بسم الله الرحمن الرحيم

الوراثة الجزيئية للحشرات

مقدمة عن المبادئ والتطبيقات

(الجزء الثاني)

تأليف

Marjorie A. Hoy

ترجمة

د.يحيى زكي العتال **أ.د. أحمد الخازم الغامدي**

قسم وقاية النبات – كلية علوم الأغذية والزراعة

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، ١٤٣٧هـ (٢٠١٦م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

هوي، مارغوري

الوراثة الجزئية للحشرات: مقدمة عن المبادئ والتطبيقات./ مارغوري. هوي؛ يحيى زكي العتال؛ أحمد الخازم الغامدي.- الرياض، ١٤٣٦هـ

٥٧٨ص؛ ١٧×٢٤سم، ٢ مج

ردمك: ٥-٤٠٢-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (مجموعة)

٩-٤٠٤-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (ج٢)

١- الوراثة ٢- الحشرات أ. العتال، يحيى زكي (مترجم)

ب. الغامدي، أحمد الخازم (مترجم) ج. العنوان

ديوي ١, ٥٧٥ ١٤٣٦/٥٧٤١

رقم الإيداع: ١٤٣٦/٥٧٤١

ردمك: ٥-٤٠٢-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (مجموعة)

٩-٤٠٤-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (ج٢)

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Insect Molecular Genetics: An Introduction to Principles and Applications
By: Marjorie A. Hoy
© 2003, 1994, Elsevier Science (USA).
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه العاشر للعام الدراسي ١٤٣٥/١٤٣٦هـ، المعقود بتاريخ ٢١/ ٣/ ١٤٣٦هـ، الموافق ١٢/ ١/ ٢٠١٥ م.

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 المترجمين

يُعدُّ هذا الكتاب واحداً من أهم الترجمات في مجال البيولوجية الجزيئية للحشرات. حيث ينفرد عن غيره من المراجع والمقررات الجامعية لمرحلة البكابوريوس والماجستير بأنه يقدم شرحاً وافياً عن المورثات وتنظيم المادة الوراثية من حيث تركيب المورث ومضاعفته ونسخه وترجمته وتنظيمه وتطوره والتحكم بالمورثات في الحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى. كما يشرح في الباب الثاني شرحاً تفصيلياً عن تقنات الوراثة الجزيئية المستخدمة في قص ولصق واستنساخ الحمض النووي، والتعبير عنه والنواقل الوراثية المستخدمة في عمليات التعديل الوراثي والمكتبات الوراثية وسَلسَلة الحمض النووي مع ذكر الأمثلة التوضيحية المتعلقة بالحشرات. ويعرض الباب الثالث من هذا الكتاب التطبيقات المختلفة لعلم البيولوجيا الجزيئية بالحشرات فيقدم شرحاً وافياً عن تحديد الجنس في الحشرات، وتطور الأجنة، ومورثات الصدمة الحرارية، ومورثات الحرير، والوراثة الجزيئية لسلوك الحشرات، والتعلم والذاكرة، كما يعرض عرضاً شاملاً لموضوعات التنظيم الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي في الحشرات وبيئة الحشرات الجزيئية، وأخيراً يتحدث عن استخدام الحشرات المعدلة وراثياً في مجال مكافحة الأفات. وقد تم تنظيم الكتاب بثلاثة أبواب وأربعة عشر فصلاً تحتوي على عشرات الأشكال، والجداول، والصناديق التوضيحية. وقد وضعت ترجمة هذا

الكتاب في جزئين، حيث يحتوي الجزء الأول على البابين الأول والثاني، بينما يحتوي الجزء الثاني على الباب الثالث (تطبيقات في علم الحشرات) بالإضافة إلى ثبت المصطلحات وكشاف الموضوعات.

لقد تطور علم البيولوجية الجزيئية المعني بدراسة الحشرات من حيث التركيب والوظيفة والسلوك تطوراً كبيراً ومدهشاً خلال العقدين الماضيين، فقد تم الإنتهاء من استكمال مشروع تعريف جينوم ذبابة الفاكهة ونحل العسل ودودة القز، والعديد من الحشرات الأخرى ونتج عنها الكثير من المفاجآت بما يتعلق بالمورثات وتركيبها ووظيفتها وتطورها، كما أصبح التعديل الوراثي في الحشرات بما فيها ذبابة الفاكهة أمراً ممكنا بل وروتينياً، ليس ذلك فحسب، بل إن التقنيات الجزيئية المستخدمة أصبحت متوفرة وبسيطة من حيث الإجراءات. ويعدُّ هذا الكتاب بنسخته الأصلية مقرراً دراسياً في العديد من الجامعات الأجنبية، ومرجعاً مهماً باللغة العربية لعلماء الحشرات بشكل عام وللباحثين في محال البيولوجية الجزيئية للحشرات ولطلبة علم الحشرات بشكل خاص، وسوف يساعد هذا الكتاب علماء الحشرات بإعداد وتنفيذ مشاريع بحثية جديدة ذات أهمية عظمى في فهم تركيب ووظيفة وسلوك الحشرات، ويجدر الاشارة الى أن فكرة ترجمة هذا الكتاب جاءت كجزء من مخرجات مشروع التقييم الجزيئي والسلوكي لتحمل سلالة النحل المحلية لظروف الحرارة المرتفعة في المملكة العربية السعودية (مشروع رقم 10BIO-1272-02) ،الذي تم تنفيذه تحت مظلة مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

لقد استنفذت عملية ترجمة هذا الكتاب الجهد والوقت على مدار عامين كاملين، ونحن على يقين بأن الكمال إنما هو سراب لا يمكن الوصول إليه ولكنّا عملنا

بكل جهد ممكن على إخراجة بالشكل المطلوب حتى يتسنى للطلبة والباحثين الاستفادة منه بأكبر قدر ممكن. فبعد شكر الله عز وجل الذي ألهمنا المقدرة على القيام بهذا العمل نتوجة بالشكر الجزيل إلى معالي مدير جامعة الملك سعود الأستاذ الدكتور بدران بن عبدالرحمن العمر حفظه الله، وسعادة الأستاذ الدكتور أحمد بن سالم العامري على الدعم المتواصل والحثيث لأعضاء هيئة التدريس والباحثين؛ بهدف رفعة وتميز جامعتنا العزيزة وتبوئها المكانة المرموقة التي نصبو جميعا اليها. كما نشكر الأساتذة الذين قاموا بمراجعة وإبداء الملاحظات على النسخة الأولية لهذا العمل، ولمن قاموا بتقيم هذا العمل على أرائهم وتعليقاتهم الصادقة والبناءة. والشكر موصول لمدير ومنسوبي مركز الترجمة بالجامعة لما قدموه من جهدٍ، ودعمٍ، وتسهيلات لترجمة هذا الكتاب، ونسأل الله العلي القدير أن يجزيهم عنا خير الجزاء، وأخيراً أهدي هذا العمل المتواضع إلى روح أخي الحبيب حمزة الذي وافته المنية أثر حادث مروري. وأن يجعل هذا العمل في ميزان حسناتنا جميعا يوم لا ينفع مال ولا بنون إلَّا من أتى الله بقلب سليم.

