بسم الله الرحمن الرحيم

الشكل والوظيفة
في نحـــل العسـل

تأليف

ليسلي قودمان

ترجمة

أ. د. أحمد عبدالله آل خازم الغامدي

الأستاذ بوحدة أبحاث النحل – قسم وقاية النبات – كلية علوم الأغذية والزراعة
جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٠هـ (٢٠٠٩م).

هذه الترجمة مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب :

Form and Function in the Honey Bee
By: Lesley Goodman

© International Bee Research Association, 2003

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

قودمان، ليسلي.
الشكل والوظيفة في نحل العسل / قودمان، ليسلي.
ترجمة أحمد عبدالله آل خازم الغامدي، الرياض.
٢٣٦ ص، ٢٨ × ٢١ سم
ردمك ٠-٣٨٧-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

١- الشكل والوظيفة في نحل العسل أ- الغامدي، أحمد عبدالله (مترجم)
ديوي ٦٣٨,١٦ ١٤٢٩/٥٧٠٠

رقم الإيداع : ١٤٢٩/٥٧٠٠
ردمك : ردمك ٠-٣٨٧-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

حكّمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه السادس للعام الدراسي ١٤٢٨/١٤٢٩هـ المعقود بتاريخ ١/١٢/ ١٤٢٨هـ الموافق ١١/١٢/ ٢٠٠٧م

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٠هـ

مقدمة المترجم

لقد دعت الحاجة إلى ترجمة وإعداد هذا الكتاب كاستجابة للحاجة الماسة له في تدريس مقررات تربيـــة النحل والنحالة بمرحلتيهـــا الأساسية والمتقدمة. بالإضافـــة إلى أهميته في تدريس علم فسيولوجيـــا الحشرات لطـــلاب مرحلتي البكالوريوس والدراسات العليـــا ، وللباحثين في كليات العلـــوم والزراعة والمعاهد الزراعيـــة العليا، بالإضافة إلى المهتمين بمجـــال النحالة والعاملين بوزارة الزراعة.

لقـــد روعي في ترجمة هذا الكتـــاب أن يكون بلغة عربية مبسطة، بعيدة عـــن التعقيدات وقوالب الترجمـــة الجافـــة التي تنفر القـــارئ سريعا، بهدف جـــذب القارئ ويسهل عمليـــة حصوله على المعلومة العلميـــة بطريقة سلسة مهما كان مستواه العلمـــي وخلفيته العلمية في مجال تربية النحـــل والنحالة، وذلك حتى تعـــم الاستفادة منه، في وقت تتعدد فيه مصادر المعلومات وتتدفق مـــن كل جهة، لزاما علـــى القارئ العربي – الذي قد لا يلم إلماما كافيـــا باللغات الأجنبية – أن يواكـــب ثورة المعلومات العالميـــة وأن يستزيد من هذا المنهل العلمـــي المنهمر بلا حدود، ليقف جنبا إلى جنب مع نظيره من أبناء الدول المتقدمة علميا.

وتقوم المملكة العربية السعودية، ممثلة في حكومتها الرشيدة بجهود جبارة من أجل تطوير العلـــوم المختلفة وتحديثهـــا للاستفادة منها في تطوير آليات الإنتـــاج المختلفة ، ليس من أجل رفاهيـــة الشعب السعودي فحسب، ولكن من أجل رفعة وتقدم جميع الشعوب العربية والإسلامية. ولا أدل علـــى ذلـــك من كم الكتـــب المؤلفة والمترجمة التـــي تزخر بها المكتبـــات داخل وخارج المملكة.

