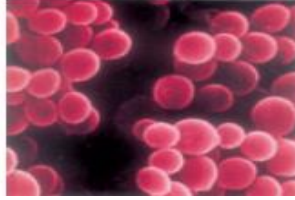


## • أشكال بعض البكتريا Shape of some bacteria

١- الشكل الكروي :

وتسمى Coccus وجمعه Cocci وتوجد في شكل فردي أو أزواج أو رباعيات أو مكعبات ويندرج تحتها الأشكال الآتية :



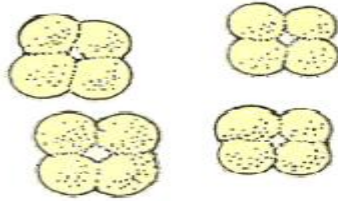
١- بكتريا كروية فردية Coccus

ب- بكتريا كروية ثنائية Diplococcus

ج - بكتريا سبحية Streptococcus



د- بكتريا كروية رباعية Tetrads



هـ - بكتريا كروية مكعبة Sarcinae



و - بكتريا كروية عنقودية Staphylococcus

٢- البكتريا العصوية Rod shaped bacteria

وتسمى Bacillus وجمعه Bacilli وتعني باللاتينية عصاه ومنها ثلاثة أشكال:

أ - بكتريا عصوية فردية Monobacillus

ب - بكتريا عصوية في ثنائيات Diplobacillus أو سبحية Streptobacillus



## تغذية الاحياء المجهرية ( Nutrition of Microorganisms )

تحتاج البكتيريا من اجل النمو والتكاثر ( grow & multiply ) الى متطلبات واحتياجات أساسية منها :

1. توفر المغذيات Nutrients وتختلف باختلاف الأنواع . 2. توفر الرطوبة Moisture . 3. الحاجة للضوء جزئيا او عدم الحاجة له . 4. الحاجة الى الاوكسجين أيضا تختلف باختلاف أنواع البكتيريا . 5. الدرجة الحرارية المثلى للنمو وبما يناسب النوع البكتيري . 6. توفر الدرجة المثلى من الحامضية والقاعدية .
7. التخلص من مخلفات النمو by-Products ومنع تجمعها بكميات كبيرة .

وبسبب الاختلافات الواسعة في الخصائص الفسلجية وبالتالي الاحتياجات الغذائية للاحياء المجهرية فقد صممت الاف الأنواع من الأوساط الغذائية والتي تختلف فيما بينها الى حد كبير فيما يخص المحتويات الكيميائية .

عناصر التغذية : يعتبر الماء دائما المادة الغذائية الرئيسية من الناحية الكمية حيث يشكل من 80-90 % من مجموع وزن الخلايا وتشكل البروتينات 50% من الوزن الجاف للخلية ويشكل النايتروجين 10% وتختلف نسبة تواجد الكربوهيدرات باختلاف الأنواع البكتيرية والمركبات التي تحويها وتحتوي المواد الصلبة الخلوية على الكربون 50% والنايتروجين 14% والفوسفور 3% والكبريت 1% اضافة الى الاوكسجين 20% والهيدروجين 8% وتشكل هذه العناصر حوالي 95% من الوزن الخلوي الجاف . اما الوزن المنوي الباقي يقع فيه ما بقي من العناصر الأخرى مثل ( عناصر البوتاسيوم والمغنيسيوم ، الزنك ، الكالسيوم ، الحديد ، المنغنيز ، الكوبلت ، النحاس وبنسب متفاوتة ) . وتقوم هذه العناصر بوظائف مختلفة كما هو موضح في الجدول التالي :