د. يحيى زكي العتال

د. أحمد الخازم الغامدي

جامعة الملك سعود

مقدمة المؤلف للطبعة الثانية

حدث تطور مذهل في علم وراثة الحشرات الجزيئية منذ إصدار الطبعة الأولى لهذا المؤلف في سنة ١٩٩٤م. كما أن تحول الحشرات وإدراج مورثات في حشرات أخرى غير ذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*) قد أصبح أمراً روتينياً. وقد استكمل مشروع تعريف جينوم ذبابة الفاكهة عام ١٩٩٩م، ونتج عنه العديد من المفاجآت والفرص لمستقبلٍ واعدٍ ومثمرٍ في الكشف عن المورثات وتطوير فهماً حول تركيب المورثات وظيفتها وتتطورها. إن الكشف عن دفائن وأسرار هذه البيانات القيمة يحتاج إلى عدة سنوات من العمل، ولكن من المحتمل أن يؤدي ذلك بالنهاية إلى فهم تطور هذه الحشرة. إن علم بيولوجية الحشرات سيصبح نشطاً مرةً أخرى مع استخدام علم المورثات، التعبير عن المورثات والعلوم المتعلقة بالبروتينات. إن الحصول على التسلسل الكامل لمجموعة المورثات لكائنات أخرى حقيقة النواة و معقدة، بما فيها الدودة الثعبانية (نيماتودا) (*Caenorhaditis elegans*) والانسان (*Homo sapiens*)، فتح أبواباً إضافيةً ؛ لمقارنة ترتيب وتنظيم مجموعات المورثات، نشوئها و وظيفتها.

إن الطرق والتقنيات الجزيئية تغييرت بسرعة في السنوات القليلة الماضية مع وجود كمية كبيرة ومتنوعة من أدوات وتقنيات استخلاص وتنقية الأحماض النووية (DNA, RNA) الجاهزة للاستخدام، وكذلك نَسّخ الحمض النووي ومعرفة تَسلسُل المورثات ومضاعفة الحمض النووي من خلال تفاعل البلمرة المتسلسل. ويقدم استخدام شرائح المورثات (chips)، ونظم المورثات المصفوفة (Microarray) أدواتٍ

جديدة لدراسة وظائف المورثات. وأدت هذه التحسينات على الأدوات الجزيئية الجاهزة على تبسيط وسهولة التعامل مع الطرق والوسائل الجزيئية للعاملين بعلوم الحشرات. لقد تم الحفاظ في هذه النسخة على نفس طريقة التنظيم في النسخة السابقة. ولكن تم تطعيم الفصول بالمراجع الحديثة. وقد تمت إضافة المراجع التي تزودنا بمدخل للمسح الأدبي الحديث، وفي بعض الأحيان تمت الإشارة إلى بعض الدراسات المرجعية. وأقر بأنني لم أتمكن من تضمين مراجع لجميع الدراسات الجزيئية الحديثة في الحشرات، ولكن يوجد العديد منها مما يشير إلى نضوج علم الحشرات الجزيئي.

إن هذا الكتاب مُعدٌّ للعلملين والباحثين الجدد بعلم الحشرات. و أمل بأن يساعد هذا الكتاب للبدء بمشاريع منتجة ومثيرة التي تعمل على توظيف هذه الأدوات الجزيئية القيمة. ويجب على أولئك الباحثين الذين لا يمتلكون خبرة سابقة في مجال الوراثة الجزيئية بالحشرات أن يقوموا بقراءة هذا الكتاب من البداية وحتى النهاية. وقد تم التركيز على المفاهيم الأساسية في اللمحة العامة وتساعد قراءتها قبل قراءة الفصل وبعدها في زيادة الفهم. ويجب التعرض ودراسة الأشكال وخاصة تلك التي توضح الطرق البيولوجية خلال قراءة النص. في الكثير من الحالات، فإن المفاهيم والمصطلحات الواردة يمكن استيعابها بشكل أفضل عند دراسة الشكل وقراءة النص معاً. وفي النهاية فإنني أتقدم بالشكر لجميع الأسخاص الذين قاموا بالتعليق على النسخة الأولى لهذا الكتاب وأولئك الذين قدمو مقترحات مفيدة على المسودات الأولى للنسخة الثانية بما فيهم Anna Malacrida, David Haymer, A. Jeyaprakash, Lucy Skelley, Juan Alvarez, Jim Hoy and Alison Walker. . وأنا ممتن جداً للأشخاص الذين قاموا برسم التوضيحات، وعملها وكذلك لكل من Pam Howell، Mike Sanford، وكذلك Pat Hope ؛ لمساعدتهم في إتمام هذا العمل ورسوماته التوضيحية. وهذا المنشور تابع لسلسلة منشورات محطة تجارب فلوريدا الزراعية برقم R-08721.

المؤلف

مقدمة المؤلف للطبعة الأولى

أدى تحسين تقنيات الحمض النووي (DNA) المؤلِّف (المهجن) خلال العشرين سنةً السابقة إلى تقدمٍ مثيرٍ في دراسة موّرثات محددة بشكلٍ مفصل على المستوى الجزيئيّ، وكذلك إلى تقدم مذهل ومفاجئ في علم الأحياء الجزيئية، الخلويّة والتطورية. وقد وُجهت معظم دراسات علم الوراثة الجزيئيّة التي أجريت على الحشرات لدراسة ذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*)، كما نتجت بيانات قليلة نسبياً باستخدام طرق البيولوجية الجزيئية من تحليلات الحشرات الأخرى. ومع ذلك، فإن لتطبيق علم الوراثة الجزيئيّة على الحشرات الأخرى غير ذبابة الفاكهة القدرة على إحداث ثورة في علم الأحياء للكائنات والمجتمعات. ولكن لماذا اُستخدمت التقنيات الوراثيّة الجزيئيّة بشكل قليل جداً من قبل علماء الحشرات؟ قد يكون هناك عددٌ من الأسباب. إن تقنيات الحمض النووي المؤلِّف تُستخدم بسهولة أكثر من قبل الباحثين الذين تلقوا تدريباً في مجال الكيمياء الحيوية والقليل من علماء الحشرات قد تلقوا تدريباً في هذا المجال، كما أن هذه التقنيات ما زالت وحتى وقتٍ قريب، مُعقدة وصعبة نسبياً، بحيث تتطلب مهاراتٍ تقنيّة عالية، بالإضافة إلى أن علماء الحشرات قد تباطؤوا في الإستفسار والسؤال عن كون هذه التقنيات مناسبة لدراسة الحشرات والمجتمعات الحشرية، لأن معظم الأبحاث المنشورة سلطت الضوء

على مضوعات أساسية لتركيب المورثات، تنظيم عملها و وظيفتها وتنظيمها التطوري ونشوئها في ذبابة الفاكهة.

الأهداف

وهدفي هو أن أعرض لعلماء الحشرات مفاهيم علم الوراثة الجزيئيّة دون الافتراض بأنهم قد تلقوا تدريباً سابقاً في مجال علم الأحياء الجزيئيّة. ولم يُقصد من هذا الكتاب أن يكون بديلاً عن التدريب الرسمي في مجال علم الوراثة الجزيئيّة أو الكيمياء الحيويّة. وإذا رغب القُراء المبتدئين في تطوير مهارات الوراثة الجزيئيّة، يجب عليهم الحصول على التدريب الإضافيّ في مجال علم الوراثة والكيمياء الحيويّة. ومع ذلك، يقدم الكتاب مدخلاً إلى المصطلحات، وكذلك لمحة عامة للمبادئ والتقنيات والتطبيقات المُمكنة لعلم الوراثة الجزيئية فيما يتعلق بالمواضيع ذات الأهمية لعلماء الحشرات. ومع التفصيل بعرض واستخدام الأمثلة من الأبحاث والمقالات المنشورة حول ذبابة الفاكهة، فقد أُستخدمت أمثلة عن مِفصَليات الأرجل الأخرى. ومع ذلك، و بدون شك، فإن ذبابة الفاكهة هي النموذج الرئيس لدراسة علم الوراثة الجزيئيّة في الحشرات. آملاً بأن يكون هذا الكتاب جسراً لعلماء الحشرات الذين يسعون إلى تطبيق الأساليب المثيرة التي تم تطويرها على ذبابة الفاكهة، كما أنه سيعرض لباحثي ذبابة الفاكهة بعض المشاكل والقضايا ذات الأهمية لعلماء الحشرات الذين يسعون إلى حل هذه المشاكل التطبيقية. ولعل هذا الكتاب يساعد على كسر الحواجز بين علماء الحشرات وعلماء ذبابة الفاكهة المنعزلين عن بعضهم بعضاً من حيث وجهة النظر والمصطلحات التقنية. وإذا ساعد هذا الكتاب على تحقيق هذه الأهداف، فإنه سيكون قد حقق هدفه.

