحتواء الميتوكوندريا وإخصاب النبات.

(*) فقدت بعض الخلايا حقيقيات النواة المتعايشة داخل خلايا بكتيرية لا هوائية متقدراتها لعدم لزومها (لأنها مرتبطة بالأوكسجين الهوائي). وإن بنيتها وسلوكيتها التكاثرية تجعل تصنيفها من بين حقيقيات النواة وليس كبكتريا متطورة بدون ميتوكوندريا.

ولكنْ لو اختفت النباتات فجأة ومعها مولّدات اليخضور فإن إنتاج الغذاء على كوكب الأرض سوف يتوقف بشكل مأساوي يؤدي إلى هلاك الثدييات وعلى رأسها الإنسان بالتأكيد.

يحيط بمولدات اليخضور – كما في الميتوكوندريا – غشاء يعزلها عن باقي الخلية. وهي تتكاثر بالانقسام النصفي كذلك كالبكتريا. كما أن الـ **DNA** والـ **RNA** والبروتينات في مولدات اليخضور شبيهة إلى حد مذهل مع العناصر نفسها في البكتريا لا سيما البكتريا الخضراء **Cyanobacter**.

وهكذا بدأت الخلايا حقيقيات النواة بالتنوّع . وبعضها يستطيع اليوم تصنيع الـ **ATP** وفق طريقتين : التنفس والإنشاء أو الاصطناع الضيائي.

أما الخلايا التي استطاعت «تعلّم» السباحة فهي التي بلغت مناطق اليابسة أكثر فأكثر بعداً، وبدأت كذلك بمواءمة استقلابها مع البيئات من حولها..

وانتشرت في مناطق الكوكب الرطبة وفي المحيطات تحت مسميّات عدة كالسراخس والعوالق (بلانكتون)..

وتابعت بالطبع مسيرتها وبرنامجها في الماء لتخرج منه إلى اليابسة وتتحول إلى نباتات العالم الصغري الأولية التي بدأت تعطي للأرض رونقاً وجمالاً.

الفصل التاسع

تعايش الخلايا في الدماغ

عندما تُمكّن الاندماجات ما بين البكتريا وخلايا مضيفة من استعمال الأوكسجين وضياء الشمس، فهي بلا شك تنقل إليها أيضاً لياقة تحركها.. وهكذا عندما ترتبط البكتريا السريعة بخلايا جديدة أكبر منها ولكنها جاثمة فإنها تزودها بميّزة الحركة. عندها يبدأ نمط جديد من الحياة يساعد مثلاً على الانفلات من خطر محدق أو البحث عن غذاء في أمكنة أكثر وفرة أو التلطّي في مكان آمن. فلو تأمّلتَ خلية بنواة تحت المجهر لذُهلتَ من تحركاتها الداخلية. فهي على النقيض من خلية بكتيرية تحت المجهر نفسه يبدو محتوى هذه الأخيرة عديم الحركة نسبياً. يعجّ داخل الخلية حقيقية النواة بالحركة كالمدينة.

إن السيتوبلاسما في حركة لا تتوقف، وفي بعض الخلايا يلاحظ أن المتقدرات والرياسات وجزيئات أخرى تسلك في حراكها مسارات محددة مسبقاً كما لو أنها تتقيّد بشارات مرورية!

كما أن العديد من الخلايا تتمدّد وتتقلّص بتواتر كأنها تتنفس..

يفترض الباحثون أن قابلية الخلية حقيقية النواة للحراك الداخلي والحركة الخارجية ربما نتجت تاريخياً عن اندماجٍ تعايشي مع البكتريا الملتوية سريعة الحركة. وتظهر الدراسات المعمقة لبعض وحيدات الخلية (الملقبة بذوات الأرجل التموجية) وجود أسواط مرنة دقيقة مجهرية منتظمة على غشائها الخارجي(*).

(*) بما أن تعبير «سوط» ينطبق على السوط البارز من جسم الخلية فإننا نخصّ به البكتريا. في حين تعتبر حركة الخلية حقيقية النواة تموجيّة وكأن لها أرجل خفية كاذبة.

وهي عندما تكون قصيرة وعديدة نسميّها أهداب كما في بطانة الرئتين والرغامى والأبواق السمعية عند الإنسان.

أما عندما تكون طويلة وقليلة فتدعى أسواطاً كما في الخلايا المنوية.

وهي جميعها موجودة على السراخس وفطريات المياه الراكدة وسائر وحيدات الخلية التاريخية.

تتحرك وحيدات الخلية هذه بالتموّج المتتابع.

تعتبر البكتريا الملتوية بحسب العديد من الباحثين في المجال السلف المشترك لأول خلية متحركة في العالم الصغري.

إن مهمة البكتريا الملتوية محصورة في الحركة والتدافع .

قد تبدو هذه الفرضية غريبة ولكنها تفسر العديد من الوقائع في تاريخ العالم الصغري. ولا شك أن الجوع كان وراء تلك الاندفاعات نحو اندماجات جديدة تحيا بالتعايش. لقد كانت وحيدات الخلية غالباً ما تتعرض للُسغاب أي الموت جوعاً بخوار القوى.

وكان كل متعايش بكتيري في «عائلته» الجديدة يحتاج إلى غذاء، والتحالفات الثابتة أي غير المتحركة كانت عرضة لتقلبات البيئة وغبْنها.

ولا شك أن وحيدات الخلية كانت قد مّرت في أزمنة صعبة من القحط والحرمان، فرضت عليها الانتظار والترقب.

إلاّ أن قسماً منها كانت له ردة فعل مغايرة تجاه هذه التهديدات وأخذ «يتعلّم» كيف يحمي نفسه بقشر مقاوم كما تفعل الخلايا المتبوّغة.

وكانت أعداد من البكتريا القادرة على الحراك تَمُوجُ في كل اتجاه بحثاً عما يمكنها التهامه. وبتصادمها مع وحيدات الخلية الثابتة وجدت بجوارها مخرجاً باستثمار فضلاتها ونشأت منذ ذلك الحين بينهما بداية شراكة استنفاعية دائمة.

والبكتريا الملتوية هذه معروفة في بيئة اليوم وتحيا بحرية على الفضلات في لثّة الإنسان أو دم المضيف في بعض الحالات المرضية كالأفرنجي (السِفْلِس) لقد كانت البكتريا الملتوية ووحيدات الخلية المتموّجة قد شكلت فيما بينها نُظماً أنيقة للتعلّق والسباحة معاً في المياه، الأمر الذي ساعد على التغذّي بالدرجة الأولى ومن ثم التكاثر.

وكان لهما في تحالفهما فرصة جديدة للبقاء. حدث ذلك منذ قرابة ملياري سنة وكان تحولاً هائلاً في العالم الصغري شبيه بما حققته الآلة البخارية للحضارة الإنسانية.

لقد أحدثت هذه الخلايا الجديدة بقدرتها على الحركة ثورة في عالم البكتريا وبدأت معها شبكة النقل والاتصال بالتوسع الأمر الذي أدى بالضرورة إلى سريان المعلومة الوراثية أيضاً.

وكما سَرعت الآلة البخارية من وتيرة الإنتاج الصناعي (بما فيها تصنيع آلات بخارية جديدة)، فإن اندماج الخلايا الحقيقية النواة بالبكتريا الملتوية قد أوصل إلى تطور أنواع جديدة من الأحياء بالتعايش ومنها في أيامنا قرابة ثمانية آلاف نوع مستقل.

كيف اكتسبت تلك الخلايا المقدرة على الحركة، وبأية بنية بدأت؟

يعمل الآلاف من الباحثين على الامتدادات الخلوية المجهرية كما في الخلايا العصبية في دماغ الإنسان. وعلى أسواط الخلايا المنوية وأهداب بعض وحيدات الخلية.

وقد لفت انتباههم إتقان الخيوط الصبغية «لرقصةٍ» غامضة أثناء عملية الانقسام الفتيلي، أي مرحلة ما قبل تحول الخلية الأم إلى خليتين بنتين!

وفي هذه الرقصة ربما ملمح تاريخي عن السلف في عهد البكتريا الملتوية.. وإن السرد الزمني لمجريات تطور الخلية الحية يشير إلى الدور الذي لعبته تلك البكتريا الملتوية في مرحلة أولى.

كما لاحظ الباحثون أن خلايا الثدييات لا تحتفظ بتموّجها عندما تنقسم، كما لو أن الخلية قد احتفظت بحراك السلف الأبعد ولكنها لم تستخدمه اليوم مجتمعة في العضوية الواحدة، ولكنها نقلت ذلك الحراك إلى الخيوط الصبغية أثناء انقسامات الخلية. في حين بقيت الخلايا المنوية التي حافظت على سوطها للحركة، عاجزة عن الانقسام الفتيلي!

والمتعضيات الوحيدة التي نجحت في الحفاظ على الحركة وعلى قابلية الانقسام في الخلية الواحدة هي في غالبيتها من وحيدات الخلية.

