



كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تطور المتعضيات الحية

المحاضرة : الاولى /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

2026

5

أصل الحياة

مقدمة

إن أول ما يخطر على ذهن المتفكرين وعلى ذهن الكثير من شرائح المجتمع مسألة تتعلق بأصل وظهور الحياة وعن سر تنوع الكائنات الحية بالإضافة إلى تساؤلات أخرى. ولا بد عند البحث في نظرية نشأة الحياة من دراسة الظروف التي كانت على سطح الأرض منذ حوالي ٤,٦ مليار سنة والتي يعتقد أنها كانت تختلف تماماً عن الظروف الحالية للأرض.

كثير من الأفكار طرحت حول أصل الحياة، نذكر منها التوالد الذاتي Spontaneous Generation التي ترى انبثاق الحياة من أشياء غير حية مثل:

- نشوء الفأر من القش

- تشكل الديدان من اللحم المتفسخ

إلا أن العالم باستور Louis Pasteur-1862 أثبت عدم وجود التوالد الذاتي في الطبيعة وان الجو ممتلئ بعناصر الحياة الدقيقة (الميكروبات).

من الأفكار الحديثة تلك التي ترى تشكل الكون إثر الانفجار الكبير Big Bang الذي حدث منذ حوالي خمسة عشرة مليار سنة، ويعتبر الباحثون الكون أنه الفضاء غير المحدود الذي يتضمن آلاف المجرات GALAXIES، وفي كل مجرة آلاف النجوم وحول هذه النجوم تدور كواكب سيارة ومنها كوكب الأرض وهو إحدى الكواكب السيارة حول الشمس. يقدر عمر الأرض بحوالي { ٤,٦ } مليار سنة، وتشير كافة الدراسات إلى ان ظروف الأرض البدائية تختلف تماماً عن الظروف الحالية، حيث كانت غير صالحة في بداية تشكل الأرض لحياة واستقرار الكائنات الحية.

جو الأرض الأولي Conditions on the Early Earth:

يعتقد أن الجو الأولي للأرض كان غنياً بالعناصر ومنها الأوكسجين - الكربون - الهيدروجين - الأزوت، ومن المعروف كيميائياً أن هذه العناصر لا توجد بشكل حر في وسط غني بالهيدروجين، حيث تفاعلت وشكلت المركبات التالية : الميثان (CH4)، النشادر (NH3)، الماء (H2O)، كما أن هذه الغازات قد انطلقت من الغلاف

الصخري للأرض الأولية نتيجة انصهار المواد المشكلة للأرض وقد عدت هذه الغازات أصلاً للمركبات الكيميائية الأولية.. تشير كافة الدراسات إلى أن جو الأرض الأولي كان جواً مرجعاً خالياً من الأوكسجين الحر.

كما تشير الأبحاث إلى أن انطلاق بخار الماء نتيجة للحرارة العالية في جو الأرض ثم تكثفه بعد تبرده على شكل أمطار غزيرة مشكلاً المحيطات البدائية.

التطور الكيميائي Chemical evolution:

وضع الباحث الروسي أوبارين ١٩٢٩ OPARIN فرضية تفسر التطور الذي حصل في جو الأرض الأولي المرجع الخالي من الأوكسجين والحاوي على خليط من غازات الميثان و النشادر وبخار الماء وتحت تأثير مصادر الطاقة الطبيعية (الطاقة الشمسية - طاقة العواصف - طاقة البراكين - طاقة تفكك المواد المشعة)، حيث تشكلت انطلاقاً من هذه المركبات جزيئات عضوية يعتقد أنها تراكمت في المحيطات البدائية مشكلة ما أطلق عليه الباحث هالدين اسم الحساء الأولي أو الحساء المغذي .

تجربة ميللر لإثبات التطور الكيميائي :

قام الكيميائي الأمريكي ستانلي ميللر St. Miller عام ١٩٥٣ بتجربته مقلداً جو الأرض الأولي ضمن كرة زجاجية، معرضاً مزيجاً من الغازات { NH₃ - CH₄ - H₂ - H₂O } لشرارة كهربائية تقدر (٦٠٠٠) فولط، تمثل طاقة العواصف، وحلل نتائج التجربة بعد أسبوع فوجد حموضاً أمينية منها :

- الغلسين Glycine
- الانين Alanine
- وبكميات قليلة جداً حمض الغلوتاميك Glutamic acid
- حمض الاسبارتيك Aspartic acid وحمض الفالين Valine
- حمض الليوسين Leucine وحمض السيرين Serine .

