الحقول الثلاثـــة في النظام التصنيفي

The Three-Domain of Classification System

عمل العالم **Carl Woese** ومجموعة من الباحثين لسنوات لفهم الروابط التصنيفية بين الخلايا, حيث ان الشكل Morphology والاختبارات الكيموحيوية Biochemical tests لا تقدمان معلومات كافية لتصنيف الكائنات الحية بشكل كامل. لذلك ولأكثر من عقد من السنوات عمل هذا العالم وبجد لتحديد تسلسل النيكلوتيدات Nucleotides Sequences للوحدات الثانوية الصغيرة للريبوسومات Subunits of Ribosomal RNA (rRNA) في محاولة ليكشف العلاقة بين الكائنات الحية. حيث ان استخدام الريبوسومات لهذا الغرض كان بسبب تواجدها في جميع الخلايا ومسؤولة بشكل مباشر وحاسم في صناعة البروتينات داخل الخلية الحية. وبالتالي فمن الممكن ملاحظة الاختلافات بين أنواع الخلايا استناداً الى الاختلافات في التسلسل النيكلوتيدي لشريط rRNA الذي يدخل في تركيب الريبوسوم ومن المفترض ان التغييرات في تسلسل هذه النيكلوتيدات نادر جداً حدوثه.

ومن المعلوم ان الريبوسومات تتكون من بروتين و RNA الريبوسومي rRNA. بالإضافة الى ذلك فأن ريبوسومات الخلية البكتيرية تكون من النوع 70 S وحرف الـ S يشار به الى (وحدة سيفدبرغ - *Svedberg units* وهي دلالة على معدل الترسيب عند طرها مركزياً) وتتكون هذه الريبوسومات من وحدتين هما 50S and 30S وهذين الوحدتين تتكونان من وحدات ثانوية subunit , حيث ان الوحدة 50S تضم وحدتين ثانويتين هما **23**S and **5**S والوحدة 30S تتكون من وحدة واحدة هي **16S**.

وفي عام 1976 استطاع هذا العالم Woese من تحديد تسلسل الـ rRNA لمجموعة من الكائنات بدائية النواة الغريبة, تحديداً الاركيا archaeobacteria والتي تنتج غاز الميثان كفضلات ايضية. لكنه دُهش عندما اكتشف ان rRNA لهذه الكائنات المذكورة لا تحتوي على تسلسلات نيكلوتيدية كالتي موجودة في البكتريا. اعاد الاختبار لهذه البكتريا التي اطلق عليها اسم methanogens عدت مرات وتأكــد من انها لا تشبه بقية الكائنات البدائية ولا الحقيقية النواة prokaryotic or eukaryotic organisms.

لقد اضافت هذه الكائنات (الغريبة) الى العلم فرع ثالث الى اقسام الحياة. وعلى اساس ذلك فأن Woese وزملائه اكتشفوا بأن هناك ثلاث انواع اساسية من الريبوسومات , قادهم ذلك الاكتشاف الى ان يقترحوا مخطط تصنيفي جديد يحتوي على (قسم-taxon) جديد, اطلقوا علية اسم **Domain** , يشـــتمل على تصنيف العالم Linnaeus للملكة kingdom.

ويعرف الـ domain بأنه اعلى مستوى تصنيفي في سلم تصنيف الكائنات الحية , واعلى من مستوى المملكة kingdom. وأستنتج Woese بأن archaeobacteria قد تكون الاكثر ارتباطاً مع حقيقية النواة eukaryotes من البكتريا الحقيقة eubacteria , لاحظ الجدول -١.

