MICROBIOLOGY

كتب المجهر ١

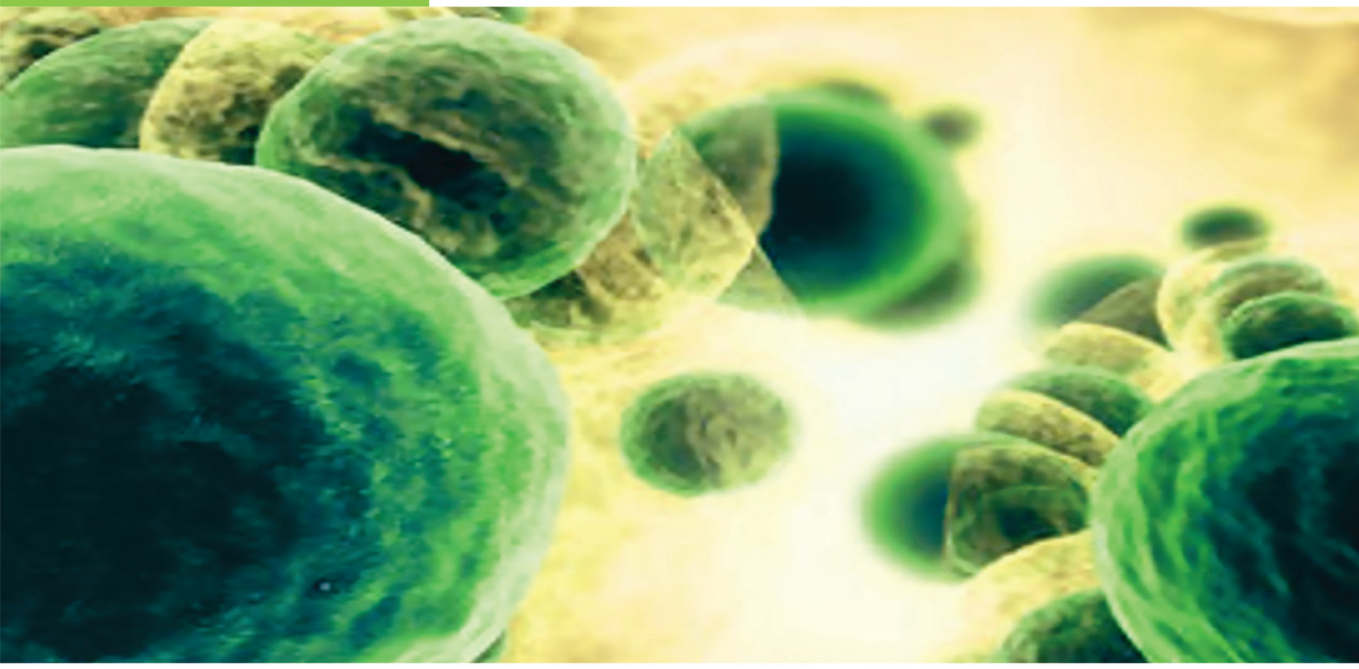
علم الأحياء الدقيقة

تأليف

خالد علي المهدوي

مختص في علم الأحياء الدقيقة

عضو هيأة تدريس بالكليات والمعاهد العليا الطبية



الطبعة الثالثة

2022 م

علم
الأحياء الدقيقة
MICROBIOLOGY

تأليف

خالد علي محمد المهدوي

مختص في علم الأحياء الدقيقة
عضو هيأة تدريس بالكليات والمعاهد العليا الطبية

الطبعة الثالثة
2022 م

المهدوي، خالد
علم الأحياء الدقيقة - ط3.
إعداد:- خالد علي محمد المهدوي.
بنغازي: دار الحسام للنشر والتوزيع، 2022.
الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب
دار الكتب الوطنية بنغازي - ليبيا
سنة النشر 2021 ط 3.
رقم الإيداع : 1269 / 2021
اسم المجموعة: سلسلة كتب المجهر
ردمك: 978-9959-1-2669-6 (رقم المجموعة)
ردمك : 978-9959-1-2672-6 (رقم الجزء)

دار الحسام للنشر والتوزيع - بنغازي - ليبيا
المكتبة:- مدخل مول جوهرة الحدائق للتسوق
بجوار مصرف التجارة والتنمية الحدائق
شارع الحدائق الرئيسي - بنغازي - ليبيا
هاتف:- 00218915101751
Facebook / @daralhussam

الطبعة الثالثة
1443هـ - 2022م

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف

بسم الله الرحمن الرحيم

{اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (1) خَلَقَ الإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ (2)
اقْرَأْ وَرَبُّكَ الأَكْرَمُ (3) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (4)
عَلَّمَ الإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (5)}

{العلق :1-5}

الإهداء

إلى أمي وأبي ...

خالد علي المهدوي

شكر وتقدير

من لم يشكر الناس لم يشكر الله.

فأتوجه بالشكر الجزيل لكل المراجعين لهذا الكتاب، الأمر الذي ساعد في إظهاره على هذا الوجه الذي أرجو أن ينال الرضى والقبول

وأخص بالذكر هنا

المراجعة العلمية

أ.د خالد محمد حسانين

د. رمضان هدية علي

د. رمضان سالم ساطي

أ. عصام محمد العمامي

أ. فيصل فتح الله إسماعيل

أ. ربيعة بشير الغزال

المراجعة اللغوية

د. نوري حسن المسلاتي

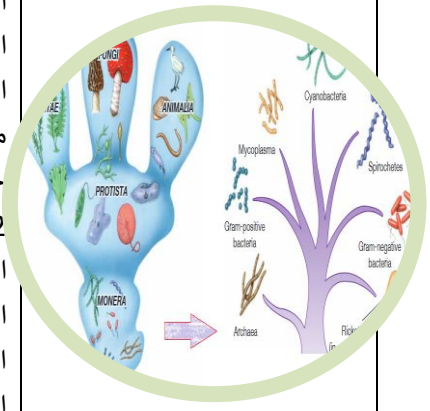
أ. علي أحمد سالم

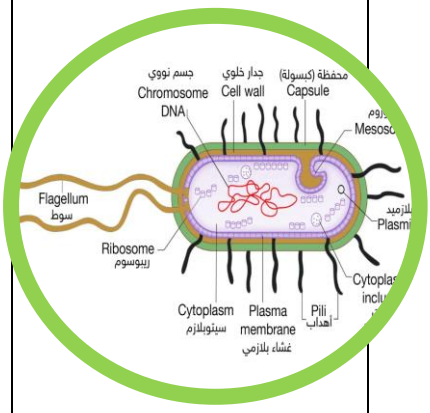
التحرير والتنسيق

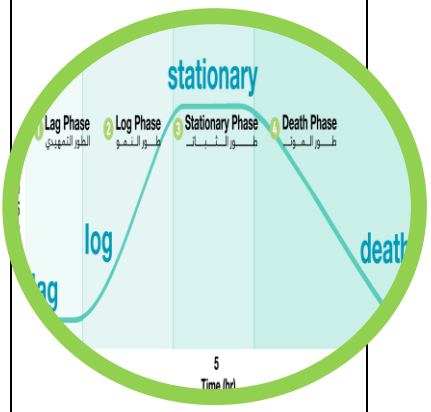
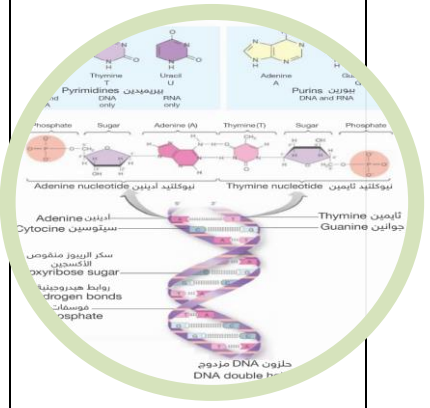
سناء سالم العماري

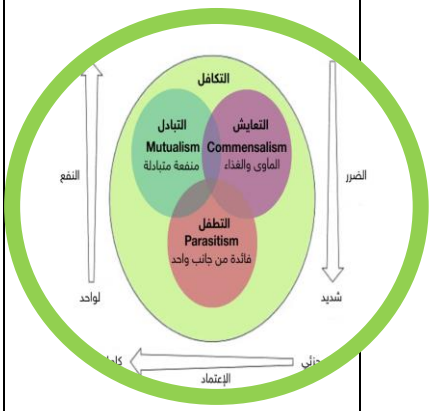
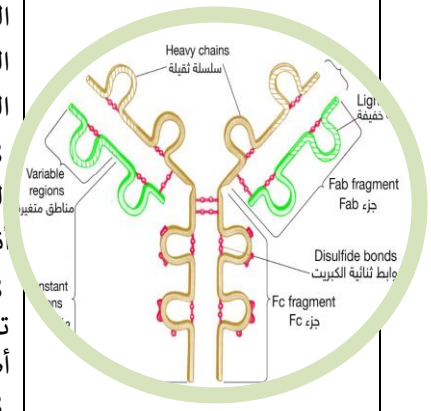
المؤلف

كتب
المجهر

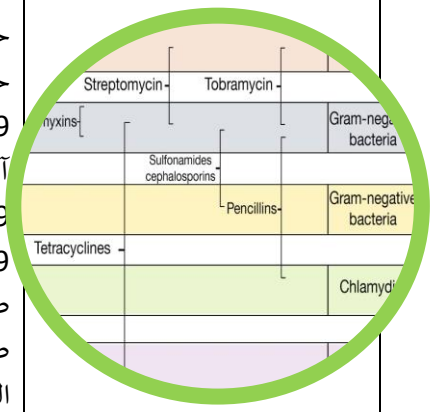
الباب	الفهرس	الصفحة
1	علم الأحياء الدقيقة	25
	1-1 تعريف علم الأحياء الدقيقة	25
	1-2 مجالات عام الأحياء الدقيقة	28
	1-3 تاريخ علم الأحياء الدقيقة	31
	نظرية الخلية	31
	نظرية التوالد الذاتي	33
	نظرية الجرثومة	37
	1-4 وجود الكائنات الحية الدقيقة	43
	الميكروبات في التربة	43
	الميكروبات في الهواء	44
	الميكروبات في الماء	45
	الميكروبات في الإنسان	46
	1-5 أهمية الكائنات الحية الدقيقة	47
2	تقسيم الكائنات الحية الدقيقة	52
	2-1 علم التقسيم	52
	الخلايا ذات النواة الكاذبة	52
	الخلايا ذات النواة الحقيقية	52
	تصنيف الخمس ممالك	56
	التصنيف	56
	التسمية	57
	التعريف	57
	معايير تصنيف البكتيريا	59
	حجم وشكل وترتيب البكتيريا	59
	2-2 أمثلة للأحياء الدقيقة	63
	الميكوبلازما	63
	الريكتسيا	63
	الكلاميديا	64
	الفطريات	65
	البروتوزوا	66
	الفيروسات	66
	الطحالب	68

3	تركيب البكتيريا	73
	1-3 التراكيب الخارجية للبكتيريا	74
	الجدار الخلوي	74
	المحفظة (الكبسولة)	79
	الأسواط	80
	الأهداب	82
	2-3 التراكيب الداخلية للبكتيريا	83
	الغشاء البلازمي	83
	السيتوبلازم	85
	الريبوسومات	85
	الحبيبات السيتوبلازمية	86
	الفجوات	87
	الجسم النووي	87
	البلازميدات	87
	الجين القافز أوالمنتقل (الترانسبوزون)	88
	الجراثيم البكتيرية	88
4	فسيولوجية البكتيريا	93
	1-4 احتياجات النمو	93
	تغذية البكتيريا	93
	الحرارة	95
	ثاني أكسيد الكربون	97
	الأكسجين	97
	رقم الأس الهيدروجيني	99
	الضغط الأسموزي	100
	2-4 الاحتياجات الكيميائية	101
	الكربون	101
	النتروجين	101
	الكبريت	101
	الفسفور	102
	3-4 أيض البكتيريا	103
	عمليات البناء	104
	عمليات الهدم	104

5	تكاثر البكتيريا	108
	1-5 منحنى النمو البكتيري	110
	الطور التمهيدي	111
	طور النمو اللوغاريثمي	111
	طور الثبات	112
	طور الموت	112
	2-5 الفيروسات البكتيرية	113
	الشكل والتركيب	113
	تكاثر الفيروسات البكتيرية	114
	الدورة التحللية	114
	مرحلة الالتصاق والارتباط	114
	مرحلة الاختراق	114
	مرحلة البناء الحيوي	116
	مرحلة النضج	116
	مرحلة التحرر	116
	الدورة المعتدلة	117
	مخرجات الدورة المعتدلة	117
6	الوراثة الميكروبية	122
	1-6 الكروموسوم البكتيري	122
	تركيب الكروموسوم	124
	مضاعفة الكروموسوم	127
	2-6 التعبير الجيني (تصنيع البروتين)	129
	النسخ	129
	الترجمة	129
	البلازميد	132
	الخصائص على البلازميدات	132
	3-6 الاختلالات البكتيرية	134
	الطفرة	134
	انتقال الجين	135
	التحول	135
	التأبير	137
	الاقتران	138

7	العلاقة بين الطُفيل والعائل	142
	1-7 أنواع العلاقات	142
	التبادل	142
	التعايش	143
	التطفل	143
	التلوث والعدوى والمرض	145
	2-7 الإمراضية	147
	الحدة	150
	عوامل الحدة	150
	عوامل الالتصاق	150
	الاجتياح والغزو	151
	الإنزيمات المفرزة	152
	إنتاج السموم	153
	3-7 الجراثيم الطبيعية	157
	وظائف الجراثيم الطبيعية	159
	العوامل المؤثرة على الجراثيم الطبيعية	159
8	المناعة	164
	1-8 الجهاز المناعي	164
	2-8 أنواع المناعة	166
	المناعة الطبيعية	166
	الخط الأول للدفاع الطبيعي	166
	الخط الثاني للدفاع الطبيعي	168
	العوامل المؤثرة على المناعة الطبيعية	175
	المناعة المكتسبة	176
	3-8 الأجسام الغريبة (مولدات الضد)	180
	لعوامل المؤثرة على الاستجابة المناعية	180
	نواع الأجسام الغريبة مولدات الضد	182
	4-8 الأجسام المضادة	184
	تركيب الجسم المضاد	185
	أصناف الجلوبيولينات المناعية	186
	5-8 الاستجابة المناعية	188
	الاستجابة الأولية	188
	الاستجابة الثانوية	188
	ارتباط الجسم الغريب والجسم المضلد	190