ولو نزعنا الأسواط عن أمهاتها من الخلايا المنوية لاستمرت في السباحة والحياة لمدة تتراوح ما بين عدة دقائق إلى بضع ساعات!

كما لو أن التاريخ الأحيائي للسوط يعبر للمرة الأخيرة عن نفسه.

تشكل المحاوير والتغصّنات في الخلايا الدماغية مظهراً من تلك الامتدادات الخلوية المجهرية المتمايزة وهي بروتينية التركيب والمنشأ.

هل تمكنت البكتريا الملتوية والمتحركة من التطور في حيّز متعضيات أكبر وفي وقت مبكر لتصبح قاعدة لخلايا في جملة عصبية؟

تتراكم البراهين الدالة على هوية البكتريا الملتوية في الخلايا الدماغية تباعاً حيث أن بروتينات ألفا وبيتا توبولين (في مستوى التغصّنات) هي من البروتينات الأكثر غزارة في الدماغ.

فالخلايا الدماغية – كما هو معروف – عندما تصل إلى مرحلة نضجها تتوقف عن الانقسام والتحرك.

وبالمقابل فإننا نعرف أن خلايا الدماغ عند الثدييات غنية جداً بهذه البروتينات، كما لو أن الوظيفة الوحيدة لخلايا دماغ بالغ تنحصر في إرسال أو تلقي شارات أو أن حركية الأهداب الخلوية البدئية (ضمن بنية الأسواط الخلوية والخيوط الصبغية) قد تحولت مهمتها من حركية ميكانيكية بالأساس إلى حركية تبدلات كيميائية كهربية تفضي بالمعنى التجريدي إلى حركية فكرية.

إن الكلمات في اللغة عندما تكتب أو ينطق بها لا تلعب – كما يبدو – أي دور في الحركية الفكرية فهي كالأهداب أو الأسواط للخلية تصلح للتحرك في المكان ولا تصلح للتحرك في كل زمان.

الفكر وحده هو القادر على التحرك مدة الدنيا كلها.. مدة الزمن الذي نشعر به ولا نعرفه. إن الكيانات العضوية التي تظهر كعناصر في تكوين الفكر إنما هي صور يمكن إعادة إنتاجها ودمجها «إرادياً» ولكننا نعجز عن معرفة ما سيؤول إليه عملها بدقة. فإذا كانت البكتريا الملتوية أسلاف الخلايا الدماغية أو العصبية بنيوياً فإن مفاهيم وشارات الفكر تتأسس على الإمكانات الفيزيائية والكيميائية الكامنة في برنامج الخلايا البدئية أي البكتريا منذ ثلاثة مليارات سنة وفي بيئة أرضية كانت لا هوائية!

وإذا كان حراك أو «نبضان» الخلايا العصبية (كهركيميائياً) يؤدي إلى المعرفة الإنسانية فهو على النقيض تماماً من عمل الحواسيب في أيامنا.

وبما أن الخلايا العصبية الدماغية لا تؤثر إلاّ عبر جاراتها المتماسّة معها وفي بطء وعدم دقة شديدين فإنها في ذلك إنما تعوّض عن عطالتها العضوية بعدد وتوالي عملياتها المتزامنة على التوازي (عدة عمليات في الوقت نفسه) بخلاف عمليات الحواسيب على التسلسل (أي عملية بعد عملية).

إن العمليات الرياضية الأساسية التي تعتمد عليها «أدمغة» الحواسيب من جمع وطرح وضرب وتقسيم ليست نفسها العمليات التي يعتمدها الدماغ البشري.

فكما أن اللغة اليونانية مثلاً أو السنسكريتية هي ظواهر تاريخية وليست ضرورات منطقية مطلقة فإن المنطق والرياضيات هما أيضاً من أشكال التعبير التاريخي الطارىء. وإذا كان الجهاز العصبي المركزي عند الإنسان يتمتع بمنطق اللغة فهو لا شك مختلف بنيوياً عن اللغات التي ترجع إليها تجربتنا الاعتيادية.

فهل اللغة الحقيقية للجهاز العصبي هي من معالم تلك الخلايا البدئية برائحة تراب الأرض وما تحتويه من الـ **DNA** وبروتينات التوبولين ألفا وبيتا وبعض الهورمونات أيضاً؟

أوليس الفكر الفردي نفسه فكر تعايشي في الأصل وبالضرورة؟

كل ابتكارات الإنسان هي في الحقيقة ابتكارات كانت في برنامج العالم الصغري بشكل أو بآخر. ولم لا يكون الفكر كذلك ؟

فإذا كان الضوء «البارد» للبكتريا (أي اللمعان الحيوي) قد سبق الإنارة الكهربائية بملياري سنة، وإذا كان وحيد الخلية قد اندفع عرض البحر الأبيض المتوسط بأدوات كامتداداته المجهرية قبل أن تمسّه قوارب الرومان بزمن سحيق، وإذا كانت الخيول قد درست السهول والبراري، والحيتان جابت البحار، والطيور قد شقّت أمواج الحياة في السماء زمناً طويلاً قبل أن نعرف السيارات والغواصات والطائرات، فهل من المستهجن أن نفكر ونقول أيضاً أن البكتريا المتعايشة كانت قد توصلت بفضل برنامجها إلى تكريس مساراتٍ للمعلومة في البيئة الأحيائية تفوق ما جاءت به ميكانيكا الكمّ أو النظرية النسبّية؟

إن الإنسان بمعنى ما يجد نفسه «فوق» البكتريا على الرغم من كونها في عضويته رغماً عنه وهو مرتبط بها مصيرياً، لأن سلطته الفكرية تمثل على ما يبدو أكثر من مجموع أجزائه الخلوية البكتيرية.

ومع ذلك فهو بمعنى آخر يجد نفسه «تحت» البكتريا.

إن الإنسانية التي لا تشكل سوى جزءاً ضئيلاً جداً في متّسع البيئة الأحيائية لا شك أنها في أجزاء منها تخضع لبرمجةٍ مختلطةٍ خارج حدود فهم الإنسان وتصوره.

فالإنسان القديم لم يكن يملك سوى جسده كوسيلة للتواصل وكان يفعل ذلك مندفعاً، جرْياً، صراخاً أو قرعاً على الطبول، في حين توصل الإنسان الحديث إلى تسريع تواصله بدءاً بالحصان البخاري إلى السيارات وأمواج الأثير والكهرباء والطيران الهوائي وصولاً إلى السواتل التي توصل رسائله بسرعة الضوء تقريباً.

فبقدر ما تعمل التكنولوجيا على رفع قامة الإنسان وهامته يتراجع جسده ويتقاعس عن القيام بإيصال أو تلقي المعلومة. وهو بذلك يحدّ من انتشار حضارته الأحيائية.

قديماً كان على الإنسان مغادرة المنزل لنقل خبر أو رسالة. وهو اليوم باستطاعته استعمال الهاتف الثابت والجوال وبنفس الوقت يعمل على تحضير قهوته في المطبخ أو مشاهدة تلفازه. أي أنه يفعل ذلك كله وهو في مكانه.

قديماً كان العاملون على الخرائط يجوبون الأراضي طولاً وعرضاً، مسحاً وقياساً ومشياً على الأقدام ساعات طوال. وهم اليوم باستطاعتهم إنجاز ذلك جالسين وراء أجهزة ترصد عنهم اليابسة وتمدهم بصور عن الأقمار الصناعية ويكفي لذلك تحريك الأصابع فوق لامساتٍ للتحكم.

وقديماً أيضاً كان على البكتريا الملتوية المجهرية أن «تتعلّم» السباحة عنوةً للبقاء. واليوم وبعد ملايين السنين تَقَوْلبتْ في عضو واحد ندعوه دماغاً، تعمل فيه بروتيناتها ووحداتها الصبغية على توجيه مُلْغَمٍ من العمليات المعقدة في حّيز مجمّع خلوي متمايز هو الكائن الإنسان.

لقد انتقل الإنسان هو نفسه ليعيش ضمن جماعات ملأت مدناً تتواصل فيما بينها بشبكة عنكبوت كهربائية مغناطيسية.

وإن في تلك الإمتدادات البروتينية في دماغ الإنسان الشاهد على ماضيه والوصيّ على مستقبله وهي في الحاضر وراء ما هو وعيه.

الفصل العاشر
أُحجيـة الجنْسـانيـة

عندما تثْبري الخلية المنوية سباحةً لملاقاة البويضة فإن ذيل الخلية الشبيه بخلية بكتيرية ملتوية متموجة الحركة يدفع برأس الخلية في الاتجاه الضروري وتسمح حينئذٍ تحولات كيميائية على سطح البويضة للخلية المنوية بالنفاذ. فينفصل الذيل عن جسم الخلية كانفصال طابق صاروخي استنفد وقوده.

