عـــوالم خفيـــة

ما نراه من عالمنا ، ما هو إلا قطرة من محيط لانعلـــم مـــداه ، ولا نحيط بعلمه ... وتلك القطرة التى نراها ، لا نعلم عنها إلا نذر قليل من كثير نجهله ... وما نعلمه عما خفى عنا إن هى إلا نظريات ابتكرناهـــا وآراء اقترحناها وأفكار خطرت ببالنا وتكهنات تحتمل الخطأ والصـــواب ، عدا القليل مما قرب منا ولكنه صغر حجما وتمكنا بأجهزة التكبـــير مـــن التعرف عليه ورؤيته ودراسته . وعموما فمعلوماتنا عما حولنا لازالـــت قاصرة ومحدودة ، وما خفى من علمنا عنها كان أعظم .

فى محاولاتنا لتكشف بعض أسرار الكون الفسيح ، وأثناء تعمقنا فـــى دراسة ضروب العلوم والمعرفة اتضح لنا أكثر وأكثر ، بعدنا الكبير عـــن معرفة الحقائق الكاملة لأسرار حياتنا ووجودنا وما يحيط بنا ، فلكل زمان آراؤه وأفكاره ، وفى كل يوم جديد تظهر أفكار جديدة وتتكشف معلومـــات حديثة وتهدم آراء ونظريات قديمة وتسفه أفكار سابقة وتشكك تفســـيرات مقنعة وتقترح فروض ونظريات جديدة . قد يرجع ذلك إلى قصـــر فـــى إمكانياتنا العقلية أو إلى نقص فى إمكانياتنا البصرية أو لوجـــود حوائـــل طبيعية تمنعنا من الرؤية ومعرفة ودراسة ما خفى عنا .

سؤال يطرح نفسه علينا بعد هذا التمهيد السريع ... ما الذى يحـول بيننا وبين رؤية كافة نواحى عالمنا والعوالم التى تحيط بنـــا ، أو بعبـــارة أخرى ما الذى يحجب ما خفى عنا من تلك العوالم ؟

وللإجابة على السؤال المطروح نذكر ثلاثة عوامل تتحكم فى ما نستطيع أن نراه من الأشياء والأحياء ، وما لا نستطيع أن نراه مما خفى عنا منها ...

حدود فى إمكانياتنا البصرية .....
زيادة كبيرة فى البعد عنا .....
ضآلة شديدة فى الحجم .....

obeikandl.com

إمكانياتنا البصرية

تميز الإنسان ، ضمن كثير من الكائنات الحية بخمسة حواس ، تساعده على إدراك بعض حقائق ما يحيط به ، كما اختلفت تلك الكائنات فيما بينها فى مدى إدراكها واستفادتها من كل حاسة من تلك الحواس ٠ والحواس الخمسة المتفق عليها هى حواس السمع والبصر والشم واللمس والذوق ، ويضيف البعض حاسة سادسة ، بل ويعتبرها من أهمها وهى حاسة التوازن ٠ لكل حاسة من تلك الحواس جهاز أو أجهزة خاصة تتحكم فيها وتحدد إمكانياتها ، وتختلف من كائن إلى آخر ٠

