مقدمة
في
علم الأجنة للفقاريات

الدكتور ماهر محمد إبراهيم
أستاذ مساعد ـ قسم علم الحيوان ـ كلية العلوم
جامعة الملك سعود

الناشر: **عمادة شؤون المكتبات ـ جامعة الملك سعود**
ص.ب: ٢٢٤٨٠ الرياض ١١٤٩٥ ـ المملكة العربية السعودية

© ١٩٨٧م جامعة الملك سعود
جميع حقوق الطبع محفوظة . غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب ، أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة سواء كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية ، أو استنساخاً ، أو تسجيلاً ، أو غيرها إلا بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .
الطبعة الأولى : ١٤٠٧هـ (١٩٨٧م) .

مكتبة جامعة الملك سعود
الرقم العام : ٢٧٦٥١٢
مكتبه :
رقم العهده :

٥٩٦
أ م م إبراهيم ، ماهر محمد
مقدمة في علم الأجنة للفقاريات
تأليف ماهر محمد إبراهيم
١ ـ علم الأجنة ٢ ـ الفقاريات ـ أ ـ العنوان

مطابع جامعة الملك سعود ـ ١٤٠٧هـ

تقديم

الحمد لله الذي أحسنَ كل شيء خَلقَه... القائل في مُحْكَم كتابه: ﴿ ...وَمَا تَحْمِلُ مِنْ أُنثَىٰ وَلَا تَضَعُ إِلَّا بِعِلْمِهِۦ... ﴾ (سورة فاطر آية ١١). والصلاة والسلام على رسول الهدى، الذي حث على طلب العلم ونشره، ونهى عن الاستئثار به وكتمانه، وجَعَل السعي إليه في مرتبة العبادة.

وبعد... فإن الجهد العلمي الذي يُشرفني أن أُودِعَه بين دَفَّتَي، هذا الكتاب، يمثل إسهامًا متواضعًا في «علم الأجنة للفقاريات»، قُصد به أن يكون كتابًا مَنهجيًا لطلاب كليات العلوم والتربية بجامعة الملك سعود. وهو في ذات الوقت أول كتاب يظهر في هذا الحقل باللغة العربية، منذ زمن بعيد، حيث كان آخر كتاب معروف هو كتاب مترجم للأستاذ أ. ف. هويتنر بعنوان؛ «الأساسيات في علم الأجنة المقارن للفقاريات».

ومن ثم فقد روعي أن يشتمل الكتاب على تسجيل شامل ووجيز في آن واحد، لكافة المعلومات العلمية الأساسية التي انتهت إليها التطورات البحثية والمنجزات المعملية على السواء في ميدان «علم الأجنة للفقاريات»، وانطلاقًا من هذه الفكرة، واستكمالا للمادة العلمية فقد عُني الكتاب بتقديم أكبر عدد ممكن من الأشكال التوضيحيَّة من قطاعات ورسوم تخطيطية تبين، بجلاء وتفصيل ودقة، مختلف العلاقات التكوينيَّة والصفات التشريحية والمراحل الجنينيَّة والخطوات والمنظورات سواءً كانت كليةً أو جُزئية.

ومن جهـة أخرى فقد استهدف الكتاب أيضًا أن يكون بمثابة مشاركة جديدة للجهود المبذولة في مجال تعريب العلوم والثقافة بوجه عام، والإسهام في عملية التعريب التعليمي للعلوم البحتـة بوجـه خاص، كجـزء من تعريب أدوات المعرفة في المدنية الحديثة، وتسخيرها في خدمة الحضارة العربية، التي بقيت وستظل تراثًا ثمينًا للإنسان المسلم، وللإنسانية جمعاء، يتطلب الإضافة والإثراء.

وتُـبرهن عملية التعريب، سواءً في «علم الأجنة للفقاريات»، أو في كل فروع الفكـر ونـظم العلوم، على أن اللغـة العربية تصلح لُغةً للعلوم التجريبية المتطورة، وتستوعب أبعادها المختلفة، سواء لأغراض التنظير العلمي بما يتطلبه من مرونة تركيبية وثراء لغوي، أو للأغراض الاصطلاحية بما تستلزمه من دقة لفظية وتحديد للمعاني. وهذا يدل على أن اللغة العربية هي لغة علم أيضًا وليست لغة أدب فقط، وأنه يمكن تطويعها لكافة العلوم المعاصرة، لتعبر عنها في سهولة وسلاسة ويسر. ومن الواضح أن لغتنـا العربية الخالدة تتوثب الآن لتستردّ مكانها المرموق الجدير بها، في ركب الثقافة العـالمية وحضـارة الإنسان، لكي تعود سيرتها الأولى، كما كانت، في عصور الثقافة العربية الزاهرة، حركة نشطة للترجمة لاتَكِلّ.