التنظيم

وقد صُمم هذا الكتاب لتتم دراسته خلال فصل دراسي واحد في دراسة علم الوراثة الجزيئيّة بالحشرات في المراحل المتأخرة من مرحلة البكالوريوس أو المراحل المبكرة لطلاب الدراسات العليا المبتدئين. ويستعرض الباب الأول من الكتاب معلومات أساسية حول المادة الوراثية والأحماض النووية DNA و RNA، والجزيئات المهمة الأخرى (الفصول ١- ٤). ويمكن للقراء اللذين قاموا بدراسة مادة الوراثة حديثاً تخطي هذه الفصول. ويصف الفصل الخامس النظم الوراثيّة الموجودة في الحشرات، ونظرة عامة للتطور في الحشرات كافية لفهم التقنيات اللاحقة مثل التحول والتعديل الوراثي من خلال العنصر الوسيط P وتحديد الجنس. وتُوفر الفصول من السادس وحتى التاسع مقدمة عن التقنيات المفيدة، بما في ذلك الاستنساخ، وبناء مكتبة المعلومات الوراثية، ومعرفة التركيب المتسلسل للمورثات، وتفاعل البلمرة المتسلسل، والتحول الناتج عن العنصر P في ذبابة الفاكهة. ويمكن لمعظم القراء العاملين بمجال البيولوجية الجزيئيّة تخطي هذا القسم كذلك. ولم يُقصد من الفصول السادس وحتى التاسع لتكون بمثابة الجزء العملي أو كدليل مختبر، ولكن في بعض الحالات، تم وضع مخططاً لتنفيذ بعض التقنيات من أجل تزويد المبتدئ بشعور حول درجة التعقيد أو البساطة لتلك الإجراءات والخطوات وبعض القضايا المهمة في حل المشاكل لاحقاً. وفي جميع أجزاء الكتاب، وُضعت المراجع للقارئ المُهتم بمتابعة مواضيع وتقنيات مُحددة، على الرغم من أنها ليست شاملة، إلا أنها توفر لمحة تاريخية، ولم يقدم المؤلف دائماً إشارات عن المنشور الأول حول الموضوع المعني. وبدلاً من ذلك، استعرض المقالات أو

المنشورات المرجعية أو المنشورات الحديثة والتي تتضمن إشارات عن المراجع السابقة.

وأخيراً، في الباب الثالث للكتاب (الفصول من العاشر إلى الرابع عشر)، حاولتُ أن أوضح بأن تقنيات الوراثية الجزيئيّة يمكن أن تحل سِلسلة متنوعة من المشاكل الأساسية والتطبيقية. ويَهدف الباب الثالث بأن يستعرض للقراء الأبحاث الجزيئية المثيرة والتي أدت إلى ثورة علم الأحياء، وعلم البيئة، والتصنيف والسلوك، وعلم وظائف الأعضاء، والتطور، وتحديد الجنس، ومكافحة الأفات الحشرية. ويمكن قراءة كل فصل من فصول هذا القسم منفرداً، على افتراض أن القارئ يُلم بالمفاهيم المناسبة أو المعلومات المُقدمة في البابين الأول والثاني.

يبدأ كل فصل بلمحة عامة أو ملخص موجز عن المادة العلمية التي يُغطيها ذلك الفصل. وينبغي قراءة النظرة العامة قبل وبعد قراءة كل فصل على حدىً لاستعراض المفاهيم التي تم شرحها. ويَتبع ذلك لمحة عامة موجزة تتناول التاريخ المنطقي للموضوع. وتوجد المراجع في نهاية كل فصل لمزيد من القراءة. وحيث يمكن، تتم الإشارة إلى الكتب أو الدراسات المرجعية من أجل تقديم مُدخلٍ حول الأبحاث المنشورة. وقد تم تضمين المراجع الحديثة، ولكن لم تُبذل أي محاولة لاستعراض كل ما كُتب حول موضوعٍ محدد. وتم تضمين بعض خطط وطرق البحث البسيطة، لإضفاء نكهة لبعض التقنيات المحددة، على الرغم بأننا لم نقصد منها بأن تكون كاملةً. وتُوجد المراجع حول الكتيبات العملية أو الكتب التقنية في نهاية كل فصل من الفصول أيضاً. وعندما يتم ذكر المصطلح لأول مرة، فإنة يكتب بحروف غامقة ويتم تعريفه بشكلٍ موجز أو وصفه في المسرد في نهاية الكتاب. وأخيراً، في الملحق الأول، تم وضع توثيق زمني لبعض التطورات المعنوية و الكبيرة في علم

الوراثة وعلم الأحياء الجزيئية و يعطينا علم وراثة الحشرات الجزيئيّة فكرة عن سرعة هذه التطورات المذهلة التي حدثت سابقاً ومستمرةً بالحدوث. وقد طبعت ترجمة هذا الكتاب في جزئين، يضم الجزء الاول منها الفصول السبعة الاولى بالإضافة الى مقدمة وثبت مصطلحات متماثل في الجزئين.

إن تطور علم الوراثة الجزيئية سريعٌ ومستمر، ويمكن لهذا الكتاب بجزئيه الأول والثاني أن يوفر مقدمة عن مبادئ علم وراثة الحشرات الجزيئيّة وبعض تطبيقاتها. ومن المستحيل تقديم مراجعة ومسح أدبي شامل لعلم وراثة الحشرات الجزيئيّة في كتاب بهذا الحجم. لذا يتضمن المسح المرجعي المُستشهد به بهذا الكتاب مراجعَ من عام ١٩٩٣م، ويُركز على علم الوراثة. ولم يُقصد به أن يكون مدخلاً لجميع جوانب "علم الحشرات الجزيئيّة"، والذي يُعرف بأنه "مزيج لعلوم الحشرات، وعلم الأحياء الجزيئيّة، والكيمياء الحيويّة"، و من الصعب تميز الخط الفاصل بين علم الحشرات الجزيئية وعلم وراثة الحشرات الجزيئيّة.

و قبل نشر هذا الكتاب بفترة وجيزة، نُشر كتابان على صلة بهذا الموضوع: الطرق الجزيئيّة لعلم الحشرات التطبيقية والأساسية، وحُرر من قبل J Oakeshott و M. J. Whitten، و كتاب علم الحشرات الجزيئي، الذي حَرره J. M. Crampton و P. Eggleston. و كل منهما متعدد المؤلفين و يحتويان على بعض الموضوعات المُدرجة هنا، ولكن في هذين الكتابين من المفترض بأن يكون لدى القارئ معرفة مسبقة بالتقنيات الوراثية الجزيئية والمصطلحات، وستكون صعبة بالنسبة للقارئ المبتدئ.

