بسم الله الرحمن الرحيم

علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي

تحرير

David O. Carter, Jeffery K. Tomberlin,
M. Eric Benbow and Jessica L. Metcalf

ترجمة

أ. د. نايف بن سلطان الحربي
الأستاذ بقسم النبات والأَحيَاء الدقيقة
كلية العلوم – جامعة الملك سعود

د. جمال محمد علي خالد
الأستاذ المشارك بقسم النبات والأَحيَاء الدقيقة
كلية العلوم – جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤٣هـ (٢٠٢١م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كارتر، ديفيد أو.

علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي./ ديفيد أو. كارتر؛ نايف بن سلطان الحربي؛ جمال محمد علي خالد - الرياض، ١٤٤٢هـ.

٦١١ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٣ - ٩٨٥ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الأحياء الدقيقة ٢- علم الأحياء أ. الحربي، نايف بن سلطان (مترجم) ب. خالد، جمال محمد علي (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٥٧٦ ١٤٤٢/١٠٨٤٥

رقم الإيداع: ١٤٤٢/١٠٨٤٥

ردمك: ٣ - ٩٨٥ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

FORENSIC MICROBIOLOGY
By: David O. Carter, Jeffery K. Tomberlin, M. Eric Benbow and Jessica L. Metcalf (Editors)
© John Wiley & Sons Ltd., 2017.
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السادس عشر للعام الدراسي ١٤٤٢هـ، المعقود بتاريخ ١٦/ ٨/ ١٤٤٢هـ، الموافق ٢٩/ ٣/ ٢٠٢١م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجمَين

لـم يـدر بخلـد "الرازي" و"الزُهري" و"ابن سيناء" و"باستور" و"كوخ " و"هوك" وهـم يضعون اللبنات الأُولى فـي علم الأَحيَاء الدقيقة، أن هذا العلم سيتفرع حتى يشـارك فـي كـل مناحي الحيـاة بحيها وميتها ونباتها وحيوانها وكبيرهـا وصغيرهـا وبـرها وفضائها وبحرهـا. قَالَ تَعَالَىٰ: ﴿ فَلَآ أُقۡسِمُ بِمَا تُبۡصِرُونَ ٣٨ وَمَا لَا تُبۡصِرُونَ ٣٩ ﴾ (سورة الحاقة: ٣٨ - ٣٩)، فما تراه العين يوفر القدر الكاف من المعرفة الدالة علـى قدرة الله وقوته، وأما ما لا تراه العين فهـو معجزة كبرى أقسم بها الله تعالى، معجزة تتجلى فيها قـدرة الله ووحدانيته وعظمته.

عندما قرر ابن آدم الأول قتل أخيه ودفنه، تفاعلت الأَحيَاء الدقيقة مع الجُثَّة تحت التراب، وظل ذلك التفاعل خَفِيًّا لا يعلمه بشر، ومع بزوغ فجر العلم، برهن العلماء أن الكائنات الحية التي لا تراها العيون المجردة قادرة علـى أن تُرشدنا إلـى أداة القتل وطريقة القتل وموقع القتل وزمن القتل وحتى القاتل نفسه. ورغم أن الجانب المشرق للأَحيَاء الدقيقة يُخفي خلفه وجهًا مظلمًا لما تسببه من أمراض وما قد تنتجه من أَضرار إلا أن فوائد تلك الكائنات الحية أكثر من أن يحصيها كتاب أو يلم بها متخصص. لقد أصبحت العلوم عديدة التخصصات مجالات رائدة تتصدر مراحل التقدم والتطور في كل مناحي الحياة. ويُعد علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي أحد أبرز تلك العلوم التي تتعاضد فيه العديد من التخصصات، والذي يتطلب مزيدًا من التكاتف والتشارك بين التخصصات العلمية المختلفة ليصل إلـى الـحـد الذي يمكن الوثوق به كوسيلة علمية مـحكمة معتمدة تتحقق من خلالها وبها العدالة.

يعلم المترجمان جيدًا أهمية علم الأَحيَاء الدقيقة، وهما في متعة بالغة في حديقة هذا العلم وجدا لزامًا عليهما رفد القارئ العربي بترجمة كتاب علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي، ذلك الكتاب العلمي الرصين الذي حرره وشارك في تأليفه نخبة من العلماء البارزين في العالم. ولقد وجد المترجمان ضالتهما في ذلك الكتاب، وأنهما على يقين أنه سيغدو إضافة نافعة، وأن القارئ العربي المتخصص في علم الأَحيَاء الدقيقة والعلوم الجنائية سيجد فيه مبتغاه. وفي الختام، نؤكد أننا قد بذلنا قُصار جهدنا ويحدونا الأمل أن نكون قد وفقنا في الاختيار وفي النقل إلى لغة الضاد، ونسأل الله تعالى التوفيق والسداد.

المترجمان

إهداء وشكر المحررين

يُهدى هذا العمل لجميع المانحين (البشر وغير البشر) الذي بفضلهم أُنجز جزء كبير من هذا البحث. ولا ننساك أنت ومساهمتك الخالدة في هذا العلم.

يود ديفيد أو. كارتر أن يشكر زوجته شارلوت على دعمها وتشجيعها الذي ليس له حدود.

يود جيفري كي. تومبرلين أن يشكر عائلته (لورا، سيليست، وجونا) على تحملهم لليالي المتأخرة مع جهاز الكمبيوتر، والرسائل النصية المستمرة حول العمل، والسماح له بكل بساطة أن يستمتع بسعيه وراء المعرفة. ويود أن يتقدم بالشكر الخاص لـ طوني إل. كريين على تحليها بالصبر أثناء استكشافه لعالم علم الأَحيَاء الدقيقة تحت إشرافها وجلوسه المستمر على أسطح عملها المعقمة. لقد فتحت عينيه حقًّا على عالم البكتيريا الرائع وأهميته في الطبيعة. أنتِ صديقة وزميلة رائعة.

يود إم. إريك بِينبو أن يشكر ميليسا وأرييل وعليا على دعمهم وتشجيعهم الكبير وتفهمهم لسفره المتواصل وشغفه الذي أوصله إلى هذا المشروع. كما يود أن يشكر جين بيتشال على اهتمامها الشديد بمراجعة العديد من فصول هذا الكتاب و"الحفاظ على سفينة" الكتابة والإِنتاجية حين كانت تستكشف سُبلًا جديدة من العلوم المتعلقة بالعديد من موضوعات هذا الكتاب.

تود جيسيكا إل. ميتكالف أن تشكر زملاءها المتعاونين من أخصّائيّي العلوم الجنائية من مؤلفين ومساعدي محررين لتميزهم وصبرهم. وتود أن تشكر روب نايت على دعمه لها في البحث عن الأساليب الميكروبية في العلوم الجنائية. كما تود أن تشكر عائلتها على دعمها ومساعدتها أثناء مسيرتها العلمية.

نبذة عن المحررين
ABOUT THE EDITORS

الدكتور ديفيد أو. كارتر

David O. Carter

مدير وأستاذ مشارك في العلوم الجنائية بجامعة شامينـاد في هونولولو. ويعمل باحثًا رئيسيًا في مختبر علم الحفريات الجنائي، وهو مهتم بشكل أساسي بتحلل الرفات البَشَرِيَّ، خاصة في البيئات الاستوائية. وتتركز المشاريع البحثية الحالية له في دراسة بنية ووظيفة المجتمعات الميكروبية قبل الموت وبعده، مستخدمًا الميكروبات المتعايشة كدليل مكاني وزماني. وتتركز اهتماماته في فهم العلاقات بين البقايا المتحللة والمجتمعات الميكروبية والبيئة. ويتمثل الهدف النهائي للدكتور كارتر في توفير علوم وتقنيات عالية الجودة في متناول أيادي أوائل المتدخِّلين والمحققين.