إن الحقول الثلاثة domain المعرفة من قبل العالم Woese هي **Eukarya, Bacteria,** and **Archaea** اعتمدت على الثلاث انواع الاساسية من الخلايا المحددة بواسطة تسلسل نيكلوتيدات الرايبوسومات. يضم حقل الـ domain Eukarya جميع ممالك الكائنات حقيقية النواة animals, plants, fungi, and protists. اما المملكة التقليدية الـ Monera فقد قسمت الى حقلين هما الـ domain Bacteria and the domain Archaea. حيث ان حقل *Domain Bacteria* يضم جميع الكائنات بدائية النواة المرضية وغير المرضية الموجودة في التربة والمياه وكذلك الكائنات البدائية ذاتية التغذية. و *Domain Archaea* الذي يضم الكائنات بدائية النواة والتي لا تمتلك مركب الـ peptidoglycan في جدارها الخلوي وغالباً ما تعيش في البيئات المتطرفة وتقوم بعمليات أيضية غير تقليدية. الشكل-١- يوضح الانظمة المختلفة في علم التصنيف.

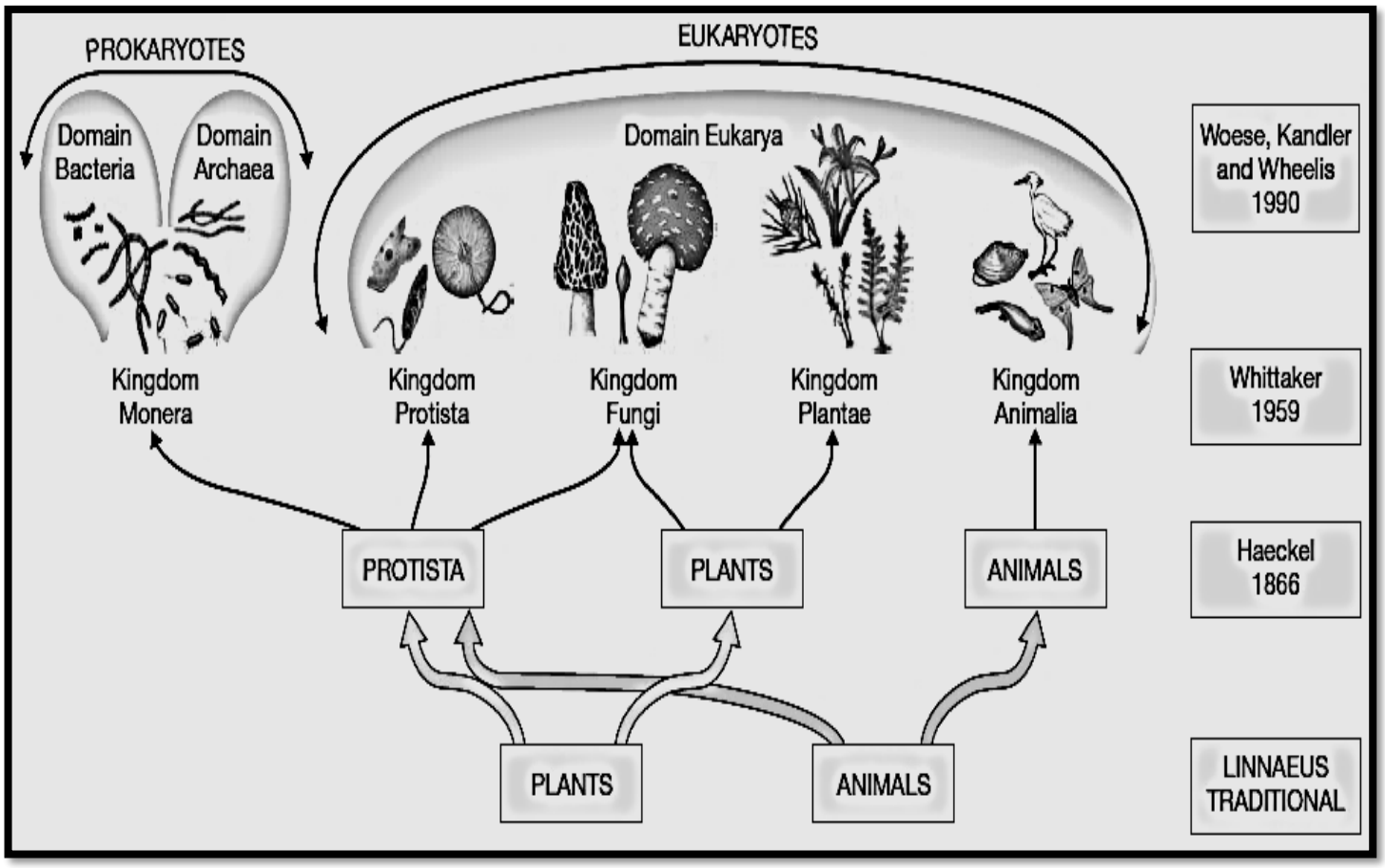


Figure- 1: Changing systems of classification. Systems of classification have progressed from the simple Linnean model of two Kingdoms to the current five-Kingdom and three-Domain arrangement.

