

ثالثاً: التكاثر فى الأسماك

التكاثر هو تكوين أفراد جديدة للمحافظة على النوع. ويتم التكاثر فى الأسماك كما فى الفقاريات الأخرى وذلك بإندماج الحيوانات المنوية التى تتكون فى الخصية مع البويضات التى تكونها الأنثى فى المبيض. وتسمى عملية خروج الحيوانات المنوية من جسم الذكر لتلتقى ببويضات الأنثى بعملية التلقيح mating أما عملية إندماج الحيوان المنوى بالبويضة وتكوين الزيجوت فتسمى بعملية الإخصاب fertilization.

والتلقيح فى معظم الأسماك العظمية خارجى وفيه تقوم الإناث بإلقاء البويضات فى الماء ثم يلقى الذكر بالسائل المنوى على هذه البويضات حيث يتم إخصاب البويضات فى الماء وتظل فى الماء حتى الفقس. أما الأسماك الغضروفية فيتم التلقيح فيها داخلياً حيث يتم إخصاب البويضة داخل جسم الأنثى ثم تضع الأنثى البيض المخصب فى الماء ليتم فقسه.

النضج الجنسى فى الأسماك Sexual maturity

تصل معظم الأسماك إلى مرحلة النضج الجنسى فى عمر يتراوح بين سنة وثلاث سنوات تبعاً لنوع السمكة فسمكة البلطى الأخضر تضع البيض وعمرها سنة بينما سمكة البياض تبدأ فى وضع البيض بعد أن تبلغ ثلاث سنوات فى حين أن سمكة البلطى الموزمبيقى تبيض وعمرها ستة شهور فى المناطق الحارة. وهناك أسماك لاتنضج جنسياً إلا بعد سبع إلى عشر سنوات مثل ثعبان السمك وتساعد درجة الحرارة على النضج المبكر فى الأسماك فمثلاً أسماك المبروك فى مصر تضع البيض عندما يصل عمرها سنة أما فى أوروبا فهى لاتبيض إلا فى عمر يتراوح بين سنتين ونصف إلى ثلاث سنوات.

عدد مرات وضع البيض فى السنة:

تضع كثيراً من الأسماك البيض مرتين فى السنة مرة فى الربيع ومرة فى نهاية الصيف وفى المناطق الإستوائية يزيد عدد مرات وضع البيض عن ذلك وقد تصل إلى ستة مرات لبعض أنواع الأسماك... وفى المناطق الباردة لاتبيض الأسماك إلا مرة واحدة فى السنة.

إختيار الأسماك لأماكن وضع البيض:

تختار الأسماك المنطقة التى تضع فيها البيض بحيث تكون كل العوامل مناسبة لفقس البيض ومعيشة اليرقات وأهم هذه العوامل درجة الحرارة ، درجة الملوحة، كثافة الماء، التيارات المائية، توافر الغذاء والأكسجين اللازمان لنمو اليرقات. ولكل نوع من الأسماك حدود مثلى من هذه العوامل لنمو الأجنة والفقس ونمو اليرقات بعد ذلك. وتضع الأسماك البحرية بيضها فى أى منطقة من البحر تتوافر فيها هذه العوامل وكذلك أسماك المياه العذبة تضع بيضها فى أى منطقة

من الأنهار والترع تتوافر فيها هذه العوامل. ويؤدى عدم توافر هذه العوامل فى المنطقة التى تعيش فيها الأسماك البالغة إلى الهجرة إلى منطقة أخرى أكثر ملائمة لوضع البيض وفسه كما فى الأمثلة التالية:

- (١) تهاجر أسماك السالمون والتروت من البحر لتضع بيضها فى الأنهار.
- (٢) تهاجر أسماك العائلة البورية من النيل ومن بحيرات شمال الدلتا لتضع بيضها فى البحر.
- (٣) هجرة أسماك الثعبان من الأنهار لتضع بيضها حول جزر الباهاما فى البحر الكاريبى بأمريكا الوسطى.
- (٤) هجرة أسماك القاروص والدينيس التى يعيش بعض منها فى بحيرات شمال الدلتا تهاجر للبحر فى موسم التكاثر.

أماكن وضع البيض:

- فى معظم أنواع الأسماك يلاحظ أن كثافة البيض تكون أكبر من كثافة الماء ولذا فإنه يهبط إلى القاع وتختار معظم الأسماك الأماكن الهادئة قليلة التيارات لوضع البيض وعندما تضع السمكة البيض فإنه يستقر على صخور القاع أو النباتات المائية وأحياناً يكون البيض لزجاً فيلتصق بهذه الصخور أو النباتات المائية.
- فى بعض المزارع السمكية فى مصر يتم توفير أماكن مناسبة لكى تضع الأسماك البيض عليها وتستعمل عيدان متشابكة من البوص أو جريد ملفوف عليها ليف النخيل لهذا الغرض حيث تقوم الأسماك بوضع البيض عليها.
- قد تضع السمكة البيض فرادى (بيضة تلو الأخرى) وقد يتلاصق البيض مكوناً كتلاً مختلفة الأحجام والأشكال تتماسك بواسطة ألياف أو خيوط تربط البيض ببعضه ببعض.
- فى بعض أنواع الأسماك وخاصة الأسماك البحرية يبقى البيض معلق فى الماء يرتفع وينخفض فى طبقات الماء تبعاً لكثافة الماء.
- يطفو بيض بعض أنواع الأسماك على سطح الماء وتحتوى البيضة فى داخلها عادة على نقطة أو عدة نقط من مادة زيتية تساعد على طفو البيض على سطح الماء. ويتجمع البيض الطافى فى أنواع معينة من الأسماك فى شكل كتل ضخمة ويظل معرضاً للتيارات المائية والأمواج حتى يفسس. ويتميز البيض الطافى بأنه شفاف حتى لا يظهر للأسماك التى تتغذى عليه.

