مقـــدمـــة Introduction

يتواجد على سطح الارض الملايين من الكائنات الحية التي تتنوع في بنيتها التركيبية فمنها الكائنات المجهرية وحيدة الخلية Unicellular، ومنها الكائنات عديدة الخلايا Multicellular معقدة التركيب. كذلك تتنوع الكائنات الحية في خصائصها الوظيفية، وما تتميز به من مظاهر حياتية مثل طرق التغذية والحركة والتكاثر وتفاعلها مع الظروف البيئية المحيطة بها. يعتبر علم التصنيف من أقدم العلوم، حيث اهتم الانسان في جهوده للبقاء على قيد الحياة ان يميز في وقت مبكر بين النباتات المفيدة التي تصلح كغذاء او دواء او غيره، والنباتات السامة او الضارة الاخرى التي يجب ان يتجنبها. ويهتم علم التصنيف او التقسيم بتسمية وتصنيف الكائنات الحية المتنوعة التي تملأ الارض. وتعتبر دراسة تصنيف الكائنات الحية من العلوم التي تدلل على عظمة الخالق عز وجل وبديع صنعه وتنوع خلقه. يعتمد تصنيف الكائنات الحية على الصفات التركيبية والظاهرية او المورفولوجيا morphology, إضافة الى الصفات الكيميائية والوراثية والفسيولوجية والخلوية والبيئية وكذلك الصفات الجزيئية للمادة الوراثية. ويهدف علم التصنيف من وجهة نظر معظم علماء التصنيف الحديث الى تحقيق تصنيف طبيعي تقسم فيه الكائنات الحية الى مجموعات توضح مدى التقارب او التباعد بين الكائنات الحية بناءً على العلاقات التطورية بين هذه المجموعات.

البكتريا Bacteria هي كائنات حية مجهرية وحيدة الخلية. وتُعد من أقدم أشكال الحياة المعروفة على وجه الأرض. هناك الآلاف من أنواع البكتريا المختلفة، وهي تعيش في كل بيئة ووسط حول العالم. فهي تعيش في التربة، ومياه البحار، وعميقًا ضمن قشرة الأرض. كما تمكن العلماء من اكتشاف بعض أنواع البكتريا التي تعيش ضمن النفايات النووية. تعيش العديد من البكتيريا على أجسام البشر والحيوانات وفي داخلها - على الجلد وفي المسالك الهوائية والفم والمسالك الهضمية والتناسلية والبولية - دون التسبب في أي ضرر في بعض الأحيان، وتحت ظروف معيَّنة، قد تتصرف ال Microflora المقيمة كعامل ممرض وتسبب المرض. يمكن للبكتريا أن تُسبب الأمراض عن طريق إنتاج مواد مؤذية (ذيفانات أو سموم toxins، أو غزو الأنسجة، أو كلا الأمرين. يمكن لبعض البكتيريا أن تحفز الالتهاب الذي قد يؤثر في القلب، أو الرئتين، أو الجهاز العصبي، أو الكلى، أو السبيل الهضمي. يمكن لبعض أنواع البكتيريا مثل Helicobacter pylori أن تزيد من خطر الإصابة بالسرطان. هناك أنواع أخرى من البكتريا التي تُسبب الأمراض. يطلق على تلك الأنواع اسم مسببات الأمراض.

علـــم التصـنيـــف Taxonomy: The Science of Classification

ان الاسماء القياسية والدقيقة للأشياء من متطلبات العلوم الضرورية، فنجد ان جميع الكيميائيين او الصيادلة يعنُــون نفس الشيء عندما يتحدثون عن عنصر او مركب. والفيزيائيون يجب ان يتوافقوا على المصطلحات عندما يتناقشون حول المادة او الطاقة. وكذلك بالنسبة لعلماء الاحياء يجب ان يتوافقوا على توحيد اسماء الكائنات الحية سواء كانت الكبيرة منها كالنمور او الصغيرة كالبكتريا. ان وجود هذا العدد الكبير جداً والمتنوع من الكائنات الحية، حتّــم على علماء الاحياء ان يستخدموا خصائص الكائنات الحية المختلفة لوصف اشكال معينة من الحياة ولتمييز الفرد الجديد. ولهذا فأن جمـــع الكائنات المترابطة سويتاً ضمن مجاميع موحدة هو اساس التصنيف. وهناك عدة اسباب دفعت علماء الاحياء لتصنيف الكائنات الحية وهي:

1- تأسيس معايير متفق عليها لتمييز وتشخيص وتعريف الكائنات الحية.
2- ترتيب الكائنات المترابطة ضمن مجاميع.
3- تقديم معلومات مهمة عن كيفية تطور الكائنات الحية.