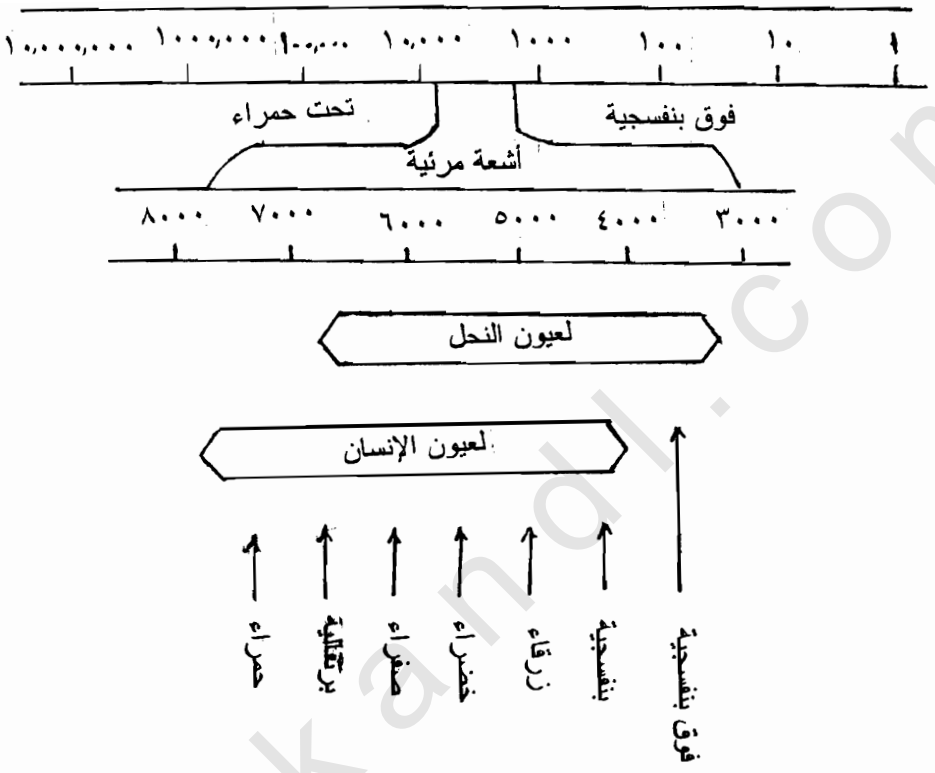
حاسة البصر هى الحاسة المحددة للرؤية وجهازها فى الإنسان هما العينان ٠ وبالرغم من أن عيوننا قد وصلت فى الرقى إلى درجة كبيرة إذا ما قورنت بعيون كثير من كائنات حية أخرى ، إلا أن إمكانياتنا للرؤية لازالت محدودة جدا ٠ فعيوننا لاترى من الأشياء ذات الأحجام الكبيرة ، وفى حدود الأبعاد المناسبة ، إلا ما تحس به العين ، فالعين الإنسانية ترى من الأشياء ما تدخل ألوانه فى نطاق ألوان طيف الشمس منفردة أو متداخلة ، وألوان طيف الشمس هى تلك الألوان التى تظهر أحيانا عند ظهور الشمس فى جو ممطر ، بشكل أقواس متداخلة تعرف بقوس قزح ، والتى وضحها عالم الطبيعة والرياضيات الإنجليزي إسحاق نيوتن I.Newton سنة ١٦٦٦ عندما قام بتمرير شعاع من أشعة الشمس على منشور زجاجى فوجد أن الشعاع الشمسى الأبيض قد تجزأ إلى ستة ألوان أساسية هى بالتوالى ٠٠ الأحمر ٠٠ البرتقالى ٠٠ الأصفر ٠٠ الأخضر ٠٠ الأزرق ٠٠ البنفسجى ٠

وقد بين عالم الطبيعة السويدى أنجستروم A.J.Angstrom سنة ١٨٦٨ أن لمكونات الطيف علاقة بأطوال موجاته ، ومن ذلك اتضح أن أطوال موجات ألوان الطيف التى نراها تتراوح ما بين ٣٨٠٠- ٧٧٠٠ وحدة أنجستروم * وأن الموجة الحمراء هى أطولها وأن الموجة البنفسجية هى أقصرها ٠

قد يتطرق إلى ذهن القارئ ، مما سبق أن عيوننا ترى ضوء الشمس كاملا ٠٠ إنما الحقيقة هى أن ما تراه عيوننا إن هو إلا النذر اليسير من مجموع الضوء الصادر من الشمس والواصل إلى الأرض ٠٠٠ فالشمس ، المصدر الأول للطاقة والضوء بالنسبة للأرض ، تصدر إشعاعات تتراوح فى أطوالها بين أقل من وحدة واحدة من الانجستروم وبين ما يزيد فى طوله عن مئات الملايين من وحدات أنجستروم ، وعيوننا الآدمية لاترى من تلك الإشعاعات إلا فى حدود أطوال حوالى ٤٠٠٠ وحدة ، تبدأ من طول ٣٨٠٠ أنجستروم ، أى ما يقل عن جزء من ٢٥٠٠٠ جزء من مجموع ما يصلنا من أشعة الشمس ٠ الأغلبية غير المرئية لنا من الأشعة الشمسية ، الخفية عن أنظارنا ، قد تدركها بعض الأجهزة ، وقد تؤثر فينا ضررا أو نفعا ٠ أقرب الأشعة الخفية عن العين البشرية إلى الأشعة المرئية هى الأشعة فوق البنفسجية والتى تقل فى أطوال موجاتها عن الأشعة البنفسجية ، والأشعة تحت الحمراء وهى التى تزيد أطوال موجاتها عن الأشعة الحمراء ، ومن الأشعة القصيرة جدا أشعة اكس التى تتراوح أطوال موجاتها بين ١ر انجستروم الى ١٠٠ انجستروم ، ومن الأشعة الطويلة جدا أشعة الراديو والتى تتراوح أطوال موجاتها مابين الملليمتر إلى ٣٠ ألف متر٠