إن المجهـــودات العظيمة التي تقوم بها حكومة خادم الحرمـــين الشريفين من أجل توفير الأمـــن الغذائي وتشجيع إنتاجه محليا يعترف بها القاصي والداني. وقد سارت الحكومة على عدة محـــاور وطنية أهمها المحـــور الزراعي، حيث تعمـــل جاهدة وباستمرار على نقـــل التكنولوجيا المتطـــورة وتطويعهـــا لتناسب الظروف المحليـــة، مع تحويل رمال الصحـــراء الصفراء إلى جنان خضراء ليعم الخير على الجميـــع. وتأتي منتجات النحل ضمن المنتجات الزراعية المحلية التي تهتم بها الدولة عملاً بقول الله تعـالى في كتابه العزيز:-

بسم الله الرحمن الرحيم

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى ٱلنَّحْلِ أَنِ ٱتَّخِذِى مِنَ ٱلْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ ٱلشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾
ثُمَّ كُلِى مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ فَٱسْلُكِى سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا ۚ يَخْرُجُ مِنۢ بُطُونِهَا شَرَابٌ
مُّخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهُۥ فِيهِ شِفَآءٌ لِّلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾

صدق الله العظيم (سورة النحل)

ويشتمل هذا الكتاب على تسعة أبواب رئيسية موزعة عليها وظائف أهم أعضاء نحلة العسل وسلوكياتها بالتفصيل. وأدعو المولى عز وجل أن أكون قد وفقت أولا في اختيار المرجع الأصلي لتفهم نحلة العسل ككائن حي له إنتاجه المعروف على مستوى العالم من عسل وغذاء ملكي وسم نحل والشمع وصمغ النحل وكلها منتجات لها أهميتها الغذائية والطبية المعروفة، وأن أكون قد وفقت أيضا في عملية الترجمة باختيار الأسلوب العلمي البسيط الذي يضفي على المعلومة دون إخلال بالمعنى أو الهدف ليزيد من شوق القارئ ويعم النفع عليه.

وختاما أشكر جميع من مدوا يد العون لي من أساتذتي وزملائي بجامعة الملك سعود بالرياض أثناء إعداد هذا الكتاب المترجم. وأدعو الله عز وجل أن يثيبهم خير الجزاء. كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لكل من هيأ لي كل السبل لطبع هذا الكتاب وإخراجه للنور بالصورة التي عليها الآن والذي يعتبر إضافة علمية للمكتبة العربية تقدمها حكومة خادم الحرمين الشريفين لجميع الأخوة المهتمين بعلوم النحل ووظائف أعضاء الحشرات داخل المملكة وفي ربوع الوطن العربي الكبير.

والله أسأل حسن الثواب

أ. د. أحمد بن عبدالله آل خازم الغامدي

جامعة الملك سعود

الرياض

إهداء المؤلف

بـــكل الحب وعرفان للجميل أهدي هذا الكتاب إلى أبـــي وأمي: هاري وأجنس جودمان اللذين شجعاني في كل أمور الحياة وإلى كاثلين لود بروك ، ومارجريت إدورال، وايولاليا هيجينس، معلماتـــي اللاتي أيقظن بداخلـــي حب العلم وإلى تلاميذي من طـــلاب البحث العلمي الذين أصبحـــوا فيما بعد أصدقائي ، وإلى زملائي الذين جعلـــوا من كل شيء مغامرة رائعة ، وفي النهاية إلى زوجي ليزلي هيلد الذي وقف بجانبي في كل الأوقات الصعبة التي مرت بي.

ليسلي ج. جودمان

تقديم

كانت الدكتورة ليسلي ج. جودمان مدرس في علم الحيوان بكلية الملكة ماري بجامعة لندن عند بلوغها سن التقاعد في عام ١٩٩٦. وخلال الثلاثين عاما السابقة كان لحماسها المتدفق في دراسة اللافقاريات ، وخصوصا فسيولوجيا الإحساس في الحشرات وسلوكها ، أثر كبير على كثير من تلاميذها، حيث قام بعضهم بالدراسة للحصول على درجة الدكتوراه تحت إشرافها. وكنت أنا أحد هؤلاء الطلبة الأوائل الذين درسوا تحت إشرافها لهذه الدرجة العلمية ، حيث عرفت بخبرتي الشخصية أن لها اهتمامات عظيمة ليس من الجهة العلمية لطلبتها فحسب، بل ومن جهة حياتهم ووظائفهم ونشاطاتهم أيضا ، وبالتالي فقد أصبحت صديقة عزيزة وناصحة مخلصة.