يُعرف عن الدكتور كارتر أنه عضو نشط في مجتمع العلوم الجنائية ولديه اهتمام كبير بالتعليم الجامعي، وهو زميل في قسم علم الأمراض وعلم الأَحيَاء في الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية، وقد شغل مؤخرًا منصب رئيس البرنامج في قسم علم الأمراض وعلم الأَحيَاء. ويعمل دكتور كارتر أيضًا في اللجنة الفرعية للتحقيق الطبي الشرعي في الوفيات في منظمة لجان المجال العلمي، التي هي عبارة عن مسعى مشترك بين وزارتي العدل والتجارة في الولايات المتحدة الأمريكية. وقد وظف هذه الخبرة في التعليم الجامعي، حيث يؤدي دورًا نشطًا في تطوير المناهج والتقييم وتقديم المشورة الأكاديميّة وفي مجال التوظيف.

الدكتور جيفري كي. تومبرلين
Jeffery K. Tomberlin

أستاذ مشارك ومساعد مدير برنامج العلوم والتحقيق الجنائي، والباحث الرئيس في مختبر العلوم الجنائية التابع لمرفق علوم الحشرات الإِستِقصائية (forensicentomology.tamu.edu) في قسم الحشرات في جامعة تكساس ايه أند إم. يركز البحث في ذلك المرفق على فحص التفاعلات بين الأنواع التي تتنافس على الموارد العابرة مثل جُثَث الفَقاريّات، والمواد النباتية المتحللة والمخلفات الحيوانية من أجل الوصول إلى أفضل فهم للآليات التي تنظم سلوك المفصليَّات فيما يتعلق بأنماط الوصول والاستعمار والتعاقب. وتتمثل أهداف برنامج الدكتور تومبرلين إلى تحسين الأساليب الحالية التي يستخدمها أخصّائيّو علم الحشرات في التحقيقات الجنائية. ويركز في بحثه أيضًا على إدارة النفايات في مزارع الحيوانات، وعلى إِنتاج مصادر بروتينية بديلة لاستخدامها كعلف للماشية والدواجن وتربية الأَحيَاء المائية. ومنذ وصوله إلى الحرم الجامعي في جامعة تكساس إي أند إم في عام ٢٠٠٧م، أكمل تحت أشرافه ثمانية طلاب مرحلة الدكتوراه وأربعة عشر طالبًا مرحلة الماجستير.

قدم الدكتور تومبرلين جهدًا كبيرًا في مجتمع العلوم الجنائية، وقد بادر إلى جانب زميل له بعقد أول مؤتمر في علم الحشرات الجنائي في أَمريكا الشمالية، بالإضافة إلى تشكيل جمعية علم الحشرات الجنائي في أَمريكا الشمالية التي شغل فيها منصب أول رئيس. وهو أيضًا زميل في الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية، وقد عمل فيها كرئيس لقسم علم الأمراض وعلم الأَحيَاء. الدكتور تومبرلين هو أيضًا وَاحِدٌ من ثمانية عشر عالمًا من علماء الحشرات الذين تم اعتمادهم من قبل المجلس الأَمريكي لعلم الحشرات الجنائي، وقد شغل في هذا المجلس العديد من المناصب الإدارية والرئاسية.

الدكتور إِم. إِريك بِينبو
M. Eric Benbow

أستاذ مشارك في قسم علم الحشرات وقسم تخصصات الإِعْتِلَاَل العظمي الطبي في جامعة ولاية ميتشيغان. وفي مختبره يركز البحث على تفاعلات المجتمع الميكروبي للافَقاريّات في النظم البيئية المائية ونظم الأمراض وتحلل الجُثَث. تنشط تلك البحوث في استخدام العلوم الأساسية

للكشف عن التطبيقات في مجالات مثل صحة الإنسان وإدارة الموارد الطبيعية والعلوم الجنائية. قام الدكتور بِينبو بالتأليف أو المشاركة في التأليف لأكثر من ١٢٠ بحثًا محكمًا على شكل أوراق علمية وفصول في كتب وأوراق علمية في مؤتمرات، ويتعلق العديد منها ببيئة تحلل الجُثَث وعلم الحشرات الجنائي وعلم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي. وقد عمل في لجنتين من لجان مجلس البحث الوطني المتعلقة بالنظم البيئية المائية، ويتلقى الدعوات بانتظام كمتحدث في الِاجتماعات الأكاديميّة الدولية والوطنية المتعلقة ببيئة التحلل والعلوم الجنائية. ترأس الدكتور بِينبو ورش عمل على المستوى الدولي ناقشت التصميم التجريبي والتحليلات الإحصائية وأهمية المفاهيم البيئية الأساسية الجديدة لتطوير علم بيئة الجُثَث والتطبيقات في العلوم الجنائية. كان الدكتور بِينبو أحد أعضاء اللجنة التنفيذية التي دشنت جمعية علم الحشرات الجنائية لأَمريكا الشمالية، وشغل فيها منصب رئيس تحرير النشرة السنوية، ومدير موقعها (www.nafea.net) لمدة ثماني سنوات. وقد ترأس الجمعية من ٢٠١٢م إلى ٢٠١٣م وعمل بمثابة شاهد خبير، كما حقق في العديد من الحالات التي تضمنت الحشرات كدليل وفي حالات التقاضي بشأن الموارد المائية. وهو مستمر في برنامج البحث التعاوني المعتمد في مجال التفاعلات بين الحشرات والميكروبات، ذلك البرنامج الذي يدعم الطلاب الجامعيين والخريجين وشركاء ما بعد الدكتوراه. يواصل الدكتور بِينبو توجيه والمشاركة في توجيه الطلاب وشركاء ما بعد الدكتوراه أثناء البحث والتعليم. ويرى أن مستقبل العلوم الجنائية من الناحية البيئة والتطورية والتطبيقية في الأساس في أيدي الطلاب والعلماء الأوائل في جميع أنحاء العالم.

الدكتورة جيسيكا إل. ميتكالف

Jessica L. Metcalf

أستاذة مساعدة في قسم علوم الحيوان بجامعة ولاية كولورادو. تستخدم الدكتورة ميتكالف في أبحاثها تقنيات التسلسل عالي الإِنتاجية والمعلوماتية الحيوية في إطار بيئي وتطوري لفهم التغيرات في الميكروبات المتعايشة مع الإنسان أثناء الحياة وبعد الموت. تمتد مشاريعها البحثية في مجال الميكروبات المتعايشة لتشمل مجالات العلوم الجنائية والطب والزراعة وعلم بيئة الفَقاريّات. وتركز في أبحاثها بشكل رئيسي على تطوير الساعة الميكروبية التي تُستخدم في تقدير وقت الوفاة. تسعى الدكتورة ميتكالف جاهدةً لتوفير أسس علم الأَحيَاء الدقيقة التي يمكن تطويرها لتصبح أدوات مطبقة في نُظم العدالة. تتمتع الدكتورة ميتكالف بخلفية في علم الأَحيَاء التطوري وعلم

الحمض النووي القديم وعلم البيئة الميكروبي التجريبي وعلم الميكروبات المتعايشة. وقد تدربت على توليد البيانات الجينومية من مجموعة واسعة من أنواع العينات، بما في ذلك البقايا الأحفورية والعينات الأخرى ذات الكتلة الحيوية المنخفضة وتـحليل مجموعات البيانات الجينومية الكبيرة. وتقوم الدكتورة ميتكالف حَالِيًّا ببناء برنامجها الخاص بعلوم الميكروبات المتعايشة كجزء من مجموعة الميكروبات المتعايشة في جامعة ولاية كولورادو.

