م/2 2025-10-9

علم الأجنة في الأسماك

تعتبر المعلومات حول المراحل التطورية لأجنة الأسماك أساسية في دراسات تاريخ الحياة كما إنّها مهمة جداً في تطبيقات تربية الأسماك. نستطيع القول إنّ الأسماك من أصلح الحيوانات التي يمكن أن تستخدم للتعرف على المراحل التطورية التي تحصل لأعضاء واجهزة الفقريات عموماً وذلك لافتقادها الى الصبغات وشفافيتها خلال مراحل التطور الأولية ولحجمها الذي يتيح وبسهولة ملاحظة التغييرات في الأعضاء والأنسجة الى وقت طويل بعد الفقس. رغم هذه الحقيقة فإنّ المعلومات حول أجنة الأسماك لازالت قليلة جداً.

قبل الخوض في التلقيح (fertilization) وتتبع مراحل التطور الجنيني لابد من أخذ فكرة عن الخلايا الجنسية، وهي الحيامن والبيوض، وكذلك عن طريقة وصول هذه الحيامن الى البيوض لتلقيحها ، أي الأنواع المحتملة للتكاثر في الأسماك .

أعضاء التكاثر

الأعضاء التكاثرية الأنثوية هي المبايض والأعضاء التكاثرية الذكرية هي الخصى وعموماً تكون هذه التراكيب موجودة في أفراد منفصلة هي الاناث والذكور، عدا بعض الشواذ التي سنشير اليها لاحقاً. الخلايا الجنسية التي تنتجها الذكور هي الحيامن (spermatozoa) والخلايا التي تنتجها الاناث هي البيوض (eggs اوova)

الخلايا الجنسية الذكرية :

تتولد الحيامن داخل الخصى بما يسمى عملية تكون الحيامن (spermatogenesis) وفي هذه العملية تكون المواد التي ستحدد صفات النسل على استعداد للاتحاد بالمواد المشابهة الموجودة في البيضة.

لا تختلف الحيامن، في الأنواع المختلفة من الأسماك، في موادها الوراثية فقط، بل وأيضاً في الشكل الخارجي، يكتسب الحيمن خلال تكونه ذنب يشبه السوط يمكنّه من الحركة وإيجاد طريقه الى البيضة لتلقيحها. ولغرض ضمان التلقيح فإنّ ذكور الأسماك ، مثلها مثل ذكور بقية الفقريات، تنتج اعداداً هائلة من الحيامن صغير الحجم بحيث إنّ قطرة صغيرة منها قد تحوي مليون حيمن، تنتج أقنية الحيامن مادة عصيرية وتشكل هذه مع الحيامن ما يسمى بالمني (milt) وهو الذي يطلقه الذكر أثناء عملية وضع السرء ولا يكون الحيمن فعالاً ومتحركاً الاّ عندما تفرز أقنية الحيامن مادتها وحالما يكتسب الحيمن النشاط يتحرك مستخدماً الذنب ولكنه سرعان ما يموت إذا لم يصادف بيضة لإخصابها.

يختلف عمر الحيامن باختلاف الأسماك إضافة الى المكان الذي تطرح فيه فإذا طرح الحيمن في الماء فإنّ عمره سيكون أقصر بكثير مما لو طرح داخل الانثى كما إنّ عمره في الماء يختلف باختلاف تركيز الأملاح في الماء فإذا كان تركيزها في الماء مماثلاً لمحتوى الأملاح في جسم السمكة فإنّ الحيمن سيعيش أطول مما لو كان المحتوى أكثر أو أقل. تتأثر حيوية الحيمن أيضاً بدرجة الحرارة وبصورة عامة تعيش الحيامن فترة أطول في درجات الحرارة المنخفضة وقد دلت البحوث على أمكان خزن الحيامن في ظروف معينة فقد تمكن

Pullian, 1972 من خزن حيامن أسماك البليس *Pleuronectes platessa* فترة بلغت 315 يوماً تحت درجة حرارة – 196°م وعند اذابتها واختبارها تبين أنّها لم تفقد نشاطها وإنّها قادرة على تلقيح البيوض بنفس معدل الحيامن الطازجة.

لا تطرح كل الحيامن المتكونة في الخصى أثناء فترة وضع السرء بل تبقى بعضها في الخصى ثم يعاد امتصاصها لما تحتويه من نسبة عالية من البروتين.

الخلايا الجنسية الإنثوية :

تحدث عملية تطور البيوض (oogenesis) في المبايض بشكل متوازٍ مع عملية تكون الحيامن في الخصى و تتضمن عملية نضج الخلايا الجنسية في مناسل الاناث تغييرات في هيئة وتركيب نواة وسايتوبلازم خلية البيضة يصاحبه نضج فسلجي أو وظيفي. أحد اكثر التغييرات وضوحاً هو تكون المح (بروتين) والقطرات الزينية (دهون) وذلك لتغذية جنين المستقبل. تشكل المواد المخزونة هذه معظم حجم البيضة وعليه يختصر السايتوبلازم عند نضج البيضة الى طبقة رقيقة تغطي المح والقطرات الزيتية ولكنه يتواجد بكثافة أكبر نسبياً في منطقة المادة النووية (صفيحة البلاستولة blastodisk).

