بسم الله الرحمن الرحيم

بكتيريولوجيا البشر
نظرة بيئية

تأليف

مايكل ويلسون
Michael Wilson

ترجمة

د.عبدالناصر صلاح شبل إبراهيم
أستاذ مساعد الميكروبيولوجي

أ.د. علي عبدالله السلامة
أستاذ البكتيريا الطبية

قسم النبات والأحياء الدقيقة، كلية العلوم، جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٣هـ (٢٠١٢م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب :

Bacteriology of Humans: An Ecological Perspective
By: Michael Wilson
Ⓒ Blackwell Publishing, Ltd., 2008

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ويلسون ، مايكل
بكتيريولوجيا البشر: نظرة بيئية. / مايكل ويلسون ؛ عبدالناصر صلاح إبراهيم ؛علي عبدالله السلامة – الرياض ، ١٤٣٢هـ
٤٧٩ ص؛ ٢١سم × ٢٨سم
ردمك : ٦-٩١٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨
١-الأحياء الدقيقة ٢- الجراثيم ٣- الميكروبات أ-إبراهيم ، عبدالناصر صلاح (مترجم) ب. السلامة ، علي عبدالله (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٥٧٦ ١٤٣٢/٩٨٩٣

رقم الإيداع: ١٤٣٢/٩٨٩٣
ردمك: ٦-٩١٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

حكمت هذه الترجمة العربية لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره – بعد اطلاعه على تقارير المحكمين – في اجتماعه السابع عشر للعام الدراسي ١٤٣١/ ١٤٣٢هـ، الذي عقد بتاريخ ١٢/ ٦/ ١٤٣٢هـ، الموافق ١٥/ ٥/ ٢٠١١م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٣هـ

إهداء

إلى معالي مدير جامعة الملك سعود الأستاذ الدكتور عبدالله بن عبدالرحمن العثمان
لجهوده الهائلة في رفعة الجامعة ودعمه اللامحدود للبحث العلمي وتشجيعه المستمر لحركة الترجمة.

مقدمة المترجمين

لقد اهتم علماء الميكروبيولوجيا لعقود طويلة بالكائنات الحية الدقيقة التي تسبب أمراضاً للبشر، وذلك في محاولة لإيجاد العلاج المناسب لها ومن أجل تحسين صحة الإنسان. ولكن في الآونة الأخيرة، هناك إدراك متزايد لأهمية دراسة تركيب المجتمعات الميكروبية التي تعيش على أسطح البشر وغير المسببة للأمراض. وخاصة مع التطور الهائل في تقنيات البيولوجيا الجزيئية والتي قد أمدتنا بوسائل جديدة لدراسة تلك المجتمعات الميكروبية شديدة التعقيد، حيث قد مكنتنا هذه الطرق لتحديد - على سبيل المثال وللمرة الأولى - الفئات الميكروبية التي لم تستزرع بعد، والتي من المعروف أنها تمثل نسباً كبيرة في الميكروبيوتا المستوطنة للعديد من مواقع الجسم البشري- خصوصاً القناة المعوية، الجهاز التناسلي الأنثوي، والجلد. وبالإضافة إلى ذلك، فقد أثبتت الدراسات الحديثة أن هذه المجتمعات الميكروبية تلعب دوراً حيوياً في تنمية الجهاز المناعي للإنسان، تنمية قدراته الغذائية، تحفيز الأوعية الدموية، إمداد خلايا الإنسان الطلائية بالطاقة، إزالة سمية المواد الكيميائية السامة التي يلتهمها الإنسان، إمداده بالفيتامينات، الحصول على المغذيات من البلمرات التي لا يستطيع الإنسان أن يهضمها، تنظيم تخزين دهون العائل، وحماية العائل ضد الممرضات الداخلية والخارجية. والعديد من هذه الأدوار البارزة للميكروبيوتا المستوطنة قد تم اكتشافها مؤخراً فقط. وكلما تعرفنا أكثر على هذه المجتمعات الميكروبية التي تستوطن البشر، فمن المرجح جداً أنه سيكون هناك كشف مذهل عن الطرق التي تؤثر بها على نمو وتطور وفيسيولوجيا الإنسان.

هناك أدلة على أن الإخلال في توازن تركيب بعض المجتمعات الميكروبية المستوطنة قد يكون مسؤولاً عن عدد من الأمراض المزمنة في البشر (مثل أمراض البطن الالتهابية، أمراض ما حول الأسنان، السرطانات، والسمنة)، وقد قدم ذلك حافزاً لدراسة هذه المجتمعات دراسة وافية. فضلاً عن ذلك، فهناك اهتمام متزايد لمعالجة تركيب الميكروبيوتا المستوطنة لبعض مواقع الجسم (خصوصاً القولون) باستخدام الميكروبات النافعة (تقنية البريبيوتيكس، البروبيوتيكس، والسينبيوتيكس) لتحسين صحة الإنسان. وتطور مثل هذه المنهجيات، فضلاً عن مراقبة كفاءتها، يتطلب مزيداً من المعرفة الأفضل عن تركيب الميكروبيوتا المستوطنة للبشر.