وأخيرا... وفوق كل شيء، فإن هذا الكتاب لايكون قد حقق أهم أهدافه، إن لم يَلْحَظ قارئه والدارس فيه، ذلك الخيط الرفيع من شعاع المعرفة الإيمانية الذي يربط بين أول كلمة وآخر كلمة فيه، ويَسْري فوق سُطوره وما بين السطور، مُسَبِّحًا لله في إعجازه المطلق، وتحت مظلّة هذا الإعجاز النوراني، تمتد جسور البحث والتأمُّل بين ضفتي الإيمان والعلم، كي يَدْرُج عليها العقل المؤمن، في سعيه الدائب للوصول إلى أطراف من أرض الحقيقة اللانهائية... يرفع من فوقها، بإذن الله، ستارا إثر ستار، لتتكشف له عوالم الإبداع الالهي، حين يطل الرائي من نافذة المجهر على رحلة الجنين، فإذا بعيون العقل والقلب معًا، تنفتح على قبس من نور الله السَّرْمدي، يغمرها ويُبهرها معًا في آن واحد، فيرى الرائي، من بداية الرحلة إلى نهايتها، كمال القدرة الربَّانية في أطوار، الازدواج ثم الانقسام، وروعة التجسيم والتصوير والإتمام، لكي تكتمل دورة

الخليقة في كل نوع، كما أراد الله لها أن تكون، فكانت حيث قال تعالى: ﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن سُلَٰلَةٍ مِّن طِينٍ ثُمَّ جَعَلْنَٰهُ نُطْفَةً فِى قَرَارٍ مَّكِينٍ ثُمَّ خَلَقْنَا ٱلنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا ٱلْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا ٱلْمُضْغَةَ عِظَٰمًا فَكَسَوْنَا ٱلْعِظَٰمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَٰهُ خَلْقًا ءَاخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ أَحْسَنُ ٱلْخَٰلِقِينَ﴾(سورة المؤمنون ـ آيات ١٢، ١٣، ١٤). لقد تعهد الله جلت قدرته عقل الإنسان، في رفق وحنانٍ، منذ أن علمه الأسماء كلها، ثم أخذ يلقنه رُويدًا رُويدًا، معنى ما يكمن خلف الأسماء، ليكتشف عظمة الخلق ووحدة الخالق.

ولقد قال تعالى: ﴿أَوَلَمْ يَرَوْا۟ كَيْفَ يُبْدِئُ ٱللَّهُ ٱلْخَلْقَ ثُمَّ يُعِيدُهُۥٓ ۚ إِنَّ ذَٰلِكَ عَلَى ٱللَّهِ يَسِيرٌ﴾ (سورة العنكبوت ـ آية ١٩). وهكذا يتأذن الله تعالى، عظمت آلاؤه، فيعلم الإنسان ما لم يكن يعلم، بَدْءًا بإلهامه أن يصنع المجهر، ثم يُريه آياته من خلاله، حين يكشف له أقباسًا من علمه المطلق التام، ها هو الإنسان يجوس بالبصر وبالبصيرة في عالم الخلية، مشاهدًا، ومتأملاً، كيف تولد ثم تنمو، ثم تأخذه دهشة الاكتشاف وهو يلحظها تتراكم ثم تتراص في إبداع هندسي لتصوغ الجنين: ﴿ٱللَّهُ يَعْلَمُ مَا تَحْمِلُ كُلُّ أُنثَىٰ وَمَا تَغِيضُ ٱلْأَرْحَامُ وَمَا تَزْدَادُ ۖ وَكُلُّ شَىْءٍ عِندَهُۥ بِمِقْدَارٍ﴾ (سورة الرعد آية ٨) ثم يصحب الله الإنسان عبر رحلة الجنين، من بدايتها المعجزة إلى خاتمتها المعجزة. ليعلمه من جديد ما لم يكن يعلم: ﴿. . .وَنُقِرُّ فِى ٱلْأَرْحَامِ مَا نَشَآءُ إِلَىٰٓ أَجَلٍ مُّسَمًّى . .﴾ (سورة الحج آية ٥).

وهكذا حق أن يعلم كل باحث عن المعرفة، وكل ظامىء وراء الحقيقة أن كل شيء قد خلقه الله تعالى بمقدار محسوب، وأخضعه لقانون، في علمه الأزلي مكتوب، وأن كل فتح علمي جديد، هو فتح من الله، يزداد به الإيمان رسوخًا بأوتاد العلم، ويزدان به العلم تشرفًا بنور الإيمان. . . فكلاهما ينهل من نبع واحد هو نبع اليقين. وصدق البارىء العظيم إذ يقول: ﴿إِنَّمَا يَخْشَى ٱللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ ٱلْعُلَمَٰٓؤُا۟﴾ سورة فاطر آية (٢٨)، وقال تعالى: ﴿فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ أَحْسَنُ ٱلْخَٰلِقِينَ﴾ سورة المؤمنون آية (١٤).

