التعليم الاليكتروني المدمج

إنتاج أسماك

الأستاذ الدكتور

محمد فتحي محمد عثمان

أستاذ تغذية الأسماك

كلية الزراعة–جامعة عين شمس

الدكتور

محمد عبد الباقي عامر

مدرس فسيولوجيا الأسماك

كلية الزراعة–جامعة عين شمس

حقوق **النشر**

اسم الكتاب: إنتاج أسماك
المؤلفان: أ. د/ محمد فتحى محمد عثمان
د/ محمد عبد الباقى عامر

رقم الإيداع: / 2737
الترقيم الدولي:9 -328-237-977

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمركز التعليم المفتوح بكلية الزراعة – جامعة عين شمس ، ولا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب ، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي وجه، أو بأي طريقة ، سواء أكانت إليكترونية ، أو ميكانيكية ، أو بالتصوير ، أو بالتسجيل ، أو بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدماً

مقدمة

حققت الثروة السمكية في مصر في الآونة الأخيرة تقدما كبيرا في مجال توفير البروتين الحيواني خاصة للقطاعات محدودة الدخل بالمقارنة مع مصادر البروتين الحيواني الأخرى حيث تجاوز معدل الزيادة خلال الفترة من 1981 وحتى عام 2006 مايقدر بـ 400 % وزاد نصيب الفرد من الأسماك من 4.9 كجم/ سنويا إلى 15.3 كجم/ سنويا خلال نفس الفترة ، إلا أن هناك بعض المعوقات التي يجب العمل على إزالتها في القريب العاجل حتى يمكن لقطاع الثروة السمكية أن ينمو ويحقق الأهداف و الآمال المنعقدة عليه في توفير احتياجات المواطن المصري من بروتينات الأسماك عالية القيمة الغذائية وتوفير فرص للعمل خاصة للشباب هذا بالإضافة إلى فتح أسواق تصديرية تكون مصدرا للعملة الصعبة.

وتعتبر الثروة السمكية حسب التقسيمات الاقتصادية من الثروات الطبيعية المتجددة بشرط المحافظة على مصادرها واستغلالها بشكل آمن دون حدوث أي استنزاف لهذه الثروات ، ومصادر الإنتاج السمكي في العالم يمكن تقسيمها لمصدرين رئيسيين هما الصيد الحر و الذي يتم الاعتماد فيه على الصيد البحار و المحيطات و المياه الداخلية بشكل طبيعي والنوع الآخر هو الاستزراع السمكي و الذي يعتمد على زراعة أنواع معينة من الأسماك بكثافات أكبر بكثير من الموجودة في الببيئة الطبيعية .

ومن المعروف أن الإنتاج العالمي خلال السنوات القليلة الماضية من الصيد الحر قد وصل وربما تجاوز بقليل الحد الأمثل للإنتاجية وأي تجاوز للكميات التي يتم صيدها حاليا سوف تؤثر سلبا على المخزون العالمي من هذه الأسماك ، غير أنه ومع تزايد أعداد البشر وتزايد الوعي على أهمية بروتينات الأسماك من الناحية الغذائية و الصحية فإن الاتجاه نحو توفير هذه الاحتياجات من الصيد الحر لم يعد كافيا وبدأ التفكير في الاتجاه نحو إنتاج الأسماك من المزارع اللسمكية و التي تنتج حاليا أكثر من 35% من إجمالي الإنتاج الكلي عالميا من الأسماك.

ولقد حدث تغير كبير في تركيب قطاع إنتاج الأسماك في مصر خلال الخمس وعشرون سنة الأخيرة ، حيث كان الإنتاج السمكي في مصر حوالي 140 ألف طن منهم 19 ألف طن من الاستزراع السمكي بما يمثل 13.5% من إجمالي

الإنتاج ، في حين أصبح عام 2006 حوالي 971 ألف طن منهم 592 ألف طن من الاستزراع السمكي بما يمثل 61 % من إجمالي الإنتاج القومي ، أي أن الاستزراع السمكي قد تضاعف حوالي 28 مرة خلال الربع قرن الماضي في حين أن الصيد الحر في مصر تضاعف حوالي 3 مرات خلال نفس الفترة .

وسوف نتناول في هذا الكتاب مصادر الإنتاج السمكي المختلفة وتطور سبل الصيد الحر و الأدوات و المعدات المستخدمة في الصيد وكذلك طرق الصيد المختلفة ونظم الاستزراع السمكي وعلاقة الأسماك بغذائها والاحتياجات الغذائية للأسماك وطرق تصنيع أعلاف الأسماك وجودة مياه الأحواض السمكية كما يتناول الكتاب أيضا سبل تنمية الأسماك وكذلك فسيولوجيا التفريخ في الأسماك و القشريات .

المؤلفان

المحتويات

	الصفحة
الباب الأول : تطور الصيد الحر والاستزراع السمكى فى العالم	1
1-1 نظرة تاريخية عن الصيد وخاصة صيد الأسماك	1
1-2 أهمية دراسة إدارة المصايد السمكية	3
1-3 مراحل تطور المصايد في العالم	3
1-4 الهيئات والمنظمات الإقليمية والدولية فى مجال صيد الأسماك	4
1-5 أهم مناطق الصيد فى العالم	6
1-6 تطور سبل الملاحة البحرية	12
1-7 التصنيف العالمى للكائنات البحرية	12
1-8 توزيع المياه ودورتها فى الطبيعة	13
1-9 نظرة عامة على قيعان البحار والمحيطات وطبيعتها الجغرافية	14
1-10 مراجعة عامة على الخواص الطبيعية للمياه	14
1-11 أنواع المصايد السمكية	17
1-12 استراتيجية صيد الأسماك	18
1-13 العوامل المؤثرة على صيد الأسماك	18
1-14علاقة الأسماك بغذائها	23
1-15 علاقة تحركات الكتل المائية بالتجمعات السمكية	24
1-16 درجة الملوحة والضغط الأسموزى وعلاقته بالأسماك	24
الباب الثانى : أنظمة الاستزراع السمكى	25
2-1 نظم الإنتاج المستخدمة فى الاستزراع السمكى	24
2-2 تقسيم أحواض المزرعة السمكية	28
2-3 إعداد وتجهيز الأحواض السمكية	29
الباب الثالث : التغذية التطبيقية للأسماك والقشريات	30
3-1 أهمية علوم تغذية الأسماك	30
3-2 مقارنة بين تغذية الأسماك والحيوانات المزرعية الأخرى	30

3-3 الأسماك كمصدر للبروتين الحيوانى فى غذاء الإنسان بالمقارنة مع حيوانات المزرعية الأخرى 31
3-4 البروتين والأحماض الأمينية 31
3-5 الليبيدات 35
3-6 الكربوهيدرات 39
3-7 الاحتياجات الغذائية للطاقة 44
3-8 الفيتامينات 48
3-9 الأملاح المعدنية 51
3-10 تركيب وتصنيع أعلاف الأسماك 54
3-11 الصفات الطبيعية لأعلاف الأسماك 57
3-12 حجم حبيبات العلف 57
3-13 الإضافات الغير غذائية التى تدخل فى تصنيع أعلاف الأسماك 58
3-14 أهم المواد الخام المستخدمة تجاريا فى تصنيع وإنتاج أعلاف الأسماك 60

الباب الرابع : تاريخ تطور صناعة أعلاف الأسماك فى مصر 65
4-1 بداية صناعة أعلاف الأسماك فى مصر 65
4-2 أهمية استخدام الأعلاف المتخصصة 66
4-3 تقنيات صناعة أعلاف الأسماك 67

الباب الخامس : تغذية الأسماك خلال مراحل الحياة 85
5-1 تغذية اليرقات 85
5-2 تغذية قطعان الأباء و الأمهات 87

الباب السادس : تنمية الغذاء الطبيعي في الأحواض السمكية 88
6-1 الغذاء الطبيعي 89
6-2 الأرتيميا (Brine shrimp) 92

الباب السابع : المعدات المستخدمة في المزارع السمكية 94
7-1 الأحواض المصنعة من الألياف الزجاجية 94
7-2 معدات التهوية 95
7-3 معدات توزيع الأعلاف 98
7-4 طلمبات رفع المياه 100
7-5 وحدات الفلترة 100
7-6 وحدات تدريج الأسماك 101
7-7 وحدات قياس جودة المياه 102
7-8 أدوات التفريخ 103

الباب الثامن : الصيد ومعداته 104
8-1 الاجتذاب للضوء 104
8-2 الاجتذاب الصوتي 107
8-3 الاجتذاب الكيماوي 108
8-4 رابعا: الاجتذاب الكهربائي 109
8-5 هجرة الأسماك 113
8-6 تحديد أماكن التجمعات السمكية و التعرف على عمقها 116
8-7 وسائل وطرق صيد الأسماك 126
8- 8 أشكال لبعض المراكب المستخدمة في نظم الصيد المختلفة 136

الباب التاسع : عناصر جودة المياه 137
9-1 المقدمة 138
9-2 مصادر المياه 139
9-3 أهمية نوعية المياه للاستزراع السمكى 140
9-4 وفرة المياه وكميات المياه اللازمة 142
9-5 خصائص ومواصفات المياه المستخدمة فى الاستزراع السمكى 142
9-6 الخصائص الكيميائية للمياه 149

9-7 الفرق بين المياه العذبة والمياه الشروب 165
9-8 أهم المشاكل التى قد توجد فى المياه المستخدمة للاستزراع السمكى 166
9-9 المصدر المائى و معالجته 169
9-10 الاحتياج البيولوجى للأكسجين 174

الباب العاشر : الأنواع الرئيسية للأسماك 174
10-1 التصنيف العلمى للأسماك 177
10-2 تكاثر (تناسل) الأسماك 186
10-3 تركيب الغدد الجنسية 187
10-4 الأعضاء التناسلية للأنثى 188
10-5 المبايض 189

الباب الحادى عشر : تفريخ الأسماك 193
11-1 التفريخ الطبيعى 193
11-2 التفريخ الصناعى 199
11-3 التطبيقات العملية للحقن بالهرمونات 209
11-4 تجميع البيض 218
11-5 تحضين و فقس البيض 219

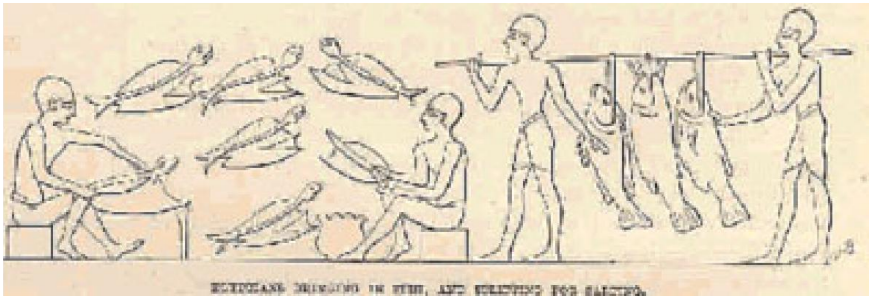
أسئلة 222
المراجع العربية 231
المراجع الأجنبية 232

الباب الأول
تطور الصيد الحر والاستزراع السمكى فى العالم

1-1 نظرة تاريخية عن الصيد وخاصة صيد الأسماك

بدأ الصيد على وجه الأرض ربما قبل ظهور الإنسان، فقد كانت الحيوانات تعتمد فى غذائها على الصيد، فالدببة كانت تقوم بصيد الأسماك أو تحفر بحثا عن الأصداف والمحار، وقد إستوطن الإنسان القديم قرب مناطق صيد الحيوانات البرية وقرب الأنهار والبحار، واستخدم الرماح والسهام والفخوخ لصيد الأسماك والطيور. ومع التطور وإستقرار الإنسان، لم يتوقف عن الصيد بهدف تأمين مصدر غذائى مستمر ربما خلال الفترات التى يقل فيها توفر الحيوانات والأسماك المصادة.

ولقد بدأ الإنسان فى جنى ثروات البحار والمحيطات منذ آلاف السنين واعتُبرت حرفة الصيد هى أحد الحرف الرئيسية فى حياة كثير من الشعوب خاصة التى تعيش على الشواطئ. والصيد مرتبط لدرجة كبيرة بالنقل المائى فقد استخدم الإنسان الأول الطوف في النقل وأيضا فى الصيد وكانت الأسماك جزء هام من تجارة الإنسان في هذه الفترة.



والأدوات المستخدمة فى الصيد منذ قديم الأزل هى مازالت تستخدم حتى الآن، فالسنارة المربوطة بخيط أو خطاطيف والحراب المربوطة بخيوط والتى كان يتم تصميمها من الأخشاب أو المعادن أو العظام وكذلك الفخوخ التى كانت تصنع من الأغصان والألياف النباتية. وقد تواصلت هذه المعدات مع بعض التغيرات البسيطة فى الوقت الحاضر فى أجزاء عديدة من العالم ، فمثلا قرى الصيادين مازالت تتواجد على طول السواحل والممرات المائية فى أسيا وإفريقيا وأوروبا وأمريكا، ومازال الصيادون يجدفون فى قوارب صغيرة ويستخدمون وسائل صيد مصنعة محليا ويستهلكون الأسماك إما طازجة أو مجففة أو مملحة ، هذه القرى عادة ما يتم إقامتها عند أقرب منطقة تستطيع القوارب أن تصل إليها ، وبهذا فإنها تعتبر معزولة ونائية عن باقى مناطق العمران البشرى.

وكان أغلب الصيادين ونتيجة لانعزالهم عن المجتمعات المحيطة بهم ولقضائهم أغلب فترات حياتهم فى البحار أميين وتتمركز حياتهم حول مهنة الصيد والحرف المتعلقة بها كصناعة القوارب وغزل الشباك وكان معدل ما ينتجه الصياد الواحد فى قرية كهذه هو حوالى طن واحد سنويا أو أقل من الأسماك.

بدأ تطوير مهنة الصيد بتحسين المراكب المستخدمة وعمل خرائط ملاحية استطاع بواسطتها الإنسان أن يبحر لمسافات طويلة وينقل معه شباك أكبر للصيد. ومع ظهور الآلة البخارية وصنع المحرك البخارى استطاع الإنسان أن يبحر لآلاف الكيلومترات واستخدم الشباك العملاقة وسحبها على طول القاع عند أعماق كبيرة، كما أصبح بالإمكان إلقاء الجرافات حول قطيع من الأسماك بسرعة، وأيضا استطاعت القوارب أن تبحر وتعود طبقا لجدول زمنى محدد نتيجة لاعتمادها على محركاتها البخارية وليس على قوى الطبيعة.

كما تم تطوير الشباك فأصبحت تعتمد على بكرات هائلة تحملها على القيعان الخشنة، وتطورت وسائل الملاحة الإليكترونية التى سهلت الإبحار وأيضا تجديد مناطق الصيد. ومع إكتشاف الألياف الصناعية التى إستخدمت فى صناعة الشباك القوية الخفيفة الوزن والمقاومة للتعفن ، وقد تم تزويد المراكب الحديثة بوحدات تبريد تستطيع حفظ الأسماك لعدة أشهر وأصبحت المراكب عبارة عن مصانع متحركة قادرة على الصيد فى أى محيط وتصنيع وتعليب وحفظ الأسماك وتسويقها أيضا.

وأصبح الإنسان يستطيع أن يصل إلى أعمق جزء فى المحيط بواسطة أجهزة خاصة تم تطويرها لتتحمل الضغوط العالية فى الأعماق وتعرف على الكائنات الحية التى ربما لم يكن يستطيع أن يراها من قبل ، ومع تقدم العلوم تعرف الإنسان على النسيج العضوى المكون للبيئة المائية ودرس كيفية الاستفادة من هذا النسيج العضوى سواء فى مراحله الأولى كالكائنات الحية الدقيقة أو فى صورتة المتقدمة مثل الأسماك والحيوانات البحرية الضخمة.

وأصبحت هناك جهات حكومية وأهلية وظيفتها حماية حرفة الصيد البحرى والدفاع عن حقوق الصيادين، وتم إنشاء أقسام للثروة السمكية فى العديد من دول العالم بل وفى بعض الأحيان وزارة متخصصة، فمثلا فى عام 1884 تم تأسيس أول جمعية فى الولايات المتحدة الأمريكية تحت اسم "الجمعية الأمريكية للمصايد السمكية" American Fisheries Society (AFS).

2-1 أهمية دراسة إدارة المصايد السمكية

لقد اتضحت أهمية دراسة علم المصايد السمكية بعد الحرب العالمية الأولى وظهور التنافس بين الدول على فرض نفوذها على المناطق المختلفة من العالم ، وبدأت في استنزاف ثروات هذه البلاد البحرية وكان التفكير حين ذلك قاصر على أن التأثير سيكون فقط على المناطق التى تم استنزافها ولكن الأمر غير ذلك حيث تأثرت كافة المناطق البحرية وتعرضت الكثير من الموانى والقرى المخصصة لصيد الأسماك إلى التوقف لاختفاء الأسماك من مناطقها، وهناك العديد من القرى الآن خالية من سكانها وهى التى كانت فى فترة من الفترات ممتلئة بالحياة والإنتاج.

ومع ظهور المراكب العملاقة والمصانع المتحركة أصبح من الضرورى تشغيل المعدات بمعدلات اقتصادية تغطى نفقات تشغيلها، والعمل على تنظيم أداء مثل هذه المراكب خاصة فى البحار المغلقة أو شبه المغلقة مثل الخلجان والبحيرات، كما أدى التلوث الحادث على مستوى العالم والناجم عن سوء استغلال الموارد الطبيعية المتاحة أدى إلى اختفاء العديد من أنواع الأسماك من مناطق مختلفة في العالم، وتغيرت تبعا لذلك المسارات والهجرات التى كانت تقوم بها الأسماك ولها مواسم محددة من العام ، ويلعب التزايد المستمر والمضطرد فى أعداد السكان دورا فى زيادة الحاجة لتوفير مصادر بروتينية رخيصة دونما التأثير على هذه المصادر وجعلها عرضة للنضوب والاختفاء.

1-3 مراحل تطور المصايد في العالم

بعد الحرب العالمية الثانية ومع تزايد الطلب على الغذاء وبمساعدة التقنيات الحديثة ، اتجه العالم إلى المحيط لينتج منه أكبر كميات من الغذاء وبالفعل اتضح أنه هناك زيادة سنوية تقدر بحوالى 7% تقريبا، أى أن الصيد يزداد إلى الضعف كل عشر سنوات .

ولعل النظر إلى الزيادات الهائلة فى كميات الصيد البحرى خلال المدة من عام 1800 وحتى عام 2005 ، هذه الزيادة ربما لا تعوض الزيادة فى أعداد السكان مما أثر سلبا على نصيب الفرد السنوى خاصة فى الفترة ما بين 1966 – 2005.

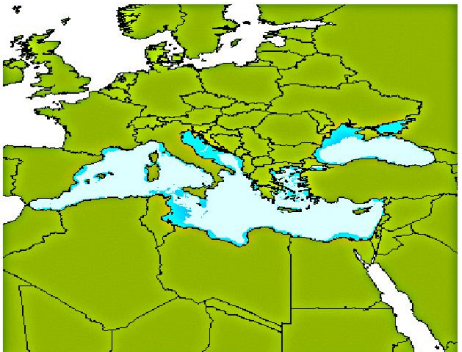
جدول رقم (1): تطور إنتاج الصيد في العالم خلال الفترة من 1800–2005 ومتوسط نصيب الفرد سنويا من الأسماك خلال نفس الفترة

	عام 1800	عام 1900	% للزيادة	عام 1966	% للزيادة	عام 2005	% للزيادة
عدد سكان العالم بالمليون	800	1550	93.8	2300	48.4	6460	181
مجموع الصيد (مليون طن)	1.2	4	333.3	41.4	1362.5	107.2	242
متوسط نصيب الفرد سنويا (كجم)	1.5	2.6	173.3	18	592.3	16.6	7.8-

1- 4 الهيئات والمنظمات الإقليمية والدولية فى مجال صيد الأسماك

في بداية القرن التاسع عشر ومع بداية ظهور التطور العلمى فى كافة المجالات والأنشطة، وبالتحديد فى عام 1870 تجمع حوالى 200 صياد وحرفى فى مجال الأسماك وكونوا أول جمعية أهلية تم تسميتها الاتحاد الأمريكى لمربى الأسماك (American Fish Culturists Association) ثم تم تغيير الاسم بعد ذلك إلى الجمعية الأمريكية للمصايد السمكية (American Fisheries Society) ، هذه الجمعية أصبحت أشهر جمعية فى مجال المصايد السمكية فى العالم واعترف بها مجلس الشيوخ الأمريكى وأعطى لها الصفة الرسمية.

وفى أوروبا تنبه العلماء مع بداية القرن العشرين إلى أهمية تنظيم عمليات الصيد خاصة على المستوى الدولى فأشاروا على حكوماتهم بضرورة سن القوانين وعمل الدراسات المسحية وتبادل المعلومات فى مجال الثروة السمكية ، وبجهودهم فى عام 1902 تم إنشاء منظمة تم تسميتها المجلس الدولى لاكتشاف البحار (International Council for the Exploration of the Sea) ، ولقد نمت هذه المنظمة الدولية برغم حدوث حربين عالميتين، وأصبحت الآن واحدة من أكبر المنظمات الدولية العلمية ، ويشارك فى هذه المنظمة حوالى 18 دولة تمدهم بالعلماء والدراسات الأكاديمية وتتصل بالهيئات الدولية المسئولة عن تنظيمات العلوم البحرية. كما أن هناك المجلس العام للصيد فى البحر المتوسط والذى تم إنشاؤه عام 1949 والمعروف بـ General Fisheries Commission for the Mediterranean(GFCM) ويشارك فيه دول حوض البحر المتوسط والبحر الأسود بالإضافة إلى اليابان (المنطقة الجغرافية رقم 37) وهو يشرف على عمليات الصيد فى البحر المتوسط والأسود والمساحات المائية المرتبطة بهما.



شكل (2): منطقة حوض البحر المتوسط والأسود والتى يشرف عليها المجلس العام للصيد فى البحر المتوسط (GFCM).

جدول رقم (2): الإنتاج العالمى من الأسماك واستخداماته

الإنتـاج (مليون طن)	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
1- المياه الداخلية						
صيد	8.7	8.7	8.7	9.0	9.2	9.6
استزراع	21.3	22.5	23.9	25.2	27.2	28.9
إجمالي الإنتاج من المياه الداخلية	30.0	31.2	32.6	34.2	36.4	38.5
2- البحـرى						
صيـد	86.8	84.2	84.5	81.3	85.8	84.2
استزراع	14.2	15.2	16.5	17.3	18.3	18.9
إجمالى الصيد البحرى	101.0	99.4	100.4	98.0	104.1	103.1
إجمالى الصيـد	95.5	92.9	93.2	90.3	95	93.8
إجمالى الاستزراع	35.5	37.8	39.8	41.9	45.5	47.8
إجمالى الإنتاج السمكى	13.1	130.7	133.0	132.2	140.5	141.6
الاستخدامات						
للاستهلاك الآدمى	96.8	99.5	100.7	103.0	105.6	107.2
استخدامات غير غذائية	34.2	31.1	32.2	29.2	34.8	34.4
تعداد سكان الكرة الأرضية (مليار)	6.1	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5
نصيب الفرد من الأسماك سنويا (كجم)	15.9	16.2	16.2	16.3	16.6	16.6

ولقد كان من أهم الخطوات التي ساعدت على تنظيم عمليات الصيد وحماية الثروة السمكية على مستوى العالم هو إنشاء منظمة الأغذية و الزراعة (FAO) والتابعة للأمم المتحدة وذلك فى عام 1945، واحتوت هذه المنظمة على قسم خاص بالمصايد السمكية والتى تحتوى حاليا على ما يقرب من 10 آلاف موظف وهى فى نمو مستمر.

1-5 أهم مناطق الصيد فى العالم

قامت الهيئات الدولية التى تعمل فى مجال المصايد السمكية بإجراء مجموعة من الدراسات بهدف تحديد كميات الصيد التى يمكن أن يتم الحصول عليها من المناطق المختلفة فى العالم ولهذا السبب تم تقسيم محيطات العالم إلى 15 منطقة متميزة هذا غير المناطق الفرعية، وتم تقسيم المياه الداخلية إلى 8 مناطق رئيسية هى:

1. أفريقيا
2. أمريكا الشمالية
3. أمريكا الجنوبية
4. أسيا
5. أوروبا
6. قارة أستراليا
7. الاتحاد السوفيتي
8. القارة المتجمدة الجنوبية

أما المياه فتشكل خمسة عشر منطقة رئيسية هى:

شمال غرب المحيط الأطلنطي	21
شمال شرق المحيط الأطلنطي	27
غرب وسط المحيط الأطلنطي	31
شرق وسط المحيط الأطلنطي	34
جنوب غرب المحيط الأطلنطي	41
جنوب شرق المحيط الأطلنطي	47
البحر المتوسط و البحر الأسود	37
المحيط الهندى	51، 57
شمال غرب المحيط الهادى	61
شمال شرق المحيط الهادى	67
غرب وسط المحيط الهادى	71
شرق وسط المحيط الهادى	77
جنوب غرب المحيط الهادى	81
جنوب شرق المحيط الهادى	87
المحيط القطبى الجنوبى	88

1-5-1 أولا: المحيط الأطلنطى

1-5-1-1 المنطقة الأولى (شمال غرب الأطلنطى)

وتعتبر المنطقة الأولى تابعة للوكالة الدولية لمصايد شمال غرب المحيط الأطلنطي (International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries) وهذه المنطقة تقع حتى خط عرض 35 شمالا ، ويعتمد الصيد فى هذه المنطقة على الأسماك القاعية بواسطة الشباك والخيوط وتعتبر هذه المناطق أهم مناطق صيد أسماك المانهادن وهى التى يتم استخدامها فى تصنيع مسحوق الأسماك المستخدم فى الأعلاف ، كما تشتهر هذه المنطقة بأسماك الحمرا والرنجة والتونة وأسماك أبوسيف ، وتوجد فى هذه المناطق أغلب أنواع الحيتان كبيرة الحجم ويتم صيدها منها.

وهذه المناطق تعتبر من أغنى مناطق الصيد فى العالم إلا أنها تتعرض وبصورة مستمرة للاستغلال المكثف، وتتميز مناطق جرين لاند الغربية بإنتاجية عالية من الأسماك نتيجة للإنتاجية العالية من الإنتاج الأولى والثانوى لالتقاء التيارات الباردة والدافئة معا.

1-5-1-2 المنطقة الثانية (شمال شرق الأطلنطي)

ويشرف عليها المجلس الدولى لاكتشاف البحر (International Counsel for Exploration of the Sea) وهى تشمل على جزء شمالى متجمد وبحر الشمال وتحدها من الجنوب خط العرض 51 ، وهناك مناطق ضحلة فى هذه المياه (فى حدود 50 متر عمق) ، وهذه المناطق بها أقدم منطقة صيد بالجر فى العالم فى منطقة بحر الشمال ، وقد تعرضت هذه المناطق للاستنزاف بشكل حاد ولفترات طويلة ، ويتم صيد أسماك الكود والرنجة والمرجان والثعابين والتونة والأسماك المفلطحة وأسماك الراى.

1-5-1-3 المنطقة الثالثة (غرب وسط الأطلنطى)

وهى مناطق صيد رئيسية للجمبرى خاصة فى منطقة خليج المكسيك ، وهناك مصايد المنهادن والأنشوجة والرنجة ، كما تعتبر أسماك الساردين من أهم المصايد البلاجية كما توجد كميات أقل من الحبار والأخطبوط إلا أنها تعتبر مصدرا رئيسيا للثروة السمكية ، وتتميز هذه المنطقة بفقد كميات كبيرة من الأسماك أثناء صيد الجمبرى حيث يتم صيدها عرضا مع الجمبرى ويعاد إلقاؤها إلى البحر مرة أخرى بعد أن يكون معظمها قد نفق.

1-5-1-4 المنطقة الرابعة (شرق وسط الأطلنطى)

وهى تغطى شرق وسط المحيط الأطلنطى من خط عرض 36 درجة شمالا إلى مصب نهر الكونجو 6 درجات جنوب خط الاستواء، ويتم صيد أسماك بلاجية صغيرة مثل السادرين والساردينيلا وأسماك بلاجية متوسطة مثل الساردينيلا الكبيرة والأسقمرى وكذلك أسماك بلاجية كبيرة مثل التونة صفراء وزرقاء الزعنفة والحبارات والأخطبوطات وبعض القشريات مثل الجمبرى فى مناطق مصبات الأنهار الكبيرة أو مناطق المستنقعات.

1-5-1-5 المنطقة الخامسة (جنوب غرب الأطلنطى)

وهى تمتد حتى 70 درجة غرب، وأهم الأسماك التى يتم صيدها هى أسماك الأنشوجة ورنجة فوكلاند والسادرين ، كما أن هناك بعض الأسماك تأخذ مرتبة ثانية من حيث كمية الصيد مثل الأسماك الطيارة والتونة.

1-5-1-6 المنطقة السادسة (جنوب شرق الأطلنطى)

وتقع حتى خط عرض 50 درجة جنوبا والذى يمتد حتى المياه القطبية الجنوبية وأهم مصادر الثروة السمكية بها هى الأنشوجة والسادرين وثعبان الرمل، وهناك كميات كبيرة من الحبارات.

1-5-2 ثانيا: البحر المتوسط والبحر الأسود

وهو عبارة عن كتلة مائية محاطة باليابسة من جميع جهاتها تقريبا يرتبط البحر المتوسط شرقا ببحر مرمرة والبحر الأسود ومتصل بالمحيط الأطلنطى عن مضيق جبل طارق، والمنطقة بين صقلية ورأس بون فى تونس تقسم البحر المنوسط إلى جزئين، جزء شرقى وجزء غربى، أما البحر الأسود فهو حوض عميق له رصيف قارى ضيق خاصة عند الجنوب ، والبحر المتوسط فقير فى مصايده ومخزونه السمكى وتعتبر الأسماك البلاجية هى أهم المصايد فيه (حوالى نصف كميات الأسماك التى يتم صيدها) ويتم صيد الساردين والأنشوجة والتونة وأسماك أبو سيف وأسماك الدلفين وبعض أسماك البورى ، ويعاب على منطقة حوض البحر المتوسط ارتفاع نسب التلوث فى مياهه وذلك نتيجة لصرف المخلفات وكثرة المدن الساحلية كما أن معدل تغيير المياه فيه ليس مرتفعا.

1-5-3 ثالثا: المحيط الهادى

1-5-3-1 المنطقة الأولى (شمال غرب الهادى)

وهى تعتبر واحدة من أكثر مناطق الصيد فى العالم المستغلة وذلك بصورة مكثفة متشابهة فى ذلك مع منطقة بحر الشمال، وتتميز هذه المنطقة بتنوع ثرواتها السمكية للاستعمالات التجارية، فمثلا يستغل صيادو الاتحاد السوفيتى تجاريا 20 نوعا سمكيا فى بحر أوخستوك وما يقارب من 40 نوعا فى بحر اليابان، أما

اليابانيون فيصطادون مئات الأنواع ، وأهم الأسماك التجارية فى هذه المنطقة هى السادرين والأنشوجة والرنجة والسالمون والسمك الوثاب والتونة زرقاء الزعنفة وكود المحيط الهادى وثعبان الرمل ، والأخير يستخدم فى صناعة مسحوق الأسماك ، وأيضا الأسماك المفلطحة والسمك الفضى والسرطانات والحبارات والأخطبوطات ، كما يتم صيد الحيتان بواسطة اليابانيون.

1-5-3-2 المنطقة الثانية (شمال شرق الهادى)

يعتبر الهيلبوت وأنواع السالمون المختلفة والكود والأقراش والرنجة والساردين والسرطانات وخاصة سرطان الملك (King lobster) والجمبرى من أهم المصايد فى هذه المنطقة ، وأغلب الأسماك التى يتم صيدها هنا هى أسماك قاعية.

1-5-3-3 المنطقة الثالثة (غرب وسط الهادى)

وهى من أهم مناطق الصيد في العالم ، وتصيد أعداد كبيرة من سفن الصيد الصغيرة فى هذه المنطقة، وهى تستخدم مدى واسعا من وسائل الصيد المختلفة بحثا عن الأسماك، ويتم صيد الأسماك القاعية كالأنقليس حاد الأسنان والأسماك النهاشة (Snappers) والوقار بالإضافة إلى الجمبرى ، وتقدر الكميات الكامنة فى هذه المنطقة بحوالى 13 مليون طنا من الأسماك القاعية وحوالى 6 مليون طن من الأسماك البلاجية.

