

أصل الحياة

The origin of life

في بداية تاريخ الحياة كان كوكبنا عبارة عن عالم ملتهب مشبع بالبخار. أما الآن بعد 3.5 بليون سنة وقد خلقت الحياة كما ثبت من الخلية، وبعد أن وجدنا آثار الأحافير على الصخرة القديمة في أستراليا. إذن كيف انبثقت الأرض من عمليات غير حيوية وغير طبيعية وكيف تطورت السيات الأساسية للجينات والأبيض والغشاء الخلوي؟

في عشرينيات القرن الماضي ادعى عالم الكيمياء الحيوية الروسي ألكسندر أوبارين Alexander Oparin وعالم الرياضيات والأحياء الإنجليزي ج.ب.س. هالدان J.B.S Haldane أن الحياة نشأت من الحساء البدائي، حيث أدت التفاعلات الكيميائية بين الجزيئات البسيطة إلى زيادة المركبات العضوية المعقدة في المحيطات وربما زودت بالطاقة الشمسية لخلق ما سماه هالدان «الحساء الدافئ المخفف». ويعتبر أشهر اختبار لهذه النظرية هو تجربة ميلر - أوري حيث اشتغل الكيميائي الأمريكي ستانلي ميلر Stanley Miller في معمل هارولد أوري Harold Urey بجامعة شيكاغو محاولاً أن يعيد خلق الظروف التي اعتقد أنها كانت موجودة على الأرض الأولى. في عام 1953 أضاف ميلر خليطاً من الغازات: الميثان والأمونيا والهيدروجين، والبخار (منقوص الأكسجين) إلى جهاز

الخط الزمني

عشرينيات القرن الماضي	1953م	1982م
طرح كل من أوبارين وهالدان نظرية الحساء قبل الحيوي.	صنعت تجربة ميلر - أوري الجزيئات العضوية في المعمل.	اكتشف كيش Cech أول رايبوزيم (جزيء RNA المحفز).

زجاجي مع شرارة كهربائية تحاكي الضوء. يحتوي المحلول النهائي على أوليات عضوية مثل سيانيد الهيدروجين والألدهيدات والأحماض الأمينية البسيطة لكن دون بوليمرات. ويبدو أن تحضير حساء مخفف غير مناسب لإعادة توفير الظروف الضرورية لإنتاج الجزيئات الحيوية التي تتطلب وعاء لحفظ مكونات الحياة بصورة مركزة.

مهد الخلق

في عام 1871، كتب داروين أنه يرى أن الكائنات الأولى ظهرت في «بركة صغيرة دافئة» فمنذ تم تحديد المواقع المتعددة لبدء الحياة، طرح البعض أن الحياة انبثقت من ينابيع حارة، وطرح البعض الآخر أنها تطورت عن طريق البراكين داخل مساميات طافية وأحجار متصدعة بحجم أحجار الشاطئ.

اعتقد العديد من الباحثين أن أصل الحياة يوجد تحت المياه لأن الحياة الأولى على الأرض لم يكن بها قارات حقيقية ولأن المطر قد خفف أي حساء في البرك الأرضية. وتتضمن النظرية الحالية الرائدة لمهد الخلق الفتحات الحرارية المائية القلوية المائلة لتلك الموجودة على طول حيوود وسط المحيط الأطلسي حيث تغلي المياه مرتفعة الحرارة الغنية بالحديد والكبريت من خلال قاع البحر وترسب المعادن مكونة تلالاً مسامية من المعادن. ويمكن أن تصل المياه المحيطة إلى نقطة الغليان لكنها تكون باردة بصورة كافية لتدعم النظام البيئي. وفقاً للنظرية التي وضعها عالم الكيمياء الجيولوجية الإنجليزي مايكل راسل Michael Russell عام 1997 توفر هذه الفتحات اثنين من متطلبات الحياة، وهما الطاقة والمواد.

2004م

توصل زوستاك Szostak إلى الخلايا الأولية التي تساعد على نسخ الـ RNA.

2002م

توصل جويس Joyce إلى أن جزيئات الرايبوزيم تنسخ نفسها.