لقد أدى الاهتمام المتجدد بالميكروبيوتا المستوطنة للبشر إلى إطلاق عدد من المبادرات، حيث قام الاتحاد الأوروبي بتمويل دراسات على نطاق كبير للميكروبيوتا المعوية، وتجرى حالياً مبادرة ميكروبيوم الجهاز الهضمي في مركز تحديد تتابع الجينوم، كلية الطب، جامعة واشنطن، سانت لويس، ميسوري، الولايات المتحدة الأمريكية، والتي

تشمل تحديد تتابعات الجينوم الكلي لـ ١٠٠ نوع بكتيري تمثل الأقسام البكتيرية التي تعرف بأنها تقيم في القولون. وذلك ضمن الخطة الخمسية (٢٠٠٨-٢٠١٣م) لبرنامج خطة الطريق ١,٥ للمعاهد الوطنية الأمريكية، بيثيدا، ماريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية. ونتائج مثل هذه الدراسات وتطوير التكنولوجيا المرتبطة بها، سوف تساهم في نهاية المطاف في فهم أكبر لتركيب المجتمعات الميكروبية التي نحملها.

ونظراً لأهمية الموضوع الذي يتناوله هذا الكتاب والمعلومات الغزيرة، والرؤية المجمعة التي يقدمها عن المجتمعات الميكروبية المستوطنة للبشر، فقد تم اختياره ليكون باكورة إنتاج المترجمين في مجال البكتيريولوجيا.وربما كان ذلك سبباً مباشراً لحصول الكتاب على الجائزة الأولى من الجمعية الملكية الطبية البريطانية وجمعية المؤلفين للكتب الطبية لعام ٢٠٠٨م Royal Society of Madicine and Society of Autors Medical Books.

يقدم هذا الكتاب دليلاً حديثاً ورؤية شاملة عن تطور وتركيب وتوزيع المجتمعات الميكروبية المستوطنة للبشر، وذلك بأسلوب شيق من خلال استخدام الأشكال الملونة الوفيرة والرسوم البيانية والجداول والخرائط، بحيث يقوم بالربط بين العوامل الكيموفزيائية والبيولوجية السائدة في موقع تشريحي معين وأنواع الميكروبات المتواجدة فيه.

ولعلنا نتفق مع المؤلف حين أشار «إن هذا الكتاب سوف يكون مفيداً لأي شخص مهتم بالميكروبيولوجيا، الميكروبيولوجيا الطبية، البيئة الميكروبية، الأمراض المعدية، علم المناعة، بيولوجيا الإنسان، الطب البشري، طب الأسنان، التمريض، العلوم الصحية، العلوم الطبية الحيوية، أو العلوم الصيدلية: بحيث لابد أن يوجد هذا الكتاب علي أرفف جميع المكتبات العلمية والطبية الرئيسية».

ولايسعنا في النهاية إلا أن نحمد الله ونشكره على توفيقه لنا في إتمام ترجمة هذا الكتاب القيم، ونرجو من الله العلي القدير أن يكون ضمن العلم المنتفع به يوم لا ينفع مال ولا بنون إلا من أتى الله بقلب سليم وبالله التوفيق.

د. عبدالناصر صلاح شبل إبراهيم
أ.د. علي عبدالله السلامة

تمهيد

PREFACE

منذ أكثر من ٥٠ عاماً ترددت أصداء كلمات ديلان Dylan « إن عصرهم عصر التغير The Times they Are A-Changing» حول الكرة الأرضية، و بإحساس لا يخطئ الخلود، فإن هذه الكلمات مناسبة في الوقت الحالي تماماً كما كانت في ذلك الوقت. ومما لا يثير دهشتي – ولا دهشة الآخرين – أن هذه الكلمات قابلة للتطبيق في علم البكتيريا فضلاً عن جوانب عديدة جداً من وجودنا. ومن ثم فإن التركيز الأساسي – لسنوات عديدة – للغالبية العظمى من علماء البكتيريولوجي الذين يدرسون البكتيريا المستوطنة للإنسان كان على الأنواع المسببة للمرض مثل *Steptococcus pyogenes, Staphylococcus aureus, Nesseria minigitidis, Haemophilus influenzae*، إلخ. و "التغيير a-changing" الآن هو أن ذلك الاهتمام قد تحول نحو الغالبية العظمى من شركائنا الميكروبيين الذين لا يسببون مرضاً و– في الحقيقة – الأساسيين لكوننا أصحاء. والميكروبيوتا المستوطنة للبشر الأصحاء هي الموضوع ذو التدقيق المكثف الآن، ويجرى الآن الكشف الحثيث عن تنوعها الهائل والدور الحاسم الذي تلعبه في تطور وحماية وحفظ الجنس البشري. وفي هذا الكتاب قد ركزت على النقطة الأولى من ذلك حيث وصفت طبيعة المجتمعات الميكروبية التي تقطن مختلف مناطق الجسم البشري السليم. ولقد حاولت كذلك أن أشرح تواجدها في موقع معين من حيث العوامل البيئية التي تعمل في ذلك الموقع. وهذا الكتاب سوف يكون مفيداً لطلاب الجامعة وطلاب الدراسات العليا في مقررات الميكروبيولوجيا، الميكروبيولوجيا الطبية، البيئة الميكروبية، الأمراض المعدية، المناعة، بيولوجيا الإنسان، علوم الطب، طب الأسنان، التمريض، العلوم الصحية، العلوم الطبية الحيوية والصيدلية، و– في الحقيقة – لجميع أولئك الذين لديهم اهتمام بالمجتمعات الميكروبية المعقدة التي قد تطورنا معها سوياً.