يدخل رأس الخلية الحاوي على النواة في نواة البويضة ليندمج معها وينتج خلية جديدة لها نواة واحدة وعدد مضاعف من الخيوط الصبغية.

تعتبر هذه العملية جزءاً من حلقة الانقسام الانتصافي وهي الجنسانية المميزة للخلايا ذوات الأنوية.

وفي حين يرجع تاريخ بدائيات النواة إلى حوالي ٣ مليارات سنة فإن تاريخ الجنسانية الانتصافية يرجع إلى حوالي مليار سنة.

وتكاد هذه الجنسانية تظهر للوهلة الأولى كما لو كانت انحشاراً لا طائل منه إذ لا تتمتع بفضائل التبادل المورثي الحر ما بين البكتريا.

ويصرح البيولوجيون بتعابير الاقتصاديين أن «تكلفة» هذا النوع من الجنسانية لا تبدو متناسبة والمكاسب الحاصلة.

يعتبر الكثيرون أن الحيوانات والنباتات التي تتكاثر بالجنسانية حتى الآن تشكل قمة التطور للكائنات الحية.

والجنسانية بالمعنى البيولوجي هي اتحاد المادة الجينية لأكثر من مصدر لإنتاج فرد جديد.

وهي لا علاقة لها بما نسمّيه جِماعاً بلغة الإنسان ولا هي مرتبطة داخلياً بالتكاثر ولا بجنس ذكري أو أنثوي.

وبحسب هذا التعريف فإن نقل حمض نووي من فيروس أو بكتريا إلى أية خلية يعتبر فعلاً جنسياً.

حتى إصابة الإنسان بفيروس الرشح مثلاً يعتبر من قبيل الفعل الجنسي لأن المادة الجينية للفيروس تسلّلت إلى الخلايا الإنسانية.. لقد دخلتْ عليها.

والتعايش يشبه إلى حد ما هذه الجنسانية لأن المواد المورثية لمتعضيات مختلفة تشكل باتحادها متعضّ ٍجديداً. ويظهر التعايش في هذه الحالة بمثابة شذوذ جنسي كالعلاقات المثلية.

إن الإنسان بحاجة إلى الجنسانية الإنتصافية للتكاثر لأن أسلافه من وحيدات الخلية كانوا من الناجين بفضلها.

ومن الناحية البيولوجية لا بل الترموديناميكية تبدو عملية التكاثر الجنسي بمثابة ضياع للطاقة وضياع للزمن وضياع للسيرة الذاتية.

ففي الحياة الجنسية للإنسان مثلاً لا بد من توفر مرحلتين أساسيتين للتكاثر: المرحلة الأولى وتقتضي اختزال عدد الصبغيات في الخلايا الجنسية إلى النصف تماماً. وفي المرحلة الثانية تتقابل هذه الخلايا نصفية الذخيرة الوراثية وتتحدد

بالإخصاب لتعيد بذلك عدد صبغياتها الأصلية بانتاج خلية جديدة تتقسم بدورها على التوالي لتعطي كائناً جديداً متمايزاً عبر ما نسميه جنيناً.

ولكنّ في الأمر أحجية بالتأكيد.

لماذا على النصفين أن يتحّدا في خلية واحدة لتتقسم هذه الأخيرة إلى نصفين مجدداً؟ ربما كانت هذه الآلية من مخلفات أيام عجاف يوم كان الجوع يتهدد أسلافنا من وحيدات الخلية.. يوم عمدت هذه الأخيرة مكرهةً إلى افتراس قريناتها ليستمر بقاؤها.

فعندما تلتهم وحيدة الخلية واحدة من سلالتها تتحد الاثنتان وكذلك نواتاهما. ولشدّ ما لاحظ البيولوجيون تحت المجهر خلايا تتهيأ للانقسام بتفريز نواتين لتعود بعدها هاتان للاندماج مجدداً بلا سبب واضح!

ومن المرجح أن هذه الممارسة متكررة قد رسّخت لدى الخلية آلية للاحتفاظ على الدوام بنصف ذخيرتها الجينية والتخلي عن النصف الآخر لخلفها في حال انقسامها كما لو أنها «أدركت» خطر التخلي عن مخزونها بالكامل..

ولا شك أن ممارسة كهذه كانت قد تكررت ملايين المرات وعلى طيف واسع جداً من سلالات وحيدات الخلية.

ولا زال تحريض الجوع والجفاف والظلام ونقص الأملاح الآزوتية وحرمانات أخرى يعمل في الاتجاه نفسه لدى العديد من وحيدات الخلية إلى أيامنا.

وقد يبدو انقسام الطاقم الصبغي إلى نصفين ومن ثم مضاعفته لاحقاً مضيعة للوقت. وهو كذلك. لأنها الطريق السالكة للبقاء على قيد الحياة.

كما حالة شخص اعتاد سلوك الطريق نفسه في العودة إلى مسكنه لأنه بكل بساطة لا يعلم بوجود طريق سالك آخر.

ويزعم بعض البيولوجيين أن جميع المتعضيات التي تتكاثر لا جنسياً تفعل ذلك بسرعة وإتقان وهي الأكثر تكيفاً مع بيئتها.

في حين تستغرق المتعضيات الجنسية وقتاً أطول لحصول التكاثر والمزيد من الوقت للحفاظ على مواليدها.

يعتبر الكثيرون أن الجنسانية والتكاثر مرتبطان بالمنشأ أي عضوياً.

ولكن العديد من البيولوجيين لاحظوا أجناساً من الخلايا بطقم وحيد من الصبغيات لا يتم انتساخه إلاّ في شروط بيئية معينة.

فالانقسام الانتصافي مثلاً حدث لدى وحيدات الخلية منذ ١,٢ مليار سنة تقريباً، في حين ترجع علاقة الربط ما بين الإخصاب وتشكل الجنين إلى حوالي ٧٠٠ مليون سنة. أما الرابط المتين ما بين التكاثر والإخصاب فقد ظهر حديثاً نسبياً لدى الثدييات منذ ما يقارب ٢٢٥ مليون سنة.

أي أن جميع المراحل المؤدية إلى الجنسانية كانت متباعدة زمنياً. وقد التقت فيما بينها تباعاً لتعطي المتعضيات حقيقيات النواة متعددة الخلايا.

هذا يعني أن الجنسانية الإنقسامية لا تستحق كل هذه الهالة المعطاة لها. فهي أقل أهمية بكثير للبيئة الأحيائية مما تشكله الجنسانية البكتيرية لأن في هذه الأخيرة استراتيجية «فورية» للبقاء النافذ.

إن الجنسانية كالتعايش هي من تعابير الظواهر الكونية المتمثلة في الخلط وإعادة الضبط والترتيب:

يتحّد المتعضيان أو النظامان أو الشيئان بالتطور، بالتكيف. يتفاعلان من جديد وتتحدد الهويات من جديد وتتكيف وتبرز في حلّةٍ جديدة..

والإبتكارات الإنسانية تسير على النسق نفسه في الخلط وإعادة الضبط أو الترتيب باستمرار. فساعة اليد مثلاً هي اتحاد الساعة بالسوار، والدبابة اتحاد ما بين الشاحنة والمدفع، وآلة الجمع الموسيقي اتحاد ما بين البيانو والكومبيوتر، والمركبة الفضائية ما بين الطائرة والطائرة المروحية.

وسواء جاءت إعادة الدمج على هيئة خمج فيروسي في خلية إنسانية أو اتحاد سرخس بفطري أو بلعمة لدى الأميبيا أو زواج ما بين رجل وإمرأة أو حتى دمج الصورة بمسجل صوتي في جهاز فيديو، فإنها كلها تدخل في إطار مبادىء الحراك على سطح كوكبنا، وفقاً لمفهوم الحراك الكوني الأوسع.

وإذا كان الإنسان يبدو مهووساً نسبياً بحياته الجنسية فذلك لأنها تمده باللذة أثناء ممارستها وهي هورمونية وقد تكون حالة شعورية أو لا تكون.

ولكنّ وراء ذلك كله تقبع الضرورة الخلوية للتكاثر.

وإذا كانت الطرق المختصرة كالتنسيل ممكنة في المستقبل الأبعد (شرط اتسّامها بالتقبل واللذة) فسوف يتحقّق التكاثر بسرعة أكبر ليبرهن ربما على وجود إمكانيات تنوع أوسع قد يكون فيه الإنسان الحالي مجرد حالة شاذة..

الفصل الحادي عشر
الفقّس الأخيـــر..

أول حيوان بدائي ما زال حياً يرزق إلى أيامنا هو التريكوبلاكس، اكتشف لأول مرة عام ١٩٦٥ وهو يزحف على الجدار الداخلي لحوض ماء زجاجي في فيلادلفيا بأمريكا. إنه عبارة عن كتلة خلايا من ذات النواة ويتحرك بواسطة أسواط خلوية دقيقة، هو متعض بحق ولكن لا رأس له ولا ذيل ولا هيئة تناظرية، وكأنه أميبا متعددة الخلايا تنتقل زحفاً.