| العنصر      | الوظيفة الفسلجية   |
|-------------|--|
| الهيدروجين  | احد عناصر الماء الخلوي والمواد الخلوية العضوية   |
| الاوكسجين   | احد عناصر الماء الخلوي والمواد الخلوية العضوية وهو على شكل $O_2$ ويعمل مستلما للالكترونات في عملية تنفس الاحياء الهوائية .             |
| الكربون     | احد العناصر في المواد العضوية الخلوية  |
| النايتروجين | احد عناصر البروتينات والحوامض النووية والانزيمات المساعدة ( Coenzymes )  |
| الكبريت     | احد عناصر البروتينات مثل الحامض الأميني السيستين والميثونين إضافة الى انه يدخل في تركيب المساعد للانزيمات Coenzymes مثل Co carboxylase |
| الفسفور     | يدخل في تركيب الحوامض النووية والدهونات الفسفورية والـ Coenzymes .   |
| البوتاسيوم  | ايون غير عضوي مهم في الخلية وعامل مساعد لبعض الانزيمات   |
| الحديد      | من مكونات السايتركروم وبقية البروتينات وعامل مساعد لبعض الانزيمات  |
| الكالسيوم   | ايون موجب مهم في الخلية وعامل مساعد لبعض الانزيمات مثل protease  |

وتحتاج الكائنات الحية المجهرية عناصر K,Mg,Ca,Fe بكميات كبيرة وتضاف الى الأوساط الغذائية بشكل املاح .

اما العناصر الأخرى مثل Mn,Co,Cu,Zn فان الاحياء المجهرية تحتاجها بكميات ضئيلة جدا ووجود هذه العناصر بشكل ملوثات كيميائية في معظم مكونات الوسط الغذائي وهي غالبا ماتدعى Micronutrients وهناك بعض الكائنات التي لها احتياجات خاصة مثلا Diatoms وبعض أنواع الطحالب الأخرى تحتاج الى Silica لانها تدخل في تخليق الجدار الخلوي .

وبعض البكتريا البحرية والطحالب الخضراء المزرقمة Cyanobacteria والبكتريا الضوئية Photosynthetic bacteria تحتاج Na بكميات كبيرة ولايمكن استبداله بعناصر أخرى .

### الماء water:

يشكل الماء نسبة تتراوح بين 80-90% من وزن الكائن المجهرى تحتاج جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الكائنات الحية الى بيئة مائية ولكي يتمكن الكائن الحي من النمو والتكاثر يجب ان يكون الماء في حالته السائلة ويقتصر هذا على درجات حرارية تقع بين - 2° م الى حوالي 100 ° م ويسمى هذا المدى مدى الحركة الحيوية Biokinetic zone لوحظ احتياجات الكائنات المجهرية الى الماء من اجل القيام بفعاليتها الحيوية منذ قرون وكان هذا يمثل الأساس الذي اعتمدت عليه طريقة التجفيف dessication التي استعملت في ذلك الوقت لغرض منع الأطعمة من التلف . يمكن التعبير عن حاجة الكائنات المجهرية الى الماء بصورة كمية بما يسمى بفعالية الماء water activity للبيئة او للمواد ويرمز لها wa .

$$Wa = \frac{\text{ضغط بخار المحلول } P}{\text{ضغط بخار الماء } Po}$$

وقيمة wa للماء مساوية ل 1 وتقل هذه القيمة عندما يكون هنالك املاح مذابة في الماء .تتمكن الكائنات المجهرية من النمو في بيئة تكون قيمة wa واقعة بين 0,63 و 0,99 ويبدو ان قيم wa ثابتة بالنسبة للنوع الواحد ولا تعتمد على طبيعة المواد المذابة وتحتاج البكتريا الى قيم لفعالية الماء اكثر من القيم التي تحتاجها الخمائر والفطريات حيث تقع بين 0,93 - 0,99 وفي هذا المدى تملك الـ Micrococci و Staphylococi القيم الأقل لفاعلية الماء المثلى لنموها .