إنني لست متأكداً لماذا تحتاج الكتب إلى تمهيد، ولا أستطيع أن أتذكر أنني قد قرأت أحدها أبداً. على الرغم من ذلك، فإنها تعطي المؤلف فعلاً فرصة في التدليل على نفسه، ولذلك فإني سوف أروق عن نفسي عن طريق مزج موضعين هامين في حياتي – البكتيريولوجيا وديلان Dylan. وأي قارئ غير معجب بـ "ديلان" فعليه ألا يقرأ المزيد وأن يتحول مباشرةً إلى جدول المحتويات حيث يفصل عن ماهية هذا الكتاب، أو أن يلقي نظرة سريعة عبر الكتاب، ويلقي نظرة على بعض من الأشكال العظيمة التي قد قام الباحثون بتقديمها بكرم.

أثناء تخطيطي لكتاب الميكروبيوتا المستوطنة للبشر، فإن أي شخص كانت حياته مفعمة بكلمات أغاني ديلان، لا يسعه إلا أن يرى أوجه تشابه. بوب Bob– كيف لك أن تعرف كل هذا البكتيريولوجيا؟ أي من المجموعات المتنوعة

من المستعمرين الأوائل، الثانويين، أو المستعمرين التالين، التي تصل إلى موقع ما، يتم تحديدها على وجه مؤكد بواسطة " انحراف بسيط في المصير A Simple Twist of Fate"؟ وعندما تفشل جاذبية بكتيريوم وحيد (Just like Tom Thumb's blues)، ويتم إيداعه على أسطح جافة شديدة الحموضة مثل الساعد، الساق، أو اليد، فهل يصرخ من اليأس "يا إلهي هل أنا هنا وحيداً Oh my God am I here all alone؟" (أغنية رجل نحيف Ballad of a Thin Man). ولكن من غير المرجح أنه يعاني لفترة طويلة جداً، حيث إن عدد البكتيريا المطلوب منها أن تبقي على قيد الحياة هناك يتم تقليصه عن طريق "تساقط طبقة من الجلد" (الجوكر Jokerman).

بالنسبة لي فإن القولون – ذو العدد الهائل من الميكروبات شديدة الإحكام – قد تجسد في Leopard Skin Pill Box Hot – "إنها تتوازن على رأسك تماماً مثل مرتبة تتوازن على زجاجة نبيذ It balances on your head just like a mattress balances on a bottle of wine ". وكيف يمكن لميكروبات عديدة جداً أن تشغل مثل هذه المساحة الصغيرة، وكيف يمكن لمثل هذه الجملة أن تضاف إلى الأغنية دون أن تغير من رتمها؟ الرياح الحمقاء Idiot Wind، بكلماتها الحمضية الصفراوية فلابد أن تكون الاثنى عشر– أحد أكثر المناطق حموضة في الجسم، وتنفذ إليه أملاح الصفراء. إن احتمالات بقاء البكتيريا على قيد الحياة تكون منخفضة واحتمالات الحب الذي ينمو في هذه العلاقة هي صفر. ومن لا يمكن أن يشفق على المهاجرين الفقراء Pity Poor Immigrants من البكتيريا في الإحليل – تطرد باستمرار بتغطيسها المستمر في البول. بالنسبة لهم فلا يوجد شيء سوى "المتاعب" Troubles. هل يوجد مكان بحيث يمكن لهم أن "يجدوا مأوى من العاصفة Get Shelter from the Storm؟ وتفكير بديل لهذه البكتيريا الفقيرة هي محاولة استعمار ملتحمة العين، والتي يتم طردها عن طريق "دلاء من الدموع" (دلاء من المطر Buckets of Rains) – من المؤكد أن لديهم شعور أنهم ميتون "Going, going, gone". وأخيراً لا تنسى – بالطبع – الميكروبات العابرة "أولئك "الباحثون – بغير لغة – عن منفذ seeking trail, on their speechless, searching ones the " (أجراس الحرية Chimes of Freedom) الذين "ليس لديهم وطن، مثل الغرباء تماماً، مثل الحجر الدائر" like a rolling stone, like a complete unknown, no direction home" (Like a Rolling Stone). يجب أن يخبرهم شخص ما "إن هناك مكاناً ما في هذا الكون الذين يمكن أن تسمونه وطناً لكم Somewhere in this universe there's a place that you can call home" (We Better Talk this Over).

وفي النهاية فالامتنان لبوب ديلان Bob Dylan لجميع أغنياته وأثرها على حياتي، فإني أهدي إليه تأليفي الخاص صَفّ (شعر) الميكروبيوتا Microbiota row. ولابد من غنائها (لو أنك مغنٍّ عظيم مثلي) باستخدام تون الـ Desolation row، ولو لم تستطع غناءها، فيمكن لك ببساطة أن تقرأها برتم تلك الأغنية الجميلة فعلاً.