لقد كانت اهتماماتها العلمية تتضمن الرؤية والسلوك الذي يتحكم في رؤية الحشرات وخاصة نحل العسل. وفي عام ١٩٨٣ ، انتخبت عضو مجلس الجمعية الدولية لأبحاث نحل العسل (إبرا) ، ومن خلال معاملتها وتفاعلاتها الإنسانية مع علماء النحل ومربي النحل تأكدت من ضرورة تأليف كتاب ليستفيد منه المهتمين بعلوم النحل ومن غير الدارسين في المرحلة الجامعية الأولى على حد سواء. وكان هدفها وصف بعض الموضوعات عن علم حياة النحل التي تعلمها جيدا والتي تلقى اهتماما من الآخرين. وكان من ضمن أفكارها أن تزود هذا الكتاب ببعض الرسوم التوضيحية والصور غير التقليدية ، وخططت أن تحصل على تمويل هذا الكتاب من خلال الجمعية الدولية لأبحاث النحل ، على أن تستغل الجمعية العائد المادي من هذا الكتاب في تدعيم نشاطاتها.

كان هذا الكتاب في بعض مراحل إعداده عندما هاجم الدكتورة جودمان سرطان الرئة، وعندما توفيت في عام ١٩٩٨ كان لازال بعيدا عن مرحلة الاستكمال. وقبل وفاتها أنشأت اتحاد ليسلي ج. جودمان لأبحاث فسيولوجيا الحشرات وكلفت أعضاءه باستكمال هذا العمل بعد وفاتها ، وبالتالي فقد عهد لي بصفتي رئيسا لهذا الاتحاد أن أتأكد من استكمال ونشر هذا الكتاب. ويرجع التأخير المتوالي في إخراج هذا الكتاب بالدرجة الأولى إلى عدم قدرتي على استقطاع الوقت الكافي لعمليتي استكماله ونشره ، وأتعشم أن تتفهم ليسلي ذلك جيدا وهي في العالم الآخر.

إننا نلتزم بخطة ليسلي التي وضعتها بشأن هذا الكتاب بكل إخلاص وأمانة ، ونأمل أن نكون قد أشبعنا رغبتها في تسجيل المعلومات التي يرغب المهتم بعلم النحل في معرفتها وخصوصا عن كيفية أداء النحل لوظائفه. وأي خطأ يمكن أن يكتشف سيكون مني.

أرجو الإحاطة أنه إذا لم يذكر غير ذلك في أي موضع في الكتاب فإن كلمة النحل أو نحل العسل تعني نحل العسل الأوروبي *Apis mellifera*. وقد استخدمت هنا تسميات "النباتات الجديدة بالجزر البريطانية" للعالم سي.ستاس (دار نشر جامعة كمبردج عام ١٩٩٥)

أما أسماء أعضاء الحس وحروفها الهجائية فقد أخذت عن قاموس المصطلحات الحيوية للعالم إي. لورانس (الطبعة الثانية عشر).

ريتشارد ج. كوتر
أستاذ علم الحشرات التطبيقي
ورئيس قسم إدارة المصادر الزراعية سابقا ،
معهد المصادر الطبيعية - جامعة جرين ويتش

