المحاضرة الثانية

تطـــــور الكائنات بدائية النواة Evolution Of Prokaryotic Organisms

أعتقد علماء الاحياء ان الحياة سبق وان ظهرت على الارض او نُقلت اليها عبر النيازك المتساقطة عليها منذ حوالي 4 مليار سنة مضت. وكان ظهورها على هيئة كائنات بدائية بسيطة تشبه كثيراً الكائنات بدائية النواة المعروفة اليوم. ومن خلال الدراسات التي اجريت على المتحجرات الموجودة على الارض تبين ان الكائنات حقيقة النواة ظهرت منذ حوالي واحد مليار سنة فقط. بمعنى اخر ان وجود الكائنات بدائية النواة سبق وجود حقيقية النواة بملايين السنين ، بينما الكائنات متعددة الخلايا multicellular organisms قد نشأة منذ حوالي 1- 1.5 مليار سنة.

إن عملية تطور الحياة على الارض من الكائنات بدائية النواة الى كائنات حقيقية النواة غير معروفة لحد الان ، لكن نظرية التعايش الداخلي Endosymbiotic Theory عرضت تفسير معقول لفكرة التطور هذه. فكما هو معروف ان الاختلاف الرئيسي بين الكائنات حقيقة النواة وبدائية النواة هو ان الكائنات حقيقة النواة تمتلك اغشية متخصصة تحيط بالعضيات الخلوية ومن ضمنها النواة الحقيقة. ووفقاً لنظرية endosymbiotic theory فأن عضيات الكائنات حقيقية النواة نشأة بالأصل من الخلايا بدائية النواة والتي تطورت بعلاقة تعايشية *symbiotic relationship* مع حقيقية النواة. حيث يعتُقد بأن الخلايا حقيقية النواة اشتقت من الكائنات البدائية النواة الاولية، وان البكتريا الكبيرة في مرحلة من المراحل فقدت جدارها الخلوي cell wall وقامت بابتلاع engulfment خلية بكتيرية اصغر منها حجماً. وبذلك تأسست علاقة تعايشية ما بينهما. الخلية البدائية النواة المُبتلعة بقيت غير مهضومة لأنها ساهمت بإضافة وظائف جديدة لخلية الابتلاع. وعلى مدى اجيال فقدت الخلية المبتلعة بعض من فوائدها المستقلة واصبحت عضية تكميلية. وتشير النظرية endosymbiotic theoryالى ان الميتوكندريا والبلاستيدات مثل البلاستيدات الخضراء وربما عضيات اخرى من الخلايا حقيقية النواة هي بالأصل بدائيات النوى كانت تعيش في السابق بشكل حر.

ويُعّرف التعايش Symbiosis بأنه العلاقة التي تربط نوعين مختلفين من الكائنات الحية والتي تعيشان سوياً وبتماس مباشر، هذا التعايش قد يكون اجباري obligatory بمعنى ان

احد هذين الكائنين او كلاهما يجب ان يتعايش مع الاخر كي يبقى على قيد الحياة. او قد يكون هذا التعايش اختياري facultative (optional) بمعنى انهما يمكنهما العيش والبقاء على قيد الحياة بشكل مستقل عن الاخر.

وهناك انواع لهذه العلاقة التعايشية :-

1- **Commensalism(التعايش) : is a class of relationship between two organisms where one organism benefits but the other is neutral (there is no harm or benefit).**

2- **Mutualism (التكافل او تبادل المنفعة) : (where both organisms benefit).**

3- **Competition (التنافس) : (where both organisms are harmed).**

4- **Parasitism (التطفل) : (one organism benefits and the other one is harmed).**