---

* وحدة أنجستروم angstrom unit هى وحدة طولية تعادل جزء من عشرة ملايين جزء من الملليمتر اى ١٠- ٧ من الملليمتر أو ١٠- ١٠ من المتر ٠



شكل ١ : جزء من الإشعاعات المنبعثة من الشمس وأطوال الأشعة المرئية منها لعيون الإنسان ، والأشعة المرئية لعيون حشرة النحل مقدرة بالانجستروم .

obeikandl.com

من الحقائق الثابتة أن الكائنات الحية تختلف عن بعضها فى مدى إمكانيات عيونها على رؤية وتمييز نطاقات أطوال معينة من الموجات المشعة ، فما يعتبر فى نظر بعض الأحياء موجات ضوئية مرئية قد لا يكون فى نظر كائنات أخرى من الأضواء المرئية ٠ فعيوننا الآدمية يمكنها تمييز موجات محدودة ، كما سبق وبينا ، ولكن بعض الكائنات الأخرى كالنحل يمكنها تمييز موجات ضوئية أخرى لا نستطيع لها تميزا أو رؤية ٠ فالنحل يمكنه رؤية جزء من الأشعة فوق البنفسجية غير المنظورة لعيوننا ، وهو يراها كلون مستقل يجمع بين الأشعة ذات الموجات ٣١٣٠ إلى ٤٠٠٠ أنجستروم ٠٠٠ ومهما اجتهد خيالنا فإننا لن نستطيع التكهن أو التخيل للون تلك الأشعة فوق البنفسجية كما تراها النحلة ، إلا إذا تقدم العلم وتمكن الإنسان من استعارة عيون النحل واستخدامها فى الرؤية ٠ كذلك فان النحل لا يستطيع أن يرى اللون الأحمر الداكن الذى تميزه عيوننا والذى يزيد فى أطوال موجاته عن ٦٦٠٠ أنجستروم ، لهذا فان الأشياء التى نراها بلون أحمر داكن لاتراها أعين النحل ، ولهذا فالأزهار ذات اللون الأحمر الداكن لا تزورها حشرات النحل وبالتالى فان النحل لا يلقحها ٠

هذا ، ونعتقد نحن المؤمنون بالكتب السماوية أنه توجد مخلوقات حية تعيش معنا ونعيش معها فى نفس المكان ونفس الحيز ، ولكن لا تدركها حواسنا ولا نستطيع رؤيتها ، وقد لا تحس هى بنا ولا ترانا ، نظرا لأن ذبذبات مادتها وأطوال موجات ألوانها تخرج عن نطاق أحاسيسنا الآدمية ٠٠٠ ولا يمنع هذا من نفاذ هذه الكائنات خلال موانعنا كما تنفذ أشعة اكس خلال جلود ولحوم أجسامنا لتصور عظامنا ، وكما تنفذ أشعة الراديو خلال جدر مساكننا وتترجمها أجهزتنا إلى أصوات وصور ٠ من هذه المخلوقات الملائكة والجان ، وما يعتقده البعض عن الأرواح ٠ ولسنا فى مجال مناقشة ذلك فالمجهول عن ذلك كثير والمعلوم عنها قليل من ضئيل ٠

زيادة فى البعـــد

الكون الذى نرى قطرة منه عالم لانهائي ، لا أول لـــه ولا آخـــر ، فنحن نعيش فى ذرة من تلك القطرة التى نراها ... نعيش فـــى كنـــف الشمس التى تمثل نواة مجموعتنا الشمسية ... نعيش فى كوكب الأرض الذى يطوف بانتظام ضمن مجموعة من الكواكب الأخرى كل فى مـــداره الخاص ، حول الشمس * .

