

الجهاز البولي التناسلي في الأسماك

من المفيد دراسة الجهازين البولي والتناسلي في الأسماك مع بعضهما وذلك لترابطهما الوثيق بسبب اشتراك بعض الاعضاء في اكثر من وظيفة متشابهة ، وعليه يمكن دراسة الاجهزة الآتية :

الجهاز البولي: أهم اعضاء هذا الجهاز

الكليتان: The kidneys

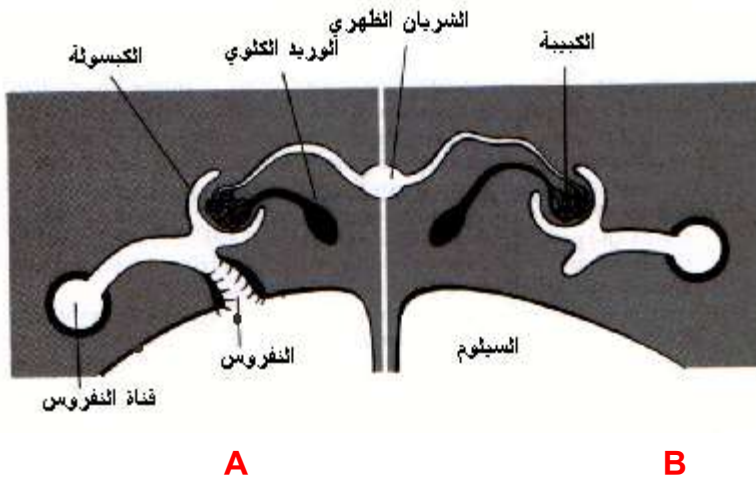
تقوم الكليتان في الحيوان بوظيفة مهمة وهي موازنة محتويات سوائل الجسم لذا يجب أن تتميز بتكيفها للوظيفة المتغيرة ويبدو ذلك واضحا في الاسماك خلال مواجهتها لأنماط الحياة المختلفة وانتقالها بين مختلف أنواع المياه التي تحتوي على تراكيب ملحية مختلفة، مثلا المياه العذبة Fresh waters (تركيز الملوحة 1% أو اقل) أو مياه البحر Marine waters (تركيز الملوحة 34 جزء بالألف 0% أو أكثر) ومياه وسط تكون خليطة بين النوعين تسمى بالمياه المويحة Brackish waters (نسبة تركيز الملوحة فيها اكثر من المياه العذبة واقل من المياه المالحة). وفي بعض الأسماك توجد علاقة وثيقة بين الكليتين والجهاز التناسلي ولكن الجهازين يكونان منفصلين عمليا في اغلب الاسماك العظمية. إن الكلى في معظم الاسماك هي عبارة عن أعضاء حمراء قائمة اللون متطاولة ونحيفة تمتد على طول الخط الظهري لجدار الجسم عند الناحية البطنية من الفقرات. يوجد في الاسماك العظمية كليتان تقعان عادة قريبا جدا من بعضهما . وتتركز الوظيفة الرئيسية في الجزء الخلفي من الكلية، اما الجزء الامامي فليس له وظيفة ويكون عرضة للتحور في التركيب والوظيفة. وعموما يحدث في اغلب الاسماك كاملة التعظم الحديثة تركيز للنسيج اللمفاوي، والنسيج المكون للدم في الجزء الامامي من الكلية، والنسيج فوق الكلوي Suprarenal chromaffin وبين الكلوي Interrenal nephron اللذان ينتشران على طول الوريدين الرئيسيين الخلفيين.