ان تسلسلات rRNA للبكتريا تختلف عنها في الاركيا وكذلك تختلف عن تسلسلات الخلايا حقيقية النواة. وبالإضافة الى الاختلاف في تسلسلات rRNA , فأن خلايا الحقول الثلاثة تختلف فيما بينها بخصائص عديدة اخرى, تشمل الدهون في الغشاء السيتوبلازمي وجزيئات الـ transfer RNA (tRNA) والحساسية للمضادات وغيرها . الجدول رقم-١ يقدم الفروقات بين الحقول الثلاثة.

Table -١ - Three Domains - Bacteria, Archaea, and Eukarya Compared

	Bacteria	**Archaea**	**Eukarya**
Cell type	Prokaryotic	Prokaryotic	Eukaryotic
Typical size	0.5–4 µm	0.5–4 µm	> 5 µm
Cell wall	Usually present, contain peptidoglycan	Present, lack peptidoglycan	Absent or made of other materials
Lipids in membranes	Fatty acids present, linked by ester bonds	Isoprenes present, linked by ester bonds	Fatty acids present, linked by ester bonds
Genetic material	Small circular chromosome and plasmids; histones absent	Small circular chromosome and plasmids, histonelike proteins present	Complex nucleus with more than one large, linear chromosome, histones present
RNA polymerase	Simple	Complex	Complex
Locomotion	Simple flagella, gliding, gas vesicles	Simple flagella, gas vesicles	Complex flagella, cilia, legs, fins, wings
Habitat	Wide range of environments	Usually only extreme environments	Wide range of environments

ان تسلسلات النيكلوتيدات الرايبوسومية اضافت مقترح جديد بأنه قــد يكون هناك ما لا يقل عن٥٠ مملكة بكتيرية وثلاث ممالك للاركيا. وبعد ذلك فأن العلماء اجروا اختبارات على عدة مواد مثل لعاب الانسان والماء والتربة والصخور واكتشفوا تسلسلات نيكلوتيدية, وحين قارنوا هذه التسلسلات مع التسلسلات المعروفة والمخزونة في قاعدة البيانات الحاسوب , لم يجدوا أي ترابط بينها وبين الكائنات المعروفة سابقاً. لذلك فأن هذه الدراسات اقترحت وجود اشكال جديدة من الحياة الميكروبية والتي لا يمكن تنميتها في المختبر وتبقى تنتظر الاكتشاف.