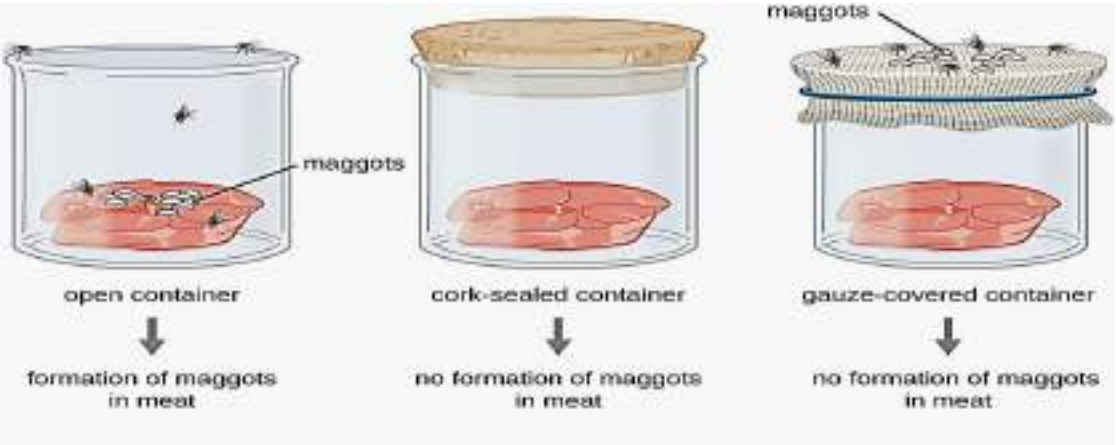
وفي حال كون ان هذين الكائنين يعيشان بشكل يكون احدهما داخل الاخر ، فأن هذه العلاقة تسمى بالتعايش الداخلي *endosymbiosis*.

نظرية النشوء الذاتي Spontaneous generation theory

لم يعرف القدماء شيئاً عن الكائنات الدقيقة او التطور او عن نشوء الاحياء من اصل حي فكان الاعتقاد السائد آنذاك هو ان الكائنات الحية تنشأ من اصل غير حي وهذا ما يعرف بالنشوء الذاتي Spontaneous generation ، وحسب هذا الاعتقاد فأن الضفادع والفئران والنحل وغيرها من الحيوانات تنشأ من الطين والجثث المتفسخة وماء المطر او الضباب.

جدل العلماء حول نظرية النشوء الذاتي أو التلقائي

ظهر جدل كبير بين العلماء بين مؤيد ومعارض لنظرية الخلق الذاتي هل هي صحيحة أم باطلة وقد أجروا تجارب لتأكيد صحة النظرية أو بطلانها. حيث ان هذا الاعتقاد كان سائداً سنين طوالاً ولقد حاول المشتغلون في ذلك الوقت الوصول الى حقيقة أصل الكائنات الحية ومنهم فرانسيسكو ريدي Francaesco Redi (1626-1679) وهو طبيب عمل عدة تجارب استنتج من خلالها ان يرقات الذباب تتكون على اللحم عندما يكون معرضاً للهواء أي غير مغطى وبهذا دحض مبدئياً نظرية النشوء الذاتي.



❖ لويس جوبلت Louis Joblot 1645-1723

كان الاعتقاد لدى الكثيرين بعد اكتشاف ليفنهوك للكائنات المجهرية ان المواد النباتية والحيوانية تحتوي على قوة حية قادرة على تحويل هذه المواد الى اشكال مختلفة من الحياة وكانت الفكرة السائدة ان الاغنام والاوز تنتج من نوع معين من الاشجار. وفي عام 1710 لاحظ Joblot ان منقوع الشعير يعطي اعداداً هائلة من الكائنات الحية animalcules. حيث قام بوضع قسم من هذا المنقوع في وعاء محكم الغلق بعد تسخينه ووضع القسم الاخر في وعاء مفتوح فلاحظ ازدحام الوعاء الثاني بأعداد هائلة من الكائنات الحية بعد بضعة ايام ، في حين لم يتكون ذلك في الوعاء الاول. وبهذا استنتج ان منقوع الشعير وحده لا يكفي لتكوين الكائنات المجهرية ذاتياً.