193	العلاج بالمضادات الميكروبية	9
193	1-9 العلاج بالمضادات البكتيرية	
195	1-1-9 تصنيف المضادات الحيوية	
195	حسب مدى تأثيرها	
195	حسب طبيعة تأثيرها	
196	حسب ميكانيكية عملها	
199	2-1-9 مقاومة المضادات الحيوية	
199	آليات مقاومة المضادات الحيوية	
201	3-1-9 توصيات لاستعمال المضادات الحيوية	
204	4-1-9 الحساسية للمضادات الحيوية	
204	طريقة القرص المنتشر	
205	طريقة التخفيف	
205	التركيز القاتل في السيرم	
206	الطرق الألية	
207	2-9 العلاج بمضادات الفيروسات	
210	3-9 العلاج بمضادات الفطريات	
211	4-9 العلاج بمضادات الطفيليات	
215	التعقيم والتطهير	10
217	1-10 التعقيم بالحرارة	
217	التعقيم بالحرارة الجافة	
219	التعقيم بالحرارة الرطبة	
222	الضغط الأسموزي	
224	2-10 التعقيم بالكيماويات	
224	العوامل المؤثرة على المطهرات	
229	3-10 التعقيم بالغازات	
230	4-10 التعقيم بالترشيح	
231	5-10 التعقيم بالإشعاع	
231	الأشعة فوق البنفسجية	
232	الأشعة السينية - أشعة جاما	
236	الاختصارات	
237	المصطلحات	
250	المراجع	
253	المؤلف	



الرقم	الأشكال	الصفحة
(1.1)	وباء الإنفلونزا الأسبانية	27
(2.1)	مجالات علم الأحياء الدقيقة	29
(3.1)	أنتوني فان ليفنهوك ومجهرهِ البسيط ورسوماته	31
(4.1)	تجارب العالم ريدي لرفض نظرية التوالد الذاتي	33
(5.1)	العالمان لازارو سبالانزيني وإدوارد جينر	34
(6.1)	تجارب العالم باستور لرفض نظرية التوالد الذاتي	35
(7.1)	الطبيب جوزيف لستر يجري الجراحة بعد التعقيم بالفينول	38
(8.1)	العالمان لويس باستور وروبرت كوخ	39
(9.1)	العالمان إليكسندر فيلمنج وباول إيرليخ	40
(10.1)	العالمان إيلي متشينكوف وفيرديناند شون	41
(11.1)	الإنسولين المأشوب	48
(1.2)	تعريف البكتيريا	57
(2.2)	نظام تصنيف الخمس ممالك	58
(3.2)	تصنيف بكتيريا الزهري *Treponema pallidum*	58
(4.2)	الحجم النسبي للأحياء الدقيقة	61
(5.2)	أشكال وتراتيب البكتيريا	62
(6.2)	قواعد تصنيف الفيروسات	67
(7.2)	بعض الكائنات الحية الدقيقة	70
(1.3)	تركيب ومكونات البكتيريا	73
(2.3)	تركيب ومكونات طبقة الببتيدوجليكان	75
(3.3)	تركيب الجدار الخلوي في البكتيريا	77
(4.3)	خطوات صبغة الجرام	78
(5.3)	الأسواط في البكتيريا	81
(6.3)	الغشاء البلازمي في البكتيريا	84
(7.3)	تركيب الريبوسوم في البكتيريا	86
(8.3)	الجراثيم وسيلة لتعريف البكتيريا	90
(9.3)	التجرثم في البكتيريا	90
(1.4)	الطرق الرئيسية للحصول على الطاقة في البكتيريا	94
(2.4)	مدى درجات الحرارة لنمو البكتيريا	95
(3.4)	جهاز تنمية البكتيريا اللاهوائية	97
(4.4)	أنماط استخدام الأكسجين	98
(5.4)	تأثير رقم الأس الهيدروجيني pH على الميكروبات	99
(6.4)	تركيب جزيء الأدينوزين ثلاثي الفوسفات	105
(7.4)	دور جزيء الأدينوزين ثلاثي الفوسفات في عمليتي الهدم والبناء	105
(1.5)	تكاثر البكتيريا بالانقسام الثنائي البسيط	109
(2.5)	منحنى النمو البكتيري	110

(3.5)	تكاثر الفاج البكتيري Bacteriophage T-even	115
(4.5)	دورة حياة الفاج البكتيري التحللية والمعتدلة	118
(5.5)	مخرجات الدورة المعتدلة	119
(1.6)	مميزات الحمض النووي DNA	123
(2.6)	تركيب الحمض النووي DNA	126
(3.6)	عمليات تضاعف ونسخ وترجمة الحمض النووي	131
(4.6)	ظاهرة التحول في البكتيريا	136
(5.6)	انتقال الجين (التحول والتأبير والاقتران)	139
(1.7)	أنواع العلاقات التكافلية	144
(2.7)	سلسلة العدوى	146
(3.7)	فرضيات كوخ	149
(4.7)	الإنزيمات والسموم كعوامل حدة للبكتيريا	156
(5.7)	الجراثيم الطبيعية والدفاعات العامة في الإنسان	161
(1.8)	الجهاز المناعي	165
(2.8)	عملية تكوين الدم	172
(3.8)	عملية البلعمة.	174
(4.8)	أنواع المناعة المكتسبة	179
(5.8)	تركيب الجسم المضاد	185
(6.8)	الاستجابة الأولية والثانوية للجسم الغريب	189
(7.8)	ارتباط الجسم الغريب والجسم المضاد	190
(1.9)	اكتشاف واستخدام البنسلين	194
(2.9)	مجال نشاط المضادات الحيوية	195
(3.9)	طرق عمل المضادات الحيوية	196
(4.9)	مضاعفات وأسباب فشل المضادات الحيوية	202
(5.9)	طرق اختبار الحساسية	206
(6.9)	تداخل المضادات الفيروسية مع مراحل تكاثر الفيروس	209
(1.10)	طرق التعقيم والتطهير	218
(2.10)	أجهزة الأوتوغلاف	221
(3.10)	التحلل البلازمي	223
(4.10)	معايير اختيار المطهر واستخدامه	225
(5.10)	التعقيم بالترشيح	230
(6.10)	مدى الطاقة الإشعاعية	233

الرقم	الجداول	الصفحة
(1.1)	مجالات علم الأحياء الدقيقة	30
(2.1)	العصر الذهبي لعلم الأحياء الدقيقة	42
(3.1)	المضادات الحيوية وإنتاجها من الأحياء الدقيقة	49
(1.2)	الفروق بين الخلايا ذات النواة الحقيقية والكاذبة	53
(2.2)	بعض الأحياء الدقيقة ومعاني أسمائها	54
(3.2)	الوحدات الشائعة الاستخدام في علم الأحياء الدقيقة	61
(4.2)	الفروق المهمة بين بعض الكائنات الحية الدقيقة	69
(1.3)	مقارنة بين البكتيريا الموجبة والسالبة للجرام	77
(1.4)	الأنواع الرئيسة للبكتيريا حسب درجة الحرارة	96
(2.4)	تصنيف البكتيريا حسب استخدام الأكسجين	98
(3.4)	التكوين الكيميائي لخلية بكتيريا *Escherichia coli*	102
(1.6)	الشفرة الوراثية	128
(1.7)	مقارنة بين السموم الداخلية والسموم الخارجية	154
(1.8)	مقارنة بين المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة	178
(2.8)	أنواع من اللقاحات	179
(3.8)	مقارنة بين الاستجابة المناعية الأولية والثانوية	189
(1.10)	تعريف أهم المصطلحات في مجال التعقيم والتطهير	216
(2.10)	التركيز والزمن المطلوب لتدمير بعض الميكروبات كيماويًا	228

نماذج من الكتاب

الأول ① علم الأحياء الدقيقة خالد المهدوي

علم الأحياء الدقيقة
Microbiology

المبادئ :- Principles

- على الرغم من أن علم الميكروبيولوجي يختص بدراسة الكائنات المجهرية، إلا أن هناك استثناءات لذلك.
- علم الأحياء الدقيقة فرع من العلوم الطبية، يسهم ويتداخل مع غيره من الفروع في تقدمها.
- هذا العلم واسع على الحصر، فهو يشمل علوم البكتيريا والفيروسات والطفيليات والفطريات وغيرها.
- يُعد تاريخ اختراع المجهر البسيط على يد أنتونى فان ليفنهوك 1665م هو البداية لعلم الأحياء الدقيقة.
- الفضل في تطور هذا العلم وتوسعه يرجع للكثير من العلماء الذين تعاونوا في ذلك، وإن بنسب متفاوتة.
- يكفي للدلالة على أهمية علم الأحياء الدقيقة، أن أغلب جوائز نوبل في الطب، كانت متعلقة بهذا العلم.
- توجد الميكروبات في كل مكان تقريبًا، وإن بنسب متفاوتة.
- الإلمام بعلم الأحياء الدقيقة يساعد على حماية الإنسان من مضارها والاستفادة منها.
- عادةً ما تدرس البكتيريا باستفاضة كممثل للأحياء الدقيقة بشكل عام.
- للأحياء الدقيقة دور كبير على مر التاريخ، فهي تساهم في تشكيل المجتمعات صحيًا وثقافيًا واجتماعيًا.

المبادئ:

مفاهيم ضرورية، تُلخص الأفكار الرئيسية للموضوع.

التعريف :- Identification

شكل (1.2). تعريف البكتيريا.

الأشكال:

إدخال نماذج معينة وربطها بالمقصود من الشكل، يساعد في إيصال المعلومة للطالب ويحقق الاستيعاب.

وظائف الجدار الخلوي الأساسية :- Main functions of cell wall

- ✓ حماية الخلية البكتيرية من خلال صلابته وحساسيته الأسموزية.
- ✓ المسؤولية عن تلون البكتيريا بالصبغات المختلفة.
- ✓ له دور في عملية الانقسام الخلوي، وعليه مستقبلات تساعد في الالتصاق.
- ✓ يتميز بالصلابة؛ لأنه يتكون من مادة الببتيدوجليكان، ويعطي الخلية شكلها المميز.
- ✓ يتميز بأنه منفذ للسوائل؛ وذلك لحماية الخلية البكتيرية من الانفجار.

التعداد والنقاط:

يُسهل على الطالب ويساعده على التذكر والربط بين المعلومات من خلال تنمية مهارة التفكير والتحليل.

شكل (3.4). جهاز تنمية البكتيريا اللاهوائية.
A jar for cultivating anaerobic bacteria

يوضع كيس به مسحوق من مواد كيماوية، مثل: بيكربونات الصوديم Sodium bicarbonate وبوروهيدريد الصوديم Sodium borohydride وعند إضافة الماء، يتصاعد ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين، الذي يتحد مع الأكسجين في الوعاء مشكلاً قطرات ماء، وموفرًا ظروفًا لا هوائية.

التوضيح:

ربط وإيراد المعلومة بالشكل المناسب لها، لتكتمل الصورة ويتحقق الفهم الكامل.

1- مرحلة الالتصاق والارتباط :- Adsorption and attachment

وفيها يحدث الالتصاق بين الفيروس T4 مع خلية العائل (البكتيريا) المناسبة، بواسطة ألياف الذيل، والمستقبلات الخاصة على سطح البكتيريا، حيث يحدث ارتباط Attachment، وتتكون روابط كيميائية بين الاثنين، وتُثَبِّتُ ألياف الذيل نفسها، وتسمح للصفيحة القاعدية بملامسة سطح الخلية البكتيرية. وهناك أنواع أخرى من الفيروسات تلتصق بالأسواط أو الأهداب حسب مستقبلاتها.

أشكال خلفية:

تجعل الطالب متعلق بموضوع الدرس، وتساعد على التركيز والتذكر.

6 - 1 - الكروموسوم البكتيري:- Bacterial chromosome

علم الوراثة Genetics، يدرس بشكل عام توريث مختلف الخصائص والصفات من الأصول إلى الأجيال، (الآباء إلى الأبناء)؛ إذ من المعتاد أن يأخذ الأبناء نفس صفات الآباء، ماعدا عند حدوث تغيرات نـادرة. وهـذا الأمر يحدث نفسه مع البكتيريا، عندمـا تَرِث الخلايا الابنة Daughter، صفات الخلايا الأصل Parent.

الجينوم الميكروبي أصغر وأسهل للدراسة، عادةً أكثر من 10 مليون زوج من القواعد في DNA. مقارنةً بحوالي 3 بليون في جينومات الإنسان و الفأر.

معلومات إضافية:

تتيح مزيد من التوضيح والتشويق المرتبط بالموضوعات قيد الدراسة.

الأمثلة:

يهدف ضرب الأمثلة، إلى تقريب المعلومة لفهم الطالب وتبسيطها لأقصى درجة ممكنة.

مثال: طبيب تلوثت يداه ببكتيريا معينة، وهو يعالج أحد المرضى (فوجدت البكتيريا في مكان غير مرغوبة فيه، وهو يد الطبيب)، فإذا لم يُطَهِّرْ يديه بشكل مناسب، وتعامل الطبيب بيده الملوثة وغير المطهرة جيدًا مع عملية أو جرح لمريض آخر، فستقع العدوى (تكاثر البكتيريا فيها)، وإذا لم يُطهر مكان العملية أو الجرح (كسر سلسلة العدوى)، ولم يأخذ المريض العلاج المناسب، فسيسبب الميكروب المرض بأعراضه المختلفة، فيظهر القيح Pus، والالتهابات الجلدية وغيرها، والعوامل المُمْرِضةُ تختلف في قدرتها على الإخلال بالحالة الصحية للشخص المصاب بها، فتظهر درجات متفاوتة من المرضية.

جداول ومقارنات:

تُلخص المعلومات وتوضحها، وتُركز على الفوارق المهمة بينها، ليسهل فهمها واستيعابها.

جدول (1.8). مقارنة بين المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة.