الوحدة الكلوية :

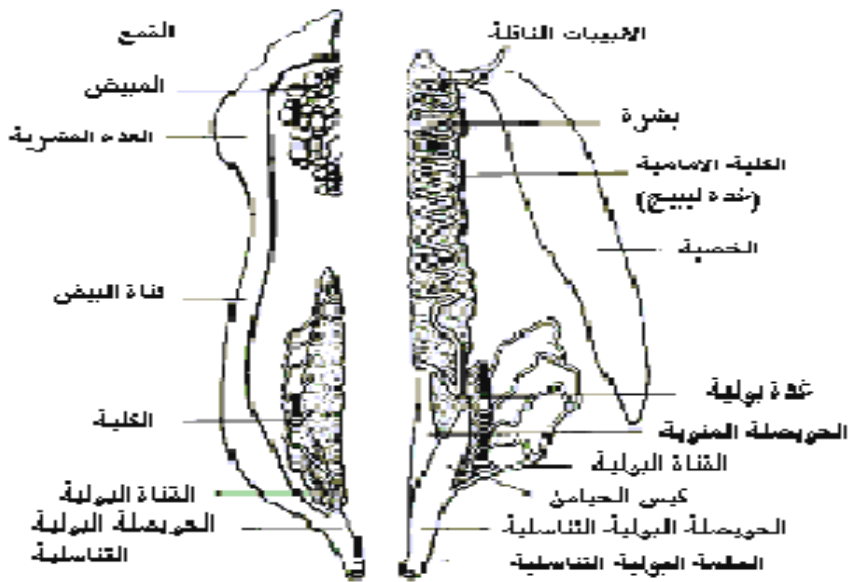
ان الوحدة التركيبية للكلية تتمثل بالوحدة الكلوية (النفرون) ، وتتكون من كرية كلوية **Renal corpuscle** ومن انبوبة ملتوية تؤدي الى قنوات تفرز البول للخارج. تتكون الكرية الكلوية من محفظة بومان **Bowman's capsule** المزدوجة الجدران، ومن الكبيبة **Glomerulus** وهي عبارة عن كتلة من اوعية دموية شعرية ملتقة داخل المحفظة. لأغلب الاسماك كلية افرازية من نوع الكلية الخلفية **Opisthonephros** وهي تشبه الكلية الوسطية **Mesonphras** كما هي الحال في مجاميع الزواحف والطيور واللبائن (شكل 1) ، وتتصل بكل كلية قناة تتجه للخلف لتتصل مع الاخرى وتكونان القناة المشتركة التي تصب مباشرة بالمثانة البولية **Bladder**. في اغلب الاسماك تفرغ كل كلية افرازاتها في قناة رئيسية تسمى بالقناة الكلوية البدائية **Archinephric** او القناة الكلوية **Nephric**.

ويمكن ملاحظة الكلى الخلفية في اسماك صفائحية الخياشيم (مثل اسماك القرش - كلب البحر - والقوابع) وهي على شكل تراكيب مضغوطة شبيهة بالشريط او الحزمة، وعادة ماتكون أوسع في المقاطع الخلفية، و يوضح الشكل 2 رسما تخطيطيا لأعضاء الجهاز البولي التناسلي لأنثى (أ) وذكر (ب) أسماك القرش. أما في الأسماك كاملة التعظم الحديثة التي تتميز بأن لها توزيع جغرافي وبيئي واسع ، فقد تظهر تنويعا من تراكيب الكلية بين الاسماك المنتمية اليها ، وعلى العموم فلالسماك كاملة التعظم الحديثة تراكيب لأجزاء الكلية (شكل 3) كالآتي:

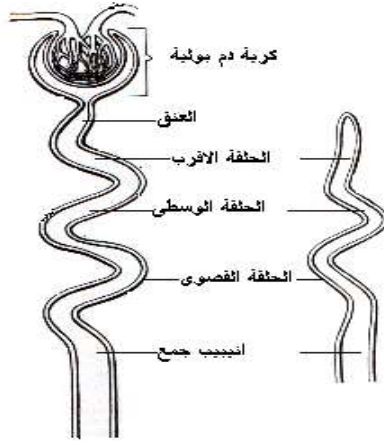
1- كبيبة 2- قطعة عنقية 3- قطعة قريبة مكونة من جزئين 4- قطعة متوسطة 5- قطعة بعيدة 6- انبوية جامعة. هذه الوحدات الكلوية عموما موجودة في اسماك المياه العذبة (أ) ، اما الاسماك البحرية فتفقد عادة القطعة البعيدة وقد تفتقر الى اجزاء اخرى (ب) .