Microbiota Row

The eyes have a microbiota
That's very sparse indeed
A few Gram -positive cocci
Scavenge from tears all that they need
The skin has a denser population
P. acnes is plentifully found
While coryneforms and staphylococci
Are invariably around
But molecular tools have shown us

There's much more still to know
About microbes that live upon us
And even help us grow.

The respiratory tract moist and inviting
With food aplenty there
But of the mucociliary escalator
All microbes must beware.
Yet haemophili and streptococci
And *Neisseria* can survive
While *Mollicutes* and *Moraxella*
Will there be found alive.
But there are pathogens among them
Most deadly, that is for sure
Armed with many deadly toxins
To bring us to death's door

Inside the terminal urethra
Staphylococci hold on tight
But most of the urinary tract is sterile
Thanks to innate immunity's might.

On which microbes there can grow
And their relative proportions
Change as time stream does flow.

From the mouth down the rectum
The intestinal tract unwinds
Producing ecosystems so complex
And microbiotas of many kinds.
The oral cavity is aswarming

With 800 taxa there
While the hostile, acidic stomach
Apart from *H. pylori* is almost bare.
The small intestine is nearly sterile
But the colon is replete
With almost a thousand species
And without them we are not complete.

Yes, I know you think they're nasty
Those minutes forms of life
Your mother said that they were dirty
And would only cause you strife.
But they are essential for your survival
Believe me you really must
They digest our food and protect us from
Pathogens that would make us dust.
Most our indigenous microbes
Play beneficial role, so please
Don't or try to remove them
The result will be disease.

مايكل ويلسون

اختصارات استخدمت للأجناس الميكروبية
ABBREVIATIONS USED FOR MICROBIAL GENERA

الاختصار	الاسم	الاختصار	الاسم
A.	*Actinomyces*	*H.*	*Haemophilus*
Ab.	*Abiotrophia*	*Hel.*	*Helicobacter*
Ach.	*Acholeplasma*	*K.*	*Klebsiella*
Acin.	*Acinetobacter*	*Koc.*	*Kocuria*
Ag.	*Aggrigatibacter*	*Kin.*	*Kingella*
All.	*Alloiococcus*	*L.*	*Lactobacillus*
An.	*Anaerococcus*	*Lep.*	*Leptotrichia*
At.	*Atopobium*	*Lis.*	*Listeria*
B.	*Bacteroides*	*M.*	*Micrococcus*
Bac.	*Bacillus*	*Mal.*	*Malassezia*
Bif.	*Bifidobacterium*	*Mob.*	*Mobiluncus*
Brev.	*Brevibacterium*	*Mor.*	*Moraxella*
C.	*Corynebacterium*	*Met.*	*Methylobacterium*
Camp.	*Campylobacter*	*Methyl.*	*Methylophilus*
Can.	*Candida*	*Myc.*	*Mycoplasma*
Cap.	*Capnocytophaga*	*N.*	*Neisseria*
Chlam.	*Chlamydia*	*P.*	*Propionibacterium*
Cl.	*Clostridium*	*Pep.*	*Peptostreptococcus*
Col.	*Collinsella*	*Por.*	*Prophyromonas*
D.	*Dermabacter*	*Prev.*	*Prevotella*
Des.	*Desulphovibrio*	*Ps.*	*Psudomonas*
Dial.	*Dialister*	*R.*	*Rothia*
E.	*Escherichia*	*Ros.*	*Roseburia*
Eg.	*Eggerthella*	*Rum.*	*Ruminococcus*
Eik.	*Eikenella*	*Sal.*	*Salmonella*
Ent..	*Enterococcus*	*Sel.*	*Selenomonas*
Eub.	*Eubacterium*	*Staph.*	*Staphylococcus*
F.	*Fusobacterium*	*Strep.*	*Streptococcus*
Fil.	*Filifactor*	*T.*	*Treponema*
Fin.	*Gardnerella*	*Tan.*	*Tannerella*
Gem.	*Gemella*	*U.*	*Ureaplasma*
Gran.	*Granulicatella*	*V.*	*Villonella*

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة المترجمين	ز
تمهيد	ط
اختصارات استخدمت للأجناس الميكروبية	م
الفصل الأول: تكافل الإنسان-الميكروب	١
(١,١) نظرة عامة عن طبيعة وتوزيع المجتمعات الميكروبية التي تستوطن البشر	٢
(١,١,١) الصعوبات المواجهه في تحديد تركيب المجتمع الميكروبي.	٣
(١,١,٢) جوانب تركيبية للمجتمعات الميكروبية	٦
(١,١,٢,١) المستعمرات الدقيقة	٦
(١,١,٢,٢) الاستعمار الداخل خلوي	٧
(١,١,٢,٣) الأغشية الحيوية	٩
(١,١,٣) التواصل في المجتمعات الميكروبية	١٣
(١,٢) المحددات البيئية التي تؤثر علي توزيع وتركيب المجتمعات الميكروبية.	١٧
(١,٢,١) المحددات الغذائية	١٨
(١,٢,٢) المحددات الكيموفيزيائية	٢٤
(١,٢,٣) المحددات الميكانيكية	٣٠
(١,٢,٤) المحددات البيولوجية	٣١
(١,٣) خصائص العائل التى تؤثر على الميكروبيوتا المتوطنة	٣٧
(١,٣,١) السن	٣٧
(١,٣,٢) الطراز الجيني للعائل	٣٩
(١,٣,٣) الجنس	٤٠