	الخصائص Properties	المناعة الطبيعية Innate immunity	المناعة المكتسبة Aquired immunity
1	حواجز فيزيائية وكيميائية Physical and chemical barriers	الجلد والأغشية المخاطية والمواد الكيماوية المضادة للميكروبات	الخلايا اللمفاوية في والأجسام المضادة المنتجة من أسطح الأغشية المخاطية
2	الخصوصية Specificity	غير متخصصة توجد في كل الأشخاص وضد كل الميكروبات	متخصصة تظهر بعد حقن الشخص ضد عامل ممرض معين
3	الوجود Prescence	منذ الولادة	بعد التعرض للعامل المسرض
4	بداية الفعل Onset of action	مباشرة بعد العدوى	متأخرة نسبياً
5	الذاكرة Memory	غير موجودة	موجودة
6	الخلايا الرئيسية Main cells	Granulocytes الحبيبة monocytes الأحادية macrophages البالعة NK القاتلة الطبيعية	خلايا لمفاوية B , T lymphocytes
7	الفعالية Efficiency	فعالية أقل	فعالية أكثر

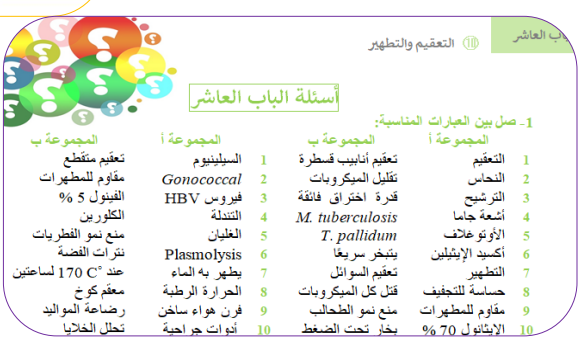
ومضات تاريخية:

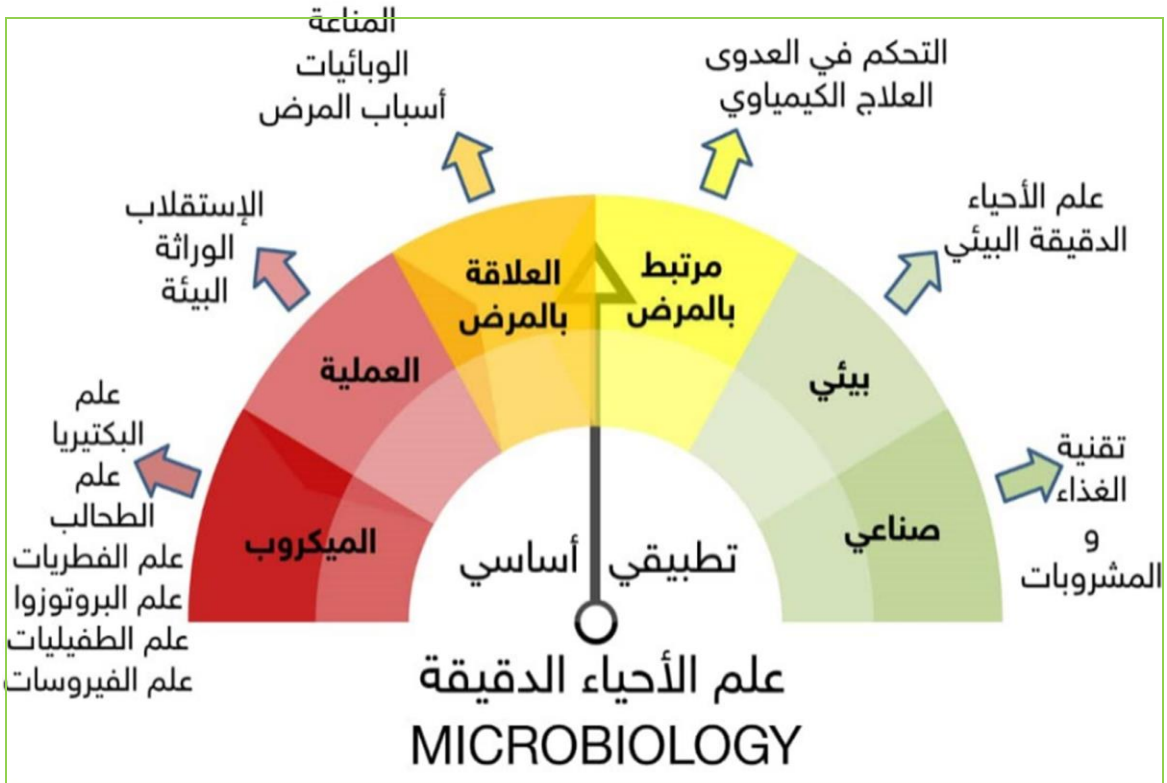
توضح الأساس التاريخي لموضوع الدرس، وجذور الاهتمام به وبداياته.

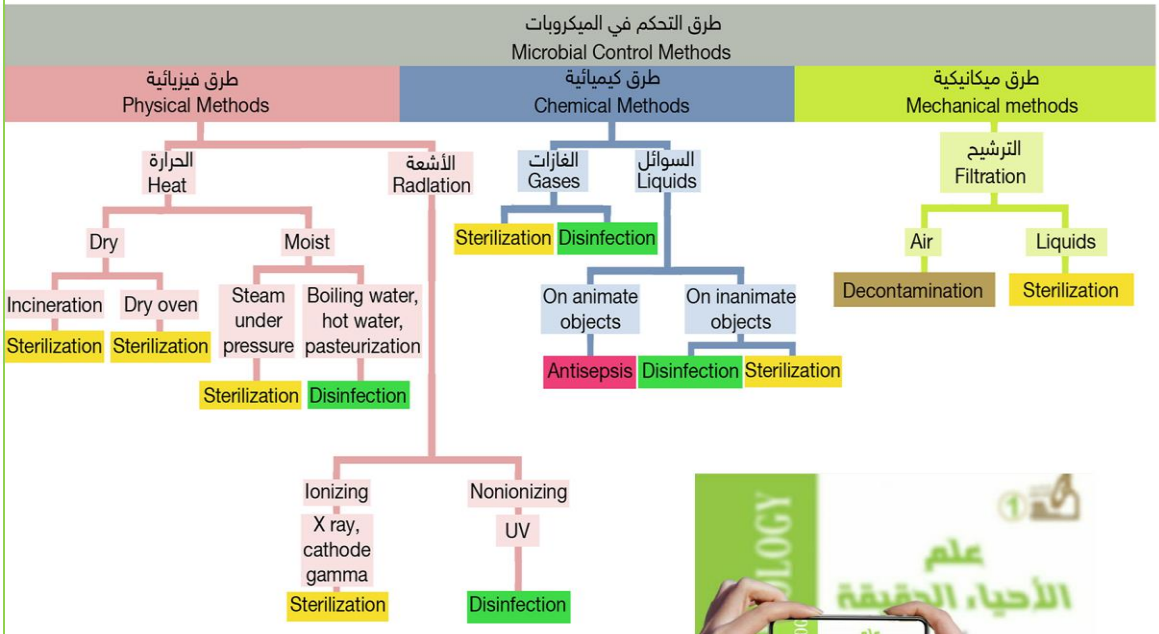
شكل (1.9). اكتشاف واستخدام البنسلين.

أسئلة الأبواب:

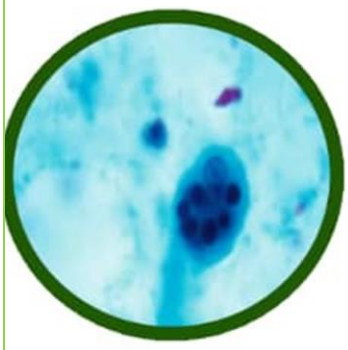
للتقييم الذاتي والتحفيز على التفكير وتشمل: توصيل الاختيارات المناسبة والاختيار من متعدد وملأ الفراغات والخطأ والصواب والتوضيح.



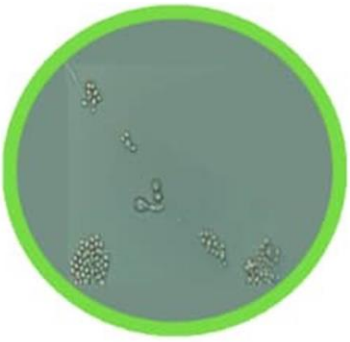

المناعة
الوبائيات
أسباب المرض
التحكم في العدوى
العلاج الكيمياوي
الإستقلاب
الوراثة
البيئة
علم الأحياء
الدقيقة البيئي
العلاقة
بالمرض
مرتبط
بالمرض
العملية
بيئي
علم
البكتيريا
علم
الطحالب
علم الفطريات
علم البروتوزوا
علم الطفيليات
علم الفيروسات
الميكروب
صناعي
تقنية
الغذاء
و
المشروبات
أساسي
تطبيقي
علم الأحياء الدقيقة
MICROBIOLOGY


طرق التحكم في الميكروبات
Microbial Control Methods
طرق فيزيائية
Physical Methods
طرق كيميائية
Chemical Methods
طرق ميكانيكية
Mechanical methods
الحرارة
Heat
الأشعة
Radlation
الغازات
Gases
السوائل
Liquids
الترشيح
Filtration
Dry
Moist
Sterilization
Disinfection
Air
Liquids
Incineration
Dry oven
Steam under pressure
Boiling water, hot water, pasteurization
On animate objects
On inanimate objects
Decontamination
Sterilization
Sterilization
Sterilization
Disinfection
Antisepsis
Disinfection
Sterilization
Ionizing
X ray, cathode gamma
Nonionizing
UV
Sterilization
Disinfection

علم
الأحياء الدقيقة

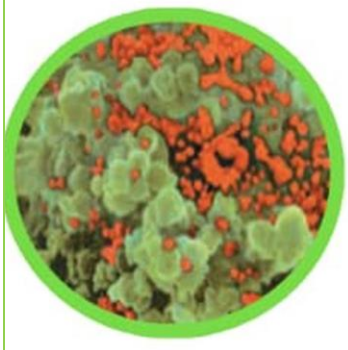


Protozoan Example:
Entamoeba histolytic



Fungus Example:
Candida albicans

Algea Example:
Alga Volvox



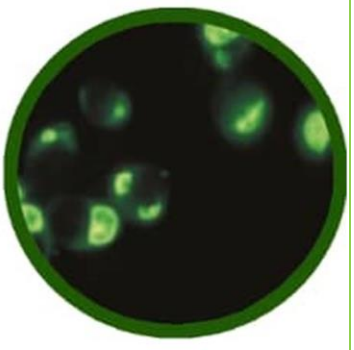
Viruses Example:
HIV

Bacteria Example:
Klebsiella pneumoniae

Helminth Example:
Taenia solium

Mycoplasma Example:
Mycoplasma pneumonia

Actinomyces Example:
Actinomyces israelii



Chlamydia Example:
Chlamydia trachomatis

تنوع الكائنات الحية الدقيقة

أهمية الكائنات الحية الدقيقة
اكتشاف واستخدام البنسلين

كتب
المجهر

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على رسولنا محمد، سيد المرسلين وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

ففي هذا العصر الذي تفجرت فيه ينابيع المعرفة، واتسعت آفاق العلم، وتسابقت الأمم لوضع بصماتها في صرح الحضارة الإنسانية، صار لزامًا علينا نحن العرب "أمة اقرأ" أن نشمر عن ساعد الجد والعمل، ونساهم في هذا الصرح بما يليق بنا وبديننا.

إنَ علم الأحياء الدقيقة، يسهم بفاعلية كبيرة في التعرف على الميكروبات وأهميتها من النواحي الصحية والبيئية والصناعية والزراعية وغيرها. ومن هنا فإنه لايمكن الاستغناء عنه، خاصةً لكل الدارسين والعاملين والمهتمين به على اختلاف تخصصاتهم.

ولما كان المهتمون بعلم الأحياء الدقيقة، تتفاوت علاقتهم به، فقد حاولت أن يكون الكتاب ميسرًا في طرحه، واضحًا في عرضه، مدعمًا بالصور والأشكال والجداول التي تُسهل الفهم قدر المستطاع، وألا أسهب في التفاصيل التي قد تخص البعض ولاتهم البعض الآخر. فجاءت مواضيع الكتاب كما أحسبها بعيدةً عن الاختصار المُخِل والإطناب المُمِل، وقصدت أن أُلم بالمواضيع الأساسية في علم الأحياء الدقيقة؛ لتكون قاعدةً جيدةً للبناء عليها، والانطلاق منها، لمزيد من التفصيل والتوضيح لكل التخصصات كلٌ فيما يعنيه ويهمه.

وإني أتوجه بهذا الكتاب، إلى الطلبة والدارسين والمهتمين بعلوم الأحياء الدقيقة بجميع تخصصاتهم، لكني آمل أن يجد كل المطلعين عليه فائدةً ولو بسيطةً في الكتاب، وسأكون كثير الامتنان لو تعدت الفائدة لغيرهم.

هذا، وقد رأيت أن أقسم الكتاب إلى عشرة أبواب رئيسة، فجاء على النحو الآتي:

الباب الأول: علم الأحياء الدقيقة

- تاريخ علم الأحياء الدقيقة وجهود العلماء في تطورهِ ومجالات هذا العلم.
- وجود الميكروبات في البيئة وأهميتها في المجالات المختلفة، كالطبية والصناعية .. إلخ

الباب الثاني: تقسيم الكائنات الحية الدقيقة

- أسس تقسيم الكائنات الدقيقة ومبادئ تصنيف وتعريف وتسمية البكتيريا.
- خواص بعض الأحياء الدقيقة كالميكوبلازما والريكتسيا والفطريات والفيروسات وغيرها.

الباب الثالث: تركيب البكتيريا

- المكونات الخارجية للبكتيريا من جدار خلوي ومحفظة وأسواط وأهداب ووظائفها.
- المكونات الداخلية للبكتيريا كالسيتوبلازم والجسم النووي والريبوسومات ووظائفها.

الباب الرابع: فسيولوجية البكتيريا

- احتياجات البكتيريا الفيزيائية كالحرارة، والكيميائية كالنتروجين والكربون وأهميتها.
- الأيض في البكتيريا وبيان مصطلحات الهدم والبناء، ودور كل منهما، وعلاقتهما بالطاقة.

الباب الخامس: تكاثر البكتيريا

- منحنى النمو البكتيري وأطوار نمو البكتيريا من الطور التمهيدي والأسي والثبات والموت.
- دراسة شكل وتركيب الفيروسات البكتيرية، وتكاثرها عبر الدورة التحللية أو المعتدلة.

الباب السادس: الوراثة الميكروبية

- تركيب الكروموسوم البكتيري وتضاعفه، والأحماض النووية وأنواعها ودورها.
- عملية التعبير الجيني ومراحلها والاختلالات البكتيرية والطفرات وانتقال الجين.

الباب السابع: العلاقة بين الطفيل والعائل

- أنواع العلاقات بين الميكروبات وعوائلها وتوضيح مفاهيم التلوث، والعدوى، والمرض.
- آلية حدوث المرض، وبيان عوامل الحدة من التصاق، واجتياح، وإنزيمات وسموم.
- الميكروبات الطبيعية ووجودها في الجسم، وأنواعها وفوائدها والعوامل المؤثرة عليها.