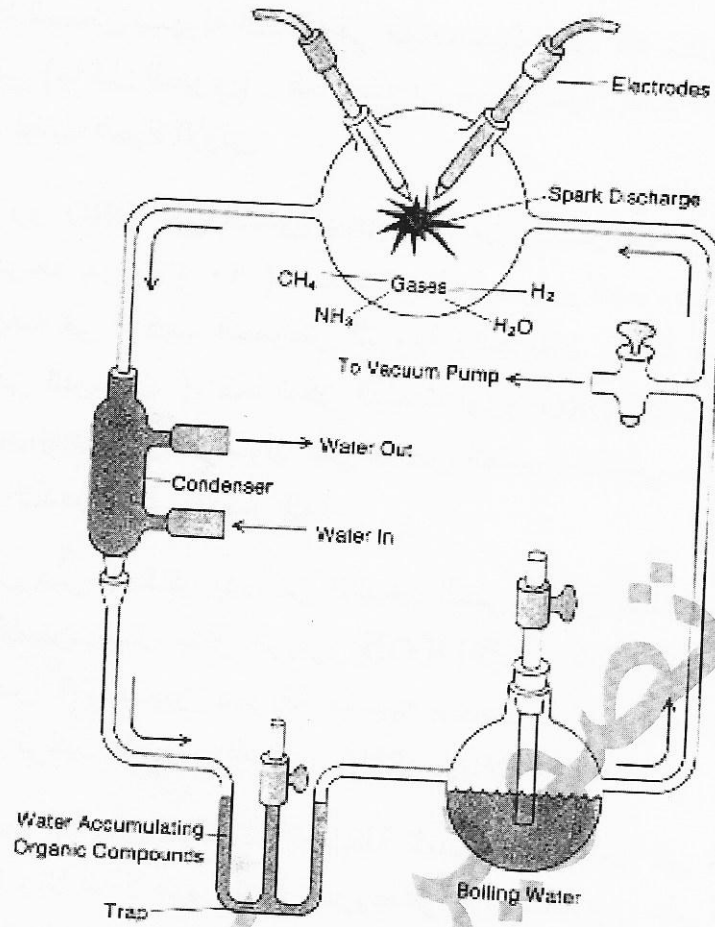
كما أكدت تجربة ميللر الفرضية القائلة بأن جو الأرض الأولي مرجع حيث فشلت كافة التجارب في الحصول على حموض أمينية في جو يحوي الأوكسجين.

لا بد من الإشارة إلى أن تجربة ميللر قد كررت من قبل عدد من الباحثين مع تغير مصدر الطاقة وكانت النتائج مشابه لما حصل عليه ميللر. لقد سار الباحثون على درب ميللر باستخدام المصادر الطبيعية للطاقة في جو الأرض الأولي:

- الطاقة الشمسية : الأشعة فوق البنفسجية قلدت بمصابيح
- طاقة العواصف : قلدت بالشرارة الكهربائية
- النشاط الإشعاعي : تقلد بالمسرعات السيكلوترون CYCLOTRON
- نشاط البراكين : تقلد بحرارة الفرن الكهربائي

من هؤلاء الباحث سيدني فوكس SIDNEY FOX من جامعة ميامي - فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية { الذي تمكن من الحصول على حموض أمينية باستخدام مصادر طاقة البراكين (درجة الحرارة ١٠٠٠ ألف درجة مئوية)، لكن لابد من الإشارة إلى أن الحموض الامينية الحاوية على الكبريت { السيستين SYSTEINE والميثيونين METHIONINE } لم تتشكل وذلك لعدم وجود عنصر الكبريت في الخليط الغازي حيث يعتقد أن هذا العنصر لم يكن موجوداً في جو الأرض الأولي .