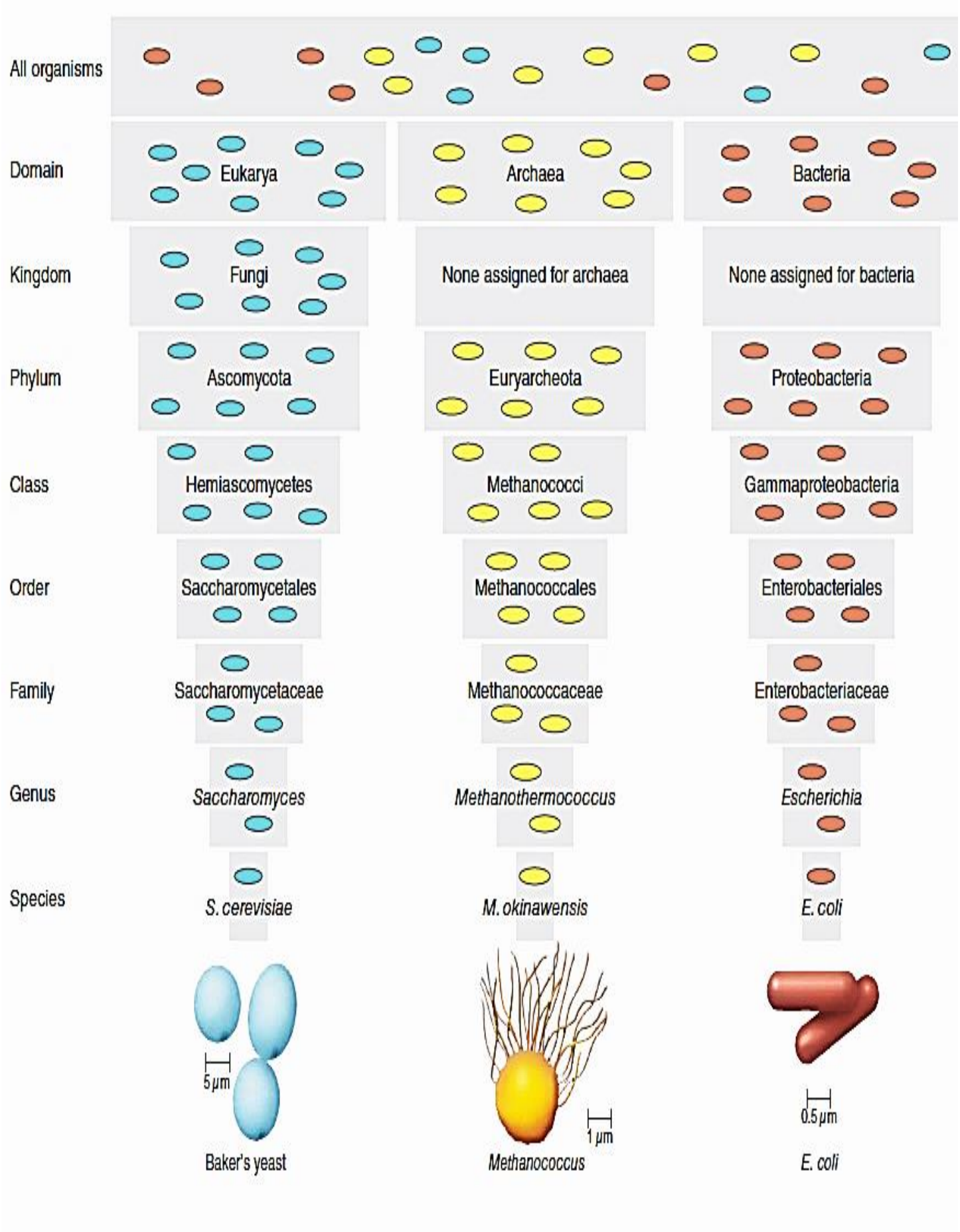
إن علم التصنيف وخصوصاً علم تصنيف الكائنات الحية يعرف بمصطلح Taxonomy، ويُعـرّف بأنه العلم الذي يقدم الأسس والقواعد لتنظيم وتسمية الكائنات الحية ووضعها ضمن فئات محددة category او **(taxon** جُمعهــا **taxa)**، حيث قام العلماء بوضع الكائنات الحية بالاستناد الى الخصائص والصفات المشتركة فيما بينها ضمن مجاميع غير متداخلة سميت بالـ **taxa**.