الباب الثامن: المناعة

- المناعة وأنواعها ومكوناتها المختلفة والاستجابة المناعية، وآلية حدوثها.
- الأجسام الغريبة وأنواعها والأجسام المضادة وأصنافها والفروق بينها وأهميتها.

الباب التاسع: المضادات الميكروبية

- المضادات الحيوية البكتيرية وتصنيفها، وطرق تأثيرها ومقاومة البكتيريا لها.
- المضادات الفيروسية ومضادات الفطريات والطفيليات.
- قياس حساسية البكتيريا للمضادات الحيوية بطريقة القرص المنتشر والتخفيف وغيرها

الباب العاشر: التعقيم والتطهير

- طرق التعقيم والتطهير المختلفة الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية وآلية تأثير كلٍّ منها.

وتأسيسًا على ذلك فقد انطلقنا وتتبعنا عدة أسس وإجراءات في إعداد الكتاب، منها:

-تعاني مكتبتنا العربية نقصًا في الكتب العلمية المتخصصة، والكتاب محاولة لسد النقص.

-نحاول التأكيد على قدرة اللغة العربية، على توصيل المعلومة، وتحقيق الفهم للطلاب.

-المعرفة العلمية في تزايد مُطَّرد؛ لذا حاولنا استخدام أحدث مايمكن من المراجع العلمية.

-وضعنا الجداول لتلخيص المعلومات وتسهيلها للدراسة والمراجعة لأقصى درجة.

-ربطنا السرد النصي بالأشكال؛ ليكتمل الفهم، وألحقناها بتوضيحٍ، كلما رأينا ذلك مجديًا.

-حاولنا استخدام المقابل العربي الأكثر شيوعًا وقبولًا للمصطلحات العلمية قدر الإمكان.

-أوردنا المصطلحات العلمية الأجنبية في النص والشكل؛ ليلم الطلاب بها، ويستفيدوا منها

-ناقشنا مواضيع مهمة ومتشعبة، ومع ذلك حاولنا توحيد الغرض والمعنى للنصوص كافة.

-الكتاب مساهمةٌ متواضعةٌ في تشييد صرح العلم والمعرفة وتبسيط العلوم وتعريبها.

ونسأل الله التوفيق والسداد

خالد المهدوي
بنغازي- 2019/11/3م

مقدمة الطبعة الثالثة

أهلًا بكم، أنا سعيد للغاية إذ أُنهي هذه التجربة المفعمة بالتحدي، في تأليف هذا الكتاب؛ فقمت بالإعداد له على مدى عدة سنوات، عبر تدريسي لموضوعاته لفترةٍ ليست بالقصيرة، ولقد لمست خلال ذلك الحاجة الماسة من قبل طلابي إلى مقدمةٍ قويةٍ ومتينة في علم الأحياء الدقيقة وباللغة العربية.

حاولت طيلة فترة الإعداد للكتاب أن أطلع على العديد من الكتب في مجال الاختصاص، وعلى الرغم من تعدد المواضيع وتشعبها، فقد حاولت تيسيرها وتوضيحها ومراجعتها وتغييرها، مرارًا وتكرارًا حتى أتأكد من الفهم والاستيعاب الجيد لها؛ إذ أردتُ حقًا أن يكون الكتاب نوعًا مختلفًا وجيدًا من الكتب العلمية المنهجية باللغة العربية، والتي تتناول مجال علم الأحياء الدقيقة، فآمل أن تستمتعوا به، وتستفيدوا منه.

وفي سبيل ذلك حاولت خلال الطبعة الحالية الثالثة من الكتاب، إدراج العديد من الإضافات التي أرجو أن تجعل الكتاب أكثر قيمةً ونفعًا للمطلعين عليه، فجاءت الطبعة مزيدةً ومنقحة وملونة، وتشمل:

-وضع الكتاب ضمن سلسلة علمية منهجية بعنوان (سلسلة كتب المجهر).
-إعادة تصميم كل الأشكال، بشكل يضمن وضوحها وحسن استيعابها.
-إدراج عدد من الجداول والصور والأشكال الجديدة؛ للمساعدة على الفهم والوضوح.
-إدراج عدد من المواضيع الجديدة، التي رأيت إضافتها لضرورتها واكتمال الفهم، ومنها:

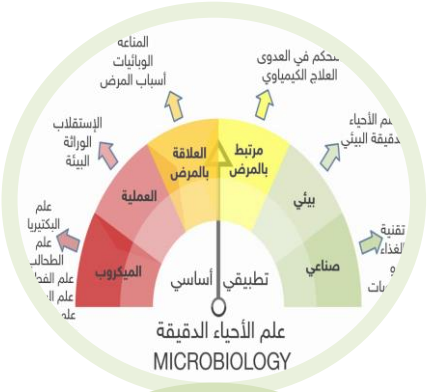
نبذة عن وباء الكورونا (كوفيد-19)
مجالات علم الأحياء الدقيقة
وجود الكائنات الحية الدقيقة.
البروتوزوا والطحالب
العلاج بمضادات الفيروسات
العلاج بمضادات الفطريات
العلاج بمضادات الطفيليات
المصطلحات
أسئلة الأبواب

هذا، والله أسأل أن يجعل ما أقدمه مفيدًا للقارئ العربي، وعلى الله توكلت واعتمدت.

خالد المهدوي
بنغازي- 2021/11/3م

كتب
المجهر

1 علم الأحياء الدقيقة
Microbiology



تعريف علم الأحياء الدقيقة
مجالات علم الأحياء الدقيقة
علم البكتيريا
علم الفطريات
علم الفيروسات
علم البروتوزوا
علم الطفيليات
علم الطحالب
علم الأحياء الدقيقة الطبي
علم الأحياء الدقيقة الزراعي
علم الأحياء الدقيقة البيئي
علم الأحياء الدقيقة الصناعي
علم الأحياء الدقيقة البيطري
علم الأحياء الدقيقة المائي
تاريخ علم الأحياء الدقيقة
نظرية التوالد الذاتي
نظرية الجرثومة
وجود الكائنات الحية الدقيقة
الميكروبات في التربة
الميكروبات في الهواء
الميكروبات في الماء
الميكروبات في الإنسان
أهمية الكائنات الحية الدقيقة

علم الأحياء الدقيقة
Microbiology

المبادئ :- Principles

- على الرغم من أن علم الميكروبيولوجي يختص بدراسة الكائنات المجهرية، إلا أن هناك استثناءات لذلك.
- علم الأحياء الدقيقة فرع من العلوم الطبية، يسهم ويتداخل مع غيره من الفروع في تقدمها.
- هذا العلم واسع على الحصر، فهو يشمل علوم البكتيريا والفيروسات والطفيليات والفطريات وغيرها.
- يُعد تاريخ اختراع المجهر البسيط على يد أنتوني فان ليفنهوك 1665م هو البداية لعلم الأحياء الدقيقة.
- الفضل في تطور هذا العلم وتوسعه يرجع للكثير من العلماء الذين تعاونوا في ذلك، وإن بنسب متفاوتة.
- يكفي للدلالة على أهمية علم الأحياء الدقيقة، أن أغلب جوائز نوبل في الطب، كانت متعلقة بهذا العلم.
- توجد الميكروبات في كل مكان تقريبًا، وإن بنسب متفاوتة.
- الإلمام بعلم الأحياء الدقيقة يساعد على حماية الإنسان من مضارها والاستفادة منها.
- عادةً ما تدرس البكتيريا باستفاضة كممثل للأحياء الدقيقة بشكل عام.
- للأحياء الدقيقة دور كبير على مر التاريخ، فهي تساهم في تشكيل المجتمعات صحيًا وثقافيًا واجتماعيًا.

1-1 تعريف علم الأحياء الدقيقة :- Definition of Microbiology

هو العلم الذي يختص بدراسة الكائنات الحية الدقيقة المجهرية، التي لا تُرَى بالعين المجردة، بل تحتاج لأدوات مساعدة لذلك، كالمجهر Microscope. وأيضًا يختص بدراسة الأحياء الدقيقة ونشاطاتها الحيوية المختلفة. ويشمل دراسة أشكالها وتراكيبها ووظائفها وتكاثرها وطرق التعرف عليها، وتصنيفها، وكذلك توزع هذه الكائنات في الطبيعة والعلاقات فيما بينها، وبينها وبين الكائنات الأخرى. أيضًا يهتم هذا العلم بفوائد وأضرارهذه الكائنات على حياة الإنسان، ودورها في التغيرات التي تحدث في الطبيعة.

ومصطلح الميكروبيولوجي Microbiology يشير إلى اشتقاقه من الكلمات الإغريقية (Micros) وتعني صغير و(Bios) وتعني الحياة و(Logy) وتعني علم أو دراسة. وتبعًا لذلك فإن الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms أو الميكروبات Microbes دقيقة جدًا وأحجامها تقدر بالميكرومتر Micrometer وأحيانًا أقل.

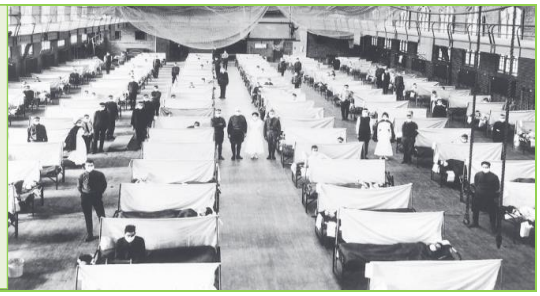
المليمتر Millimeter mm يساوي $(10)^3$ = 1000ميكرومتر Micrometer µm.

على الرغم من أن هذا التعريف عام، فإن هناك بعض الاستثناءات؛ فهناك أنواع من الطحالب والفطريات والطفيليات، وحتى البكتيريا، تقع تحت مسمى الأحياء الدقيقة، ولكنها كبيرة الحجم بما يكفي لتُرى بالعين المجردة، فمثلًا يبلغ قطر بعض الفيروسات 20 نانومتر Nanometernm، وهو يساوي $(10)^{-3}$ = 0.001 ميكرومتر µm، بينما تصل حتى 5 مليمتر أو أكثر لقطر بعض البروتوزوا، أي إن أكبرها يبلغ حوالي 250.000 ضعفًا من حجم أصغرها؛ لذا فقد اتجه بعض العلماء لإيجاد تبريرات لهذه الاستثناءات، منها أن كل هذه الكائنات الدقيقة، تكون غير مرئية بالعين المجردة، ولو في مرحلة من مراحل نموها، أو لأنها تسبب الأمراض، أو لأنها تحتاج في دراستها لتقنيات ومعدات وأجهزة دقيقة، وذات قوة تكبيرية عالية؛ لتتم دراسة تراكيبها ومكوناتها وعملياتها الحيوية بوضوح.

لا أعتقد أن أحدًا سيناقش في كون الأحياء الدقيقة تضر الإنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وذلك بما تسببه من أمراض للإنسان والحيوان والنبات، وما تحدثه من تلف للأغذية والأشربه وغيرها. وهي أيضاً لعبت دورًا كبيرًا في الأحداث التاريخية، وما نتج عنها من ضرر على البشرية، امتد أثره إلى سنين عديدة، ولعل ما حدث في أوروبا عام 1347م ثم 1351م وعلى مدى 80 سنة لاحقة بسبب الطاعون Plague والمسمى بالموت الأسود Black death الذي شن هجمات شديدة وقاسية نتج عنها إبادة وموت مايقرب من 75% من سكان أوروبا، وما أدت إليه هذه الكوارث من مشاكل صحية واجتماعية واقتصادية وغيرها، لهو خير دليل عما يمكن أن تحدثه الميكروبات من ضرر على البشرية.

مثل تلك الكوارث وعلى الرغم مما سببته من أحزان وآلام، إلا أنها كانت من الدوافع التي غيرت الثقافة الأوروبية، وجهزت لظهور عصر النهضة.

في عامي 1918 و 1919م، أدى وباء الإنفلونزا Influenza واسع الانتشار بعد الحرب العالمية الأولى مباشرةً إلى قتل حوالي (20 - 50) مليون شخص في العالم.



شكل (1.1). وباء الإنفلونزا الأسبانية.
أصابت العدوى بفيروس الإنفلونزا H1N1 1918-1919م، حوالي 500 مليون (ثلث سكان العالم). توفي منهم 20-50 مليون تقريبًا.

ومن الأمثلة الظاهرة للعيان في هذه الأيام التي يمكن أن نستشعر منها خطورة الميكروبات، ما سببه انتشار العدوى بفيروس كورونا (كوفيد COVID-19) في العالم أجمع، هذا الفيروس الفتاك انتشرت العدوى به وتزايدت نهاية عام 2019م وبداية عام 2020م، وبدأت أول حالات العدوى في مقاطعة ووهان Wuhan الصينية، وتشير الدلائل لانتقال العدوى من حيوانات كالخفاش للإنسان، وذلك بعد حدوث طفرات للفيروس مكنته من التسبب في العدوى للإنسان، وحتى موته. وقد أدى انتشار العدوى بالفيروس في كل العالم، وإنْ بنسبٍ متفاوتة، إلى اعتباره جائحة Pandemic، وسبب شللًا شبه تام في كل مناحي الحياة وخسائر وأضرار اقتصادية هائلة يصعب تقديرها في الوقت الراهن. هذا إلى جانب الأعداد الكبيرة للمرضى؛ إذ أحصت منظمة الصحة العالمية أن عَدَدَ من أصيبوا بعدوى الفيروس حتى 2021/11/12م بلغ حوالي 251.788.329 مليون شخص، توفي منهم حوالي 5.077.907 مليون شخص. وحتى كتابة هذه الأسطر مازال العالم وفي مقدمته العلماء والباحثون يبذلون قُصارى جُهدهم بعد الوصول لعدة لقاحات ضد العدوى؛ لمحاولة التقليل من حدوث العدوى بفيروس كورونا أو لتقليل الأعراض ونسبة الوفيات، وقد نجحوا إلى حدٍ كبير في ذلك. ورغم النتائج الجيدة للعديد من اللقاحات المستخدمة في مكافحة الوباء، إلا أن السلالات الجديدة والمتحورة للفيروس تشكل تحديات كبيرة للعلم والعلماء في هذا المجال.

ومايزال النضال مستمرًا حتى الآن ضد مسببات الأمراض على اختلافها، لا بل استطاع العلماء تطويع بعض الكائنات الدقيقة واستخدامها لما فيه خير الإنسانية من صناعةٍ للغذاء والدواء واللقاح وإزالة التلوث ومكافحة بعض الكائنات الضارة الأخرى وغيرها.