المؤلف

المحتويات

مقدمة المترجمين ..... **هـ**
مقدمة المؤلف للطبعة الثانية ..... **ط**
مقدمة المؤلف للطبعة الأولى ..... **ك**

الجزء الأول

الباب الأول: المورثات وتنظيم الجينوم في حقيقيات النواة

الفصل الأول: الحمض النووي (DNA)، تركيب المورّث، ومضاعفة الحمض النووي ((DNA) **٣**

١,١ نظرة عامة ٦
٢,١ مقدمة عن المبدأ والنظرية الأساسية ٧
٣,١ ظهر عالم الحمض النووي (RNA) اولاً ٩
٤,١ التركيب الجزيئي للحمض النووي (DNA) ١٠
٥,١ التركيب الجزيئي للحمض النووي (RNA) ١٢
٦,١ التركيب اللولبي المُزدوج ١٣
٧,١ ترتيب القواعد التكاملي في أزواج - أمرٌ أساسي ١٥
٨,١ أشكال الحمض النووي (DNA) ١٧

٩,١ المورّثات ١٨
١٠,١ الشيفرة الوراثيّة ثلاثية ومُنحلة ٢٣
١١,١ تنظيم المورّث ٢٥
١٢,١ الاهمية الجوهرية لكفاءة تضاعف الحمض النووي (DNA) ٣٠
١٣,١ تضاعف الحمض النووي (DNA) شبه محافظ ٣١
١٤,١ يبدأ التضاعف من أصل ومنشأ التضاعف ٣١
١٥,١ يحدث التضاعف بالاتجاه من ٥´ إلى ٣´ فقط ٣٥
١٦,١ يتطلب تضاعف الحمض النووي (DNA) لبادئ نووي من الحمض النووي (RNA) ٣٦
١٧,١ ربط قطع الحمض النووي (DNA) المُضاعفة ٣٧
١٨,١ تضاعف الحمض النووي (DNA) في حقيقيات النواة ٣٩
١٩,١ الجسيمات الطرفية في النهاية : حل لفقدان الحمض النووي (DNA) أثناء التضاعف ٤٤
٢٠,١ دقة تضاعف الحمض النووي (DNA) وعملية إصلاح أخطاء التضاعف ... ٤٥
٢١,١ الطفرات في مجموعة المورّثات ٤٦
٢٢,١ الإتفاقيات المشتركة على المصطلحات الوراثيّة ٥٢
٢٣,١ الانعزال المستقل وإعادة التركيب والتوليف أثناء التكاثر الجنسي ٥٣
مراجع عامة ٥٥
المراجع المستشهد بها ٥٥

الفصل الثاني: نسخ، ترجمة، وتنظيم الحمض النووي (DNA) حقيقي النواة ٥٩

١,٢ نظرة عامة ٦١

٢,٢ مقدمة ٦٣

٣,٢ تصنيع الحمض النووي (RNA) هو نسخ موّرث ٦٥

٤,٢ ينطوي النسخ على الوصل والبدء والاستطالة والإنهاء ٦٦

٥,٢ نُسخ الحمض النووي (RNA) هي أطول من موّرثات تشفير البروتين ٧١

٦,٢ حتمية تعديل وتجهيز نسخ الحمض النووي (RNA) لموّرثات تشفير البروتين في حقيقيات النواة ٧١

٧,٢ الربط باستبعاد المناطق غير المشفرة (الإنترونات) ٧٤

٨,٢ تتضمن الترجمة على تصنيع البروتين ٧٦

٩,٢ مراقبة الحمض النووي الرسول (mRNA): ومعالجة الضرر ٨٢

١٠,٢ خروج ودخول من وإلى النواة ٨٤

١١,٢ نقل البروتينات داخل السيتوبلازم ٨٦

١٢,٢ ثبات الحمض النووي الرسول (mRNA)..... ٨٨

١٣,٢ مرافقين وتراكيب البروتين المعقدة ٨٩

١٤,٢ إسكات الحمض النووي (RNA) أو إجراء عملية التدخل (RNAi) ٩٠

١٥,٢ تنظيم عمل الموّرث في حقيقيات النواة..... ٩١

١٦,٢ العوازل والحدود ٩٩

١٧,٢ دمغ الصبغيّ أو الموّرث بإضافة مجموعة الميثيل (المثيَلة) في الحشرات؟ ٩٩

١٨,٢ مجموعة الموّرثات وتطور حقيقيات النواة ١٠٢

مراجع عامة ١٠٤

المراجع المستشهد بها ١٠٤

الفصل الثالث: الحمض النووي (DNA) بالنواة وخارج النواة في الحشراتْ ١٠٩

١,٣ نظرة عامة ١١٢

٢,٣ مقدمة ١١٣

٣,٣ مفارقة القيمة C ١١٤

٤,٣ الحمض النووي (DNA) المتكرر شائع في الحشرات ١١٧

٥,٣ تكوين الحمض النووي (DNA) في الحشرات ١٢٠

٦,٣ الصبغيّات عبارة عن حمض نووي (DNA) وبروتينات ١٢١

٧,٣ طي جزيئات الحمض النووي (DNA) الرقيقة والطويلة في مساحات صغيرة ١٢٣

٨,٣ تركيب النواة ١٢٥

٩,٣ الكروماتين الاحادي والكروماتين غير المتجانس ١٢٥

١٠,٣ الجسيم المركزي ١٢٨

١١,٣ جُسيمات طرفيّة ١٣٠

١٢,٣ الصبغيّات خلال الانقسام الفتيلي والانقسام الاختزالي ١٣٦

١,١٢,٣ الانقسام الفتيلي ١٣٦

٢,١٢,٣ الانقسام الاختزالي ١٤١

١٣,٣ أضرار الصبغيّة ١٤٦

١٤,٣ تعدد الخيوط الصبغيّة (الصبغيات البلوتينية) ١٤٩

١٥,٣ نفخ الصبغيّة ١٥١

١٦,٣ الصبغيّات B ١٥٢

١٧,٣ الصبغيّات الجنسيّة ١٥٣
١٨,٣ الوراثة خارج النواة في موّرثات السبحيّة ١٥٤
١٩,٣ العناصر القابلة للتنقل هي وكلاء في كل مكان لتغيير مجموعة الموّرثات ١٦١
المراجع المستشهد بها ١٦٢

الفصل الرابع: الأجهزة الوراثية، التطور النشوئي للجينوم والتحكم الوراثي في تطور أجنة الحشرات..... ١٦٩
١,٤ نظرة عامة ١٧٣
٢,٤ مقدمة ١٧٤
٣,٤ الأجهزة الوراثية في الحشرات ١٧٥
٤,٤ تعدد الصيغ الصبغية الداخلية شائع في الأنسجة الجسدية لمفصليات الأرجل ١٧٨
٥,٤ وراثة الحشرات غير ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogater* ١٧٩
٦,٤ ديناميكية المجموعة الوراثية في الحشرات ١٨١
٧,٤ صبغيّات B..... ١٨٢
٨,٤ الحمض النووي (DNA) فريد – التسلسل داخل النواة..... ١٨٤
٩,٤ التسلسل متوسط التكرار للحمض النووي (DNA) في النواة..... ١٨٥
١,٩,٤ مورثات الصدمة الحرارية ١٨٥
٢,٩,٤ مورثات الهستونات ١٨٨
٣,٩,٤ مورثات رد الفعل المناعي ١٨٩
٤,٩,٤ مورثات الرايبوسومات ١٩٠
٥,٩,٤ مورثات الحرير..... ١٩٢