ولقد ظهر – بعد دراسة – أنه يُنتج خلية منوية تخصب بويضة، والبويضة الملقحة تُشكل كرة «جنينية» من الخلايا!

ظهرت تعددية الخلايا هذه على سلالات من الكائنات الحية البدائية أدت فيما بعد إلى كائنات أكبر حجماً وأعقد تكويناً تبعاً لبرنامج خلوي متكامل مميز.

ترتبط الخلية في المتعضية المتمايزة بمثيلاتها باتصالات مصيرية في غاية الإتقان. لقد كانت السراخس – أسلاف النباتات – عبارة عن سلاسل خلوية ممتلئة بصانعات اليخضور وتعيش على هيئة كتلة ألياف متشابكة في المياه الضحلة المعرضة لضياء الشمس.

ولكن من وقت لآخر كانت هذه السراخس تتعرض لتجفاف من الوسط من حولها، إلاّ أنها بحفاظها على رطوبتها الداخلية وجدت نفسها أمام تطور محتم على اليابسة جعل منها أسلافاً للنباتات عامة.

ولم تكن حينئذٍ سوى هيئات خضراء على سطح الأرض لا ساق لها ولا أوراق.

ولكنها بدأت «باستنشاق» الأوكسجين الجوي (وهو من بقايا البكتريا الخضراء) واصطناع مادة الخشبين الضرورية لقوامها.

وباتحاد الخشبين مع السللوز بدأت تتمتع بصلابة وليونة النباتات التي نعرف. ساعدت هذه الصلابة على تطور نظام وعائي يرفع الماء من التربة ليعيده محملاً بالغذاء (المصطنع) نحو الأسفل عبر النهايات المسطحة للأغصان وقد كانت بمثابة الأوراق الأولية.

وتختلف النباتات هذه عن سابقاتها بوجود طقمين من الصبغيات في خلاياها عوضاً عن طقم واحد.

وعندما انفتح العالم الصغري على العالم الكبري (على هيئة نباتات مزهرة) كانت البكتريا اللامرئية في المكان وفي كل مكان تراقب وتجانب لتبدأ من جديد حياة تعايش من نوع آخر في نبات آخر.

ولكن نقصان الماء كان على الدوام محنة للنباتات وتحدّ لا يطاق، بدأت على أثره بتطوير بذور تنقذها في شدّتها. وكانت هذه البذور مقاومة وتسمح لجنين النبتة الكامن بالانتظار ريثما تعمل الظروف البيئية المحيطة لصالحه فينتعش وينمو ويتطور. ولو أمكن استثمار هذا الإنجاز الحكيم في عالم الثدييات اليوم لحصلنا على بويضات ملقحة مغلّفة في كبسولات للحماية يمكن تفعيلها فقط في أوقات الأمان والرخاء.. وفي السياق نفسه يسهل على المرأة الشابة غير الجاهزة للمسؤولية (العائلية) أخذ ما يمكن أن يكونوا صغارها في المستقبل وتخزينهم في ركن آمن ريثما تنهي مثلاً دراستها وتشتري منزلاً وسيارة وتفتح حساباً في المصرف وتضمن مستقبلها..

ولتفرج في وقت مشهود عن ذراريها المنتظرة طويلاً.

إن بذور النباتات تسمح لأجّنتها بالانتظار الذاتي والمراقبة الصامتة للبيئة وتحيّن الفرص الملائمة، وهي طريقة مبتكرة حقاً للحفاظ على البقاء في الشدائد.

ومع ذلك فإن بنية النباتات لم تتطور باتجاه سلوكية معقدة وهي ليست بحاجة مثلاً لدماغ مرشد لأن في الثدييات أدمغة لحمايتها. كيف؟

لقد تطور الجهاز العصبي المركزي عند الثدييات ليتكيف على أكل النباتات أو أكل آكلات النباتات. وبذلك تكون هذه الأخيرة قد جندّت لمصلحتها دماغ الثدييات وأظهرت استراتيجية تعتمد على كيمياء الإنشاء الضيائي والحنكة الجينية أكثر من اعتمادها على مناورات القشر الدماغي.

وإن «حكمتها» هذه أو برنامجها لا شك آتٍ عن العالم الصغري. إن البكتريا على هيئة مولدات اليخضور والميتوكوندريا وبقايا الملتويات الحركية هي التي تقف وراء نجاحات عالم النبات بأسره.

أما الحيوانات فكانت بداية غير مزودة بأجهزة قاسية أو هياكل داخلية، وكان مآلها التلاشي تماماً بعد موتها، في حين عمد أنسالها إلى استثمار الكلس والرمل في تكوين قواقع وحمايات شتى.

ترجع أولى الأجزاء الحيوانية الصلبة إلى حوالي ٥٨٠ مليون سنة حيث كانت من فوسفات الكالسيوم ومن مادة عضوية تدعى الكيتين.

وكان تكيف الحيوانات مع الحياة الأرضية قد تَطلّب من العمليات المعقدة ما تتطلبه في أيامنا حياة الإنسان على كوكب آخر.

لقد كان للحياة الأرضية مع ذلك رحمتها:

فالأوكسجين يمكن استخراجه بوفرة من الهواء، والتربة كانت بحدودها المفتوحة مُرتكزاً للاستيطان خارج الوسط المائي.

ولكن الحيوانات عندما تكيفت مع وسطها الأرضي كانت قد اصطحبت معها حليفها من العالم الصغري.. وما زال الجنين في رحم أمه يسبح في الصَّاء (أو ماء الَسَلَى) ويتطور. وما زال تركيز الملح في ماء البحر هو ما عليه في دم الإنسان، وما زالت نسبة الصوديوم والبوتاسيوم والكلور في أنسجة الإنسان مكافئة لما هي بصورة مذهلة في مياه المحيطات..

وما زالت الدموع تشهد على ذلك، وما زال العرق من إرثها. إن ما فعلته الحيوانات بعنصر الكالسيوم لعب دوراً حاسماً في انتقالها من المياه إلى اليابسة.

يُستعمل الكالسيوم كمادة أولية لإنشاء العديد من البنى البيولوجية التحتية وكان أروعها جمجمة الإنسان.

أما نسبة الكالسيوم المنحل في سيتوبلاسما الخلية فهي على الدوام بحدود جزء من عشرة ملايين. ومع ذلك يمكن لنسبة عنصر الكالسيوم في مياه البحر أن ترتفع إلى عشرة آلاف مرة أكثر مما هي عليه في خلية إنسانية.

وللكالسيوم سلوكية غريبة في اقتحام الخلايا الحية مما يُحمّل هذه الأخيرة على الدوام عبء التخلص منه بلا توقف.

يلعب الكالسيوم في حدود نسبه الأحيائية دوراً مركزياً في استقلاب الخلايا الإنسانية. ويقوم كذلك بدور لا غنى عنه في حركية الخلايا.

والرسائل الكيميائية الكهربية التي تصدر عن الخلايا الدماغية لها علاقة أيضاً بالكالسيوم كما علاقة الاتصالات الهاتفية بأسلاك النحاس.

وكان استعمال الكالسيوم في عمل العضلات لدى الحيوانات يكتسي أهمية كبيرة لأن العضلات تتقلص عندما يتحرر الكالسيوم المنحل.

كما يجب الحفاظ على الكالسيوم بنسبة أدنى مما هي عليه في ماء البحر وإلاّ ترسّب على هيئة فوسفات الكالسيوم في البنية الحية وهو ما يتعرض له رياضيّو الكمال الجسماني في الأندية الرياضية..

إن قصة الحياة على كوكب الأرض فرصة للتعرف على الذات العضوية لا يجوز سردها بالمسلّمات الباردة. وتجاهل العالم الصغري في قراءة العالم الكبري يصّب في خانة تنكّر الخلف لأسلافه وتنصّله من مسؤولياته.

كان أجدادنا يعتقدون أن الأرض هي مركز الكون. ومعظم الناس ما زالوا يؤكدون على أن الكائنات الإنسانية هي من الناحية البيولوجية أرفع من سائر أشكال الحياة الأخرى.

إن الإنسان الذي نعرف عمره قرابة ٣٢٠٠٠ عام والتاريخ الأطول لجنس الإنسان لا يتجاوز مائة ألف عام. في حين ٨٠% من تاريخ الحياة الهوائية يرجع إلى البكتريا منذ ملياري سنة.

إن الكائنات الإنسانية ليست في الحقيقة حالات خصوصية باعتقادنا ولا تخصصّية، ولا هي حالة وحيدة أو فريدة.

ولسنا بالتأكيد أسياد الحياة ولا حتى أسياداً على أنفسنا.

لسنا من ابتكر الاغتذاء مثلاً ولا أول من درج في البراري أو تقاذفته لخفته تلاطمات البحور الهائجة..