شكل (1) مخطط لأجزاء الكلى



(2) مخطط للأعضاء البوليّة التناسليّة للقرش 1- الإنثى ب- الذكر



(أ) (ب)

شكل (3) مخطط يوضح مكونات نوعين من النفرون الموجودة في الاسماك العظمية (أ) لا كبيبي (ب) كبيبي

الجهاز التناسلي في الاسماك :

يختلف تركيب الجهاز التناسلي في الاسماك من نوع لآخر ، ففي بعض أنواع الأسماك لا تحتوي الغدد التناسلية على قنوات حيث يتم قذف الحيوانات المنوية والبيوض الى تجويف الجسم ثم يمر الى الفتحة البولية التناسلية ثم الى الخارج . تحتوي الخصية في بعض الانواع من الاسماك على انابيب تسمى " انابيب النفرون الوسطى " وهي عبارة عن جزء من تركيب الكلى ليس له علاقة بوظيفة الاخراج ، وبعض الأسماك العظمية لها قناة بيض متمثلة بنموات خلفية من الطبقة المبيضية للمبيض، ويحتوي المبيض على تجويف مركزي له اتصال بقنوات البيض.

1- الجهاز التناسلي الذكري:

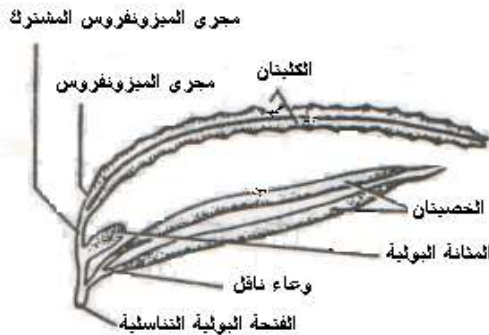
يتكون هذا الجهاز من خصيتين رقيقتين توجدان في الجزء الظهرى من التجويف البطني. والخصية تركيب ناعم الملمس لونه ابيض ،ويخرج من كل خصية وعاء يسمى

الوعاء الناقل و يتحد هذان الوعاءان الناقلان لتكوين وعاء ناقل مشترك وهذا الأخير يتحد مع الحالب ويفتح للخارج بفتحة بولية تناسلية .

A- الغدد التناسلية الذكرية : Male gonads

ان الغدد التناسلية في الاسماك تكون في العادة عبارة عن تراكيب متطاولة ، وهي معلقة بالمساريق من الناحية الظهرية للتجويف البطني . وقد تكون هذه المناسل أما مفردة ومتدللية من الخط الوسطي لتصل الى اغلب طول التجويف الجسمي او مزدوجة وذات استطالة في كلا الجنسين . ففي اسماك القرش تكون الخصى مزدوجة وواقعة في مقدمة التجويف الجسمي ومتعلقة ظهريا بواسطة مساريق الخصية (شكل2) ، بينما المبايض تكون مزدوجة ولكن المبيض الايسر قد يكون مختزلاً جداً في الحجم ، يتعلق كل منهما بواسطة مسراق المبيض

تختلف علاقة الغدد التناسلية بالجهاز البولي (الكلى وقنواتها) بدرجة كبيرة باختلاف الاسماك ، فقد توجد فتحات خارجية منفصلة لكلا الجهازين بحيث تقع الفتحة البولية خلف الفتحة التناسلية ، بينما في بعض الانواع ترتبط القنوات المنوية بالجهاز البولي مكونة كيسا بوليا تناسليا يقع في الطرف الخلفي من التجويف الجسمي، وقد تختلف الاسماك العظمية البدائية عن هذا التركيب (شكل4).



شكل (4) يوضح الجهاز البولي التناسلي لذكر سمكة البلطي النيلي.