(٤ , ١) التقنيات المستخدمة لتوصيف المجتمعات الميكروبية التي تقطن البشر ٤٠
(١ , ٤ , ١) ميكروسكوبى ٤٠
(٢ , ٤ , ١) المنهجيات المعتمدة على الاستزراع ٤٣
(٣ , ٤ , ١) المنهجيات الجزئية غير المعتمدة على الاستزراع ٤٦
(٤ , ٤ , ١) التحليل الوظيفي للمجتمعات الميكروبية ٤٨
(٥ , ١) الطبقة الطلائية–موقع تفاعلات العائل–الميكروب ٥٠
(١ , ٥ , ١) تركيب الطبقات الطلائية ٥٠
(٢ , ٥ , ١) الطبقة الطلائية كطارد للميكروبات ٥٣
(٣ , ٥ , ١) المخاط والميوسينات ٥٤
(٤ , ٥ , ١) الاستجابات المناعية الطبيعية والمكتسبة على السطح الغشاء المخاطي ٦٢
المراجع..... ٧١

الفصل الثاني: الميكروبيوتا المستوطنة للجلد..... ٧٥
(١ , ٢) تشريح وفسيولوجيا الجلد البشري ٧٥
(٢ , ٢) أنظمة الدفاع الجلدية المضادة للميكروبات ٧٧
(١ , ٢ , ٢) أنظمة دفاع طبيعية ٧٩
(٢ , ٢ , ٢) أنظمة الدفاع المناعية المكتسبة..... ٨٢
(٣ , ٢) المحددات البيئية التي تعمل في مناطق الجلد المختلفة ٨٣
(٤ , ٢) الميكروبيوتا المستوطنة للجلد ٨٩
(١ , ٤ , ٢) أعضاء الميكروبيوتا الجلدية..... ٨٩
(١ , ١ , ٤ , ٢) كورينبكتريوم *Corynebacterium* spp ٨٩
(٢ , ١ , ٤ , ٢) بروبيونيبكتيريوم *Propionibacterium* spp ٩٣
(٣ , ١ , ٤ , ٢) ستافيلوكوكس *Staphylococcus* spp ٩٧
(٤ , ١ , ٤ , ٢) ميكروكوكاس *Micrococcus* spp..... ٩٩
(٥ , ١ , ٤ , ٢) ملاسيزيا *Malassezia* spp ١٠١
(٦ , ١ , ٤ , ٢) أسينيتوبكتر *Acinetobacter* spp..... ١٠٤
(٧ , ١ , ٤ , ٢) بريفيبكتريوم *Brevibacterium* spp..... ١٠٥
(٨ , ١ , ٤ , ٢) ديرمابكتر هومينيس *Dermabacter hominis*..... ١٠٦
(٩ , ١ , ٤ , ٢) ميثيلوبكتريوم *Methylobacterium* spp..... ١٠٧

(٢ , ٤ , ٢) تركيب المجتمع في مواقع مختلفة ١٠٧
(٢ , ٤ , ٣) دراسات غير معتمدة على الاستزراع للميكروبيوتا الجلدية ١١٣
(٢ , ٤ , ٤) تبادل الأثر (التفاعلات) فيما بين أعضاء الميكروبيوتا الجلدية ١١٧
(٢ , ٥) نظرة عامة على الميكروبيوتا الجلدية ١٢٠
المراجع..... ١٢٢

الفصل الثالث: الميكروبيوتا المستوطنة للعين..... ١٢٥
(٣ , ١) تشريح وفسيولوجيا العين ١٢٥
(٣ , ٢) أنظمة الدفاع المضادة للميكروبات للعين ١٢٥
(٣ , ٣) المحددات البيئية على سطح الملتحمة..... ١٣٠
(٣ , ٤) الميكروبيوتا المستوطنة للعين ١٣٥
(٣ , ٤ , ١) أعضاء ميكروبيوتا العين ١٣٦
(٣ , ٤ , ٢) تركيب ميكروبيوتا العين ١٣٦
(٣ , ٤ , ٣) التفاعلات (تبادل الآثار) فيما بين أعضاء ميكروبيوتا العين ١٤٣
(٣ , ٥) نظرة عامة ميكروبيوتا العين ١٤٤
المراجع..... ١٤٥

الفصل الرابع: الميكروبيوتا المستوطنة للقناة التنفسية ١٤٧
(٤ , ١) تشريح فسولوجيا الجهاز التنفسي ١٤٧
(٤ , ١ , ١) الأنف ١٤٧
(٤ , ١ , ٢) البلعوم ١٤٩
(٤ , ١ , ٣) الحنجرة ١٥٠
(٤ , ١ , ٤) الرغامي ١٥٠
(٤ , ١ , ٥) القصبات والقصيبات ١٥٠
(٤ , ١ , ٦) السنخ ١٥١
(٤ , ٢) النظام الدفاعي المضاد للميكروبات للجهاز التنفسي ١٥٢
(٤ , ٢ , ١) تجويف الأنف ١٥٤
(٤ , ٢ , ٢) مناطق أخرى من الجزء الموصل ١٥٦
(٤ , ٢ , ٣) الجزء التنفسي ١٥٧