٦,٩,٤ مورثات الحمض النووي الناقل (tRNA) ١٩٣
٧,٩,٤ مورثات بروتين الفتيلوجنين (Vitellogenin) ١٩٣
٨,٩,٤ العناصر المتنقلة ١٩٥
١٠,٤ الحمض النووي (DNA) عالي التكرار ٢٠٣
١١,٤ إنتاج كميات كبيرة من البروتينات في وقت قصير: تضخيم المورثات
ومضاعفة المورث ٢٠٥
١,١١,٤ مورثات غشاء البيض (Chorion) في ذبابة الفاكهة والعث ٢٠٦
٢,١١,٤ المناعة للمبيدات الحشرية ٢١١
١٢,٤ تعدد الجينومات في الحشرات (ما هو الفرد البيولوجي) ٢١٣
١,١٢,٤ تعدد المتكافلات ٢١٤
٢,١٢,٤ الولباشيا (Wolbachia) ٢١٨
٣,١٢,٤ الفيروسات متعددة الحمض النووي (DNA) في الطفيليات ٢٢٦
٤,١٢,٤ المتكافلات المعوية في مفصليات الأرجل ٢٢٩
١٣,٤ تطور الحشرات ٢٣٥
١,١٣,٤ تكوين البويضة في ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* ٢٣٧
٢,١٣,٤ تطور الجنين في ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* ٢٣٩
٣,١٣,٤ التطور بعد الجنيني ٢٤١
١٤,٤ تشريح التطور مع ذبابات الفاكهة *Drosophila melanogaster* الطافرة ٢٤٥
١,١٤,٤ المورثات المتأثرة بالأم ٢٤٧
٢,١٤,٤ مورثات التقسيم الزيجوتية ٢٥١
١,٢,١٤,٤ مورثات الفرجة ٢٥٢

٢,٢,١٤,٤ مورثات الحكم- الثنائي ٢٥٤
٣,٢,١٤,٤ مورثات قطبية الحلقة ٢٥٤
٤,٢,١٤,٤ مورثات قطبية ٢٥٥
١٥.٤ التفاعلات المتبادلة أثناء التطور ٢٥٩
١٦,٤ التشابهات والإختلافات في تطور حشرات أخرى ٢٦٠
١,١٦,٤ التطور في خنفساء الدقيق *Tribolium* ٢٦١
١٧,٤ التطور النشوئي- الانتقال وثورة الدراسات التطورية ٢٦٢
المراجع العامة ٢٦٧
مواقع الشبكات ذات العلاقة ٢٨٤

الباب الثاني: تقنيات الوراثة الجزيئية

الفصل الخامس: بعض الأدوات الأساسية :كيفية قص ولصق، ونسخ وقياس، وتصّوير الحمض النووي (DNA)..... ٢٨٧

١,٥ نظرة عامة ٢٨٩
٢,٥ مقدمة لتجربة بسيطة..... ٢٩٠
٣,٥ استخلاص الحمض النووي (DNA)..... ٢٩٢
٤,٥ ترسيب الأحماض النووية ٢٩٥
٥,٥ تقطيع الأحماض النووية (DNA) ٢٩٩
٦,٥ قطع الأحماض النووية (DNA) بإنزيمات القطع الداخلي ٢٩٩
٧,٥ ربط جزيئات الحمض النووي (DNA) ٣٠٤
٨,٥ نمو ، وحفظ ، وتخزين البكتيريا العصوية (*E. coli*) ٣٠٧

٩,٥ بلازميدات للاستنساخ في البكتيريا العصوية (*E. coli*) ٣٠٨
١٠,٥ تعديل البكتيريا العصوية (*E. coli*) وراثيا بالبلازميدات ٣١٥
١١,٥ تنقية الحمض النووي (DNA) للبلازميد من البكتيريا العصوية (*E. coli*) ... ٣١٩
١٢,٥التّرحْيل الكهربائي في الآجاروز والمادة الهلاميّة الأكريلاميد ٣٢١
١٣,٥ كشف، مشاهدة، وتصوير الأحماض النووية في المادة الهلاميّة ٣٢٧
١٤,٥ تحديد الحمض النووي (DNA) عن طريق تحليل التشرب البقعي ٣٢٨
١٥,٥ تعليم الحمض النووي (DNA) أو (RNA) ٣٣٣
١٦,٥ إزالة الحمض النووي (DNA) من الآجاروز بعد التّرحْيل الكهربائي ٣٣٦
١٧,٥ رسم خرائط مواقع القطع ٣٣٨
المراجع العامة ٣٤١
المراجع المستشهد بها ٣٤٢
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة الإنترنت ٣٤٤

الفصل السادس: الاستنساخ والتعبير، النواقل، المكتبات وترتيبها ٣٤٥
١,٦ نظرة عامة ٣٤٧
٢,٦ مقدمة ٣٤٨
٣,٦ المكتبة النموذجية الخاصة بالمورثات ٣٥١
١,٣,٦ البكتيريا العاثية λ كناقل ٣٥٤
٢,٣,٦ الاستنساخ بواسطة الكوزميدات (Cosmids) ٣٦٨
٣,٣,٦ الاستنساخ بواسطة البكتيريا العاثية الخيطية M13 ..... ٣٧٢
٤,٣,٦ بلازميدات الجراثيم العاثية (Phagmids)..... ٣٧٥
٥,٣,٦ باكس (BACs)..... ٣٧٧
٤,٦ استنساخ الحمض النووي (DNA) المكمل..... ٣٧٨

٥,٦ إنزيمات تستخدم في الاستنساخ ٣٨٣
٦,٦ عزل مورث محدد من مكتبة وراثية ٣٨٤
٧,٦ عنونة المسبارات بطرق مختلفة ٣٩٤
١,٧,٦ تصنيع مسبارات الحمض النووي المعنونة بواسطة بادئات عشوائية ٣٩٧
٢,٧,٦ تصنيع مسبارات بتطويل البادئة ٣٩٧
٣,٧,٦ مسبارات خلفية التوسيم ٣٩٨
٤,٧,٦ مسبارات وحيدة الخيط ٣٩٨
٥,٧,٦ مسبارات صناعية ٣٩٩
٨,٦ نواقل فيروسية (Baculovirus) للتعبير عن متعددات الببتيد الغريبة داخل خلايا الحشرات ٤٠٠
مراجع عامة ٤٠٣
المراجع المستشهد بها ٤٠٣

الفصل السابع: سلسلة الحمض النووي (DNA) وظهور المصطلح المتعلق بالعلوم الجزيئية "أومكس" ٤٠٥
١,٧ نظرة عامة ٤٠٨
٢,٧ مقدمة ٤١٠
٣,٧ الطريقة ثنائية منقوص الأكسجين أو طريقة إختتام السلسلة ٤١٣
٤,٧ فروقات في طرق السلسلة ثنائية منقوص الأكسجين ٤١٧
٥,٧ يمكن تحليل تسلسلات الحمض النووي (DNA) بواسطة المواد الهلاميّة متعددة الأكريلاميد ٤١٧
٦,٧ تفاعلات السلسلة بحاجة إلى بادئة ٤٢٢

٧,٧ السلسلة بطريقة ماكسام وجلبرت Maxam and Gilbert ٤٢٤
٨,٧ إستراتيجيات السَلسَلة العشوائية "شوتجن" للجينوم ٤٢٦
٩,٧ سلسلة الحمض النووي باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٤٢٨
١٠,٧ مسلسلات الحمض النووي (DNA) الأتوماتيكية ٤٣١
١١,٧ تحليل بيانات تسلسل الحمض النووي (DNA) ٤٣٢
١٢,٧ بنوك تسلسلات الحمض النووي (DNA) ٤٣٥
١٣,٧ تاريخ موجز لمشروع جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٤٣٦
١,١٣,٧ مشروع جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* الأصيل ٤٣٧
٢,١٣,٧ مشروع جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* الحقيقي ٤٣٨
٣,١٣,٧ تحليل الجينوم ٤٤٠
٤,١٣,٧ مفاجئات في جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٤٤١
١٤,٧ تحليل بيانات الحمض النووي ٤٤٢
١٥,٧ تحليلات جينوم لمفصليات أرجل أخرى ٤٤٥
١٦,٧ العناصر المتنقلة كوسائل للتطور النشوئي للجينوم ٤٤٦
١٧,٧ مصفوفات الحمض النووي (DNA) الدقيقة، رقائق المورثات، ومختبر على الرقيقة ٤٤٩
١٨,٧ علم البروتينات الجزيئي (Proteomics): أومك أخرى ٤٥٣
١٩,٧ المورثات الوظيفية (علم وظائف المورثات) ٤٥٥
٢٠,٧ المورثات البنائية: أفق آخر جديد؟ ٤٥٦
٢١,٧ المورثات المقارنة (علم المورثات المقارنة) ٤٥٧
٢٢,٧ عصر ما بعد الجينومات: الإختزالية تفسح الطريق لصفات طارئة؟ ٤٥٨