1-2 مجالات علم الأحياء الدقيقة:- The fields of Microbiology

ينقسم علم الأحياء الدقيقة لفروع عديدة تزداد وتتعدد بمرور الزمن، وعمق المعرفة والوعي بأهمية الميكروبات في حياتنا، التي تدخل اليوم في جميع جوانبها تقريبًا، من صحية وصناعية وزراعية وبيئية وغيرها.

ومن أهم هذه الفروع تبعًا لطبيعة الكائنات موضوع الدراسة ما يأتي:

1- **علم البكتيريا:- Bacteriology** وهو العلم الذي يختص بدراسة البكتيريا.

2- **علم الفطريات:- Mycology** وهو العلم الذي يختص بدراسة الفطريات والخمائر.

3- **علم الفيروسات:- Virology** وهو العلم الذي يختص بدراسة الفيروسات.

4- **علم البروتوزوا:- Protozoology** وهو العلم الذي يختص بدراسة البروتوزوا.

5- **علم الطفيليات:- Parasitology** وهو العلم الذي يختص بدراسة الطفيليات.

6- **علم الطحالب:- Phytology** وهو العلم الذي يختص بدراسة الطحالب.

وتتفرع هذه العلوم وتزداد بازدياد المعلومات وتوافرها عن الأحياء الدقيقة، فمثلًا هناك علوم منفصلة لدراسة الميكوبلازما والكلاميديا والريكتسيا وغيرها.

كما يمكن تقسيم علم الأحياء الدقيقة تبعًا لتطبيقاته المختلفة، ومنها:

1 - علم الأحياء الدقيقة المائي:- Aquatic microbiology

ويركز على الأحياء الدقيقة التي تعيش في المياه، ودورها في دورات المواد والعناصر في الطبيعة، كذلك أهميتها كمصدر لغذاء بعض الكائنات الأخرى.

2 - علم الأحياء الدقيقة الزراعي:- Agricultural microbiology

ويشمل دور الأحياء الدقيقة في خصوبة التربة وإنتاج الغذاء كمنتجات الألبان، كما يركز على خلو المنتجات الغذائية من الميكروبات الملوثة والمسببة للأمراض.

3 - علم الأحياء الدقيقة البيئي:- Environmental microbiology

ويدرس وجود الأحياء الدقيقة في التربة وعلاقتها بخصوبة التربة، ووجودها في الماء وتسببها بتلوثه، وانتقالها بالهواء، وتسببها بالأمراض.

4 - علم الأحياء الدقيقة الصناعي:- Industrial microbiology

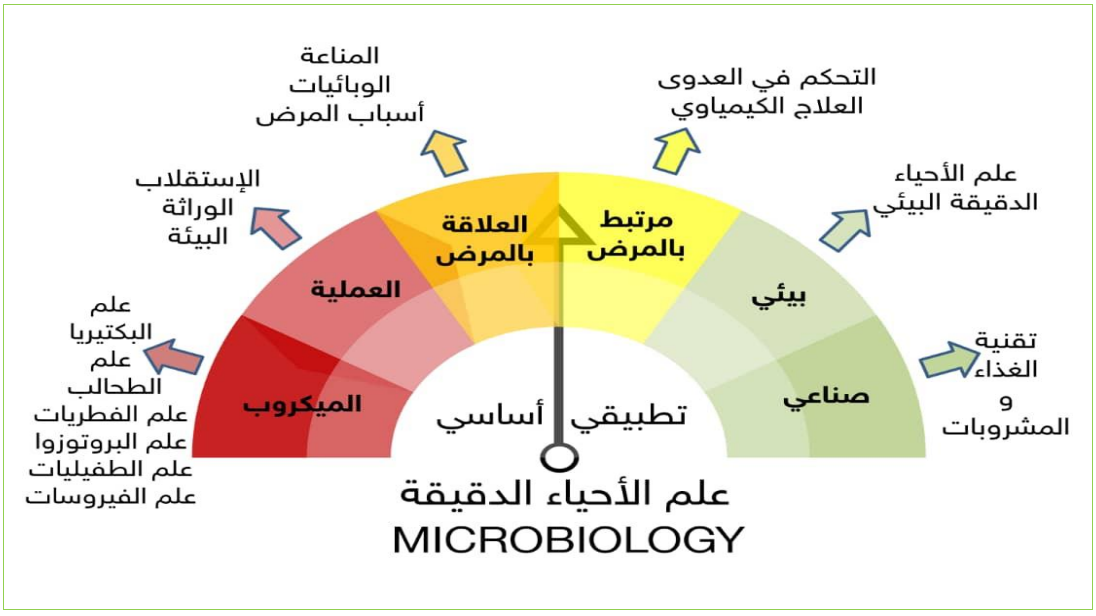
ويشمل دراسة الأحياء الدقيقة واستخدامها في الصناعة، كإنتاج الأغذية والمضادات الحيوية والهرمونات واللقاحات والمبيدات الحشرية وغيرها.

5 - علم الأحياء الدقيقة البيطري:- Veternary microbiology

ويركز على أمراض الحيوان بسبب الميكروبات، وكيفية انتقالها للحيوان، ومن ثم إمكانية انتقالها للإنسان.

6 - علم الأحياء الدقيقة الطبي:- Medical microbiology

ويشمل دراسة الأحياء الدقيقة ذات الأهمية الطبية والمسببة للمرض في الإنسان، وتطوير طرق الوقاية والعلاج من أمراضها، وهو ما نركز عليه في هذا الكتاب.



شكل (2.1). مجالات علم الأحياء الدقيقة.

جدول (1.1). مجالات علم الأحياء الدقيقة.

الوصف	موضوع الدراسة
التركيز على الميكروب Microbe	
علم البكتيريا Bacteriology	البكتيريا والأرشيا
علم الطحالب Phytology	الطحالب Algae
علم الفطريات Mycology	الفطريات Fungi
علم البروتوزوا Protozoology	البروتوزوا Protozoa
علم الطفيليات Parasitology	الطفيليات Parasites
علم الفيروسات Virology	الفيروسات Viruses
التركيز على العملية Process	
أيض ميكروبي Microbial metabolism	الكيمياء الحيوية (تفاعلات كيميائية داخل الخلايا).
الوراثة الميكروبية Microbial genetics	وظائف DNA و RNA.
البيئة Environmental	العلاقة بين الميكروبات والكائنات والبيئة.
علم الأحياء الدقيقة التطبيقي Applied microbiology	
علم المناعة Immunology	دفاعات الجسم ضد أمراض معينة.
علم الوبائيات Epidemiology	تكرار وتوزع وانتشار المرض.
علم أسباب المرض Etiology	أسباب الأمراض.
مكافحة العدوى Infection control	التحكم في الرعاية الصحية وعدوى المستشفيات.
العلاج الكيماوي Chemotherapy	تطوير واستخدام الأدوية لمعالجة الأمراض المعدية.
التحلل الحيوي Bioremediation	استخدام الميكروبات في إزالة التلوث.
الصحة العامة Public health	معالجة الفضلات وتنقية المياه ومكافحة الحشرات.
الزراعة Agricultural	استخدام الميكروبات في مكافحة الحشرات الضارة.
الغذاء والمشروباتFood and boverage	حفض وإزالة الميكروبات من الأغذية والأشربة.
الدوائي Pharmaceutical	تصنيع اللقاحات والمضادات الحيوية.
الهندسة الوراثية Genetic engineering	تغيير الجينات الميكروبية لتصنيع المنتجات.

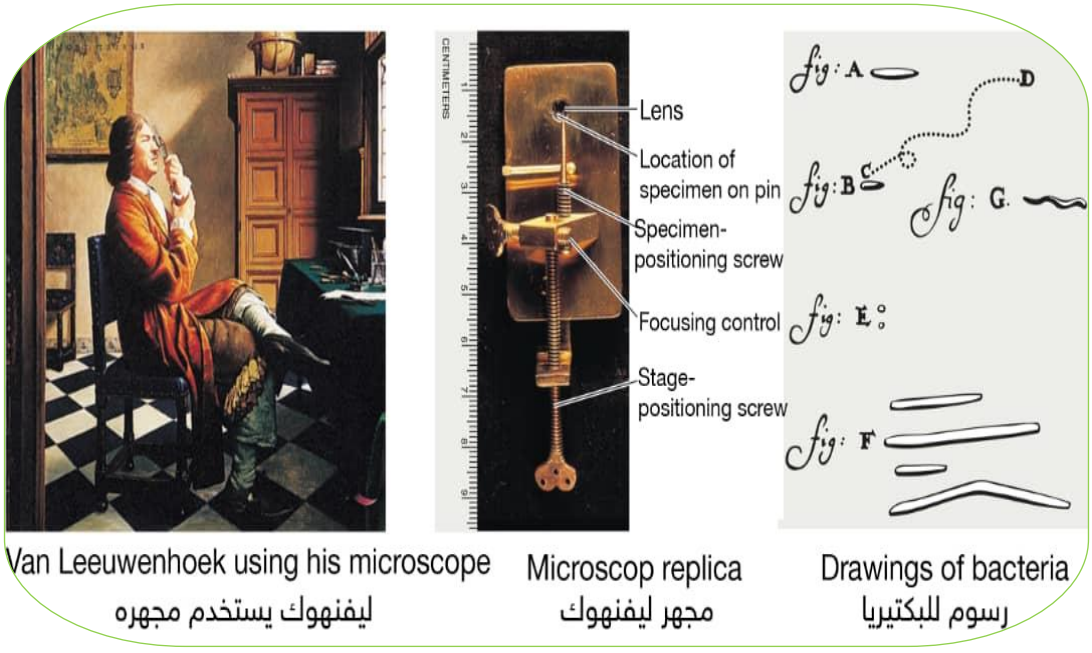
3-1 تاريخ علم الأحياء الدقيقة:- History of microbiology

استطاع الإنجليزي روبرت هوك Robert Hooke (1635-1703) م أن يرى بمساعدة مجهره البدائي أصغر وحدات تركيبية للكائنات الحية، عند فحصه لشرائح رقيقة من شجرة الفلين. وصف هوك هذه الوحدات بأنها علب صغيرة متراصة أطلق عليها اسم خلايا Cells. هذا الاكتشاف وضع حجر الأساس لبداية نظرية الخلية Cell theory.

نظرية الخلية:- Cell theory

وتنص على أن كل الأشياء الحية تتكون من خلايا، وكل البحوث والاختبارات الآتية عن تركيب ووظيفة الخلايا اعتمدت على هذه النظرية.

أحد أهم الاختراعات في الحياة حدثت عام 1665م، عندما استطاع الهولندي أنتون فان ليفنهوك Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723) م تطوير المجهر البسيط، بحيث يكبر الأشياء بمعدل (100-300) ضعف.



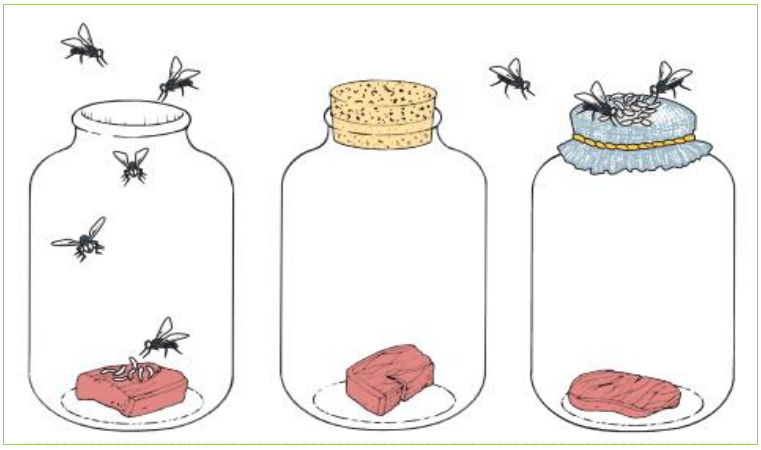
شكل (3.1). أنتوني فان ليفنهوك ومجهره البسيط ورسوماته.

وعلى الرغم من أن مجهر ليفنهوك البسيط كان قادرًا على إيضاح الخلايا، لكن النقص في استخدام الصبغات، لم يمكنه من رؤية الميكروبات بوضوح، وبين عامي (1673-1723) م كتب ليفنهوك العديد من الرسائل إلى الجمعية الملكية بلندن، يصف فيها برسوم بسيطة ما وجده من كائنات مجهرية في مياه الأمطار والمستنقعات وقطرات الدم وشعر الإنسان وفضلات الطعام مابين الأسنان والحشرات والأنسجة الجلدية والعضلية والعديد من الأشياء الأخرى باستخدام مجهره البسيط ،هذه الرسومات تعرف الآن على أنها أول رؤية للكائنات الحية الدقيقة، ومنها البكتيريا والبروتوزوا Protozoa.

نظرية التوالد الذاتي :- *Spontaneous generation*

في فترات قديمة اعتقد الناس أن الكائنات الحية يمكن أن تنشأ من المواد المتحللة غير الحية، مثل خروج الذباب من اللحم المتعفن، وهذه النظرية التي تقول بالنشوء الذاتي أو غير الحيوي، كانت هي الأكثر قبولًا في ذلك الوقت، وعلى مدى 200 سنة من(1650- 1850)م.

في نهايات القرن السابع عشر،لاحظ الطبيب الإيطالي فرانسيسكو ريدي Francesco Redi (1626-1697)م بعد عدد من التجارب أن قطعة اللحم الموضوعة في إناء محكم الغلق بحيث لايصل إليها الذباب، لا تظهر يرقات الذباب عليها كما في قطع اللحم الأخرى المعرضة للذباب وغيره.



شكل (4.1). تجارب العالم ريدي لرفض نظرية التوالد الذاتي.

في عام 1745م وَضَّحَ العالم جون نيدهام John Needham (1713-1781) م أن الكائنات الحية الدقيقة، من الممكن أن تنشأ من الحساء المغذي Nutrient broth المتكون من مرق اللحم، وبالتالي تسبب فساده، حتى بعد غليه، وجاء بعده العالم الإيطالي لازارو سبالانزيني Lazaro Spallanzeni (1729- 1799) م الذي قام بقتل الكائنات الدقيقة في مرق اللحم بالحرارة ووزعه على عدة قوارير معقمة، وأحكم إغلاقها وتركها فترة، فاستمرت خالية من الكائنات الدقيقة، مما أبطل نظرية التوالد الذاتي، التي حاول نيدهام إثباتها بتجاربه.