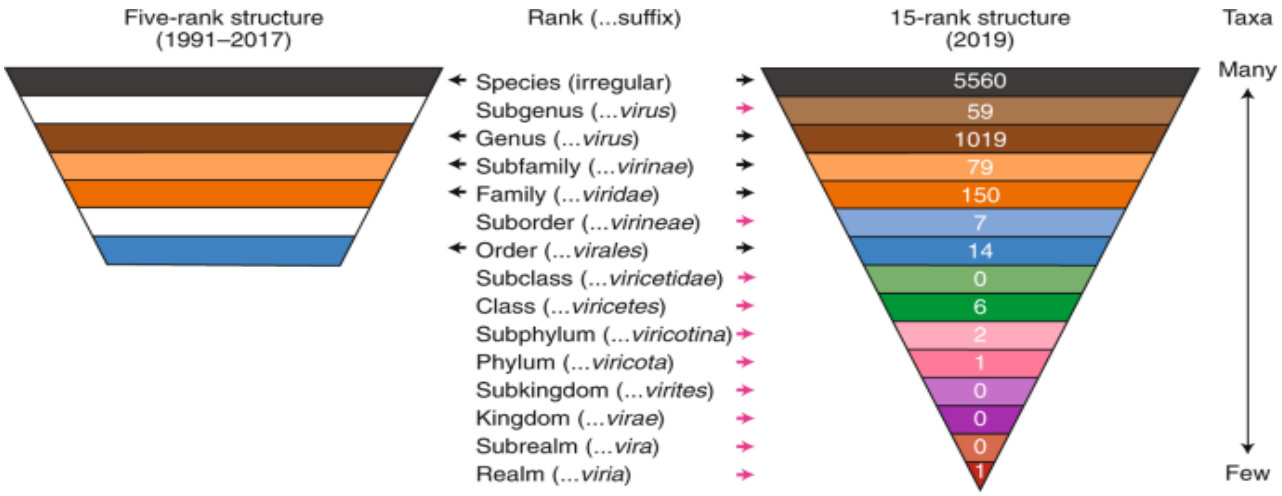
بالإضافة الى ذلك فأن تسلسلات النيكلوتيدات الريبوسومية اعطت لعلماء الاحياء المجهرية ايضاً طرق جديدة لتعريف النوع للكائنات بدائية النواة prokaryotic species. حيث ان بعض العلماء اقترح بأن الكائن بدائي النواة الذي يمتلك تسلسل rRNA يختلف عن تسلسل كائن بدائي اخر بأكثر من ٣% فأنه يصنف كنوع مُتمَيز distinct species. وعلى الرغم من ان هذا التعريف جيد ودقيق إلا انه غير متوافق علية من قبل جميع علماء التصنيف. لكن بالمحصلة فأن الكائنات بدائية النواة prokaryotes تشترك بعدد من الخواص الشائعة: عدم امتلاكها لغشاء نووي يحيط بالنواة و وحيدة الخلية وتنقسم بالانشطار الثنائي وصغيرة الحجم.

وكما اشرنا سابقاً بأن العالم Linnaeus لم يعلم بوجود الفيروسات آنذاك, ولذلك فأنه لم يدرجها ضمن الترتيب التصنيفي الاصلي للكائنات ولم تُنسب لأي من الممالك الخمسة او الحقول الثلاثة التي أنشأها العالم Woese انفة الذكر, وذلك لكون الفيروسات جسيمات غير خلوية acellular particles ولا تحتوي على rRNA البتة. وبعد التطور الهائل في التقنيات الحديثة على المستوى الكيمياء الحياتية وعلى المستوى الجزيئي, فأن الفايروسات صنفت وفقاً لنوع تركيبة المادة الوراثية للفايروس , وطريقة تضاعفها داخل المضيف, ومدى المضيف host range, بالإضافة الى الميزات الكيمائية والفيزيائية الاخرى. وان الـ host range يشار به الى طيف المضايف spectrum of hosts التي يستطيع الفايروس اصابتها. حيث ان هناك فايروسات مختلفة يمكنها اصابة عدة انواع من الكائنات كالبكتريا bacteria والفطريات fungi والطحالب algae والبدائيات protozoa والنباتات plants والفقريات vertebrates واللافقريات invertebrates. لكن معظم الفيروسات تكون محددة بمضيف واحد وبنوع خاص من الخلايا او النسيج tissue ضمن هذا المضيف. على سبيل المثال فايروس polioviruses يمكنه ان ينمى مختبرياً في خلايا كلية القرد monkey kidney cells , لكن لم يلاحظ انه اصاب الحيوانات الاخرى مطلقاً عدا البشر. بالمقارنة , فأن فيروس (داء الكلب) rabies virus يمكنه ان يهاجم الجهاز العصبي المركزي central nervous system لعدد من الحيوانات ذوات الدم الحار. لذلك فأن host range لفايروس rabies virus اوسع بكثير من فيروس polioviruses.