1-5-3-4 المنطقة الرابعة (شرق وسط الهادى)

وهى تمتد من شمال كاليفورنيا (خط عرض 42 درجة شمالا) إلى شمال بيرو ، وتكون أغلب سواحلها طويلة (حوالى 9000 كم) ذات شواطئ جبلية ورصيف قارى ضيق ، كما أن هناك عدد قليل من الجزر القريبة من الشاطئ بعيدا كاليفورنيا وعند بنما. ويعتبر ساحل كاليفورنيا مستقيم لحد ما مع عدم وجود شواطئ واسعة، ويحتوى على شرم سان فرانسيسكو الذى يعتبر أكبر جسم مائى مغلق ، وأهم المصايد السمكية بها هى الساردين ومصايد الأنشوجة والتونة التى يمتد صيدها حتى المحيط الأطلنطى- والمنطقة تعتبر من أهم مناطق صيد الجمبرى على طول السواحل الاستوائية من المكسيك وحتى الإكوادور ، وعلى طول سواحل كاليفورنيا ينشط هواة الصيد وهم يحصلون على صيد وفير يشكل أغلب المصيد فى هذه المنطقة.

1-5-3-5 المنطقة الخامسة (جنوب غرب الهادى)

وهى منطقة واسعة لدرجة كبيرة إذ تمتد بين خطى العرض 10 درجات جنوب و60 درجة جنوبا من استراليا شرقا إلى خط الطول 115 درجة غربا ، وهى جميعا ذات مياه عميقة ، وهناك منطقتان رئيسيتان للرصيف القارى هما المنطقة حول نيوزيلانده والمنطقة الموجودة على السواحل الشرقية والجنوبية لاستراليا. ويتم الصيد فى هذه المناطق باستخدام سفن صغيرة مزودة بوسائل صيد مختلفة، وأهم الأسماك التى يتم صيدها فى هذه المناطق هى الأسماك القاعية كالنهاش وبعض أنواع الأقراش وهناك أيضا الأسماك البلاجية مثل البورى الاسترالى والسالمون الاسترالى والسمك الوثاب والساردين والأنشوجة، وتعتبر الأسماك البلاجية أكثر من الأسماك القاعية وهناك ثروة بحرية من القشريات والمحار.

1-5-3-6 المنطقة السادسة (جنوب غرب الهادى)

والتى تشتمل على المساحة الممتدة على سواحل بيرو وشيلى إلى الجنوب من خط عرض 5 درجات حتى خط عرض 60 درجة جنوبا . والصيد فى هذه المنطقة حتى خط عرض 35 درجة جنوبا يعتبر مناسبا ولكن إلى الجنوب حيث تزداد الأعاصير والرياح ويصعب معها الصيد ويعتمد الصيد فى المناطق من 40 – 47 درجة جنوبا على الزوارق المتوسطة والكبيرة فقط أثناء الصيف ويصعب فيها الصيد فى الشتاء سوى بالزوارق الكبيرة فقط. وفى هذه المناطق ونتيجة للتيارات المائية تصبح المياه غنية جدا بالهائمات التى تعيش عليها كميات كبيرة من الأنشوجا والعديد من الأسماك البلاجية الأخرى، وأهم الأنواع السمكية التى يتم اصطيادها هى الأنشوجا والساردين العادى والسرطان الملك والحبارات.

1-5-4 رابعا: المحيط الهندى

وتشمل منطقة المحيط الهندي على المياه الممتدة على سواحل المحيط و البحار المجاورة فهى تمتد من جنوب أفريقيا وشرقها وحتى السواحل التيلاندية الماليزية وإلى السواحل الجنوبية للجزر الأندونيسية والساحل الغربى لإستراليا ومنطقة البحر الأحمر والخليج العربى. وتقدر كمية الصيد فى المحيط الهندى بحوالى 2 مليون طن ومن حيث المقارنة مع المحيط الهادى أو الأطلنطى على أساس إنتاج وحدة المساحة ، فإن المحيط الهندى تنتج وحدة المساحة فيه خمس ماتنتجه نفس وحدة المساحة فى الهادى أو الأطلنطى ويرجع أسباب ذلك إلى:

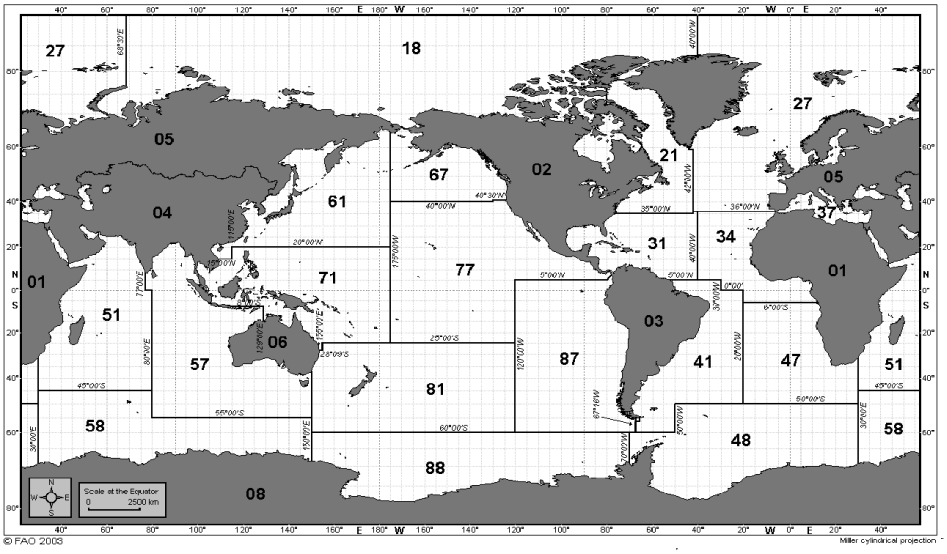
1- استخدام وسائل بدائية فى الصيد.
2- انخفاض مستوى الجهد المبذول فى عمليات الصيد.

3- ارتفاع نسب التلوث فى مياهه.

وأغلب الصيد فى المحيط الهندى يحدث على امتداد السواحل الأفريقية الشرقية ويتم صيد الساردينيلا والأقراش وبعض أنواع الأسماك البلاجية مثل الساردين، هذا وتعرقل الشعب المرجانية عمليات الصيد وخاصة حرف الجر، ويتم صيد الساردين والجمبرى فى منطقة الخليج العربى فى المياه البعيدة عن إيران، وفى خليج البنغال يتم صيد أسماك الخايوط وعلى السواحل الجنوبية للجزر الأندونيسية المتاخمة للمحيط الهندى يتم صيد أنواع هامة كالساردين والأنشوجة والتونة ، كما يتم صيد السالمون الاسترالى حول السواحل الاسترالية والساردين من المصايد الرئيسية فى البحر الأحمر خاصة الجزء الشمالى منه أما فى الجزء الجنوبى فتزداد الأسماك القاعية.

1-5-5 خامسا: المحيط القطبى الجنوبى

يعاب علي المحيط القطبي الجنوبي بعده عن مناطق تسويق الأسماك وصعوبة مناخه من الأمور التى تحدد استغلاله بشكل جيد، إلا أنها تمتاز بكونها من المصايد الرئيسية للحيتان، ويتم صيد ما يقرب من 60 نوعا من الأسماك القاعية من هذه المناطق ، وتوجد أسماك الكود البلاجية وتؤدى الحبارات دورا هاما كأحد المنتجات السمكية فى هذه المناطق، والمخزون السمكى فى هذا المحيط محدود نسبيا ويتم استغلاله بواسطة الأسطول السوفيتى وبعض الأساطيل الدولية .



لقد سعت الأساطيل البحرية والتى كان يتم استغلالها خلال الحرب العالمية الثانية إلى أن تصبح تجارية لتعوض النقص الحاد فى الغذاء خلال مرحلة ما بعد

الحرب والناتج عن تدمير أغلب المناطق الزراعية المنتجة وتم دراسة البحر دراسة وافية واستنبطت أجهزة سمعية تساعد الإنسان على التعرف على الأعماق. ونتيجة لنقص الموارد الغذائية على الأرض والتزايد المستمر فى أعداد السكان كانت الحافز الرئيسى لرفع كميات الصيد المستخدم فى تغذية الإنسان، فارتفع حجم الصيد من 20 مليون طن عام 1948 حتى وصل إلى 132 مليون طن عام 2004.

ولم يقيد القانون أى من المراكب المستخدمة فى الصيد ولم تعط الأساطيل إحصائيات عن أماكن الصيد، بل كانت تكتفى إلى عهد قريب بإعطاء الكميات فى الموانى، وكانت هذه الأساطيل تهدف إلى توفير البروتين الحيوانى كغذاء للإنسان دونما دراسة لوضع المصايد السمكية ، الأمر الذى جعلها تتدهور بسرعة وتعرض العديد من الأنواع السمكية إلى الانقراض ، كما تعرضت الكثير من المصايد السمكية إلى الصيد الجائر وأصبحت العديد من الأسماك مثل التونة صفراء الزعنفة فى شرق المحيط الهادى والأنشوجة فى بيرو وشيلى تنتج بكميات مقاربة للإنتاجية اللازمة للاستمرار (Sustainable yield). كما وأنه نتيجة لحاجة الإنسان للطعام فقد بدأ فى صيد واستهلاك مخزونات من الأسماك القاعية التى لم يسبق صيدها من قبل خاصة على الساحل الغربى من إفريقيا.

1-6 تطور سبل الملاحة البحرية

قام الإنسان بتطوير أدوات ومعدات الملاحة البحرية وأصبح يستخدم العديد من المعدات المتقدمة التى تساعده على بلوغ أهدافه بأقصر الطرق ، وقام بعمل الخرائط الملاحية التى تساعده فى تحديد أماكن الصيد المختلفة ، كما قام بتقسيم مناطق الصيد فى العالم وإعطاء أرقام كودية لها وخزن هذه المعلومات على أجهزة الحاسب الآلى، كما استخدم الأقمار الصناعية فى تحديد المواقع والاتجاهات ورصد تحركات الأسماك.

1-7 التصنيف العالمى للكائنات البحرية

بعد استقرار التعرف على العديد من الأنواع السمكية أصبح من الضرورى تصنيفها فى مجموعات تتحد فيما بينها فى بعض الخصائص والتى تمكن الباحثين عند اكتشاف نوع سمكى جديد التعرف بالتقريب من خلال الشكل الخارجى وبعض الصفات المورفولوجية تحديد الجنس الذى تنتمى إليه هذه الأسماك ، ولقد واجه العلماء مشاكل كثيرة خاصة إذا ماعرفنا أن جميع الحفريات لم تكن متساوية أو متقاربة لتحديد أصول النوع.

وعملية التصنيف هى عملية مستمرة ومحددة تبعا لاختلافات الأنواع وربما لظهور حفريات توضح صلة هذه الأنواع بأصول أخرى.

1-8 توزيع المياه ودورتها فى الطبيعة

يوضح لنا الجدول رقم (3) مساحات وحجوم المياه فى المناطق المختلفة من سطح الكرة الأرضية كما يوضح مساحة الأرض الكلية والتوزيع عليها.

جدول رقم (3): مساحات وحجوم المياه على الأرض

مساحة سطح الكرة الأرضية	510 × 10^6 كيلومتر مربع
مساحة اليابسة	149 × 10^6 كيلومتر مربع
مساحة المحيطات والبحار	361 × 10^6 كيلومتر مربع
مساحة المحيط الأطلنطى	82 ×10^6 كيلومتر مربع
مساحة المحيط الهادى	165 ×10^6 كيلومتر مربع
مساحة المحيط الهندى	73 ×10^6 كيلومتر مربع
حجم المحيطات والبحار	1370 ×10^6 كيلومتر مربع
حجم المياه المتجمدة فى القطبين	16.7 ×10^6 كيلومتر مربع
حجم المياه الداخلية	0.025 ×10^6 كيلومتر مربع
حجم المياه الإرتوازية	0.25 ×10^6 كيلومتر مربع
حجم المياه المتبخرة والسحب	0.013 ×10^6كيلومتر مربع

كما يوضح جدول رقم (4) والشكل رقم (4) دورة المياه في الطبيعة (لاحظ حجم المياه الدائرة على الأرض).

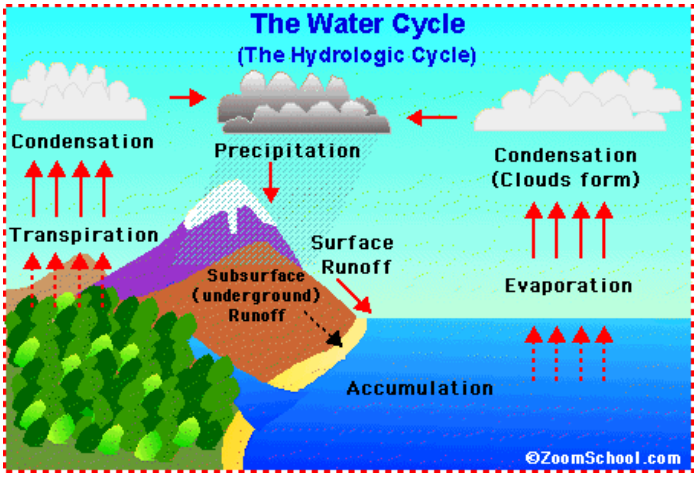
جدول رقم (4): دورة المياه على سطح الأرض

	جم/ سم^2/سنة	كم^3/ سنة/10^3
البخر من سطح المحيطات والبحار	106	383
الأمطار على البحار والمحيطات	96	347
البخر من سطح اليابسة	42	63
الأمطار على اليابسة	67	99

1-9 نظرة عامة على قيعان البحار والمحيطات وطبيعتها الجغرافية

تلعب المياه دورا كبيرا فى تغيير طبيعة الأراضى المحيطة بالبحار وتحمل الأنهار معها كميات من الطمى لتترسب على قاع البحار كما يحدث قرب مصبات الأنهار. كما أن وجود البراكين فى قاع المحيطات يجعل هناك تغييرات فى قيعانها

الأمر الذى ينعكس على طبيعة وأنواع الأحياء البحرية التى تعيش فيها، وتغطى قيعان البحار والمحيطات بالرمال والطمى والأحجار والحصى والأحجار الضخمة المستديرة والمتعددة الأشكال، كما تغطى ببقايا عظام الأحياء البحرية النافقة.

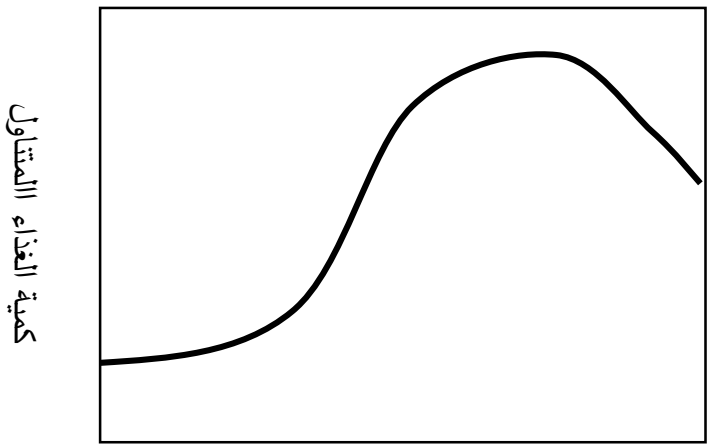


شكل (4): دورة المياه فى الطبيعية

1-10 مراجعة عامة على الخواص الطبيعية للمياه

1-10-1 أولا: درجة الحرارة

تعتبر درجة الحرارة واحدة من أهم المقاييس التى يعتمد عليها علماء الثروة السمكية وواحدة من أول المقاييس التى يهتمون بها للحكم على الجسم المائى، فهى تؤثر على كثافة المياه وبالتالى تؤثر على المواد الذائبة بها الأمر الذى ينعكس على الكائنات الحية التى تعيش فى هذه المياه ، وتكتسب المياه حرارتها عن طريق أشعة الشمس والتى يتم امتصاص أكثر من 90% من هذه الأشعة فى أعلى20 متر من مياه البحر الرائقة وأعلى 4 أمتار من مياه الشواطئ ، والطبقات التى تلى ذلك يتم تسخينها بواسطة الخلط مع هذه الطبقة.



درجة الحرارة

شكل (5): العلاقة بين كمية الغذاء المتناول ودرجة الحرارة

1-10-2 ثانيا: الكثافة

ويتم كما سبق ذكره التحكم فيها بواسطة الحرارة والمواد الصلبة والذائبة، ويوضح الجدول رقم (5) العلاقة بين درجة الحرارة والكثافة والملوحة.

جدول رقم (5): اللتغيرات فى كثافة المياه تبعا للتغيرات فى درجات الحرارة والملوحة

الملوحة	درجة الحرارة				
	صفر	5	10	20	30
صفر	0.9999	1.0000	0.9997	0.9992	0.9957
15	1.0120	1.0119	1.0114	1.0096	1.0069
25	1.0201	1.0198	1.0192	1.0172	1.0143
35	1.0281	1.0277	1.0270	1.0248	1.0218

1-10-3 ثالثا: النفاذية للضوء

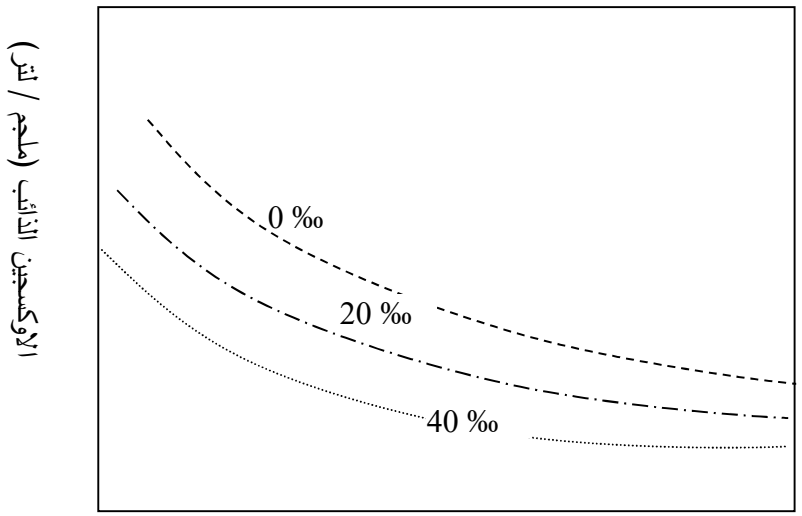
بالإضافة إلى التأثير الحرارى للضوء الصادر عن أشعة الشمس على سطح الماء فإن الضوء يساعد الكائنات الدقيقة الموجودة فى البيئة المائية على التمثيل الضوئى، كما يساعد الضوء النافذ خلال المياه الكائنات التى لها عيون أن ترى فى الماء ، هذا الضوء يختلف تبعا للمواسم كما يختلف على مدار اليوم . وتستخدم بعض الأسماك المهاجرة إتجاه ضوء الشمس فى تحديد مساراتها وتختلف درجة إنعكاس الضوء فى الماء حسب درجة وكمية الشوائب والعوالق فتظهر البحيرات والمحيطات بلون أزرق أما قرب الشواطئ فإن المياه تبدو خضراء أما المياه العكرة فتبدو بلون بنى يميل إلى الأصفر، ويتم قياس درجة عكارة المياه باستخدام ما يعرف بقرص الشفافية (Secchi disk). هناك أيضا الكثير من الأنواع السمكية لها القدرة على إنتاج ضوء، هذه الكائنات تمتاز بوجود عيون كبيرة لها تمكنها من الرؤية فى أقل كمية من الضوء.

1-10-4 رابعا: الأوكسجين الذائب

وهو يلعب الدور الهام الثانى بعد درجة الحرارة فى الماء، وهو لازم لكل الكائنات الحية التى تعيش فى المياه ، ودرجة ذوبان الأوكسجين فى الماء تتناسب عكسيا مع درجة حرارته ويتأثر أيضا بالملوحة وكمية الأوكسجين فى الهواء. والشكل رقم (6) يوضح العلاقة بين الأوكسجين الذائب و درجة الحرارة و الملوحة.

1-10-5 خامسا: النيتروجين

تثبيت النيتروجين على صورة نيترات أو نيتريت أو أمونيا يعتبر من الأمور اللازمة لإستمرار الحياة، والنيتروجين فى الماء يؤدى إلى ظهور مشكلات عند زيادته ، فالكميات الزائدة منه فى الماء تؤدى إلى بقائه فى الأنسجة وتكوين فقعات تبقى لمدد طويلة فى الجسم.



شكل (6): العلاقة بين الأوكسجين الذائب ودرجة الحرارة والملوحة

1-10-6 سادسا: ثانى أوكسيد الكربون

يتحد ثانى أوكسيد الكربون مع الماء ليكون حمض الكربونيك أو أيون بيكربونات أو أيون الكربونات، ويوجد ثانى أوكسيد الكربون بصورة كافية لعمليات التمثيل الضوئى فى النباتات.

1-10-7 سابعا: رقم الحوضة (pH)

تختلف درجة ال pH بين الماء العذب والماء المالح، ففى المياه العذبة يتراوح هذا الرقم بين 1.2 – 12 فى بعض البحيرات التى تحتوى على كميات من الصودا، أما فى البحار فإن الـ pH تبقى دائما بين 8.1 – 8.3 على السطح وفى العمق ومع نقص الأوكسجين تصل الـ pH إلى 7.5.

1-10-8 ثامنا: الملوحة

يتكون البحر من ماء مذاب فيه مجموعة من الأملاح بتركيز يصل إلى 35 جزء فى الألف (35 جم أملاح فى كل ليتر مياه) أو مايطلق عليه (‰ 35) وتقدر الملوحة بالكمية الكلية من المواد الصلبة (الذائبة) والتى يحتويها 1 كجم ماء، وملح البحر هو خليط من الكربونات والكبريتات وأملاح الصوديوم والماغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم وبعض العناصر الصغرى والكبرى.

1-11 أنواع المصايد السمكية

يتم تقسيم المصايد السمكية تبعا لعدد من التقسيمات أولها هو التقسيم تبعا لمصدر أو نوع الأسماك التى يتم صيدها، مثل مصايد أسماك ومصايد القشريات ومصايد الرخويات أو مثل مصايد التونة أو مصايد الرنجة أو مصايد السردين. ويتم أيضا التقسيم تبعا للمكان فهناك مصايد البحر المتوسط ومصايد البحر الأحمر أو شمال الأطلنطى، وقد تشمل هذه المناطق على مناطق تقسم تقسيما جغرافيا تبعا للتقسيم السياسى فنجد مصايد اليابان والنرويج أو كندا .. إلخ.

والأسلوب المتعارف عليه علميا فى التقسيم هو تقسيم المصايد تبعا للبيئة المائية التى يتم الصيد منها ولهذا فهناك ثلاث أنواع رئيسية هى:

- مصايد المياه المالحة Saltwater fisheries
- مصايد المياه العذبة Freshwater fisheries
- مصايد المياه الشروب Brackish water fisheries

كما أن هناك نظام آخر للتقسيم يعتمد على أسلوب التعامل مع منتجات مصايد الأسماك فتقسم إلى:

- مصايد تجارية Commercial fisheries
- مصايد استجمام Recreational fisheries
- مصايد التربية Culture fisheries

1-12 استراتيجية صيد الأسماك

لدراسة استراتيجية صيد الأسماك يجب التعرف على العوامل التى تؤثر على عمليات الصيد والتى تختلف باختلاف هذه العوامل ، وكما سبق وتعرفنا أن العوامل البيئية تنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

*- عوامل حية
*- عوامل غير حية

كما وأنه في بعض الأحيان يتم تقسيمها إلى ثلاث مجاميع:

*- عوامل فيزيائية
*- عوامل كيميائية
*- عوامل حية

1-13 العوامل المؤثرة على صيد الأسماك

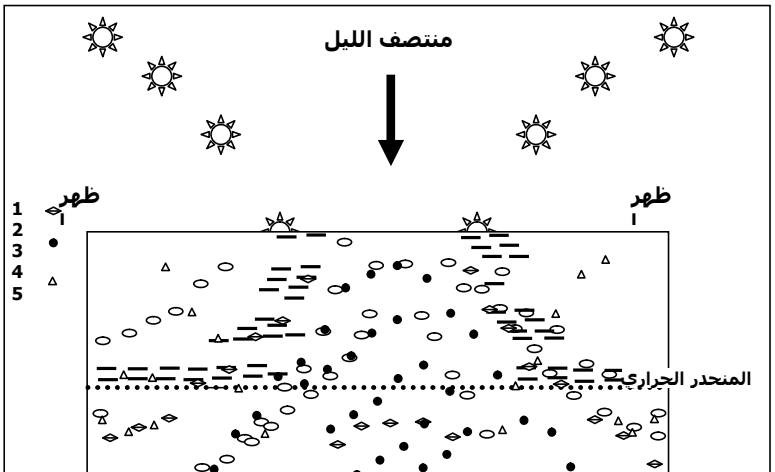
وسنقوم هنا بدراسة بعض هذه العوامل التى يكون لها تأثير إيجابى على صيد الأسماك.

1-13-1 أولا: الضوء

يؤثر الضوء على الأسماك من خلال ما يلى:

1) البحث عن الغذاء فى حالة الأسماك التى تعتمد على النظر
2) الحماية من الحيوانات والأسماك المفترسة

ومن المعروف أن لكل نوع سمكى مستوى معين من الإضاءة يصل فيه نشاطها إلى أقصى درجة ، وهى تختلف باختلاف اليوم، ويؤثر توزيع الضوء على مدار العام على نضج الأسماك جنسيا بالإضافة إلى التمثيل والبناء عند الأسماك، و الضوء يلعب دورا رئيسيا فى الإنتاج الأولى من الكائنات الحية كما أن قوة الضوء تتحكم فى موعد نضج الأعضاء الجنسية وتنظيم وضع البيض . وتتضح تأثيرات الضوء على حياة الأسماك اليومية وسلوكها فى المياه من حيث أماكن تواجدها على مدار الأربع والعشرين ساعة فى اليوم وفقا لشدة الضوء ، وعلى هذا يتم تقسيم الكائنات البحرية تبعا لأسلوب تحركها اليومى إلى ستة مجاميع (شكل 7).



1-13-1-1 الهجرات العمودية اليومية:

1) الأنواع البلاجية (Pelagic species) وهى تعيش فوق المنحدر الحرارى (Thermo cline) بقليل وذلك أثناء النهار – تهاجر إلى الطبقات العليا عند الغروب ، وتنتشر بين السطح والمنحدر الحرارى فى الليل – وتهبط إلى وضعها الأصلى فوق المنحدر الحرارى عند شروق الشمس.
2) أنواع بلاجية تعيش أثناء النهار تحت المنحدر الحرارى وتقوم بالهجرة من خلال المنحدر الحرارى إلى السطح عند غروب الشمس، وتنتشر فيما بين السطح والقاع أثناء الليل مع تجمع الجزء الأكبر فيما فوق المنحدر الحرارى – وتهبط عند الشروق إلى الطبقات العميقة.
3) أنواع بلاجية تعيش أثناء النهار تحت المنحدر الحرارى وتهاجر إلى المنحدر الحرارى عند غروب الشمس، وتنتشر فيما بين المنحدر والقاع أثناء الليل.
4) أنواع قاعية (Demersal species) تعيش فى أثناء النهار على قاع البحر أو بالقرب منه، وتهاجر وتنتشر فى طبقات الماء فيما تحت (أحيانا فوق) المنحدر الحرارى عند غروب الشمس وتهبط إلى القاع عند الشروق.
5) أنواع تنتشر فى نطاق عمود الماء بأكمله فى أثناء النهار ثم تهبط إلى القاع فى أثناء الليل.
6) أنواع بلاجية وقاعية لا تتخذ تحركاتها اتجاها معينا.

وبوجه عام تصعد الغالبية العظمى من الأسماك البلاجية إلى الطبقات السطحية للماء قبيل غروب الشمس بصورة منتظمة وفى أفواج ، كما تنتشر هذه الأسماك فى نطاق عمود الماء فى أثناء الليل، ثم تهبط إلى الطبقات العميقة عند الشروق (الأنواع 1، 2، 3) أما الأسماك القاعية فتمضى ساعات النهار قرب القاع ثم تصعد وتنتشر فى عمود الماء أثناء الليل (النوع الرابع).

وأسماك الساردين يزيد نشاطها قبيل الفجر وفيما بعد الغروب وتختفى خلال النهار فى الطبقات التى يزيد عمقها عن 30 متر (المجموعة 1)، كما تم مراقبة أسماك الرنجة فتلاحظ أن حركتها تتزايد مع قدوم الظلام وطوال الليل وتصل إلى قمة نشاطها عند الفجر/ وتصعد هذه الأسماك إلى السطح بعد الغروب ولكنها ابتداء من منتصف الليل تتجه بعيدا عن مصدر الضوء.

وإتضحت من الدراسات التى أجريت أن للضوء تأثيره على بعض عادات الأسماك مثل التغذية والاستجابة للتيارات المائية والتجمع فى أفواج وذلك حسب المراحل اليومية للضوء أو مايعرف بقوة الضوء. وتؤثر درجة وضوح الرؤية أو شدة الضوء فى المياه على كفاءة الصيد بمختلف طرقه ، فالشباك الخيشومية وبعض أنواع المصايد الثابتة تزداد كفاءتها فى الليالى المظلمة وفى المياه العكرة، أما الصيد بالسنارة فإنه على العكس من ذلك إذ لابد أن ترى الأسماك الطعم حتى تنجذب إليه. وأسماك الرنجة تعتمد على حاسة الرؤية لتجنب الإصطدام ببعض الحواجز والتى لا يمكن أن تتفاداها فى الظلام الدامس كما يتجنب الساردين الشباك عند رؤيتها بالهبوط إلى أسفل وقد تغلب الصيادون على ذلك بنصب الشباك فى مناطق أكثر عمقا من التى يوجد بها الساردين. ويقوم الصيادون بتضليل الأسماك التى يتم صيدها بالشباك الخيشومية بعمل الشباك من خيوط رفيعة وصباغتها باللون الرمادى إلى الأزرق حتى لا تراها الأسماك، كما أنهم يعرفون من خبرتهم أن هناك علاقة قوية بين كمية الإنتاج وغياب القمر وتلبد السماء.

1-13-2 ثانيا: درجة الحرارة

وهى كما سبق ذكره من أهم العوامل التى تؤثر على حياة الكائنات البحرية، إذ أنها المسؤلة عن توفير الغذاء ونمو الكائنات البحرية الدقيقة وكذلك الضوء ويمكن تلخيص أهمية تأثير درجات الحرارة على الأسماك فيما يلى:

1- هى العامل المحدد فى موسم تكاثر الأسماك والذى يحدد موعد وضع البيض.
2- تحدد الوقت الذى يتم فيه فقس البيض.
3- تؤثر على سلوك الأسماك البالغة ونشاطاتها الحيوية.
4- تؤثر فى عمليات النشاط الإنزيمى فى الأسماك مما ينعكس أثره على الهضم والإمتصاص فى الأسماك.

ومن المعروف أن لكل نوع سمكى نطاق حرارى تتجمع فيه وتمارس نشاطاتها الطبيعية خلاله، ومن خلال النطاق الحرارى يمكن فى أغلب الأحيان استخدامه كدليل على إنتشار أنواع سمكية معينة. ودرجة حرارة ماء البحر تتراوح ما

بين + 33 إلى – 1.8 درجة مئوية، ولكنها فى مكان ما لاتتغير إلا فى نطاق درجات حرارة محدودة على مدار السنة. ويقدر هذا النطاق فى المياه القطبية والإستوائية بدرجتين مئويتين تزيد فيما بينها من خطوط العرض إلى ما يقرب من 7 درجات مئوية، بينما يتسع هذا النطاق فى البحار المغلقة ليصل إلى ما بين 14 درجة مئوية أو يزيد.

وتنعزل المياه السطحية عن المياه العميقة الباردة بطبقة المنحدر الحرارى والتى تختلف فى طبيعتها من منطقة إلى أخرى، فهى موسمية أو مستديمة وتظهر عند أى عمق فيما بين 10–200 متر من سطح الماء، وعادة ما تكون المياه السطحية فوق المنحدر الحرارى متجانسة فى درجات الحرارة وتتأثر بمجموعة من العوامل:

1– درجة حرارة وإرتفاع الشمس وكثافة السحب.
2– كمية التبخر والتى تتأثر بدرجة رطوبة الجو وسرعة الرياح.
3– إنتقال الحرارة من الهواء إلى الماء ويعتمد على درجة الحرارة و الرياح.
4– درجة المزج بين المياه السطحية والمياه العميقة.
5– تأثير التيارات المائية فى حمل المياه.

وفى فصلى الربيع والصيف يكسب ماء البحر من الحرارة أكثر مما يفقد فيتأثر عمق المنحدر الحرارى على الأمواج دون غيرها، أما إذا كان يفقد حرارة أكثر مما يكتسب فيكون التبادل سلبا وفى هذه الحالة تتحكم فى عملية عمق المنحدر الحرارى التقلبات العمودية الناتجة عن اختلاف كثافات المياه وعادة ما يحدث هذا فى الخريف والشتاء.