❖ John Needham جون نيدهام 1713-1718

عالم انكليزي قام بإعادة تجربة Joblot وحصل على نتائج مغايرة ، اذ تكونت كائنات حية في الوعائين وبذلك ترسخت في ذهنه نظرية النشوء الذاتي. وكان حصوله على هذه النتائج عائداً الى عدم التسخين الكافي ووجود أبواغ بكتيرية Endospores وهي شديدة المقاومة للحرارة (سنأتي على شرحها لاحقاً) ولم يكن يعرف شيء عنها آنذاك. أستمر الجدل بين العلماء والباحثين.

وبعد مرور نصف قرن أجريت تجارب جديدة ، حيث قام العالم (شلز Schulze 1836) بتمرير هواءاً غير ساخن على محاليل حامض الكبريتيك او هيدروكسيد الصوديوم ثم ادخل الهواء الى دوارق حاوية على مناقيع لحم او شعير جرى تسخينها مسبقاً.

وأعيدت نفس التجارب من قبل العالم (شوان Schwann 1873) لكن بعد تحرير الهواء من انابيب ذات تسخين عال، واعتمدت فكرة هذين العالمين على ان الهواء غير المعامل هو الذي يسبب تكون الاحياء في مناقيع المواد العضوية وان هذه المعاملة سوف تؤدي الى القضاء على الكائنات الموجودة في الهواء وهذا ما حدث فعلاً إلا أن بعضهم فسر هذه النتائج بقوله ان سبب هذا عائد الى فقدان الهواء لقدرته على اعطاء الحياة ذاتياً. واستمر العلماء والباحثين بتقديم العديد من التجارب والابحاث واستمر الجدل بينهم الى ان قدم العالم لويس باستور Louis Pasteur أبحاثه.

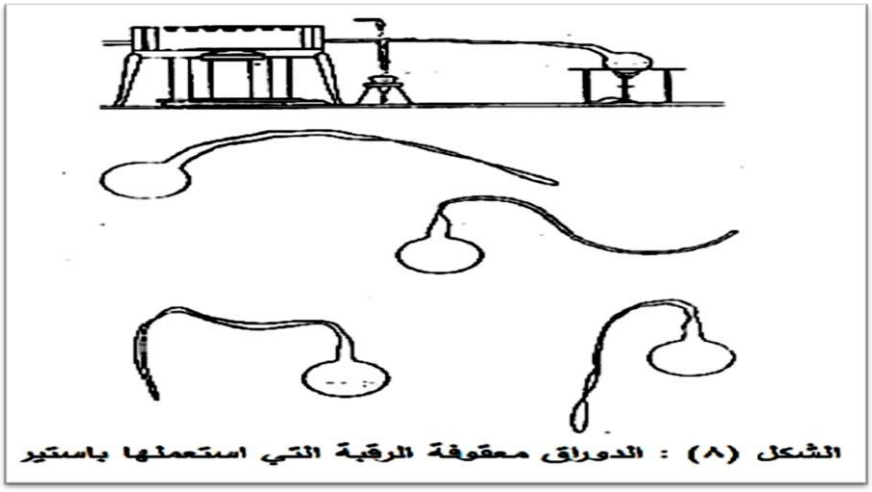
❖ لويس باستور Louis Pasteur (1822-1895)

من أشهر العلماء الفرنسيين والذي دحض بشدة نظرية النشوء الذاتي حيث قام بإعادة التجارب السابقة باستخدام دوارق بشاش طبي ودوارق اخرى ذات اعناق معقوفة الى الاسفل ووضع منقوع الشعير في هذه الدوارق وسخن المنقوع ثم ترك الدوارق قسم منها مفتوحة الفوهة والقسم الاخر وضع على فوهتها الشاش الطبي او القطن والقسم الاخير المعقوفة الفوهة كما ذكرنا سابقاً. فلاحظ بعد تركها لفترة من الزمن في المختبر حصل نمو ميكروبي في الدوارق ذات الفوهات المفتوحة فقط دونما الدوارق الاخرى. فاستنتج من هذه التجربة ان الاحياء المجهرية تكون عالقة على ذرات الغبار الموجودة في الهواء ولا تتمكن من الدخول الى