إننا ننتمي إلى حلقة حياتية تنمو متعضياتها على التوازي معنا وفي مرابعنا.

إن حقيقة وتكرارية التعايش إلى أيامنا توحي بأننا ما زلنا في طور الغزو «الطفيلي» لعالم الأحياء وعليه لا بد من الركون إلى سائر الأحياء والتعامل معها بحسن التصّور لو أردنا طول العمر وديمومة الاستعداد للتطور.

ولو تتبعنا آثار تاريخنا لوجدنا أنه لم يكن أكثر ألقاً من أي جنس آخر. لقد بدأ الإنسان في مغارة منذ ما يزيد قليلاً على ٣٠٠٠٠ سنة.

وهو اليوم قد وطأت قدماه سطح القمر وجالت نظراته ومعدّاته في بعض أركان السماء. ولكن كم من الوقت يلزمه ليصبح إنساناً آخر يلتفت إلينا ويقول عنا كنا أسلافه؟

إن الدروس المستقاة عن تاريخ المستحاثات تُنذر بأن أشكال الحياة التي بلغت ذروة تطورها بسرعة غالباً ما تتدرّك بيولوجياً بسرعة لعوزٍ في مواردها. وإذا كانت الكائنات لا تعرف التكيف فهي قد تجد أعدادها إلى تناقص حتى تنقرض. ولكن يمكنها أيضاً أن تتكيف بشكل رائع وتكاثر من وتيرة أعدادها فتنفد مواردها ويغور وجودها، والنتيجة واحدة.

إن البكتريا عندما تنمو فوق علبة (بتري) زجاجية تمدّنا بمثال واضح عن التدّرك البيولوجي.

تحتوي علب بتري الزجاجية على أوساط غذائية شفافة تتيح للباحث ملاحظة المستعمرات البكتيرية بالعين المجردة وهي تنمو على هيئة بقع مرئية تماماً.

لقد لوحظ أن المستعمرات من البكتريا تنمو بشدة في حال توافر الغذاء سيّما في المرحلة التي تسبق انهيارها بالكامل. لأن البكتريا بعد أن تستنفد العناصر المغذية وتطال مستعمراتها حواف العلبة الزجاجية تكون أعدادها بالمليارات وتتوقف فجأة عن النمو لتموت بسبب نقص في الغذاء وضيق في فضاء الزجاج..

ويبدو عالمنا شديد الشبه بعلبة الزجاج هذه إلى حّد يثير النزق ويدعو للقلق المتزايد.

إن النمو في أعداد البشرية له تبعات لا تُشْعر بالطمأنينة ولا يعني التقدم بالضرورة .

إننا عندما نقبل بواقع التساوي مع الأحياء وليس بواقع الغلبة فإن التطور يبدو أكثر واقعية ولسنا في نهاية المطاف أول السلسلة ولا آخرها.

لقد أضحت حياة إنسان العصر أكثر حنكة وبدأت معها الخلايا الكهرضوئية تمنحه استثماراً مباشراً للطاقة الشمسية، في الوقت الذي يعمل الانشطار والاندماج النوويين في مخابره على إعادة إنتاج التفاعلات الذرية الناشئة في قلب الشمس الذي ما زال أُواره يُنتج المزيد من طاقة المادة.

الفصل الثاني عشر

الإنســان المتـداعي

كما تتحددُ ملامح شخصية الإنسان البالغ من خلال مراحل طفولته الآفلة، فإنه لا يمكن فهم الإنسانية وتحديد مكانتها في التاريخ ما لم نتحمل عناء البحث في خفايا الحياة في ماضيها.

وإذا كانت النباتات والحيوانات مجّمعات خلوية وصورة عن أسلافها من وحيدات الخلية البكتريا المتعايشة في العالم الصغْري فإن هذه الأخيرة أساس كائنات العالم الكبري . وإذا كانت الحياة على كوكب الأرض مرشحةٌ للانتقال إلى كواكب أخرى وربما حول شمس أخرى فلا بد من أن تتطور.

وفي حال قُدّر لنا أن نحيا هذه النقلة النوعية فلا بد أن نتغير أيضاً حتى نصبح جزءاً من مستقبل متغير.

ويبدو الإنسان مرشحاً جدّياً لتوسيع الحياة إلى المنظومة الشمسية نظراً لما يمتلكه من إمكانات تكنولوجية عالية. ولكن هذا لا يعني أن الكائنات البشرية سوف تكون العوامل الرئيسة لانتشار العالم الصغري في الفضاء لأن العديد من الكائنات سوف تسبقه إلى ذلك كما كان الأمر لأول مرة على يابسة الأرض، في مائها وفي أجوائها.

إن وجود الجملة العصبية والسلوكية الجماعية لدى العديد من الحيوانات قد تعمل - في حال فشل الإنسان في المهمة – على تطوير أشكال من الحياة قادرة على نقل العالم الصغري خارج الأجواء الأرضية.

وسوف تمتد البيئة الأحيائية خارج مهدها الأول لا محالة.

فعندما تتعرض الحياة الأرضية للتهديدات كافة، وعندما تتعرض للجراح والخسائر فإنها تقابل المحنة بالتجديد والنمو والتكاثر.

لقد أدى الضياع الكارثي للهيدروجين الهارب من حقل الأرض التثاقلي إلى ظهور إحدى كبريات المستجدات في التطور: استعمال الماء في الإنشاء الضيائي.

ولكنّ هذا الأخير قد تسبب بدوره بأزمة تلوث مرعبة آنذاك بتراكم الأوكسجين الغازي الذي كان سماً قاتلاً لسواد الكائنات الحية على كوكب الأرض.

إلاّ أن محنة الأوكسجين هذه والتي ترجع إلى مليار سنة كانت قد سرّعت من تطور البكتريا الهوائية إلى بكتريا تعايشية الأمر الذي أدى لاحقاً إلى نشوء خلايا تجمّعية متمايزة.

لقد فتحت الحرب العالمية الثانية، الطريق إلى ظهور الرادار والأسلحة الذرية وعصر الالكترونيات..

وما إن قضت محرقة هيروشيما وناغازاكي منذ ما يزيد على سبعين عاماً على الصناعة والثقافة اليابانية حتى ظهرت بداية جديدة في عالم المعلوماتية جعلت من تلك اليابان المنكوبة امبراطورية أشدّ ألقاً تحت شمس الشرق نفسها.

ويبدو أن للبيئة الأحيائية ما يمكن تسميته بتكتيك الأزمة فهي تتراجع خطوة لتتقدّم ضعفيها. وهي ردة فعل كان قد خبرها العالم الصغري جيداً وكانت وراء بقائه بقوة إلى أيامنا.

فالبكتريا عندما كانت قد تعرضت لمحرقة الأوكسجين تراجعت تحت التراب لتصبح لا هوائية ولتنطلق بعدها للتعايش مروراً بمرحلة هوائية. أي أنها كانت قد استفادت كثيراً من تراجعها لتتقدم بعده قدماً.

وهي على كل حال ممارسة يعرفها الكثيرون ممن ينتهجون المقاومة العسكرية. ولو تفجّر نصف الكرة الشمالي نووياً في يوم لعين لقتل مئات

الملايين من الكائنات الإنسانية وغيرها بالطبع. ولكن لن تكون بذلك نهاية للحياة الأرضية.

فكارثة من هذا الحجم يمكن لها أن تهيء لأشكال حياة أخرى أقل عدوانية. ولكن لنضع الفعل القاتل المباشر للسلاح الذري جانباً، ولننظر إلى آثاره على من يبقون أحياء.

إن عشرة ميكرو غرام (أي عشرة من المليون من الغرام) من المواد المشعة كافية لقتل فرد واحد. وتشير التقديرات الحديثة إلى أن روسيا والولايات المتحدة تملكان ترسانة نووية ترتفع إلى عشرة آلاف ميغا طن لكل منهما(*) علماً بأن القنبلة الذرية المعروفة قوتها ٢٠ ميغا طن.

ومن المتوقع أن حرباً نووية شاملة سوف تؤدي إلى تخريب ٣٠-٦٠% من طبقة الأوزون الواقية من الأشعة فوق البنفسجية.

وسوف يلفّ الغبار الذري ودخان الحرائق أجواء الأرض كلها..

ومن ثم يهبط معدل درجات الحرارة إلى مستوى غير مسبوق في البرودة.

ولكن على الرغم من هذه المحنة المنذرة سوف تستمر الحياة بإرادة الخالق. وسوف نشهد تزايداً للطفرات بتأثير الإشعاع. ولن يكون للإشعاع تأثير مباشر على الأحياء الدقيقة لأن هناك على الدوام احتياطي من الطفرات المقاومة للإشعاع تعمل على الاستفادة من برنامج إنقاذي للطوارىء.

وما اكتشاف بكتريا «ميكروكوكوس راديودورانس» مؤخراً وهي حية ترزق في مياه تبريد المفاعلات الذرية إلاّ دليل قاطع على ذلك!