قائمة المشاركين
LIST OF CONTRIBUTORS

Kate M. Barnes
Department of Natural Sciences
University of Derby
Derby, UK

M. Eric Benbow
Department of Entomology and
Department of Osteopathic Medical Specialties
Michigan State University
East Lansing, MI, USA

Sibyl R. Bucheli
Department of Biological Sciences
Sam Houston State University
Huntsville, TX, USA

Michael Bunce
Trace and Environmental DNA (TrEnD) Laboratory, Department of Environment and Agriculture
Curtin University
Perth, Western Australia, Australia

Zachary M. Burcham
Department of Biological Sciences
Mississippi State University
Starkville, MS, USA

Danielle M. Butzbach
Toxicology Section
Forensic Science SA
Adelaide, South Australia, Australia

David O. Carter
Laboratory of Forensic Taphonomy, Forensic Sciences Unit, Division of Natural Sciences and Mathematics
Chaminade University of Honolulu
Honolulu, HI, USA

Jared W. Castle
School of Chemical and Physical Sciences
Flinders University
Adelaide, South Australia, Australia

Tawni L. Crippen
Southern Plains Agricultural Research Center
Agricultural Research Service
United States Department of Agriculture
College Station, TX, USA

Franklin E. Damann
Central Identification Laboratory—Offutt Air Force Base
Defense POW/MIA Accounting Agency
Bellevue, NE, USA

David R. Foran
Forensic Science Program,
School of Criminal Justice
and
Department of Integrative Biology
Michigan State University
East Lansing, MI, USA

Jack A. Gilbert
Department of Ecology and Evolution and Department of Surgery
University of Chicago
Chicago, IL
and
Institute for Genomics and Systems Biology
Argonne National Laboratory
Lemont, IL
and
Marine Biological Laboratory
Woods Hole, MA, USA

Valery Hedouin
Lille University School of Medicine, CHU Lille
Forensic Taphonomy Unit, UTML, Lille, France

James M. Hopkins
Forensic Science Program,
School of Criminal Justice
Michigan State University
East Lansing, MI, USA
Current address:
St. Jude Children's Research Hospital
Memphis, TN, USA

Embriette R. Hyde
Knight Laboratory, Department of Pediatrics
University of California, San Diego
San Diego, CA, USA

Miranda M.E. Jans
Central Identification Laboratory—Hickam Air Force Base
Defense POW/MIA Accounting Agency
Honolulu, HI, USA

Ellen M. Jesmok
Forensic Science Program,
School of Criminal Justice
Michigan State University
East Lansing, MI, USA
Current address:
Minnesota Bureau of Criminal Apprehension Laboratory
St. Paul, MN, USA

Heather R. Jordan
Department of Biological Sciences
Mississippi State University
Starkville, MS, USA

Emily N. Junkins
Laboratory of Forensic Taphonomy, Forensic Sciences Unit, Division of Natural Sciences and Mathematics
Chaminade University of Honolulu
Honolulu, HI, USA
and
Department of Microbiology and Plant Biology, University of Oklahoma
Norman, OK, USA

K. Paul Kirkbride
School of Chemical and Physical Sciences
Flinders University
Adelaide, South Australia, Australia

Rob Knight
Department of Pediatrics
and
Department of Computer Science and Engineering
University of California, San Diego
San Diego, CA, USA

Whitney A. Kodama
Laboratory of Forensic Taphonomy, Forensic Sciences Unit, Division of Natural Sciences and Mathematics
Chaminade University of Honolulu
Honolulu, HI, USA

Simon Lax
Department of Ecology and Evolution
University of Chicago, Chicago, IL
and
Institute for Genomics and Systems Biology
Argonne National Laboratory
Lemont, IL, USA

Claire E. Lenehan
School of Chemical and Physical Sciences
Flinders University
Adelaide, South Australia, Australia

Aaron M. Lynne
Department of Biological Sciences
Sam Houston State University
Huntsville, TX, USA

Vadim Mesli
Lille University School of Medicine, CHU Lille
Forensic Taphonomy Unit, UTML
Lille, France

Jessica L. Metcalf
Department of Animal Sciences
Colorado State University
Fort Collins, CO, USA

Dáithí C. Murray
Trace and Environmental DNA (TrEnD) Laboratory, Department of Environment and Agriculture
Curtin University
Perth, Western Australia, Australia

Christel Neut
Clinical Bacteriology Laboratory
INSERM U995 LIRIC, University of Lille
Lille, France

Jennifer L. Pechal
Department of Entomology
Michigan State University
East Lansing, MI, USA

Mohammad Raza
Department of Medical Microbiology and Virology
Sheffield Teaching Hospitals NHS Foundation
Trust
Sheffield, UK

Frank Reith
School of Biological Sciences
Sprigg Geobiology Centre
University of Adelaide
and
CSIRO Land and Water
Environmental Contaminant Mitigation and Technologies, PMB2
Adelaide, South Australia, Australia

Elisabeth J. Ridgway
Department of Medical Microbiology and Virology
Sheffield Teaching Hospitals NHS Foundation Trust
Sheffield, UK

Baneshwar Singh
Department of Forensic Science
Virginia Commonwealth University
Richmond, VA, USA

Bala M. Subramanian
Department of Medical Microbiology and Virology
Sheffield Teaching Hospitals NHS Foundation Trust
Sheffield, UK

Jeffery K. Tomberlin
Department of Entomology
Texas A&M University
College Station, TX, USA

Silvana R. Tridico
Forensic Science & Wildlife Matters
Adelaide, South Australia, Australia

G. Stewart Walker
School of Chemical and Physical Sciences
Flinders University
Adelaide, South Australia, Australia

كلمة أولية
FOREWORD

أدت التحسينات التقنية الحديثة إلى تمكين أخصّائيّي العلوم الجنائية من تحليل عينات أصغر وأصغر. ومع ذلك، ففي الغالب يرافق القدرات الجديدة واسعة النطاق تحديات تتمثل في توفير مدلول مناسب لذلك الدليل. وقد يفتح استخدام التحقيقات الجنائية للمعلومات المتحصل عليها من المجتمعات الميكروبية سبلًا جديدةً للإجابة عن أسئلة مهمة حول جهود الكشف عن الجريمة. يقدم هذا الكتاب نظرة على التطبيقات الحالية، والإمكانيات المستقبلية لدور التحليل الميكروبي المساعد في التحقيقات الجنائية.

اعتمدت محاولة دراسة الميكروبات المتعايشة مع الإنسان على مدى العقد الماضي، أو نحو ذلك، على المعلومات المكتسبة من مشروع الجينوم البَشَرِيَّ السابق. وبالمثل، فإن علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي سيعتمد في كثيرٍ من الحالات على الأعمال الجنائية السابقة التي يُفحص فيها الحمض النووي في الإنسان. بدأ التحليل الجنائي للحمض النووي في الإنسان في عام ١٩٨٤م من خلال العمل الرائد الذي قام به أليك جيفريز Alec Jeffreys في جامعة ليستر في المملكة المتحدة ونشر في العام الآتي في الدورية العلمية "الطبيعة" (Gill *et al*., 1985). ويُعتبر علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي مهيأ لأن يكون له مسارٌ مشابهٌ لفحص الحمض النووي في الإنسان، حيث نُشرت العديد من المجاميع البحثية عملها في العديد من الدوريات العلمية عالية التأثير. وسننتظر لنرى ما إذا كانت التطورات الحديثة في علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي ستُؤثر في العلوم الجنائية مثل التأثير الذي أحدثه فحص الحمض النووي في الإنسان، ورغم ذلك فإنها قد تؤدي إلى تأثيرات ثورية في بعض الحالات بنفس القدر الذي حدث مع

الحمض النووي في الإنسان (Fierer *et al*., 2010). ويُعد الإِرهاب الأَحيَائي وعلم الأمراض الجنائي مجالين مهمين يلعب فيهما التحليل الميكروبي دورًا مُهِمًّا، ومع ذلك فقد بدأت تلك التطبيقات تتسع لأننا ندرك الآن الأهمية الزمنية والمكانية للكائنات الحية الدقيقة.

ربما في قادم الأيام، يصبح تقييم البيئة الميكروبية حول مسرح الجريمة والأشخاص المعنيين سريعًا بما يمكن من الإجابة عن أسئلة اِستِقصائية مهمة. قد توفر تقنية التسلسل المتوازي (تقنية التسلسل الحديثة) تسلسلات للحمض النووي للميكروبات والإنسان بأعداد كبيرة جِدًّا لم يسبق لها مثيل من قبل.

يُعد هذا الكتاب جزءًا من جهد كبير تقوم به الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية وويلي Wiley لإبراز قضايا وقدرات العلوم الجنائية. ومن المأمول أن ينال المنتج المستكمل رضى المؤلفين وقرائهم المستقبليين.