المراجع المستشهد بها ٤٦١
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة الإنترنت..... ٤٦٧

الفصل الثامن: مضاعفة الحمض النووي (DNA) تفاعل البلمرة المتسلسل، جعلته البيولوجيا الجزيئية سهل المنال..... ٤٦٩
١,٨ نظرة عامة ٤٧٣
٢,٨ مقدمة ٤٧٤
٣,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٤٧٧
١,٣,٨ الدورات القليلة الأولى حرجة ٤٧٨
٢,٣,٨ قوة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٤٨١
٣,٣,٨ إجراءات وطرق تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) المعيارية..... ٤٨٢
٤,٣,٨ إنزيمات بلمرة الحمض النووي(DNA-Polymerases) ٤٨٢
٥,٣,٨ إنزيمات بلمرة أخرى للحمض النووي (DNA) متحملة للحرارة..... ٤٨٤
٦,٣,٨ البادئات أساسية ٤٨٥
٧,٣,٨ تخزين الحشرات لعمليات البلمرة (PCR)..... ٤٩٣
٨,٣,٨ تحضير عينات الحمض النووي (DNA) ٤٩٥
٩,٣,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) أتوماتيكي..... ٥٠٠
١٠,٣,٨خصوصية تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)..... ٥٠٥
١١,٣,٨ الكشف عن الأخطاء العرضية للبادئة ٥٠٨
١٢,٣,٨ كم عدد الدورات التي يحتاجها تفاعل البلمرة (PCR)؟ ٥٠٩
١٣,٣,٨ التخفيف من الملوثات الضارة ٥١٠

٤,٨ بعض التعديلات على تفاعل البلمرة (PCR) ٥١٤
١,٤,٨ استخدام تقنية بلمرة قطع الحمض النووي مختلفة الطول (AFLP) في تحديد البصمة الوراثية للحمض النووي ٥١٥
٢,٤,٨ تفاعل البلمرة المثبت (Anchored PCR) ٥١٧
٣,٤,٨ بادئات اعتباطية (AP) ٥١٧
٤,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) غير المتماثل ٥١٩
٥,٤,٨ بادئات مختلفة (منحلة) ٥٢٠
٦,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) ببداية ذات درجة حرارة مرتفعة ٥٢١
٧,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) معكوس ٥٢٢
٨,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) طويل عالي المصداقية ٥٢٣
٩,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) المتعدد ٥٢٨
١٠,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) المتداخل ٥٢٩
١١,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل متبوع بقطع إنزيمي للنواتج (RFLP– PCR) ٥٣٢
١٢,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) كمي ٥٣٣
١٣,٤,٨ بادئات عشوائية ٥٣٤
١٤,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل المرتبط بالزمن (الكمي Real time PCR) ٥٤٠
١٥,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل بالنسخ العكسي (RT-PCR) ٥٤١
١٦,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل الكمي (TaqMan-PCR) ٥٤٣
٥,٨ بعض التطبيقات البحثية ٥٤٤
١,٥,٨ مضاعفة الحمض النووي (DNA) الأثري ٥٤٤
٢,٥,٨ مضاعفة الحمض النووي (DNA) القديم ٥٥٢

٣,٥,٨ مضاعفة الحمض النووي (RNA) ٥٥٤
٤,٥,٨ تحليل الحمض النووي الرسول (mRNA) متعدد الأدنين..... ٥٥٥
٥,٥,٨ استنساخ المورثة ٥٥٥
٦,٥,٨ الكشف عن مضاعفة المورثة ٥٦٠
٧,٥,٨ الكشف عن مثيلة الحمض النووي (DNA) ٥٦٠
٨,٥,٨ الكشف عن كائنات ممرضة في ناقلات من مفصليات الأرجل ٥٦٠
٩,٥,٨ الكشف عن مقاومة مبيدات الآفات ٥٦٣
١٠,٥,٨ البيولوجيا التطورية ٥٦٣
١١,٥,٨ هندسة الحمض النووي (DNA) ٥٦٣
١٢,٥,٨ تقييم كفاءة مقاومة المرض ٥٦٤
١٣,٥,٨ تحليلات تطورية نشوئية..... ٥٦٥
١٤,٥,٨ سلسلة الحمض النووي (DNA)..... ٥٦٧
٦,٨ ملاحظات ختامية ٥٧١
المراجع المستشهد بها ٥٧٣

الفصل التاسع: نواقل العنصر المتنقل لتعديل ذبابة الفاكهة *Drosophila* وحشرات أخرى ٥٨٩
١,٩ نظرة عامة ٥٩٢
٢,٩ مقدمة ٥٩٤
٣,٩ عناصر- P و أعراض حالة تدهور الهجن (Hybrid Dysgenesis) ٥٩٥
٤,٩ تنوع تركيب العنصر المتنقل P ٥٩٦

٥,٩ طريقة انتقال العناصر- P ٥٩٩
٦,٩ أصل العناصر- P في ذبابة الفاكهة *D. melanogaster* ٦٠٠
٧,٩ نواقل عنصر- P والتعديل الوراثي للخلايا الجرثومية ٦٠٤
١,٧,٩ طرق العمل..... ٦٠٤
٢,٧,٩ توصيف المتحولات ٦١٢
٨,٩ استخدام نواقل العنصر- P ٦١٣
١,٨,٩ وضع علامة (توسيم) على العنصر المتنقل (*Transposon*)..... ٦١٣
٢,٨,٩ التعبير عن المورثات الخارجية ٦١٣
٣,٨,٩ تقييم تأثيرات الموقع ٦١٤
٤,٨,٩ نقل المورثة المستهدف..... ٦١٤
٩,٩ تحويل حشرات أخرى باستخدام نواقل عناصر- P ٦١٩
١٠,٩ التطور النشوئي لمقاومة العناصر- P..... ٦٢٠
١١,٩ استخدام العناصر- P في قيادة المورثات في المجتمعات ٦٢٢
١٢,٩ علاقة عناصر- P بعناصر متنقلة أخرى ٦٢٣
١٣,٩ عناصر متنقلة أخرى تستطيع تحويل ذبابة الفاكهة *D. melanogaster*..... ٦٢٣
١٤,٩ أدوات تحويل متطورة لذبابة الفاكهة *Drosophila* ٦٢٤
١٥,٩ نواقل عناصر متنقلة لتحويل حشرات غير ذبابة الفاكهة *Drosophila*..... ٦٢٧
١,١٥,٩ الناقل *Piggy Bac* ٦٢٧
٢,١٥,٩ الناقل *Hermes* ٦٢٨
٣,١٥,٩ الناقل *Minos*..... ٦٢٩
٤,١٥,٩ الناقل *Mariner*..... ٦٣٠

٥,١٥,٩ الناقل *Hobo* ٦٣٢
١٦,٩ التحريك العابر (المتقاطع) لنواقل العناصر المتنقلة ٦٣٣
١٧,٩ تحويل نواقل العناصر المتنقلة غير النشطة إلى نواقل نشطة ٦٣٤
١٨,٩ كبت تعبير مورثة معدلة وراثياً ٦٣٥
١٩,٩ طرق تحويل أخرى ٦٣٥
المراجع المستشهد بها ٦٣٧