عدد البيض:

يختلف عدد البيض الذى تضعه الأنثى فى النوع الواحد تبعاً للعوامل الآتية:

(١) **حجم الأنثى:** فكلما زاد حجم الأنثى زاد عدد البيض الذى تضعه ويتوقف حجم الأنثى بالطبع على وفرة الغذاء وملائمة الظروف البيئية الأخرى التى تعيش فيها.

(٢) **نوع السمكة:** فهناك بعض الأسماك التى تضع الأنثى فيها عدة مئات أو عدة آلاف ومنها التى تضع مئات الآلاف ومنها التى تضع ملايين البويضات.

وتضع معظم الأسماك العظمية عدداً كبيراً من البيض وذلك لأن التلقيح فى هذه الأسماك يكون خارجياً ولأن البيض بعد إخصابه يترك فى الماء دون أى رعاية من الأم ويكون معرضاً للفقد نتيجة إلتهام الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى له أو نتيجة لتعرضه لظروف غير ملائمة. والجزء المتبقى من هذا البيض المخصب يفقس لتخرج منه اليرقات التى يستطيع بعضها مواصلة الحياة بالرغم من تعرضها للخطر والفقد ولقد لوحظ أنه كلما زاد تعرض البيض واليرقات للخطر والفقد كلما زاد عدد البيض الذى تضعه الأنثى.

أما الأسماك الغضروفية التى يتم التلقيح فيها داخلياً فإنها تضع عدداً قليلاً من البيض ويكون محاطاً بكيس يحميه من المؤثرات الخارجية.

حجم البيض:

يتميز بيض الأسماك العظمية بأنه كروى الشكل يتراوح قطره بين ١-٥ مم ونادراً ما يصل قطره إلى ١٠ مم ويحاط عادة بغشاء متين، أما الأسماك الغضروفية فبيضها كبير محاط بقشرة قرنية سمكية تختلف فى شكلها تبعاً لنوع السمك، وفى كلب السمك تكون مستطيله الشكل يصل طولها إلى حوالى ٤ سم ولها أربعة زوائد تلتف بها على النباتات المائية وتبقى فى مكانها حتى تفقس.

رعاية الأسماك للبيض والصغار:

أولاً: فى الأسماك العظمية يتم التلقيح خارجياً وتترك البويضات المخصبة فى الماء إلى أن يفقس دون أن يكون هناك أى رعاية من السمكة الأم للبيض والصغار إلا أن هناك بعض أنواع من الأسماك تقوم بالرعاية اللازمة للبيض حتى الفقس ولليرقات بعد الفقس كما فى الأمثلة التالية:

- تحفر بعض الأسماك حفراً فى قاع البركة أو النهر لتضع فيه البيض وتقوم برعايته وتحريكه باستخدام الزعانف الصدرية وقد يقوم الذكر بالحراسة والرعاية بمفرده أو يتقاسم ذلك مع الأنثى.
- تبنى بعض أنواع الأسماك عش من النباتات المائية والطحالب حيث يقوم الذكر ببنائه وتقوم الأنثى بوضع البيض فيه ويقوم الذكر بعد ذلك بحراسة العش والإعتناء به حتى يفقس البيض وتخرج اليرقات.

- هناك أنواع من الأسماك تضع الأنثى البيض على القاع وبعد تلقيحه يأخذه الذكر مباشرة إلى السطح ويعد له عشاً من فقاعات الهواء ويبقى بجانبه حتى يفقس.

- فى سمكة فرس البحر يوجد للذكر كيس تضع الأنثى البيض فيه ويلقحه الذكر ويحمله حتى يفقس وتكبر الصغار.

ثانياً: فى كثير من الأسماك الغضروفية يتم التلقيح داخلياً ويبقى البيض بعد التلقيح داخل قناة المبيض حتى يفقس وتضع السمكة أجنة كاملة النمو.

مدة تفريخ البيض:

تختلف مدة تفريخ البيض من عدة أيام إلى عدة أسابيع تبعاً لنوع السمكة ودرجة حرارة الماء... وتحتوى البيضة على كمية من المح (الصفار) يتغذى عليها الجنين داخل البيضة حتى يتم نموه فيضغط على غلاف البيضة إلى أن ينفجر ويخرج الجنين حاملاً معه كيس يحتوى على ماتبقى من المح الذى يتغذى عليه الجنين حتى يتمكن من الإعتماد على نفسه فى الحصول على الغذاء. وقد يخرج الجنين مشابهاً للسمكة البالغة كما فى معظم الأسماك وفى بعض الحالات يخرج الجنين من البيضة مختلفاً فى الشكل عن السمكة البالغة ويتطور حتى يأخذ شكل الأبوين كما فى سمكة موسى وثعبان السمك.