### النايتروجين :

تحتوي معظم المواد الخلوية وخاصة البروتينات على S,N ويشكل البروتين بحدود عشر وزنها الجاف وان شكل N الذي يحتاجه الكائن الحي يعتمد على القابلية الاختزالية الانزيمية التي يمتلكها الحي فعندما يكون مصدر النايتروجين على شكل R- NH<sub>2</sub> فان البكتريا مثلا تقوم باستغلاله عن طريق إزالة مجموع الأمين ( -NH<sub>2</sub> ) على شكل امونيا ( NH<sub>3</sub> ) بعملية تدعى بنزع الأمين Deamination ثم يستغل بعدها N الموجودة في الامونيا المتكونة وقد تقوم البكتريا بنقل ( -NH<sub>2</sub> ) هذه من المصدر المذكور الى متسلم خلوي مناسب وبصورة مباشرة خلال عملية نقل الامينات Transamination وقد تقوم البكتريا بكلتا العمليتين المذكورتين وهنالك العديد من الاحياء المجهرية تستطيع ان تعتمد على الامونيا كمصدر وحيد للنايتروجين وهي تملك القدرة على ادخال الامونيا في المركبات العضوية الخلوية من خلال تفاعل يتوسطه انزيم Glutamic

dehydrogenase واذا ما ادخل المصدر النايتروجيني في حامض الكلوتاميك تقوم الخلية بعدها بتوزيع هذا المصدر الى مختلف المواد الخلوية التي تحتاجها خلال تفاعل حذف جذر الأمين .وهناك أنواع من الكائنات الحية المجهرية تستطيع ان

تستغل النايتروجين من مصدر نايتروجيني آخر مثلا النايتروجين الجوي فتستطيع ان تختزل النايتروجين الجوي بواسطة انزيم لكي تستغله في تخليق المواد النايتروجينية العضوية الخلوية وتدعى هذه العملية بالتثبيت الحيوي للنايتروجين **Nitrogen Fixation** وهناك أنواع أخرى من الاحياء الدقيقة تستطيع استغلال النترات  $NO_3^-$  والنترينات  $No_2^-$  مصدران للنايتروجين حيث تقوم باختزال هذه المصدرين الى مستوى الامونيا ( $NH_3$ ) لكي تستفيد منها .  
الكبريت: (S)

يوجد S في المركبات الخلوية وهو مختزل على شكل مجموعة  $-SH$ . وتستطيع معظم الاحياء المجهرية استغلال S من مصادره وهو مؤكسد وضمن مركبات  $SO_4^{=}$  غير العضوية وبهذا يتوجب على هذه الاحياء ان تختزله أولا وهناك بعض الاحياء المجهرية لا تستطيع اختزال هذا العنصر فيتحتّم عليها ان تحصل عليه وهو مختزل على شكل كبريتيد  $S^{2-}$  مثل كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  او على شكل مركبات عضوية تحتوي على مجموعة  $-SH$  مثل الحامض الاميني Cysteine او مركبات أخرى اكثر تعقيدا مثل البروتينات حيث تقوم هذه المركبات بتزويد الخلية بعنصر S,N,C إضافة الى الطاقة

### الكاربون :

مصدر الكاربون The source of Carbon حيث نستطيع ان نميز نوعين من الاحياء اعتمادا على مصدر الكاربون الذي تعتمد عليه هذه الاحياء :