1–13–2–1 أثر الحرارة على وضع البيض وتطور اليرقات

تؤثر درجة الحرارة بشكل رئيسى على نضج الغدد الجنسية فى الأسماك، فإذا إنخفضت درجة الحرارة عن حد معين أقل من الحد الأدنى للنطاق الحرارى للنوع فإن نضج الأجهزة التناسلية يتأخر ويحدث العكس إذا ما ارتفعت درجة الحرارة عن المعادل العادى. وكل نوع سمكى له مدى حرارى ضيق يبيض خلاله، الأمر الذى أدى إلى تحديد مواقع جغرافية محددة تعتبر كمواقع للتكاثر، فمثلا أسماك الماكريل تضع بيضها فى حدود 12 15 درجة مئوية. ومرحلة تطور البيض هى أهم وأكثر مراحل التطور فى حياة الأسماك تأثرا بالبيئة الخارجية فدرجة الحرارة وملوحة المياه تؤثر على طفو البيض واستمراره فى الطبقة المناسبة من الماء ،

وتستجيب الأسماك العظمية للتغيير فى درجات الحرارة بشكل متطور وقد وجد العلماء أنها تدرك التغيير فى درجة الحرارة التى تعيش فيها إلى حد يصل إلى 0.03 درجة مئوية. وكخلاصة يمكن القول أنه لنجاح التنبؤ بقوة جيل من الأسماك لابد من تتبع تغيير درجة الحرارة التى تسود فى منطقة وضع البيض وتتبع تغيير درجات الحرارة التى تسود المنطقة التى تحتلها اليرقات فيما بعد وأيضا مراقبة توفر الغذاء المناسب ليرقات الأسماك والإلمام بدرجة الحرارة المثلى لبقاء يرقات هذا النوع من الأسماك.

شكل رقم (8): العلاقة بين درجة الحرارة ومدة حضانة البيض بالأيام

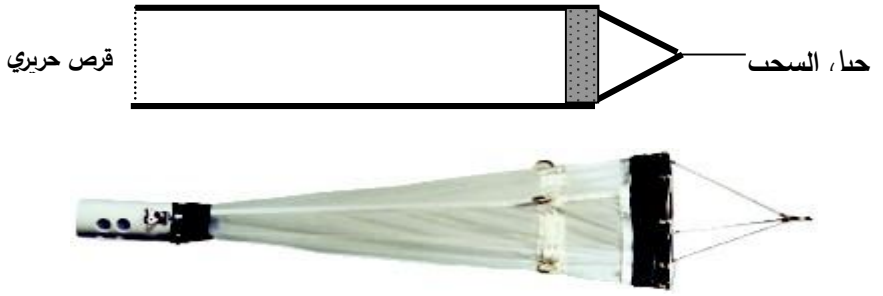
سبق وأوضحنا تأثير درجة الحرارة على معدلات تناول الغذاء والهضم والتمثيل فالأسماك. فدرجات الحرارة تؤثر تأثيرا مباشرا على الظروف البيئية المناسبة والتى تبحث عنها الأسماك طوال حياتها ، فنجد أن هناك هجرات موسمية شاسعة فى اتجاه القطبين فى الصيف وفى اتجاه خط الاستواء فى الشتاء. وأغنى مناطق صيد الأسماك فى العالم هى مناطق إلتقاء التيارات فمثلا أحسن مصايد أسماك التونة فى المحيط الهادى توجد عند التقاء تيارى كوروشيو وأوياشيو فى نطاق حرارى ينحصر بين 18 – 20 درجة مئوية.

1-14علاقة الأسماك بغذائها

تحيط بالقارات مناطق تعرف باسم الرصيف القاري وهي عبارة عن شريط ضيق يحيط بالقارات تنمو عليه النباتات البحرية و التي تعتبر أحد مصادر الغذاء في الأسماك ، أما في بقية مياه البحار و المحيطات فإن الهائمات البحرية الدقيقة تعتبر مصدرا رئيسيا لغذاء الأسماك وبداية الهرم الغذائي في البيئة المائية ، وقد يصل الأمر مداه أن تعتمد بعض الأنواع السمكية مثل الساردين على التغذية المباشرة على هذه الهائمات النباتية بل أيضا إن الحوت يتغذى من خلال فلترة هذه

الهائمات من البحر و التغذية على قشريات ال Krill. ويختلف اعتماد الأسماك خلال مراحلها العمرية المختلفة على أنواع مختلفة من الأغذية فمثلا أسماك الرنجة تعتمد في بداية حياتها في التغذية على الهائمات الدقيقة ولفترة قصيرة بعدها تنتقل إلى التغذية على أنواع معينة من القشريات الدقيقة حتى تصل إلى طول 30 سم بعدها تنتقل على التغدية على أنواع أخرى. كما تغير الأسماك من كميات غذائها تبعا لمواسم العام ففي شهر مارس تزيد أسماك الرنجة من كميات غذائها حتى تصل إلى أقصى كميات لها في شهر مايو ثم تنخفض في خلال شهور الصيف لتبلغ الحد الأدنى في الخريف.

وقد تم عمل جهاز يسمى دليل الهائمات (Plankton indicator) ويتألف الجهاز من أنبوبة تتصل بها مروحة صغيرة يمكن قطر هذه الأنبوبة على عمق 5 – 10 أمتار ويركب فى نهاية الأنبوبة قرص من الحرير الدقيق وظيفته حجز الهائمات الدقيقة من تيار الماء وعلى قدر كثافة الهائمات السائدة ونوعها يتلون القرص الحريرى بلون أخضر أو بنى مما يعطى للصياد فكرة تمكنه من التخمين بوجود أسماك الرنجة فى منطقة معينة (شكل 9).



شكل 9: نماذج لأدوات تقدير الهائمات في البيئة المائية

15-1 علاقة تحركات الكتل المائية بالتجمعات السمكية

وجد العلماء أن تجمعات سمكية ضخمة تصاحب دائما تكوين الدومات غير البعيدة عن الشاطئ ويكبر حجم هذه التجمعات فى الدومات الصاعدة الواسعة والبعيدة عن الشاطئ حيث تتجمع الأسماك للتغذية على الهائمات الحيوانية التى تتركز فى وسط الدوامات ، وإذا التقى تياران مائيان فستهبط إحدى الكتلتين أو كلتاهما فتتركز عند منطقة التقائهما الهائمات وغيرها. ومن أوضح الأمثلة على ذلك الجبهات (Fronts) فى المياه القطبية فهناك تلتقى المياه القطبية مع المياه شبه القطبية الدافئة والقادمة من المناطق المعتدلة ويتكاثف الغذاء و بالتالى تتكاثف الأسماك.

وفى المناطق التى يطلق عليها مناطق التيارات المنبثقة والمتدفقة إلى أعلى وهى محملة بالأملاح المعدنية لتحل محل مياه سطحية تبتعد إلى الخارج فتزدهر الهائمات النباتية وتنتشر لمسافات بعيدة، وأوضح صورة لهذه التيارات هى السواحل الغربية لأفريقيا وعند خط الاستواء، وتعتبر ظاهرة التيارات المنبثقة متغيرة من موقع لآخر بتغيير مواسم العام وخاصة فى المناطق القريبة من القطبين، ومن الظواهر المعروفة أنه فى الشتاء ومع هبوط درجة حرارة الماء السطحى فإن المياه تزداد كثافتها وتهبط إلى أسفل لتحل محلها طبقات أخرى أخف، وتؤثر الرياح على حركة المياه وتقليبها وينحصر تأثيرها على الطبقات السطحية وحتى عمق 100 متر.

1-16 درجة الملوحة والضغط الأسموزى وعلاقته بالأسماك

لاتختلف ملوحة البحر بعيدا عن الشواطئ وذلك على عكس قرب الشواطئ حيث توجد مصبات الأنهار و بالرغم من الدراسات العديدة التى أجريت لتحديد علاقة الأسماك وسلوكها وإنتشارها من ناحية ودرجة ملوحة المياه من ناحية أخرى، إلا أن هذه العلاقة قد لاتكون علاقة مباشرة ، فمثلا الأسماك المعروفة ب الـ Skijack فى مياه هواى تبين أن إنتاجها الأدنى عندما تغمرها مياه خليج كاليفورنيا والتى تتصف بانخفاض ملوحتها . وتتحمل الأسماك مدى واسع من الملوحة لإحداث عمليات التلقيح وتطور وفقس البيض ولهذا فإنه من المحتمل أن الملوحة تلعب دورا هاما فى حياة بعض الأنواع السمكية.

الباب الثانى
أنظمة الاستزراع السمكى

1-2 نظم الإنتاج المستخدمة فى الاستزراع السمكى

يعتمد الاستزراع السمكى فى تغذية الأسماك على إما مصادر طبيعية متمثلة فى الكائنات الحية الأولية والنباتات الموجودة فى البيئة الطبيعية أو على أغذية تقدم لها إما على صورة تكميلية لتعوض النقص فى بعض العناصر الغذائية أو على صورة أعلاف كاملة تحتوى على كل الاحتياجات الغذائية، وتختلف احتياجات الأسماك للغذاء تبعا لنظام وطريقة الاستزراع المستخدمة.

شكل (10): العلاقة بين نظم الاستزراع السمكى وطبيعة التغذية
(معدلة من Tacon, 1988)

ويتضح من الشكل السابق أنه مع زيادة الكثافة السمكية فى وحدة المساحة يزداد معها الإعتماد على الأغذية المصنعة والتى تقدم على صور مختلفة أهمها الحبيبات (Pellets) والتى تحتوى على العناصر الغذائية الضرورية لحياة ونمو الأسماك ويقل معها الاعتماد على الأغذية الطبيعية الموجودة فى المياه . كما يلاحظ فى الاستزراع شبه المكثف (وهو مايحدث فى معظم المزارع السمكية) أنه يتم الاعتماد بصورة جزئية على الغذاء الصناعى والذى فى هذه الحالة يطلق عليه الغذاء التكميلى ويحتوى هذا الغذاء على العناصر الغذائية الكبرى وتنتج هذه المزارع ما بين 2 – 12 طن للفدان تبعا للتقنيات المستخدمة فى الإنتاج، بينما فى الاستزراع الموسع يتم الاعتماد فقط على الأغذية الطبيعية المتوفرة فى المياه على صورة طحالب ونباتات أولية بالإضافة إلى الكائنات الحية الأولية سواء نباتية أو حيوانية والتى تكفى لهذا المستوى من الاستزراع حيث تصل إنتاجية الفدان ما بين 250 كجم إلى ما يقرب من 2 طن أسماك مع بعض التسميد لتنشيط الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى البيئة المائية. بينما فى الاستزراع المكثف و الذى يتم التربية فيه إما فى نظم مغلقة و فى أحواض خرسانية، حيث يتم الاعتماد بدرجة أساسية على الأغذية الصناعية التى تقدم على صورة كاملة من حيث محتواها من كل العناصر الغذائية حيث أن البيئة المائية فى هذه الحالة لا تحتوى على كميات كافية من الأغذية الحية حتى لمجرد حفظ حياة الأسماك والتى تكون فى هذه الحالة بكثافة عالية وتقدر إنتاجية هذا النوع من الإنتاج بالكجم فى المتر المكعب وتتراوح ما بين 50–200 كجم أسماك فى المتر المكعب، وهناك أبحاث تجرى فى الوقت الحالى لمحاولة تجاوز هذا الرقم والوصول إلى كثافات سمكية أعلى فى المتر المكعب.

2-1-1 نظام الاستزراع السمكى غير المكثف

تعتبر النظم الغير مكثفة هى أولى الصور المعروفة للاستزرع السمكى، حيث يعتمد هذه النظام على تربية الأسماك فى أحواض واسعة وتحتوى هذه الأحواض على كثافات سمكية منخفضة ويتم الإعتماد فيها كليا على التغذية الطبيعية من خلال الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الموجودة بشكل طبيعى فى البيئة المائية عن طريق التسميد البسيط باستخدام الأسمدة العضوية والمعدنية، وتتراوح إنتاجية الحوض تحت هذا النظام إلى ما بين 150 – 250 كجم من الفدان والجدير بالذكر أن هذا النظام من الاستزراع كان هو المعروف فى مصر حتى نهاية الثمانينات.

ويتميز هذا النظام من الاستزراع بأن احتياجاته المائية لكل فدان قليلة نسبيا، حيث لايحتاج المربى إلى تغيير المياه جزئيا أثناء موسم الاستزراع، كما أن تكلفة إنشاء الأحواض فى هذا النظام تعتبر منخفضة حيث يتم عادة الإعتماد على الظروف الطبيعية من وجود منخفض أرضى أو بركة صغيرة يتم تعميقها وعمل جسور لها واستخدامها فى الاستزراع السمكى، وأيضا يتميز هذا النظام بقلة احتياجاته للعمالة المدربة وتنخفض فرصة تعرض الأسماك للإصابة بالأمراض تحت نظم الاستزراع غير المكثف حيث أن الكثافة السمكية القليلة تحول دون سهولة انتقال الأمراض بين الأسماك.

ويعاب على نظام الاستزراع السمكى غير المكثف هو إحتياجه لمساحات مائية كبيرة نسبيا تصل إلى عشرات الأفدنة وانخفاض إنتاجية وحدة المساحة المائية (كجم/ فدان) وبالتالى فإن عمليات إدارة الحوض ستكون من الصعوبة ويشمل ذلك عمليات الصيد والمحافظة على صفات المياه، كما يتباين حجم الأسماك المنتجة حيث يعتمد نمو كل سمكة على قدرتها على تجميع الغذاء ومدى توفر الغذاء الطبيعى فى البيئة المائية.

2-1-2 نظام الاستزراع شبه المكثف

يعتمد هذا النظام على تربية الأسماك بكثافات عالية نسبيا فى وحدة المساحة وذلك فى أحواض أصغر من المستخدمة فى نظم الاستزراع غير المكثف (فدان – 10 أفدنة) ويتم فى هذا النظام من الاستزراع السيطرة على جودة المياه عن طريق فتحات للرى والصرف فى كل حوض سمكى، كما يتم تنمية الغذاء الطبيعى بالأحواض السمكية عن طريق التسميد العضوى والمعدنى بالإضافة للاعتماد جزئيا على الأعلاف التى تقدم للأسماك خلال موسم التربية، وتتراوح إنتاجية الفدان تحت هذا النظام على مابين طن – 5 طن للفدان.

شكل (11): نموذج لمزرعة سمكية شبه مكثفة لاحظ استخدام البدالات لرفع كمية الاوكسجين الذائب فى المياه

ومن مميزات نظام الاستزراع السمكى شبه المكثف هى إرتفاع الإنتاجية من وحدة المساحة، تماثل أحجام الأسماك، الاستخدام الأمثل لمخلفات حيوانية مثل سبلة الدواجن وروث الحيوانات فى إنتاج بروتين حيوانى عالى القيمة الغذائية . كما أنه من عيوب هذا النظام من الاستزراع صعوبة السيطرة على الأمراض، احتياجاتة المائية كبيرة حيث أنه يتم استبدال جزئى للمياه طوال موسم تربية الأسماك، ضرورة المراقبة المستمرة لخواص المياه حيث أن التسميد المستمر فى الأحواض الصغيرة نسبيا ربما يؤدى إلى زيادة كميات الطحالب فى البيئة المائية مما ينعكس بدوره سلبا على تركيز الأوكسجين فيها خاصة أثناء الليل مما يعرض الأسماك للاختناق .

2-1-3 النظام المكثف

يعتمد هذا النظام على تربية الأسماك بكثافات عالية تتراوح مابين 10 – 100سمكه/ م3 ويتم ذلك عادة فى أحواض غالبا إسمنتية أو فيبرجلاس صغيرة المساحة مع وجود متابعه دائمة لجودة المياه وكذلك برامج للوقاية من الأمراض، هذا بالإضافة إلى أن تغذية الأسماك فى هذا النظام تعتمد كليا على الأعلاف الصناعية المتزنة التى توفر كل الاحتياجات الغذائية للأسماك ، وتتراوح إنتاجية

المتر المكعب تحت هذا النظام ما بين 10 – 150 كجم / م3، ويتميز هذا النظام بالإنتاجيه العالية وعدم وجود فروق فى حجم الأسماك المنتجة ، يحتاج إلى أقل مساحة من الأرض، الاستخدام الأمثل لوحدة المياه، سهولة السيطرة على الأمراض، سهولة متابعة وصيد الأسماك. ومن أهم عيوبه هى ارتفاع تكاليف الإنشاء، يحتاج إلى عمالة مدربة على أعلى مستوى، هناك خطورة لسرعة انتشار الأمراض بين الأسماك نتيجة الكثافة العالية، ضرورة المراقبة على مدار الساعة لصفات المياه فى الأحواض من حيث محتواها من الأوكسجين الذائب – درجة الحرارة – الـ pH – تركيز الأمونيا والنيتريت والنترات وغيرها .

شكل (12) : مزرعة سمكية مكثفة (نظام مغلق – أحواض فيبر جلاس)

شكل (13): مزرعة سمكية مكثفة (أحواض خرسانية)

2-2 تقسيم أحواض المزرعة السمكية

تحتوى المزرعة السمكية عادة على مجموعات من الأحواض بحيث يكون لكل مجموعة أحواض وظيفة معينة، وتتوقف مساحة هذه الأحواض على كمية الإنتاج المراد إنتاجها، فإذا أردنا إنشاء مزرعة سمكية لإنتاج الأسماك إبتدءا من التفريخ وحتى التسويق، فيجب أن تحتوى هذه المزرعة على الأحواض التالية:

2-2-1 أحواض الأمهات

وهى تكون حوالى 5% من المساحة الكلية للمزرعة السمكية، وفيها يتم وضع الأمهات التى تستخدم فى التفريخ وإنتاج اليرقات، ويتم استخدام هذه الأحواض أيضا فى تخزين هذه الأمهات أثناء فصل الشتاء بحيث لا يقل عمق

الأحواض عن 100 – 130 سم، حتى لا تتأثر الأسماك كثيراً بانخفاض درجات حرارة الماء، فكلما انخفضت درجة الحرارة تتجه الأسماك إلى القاع.

2-2-2 أحواض التفريخ

وهى تمثل 1% تقريبا من مساحة المزرعة السمكية، وتقسم المساحة المخصصة لأحواض التفريخ إلى أحواض صغيرة تتراوح مساحة كل منها ما بين 10 – 100 متر مربع، ويتم وضع الذكور والإناث بنسبة معينة فى حالة التفريخ الطبيعى، ففى حالة أسماك البلطى يتم وضع ذكر واحد لكل ثلاثة إناث وبعد التفريخ تترك الزريعة أو اليرقات حوالى أسبوع ثم يتم جمعها ونقلها لأحواض التحضين.

3-2-2 أحواض التحضين

تمثل أحواض التحضين 5 % تقريبا من مساحة المزرعة تقريباً، وتستقبل هذه الأحواض يرقات الأسماك القادمة من أحواض التفريخ، ويتم تحضين هذه اليرقات فى أحواض التحضين تحت الظروف الملائمة لإقلال نسبة الفاقد منها لأقل درجة ممكنة، وتمكث اليرقات فى هذه الأحواض حتى تصل إلى مرحلة الإصبعيات، حيث تنتقل بعد ذلك إلى أحواض التربية.

4-2-2 أحواض تنشئة الإصبعيات

تشكل أحواض تنشئة الإصبعيات حوالى 10 % تقريبا من مساحة المزرعة السمكية، والغرض من هذه الأحواض هو تنشئة الإصبعيات حتى تصل إلى حجم معين وبعد ذلك يتم نقلها إلى أحواض التسمين، و فى كثير من المزارع لايتم إنشاء أحواض لتنشئة الإصبعيات بل تنتقل الإصبعيات مباشرة من أحواض التحضين إلى أحواض التسمين، وقد تستخدم أحواض تنشئة الإصبعيات نفسها كأحواض للتسمين.

5-2-2 أحواض التسمين

تشغل معظم مساحة المزرعة السمكية بأحواض التسمين، حيث تشكل هذه الأحواض حوالى من 70 – 80 % من المساحة الكلية للمزرعة السمكية، ويتم فى هذه الأحواض تسمين الأسماك المستزرعة والوصول بها إلى حجم التسويق.

6-2-2 أحواض البيع

فى حالة بيع الأسماك للمستهلك مباشرة فى المزرعة فإن بعض المزارع تلجأ إلى إنشاء أحواض لبيع الأسماك الحية منها ويتم نقل الأسماك المعدة للتسويق إلى هذه الأحواض.

3-2 إعداد وتجهيز الأحواض السمكية

فى البداية يتم تجفيف الحوض من الماء تجفيفاً كاملاً، وذلك للتخلص من النباتات والحيوانات الدقيقة الضارة الموجودة بهذا الحوض، ومن المركبات والمواد التى تكون قد ترسبت فى قاع الحوض نتيجة التحلل العضوى، ويتم تأكسد هذه المواد بمجرد تعرضها للهواء الجوى، كما ويجب التخلص من النباتات والحيوانات والحشرات الضارة الموجودة بالأحواض. وبعد ذلك يجب عمل صيانة للحوض نفسه

فى حال وجود أى خلل فيه مثل تسرب المياه وشقوق فى الحوض وإصلاح صرف المياه وتغذيتها.

2-3-1 ملئ الأحواض بالماء

أثناء هذه العملية لابد من مراعاة منع دخول النباتات والأعشاب إلى داخل الأحواض وذلك عن طريق وضع حواجز شبكية عند فتحات رى الأحواض لمنع دخول النباتات والحشائش وكذلك منع خروج الأسماك منها.

الباب الثالث
التغذية التطبيقية للأسماك والقشريات

3-1 أهمية علوم تغذية الأسماك

لقد كان من الأهمية نتيجة تقدم تقنيات تربية الأسماك وزيادة الكثافة السمكية والرغبة فى رفع معدلات النمو وتحسين كفاءة الاستفادة من الغذاء أن يتم الإهتمام بعلوم التغذية متمثلا ذلك فى دراسة تنمية الأغذية الطبيعية المتاحة فى البيئة المائية وطرق تنميتها سواء عن طريق التسميد العضوى والكيماوى وعمل البرامج المختلفة التى ترفع من كفاءة استخدام البيئة المائية، أو عن طريق التغذية التكميلية والتى تعتمد على إضافة العنصر الغذائى الذى تفتقر إليه البيئة المائية أو عن طريق التغذية بعلائق تحتوى على كل العناصر الغذائية اللازمة لحياة الأسماك.

ومن المعروف أن هناك علاقة عكسية بين زيادة الكثافة السمكية والاعتماد على الأغذية الطبيعية، فكلما زادت الكثافة السمكية فى الحوض يقل الاعتماد على الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في البيئة المائية، ويزداد الإعتماد على التغذية الإضافية إما على صورة أعلاف تكميلية أو على صورة علائق متكاملة كما فى حالة المزارع السمكية المكثفة (النظم الغلقة – الأقفاص – أحواض السباق – ... إلخ).

3-2 مقارنة بين تغذية الأسماك والحيوانات المزرعية الأخرى

تختلف تغذية الأسماك عن تغذية الحيوانات المزرعية الأخرى فى أنها تأخذ فى الإعتبار أثر الغذاء الذى سوف يضاف إلى البيئة المائية على الأحياء الأخرى التى تعيش فى هذه البيئة، أيضا تأثير الغذاء على جودة المياه ثم فقد بعض

عناصر الغذاء فى البيئة المائية وذلك من خلال عملية الذوبان مالم يتم إلتقاط الغذاء فورا من الماء بواسطة الأسماك ، وفى الواقع فإن مدلول التغذية واحد فى كلا النوعين والاحتياجات الغذائية سواء للبروتين أو للدهن أو للكربوهيدرات أو الفيتامينات والمعادن واحد ويختلف باختلاف النوع السمكى والسلوك الغذائى لكل نوع.

وكما سبق وأشرنا إلى أن تغذية الأسماك تتم فى البيئة المائية، والغذاء الذى لايتم إلتقاطه فى الوقت المناسب بواسطة الأسماك سوف لن يكون فقط فقد اقتصادى ولكن أيضا سوف يؤثر سلبا على جودة المياه ، ولهذا فإن تحديد كمية الغذاء اللازم وطريقة التغذية وكذلك عدم الذوبان فى الماء هى من أهم العوامل التى يجب أن يأخذها مربى الأسماك فى اعتباره عند التفكير فى تغذية الأسماك.

3-3 الأسماك كمصدر للبروتين الحيوانى فى غذاء الإنسان بالمقارنة مع حيوانات المزرعية الأخرى

تقوم الأسماك بتحويل الغذاء الذى تتناوله إلى أنسجة فى أجسامها بكفاءة أحسن من باقى الحيوانات المزرعية الأخرى، فمثلا أسماك القراميط المستزرعة يصل معامل التحويل الغذائى لها إلى ما يقرب من 1 : 1 حيث يمكنها من خلال التغذية على 1 كجم غذاء أن تنتج 1 كجم نمو.

3-4 البروتين والأحماض الأمينية

تشابه الأسماك والقشريات بقية الحيوانات المزرعية الأخرى ليس فقط فى ضرورة حصولها على البروتين إجمالا بل فى احتياجاتها الغذائية لمخلوط متوازن من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية ، والمصدر العملى لتوفير هذه الاحتياجات هو المخلوط المتوازن من مصادر علفية طبيعية عالية القيمة، وقد تم تحديد الاحتياجات الدنيا من الأحماض الأمينية لتحقيق أفضل نمو باستخدام أعلاف تطبيقة أو باستخدام أعلاف نقية ، وبوجه عام تحتاج الأسماك إلى بروتينات أعلى من التى تحتاجها الحيوانات المزرعية الأخرى ولكنها تحتاج إلى طاقة غذائية أقل فهى تحتاج ما بين 25 – 56% بروتين في علائقها، وتختلف هذه النسب تبعا للنوع السمكى أو حجم السمكة ودرجة حرارة المياه ونظم التربية (الكثافة السمكية – معدل تغيير المياه فى الأحواض) الاحتياجات اليومية وكمية الطاقة المتاحة وكذلك جودة المصدر البروتينى ومدى توفر الغذاء الطبيعى فى بيئة الأسماك.

وتقسم الأحماض الأمينية إلى أساسية وغير أساسية (جدول رقم 6) حيث تحتاج الأسماك فى غذائها إلى توفر الأحماض الأمينية الأساسية بينما تستطيع بناء الأحماض الأمينية الغير أساسية من الأحماض الأساسية.

جدول رقم (6): الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية التى تدخل في تغذية الأسماك

أحماض أمينية أساسية (Essential)	أحماض أمينية غير أساسية (Nonessential)
أرجنين، هستدين، أيزوليوسين، ليوسين، ليسين، ميثيونين، فينيل ألانين، ثريونين، تربتوفان، فالين	آلانين، أسبراجين، حمض الأسبارتيك، السيستين، حمض الجلوتاميك، جلوتامين، جليسين، برولين، سيرين، تيروزين

ويوضح الجدول رقم (7) الاحتياجات الغذائية من الأحماض الأمينية لبعض أنواع الأسماك، فى بعض الأحيان فإن وجود الأحماض الأمينية الغير الأساسية فى الغذاء يؤدى إلى توفير الأحماض الأمينية الأساسية بدلا من استخدامها فى بناء هذه الأحماض الأمينية الغير أساسية، والمثال على ذلك هو توفير تحويل المثيونين إلى سيستين والفينيل ألانين إلى تيروزين، والأحماض الأمينية الغير أساسية يمكن أن يتم بناؤها من الأحماض الأمينية الأساسية ، ففى حالة المثيونين فإن الأسماك لديها الإحتياج للأحماض الأمينية التى تحتوى على الكبريت، والتى يمكن تغطيتها من المثيونين وحده أو بمخلوط مناسب من المثيونين والسيستين، والسيستين يستطيع أن يوفر أو يحل محل 60% من المثيونين الغذائى.

جدول رقم (7): احتياجات بعض الأسماك من الأحماض الأمينية الأساسية (كنسبة مئوية من بروتين العليقة)

الحمض الأميني	الثعابين	المبروك العادى	قراميط القنوات	السالمون المرقط	البلطى النيلى
أرجنين	4.2	4.3	4.3	6.0	4.2
هستدين	2.1	2.1	1.5	1.8	1.7
أيزوليوسين	4.1	2.3	2.6	2.2	3.1
ليوسين	5.4	3.4	3.5	3.9	3.4
ليسين	5.3	5.7	5.1	5.0	5.1
ميثيونين	3.2	---	---	---	---
(+سيستين)	5.0	3.1	2.3	4.0	3.2
فينيل الانين	5.6	---	---	---	---
(+ تيروزين)	8.4	6.5	5.0	5.1	5.7
ثيربونين	4.1	3.9	2.0	2.2	3.6
تربتوفان	1.0	0.8	0.5	0.5	1.0
فالين	4.1	3.6	3.0	3.2	2.8
% البروتين خام فى العليقة	38	38.5	24	--	28

ومن المعروف أن الاحتياجات البروتينية للأسماك خلال مراحل عمرها الأولى تكون عالية بالمقارنة مع الأسماك الكبيرة فهى تصل أحيانا إلى ما يقرب من 3 أضعاف احتياجاتها وهى بالغة ، إلا أن نسبة الطاقة إلى البروتين لا تتغير كثيرا (جدول 8). ويمكن تعريف القيمة الغذائية للبروتينات على أنها جودة البروتين الغذائى وهى تعتمد بالدرجة الأولى على كميات الأحماض الأمينية الموجودة فى البروتين خاصة الأحماض الأمينية الأساسية ومدى قيمتها البيولوجية ، والبروتين والذى يحتوى على أحماض أمينية أساسية والتى تغطى احتياجات الأسماك منها تعتبر ذات قيمة غذائية عالية ، والبروتين الذى ينقص فى واحد أو أكثر من هذه الأحماض يكون ذو قيمة بيولوجية منخفضة ، كما وأن الأحماض الأمينية المتواجدة فى المادة الغذائية بشكل يقل عن احتياج الأسماك منها يطلق عليها الأحماض الأمينية المحددة.

جدول رقم (8): الاحتياجات الغذائية من الطاقة والبروتين لأسماك القراميط فى مراحل وزنية مختلفة لتحقيق أعلى نمو

حجم الأسماك (جم/ سمكة)	بروتين (جم/ 100جم وزن/ يوم)	طاقة مهضومة (كيلو كالورى/ 100 جم وزن/ يوم)	طاقة/ بروتين (كيلوكاوري/جم بروتين/ 100 جم وزن)
3	1.64	16.8	10.2
10	1.11	11.4	10.3
56	0.79	9.0	11.4
198	0.52	6.1	11.7
266	0.43	5.0	11.6

ويحتوى الكازين على كميات مناسبة من كل الأحماض الأمينية الأساسية التى تغطى احتياجات الأسماك فيما عدا الأرجنين وعلى العكس فإن جلوتين الذرة فقير فى كل الأحماض الأمينية الأساسية عدا الأرجنين ، وعلى هذا فإن استخدام المصدرين معا بشكل مناسب يغطى الاحتياجات الغذائية للأسماك، كما أن مسحوق السمك غنى فى محتواه من الليسين والمثيونين بالإضافة إلى بقية الأحماض الأمينية الأساسية ، وبالنسبة لبروتين فول الصويا والذى يعتبر أفضل البروتينات النباتية من حيث محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية فإنه ينقص فى محتواه من

المثيونين والسيستين والثريونين، ويعتبر كسب بذرة القطن وكسب عباد الشمس منخفض المحتوى فى الليسين والذى يعتبر الحمض الأمينى المحدد لجودة هذين المصدرين، هذا وتعتبر الأحماض الأمينية الكبريتية (المثيونين والسيستين) هى الأحماض الأمينية المحددة فى كسب فول السودانى.

والجدير بالذكر هنا أن محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية الأساسية فى أى مادة غذائية ليس فقط هو المحدد لقيمة البروتين بل القيمة الحيوية لهذه الأحماض أو ما يطلق عليها (Apparent Amino Acid Availability, AAAA) والتى بدورها تؤثر على معامل هضم البروتين ذاته.

3-4-1 استخدام البروتينات النباتية فى تغذية الأسماك والقشريات

تستخدم مصادر غذائية بروتينية نباتية كثيرة فى تغذية الحيوانات المزرعية ولكن القليل منها يستخدم فى تغذية الأسماك وذلك لأن الأسماك تحتاج إلى مصادر غذائية عالية المستوي البروتينى، فالإنتاج التجارى لأعلاف الأسماك خاصة فى حالة الأسماك النامية تحتاج ما بين 25 – 45% بروتين خام، وعلى هذا فإن المصادر البروتينية النباتية عالية البروتين مثل مخلفات البذور الزيتية هى فقط التى يمكن أن تستخدم فى علائق الأسماك، كما أن استخدام المصادر البروتينية النباتية يتأثر بمدى قيمتها الحيوية وتكلفتها ومدى قابلية الأسماك لها كما أن أيضا سهولة تداولها أثناء التصنيع وعدم احتوائها على مواد مثبطة للنمو فى الأسماك.