جون م. بتلر John M. Butler، دكتوراه
زميل المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا
ومساعد خاص لمدير علوم الطب الشرعي
المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا
غايثرسبيرغ، دكتوراه في الطب، الولايات المتحدة الأمريكية

المراجع

References

Fierer, N., Lauber, C.L., Zhou, N. *et al.* (2010) Forensic identification using skin bacterial communities. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, **107**, 6477–6481.

Gill, P., Jeffreys, A.J. and Werrett, D.J. (1985) Forensic application of DNA “fingerprints”. Nature, **318**, 577–579.

مقدمة السلسلة
SERIES PREFACE

تمثل علوم الطب الشرعي مجالات متنوعة وديناميكية تسعى إلى الاستفادة من أفضل التقنيات المتاحة لمعالجة القضايا القانونية. ويستمر التطور في العلوم الجنائية بدعم من التقدم التكنولوجي والبحثي والمنهجي، بالإضافة إلى تطبيقات الحالات الجديدة. ويسعى علماء العلوم الجنائية لتحسين تحليلاتهم وتفسيراتهم للأدِلة والبقاء على اتِّصَال دائم بأحدث التطورات. ونتج عن التعاون بين الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية ودار ويلي للنشر إصدار هذه السلسلة من الكتب المتخصصة التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بأنشطة وأهداف الأكاديميّة. ويعتبر هذا الكتاب من السلسلة انعكاسًا لأهداف الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية لتشجيع المنح الدراسية والنشر النوعي في العلوم الجنائية. وتقوم لجنة مكونة من الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية ودار ويلي للنشر بمراجعة المقترحات التي تقدم للنشر.

تأسست الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية في عام ١٩٤٨م وهي منظمة مهنية متعددة التخصصات تعمل على توفير القيادة لتطور العلوم وتطبيقها على النظم القانونية. وتتألف من ١١ قسمًا تشمل علم الإجرام والعلوم الرقمية والوسائط المتعددة والعلوم الهندسية والعلوم العامة، وعلم الأمراض وعلم الأَحيَاء والوثائق المشكوك فيها والفقه وعلم الأجناس البَشَرِيَّة وعلم السُموم وعلم الأسنان والطب النفسي والعلوم السلوكية. وتضم المنظمة أكثر من هناك أكثر من ٧٠٠٠ عضو ينحدرون من جميع الولايات الأمريكية الخمسين والعديد من الدول الأخرى. وتدل هذه السلسلة

على الاهتمام العالمي لأعضاء الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية بالبحوث الجديدة والـمنح والنشر في العلوم الجنائية.

دوجلاس إتش يوبيلايكر Douglas H. Ubelaker

كبير العلماء

مؤسسة سميثسونيان

واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية

محرر المسلسل

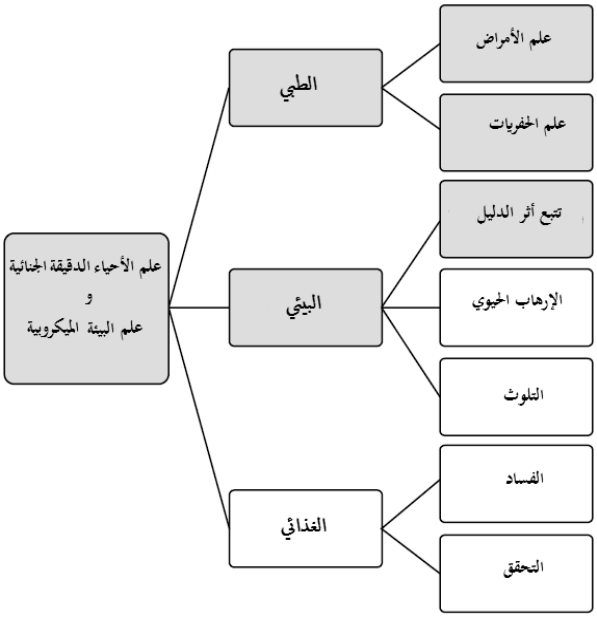
تمهيد
PREFACE

عُرف استخدام الكائنات الحية الدقيقة بصفته دليلاً ماديًّا في التحقيقات "الجنائية" منذ فترة من الزمن. وقد استخدمت تلك الكائنات الحية لإعادة بناء أحداث متنوعة مثل سبب الوفاة وفساد الغذاء والإرهاب الحيوي. وتمثل تلك التطبيقات المتنوعة ما نعرفه نحن بعلم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي الحديث. في نهاية المطاف، فإن هذا المتن سيكون بمثابة مصدر للمهتمين بالعلاقة بين علم الأَحيَاء الدقيقة والعلوم الجنائية، وخاصة التحقيقات الجنائية وتحقيقات الطب الشرعي في الوفيات.

لقد كانت نهجنا في هذا الكتاب يعتمد على مبدأ أن علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي مستمد في المقام الأول من ثلاث تخصصات أساسية: علم الأَحيَاء الدقيقة الطبية وعلم الأَحيَاء الدقيقة البيئي وعلم الأَحيَاء الدقيقة الغذائي (الشكل ت. ١). وقد أُستلهم الكتاب الحالي من ورشة عمل قدمت في مؤتمر الأكاديميّة الأمريكية للعلوم الجنائية في ٢٠١٤م، سياتل، واشنطن، ومن ورشة العمل انبثقت موضوعات هذا الكتاب.

وقد تضمنت المواضيع التي استعرضت في المقام الأول تطبيقات علم الأَحيَاء الدقيقة الناشئة حديثًا والتي تستخدم في التحقيقات الجنائية وتحقيقات الطب الشرعي في الوفيات. ولإنجاز ذلك العمل، فإن المحتويات تركز على توصيف وتفسير المجتمعات الميكروبية من خلال تقنيات الزراعة والتسلسل الجيني. وقد كان هدفنا هو وضع علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي في السياق الحديث لتسلسل الميكروبات المتعايشة والتقنيات التحليلية المتطورة، بخلاف تلك التي ركزت على الميكروبات الجنائية بصورة تقليدية التي شملت الإرهاب الحيوي وعلم الأمراض (Caplan and Koontz, 2001; Budowle *et al.*, 2011; Ray and Bhunia, 2013). أدت التطورات الحديثة في تقنيات التسلسل والاكتشافات

المرافقة لذلك إلى أن يقوم العلماء بفحص المجتمعات الميكروبية بدقة غير مسبوقة وفي سياقات متعددة التخصصات. وسوف يسلط الكتاب الحالي الضوء على ما يمكن أن ينتج عن تلك التقنيات من تطبيقات حديثة.



شكل (ت.١). يعُد علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي وعلم البيئة الميكروبية مجالاً واسعًا يساهم في التحقيقات التي تمتد من علم الأمراض والإرهاب الحيوي إلى جودة الغذاء والبيئة. وسيركز هذا الكتاب على المجالات المنبثقة حديثًا في علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي المتعلقة بعلم الأَحيَاء الدقيقة بعد الوفاة وتتبع أدِلة الأثر (المشار إليها باللون الرمادي). وسيعمل هذا الكتاب أيضًا على توجيه القراء إلى النصوص الراسخة حول الجوانب الأخرى في علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي، وخاصة الإِرهاب الحيوي وعلم الأَحيَاء الدقيقة الغذائي.

فبراير ٢٠١٧م

ديفيد أو. كارتر David O. Carter

جيفري كي. تومبرلين Jeffery K. Tomberlin

إم. إِريك بِينبو M. Eric Benbow

جيسيكا إل. ميتكالف Jessica L. Metcalf

المراجع

References

Budowle, B., Schutzer, S.E., Breeze, R.G. *et al.* (eds) (2011) Microbial Forensics, 2nd edn, Academic Press, Burlington.

Caplan, M.J. and Koontz, F.P. (2001) Cumitech 35 Postmortem Microbiology, American Society for Microbiology Press, Washington, DC.