الجزء الثاني

الباب الثالث: التطبيقات في علم الحشرات

الفصل العاشر: تحديد الجنس في الحشرات ٦٤٩
١,١٠ نظرة عامة ٦٥٢
٢,١٠ مقدمة ٦٥٣
٣,١٠ تكلفة ومنافع التكاثر الجنسي ٦٥٤
١,٣,١٠ التكاثر الجنسي له تكلفة (ثمن) ٦٥٤
٢,٣,١٠ يجب أن تكون منافع الجنس كبيرة ٦٥٥
٣,٣,١٠ أصل الجنس ٦٥٦
٤,١٠ يتضمن تحديد الجنس الأنسجة غير الجنسية وأنسجة الخلايا الجرثومية ٦٥٧
٥,١٠ تحديد الجنس في ذبابة الفاكهة *D. melanogaster* ٦٥٨
١,٥,١٠ تعويض الجرعة لدى الصبغيّات الجنسية (x) ٦٥٨
٢,٥,١٠ تحديد الجنس في الخلايا غير الجنسية ٦٦٢
٣,٥,١٠ تحديد الخلايا الجرثومية المنتجة للجاميتات ٦٧٠

٦,١٠ هل آليات تحديد الجنس متنوعة؟ ٦٧١
١,٦,١٠ الإختلافات داخل النوع ٦٧٥
٢,٦,١٠ التأثيرات البيئية ٦٧٧
٣,٦,١٠ تحديد الجنس بعد مرحلة الزيجوت ٦٨٠
٧,١٠ نموذج مفرد ؟ ٦٨١
٨,١٠ تستطيع آلية دفع الانقسام المنصف أن تشوه النسب الجنسية ٦٨٤
١,٨,١٠ مشوه عملية انفصال الصبغيات ٦٨٥
٢,٨,١٠ المشوهين في البعوض ٦٨٦
٣,٨,١٠ التحيز للإناث في النسب الجنسية في ذباب العين العصوية ٦٨٧
٤,٨,١٠ آلية دفع الانقسام المنصف كأداة لمعالجة الآفات؟ ٦٨٧
٩,١٠ عقم الهجين ٦٨٨
١٠,١٠ ميديا في حنفساء القمح ٦٨٩
١١,١٠ عوامل سيتوبلازمية تشوة النسب العادية للجنس ٦٨٩
١,١١,١٠ سبيروبلازما ٦٩٠
٢,١١,١٠ بكتيريا على شكل حرف L ٦٩١
٣,١١,١٠ الولباشيا ٦٩١
١٢,١٠ حلم يتكون فقط من إناث أحادية العدد الصبغيّ ٦٩٧
١٣,١٠ صبغيّات نسبة الجنس الأبوية و عدم التوافق السيتوبلازمي في *Nasonia* .. ٦٩٧
١٤,١٠ قتل الذكر في خنافس أبو العيد Coccinilidae ٦٩٩
١٥,١٠ الجنس والحشرات المصنفة ٧٠٠
١,١٥,١٠ التحكم الوراثي ٧٠٠

٢,١٥,١٠ التحسين الوراثي في المتطفلات (Parasitioids) ٧٠٥
مراجع عامة ٧٠٦
بعض مواقع الشبكة العنكبوتية ذات العلاقة ٧١٦

الفصل الحادي عشر: الوراثة الجزيئية لسلوك الحشرات ٧١٧
١,١١ نظرة عامة ٧١٩
٢,١١ مقدمة ٧٢٠
٣,١١ الجهاز العصبي للحشرة ٧٢٣
٤,١١ التحليلات الوراثية التقليدية للسلوك ٧٢٦
١,٤,١١ تجارب المزاوجة المتقاطعة ٧٢٧
٢,٤,١١ تجارب الانتخاب ٧٣٦
٣,٤,١١ بعض السلوك المحدد من مورثات متعددة ٧٣٩
٥,١١ تحليلات وراثة جزيئية لسلوك الحشرات ٧٤١
١,٥,١١ الساعة الضوئية الدورية ٧٤٢
٢,٥,١١ التعلم لدى ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٤٧
٣,٥,١١ المورثات الوظيفية لسلوك الشم في ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٦٠
٤,٥,١١ التعلم لدى نحل العسل *Apis mellifera* ٧٦٢
٥,٥,١١ الفرمونات في الحشرات ٧٦٣
٦,٥,١١ الكيمياء الحيوية العصبية لذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٦٥
٧,٥,١١ وظائف متباعدة للمورثتين Est-6 و Est-5 في نوعين من ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٧١

٨,٥,١١ سلوك التزاوج في ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٧٣
٩,٥,١١ مورثات التنوع في ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٧٦
٦,١١ أمراض الانسان العصبية التحليلية والإدمان في ذبابة الفاكهة *Drosophila*.. ٧٧٨
المراجع المستشهد بها ٧٨٣

الفصل الثاني عشر: التنظيم الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي لمفصليات الأرجل **٧٩٥**

١,١٢ نظرة عامة..... ٧٩٩
٢,١٢ مقدمة ٨٠٠
٣,١٢ الخلافات حول التصنيف (التنظيم) الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي ٨٠٤
١,٣,١٢ الصفات الجزيئية مقابل صفات الشكل الخارجي..... ٨٠٥
٢,٣,١٢ الساعة الجزيئية ٨٠٦
٣,٣,١٢ النظرية المحايدة (أو شبه المحايدة) في التطور النشوئي ٨٠٩
٤,٣,١٢ التماثل النشوئي والتشابه..... ٨١١
٤,١٢ الطرق الجزيئية للتنظيم الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي ٨١٢
١,٤ .١٢ التّرحْيل الكهربائي للبروتين..... ٨١٥
٢,٤,١٢ علم الخلية الجزيئي ٨١٨
٣,٤,١٢ تحليل طول القطع متعددة الأشكال (RFLP)..... ٨٢٠
٤,٤,١٢ سلسلة الحمض النووي (DNA) ٨٢٣
٥,٤,١٢ تحليلات قطع الحمض النووي (DNA) الجينومي..... ٨٢٤
٥,١٢ الأهداف من تحليل الحمض النووي (DNA) ٨٢٥

١,٥,١٢ السبحيات (الميتوكوندريا) ٨٢٥
٢,٥,١٢ الحمض النووي الرايبوسومي (rRNA) ٨٣١
٣,٥,١٢ الحمض النووي (DNA) التابع البنائي ٨٣٧
٤,٥,١٢ المناطق غير المشفرة (الإنترونات) ٨٣٧
٥,٥,١٢ المورثات النووية المشفرة للبروتينات ٨٣٨
٦,٥,١٢ تغييرات وراثية نادرة ٨٣٩
٦,١٢ خطوات تحليل التاريخ التطوري لبيانات تسلسل الحمض النووي ٨٤١
١,٦,١٢ أشجار المورثات أو أشجار الأنواع ٨٤١
٢,٦,١٢ أشجار ذات جذور وأشجار ليس لها جذور ٨٤٢
٣,٦,١٢ أنواع الأشجار ٨٤٢
٤,٦,١٢ اهداف المشروع وتسلسلات الحمض النووي (DNA) المناسبة ٨٤٥
٥,٦,١٢ مقارنة التسلسل مع تسلسلات بنوك المعلومات الوراثية (BLAST) ٨٤٧
٦,٦,١٢ محاذاة التسلسلات ٨٥٢
٧,٦,١٢ بناء تاريخ تطوري نشوئي للأنواع ٨٥٢
٨,٦,١٢ أخطاء عابرة ٨٦١
٩,٦,١٢ رزمة برامج حاسوبية ٨٦٢
٧,١٢ شجرة الحياة العالمية ٨٦٤
١,٧,١٢ نطاقين ٨٦٤
٢,٧,١٢ ثلاثة نطاقات ٨٦٤
٣,٧,١٢ أصل الكائنات الحية حقيقية النواة ٨٦٥
٨,١٢ السجل الأحفوري لمفصليات الأرجل ٨٧١