والإحلال الجزئى أو الكلى لمسحوق السمك بواسطة مصادر بروتينية نباتية أرخص سعرا فى العلائق التطبيقية لمعظم الأنواع السمكية حقق درجات مختلفة من النجاح ، وبوجه عام فإن المصادر البروتينية النباتية أقل فى القيمة البيولوجية من مسحوق السمك وأن استخدام المصادر البروتينية النباتية يؤدى إلى انخفاض النمو وكفاءة الاستفادة من الغذاء. وتختلف قدرة الأسماك على الاستفادة من البروتينات باختلاف النوع السمكى ، وحتى داخل نفس النوع الواحد. ويمكن إرجاع ذلك إلى مجموعة من العوامل مثل الاختلافات الوراثية أو العمر أو حجم الأسماك وأيضا نظم التغذية ونظم الإنتاج وصفات المياه التى تعيش فيها الأسماك. وأسباب انخفاض استفادة الأسماك من المصادر البروتينية النباتية يمكن تلخيصها فى الأسباب التالية:

- وجود بعض المثبطات الغذائية أو المواد السامة.
- عدم اتزان المحتوى من الأحماض الأمينية الأساسية أو الطاقة والمعادن ومحتواها العالى من الألياف والكربوهيدرات.
- انخفاض استساغتها بالنسبة للأسماك

– انخفاض جودة الحبيبات المصنعة من حيث تماسكها فى المياه.

3-5 الليبيدات

تتكون الليبيدات من الدهون والجليسريدات الثلاثية، وهى من الناحية العملية هى الصورة المركزة للطاقة، حيث أن الجرام منها يحتوى على ضعفى ونصف ما يحتويه 1جم من البروتين أو الكربوهيدرات من الطاقة الغذائية الحرارية ، أى أنها تعتبر مخازن للطاقة بالإضافة إلى دورها الهام فى تكوين جدر الخلايا. وعموما يخزن الدهن فى حيوانات الدم الحار على صورة مشبعة (قليل من الروابط الزوجية) وتكون الدهون عادة قصيرة السلسلة (لا تزيد عن 18 ذرة كربون) ، أما فى الأسماك سواء فى المياه الباردة أو الدافئة أو كانت من الأسماك البحرية أو أسماك المياه العذبة فإن دهونها تحتوى على نسبة معنوية من الأحماض الدهنية طويلة السلسة غير المشبعة (أكثر من 20 ذرة كربون) ، وهى تحصل عليها من خلال الطحالب الموجودة فى البيئة المائية.

3-5-1 تقسيم الليبيدات إلى خمس مجموعات رئيسية

الأحماض الدهنية وهى عبارة عن أحماض كربوكسيلية تحتوى على سلسلة طويلة من الهيدروكربون، وعادة لا توجد على صورة حرة فى الطبيعة، حيث توجد عادة على هيئة جلسريدات ثلاثية حيث ترتبط مع جزىء جليسرول. ويوضح جدول (9) أمثلة للأحماض الدهنية والتى توجد أما على صورة مشبعة والتى لا تحتوى على أى روابط زوجية بين ذرات الكربون فيها أو غير مشبعة أى تحتوى على رابطة زوجية واحدة على الأقل ، والجدير بالذكر هنا أن عدد ذرات الكربون فى معظم دهون النباتات والحيوانات يكون ما بين 14 – 18 ذرة بينما فى الأسماك يكون حتى 22 ذرة.

تدخل الأحماض الدهنية العديد من الأجزاء الهامة فى جسم الأسماك كما سبق وأشرنا، فأغلب الأحماض الدهنية يمكن تكوينها داخل جسم الأسماك وهى عادة ما تكون أحماض دهنية مشبعة، إلا أن هناك أحماض دهنية لا يمكن تكوينها داخل الجسم، فقد وجد عند تغذية الأسماك على مواد دهنية لاتحتوى على أحماض دهنية طويلة السلسلة وغير مشبعة كانت تظهر أعراضا مرضية وتختفى هذه الأعراض بمجرد إضافة الحمض الدهنى لينوليك (18:2n-6) والذى يوجد بوفره فى بعض الزيوت النباتية مثل زيت الذره وزيت بذرة عباد الشمس. والحمض الدهنى لينوليك هو حمض يحتوى على 18 ذرة كربون به رابطتان زوجيتان الأولى بعد ذرة الكربون السادسة:

$$CH_3(CH_2)_4\ CH = CHCH_2\ CH= CH(CH_2)_7\ COOH$$

ومن الناحية التطبيقية فى مجال تغذية الأسماك فإن الأحماض الدهنية وهى إحدى مكونات الليبيدات تكون مصدرا للطاقة وبالتالى توفر البروتين الذى كان يمكن أن تستخدمه الأسماك فى إنتاج الطاقة. وأوضحت الدراسات الحديثة فى مجال تغذية الأسماك اختلاف احتياجاتها من الأحماض الدهنية الأساسية (Essential fatty acids, EFA) تبعا لنوع الأسماك، وأوضح هذه الفروق هى التى بين أسماك المياه العذبة وأسماك المياه المالحة، فأسماك السالمون المرقط تحتاج إلى الحمض الدهنى لينولينيك (18:3n-3) كحمض دهنى أساسى بينما أسماك المبروك والثعابين لاتحتاج فقط إلى اللينولينيك ولكن أيضا إلى الحمض الدهنى لينوليك (18:2n-6) لتنمو نموا جيدا. بينما وجد أن هذه الأحماض الدهنية ليست أساسية للأنواع البحرية مثل أسماك الدنيس (Sea bream) وأسماك الذيل الأصفر (Yellow tail) والتى تحتاج إلى أحماض دهنية طويلة السلسلة غير مشبعة (PUFA) مثل 22:6 n-3، 20:5 n-3.

وعموما ففى العلائق التجارية المنتجة للعديد من الأنواع السمكية سواء البحرية أو المياه العذبة فإنه يراعى إضافة مستوى ليبيدات لا يقل عن 4–6% كما ويجب أن تحتوى على أحماض دهنية بها n -3 وعادة ما تكون 20:5 n-3 أو 22:6n-3 واللذان يتوفران عادة فى زيت الأسماك، لذلك فإنه عند وجود علائق تحتوى على زيت سمك فإنه من النادر ظهور أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية فيما عدا أسماك البلطى والتى تحتاج إلى زيوت نباتية غنية فى 18:2 n-6 لتحقيق أعلى نمو.

والليبيدات المنتجة من الأسماك البحرية عادة ما تكون غنية فى الأحماض الدهنية الغير مشبعة خصوصا مجموعة PUFA n-3 بالإضافة إلى كونها مصدر للأحماض الدهنية الأساسية EFA والتى تحسن النمو وكفاءة التحويل الغذائى ولها أيضا فعل توفيرى للبروتين فى أنواع عديدة من الأسماك، كما توجد الأحماض الدهنية طويلة السلسلة الغير مشبعه فى كثير من أنواع الزيوت سواء نباتية أو حيوانية المصدر، ويوضح جدول (10) تركيز هذه الأحماض فى بعض الدهون وذلك كنسبة مئوية.

جدول رقم (9): أمثلة لتركيب بعض الأحماض الدهنية شائعة الاستخدام

عدد ذرات الكربون	الاسم الدارج	الاسم تبعا للتقسيم	التركيب
أحماض دهنية مشبعة			
12:0	Lauric acid	Dodecanomic acid	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
14:0	Myristic acid	Tetradecanoic acid	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
16:0	Palmitic acid	Hexadecanoic acid	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
18:0	Stearic acid	Octadecanoic acid	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
20:0	Arachidic acid	Eicosanoic acid	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$
22:0	Behenic acid	Docosanoic acid	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$
24:0	Lignoceric acid	Tetraacosanoic acid	$CH_3(CH_2)_{22}COOH$
أحماض دهنية غير مشبعة			
16:1	Palmitoleic acid	9-Hexadecenoic acid	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$
18:1	Oleic acid	9-Octadecenoic acid	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
18:2	Linoleic acid	9,12-Octadecadienoic acid	$CH_3(CH_2)_4CH=CH(CH_2)_2(CH_2)_6COOH$
18:3	α- Linolenic acid	9,12,15-Octadecatrienoic acid	$CH_3CH_2(CH=CHCH_2)_3(CH_2)_6COOH$
18:3	γ- Linolenic acid	6,9,12-Octadecatrienoic acid	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_3(CH_2)_3COOH$
20:4	Archidonic acid	5,8,11,14-Eicosatetraeonic acid	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_5(CH_2)_2COOH$
20:5	EPA	5,8,11,14,17-Eicosatetraeonic acid	$CH_3CH_2(CH=CHCH_2)_5(CH_2)_2COOH$
24:1	Nervonic acid	15-Tetracosenoic acid	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_{13}COOH$

والأحماض الدهنية الغير مشبعة تكون عرضة للتأكسد الذاتى Auto-0xidation أو التزنخ Rancidity عند تعرضها للحرارة مع وجود الأوكسجين الجوى، ونتيجة لهذا التحول فإن مزايا هذه الدهون كمشجعات للنمو تتحول إلى مثبطات إذا لم تراع جيدا طرق تخزينها. والزيوت المهدرجة تقاوم ظاهرة التأكسد الذاتى وهى تتميز بإرتفاع نقطة الإنصهار والتى عادة ما تكون مرتبطة عكسيا مع معدل هضم الدهون.

ويمكن تلخيص أعراض نقص الأحماض الدهنية فى علائق الأسماك فيما يلى:

(1) انخفاض النمو.
(2) ارتفاع محتوى العضلات من المياه.
(3) زيادة الحساسية للإصابة بالأمراض البكتيرية.
(4) زيادة نفاذية جدار الميتوكوندريا في الخلية.
(5) هدم الدهون في الكبد.
(6) انخفاض الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء.

وقد أجريت العديد من البحوث لتقدير احتياجات الأسماك والقشريات من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة غير المشبعة (PUFA) والتى يوضح الجدول رقم (10) أشهر الأنواع السمكية التى يتم استزراعها واحتياجاتها من الأحماض الدهنية..

جدول رقم (10): احتياجات بعض الأسماك والقشريات من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة (PUFA)

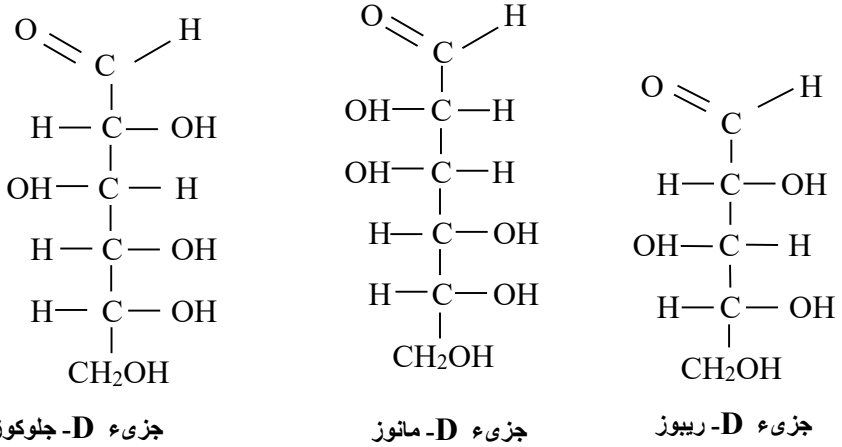
النـوع	الاحتياجات من الأحماض الدهنية	المراجع
1- أسماك المياه العذبة:		
القراميط	لم تظهر احتياجات للأحماض الدهنية وربما ينخفض النمو مع إرتفاع محتوى العلائق من الحمض الدهنى 18:3 n-6.	Stickney & Andrews, (1972)
المبروك العادى	مخلوط من 1% 18:2 n-6 + 1% 18:3 n-3 تعتبر أحسن من تغذية الأحماض الدهنية بصورة منفردة. والأحماض الدهنية طويلة السلسلة الغير مشبعة مثل 20:5 n-3 و 22:6 n-3 تكون أكفأ من اللينولينيك واللينوليك.	Takeuchi & Watanabe,(1977)
الثعابين	مخلوط من 5,. % من الحمض الدهنى 18:3 n-3 أو 5,. % 20:5 +. 22:6.	Takeuchi *et al*., (1980)
البلطي الذيللى	1% من الحمض الدهن 18:2 n-6 أو 20:4 n-6 ومفضلة عن 18:3 n-3.	Kanazawa *et al*., (1980)
البلطي النيلى	5,. % من الحمض الدهني 18:2 n-6.	Takeuchi *et al*., (1983)
2- الأسماك البحرية		
االدنيس الأحمر	0.5% أحماض دهنية طويلة السلسلة غير المشبعة مثل 20:5 n-3 أو 22:6 n-3	Leger *et al*., (1979)
االوبستر (الاستاكوزا)	زيت السمك المحتوى علي PUFA n-3 أفضل من زيت الذرة المحتوي على 18:3 n-6.	Castel & Cowey, (1976)
االجمبرى االيابانى Penaeus japonicus	1% PUFA n-3، 20:5 أو 22:6 تعطا نتائج أفضل من 18:3 n-3	Kanazawa *et al*., (1979)
الجمبري الهندي الأبيض Penaeus indicus	زيت السمك المحتوى على n-3 كما وجد أنها تحتاج إلى n-3 + n-6	Read, (1981)
الجمبرى البنى Penaeus aztecus	1% 18:3 n-3 تحسن النمو	Shewbart *et al*., (1973)
الجمبرى االبحرى Palaemon serratus	تحتاج لكل من الأحماض الدهنية 18:3 n-3 /18:2 n-6 بنسبة 2,2	Martin, (1980)

6-3 الكربوهيدرات Carbohydrate

تلعب الكربوهيدرات دورا هاما فى تغذية معظم الحيوانات المزرعية إذ أنها تمثل أرخص الوحدات الأساسية لبناء الطاقة فى الجسم، والوحدات الأساسية فى بناء الكربوهيدرات هى السكريات الأحادية والتى يتم تخليقها خلال عملية البناء

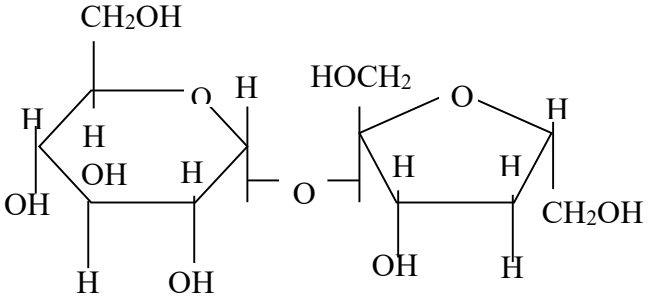
الضوئى فى النبات، هذه الوحدات تعتبر مخازن للطاقة الحيوية سواء فى النبات على هيئة نشا أو فى الحيوان على هيئة جليكوجين. يتكون المحتوى الداخلى فى معظم الحبوب من النشا وهو المكون الأكثر استخداما فى تغذية الحيوان نظرا لانخفاض أسعارها بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى. وقد وجد أن التسخين الرطب لنشا الحبوب حسّن من معاملات هضمها. والصورة النهائية للكربوهيدرات المخزنة فى الجسم تكون على صور جليكوجين يخزن معظمه في الكبد. وعلى الرغم من الأهمية الاقتصادية لدور الكربوهيدرات في تغذية الحيوان بصفة عامة إلا أنها ليست أساسية فى التغذية فقد أثبتت التجارب التى أجراها (Brambila and Hill, 1966) أن الكتاكيت تنمو بشكل طبيعى على علائق خالية من الكربوهيدرات بشرط تحقيق مستوى أمثل من نسبة الطاقة إلى البروتين، وقد تم الحصول على نفس النتائج فى الأسماك، إلا أن للكربوهيدرات دور فى تأخير موت الأسماك بعد إصطيادها، هذا بالإضافة إلى كون الكربوهيدرات هى أحد مصادر الطاقة الرخيصة فى غذاء الحيوان فهى أيضا تدخل فى تكوين عدد من نواتج التمثيل فى الجسم مثل جلوكوز الدم والنيوكليتيدات والجليكوبروتينات. وتقسم الكربوهيدرات عادة إلى أربع أقسام رئيسية:

1- السكريات الأحادية The monosaccharides (شكل 14) وهى عبارة عن السكريات الخماسية أو السداسية (Pentos or hexose) ومن أمثلتها الريبوز (سكر خماسى) والجلوكوز والمانوز والجلاكتوز (سكر سداسى).



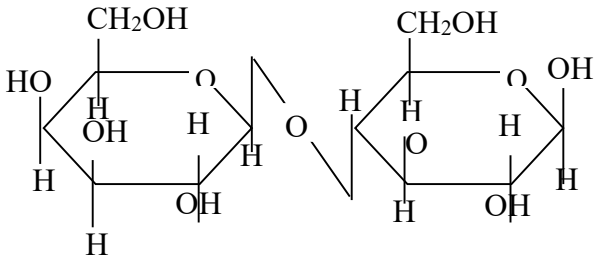
شكل 14: سكريات آحادية (ريبوز، مانوز، جلوكوز)

2- السكريات الثنائية The disaccharides (شكل 15، 16) وهى عبارة عن إتحاد فردين من السكر الأحادى ومن أمثلتها المالتوز والذى يتكون من اتحاد جزيئين جلوكوز والسكروز الذى يتكون من اتحاد الجلوكوز والفركتوز.



جزىء فركتوز + جزىء جلوكوز

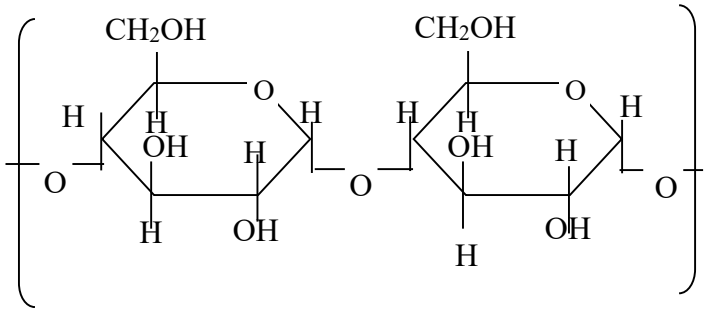
شكل 15: سكريات ثنائية (جزىء سكروز)



جزىء جلوكوز + جزىء جلاكتوز

شكل 16: سكريات ثنائية (جزىء لاكتوز)

3- السكريات الثلاثية The trisaccharides ومن أمثلتها سكر الرافينوز والسكريات العديدة The polysaccharides (شكل 17) ومن أمثلتها الدكسترين والنشا والسليلوز والأخيرين يلعبان الدور الأكبر فى تغذية الحيوان إلا أن الأخير (السليلوز) غير مهضوم فى الحيوانات وحيدة المعدة مثل الدواجن والأسماك، كما أن الكايتين يعتبر من السكريات العديدة وهو المكون الرئيسى للغلاف الخارجى للقشريات وجدر خلايا العديد من الطحالب والفطريات، لذا يجب أن تتضمن علائق يرقات الأسماك والقشريات على مصدر للكايتين، ويعتبر الجليكوجين والذى يخزن فى الكبد أحد أشكال السكريات العديدة.



جلوكوز + جلوكوز

شكل17: سكريات عديدة (نشا)

والكربوهيدرات يتم هضمها فى الأسماك بواسطة العديد من الأنزيمات والتى تفرز من الزوائد الأعورية Pyloric caeca والبنكرياس والغشاء المخاطى المغطى للأمعاء وذلك لإنتاج سكريات أحادية يمكن أن تدخل فى عمليات التمثيل المختلفة خلال دورة Embden-Meyerhof كما فى الحيوانات العليا. وتستطيع الأسماك الكانسة (Omnivorous fish) أن تستفيد من الكربوهيدرات فهى تهضم ما يقرب من 85% من النشا لذا يمكن إضافة نسبة عالية من الكربوهيدرات فى علائق هذه الأنواع من الأسماك وذلك على عكس الأسماك آكلة اللحوم Carnivorous fish.

وأوضحت الأبحاث الحديثة بعض الأسباب التى تؤدى إلى انخفاض استفادة الأسماك آكلة اللحوم من الكربوهيدرات وأهم هذه الأسباب هى:

(1) هناك العديد من الأنزيمات الهاضمة للكربوهيدرات فى هذه الأسماك لا تعمل أو خاملة.

(2) انخفاض مستوى الإنسولين فى الأسماك آكلة اللحوم تعنى أن إفراز الإنسولين بعد تناول الجلوكوز سيكون ضعيف.

(3) قدرة الأسماك آكلة اللحوم على هضم الجلوكوز ونشاط الإنزيمات المفرزة من الكبد ينخفض مع زيادة نسبة الكربوهيدرات فى الغذاء.

(4) النشا المطبوخ تستفيد به الأسماك بدرجة أعلى من الجلوكوز أو الدكسترين.

والجدول رقم (11) يوضح نشاط الإنزيمات الهاضمة للكربوهيدرات لكل 100جم وزن جسم فى أسماك المبروك (كانسة) والـ Yellow tail fish(آكلة لحوم). وتعمل الكربوهيدرات فى العلائق المصنعة على تماسك حبيباتها أى أنها تستعمل كمادة رابطة فى صناعة الأعلاف، كذلك أثبتت الأبحاث الحديثة أيضا أن عملية تجهيز الكربوهيدرات بالطبخ تحت ضغط وبخار مياه ودرجة حرارة مرتفعة

يؤدى إلى تحسين الاستفادة منها، إذ أن هذه الطريقة تسمح للمكونات الخلوية من الخروج وتصبح عرضة للإنزيمات الهاضمة، كما ثبت أيضا أن بهذه الطريقة يمكن التخلص من التأثير المثبط للألبيومين والذى يتكسر بالحرارة.

جدول رقم (11): نشاط بعض الإنزيمات الهاضمة للكربوهيدرات /100جم وزن فى نوعين من الأسماك

الإنزيم	أسماك المبروك (كانسة)	أسماك الذيل الأصفر (آكلة لحوم)
الأميليز	**700 + 1040**	2,1 + 12,5
ببسين	لايوجد	0و112 + 0و15
تربسين	39,0 + 64,4	10,9 + 52,2

وتختلف معاملات هضم الأنواع المختلفة من الكربوهيدرات فى الأسماك آكلة اللحوم تبعا لمصدره والجدول رقم (12) يوضح معاملات هضم هذه الأنواع من الكربوهيدرات عند تغذيتها لأسماك السالمون المرقط. والسكريات الأحادية توجد على صور متعددة ولكنها أساسا تتكون من سلسلة كربونية، عليها تنتظم ذرات الهيدروجين والأوكسجين، والأخيرين يوجدان بنسبة وجودهما فى الماء (1:2)، وتتكون السلسلة الكربونية فى السكريات الأحادية أساسا من 3 أو 4 أو 5 أو 6 أو حتى 7 ذرات كربون، والسكريات الأحادية ذات التركيب الكيميائى المحدد ربما تأتى على صورة مختلفة وهو ما يطلق عليه المشابه (isomers)، وأشهر السكريات البسيطة هو الجلوكوز والريبوز والمانوز والجلاكتوز (شكل 14، 15).

جدول رقم (12): معامل هضم لبعض المصادر الكربوهيدراتية المستخدمة في تغذية الأسماك

المصدر الكربوهيدراتى	معامل الهضم (%)
الجلوكوز	99
مالتوز	93
سكروز	73
لاكتوز	60
نشا (مطبوخ)	83 – 47
نشا (خام)	38

وتوجد السكريات الأحادية فى الطبيعة على شكل حلقة سداسية أو خماسية، وتحدد السكريات الأحادية طبيعة ونوع السكريات العديدة التى تكونها، فمثلا تحاد جزيئين من الجلوكوزو الجلاكتوز يكونا معا سكر اللبن (اللاكتوز) فى حين أن اتحاد جزيئ جلوكوز مع جزيئ فركتوز يكون جزيئ السكر (السكروز) وهكذا. عند

اتحاد عدد كبير من السكريات الأحادية يتكون ما يعرف بالسكريات المعقدة مثل السليلوز والذى يتكون من إتحاد جزيئات جلوكوز معا بروابط (جلوكسيدية – بيتا 1–4) يصل عدد جزيئات الجلوكوز فيها إلى ما يقرب من 15000 جزيئ. ويعتبر السليلوز ومشابهه الألفا أميليز (النشا) أكثر صور الكربوهيدرات وجودا فى النبات حيث يوجد الأول فى جدر الخلايا النباتية أما الثانى فيوجد مخزن فى سيتوبلازم الخلايا النباتية، ولأن الثدييات العشبية بوجه عام والتى تمتاز بقناة هضمية طويلة تحتوى على كائنات حية دقيقة تستطيع أن تحلل السليلوز بواسطة إنزيمات السليوليز، وعلى هذا فإن الكربوهيدرات يمكن أن تدخل فى غذاء هذه الحيوانات بكميات كبيرة، وعند الكشف عن وجود هذا الإنزيم فى القناة الهضمية للأسماك والتى تعتبر قصيرة نسبيا وجد أنه غير موجود بكميات معنوية تمكن من هضم هذه الصورة من الكربوهيدرات.

ويعتبر الكايتين أحد صور السكريات المعقدة والتى تكون الهيكل الخارجى للقشريات، هذا الكايتين يعتبر مكونا هاما فى تغذية الأسماك آكلة اللحوم، فهو هام لتغذية يرقات الأسماك حيث تعتبر الأرتيميا غذاء أساسيا ليرقات الأسماك فى مراحلها الأولى، ويختلف الكيتين عن السليلوز في أن مجموعة ال OH على ذرة الكربون الثانية تم إستبدالها بواسطة مجموعة أسيتوأميد ($NHCOCH_3$).

3–7 الاحتياجات الغذائية للطاقة

الطاقة ليست أحد العناصر الغذائية ولكنها تنطلق خلال عملية الهدم (التأكسد) لكل من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، ولأن الأسماك كائنات ذات دم بارد فهى ليس لديها احتياجات من الطاقة لتنظيم درجة حرارة جسمها مثل باقى حيوانات الدم الحار كالحيوانات المزرعية ، الأمر الذى يتيح طاقة أكثر للنمو والنشاط والتكاثر. وتتأثر احتياجات الأسماك للطاقة بمجموعة من العوامل منها:

عمر السمكة: حيث أنه من المعروف أن بزيادة عمر الأسماك يقل معدل التمثيل الغذائى مثل كل الحيوانات المزرعية الأخرى.

تركيب الغذاء: فلو كان الغذاء يحتوى على كميات كبيرة من البروتين والمعادن فإن معدل التمثيل الغذائى يزداد وبالتالى تقل كمية المخلفات الناتجة والتى قد تكون لها تأثيرات سامة على الأسماك.

شدة الإضاءة: وجد فى بعض أنواع الأسماك التى يتم تربيتها فى الظلام ترتفع احتياجاتها من الطاقة ، كما وأن الأسماك التى يتم تربيتها فى إضاءة مستمرة لم تنمو بشكل جيد مثل التى تم تربيتها فى نظام إضاءة تتخلله ساعات إظلام.

النشاط الفسيولوجى للأسماك: تحتاج الأسماك إلى طاقة أكبر خلال فترات وضع البيض وعلى العكس فى فترات الشتاء فإن معظم الأسماك خلال هذه الفترة ينخفض معدل التمثيل الغذائى لها.

الحجم: بوجه عام فإن الأسماك الأصغر حجما يكون معدل التمثيل الغذائى لها أعلى من الأسماك الأكبر حجما.

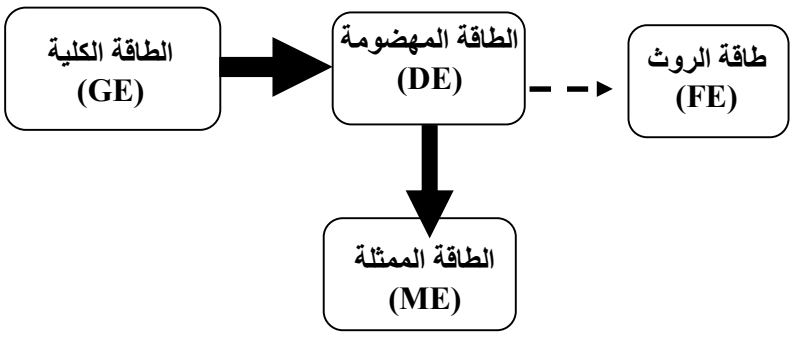
النوع: يختلف معدل التمثيل الغذائى بوجه عام باختلاف النوع السمكى.

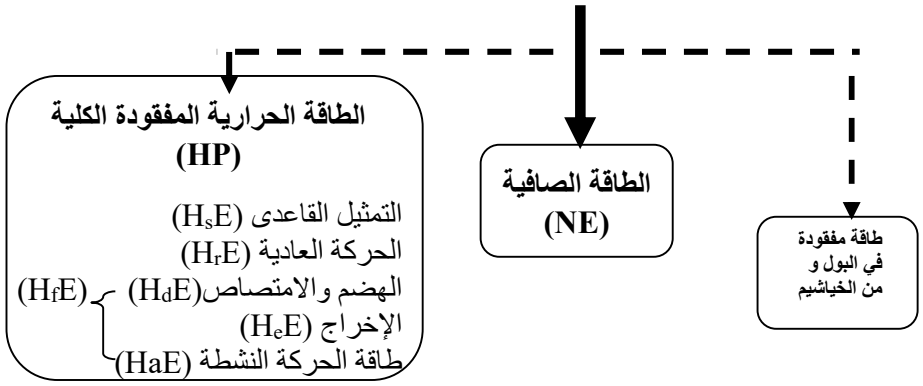
درجة حرارة المياه: وجد أنه بارتفاع درجة حرارة المياه فإن قدرتها على الاحتفاظ بالأكسجين تنخفض– وكرد فعل لهذا فإن معدل تنفس الأسماك تحت هذه الظروف يرتفع منتجا زيادة فى معدل التمثيل الغذائى، فمع ارتفاع درجة حرارة الماء 10 درجات فإن معدل التمثيل الغذائى يتضاعف.

هناك بعض العوامل الأخرى التى تؤثر على احتياجات الأسماك للطاقة مثل معدل جريان المياه ، التركيب الكيماوى للمياه ، التلوث فى البيئة المائية ، هذه كلها عوامل تؤدى إلى حالة من حالات الإجهاد التى يمكن أن تتعرض لها الأسماك وبالتالى تؤثر سلبا على عمليات التمثيل الغذائى.

3-7-1 فقد الطاقة

كما سبق وأن أوضحنا أن المركبات الغذائية تحتوى على طاقة ولكن ليس كل هذه الطاقة تستخدم فى النمو أو التكاثر، حيث أن هناك جزء من الطاقة يفقد أثناء عمليات الهضم والتمثيل داخل الجسم، فمثلا خلال مرحلة الهضم يفقد جزء من الطاقة الغذائية مع الفضلات وأثناء التمثيل يفقد جزء آخر مع البول ومن خلال الخياشيم، ويوضح الشكل رقم 18 فقد من الطاقة خلال عمليات الهضم والتمثيل المختلفة داخل جسم الأسماك.





شكل (18): توزيع استهلاك الطاقة داخل جسم الأسماك

أما الطاقة المستخدمة فى عمليات التمثيل والتى هى عبارة عن الطاقة اللازمة لحفظ الحياة وعمليات الهضم والامتصاص فإنها تنقسم إلى أربعة أجزاء رئيسية تدل كل واحدة منها على حالة فقد للطاقة محدودة.

(1) **طاقة التمثيل القاعدى Standard metabolism** وهو الفقد من الطاقة عندما تكون الأسماك فى حالة راحة ولا تتناول غذاء ولا تتحرك، أى أنها الطاقة اللازمة لتشغيل الأجهزة الخاصة بالدورة الدموية والأعصاب والتنفس وهو يعتبر أقل فقد حرارى.

(2) **طاقة التمثيل الروتينى Routine metabolism** وهو يساوى التمثيل القاعدى مضافا إليه الحركة العادية لتناول الغذاء.

(3) **طاقة التمثيل الغذائى Feeding metabolism** وهو الفقد من الطاقة المرتبط بالتغذية ونوعية الغذاء، حيث يزداد بزيادة مستوى الألياف فى الغذاء وينخفض مع استخدام أغذية عالية القيمة مثل المركزات وهو يعادل فى الحيوانات المزرعية الأخرى الـ SDA.

(4) **طاقة التمثيل النشط Active metabolism** وهو الفقد من الطاقة فى حالة الحركة والقتال والسباحة لمسافات طويلة (الهجرات).

وتم تقسيم الطاقة المفقودة عن الإخراج إلى ثلاث أجزاء الأول الطاقة المفقودة مع الروث والجزء الخارج مع البول ومن الخياشيم ثم هناك جزء صغير من الطاقة يفقد أثناء فقد الغشاء المخاطى.

ولقد اقترح العالمان Brett and Groves (1979) معادلات عامة توضح صور فقد الطاقة فى كل من الأسماك آكلة اللحوم Carnivorous fishes والأسماك العشبية Herbivorous fishes ، فقد فرضا أن كمية الطاقة المتناولة فى الغذاء تساوى 100 وبناء عليه تم توزيع الفقد فى الطاقة على النحو التالى:

بالنسبة للأسماك آكلة اللحوم

100% = 29% للنمو + 44% للتمثيل الغذائى + 7% فى البول + 20% فى الروث.

بالنسبة للأسماك العشبية

100% = 20% للنمو + 37% للتمثيل الغذائى + 2% فى البول + 41% فى الروث.