المنقوع بفضل الشاش الطبي او القطن او تترسب هذه الاحياء على الفوهات المعقوفة بفعل الجاذبية الارضية وبذلك لا تصل الى منقوع الشعير. بينما في الدوارق المفتوحة الفوهة فيمكن للأحياء المجهرية ان تدخل اليه عند دخول تيارات الهواء الى داخل الدورق لعدم وجود ما يمنع دخولها. نتيجة لهذه الملاحظات كتب باستور عن الامراض المتسببة عن الكائنات المجهرية، ومن هذا المنطلق صارت هناك قناعة كاملة ان كل مرض يصيب الانسان او الحيوان يتسبب عن الاصابة بنوع معين من الكائنات المجهرية.

بالإضافة الى ذلك فقد عرف باستور من تجاربه ان الخميرة Yeast هي سبب انتاج الكحول وان البكتريا العضوية المنتجة لحامض اللاكتيك Lactic acid هي المسببة لتلف الخمور وقد عرف أيضاً دور الكائنات المجهرية في حدوث تلف الاطعمة والحليب وعرف ان استعمال الحرارة يؤدي الى هلاك هذه الكائنات. واكتشف باستور من خلال إجرائه سلسلة من التجارب ان تسخين الخمور لدرجة حرارية تقع بين 50 – 60 م يقتل البكتريا المجهرية الموجودة ويمنع بذلك تلف هذه المنتجات وتسمى هذه العملية بالبسترة Pasteurization . وقد بدأ باستعمال بسترة الحليب على مستوى تجاري منذ عام 1880. وتتم عملية البسترة باستعمال درجة حرارة مقدارها 63 م مدة نصف ساعة او 72 م لمدة 15 ثانية. والغرض من استخدام هذه الدرجة الحرارية هو الحفاظ على القيمة الغذائية لمثل هذه المواد. بالإضافة الى ذلك فقد قام باستور بعدة تجارب تخص الجمرة الخبيثة Anthrax . وبسبب هذه التجارب والاكتشافات التي كان قسم منها يؤكد أهمية الاحياء المجهرية والقسم الاخر منها يشرح الاضرار الناجمة عن وجودها لهذا سمي هذا العالم بأبو الاحياء المجهرية

.The Father of Microbiology



الشكل (٨) : الدوارق معقوفة الرقبة التي استعملها باستير

ولقد جاء عالم آخر بعد العالم لويس باستور كرر هذه التجارب فوجد ان عملية التعقيم بهذه الدرجات الحرارية المذكورة انفاً غير كافية للتخلص من كافة الاحياء المجهرية. هذا العالم هو الطبيب الانكليزي جون تندل John Tyndall (1820-1893) ، الذي يدرس الدقائق العالقة في الهواء والتي ترى في شعاع آت من فتحة في غرفة مظلمة ، وكان متحمساً لتجارب باستور. وتمكن بعد دراسات عديدة من تفسير التغاير الذي حدث في نتائج المشتغلين على اساس ان البكتريا تظهر في طورين في الاول غير مقاومة للحرارة thermolabile وهو الطور الخضري Vegetative اما الطور الثاني فيكون مقاوم للحرارة thermostabile وهو ما يسمى الان بالبوغ (السبورات)، حيث وجد ان بعض الاحياء المجهرية التي لها القدرة على تكوين السبورات Spore Forming Bacteria لا تُقتل بدرجة حرارة البسترة لذلك ابتكر طريقة اخرى للتخلص من البكتريا، وهذه الطريقة تتمثل بتكرار عملية البسترة ثلاث مرات ، بين كل عملية بسترة واخرى تترك المادة المراد تعقيمها بدرجة حرارة المختبر ، والغرض من ذلك هو اعطاء السبورات فرصة للنمو بعودتها الى الطور الخضري الذي يسهل قتله بدرجة حرارة البسترة وبتكرار هذه العملية ثلاث مرات يتم التخلص من طافة السبورات الموجودة في المادة المراد تعقيمها واطلق على هذه العملية بالتندلة Tyndallization التي تستخدم حالياً لتعقيم المحاليل التي تتأثر بالحرارة العالية كبعض محاليل السكر.