ولغرض توضيح الاختلافات النوعية في تركيب الجهاز البولي التناسلي في مختلف انواع الاسماك ، لابد من المقارنة بين مجموعتين رئيسيتين من الأسماك هما:

- الاسماك الغضروفية

- الاسماك العظمية

الاسماك الغضروفية:

يتتركب الجهاز البولي التناسلي في ذكور هذه الاسماك من كليتين يخرج من كل منهما عدد صغير من القنوات التي تصب في قناة طويلة هي الحالب ، كما لا يوجد لها مائة بولية ، ويوجد كيس رقيق الجدران على كل جانب من جانبي الجسم هو الكيس المنوي ، الذي يكون مغلقا عند طرفه الامامي ، اما طرفه الخلفي فتصب فيه الحوصلة المنوية ، وبعدها مباشرة يصب فيه الحالب، بعد ذلك يتصل الكيس المنوي الايمن بالايسر فيتكون من اتصالهما حجرة صغيرة هي الجيب البولي التناسلي الذي يفتح في المجمع بواسطة فتحة واحدة تقع على طرف حلمة بولية تناسلية .

اما الجهاز البولي للانثى فهو مشابه لما في الذكر ولكنه يختلف عنه في ان الجزء الاخير لكل من الحالبين ينتفخ مكونا ما يعرف بالجيب البولي Urinary sinus ، ويتحد الجيب البولي الايمن مع الايسر ليفتحا في المجمع بواسطة فتحة مشتركة توجد على طرف حلمة بولية تقع خلف الفتحة التناسلية (شكل 2).

اما الجهاز التناسلي للذكر فيتتركب من خصيتين كبيرتين مستطيلتين تتعلق كل منهما في جدار الجسم بغشاء رقيق هو مسراق الخصية ، ويخرج من الطرف الامامي لكل خصية عدد من القنوات الرقيقة تعرف بالاوعية الصادرة تصب في البربخ الذي يخرج منه وعاء كثير الالتواءات هو الوعاء الناقل يستخدم في نقل الحيوانات المنوية . ينتفخ الوعاء الناقل عند نهايته مكونا كيسا متسعا رقيق الجدران يسمى الحويصلة المنوية Vesicula seminalis التي تستخدم لتخزين الحيوانات المنوية. تصب محتويات هذه الحويصلة في الطرف الخلفي للكيس المنوي Sperm sac .

وظيفة الخصية:

ان حجم الخصى يختلف طبقاً لأختلاف العمر وموسم التكاثر، والوظيفة الرئيسية

للخصية هي:

إفراز هرمون الاندروجين الذكري المسؤول عن الصفات الجنسية الثانوية وسلوك التكاثر

انتاج الحيوانات المنوية (أي الامشاج داخل وحدات الخصى والتي تتكون في اكياس

صغيرة تكون ما يشبه القارورة.

أشكال الخصى في الاسماك : تكون الخصى على شكلين شائعين هما :

- الخصى الانبوبية Tubular test

تتكوّن الحيوانات المنوية في هذا النوع في المنطقة المسدودة من الانبوبة ، وبعد

ان تنتظم الخلايا الجنسية تتحرك الى التجويف المركزي للخصى ثم عبر الفتحة البولية

التناسلية.

- الخصى الفصية Lobular test

يتميز هذا النوع من الخصى بوجود الخلايا الجرثومية التي تنتشر على طول

الانابيب حيث تبقى في مكانها حتى تتحرر الى التجويف المركزي

الهرمونات المرتبطة بعمل الخصية :

أكدت العديد من الدراسات ان المسؤول عن إنتاج اندروجين الخصية هي خلايا

تسمى (Deyding cells) والتي توجد في الفراغات البينية بين الانابيب المنوية كما

تقوم بإفراز هرمون (Testosterone).

وفي بعض انواع الاسماك العظمية توجد الخلايا المسؤولة أو المنتجة

لأندروجين الذكري في جدار الأنابيب المنوية وتسمى هذه الخلايا بالخلايا الداعمة (

Supporting cells) والوظيفة الاساسية لهذه الخلايا هي غذائية اثناء تكوين

الحيوانات المنوية.

كيفية افراز الحيوانات المنوية في الاسماك :

لا توجد انظمة معينة توضح عملية طرح الحيوانات المنوية ولكن من المحتمل ان تقوم الانسجة الطلائية المبطنه للقنوات المنوية في طرح هذه الحيوانات الى الخارج بعد نضوجها . في اسماك التزاوت يحدث القذف المنوي نتيجة انقباضات الوعاء الناقل ويساهم او يشارك في حدوث هذه الانقباضات الجهاز العصبي المركزي وذلك بأرسال اشارات صادرة من المخ .