١. الاحياء التي تقوم بعملية التخليق الضوئي وتحصل على الطاقة من اشعة الشمس او اكسدة المواد غير العضوية وتعرف بالاحياء ذاتية التغذية Autotrophs .
٢. الاحياء التي تحصل على طاقتها من خلال اكسدة المواد العضوية وتشمل بقية الكائنات الحية وتدعى عموما بالاحياء المتباينة التغذية Heterotrophs اعتمادا على مصدر الكاربون الذي يسد حاجتها مثل المركبات العضوية الكلوكوز والحوامض الامينية . ان مصدر الكاربون المتمثل في هذه المركبات العضوية يشابه مع المركبات العضوية الخلوية من حيث مستوى الطاقة . وبهذا لا يتحتّم على الخلية ان تقوم بعملية الاختزال لهذه المركبات قبل استغلالها كمصدر كاربوني كذلك تزود الخلية بما تحتاجه من الطاقة وبهذا يدخل معظم الكاربون الموجود في المواد المغذية العضوية في التفاعلات الايضية المنتجة للطاقة . ويطرح مرة ثانية على شكل  $CO_2$ . هناك العديد من الاحياء المجهرية تستطيع ان تكتفي بمادة عضوية واحدة لسد احتياجاتها للكاربون وللطاقة في ان واحد الا ان هناك احياء مجهرية أخرى لا تستطيع النمو بوجود مركب عضوي واحد في وسطها الغذائي بل يتعدى احتياجها الى عدد معين من المواد العضوية لكي تستطيع ان تنمو وعند فحص طبيعة مصدر الكاربون العضوي الضروري لنوع معين من الاحياء المجهرية نجده متباينا ومتغيرا فمثلا بعض أنواع بكتريا Pseudomonas تستطيع ان تستغل اكثر من 90 نوعا من مصادر الكاربون العضوي ليزودها بالكاربون والطاقة .

اما اذا اخذنا نوع آخر مثلا البكتريا المؤكسدة للكاربون التي تستطيع استغلال مصدرين فقط للكاربون العضوي وهما الميثان والكحول الميثيلي كما ان البكتريا المحللة للسيليلوز لا تستطيع الاعتماد على غير السيليلوز مصدرا للكاربون .

## مصدر الطاقة :

قسمت الاحياء حسب مصدر الكربون :

١ - احياء ذاتية التغذية Autotrophs مثل النباتات حيث تستطيع الاعتماد كليا على المغذيات غير العضوية .

٢ - احياء متباينة التغذية Heterotrophs وتعد الحيوانات من هذه الاحياء حيث تحتاج في غذائها الى مواد عضوية بمثابة مغذيات .

واما الان وبعد ظهور حقائق اكثر حول الحياة والكائنات الحية من خلال البحوث والدراسات فان احسن نظام

تصنيفي بسيط هو الذي يأخذ بنظر الاعتبار عاملين مهمين طبيعة مصدر الطاقة وطبيعة مصدر الكربون .

فالاحياء التي تستخدم الضوء مصدرا للطاقة تدعى الاحياء الضوئية التغذية Phototrophs اما الاحياء التي

تستخدم مصادر الطاقة الكيميائية فتدعى الاحياء الكيميائية التغذية Chemotrophs هذا الى جانب الاحياء

الذاتية التغذية والاحياء المتباينة التغذية باعتبار طبيعة مصدر الكربون وعند مزج هذين النوعين من أنظمة

التصنيف يصبح كالآتي :

١ - الاحياء الضوئية الذاتية التغذية Photoautotrophs organism: التي تعتمد على الضوء مصدرا للطاقة

وتستغل  $CO_2$  مصدرا وحيدا للكربون مثل النباتات الراقية والطحالب الحقيقية الخضراء المزرقّة وبعض

البكتريا التي تقوم بعملية التخليق الضوئي مثل بكتريا الكبريت الخضراء والبنفسجية Purpule & green

. sulfur bacteria

٢ - الاحياء الضوئية المتباينة التغذية Photoheterotrophic organism

التي تعتمد على الضوء مصدرا للطاقة وتستغل المركبات العضوية مصدرا رئيسا للكربون ويشمل هذا النوع

البكتريا التي تقوم بعملية التخليق الضوئي التي تدعى Purpule nonsulfur bacteria وهي بكتريا

تستوطن البحار وبعض الطحالب الحقيقية النواة .

٣ - الاحياء الكيميائية ذاتية التغذية Chemoautotrophic org.