(٤,٣) المحددات البيئية في الجهاز التنفسي ١٥٩
(٤,٣,١) تركيب الهواء الجوي ١٥٩
(٤,٣,٢) الرقم الهيدروجيني ١٥٩
(٤,٣,٣) المغذيات ١٥٩
(٤,٣,٣,١) تركيب سائل الأنف، سطح ممر الهواء والسائل المبطن للسنخ ١٥٩
(٤,٣,٣,٢) مساهمة الميكروبات المقيمة في الجهاز التنفسي في توفر المغذيات ١٦١
(٤,٤) الميكروبيوتا المستوطنة للجهاز التنفسي ١٦٢
(٤,٤,١) أعضاء ميكروبيوتا الجهاز التنفسي..... ١٦٢
(٤,٤,١,١) ستريبتوكوكس *Streptococcus* spp..... ١٦٢
(٤,٤,١,١,١) ستريبتوكوكس بيوجينز *Strep. pyogenes*..... ١٦٣
(٤,٤,١,١,٢) ستريبتوكوكس نيوموني *Strep. pneumonae* ١٦٥
(٤,٤,١,١,٣) المجموعة السبحية المسببة للاخضرار ١٦٧
(٤,٤,١,٢) نيزيريا *Neisseria* spp ١٦٩
(٤,٤,١,٢,١) نيزيريا مينجيتيس *N. Meningitidis* ١٧٠
(٤,٤,١,٢) أنواع أخرى من النيزيريا *Neisseria* spp ١٧٣
(٤,٤,١,٣) هيموفيلس *Haemophilus* spp..... ١٧٤
(٤,٤,١,٣,١) هيموفيلس إنفلوينزي *H. influenzae*..... ١٧٤
(٤,٤,١,٣,٢) أنواع أخرى من *Haemophilus* spp. ١٧٦
(٤,٤,١,٤) موراكسيلا كاترهاليس *Moraxella catarrhalis*..... ١٧٦
(٤,٤,١,٥) المكورات العنقودية *Staphylococci*..... ١٧٩
(٤,٤,١,٥,١) ستفيلوكوكس أوريس *Staph. aureus*..... ١٧٩
(٤,٤,١,٥) المكورات العنقودية سالبة الكوأجيوليز CNS..... ١٨١
(٤,٤,١,٦) موليكيوتس *Mollicutes*..... ١٨٣
(٤,٤,١,٧) كينجيلا كينجيلي *Kingella kingae*..... ١٨٥
(٤,٤,٢) تركيب المجتمع في مختلف المواقع في الجهاز التنفسي ١٨٥
(٤,٤,٢,١) دهليز الأنف ١٨٧
(٤,٤,٢,٢) تجويف الأنف ١٨٧
(٤,٤,٢,٣) البلعوم الأنفي ١٩١

(٤, ٢, ٤, ٤) البلعوم الفمي ١٩١
(٤, ٢, ٤, ٥) القناة التنفسية السفلى ١٩٥
(٤, ٤, ٣) تبادل الآثار (تفاعلات) بين أعضاء ميكروبيوتا الجهاز التنفسى ١٩٦
(٤, ٥) نظرة عامة على ميكروبيوتا القناة التنفسية ١٩٩
المراجع..... ٢٠١

الفصل الخامس: الميكروبيوتا المستوطنة للجهاز البولي للإناث..... ٢٠٥
(٥, ١) تشريح و فسيولوجيا الجهاز البولي للإناث ٢٠٦
(٥, ٢) الدفاعات المضادة للميكروبات في الجهاز البولي الأنثوي ٢٠٦
(٥, ٣) المحددات البيئية في الإحليل الأنثوي ٢٠٩
(٥, ٤) الميكروبيوتا المستوطنة للإحليل الأنثوي ٢٠٩
(٥, ٤, ١) أعضاء ميكروبيوتا الإحليل ٢١٠
(٥, ٤, ٢) تركيب المجتمع الميكروبي في الإحليل الأنثوي ٢١١
(٥, ٥) نظرة عامة على ميكروبيوتا الجهاز البولي للإناث ٢١٦
المراجع ٢١٩

الفصل السادس: الميكروبيوتا المستوطنة للجهاز التناسلي للإناث..... ٢٢١
(٦, ١) تشريح و فسيولوجيا الجهاز التناسلي الأنثوي ٢٢١
(٦, ٢) الأنظمة الدفاعية المضادة للميكروبات للجهاز التناسلي الأنثوي ٢٢٥
(٦, ٢, ١) الأنظمة الدفاعية الطبيعية ٢٢٥
(٦, ٢, ٢) أنظمة الدفاع المناعية المكتسبة ٢٢٦
(٦, ٣) المحددات البيئية في المواقع المختلفة للجهاز التناسلي ٢٢٧
(٦, ٣, ١) المهبل ٢٢٨
(٦, ٣, ٢) عنق الرحم ٢٣٠
(٦, ٣, ٣) الفرج ٢٣٢
(٦, ٣, ٤) مساهة الميكروبيوتا المستوطنة في إمداد المغذيات في الجهاز التناسلي ٢٣٣
(٦, ٤) الميكروبيوتا المستوطنة للجهاز التناسلي الأنثوي ٢٣٣