العوامل التى تؤثر على التكاثر فى الأسماك:

يتأثر التكاثر فى الأسماك بالعديد من العوامل بعضها طبيعية والأخرى بيولوجية أو كيميائية. وتعتبر درجة حرارة الماء والتيارات المائية من أهم العوامل التى تؤثر على تكاثر الأسماك.

١- درجة الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على كل من النضج الجنسى، عدد مرات وضع البيض - عملية وضع السمكة للبيض، مدة التفريخ، نمو اليرقات وتوفر الغذاء لها. ولكل نوع من الأسماك درجة حرارة مثلى تبدأ عندها فى وضع البيض ويؤخر إنخفاض درجة حرارة الماء عملية وضع البيض كما أن ارتفاع درجة الحرارة يساعد السمكة فى الإسراع بعملية وضع البيض.

وفى المزارع السمكية تضع أسماك المبروك بيضها فى أوائل فصل الربيع إذا ارتفعت درجة الحرارة ووصلت إلى ١٨°م وإستمرت على هذه الدرجة عدة أيام لذلك يجب البدء فى أخذ الإحتياطات المناسبة إبتداء من منتصف شهر فبراير لتجديد مياه الأحواض وتزويدها بإستمرار بمياه جديدة درجة حرارتها أقل نسبياً من مياه الأحواض لتأخير وضع البيض وذلك حتى لاتضع الأسماك بيضها إذا ارتفعت درجة الحرارة فجأة فى وقت غير مناسب لنمو الأجنة وفقس البيض أو نمو اليرقات عندما تنخفض درجات الحرارة مرة أخرى. وكذلك يجب عمل هذه الإحتياطات عند نقل الأمهات فى التتكات بتجديد المياه فيها وعدم تعريضها لأشعة الشمس المباشرة ونقلها فى وقت مبكر من النهار.

ونظراً لأن الأسماك تضع بيضها في درجات حرارة معينة وتغير مناطق وضع البيض تبعاً لتغير درجة الحرارة فإنه من المتبع أن يتم تغيير مناطق الصيد من منطقة لأخرى تبعاً لتغير درجة الحرارة في موسم وضع البيض. وإذا ارتفعت درجة الحرارة أثناء تفريخ البيض عن المعدلات المثلى فإنها تسبب تشوهات في الأجنة يعقبها الموت، أما إذا إنخفضت عن المعدلات المثلى فيتوقف نمو وتطور الأجنة وقد تموت داخل البيض إذا كان الإنخفاض كبيراً في درجة الحرارة.

٢- التيارات البحرية:

تؤثر التيارات البحرية في فقس البيض المخصب ونمو اليرقات حيث أن التيارات البحرية الغير مناسبة تتسبب في إحداث تغير في الظروف الطبيعية والكيميائية والبيولوجية السائدة في منطقة وضع البيض التي اختارتها السمكة لملائمتها لفقس البيض ونمو اليرقات مما يؤدي إلى إنخفاض نسبة الفقس أو موت الكثير من اليرقات الفاقسة. كذلك قد تعمل هذه التيارات على نقل البيض أو اليرقات إلى مكان آخر لا تتوفر فيه الظروف الملائمة فيهلك البيض أو اليرقات مما يؤثر على كفاءة المصايد في هذه المنطقة. كما تعمل التيارات البحرية على تقليب الماء وقد يؤدي ذلك إلى تغير درجة حرارة أو ملوحة الماء وبالتالي كثافة الماء بما لا يلائم البيض واليرقات.

رابعاً: النمو في الأسماك

تعريف النمو: يعرف النمو في الكائنات الحية بأنه الزيادة في الحجم وبالتالي في الوزن، ويعتمد النمو على معدل تمثيل المركبات الغذائية المهضومة وتحويل الزائد منها عن حاجة الكائن الحي لتأدية وظائف الحياة إلى أنسجة حية. ويتوقف معدل التمثيل الغذائي في الأسماك والذي يختلف من سمكة لأخرى في نفس النوع على العوامل الطبيعية والكيميائية والبيولوجية في الوسط وعندما تنمو الأسماك يزداد حجمها (أي يزداد طولها وعمقها وسمكها) كما تزداد في الوزن ويكتفى عادة عند تقدير النمو بحساب الزيادة في الطول والوزن.

منحنى النمو في الأسماك Growth curve:

تقاس الزيادة في الحجم عادة خلال فترات زمنية متتالية.. ومنحنى النمو عادة ما يكون من نقاط مقابلة للزمن (العمر) وذلك على المحور السيني x-axis وقياسات الطول أو الوزن على المحور الصادي y-axis ويعرف المنحنى المتكون من هذه القياسات بمنحنى النمو ... وعندما تمثل العلاقة بين الطول والعمر أو الوزن والعمر فإننا في الحقيقة نقيس سرعة التغير في الطول أو في الوزن أو بمعنى آخر معدل النمو growth rate والمنحنى المتكون من القياسات السابقة يعطى شكل S ويسمى Sigmoid curve وهو يعبر عن معدل نمو سمكة واحدة أو مجموعة من الأسماك.