البعد بيننا وبين الشمس يعتبر بعدا كبيرا بمقياس الأرض ، فهى تبعـد عنا بحوالى مائة وخمسين مليونا من الكيلومترات ، إلا أن هذا البعد يعتبر بعدا ضئيلا بمقياس ما نراه من الكون سواء بالعين المجردة أو باســـتخدام أجهزة التقريب والتكبير . فالمجموعة الشمسية التى نسكن فى ذرة منـــها ماهى إلا أسرة صغيرة ، تتكون من الشمس وتسعة كواكب وما يزيد عـــن ثلاثين قمرا وأعداد كبيرة من الكويكبات ، من قبيلة كبيرة تعرف فى عالم الفلك بالمجرة . تحتوى مجرتنا والتى تعرف بطريق اللبانة على حوالـــى مائة ألف مليون من النجوم أو من المجاميع الشمسية . ويقـــدر مجمـــوع المجرات فى العالم المعروف حتى الآن بحوالـــى عشـــرة آلاف مليـــون مجرة.

لقياس الأبعاد فى هذا الكون نحتاج إلى وحدات كبيرة أكبر بكثير مـــن تلك التى تستعمل على سطح الأرض ، فلو استخدمنا فى قياس المســـافات الكونية الكيلومتر أو الميل كوحدة للقياس فإننا سوف نتعـــامل بأرقـــام لا نستطيع لها قراءة وقد اصطلح علماء الفلك على استخدام سرعة الضـــوء كوحدة لقياس المسافات الكونية ، فالضوء يسير بسرعة ثلاثمـــائة ألف كم

---

* أنظر كتاب " الشمس أم الطاقات وأنظفها " للمؤلف

فى الثانية وثمانية عشر مليونا من الكيلومترات فى الدقيقة و ١٠٨٠ مليون كيلومتر/ ساعة و ٢٥٩٢٠ مليون كيلومتر/ يوم وحوالى ٥ر٩ تريليون * كيلومتر/ سنة وبمقياس الضوء نجد أننا نبعد عن الشمس حوالى ٥٠٠ ثانية ضوئية بمعنى أن الشمس تبعد عن الأرض بحوالى

٥٠٠ × ٣٠٠ر٠٠٠ = ١٥٠ مليون كيلومتر**

تطوف الشمس بكواكبها حول مركز لها فى المجرة الأم ٠٠٠ ونحن فى كوكبنا ضمن مجموعتنا الشمسية نبعد عن مركز مجرتنا بمقدار ثلاثين ألف سنة ضوئية ، أى ٢٨٥ ألف تريليون كيلومتر ٠ ويستغرق السفر من أحد أطراف مجرتنا إلى الطرف الآخر بسرعة الضوء إلى ٨٠ ألف سنة ، وخلال تلك الرحلة الطويلة بتلك السرعة الفائقة نقابل فى الطريق نجما كل خمسة سنوات فى المعدل ٠ وإذا خرجنا من المجرة وواصلنا السفر بنفس السرعة فإننا سوف نسير فى فراغ لمدة حوالى ٢ مليون سنة لنصل إلى أقرب المجرات لنا وهى المجرة التى تعرف بمجرة أندروميرا Andromera ٠

بالرغم من الصغر النسبى فى البعد بين كوكبنا الأرضى وباقى مكونات أسرتنا الشمسية إلا أننا لا نرى ولا نعلم من محتوياتها إلا النذر القليل ٠٠٠ فما بالكم بملايين الملايين من النجوم والكواكب والأقمار التى توجد فى مجرتنا وفى ملايين المجرات الأخرى ٠

من النجوم ما نراه لوصول ضوئه إلينا ومنها مالا نراه ، إما لزيادة البعد بيننا وبينه مع قلة ضوئه أو لعدم وصول ضوئه بعد منذ نشأته ، فضوءه لازال فى الطريق ، مسافرا إلينا بسرعة ٥ر٩ تريليون كيلومتر/ سنة ٠

---

* التريليون تعادل مليون مليون ٠

** البعض يستخدم وحدة الفضاء astronomic unit وهى تعادل متوسط بعد الشمس عن الأرض وهى ٦ر١٤٩ مليون كيلومتر ، أى أن الشمس تبعد عنا وحدة فضاء واحدة ٠