الجانب المهم الاخر لعلم التصنيف هو الاستفادة من المفاهيم الاساسية للوحدة والتنوع بين الكائنات الحية وفهمها. الاحياء المصنفة في أي مجموعة مستقلة تمتلك خصائص شائعة ومحددة وموحدة. على سبيل المثال: فأن الانسان يمشي بشكل مستقيم ويمتلك عقل متطور، وخلايا *Escherichia coli* عصوية الشكل وتمتلك جدار خلوي سالب لصبغة كرام.

لكن الكائنات الحية ضمن المجاميع المصنفة تظهر تنوع ايضاً. حتى الافراد ضمن النوع الواحد يظهر تباينات في الحجم والشكل والصفات الاخرى. الانسان يتفاوت في الطول والوزن والشعر ولون العين وملامح الوجه. انواع معينة من البكتريا تتفاوت فيما بينها بعض الشيء في الشكل وقابليتها على تكوين تراكيب خاصة كالسبورات الداخلية endospores. ان المفاهيم الاساسية لعلم التصنيف هي "ان افراد المجاميع ذات المستوى التصنيفي الاعلى تشترك بخصائص اقل من

الخصائص التي تشترك بها المجاميع في المستويات التصنيفية الادنى". على سبيل المثال، نجد ان الانسان كما في جميع الفقريات الاخرى يمتلك هيكل عظمي لكنه يشترك بخصائص اقل مع الاسماك والطيور مقارنتاً بالثدييات او اللبائن الاخرى. كذلك فان جميع البكتريا تقريباً تمتلك جدار خلوي cell wall, لكن البعض منها جدرانها موجبة لصبغة كرام والاخرى سالبة.

وبالإضافة الى ان هذا العلم أستند على الخصائص المشتركة للأحياء فيما بينها او على العلاقة التطورية من خلال سجل المتحجرات او التحليل الوراثي لهذه الكائنات (شكل - ١). وهذا العلم يعتبر القاعدة الأساسية لتشخيص الأحياء ووضعها في أصناف منوعة. ولكون ان جميع افراد اي (taxa) تشترك بخصائص معينة فأن علم التصنيف مكّـــن العلماء من تنظيم كـم كبير من المعلومات حول مجموعة هذه الكائنات وكذلك مكّنهم من التنبؤ بتركيب ووظيفة الكائنات استناداً على معرفة الاحياء المتشابهة. فعلى سبيل المثال، في حال ان أحد افراد taxa معين مهم في اعادة تدوير غاز النيتروجين في البيئة، فأنه من المحتمل ان الافراد الاخرين المصنفين ضمن نفس الـ taxa قد يلعبون نفس الدور البيئي. وبنفس الطريقة فأن الطبيب قد يقترح علاج معين ضد كائن ممرض استناداً الى كون هذا العلاج كان مؤثر وفعال ضد كائن ممرض اخر يقع ضمن نفس الـ taxa للكائن الممرض الاول.



الشكل ١ ـ تصنيف الكائنات الحية وفقاً للعلاقة بينها.

تطـــور الكائنات بدائية النواة The Evolution Of Prokaryotic Organisms

أعتقد علماء الاحياء ان الحياة سبق وان ظهرت على الارض او نُــقلت اليها عبر النيازك المتساقطة عليها منذ حوالي ٤ 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 واحـد مليار سنـــة فقـط. بمعنى اخر ان وجود الكائنات بدائية النواة سبق وجود حقيقية النواة بملايين السنين. حيث ان اكتشاف الكائنات المتحجرة شبيه بالـ Cyanobacteria على الصخور وكذلك اكتشاف الـ Stromatolites – والاخيرة هي عبارة عن احياء بدائية النواة متحجرة ذاتية التغذية الضوئية fossilized photosynthetic prokaryotes حيث تظهر بشكل كتل من الخلايا الميكروبية، ويشيع تواجدها في العيون والبحيرات الحارة. علماً انها مازالت تتكون الى يومنا هذا. ولكون ان هذه Stromatolites عبارة عن كائنات بدائية النواة متحجرة، فأنها لا تقدم أي دليل على تطور الكائنات او نشوئها او العلاقات ما بينها، لكن يمكن ان تستخدم في تحديد الفترة الزمنية لظهورها. الدراسات التي اجريت على Stromatolites اظهرت ان الحياة على الارض بدأت من ذو حوالي ٤ مليار سنة مضت، وهذا يمثل عمر الاحياء المجهرية microorganisms , وهذ دليل على ان بداية الحياة على الأرض كانت بدائية, بينما الكائنات متعددة الخلايا multicellular نشأة منذ حوالي ١- ١,٥ مليار سنة.