الحويصلات المنوية:

تقوم الحويصلات المنوية بأفراز سائل للحفاظ على حياة الحيوانات المنوية كما يعتبر غذاء لها ، ولا تعتبر هذه الحويصلات كمخزن للحيوانات المنوية اذ يتم تخزينها داخل الوعاء الناقل.

تكوين الحيوانات المنوية:

يكون انتاج الحيوانات المنوية من خلايا " امهات المنى" ، حيث تنقسم الخلايا الجرثومية المبطنه لجدار او انايبب الخصية عدة انقسامات غير مباشرة منتجة عددا كبيرا من خلايا امهات المنى التي تحتوي على عدد زوجي من الكروموسومات (2n). تنمو أمهات المنى وتزداد في الحجم وتتحول وظيفياً الى خلايا تعرف بالخلايا المنوية الابتدائية التي تظل محتفظة بالعدد الزوجي من الكروموسومات والتي تسمى احياناً بالخلايا الاولية ، ثم تنقسم الخلايا المنوية الابتدائية انقساماً اختزالياً مكونة خلايا منوية ثانوية تحتوي على عدد فردي من الكروموسومات (n) . يلي ذلك حدوث انقسام اختزالي ثان بحيث ان كل خليتين منويتين ثانويتين تعطيان طليعتين منويتين وعليه تتكون الطلائع المنوية ثم تحدث تغيرات مظهرية ووظيفية للطلائع المنوية مكونة الحيوان المنوي (Spermatozoa) . وأثناء هذه التغيرات تتكمش النواة وتصبح اكثر كثافة ويتكون رأس الحيوان المنوي وتتخلص الخلية من معظم الساييتوبلازم وتتجمع أجسام

كولجي مكونة الجسم الفمي الذي يلي الرأس ثم القطعة الوسطى وفي النهاية يظهر خيط طويل ورفيع من الساييتوبلازم يعرف بذيل الحيوان المنوي

الحيوان المنوي:

يتكون الحيوان المنوي من رأس وعنق وقطعة وسطى وذيل حيث يحتوي الرأس على نواة يحيط بها جزء ضئيل من الساييتوبلازم للرأس جزء امامي مدبب يسمى بالجسم الفمي يساعد هذا الجسم على اختراق سطح البويضة ليتمكن الحيوان المنوي للدخول إلى البويضة أثناء عملية الإخصاب ، ثم العنق وهو تركيب قصير يصل بين الرأس والقطعة الوسطى . تحتوي القطعة الوسطى على جسم مركزي له دور في اتحاد نواة الحيوان المنوي بنواة البويضة اثناء عملية الاخصاب .

شكل حيمن ذكر سمكة الكراكي

الجهاز التناسلي الانثوي في الاسماك:

يتركب الجهاز التناسلي لأنثى سمك القرش من مبيض واحد في كل جانب وعادة يكون الأيمن نشطا دائما وهو يحتوي على عدد كبير من البيض في مراحل مختلفة من التطور . المبيضان معلقان في تجويف الجسم (الجدار الوسطي الظهري) بغشاء رقيق، تتحد قناتا البيض عند طرفهما الأمامي بفتحة داخلية مشتركة ، كذلك تتحدان عند طرفهما الخلفي وتفتحان معا في المجمع بواسطة فتحة تناسلية مشتركة .

تقع كل قناة بيض بالمنطقة الظهرية الجانبية في مقدمة الكبد ، ثم تمتد الى

الخلف وعند مرورها عبر المبيض يوجد جزء متسع يمثل الغدة القشرية Shell gland

لأكساء البيض بمادة قرنية سميكة لوقايتها وذلك عند مروره فيها عبر القناة ولتضعها

الأنثى بعد ذلك . الجزء الخلفي من قناة البيض يتسع ويتناول مكونا الرحم Uterus

الذي يفتح بفتحة المجمع .

بعد نضج البيض في مبيض الانثى يخترق جدار المبيض ويسقط البيض في

تجويف الجسم ، ويدخل بعد ذلك في قناتي البيض عن طريق الفتحة الداخلية لكل منهما

، وهناك يتم تلقيحة بواسطة الحيوانات المنوية التي تصل للانثى عند لقائها بالذكر حيث تتم عملية تطور الاجنة داخل الرحم.