ولايفوتني في هذا المجال أن أتقدم بوافر شكري وتقديري للأخ العزيز الأستاذ محمد محمد علي عيسى رسام قسم علم الحيوان على ماقام به من مجهود كبير في تنفيذ رسومات هذا الكتاب.

دكتور ماهر محمد ابراهيم

المحتويات

صفحة

تقديم ..... هـ

تمهيد ..... م

الباب الأول: الجاميطات ـ تكوينها واندماجها ١

الفصل الأول: انقسام الخلية ٧

- الانقسام الميتوتي ٨
- الانقسام الميوزي ١٢

الفصل الثاني: تكوين الجاميطات المذكرة (الحيوانات المنوية) ١٩

- تركيب الحيوان المنوي ٢٥
- التحورات التي تطرأ على الطلائع المنوية إلى أن تصبح حيوانات منوية كاملة ٢٧
- النضوج الفسيولوجي للحيوان المنوي ٣١

الفصل الثالث: تكوين الجاميطات المؤنثة (البويضات) ٣٥

- أنواع البويضات ٣٩
- أغشية البويضة ٤٢
- تكوين البويضة في الطيور ٤٤
- تكوين البويضة في الثدييات الولودة ٤٥

الفصل الرابع: الإخصـــاب ٥١
- انتقال البويضة ٥٢
- انتقال الحيوانات المنوية ٥٦
- التفاعل الأكروسومي ٥٨

الباب الثاني: التكوين الجنيني المبكر ٦١

الفصل الخامس: التفلج أو التعقيل ٦٣
- التفلج في: .....

السهيم ٦٥
البرمائيات ٦٨
الطيور ٧٣
الثدييات ٨٥
- التوالد المضاعف وتكوين التوائم ٨٨

الفصل السادس: التبطين وتكوين الطبقات الجنينية الثلاث ٩٣
- في السهيم ٩٣
- في البرمائيات ١٠٦
- في الطيور ١١٨
- في الثدييات ١٣٠

الباب الثالث: تأسيس الجسم وتكون الأجهزة العضوية ١٣٩

الفصل السابع: التكون العضوي لأجنة البرمائيات ١٤٥
- الشكل العام لجنين ضفدعة طوله ثلاثة ملليمترات ١٤٥
- الشكل العام لجنين ضفدعة في المرحلة من ٤ إلى ٥,٥ ملليمتر ١٥٢

- الشكل العام لجنين ضفدعة طوله عشرة ملليمترات ١٥٣
- أعضاء إكتوديرمية المنشأ ١٥٧
- أعضاء ميزوديرمية المنشأ ١٨٢
- أعضاء إندوديرمية المنشأ ١٩١

الفصل الثامن: التكون العضوي لأجنة الطيور ١٩٥

- التكون الجنيني لفرخ الدجاجة حتى ٢٤ ساعة احتضان ١٩٦
- التكون الجنيني لفرخ الدجاجة حتى ثلاث وثلاثون ساعة احتضان ٢٠٤
- التكون الجنيني لفرخ الدجاجة حتى ٥٠ ساعة احتضان ٢١٣
- الأغشية الجنينية الإضافية للطيور ٢٢١
- التكون الجنيني لفرخ الدجاجة حتى ٦٠ ساعة احتضان ٢٣٠
- تكون الدم والأوعية الدموية في الفقاريات ٢٣٨

الفصل التاسع: التكون المشيمي في الثدييات ٢٤٣

- **المراجع** ٢٥٥
- **ثبت المصطلحات**

(عربي / إنجليزي) ٢٥٧

(إنجليزي / عربي) ٢٧٩

تمهيد

كما أن الفرد هو وحدة بناء المجتمع، فإن الخلية هي وحدة بناء الأفراد. وكل فرد من الحيوانات العليا يتكون من مجاميع هائلة من الخلايا وكل مجموعة لها وظيفتها ولها مكانها المحدد في الجسم.

ويبدأ الفرد حياته كخلية واحدة ألا وهي البويضة الملقحة Fertilized egg والاسم العلمي للبويضة الملقحة هو الزيجوت Zygote وهو اسم يدل على أن البويضة الملقحة لها نشأة مزدوجة فهي عبارة عن الحيوان المنوي الذي يتكون في خُصية الذكر، والبويضة التي تتكون في مبيض الأنثى. وباتحاد هاتين الخليتين التناسليتين، البويضة Ovum ، والحيوان المنوي Spermatozoon ، تتم عملية الإخصاب Fertilization ، وينتج الزيجوت Zygote ، الذي يعتبر الخلية الجسمية Somatic cell ، الأولى في بناء الفرد الجديد. هذه هي القاعدة العامة للتكاثر بالنسبة لقبيلة الحبليات أو الحيوانات ذات الحبل الظهري Chordata ، ويعرف هذا النوع من التكاثر بالتكاثر الجنسي Sexual reproduction .