٩,١٢ التحليلات الجزيئية لتاريخ التطور النشوئي لمفصليات الأرجل ٨٧٨
١,٩,١٢ الحمض النووي الرايبوسومي (rRNA) ٨٧٨
٢,٩,١٢ مورثات Hox وتاريخ التطور النشوئي لمفصليات الأرجل ٨٨٢
٣,٩,١٢ مورثات Hox و التطور النشوئي لزوائد مفصليات الأرجل ٨٨٣
٤,٩,١٢ علاقات تطور نشوئي جزيئية أخرى للحشرات ٨٨٤
٥,٩,١٢ الانسجام بين الأشجار المبنية على الشكل الخارجي والجزيئي ٨٨٥
١٠,١٢ التطور النشوئي الجزيئي والتنوع ٨٨٦
١,١٠,١٢ مفاهيم النوع ٨٨٦
٢,١٠,١٢ كم هو عدد المورثات المشتركة في التنوع؟ ٨٨٨
٣,١٠,١٢ الكشف عن أنواع غامضة ٨٩٢
بعض المجلات ذات الصلة ٨٩٥
المراجع المستشهد بها ٨٩٥
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة الانترنت..... ٩٠٦

الفصل الثالث عشر: بيئة مجتمع الحشرة والوراثة الجزيئي ٩٠٧
١,١٣ نظرة عامة..... ٩١٠
٢,١٣ مقدمة ٩١١
٣,١٣ ما هو علم البيئة الجزيئي ؟..... ٩١٢
٤,١٣ جمع مفصليات الأرجل من الحقل بهدف التحليل ٩١٤
٥,١٣ الطرق الجزيئية البيئية ٩١٥
١,٥,١٣ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الخاص بالمورثة البديلة..... ٩٢١

٢,٥,١٣ الإنزيمات المتماثلة (الترّحْيل الكهربائي للبروتين) ٩٢٢
٣,٥,١٣ تحليل طول القطع متعددة الأشكال بالقطع الإنزيمي باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR-RFLP) ٩٢٣
٤,٥,١٣ التعدد الشكلي للخيط المزدوج (DSCP) ٩٢٤
٥,٥,١٣ تحليل ذو الخيوط غير المتجانسة (HDA) ٩٢٥
٦,٥,١٣ شرائح مصفوفات دقيقة ٩٢٧
٧,٥,١٣ التوابع البنائية الدقيقة ٩٣٠
٨,٥,١٣ تحليل تعدد طول القطع بالقطع الإنزيمي (RFLP) ٩٣٣
٩,٥,١٣ تحليل تعدد أطوال القطع بالقطع الإنزيمي وباستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (RFLP-PCR) ٩٣٤
١٠,٥,١٣ التضاعف العشوائي للحمض النووي متعدد الأشكال بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (RAPD-PCR) ٩٣٥
١١,٥,١٣ السلْسلة ٩٤٠
٦,١٣ تحليل البيانات الجزيئية ٩٤١
١,٦,١٣ الإنزيمات المتماثلة ٩٤٢
٢,٦,١٣ التوابع البنائية الدقيقة ٩٤٦
٣,٦,١٣ التضاعف العشوائي للحمض النووي متعدد الأشكال بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (RAPD-PCR) ٩٤٧
٤,٦,١٣ تحليلات تعدد طول القطع بالقطع الإنزيمي (RFLP) ٩٤٧
٥,٦,١٣ السلسلة ٩٤٨
٧,١٣ حالات دراسية في البيئة الجزيئية وبيولوجيا المجموعة ٩٤٨

١,٧,١٣ الإختلافات الوراثية في دودة الخريف المسلحة (Fall Armyworm) ٩٤٨
٢,٧,١٣ عزل المجموعة والانتقال الوراثي التدريجي في السيكادا ٩٥٢
٣,٧,١٣ إستئصال ذبابة فاكهة البحر المتوسط في كاليفورنيا ؟ ٩٥٩
٤,٧,١٣ دفاعات النبات ضد الحشرات العاشبة ٩٨٦
٨,١٣ كائنات معدلة وراثياً والبيئة التطورية النشوئية..... ٩٨٨
٩,١٣ مكافحة الآفات التطبيقية ٩٨٩
١,٩,١٣ تجربة" ماذا يعني"..... ٩٨٩
١٠,١٣ مجلات علمية ذات علاقة..... ٩٩١
المراجع المستشهد بها ٩٩١
بعض المواقع ذات الصلة على الشبكة العنكبوتية ١٠٠٤

الفصل الرابع عشر: الآفة والحشرات النافعة المعدلة وراثياً لبرامج
مكافحة الآفات ١٠٠٥
١,١٤ نظرة عامة..... ١٠٠٨
٢,١٤ مقدمة ١٠١١
٣,١٤ لماذا الحشرات المعدلة وراثياً ؟ ١٠١١
١,٣,١٤ الحشرات النافعة..... ١٠١١
٢,٣,١٤ الآفات الحشرية..... ١٠١٢
٤,١٤ لماذا نستخدم الطرق المعدلة وراثياً ؟ ١٠١٨
٥,١٤ ماذا يتضمن مشروع يستخدم طرق تطعيم الحمض النووي (DNA) ؟ ... ١٠٢٠
٦,١٤ ماذا يتوفر من طرق تحويل وتعديل الخلايا الجرثومية المنتجة للجاميتات؟. ١٠٢٤

١,٦,١٤ نواقل عنصر- P ١٠٢٥
٢,٦,١٤ نواقل عنصر متنقل أخرى ١٠٢٩
٣,٦,١٤ نواقل فيروسية ١٠٣٤
٤,٦,١٤ النقل الوراثي الجانبي ١٠٣٨
٥,٦,١٤ تطعيم في الموقع من خلال إجراء (FLP) ١٠٤٠
٦,٦,١٤ بدون نواقل ١٠٤١
٧,١٤ الطرق الحالية المحتملة لإدخال حمض نووي (DNA) غريب إلى أنسجة
مفصليات الأرجل ١٠٤١
٨,١٤ أي المورثات متوفرة للإدخال؟ ١٠٤٢
٩,١٤ لماذا تعتبر الإشارات المنظمة مهمة؟ ١٠٥٤
١٠,١٤ كيف يمكن تحديد الحشرات المتحولة؟ ١٠٥٧
١١,١٤ كيف يمكن نشر الآفة المعدلة وراثياً ومفصليات الأرجل النافعة؟ ١٠٥٩
١٢,١٤ هل من الممكن أن يعمل إسكات المورثة على التقليل من فاعلية
البرنامج؟ ١٠٦٤
١٣,١٤ المخاطر المحتملة المرتبطة بإطلاق مفصليات أرجل معدلة وراثياً ١٠٦٥
١,١٣,١٤ مخاطر نسبية ١٠٦٦
٢,١٣,١٤ مواضيع لمخاطر عامة ١٠٦٦
٣,١٣,١٤ النقل الأفقي للمورثة ١٠٦٩
١٤,١٤ إطلاقات دائمة لمفصليات معدلة وراثياً إلى داخل البيئة ١٠٧٥
١,١٤,١٤ نماذج للتنبؤ ١٠٧٧
١٥,١٤ إستنتاجات ١٠٧٩

المراجع المستشهد بها ١٠٨٦
بعض مواقع الشبكة العنكبوتية ذات العلاقة ١١٠٩

ثبت المصطلحات ١١١١
كشاف الموضوعات ١٢١٣