شكر

كثير من الناس ، وأنا منهم ، ساعدوا ليسلي في كتابة واستكمال هذا الكتاب ، لذلك فإن عدد منهم يستحق الشكر الخاص. فقد ساعد ليسلي كثيرا كل من هايدي برايس توماس مدير الخدمات المعملية وكيث بيل المسئول عن المجهر الإلكتروني في مدرسة العلوم الحيوية ومدرسة العلوم الطبية ، وجون كاولي بقسم الكيمياء بكلية الملكة ماري بجامعة لندن. لقد سهلت هايدي استخدام أجهزة المجهرين الضوئي والإلكتروني ، في حين حافظ جون على طوائف نحل العسل ، بينما قام كيث بتعريف وتشريح وإعداد أنسجة نحل العسل وأخذ الصور سواء بالمجهر الضوئي أو المجهر الإلكتروني الموجودة بهذا الكتاب ، كما قام برسم التركيب الدقيق لغدة ناسونوف. أما الرسوم البيانية والأشكال الجميلة المنشورة بهذا الكتاب فقد أعدها مايكل ج. روبرتس. جزيل الشكر لجون روبرتس ، كاريف باي ، على تصميمه صفحات الغلاف وكذلك جون ديكسون الذي لعب دورا متكاملا في إعداد هذا الكتاب حيث أخذ على عاتقه مهمة صعبة في تصميم وضع الأشكال والصور والرسوم في أماكنها الصحيحة في مواضيع المتن ، كما أرادت وحددت ليسلي قبل وفاتها. لقد ساعدت كيم جيل مور الدكتورة ليسلي في الحصول على المعلومات العلمية المرتبطة بمواضيع الكتاب كما قامت بكتابة أصول ومسودات الفصل الثامن من الكتاب ، وقامت بقراءة ومراجعة الابواب المستكملة الأولى. لقد ساعدني لين ديكس في إعداد المادة العلمية لكتابة الفصل السابع الذي لم تكن قد بدأت ليسلي في إعداده قبل وفاتها. ولا يمكن إغفال بينيلوب وولكر في المراحل المتأخرة من إعداد الكتاب ومراجعة مسوداته والمساهمة في إخراجه بصورته النهائية. لقد تم إدارة هذا العمل بكل كفاءة وجدية بواسطة باميلا مون ، نائب مدير الجمعية لأبحاث نحل العسل ، وبدونها كنا سنفشل بالتأكيد في إخراج هذا العمل.

إن ليسلي قد تركت الإهداء المذكور سابقا بنفسها قبل رحيلها.

ريتشارد ج. كوتر

المحتويات

مقدمة المترجم	هـ
إهداء المؤلف	ز
تقديم	ط
شكر	ك
الفصل الأول أعضاء الحس على قرن الاستشعار (الشم والتذوق واللمس والسمع في النحلة)	١
أولاً: حاسة الشم في النحل	٢
ثانياً: الشم في الإنسان	٣
ثالثاً: الشم في النحل	٤
المستقبلات الشمية وسط أعضاء الحس على قرون الاستشعار	٧
الصفائح الحسية	٨
شعيرات اللمس الميكانيكية وأعضاء الحس المخروطية	١١
رابعاً: التذوق في النحل	١٢
أي مستقبلات على قرون الاستشعار تكون حساسة للتذوق؟	١٣
خامساً: الحساسية للحرارة والرطوبة وثاني أكسيد الكربون	١٤
سادساً: حاسة اللمس على قرن الاستشعار	١٦
أين توجد الخلايا الحسية الخاصة باللمس على قرن الاستشعار؟	١٨
سابعاً: كيف يعمل قرن الاستشعار كأذن؟	١٩
ثامناً: المعلومات المبلغة عن طريق الرقص	٢٠
كيف يفهم ويفسر ويترجم النحل المتابع الرقص على سطح القرص المظلم والمزدحم؟	٢٠
الفصل الثاني: الرؤية في النحل (العين المركبة)	٢٣
أولاً: العين المركبة	٢٣
كيف تكوّن العين المركبة صورة؟	٢٤
لماذا يكون التبدد المكاني فقيرا جدا في العين المركبة؟	٢٨
التبدد الزماني	٢٩
ثانياً: رؤية الألوان في النحل	٢٩
برهان أن النحل يمكنه رؤية الألوان	٣٠
آليات أسس رؤية الألوان	٣١
الثلاثة ألوان في النحل	٣٢
كيف يتم رؤية الألوان بواسطة النحل ومدى اختلاف ذلك عن الإنسان	٣٣