كلية العلوم



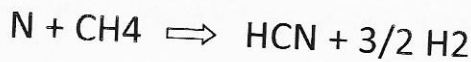
تجربة ميلر

تشكل اللبنات الأساسية للمادة الحية

تمكن الباحثون من الحصول على مركب عضوي هام في سياق التطور الكيميائي، لقد حصلوا على حمض سيان الماء HCN من خلال تسليط شرارة كهربائية على جزيئة الأزوت الأمر الذي أدى إلى تفككه إلى ذرتي أزوت:



تصبح ذرتي الأزوت قادرة على الارتباط مع الميثان مشكلة حمض سيان الماء



يتميز هذا الحمض بسهولة انحلاله في الماء، حيث يعتقد أنه شكل قسماً هاماً في الحساء البدائي (ما قبل الحيوي). كما يعتقد ان حمض سيان الماء قد لعب دوراً هاماً في بناء لبنات الحياة الأولى:

فقد حصل أورو ORO على الأدنين Adnine من تفاعل حمض سيان الماء مع النشادر في درجة حرارة (٩٠) لمدة ٢٤ ساعة . ومن المعروف أن الأدنين من المركبات الهامة في تركيب الحموض النووية والجزئيات الغنية بالطاقة ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات)، كما تمكن الباحث أورو ORO والباحث بينام بيروما Pennam Peruma من الحصول على حمض الغلسين الأميني من تفاعل حمض سيان الماء و الألهيد الخلي وبخار الماء .

تم الحصول على السكاكر بدءاً من الألهيد الخلي، إذ إن إضافة خمسة جزئيات إلى بعضها البعض تشكل سكر الريبوز $C_5H_{10}O_5$. كما أمكن الحصول على الريبوز منقوص الأوكسجين بطريقة مشابهة ويدخل الريبوز والريبوز منقوص الأوكسجين في تركيب الحمض النووي RNA و DNA على التوالي .

مما سلف نجد أن هذه المركبات المتشكلة تلعب دوراً أساسياً في تشكيل اللبنات الأساسية للحياة ، إلا أنه لا بد من توافر شروط في الوسط الحاوي على هذه الجزئيات المتشكلة للحفاظ عليها منها:

- ١ - أن تتشكل مركبات ثقيلة تهبط إلى الطبقات المنخفضة عن طريق الشقوق التي توفر وسط حماية تجنّبها الأشعة فوق البنفسجية الضارة
- ٢ - عدم وجود الأوكسجين في جو الأرض الأولى لأن هذا العنصر يؤكسدها ويخربها

- ٣ - عدم وجود كائنات قادرة على تخريب المواد العضوية وبذلك يمكن للجزئيات العضوية ان تتجمع ضمن حفر أو في البحار الأولية ليستمر التفاعل بينها .

تشكيل الجزئيات العضوية المعقدة :

يعتقد الباحثون أن الجزئيات العضوية الأولية (حموض أمينية - سكر - ...) التي تشكلت في جو الأرض الأولى، إضافة إلى وجود هذه المركبات العضوية في وسط مائي، سهل من النقاء الجزئيات مع بعضها البعض وبالتالي تشكيل مركبات أكثر

تعقيداً. وكما هو معروف إن التفاعلات بين المواد العضوية في الكائنات الحية تحتاج إلى تدخل أنزيمي فكيف حدثت أولى التفاعلات بغياب الأنزيمات التي لم تتشكل ؟