كما أن تخريب طبقة الأوزون والسماح لشلالات من الأشعة فوق البنفسجية الدخول في أجواء الأرض لن يقضي على الطبقة الأرضية السفلية للمتعضيات الدقيقة، ومن المحتمل جداً أن تعمل هذه الأشعة على تنشيط تناقل

(*) والكيان الاستيطاني الصهيوني في فلسطين ٤٠٠٠ ميغا طن .

الجينات بين البكتريا. إن ما نستنتجه من الاتجاهات الحالية (أو ما نتوقعه أيضاً) لا يعطي صورة عن المستقبل بقدر ما يحرك أمامنا رسماً عن الحاضر.

عندما ابتكر الإنسان الهاتف لأول مرة تنبأ المستثمرون أنه لن يمضي وقت طويل حتى ينتشر الهاتف في أصقاع الكوكب ويرن في أركانه النائية..

وعندما ابتكر العسكريون الحوّامات الطائرة أي الهيليكوبتر اقترح البعض المسارعة إلى إنشاء نقاط هبوط على سطوح الأبنية كافة..

كذلك يجزم علماء مرموقين في المجلات العلمية وبالبراهين الرياضية أن باطن القمر يعتصر بترولاً وأنه قابل للاستثمار تجارياً!

لا شك أن الإنسان آيل إلى تداعٍ محتم سواء بالحرب النووية أو بدونها. ولكن هل يُعقل أن نترك سجلات التاريخ الأرضي دون وريث يحفظ للإنسانية ذِكْراً؟

تشير الحسابات الفلكية كلها إلى أن في رصيد عمر الشمس عشر ملايين من السنين تستنفد خلالها هيدروجينها وتتكسّر الذرات الثقيلة بفعل التفاعلات النووية في باطنها، وتتعاظم أشعتها قبل احتضارها وأثناءه لتصبح كرةً محمّرةً متوهجةً. وترتفع حرارة كوكبنا بشكل هائل وتغلي مياه المحيطات وتتبخر لتخرب الأجواء في سياقها.

وفي أطوارها النهائية تتهاوى الشمس على نفسها تثاقلياً لتتقلّص مئات ومئات المرات وتؤول إلى نجمة صغيرة كثيفة بيضاء ومن ثم سوداء محترقة في سكون الكون. ولا شك أن الأوفر حظاً هو من يغادر في وقت مبكر..

إن الحفاظ على البقاء مسألة تستوجب الحكمة أولاً وتتطلب الجهد دائماً. وإذا كان للحياة الأرضية أن تنجو وتستمر على كوكب آخر (بعد موت الشمس) حول شمس أخرى فلا بد منذ الآن تعلّم محاباة العالم الصغري.

وبالإمكان اليوم تحسس مؤشرات عن توسع حدود الحياة بتوسع وسائلها المُسخَّرة من تزايد في السكان وتطور في الصناعات وانتشار للمراكز البحثية..

ولكننا بالمقابل نلحظ ضيقاً في العيش بنتيجة اختلال موازين الحاجة والنقص الحاد في موارد العامة وتحول مقلق في المنظومة البيئية.

إن الشعوب لا تنمو بمقياس الخير أو الشر في العالم. إنها تنمو بمقياس ما تحتله من فضاءات وما يتوافر لها من غذاء وماء وما تبذله من جهد لذلك.

والمتعضيات التي يتعاظم تعدادها تضع نفسها أمام خيارين حدّيين: إما أن تندثر أو تتجاوز نفسها. وهي تكون قادرة على تجاوز نفسها عندما تتزود بوسائل جديدة تمكنها من احتلال فضاء جديد يرفدها بالكربون والماء والطاقة.

إلاّ أنها بطرح فضلاتها تضع نفسها مجدداً في أزمة مستجدة.

وبقدر ما تأتي الحياة بالحلول بقدر ما تثير أيضاً من مشاكل. ولكي ندرك ولو بشكل تجريدي كمون الحياة في المستقبل لا بد أن نتفحّص الحياة الأولى بعناية.

لقد جاء التضخم السكاني في عصرنا ملازماً للوفرة من صانعات اليخضور في النباتات وهي سليلة البكتريا الخضراء كما نعلم. ولا بد أن يستمر إمدادنا بهذه الأخيرة لو قُيّد لنا يوماً طرق فضاء آخر.

ولا بد أن يعي الإنسان الحالي كما أُوحي للبكتريا من قبله أنه لا مناص من العيش معاً للتطور معاً في بيئة متكافلة لا سيد فيها ولا مسود.

لا بد للإنسان أن ينقلب وبسرعة من منطق المزاحمة والمجابهة إلى منطق التشارك والتعاون.

لا شك أن المتقدرات في خلايانا كانت في ماضيها الأسبق بكتريا مهاجمة شرسة. والكائنات الإنسانية هي أيضاً أمثلة حية لممارسات مشابهة ولكنها كلها مجتمعة لم تؤتِ ثماراً بالنتيجة وهي اليوم محكومة (أي البكتريا) بالعيش الآمن في خلايا الإنسان نفسه مقايضة إقامتها بتوفير الطاقة.

وبينما تتوالى الأجناس المدمرة حيناً بعد حين ثم تتوارى فإن أواصر التعاون تتوطد وتقوى زمناً بعد آخر.

وسواء ذهبنا إلى الفضاء أو أحجمنا فإنه يتوجّب علينا لَجْم غرائزنا والحد أيضاً من نمو بني جنسنا.

إن النظر إلى ما هو أقرب يفضي إلى فهم المستقبل بصورة أوضح ولا شك إن ما هو حقيقي اليوم كان افتراضياً في يوم سابق.

ولا غرابة في أن تؤدي «المؤلفات» الجينية لعلماء التقانة الحيوية في المستقبل إلى إنتاج متعضيات جديدة لأن التعامل مع الجينات البكتيرية أصبح بالمتناول وأصبح من الشائع إدخال قطع من الـ **DNA** في البكتريا لتتناسخ بسرعة.

وبهذه الطريقة نحصل على ما يسمى الفيرومونات (أو الباهيّات) وهي منشطات جنسية أو على الهورمونات النخامية وهي تتحكم بآليات النمو..

وهي جزء من مواد تُصطنع داخل البكتريا نفسها ثم تؤخذ ويتم نقلها إلى النبات والحيوان والإنسان طبعاً.

لقد برهنت الحياة – على الرغم من تعلّق ديمومتها برحم الشمس – أنها باقية بمشيئة الخالق أولاً وبرنامج الأحياء تالياً.

إن التنظيم الذاتي للكائن الحي ظاهرة تخالف المبدأ الثاني لقوانين الترموديناميك الذي يقول بنزوع الكون إلى تنظيم أقل بمقياس الزمن (أي تراجع النظام إلى الفوضى). وإذا كانت الحياة قد تطورت اعتباراً من بنية كونية كيف لها ألاّ تستند إلى مجمل المبادىء الكونية السائدة؟

تعتبر الحياة بلغة الكيمياء مُجمعاً جزيئياً مائياً قوامه الكربون ويعمل على تناسخه ذاتياً. وهي رؤية نقول عنها حلقية، أي أن الحياة هي بمثابة جهاز استقلابي لا يعيد الإنتاج فحسب بل ويعمل بأقصى طاقة على تخزين المعلومة لمقاومة التلاشي سيّما في الأزمة!

كيف لهذه الجموع من الجينات المتصارعة داخل خلايا الكائنات الحية على سطح الكوكب «معرفة» أنها تواجه أزمة؟

وكيف كان للبكتريا في وقت سابق أن تتغلب على الزيادة في نسبة الأوكسجين القاتل في الأجواء؟

كيف وصلت إلى التشاور فيما بينها والعمل والتنسيق معاً لمجابهة تلك الأزمة؟ من أوحى لها؟.

إن السكن في عوالم أخرى يدغدغ حلم بعض العاملين في علوم البيولوجيا إلى درجة التنبؤ بنزهة في حدائق كوكب الأناهيد(*) في يوم قادم!

والعقلانية البيولوجية تقتضي معرفة جذورنا الضاربة في ماضي العالم الصغري أولاً قبل المضي بعيداً إلى أطراف فضاءات لا تخصّنا.

إلاّ أن نجاعة الحياة في مقاومة الأزمة قد تضعف في الأزمة أحياناً أمام جموح الرغبة وطغيان الهوى.

(*) وهو كوكب الزهرة Venus
كوكب مشرق شديد اللمعان من سيّارات النظام الشمسي
يدور بين عطارد والأرض.

الخاتمة

لقد افترض العديد من البيولوجيين منذ مطلع القرن الماضي ظهور الحياة الأرضية على هيئة بسيطة ولكن في وسط فيزيائي وكيميائي معقد. وكان قد سبقهم من رجّح نظرية الخلية البدئية الواحدة القادرة على تنفيذ برنامج ذاتي.