Ray, B. and Bhunia, A. (2013) Fundamental Food Microbiology, 5th edn, CRC Press, Boca Raton.

المحتويات
CONTENTS

مقدمة المترجمين ..... هـ
إهداء وشكر المحررين ..... ز
نبذة عن المحررين ..... ط
قائمة المشاركين ..... م
كلمة أولية ..... ف
مقدمة السلسلة ..... ق
تمهيد ..... ش

الفصل الأول: توطئة في علم الأَحيَاء الدقيقة ١
(١ , ١) مقدمة ١
(١ , ٢) الخصائص الميكروبية ٣
(١ , ٢ , ١) التصنيف الميكروبي والوظيفة ٣
(١ , ٢ , ٢) نشاط الإنزيم ٩
(١ , ٣) الكائنات الحية الدقيقة وبيئاتها ١٠
(١ , ٣ , ١) الأُكْسِجِين والرطوبة ١١
(١ , ٣ , ٢) درجة الحرارة ١٣
(١ , ٤) المنافسة على الموارد ١٥

(١,٥) بيئة بعض البكتيريا ذات الصلة الجنائية ١٧
(١,٥,١) الأكتينوبكتيريا ١٧
(١,١,٥,١) البكتيريا الوَتَدِيَّة ١٧
(١,٢,٥,١) بكتيريا حمض البروبيونيك ١٩
(١,٣,٥,١) البكتيريا الخَيْطِيَّة (الشُعاعيّة) ١٩
(٢,٥,١) فيرميكيوتس (سميكة الجدار) ٢٠
(١,٢,٥,١) الفيرميكيوتس المكونة للأبواغ ٢٠
(٢,٢,٥,١) فيرميكيوتس حمض اللاكتيك ٢٢
(٣,٢,٥,١) فيرميكيوتس غير المكونة للجراثيم الداخلية وغير المنتجة لحمض اللاكتيك ٢٣
(٣,٥,١) البروتيوبكتيريا (البكتيريا عديدة الأشكال) ٢٣
(١,٣,٥,١) البروتيوبكتيريا المَعَوِيَّة ٢٤
(٢,٣,٥,١) السودوموناس والسودومونادس ٢٧
(٣,٣,٥,١) بروتيوبكتيريا النترتة ٢٧
(٤,٣,٥,١) البروتيوبكتيريا ميثيلية التغذية وميثانية التغذية ٢٨
(٥,٣,٥,١) البروتيوبكتيريا المؤكسدة للكبريت والحديد ٢٨
(٦,٣,٥,١) البروتيوبكتيريا المختزلة للكبريتات والكبريت ٢٩
(٦,١) البكتيريا القديمة والميكروبات حقيقية النوى ٢٩
(٧,١) الإستنتاجات ٣٠
شكر وتقدير ٣١
المراجع ٣١

الفصل الثاني: التاريخ والحاضر والمستقبل لاستخدام الكائنات الحية الدقيقة كدليل مادي ٣٥
(١,٢) مقدمة ٣٥
(٢,٢) طرق التعريف ٣٦
(١,٢,٢) علم الأَحيَاء الدقيقة التقليدي ٣٦
(٢,٢,٢) علم الجينوم وزمر (تنميط) السلالة ٣٨

(٢,٣) تقدير الفاصل الزمني بعد الوفاة ٤٣
(١,٣,٢) التعاقب الميكروبي ٤٥
(١,١,٣,٢) المجتمعات الميكروبية في التربة ٤٥
(٢,١,٣,٢) المجتمعات الميكروبية في الثدييات ٤٧
(٣,١,٣,٢) دراسات المجتمعات الميكروبية في الإنسان ٥٠
(٤,٢) سبب الوفاة ٥٢
(١,٤,٢) الأسباب الطبيعية ٥٢
(١,١,٤,٢) المرض ٥٢
(٢,١,٤,٢) الغرق ٥٣
(٢,٤,٢) الجرائم البيولوجية ٥٤
(١,٢,٤,٢) الجرائم البيولوجية على البشر ٥٥
(٢,٢,٤,٢) الحالات الزراعية ٥٦
(٥,٢) دليل الأثر (تتبع الدليل) ٥٧
(١,٥,٢) البشر ٥٧
(٢,٥,٢) الحيوانات والغذاء ٥٩
(١,٢,٥,٢) الإرهاب الزراعي ٥٩
(٢,٢,٥,٢) حالات سوء معاملة الحيوانات ٦٠
(٦,٢) جوانب الطب الشرعي الأخرى ٦١
(١,٦,٢) الاِعْتِدَاء الجنسي ٦١
(٢,٦,٢) سوء الممارسة الطبية ٦٢
(٣,٦,٢) عدوى المستشفيات ومقاومة المضادات الحيوية ٦٢
(٤,٦,٢) سلامة الأغذية والتلوث البيئي ٦٣
(١,٤,٦,٢) التلوث البيئي ٦٣
(٢,٤,٦,٢) مُمْرِضات النبات ٦٧
(٣,٤,٦,٢) الأمراض المنقولة عن طريق الأغذية ٦٧
(٧,٢) الاحتياجات التي يجب الوفاء بها لاستخدامها في سلسلة حفظ الأدِلة ٦٨

(٢,٨) الخلاصة ٧٠
شكر وتقدير ٧١
المراجع ٧١

الفصل الثالث: منهجيات واعتبارات بحوث التحلل في علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي ٧٧
(١,٣) مقدمة ٧٧
(٢,٣) تحديات بحث رفات الإنسان ٧٩
(٣,٣) بحوث رفات الإنسان خلال تحقيقات الوفاة ٨٠
(٤,٣) بدائل البشر في البحوث ٨٢
(٥,٣) اعتبارات الدراسات الميدانية ٨٤
(٦,٣) البحوث الوصفية والمبنية على الفرضية ٨٦
(٧,٣) تصميم التجربة ٩٠
(٨,٣) دراسات التحقق (التثبت) ٩٥
شكر وتقدير ٩٧
المراجع ٩٧

الفصل الرابع: طرق أخذ العينات وإِنشاء البيانات ٩٩
(١,٤) مقدمة ٩٩
(٢,٤) المواد ١٠٠
(١,٢,٤) اعتبارات في الجوانب المالية ١٠٠
(٢,٢,٤) الأماكن الأرضية ١٠٢
(١,٢,٢,٤) الظروف البيئية ١٠٢
(٢,٢,٢,٤) مجاميع الكائنات الحية المترممة ١٠٣
(٣,٢,٤) الأماكن المائية ١٠٧
(٣,٤) تقنيات جمع العينات ١٠٩
(٤,٤) تقنيات الحفظ والتخزين والتعامل مع العينات ١١١

(٤ ,٥) اعتبارات متعلقة بالبيانات ١١٩
(٤ ,٦) الإستنتاجات ١٢٥
شكر وتقدير ١٢٦
المراجع ١٢٧

الفصل الخامس: مقدمة في إنشاء البيانات الميتاجينومية وتحليل وإظهار وتفسير النتائج ١٣١
(١ ,٥) مقدمة ١٣١
(٢ ,٥) إستِخلاَص الحمض النووي (د.ن.أ) ١٣٢
(١ ,٢ ,٥) جمع العينات والتخزين ١٣٤
(٢ ,٢ ,٥) طرق الإستِخلاَص ١٣٤
(٣ ,٥) تسلسل الحمض النووي ١٣٩
(١ ,٣ ,٥) تسلسل الأمبليكون لمؤشر (جين الوحيدات الريبوسومية S١٦ و S١٨ والفاصل الداخلي المستنسخ) المواقع الوراثية ١٣٩
(٢ ,٣ ,٥) تسلسل التوصيف الجمعي والتقدير الكمي المتعدد: للدراسات البعدية للجينات والتعبير الجيني والبروتينات والنواتج الأيضية في العينات البيئية ١٤٢
(٣ ,٣ ,٥) منصة تسلسل التقنية الحديثة ١٤٨
(٤ ,٥) تحليل بيانات الجين المعلم (الموسوم) وإظهارها وتفسيرها ١٥٣
(١ ,٤ ,٥) الطرق المباشرة لتحليل البيانات ١٥٣
(٢ ,٤ ,٥) المعاملات المسبقة لبيانات التسلسل ١٥٤
(٣ ,٤ ,٥) أساليب تجميع السلاسل في عناقيد (تعنقد السلاسل) ١٥٩
(١ ,٣ ,٤ ,٥) التعريف التصنيفي ١٥٩
(٢ ,٣ ,٤ ,٥) التجمع (التعنقد) حسب النشوء والتطور ١٥٩
(٣ ,٣ ,٤ ,٥) التجمع (التعنقد) حسب الوحدات التصنيفية التشغيلية ١٦٠
(٤ ,٤ ,٥) تقديرات التنوع الحيوي الميكروبي ١٦١
(٥ ,٥) تحليل وإظهار وتفسير بيانات التوصيف الجمعي والتقدير الكمي المتعددة ١٦٤
(١ ,٥ ,٥) المعاملات الأولية للتسلسل ١٦٤
(٢ ,٥ ,٥) تجميع التسلسل ١٦٥