تحاط خلية البيضة عندما تكون في طريقها للخروج من المبيض بغلاف رقيق ولكن عند مرورها خلال قناة البيض تفرز عليها بعض الغدد غلافاً آخر هو الغشاء الخارجي للجنين (chorion) أو الكبسولة (Capsule) ويكون هذا الغلاف أرق في الأنواع التي تولي عناية ببيوضها مقارنة بتلك التي تطرحها دون عناية ومعرضة لمختلف الظروف، ففي العديد من الكواسج والقوابع يكون الغلاف متقرناً وشبيهاً بمادة الأظفر في الإنسان وهذا الغلاف يكسب البيوض حماية كبيرة ويجعلها تقاوم الجفاف إذا حصل وإن جرفت الى الشاطئ.

من خصائص البيوض الأخرى كون البعض منها عائماً (buoyant) ولها كثافة نوعية مشابهة للماء تقريباً. إنّ معظم الأسماك البحرية التي تستغل كطعام لها مثل هذه البيوض بينما تكون البيوض في معظم الأسماك النهرية ثقيلة وتغطس الى القاع (demersal) إذ إنّ كثافتها النوعية أكبر من الماء وربما يكون هذا تكيفاً يمنع انجراف البيوض القاعية مع تيار المد أثناء طرحها.

تختلف البيوض أيضاً في قابلية التصاقها فبينما تكون معظم البيوض الطافية غير قابلة للإلتصاق لا ببعضها ولا بالأشياء الموجودة في البيئة، تكون للبيوض الغاطسة القابلية على الإلتصاق المؤقت أحياناً والدائم (الى حين الفقس) أحياناً أخرى.

أمّا من حيث الشكل فإنّ بيوض معظم الأنواع تكون دائرية (spherical) ولكن قد تشذ بيوض بعض الأنواع عن الشكل الدائري فلبعض أسماك الانشوفة (anchovy) بيوض اهليليجية الشكل (elliptical) ولأسماك المنوة جنس*Rhodeus* وأسماك البترلنغ bitterling الأوربية وبعض أسماك البلطي (cichlids) بيوضاً بيضوية (ovoid) وكذلك الحال في بعض أسماك القوبيون.

تختلف البيوض بشكل كبير فيما يتعلق باللواحق التي تحملها، ففي أسماك الجريث *Myxine* على سبيل المثال تكون البيوض بيضوية متطاولة وتحمل عدداً من اللواحق عند نهايتها وتفيد هذه اللواحق في تثبيت البيوض بالنباتات والأشياء الأخرى الموجودة في الماء. وفي أسماك الهف الأميركي *Osmerus mordax*، عائلة

الهف (Osmeridae) تمتلك البيوض سويق قصير تلتصق به بصخور القاع في الجداول كما تمتلك بيوض بعض الكواسج والقوابع لواحق تخرج من الأطراف الأربعة للبيضة ذات الشكل الصندوقي، أمّا الأسماك الطائرة فلمعظمها بيوض ذات شعيرات طويلة تخرج من سطح البيضة الدائري الشكل.

أمّا من حيث الحجم فإنّ البيوض الناضجة تتراوح بشكل كبير باختلاف الأنواع فهي تتراوح من جزء صغير من الملمتر كما هو الحال في بعض أسماك العائلة الصابوغية وعائلة الأسماك المسطحة إلى 800 ملم أو أكثر في بعض الكواسج والخرافيات.

يدعى المبيض الذي يحتوي على البيوض الناضجة والجاهزة للطرح بالمبيض تام الناضج (rip) وفي بعض الأسماك يمكن استخراج البيوض بسهولة في هذه المرحلة وذلك بالضغط البسيط على جانبي الجسم كما هو الحال في أسماك السلمون والسلمون المرقط، بينما في أسماك أخرى تنطلق البيوض دون أي ضغط عند محاولة اخراج السمكة من الماء كما هو الحال في أسماك الكارب وأسماك الفرخ.

أنواع التكاثر

هناك بشكل رئيس ثلاثة أنواع ممكنة من التكاثر، ثنائي الجنس bisexual، خنثي hermaphroditicو عذري parthenogenetic. في النوع الأول من التكاثر، وهو الشائع بين الأسماك، تتكون الحيامن والبيوض في الأفراد الذكور والاناث على التوالي بشكل منفصل، و يتم التلقيح في الماء عادة أو داخل جسم الاناث أحياناً. أمّا في التكاثر الخنثي فكلا الجنسين يكونان في فرد واحد، الاّ إنّه من النادر أن يحدث التلقيح الذاتي. والحقيقة إنّ التخنث الطبيعي (غير المرضي) نادر جداً في الأسماك فهو معروف بشكل قاطع في بعض ممثلين لأسماك الفرخ البحرية في عائلتي ذئب البحر (Serranidae) والشانك (Sparidae). وفي بعض أنواع الجنس *Serranus* يكون التلقيح الذاتي ممكناً أيضاً بينما في أجناس أخرى من العائلتين المذكورتين تتطور المناسل الذكرية والانثوية بالتتابع فيصبح التلقيح الذاتي مستحيلاً.