اهتم الطبيب البريطاني إدوارد جينر Edward Jenner (1749-1823) م، عام 1796م بملاحظة فتاة تعمل في مزرعة لحليب الأبقار، إذ أكدت له بأنها أصيبت في صغرها بمرض جدري البقر Cow pox، وبالتالي فلن تصاب بمرض الجدري Smallpox الذي كان مرضًا منتشرًا في أوروبا، ونقله المهاجرون الأوروبيون لأمريكا في تلك الفترة، وكان يقتل الآلاف من الناس، فقرر جينر وضع ملاحظة الفتاة تحت الاختبار، وقام بأخذ مواد من وذمات وتقرحات حيوان مصاب بجدري الأبقار، وقام بحقنها في أحد المتبرعين الصغار، وبعد أيام أصيب المتبرع بأعراض خفيفة للمرض، ثم شفي، ولم يصب بعد ذلك بجدري الأبقار، ولا بجدري الإنسان. سميت هذه العملية Vaccination لأن كلمة Vacca تعني البقر باللاتينية.

شكل (5.1). العالمان لازارو سبالانزيني وإدوارد جينر.

بدأت خطورة اختراع ليفنهوك عند ظهور العالم الفرنسي لويس باستير Louis Pasture (1822-1895) م الذي وبفضل إسهاماته العلمية الكثيرة دُعِيَ مؤسس علم الأحياء الدقيقة (The Father of Microbiology)، بعد ذلك بمئتي عام تقريبًا. اهتدى باستور إلى أن سبب تخمرالمشروبات الكحولية ماهو إلا بسبب كائنات جرثومية صغيرة، واكتشف أن لهذه الكائنات القدرة على إصابة الإنسان والحيوان بالأمراض، وبالتالي فقد اخترع طريقة للتلغب على الكائنات الدقيقة التي تسبب فساد السوائل كالحليب،وهي طريقة البسترة Pasteurization بتسخين السوائل حتى 56 C° درجة مئوية لمدة 30 دقيقة لقتل الميكروبات

المسببة لفسادها، تطورت طريقة البسترة فيما بعد من حيث درجة الحرارة والمدة؛ لتلائم المواد المختلفة.

قام لويس باستور بعدد من التجارب لإثبات خطأ نظرية التوالد الذاتي، فقام بوضع سائل من مادة غذائية في دورق من الزجاج، وجعل عنق الدورق ملتوياً بطريقة معينة؛ ليصعب دخول الميكروبات له، وقام بغلي السائل بتسخينه على النار، مما عمل على قتل كل الكائنات الحية الموجودة بداخله. لفترة طويلة استمر السائل خاليًا وبعيدًا عن أي فساد قد تحدثه الميكروبات المحتجزة عند التواء عنق الدورق. بذلك تأكد أن سبب فساد المواد الغذائية إما ميكروبات داخلها أو تنتقل إليها من البيئة المحيطة. تجارب باستور أثبتت بطلان نظرية التوالد الذاتي واستبدلها بنظرية الجرثومة أو التوالد الإحيائي بمعنى أن الحياة تأتي من الحياة، أي: إن الكائنات الدقيقة لا تنشأ من العدم، ولابد للأبناء من آباء.

شكل (6.1). تجارب العالم باستور لرفض نظرية التوالد الذاتي.

1-سكب سائل اللحم المغذي وبه ميكروبات في دورق ذوعنق طويل.
2-تعديل الدورق ليصبح بشكل (S) ثم تسخين السائل للغليان عدة دقائق.
3-لاوجود للميكروبات في السائل، بعد فترة طويلة.

أيضًا قام باستور بدراسة مرض الجمرة Anthrax، وتسببه بكتيريا *Bacillus anthracis* فقد استطاع مع شمبرلاند Chamberland من تضعيف هذه البكتيريا، ومن ثم حقنها في حيوان غير مصاب، فظهرت أعراض المرض خفيفةً على الحيوان، واكتسب بالتالي مناعة ضد المرض، أي طَوَّرَا لقاحًا ضد البكتيريا، وهذا تم بطريقتين بمعاملة المزارع البكتيرية بمادة بيكرومات البوتاسيوم Potassium bichromate أوبحضن البكتيريا عند 42-43 C° درجة مئوية.

أيضًا استخدم الأسلوب نفسه تقريبًا ضد مرض السُّعار (داء الكلب) Rabies، وهو مرض فيروسي يصيب الجهاز العصبي، عندما حقن مستخلصًا من الحبل الشوكي لأرنب أصيب بمرض السعار في ولد مصاب حديثًا بعضة كلب مصاب بالسعار، وكانت المفاجأة: أن المريض لم تظهر عليه أعراض المرض.

السُّعار مرض قديم جدًا. عُرف في مصر قبل 2300 سنة قبل الميلاد. وَوُصِفَ بشكل جيد من أرسطو في حضارة الإغريق القديمة.

كانت هذه أول عملية تلقيح ناجحة لمقاومة داء السعار، وهو أساس استخدمه الأطباء فيما بعد في إنتاج اللقاحات Vaccins ضد الأمراض.

من خلال الدراسات التي أجريت على كوليرا الدجاج Chicken cholera لاحظ باستور وروكس Roux: أن وضع المزارع البكتيرية في الحاضنة لفترات طويلة يضعف من قدرتها على إحداث الأمراض، أي: يضعفها Attenuated، ولكنها تظل قادرة على تحفيز جهاز المناعة لمقاومة المرض عند الدجاج المحقون بالبكتيريا المضعفة.

قام عالم الأحياء الدقيقة كارلس شمبرلاند Charles Chamberland (1851-1908) م وهو أحد مساعدي باستور بتصميم مرشح البورسلين البكتيري Porcelin filter bacterial عام 1884م، وهذا سَهَّلَ دراسة الفيروسات وأثرها في إحداث الأمراض، التي كان أولها الفيروس المسبب لتبرقش أوراق التبغ Tobacco mosaic virus (TMV).

نظرية الجرثومة :- Germ theory

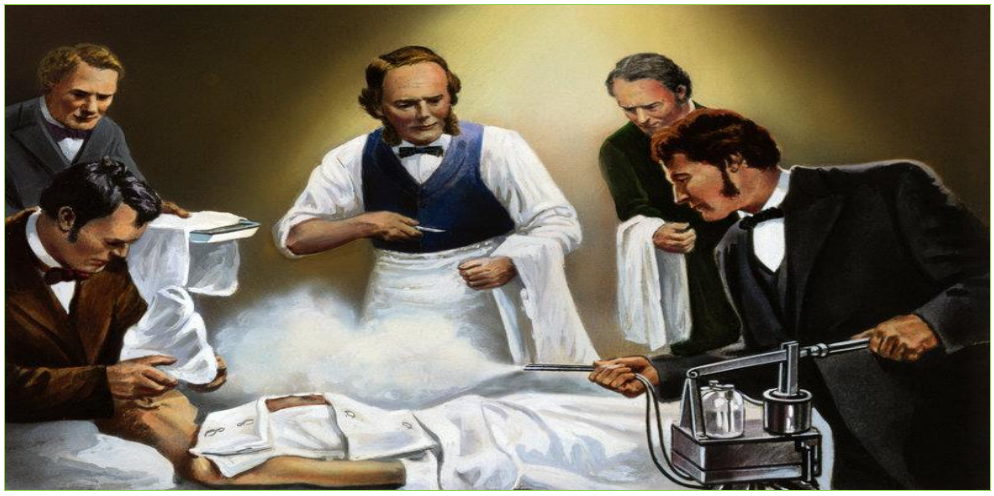
عملية إدراك أن الخمائر Yeasts تلعب دورًا محوريًا في عملية التخمر كان أول ربط بين الأحياء الدقيقة، والتغيرات الكيميائية والفيزيائية، التي تحدث في المواد العضوية، وهذه العلاقة نبهت العلماء لاحتمال وجود علاقة مشابهة لها تربط ما بين الأحياء الدقيقة من جهة والإنسان والنبات والحيوان من جهة أخرى، خصوصًا أن هذه الكائنات الدقيقة قد تكون سببًا في الأمراض، وهذه الفكرة تلخص ما يطلق عليه نظرية الجرثومة Germ theory،

الخمائر تُحول السكر في العنب إلى كحول، عبر التخمر. وبعض البكتيريا تؤكسد الكحول الناتج إلى حمض الخليك Acetic acid.

وتعتمد هذه النظرية على أن الكائنات الحية الدقيقة تستطيع غزو الكائنات الأخرى، وتسبب لها المرض، وعلى الرغم من أن هذه الفكرة بسيطة ومقبولة بشكل عام هذه الأيام، إلا أنها لم تكن مقبولةً عند القول بها في منتصف القرن التاسع عشر، فالكثير من الناس ومن بينهم العلماء في ذلك الوقت كانوا يعتقدون بنظرية التوالد الذاتي، التي تنص على أن فساد الأغذية يحدث بسبب مواد غير حية.

وعلى الرغم من أن العالم الألماني ثيودورشفان Theodore Schwann (1810-1882)م وآخرين افترضواعام 1837م أن خلايا الخميرة Yeast هي المسؤولة عن تحويل السكر إلى كحول في عملية أسموها التخمر الكحولي، إلا أن الكيميائيين آنذاك، عللوا هذا التحول بأنها عملية كيميائية بحتة، لتحلل بعض السكريات إلى كحول، حتى جاء باستور وأجرى دراساته التي أكدت أن سبب التخمر هو خلايا الخميرة وبعض الفطريات.

الطبيب الجراح الإنجليزي جوزيف لستر Joseph Lister (1827-1912) م جاء بدليل وإن لم يكن مباشرًا على أن كائنات حية دقيقة غير مرئية هي السبب في التهابات الجروح بعد العمليات الجراحية، التي كانت تجرى في ذلك الوقت، تأثر لستر بدراسات لويس باستور عن تسبب الميكروبات في الأمراض، وصمم نظامًا لتعقيم الأدوات الجراحية المستخدمة بالفينول Phenol، وقام برشه لاسيما في غرفة العمليات، وكان لهذا الإجراء نتائج ناجحة في تقليل التهابات الجروح بعد العمليات الجراحية، إذ كانت سببًا في موت عديد المرضى.



شكل (7.1). الطبيب جوزيف لستر يُجري الجراحة بعد التعقيم بالفينول.

الطبيب الألماني روبرت كوخ Robert Koch (1843-1910) م قام بجهودٍ كبيرة لدراسة البكتيريا، حتى استطاع اكتشاف وتعريف بكتيريا *Bacillus anthracis* شديدة العدوى، التي تسبب مرض الجمرة الخبيثة للأغنام وقد تنتقل للإنسان، وتعرف على جراثيمها.

يرجع الفضل لكوخ أيضًا في عملية فصل البكتيريا وتنميتها، والحصول على مزارع نقية منها. قام كوخ بعمل كبير انتهى لاكتشاف بكتيريا *Mycobacterium tuberculosis* المسببة لمرض السل، ووضع طريقة مميزة لصبغها ورؤيتها تحت المجهر. ومن إسهاماته أيضًا اكتشاف بكتيريا الكوليرا *Vibrio cholerae*، وقيامه بوضع مسلمات كوخ Koch postulates، التي مازالت تستخدم حتى الآن، وعن طريقها يتم ربط المرض بالعامل الممرض المسبب له، فدُعيَ بحق مؤسس علم البكتيريا(The Father of Bacteriology).

اقترحت فاني هيسي Fannie Hesse زوجة والتر هيسي Walter Hesse أحد مساعدي كوخ استخدام الآجار Agar كمادة مصلبة Solidify للأوساط الغذائية، ونجحت في جعله جيلاتينيًا بعض الوقت، ويتميز الآجار عن الجيلاتين بكونه لا يُهاجم أو يُهضم من أغلب البكتيريا، ويتجمد ويتصلب عند 45 C^o، ولا ينصهر أو يذوب حتى 100 C^o درجة مئوية.

شكل (8.1). العالمان لويس باستور وروبرت كوخ.

الألماني ريتشارد بتري Richard Petri (1852-1921)م، عالم أحياء دقيقة، وأحد مساعدي كوخ، طور حاوية للأوساط الغذائية الصلبة، وهي ما يدعى اليوم طبق بتري Petri dish، مكنت من عزل البكتيريا في مستعمرات نقية، تحتوي نوعًا واحدًا من البكتيريا

اكتشف العالم الأسكتلندي إليكسندر فيلمنج Alexander Felming (1881-1955) م، مادة البنسلين Penicillin، التي يفرزها فطرالبنسليوم *Penicillium notatum* عام 1928م، الذي وقع بالمصادفة على مزارع بكتيرية في المختبر من نوع المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*، فقام بتثبيط نموها. حفظ هذا الاكتشاف أرواح الملايين في الحرب العالمية الثانية، التي كانت مُهَددةً بالموت نتيجة التهابات الجروح الخطيرة والمنتشرة.

قام العالم الروسي ديمتري إيفانوفسكي Dmitri Ivanowski (1864-1920) م، عام 1892م بعد تجاربه بملاحظة أن العامل المسبب لمرض تبرقش أوراق التبغ الذي يُدْعَى Mosaic disease of tobacco (MDT)، كان صغيرًا جدًا، فنفذ من مرشحات البكتيريا

العالم الأمريكي ويندل ستانلي Wendell Stanley (1904-1971) م طَوَّر بعض التقنيات التي سهلت التعرف على العامل المسبب لتبرقش أوراق التبغ عام 1935م، وهو فيروس مبرقش أوراق التبغ Tobacco mosaic virus (TMV)، ثم توالى اكتشاف الفيروسات.

فكر الطبيب الألماني باول إيرليخ Paul Ehrlich (1854-1915) م في طريقة أعطته بحق لقب مؤسس تقنية العلاج الكيماوي (The Father of Chemotherapy)، إذ عمل على ابتكار دواء أطلق عليه مصطلح الرصاصة السحرية Magic bullet، وذلك بأن يستهدف هذا الدواء العامل الممرض Pathogen فقط، دون التسبب لخلايا الجسم بأي ضرر، وفي عام 1910م وبعد تجربة المئات من المواد، توصل إيرليخ لمادة تُدعى سالفرسان Salvarsan وهي من مشتقات الزرنيخ Arsenic، ومضادة لمرض الزهري Syphilis، تَفِي بهذا الغرض.

العلاج الكيمياوي
Chemotherapy
هو استخدام المواد الكيميائية لعلاج الأمراض.

شكل (9.1). العالمان إليكسندر فيلمنج وباول إيرليخ.