معدل النمو فى الأسماك:

بالرغم من أن الصفات العامة لمنحنى النمو فى الأسماك يتشابه مع ذلك الخاص بالحيوانات ذات الدم الحار Warm blooded animals إلا أن معدل النمو فى الأسماك يختلف كثيراً عن معدل النمو فى الحيوانات ذات الدم الحار. ففي الأسماك يستمر النمو حتى بلوغ الأعمار المتقدمة مع ملاحظة أن النمو يكون بطيئاً فى هذه الأعمار ويسمى بالنمو غير المحدد Indeterminate growth فى حين أن النمو فى الثدييات يكون سريعاً فى الفترات الأولى من الحياة ثم يتوقف عند عمر معين. ويتأثر معدل نمو الأسماك مباشرة بالعوامل الطبيعية خاصة درجة الحرارة وبعض العوامل البيولوجية والكيميائية الأخرى. وتأثير درجة الحرارة على النمو يكون واضحاً فى الحيوانات ذات الدم البارد Cold blooded animals ومنها الأسماك.

النمو المطلق Absolute growth : يعرف النمو المطلق بأنه متوسط الوزن عند كل عمر. ويمكن التعبير عن النمو المطلق بالمنحنى الذى يجمع بين الطول والعمر أو المتوسط للطول عند كل مجموعة عمرية Age group.

النمو النسبى Relative growth : وهو عبارة عن نسبة الزيادة بالنسبة للطول والوزن.

العلاقة بين الطول والوزن:

يمكن قياس طول ووزن الأسماك بدقة ويمكن إستخدام القيم المتحصل عليها فى التعبير عن حالة السمكة وذلك بحساب مايسمى بمعامل الحالة للسمكة Condition factor (K) والذى يتم حسابه بإستخدام المعادلة التالية:

$$K = W/L^3$$

حيث أن K هو معامل الحالة، W هو وزن السمكة بالجرام، L هو طول السمكة بالسنتيمتر. ويستخدم معامل الحالة لمعرفة ملائمة الظروف البيئية لنمو الأسماك ومقارنة البيئات المختلفة وتأثيرها على النمو فكلما حدثت زيادة فى وزن السمكة بالنسبة لطولها كلما زاد مقدار معامل الحالة للسمكة ويلزم عند حساب قيمة معامل الحالة مراعاة حالة الأسماك حيث يختلف وزن الأسماك التى تكون فى حالة وضع البيض والأسماك التى أتمت وضع البيض إختلافاً كبيراً مع عدم حدوث تغير فى الطول. ويتأثر معامل حالة السمكة بعدد من العوامل هى نفسها التى تؤثر على معدل نمو الأسماك.

العوامل التى تؤثر على نمو الأسماك:

(أ) العوامل الطبيعية:

وتشمل هذه العوامل درجة الحرارة، الملوحة، الأملاح الغذائية، كمية الأكسجين والغازات الذائبة فى الماء. وهذه العوامل تؤثر على معدلات النمو ومعامل الحالة للسمكة وكذلك الغذاء اللازم لنموها وأهم هذه العوامل مايلى:

١- **درجة الحرارة:** تصنف الأسماك ضمن الكائنات ذات الدم البارد التى تتكيف درجة حرارة أجسامها مع درجة حرارة الماء الذى تعيش فيه وبالتالي تتأثر معدلات العمليات الحيوية التى تتم بأجسام الأسماك على درجة حرارة الماء الذى تعيش فيه الأسماك. وبصفة عامه فإن لكل نوع من الأسماك مدى معين من درجات الحرارة تكون فيه كفاءة العمليات الحيوية بما فيها النمو والإستفادة من الغذاء فى تكوين أنسجة فى جسم السمكة فى أعلى معدلاتها. وعلى أى حال يمكن تلخيص العلاقة التى تربط درجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه الأسماك ومعدل النمو فيما يلى:

- عند وصول درجة حرارة الماء الذى تعيش فيه الأسماك إلى درجة معينه تسمى بدرجة الحرارة الدنيا يتوقف النمو أو قد يستمر بمعدلات بطيئة.

- يزداد معدل النمو مع زيادة درجة حرارة الماء عن الدرجة الدنيا وتستمر الزيادة حتى تصل إلى أقصى معدلاتها عند درجة حرارة معينه تسمى بدرجة الحرارة العليا لهذا النوع من الأسماك ثم يقل النمو بعدها تدريجياً مع زيادة درجة حرارة الوسط ثم يتوقف النمو تماماً عند درجة حرارة تقارب الحد المميت لهذا النوع من الأسماك. فمثلاً سمكة البلطى الأخضر يكون النمو فيها بطيئاً عند درجة حرارة أقل من ٢٠°م وتسرع من نموها عند درجة حرارة ٢٥°م وتصل إلى أقصى معدل للنمو لها عند درجة ٣٠°م ويتوقف نمو البلطى إذا وصلت درجة الحرارة إلى ٣٣°م ويختلف معدل درجات الحرارة الأمثل للسمكة من نوع لآخر.