كان من الصعب عمل سلم تصنيفي للفايروسات يتكون من المملكة kingdom والشعبة phylum والـ Class. لكن ولحد الان, فأن اعلى (صنف-taxon) في هذا التصنيف لم يُعرّف بشكل كافي. في عام ١٩٧١ (طورت اللجنة الدولية لتصنيف الفيروسات – International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV)) نظام تصنيفي موحد, حيث ان عدد

الفيروسات ومجاميعها Taxa أخذه بالتوسع مع الاكتشافات الجديدة. ان التقرير التاسع لهذه المنظمة وصف اكثر من ٢٠٠٠ نوع Species من الفيروسات , هذه الأنواع وضعت في ٦ رتب Order و **87** Family و **19** Subfamily و **349** Genera .

في حين أخر تقرير للمنظمة لغاية سنة ٢٠١٩ اعدادها كالتالي



ان هذه اللجنة أولت اهتمام كبير لبعض الخصائص الفيروسية لتحديد العوائل أكثر من بقية الخصائص التي ذكرناها انفاً وهي: نوع الحامض النووي ووجود من عدم وجود envelop ونوع التناظر في الـ symmetry of the capsid و وابعاد الـ virion and capsid. ان الرتب الفيروسية order تنتهي بالمقطع *virales* والعوائل families تنتهي بالمقطع *viridae* والاجناس genus تنتهي بالمقطع *virus*. مثال ذلك , التصنيف الرسمي لفيروس نقص المناعة المكتسبة (الايدز) human (HIV) immunodeficiency virus يكون :-

Order: *Ortevirales*

Family: *Retroviridae*

Subfamily: *Orthoretrovirinae*

Genus: *Lentivirus*

Species: *human immunodeficiency virus* **(HIV).**

❖ **أهمية علم التصنيف وعلاقته بالعلوم الاخرى**

يهتم تصنيف الأحياء بالدراسة العلمية لتنوع الكائنات الحية والعلاقات بين هذه الكائنات , والغرض الاساس منه هو ترتيب هذه الأحياء بشكل متسلسل ومنظم. يعتمد تصنيف الأحياء على صفات هذه الكائنات وتأتي دراسة هذه الصفات من علوم الأحياء المختلفة منها علم البيئة Ecology والفسلجة Physiology والكيمياء الحياتية Biochemistry والوراثة Genetics وعلم المظهر Morphology والمناعة Immunology وغيرها من العلوم .
ان أهم ما يتضمنه تصنيف الأحياء هو وصف الكائنات الحية وتسميتها وتصنيفها وتشخيصها وتحديد العلاقات بينها وبالتالي تسهيل التعامل مع الكائنات الحية واعطاء معلومات كافية عن صفاتها وتقديم المعلومات الكافية للعاملين في مجالات علوم الحياة.

❖ **تشخيص الكائنات الحية :**

لغرض الوصول الى تشخيص منطقي وعلمي للكائنات الحية من الضروري اعطاء ها اسماء علمية ثابتة ومحددة لتمييزها عن الكائنات الاخرى ولكي تكون معروفة من قبل جميع الباحثين في كل بقاع العالم واعتمادا على مواصفات وخصائص تصنيفية مهمة. عملية تصنيف وتسمية الاحياء تتم وفق دساتير عالمية موحدة بالتسمية ومتخصصة لكل مجموعة محددة من الاحياء. فهنالك نظام او دستور تسمية خاص بالنباتات والحيوانات والفطريات والابتدائيات ... وهكذا.

ان دستور التسمية الخاص بالبكتريا يتمثل بالدستور العالمي لتسمية البكتريا International code of nomenclature of Bacteria (ICNB) , ولكل دستور مجموعة من القواعد التي تلزم المصنفين الالتزام بها في تسمية الاحياء واذا ما دعت الضرورة الى التغيير في التسمية فان ذلك يتم من قبل لجان علمية متخصصة تقر التغيير بعد طرح نظريات وبحوث جديدة واراء علمية متخصصة متعلقة بالتصنيف.

العناصـــر الاساسيـــة لعلم التصنيـــف

يتكون علم تصنيف الانواع Taxonomy من ثلاث فروع منفصلة لكنها مترابطة. هي التصنيف classification والتسمية التعريفية nomenclature والتعريف identification .