التي تعتمد على مصادر الطاقة الكيميائية وتستغل  $CO_2$  مصدرا وحيدا للكربون . ان استخدام الاحياء الكيميائية

التغذية لـ  $CO_2$  مصدرا وحيدا للكربون يقترن دائما بقابلية هذه الاحياء على استخدام المركبات غير العضوية وهي في

حالة اختزال بمثابة مصادر الطاقة وتقتصر هذه القابلية على البكتريا وبالذات الأنواع التي تستطيع استخدام مركبات

النايتروجين المختزلة مثل الامونيا  $NH_3$  والنترينات  $NO_2^-$  او ايون الحديدوز  $Fe^{+2}$  او مركبات الكبريت المختزلة مثل

$H_2S$  ،  $S$  ،  $S_2O_3^{+2}$  او  $H_2$  لمواد قابلة الاكسدة وبذلك تعمل مصادر الطاقة كما هو في المعادلات التالية :



#### ٤ - الاحياء الكيميائية المتباينة التغذية

التي تعتمد على مصادر الطاقة الكيميائية وتستغل المركبات العضوية مصدرا رئيسا للكربون ويتميز هذا النمط من الاحياء باعتماده على المركب العضوي في سد حاجته لعنصر الكربون وللطاقة في ان واحد مثل الحيوانات الراقية والابتدائيات والفطريات والاعلبية الساحقة من البكتريا . وجميع هذه الاحياء تحتاج الى عوامل النمو العضوية كذلك فان هذه الاحياء المجهرية متغيرة ومتقلبة دائما في احتياجاتها الغذائية بحيث يمكن لنوع معين من هذه الاحياء ان يغير نمطه فمثلا هناك العديد من الطحالب المصنفة على انها ضوئية ذاتية التغذية تستطيع ان تنمو في الظلام أيضا فهي بذلك تكون كيميائية متباينة التغذية والبكتريا المؤكسدة للنايتروجين فهي كيميائية ذاتية التغذية وتستطيع ان تتغير الى احياء كيميائية متباينة التغذية . ان الاحياء الكيميائية المتباينة التغذية تشكل فئة غاية في التعقيد ، ويمكن تقسيم هذا النمط من الاحياء الى اقسام ثانوية اعتمادا على الخصائص الغذائية فمثلا : نستطيع ان نعتمد الحالة الفيزيائية للمغذيات العضوية التي تدخل الخلية أساسا لهذا التقسيم الثانوي فاذا ما دخلت هذه المواد الخلية وهي مذابة في الماء نقول ان هذا الكائن الحي تنافذي **Osmotrophic organisms** مثل الخلية النباتية والحيوانية والبكتيرية والفطرية في حين ان هذه المواد اذا ما ابتلعها الخلايا نقول ان هذه الخلايا او الاحياء بلعمية التغذية **Phagotrophicorg** مثل الابتدائيات إضافة الى الخلايا البلعمية **phagocytes** الموجودة ضمن خلايا دم الانسان البيضاء .

#### عوامل النمو العضوية Organic Growth Factors

ان عوامل النمو هي تلك المواد التي لا تستطيع الخلية او الكائن الحي ان ينمو بدونها وهي لاتمنح الطاقة للخلية وبنفس الوقت فان الخلايا لاتستطيع تخليقها فهي بذلك يجب ان تضاف او تكون في الوسط الغذائي المخصص لتنمية هذه الخلايا وان الخلايا تحتاج هذه المواد بتركيز ضئيلة جدا ، حتى انها تدعى أحيانا بالمغذيات الدقيقة **Micronutrient** وعوامل النمو هذه هي عادة مواد كيميائية قد تكون :