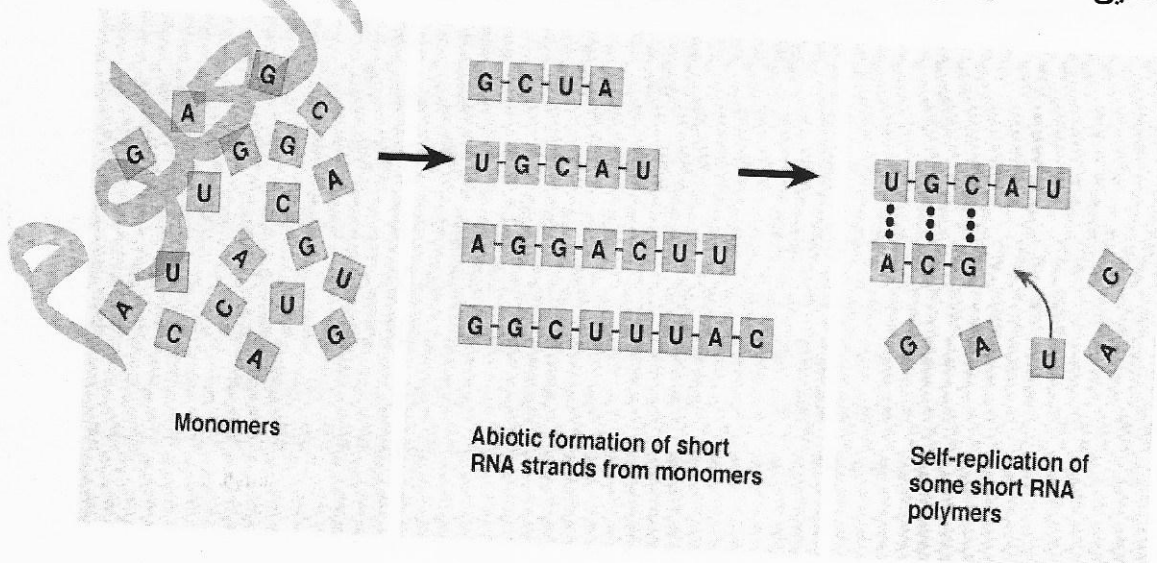
يعتقد أن السطوح الملحية وبعض الشوارد المعدنية مثل الحديد أو الصخور البركانية أو الأباتيت (فوسفات الكالسيوم) قد لعبت دوراً منشطاً، كما دلت التجارب على أن الحرارة تلعب دوراً في تشكيل روابط بيتيدية بين الحموض الأمينية بنزع جزيئة ماء، و يدعى هذا النوع من التفاعلات التكتيف الحراري.

من المعروف أنه بجوار البراكين تتوفر حرارة عالية، وهذا كان دافعاً للباحثين لاستخدام طاقتها، حيث وضع ١٨ حمضاً أمينياً على صخر بركاني وأدخلت إلى فرن درجة حرارته ١٧٠ درجة مئوية ولعدة ساعات فتشكلت سلاسل بروتينية. وبذلك تحقق تشكل البروتينات من خلال تفاعلات التكتيف الحراري وبغياب الأنزيمات.

تطور أسلاف الحموض النووية:

تمكن الباحثون من الحصول على بعض عناصر النوكليوتيدات مثل الأدينين وسكر الريبوز منقوص الأوكسجين كما تمكن العالم ساغان Sagan وبينام بيروما Pennam peruma من الحصول على الأدينوزين الفوسفاتي من تسليط الأشعة فوق البنفسجية UV على محلول مائي للأدينين والريبوز، ومن ثم تعديل المركب الفوسفوري وتخليط UV على الأدينوزين الفوسفاتي و الحصول على الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP الذي يشكل مصدراً للطاقة في التفاعلات الحيوية .

وتمكن بينام بيروما في وقت لاحق من الحصول على النوكليدات، ثم أوضح الباحث شرام Schram أنه توجد تجمعات هامة من الفوسفات في الأرض الأولية. فعند تسخين ٦٠ نوكليوتيداً باستخدام مشتق لحمض ميتافوسفوري أمكن الحصول على



متعدد معقد متعدد النوكليوتيدات مرتبطة بعضها البعض. (لا بد من الإشارة إلى أن التجارب ما زالت بعيدة عن تحضير ملايين الأشفاح من النوكليوتيدات الموجودة في DNA احد الجراثيم البسيطة).

الانتقال من اللاحياة إلى طلائع الخلايا الحية :

تعد المرحلة التي تبحث في أصل الخلايا وتشكلها من أصعب المراحل التي تبحث في مسألة أصل الحياة على الأرض. و يعتقد أن تشكل البروتينات في جو الأرض الأولي وبالتحديد في الحساء الابتدائي هي المنطلق بعد أن تكتسب خصائص قطرات الزيت، إذ أنه من المعروف أن جزئيات الزيت عندما توجد في وسط مائي تبقى طافية وذلك لكون قطرة الزيت ذات وجهين أحدهما كاره للماء والآخر محب للماء.