٢- **الضوء:** هناك من الدلائل مايشير إلى تأثير الضوء على نشاط الغدد الصماء فى الأسماك وبالذات الغدد المسؤولة عن إنتاج هرمونات النمو والتى تتأثر بالتغير فى عدد ساعات النهار. وتوضح هذه العلاقة فى الأسماك التى تعتمد على الرؤية فى البحث عن الغذاء حيث يؤثر الضوء تأثيراً مباشراً على إمكانية حصول هذه الأسماك على الغذاء وبالتالي تحقيق معدلات نمو تتوافق مع كمية الغذاء التى تحصل عليها.

٣- **الغذاء:** يعتبر عامل الغذاء هو العامل الأساسى فى نمو الأسماك فمن البديهي أنه لاسبيل للنمو والوصول إلى أقصى معدلاته إلا بتوفير الغذاء للأسماك كما ونوعاً.

٤- **عامل السعة:** يعتبر هذا العامل من العوامل الهامة التى تؤثر على نمو الأسماك فإزدياد أعداد الأسماك الموجودة فى منطقة معينة يسبب بطئ نموها للأسباب الآتية:

- تنافس الأسماك على الغذاء الموجود فى المنطقة والذي قد يكون محدوداً مما يؤثر على مقدار ماتحصل عليه السمكة من الغذاء وبالتالي ينخفض معدل نموها.
- قد يسبب التزاحم فى منطقة ما إلى حدوث تنافس الأسماك ونقص فى كمية الأكسجين الذائب فى الماء.
- يؤدي تزاحم الأسماك إلى زيادة تركيز المواد الإخراجية السامة للأسماك والتي تؤثر تأثيراً سالباً على صفات الماء وبالتالي نمو الأسماك.
- يؤدي التزاحم (الكثافات العالية) إلى الحد من حرية حركة الأسماك وأداء الأنشطة الطبيعية للسمكة.
- يؤدي التزاحم الناتج عن تخزين الأسماك بكثافات عالية إلى إنتشار الأمراض ونقص معدلات النمو وانخفاض الإنتاج.
- كما أن إمداد المنطقة المزدهمة بالأسماك بكميات كافية من الغذاء مع توفير الأكسجين اللازم لتنفس الأسماك فإن النمو لايعود إلى معدلاته الطبيعية.

(ب) العوامل الكيميائية:

يتأثر نمو الأسماك بالخصائص الكيميائية لبيئة الأسماك المائية من حيث رقم الحموضة وتركيز الأكسجين الذائب فى الماء، الأمونيا والنيتريت والنترات وتركيز الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكربونات والبيكربونات والفوسفات والسليكات والأملاح الغذائية بصفة عامة.

(ج): العوامل البيولوجية:

١- **نوع السمكة:** هناك أنواع من الأسماك تتميز بسرعة نموها بينما توجد أنواع أخرى بطيئة النمو كما تختلف الأسماك من حيث الحجم الأقصى الذى يمكن أن تصل إليه... وقد أصبح من الممكن حساب معدلات النمو فى الأنواع المختلفة من الأسماك واختيار الأنواع التى تتميز بمعدلات نمو عالية.

٢- **جنس السمكة:** فى كثير من أنواع الأسماك ليس هناك فروقاً واضحة فى معدلات نمو الذكور والإناث ولكن فى بعض الأنواع يكون معدل النمو فى أحد الجنسين أكبر منه فى الجنس الآخر ففى أسماك البلطى نجد أن معدل نمو الذكور يتفوق على معدل نمو الإناث وفى أسماك الحارث وكثيراً من أنواع الجمبرى يحدث العكس حيث تتفوق الإناث فى معدلات نموها عن الذكور، وقد أدخلت بعض المزارع السمكية طريقة تربية الجنس الواحد Mono Sex السريع فى نمو عن الجنس الآخر.

ويلاحظ أن نمو الأنثى يكون بطيئاً بدرجة ملحوظة عندما تصل إلى مرحلة النضج الجنسى أو عندما تبدأ فى وضع البيض حيث أن جزء كبير من مكونات الغذاء يستخدم فى تكوين البويضات التى يتراوح عددها من عدة آلاف إلى عدة ملايين. كذلك فإن بعض

الأمهات تمتنع عن الغذاء خلال فترة وضع البيض مما ينعكس على نموها وزيادة وزنها ولهذا تحتاج هذه الأمهات إلى فترة من الوقت لكي تعيد بناء جسمها واستعادة معدلات نموها كما أن الذكور تستنفذ جزء من الغذاء المهضوم في إنتاج الحيوانات المنوية مما قد يؤثر على معدلات نموها ولكن ليس بالقدر الذي يلاحظ في الإناث.