1997م

اقترح راسل أن الأيض بدأ عند الفتحات الحرارية المائية.

الوراثة أم الأيض؟

مازال لا يوجد أي إجماع على الخطوة الأولى في مسار الحياة. حتى منتصف القرن العشرين، اعتقد كثير من العلماء أن البروتينات هي المادة الوراثية، حيث ظن كل من أوبارين وهالدان أن البروتينات تشفر المعلومات لتصنع القطرات العضوية التي تسمى «قوصرة» التي تُنسخ بعد محاكاة جزيئات عضوية أخرى أثناء الأيض الأولي. اعتقد أوبارين أن المعلومات الوراثية هي الخطوة الأولى للحياة في حين اعتقد هالدان أن التفاعل الأيضي هو الذي نشأ في البداية. وحتى

التبذر الشامل (البانسييرميا)

وفقاً لفرضية التبذر الشامل، تناثرت بذور الحياة في جميع أرجاء الكون. في عام 1903 أشار عالم الكيمياء الفيزيائية سفانت أرهنيوس Svante Arrhenius إلى أن الميكروبات قد دُفِعَ بها من الفضاء عن طريق أشعة الشمس. من المحتمل أن يكون النقل المكشوف مثل المادة الوراثية التي ستُدمر لكنها تنتقل عن طريق أجسام الكواكب مثل النيازك الممكنة نظرياً أو مثل عشرات من الأنواع الأرضية التي قد نجت رحلتها وصولاً إلى الفضاء متضمنة فيا بينها البكتيريا والحيوانات الدقيقة المعروفة باسم tardigrades أو بطيء الخطوة أو المشية (أول حيوان يستطيع العيش في الفضاء الخارجي). وتعتبر أغلب الأفكار متضاربة فعلى سبيل المثال التبذر الشامل الموجه يتضمن التدخل المتعمد من الكائنات الفضائية في حين توصل عالم الفلك فريد هويل Fred Hoyle وشاندرا ويكراماسنجي Chandra Wickramasinghe إلى أن بعض الأمراض المتفشية آتية من الفضاء. إن الفرضية الوحيدة المستندة على أدلة علمية هي «شبه التبذر الشامل» حيث أن الحياة مصنفة عن طريق المكونات العضوية وليس جميع الكائنات. يشمل التحليل الكيميائي للأجسام مثل النيزك مورشيون أحماضاً دهنية منحسرة وأحماضاً أمينية وقواعد نووية. توجد نظرية توضح أن كثيراً من لبنات بناء الحياة وصلت إلينا أثناء القصف الشديد المتأخر the Late Heavy Bombardment منذ حوالي 4 بلايين سنة عندما جاءت كويكبات كبيرة وصدمت الأرض بانتظام.

اليوم ما زال أغلب الباحثين حائرين بين هذين المعسكرين: هل الوراثة أولاً أم الأيض أولاً؟

تتلخص الاختلافات في كيفية استخدام الطاقة والمواد. يقول باحثو علم الوراثة الأوائل إن كل الحياة تتناسخ، لذلك قد يشفر النظام قبل الحيوي المعلومات لصنع المنتجات مثل الإنزيمات التي تساعد في جلب المواد معًا وتسمح للجينات بنسخ نفسها. ناقش باحثو الأيض الأوائل أن الحياة هي عملية تستهلك طاقة، لذلك تحتاج التفاعلات الأيضية لدعم الطاقة وتجميع الجزيئات.

سأل مؤيدو علم الوراثة الأوائل: كيف تتجمع المواد؟ أما مؤيدو الأيض الأوائل فسألوا: أين الطاقة لتنفيذ ذلك؟ وتعتبر فرضية الفتحات المائية الحرارية هي تصور الأيض الأول: حيث تعتبر مياه البحر أكثر حامضية من الموائع القلوية التي تفور من الفتحات مما يخلق منحدرًا كهروكيميائيًا بين المسام المتصلة في تلال المعادن، لذلك تتدفق أيونات الهيدروجين (H^+) في مياه البحر الحامضية نحو تركيز المنحدر داخل الفتحة. مثل ضغط المياه الذي يحرك التوربينات في السد الكهرومائي، يولد هذا المنحدر الطاقة التي تلتقط بالجزيئات بين المسام.