❖ **Classification**

يعرف التصنيف **Classification** على انه التقسيم النظامي للأحياء الى مجاميع مترابطة (متقاربة) استناداً الى التشابه في خواص هذه الكائنات. وفي عالم الأحياء الدقيقة فأن هذا العلم يجمع الميكروبات التي تشترك بالخواص المظهرية (Morphologic) والوظيفية (Physiologic) والوراثية (Genetic) الى مجاميع خاصة تسمى (Taxa).

- **Identification** هو الاستخدام التطبيقي لمخطط التصنيف لتحديد هوية العزلة البكتيرية كعضو لصنف قائم بذاته وموجود او كعضو لنوع غير معروف سابقاً.

ان التصنيف والوصف الكامل للبكتريا يتطلب المعرفة والإلمام بالمواصفات المظهرية والوظيفية والكيموحيوية والوراثية (Morphologic, physiologic, Genetic and Biochemical characteristics) لهذه البكتريا. وتجدر الاشارة الى ان علم التصنيف هو علم ديناميكي بمعنى انه علم قابل للتغير والتحديث وفقاً للخواص المكتشفة والتي قد تؤدي الى تغيير في تصنيف المايكروب من موقع الى اخر. فعلى سبيل المثال سابقاً كانت بكتريا *Streptococcus faecalis and Streptococcus faecium* والتي تسمى (Streptococcus group D) تصنف ضمن جنس streptococcus. حتى عام ١٩٨٤ وبعد استخدام تقنية تهجين الـ DNA - DNA hybridization) تبين انها بعيدة تصنيفياً عن species *streptococcal*. لاحقاً استحدث جنس جديد سمي Enterococcus وتم تغيير اسماء هذه البكتريا الى *E. faecalis and E. faecium*. هذا التغيير يؤدي الى تغير في تصنيف وتسمية الكائن والمعايير المتبعة في تصنيفه.

- **التسمية التعريفية Nomenclature**

هي استخدام الاسم المناسب للمجاميع التصنيفية وفقاً للقواعد الدولية. أسس نظام التسمية التعريفية للأحياء عام ١٧٣٥ من قبل العالم Carlus Linnaeus. ان الاسماء العلمية هي بالأساس اسماء لاتينية والسبب يعود لكون اللغة اللاتينية هي اللغة التقليدية المستخدمة من قبل العلماء. خصص لكل كائن حي تسمية تعريفية علمية تضم اسمين, لذلك فأن هذا النظام سمي بالتسمية التعريفية الثنائية (binomial nomenclature).

ان تعلم كيفية تسمية الأحياء المجهرية (microbial nomenclature) يشبه الى حد بعيد كيفية تعلم لغة جديدة, وأحياناً يتطلب شيئاً من الاحاطة. حيث تنتظم المجاميع الرئيسية في التصنيف الى رتب متعددة, ابتداءً بالحقل (domain) الذي أشرنا اليه في بداية المحاضرة, والذي هو عبارة عن طبقة ضخمة وشاملة تعتمد على الشكل الخلوي المتفرد منتهياً بالنوع (species),

والذي هو أصغر وحدة تصنيفية وأكثرها تخصصاً. كل أعضاء الحقل domain تتشارك بواحدة أو أكثر من الصفات العامة, بينما أعضاء النوع تمتلك نفس نوع الكائن الحي وهذا يعني ان أعضاء الحقل domain تتشارك بصفة واحدة فقط أو بصفات عامة قليلة, بينما تكون أعضاء النوع بنفس نوع الكائن تتشارك بمعظم خواصها.

كيفية وضع التسمية العملية للكائنات الحية

التسمية الثنائية أو **الاسم العلمي** بالإنجليزية binomial nomenclature في علم الأحياء هي اسم الطريقة الرسمية لتسمية الأنواع الحية. وكما تشير الكلمة فإن التسمية الثنائيّة تدل إلى أن الاسم يتألف من تركيب مصطلحين: الاسم الأساسي الجنس Genus الاسم الثانوي النوع Species. مع أن تفاصيل التسمية تختلف من حالة إلى أخرى، إلا أن هناك نواح معينة تطبق عالمياً على جميع الحالات مثل: الأسماء العلميّة تختلف حسب اللغة، وتتم كتابتها في اللغات التي تستعمل الأبجدية اللاتينية بأحرف مائلة لتمييزها عن باقي النص.