وقد أوضحا الفرق بين فقد الطاقة فى كلا النوعين على النحو التالى:

ففى الأسماك آكلة اللحوم نلاحظ أن مجموع الفقد الحرارى يساوى حوالى 71% من إجمالى الطاقة الكلية (GE) التى تناولتها الأسماك وهى تعتبر احتياجات حافظة وضرورية لحياة الأسماك آكلة اللحوم بينما يخصص 29% من إجمالى الطاقة الغذائية للإنتاج أو مايطلق عليه الاحتياجات الإنتاجية وهى عادة مايطلق عليها الاحتياجات الصافية للنمو Net energy for growth. أما فى الأسماك العشبية فنجد أن الاحتياجات الحافظة لها تصل إلى 80% من جملة الطاقة الغذائية ويذهب فقط 20% من الطاقة الغذائية للنمو. والأسماك آكلة اللحوم تفقد جزءا من الطاقة أثناء التمثيل الغذائى وذلك للتخلص من النيتروجين ونزع مجموعة الأمين (NH_3) فتفقد فى هذه المرحلة طاقة أعلى من التى تفقدها الأسماك العشبية كما وأن النيتروجين الخارج يكون محملا بجزء من الطاقة مما يجعلها تفقد مع البول طاقة أعلى من التى تفقدها الأسماك العشبية ، غير أن الأخيرة ونتيجة لتكون معظم غذائها من مصادر نباتية تحتوى على نسب عالية من الألياف فإن الطاقة المفقودة عن طريق الروث تكون فيها أعلى من الأسماك آكلات اللحوم.

والجدير بالذكر هنا أن هناك بعض العوامل البيئية التى تؤثر فى كفاءة التمثيل الغذائى للطاقة نذكر منها درجات الحرارة ومعدل سريان المياه فنجد أن الفقد الحرارى يزداد مع زيادة معدل سريان المياه نتيجة لفقد الطاقة فى السباحة أو مقاومة التيار والمحافظة على وثبات الوضع فى الماء كما وأيضا لدرجة ملوحة المياه تأثير على زيادة الفقد في الطاقة والذ تقوم به الأسماك بهدف ضبط ضغطها الاسموزى حتى لاتفقد سوائل أجسامها ويحدث لها جفاف نتيجة لزيادة ملوحة المياه المحيطة بها. كما وأن فترات الإضاءة لها تأثير موجب على إستهلاك الأوكسجين فقد وجد أنه بزيادة عدد ساعات الإضاءة سواء الطبيعية أو الصناعية يزداد استهلاك

الأسماك للأوكسجين نتيجة لاستمرار نشاط الأسماك مع وجود الضوء و بالتالى يزداد فقد الطاقة المستهلكة.

3-8 الفيتامينات

الفيتامينات هى مواد عضوية تحتاجها الأسماك بكميات صغيرة جدا للنمو والصحة وأداء الوظائف الطبيعية ، والفيتامين الأساسى لنوع من الحيوانات ربما لا يكون أساسيا لنوع آخر، فمثلا يحتاج الإنسان والأسماك إلى فيتامين (أ) ويجب أن يحصلا عليه من خلال الغذاء ، بينما تستطيع معظم الحيوانات المزرعية بنائه فى أجسامها. وتقسم الفيتامينات إلى قسمين:

1- فيتامينات تذوب فى الدهون (أ، د، هـ، ك).

2- فيتامينات تذوب فى الماء (مجموعة فيتامين ب، ج).

وتختلف الاحتياجات من الفيتامينات بالنسبة للأسماك تبعا للنوع والعمر ومعدل النمو والبيئة (درجة الحرارة – المواد السامة) والأداء (الهضم – النمو – الإجهاد – ومقاومتها للأمراض).

3-8-1 مجموعة الفيتامينات الذائبة فى الدهون

3-8-1-1 الاحتياجات لفيتامين أ (Retinoic acid)

هذا الفيتامين هام لكونه جزء من بروتين الريدوبسين والموجود فى شبكية العين، يوجد على صورتين ($أ_1$) ويوجد عادة فى أسماك المياه المالحة، ($أ_2$) ويوجد عادة فى أسماك المياه العذبة. ونقص فيتامين (أ) لايؤثر فقط على الرؤيا ولكنه يؤدى إلى تلف الأنسجة الطلائية بالجسم، ومن أهم مصادره الغذائية البيتا كاروتين.

3-8-1-2 الاحتياجات لفيتامين د (Ergocaciferol)

ويوجد على عدة صور أهمها للأسماك $د_3$ وهو مسؤول عن الهرمون المساعد على تمثيل الكالسيوم والفوسفور فى الجسم، والجدير بالذكر أن معظم الكائنات تستطيع بناء فيتامين د باستخدام الأشعة فوق البنفسجية والتى تتخلل إلى المياه الضحلة وعن طريقها تحقق الأسماك احتياجاتها من هذا الفيتامين. وأعراض نقص فيتامين د هو لين العظام والأشواك.

3-8-1-3 الاحتياجات لفيتامين هـ (Tocopherol)

وهو يعمل كمضاد للتأكسد وخاصة الأحماض الدهنية طويلة السلسلة غير المشبعة، وأعرض نقص فيتامين هـ اضمحلال العضلات ، انخفاض مناعة الجسم ، الأنيميا وانخفاض النمو وارتفاع نسب النفوق، كما يلاحظ زيادة الدهن والرطوبة فى جسم الأسماك وارتفاع نسب الحديد فى الطحال والبنكرياس.

3-8-1-4 الاحتياجات لفيتامين ك (K)

وهو مسؤول عن بناء بروتين البروثرومبين والمسؤول عن إحداث التجلط فى الدم ، ونقص هذا الفيتامين يؤدى إلى إلتهابات دموية بالجلد وانخفاض معدل تجلط الدم والأنيميا.

3-8-2 مجموعة الفيتامينات الذائبة فى الماء

3-8-2-1 الاحتياجات لفيتامين ب$_1$ (Thiamine)

وهو يعمل كمرافق إنزيم فى عمليات تمثيل الكربوهيدرات، وهو مسؤول بشكل رئيسى على تحويل البيروفات إلى مرافق إنزيم ، وأعراض نقص هذا الفيتامين فى الأسماك انخفاض معدل النمو ، الحساسية للمعاملات اليدوية ، اختلال أداء الجهاز العصبى، ارتفاع معدل النفوق ، عتامة العيون.

3-8-2-2 الاحتياجات لفيتامين ب$_2$ (Riboflavin)

وهو مكون لونه أصفر ومسؤول عن تفاعلات التأكسد والإختزال فى الخلايا، وأعراض نقص فيتامين ب$_2$ هى فقد الشهية ، عتامة العين، ارتفاع معدل النفوق، ظهور بثور على الجلد والتقزم وتقرن الكلية.

3-8-2-3 الاحتياجات لفيتامين حمض النياسين (Nicotinic acid)

يمكن بناؤه بواسطة معظم الكائنات من الحمض الأمينى تريبتوفان وهو مسؤول عن تفاعلات التأكسد والاختزال فى الخلايا وأعراض نقص النياسين هى فقد الشهية، انخفاض معدل النمو، إلتهاب الجلد والزعانف.

3-8-2-4 الاحتياجات لفيتامين حمض البانتوثينيك (Coenzyme A)

وهو يعمل كمرافق إنزيم مسؤول عن تفاعلات هدم الكربوهيدرات وتأكسد وبناء الأحماض الدهنية وأعراض نقصه هى إلتهاب الزعانف البطنية وتآكلها، ارتفاع معدل النفوق، فقد الشهية ، إلتهاب العيون، الأنيميا والسباحة بشكل غير طبيعى.

3-8-2-5 الاحتياجات لفيتامين ب$_6$ (Pyridoxine)

أهمية هذا الفيتامين فى الأسماك هو أنه يلعب دورا هاما للاستفادة من الطاقة الناتجة عن هدم بروتين الغذاء وأعراض نقصه هى تجنب تجمع الأسماك فى مجموعات ، والسباحة الغير طبيعية قرب سطح الماء ، تغيرات فى شكل الكبد ، السباحة ببطء و فقد الشهية.

3-8-2-6 الاحتياجات للبيوتين (Biotin)

نقص هذا الفيتامين يؤدى إلى الأنيميا، فقد الجلد للونه ، تكون الكبد الدهنى، السباحة غير الطبيعية والتهابات فى القناة الهضمية.

3-8-2-7 الاحتياجات لحمض الفوليك (Folic acid)

أعراض نقص حمض الفوليك هى إلتهابات فى الأغشية الطلائية والزعانف، الأنيميا وانخفاض معدلات النمو.

3-8-2-8 الاحتياجات لفيتامين ب$_{12}$ (Cyanocobalamin)

وهو هام للتطور والنضج الطبيعى، ونادرا ما تكون هناك أعراض لنقص هذا الفيتامين حيث تقوم الكائنات الدقيقة الموجودة فى القناة الهضمية ببنائه.

3-8-2-9 الاحتياجات لفيتامين C (Ascorbic acid)

وتحتاجه بعض الأنواع السمكية لبناء الغضاريف ويعمل مثبط للسموم وأعراض نقصه هى الزعانف النزفية، إختلال بناء الأجزاء الصلبة فى الهيكل العظمى للأسماك، فقد الإتزان، فقد الشهية، انخفاض معدلات النمو، إرتفاع نسب النفوق والإلتهابات جلدية.

3-8-2-10 الاحتياجات للإنشيتول (Inositol)

هو مكون رئيسى فى الفوسفوليبيدات ولهذا هو هام فى بناء جدر الخلايا وأعراض نقصه هى انخفاض النمو، تكوينات عظمية غير طبيعية ، يكون لون الأمعاء رمادى باهت واضطراب الحركة.

3-8-2-11 الاحتياجات للكولين (Choline)

يمكن بناؤه فى الجسم عند توفر الحمض الأمينى الكبريتى المثيونين وهو هام فى تفاعلات الطاقة فى الجسم وأعراض نقصه هى الكبد الدهنى ، إلتهابات فى الكلى ، لون الأمعاء رمادى باهت ويصاحب ذلك انخفاض فى معدل التحويل الغذائى.

3-9 الأملاح المعدنية

يوجد هناك مايقرب من 22 ملح معدنى يمكن إعتبارها ضرورية فى تغذية الحيوان، وهى تنقسم إما إلى عناصر كبرى وعناصر صغرى تبعا لطبيعة الإحتياج إليها، فالعناصر الكبرى يحتاج لها الحيوان بكمية كبيرة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والماغنسيوم والكلوريد والكبريت بينما العناصر الصغرى والتى يحتاج الحيوان إليها بكميات صغيرة جدا مثل الحديد واليود والمنجنيز والنحاس والكوبلت والزنك والسلينيوم والموليبدينوم والفلورين والألومنيوم والفنديوم والسيليكون والكروميوم.

والاختلافات الأساسية بين تمثيل المعادن فى الحيوانات المزرعية والأسماك أنه فى الأسماك تلعب بعض لمعادن مثل الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلورين دورا هاما فى عملية التنظيم الاسموزى بين سوائل جسم الأسماك والبيئة

المائية التى تعيش فيها ، وباقى العناصر المعدنية تلعب نفس الدور الذى تؤديه فى الحيوانات المزرعية الأخرى مثل العناصر المسؤولة عن تكوين العظام والأشواك كالكالسيوم والفوسفور وأخرى مثل الكبريت فى تكوين البروتين والحديد فى تركيب الدم ، وأيضا مثل الزنك والذى ينشط بعض الإنزيمات مثل الألكالين فوسفاتيز أو اليود الذى يدخل فى تركيب الثيروكسين.

3-9-1 الاحتياجات للكالسيوم والفوسفور

عادة مايستخدم الكالسيوم والفوسفور فى علائق الأسماك والقشريات بنسبة 1:1. وتعتبر الأصداف والمحار وقشور البيض مصدرا طبيعيا للكالسيوم على صورة كربونات كالسيوم والتى يمكن الاستفادة بها فى علائق الأسماك والقشريات كما يستخدم مسحوق العظام كمصدر من مصادر الفوسفور. واستخدام ملح الطعام قد يكون مفيدا إلى حدود معينة إلا أن الزيادة منه تؤدى إلى انخفاض النمو وتقليل كفاءة التحويل الغذائى ، وتحتاج أسماك البلطى عند تربيتها فى مياه خالية من الكالسيوم إلى إضافة 0.7% من الكالسيوم كما تحتاج أسماك الدنيس إلى إضافة ما يقرب من 0.35% كالسيوم فى علائقه.

3-9-2 الحديد

تحتاج الأسماك لكميات محدودة جدا من الحديد وهو مكون رئيسى للهيموجلوبين فى الدم والسيتوكروم، والهيموجلوبين هو حامل الأوكسجين فى خلايا الدم الحمراء، والهيموجلوبين فى الأسماك يتم تكوينه مبدئيا فى الطحال والجزء الأمامى من الكلية وذلك بدلا من نخاع العظام فى الحيوانات المزرعية، ونقص الحديد يسبب فقر الدم (الأنيميا). وبرغم من انتشاره فى الطبيعة ، فإنه فى حالة عدم وجود كميات معنوية من المخلفات الحيوانية فى علائق الأسماك فإن عنصر الحديد يجب أن يضاف فى العلائق.

3-9-3 الماغنسيوم

يوجد معظم الماغنسيوم الموجود فى الجسم (حوالى 70% من الكمية الكلية) فى عضلات الأسماك وهو ضرورى فى سوائل الجسم لسلامة العضلات الناعمة ونقصه يؤدى إلى ضعف النمو وفقد الشهية وارتفاع معدلات النفوق. وهو يتوفر فى معظم الأغذية النباتية، ولاتحتاج الأسماك البحرية إلى إضافته فى الغذاء حيث يمكنها أن تحصل عليه من مياه البحر، وإذا ماوجد الماغنسيوم فى المياه العذبة بنسبة 46 ملجم/ لتر فلا حاجة لإضافته فى العلائق.

3-9-4 الزنك

يدخل عنصر الزنك فى تركيب ما يقرب من 20 إنزيم فى الجسم، لهذا فهو هام لعدد كبير عمليات التمثيل الغذائى ، كذلك يلعب دورا فى عدم تقرن الأنسجة الطلائية، كما يتم تخزين الإنسولين فى الجسم كجزىء معقد مع الزنك. ونقص الزنك قد يؤدى إلى انخفاض معدل النمو وفقد الشهية واختلال ترسيب الكالسيوم فى عظام الأسماك. وقد اختلفت أعراض نقص الزنك تبعا للنوع السمكى فوجد أنها فى أسماك الكارب العادى تسبب ارتفاع معدلات النفوق ، أما فى أسماك القراميط فقد وجد أن نقصه يسبب انخفاض نشاط إنزيم الألكالين فوسفاتيز.

3-9-5 الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد

يعتبر تركيز العناصر الثلاثة فى مياه البحر كافيا لأن تحصل منه الأسماك على احتياجاتها. كما وأن الصوديوم والكلوريد يمكن الحصول على الاحتياجات منهما من خلال المواد العلفية المستخدمة فى تغذية الأسماك. وتصل احتياجات أسماك المياه العذبة من البوتاسيوم 0,8% والذى من أعراض نقصه حدوث فقد فى الشهية والتشنج العصبى والنفوق وتظهر هذه الأعراض خاصة فى أسماك السلمون.

3-9-6 اليود

تحتاج كل الحيوانات لليود ، والذى يعتبر مكون هام لهرمونات الغدة الدرقية، وهرمونات الدرقية (Thyroid hormones) هامة فى تنظيم النمو والتطور فى الأسماك، ويتم بناء هذه الهرمونات فى حالة توفر اليود وكذلك الحمض الأمينى التيروزين. ونقص اليود يؤدى إلى ظهور حالة تضخم الغدة الدرقية (Goiter) فى الأسماك ، ويمكن للأسماك أن تمتص اليود مباشرة من المياه ، والمستوى الأمثل لليود فى عليقة الأسماك يتراوح بين 1 إلى 5 ملجم/ كجم عليقة.

3-9-7 السيلينيوم

يعتبر السلينيوم مسؤل عن تكوين إنزيمات الهيدروكسى بيروكسيداز والمسئولة عن التأكسد داخل الخلية، مثل الأحماض الدهنية غير المشبعة، هذا بالإضافة إلى الدور الهام الذى يلعبه السلينيوم ضد التسمم بالعناصر المعدنية الثقيلة مثل الكادميوم والزئبق ، هذا بالإضافة إلى دوره الهام مع فيتامين (E) كمضادات أكسدة طبيعية لحماية الأحماض الدهنية طويلة السلسلة غير المشبعة (PUFA) من التأكسد. ونقص السلينيوم يؤدى إلى ضمور عضلات الأسماك وكذلك إرتفاع نسب النفوق. ويعتبر إضافة 0.25 ملجم سيلينيوم لكل كجم عليقة كاف للتغلب على ظهور أى من أعراض نقصه. والجدول رقم (13) الأعراض المرتبطة بنقص أحد العناصر الغذائية.

جدول رقم (13): الأعراض المرتبطة بنقص أحد العناصر الغذائية

العرض	المسبب
الانيميا	حمض الفوليك، الإنيستول، النياسين، البيرودوكسين، الدهن المتزنخ، الريبوفلافين، فيتامين ب 12، فيتامين C، فيتامين E، فيتامين K
الانوروكسيا	البيوتين، حمض الفوليك، الإنيستول، النياسين، حمض البنتوسينيك، البيرودوكسين، الريبوفلافين، الثيامين، فيتامين A، فيتامين B12، فيتامين C
الاسيتيز	فيتامين A، فيتامين C، فيتامين E
الاتاكسيا	البيرودوكسين، حمض البنتوتينيك، الريبوفلافين
ضمور الخياشيم	حمض البنتوتينيك
ضمور العضلات	البيوتين، الثيامين
شدود العضلات	فيتامين C، التربتوفان
المياه الزرقاء على العين	المتيونين، الريبوفلافين، الثيامين، الزنك
تضخم الكبد	الدهون المتزنخه، فيتامين E
العدسات المعتمة	المتيونين، الريبوفلافين، الزنك
إلتصاق الخياشيم	حمض البانتوتينيك
بطء تخثر الدم	فيتامين K
الجلد الغامق	البيوتين، حمض الفوليك، البيرودوكسين، الريبوفلافين
نوبات التشنج	البيوتين، البيرودوكسين، الثيامين
الجلد عديم اللون	الاحماض الدهنيه، الثيامين
عيوب فى الهيكل العظمى	الفوسفور
عيوب فى العدسات	فيتامين A
عدم تطور الخياشيم	البيوتين
إلتهاب الجلد	حمض البنتوتينيك
الضعف والقابلية للاصابة بالأمراض	السيلينيوم
إنتفاخ المعدة	الإنسيتول
ضمور العضلات	السلينيوم، فيتامين E
الاوديما	النياسين، البيرودوكسين، الثيامين، فيتامين A، فيتامين E
فقد التوازن	البيرودوكسين، الثيامين
تاكل الزعانف	الاحماض الدهنيه، الريبوفلافين، فيتامين A، الزنك
جحوظ العين	البيرودوكسن، فيتامين A، فيتامين C، فيتامين E
تقرح دموى على الخياشيم	حمض البنتوتينيك
الكبد الدهنى	البيوتين، الكولين، الاحماض الدهنية، الإنسيتول، فيتامين E
انخفاض كفاءة التحويل الغذائى	البيوتين، الكالسيوم، الكولين، الطاقة، الدهون، حمض الفوليك، الإنيستول، النياسين، البروتين، الريبوفلافين
هشاشة كرات الدم الحمراء	البيوتين، فيتامين B12، فيتامين E
هشاشة الزعانف	حمض الفوليك
تكسر كرات الدم الحمراء	البيوتين، فيتامين B12، فيتامين E
التنفس السريع	البيرودوكسين
تضخم الغدة الدرقية	اليود
ضعف النمو	البيوتين، الكالسيوم، الكولين، الطاقة، الدهون، حمض الفوليك، الإنسيتول، النياسين، حمض البنتوثينيك، البروتين، البيرودوكسين، الريبوفلافين، الثيامين، فيتامين A، فيتامين B12، فيتامين C، فيتامين E
نقص عنصر الحديد فى الدم	الحديد، فيتامين C، فيتامين E
انخفاض الهيموجلوبين	الحديد، فيتامين B12، فيتامين C
إلتهاب العيون	الريبوفلافين، فيتامين A
نزف الخياشيم	فيتامين C
نزيف دمو ف الكلى	الكولين، فيتامين A، فيتامين C
إلتهاب الكبد	فيتامين C
إلتهاب الجلد	النياسين، حمض البنتوتينيك، الريبوفلافين، فيتامين A، فيتامين

	C، الاحماض الدهنية، البيرودوكسين، التيامين
القابلية للاستثارة السريعة	الاحماض الدهنية، البيرودوكسين، التيامين
امراض القولون	البيوتين، النياسين
امراض العيون	المتيونين، الريبوفلافين، فيتامين A، فيتامين C، الزنك
امراض جلديه	البيوتين، الإنسيتول، النياسين، حمض البنتوتينيك
الكسل	حمض الفوليك، النياسين، حمض البنتوتينيك، التيامين
الكبد الدهنى	الاحماض الدهنية، الدهن المتزنخ
إنحناء العمود الفقرى	فيتامين C
تقرن الكبد	حمض البنتوتينيك
إختلال الاعصاب	البيرودوكسين، التيامين
الكبد الباهت (تراكم الجليكوجين)	إرتفاع الكربوهيدرات المهضومة، البيوتين
تجنب الضوء	النياسين، الريبوفلافين
اعراض التخلف	التجويع
لون العين باهت	الريبوفلافين
اعراض الإجهاد	حمض البنتوتينيك
سرعة التخشب الرمي	البيرودوكسين
إنحناء فى العمود الفقرى	الفوسفور، التربتوفان، فيتامين C، فيتامين D
أعراض الصدمة	الاحماض الدهنية الأساسية
تقلص العضلات	النياسين
النحافة	البيوتين، البيرودوكسين
السباحة بشكل غير طبيعى	البرودوكسين
السباحة بالمقلوب	البانتوتينيك
تشنج العضلات	النياسين، فيتامين D
تقرن الانسجة الوعائية	الريبوفلافين

3-10 تركيب وتصنيع أعلاف الأسماك:

لقد تطورت صناعة الأعلاف الحيوانية بوجه عام خلال العشرين عاما الأخيرة تطورا كبيرا وتطورت التقنيات المستخدمة فى تصنيع هذه الأعلاف بشكل كبير ، الأمر الذى معه كان ضروريا أن يقوم علماء التغذية بتحديد دور كل عنصر من العناصر الغذائية فى حياة الكائن الحى ومعرفة الاحتياجات الغذائية لكل نوع من الأنواع الحيوانية تحت ظروف الإنتاج المختلفة بحيث لا يكون هناك فاقد أو زيادة يمكن أن تجعل من عملية إنتاج الأعلاف عملية غير اقتصادية.

والتغذية فى مجال إنتاج الأسماك تشكل كما سبق وذكرنا الجزء الأعظم من إجمالى التكاليف الجارية فى أى مزرعة سمكية لذلك كان من الضرورى أن تحقق الأعلاف المستخدمة أقصى نمو ممكن. وكان التصور السابق للعاملين فى مجال إنتاج الأسماك هو مضاعفة الإنتاج الطبيعى للغذاء فى الماء وذلك عن طريق التسميد أو استخدام المواد الأولية بصورة خام. وكانت الحبوب تعطى على صورة مجروشة وكذلك المخلفات الحيوانية الطازجة، إلا أن فقد هذه المواد فى الماء وإفسادها لخواص المياه أدى إلى التفكير فى استخدام الأعلاف المركزة الجافة والمصنعة على شكل حبيبات لضمان وصول المقررات الغذائية المطلوبة للأسماك. ومع زيادة الكثافة السمكية فى الأحواض زاد الطلب على هذه الأعلاف المركزة

خاصة وأن هذه الحبيبات يفترض أنها لا تفسد جودة المياه بنفس السرعة التى تحدثها المواد الخام ، كما وأنها تمتاز بمرونة عمل خلطات غذائية مختلفة تناسب مع المراحل العمرية المختلفة للأسماك، بالإضافة إلى إمكانية تخزينها لفترات أطول من التى كانت تخزن عليها المواد الخام.وعلى الرغم من التقدم الحادث فى هذا المجال إلا أنه يعتبر مازال فى بداية الطريق ويحتاج إلى مزيد من الدراسات والبحوث وعمل مواصفات قياسية لأعلاف الأسماك تلتزم بها جميع المصانع التى تقوم بصناعة هذه الأعلاف. وسنركز فى الجزء التالى على الأعلاف المركزة الجافة التى يتم إنتاجها على شكل مكعبات.

كانت أول العلائق التى تم تصنيعها على هيئة مكعبات هى التى اقترحها Phillips, *et al.* (1964) فقد قاموا بتقديم علائق مصنعة لأسماك التراوت على هيئة مكعبات لمدة 24 شهر بعد أن كان الاعتقاد السائد أن الأسماك لاتقبل على هذه الصورة من التغذية ، وأنه يجب توفير جزء من احتياجاتها على صورة لحوم طازجة. وكان التركيز فى هذه المرحلة منصبا على التعرف على الاحتياجات الغذائية للأنواع المختلفة من الأسماك والقشريات فى مراحلها العمرية وحالاتها الإنتاجية المختلفة ، وكان يستخدم فى هذه الحالة مواد غذائية معروف عنها قيمتها الغذائية المرتفعة مثل مسحوق السمك ومسحوق اللحم والقمح كما كانت تضاف الفيتامينات والأملاح المعدنية بكميات كبيرة نسبيا دون الأخذ فى الإعتبار لاحتمال وجودها فى الماء أو الأغذية المقدمة. إلا أنة ومع استخدام الأعلاف المصنعة بشكل تجارى كان لابد من دراسة توفير هذه الاحتياجات الغذائية من مصادر متوفرة بشكل اقتصادى. وتستعين حاليا مصانع الأعلاف ببرامج للحاسب الآلى تقوم بتركيب هذه الأعلاف من المكونات التى تحقق الاحتياجات الغذائية المطلوبة بأقل الأسعار الممكنة. والجدير بالذكر هنا أنه للاستفادة من برامج الحاسب الآلى فى إعداد أرخص الأعلاف ، يجب توفر المعلومات التالية حتى يتمكن البرنامج من اختيار أفضل المواد الخام وأرخصها وتحديد نسبة مشاركة كل منها فى تركيبة العلف الذى سيكون فى هذه الحالة أرخص الأعلاف التى يمكن تكوينها بهذه المواصفات.

- أسعار المواد الخام: حيث يختلف سعر المواد الخام المستخدمة فى تغذية الحيوان باختلاف الأسواق وتتأثر بعوامل العرض والطلب.
- التحليل الكيماوى لهذه المواد الخام المستخدمة فى تصنيع أعلاف الأسماك: وتوجد التحليلات الكيماوية للمواد الخام التقليدية المستخدمة فى صناعة الأعلاف فى أغلب مراجع تغذية الحيوان أو حتى فى كتب متخصصة على

صورة جداول تحدد تركيبها من البروتين والدهن والألياف ومحتوى الرماد من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى وأيضا الفيتامينات، ويتم معرفة الاحتياجات الغذائية للأنواع السمكية المختلفة فى تجارب معملية وتطبيقية لمعرفة الاحتياجات من العناصر الغذائية فى مراحل النمو والإنتاج المختلفة.

- تحديد مدى استفادة الأسماك من العناصر الغذائية المتوفرة فى المادة الخام: وفيها يتم تحديد معاملات الهضم والتمثيل والتى تختلف من نوع سمكى إلى آخر، كما وتختلف باختلاف الظروف البيئية التى تعيش فيها الأسماك فمثلا هضم الكربوهيدرات يختلف فى أسماك المياه الباردة عن أسماك المياه الدافئة ، كما وتختلف معاملات هضم العناصر الغذائية فى الأسماك ذات المعدة عن عديمة المعدة بل وفى النوع الواحد يختلف معامل الهضم والتمثيل باختلاف عمر السمكة فتوجد فى بعض الأسماك إنزيمات تكون نشطة فى اول دورة الحياة وتصبح خاملة بالتقدم فى العمر كما فى أسماك المبروك.
- الحد الأدنى والأقصى من المادة الخام المطلوب توفره فى تركيبة العلف المراد تكوينه ، حيث أن هناك بعض العناصر والمواد الخام التى يحدد لها حدا أدنى وأقصى فى أعلاف الأسماك ، هذه الحدود تختلف تبعا للنوع السمكى، وقد وجد أنه عند ضمان تغطية الاحتياجات الغذائية للأحماض الأمينية الليسين والمثيونين يكون هذا كافيا لتغطية باقى الاحتياجات الغذائية من الأحماض الأمينية الأساسية الأخرى. وتحديد الحد الأقصى المستخدم لبعض المواد الخام قد يكون سببه احتوائها على بعض مثبطات النمو مثل مادة الجوسيبول فى كسب القطن.

11-3 الصفات الطبيعية لأعلاف الأسماك:

هناك خصائص ومواصفات يجب الإلتزام بها لتحقيق أفضل استفادة ممكنة من الأعلاف المصنعة، فبالإضافة إلى ضرورة أن تكون محتوية على كل العناصر الغذائية الضرورية للنوع السمكى الذى يتم تغذيته بها، هناك بعض الخصائص الفيزيائية التى يجب أن يلتزم بها منتجو هذه الأعلاف. وأهم هذه الخصائص هى أن تظل مكعبات العلف متماسكة لأطول فترة ممكنة حتى تتناولها الأسماك أو القشريات، أو لايحدث لها تحلل كما ويجب أن تكون حبيبة العلف مناسبة لحجم الأسماك التى تتغذى عليها وهناك قاعدة تنص على أن الحجم المماثل لمكعب العلف هو أكبر حجم تستطيع الأسماك أن تلتقطه. وتنتج أعلاف الأسماك أساسا

على صورتين رئيسيتين إما أعلاف طافية أو أعلاف غاطسة ، ومن ناحية التركيب الغذائى لايوجد فرق بين الأعلاف الطافية والأخرى التى تغوص والفرق الوحيد هو فى طريقة التصنيع، ففى الأعلاف الطافية يتم خفض كثافتها بإدخال فراغات هوائية عن طريق استخدام مكابس خاصة تسمى الـ Extruders أو الـExpanders.

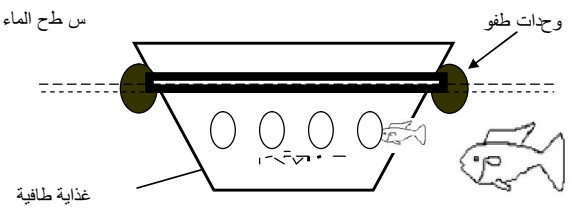
12-3 حجم حبيبات العلف

تتوفر أعلاف الأسماك الصناعية بأشكال مختلفة من الحبيبات المفتتة (Crumble) وحتى أقراص يصل قطرها إلى 6 مم. ويعتمد اختيار حجم حبيبة العلف على حجم فم النوع السمكى المراد تغذيته، والجدول رقم (14) يوضح العلاقة بين طول أسماك القراميط وقطر مكعبات العلف المستخدمة في تغذيتها.

جدول رقم (14): حجم الأعلاف المستخدمة فى تغذية الأعمار المختلفة من أسماك القراميط

عمر السمكة / الوزن	قطر حبيبة العلف (ملليمتر)
يرقات – 10 ايام	0.5
10 – 30 يوم	1 –0.5
1 – 30 جم	2 –1
30 – 120جم	2
120 – 250 جم	3
اكبر من 250 جم	4

وعموما فإنه كلما كبر حجم حبيبة العلف كلما قل الفقد منها، لذلك يجب العمل على اختيار الحجم المناسب لتغذية الأسماك الموجودة داخل الأحواض. ولما كانت أحجام الأسماك داخل الحوض الواحد تتباين فيما بينها لذا فإنه من الضرورى خلط حجمين أو أكثر من حبيبات العلف حتى تغطى الاحتياجات الغذائية لكل حجم سمكى. وإذا كانت هناك مشكلة أن الأسماك الكبيرة تستولى لنفسها على الحبيبات الصغيرة فإنه يمكن تجنب حدوث مثل هذه المشكلة عن طريق وضع الحبيبات الصغيرة فى غذاية تمكن الأسماك الصغيرة فقط من الدخول إليها (شكل 19).



شكل 19: غذاية طافية بها فتحات لدخول الأسماك الصغيرة فقط

3-13 الإضافات الغير غذائية التى تدخل فى تصنيع أعلاف الأسماك

3-13-1 المواد الرابطة

تضاف المواد الرابطة لأعلاف الأسماك بهدف تقليل معدل تفكك مكعبات العلف فى الماء خاصة فى أغذية القشريات التى من المعروف عنها بطئ تناولها للغذاء (أحيانا عدة ساعات) الأمر الذى معه قد يعرض المواد الداخلة فى تركيب مكعبات العلف للذوبان والفقد فى الماء دون أن تستفيد بها الأسماك.