العالم الروسي سيرجي إن وينوقرادسكي Sergei N. Winogradsky (1856-1953) م له العديد من المشاركات في مجال الأحياء الدقيقة في التربة؛ إذ اكتشف البكتيريا التي تؤكسد الحديد والكبريت والأمونيا للحصول على الطاقة، وأيضًا عزل البكتيريا اللاهوائية في التربة، التي تثبت النيتروجين.

العالم الهولندي مارتينوس باجيرينك Martinus W. Beijerinck (1851-1931) م، عزل بكتيريا *Azotobacter*، التي تثبت النيتروجين، والموجودة في جذور بعض النباتات، ومؤخرًا سميت *Rhizobium*، والبكتيريا المختزلة للكبريتات.

اكتشف إيلي متشينكوف Elie Metchnikoff (1845-1916) م أن بعض خلايا الدم البيضاء Leukocytes لها دور في المناعة، وتستطيع التهام البكتيريا المسببة للأمراض، وسماها خلايا البلعمة Phagocytes والعملية البلعمة Phagocytosis، أي: الآكلة باللاتينية

بعد اكتشاف أن بكتيريا الدفتيريا Diphtheria تفرز سمًا يسبب المرض، قام العالمان إيميل فون بيهرنق Emil Von Behring (1854-1917) م وشيباسابور وكيتاساتو Shibasaburo Kitasato (1852-1931) م بحقن سم غير فعال ومثبط في الأرانب، فأدى ذلك لإنتاج مواد سائلة مضادة للسم في الدم Antitoxins تجعله غير فعال، وتعادله بارتباطها معه، فتحمي ضد حدوث المرض. هذا وفر دليلًا على أن المناعة قد تنشأ من مواد ذائبة في الدم، وهي الأجسام المضادة Antibodies، وما يعرف بالمناعة السائلة Humoral immunity.

العالم فيرديناند شون Ferdinand Cohn(1828- 1898) م اكتشف جراثيم البكتيريا.

وكدلالة على أهمية علم الكائنات الحية الدقيقة في القرن العشرين، فإن جوائز نوبل الممنوحة في الطب ووظائف الأعضاء، تحصل على ثلثها علماء عملوا على مشاكل الأحياء الدقيقة.

شكل (10.1). العالمان إيلي متشينكوف وفيرديناند شون.

جدول (2.1). العصر الذهبي لعلم الأحياء الدقيقة.

1857	باستور- التخمر	Pasteur - Fermentation
1861	باستور- رفض التوالد الذاتي.	Pasteur-Disproved spontaneous generation
1864	باستور - البسترة	Pasteur - Pasteurization
1867	ليستر- جراحة معقمة	Lister - Aseptic surgery
1876	كوخ - نظرية الجرثومة	Koch - Germ theory
1879	نيسير - بكتيريا النيسيريا	Neisser – *N. gonorrhoeae*
1881	كوخ - المزرعة النقية	Koch - Pure cultures
	فينلاي - الحمى الصفراء	Finlay - Yellow fever
1882	كوخ- بكتيريا الدرن	Koch – *M. tuberculosis*
1883	كوخ – بكتيريا الكوليرا	Koch - *Vibrio cholerae*
1884	ميتشنكوف - البلعمة	Metchnikoff - Phagocytosis
	جرام - صبغة الجرام	Gram - Gram stain
1887	بتري - طبق بتري	Petri - Petri dish
1889	كيتاساتوبكتيريا التيتانوس	Kitasato – *C. tetani*
1890	بيهرنق- مضاد سم الدفتيريا	Behring - Diphtheria antitoxin
1892	إيرليخ - نظرية المناعة	Ehrlich - Theory of immunity
1898	شيقا - بكتيريا الشيقيلا	Shiga - *Shigella dysenteriae*
1908	إيرليخ - علاج الزهري	Ehrlich - Syphilis treatment
1910	شاقاس - تريبانوسوما	Chagas - *Trypanosoma cruzi*
1911	روس - فيروس الأورام	Rous-Tumor-causing virus
	جائزة نوبل في الطب	
1905	كوخ Koch: مرض السل Tuberculosis.	
1908	إيرليخ ومتشنكوف Ehrlich, Metchnik: المناعة Immunity.	
1945	فليمنج وشاين وفلوري Fleming, Chain, Florey: البنسلسن Penicillin.	
1962	واتسون وكريك وولكنس Watson, Crick, Wilkins: تركيب Structure DNA.	
1993	موليس Mullis: تفاعل البوليميريز التسلسلي Polymerase chain reaction.	
1997	بروسنر Prusiner: بريونات Prions.	
2005	وارين ومارشال Marshall, Warren: البكتيريا اللولبية المسببة للقرحة المعدية. *Helicobacter pylori* causes stomach ulcer	

1-4 وجود الكائنات الحية الدقيقة: Extends of microorganisms

تعيش وتوجد الكائنات الحية الدقيقة في كل البيئات تقريبًا. ويرجع ذلك إلى تنوعها الأيضي وقدرتها على استخدام مصادر الكربون والطاقة بشكل أساسي، ومن ثم قدرتها المتباينة على النمو تحت الظروف الفيزيائية والكيميائية المختلفة. الميكروبات إجمالًا توجد أينما وجد الغذاء وتوافرت الرطوبة والحرارة الملائمة لنموها وتكاثرها، وغابت أو تباعدت الظروف المعيقة لهذا النمو.

يبلغ وزن البكتيريا حوالي 0.00000000001 جرام، ومع ذلك تشكل الميكروبات مجتمعة ما نسبته 60 % من الكتلة الحيوية على الأرض.

بعض الميكروبات لها القدرة على الوجود والحياة حتى في البيئات المتطرفة، وتُدعى Extremophiles، بمعنى أن بإمكانها النمو والتكاثر في ظروف متطرفة من الحرارة أو درجة الرقم الهيدروجيني pH (الحامضية أو القاعدية) أو الملوحة أوغيرها.

الميكروبات في التربة :-Microorganisms in soil

كل مجموعات الأحياء الدقيقة توجد في التربة من بكتيريا وفطريات وطحالب وفيروسات وغيرها، وإن كانت البكتيريا أكثرها وجودًا. من الظروف المؤثرة على وجود الميكروبات في التربة، الرطوبة Moisture وتركيز الرقم الهيدروجيني pH والحرارة.

الوزن الكلي للبكتيريا في التربة وتحت الأرض حوالي
10.034
ترليون طن

بإمكان الميكروبات تغيير خصائص بيئتها باستخدامها للمغذيات Nutrients وإخراج الفضلات Waste، وتؤثر العوامل الممرضة الموجودة في التربة أساسًا على النبات والحشرات، ومن أهم العوامل الممرضة للإنسان الموجودة في التربة أنواع مختلفة من بكتيريا الكلوستريديم *Clostridium*.

- تشكل الأحياء الدقيقة ما نسبته 90 % تقريبًا من الكتلة الحيوية في الغلاف الجوي.
- تختلف أعداد وأنواع ميكروبات التربة باختلاف النوع والعمق والمغذيات والرطوبة.
- البكتيريا تمثل 0.1-0.01 % من وزن التربة الخصبة، وعددها من 10^8 -10^9 /جم.
- تتركز أغلب البكتيريا حول الحبيبات المعدنية والعضوية وجذور النباتات النامية.
- أغلب البكتيريا هوائية، فتوجد بكثرة في الطبقات السطحية، وتقل مع العمق.

الميكروبات في الهواء:- Microorganisms in air

الميكروبات لا تنمو في الهواء، إذ يفتقد المغذيات اللازمة للأيض والنمو، وعلى الرغم من ذلك فالهواء يحوي أعدادًا كبيرةً من الميكروبات، أو جراثيمها محمولةً في الغُبار أو الرذاذ. هذه الميكروبات توجد داخل هواء المباني Indoor أكثر مما هي خارجها في الهواء الطلق، بسبب الازدحام، وقلة التهوية Ventillation في كثير من الأحيان.

اكتُشِفَ القليل من الميكروبات على ارتفاع 3000 متر، ومن أكثر الميكروبات وجودًا في الهواء جراثيم الفطريات، كما إن البكتيريا شائعة الوجود فيه أيضًا، وعزلت منه أيضًا الطحالب والبروتوزوا والخمائر والفيروسات، الكحة والعطس وحتى الكلام من الأشخاص المصابين يَخرج معه الرَذاذ المُحَمَّل بالميكروبات، التي قد ينقلها الهواء، فتصيب آخرين بالعدوى.

- يحتوي الهواء الرطب على محتوى أقل من الميكروبات بالمقارنة مع الهواء الجاف.
- تُعد بكتيريا *B. subtilis* الأكثر وجودًا في الهواء، لأنها متجرثمة ومصدرها التربة.
- كُلما ارتفعنا عن سطح الأرض انخفضت أعداد الميكروبات في الهواء.
- قد تعيش الميكروبات من عدة ثوانٍ إلى شهور في الهواء.
- هواء الأماكن المزدحمة به ميكروبات أكثر من الأماكن الأقل ازدحامًا.

الميكروبات في الماء:- *Microorganisms in water*

البيئات المائية قد تكون مياه محيطات Ocean water أو مياه أمطار Rain water أو ماء طبيعي Freshwater، الذي يشمل (المياه السطحية كالبحيرات والبرك والأنهار والجداول والمياه الجوفية المتدفقة من الصخور تحت الأرض)، ويتميز الماء الطبيعي بانخفاض الملوحة Salinity والتغير في درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني pH وتركيز الأكسجين. كل مجموعات الكائنات الحية الدقيقة موجودة في الماء الطبيعي، وحتى نكون دقيقين فإن المياه الجوفية Ground water تحتوي القليل من الميكروبات مقارنة مع المياه السطحية Surface water، التي تحوي الكثير والعديد من الميكروبات.

مياه المحيطات التي تُغطي 70 % من سطح الأرض أقل تغيرًا بكثير، مقارنة بالماء الطبيعي، فيما يخص درجة الحرارة التي تتراوح بين C° (0-40) درجة مئوية، باستثناء المناطق البركانية والمتجمدة، وأيضًا الرقم الهيدروجيني، الذي يتراوح بين pH(8.3-6.5) والمناسب لنمو الميكروبات. ومن العوامل المحددة لنمو الميكروبات في البيئات المائية توافر الأكسجين والمواد الغذائية والعمق المناسب، وكذلك نسبة الملوحة التي يستطيع الميكروب تحملها. توجد أعداد كبيرة من أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة في المحيطات، ومنها خصوصًا ما يُدعى بالعوالق النباتية Phytoplankton، وهي كائنات متحركة، وتشمل السيانوباكتيريا *Cyanobacteria* وغيرها. أيضًا توجد في مياه المحيطات أعضاء من جنس سيدوموناس *Pseudomonas* والفيبريو *Vibrio* والبروتوزوا والفطريات وغيرها.

- يوجد في المليمتر الواحد من مياه المحيطات المفتوحة أكثر من مليون بكتيريا / مل.
- هناك 30.000 شخص يموتون يوميًا في الدول النامية للنقص في الماء النظيف.
- حوالي 940.000 أمريكي يصابون بالمرض كل سنة، ويموت 900 بالماء الملوث.
- تسبب الأمراض المنتقلة بالماء 2 مليون وفاة كل سنة، أغلبهم تحت سن 5 سنوات.
- توجد ميكروبات في الينابيع الساخنة بدرجة C° 80 مثل *Thermus aquaticus*

الميكروبات في الإنسان:- Microorganisms in human

من المعروف ان الظروف الملائمة لحياة الإنسان تعد ملائمة لحياة الكائنات الحية الدقيقة؛ فنحن نعيش وسط عالم كبير من الميكروبات، التي تتواجد في الهواء الذي نتنفسه، والماء الذي نشربه، والغذاء الذي نأكله، وعلى سطوح أجسامنا وداخل أمعائنا، ومن حسن الحظ أن الغالبية العظمى من الكائنات الحية الدقيقة ليست ممرضة، وأن جسم الإنسان في حالته الطبيعية له القدرة على وقاية نفسه من أضرارها.

- أكثر من 90 % من الخلايا داخل أجسامنا خلايا ميكروبية.
- تزن البكتيريا الموجودة في أمعاء الإنسان العادي حوالي 1 كجم.
- يُخرج الإنسان البالغ وزنه من البكتيريا تقريبًا مع البراز كل عام.
- عدد الجينات في بكتيريا الأمعاء حوالي 150 ضعف الموجودة في جينوم الإنسان.
- تُقدر نسبة 8 % من جينوم الإنسان بأنها مشتقة من جينوم الفيروسات.

1-5 أهمية الكائنات الحية الدقيقة: Importance of microorganisms

1- بعض الجراثيم الطبيعية Normal flora كالبكتيريا، تعيش تكافليًا في أمعاء الإنسان والحيوان، وتساعد في هضم بعض المواد الدهنية وهضم السليلوز، كما تساعد في بناء فيتاميني K, B في أمعائه، وأيضًا تعمل على التنافس مع الميكروبات الممرضة على مصادر الغذاء.

2- الكائنات الحية الدقيقة تحلل النباتات والحيوانات الميتة، وتعيد العناصر الكيميائية للبيئة ليُعاد استخدامها من قبل النباتات والحيوانات الحية، وبالتالي تسهم في خصوبة التربة؛ إذ تحلل جثث المخلوقات الميتة لتتغذى عليها، وتعمل على تحويل المركبات العضوية المعقدة إلى بسيطة يستفيد منها النبات؛ لتصنيع مواد غذائية جديدة، فهي تدخل في دورات العناصر في الطبيعة، كدورة الكربون والكبريت والنيتروجين، وتخلص البيئة من الجثث المتراكمة.

3- تستخدم الميكروبات في تنظيف البيئة ومعالجة الفضلات Sewage treatment، والتخلص من المواد العضوية وغير العضوية من مخلفات المصانع والمنازل، بما فيها من عناصر ثقيلة سامة كالرصاص والزئبق أو في إنتاج الطاقة مثلًا من غاز الميثان Methan.

4- في التقنية الحيوية Biotechnology تستخدم الميكروبات لتصنيع الغذاء والكيماويات، فمثلا بكتيريا *Corynebacterium glutamicum* تنتج حمض اللايسين Lysine والجلوتاميك Glutamic والسيتريك Citric acid ينتج بواسطة فطر يُسمى *Aspergillus niger*، والخمائر Yeasts الموجودة في الخبز تخمر السكر، وتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، مما يسبب انتفاخ الخبز، وتدخل في صناعة بعض أنواع الجبن، وإنتاج البروتينات المستعمله كغذاء للماشية والدواجن.