⇐ **قواعد التسمية الثنائية : -**

1. يكتب الحرف الأول من اسم الجنس حرفا كبيراً ، بينما تكتب بقية الاحرف صغيرة مثل *Escherichia* , ويكتب النوع بأحرف صغيرة مثل coli.
2. أسم النوع لا يكتب منفرداً بدون ان يسبقه اسم الجنس.
3. من الممكن ان يكتب اسم الجنس منفرداً بدون كتابة اسم النوع معه.
4. إذا كُتب في الكتب أو المجلات يجب أن يكتب بخط مائل.
5. إذا كُتب بخط اليد يجب وضع خط تحت اجزائه جميعها.
6. الجنس ممكن اختصاره لتوفير فسحة, بينما لا يختصر اسم النوع كما في: *Saccharomyces cerevisiae* تختصر الى *S. cerevisiae*.
7. عندما تكتب اسم الجنس واسم النوع سويتاً فيجب ان يسبق اسم الجنس اسم النوع *Escherichia coli* ولا يجوز ان يكتب بشكل مقلوب *coli Escherichia*
8. عند ذكر اسم الكائن الحي لأول مرة فيجب ان يكتب الاسم العلمي بشكل كامل وبدون اختصار, ومن الممكن ان يختصر ان ذكر لاحقاً.
9. هذه الضوابط تنطبق في حالتي الكتابة والكلام.

ان العديد من الكائنات الحية الكبيرة معروفة بأسمائها العامة والمقترحة عن طريق خواص غالبة معينة. على سبيل المثال, ربما تدعى أنواع الطيور بالطير الأسود ذو الشعر الأحمر أو طائر السوزان ذو الشكل الزهري ذو العين السوداء. بعض أنواع الأحياء المجهرية (وخصوصاً المرضية منها) تدعى كذلك بأسماء غير رسمية, كما في الـ gonococcus (وهي بكتريا *Neisseria gonorrhoeae*) أو البكتريا العصوية الدرنية tubercles bacillus (وهي بكتريا *Mycobacterium tuberculosis*), ولكن هذا الشيء لا يطبق عملياً. واذا اقتبسنا أسماء عامة كما في "البكتريا الكروية الصفراء الصغيرة" أو "بكتريا الخناق ذان الشكل الدبوسي) فان عملية وضع المصطلحات العلمية تكون عملية مشوشة ملئها السجال بدلاً من أن تقوم على أسس علمية. والأسوء من ذلك, تعرف الأسماء الشائعة بتغايرها من منطقة الى منطقة وحتى ضمن نفس البلد. لذا, فالفائدة المتوخاة من نظام التسمية القياسي هو قدرته على توفير لغة شاملة, وبهذه الطريقة يمكّن العلماء من كل بلدان العالم من تبادل المعلومات بشكل حر. وان الحصول على اسم الكائن الحي امر مهم جداً , وأحد هذه الفوائد انه يمكننا من تحديد العلاج المناسب له لاسيما ان مضادات الفطريات لا تعمل على البكتريا ومضادات البكتريا لا تعمل على الفايروسات. وتسمى طريقة وضع الاسم العلمي (scientific name) بالنظام الثنائي للتسمية (binominal system of nomenclature).

⇐ **الأسماء الدارجة Common Names :-** هي أسماء أطلقتها الأمم والشعوب على الكائنات الحية في بيئاتها كل بلغتها الخاصة وتناقلها الأفراد جيل بعد جيل.

⇐ **الأسماء العلمية The Scientific Names:-** هي أسماء صحيحة وضعت وفق نظم التسمية التـــي تقرها القواعد الدولية للتسمية. وتعتبر تلك الأسماء بمثابـــــة دليل للكائن الحي, يمكن بواسطته تمييزه عن غيره.