وفي العام ١٩١٨ كان الفرنسي بورتييه قد افترض أن الميتوكوندريا (المكتشفة في خلايا الكائنات الحية عام ١٨٨٧ من قبل الألماني آلتمان) هي عبارة عن بكتريا بالأصل وقد اندمجت في الخلايا منذ مليار أو أكثر من السنين وفق طريقتين في منتهى البساطة:

- عن طريق البلعمة أي الالتهام غير المتبوع بالهضم.
- عن طريق التعايش ضمن الحيّز الواحد.

وتتلخص العملية في الحالتين باتحاد كائنين في كائن واحد مُسْتجدّ.

إن الأرض هي أم الحياة بلا منازع. ويبدو الإنسان كسولاً عندما لا يعمل تصوره على فهم حقيقة الحياة هذه وتعوز البيولوجيين في عصرنا الجرأة في التصور. يعمل غالبية البيولوجيين على كائنات حية معاصرة لا سيما المرئية وهي كائنات تتصف بالجمود نسبياً إذا أخذنا بعين الاعتبار ثبوتية جينات الإنسان في قالب نوعي محدد. في حين تعيش الكائنات غير المرئية كالبكتريا في قالب متحرك أشبه ما يكون بمائع جزيئي متموج.

فالخلية البكتيرية الواحدة تستطيع في يوم واحد أن تتضاعف خمسة مليارات مرة وهي تمارس مبادلة الجينات بين أجيالها بحرية أخاذة.

في حين استغرقت الإنسانية عدة ملايين من السنين بدلاً عن اليوم الواحد لنشر سبعة مليارات من البشر على سطح الكوكب وفق مبادلات جينية محدودة ومرهونة بعلاقات جنسانية.

إننا محكومون بالفعل بهذه المتعضيات الدقيقة التي كانت قد حلّت ضيفة خفيفة علينا منذ البداية وهي تشكل تنظيمات مستدامة تعمل داخل العضوية وخارجها.

كما أن الميتوكوندريا (أو البكتريا سابقاً) هي من الأهمية بالنسبة لنا كما هي أهميتنا في تلقيح التمور في الواحات والذرة في الحقول أو تشغيل الآلات التي نصنع.

وإذا كان للحياة بداية لا زلنا نجهد لفهمها فإن للحياة نهاية أيضاً لا مصلحة لنا منذ الآن في استقدامها أو حتى تصورها .

ومن المذهل الاستنتاج أن البكتريا الموصومة بإثارة المرض عند الإنسان هي بلا شك العامل الأهم في تاريخ حياته على كوكب الأرض.

ولقد تأكدت في السنين الأخيرة أهمية هذه المتعضيات الدقيقة في حاضر وماضي البيئة الأحيائية.

إن دراسة التسلسل في الجينوم تستند إلى حقيقة أساسية وهي أن كل المتعضيات مؤلفة من خلايا وأن كل نوى هذه الخلايا تحتوي على المادة الجينية في جزيئات الـ **DNA**. وتمكن العلماء حتى بداية ٢٠٠٢م من معرفة التسلسل الكامل لجينومات أكثر من أربعين متعضٍ مختلف ترجع الأغلبية منها إلى البكتريا بدائيات النواة نظراً لصغرها وقلة ذخيرتها من الـ **DNA** ولفائدتها في المجال الطبي.

كما تم الكشف عن الراموز (**code**) الذي يترجم وحدات الـ **DNA** إلى أحماض أمينية (وهي التي تشكل البروتينات) في الثمانينيات.

إلا أن الترتيب الدقيق المتسلسل لوحدات الـ **DNA** في متعضيات عدة لم تبدأ دراسته قبل حلول عام ١٩٩٥.

وأصغر البكتريا المدروسة تعيش على الأعضاء التناسلية وتعد ٤٧٠ جيناً. ثم تبعتها البكتريا الملتوية المسّببة للسِفْلس والبكتريا المسؤولة عن التقرحات في البّواب وبكتريا القولون. وفي عام ٢٠٠١ تمت معرفة الجينوم البشري الذي يعد ثلاثين ألف جينة.

ثم تسارعت البحوث لتشمل جينوم الطفيلي المسؤول عن الحمى الصفراء وفطر خميرة الخباز وذبابة الخل ودودة الأرض الشفّافة..

وتشير جميع هذه المعطيات بوضوح إلى أن كل هذه الكائنات الحية تتمتع بأواصر القربى وأن الجينات البكتيرية حاضرة فيها.

ومن ناحية أخرى اكتشفت خلال العقدين الفائتين بكتريا تعيش على عمق ٣ كم في الصخور البركانية بمعزل عن الطاقة الشمسية الأمر الذي يطرح مسألة تزودها بالطاقة (من مصادر كالكربون والآزوت والكبريت أو عناصر كيميائية أخرى).

تعيش هذه البكتريا في الشقوق الرطبة لتلك الصخور وتؤكسد الهيدروجين والميتان وتستخرج غاز الفحم الموجود في الكلس لتصطنع منها جميعاً مركباتها الخلوية.

إن اكتشاف هذه الخلايا قد زاد من قناعة العلماء باحتمال وجود الحياة على كواكب أخرى.

وعلاوة على الخلايا التي تمارس الإنشاء الضيائي العادي اعتباراً من الأوكسجين، فإن بعض البكتريا تعتمد في حياتها على الغازات (كالنشادر والهيدروجين والميتان) وعلى المركبات الكيميائية للصخور المختلفة.

وتكاد البكتريا بتبادلاتها الجينية النشطة تشبه مجتمعاً عالمياً بينّي الخصوبة أشبه ما يكون بشبكة اتصال معلوماتي عالمية (الانترنت أو الـ **Web**) ومتقدمة على إنسان العصر بفارق ملياري سنة**!**

إن تاريخ الحياة الأولية على كوكب الأرض قصة مثيرة حقاً، ولا يجوز لنا الرحيل عن عالم الأحياء قبل سماع مقدمة لها.

إن فهماً أعمق لعالم البكتريا يقود بالضرورة إلى تلمّس وقع هذه البكتريا على حياة عضويتنا وحياة عضوية الكوكب.

ثبت بعض المصطلحات

DNA: الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين

جزيئة رئيسة في نواة الخلية تتكاثر وتتحد وتطفر، وهي تفكك ثم تركب سكة الأجيال وتتجدد إعتباراً من وسطها.

RNA: جزيئة بنيتها شبيهة بالـ **DNA** (وقادرة أيضاً على التكاثر الذاتي) وتعمل على نقل المعلومة الجينية المشرفة على تخليق البروتينات.

التكوّن الذاتي: Autopoise

مجمل العمليات الحيوية الإلزامية (بما فيها تشكل المركبات الكربونية) التي تمكن للكائنات الحية من التجدد باستمرار.

البيئة الحيوية: Biosphere

مجموع الأحياء على كوكب الأرض والبيئة المحيطة.

صانعات اليخضور: Chloroplastes

متعضيات خضراء اللون في النباتات والسراخس وهي مشتقات من بكتريا قديمة جداً من ذوات الإنشاء الضيائي.

العالم الصغْري: Microsome

عالم اللامرئي بالعين المجردة من المتعضيات الدقيقة: بكتريا، وحيدات خلية حقيقية النواة، فطريات مجهرية.

العالم الكبْري: Macrosome

عالم المرئي من النباتات والحيوانات والفطريات الكبيرة.

المتقدّرات: Mitochondries

متعضيات من الخلايا ذوات النواة، ضرورية لاستثمار الأوكسجين كمصدر للطاقة، وغالبية البيولوجيين يعتبرون أنها تطورت اعتباراً من البكتريا العضوية المستقلة. حياتها لا تتجاوز في الخلية الإنسانية ٦ أيام، ويمكن إعادة إنتاجها حيوياً خلال ساعتين.

متموّجة الأرجل: Ondulipode

خلية شبيهة بذيل أو سوط تتألف من بنية بروتينية على هيئة أنابيب دقيقة جداً.

الريباسات (ج ريباسة): Ribosomes

متعضيات داخل الخلية الحية تؤمّن اصطناع البروتينات.

الملتويات: Spirochetes

بكتريا على هيئة حلزونية ملتوية تتحرك بسرعة كبيرة

التعايش: Symbiose

تجمّع وثيق ما بين جنسين أو أكثر للعيش معاً القسم الأكبر من دورة الحياة.

(ملحق ثبت المصطلحات)

المتعضّيات الدقيقة: microorganisms

ظهر هذا المصطلح لأول مرة عام ١٨٨٠، وهو لا يعبر عن أية وحدة خاصة بالأحياء، وما زال ما يعنيه غامضاً باستمرار.

المتعضيات الدقيقة هي كائنات حية صغيرة لا يمكن رؤيتها بالعين المجرد وتجري ملاحظتها تحت المجهر.