كلما بعدت عنا الأشياء كلما بدت لنا أصغر حجما ، فشمسنا التى تظهر لنا أكبر النجوم وأكثرها ضوءا هى فى الحقيقة من أصغرها حجما ومن أقلها ضوءا ، ويرجع ذلك الخداع إلى أن أقرب النجوم إلى مجموعتنا الشمسية يبعد عنا بمقدار ٣٠٠ ألف وحدة فضائية ، أى ٣٠٠ ألف مرة بعد الشمس عنا ، فيصل ضوء ذلك النجم إلينا بعد حوالى أربعة سنوات ونصف من خروجه من النجم مقابل حوالى ثمان دقائق تستغرقها أشعة الشمس فى الوصول إلينا ٠ إن ما نراه من نجوم السماء ماهى إلا صور قديمة لها ، ويختلف مدى قدم كل صورة منها على بعد النجم عنا ، وخلال رحلة وصول الضوء قد يكون النجم قد غير موضعه ، فالنجوم فى حركة مستمرة ، كما قد يكون النجم قد انتهى عمره وخبأ ضوءه ٠

أبعد ما أمكن رؤيته فى هذا الكون بالعين المجردة هو السديم الحلزونى Spiral nebula الذى يبعد عنا بمقدار ألف سنة ضوئية ٠ وباستخدام التلسكوبات أمكن مشاهدة أشياء أبعد وأبعد ، وقد أمكن باستخدام المناظير الفلكية الحديثة زيادة إمكانياتنا فى الرؤية والكشف عن أماكن فى كون الله الفسيح تبعد عن مجموعتنا الشمسية بحوالى ألف مليون سنة ضوئية ٠

مما سبق يتضح لنا أن ما نراه ونعرف عنه لقربه هو القليل وأن ما لا نراه لبعده وما خفى عنا علمه هو الكثير ٠

obeikandl.com

ضآلة فى الحجم

كثير من دقائق الأشياء والكائنات تقع على مقربة منا وفى متناول أيدينا ، إلا أننا لا نستطيع لها رؤية أو تمييزا عن غيرها ، رغم أن ألوان أجسامها تدخل فى نطاق احساسات عيوننا ، ويرجع ذلك إلى أن أحجامها غاية فى الضآلة ، تصل درجة من الصغر لا تلحظها عيوننا ولا تشعر بوجودها احساساتنا ، ولو أننا قد نلحظ بعض آثار وجودها وقد تؤثر فينا تأثيرات بالغة.

فى الوقت الذى نقيس فيه الأشياء بالملليمترات وحتى الكيلومترات ، نجد أننا فى القياسات الفلكية نستخدم وحدات أكبر بكثير فنستخدم سرعة الضوء فى الثانية ، أى ٣٠٠ ألف كيلومتر ، فنقول أن الشمس تبعد عنا ٥٠٠ ثانية ضوئية أى ١٥٠ مليون كيلومتر . وفى المقابل نستخدم فى قياس الأشياء الدقيقة وحدات تقل كثيرا فنستخدم وحدة الميكرون micron التى تعادل جزء على الألف من الملليمتر فى قياس الكائنات الدقيقة ، ونستخدم الانجستروم الذى يعادل جزء على عشرة الألف جزء من الميكرون فى قياس أطوال الموجات الضوئية.

وفى تتمة مقدمة حديثى عما خفى عنا سأحكى عن عوالم كبيرة بأعدادها ، لا نستطيع ، لصغر أفرادها أن نراها منفردة بأعيننا المجردة ، وقد نراها عندما تتجمع فى أعداد ضخمة ... هذه العوالم قد تسكن قطرات ماء أو نقطة لبن أو حفنة من تراب ، وقد تحوم حولنا فى الهواء ... هذه العوالم رغم دقتها وتناهيها فى الصغر قد تؤدى لنا من الخدمات ما نعجز عن الوفاء به ، وقد تسبب لنا من المنغصات ما يجعل حياتنا جحيما ... بعضها قد يكون سببا فى استمرار حياتنا ، وبعضها قد يعادينا ويحاربنا فيقضى علينا بأسلحة قد تفوق أقوى الأسلحة الفتاكة التى اكتشفها الإنسان واستخدمها فى حرب أخيه الانسان.