(٦,٤,١) أعضاء الميكروبيوتا ٢٣٣
(٦,٤,١,١) لاكتوباسلس *Lactobacillus* spp ٢٣٦
(٦,٤,١,٢) جاردنيريلا فاجينياليس *Gardnerella Vaginalis* ٢٤٠
(٦,٤,١,٣) كانديدا ألبيكانز *Candida albicans* ٢٤٢
(٦,٤,١,٤) ستريبتوكوكس أجلاكتيا *Streptococcus agalactiae* ٢٤٣
(٦,٤,١,٥) ميكوبلازما هومينيس *Mycoplasma hominis* ٢٤٤
(٦,٤,١,٦) يوريابلازما يوريالايتكم *Ureaplasma urealyticum* ٢٤٤
(٦,٤,١,٧) أتوبوبيوم فاجيني *Atopobium Vaginae* ٢٤٥
(٦,٤,١,٨) موبيلونكس *Mobiluncus* spp ٢٤٥
(٦,٤,٢) تركيب المجتمع الميكروبي في المواقع المختلفة في الجهاز التناسلي الأنثوي ٢٤٥
(٦,٤,٢,١) المهبل ٢٤٦
(٦,٤,٢,١,١) الإناث ما بعد بدء نزول الحيض/ قبل انقطاع الطمث ٢٤٦
(٦,٤,٢,١,٢) البنات قبل البلوغ (قبل بدء نزول الحيض) ٢٥٤
(٦,٤,٢,١,٣) النساء بعد انقطاع الطمث (سن اليأس) ٢٥٤
(٦,٤,٢,١,٤) الميكروبيوتا المهبلية أثناء الحمل ٢٥٥
(٦,٤,٢,٢) عنق الرحم ٢٥٦
(٦,٤,٢,٢,١) ١ إناث ما بعد البلوغ/ ما قبل انقطاع الطمث ٢٥٦
(٦,٤,٢,٢,٢) ميكروبيوتا عنق الرحم أثناء الحمل ٢٥٩
(٦,٤,٢,٣) الفرج ٢٥٩
(٦,٤,٣) تبادل الآثار (تفاعلات) فيما بين الكائنات الحية التي تستعمر الجهاز التناسلي الأنثوي ٢٦٣
(٦,٥) نظرة عامة على ميكروبيوتا الجهاز التناسلي الأنثوي ٢٦٤
المراجع ٢٦٥

الفصل السابع: الميكروبيوتا المستوطنة للجهازين البولي والتناسلي للذكور ٢٦٩
(٧,١) تشريح وفسيولوجيا ٢٦٩
(٧,٢) الدفاعات المضادة للميكروبات في الجهازين البولي والتناسلي الذكري ٢٦٩
(٧,٣) المحددات البيئية في الجهازين البولي والتناسلي الذكري ٢٧٢
(٧,٤) الميكروبيوتا المستوطنة للجهازين البولي والتناسلي الذكري ٢٧٤

(٧,٤,١) أعضاء الميكروبيوتا ٢٧٤
(٧,٤,٢) ميكروبيوتا الإحليل الذكري ٢٧٥
(٧,٤,٣) ميكروبيوتا حشفة القضيب..... ٢٨٢
(٧,٤,٤) ميكروبيوتا البروستاتا ٢٨٣
(٧,٥) نظرة عامة على ميكروبيوتا الجهازين البولي و التناسلي الذكري ٢٨٤
المراجع ٢٨٤

الفصل الثامن: الميكروبيوتا المستوطنة للتجويف الفمي..... ٢٨٧
(٨,١) تشريح وفسيولوجيا التجويف الفمي ٢٨٧
(٨,٢) أنظمة الدفاع المضادة للميكروبات في التجويف الفمي ٢٩١
(٨,٣) المحددات البيئية في مختلف المواقع في التجويف الفموي ٢٩٣
(٨,٣,١) المحددات الميكانيكية ٢٩٣
(٨,٣,٢) المحددات الغذائية ٢٩٣
(٨,٣,٣) المحددات الكيموفزيائية ٢٩٨
(٨,٤) الميكروبات المستوطنة للتجويف الفموي ٣٠٠
(٨,٤,١) أعضاء الميكروبيوتا الفموية ٣٠٢
(٨,٤,١,١) المكورات السبحية الفموية والمكروات موجبة الجرام ذات الصلة ٣٠٢
(٨,٤,١,٢) جيميلا *Gemella* spp..... ٣٠٤
(٨,٤,١,٣) أكتينوميسيس *Actinomyces* spp. ٣٠٤
(٨,٤,١,٤) روثيا دينتوكاريوسا *Rothia dentocariosa*..... ٣٠٦
(٨,٤,١,٥) فيلونيلا *Veillonella* spp..... ٣٠٦
(٨,٤,١,٦) العصويات سالبة الجرام اللاهوائية والمحبة لتركيزات منخفضة للأوكسجين ٣٠٧
(٨,٤,١,٦,١) فيوزوبكتيريوم *Fusobacterium* spp..... ٣٠٧
(٨,٤,١,٦,٢) بورفيروموناس *Porphyromonas* spp..... ٣٠٨
(٨,٤,١,٦,٣) بريفوتيلا *Prevotela* spp..... ٣١٠
(٨,٤,١,٦,٤) مجموعة بكتريا السبيروكيتات *Spirochaetes*..... ٣١٠
(٨,٤,١,٦,٥) أنواع بكتيرية لاهوائية أخرى ٣١١
(٨,٤,١,٧) عصويات سالبة الجرام لاهوائية اختيارية ٣١٢