وعلم الأجنة هو العلم الذي يبحث في دراسة مراحل النمو والتكوين والتميز Growth, Development & Differentiation التي تتم في هذه الكائنات الحية منذ البداية (الخلية الأولى أو الزيجوت) إلى أن تصبح حيوانات كاملة التكوين معقدة التركيب شبيهة بأبويها، ناضجة تمامًا ومعتمدة في حياتها اعتمادًا كليًا على نفسها. ولقد

جرى العرف على أن تقتصر الدراسة في علم الأجنة على مراحل ما قبل التحور بالنسبة للبرمائيات Amphibia أي من الزيجوت إلى أن يتم تكوين أبو ذنيية Tadpole ومراحل نمـو جنين الطيور داخل البيضة أي ما قبل الفقس، وكذلك مراحل ما قبل الولادة بالنسبة للحيوانات الثديية. ولابد هنا أن نشير إلى أن التحور والفقس والولادة ما هي إلاَّ علامات مميزة تشير إلى انتهاء مرحلة من مراحل النمو وبداية مرحلة أخرى في سلسلة متصلة من التطورات في حياة الفرد.

وعلى الرغم من أن عملية التكوين الجنيني هي سلسلة من الانقسامات والتطورات المستمرة إلاَّ أنه من المستحسن لسهولة دراستها أن نقسمها إلى عدة مراحل على أن نأخذ في اعتبارنا أن كل مرحلة ما هي إلا وقفة قصيرة اتفق عليها لسهولة الدراسة وأن التكوين الجنيني لايتوقف بالفعل عند نهاية كل مرحلة.

ومن الممكن أن نقسم عملية التكوين الجنيني في الحبليات إلى المراحل الآتية:

(١) مرحلة تكوين الخلايا الجنسية والإخصاب Formation of sex cells & Fertilization

وهذه تشتمل على:

أ ـ نشأة الخلايا الجنسية وتكوين المناسل Gonads الذكرية والأنثوية.

ب ـ إنتاج الخلايا الجنسية Sex cells عند اكتمال النمو الجنسي للفرد.

جـ ـ إتحاد البويضة أو الخلية الجنسية الأنثوية بالحيوان المنوي أو الخلية الجنسية الـذكرية وهي ما تعرف باسم عملية الإخصاب. ومن ثم إنتاج البويضة الملقحة أو الزيجوت Fertilized egg or zygote.

(٢) مرحلة التفلج أو الانقسام Cleavage or Segmentation

حيث تتفلج أو تنقسم البويضة المخصبة عدة انقسامات ينتج عنها مجموعة من الخلايا تعرف باسم الفلجات Blastomeres وتستمر هذه الانقاسامات إلى أن تصبح

مجمـوعـة من الخـلايا على شكـل كرة جوفـاء سمكهـا خلية واحـدة كما في السهيم Amphioxus (حبليات أولية Primitive chordates) أو كرة نصف جوفاء سمكها عدة خلايا كما في الـبرمائيات Amphibia تعرف باسم البلاستيولة Blastula أو تصبح مجموعة من الخـلايا على شكل قرص مستقر على أحد أقطاب البويضة يعرف باسم القرص الجرثومي Blastodisk والتي تصبح فيما بعد الأدمة الجرثومية Blastoderm كما هو الحال في الزواحف والطيور.

(٣) مرحلة التبـطين Gastrulation وتكـوين الجـاسـترولـة Gastrula وانفصال الطبقات الجنينية «الجرثومية» Germ layers (الاكتوديرم Ectoderm ، والميزوديرم Mesoderm ، والإندوديرم Endoderm).

(٤) مرحلة نمو الجنين وتكوين الأنسجة والأعضاء المختلفة وتعرف هذه المرحلة باسم مرحلة التميز العضوي أو التعضي Organogenesis.

(٥) مرحلة خروج الجنين إلى الحياة Posthatching

سواء من البيضـة كما في معظم الأسماك وكل البرمائيات ومعظم الزواحف وكل الـطيور وبعض الثدييات البدائية أو الولادة كما في بعض الأسماك وبعض الزواحف ومعظم الثدييات.

وبنهاية هذه المرحلة تبدأ عملية النضوج الجنسي للفرد Sexual maturity التي تنتهي بحيوانات ناضجة جنسيًا من ذكور وإناث يتزاوجون مرة أخرى وهكذا.