5- تُستخدم الميكروبات كالبكتيريا في المكافحة البيولوجية Biological controrl لبعض أنواع الحشرات، التي تفتك بمقدرات الإنسان كالمحاصيل الزراعية فتقضي عليها.

6-الأحياء الدقيقة تستخدم لتصنيع مواد مهمة كالبروتينات والإنزيمات واللقاحات والمضادات الحيوية وغيرها عبر تقنية تهجين وتأشيب DNA recombinant DNA. ومن الأمثلة على ذلك إنتاج مادة البنسلين Penicillin من فطر *Penicillium notatum*، وإنتاج فيتامين B وفيتامين K وهرمون الأنسولين Insulin ومادة الآنترفيرون.

شكل (11.1). الإنسولين المأشوب.
رُخص استخدام الإنسولين المأشوب بالتقنية الحيوية من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية عام 1982م.
تجارة هذا الإنسولين يوازي ما قيمته 500 مليون دولار كل عام (من أعلى 200 دواء مبيعًا).

7- في الهندسة الوراثية Genetic engineering تُساعد الميكروبات العلماء في معرفة ومتابعة مسالك وطرق التّطور الّتي أخذتها الحياة على الأرض، وفهم طبيعية الحمض النووي DNA و RNA، وتستخدم البكتيريا في الزراعة لحماية النباتات من الحشرات والفساد ولتحسين إنتاجية المحصول ،كما تستخدم بكتيريا *Thiobacillus ferrooxidans* لنشاطها الأيضي في إزالة التلوث بالنحاس Copper واليورانيوم Uranium.

8- الإلمام بعلم الأحياء الدقيقة يساعد على حماية الإنسان والنّبات والحيوان من أخطار الكائنات الدّقيقة، ويقيها من أمراضها؛ إذ يتم التعرف عليها وعلى طرق انتشارها ومكافحتها

9- في العلاج الجيني Gene therapy تستخدم الفيروسات لاستبدال الجينات التالفة.

جدول (3.1). المضادات الحيوية وإنتاجها من الأحياء الدقيقة.

الميكروب **Microorganism**	المضاد الحيوي **Antibiotic**
Bacteria *Streptomyces spp.*	Amphotericin B Chloramphenicol (also synthetic) Erythromycin Kanamycin Neomycin Nystatin Rifampin Streptomycin Tetracyclines
Micromonospora spp. *Bacillus spp.*	Gentamicin Bacitracin Polymyxins
Fungi *Penicillium spp* *Cephalosporium spp*	Griseofulvin Penicillin Cephalosporins

أسئلة الباب الأول

1- صل بين العبارات المناسبة:

	المجموعة أ	المجموعة ب
1	باول إيرليخ	مخترع المجهر البسيط
2	ألكسندر فلمنج	افترض وجود الفيروسات
3	روبرت كوخ	وضع نظرية الجرثومة
4	ليستر	أبطل نظرية التوالد الذاتي
5	إدوارد جينر	استخدم الفينول للتطهير
6	باستور	أول عقار كيماوي
7	إيفانوفسكي	طور لقاحًا للجدري
8	ليفنهوك	اكتشف البنسلين
9	سبالانزيني	صمم مرشحًا للبكتيريا
10	شامبرلاند	ربط المرض بمسببه

	المجموعة أ	المجموعة ب
1	علم المناعة	تحلل الفضلات الحيوي
2	التقنية الحيوية	الحمى النزفية Ebola
3	علم الفيروسات	تطوير واستخدام الأدوية
4	العلاج الكيماوي	معالجة الفضلات والتلوث
5	علم الفطريات	وظائف DNA , RNA
6	الصحة العامة	تطوير العلاج الجيني
7	وراثة ميكروبية	الحساسية للمضاد الحيوي
8	الوبائيات	فطر *C. albicans*
9	علم البيئة	تشخيص العدوى
10	علم البكتيريا	معدل انتشار الأمراض

2- اختر الإجابة الصحيحة:

1- من منتجات بكتيريا *C. glutamicum*:
- أ الأنسولين Insulin.
- ب اللايسين Lysine.
- ج البنسلين Penicillin.
- د الميثان Methan.

2- اللقاحات تتم دراستها بدقة تحت علم:
- أ الوبائيات.
- ب الفطريات.
- ج الطفيليات.
- د المناعة.

3- 1 ميكرومتر يساوي:
- أ 10^{-9} متر.
- ب 10^{-12} متر.
- ج 10^{-6} متر.
- د 10^{-3} متر.

4- يتميز الآجار عن الجيلاتين:
- أ لا تهضمه أغلب البكتيريا.
- ب يتجمد ويتصلب عند 45 C^{o}.
- ج ينصهر عند حرارة 100 C^{o}.
- د كل ما سبق.

5- الميكروبات تُخلص البيئة من الجثث عبر:
- أ دورة الكربون.
- ب دورة الكبريت.
- ج دورة النتروجين.
- د كل ما سبق.

6- يشمل علم الأحياء الدقيقة التطبيقي:
- أ علم البكتيريا.
- ب علم الفطريات.
- ج علم الطفيليات.
- د علم الأحياء الدقيقة الصناعي.

7- العامل المسبب لتبرقش أوراق التبغ:
- أ فطر.
- ب فيروس.
- ج بكتيريا.
- د طفيل.

8- أول من عقم الأدوات الجراحية بالفينول:
- أ إدوارد جينر.
- ب جوزيف ليستر.
- ج إنتوني فان ليفنهوك.
- د لويس باستور.

9- بكتيريا تعيش تكافليًا في أمعاء الإنسان:
- أ *E. coli*.
- ب *M. tuberculosis*.
- ج *V. cholerae*.
- د *B. anthracis*.

10- خلايا دم تستطيع التهام البكتيريا:
- أ خلايا الدم الحمراء Erythrocytes.
- ب خلايا الدم البيضاء Leukocytes.
- ج الصفائح الدموية Platelets.
- د الخلايا البالعة Phagocytes.

3- املأ الفراغات الآتية:

1 تستخدم تقنية تهجين الـ DNA في إنتاج 1- 2- 3- 4- .
2 يرجع الفضل للعالم روبرت كوخ في اكتشاف بكتيريا و و .
3 أول من رأى الميكروبات تحت المجهر، هو: .
4 أول فيروس تم اكتشافه وأول مضاد حيوي وأول عقار كيميائي .
5 الخمائر والفطريات تدخل في صناعة و و .

4- ضع علامة (√) أو (X) أمام العبارات الآتية:

1 الكائنات الحية يمكن أن تنشأ من مواد غير حية، مثل: خروج الذباب من اللحم المتعفن.
2 علم الميكروبيولوجي يختص بدراسة الكائنات المجهرية، إلا أن هناك استثناءات لذلك.
3 أكثر من 90 % من الخلايا داخل أجسامنا هي خلايا ميكروبية.
4 اكتشف العالم الإسكتلندي ألكسندر فيلمنج مادة البنسلين، التي يفرزها فطر البنسليوم.
5 وَضَع المزارع البكتيرية في الحاضنة لفترات طويلة يزيد قدرتها على التسبب في الأمراض.
6 المضاد الحيوي تتراسيكلين تنتجه أنواع بكتيريا ستربتومايسز *Streptomyces spp*.
7 طريقة البسترة Pasteurization تُستخدم لقتل الميكروبات المسببة لفساد الحليب.
8 المضادات الحيوية، هي: مواد يفرزها الفيروس، وتؤثر على الفيروسات الأخرى.
9 تُستخدم بكتيريا *Thiobacillus ferrooxidans* لإزالة التلوث بالنحاس واليورانيوم.
10 بكتيريا *Azotobacter* تثبت النيتروجين في جذور بعض النباتات.
11 من أهم العوامل الممرضة للإنسان في التربة أنواع بكتيريا الكلوستريديم *Clostridium*.
12 كارلس شمبرلاند أحد مساعدي باستور، وقام بتصميم مرشح البورسلين البكتيري.
13 توجدالميكروبات حتى في الينابيع الساخنة بدرجة 80 C° كبكتيريا *Thermus aquaticus*.
14 كُلما ارتفعنا عن سطح الأرض انخفضت أعداد الميكروبات في الهواء.
15 أول فيروس تم عزله هو الفيروس المسبب للجدري Pox virus.
16 المضاد الحيوي ستريبتومايسين Streptomycin ينتجه فطر *Penicillinum spp*.
17 الحمى الصفراء يسببها فيروس Yellow fever virus.
18 مادة سالفرسان من مشتقات الرصاص، ومضادة لمرض السُّعار وهي أول عقار كيماوي.
19 تُستتخدم البكتيريا في المكافحة البيولوجية للقضاء على بعض الحشرات.
20 في العلاج الجيني Gene therapy تُستخدم الفيروسات كناقل للجينات.

5- وضح ما يلي:

1 يُعد علم الأحياء الدقيقة علمًا تكامليًا بحق؟
2 يُدعى العالم روبرت كوخ، بمؤسس علم البكتيريا؟
3 بعض الميكروبات الموجودة في جسم الإنسان، تُعد مفيدةً له؟
4 ساهمت الميكروبات في الحفاظ على أرواح الملايين من البشر؟
5 الإلمام بعلم الأحياء الدقيقة ودراسته أصبح أمرًا ضروريًا؟

كتب
المجهر

المؤلف
Author

- خالد علي محمد المهدوي.
- مختص في علم الأحياء الدقيقة بوزارة الصحة - بنغازي - ليبيا.
- عضو هيأة تدريس بالكليات والمعاهد العليا الطبية، منذ 2008م.
- بكالوريوس صحة مجتمع - 1997م.
- ماجستير مختبرات طبية - 2007م.
- ماجستير أحياء دقيقة - 2015م.
- طالب دكتوراة في علم الأحياء الدقيقة.

المؤلفات:

- علم الأحياء الدقيقة.
- علم الفيروسات.
- علم البكتيريا التشخيصي.
- علم الأحياء الدقيقة العملي (تحت المراجعة).

الأبحاث المنشورة:

1-The prevalence of Helicobacter pylori Infection in Benghazi, Libya.

IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) - 2016.

2-Helicobacter pylori infection in asymptomatic subjects in Benghazi, Libya.

Libyan Journal of Medical Research-LJMR- 2016.

3-Bacteriuria in pregnant and non pregnant women in Benghazi.

IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS) - 2017.

الإيميل --- Khmehdawi2011@yahoo.com

الهاتف --- 00218925808290

كتب المجهر

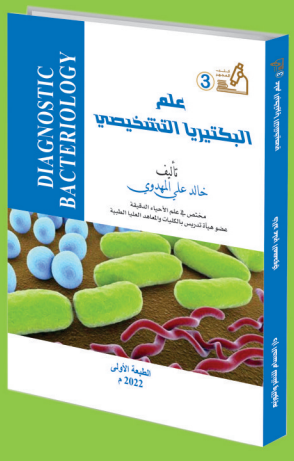
جهدٌ علمي يبذل للمساهمة في تعريب وتدريس وتبسيط العلوم وجعلها في المتناول بلغةٍ عربيةٍ سهلةٍ وواضحة . وحتى يكون العمل متكاملًا ومتممًا لبعضه ما أمكن، ولأن علم الأحياء الدقيقة ذو فروع متعددة ومتداخلة، ولطبيعة عملية التعلم والتعليم التي تُبنى بالتراكم المعرفي، ولغيرها من الأسباب، فقد رأينا أن تكون كتبنا المؤلفة في هذا المجال على هيئة سلسلة علمية منهجية تحت اسم ... (سلسلة كتب المجهر).

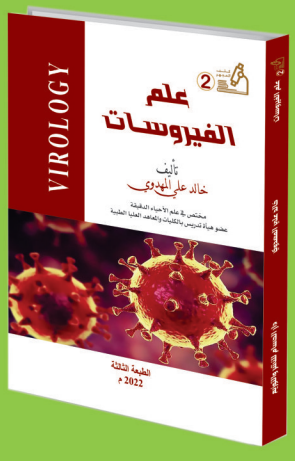
ولا يخفى على كل مهتم بعلم الأحياء الدقيقة ما يمثله المجهر (Microscope) من رمزيةٍ لهذا العلم وفروعه، وبالتالي فقد اتخذناه عنوانًا لهذه السلسلة . وستغطي سلسلة كُتب المجهر الأساسيات في علم الأحياء الدقيقة وفروعه في البداية، ومن ثم تنطلق بمؤلفات نحو التفاصيل، كما سنحاول السير أيضًا على قاعدة التكامل بين المحتوى النظري والعملي فيها .وتمثل المادة العلمية لكل كتاب منهجًا منفصلًا بذاته، مُتسقًا مع مفردات المناهج في مؤسساتنا العلمية، ولكنها أيضًا تسير في اعتمادٍ وتكاملٍ مع المادة العلمية للكتب الأخرى في السلسلة؛ لتحقق أقصى درجات الفهم والاستيعاب.

علم الأحياء الدقيقة، يختص بدراسة الكائنات الحية الدقيقة المجهرية، التي لا تُرَى بالعين المجردة، وأنشطتها الحيوية المختلفة . ويشمل ذلك دراسة أشكالها وتراكيبها ووظائفها وتكاثرها وطرق التعرف عليها، وتصنيفها، وكذلك توزع هذه الكائنات في الطبيعة والعلاقات فيما بينها، وبينها وبين الكائنات الأخرى. أيضًا يهتم هذا العلم بفوائد وأضرار هذه الكائنات على حياة الإنسان.

يُعد تطوير المجهر البسيط من قبل الهولندي أنتون فان ليفنهوك عام 1665م ، بحيث يُكبر الأشياء بمعدل (100-300) ضعف ، ومشاهدته للكائنات الدقيقة لأول مرة، هو البداية الحقيقية لعلم الأحياء الدقيقة. هذا العلم، يسهم بفاعلية كبيرة في التعرف على الميكروبات وأهميتها من النواحي الصحية والبيئية والصناعية والزراعية وغيرها. ومن هنا فإنه لايمكن الاستغناء عنه، خاصةً لكل الدارسين والعاملين والمهتمين بهذا المجال على اختلاف تخصصاتهم. تُشكل دراسة الأحياء الدقيقة تحديًا كبيرًا بسبب توسع هذا العلم وتعدد مجالاته مع مرور الزمن، الأمر الذي يفرض على دارسيه قدرةً كبيرةً على الإلمام بأساسياته ومعرفةً بالتداخلات بين فروعه. وهذا ما يسعى الكتاب للمساعدة فيه .

صدر للمؤلف





9789959126726

دار الحسام للنشر والتوزيع