وتستخدم المواد الرابطة فى تصنيع أعلاف الأسماك التى يدخل البخار فى خطوات تصنيعها. ويستخدم البولى ميثيل أوكاربامايد فى أعلاف القشريات بنجاح وذلك بمستوى يتراوح ما بين 0.5 – 0.8% وهو يعطى مكعب العلف تماسك لمدد تزيد عن 6 ساعات فى الماء إلا أنه عند استخدامه بمستوى أعلى من 0.5% فى علائق بعض الأسماك وجد عدم إقبال الأسماك على هذه العلائق. ويفضل حاليا استخدام المواد الرابطة ذات الأصل الغذائى مثل المولاس وجلوتين القمح والذرة إلا أنها يعاب عليها أنها لا تعطى مكعبات العلف تماسكا لفترات طويلة كما وأنها تدخل فى مخلوط العلف بنسبة مرتفعة قد تؤثر على مستوى باقى المكونات، ومازالت هناك العديد من البحوث جارية لإيجاد أنواع مختلفة من المواد الرابطة ذات خصائص جيدة وذات أسعار اقتصادية.

والجدول رقم (16) يوضح أهم المواد الرابطة المستخدمة فى تصنيع أعلاف الأسماك على المستوى التجارى.

جدول رقم (16): أهم المواد الرابطة المستخدمة في تصنيع أعلاف الأسماك

المركب	نسبة استخدامه (%)	ملاحظـات
كربوكسى ميثيل سيلييلوز	0.5– 2	مادة رابطة جيدة ولكنها مكلفة
ألجينات	0.8 – 3	مع الأعلاف الرطبة
بولى ميثيل أوكاربامايد	0.5 – 0.8	جيد جدا إلا أنها غير مستساغة لبعض الأسماك
جيوراجم	1 – 2	جيدة ولكنها مكلفة
هيميسليلوز	2 – 3	متوسطة ومتوسطة التكاليف
ليجنين سلفونات	2 – 4	جيدة ومتوسطة التكاليف
مولاس	2 – 3	متوسط وله قيمه غذائية
جلوتين القمح أوالذرة	2 – 4	جيد – مكلف
جلوتين النشا	10 – 20	جيد وله قيمه غذائية

3-13-2 المضادات الحيوية

هناك إتجاه عالمى لتقليل استخدام المضادات الحيوية فى تغذية الحيوان وهى عادة ما تستخدم كمشجعات نمو. وقد أثبتت دراسات عديدة أنه عند إضافة الأوكسيتتراسيكلين إلى أعلاف التراوت والسالمون تزداد معدلات نفوقهما. إلا أن إضافة مستوى وقائى (0.01%) من النيورازوليدون أدت إلى تحسين معدلات النمو وكفاءة التحويل الغذائى في أسماك الدنيس الأحمر (Yone, 1968)، وتسمح الولايات المتحدة الأمريكية فقط باستخدام ثلاث أنواع من المضادات الحيوية فى أعلاف الأسماك (جدول رقم 17).

جدول رقم (17): المضادات الحيوية المصرح باستخدامها فى أعلاف الأسماك فى الولايات المتحدة.

المضاد الحيوى	الاستعمال	الكمية المستخدمة فى الغذاء
سلفاديم إيثوكسين + أورمتوبريم	مضاد بكتريا ولايستخدم قبل الإستهلاك الآدمى للأسماك ب 21يوم	50 ملجم/كجم أسماك فى اليوم ولمدة 5 أيام
سلفا ميرازين	مضاد للبكتريا ويمنع استخدامه قبل إستهلاك الأسماك بـ 21 يوم	22 ملجم/100 جم أسماك فى اليوم ولمدة 14 يوم
تيراميسين للأسماك	مضاد للبكتريا ويمنع استخدامه قبل إستهلاك الأسماك بـ 21 يوم	5.5 – 8.25 ملجم/100جم أسماك فى اليوم ولمدة 10 أيام

3-13-3 مكسبات الطعم

تضاف بعض المواد ذات قيمة غذائية أو بدون إلى علائق الأسماك بهدف إكسابها طعما مستساغا أو لزيادة إقبال الأسماك عليها، فمثلا وجد أن إضافة مسحوق رؤوس الجمبرى يحسن من قابلية بعض أنواع الجمبرى على الغذاء. وأيضا وجد أن استخدام مسحوق السمك فى الأعلاف المصنعة يؤدى إلى زيادة إقبال الأسماك والقشريات على الأعلاف. كما تضاف أحيانا بعض الأحماض الأمينية الحرة مثل الألانين والأرجينين والتى تحسن الطعم خاصة بالنسبة لأسماك القراميط، إلا أن فائدتها كإضافات غذائية مازالت تحتاج إلى مزيد من الدراسات.

4-13-3 مضادات التأكسد

تحتوى أعلاف الأسماك عادة على دهون غير مشبعة طويلة السلسلة وهى أكثر أنواع الدهون عرضة للتأكسد، لذلك تضاف إلى هذه الأعلاف مواد تمنع تأكسد هذه الزيوت. وعادة ما تضاف بعض المواد الصناعية أو يتم رفع مستوى

فيتامين E فى العليقة لمنع تكون المواد السامة التى تصاحب عمليات التأكسد. وأشهر هذه المواد الصناعية المستخدمة كمضادات تأكسد هو البيوتيل هيدروكسى تولوين (BHT) والإيثوكسيكوين. ويستخدم مضاد التأكسد الـ BHT فى أعلاف الأسماك بنسب لاتتجاوز 0,02% من نسبة الدهون أما الإيثوكسيكوين فيضاف إلى العليقة بمعدل 150 ملجم/كجم عليقه.

3-14 أهم المواد الخام المستخدمة تجاريا فى تصنيع وإنتاج أعلاف الأسماك

يوضح الجدول رقم (19) أهم الخامات العلفية المستخدمة فى تصنيع أعلاف الأسماك وذلك تبعا للتحليلات الكيماوية التى أجريت فى مصر والمستخدمة من قبل الجهات الرسمية للحكم على جودة الخامات. وسوف نتناول بالتفصيل وصف بعض هذه الخامات والشروط الواجب مراعاتها عند استخدام هذه الخامات فى تركيب أعلاف الأسماك والقشريات.

3-14-1 مسحوق السمك

وهو من أهم المصادر البروتينية المستخدمة فى تصنيع أعلاف الأسماك لما له من تأثير إيجابى على نمو الأسماك، ويختلف محتواه من البروتين الخام تبعا لنوع الأسماك التى يصنع المسحوق منها، فنجد أن أعلاها فى القيمة هو الذى تم تصنيعه من أسماك الهيرينج وهو الأكثر إنتشارا فى العالم وهو يحتوى على كل الأحماض الأمينية الأساسية خاصة الميثيونين والليثين واللذان ينقصان فى أغلب المصادر النباتية المستخدمة فى صناعة الأعلاف بالإضافة إلى أنه غنى فى الطاقة والمعادن. كما ويحتوى مسحوق الأسماك المصنع من الأسماك البحرية على 1 – 2.5 % أحماض دهنية من المجموعة n-3 والهامة فى تغذية الأسماك. ولكن نظرا لإرتفاع سعره فإنه يستخدم بكميات صغيرة نسبيا فى العلائق التجارية للأسماك. إلا أنه مازال يستخدم فى أعلاف الثعابين بنسب عالية ويتم إستبدال مسحوق السمك بالمصادر الحيوانية الأخرى فى مصانع الأعلاف مثل مسحوق اللحم ومسحوق مخلفات مجازر الدواجن أو مسحوق الدم. ومسحوق السمك بالإضافة إلى كونه مصدرا غذائيا ممتازا للأسماك، فهو أيضا يعتبر من مكسبات الطعم الجيدة فى الأعلاف السمكية فتقبل عليها الأسماك الأمر الذى يحسن معامل هضم هذه الأعلاف ولايجعلها عرضة للفقد فى الماء.

3-14-2 مسحوق فول الصويا

يعتبر مسحوق فول الصويا من أحسن المصادر النباتية فى محتواة من الأحماض الأمينية الأساسية المطلوبة لتحقيق الاحتياجات الغذائية للأسماك، وبناء على الاحتياجات التى تم تحديدها لأسماك القراميط فى الـ NRC فإن فول الصويا

يعتبر بروتينا كاملا يعطى كل احتياجاتها من الأحماض الأمينية وهو غير ذلك فى تغطية احتياجات الثعابين فهى تحتاج إلى ضعف محتواة من الميثيونين/سيستين وأيضا الثيريونين. ونلاحظ من الجدول أيضا أن فول السودانى وبذرة القطن بها نقص فى اللايسين، الميثيونين/سيستين والثيريونين وعند النظر إلى مسحوق الأسماك نجد أنه يغطى تماما كل الأحماض الأمينية الأساسية اللازمة فيما عدا الميثيونين/سيستين فى احتياجات أسماك الثعابين التى أوضحت الدراسات إرتفاع احتياجاتها من هذه الأحماض الأمينية الأساسية.

وبعض الأسماك لاتفضل طعم مسحوق فول الصويا فقد وجد الباحثون فى كندا أنه عند انخفاض مستوى مسحوق السمك عن 18% فى العلائق ذات المحتوى المرتفع من فول الصويا فإن إقبال أسماك التراوت على العليقة ينخفض. وعلى العكس أظهرت أسماك القراميط إمكانية إحلال 60 – 70 % من تركيب العليقة المقدمة لها بدون حدوث تغيير فى إستهلاكها من الغذاء. ويجب عند إحلال فول الصويا محل مسحوق السمك فى الأعلاف مراعاة الطاقة والمعادن والتى سوف تتأثر حتما بهذا الاستبدال. ويحتوى فول الصويا على مثبطات لعمل إنزيم التربسين والذى يجب التخلص منها عن طريق التحميص على درجة 105°م لمدة 10 – 20 دقيقة. وعادة مايتم هذا أثناء إستخلاص الزيت من البذور فى الصناعة.

ويستخدم أحيانا مايطلق عليه فول الصويا كامل الدهون (Full- fat Soybean) وهو حبوب فول الصويا بعد تعريضها للحرارة دون أن يتم إستخلاص الدهون منها إلا أنه وجد أن الأسماك التى يتم تغذيتها بهذه المادة المعدنية تحتوى على نسبة عالية من الدهون فى أجسامها فالحبوب تحتوى على 18% دهون بالمقارنة بمسحوق فول الصويا الذى يحتوى على 0,5% دهون وعادة ما يتأثر إقبال الأسماك على الأعلاف التى تحتوى على فول الصويا كامل الدهون نظرا لاختلاف نسبة الطاقة إلى البروتين فى العليقة الأمر الذى يقلل من تناولها للأعلاف وبالتالى انخفاض كمية البروتين المتناول مما سينعكس بدوره على معدلات النمو.

3-14-3 كسب القطن المقشور

يعتبر كسب القطن من أكثر الأكساب استخداما حتى فترات قريبة فى كل أعلاف الحيوان ويرجع ذلك لارتفاع محتواه من البروتين الخام والانخفاض النسبى لأسعاره وقد كان يستخدم كسب القطن فى علائق الأسماك بالإشتراك مع مسحوق السمك غير أنة بتخفيض كميات مسحوق السمك فى هذه العلائق نتيجة لارتفاع سعره تم تخفيض استخدام كسب القطن فى هذه الأعلاف نتيجة لانخفاض محتواه

من اللايسين. وإضافة بعض الأحماض الأمينية الحرة يمكن أن يحسن من جودة كسب القطن كمكون فى أعلاف الأسماك.

غير أن وجود مادة الجوسيبول فى كسب القطن يجعل هناك حدود قصوى لاستخدامه خاصة فى تغذية الحيوانات وحيدة المعدة. وقد أوضح (Lovell, 1981) أن كمية الجوسيبول فى كسب القطن تختلف باختلاف طريقة تصنيعه فمثلا وجد أن كسب القطن الناتج من إستخلاص الزيت من البذور بواسطة المذيبات العضوية يحتوى على 0,02 % جوسيبول حر بينما الكسب الناتج بواسطة العصر يحتوى على 0,05%، وإضافة جزء واحد من كبريتات الحديدوز لكل جزء من الجوسيبول الحر فى علائق الدواجن أدى إلى منع سميته.

3-14 -4 مصادر الأكساب الأخرى

يعتبر كسب الفول السودانى أحد المصادر البروتينية النباتية الجيدة بالمقارنة مع كسب فول الصويا والذى يعتبر بها نقصا فى الأحماض الأمينية الليسين والميثيونين، إلا أن كسب الفول السودانى والذى يحتوى على 48% بروتين خام وله خواص رابطة أكثر من كسب فول الصويا إلا أن استخدامه محدود نظرا لإرتفاع سعره. وأيضا كسب عباد الشمس تتقبل الأسماك طعمه أكثر من كسب فول الصويا، إلا أنة يعاب علية إرتفاع محتواه من الألياف.

3-14-5 الحبوب و مخلفاتها

تعتبر الحبوب مصدرا رئيسيا للكربوهيدرات فهى تحتوى على ما بين 62-72% نشا بمعامل هضم حوالى 60-70% لأسماك المياه الدافئة و40% لأسماك المياه الباردة. والحرارة تحسن من معامل هضم الكربوهيدرات بمقدار يصل إلى10-15% كما وأن النشا الموجود بها يعمل كمادة رابطة فى أعلاف الأسماك.

3-14-5-1 الذرة

تعد الذرة أحد أهم الحبوب المستخدمة فى صناعة الأعلاف والتى تعتبر فقيرة فى البروتين الخام (7.7 – 8.4%) كذلك محتواها من الأحماض الأمينية منخفض. والذرة الصفراء تحتوى على صبغة الزانثوفيل الصفراء والتى تؤدى إلى تغيير لون اللحم الأبيض فى بعض الأسماك.

3-14-5-2 جلوتين الذرة

جلوتين الذرة يحتوى على 40-60% بروتين خام ويعتبر مصدر جيد للميثيونين كما ويعتبر مصدرا مركزا للزانثوفيل (200-350 ملجم /كجم).

3-14-5-3 جلوتين القمح

يعتبر جلوتين القمح مادة رابطة ممتازة فى أعلاف الأسماك – بالإضافة إلى كونه مصدرا من مصادر الطاقة والبروتين.

3-14-5-4 رجيع الكون

ويعتبر رجيع الكون من المصادر العلفية الجيدة إذ يحتوى على 12% بروتين خام، 12% ألياف، 12% دهن ويمكن الحصول علية بسعر مناسب إلا أنه يؤثر سلبا على خواص مكعبات العلف.

3-14-5-5 نخالة القمح

كما تعتبر نخالة القمح غنية نسبيا فى البروتين وذات محتوى منخفض نسبيا من النشا بالمقارنة بالحبوب الكاملة، إلا أنها يعاب عليها ارتفاع محتواها من الألياف وتأثيرها السلبى على جودة أعلاف الأسماك حيث أن النخالة تعمل على تفكك حبيبات العلف عند نزولها للماء نظرا لما هو معروف عن سرعة امتصاصها للماء الأمر الذى يفقد حبيبة العلف خواصها المطلوبة.

جدول رقم (18): التركيب الكيماوى لبعض المواد الخام المستخدمة فى تغذية الأسماك

Ingredient	DM %	CP %	EE %	CF %	Ash %	Arg. %	Lys. %	Met %	Cys %	Cal. %	Pho %
Alfalfa meal	92	18.9	3.0	26.2	10.6	0.84	0.93	0.29	0.31	1.52	0.25
Blood meal	93	93.0	1.4	1.1	7.1	3.88	8.04	0.95	0.78	0.52	0.26
Corn	88	7.7	3.8	2.3	1.4	0.48	0.24	0.20	0.17	0.58	0.26
Corn gluten meal	91	62	2.4	4.8	3.4	1.53	0.87	1.14	0.73	0.07	0.48
Cotton seed meal	91	45.2	1.6	13.3	7.1	4.62	1.86	0.64	0.85	0.2	1.00
Fish meal, anchovy	92	71.2	4.5	1.1	16.1	4.11	5.49	2.16	0.66	3.50	2.60
Fish mea, herring	92	72	9.2	0.7	11.4	5.02	5.83	2.27	0.81	2.50	1.80
Fish mea, menhaden	92	66	10.5	1.0	20.8	4.09	5.15	1.91	0.61	5.50	3.00
Fish mea, tuna	93	63.6	7.4	0.9	23.6	3.69	4.54	1.58	0.50	8.48	4.54
Meat & bone meal	93	54.1	10.4	2.4	31.5	3.75	3.11	0.70	0.53	7.00	3.90
Leucaena	92	29.1	6.2	12.6	9.1	-	-	-	-	-	-
Peanut meal	93	52.0	6.3	7.5	5.5	5.46	1.62	0.53	0.81	0.14	0.60
Poultry by prod	92	62.8	14.1	2.4	16.8	4.03	3.10	1.13	0.98	3.50	1.80
Hydr Feather meal	93	86	3.2	1.5	3.8	7.58	2.49	0.59	3.48	0.26	0.60
Rice bran	91	14.1	15.1	12.8	12.8	0.79	0.54	0.26	0.11	0.07	1.54
Soybean meal 44	90	44	1.5	7.3	6.5	3.24	2.95	0.65	0.69	0.30	0.65
Soybean meal 48	90	48.1	1.4	6.5	7.0	3.41	3.10	0.72	0.63	0.27	0.40
Wheat bran	89	16.3	4.4	11.3	6.9	1.09	0.65	0.22	0.36	0.11	1.22
Wheat middling	88	16.0	3.50	2.7	3.0	1.03	0.55	0.25	0.3	0.07	0.65
Molasses	94	10.3	0.9	6.7	13.3	-	0.02	0.02	0.03	0.75	0.08

الباب الرابع
تاريخ تطور صناعة أعلاف الأسماك فى مصر

فى منتصف الثمانينات ومع بداية تزايد الوعى نحو الإستثمار فى مجال الاستزراع السمكى والإتجاه نحو رفع كثافة الأسماك فى الأحواض ، الأمر الذى معه لم تعد التغذية الطبيعية المتوفرة فى المياه على صورة طحالب وكائنات حية دقيقة كافية لتغطية الاحتياجات الغذائية للأسماك لذا كان من الضرورى استخدام مصادر غذائية خارجية لتغذية الأسماك وتم ذلك فى البداية عن طريق استخدام بعض الخامات الأولية مثل الردة والرجيعة وكذلك الأسماك الصغيرة وتقديمها للأسماك على صورتها الخام دون أى تصنيع، هذا بالإضافة إلى استخدام مخلفات الدواجن (الزرق) كمصدر لتسميد الأحواض وتغذية الأسماك المرباه.

نجح المربون فى هذه المرحلة وباستخدام المواد الخام الأولية والتسميد من تحقيق رفع معدلات نمو الأسماك والحصول على عائد إقتصادى أعلى من نفس الأحواض والتى كانت تعتمد سابقا على التغذية الطبيعية فقط. وكخطوة لاحقة قام بعض المربين بتغذية الأسماك على أعلاف المواشي وذلك بعد تكسيرها لأجزاء صغيرة حتى تتمكن الأسماك من التقاطها، ولما كانت هذه الأعلاف مصنّعة من خامات أولية تحتوى نسبيا على نسب عالية من الألياف الخام والتى لا تستطيع الأسماك هضمها بشكل جيد هذا بالإضافة لوجود بعض مثبطات النمو وكذلك لإحتوائها على مادة الجوسيبول السامة والموجودة فى قشرة بذرة القطن المصنع منه الكسب والذى كان آن ذاك مستخدما بنسبة كبيرة فى تصنيع علف المواشى، وعلى هذا فقد كانت النتائج التى تم التحصل عليها من هذه التجارب غير مشجعة على الإطلاق، الأمر الذى معه كان هناك إتجاه نحو التفكير فى إنتاج أعلاف تصنع خصيصا لتغطى الاحتياجات الغذائية للأسماك ويستخدم فى صناعتها مواد خام ليس لها أى تأثيرات سلبية على أى من الوظائف الحيوية فى الأسماك كالهضم والنمو والحيوية.

4-1 بداية صناعة أعلاف الأسماك فى مصر

مع نهاية الثمانينات وبالتحديد مع نهاية عام 1988 بدأت بعض الهيئات الحكومية والقطاع الخاص فى إنتاج أعلاف خاصة بالأسماك، فقامت الهيئة العامة للثروة السمكية بالتعاقد على إنشاء مصنع متخصص لعلف الأسماك فى مزرعة برسيق وتم الإنتاج فعليا فى عام 1990، تبعت ذلك بإنشاء مصنع فى مزرعة المنزلة كما قامت بعض المصانع التابعة للهيئة العامة للمطاحن والمضارب بإضافة خطوط لتصنيع أعلاف الأسماك إلى خطوط إنتاجها وقد حذى حذوهم بعض مصانع القطاع الخاص، غير أنه وفى هذه المرحلة كانت الاحتياجات الغذائية لبعض الأسماك المرباه غير معروفة، فمثلا الاحتياجات الغذائية من الأحماض الأمينية الأساسية لأسماك البلطى لم يكن قد تم تحديدها بدقة بعد وكان يتم حساب

الاحتياجات من الأحماض الأمينية الأساسية قياسا على أسماك قراميط القنوات (Channel catfish) والذى تم اختياره كنموذج لأسماك المياه الدافئة، كذلك كان الحال بالنسبة لبعض العناصر الغذائية الأخرى مثل الاحتياجات من الطاقة الغذائية الممثلة والأحماض الدهنية والحد الأعلى من الألياف الذى يمكن أن تحتويه أعلاف الأسماك كما وأن الاحتياجات الدقيقة من البروتين وعلاقته بالطاقة الغذائية خلال مراحل التربية المختلفة لم تكن قد تم تحديدها بعد، وعلى الرغم من كل ماسبق فإن كفاءة العملية الإنتاجية كانت إيجابية وكانت الأسماك تحقق معاملات تحويل غذائى كانت فى وقتها ممتازة بالمقارنة مع القيم التى كان يتم التحصل عليها عند التغذية سواء على المواد الخام على صورتها أو عند التغذية على أعلاف المواشى، وتراوحت أرقام معاملات التحويل الغذائى آن ذاك ما بين 2.5– 3 كجم غذاء لكل كجم سمك – وكان متوسط سعر طن علف الأسماك 25% بروتين يتراوح مابين 750 – 800 جنيه للطن، أى أن تكلفة التغذية لإنتاج كجم أسماك كانت تنحصر خلال تلك الفترة ما بين 2 – 2.4 جنيه لكل كجم.

4–2 أهمية استخدام الأعلاف المتخصصة

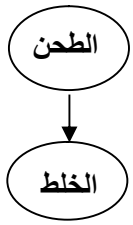
لقد تطورت علوم تغذية الأسماك والجمبرى فى الأونة الأخيرة وكذلك تطورت البحوث والدراسات العديدة التي أجريت لتحديد الاحتياجات الغذائية لكل نوع سمكى من بروتين، طاقة، أحماض أمينية، أحماض دهنية، أملاح معدنية، فيتامينات – بل لتحديد الاحتياجات الغذائية لكل مرحلة عمريه داخل النوع الواحد (يرقات – أطوار ما بعد اليرقة – إصبعيات – نمو – تسمين – أمهات) كما تم دراسة هضم المواد الغذائية وتقدير معاملات هضم وإمتصاص كل مادة أو عنصر غذائى وأيضا التعرف على العوامل المؤثر على كفاءة استخدام الغذاء سواء أكانت هذه العوامل ترجع إلى نوع الأسماك (آكلة لحوم – آكلة أعشاب – كانسة – رمية) واختلاف التركيب التشريحى للقناة الهضمية أو لطبيعة الغذاء مثل تكامله من حيث محتواه من العناصر الغذائية سواء الكبرى كالبروتين والدهن والكربوهيدرات والألياف أو الصغرى مثل الأملاح المعدنية والفيتامينات كذلك وجود مواد مثبطة للنمو فى المادة الغذائية (مثبط التربسين فى فول الصويا) وكيفية التخلص منها أو نقص فى أحد العناصر الغذائية الأساسية مثل نقص أحد الأحماض الأمينية الأساسية وكيفية تعويضه، كما تؤثر البيئة التى تعيش فيها الأسماك على مدى الاستفادة من الغذاء فدرجة الحرارة مثلا تلعب دورا هاما في التأثير على الهضم من حيث كفاءة عمل الإنزيمات الهاضمة فكما هو معروف أن لكل إنزيم درجة حرارة مثلى يعمل خلالها وأى تغيرات فى درجات الحرارة تفقد هذا الإنزيم فاعليته، ويلعب أيضا تركيز الأوكسجين الذائب فى الماء دورا رئيسيا فى إتمام عمليات التمثيل الغذائى داخل الجسم وعند نقص الأوكسجين فإن الأسماك لن تحصل على احتياجاتها منه وبالتالى سوف يؤدى إلى قصور فى أداء عمليات التمثيل الغذائى داخل الخلية (الاحتراق) وبهذا تقل الاستفادة من الغذاء، ومن المعروف أن نواتج إخراج الأسماك

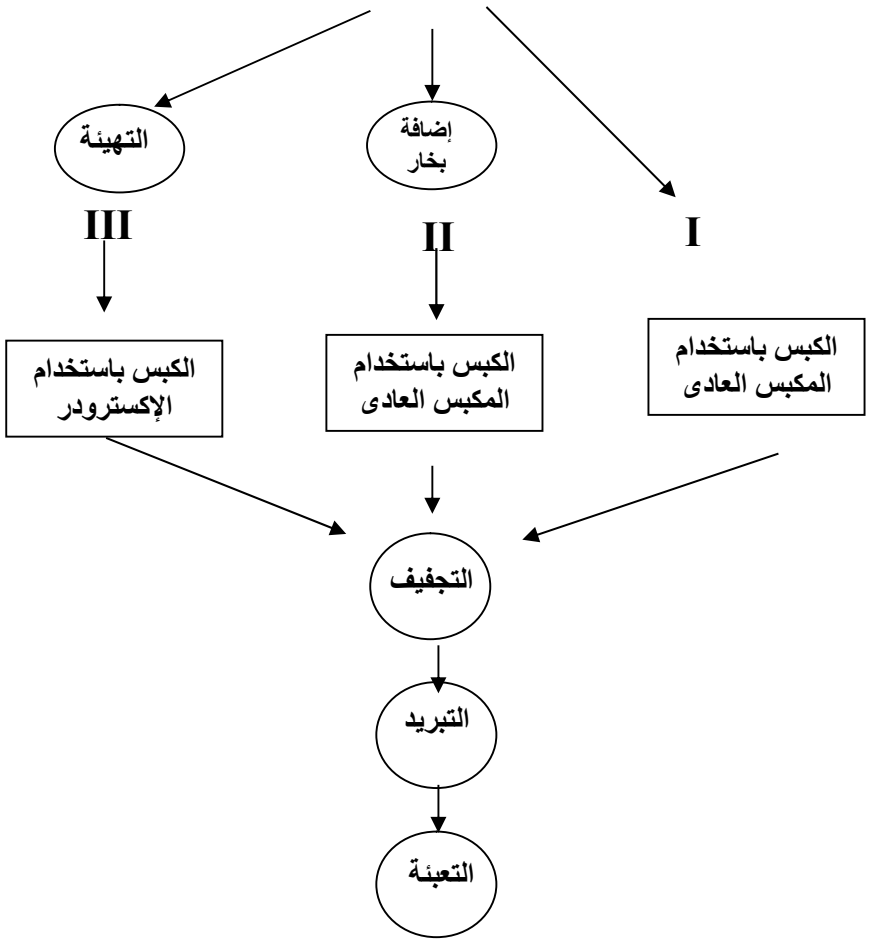
السامة فى الماء مثل الأمونيا والنتريت والنترات والتى إذا لم يتم التخلص منها فإنها تؤدى إلى التسمم وانخفاض معدلات نمو الأسماك ونفوقها.

كما أنه مع زيادة الكثافة السمكية فى وحدة المساحة يزداد معها الإعتماد على التغذية الصناعية والتى تقدم على صورة حبيبات تحتوى على العناصر الغذائية الضرورية لحياة ونمو الأسماك ويقل الإعتماد على الأغذية الطبيعية الموجودة فى المياه. كما يلاحظ أنه فى الاستزراع شبه المكثف (وهو ما يحدث فى معظم المزارع السمكية) يتم الإعتماد بصورة جزئية على الغذاء الصناعى والذى فى هذه الحالة يطلق عليه الغذاء التكميلى، بينما في الاستزراع المفتوح يتم الإعتماد فقط على الأغذية الطبيعية المتوفرة فى المياه على صورة طحالب ونباتات أولية بالإضافة إلى الكائنات الحية الأولية والتى تكفى لهذا المستوى من الاستزراع حيث تصل إنتاجية الفدان مابين 250 كجم إلى ما يقرب من طن أسماك مع بعض التسميد لتنشيط الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى البيئة المائية.

3-4 تقنيات صناعة أعلاف الأسماك

يجب هنا تعريف أن تقنيات تصنيع أعلاف الأسماك فى هذه المحاضرة تشمل على التقنيات الصناعية المستخدمة فى تجهيز وإعدادها بشكل تجارى والذى يشمل على مجموعة الطرق المستخدمة فى كبس الأعلاف حيث الاختلاف فقط بين هذه الأنواع (شكل 20):الكبس الجاف للأعلاف (I)، الكبس باستخدام البخار (II)، الكبس باستخدام تقنيات البثق (III).





شكل رقم (20): الطرق المختلفة لكبس الأعلاف تجاريا

4-3- 1 تقنيات الكبس فى صناعة أعلاف الأسماك

تعتبر تقنيات الكبس التى تعتمد على البخار فى كبس الأعلاف التقليدية سواء للحيوانات المزرعية (أبقار – أغنام – أرانب) هى نفسها التقنيات المستخدمة فى صناعة علف الأسماك حيث تعتمد هذه التقنية على تقديم المكونات الغذائية على صورة أقراص (مكعبات) تستطيع الحيوانات المزرعية تناولها دون أن تكون هناك فرصة لأن يقوم الحيوان باختيار عناصر غذائية بعينها (مثل قيام الدواجن بالتقاط حبيبات الذرة من الخلطة الغذائية) وربما تكون هى الأفضل طعما بالنسبة له ولكنها وحدها لاتغطى كل احتياجاته الغذائية، وتتكون صناعة الأعلاف من

مجموعة من الآلات والمعدات التى يجب أن تتوفر فى أى مصنع يقوم بصناعة الأعلاف.

والجدير بالذكر هنا أن أول خطوات صناعة أعلاف أسماك جيدة هى اختيار المكونات الخام التى سوف تدخل فى صناعة الأعلاف، حيث تتوقف جودة الأعلاف المصنعة على جودة الخامات الداخلة فى التصنيع. وعلى هذا فإن شراء المكونات من مصادر موثوق منها من أوليات الخطوات التى تأمن جودة المصادر، هذا بالإضافة إلى ضرورة الشراء وفقا لشروط قياسية تحدد المواصفات الخاصة بكل خامة علف، كما يجب وجود معمل يقوم على مراجعة التركيب الكيماوى وضبط جودة الخامات من خلال التحليل المستمر لكل دفعة من هذه الخامات، وهناك بعض الإحتياطات التى يجب أخذها فى الإعتبار عند إستلام حبوب وبذور حيث يجب:

– الا تحتوى هذه الحبوب على أى أثر للتعفن أو للصبغ أو أى تغيرات فى اللون الطبيعى لها.

– يجب الا تكون البذور أو الحبوب ساطعة اللون حيث يدل هذا على معاملة الحبوب بمضادات القوارض أو الحشرات والتى ربما تكون سامة للأسماك.

– سموم الفطريات إذا وجدت بتركيزات منخفضة ربما يكون لها أثرا سلبيا على الأحياء المائية الموجودة فى الحوض السمكى.

4–3–2 وحدات تخزين المواد الخام (السيلوهات)

عبارة عن مخازن جيدة التهوية جافة أو سيلوهات (خزانات رأسية) يتم تخزين كل مكون من مكونات العلف على حدة وعادة ما يتم ملئ هذه الخزانات أو السيلوهات بالمواد الخام التى سوف تدخل فى صناعة الأعلاف خاصة فى الأوقات التى تتوفر فيها هذه الخامات ويكون سعرها مناسب حتى يمكن الاستفادة بها على مدار العام ويتقف حجم هذه المخازن أو السيلوهات على معدل إنتاجية المصنع خلال العام، ويشترط أن يتم تنظيف وتبخير وتعقيم هذه المخازن والمستودعات للتخلص من الحشرات بين المواسم حتى يمكن المحافظة على الخامات سليمة دون إصابة لأطول فترة ممكنة، ويتم التحكم فى السيلوهات عادة بواسطة لوحة تحكم مركزية فى مصنع العلف.