(٣, ٥, ٥) التنميط التصنيفي ١٦٦
(٤, ٥, ٥) التَنَبُّؤ بالجين والتنميط الأيضي ١٦٧
(٥, ٦) التحليل الإحصائي ١٦٨
(٥, ٧) التحديات الكبرى والتوجهات المستقبلية ١٦٩
المراجع ١٧٠

الفصل السادس: الزراعة والحفظ الطويل للأَحيَاء الدقيقة في العلوم الجنائية ١٧٩
(١, ٦) مقدمة ١٧٩
(٢, ٦) أهمية زراعة الأَحيَاء الدقيقة ١٨١
(٣, ٦) جمع وتداول العينات ١٨٦
(٤, ٦) البروتوكولات ١٨٨
(١, ٤, ٦) زراعة الأَحيَاء الدقيقة الهوائية ١٨٨
(٢, ٤, ٦) تقنية التعقيم ١٩١
(٣, ٤, ٦) جمع ونقل وزراعة العينات ١٩١
(١, ٣, ٤, ٦) مرحلة العزل على الأطباق ١٩١
(٢, ٣, ٤, ٦) مرحلة تنمية المزارع النقية في البيئة السائلة ١٩٢
(٣, ٣, ٤, ٦) مرحلة التخزين للاستخدام في المستقبل ١٩٢
(٤, ٣, ٤, ٦) إِعادة زراعة الأَحيَاء الدقيقة المخزنة ١٩٣
(٤, ٤, ٦) زارعة الأَحيَاء الدقيقة اللاهوائية ١٩٤
(١, ٤, ٤, ٦) بيئة النمو اللاهوائية ١٩٧
(٢, ٤, ٤, ٦) تقنية التعقيم في الظروف اللاهوائية ١٩٩
(٣, ٤, ٤, ٦) تحضير بيئات النمو ٢٠٠
(٤, ٤, ٤, ٦) مرحلة عزل اللاهوائيات على الأطباق ٢٠٠
(٥, ٤, ٤, ٦) مرحلة زراعة الأَحيَاء الدقيقة اللاهوائية النقية في البيئة السائلة ٢٠١
(٥, ٤, ٦) حفظ المزارع النقية بالتجميد ٢٠١
(٦, ٤, ٦) إِعادة زراعة الأَحيَاء الدقيقة المخزنة ٢٠٢
(٥, ٦) الإِستنتاجات ٢٠٢

شكر وتقدير ٢٠٣
المراجع ٢٠٣

الفصل السابع: علم الأَحيَاء الدقيقة السريري وعلم الفَيروسات في البيئة التشريحية ٢٠٥
(١ ,٧) مقدمة ٢٠٥
(٢ ,٧) نظرة تاريخية في ميكروبيولوجيا التشريح ٢٠٧
(٣ ,٧) ما العينات التي يجب أن تجمع وكيف تجمع؟ ٢٠٩
(١ ,٣ ,٧) الدم ٢١٢
(٢ ,٣ ,٧) السَّائِل الدِّماغِيّ النُّخاعِيّ ٢١٤
(٣ ,٣ ,٧) الأَنسِجَة والقَيَّح والسوائل ٢١٤
(٤ ,٣ ,٧) البول ومحتويات الأمعاء أو البراز ٢١٦
(٤ ,٧) ما الطرق المتاحة لتشخيص العدوى؟ ٢١٦
(٥ ,٧) كيف تضع النتائج في سياقها الصحيح؟ ٢١٩
(١ ,٥ ,٧) المزارع ٢١٩
(١ ,١ ,٥ ,٧) مزارع الدم ٢٢١
(٢ ,١ ,٥ ,٧) السَّائِل الدِّماغِيّ النُّخاعِيّ ٢٢٣
(٣ ,١ ,٥ ,٧) عينات أخرى ٢٢٤
(٢ ,٥ ,٧) الاختبارات المصلية والجزيئية ٢٢٥
(٣ ,٥ ,٧) المؤشرات الكيموحيوية ٢٢٦
(٦ ,٧) ما هي مخاطر اِنتِقال العدوى في غرفة الوفيات؟ ٢٣٠
(٧ ,٧) كيف تساهم ميكروبيولوجيا التشريح في تشخيص حالات محددة؟ ٢٣٣
(١ ,٧ ,٧) الِالتِهاب الرِئَوِيّ (ذات الرئة) ٢٣٣
(٢ ,٧ ,٧) عدوى البكتيريا المُتَفَطِّرة ٢٣٥
(٣ ,٧ ,٧) الإصابات الفطرية ٢٣٨
(٤ ,٧ ,٧) اِلتِهاب شُغاف القلب (التأمور) المُعدِي ٢٤٠
(٥ ,٧ ,٧) عدوى الجِهَاز الهَضْمِيّ (مَعِدِيّ مِعَوِيّ) ٢٤٢

(٦ ,٧ ,٧) اِلتِهاب السَّحايا واِلتِهابات الجِهَاز العصبي المركزي ٢٤٣
(٧ ,٧ ,٧) إِنتان دموي ٢٤٥
(٨ ,٧ ,٧) حديثي الولادة والموت المُفَاجِئ غير المبرر في الطفولة ٢٤٦
(٩ ,٧ ,٧) الأمراض المُعدِية الناشئة وعوامل الإِرهاب البيولوجي ٢٥١
(٨ ,٧) الإِستنتاج ٢٥٦
المراجع ٢٥٧

الفصل الثامن: الإِنتِقال المكاني لبكتيريا الوفيات ٢٦٧
(١ ,٨) مقدمة ٢٦٧
(١ ,١ ,٨) الميكروبات المتعايشة في المَعِدَة في الظروف الصحية ٢٦٨
(١ ,١ ,١ ,٨) الميكروبات المتعايشة في المَعِدَة ٢٧٠
(٢ ,١ ,١ ,٨) الميكروبات المتعايشة في معي الاثني عشر والصَّائِم ٢٧٠
(٣ ,١ ,١ ,٨) الميكروبات المتعايشة في الأمعاء الغليظة ٢٧١
(٤ ,١ ,١ ,٨) الميكروبات المتعايشة في القولون ٢٧١
(٢ ,٨) الإِنتِقال البكتيري في الصحة والمرض ٢٧٢
(١ ,٢ ,٨) الآليات الفسيولوجية المرضية ٢٧٣
(٢ ,٢ ,٨) العوامل المسؤلة عن زيادة الإِنتِقال البكتيري ٢٧٤
(١ ,٢ ,٢ ,٨) تغير الغشاء المخاطي المَعَويَّ ٢٧٤
(٢ ,٢ ,٢ ,٨) تعديل الميكروبات المتعايشة في المَعِدَة ٢٧٥
(٣ ,٢ ,٢ ,٨) خلل الجِهَاز المناعي ٢٧٦
(٣ ,٨) الإِنتِقال البكتيري في الإِنسان ٢٧٦
(١ ,٣ ,٨) الإِنتِقال البكتيري بعد الموت ٢٧٧
(٢ ,٣ ,٨) تعريف النواتج الأيضية البكتيرية حول الجُثَّة ٢٧٧
(٤ ,٨) التغيرات الفسيولوجية بعد الوفاة المؤثر على انتقاء البكتيريا المتكافلة ٢٧٨
(١ ,٤ ,٨) تباين مواد الأساس (الركائز) المتوفرة للتكاثر البكتيري ٢٧٩
(٢ ,٤ ,٨) درجة الحرارة ٢٨٠
(٣ ,٤ ,٨) الظروف اللاهوائية ٢٨٢