تمتلك كل الأشياء الحية (ماعدا الفايروسات viruses والبرايون prions) أسم جنس (genus name) وأسم نوع (species name), وتوضع في مجاميع تعكس علاقاتها التطورية, كما في المثال أعلاه *Homo sapiens* فـ *Homo* هو جنسنا و *sapiens* هو نوعنا. اذن, التسميات العلمية هي عادة ما تكون توحيد لاسم الجنس (genus) متبوعاً باسم النوع (species name).

ان مصدر التسمية عادة ما يكون لاتيني أو اغريقي. واذا استخدمت لغات أخرى كما في اللغة الانكليزية أو الفرنسية يتم تنقيح نهايات تلك الكلمات لكي تحتوي على نهايات لاتينية. وبشكل عام, ان الاسم الذي يتم تطبيقه على النوع أولاً يجب أن يمتلك الاسبقية على غيره من

التسميات. لذا, أشرفت مجموعة عالمية على تسمية كل كائن مكتشف جديد, واضعة بنظر اعتبارها الإجراءات الأساسية الواجب اتخاذها مع أخذ الحيطة من عدم وجود أسم قديم لهذا الكائن ولعدم وجود نفس الاسم لكائن آخر. ولابد من الاشارة الى وجود روح الالهام أو التخيل في تسمية الكائنات. فبعض الانواع قد سميت نسبة الى مكتشفها, أو الى الذي ساهم بشكل ظاهر في هذا المضمار. بينما تشير أسماء أخرى الى صفات الكائن المجهري (شكله أو لونه), والموقع الذي يوجد فيه, أو الى المرض الذي يسببه. وهنالك بعض الأمثلة لأسماء محددة مع أصولها كما موضح في ادناه.

يبدو مما اتضح في أعلاه بأن هكذا تسمية هي تسمية منمّقة ذات قواعد صارمة, ولكن يجب اتباعها لأنها أساسية, لأنه اذا لم يتبع هذا النظام سيكون هنالك سوء فهم في كثير من الأحيان وسيقع المشتغلون بهذا المجال بأخطاء جسيمة في معرفة الكائنات أصلاً. لذا يجب اتباع هذه القواعد بحذافيرها في عملية التسمية: ويعد من غير الصحيح عندما نكتب أسم بكتريا القولون بهذه الكيفية Escherichia coli (لأنه ليس تحتها خط ولم تكتب بشكل مائل). والتسمية *Escherichia Coli* هو غير صحيح (لأنه لم يبدأ اسم النوع بحرف صغير). والتسمية *escherichia coli* هي أيضاً غير صحيحة (لأن أسم الجنس لم يبدأ بحرف كبير). لذا فالتسمية الصحيحة لبكتريا القولون هي *Escherichia coli*, كما يمكن الاشارة الى هذه البكتريا بالـ *E. coli*. ومن الجدير بالذكر بأن تسمية بكتريا القولون بهذا الاسم, أي *Escherichia*, هو نسبة الى مكتشفها Escherich وهو عالم كبير في الأحياء المجهرية. أما سبب تسمية النوع بهذا الاسم, أي *coli*, فقد جاء من البكتريا التي تعيش في الأمعاء.

أمثلة للتسمية العلمية لبعض الأحياء المجهرية وكيفية اشتقاقها.

- ***Saccharomyces cerevisiae***

Gr. *sakcharon*, sugar, *myces*, fungus, and *cerevisia*, beer.

الخميرة الشائعة المستخدمة في صنع الخمر والبيرة والخبز

- ***Haemophilus aegypticus***

Gr. *haema*, blood, *philos*, to love, and Egypt, the country.

المسبب الرئيسي لالتهاب ملتحمة العين pinkeye

• ***Pseudomonas tomato***

Gr. *pseudo,* false, *monas*, unit, and *tomato,* the fruit.

البكتريا التي تصيب الطماطم

• ***Lactobacillus sanfrancisco***

L. *lacto,* milk, and *bacillus*, little rod.

نوع بكتيري يستخدم في صنع خميرة الخبز