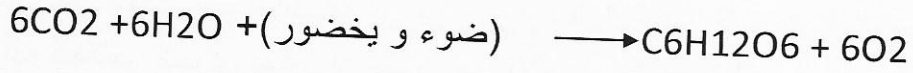
لقد بين العالم فوكس FOX أن وجود الحموض الأمينية في حرارة مرتفعة /170/ درجة مئوية، قد شكلت سلاسل بروتينية، يمكن تحولها في ماء ساخن قليل الملوحة إلى كريات صغيرة. أطلق على هذه الكريات اسم كريات فوكس أو الكواسيرفات Coiservates. وقد وصف فوكس هذه البنى بأنها ذات غشاء مضاعف تجري فيها تيارات لنقل المواد بفعل الاختلاف في تركيز الوسط داخلها وخارجها مما يؤدي إلى تفكك بعضها وإلى استمرار البعض الآخر حيث يزداد حجمها بفعل الامتصاص من الوسط الخارجي إلى أن تنقسم إلى كريات أصغر، يعتقد أنها تشكل طلائع الخلايا الحية.

التطور البيولوجي لطلائع الخلايا :

رأينا كيف تشكلت الكواسيرفات التي تشبه إلى حد كبير طلائع الخلايا البدائية، حيث نمت الخلايا البدائية على حساب المواد المتوفرة في محيطها من سكاكر و حموض أمينية وبذلك يمكن القول : أن طلائع الخلايا البدائية كانت غيرية التغذية حيث كانت تجد ما تحتاجه في الوسط المحيط بها من مواد ضرورية لبنائها.

يفترض الباحثون أنه في مرحلة لاحقة تمكنت الخلايا البدائية من تشكيل معقد بروتيني داخلي، سمي لاحقا الكلوروفيل (وجدت خلايا مستحاثة تحوي الكلوروفيل منذ 2,5 مليار سنة)، الذي مكنها من بدء نشاط استقلابي وتحولت بذلك من خلايا بدائية غيرية التغذية إلى خلايا ذاتية التغذية وذلك من خلال عملية التركيب الضوئي، وفي هذه المرحلة التطورية تمكنت الخلايا الحاوية على اليخضور من تركيب سكر

الجليكوز بدءاً من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عملية التخمر التي كانت تجري في جو يخلو من الأوكسجين .



وبعملية التركيب الضوئي أيضا بدأ إنتاج الأوكسجين بكميات كبيرة الذي أدى لتشكيل طبقة الأوزون تحت تأثير الأشعة الشاردية (203 à 302). تستطيع طبقة الأوزون امتصاص الأمواج القصيرة الضارة وخاصة الأشعة فوق البنفسجية، مما أتاح الفرصة لاستمرار وبقاء الخلايا البدائية على قيد الحياة .

(تعريف الحياة : هي القدرة على الاستقلاب والتكاثر).