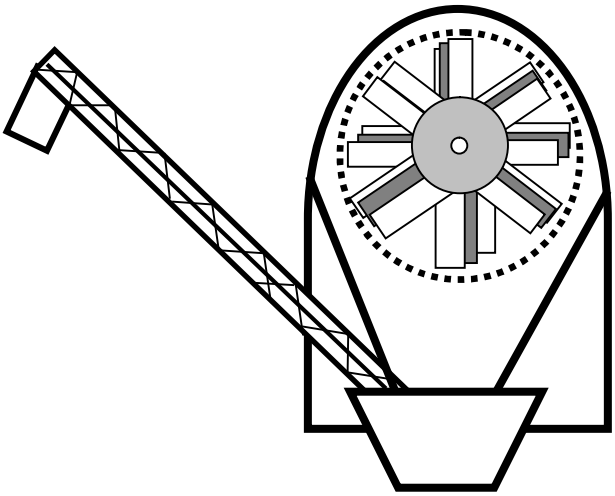
4–3–3 وحدات الوزن

توجد فى مصانع الأعلاف العديد من أنواع الموازيين أولها موازين الإستقبال (باسكول) وهى التى تستقبل المواد الخام عند دخولها إلى المصنع وكذلك

يتم وزن الأعلاف وهى خارجة من المصنع، هذا بالإضافة إلى الموازين التى تستخدم قبل دخول المواد الخام إلى وحدات الجرش والخلط لتحديد الكميات التى سوف تدخل فى تركيبة الأعلاف، وهى إما موازين ميكانيكية أو موازين كهربائية، تكون فى بعض المصانع مرتبطة بجهاز الحاسب الآلى لتحديد الكميات التى سوف تدخل فى تكوين العليقة.

4-3-4 الطحن (Grinding)

باستخدام الـ Hammer mill (شكل21) وتعتمد هذه التقنية على استخدام مجموعة من المطارق المصنوعة من الحديد الصلب ومثبتة من جانب واحد وتدور بسرعة كبيرة بشكل حر حول محور فتضرب الحبوب التى تقابل المطارق فتنطلق فى إتجاه غربال من الصلب، فلو كانت الحبوب قد تكسرت بحجم أصغر من فتحة الغربال سوف تعبر وتسقط بعيدا عن المطارق ، أما



شكل 21: نموذج تخطيطى لمطحنة تعمل بنظام الـ Hammer mill

إذا كانت ذات حجم أكبر فإنها لن تمر وترتد لترتطم مرة أخرى بالمطارق فتكسرها إلى أجزاء صغيرة تخرج بعدها إلى رافعة ترفعها إلى المرحلة التالية وهى مرحلة الخلط.

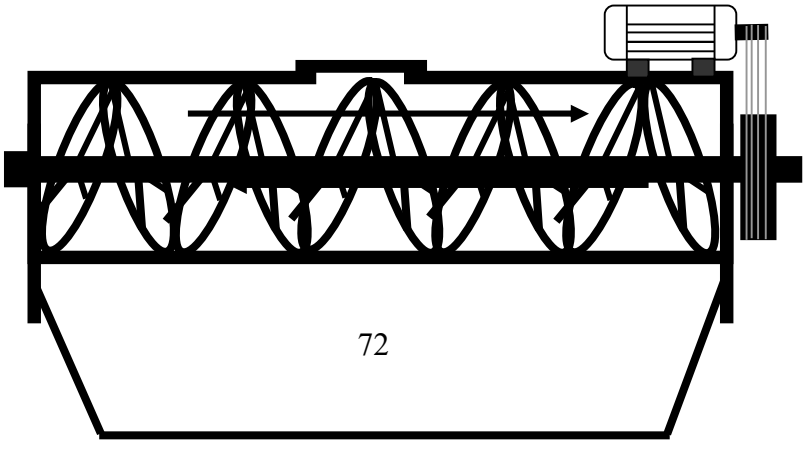
هناك نوع آخر من المطاحن يعتمد على السحق والتفتيت إلا أن كفاءة وسرعة تشغيل الـ Hammer mill كانت السبب فى نشرها فى معظم مصانع

شكل22: جهاز البولفريزر الذى يستخدم فى طحن الحبوب لعلائق يرقات الأسماك والجمبرى

العلف. والجدير بالذكر هنا أن طحن مكونات أعلاف الأسماك يجب أن يكون باستخدام غربال لا يزيد قطر فتحاته عن 800 ميكرون بالنسبة لأعلاف الأسماك الكبيرة أما بالنسبة للجمبرى وعلف يرقات الأسماك فإن الفتحات تكون فى حدود 250 – 300 ميكرون، هذا الأمر سينعكس بدوره على جودة الخلط والتجانس والكبس، وعلى هذا الأساس فإن هناك تقنية الطحن باستخدام البلورفيزر (Pulrvizer) والذى يعتمد فيه على سحق المكونات لدرجة تصل إلى 250 ميكرون (شكل 22) وهذه التقنية تستخدم لتصنيع الكبسولات الدقيقة المستخدمة فى تغذية يرقات الأسماك والجمبرى.

4-3-5 الخلط (Mixing)

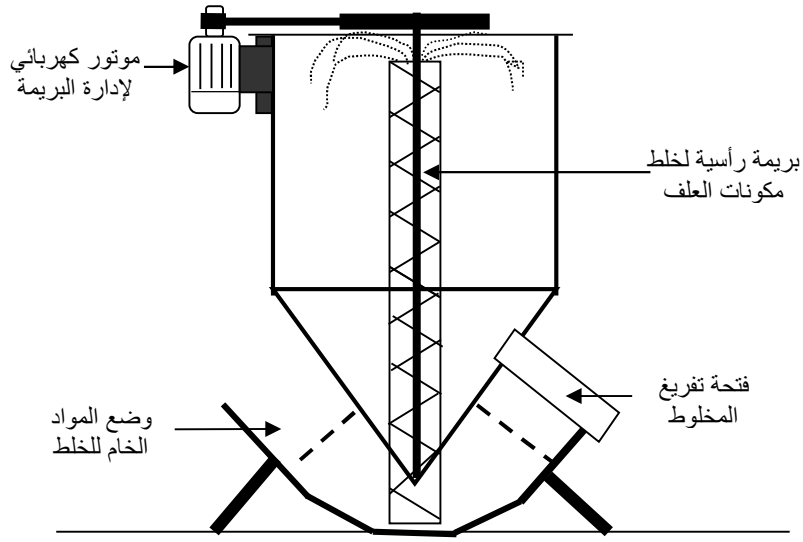
يعتبر الخلط الجيد هو مفتاح التغذية الجيدة فى مجال الإنتاج الحيوانى، ناهيك عن أعلاف الأسماك و التى يجب أن تكون مخلوطة خلطا جيدا لنضمن التمثيل الجيد لكل المكونات فى حبيبة العلف التى يصل أحيانا قطرها إلى 1.5مم والذى يجب أن تحتوى على النسب المقررة من البروتين والدهن والألياف و الرماد والفيتامينات، لهذا فإن الخلط يتم باستخدام إما الخلاطات الأفقية (شكل 23) أو الخلطات الرأسية (شكل 24) والأولى تعتمد على دوران محور بداخلها مزود إما بشريط فى إتجاهات عكسية تعمل على خلط المكونات معا أو باستخدام بدالات مثبتة على المحور بزوايا معينة تعمل على الخلط فى إتجاهين بحيث أنه فى خلال 3 – 5 دقائق يكون كل محتويات الخلاط قد تجانست وإذا ما سحبنا عينة أى جزء من الخلاط فإنها تكون مطابقة لأى عينة أخرى من مكان آخر.



شكل 23: نموذج لوحدة خلط أفقى تعتمد على
الشريط (لاحظ الإتجاهات) لخلط الأعلاف

والجدير بالذكر هنا أنه يجب عدم إطالة فترة الخلط عن الزمن المحدد حيث أن الاستمرار فى الخلط بعد هذا الوقت يعمل على إعادة فصل المكونات وترتيبها وفقا لكثافتها النوعية الأمر الذى يخل من الغرض المطلوب فى عملية الخلط.

أما النوع الثانى من الخلطات وهو الرأسى والذى كان مستخدما إلى وقت قريب فى معظم المصانع إلا أن ظهور الخلاطات الأفقية والتى أثبتت كفاءة أعلى فى عملية الخلط أدت إلى إنحسار استخدام الخلاطات الرأسية، ويعتبر هذا النوع من الخلاطات الأكثر استخداما فى خلط علف الدواجن.



شكل (24): خلاط أعلاف رأسى

4-3-6 التهيئة (Conditioning)

وهى خطوة تسبق عملية الكبس وتهدف إلى إعداد المواد الخام وتقليبها مع البخار لمدة من 20 – 60 ثانية وكذلك تجهيزها لتدخل فى عملية الكبس وتعتبر هذه الخطوة من الخطوات الهامة إذ أنها تعمل على:

أ- تحسين القيمة الغذائية لبعض المواد الخام.

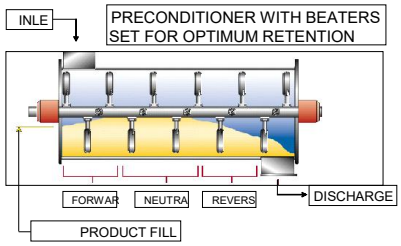
ب- إضافة حرارة وبخار لطراوة المواد وتحسين درجة تماسكها.

جـ-إضافة البخار يساعد على سرعة مرور المواد الخام أثناء مرحلة الكبس.

د- إطالة عمر الـ Die.

هـ- تقليل إستهلاك الكهرباء للوحدة الطن فى التصنيع.

و- التجهيز الجيد بالبخار يعنى إنتاج مصبعات جيدة بشرط مناسبة بقية العوامل.

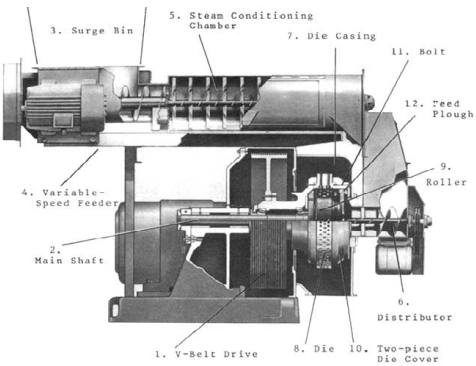


شكل 25: وحدة التهيئة

والجدير بالذكر هنا أن الطحن الجيد للمكونات يعنى تخلل البخار بشكل جيد خلال حبيبات العلف المصنعة، بينما الطحن الخشن يعيق من تخلل البخار لجزيئات الخام.

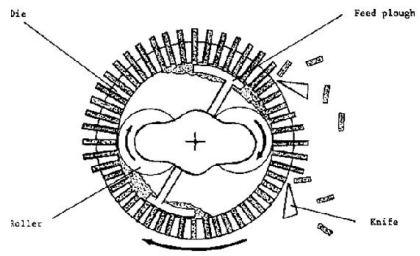
4-3-7 الكبس (Pelleting)

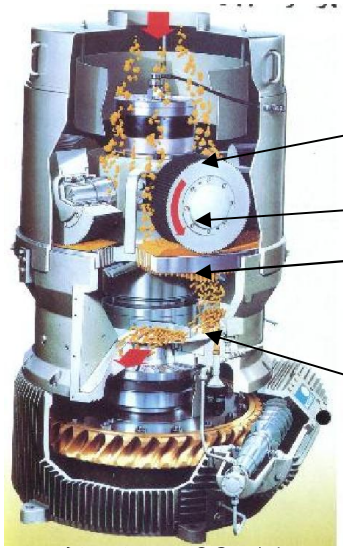
عملية الكبس هى التى تعطى الشكل النهائى لحبيبات العلف هذا بالإضافة إلى كونها عملية من عمليات إعداد الغذاء بشكل يتناسب مع طبيعة الكائن الذى سوف يتناوله، فمثلا فى حالة الأسماك فإن عملية الكبس تعنى ضغط المكونات بعد تعريضها لحرارة وبخار للمساعدة الجزئية على هضمها (طبخ)، حيث أن



شكل 26: نموذج لمكبس أفقى– لاحظ حجم الداى

الأسماك تعد من الحيوانات بسيطة المعدة والتى تحتاج إلى غذاء تم تحسين خواصه بالمعاملات الحرارية والميكانيكية المختلفة. والطريقة القديمة فى كبس الأعلاف كانت تعرف باسم الكبس بالبخار والذى يعتمد بالدرجة الأولى على دفع المكونات الخام المطحونة جيدا والمخلوطة خلطا جيدا للمرور من جهة خلال فتحات الـ Die والخروج من الناحية الأخرى على صورة إسباجتى يتم تقطيعها بواسطة مجموعة من السكاكين المثبتة على مسافات معينة لتعطى حبيبات العلف الطول المطلوب.





شكل 28: نموذج لاحد المكابس الرأسية التي تعمل بتقنية استخدام البخار

ويتكون المكبس الرأسى كما هو موضح فى الشكل رقم (28)، بحيث يتم **توزيع المكونات الخام** من أعلى بشكل منتظم يضمن سقوطها على من مجموعة من **الدرافيل** تدور بسرعة منتظمة فوق الـ **Die** المثبت أفقيا لتدفع المخلوط الخام من ناحية من خلال فتحات الـ Die بحيث تخرج المواد الخام من الناحية الأخرى بعد كبسها وإرتفاع حرارتها نتيجة للكبس على صورة **إسباجيتى** تقوم مجموعة من السكاكين المثبتة على مسافات يمكن تحديدها لتحقيق طول حبيبة العلف المطلوب

ومزايا الأعلاف التى تغوص فى الماء

1- تكاليف تصنيعها أقل من الطافية حيث أنها تحتاج إلى مكابس عادية.

2- الأعلاف التى تغوص لاتتعرض لمشكلة الرياح التى قد تهب على الأحواض فتجمع الأعلاف الطافية فى أحد الأركان مما يجعلها غير متاحة للأسماك.

3- هناك أنواع سمكية لاتستطيع التغذية على الأعلاف الطافية.

4- كذلك تفضل القشريات التغذية على الأعلاف التى تغوص إلى القاع.
5- تمتاز الأعلاف التى تغوص ببعدها عن الطيور التى قد تتغذى على الأعلاف الطافية.

4-3-8 أوجه القصور فى استخدام الأعلاف المنتجة بتقنية الكبس فى تغذية الأسماك

على الرغم من جودة هذه الأعلاف إلا أنها يعاب عليها الآتي:
تغوص هذه الأعلاف في المياه مما يفقد المربي القدرة على تحديد ما إذا كانت هذه الأعلاف قد تغذت عليها الأسماك أو سقطت إلى القاع دون أن تستفيد منها الأسماك.

تعتبر هذه الأعلاف مصدر تلوث للمياه حيث أن المتبقي من الأعلاف و التي لم تلتقطها الأسماك تعمل على زيادة الحمل البيولوجي في المياه فتستقر على القاع ويحدث لها تعفن وتحلل الأمر الذي يؤدي إلى زيادة انتشار أنواع البكتريا المرضية.

تزيد من كمية الطحالب حيث تقوم الطحالب بالاستفادة من العناصر الغذائية الذائبة في الماء من هذه الأعلاف – الأمر الذي قد ينعكس على نقص كميات الأوكسجين خاصة في الفترات الحرجة قبل الفجر.
انتفاء الهدف الأساسي من تغذية هذه الأعلاف المرتفعة الثمن ، حيث أنه بدلا من أن تتغذى عليها الأسماك و تستفيد منها فإنها تسقط إلى القاع وتستخدم كسماد عضوي.

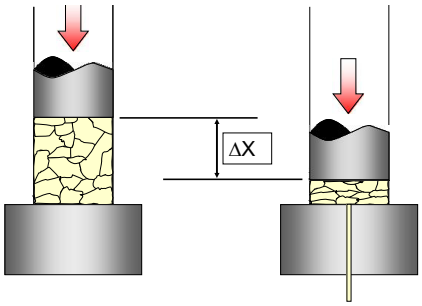
وجود هذه الأعلاف داخل الكتلة المائية يعرضها لذوبان بعض العناصر الغذائية الهامة مثل الفيتامينات وبعض الأحماض الأمينية.

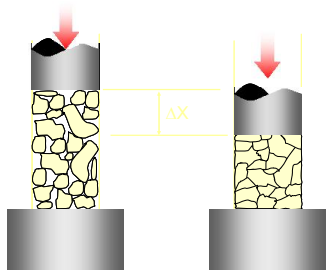
4-3-9 دخول التقنيات الحديثة في صناعة أعلاف الأسماك

فى عام 2001 حدث تطور كبير فى صناعة الأعلاف السمكية المتخصصة فى مصر وذلك باستخدام تقنية الإكسترودر (Extrusion technology) وتم الإنتاج فعليا باستخدام هذه التقنية لإنتاج الأعلاف (شكل رقم 11) والتى أثبتت جودتها من خلال تحسين جودة المواد الخام الداخلة فى صناعة الأعلاف هذا بالإضافة إلى إمكانية إنتاج أعلاف طافية وشبه طافية وغاطسة، هذه التقنيات التى كان يقتصر استخدامها على مجالات الصناعات الغذائية للإنسان ، غير أن المهم هنا هو أن هذه التقنية تعتمد على تعريض المواد الخام داخل الإكسترودر إلى درجة حرارة تصل إلى 160 درجة مئوية وضغط جوى يصل إلى

ما يقرب من 40 ضغط جوى لمدة عدة ثوانى بهدف إحداث عملية الجلتنة للكربوهيدرات الموجودة فى العليقة وبالتالى تحسين معامل مهضمها.

وتتلخص تقنية الـ (Extrusion) فى تحويل الخامات الأولية إلى مادة متجانسة مطبوخة سهلة الهضم والامتصاص. ويتم ذلك بخلط مكونات الغذاء من دقيق حبوب ونشا وبروتين والأملاح وإضافات وعجنها وطبخاها وتحويلها إلى ما يشبه عجينه البلاستيك، و ترتفع الحرارة أثناء هذه العملية بطريقة غير مباشرة من خلال الضغط الميكانيكى الحادث على مكونات الغذاء بواسطة البريمات، وتصل درجة الحرارة داخل الـ (Extrusion) كما سبق وأشرناإلى حوالى 160 درجة مئوية ولمدة حوالى 5 ثوانى (Schuler, 1986) وتسمى هذه العملية High Temperature Short Time (HTST) وتعمل درجة الحرارة المرتفعة على تفجير حبيبات النشا وحدوث عملية (Gelatinization)، كما وأن النشا فى هذه الحالة يعمل كمادة رابطة طبيعية تجعل العلف متماسك لفترة طويلة تمتد إلى ساعات، هذا بالإضافة إلى تعديل الكثافة النوعية لحبيبات العلف الناتجة مما يجعلها تطفو فوق سطح الماء أو تعلق بداخله حسب رغبة المنتج والذى يمكنه من خلال التحكم فى الحرارة والبخار والضغط تحديد طبيعة العلف الناتج.



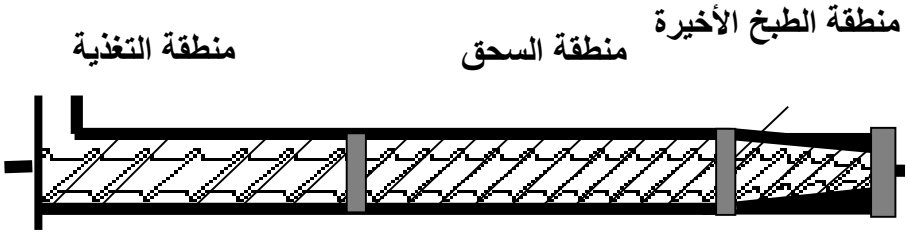


شكل 29: كبس خامات العلف بالمكبس العادي شكل 30: كبس باستخدام تقنية الإكسترودر

وتنقسم بريمة ال (Extruder) إلى ثلاث مناطق (شكل 31) هي :

أولا: منطقة التغذية (Feed zone)

وهي تتصف بعمق البريمة و التي تستقبل الغذاء وفيها يتم خلط مكونات الغذاء وضغطها ضغطا خفيفا لتحقيق التجانس ، يحقن الماء و البخار في هذه المرحلة بهدف تجانس العجينة .



شكل رقم 31: أقسام ال(Extruder) الثلاث في بريمة فردية

ثانيا: منطقة السحق (Kneading zone) :

حيث يقل عمق البريمة حيث يزيد ذلك من الضغط ورفع الحرارة ، وفي نهاية هذه المرحلة تكون مكونات الغذاء قد تحولت إلى عجينة لزجة على درجة حرارة أعلى من 100 درجة مئوية . والدرجة التي عندها تمتلئ البريمة تماما وتسمى هذه بنقطة الاختناق (Choke point) هذه النقط تتواجد عند نهاية هذه المرحلة ودخول العجينة إلى منطقة الطبخ الأخيرة.

ثالثا: منطقة الطبخ الأخيرة (Final cooking zone)

وفيها يقل عمق البريمة وتحقق الكبس وضخ المكونات على صورة شبيهة بعجينة البلاستيك إلى الداي (die) . ودرجة الحرارة في هذا الجزء (160 – 180 درجة مئوية) ترتفع لمدة 5 ثواني قبل دفع هذه العجينة إلى الداي وتؤثر شكل وقطر ثقوب الداي على عملية الضغط العكسي.

4-3-10 مميزات الأعلاف المنتجة بتقنية الإكسترودر

تتعرض المواد الخام أثناء عمليات التجهيز لحرارة عالية (140 – 160 درجة مئوية) وضغط شديد يصل إلى 40 ضغط جوي لمدة ثواني ، الأمر الذي يتيح معه حدوث عملية الجلتنة للكربوهيدرات ويسهل من هضم المادة الغذائية .

تحسين الاستفادة من المصادر الكربوهيدراتية الداخلة في صناعة العلف ، و الذي يؤدي إلى ما يطلق عليه الفعل التوفيري للبروتين ، حيث تحصل الأسماك على احتياجاتها من الطاقة الغذائية من هذه الكربوهيدرات بدلا من أن تحصل عليها عن طريق هدم البروتين الموجود في العليقة الأمر الذي ينعكس على رفع كفاءة استخدام العليقة ككل.

و بالتالي فإن معامل الهضم سوف يتحسن بما يعني زيادة كفاءة الاستفادة من الغذاء .

التحكم الكامل في كثافة حبيبات الأعلاف مع طبخها جيدا بما يحقق تجانس الجزيئات في الحبة.كما أنه يمكن إنتاجها طافية فوق سطح الماء – الأمر الذي يمكن المزارع السمكي من ملاحظة تناول الأسماك للغذاء و بالتالي يتمكن من الحكم على حيوية أسماكه المرباة وتقدير كثافتها.

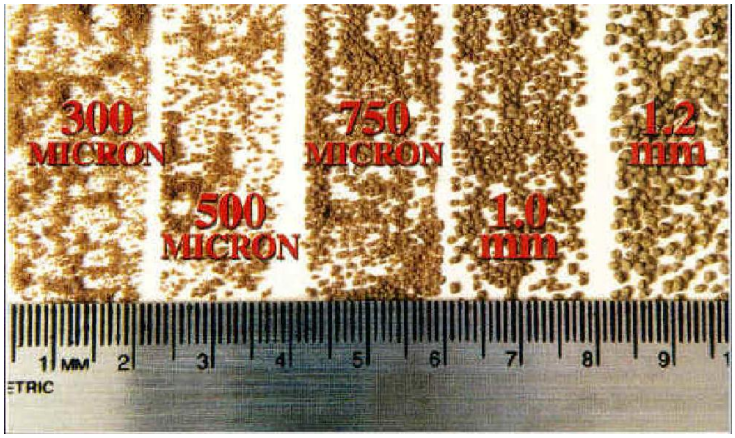
تمكن المربي من أن يغذي الأسماك بأكبر كمية تحقق ما يطلق عليه التغذية الحرة المقننة حيث أنه لا يلق بأي أعلاف في الماء إلا بعد أن يتأكد من أن الأسماك قد تناولت الكمية السابق إلقاؤها في الحوض ، و بالتالي فإن معامل التحويل الغذائي سوف يتحسن .

تحافظ على جودة المياه – حيث أن هذه الأعلاف تكون عائمة فوق سطح الماء ولا تسقط على القاع مسببة ما تحدثه الأعلاف الغاطسة

القدرة على إنتاج أعلاف عالية المحتوي من الدهون (الأسماك و القشريات البحرية) و التي تحتاج إلى نسب دهون تتراوح ما بين 12 – 20% من تركيب الغذاء .

- تماسك حبيبات العلف لمدد طويلة الأمر الذي معه يمكن للأسماك أن تتناولها قبل تفككها في المياه
- عدم استخدام مواد رابطة كيميائية حيث أن تقنية اال **(EXTRUSION)** تعتمد على استخدام النشا الداخل في تركيب العلائق بشكل طبيعي كمادة رابطة قوية تضمن ثبات وتماسك حبيبات العلف لفترات طويلة
- نظافة البيئة التي تعيش فيها الأسماك مما يقلل من الحمل البيولوجي على البيئة المائية الأمر الذي ينعكس على حيوية الأسماك
- كما أنه من أهم مميزات العلف المنتج بتقنية الإكسترودر أنه مهضوم جزئيا و بالتالي فإن مخلفات الإخراج تكون أقل و بالتالي يقل تلوث البيئة التي تعيش فيها الأسماك – مما يزيد من الحيّز البيولوجي الصحي الذي تعيش فيه الأسماك ويقل فقد الأوكسجين ، ويقل معدل تغيير الماء مما يكون له مردوده الاقتصادي على عملية الإنتاج .
- إمكانية إنتاج أنواع وأشكال مختلفة من الأعلاف مع إمكانية إضافة ألوان مختلفة لأنواع الأعلاف المميزة مع التحكم في قطر الحبيبة (من 1.3 مللي إلى 25 مللي).

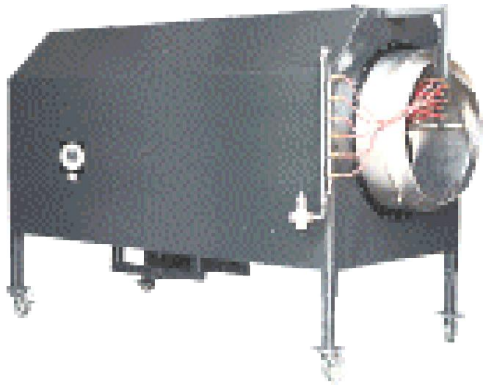
شكل 32: الداي الخاصة بالإكسترودر وكذلك وحد سكاكين القطع



شكل 33: تدرج أحجام الحبيبات التي ينتجها الإكسترودر

11-3-4 التغطية (Coating)

وفيها يتم رش حبيبات العلف من الخارج بواسطة الزيت لاستكمال المحتوى المطلوب من الدهن في العليقة – حيث أن معدات الكبس لا تقبل الزيادة في الدهن و التي تكون أحيانا مطلوبة لنوع سمكي معين الأمر الذي معه يتم إضافة نسبة من الدهن داخل الخلطة والباقي يتم رشه على حبيبات الأعلاف من الخارج تجنبا لتعجنها مع زيادة الزيت أثناء الكبس .

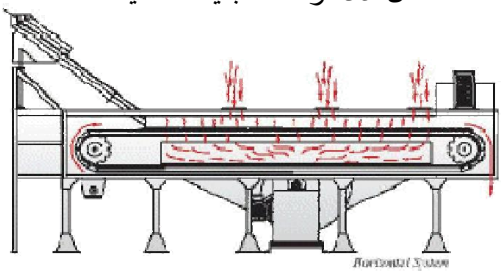


شكل 34: وحدة التغطية (Coater)

12-3-4 التجفيف (Drying)

يتم تجفيف العلف للتخلص من الرطوبة التي اكتسبها أثناء عمليات التصنيع و الناتجة عن بخار المياه الذي يضاف خلال مراحل التصنيع بالإضافة إلى ما تكتسبه حبيبات العلف من الرطوبة الجوية نتيجة لارتفاع درجة حرارتها ، و الجدير بالذكر هنا أن درجة الرطوبة المثلى في مواد العلف المنتجة بهذه الطريقة يجب تتراوح ما بين 8 – 10% .

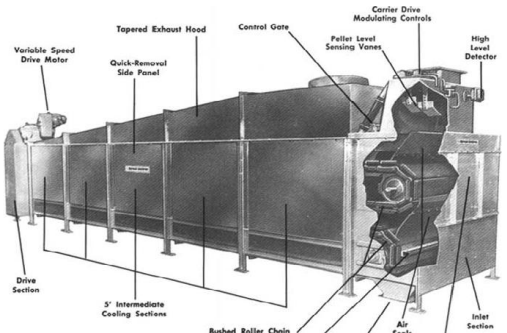
شكل 35: وحدة التجفيف الأفقية



شكل 36: رسم تخطيطي يوضح توزيع الحرارة في المجفف

13-3-4 التبريد (Cooling)

يجب العمل على تبريد العلف المصنع إلى درجة حرارة الغرفة حتى نضمن عدم تعجنه عند تعبئته داخل الأجولة أو للفساد عند التخزين لدى العميل حيث يفترض أن وجود الرطوبة مع الحرارة المناسبة هي بيئة صالحة لتكاثر البكتيريا و الفطر.



شكل 37: أشكال مختلفة لوحدات التبريد المستخدمة في مصانع أعلاف الأسماك

4-3-14 التعبئة (Bagging)

ويتم تعبئة الأجولة على سعات تسهل التداول بحيث يضمن العميل كميات الأعلاف التي يستلمها من المصنع وتكون العبوات من شكاير البلاستيك موضحا عليها اسم المصنع ونوع المنتج ومزودة بكروت يتم خيطتها مع الجوال أثناء التعبئة تحتوي هذه الكروت على أسماء المواد الخام التي استخدمت في صناعة هذا العلف ، التركيب الكيماوي ورقم التسجيل بوزارة الزراعة.

4-3-15 أهمية استخدام الأعلاف المصنعة بنظام ال (EXTRUDER)

تتلخص تقنية ال **(EXTRUSION)** في تعريض المخلوط الغذائي الداخل في صناعة علف الأسماك لدرجة حرارة وبخار عالية لمدة ثواني تحت ضغط مرتفع يعمل على تفجير حبيبات النشا وحدوث عملية (Gylatnization) التي تحسن الاستفادة من النشا دون إحداث أي أضرار بمحتواها من الأحماض الأمينية ويعمل النشا في هذه الحالة كمادة رابطة طبيعية تجعل العلف متماسك لفترة طويلة تمتد إلى ساعات ، هذا بالإضافة إلى تعديل الكثافة النوعية لحبيبات العلف الناتجة مما يجعلها تطفو فوق سطح الماء أو تعلق بداخله حسب رغبة المنتج و الذي يمكنه بواسطة التحكم في الحرارة و البخار و الضغط تحديد طبيعة العلف الناتج.

لقد اعتمد العالم استخدام ال **(EXTRUDER)** كحل أمثل لكثير من المشكلات التي يمكن أن تواجه مربي الأسماك عند تغذيته للأسماك كالبحث عن المستوى الغذائي الذي يغذي به الأسماك (3% أم 4% أم 5% أم ، أم ...) ، عدد مرات التغذية في اليوم (مرتين أم ثلاث مرات أم أربع مرات أم ، أم ...) و الخوف من الحد الحرج للأوكسجين في الماء و تلوث القاع بالبكتريا المرضية وتراكم المواد العضوية على القاع ، فهي أحدث تقنية مستخدمة في هذا المجال والتي يتمنى كل مصنع أعلاف متخصص في أن يمتلكها ليحقق الأهداف

الاقتصادية المرجوه لأي مربي سمكي ناجح يبحث عن عناصر الإنتاج التي تمكنه من تحقيق أعلى عائد اقتصادي .

و المربي الناجح يجب عليه عند عمل تقييم اقتصادي أن ينظر إلى كل عناصر الإنتاج كوحدة واحدة (لا ننسى أن التغذية تمثل 60% من إجمالي التكاليف الجارية) – فليس الأرخص دائما هو الذي يمعظم العائد الاقتصادي ، فربما ما يسببه هذا الأرخص من فقد مباشر وغير مباشر سواء على صور فاقد أو تلوث يحد من إمكانية رفع كثافة الأحواض السمكية يكون أعلى من فرق سعر الأجود.

ونظرا لارتفاع الاستثمارات في شراء وتجهيز معدات الإكسترودر بالمقارنة مع المصانع التقليدية والتي تعتمد فقط على كبس الأعلاف فقد كانت الأعلاف المنتجة باستخدام هذه التقنية أعلى من تلك المنتجة بطرق الكبس التقليدية والشكل رقم (29) يوضح مقارنة بين متوسط سعر العلف المنتج ومتوسط كفاءة التحويل الغذائي بكلا الطريقتين في خلال عام 2001 .

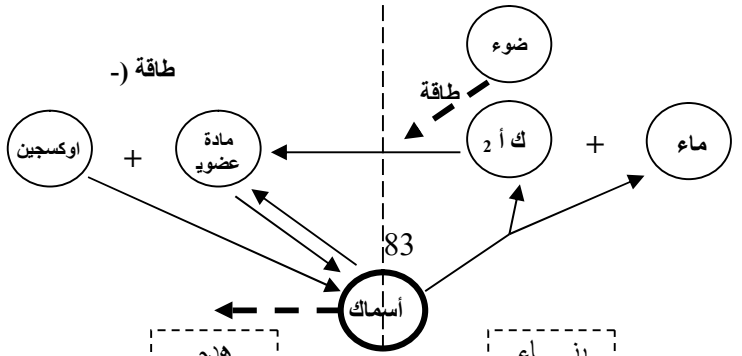
4-3-16 العادات الغذائية للأسماك

يمكن تقسيم الأسماك إلى أربع لأقسام رئيسية تبعا لنوع الغذاء الذي تتناوله في حياتها الطبيعية هذه هي : آكلة أعشاب (نباتية) ، أكلة متحللات ، آكلة لحوم ، كانسة (قارته) ، وسوف نتناول فيما يلي بالتفصيل العادات الغذائية لكل نوع.