في بعض الأفراد من السمكة *Chrysophrys aurats* ، وهي سمكة خنثية تتطور المبايض أولاً ثم الخصى بينما في أفراد أخرى من السمكة تتطور الخصى أولاً ثم المبايض، وعليه يكون هناك (ذكوراً) و (اناثا) في وقت وضع السرء ويساهم كل من هؤلاء الأفراد بدور الذكر والانثى على التوالي ولكن لا يحدث تلقيح ذاتي.

أما النوع الثالث من التكاثر أو التكاثر العذري فيعني تكوّن الصغار دون تلقيح. في بعض أسماك السلمون لا تموت البيوض غير الملقحة التي يحدث وان تتواجد مع البيوض الملقحة في نفس الجحور التي تستعمل كأعشاش بل إنّها تتطور بشكل آخر مختلف، ويستمر هذا التطور لوقت طويل حتى تفقس البيوض الملقحة وإذا حدث وإن ماتت البيوض غير الملقحة فإنّ تحللها يؤدي إلى موت جميع البيوض. وفي أسماك الرنجة لبحر البلطيق *Clupea harengus membaras* وأسماك الرنجة للمحيط الهاديء *Clupen harengus pallas* يؤديء تطور البيوض غير الملقحة إلى إنتاج يرقات حرة المعيشة وكذلك الحال في عدد آخر من الأنواع، ولكن في كل الأحوال لا تكون مراحل تطور البيوض والصغار طبيعية. عندما تكون هناك حاجة للحيمن لتحفيز البيضة على التطور تدعى هذه الحالة gynogenesis ، فإنّ الحيمن يخترق البيضة إلاّ إنّ نواته لا تتحد مع نواة البيضة وفي بعض الأنواع يستمر النمو بشكل طبيعي إلا إنّ كل الذرية تكون اناثاً فقط،

وقد تمثلت هذه الظاهرة في بعض اسماك الكارب الصليبي *Carassius auratus gibelio* وكذلك فى الأسماك الاستوائية الولودة *Mollenisia formosa* .

التلقيح (fertilization)

يختلف سلوك التسري في الأسماك البيوضة ويتراوح من الأقتراب الشديد بين الذكر والانثى الى مجرد سباحة الذكر فوق أو قرب الاناث، وتطرح الذكور حيامنها والاناث بيوضها الى الماء ليتم التلقيح فيه، أي تلقيح خارجياً، أمّا في الأسماك الولودة، أو التي يتم التلقيح فيها داخلياً فإنّ الذكر يتولى مهمة ادخال الحيامن الى قناة البيض في الأنثى، وفي هذه الأحوال تبرز حاجة الذكر الى عضو جماع، ومثل هؤلاء الأعضاء المعروفة في الأسماك الغضروفية الكواسج والقوابع (الماسك clasper)، كما أنّها معروفة أيضاً في بعض الأسماك العظمية، وفي كل الأحوال يصل الحيمن إلى البيضة بمساعدة الذنب ويخترقها ومن ثم تتحد نواة الحيمن مع نواة البيضة وهذا الاتحاد هو التلقيح.

عندما يخترق الحيمن غلاف البيضة ينكمش السايتوبلازم وهذا الانكماش، مع انتفاخ الغلاف الخارجي للبيضة (الكبسولة) بسبب الماء يؤدي إلى ترك فراغ بين غلاف البيضة وكبسولتها ويسمى هذا بالفراغ حول المحي (الحيز المحيط بالمح). يسمح هذا الفراغ، الذي يمتليء بالسائل حول المحي، للبيضة بالتحرك بحرية كما انه يوفر وسادة جيدة لحماية الجنين.

أول مرحلة في التلقيح هي اختراق الحيمن للبيضة (impregnation) ومن نتائج هذه العملية ما يلي:

1 - منع دخول حيمن اضافي إلى البيضة وذلك نتيجة تفاعل قشري حال دخول الحيمن إلى البيضة. ويكون ذلك اما بانغلاق فتحة النقير الموجودة في البيضة بافرازات خاصة في بعض الاسماك ، أو بجعل الغطاء حول المحي غير قابل للإختراق من قبل الحيمن فى أسماك اخرى، ولهذا السبب لاتكون ظاهرة تعدد الحيمن (تعدد الحيوانات المنوية) المعروفة في حيوانات اخرى شائعة في الاسماك.

٢ - اتحاد النواتين الذكرية والانثوية لتكوين اللاقحة (zygot).

٣ - الأنفلاق (cleavage) ، أو انقسام اللاقحة ذات الخلية الواحدة الى جنين متعدد الخلايا.

4 - انتظام هذه الخلايا المتعددة على شكل أنسجة وأعضاء مكسبة الجنين دوره الوظيفي.

2026-2025