أما عن أبعادها فهي غير متجانسة وتتراوح ما بين ١٠-٥٠ ميكرو متر وتبدو عملاقة قياساً بالفيروسات التي تتراوح أبعادها ما بين ١٠-٢٠ نانومتر.

(واحد ميكرومتر= ١٠٠٠ نانومتر، والنانومتر هو واحد من مليار من المتر).

تشكل هذه الأحياء المجهرية الوجه الخفي لعالم الأحياء ، تتواجد في كل مكان وأنماط حياتها الاستقلابية غاية في التنوع.

ينضوي تحت مسمى المتعضيات الدقيقة بحسب تقديرات الخبراء من ٦٠٠ ألف إلى عدة ملايين جنس يتوزع ما بين المتمتع بهندسة خلوية والفاقد لها، ولهذا يُعتبر إلحاق هذه الفئة الأخيرة بالعالم الحي مثار جدل لا يتوقف.

يُصنّف الاختصاصيون هذه المتعضيات الدقيقة وفق فصلين رئيسيين:

بدائيات النوى **prokaryotes** وحقيقيات النوى **Eukaryotes**، وهي لا تتشابه فيما بينها، فبدائيات النوى تظهر بسيطة في هندستها ولها جينوم مكشوف مؤلف من صبغي وحيد يعوم في السيتوبلاسما في حين تحتوي حقيقيات النوى على نواة حقيقية تتميز عن باقي الخلية وفي داخلها صبغيان ومنها وحيدات الخلية

protista المجهرية في عالمي الحيوان والنبات بالإضافة إلى البكتريا يُلحق بوحيدات الخلية الفطريات والخمائر والتي تختلف عن بعضها بتباين هيئاتها ومظاهر تجمعها وأنماط تغذّيها.

وإن ما يتطفّل إلزامياً على وحيدات الخلية من فيروسات (ذات الـ **DNA**) وعوامل منقولة غير تقليدية كالبريونات (ذات البنية البروتينية) ينضم تحت لواء بدائيات النوى ويطلق عليها اسم العاثيات **phages**.

ويرجع تعبير ميكروب **microbes** أو الأحياء المجهرية إلى نفس الفترة تقريباً، وهو مشتق من كلمتين ميكرو وتعني الأصغر وبيوس وتعني القوة الإحيائية المتحركة. (أي أصغر قوة إحيائية متحركة).

ومنذ ذلك الحين والإنسان يتساءل حول نشوئها الأول وهي تشغل باستمرار خيال المختصين وفكرهم.

ففي الوقت الذي حسب الإنسان فيه نفسه سيّد الأحياء ظهرت تلك المتعضيات اللامرئية لترهبه وتضعه ما وراء حدوده.

لقد اتضّح حتى الآن أن هذه المخلوقات المجهرية تحتوي على ١٥٠٠ بروتين مختلف وعلى بضعة ملايين من الجزيئات الكيميائية وفق تراتيب لا تضاهى.

وهو ما يندرج تحت مسمى البيولوجيا الجزيئية في الهندسة الوراثية والتقانات الحيوية وهي بمفهوم علوم العصر توازي مفهوم فيزياء الكوانتا حول العالم اللامحسوس.

ونحن بانتظار إسهام تلك الأحياء المجهرية في تفسير منطلق الحياة.

BIBLIOGRAPHY

- Charles DARWIN

L'origine des espece "

Paris , La Découverte, 1980 p. 483

- Chet RAYMO

"Biography of a Planet"

Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1984, p.72

- David C. SMITH

From Extracellular to Intracellular: the Establishment of a Symbiosis Proceeding of the Royal Society

Londres, 204 (1979), p. 115-130.

- Le CARDINAL & J – F. GUYONNET

"les mathématiques de la confiance"

Pour la Science, Juillet 1984.

- John Von NEUMAN

"The computer and the Brain"

New Haven, Yale Univ. Press, 1958, p. 82.

- John PLATT

"The Acceleration of Evolution"

The Futurist, février 1981.

- Lynn MARGULIS

" Early Life "

Boston, Jones and Bartlett, 1982.

- Mark TWAIN

"The Damned Human Race"

"Letters from the Earth", ed. Bernard De Voto, New York, Harper & Row Publishers, 1962, p. 215-216.

- M.A. SLEIGH

Origin and Evolution of Flagellar Movment "

Cell Motility 5 (1985), p . 137-173.

- Nigel CALDER

"Timescale: an Atlas of the 4th Dimension"

New York, Vilking Press, 1983.

- R. Klein & A. CRONQUIST

communication orale

Quarterly Review of Biology 42 (1967) p . 105 – 296

- Robbert M. AXELROD

"The Evolution of Cooperation"

New York, Basic Books, 1984

فهرس

الصفحة

مقدمة ٧

العالم الصغري ١١

الفصل الأول ١٩

بداية كونية ١٩

الفصل الثاني ٢٥

مَنْشَطُ المادة ٢٥

الفصل الثالث ٣١

لغة الحياة ٣١

الفصل الرابع ٣٧

إطلالة العالم الصغْري ٣٧

الفصل الخامس ٤٧

الجنْسانيّة أو مقايضة المورثات ٤٧

الفصل السادس ٥٧

محرقة الأوكسجين ٥٧

الفصل السابع ٦٥

خلايا جديدة ٦٥

الفصل الثامن ٧٣

معاً نحيا ٧٣

الفصل التاسع ٧٧

تعايش الخلايا في الدماغ ٧٧

الفصل العاشر ٨٥

أحجية الجنْسانيّة ٨٥

الفصل الحادي عشر ٩١

القَفْس الأخير ٩١

الفصل الثاني عشر ٩٧

الإنسان المتداعي ٩٧

الخاتمة ١٠٥

ثبت بعض المصطلحات ١٠٩

(ملحق ثبت المصطلحات) ١١١

مصطفى قره جولي

- من مواليد دمشق
- حصل على بكالوريس في العلوم من جامعة دمشق (١٩٦٧) وعلى دبلوم الدراسات المعمقة في الكيمياء الحيوية من جامعة ليون بفرنسا (١٩٦٩) وعلى الدكتوراه من جامعة ليون في الكيمياء الحيوية والجرثومية (١٩٧٢).
- عمل محاضراً بكلية العلوم /قسم الكيمياء الحيوية/ جامعة باريس الدائرة الخامسة بفرنسا (١٩٧٣).
- عمل محاضراً في الجامعة السورية الدولية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا / رئيس قسم العلوم الطبية الساندة ومكلف بمهام وكيل كلية الصيدلة للشؤون العلمية/ عضو المجلس العلمي.

صدر له الأعمال التالية.

- موسوعة الغذاء والتغذية / دار الفكر.
- سحر الجاذبية وبيولوجيا الإعجاب الإنساني / دار رسلان.
- خفايا السلاح البيولوجي / دار رسلان.
- تعزيز المناعة / دار رسلان.
- أوميغا – ٣، زيوت الأسماك، عقاقير أصلية؟ / دار رسلان.
- مسألة الحياة / دار طلاس.
- لماذا تتألم النساء أكثر وتعشن أطول؟ / دار طلاس.
- في أسرار الوعي/ سلسلة العلم والحياة، دار الفكر.
- جلدك والشمس/ دار طلاس.
- سموم العولمة / اتحاد الكتاب العرب.
- متلازمة التلوث في العالم/ دار طلاس.
- الإنسان = ذاكرته/ دار الفكر المعاصر.
- أن تكون أنت / وتبتكر هويتك باستمرار/ اتحاد الكتاب العرب.
- التربية الغذائية في عالم الأطفال / الهيئة العامة للكتاب بوزارة الثقافة السورية.

الطبعة الأولى / ٢٠١٨م

كلمة الغلاف

منذ ما يزيد على ثلاثة مليارات سنة والمتعضيات الدقيقة
(جراثيم، فيروسات، بريونات ..) تتعايش فيما بينها.
ومنذ ثلاثة قرون وهي تأسر خيال العلماء وفكرهم.
ومنذ عقود معدودة والأبحاث في البيولوجيا تتسارع
على مقربة من العالم الصغري وتعد بالنفاذ عبر عتامة
المادة.

وفي الوقت الذي أصبح الإنسان يتخيل نفسه سيّد الطبيعة ومالكها، كان لابد لهذه الكائنات غير المرئية أن تريه وجودها ونفوذها.

إنها تنتمي إلى عالم الأحياء من قبله وهي جزء أساسي من ماضي الحياة ومن ماضيه على حد سواء.

وقد جاءت خلاياه على نسقها في البنية وفي الوظيفة.

إن العالم الصغْري هو بنظرنا أساس العالم الكبْري.

وما النبات والحيوان والإنسان إلاّ نتاج خلايا جمعيّة أشد تعقيداً.

وفي خلايا الإنسان ما يشهد على وجود آثار من العالم الصغري في ذاكرات مواده العضوية ووظائفه الحيوية.