1. غير عضوية **Inorganic** . وتتضمن **Cu, Mn, Zn, Mb, Co** فهي أي مركب عضوي يحتاجه الكائن الحي بمثابة مادة ماثحة لاحد المواد الخلوية وبنفس الوقت فان الخلية لاتستطيع تخليق هذا العامل من مصادر كاربونية اكثر بساطة فهي بذلك يجب ان تقدم للكائن الحي جاهزة ضمن احتياجاته الغذائية .  
وتقسم عوامل النمو العضوية الى ثلاثة أنواع اعتمادا على تركيبها الكيميائي ووظائفها الايضية :

#### أ. الحوامض الامينية

يحتاجها الكائن الحي في بناء بروتينات وهناك بعض الاحماض الامينية تشكل عامل نمو مهما بالنسبة لبعض الاحياء المجهرية في حين يستطيع البعض الآخر من ان يصنعه فيصبح بذلك غير ضروري لهذه الاحياء فمثلا الـ **Tryptophane** بعد عامل نمو بدونه لا يستطيع ان تنمو بعض الاحياء مثل **Salmonella typhi** وبكتريا الكزاز **Clostridium tetani** وبكتريا الخناق **Corynebacterium diphtheria** وأنواع أخرى .  
وحيث يوجد ما يقارب من 20 حامضا امينيا يدخل في تركيب البروتينات وبذلك فان الحاجة لاي حامض اميني معين لا تستطيع الخلية تصنيعه تكون ضئيلة جدا وينطبق هذا على القواعد النتروجينية ( البيورين - والبريميدين ) .

ب. الفيتامينات : وهي مجموعة متباينة من المركبات العضوية التي تشكل الجزء المتمم لبعض الانزيمات والاحتياجات الكمية لها اصغر بكثير من الحوامض الامينية والقواعد النيتروجينية .

وتختلف الاحياء فيما بينها بالنسبة للشكل او الاشكال الكيميائية لعامل النمو المعين فمثلا الثايمين وهو فيتامين  $B_1$  احد عوامل النمو الذي يحتاجه الكثير من الاحياء المجهرية يتكون هذا الفيتامين من جزئين : البايريميدين والثايزول فهناك احياء تحتاج عامل النمو هذا بشكله الجزئي المتكامل في حين نجد هناك البعض الاخر من الاحياء المجهرية تستطيع الاستفادة من احد شطري جزيئة الثايمين بصورة جاهزة وتصنع الجزء الاخر .

مثال اخر حامض البنثانثيك Pantothenic acid عامل نمو مهم جدا يدخل في تخليق Coenz.A الذي يتداخل في التفاعلات الايضية المنتجة للطاقة وان الحاجة لهذا الحامض تعتمد على قابلية الكائن الحي على تخليق هذا الحامض . يتكون هذا الحامض من جزيئتين ملتحمتين بعضهما مع البعض الاخر وهما جزيئة حامض Pantoic وجزيئة B-alanine والخلية القادرة على تخليق هذا العامل تقوم بتخليق كلتا الجزيئتين ثم تربط هذين الحامضين بتفاعل يتوسطه انزيم معين ينتج من خلاله حامض Pantothenic . وهناك احياء معينة تعجز عن ان تصنع احد مكونات هذا العامل او جميع مكوناته مثل الانسان والكثير من الاحياء المجهرية فيتحتم على هذه الاحياء ان تأخذ هذا العامل جاهزا من بيئتها او تأخذ الجزء الذي تعجز عن تصنيعه والى جانب هذا نجد احياء كثيرة مثل النباتات والكثير من الاحياء المجهرية تستطيع ان تصنع جزيئة هذا العامل كاملة داخل خلاياها فنقول ان هذه الاحياء لا تحتاج الى هذا العامل وكلا النوعين يحتاج الى عامل النمو لاتمام عملية النمو .