الاسماك العظمية:

يتتركب الجهاز البولي في الذكر من كليتين طويلتين تمتدان تحت العمود الفقري مباشرة ، حيث تلتحمان معا ويخرج من طرفيهما الخلفي حالب مشترك ينتفخ جزؤه الاوسط مكونا المثانة البولية وهي صغيرة الحجم نسبيا وذات جدار رقيق، ويتشابه هذا الجهاز في كل من الذكر والانثى .

اما الجهاز التناسلي في الذكر فيتتركب من خصيتين رفيعتين يخرج منهما وعاءان ناقلان يتحدان معا فيتكون منهما الوعاء الناقل المشترك وهو قصير ثم يتحد مع الحالب ليفتحا معا الى الخارج بفتحة بولية تناسلية مشتركة على طرف حلمة قصيرة) شكل (4) .

الجهاز التناسلي في الانثى يتكون من مبيضين تخرج منهما قناتا البيض اللتان تتحدان معا لتكونا القناة المبيضية المشتركة التي تفتح للخارج بواسطة فتحة مستقلة تقع امام الفتحة البولي وقريبا منها . يتم تلقيح البيض خارجيا في غالبية الاسماك العظمية حتى تفقس البويضات المحتوية على كمية من المح لتخرج منها اليرقات الصغيرة .

التناسل ودرجات النضوج الجنسي في الاسماك:

التناسل عبارة عن امكانية انتاج اجنة من نفس النوع وذلك بعد وصول الابوين (الانثى والذكر) مرحلة النضج الجنسي حيث يتم تلقيح البيض الناضج الذي تحمله الإناث عادة بواسطة الحيوانات المنوية التي يحملها الذكور (الإخصاب) . وتكون اغلب الأسماك ثنائية الجنس ، اي ان الذكور Males تمثل أفرادا مفصولة بالكامل عن المجموعة الأخرى التي تمثل الإناث Females . للانثى مبيضان تتحد قناتاها مكونتان فتحة مشتركة لخروج البيض هي الفتحة التناسلية ، بينما للذكور خصيتان تتحد

قناتهما في وعاء ناقل يصب في الحالب ليكونا معا القناة البولية التناسلية التي تفتح الى الخارج بفتحة واحدة.

تتم عملية الإخصاب في غالبية الاسماك خارجيا في الماء، اي ان الاناث ترافق الذكور وقت النضج الجنسي ليكونا اسرابا تتجه نحو اماكن وضع البيض . أما إذا كان الإخصاب داخليا فنجد أن الزعنفة البطنية تتحور في بعض الاسماك كعضو للتلقيح ، او قد يكون الذكر مزودا بزوج من المقابض (الماسكان ، Claspers) حيث يدخل احدهما في فتحة المجمع للانثى لينقل اليها السائل المنوي ، كما هو الحال في بعض الاسماك الغضروفية التي يتم فيها إخصاب البويضات داخل جسم الانثى. و تتم عملية تكوين الجنين داخل قناة البيض في بعض انواع القروش ، وعموما يرتبط الجنين عضويا بالام بواسطة المشيمة وعندها يكون الدم مشتركا وعبره تتم عملية تغذية الجنين وبواسطة هذه المشيمة يتم التخلص من فضلات الجنين قبل الولادة بعدها يخرج الجنين في صورة متقدمة التكوين ويعرف هذا النوع من الاسماك بالاسماك الولودة Viviparous كما ان هناك مجموعة من الأسماك تكون بيوضة Ovoparous، اي تضع الاناث بيضها في الماء ثم يتم تلقيحها بالحيوانات المنوية من الذكور، كما هي الحال في معظم انواع الاسماك، اما النوع الثالث من الاسماك فتسمى بالأسماك البيوضة الولودة Ovoviviparous، وفيها تتم عملية تلقيح البيوض الناضجة و تكوين الجنين في مرحله الاولى داخل جسم الانثى ولكن دون اتصال عضوي بين الجنين والام