(٨,٤,١,٨) ميكوبلازما *Mycoplams* spp ٣١٣
(٨,٤,١,٩) ميجاسفيرا *Megasphaera* spp ٣١٣
(٨,٤,٢) تركيب المجتمع الميكروبي في مواقع مختلفة ٣١٣
(٨,٤,٢,١) بلاك أسطح ما فوق اللثة ٣١٣
(٨,٤,٢,٢) أخدود اللثة ٣٢٩
(٨,٤,٢,٣) اللسان ٣٣١
(٨,٤,٢,٤) أسطح أخرى من الأغشية المخاطية ٣٣٥
(٨,٥) نظرة عامة على الميكروبيوتا الفموية ٣٤١
المراجع ٣٤٣

الفصل التاسع: الميكروبيوتا المستوطنة للقناة المعدية المعوية ٣٤٥
(٩,١) تشريح وفسيولوجيا القناة المعدية المعوية ٣٤٥
(٩,٢) أنظمة الدفاع المقاومة للميكروبات في القناة المعدية المعوية ٣٥٢
(٩,٢,١) أنظمة الدفاع المناعية الطبيعية ٣٥٢
(٩,٢,٢) نظام الدفاع المناعي المكتسب ٣٥٦
(٩,٣) المحددات البيئية في المناطق المختلفة للقناة المعدية المعوية ٣٥٨
(٩,٣,١) المريء ٣٥٩
(٩,٣,٢) المعدة ٣٦٠
(٩,٣,٣) الأمعاء الدقيقة ٣٦١
(٩,٣,٤) الأمعاء الغليظة ٣٦١
(٩,٤) الميكروبيوتا المستوطنة للقناة المعدية المعوية ٣٦٥
(٩,٤,١) أعضاء الميكروبيوتا المعوية ٣٦٦
(٩,٤,١,١) باكتيرويديس *Bacteroides* ٣٦٧
(٩,٤,١,٢) إيوبكتيريوم *Eubacterium* ٣٦٩
(٩,٤,١,٣) روزبوريا *Roseburia* ٣٧٠
(٩,٤,١,٤) كلوستريديوم *Clostridium* ٣٧٠
(٩,٤,١,٥) بيفيدوبكتيريوم *Bifidobacterium* ٣٧١
(٩,٤,١,٦) إنتيروكوكس *Enterococcus* ٣٧٣
(٩,٤,١,٧) هيليكوبكتربيلوري *Helicobacter pylori* ٣٧٥

(٩,٤,١,٨) عائلة الإنتيروبكتريسي *Enterobacteriaceae*..... ٣٧٥
(٩,٤,١,٩) ريومينوكوكس *Ruminococcus*..... ٣٧٦
(٩,٤,١,١٠) الكائنات الحية المنتجة لغاز الميثان ٣٧٦
(٩,٤,١,١١) ديسالفوفيبريو *Desulfovibrio*..... ٣٧٧
(٩,٤,١,١٢) أسيدامينوكوكس *Acidaminococcus*..... ٣٧٧
(٩,٤,١,١٣) فيكاليبكتريوم براوسنيتسيي *Faecalibacterium prausnitzii*. ٣٧٧
(٩,٤,٢) تركيب المجتمع الميكروبي في مناطق مختلفة من القناة المعوية ٣٧٧
(٩,٤,٢,١) المريء ٣٧٨
(٩,٤,٢,٢) المعدة ٣٨٠
(٩,٤,٢,٣) الأمعاء الدقيقة ٣٨٥
(٩,٤,٢,٣,١) الإثنى عشر ٣٨٧
(٩,٤,٢,٣,٢) المعي الصائم ٣٨٨
(٩,٤,٢,٣,٣) اللفائفي ٣٩٢
(٩,٤,٢,٤) الأمعاء الغليظة ٣٩٦
(٩,٤,٢,٤,١) الأعور ٣٩٨
(٩,٤,٢,٤,٢) القولون ٤٠٢
(٩,٤,٢,٤,٣) الشرج ٤١٣
(٩,٤,٣) التفاعلات (تبادل الأثر) الميكروبية في القناة المعدية المعوية ٤١٤
(٩,٥) نظرة عامة للميكروبيوتا المستوطنة للقناة المعدية المعوية ٤١٨
المراجع ٤٢٠

الفصل العاشر: المستقبل ٤٢٧
المراجع ٤٣١
قائمة الاختصارات ٤٣٣
ثبت المصطلحات ٤٣٥
أولاً: عربي-إنجليزي ٤٣٥
ثانياً: إنجليزي- عربي ٤٥٢
كشاف الموضوعات ٤٦٩