(٨,٥) تأثيرات الإنتِقال البكتيري ٢٨٤
(٨,٥,١) الفائدة السريرية ٢٨٤
(٨,٥,٢) تعريف العوامل المُعدِية عند تشريح الجُثَّة ٢٨٤
(٨,٥,٣) تقدير وقت الوفاة..... ٢٨٥
(٨,٥,٤) خطر العدوى الناتجة عن زراعة أعضاء الوفيات ٢٨٦
(٨,٥,٥) تحليل السموم في الوفيات ٢٨٦
(٨,٥,٦) الوقاية من المخاطر البيولوجية عند تشريح الجُثَّة..... ٢٨٧
(٨,٥,٧) التأثيرات البيئية..... ٢٨٨
(٨,٦) الإستنتاج ٢٨٨
المراجع ٢٨٩

الفصل التاسع: التأثيرات الميكروبية على السُّمُوميَّات بعد الوفاة ٢٩٥
(٩,١) مقدمة ٢٩٥
(٩,٢) العوامل الميكروبية التي تصعب تحليل سُمُوميَّات الوفيات ٢٩٦
(٩,٢,١) تحلل الجُثَث وتلوث العينات ٢٩٦
(٩,٢,٢) إنحِلال العقاقير ونواتج الأيض بعد الوفاة..... ٢٩٧
(٩,٣) الاحتياطات المتخذة للحد من التأثيرات الميكروبية ٣٠٣
(٩,٤) البروتوكولات العملية للتحقيق من تحليل الميكروبات للعقاقير ونواتج الأيض بعد الوفاة ٣٠٥
(٩,٥) أمثلة على تحلل العقاقير بواسطة الميكروبات ٣٠٦
(٩,٥,١) العقاقير ٣٠٧
(٩,٥,١,١) الكحول (الإيثانول) ٣٠٧
(٩,٥,١,٢) الأمفيتامينات..... ٣٠٩
(٩,٥,١,٣) مضادات الإكتِئاب..... ٣١١
(٩,٥,١,٤) مضادات الذُّهَان..... ٣١٣
(٩,٥,١,٥) البنزوديازيبينات ٣١٥
(٩,٥,١,٦) الحشيش (القِنَّب)..... ٣١٩

(٩,٥,١,٧) الكوكايين ٣٢٠
(٩,٥,١,٨) ألفا-هيدروكسي بيوتيريت ٣٢١
(٩,٥,١,٩) الأَفيونات ٣٢٣
(٩,٥,١,١٠) المواد الجديدة نفسانية التأثير ٣٢٥
(٩,٥,١,١١) عقاقير أُخرى ٣٢٦
(٩,٥,٢) السموم ٣٢٨
(٩,٥,٢,١) السيانيد ٣٢٨
(٩,٥,٢,٢) جلايكول الإيثيلين ٣٢٩
(٩,٥,٢,٣) حمض الفورميك ٣٢٩
(٩,٦) اِستنتاجات ختامية ٣٣٠
المراجع ٣٣٢

الفصل العاشر: المجتمعات الميكروبية في الجُثَث المتحللة ٣٤٣
(١٠,١) مقدمة ٣٤٣
(١٠,١,١) نظرة عامة على أهمية البكتيريا في التحلل وجهود "أرباد فاس" في فهرسة ذلك التنوع ٣٤٥
(١٠,١,٢) الجين المؤشر والطرق الميتاجينومية المساعدة في دراسات البيئة الميكروبية للتحلل ٣٤٦
(١٠,٢) ميكروبيولوجيا التربة الخاصة بالتحلل ٣٤٧
(١٠,٢,١) التنوع الميكروبي لترب القبور ومعدل التحلل ٣٤٨
(١٠,٢,٢) الكشف عن بصمات التحلل في التربة والمقابر السرية ٣٥٠
(١٠,٢,٣) القمامة النباتية ٣٥٢
(١٠,٣) التحلل في المياه العذبة والبحرية ٣٥٣
(١٠,٣,١) التحلل في المياه العذبة: الأسماك ٣٥٤
(١٠,٣,٢) التحلل في المياه العذبة: الخنازير ٣٥٥
(١٠,٣,٣) التحلل في مياه البحر: مساقط الحوت ٣٥٥
(١٠,٣,٤) التحلل في مياه البحر: الخنازير ٣٥٧

(١٠, ٤) علم الأَحيَاء الدقيقة للنماذج غير البَشَرِيَّة في التحلل الأرضي ٣٥٨
(١٠, ٤, ١) التحلل الأرضي: الجرذان ٣٥٨
(١٠, ٤, ٢) التحلل الأرضي: الفئران ٣٥٩
(١٠, ٤, ٣) التحلل الأرضي: الخنازير ٣٦١
(١٠, ٥) علم الأَحيَاء الدقيقة للتحلل الأرضي في الإنسان ٣٦٢
(١٠, ٥, ١) رؤى أولية عن البيئة الميكروبية لتحلل الإنسان ٣٦٣
(١٠, ٥, ٢) تعريف البصمات الميكروبية المرتبطة بالتحلل ٣٦٥
(١٠, ٥, ٣) المحللات الميكروبية حقيقية النوى ٣٦٦
(١٠, ٥, ٤) ارتباط الجُثَّة بالمجتمعات الميكروبية للتربة ٣٦٧
(١٠, ٥, ٥) ارتباط الجُثَّة بالمجتمعات الميكروبية للحشرات ٣٦٨
(١٠, ٦) هل توجد بصمة تحلل عامة؟ ٣٦٩
(١٠, ٧) استخدام البصمات الميكروبية لتقدير وقت الوفاة ٣٧٢
(١٠, ٧, ١) تقدير وقت الوفاة في الأَنظِمَة الأرضية باستخدام بيانات المؤشر الجيني في نماذج التحلل غير البَشَرِيَّة ٣٧٢
(١٠, ٧, ٢) تقدير وقت الوفاة في الأَنظِمَة الأرضية باستخدام بيانات المؤشر الجيني في نماذج التحلل البَشَرِيَّة ٣٧٥
(١٠, ٨) الإستنتاجات ٣٧٦
شكر وتقدير ٣٧٦
المراجع ٣٧٦

الفصل الحادي عشر: التفاعل بين المفصليَّات والميكروبات على جُثَث الفَقاريّات: التطبيقات المحتملة في العلوم الجنائية ٣٨٣
(١١, ١) المقدمة ٣٨٣
(١١, ١, ١) التحلل والتطبيقات في علم الحشرات الجنائي ٣٨٤
(١١, ١, ١, ١) وقت الوفاة ٣٨٤
(١١, ١, ١, ٢) نقل الجُثَث ٣٨٧
(١١, ١, ٢) التفاعلات بين الميكروبات والمفصليَّات ٣٨٨

(١, ٢, ١, ١١) المنافسة ضمن النوع وبين الأنواع ٣٩١
(٢, ٢, ١, ١١) الإِفْتِرَاس ٣٩٢
(٣, ٢, ١, ١١) التكافل: التطفل وتبادل المنفعة والتعايش ٣٩٤
(٢, ١١) إطار فهم التفاعلات بين الميكروبات والمفصليَّات على رفات الفَقاريّات ٣٩٥
(١, ٢, ١١) فترة ما قبل الإِستعمار..... ٣٩٥
(١, ١, ٢, ١١) الموت ٣٩٨
(٢, ١, ٢, ١١) الكشف..... ٤٠٠
(٣, ١, ٢, ١١) الموقع ٤٠١
(٣, ١١) فترة ما بعد الإِستعمار ٤٠٢
(١, ٣, ١١) الإِستعمار ٤٠٣
(٢, ٣, ١١) التطور..... ٤٠٦
(٣, ٣, ١١) التعاقب ٤٠٩
(٤, ٣, ١١) الإِنتِشار ٤١٣
(٤, ١١) التوجهات المستقبلية والإِستنتاجات..... ٤١٧
(١, ٤, ١١) العلوم الجنائية ٤١٧
(٢, ٤, ١١) العلوم البيئية..... ٤١٧
(٣, ٤, ١١) البحث الطبي..... ٤١٨
شكر وتقدير ٤١٨
المراجع ٤١٨