٣- **عمر السمكة:** في السنوات الثلاث أو الخمس الأولى من حياة السمكة يكون النمو سريعاً وكفاءتها في تحويل الغذاء إلى نمو تكون عالية. وبالرغم من استمرار السمكة في نموها بعد هذا العمر إلا أن معدلات زيادة الوزن تكون منخفضة كما أن هذا النمو يحتاج إلى كميات أكبر من الغذاء لذلك فإن الإحتفاظ بالأسماك كبيرة السن في المزرعة السمكية يؤثر على إنتاج المزرعة حيث أن كميات الغذاء المستهلكة لاتتناسب مع الزيادة في نمو هذه الأسماك مما يستلزم ضرورة صيدها.

٤- **حجم البيض:** حيث أثبتت التجارب أن إناث الأسماك الأكبر حجماً تعطى بيضاً أكبر حجماً وأكثر عدداً من الأمهات الأصغر حجماً من نفس النوع ولقد لوحظ أن يرقات الأسماك الناتجة من البويضات الأكبر حجماً تكون أكبر حجماً عند الفقس وتتصف دائماً بمعدلات نمو أعلى من تلك الناتجة من بويضات أصغر حجماً لنفس نوع الأسماك.

٥- **النضج الجنسي:** من المعروف أن العمر والحجم عند بلوغ الأسماك مرحلتى البلوغ والنضج الجنسي يختلفان في الأنواع المختلفة طبقاً للعوامل الوراثية التي تميز كل نوع. كما لوحظ أنه وعلى الرغم من العديد من أنواع الأسماك تستمر في النمو بعد وصولها إلى مرحلة النضج الجنسي إلا أن معدلات نموها تقل بصورة كبيرة مقارنة بالأسماك التي لم تصل إلى مرحلة النضج الجنسي ويرجع ذلك على أن قدراً كبيراً من الغذاء الممتص يتحول إلى إنتاج الخلايا التناسلية (البويضات والحيوانات المنوية) بدلاً من إستهلاكه في النمو وإنتاج أنسجة وعضلات وعظام في جسم السمكة. وعلى ذلك يمكن القول بأن معدل نمو الأسماك يقل بعد بلوغ مرحلة النضج الجنسي في معظم أنواع الأسماك. كما أن هناك أنواعاً من الأسماك تتكاثر جنسياً بصفة شبه مستمرة وعلى فترات متقاربة على مدار العام ولهذا تتوقف هذه الأنواع عن النمو إما جزئياً أو كلياً بمجرد بلوغها مرحلة النضج الجنسي.

٦- **الأمراض والطفيليات:** وتسبب الأمراض والطفيليات بطئ سرعة نمو السمكة وإعاقتها عن تناول الغذاء وبذلك تقل معدلات نموها وتنخفض كفاءتها التحويلية للغذاء... وبعض أمراض وطفيليات الأسماك قد تدفع السمكة إلى تناول كميات كبيرة من الغذاء دون أن يكون لذلك أثراً في زيادة وزن السمكة.

طرق تقدير عمر الأسماك

تُعتبر عملية تحديد عمر الأسماك من أهم العناصر اللآزمة لتقييم المخزون السمكى ودراسة ديناميكية عشائرها، حيث تُمثل القاعدة التى تُبنى عليها الحسابات الخاصة بمعرفة معدلات النمو، والنفوق، ومعدلات إضافة الأجيال الجديدة التى تدعم المخزون السمكى. وهناك العديد من الطرق التى يمكن إستخدامها لتحديد أعمار الأسماك ومعدلات نموها خلال دورة حياتها ومن هذه الطرق:

١- تربية الأسماك Rearing

تعتمد هذه الطريقة على تربية الأسماك ومتابعتها وتحديد معدلات نموها خلال فترة تربيتها، إلا أن هذه الطريقة تبدو صعبة الإستخدام وباهظة التكاليف لما تحتاجه من مستلزمات وتقنية لازمة لعملية التربية والمتابعة، كما أن معدلات نمو ونفوق الأسماك عند تربيتها فى أحواض قد يختلف عن معدلات النمو والنفوق فى البيئة الطبيعية.

٢- الترقيم Tagging

تتلخص هذه الطريقة فى إصطياد الأسماك وقياس أطوالها وأوزانها ثم زرع بطاقات Tags دقيقة على أجسامها تحمل أرقاماً يتم تدوينها لتدل على معلومات عن أطوال وأوزان وتاريخ رصد تلك الأسماك، ثم يتم إطلاق تلك الأسماك لتمارس حياتها بحرية فى بيئتها الطبيعية.

ويتم إعداد برامج متابعة يقوم خلالها الباحثون برصد الأسماك عند إعادة إصطيادها حيث يتم تسجيل بيانات أطوال وأوزان تلك الأسماك وتاريخ وأماكن صيدها، وبتوافر تلك المعلومات خلال فترة برنامج المتابعة، يتمكن المتخصصون من معرفة تحديد الأعمار ومعدلات النمو للأسماك خلال فترة ما بين إطلاق الأسماك وإعادة صيدها.

وتعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق المستخدمة فى تحديد عمر الأسماك خاصة فى دراسة ومتابعة هجرة الأسماك، وقد أشارت الأبحاث إلى أن أهم المعوقات التى تواجه إستخدام هذه الطريقة هو التأثير الذى يسببه زرع تلك البطاقات على معدلات النمو ونفوق الأسماك تحت الدراسة، إذ يتطلب الأمر إجراء العديد من الإختبارات للتأكد من أن البطاقات المستخدمة لا تسبب أى تأثير على الأسماك.

وتعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق إستهلاكاً للوقت والجهد، نظراً لما تتطلبه من وقت فى عملية تثبيت البطاقات (الترقيم) على الأسماك، ومزيداً من الوقت اللآزم لإطلاق الأسماك فى بيئتها الطبيعية بعد عملية الترقيم، ثم متابعة المصايد لرصد الأسماك المعاد إصطيادها.

وتتعدد أشكال البطاقات المستخدمة إذ يمثل الشكل الشعرى وشكل المشبك وشكل الأقراص أكثر الأنواع شيوعاً، حيث يتم تثبيتها على الغطاء الخيشومى أو عند منشأ الزعنفة الظهرية للأسماك.

وبالإضافة إلى تلك الأنواع العادية من البطاقات فقد تم تصنيع أنواع أخرى أكثر تطوراً تسمى البطاقات الإلكترونية Electronic tags التى تعد بمثابة كمبيوتر دقيق الحجم يتم تثبيته على جسم السمكة أو بداخلها، وتقوم تلك البطاقات الإلكترونية برصد المزيد من المعلومات الإضافية مثل الأعماق التى تتواجد فيها الأسماك كما يمكنها كذلك تحديد مكان تواجدها، حيث تخزن تلك المعلومات داخل البطاقات الإلكترونية أو يتم إستقبالها مباشرة أولاً بأول من الأسماك إلى مراكز الأبحاث عن طريق الأقمار الصناعية حيث توفر تلك الوسيلة عملية متابعة ورصد دقيقة لخط سير هجرة الأسماك.

ولتقدير أعمار ودراسة معدلات النمو للأسماك السطحية صغيرة الحجم تستخدم البطاقات الممغنطة دقيقة الحجم، وهى عبارة عن قطعة سلك ممغنطة يصل قطرها إلى ٠,٢٥ مم يتم غرسها فى فتحة الأنف، ويتم الكشف عن تواجدها بعد إعادة صيد الأسماك بواسطة جهاز كاشف يتم وضعه فى مناطق إنزال الأسماك حيث يستطيع تحديد السمكة التى تحمل البطاقة الممغنطة ليتم نزعها وقراءة محتوياتها تحت المجهر.

٣- إستخدام الأجزاء الصلبة Hard parts

مقارنة بين القشرة العادية والقشرة المعوضة:

تستخدم العديد من الأجزاء الصلبة من هياكل الأسماك فى تقدير العمر، مثل القشور، وعظام الأذن، وعظام الزعانف والغطاء الخيشومى وفقرات العمود الفقرى. ففى معظم الأحيان تحتوى تلك الأجزاء الصلبة على حلقات تمثل النمو السنوى أو الموسمى لتلك الأجزاء والذى عادة يكون مرتبطاً بالنمو السنوى أو الموسمى للأسماك ذاتها، وتعد قشور الأسماك وبعض عظام الأذن الداخلية (حصاة الأذن) الأوسع إستخداماً لتقدير عمر الأسماك نظراً لسهولة تجميعها وحفظها لفترات طويلة لحين قراءتها تحت الميكروسكوب.

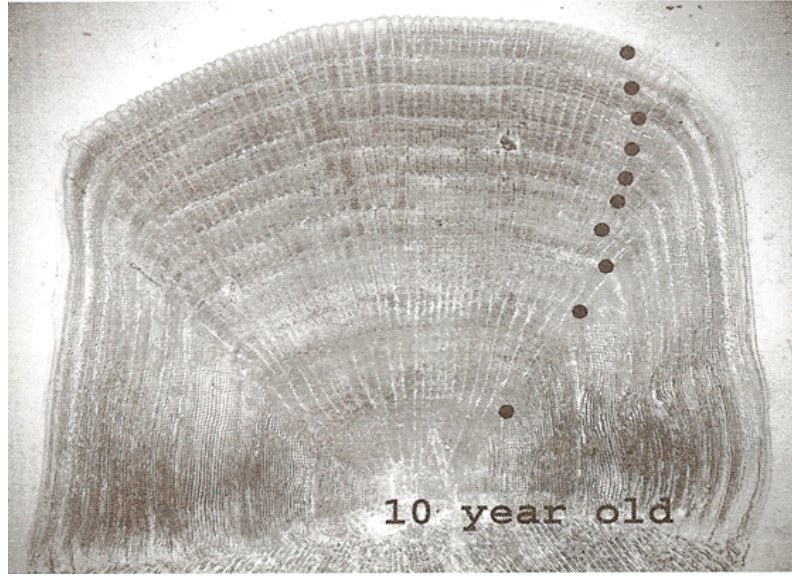
ولقد وجد أن هذه الطريقة من أفضل الطرق إستخداماً لمعرفة عمر السمكة وذلك لأن تجميع الأجزاء الصلبة للهيكال العظمى أو الأنسجة شبه الصلبة العظمية أو المتكلسة تنمو عادة بزيادة طبقات أو حلقات نمو مستمرة طوال فترة حياة السمكة. ولكن كيف تتكون حلقات العمر على الأجزاء الصلبة:

حلقات العمر:

تتميز الأجزاء الصلبة المذكورة آنفاً بتواجد حلقات تكون مناطق شفافة ومناطق معتمة تمثل فترتى توقف النمو وزيادة النمو، وهى تنشأ بفعل عدم إنتظام النمو نتيجة التغيرات الموسمية فى الغذاء ودرجة الحرارة والتبويض، ففى الشتاء عندما يقف النمو تعاني هذه الأنسجة من إعادة

الامتصاص للغذاء وعندما يعاود السمك النمو في الربيع تحدث علامات واضحة على الأنسجة المتكلسة تعرف بالحلقات والتي تستخدم في تحديد عمر السمكة وأهم تلك الأنسجة المتكلسة القشور (شكل ٥٠) وحصاة الأذن.

في كل قشرة أو عظمة أذن توجد منطقة تسمى بؤرة القشرة Focus وهي بداية تكوين القشرة أو حصاة الأذن، وتقع البؤرة عادة بالقرب من المركز، وأثناء النمو تترسب حلقات على كل منهما تعرف بحلقات النمو، وأثناء فصل الشتاء تبطئ عادة حركة النمو أو تتوقف ثم تبدأ ثانية في النمو في فصل الربيع وعند إرتفاع درجة حرارة المياه أو في حالة الإنتشار الغذائي بمناطق تواجد الأسماك عندها تستعيد السمكة نشاطها وتزداد قدرتها على التغذية، وبالتالي تزيد سرعة نموها، وعند ذلك يتغير نظام الترسيبات الخاصة بحلقات النمو حيث تظهر الحلقات السنوية أو النصف سنوية طبقاً لحالة توافق الغذاء، وقد يتوقف النمو أو يبطئ لأسباب طارئة غير دورية قد تخالف موسم تكوين الحلقات السنوية، وفي هذه الحالة تتكون حلقات تسمى الحلقات الكاذبة وتعرف بأنها غير منتظمة وغير مكتملة الاستدارة حول البؤرة.



شكل (٥٠): استخدام القشور في تحديد عمر السمكة

كيفية يمكن استخدام القشور وحصاة الأذن لمعرفة العمر:

حلقات العمر على قشرة السمكة:

لتحديد العمر ومعرفة معدلات النمو تؤخذ القشرة عادة من المنطقة الواقعة خلف نهاية الزعنفة الصدرية، إما من أعلى أو من أسفل الخط الجانبي (وهو الأفضل)، ويجب تنظيف مكان أخذ العينة قبل أخذ القشرة لإزالة ما قد يكون عالقاً بها من قشور أسماك أخرى أكبر أو أصغر منها في العمر. يتم بعد ذلك تجهيز القشور لدراستها عن طريق تنظيفها بوضعها في محلول هيدروكسيد

الألومونيوم بتركيز ٥% لفتترات تتراوح ما بين بضع دقائق إلى عدة ساعات حسب حجم وسمك القشرة، ثم تفرك القشرة بفرشاة صغيرة لإزالة أى أغشية أو أوساخ ثم تغسل بالماء وتوضع تحت المجهر ذو العدسة المدرجة فى طبق فحص به قليل من الماء، ثم تقاس أنصاف أقطار الدوائر من البؤرة إلى حافة القشرة الأمامية باستخدام العدسة المدرجة ثم تدون تلك البيانات فى إستمارة خاصة.

حلقات العمر على عظام حصة الأذن:

أما تجهيز حصة الأذن لدراستها فيتم عن طريق إتباع نفس الخطوات السابقة، إلا أن عملية تنظيف عظام الأذن تتم باستخدام الماء ويتم عمل قطاعات رقيقة من الحصة باستخدام أجهزة قطع خاصة، ثم يتم قراءة الشرائح تحت المجهر.

العلاقة بين طول السمكة ونصف قطر القشرة أو حصة الأذن:

لدراسة معدل النمو فى الطول لابد من إيجاد العلاقة بين طول السمكة ونصف قطر قشرتها أو عظمة الأذن، وذلك عن طريق رسم بيانى يمثل فيه الإحداثى الصادى طول السمكة والإحداثى السينى يمثل نصف قطر القشرة، وتستخدم هذه العلاقة فى التعرف على طول السمكة خلال فترة حياتها باستخدام وسيلة تسمى طريقة الحساب العكسى، فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا سمكة عمرها ثلاث سنوات، فإن طريقة الحساب العكسى تمكننا من معرفة طول السمكة عندما كان عمرها عام، وطولها عندما كان عمرها عامين وهكذا.

الطرق الإحصائية باستخدام تكرار الأطوال:

تستخدم هذه الطرق عادة فى تقدير أعمار الأحياء البحرية من اللاقاريات (حيث لا يوجد هيكل عظمى)، وبعض أنواع الأسماك التى لا تظهر على أجزاء هيكلها العظمى حلقات نمو، وتعتمد هذه الطرق على دراسة التوزيع التكرارى لأطوال الأسماك حيث تمثل كل قمة فى منحني الأطوال مجموعة عمرية للأسماك قيد الدراسة.