التطـــور مـن خـلال التعايـش الـداخلي Evolution by Endosymbiosis

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 نشــأة 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 أصغر منها حجماً. وبذلك تأسست علاقة تعايشية ما بينهما. الخلية البدائية النواة المُبتلـعة بقيـت غير مهضومة لأنها ساهمت بإضافة

وظائف جديدة لخلية الابتلاع. وعلى مدى اجيال فقدت الخلية المبتلعة بعض من فوائدها المستقلة واصبحت عضيه 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.

⇐ **Symbiosis** - يُعّرف التعايش Symbiosis بأنه العلاقة التي تربط نوعين مختلفين من الكائنات الحية والتي تعيشان سويتاً 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** (**المعايشـــة**) : 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 أو 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 أحدهما داخل الاخر، فأن هذه العلاقة تسمى بالتعايش الداخلي ***endosymbiosis***.

خلال هذه العلاقة التعايشية فأن كلا الكائنين يكونان منتفعين من بعضهما البعض. الخلية البدائية النواة المبتلعة تكون محمية داخل الخلية التي ابتلعتها، والخلية الحقيقية النواة تكتسب بعض القابليات والقدرات الجديدة من خلال تعايشها مع الخلية بدائية النواة. وهناك براهين تدعم هذه النظرية أتت من خلال مقارنة خصائص عضيات الكائنات حقيقية النواة مع الكائنات بدائية النواة، وكالاتي: -

1- إن حجم المايتوكوندريا والكلوروبلاست Mitochondria and chloroplasts يساوي تقريباً حجم الخلايا بدائية النواة.

2- إن الـــ mitochondria and chloroplasts تختلفان عن بقية عضيات الخلية حقيقية النواة بامتلاكهما DNA، ويكون هذا DNA بشكل حلقي دائري منفرد يشبه بذلك كروموسوم بدائية النواة.

3- تكون رايبوسومات هذه العضيات (mitochondria and chloroplasts) من نوع 70S والتي تشبه رايبوسومات الخلايا بدائية النواة، بينما رايبوسومات حقيقية النواة تكون من نوع 80S.

4- كما في البكتريا فأن الرايبوسومات والـ DNA في هذه العضيات (mitochondria and chloroplasts) تعملان لصنع البروتين.

5- إن المضادات الحيوية التي تثبط عمل رايبوسومات الخلية البكتيرية وبالتالي ايقاف صنع البروتين، تؤثر بنفس الميكانيكية على رايبوسومات المايتوكوندريا والكلوروبلاست.

6- تنقسم المايتوكوندريا والكلوروبلاست بواسطة الانشطار الثنائي binary fission كما في البكتريا، ويكون انقسامها بشكل مستقل عن دورة الخلية الحقيقية النواة.

7- ان تراكيب الاغشية الثنائية التي تحيط بالمايتوكوندريا والكلوروبلاست تتشابه كثيراً مع غشاء البكتريا السالبة لصبغة كرام Gram-negative bacteria.

8- ان تركيب الكلوروبلاست يتشابه كثيراً مع تركيب الـ photosynthetic, chlorophyll-containing prokaryotic cyanobacteria.

9- ان DNA المايتوكوندريا في حقيقية النواة يتشابه كثيراً مع الـ DNA لبكتريا *Rickettsia prowazekii*.

بالإضافة الى ذلك، فأن فكرة كون الخلية البدائية تتواجد بشكل متعايش داخلي endosymbiosis داخل الخلية الحقيقة النواة ليست مجرد تخمين، حيث ان هناك امثلة عديدة على هذه العلاقات التعايشية موجودة في الطبيعة. فنجد ان هناك نوع معين من الكائنات حقيقية النواة فاقدة للمايتوكوندريا وتعيش في بيئات منخفضة مستوى الاوكسجين، ورغم ذلك فأنها تعيش بشكل جيد، حيث وجد العلماء ان هناك بكتريا تعيش في داخل هذه الكائنات وتعمل كبديل عن المايتوكوندريا. حيث ان هذه البكتريا تعمل بشكل أفضل من المايتوكوندريا في المستويات المنخفضة للأوكسجين وبالتالي فأنها تؤكسد الطعام وتجهز الطاقة على شكل ATP لشريكها. بعض حقيقية النواة البدائية بقيت الى اليوم فاقدة للمايتوكوندريا، مثال ذلك طفيلي الـ Giardia المسبب للإسهال diarrhea.