المرشدون للرحيق ٣٦
كيف يميز النحل الألوان جيدا؟ ٣٧
تقييم التوافق بين ألوان الأزهار ورؤية الألوان في النحل وفي الحشرات الأخرى التي تزور الأزهار من رتبة غشائية الأجنحة ٣٩
ثالثاً: القيادة إلى ومن مكان الغذاء ٤٠
البوصلة الشمسية ٤١
الضوء المستقطب ٤٢
التعويض لحركة الشمس ٤٥
أسلوب التمييز في النحل واستعمال المعلّم ٤٦
تقدير المدى ٥١
الفصل الثالث: العوينات (العيون البسيطة) الظهرية: المجموعة الثانية من عيون النحلة ٥٣
أولاً: العيون البسيطة أو العوينات الظهرية ٥٣
الفصل الرابع: استجابة النحل للجاذبية الأرضية: أي طريق لأعلى ٥٩
أولاً: مستقبلات الجاذبية الأرضية في الحشرات ٦١
كيف يعمل جهاز الاستقبال الذاتي للجاذبية الأرضية؟ ٦٢
الصفائح الشعيرية بالرقبة ٦٢
الصفائح الشعيرية بالخصر ٦٤
الصفائح الشعيرية بالأرجل ٦٥
ثانياً: استعمال الجاذبية الأرضية للإشارة عن الاتجاه في الرقص الاهتزازي ٦٦
الفصل الخامس: التغذية : (٥,١) استخدام أجزاء الفم ٦٩
أولاً: أجزاء فم النحلة ٦٩
ثانياً: دور أجزاء الفم كل على حدة ٧٠
ثالثاً: التغذية على السوائل ٧٦
لعق ومص السوائل ٨٣
رابعاً: كيف يستخدم النحل أجزاء فمه في تغذية نفسه؟ ٨٥
الفصل الخامس: التغذية: (٥,٢) تذوق الطعام ٨٦
أولاً: مستقبلات التذوق في الحشرات (المستقبلات الكيميائية بالملامسة) ٨٧
ثانياً: مستقبلات التذوق في النحل ٨٨
المستقبلات على الأرجل ٨٨
المستقبلات على قرون الاستشعار ٩٠
المستقبلات على أجزاء الفم ٩٠
المستقبلات في الفم ٩١

ثالثاً: كيف يستعمل النحل حاسة التذوق ٩١
الفصل الخامس: التغذية: (٥,٣) جمع حبوب اللقاح ٩٩
الفصل السادس: التنفس : كيف تتنفس النحلة ؟ ١٠٥
أولاً: التنفس في الحشرات ١٠٥
كيف يصل أكسجين كافي إلى الخلايا التنفسية؟ ١٠٩
هل يعتبر الانتشار الغازي البسيط كافيا ليقابل انتشار الحشرة النشطة؟ ١٠٩
ثانياً: ماذا نعرف عن الحركات التنفسية في نحل العسل؟ ١١٠
ثالثاً: حلم القصبات الهوائية ١١٧
الفصل السابع: الطيران (الأجنحة، والديناميكا الهوائية، والتحكم الحسي، والأيض) ١١٩
أولاً: كيف نشأت الأجنحة؟ ١١٩
ثانياً: الديناميكية الهوائية وكيف يكون الطيران ممكنا ١٢٢
كيف تتولد قوة الرفع؟ ١٢٢
ثالثاً: لماذا يكون طيران الحيوانات أكثر تعقيداً؟ ١٢٤
طيران الحشرات لايزال أكثر تعقيدا ١٢٥
كيف تظل الحشرات عالية في الهواء؟ ١٢٦
رابعاً: تركيب الأجنحة ١٢٩
خامساً: زوج واحد أم زوجان من الأجنحة ١٣٠
سادساً: كيف تتحرك الأجنحة؟ ١٣٢
التركيب التشريحي للصدر ١٣٢
تمفصل الجناح في نحل العسل ١٣٤
عضلات الطيران ١٣٦
الثبات والقدرة على المناورة ١٤٠
سابعاً : التنظيم الحسي لسلوك الطيران ١٤٤
ثامناً: طيران السروح ١٤٧
الارتفاع والسرعة و إنفاق الطاقة ١٤٨
طيران التعلم أو طيران التوجيه ١٤٩
تاسعاً: طيران التطريد ١٤٩
عاشراً: ما مدى طيران النحل ١٤٩
الحادي عشر: طيران التلقيح (طيران الزفاف) ١٥٠
الثاني عشر : مصادر الطاقة لنشاط الطيران ١٥٠
الثالث عشر: طاقة الطيران وتحولاتها ١٥١