هذه العوالم الكبيرة عددا ، الصغيرة حجما ، والتى لاتـــرى بعيوننـــا المجردة لم تكن لترى لو لم تخترع وَسائل التكبير المختلفة ، والى صـــانع العدسات الهولندى أنتون فان لوفنهوك A.van leeuwenhoek الذى عاش الفترة مابين سنة ١٦٣٢ حتى سنة ١٧٢٣ ، الفضل الأول فى الكشف عن هذه العوالـــــم واكتشافه هذا لايقل عـــن اكتشـــاف البحـــار الإيطـــالي كرستوفر كولمبس C.Columbus للدنيا الجديدة سنة ١٤٩٢ ٠

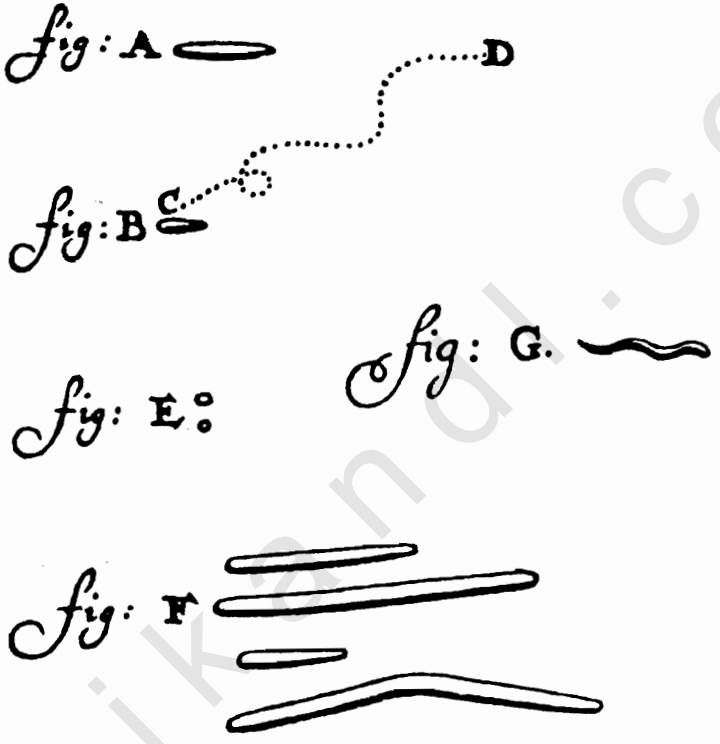
كان لوفنهوك أفضل صانع عدسات فى أوربا فى ذلك الوقت ، ولـــم يكن فى فحصه لعدساته مجرد صانع ماهر متقن لعملـــه معجـــب بنتـــائج صنعه ، بل كان صانعا فنانا ، يمتاز على غـــيره مـــن الصنـــاع بقـــوة الملاحظة ودقتها مما مكنه من اكتشاف هذا العالم الجديد على دنيـــاه ٠٠٠ عالم الكائنات الدقيقة ، والذى لازال مجهولا على كثير منا ، حتى فى هذه الأيام ٠

سجل لوفنهوك ملاحظاته عن العالم الخفى لصغر أحجام أفراده ، فى عدة خطابات أرسلها إلى الجمعية الملكية بلندن ، منـــها ذلـــك الخطـــاب التاريخى الهام الذى صاحبه الرسم المرفق والذى أرسله فى ١٧ ســـبتمبر ١٦٨٣ ، مسجلا فيه اكتشافه عن عالم كبير يعيش فى فمه وعلى ســـطوح أسنانه وقد جاء فى خطابه :
" رغم اعتنائي الشديد بنظافة أسنانى إلا أنى حين نظرت إليها من خـــلال عدسة مكبرة وجدت ناميا عليها شئ أبيض دقيقى يبدو فى ســـمك دقيـــق مبتل لم ألحظ وجود أى حركة فى هذه المادة ، إلا أنى شككت فى وجـــود كائنات دقيقة بها ٠ ولكى أقطع الشك باليقين فإني أخذت بعضا من هـــذا العجين ومزجته بقليل من ماء مقطر خالى من الحيوانـــات الدقيقـــة ٠٠٠ ولدهشتى وجدت أن هذا العجين يحتوى على كثير جدا مـــن الحيوانـــات الصغيرة الحية التى تتحرك فى سرعة شديدة ٠