عالم الـ RNA

اتفق الباحثون على شيء واحد وهو أن أول نظام لعلم الوراثة لم يكن مثل الذي نعرفه اليوم. تخزن الخلايا الحديثة المعلومات في الـ DNA وتستخدم البروتينات لتؤدي وظائف مثل التفاعلات المحفزة كـ الإنزيمات. لكن لأن الـ DNA تصنع البروتين فهذا يخلق إشكالية البيضة والدجاجة. بالرغم من وقوع الحل في مركز الريبوسوم، حيث تستخدم الخلايا آلة جزيئية لتركيب البروتينات بحيث يوجد إنزيم يشبه الريبوزيم مصنوع من الـ RNA. في عام 1982 اكتشف عالم الكيمياء الأمريكي توماس كيش Thomas Cech الريبوزيم الذي يعمل كمحفز مستقل للـ RNA، وفي عام 2002 صنع عالم الأحياء الجزيئية جيرالد جويس Gerald Joyce إنزيم الـ RNA الذي يستطيع أن ينسخ نفسه ويسمح بنمو مطرد وتطور مدعوم ذاتيًا. منذ ستينيات

القرن الماضي أيد العالمان البريطانيان فرنسيس كريك Francis Crick ولسلي أورجيل Leslie Orgel الاقتراح بأن كل الأجهزة قبل الحيوية ربما تكون قد استندت على RNA كما عرفناه في فرضية «عالم RNA».

إذن، لماذا RNA وليس أي جزيء آخر؟ في عام 2009 جاء الحل من عالمي الكيمياء البريطانيين ماثيو بونير Matthew Powner وجون سذرلاند John Sutherland بتحضير حساء «بظروف معقولة قبل حيوية». وعند تعريضه للأشعة فوق البنفسجية تتحول مكونات الحساء إلى سايتوسين ويوراسيل وهما حرفان من الحروف الأربع للـ RNA. وهذا يعرض أول نظام لعلم الوراثة أوجده التطور عن طريق الانتخاب بأشعة الشمس.

«قبل بداية الحياة، تراكمت المواد العضوية حتى وصلت المحيطات الأولية إلى بنية الحساء الدافئ المخفف.»

ج.ب.س. هالدان

الخلايا الأولية

الخلية هي وحدة الحياة الأساسية، هي الحيز الذي يفصل بين الجينات والأبيض من البيئة. تحاط الخلايا الحديثة بطبقة مزدوجة من الغشاء الفسفوري، لكن ربما كانت تستخدم الخلايا الأولية القديمة فقاعة من الأحماض الدهنية، فالأحماض الدهنية مثل قطرات الزيت في المياه، تتجمع معًا وتتجمع في الأجسام الكروية. درس عالم الأحياء الكندي جاك زوستاك كيف تتأثر الخلايا الأولية بالتناسخ الذاتي للـ RNA. لأن الأغشية تُسرب جزيئات صغيرة وتمزج لبنات بناء RNA داخل فقاعة ثم تتراكم معًا وتنمو بصورة كبيرة كي تغادر. في عام 2004 أثبت زوستاك أن السائل الموجود داخل الخلية يصبح أكثر تركيزًا إن المياه تنتقل إلى الخاصية الأسموزية مما يجعل الفقاعة أن ترتفع حتى تنفلق ويُعاد تجميع الأحماض الدهنية. لذلك قد يكون أصل نمو الخلية وانقسامها نتيجة للقوة الفيزيائية مدفوعًا بالتناسخ الذاتي للـ RNA.

يستطيع العلماء أن يحضروا حساء قبل حيوي يعيد إيجاد ظروف بدائية أو لا يغطي النظم البيئية التي تكون عمليات أساسية، لكننا قد لا نعرف كيف بدأت الحياة بالضبط. أينما كان أصلها ففي مرحلة ما، ترك الفقاعات الأولى ذاتية التناسخ مكانها المريح في مسامها وتصبح خلايا حية حرة لأولى الكائنات.

الفكرة الرئيسة

الانتقال من الكيمياء إلى الأحياء