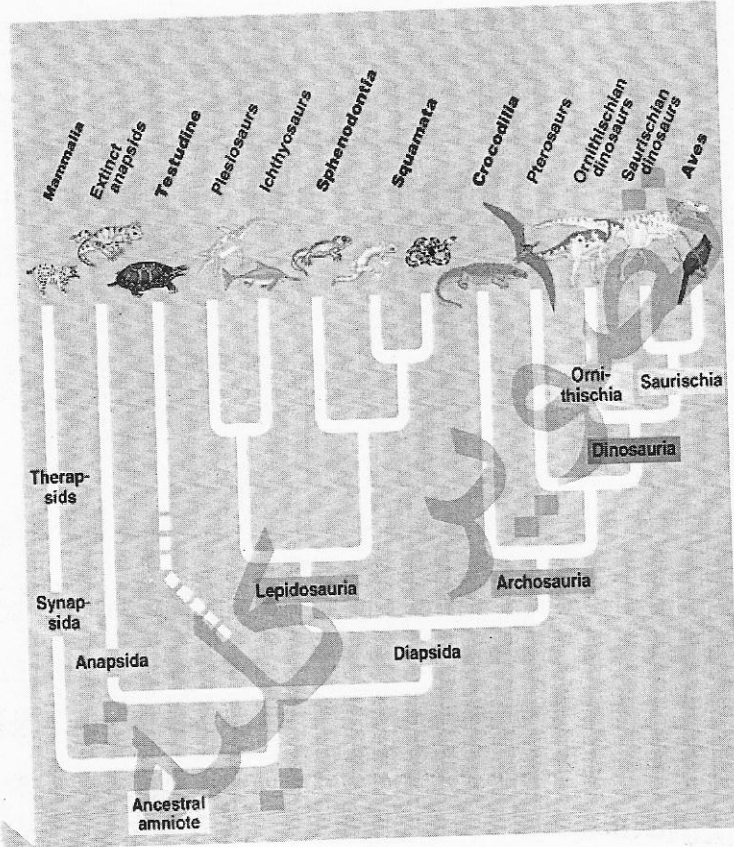
يعتقد أن الخلايا البدائية أصبحت في مرحلة من المراحل قادرة على التركيب الحيوي وعلى التكاثر وخاصة أن تشكيل الأحماض النووية DNA وال RNA تؤمن نقل المعلومات الوراثية وتنظيم الاستقلاب الخلوي، وبالتالي تشكل هذه التراكيب عناصر هامة في بقاء واستمرار الحياة .

المعطيات المستحاثية لأولى الخلايا :

دلّت الدراسات المستحاثية في معهد المحيطات في San Diego (كاليفورنيا) على وجود مستحاثات في صخور جزيرة Green Land يقدر عمرها / ٣,٨ / مليار سنة ويعتقد أنها خلايا بدائية اسطوانية (Nature 1996/11) . كما دلّت الدراسات المستحاثية على وجود أشنيات زرقاء (Stromatolthes) يعود عمرها إلى / ٣ - ٣,٨ / مليار سنة وهي من طلائعيات النوى (خلايا مجردة من النواة) وهي مازالت موجودة إلى يومنا هذا، بينما ظهرت أولى خلايا حقيقيات النوى منذ / ١,٤ / مليار سنة. ثم تتالت الاكتشافات المستحاثية التي تبين ظهور المجموعات الحيوانية على التتالي حيث ظهرت الأسماك منذ حوالي ٥٧٠ مليون سنة ثم ظهرت بعد ذلك رباعيات الأرجل منذ / ٤٠٠ / مليون سنة

لا بد من الإشارة إلى انه قد وضعت حديثاً فرضية تنص على أن أولى الخلايا الحية قد وردت إلى كوكب الأرض من الفضاء الكوني من خلال النيازك التي تسقط على كوكب الأرض. أجريت وكالة الفضاء ناسا NASA عدد من الأبحاث: منها جمع عينات من الفضاء بواسطة طائرات خاصة تابعة للوكالة حيث دلّت التحاليل على وجود مركبات حيوية عضوية في الغبار الكوني. يعتقد ان هذه المركبات قد شكلت

اللبنت الأولى في تركيب المادة الحية . إلا أن هذه الفرضية لاقت اعتراضات. من هذه الاعتراضات أن الأشعة الكونية مثل الأشعة فوق البنفسجية كافية للقضاء على أية شكل من أشكال الحياة إضافة إلى أن الحرارة العالية التي يتعرض لها النيزك عند اختراقه للغلاف الجوي يمكن أن تكون هي الأخرى قاتلة إلا أن وجود بعض أنواع الجراثيم بجوار الينابيع الحارة وفوهات البراكين قد أعطى لهذه الفرضية مجال للبحث والنقاش.



التنوع Speciation

التصنيف الحيواني وفكرة النوع :

يعد التصنيف (اشتق من كلمة اغريقية تعني قانون الترتيب) الخطوة الأولى في حل أي معضلة حياتية وذلك عن طريق وصف وتسمية وتصنيف المتعضيات، وقد بدأت فكرة تقسيم وإعطاء مفهوم الوحدات التصنيفية على يد الفيلسوف أرسطو / ٣٨٤ - ٣٢٢ ق.م حيث اقتصررت مراتبه التصنيفية على النوع Species والجنس genus.