فرضيات العالم روبرت كوخ Robert Koch

كان الطبيب الالماني Koch من المعاصرين للعالم Pasteur. وبعد اقتنائه للمجهر واداة تصوير فوتغرافي عكف على دراسة البكتريا وخصوصاً تلك المسببة للأمراض. حيث اشتغل كوخ منفرداً وبأدوات ومواد بدائية وقد كان ذو اطلاع على امراض الانسان بسبب كونه طبيباً وقد امضى المدة من عام 1873 الى عام 1876 في دراسة البكتريا المسببة لمرض الجمرة الخبيثة anthrax (وهو مرض معدي بشكل كبير وقاتل للماشية وفي بعض الاحيان للإنسان ايضاً). بالإضافة الى ذلك قام بتشخيص الخلايا المنقسمة والخلايا المتسوبرة spores ، وطور تقنية لدراسة البكتريا في المختبر خارج الكائن الحي *in vitro*. واوضح كوخ للمرة الاولى ان الجراثيم النامية خارج الجسم يمكن ان تسبب المرض وان كائنات مجهرية معينة تكون

مسؤولة عن احداث امراض معينة وقد عمل على معرفة اسباب مرض السل والكوليرا. كما وطورKoch طرق جديدة لعزل وتنمية البكتريا في مزرعة بكتيرية نقية pure culture (وهي المزرعة التي تحتوي على نوع واحد من الاحياء). واقترحت احدى زوجات زملاء هذا العالم بإضافة مادة الاكار agar في الوسط الزرعي لجعله صلباً وذو سطح مستوي ، مما يسهل تنمية طبقة خفيفة جداً من الاحياء المجهرية ويسهل عزلها على انفراد ، وكل واحد منها يمكن ان ينمو ليكون مستعمرة colony . وما زالت تقنيات هذا العالم تستعمل الى يوم. وساعدت الدراسات التي اجراها كوخ Koch على تقدم علم الاحياء المجهرية الطبية Medical Microbiology .

ان من ابرز انجازات العالم Koch هي صياغته لأربع فرضيات التي توضح علاقة كائن معين بمرض محدد. وادناه فرضيات Koch التي زودت العلماء بطريقة لأثبات نظرية جرثومة المرض germ theory of disease. **وسميت بفرضيات كوخ الاربعة Koch's our Postulates وهي :**

1- يجب وجود المسبب المرضي (الكائن الحي الدقيق) في جميع الحيوانات المريضة ولا يكون موجوداً في الحيوانات الصحية.

2- يجب ان ينمى الكائن الحي في مزرعة نقية pure culture خارج جسم الحيوان.

3- يجب ان تظهر اعراض المرض عند تلقيح جزء من هذه المزرعة في جسم حيوان صحي.

4- يجب ان يعاد عزل الكائن من الحيوان المصاب تجريبياً ويجب ان يكون مشابهاً للكائن الموجود في العزلة الاصلية.