الإمداد الأكسجيني ١٥١
كفاءة الوقود المستخدم ١٥١
الرابع عشر: التحكم الحراري ١٥٢
التحمية أو التسخين ١٥٣
المحافظة على البرودة المعتدلة ١٥٣
التنظيم الحراري في الذكور ١٥٥
الخامس عشر: نقل الأحمال ١٥٥
الفصل الثامن: الغدد: الاتصال الكيميائي وإنتاج الشمع ١٥٧
أولاً: غدة ناسونوف ١٦٠
تركيب الغدة ١٦٠
تركيب فرمون ناسونوف ١٦٤
دور فرمون ناسو نوف في السلوك ١٦٦
ثانياً: فرمون الملكة ١٦٧
ثالثاً: الغدد الرسغية ١٦٩
تركيب الغدة ١٦٩
كيف يصل الفرمون إلى خارج الجليد؟ ١٧٠
دور الفرمون ذو الآثار القدمية في شغالة نحل العسل ١٧٣
دور الفرمونات في تثبيط تربية الملكات والتطريد ١٧٤
رابعا: شمع النحل وبناء القرص ١٧٤
تركيب غدد الشمع وإنتاج الشمع ١٧٥
الإفراز الشمعي في الغدد وانتقاله عبر الخلايا ١٧٥
كيف يصل الشمع إلى سطح المرايا الشمعية؟ ١٧٧
تركيب شمع النحل ١٧٨
كيف ينظم نشاط بناء القرص؟ ١٧٨
كيف تبني الشغالات القرص؟ ١٨٠
الفصل التاسع: حماية الطائفة: آلة اللسع ١٨٣
أولاً: آلة اللسع ١٨٥
ثانياً: استجابة اللسع ١٨٦
ثالثاً: السم ١٨٧
رابعاً: التحكم العصبي لحركة الرمح ١٨٩
خامساً: دور أعضاء حس آلة اللسع ١٩٠

سادساً: فرمونات التحذير ١٩٢
سابعاً: لماذا يوجد بالنحلة كثير من المكونات المختلفة في فرمونها التحذيري؟ ١٩٥
قائمة المراجع ١٩٧
ثبت المصطلحات
أولاً: (عربي - إنجليزي) ٢١٣
ثانياً: (إنجليزي - عربي) ٢٢١
كشاف الموضوعات ٢٢٩

الشكل رقم (١,١). قرن الاستشعار الأيسر لشغالة نحلة العسل: الاصل (العقلة القاعدية) والعذق والسوط المكون من عشر عقل. لاحظ علبة رأس النحلة ذات الشعر الكثيف. تغطي أيضا العين المركبة بشعيرات المستقبلات الميكانيكية (mh) بالرغم من وجود تغذية عصبية لهذا الشعر وله وظيفة استقبال ميكانيكي. ويبين الشكل نقاط تمفصل عقلة الأصل مع علبة الرأس وكذلك العذق مع الأصل بالسهم الأحمر على الشكل.