#### الاوكسجين :

يدخل الـ  $O_2$  في تركيب جزيئة الماء والكثير من المركبات العضوية فهو بذلك يعد موجودا دائما ضمن المكونات الخلوية وهو دائما يجهز للخلية بكميات كبيرة ضمن الوجبات الغذائية وهناك أنواع كثيرة من الاحياء تحتاج الـ  $O_2$  على شكل جزيئات حرة  $O_2$  وهناك احياء يقتلها الـ  $O_2$  اذا ماوجد ولو بكميات ضئيلة جدا وهناك احياء تتباين في مدى احتياجاتها لهذا العنصر وتقسم الاحياء الى المجاميع التالية حسب احتياجها لهذا العنصر :

#### ١. الاحياء الهوائية الاجبارية Obligate aerobes

وهي تلك الاحياء التي يجب ان تحصل على الـ  $O_2$  الجزيني لكي تشبع احتياجها للطاقة حيث يقوم الـ  $O_2$  هنا بعملية الاكسدة النهائية ضمن التفاعلات الايضية محررا بذلك الطاقة .

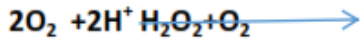
#### ٢. الاحياء غير الهوائية الاجبارية Obligate anaerobes :

وهي تلك الاحياء المجهرية التي تحصل على الطاقة عن طريق تفاعلات معينة لايدخل فيها  $O_2$  الجزيني عاملا مؤكسدا ولهذا لايدخل هذا العنصر ضمن المتطلبات الغذائية لهذا النوع من الاحياء ويتوقف نمو هذه الاحياء او تقتل اذا ما تعرضت لهذا العنصر وان سمية  $O_2$  لهذه الاحياء تعد معقدة او غير مفهومة حيث بعضها يحتوي على انزيمات يجب ان تبقى في حالة اختزال لكي تعمل بحالة طبيعية وبذلك فان وجود  $O_2$  سيعطل هذه الانزيمات ويتوقف نموها .

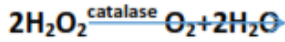
عند نمو البكتريا في ظروف تحتوي على الاوكسجين تنتج مادتين سامتين وهي :

أ -  $Superoxide\ ion\ O_2^-$  ب.  $Hydrogen\ peroxide\ H_2O_2$

وعند وجود انزيم Superoxide dismutase يعمل على إزالة Superoxide ion مما يساعد على تكوين زيادة من مادة بيروكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  السامة للخلية



ويعمل انزيم اخر يسمى Catalase بإزالة سمية  $H_2O_2$



$H_2O_2$  يسبب تلفاً او ضرراً في شريط الـ DNA في rec gene .

عدا الـ Lactic acid bacteria وهي من نوع aerotolerant anaerobes حيث لا تحتوي على انزيم الـ Catalase ولكن انزيم اخر يسمى الـ Peroxidases الذي يعمل على اختزال  $H_2O_2$  الى  $H_2O$  بوجود مواد عضوية مؤكسدة .

ومعظم الاحياء اللاهوائية الاجبارية لا تمتلك انزيم Catalase الذي يفلق جزيئة  $H_2O_2$  الى  $O_2$  وماء الا انها أيضاً لا تمتلك الانزيمات التي تستطيع ان تحول  $O_2^-$  الى  $H_2O_2$  وقد اقترح العلماء ان موت الاحياء بوجود  $O_2$  يعود الى تكوين  $H_2O_2$  وتجمعه فيما بين الخلايا ويعتبر مادة سامة جداً .

### 3. الاحياء اللاهوائية الاختيارية Facultative anaerobes :

وتدعى أحياناً بالاحياء الهوائية الاختيارية F.aerobes وهي احياء تستطيع ان تنمو بوجود او غياب  $O_2$  ومن الناحية الفسلجية نستطيع ان نميز مجموعتين من الاحياء :

- مجموعة تعتمد على عمليات التخمر في الحصول على الطاقة الضرورية للنمو الا انها لا تتأثر بوجود الـ  $O_2$  وتضم هذه المجموعة العديد من الخمائر وبكتريا القولون تستطيع ان تغير فعاليتها الايضية من التخمر الى التنفس
- ان هذه الاحياء تستخدم  $O_2$  ان وجد ليقوم بتفاعلات الاكسدة وتحرير الطاقة وهي تحصل على الطاقة عن طريق تفاعلات التخمر ان لم تجد الاوكسجين .