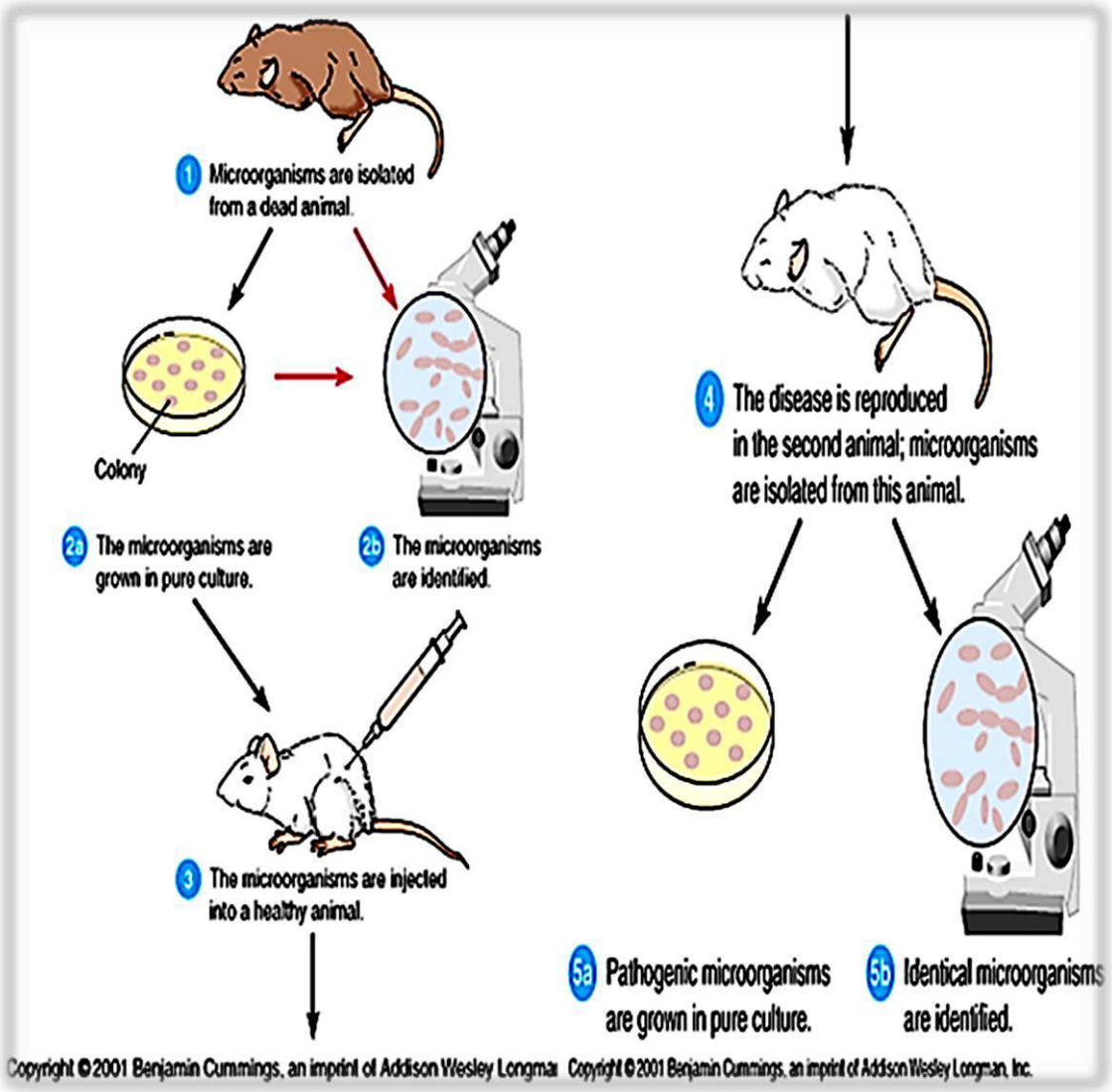
تم تطبيق هذه الفرضيات على اغلب المسببات المرضية الحيوانية والنباتية ولوحظ ان هناك بعض الاستثناءات

1- عندما يكون العامل المسبب من النوع الانتهازي opportunistic pathogen الذي يكون موجوداً بشكل طبيعي في الحيوانات الصحية.

2- عندما يتسبب المرض عن مجموعة من الكائنات المتعاونة.

3- عندما يملك الحيوان التجريبي مناعة ضد مرض معين.

4- عندما لا يمكن تنمية العامل الممرض بزرعه خارج خلايا المضيف.


1 Microorganisms are isolated from a dead animal.
Colony
2a The microorganisms are grown in pure culture.
2b The microorganisms are identified.
3 The microorganisms are injected into a healthy animal.
4 The disease is reproduced in the second animal; microorganisms are isolated from this animal.
5a Pathogenic microorganisms are grown in pure culture.
5b Identical microorganisms are identified.
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.