الفصل الثاني عشر: الميكروبات وعلم الإنسان والعظام..... ٤٣٣
(١, ١٢) المقدمة ٤٣٣
(٢, ١٢) التراكيب الدقيقة للعظام ٤٣٥
(٣, ١٢) التحلل بوساطة الميكروبات..... ٤٣٩
(٤, ١٢) التآكل الحيوي (الحت الحيوي) للعظام ٤٤٠
(١, ٤, ١٢) آليات وتوقيت ومصدر التفاعل الميكروبي..... ٤٤٣
(٢, ٤, ١٢) استكشاف التآكل الحيوي وتحليل المجتمع البكتيري ٤٤٥

(٥ ,١٢) إعادة بناء سجلات ما بعد الوفاة ٤٤٨
(٦ ,١٢) الإستنتاجات ٤٥٠
المراجع ٤٥١

الفصل الثالث عشر: علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي في بيئات المباني ٤٥٧
(١ ,١٣) المقدمة ٤٥٧
(٢ ,١٣) الميكروبات المتعايشة في جِلد الإنسان ٤٥٨
(٣ ,١٣) الميكروبات المتعايشة في بيئة المباني ٤٥٩
(١ ,٣ ,١٣) حركيات ميكروبات الإنسان-السكن ٤٦٠
(٢ ,٣ ,١٣) تأثير الحيوانات الأليفة ٤٦٢
(٣ ,٣ ,١٣) تأثير العلاقة بين الأشخاص ٤٦٣
(٤ ,١٣) أدوات التصنيف الجنائي لميكروبات بيئة المباني ٤٦٣
(١ ,٤ ,١٣) اعتبارات جمع العينات وتحليل التسلسل الجيني ٤٦٣
(٢ ,٤ ,١٣) المعرفة الآلية والتصنيف الإحصائي ٤٦٥
(٣ ,٤ ,١٣) تجميع (تَعَنْقُد) التسلسل ٤٦٦
(٥ ,١٣) علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي لبيئة المباني ٤٦٧
(١ ,٥ ,١٣) تتبع المرض في بيئة المستشفى ٤٦٧
(٢ ,٥ ,١٣) تتبع الحيازة والنشاط في بيئة المباني ٤٦٨
(٦ ,١٣) الإستنتاج ٤٦٩
المراجع ٤٦٩

الفصل الرابع عشر: بكتيريا التربة كدليل أثر ٤٧٣
(١ ,١٤) التحليل الجنائي للتربة ٤٧٣
(٢ ,١٤) تقييم المكونات البيولوجية للتربة ٤٧٥
(٣ ,١٤) البكتيريا في التربة ٤٧٦
(٤ ,١٤) التقنيات الجزيئية للتحليل الجنائي للتربة ٤٧٨
(١ ,٤ ,١٤) تحليل بكتيريا التربة ٤٧٨

(٢, ٤, ١٤) الهجرة الكهربائية للإِنحِلال المتدرج في الهلام ٤٧٩
(٣, ٤, ١٤) فحص حجم الحمض النووي (د.ن.أ) المتغير ٤٨٠
(٤, ٤, ١٤) التقنية الحديثة لتسلسل الحمض النووي (د.ن.أ) ٤٨١
(٥, ١٤) طرق تحليل بيانات الملف التعريفي الميكروبي في التربة ٤٨٢
(١, ٥, ١٤) الخصائص المثالية لتقنيات تحليل البيانات الجنائية ٤٨٢
(٢, ٥, ١٤) طرق التحليل الموضوعية لملف التعريف الميكروبي..... ٤٨٣
(٣, ٥, ١٤) الطرق التوضيحية لتحليل ملفات التعريف الميكروبية ٤٨٦
(٤, ٥, ١٤) دمج تقنيات تحليل البيانات..... ٤٩٠
(٦, ١٤) جدوى تقنية التسلسل الحديثة في التحليل الجنائي للتربة..... ٤٩٠
(١, ٦, ١٤) التفريق بين المواطن البيئية المتنوعة والمتماثلة ٤٩١
(٢, ٦, ١٤) التغيرات الزمنية في ملفات تعريف ميكروبات التربة ٤٩٢
(٣, ٦, ١٤) الفروق المكانية في ملفات تعريف ميكروبات التربة..... ٤٩٢
(٤, ٦, ١٤) إستراتيجيات جمع عينات التربة..... ٤٩٣
(٥, ٦, ١٤) تخزين الأدِلة والتغيرات في الوفرة البكتيرية مع مرور الوقت ٤٩٣
(٦, ٦, ١٤) تكاليف تقنية التسلسل الحديثة لعينات التربة الجنائية ٤٩٤
(٧, ٦, ١٤) الاعتبارات القانونية لإِنجاز الملف التعريفي الميكروبي..... ٤٩٥
(٧, ١٤) التوافق على منهجيات جمع وتحليل عينات التربة ٤٩٥
شكر وتقدير ٤٩٦
المراجع ٤٩٧

الفصل الخامس عشر: تعريف بكتيريا الشعر بواسطة الحمض النووي (د.ن.أ): القدرات والصعوبات..... ٥٠١
(١, ١٥) مقدمة عن شعر الإنسان كمادة أساس جنائية..... ٥٠١
(١, ١, ١٥) علاقة الشعر بالعلوم الجنائية..... ٥٠١
(٢, ١, ١٥) وجهات النظر الجنائية التاريخية والحالية لفحص الشعر وتحليله ٥٠٢
(٢, ١٥) الأبحاث الحديثة في الميكروبات المتعايشة مع الشعر ٥٠٦

(١٥,٢,١) الدراسات التي أجريت على إمكانات التحليل الميتاجينومي لشعر الإنسان كمادة أساسية جنائية ٥٠٨
(١٥,٣) أهمية جمع عينات الشعر وتخزينها وعزل الحمض النووي (د.ن.أ) الميكروبي ٥١١
(١٥,٣,١) جمع عينات الشعر وتخزينها وتحليلها ٥١١
(١٥,٤) تسلسل الحمض النووي (د.ن.أ) للميكروبات المتعايشة في الشعر ٥١٤
(١٥,٤,١) البحوث المعلوماتية الحيوية في تحليل بيانات ميكروبات الشعر ٥١٥
(١٥,٥) الإستنتاجات والتوجهات المستقبلية ٥١٦
(١٥,٥,١) التحديات الرئيسية والتوجهات المستقبلية للتحليلات الميتاجينومية للشعر في العلوم الجنائية ٥١٧
(١٥,٥,٢) مستقبل التقييمات الميتاجينومية لعينات الشعر ٥١٧
(١٥,٥,٣) تطوير مناهج أكثر تركيزًا للكشف عن الاختلافات على مستوى التجمعات البكتيرية بين البكتيريا التي تستوطن شعر الإنسان ٥١٨
(١٥,٥,٤) المتطلبات العامة لإدارة الجودة ٥١٩
(١٥,٥,٤,١) التحقق من صحة الطريقة وتقييم الأدِلة ٥٢٠
شكر وتقدير ٥٢١
المراجع ٥٢١

وجهات نظر حول مستقبل علم الأَحيَاء الدقيقة الجنائي ٥٢٥
ثبت المصطلحات ٥٢٩
أولًا: عربي – إنجليزي ٥٢٩
ثانيًا: إنجليزي – عربي ٥٦٧
كشاف الموضوعات ٦٠٥