النوع الأول من تلك الحيوانات أفراده أسطوانية الشكل وتوجد بأعداد قليلة وتندفع فى الماء كالسهم فى حركات قوية رشيقة ٠ النوع الثانى منها مغزلى الشكل وأعداد أفراده تزيد عن أفراد النوع الأول ، وقد شاهدت أفراده تدور حول نفسها كالنحلة الخشبية التى يلهو بها الأطفال ٠ أما النوع الثالث من تلك الحيوانات فلم أتمكن من تحديد شكله جيدا فكانت تبدو أفراده لى فى بعض الأحيان ، بشكل بيضاوى ، وفى أحيان أخرى بشكل كروى ، ولكنها تمتاز بحركتها السريعة حول بعضها فى حيز محدود ، ولا أستطيع تشبيهها بشيء أفضل من سرب من الذباب أو البعوض ٠٠٠٠

وأعداد هذه الحيوانات الموجودة على أسنان رجل عديدة جدا لدرجة قد تزيد فى اعتقادى ، عن أعداد الرجال فى مملكة " ٠

تلك الكائنات الدقيقة التى كان الفضل الأول فى اكتشافها يرجع إلى لوفنهوك ، لا توجد فقط فى أسناننا ، بل تنتشر فى كافة البيئات ، متحملة ظروف غاية فى السوء مفضلة فى ذلك الأوساط المائية والرطبة عن الأوساط الجافة ، كما توجد فى التربة الزراعية وغير الزراعية فقد وجدت جراثيم حية بكتيرية فى طبقات تربة رسوبية يزيد عمرها عن ألف عام ، كما توجد أيضا فى الهواء بعضها يتعايش معنا فى أجسامنا ، فى فمنا ، فى أمعائنا وعلى سطوح أجسامنا ٠ الكثير من الكائنات الحية الدقيقة لا يتحمل حرارة التجمد ، والبعض يمكنه المعيشة فى درجات حرارة مرتفعة تصل إلى ما يزيد عن ٨٠ درجة مئوية ، فنجد بعض البكتيريا والطحالب الزرقاء المخضرة فى مياه الآبار الارتوازية والينابيع الساخنة ٠



شكل ٢ : رسم لفنهوك للكائنات الدقيقة التى شاهدها بعدساته وهى تمثل خمسة أشكال منها A ، B ، E ، F ، G ، أما D – C فتمثل حركة النوع B

وفى تقديرى لمجمل أوزان الكائنات الدقيقة أو ما يعرف بالحياة الميكروبية على مستوى كوكبنا الأرضى بمائة ويابسة ، قدر بأنه يعادل خمسة إلى خمسة وعشرين ضعفا لأوزان مجموع الحياة الحيوانية ٠ وفى تقدير آخر وجد أن الحياة الميكروبية تشكل حوالى ٩٠% من مجمل المادة الحية على الأرض ٠

الكائنات الدقيقة التى أطلق عليها لوفنهوك الحيوانات الصغيرة هى التى عرفت فيما بعد بالبكتيريا وقد اعتقد حينئذ بأنها أصغر الكائنات الحية ، واستمر هذا الاعتقاد سائدا حتى سنة ١٩٥٠ حينما اكتشف بودين Bawdin الفيروسات على أنها مسببات مرضية إجبارية التطفل واعتبرها أصغر الكائنات فأقطارها تتراوح مابين ٢ر إلى ٠١ر ميكرون ، فى حين أن الخلية البكتيرية تتراوح أقطارها مابين ١ - ٢ ميكرون ، وباعتبار الحجم نجد أن حجم الفيروسات تصل إلى ١ر - ٠١ر حجم البكتيريا ٠

ظهرت أهمية الفيروسات لكونها مسببات لعديد من أمراض تصيب الإنسان والحيوان والنبات ، منها الأنفلونزا وشلل الأطفال والحمى القلاعية والإيدز والأيبولا التى تصيب الإنسان ، وقوباء الموالح وتورد القمة فى الموز التى تهاجم النباتات ٠

وقد اكتشف حديثا عوامل ممرضة أصغر من الفيروسات تسبب أمراضا للإنسان والحيوان والنبات منها الفيرويدات viroids والبريونات prions ٠

وحاليا تعتبر البريونات أصغر ما توصل إليه العلم من عوامل مرضية معدية ٠٠٠ ولعل المستقبل يكشف لنا من الجديد ما هو أقل حجما من المعروف حاليا ٠