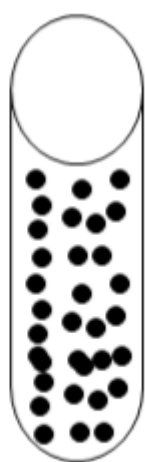
### 4. الاحياء الهوائية الدقيقة Microaerophilic organisms :

وهي الاحياء التي يتوقف نموها او قد تقتل بوجود  $O_2$  بتركيزه الموجود في الهواء الا انها تنمو بشكل جيد ان توافر لها  $O_2$  بتركيز ضئيل قد يبلغ اقل من 0,2 من الضغط الجوي وقد تعود هذه الحالة الى وجود انزيمات حساسة لوجود عامل مؤكسد قوي ولكنها تعمل بصورة اعتيادية بوجود ضغط جزئي للـ  $O_2$  مثل البكتريا التي تحصل على طاقتها عن طريق اكسدة الهيدروجين واستغلال الهيدروجين يتطلب تدخل انزيم Hydrogenase الذي يتعطل بوجود  $O_2$  .

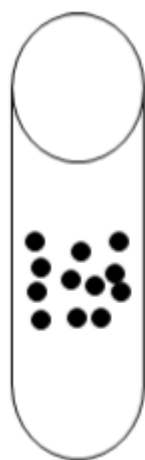
استجابة نمو الاحياء الدقيقة المختلفة للـ  $O_2$  في مزرعة شبه صلبة ان اعلى تركيز للـ  $O_2$  يوجد في اعلى الانبوب في حين ينخفض التركيز الى اوطأ مستوى في قعر الانبوب .



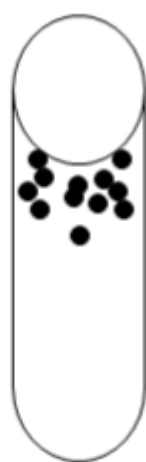
لا هوائية



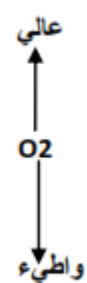
لا هوائية اختيارية



هوائية دقيقة



هوائية



تقسم الاحياء المجهرية استنادا الى حاجتها للمصدر الكربوني والطاقة الى :

| مثال<br>Example  | مصدر الطاقة<br>Energy source   | المصدر الكربوني<br>Carbon source |                  |
|--|--|----------------------------------|------------------|
| المغذيات ذاتية التغذية<br>any self feeder                                      | Nonliving<br>Environment   | Co <sub>2</sub>                  | autotroph        |
| Alge,plants<br>cyanobacteria   | sunlight ضوء الشمس   | Co <sub>2</sub>                  | photoautotroph   |
| Only certain<br>bacteria<br>methanogens , تنتج<br>الميثان من غاز<br>الهيدروجين | Inorganic chemicals<br>NH <sub>3</sub> الامونيا NO <sub>2</sub> النتريتات<br>، ايون الحديدوز Fe <sup>+2</sup> ،<br>مركبات الكبريت المختزلة<br>H <sub>2</sub> S | Co <sub>2</sub>                  | chemo autotroph  |
| Any other feeder   | Sunlight,organic   | Organic<br>المواد العضوية        | Heterotroph      |
| Protozoa ,<br>fungi,many bacteria<br>animals                                   | organic  | Organic                          | photoheterotroph |
| Fungi,bacteria<br>(decomposers)  | المواد العضوية للاحياء<br>الميتة   | Organic                          | Saprobe          |
| Bacteria ,fungi<br>,protozoa ,animals  | المواد العضوية للانسجة<br>الحية  | Organic                          | parasite         |