4-3-17 آكلات الأعشاب (النباتية)

وهي تتغذى مباشرة على النباتات الخضراء و التي هي مصدر لكل طاقة الغذاء ، و النباتات تستمد الطاقة المخزنة بها عن طريق عمليات التمثيل الضوئي و التي تتم باستخدام ثاني أوكسيد الكربون و الماء وبعض العناصر الذائبة في المياه لتحويلها إلى مادة عضوية وأوكسجين وذلك في وجود ضوء النهار ، والأسماك والقشريات من هذا النوع تستطيع أن تتغذي على النباتات المجهرية كالطحالب الدقيقة (Phytoplankton) أو على نباتات أكبر (Macrophytes) و الموجودة في البيئة المائية.

وتعتبر عملية تحويل النباتات إلى طاقة من خلال تغذية الأسماك مباشرة عليها من أكفاء عمليات تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حيوية ، وكلما زادت العمليات الوسطية من خلال عمليات التحلل للنباتات قلت كفاءة الاستفادة من الطاقة نظرا للفقد خلال هذه المراحل المختلفة.



4-3-18 آكلات المتحللات (Detritivorous)

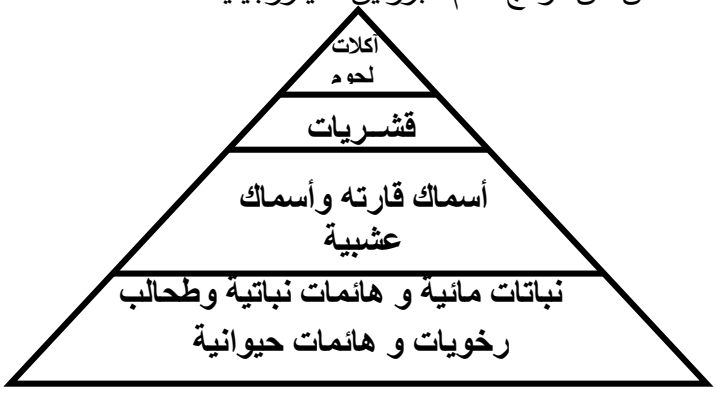
وهي أيضا ذات كفاءة عالية إذ تتغذى أساسا على الكائنات الميتة و الموجودة في قاع البيئة المائية ، يتكون معظم غذاؤها من الفطر و البكتريا التي تتكون من تحلل النباتات و الحيوانات الميتة ، هذه المواد المتحللة ربما يكون مصدرها كائنات تعيش ففي البيئة المائية أو من خارجها مثل تساقط أوراق النباتات الموجودة خول الحيز المائي .

4-3-19آكلات اللحوم

وهي التي تتغذي علىكائنات من نفس نوعها (عادة يكون الأصغر حجما) أو أي كائنات حيوانية دقيقة مثل البروتوزوا (Zooplankton) والأخيرة توضع في التقسيم مع آكلات المتحللات أو الكانسة . أما التي تتغذي على مصادرحيوانية مثل الحشرات ويرقاتها و الضفادع و القواقع و الرخويات و الأنواع السمكية و القشريات ، وتسمى الأسماك التي تأكل أسماك أخرى في بعض الأحيان (Piscivores) ، وعادة ما تكون في البيئة المائية كل سلاسل آكلات اللحوم نزولا في السلسلة الغذائية حتى آكلات النباتات . ومن المعروف أنه كلما ارتفعت السلسلة الغذائية أي اتجهت ناحية آكلات اللحوم كلما زاد الفقد في تحويل الطاقة إلى لحوم ، وذلك على العكس آكلات الأعشاب .

والسلسة الغذائية للأسماك آكلات اللحوم لها على الأقل أربع خطوات :

فالأسماك آكلة اللحوم ونتيجة لعاداتها الغذائية تحتاج إلى مستويات بروتينية عالية في علائقها ، الأمر الذي ينعكس على ارتفاع تكلفة علائقها الصناعية ، حيث أن البروتين هو أغلى المكونات الغذائية بالمقارنة مع المصادر الكربوهيدراتية أو الدهون ، وكذلك تحتاج الأسماك آكلة اللحوم إلى طاقة عالية في غذائها حتى يمكنها من التخلص من نواتج هدم البروتين النيتروجينية السامة.



شكل 39 : التمثيل الضوئي و البيئة المائية

4-3-20 الأسماك الكانسة

تتغذي هذه النوعية من الأسماك على مصادر نباتية وحيوانية ، وهي أقل في كفاءة التحويل الغذائي من الأكلات العشبية ولكنها أعلى كفاءة من آكلات اللحوم . ويوضح الجدول رقم 19 أمثلة لبعض الأنواع السمكية وطبيعة تغذيتها.

جدول رقم (19): أمثلة لبعض العادات الغذائية لأنواع سمكية مختلفة

أكلات عشبية	أكلة متحللات	أسماك قارتة	أسمكاك آكلة لحوم
مبروك أعشاب	المبروك	البلطي ومبروك عادى	تراوت وسالمون
المحار		جمبري المياه العذبة والبورى	جمبرى
المبروك الفضى		القراميط	الوقار والمبروك الأسود
		البلطى	القاروص

و الجدير بالذكر أن أفضل استفادة من الأغذية الطبيعية الموجودة في البيئة المائية تكون عند استخدام نظام الاستزراع متعدد الأنواع (Polyculture) حيث يتم تربية أكثر من نوع سمكي في نفس الحوض للاستفادة من السلسلة الغذائية بدون تنافس بين الأنواع الأخرى ، و المثل التطبيقي لهذه النوعية من التربية هي استخدام مجموعة أسماك المبروك ، حيث يكون هناك أربع أو خمس أنواع كل نوع له عادات غذائية مختلفة عن النوع الآخر، ويعكس السلوك الغذائي تركيب الجهاز الهضمي للنوع السمكي ، حيث تتميز الأسماك آكلة اللحوم بقصر طول قناتها الهضمية وبوجود معدة كاملة ، أما بالنسبة للأسماك الكانسة فإنها تتميز بالإضافة إلى وجود معدة كبيرة بأمعاء طويلة ، وتتميز أسماك المبروك (أسماك كانسة) بوجود أسنان خيشومية وعدم وجود معدة بالإضافة إلى أمعاء طويلة . ومن المعروف أن أطول و أعقد قناة هضمية هي في الأسماك آكلة الأعشاب .

الباب الخامس
تغذية الأسماك خلال مراحل الحياة

5-1 تغذية اليرقات

تختلف الاحتياجات الغذائية للأسماك مثل كل الكائنات الحية خلال دورة حياتها. والاختلافات التشريحية و الفسيولوجية التي تحدث للأسماك و القشريات بين الفقس و البلوغ تؤدي إلى تغيرات كبيرة في التغذية والاحتياجات الغذائية ، هذه التغيرات التشريحية تحدث في القناة الهضمية وطريقة الهضم و السلوك الغذائي. وقد تم تقسيم حياة الأسماك إلى 5 مراحل :

1- الطور الجنيني (Embryonic) وهي من التلقيح حتى أول تغذية خارجية
2- اليرقات (Larval) وهي التي تبدأ مع أول حركة للأسماك للحصول على الغذاء الخارجي.
3- طور اليافع (Juvenile) و الذي تكتمل خلاله الزعانف و القشور و الأعضاء
4- طور البلوغ (Adult) ويبدأ باكتمال الصفات الجنسية وتزاوج الأسماك
5- طور الهِرم (Senescent) وهو الدور الذي يعقب آخر تبويض ، هذا الطور يكون واضحا في أسماك السالمون و التي تضع البيض مرة واحدة ، هذا الطور يصعب تحديده في بعض الأسماك .

في مرحلة الطور الجنيني يعتمد الكائن على التغذية من خلال كيس المح وكريات الزيت الموجودة في البويضة ، وتعتبر فترة التحول من الاعتماد على كيس المح في التغذية إلى الاعتماد على الأغذية الخارجية مرحلة من أدق المراحل الحرجة في حياة الأسماك .

والتغيرات الشكلية التي تحدث خلال حياة الأسماك وكذلك التغيرات التي تحدث في القناة الهضمية يكون لها تأثير على طبيعة تغذية هذه الأسماك ، فمثلا تغير حجم الفم على درجة كبيرة من الأهمية في تغذية اليرقات ، حيث يحدد حجم الفم حجم الغذاء الذي يمكن أن تتناوله الأسماك. فاليرقات التي يقدم لها غذاء حجم حبيباته أكبر من حجم الفم لن تستطيع تناوله ويمكن أن يؤدي هذا إلى نفوق اليرقات جوعا. وعلى العكس إذا ما كان حجم حبيبات الغذاء المقدم أصغر جدا من حجم الفم سوف يؤدي إلى أن تبذل اليرقات طاقة كبيرة لتجميع احتياجاتها من الغذاء مما ينعكس بدوره على انخفاض النمو ، لذلك يعتبر استخدام حبيبات الغذاء المناسبة لحجم فم اليرقات واحد من أهم الأمور التي يجب مراعاتها في تغذية اليرقات. ويختلف حجم الفم بين أنواع اليرقات المختلفة ، فمثلا يرقات الكود (*Maccullochella peelii*) تمتاز بكبر حجم فمها نسبيا وبهذا فهي تستطيع التغذية مباشرة على الأرتيميا بينما يرقات أسماك الفلاندر (*Rhombosolea tapirina*) فمها صغير جدا (95 – 350 ميكرون) لا يمكنها من التغذية على الأرتيميا أو حتى بويضاتها لذا يقدم لها أوليات هدبية بشرط ألا يزيد قطرها عن 35 ميكرون. ومن الضروري مراعاة زيادة حجم حبيبات الغذاء المقدم لليرقات مع تقدمها في العمر.

وفم اليرقات عادة يكون خال من الأسنان ، وتكون القناة الهضمية نسبيا قصيرة في حدود نصف طول الجسم ، ولا تتميز للخلايا الطلائية المبطنة للقناة الهضمية ، كما أن أعداد الخلايا المفرزة يكون صغير. مع التغذية الخارجية تبدأ القناة الهضمية في الاستطالة كذلك تظهر الزوائد الأعورية في الأسماك التي تحتوى

عليها ، كما أن الأسنان تظهر ، ومع تطور الخلايا المخاطية تتكون كميات أكبر من العصارات الهاضمة و التي تسهل عملية الهضم داخل القناة الهضمية. مما سبق يتضح ضرورة مراعاة أن يكون غذاء اليرقات غير معقد سهل الهضم والامتصاص ويحتوي على كل الاحتياجات الغذائية اللازمة لهذه المرحلة الحرجة من حياة الأسماك ، كما يجب مراعاة أن معظم اليرقات التي تعتمد على غذاء حي في بداية حياتها تحتاج استثارتها بواسطة تحرك الكائنات الدقيقة أمامها ، حيث أن العيون في الأحياء المائية تتطور مبكرا و بالتالي حاسة الرؤية . وقد أثبتت الكثير من الدراسات التي أجريت أنه على الرغم من أن تغذية اليرقات على أغذية صناعية ربما يكون أسهل من الناحية التطبيقية إلا أن الاعتماد عليها يواجهه بعض المشكلات خاصة إذا ما علمنا أن هدم البروتينات إلى أحماض أمينية يكون في الأغذية الصناعية أسرع من الأغذية الصناعية لذا يصعب استخدامه في بناء بروتينات الجسم خلال هذه المرحلة الغير متطورة من حياة الأسماك.

اعتمدت الدراسات التي أجريت على تغذية اليرقات على إغناء الأغذية الحية بمصادر غذائية مثل الأحماض الدهنية ، و البروتينات و الفيتامينات ، وذلك نظرا لارتفاع احتياجات اليرقات الغذائية من هذه العناصر عن الأسماك البالغة ، وأكثر أنواع الأغذية الحية التي تم دراسة إغنائها بواسطة التغذية الخارجية هي الأرتيميا و التي يحدد قيمتها كغذاء خاصة للأسماك البحرية هو مدى محتواها من الأحماض الدهنية طويلة السلسة من المجموعة أوميجا3 ، كذلك الروتيفر و المنخفضة المحتوى من الأوميجا3 ، يمكن إغناؤها بواسطة تغذيتها على بيئات تحتوي على خميرة أو طحالب بحرية مثل الكوليريلا (*Chlorella* spp) الغنية بمجموعة الأوميجا3. و الجدير بالذكر أن مشكلة إغناء الغذاء الحي بأحد العناصر الغذائية قد تكون واضحة في حالة الاعتماد على غذاء حي واحد ، هذه المشكلة لا تظهر عند تربية اليرقات في أحواض أرضية خارجية ، يرجع ذلك لتنوع مصادر الأغذية الحية المتاحة في البيئة المائية و الذي يمكن اليرقات من الحصول على كل احتياجاتها بدون إي إضافات.

مما سبق يتضح ضرورة مراعاة ما يلي عند تغذية اليرقات:

- أن تكون العلائق متزنة التركيب
- تجانس الحبيبات
- حجم الحبيبات يجب أن يكون متناسب مع حجم فتحة فم الأسماك
- التوزيع الجيد للغذاء
- ثبات الحبيبات في الماء
- درجة ذوبان الحبيبات الغذائية
- التعبئة الجيدة و جودة ظروف التخزين

2-5 تغذية قطعان الأباء و الأمهات

تعتبر تغذية قطعان الآباء في الأسماك و القشريات واحدة من أهم العوامل المحددة لنجاح و استمرار استزراع الأسماك ، تؤثر على هذه الاحتياجات مجموعة من العوامل أهمها :

- وزن الأباء ، حيث أن الاحتياجات الغذائية خاصة الحافظة تختلف باختلاف الوزن
- وقت أول بلوغ حيث أنه من المعروف أن الأسماك عند البلوغ تحول معظم العناصر الغذائية التي تتناولها إلى التناسل
- عدد البيض الناتج
- حجم البيض
- محتوى البيض من العناصر الغذائية و الذي يؤثر على الفقس و محتويات كيس المح

كما هو معروف فإن طاقة الغذاء الصافية تذهب أولا لتغطية الاحتياجات الحافظة لحياة الأسماك ثم ما يتبقى يقسم بين النمو والتناسل ، والجدير بالذكر أن احتياجات التناسل تكون عادة على حساب احتياجات النمو ، وأوضح مثال على ذلك أسماك البلطي الذيللي والذي يتأثر نموها بشكل سلبي واضح نتيجة بلوغها جنسيا على أوزان صغيرة . وتؤثر كمية الطاقة المتاحة في الغذاء على حجم و جودة وعدد البيض الناتج . ويلعب البروتين كذلك دورا هاما في تغذية الآباء حيث أن هناك مستوى بروتيني أمثل لنجاح عملية التناسل ، فعند دراسة أثر مستوى البروتين في علائق ذكور و إناث البلطي النيلي (De Silva and Radampola, 1990) على النمو و الخصوبة وجد أن المستوى الأمثل للبروتين للذكور و الإناث كان 30% وأكبر عدد من الإناث وضعت بيضا عند مستوى من 25 – 30% بروتين .

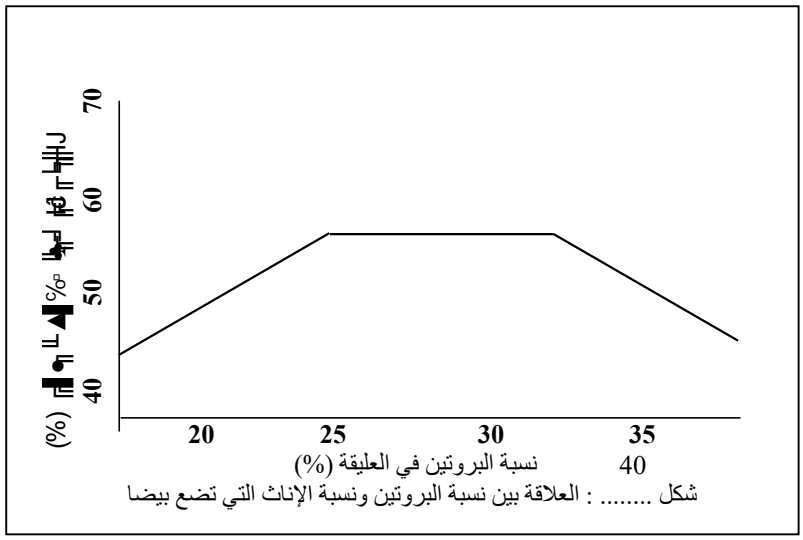
الباب السادس
تنمية الغذاء الطبيعي في الأحواض السمكية

يعتبر تنمية الغذاء الطبيعي في البيئة المائية من أهم الأمور التي يجب أن يهتم بها من يقوم بتربية الأسماك حيث أن هذه الأغذية الطبيعية تلعب دورا هاما في حياة الأسماك ، وهناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة سواء النباتية أو الحيوانية و التي تعيش في البيئة المائية في نظام دقيق تعتمد كل من منها في جزء من دورة حياتها على النوع الآخر ، وتعتبر هذه الكائنات الحية الدقيقة هي العامل

المحدد لجودة البيئة المائية لحياة الأسماك حيث تعتبر الهائمات النباتية بما لها من قدرة عالية على إنتاج الأوكسجين في المياه وبناء أول صور المادة العضوية وكذلك استخدامها للعناصر الأولية و التي تعتبر ربما مصدرا من مصادر التلوث مثل العناصر المعدنية هي من أهم الكائنات في البيئة المائية لحياة الأسماك ، وهي تعتبر المنتج الأولي في البيئة المائية (Primary production) و الذي يتم بناء الهرم الغذائي في البيئة المائية عليها .

وتعيش الطحالب بأنواعها المختلفة في البيئة المائية وتستطيع الأسماك أن تستخدمها بشكل مباشر كغذاء خاصة الأسماك الكانسة و التي تقوم بفلترة المياه من خلال الخياشيم وتستفيد من هذه الطحالب كمادة غذائية .

وعادة ما يتم تسميد الأحواض السمكية لتنمية الغذاء الطبيعي ، والغذاء الطبيعي للأسماك يتوفر في البحار والأنهار والبحيرات ولكن الأمر يختلف في المزارع السمكية حيث تحتاج إلي توفير هذا النوع من الغذاء وتنميته بجانب توفير الأعلاف الصناعية التي لا غنى عنها ، فالتغذية الطبيعية والصناعية من العوامل الرئيسية المحددة لنجاح الاستزراع السمكي.



شكل ..... : العلاقة بين نسبة البروتين ونسبة الإناث التي تضع بيضا

6-1 الغذاء الطبيعي:

وهذا النوع من الغذاء يمثل أهمية كبيرة في تغذية الأسماك ويوجد بوفرة في البحار والأنهار والبحيرات حيث تعتبر المصدر الرئيسي للغذاء الرئيسي في تلك البيئات وينقسم الغذاء الطبيعي إلي:

1- البلانكتون النباتي : وهو عبارة عن مجموعة من الكائنات الحية النباتية الدقيقة (الطحالب) التي لا ترى بالعين المجردة .

2- البلانكتون الحيواني : وهو عبارة عن مجموعة من الكائنات الحية الحيوانية الدقيقة (يرقات الحشرات القشرية) وبعضها لا يرى بالعين المجردة .

ويحتوي كلا من البلانكتون بنوعيه النباتي والحيواني علي نسبة عالية من البروتينات و الكربوهيدرات والدهون والأملاح المعدنية والفيتامينات التي تحتاج إليها الأسماك ، والغذاء الطبيعي متوفر بكثرة في البيئات الطبيعية للأسماك وفي المزارع السمكية ولزيادة الإنتاج السمكي فإنه يتم تنمية البلانكتون باستخدام السماد العضوي (زرق الطيور) أو الكيماوي (السوبر فوسفات واليوريا) ، والسماد الكيماوي يعطي الاستجابة السريعة حيث يتوافر فيه عنصري الفوسفور والنيتروجين سريعا الانطلاق اللذان يعتبران أساس تنمية الغذاء الطبيعي .

ويضاف السوبر فوسفات بمعدلات 3-4 كجم / فدان / يوميا ويجب ذوبان السوبر في الماء قبل الإضافة ثم يرش علي مسطح الحوض السمكي صباحاً بينما تضاف اليوريا سريعة الانطلاق دون ذوبان بمعدل 1-2 كجم / فدان / يوميا وتفضل اليوريا عن زرق الدواجن حيث إن 1 كجم يوريا يساوي 20-30 كجم زرق دواجن وهذا هو السبب في تفضيل السماد الكيماوي علي العضوي حيث إن السماد الكيماوي يحتوي علي العناصر الضرورية في حجم صغير من السماد .

توجد أربعة مجموعات من الطحالب تشكل أوليات الأغذية الطبيعية الحية للأسماك فيئة المائية تتراوح أحجامها ما بين 2 إلى 20 ميكرون جميعها يمكن استخدامها الاستزراع السمكي كغذاء طبيعي يمكن إنتاجه في البيئة المائية كإنتاج أولي (Primary production) .

طحالب التيتراسيلميس (*Tetraselmis Chuii*)

تعتبر من مجموعة الطحالب الخضراء (Green Algae) ، ويتراوح حجمها من 9 إلى 10 ميكرون في القطر ، ومن 12 إلى 14 ميكرون في الطول ، ويميل لونها إلى الأخضر الداكن ، بيضاوية الشكل مزودة بأربعة أهداب من المنتصف الطرفي ، تساعد في حركتها نظرا لثقل وزنها ، تترسب في قاع الأحواض ، أنسب درجات الحرارة لنموها من 15 إلى 33 درجة مئوية تحت ظروف الإضاءة الطبيعية ، وتتراوح درجة الملوحة التي يمكن أن تعيش فيها من 22 الى 36 جرام / لتر ودرجة الأس الهيدروجيني من 7.8 إلى 8.5.

شكل 41: صورة لطحالب التيتراسيلميس

6-1-2 الكلوريلا (*Chlorella Spp*):

هي مجموعة الطحالب الخضراء (Green Algae) ، يتراوح قطرها ما بين 2 إلى 10 ميكرون ، كروية الشكل ، وغير متحركة حيث لا يوجد لها أهداب تستخدمها في السباحة ، يتغير لونها عند فحص عينة بواسطة المجهر من اللون الأخضر الفاتح إلى اللون الأخضر الداكن ، تستطيع هذه الأنواع من الطحالب تحمل درجات حرارة عالية ، وأنسب درجة حرارة لنموها تتراوح ما بين 25 إلى 29 درجة مئوية ، وتحت ظروف ضوئية عادية ، وتتراوح درجة الملوحة من 17 إلى 25 جرام / لتر ودرجة أس هيدروجيني من 6 إلى 7.

شكل 42 : صورة لطحالب الكلوريلا

6-1-3 طحالب النانوكروبسيس (*Nannochloropis Oculta*)

وهو من الطحالب الذهبية البنية (Golden Brown Algae) ، خلاياها غير متحركة وحجمها صغير ويتراوح حجمها من 4 إلى 6 ميكرون في القطر ، ولونها أخضر ، كروي الشكل ، وتطفو على سطح البحر ، وتعتبر أنسب درجات الحرارة لنموها من 22 إلى 24 درجة مئوية تحت ظروف الإضاءة الطبيعية ، وتتراوح درجة الملوحة التي تتحملها من 25 إلى 27 جرام / لتر ودرجة الأس الهيدروجيني من 8.2 إلى 8.7.

شكل 43: صورة لطحالب النانوكروبسيس

6-1-4 طحلب الإيسوكرايسيس (*Isochrysis Spp*)

هي مجموعة من الطحالب الذهبية البنية (Golden Brown Algae) ، وتتميز بصغر حجم خلاياها ويتراوح حجمها من 3 الى 8 ميكرون في القطر ، ولونها ذهبي مائل للاحمرار ، كروية الشكل تميل إلى الشكل الكمثري ، وهي متحركة حيث تتحرك في عمود المياه باستخدام الأهداب المزودة بها ، وتتحمل درجات الحرارة لنموها حتى 30 درجة مئوية تحت ظروف الإضاءة الطبيعية ، ودرجة الأس الهيدروجيني من 7.5 إلى 8.6.

شكل 43: صورة لطحالب النانوكروبسيس

2-6 الأرتيميا (Brine shrimp)

الأرتيميا (جمبري الملاحات) وهي نوع من القشريات الدقيقة و التي تعيش في البيئات المائية شديدة الملوحة حيث يصل تركيز الملح في المياه ما بين 100 – 150 جم لكل لتر ، وهي تعيش في المناطق شبه الاستوائية و الاستوائية وتعتمد في تغذيتها على ترشيح الهائمات الدقيقة من البيئة المائية ، ويصل عمر الحيوان الكامل إلى 6 شهور ويصل طوله إلى 20 مم ، وهي كائنات سريعة التكاثر وهي تتكاثر جنسيا أو بكريا (تتكاثر ذاتيا) وتصل كمية ماتضعه من بيض للحيوان الواحد ما بين 200 –300 يرقة كل 4 أيام ، زطول اليرقة الواحدة 0.5 مم غير أنها تصل للطور الكامل في مدة أسبوعين تدخل بعدها في التكاثر.

شكل 44: صورة ليرقات الأرتيميا و البيض

يستطيع الحيوان في حالة عدم توفر الظروف البيئية المناسبة أن تتحوصل من خلال إفراز مادة كيتنية تغلف بها كل جنين قبل وضعه لحمايته من هذه الظروف ويتراوح قطر البويضة ما بين 200 – 300 ميكرون ويكون شكلها دائريا غير مكتمل ، يكتمل دائرية الشكل قبل الفقس مباشرة ، هذه البويضات المتحوصلة إذا ما توفرت لها الظروف البيئية المناسبة فإنها تفقس خلال يوم واحد ، وتدخل التكاثر بعد أسبوعين من الفقس.

و الجدير بالذكر أن الولايات المتحدة تنتج وحدها حوالي 80% من إنتاج العالم ، تتواجد الأرتيميا بكميات كبيرة في البحيرات المالحة . وتوجد الأرتيميا في مصر في مناطق المياه المالحة والملاحات وخاصة في منطقة وادي النطرون إلا أن جودتها ما ذالت تحت الدراسة و التطوير .

وأهمية الأرتيميا في أنها من أفضل الأغذية التي يمكن تقديمها ليرقات الأسماك خاصة الأسماك البحرية والتي تتميز بأن يرقاتها صغيرة الحجم عند الفقس مما يجعل الأرتيميا بحجمها الصغير و محتواها الغذائي العالى مناسبة لهذا النوع

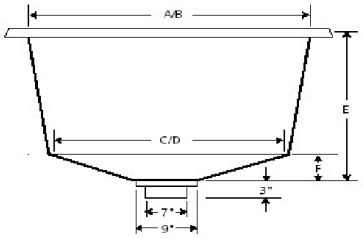
من اليرقات ، وتصل نسبة البروتين في الأرتيميا إلى ما يزيد عن 55% بالإضافة إلى محتواها العالي من الأحماض الدهنية طويلة السلسة غير المشبعة وهو ما يميز الأنواع الجيدة من الأرتيميا حيث أن هذا المحتوي لازم لحيويةة اليرقات.

الباب السابع
المعدات المستخدمة في المزارع السمكية

7-1 الأحواض المصنعة من الألياف الزجاجية

أحواض من الألياف الزجاجية مستطيل الشكل

أحواض من الألياف الزجاجية ذات نهايات مستديرة وفاصل وسطي



أحواض دائرية من الألياف الزجاجية تتميز بالتنظيف الذاتي

2-7 معدات التهوية

1-2-7 البدالات المائية

البدالات وهي تعمل على رفع محتوى المياه من الأوكسجين وهي عبارة عن مجموعة من الكفوف تلف على محور متصل بموتور كهربائي أو ديزل

2-2-7 نافورة المياه

نافورة المياه (Splacher) يعمل على رفع المياه وخلطها مع الهواء الجوي .

3-2-7 الفانشوري

يتم استخدام طلمبة لدفع المياه من خلال خانق متصل بماسورة لسحب الهواء الجوي (Vanshory) ودفعه مع المياه أسفل سطح المياه

7-2-3 المروحة الغاطسة

إدارة مروحة تحت سطح المياه في الأحواض – وهو يفضل في الأحواض الدائرية

7-2-4 حاقن هواء (Air blower)

7-2-5 أحجار أسطوانية مسامية (Air stone)

– سكريات - لتوزيع على شكل ماسورة لتوزيع الهواء داخل الأحواض

7-2-6 أحجار كروية مسامية (Air stone)

– سكريات على شكل كريات لتوزيع الهواء داخل الأحواض

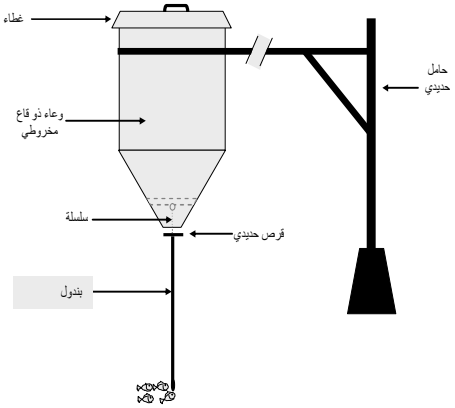
7-2-7 جهاز توليد الأوكسجين (Oxygen generator) ويستخدم مع الأحاض السمكية عالية الكثافة

7-3 معدات توزيع الأعلاف

7-3-1 غذايات برميلية: يم ملئها بالغذاء وتعتمد على استخدام حاقن هواء (Air Blower) في نثر الأعلاف على سطح الأحواض السمكية

7-3-2 التغذية بالطلب

تعتبر وحدات التغذية بالطلب من أكثر نظم توزيع الغذاء توفيرا حيث أن الأعلاف تسقط للمياه بناء على قيام الأسماك بهز البندول المدلى من قاع السيلو – وفي حالة الأعلاف الطافية يتم وضع حاجز عبارة عن برواز طافي على سطح المياه بحيث لا يسمح للأعلاف بالخروج خارج هذا الغطاء وانجارفة ناحية الجسور .

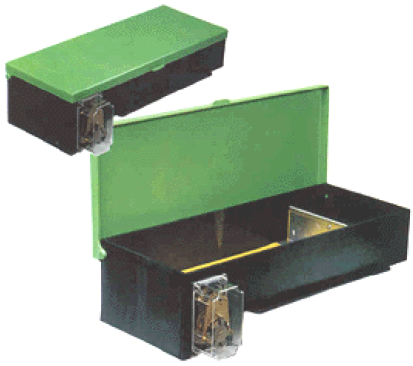


7-3-3 التغذية الأوتوماتيكية

غذاية الأحواض الأوتوماتيكية: تعتمد على استخدام الطاقة الشمسية في فتح خزان العلف على فترات محددة تبعا للبرنامج الغذائي المحدد قبلا

سيلوهات العلف وتتصل بوحدة حاسب آلي توزع العلف على الأحواض بالكميات المحددة لكل حوض وف التوقيت المحدد له

7-3-4 غذايات اليرقات

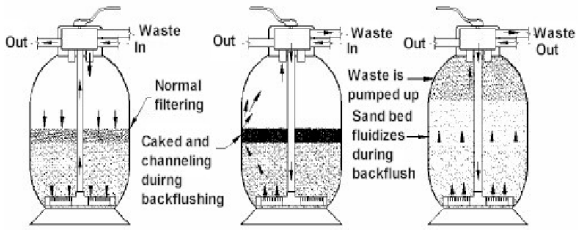


غذيات اليرقات: تعتمد على شريط من المشمع متصل بماكينة تسحب الشريط إما على 12 ساعة او على 24 ساعة ويوضع العلف عليها في صورة مقننات لكل ساعة او ساعتين – بحيث مع سحب الشريط تسقط كمية العلف المحددة في المياه

7-4 طلمبات رفع المياه

طلمبات كهربائية غاطسة مختلفة القدرات – لتشغيل النظم المغلقة (Closed systems)

7-5 وحدات الفلترة



7-5-1 الفلتر الرملى: يعتمد على تخليص المياه من المخلفات الصلبة – تستخدم هذه الوحدة في الوحدات البحثية

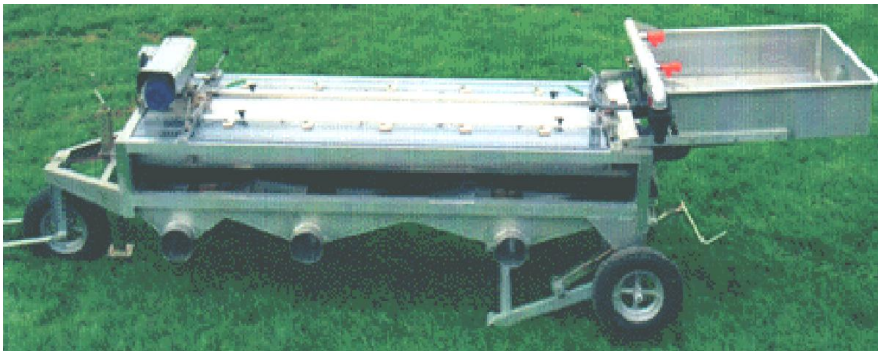
7-5-2 وحدة فلتر ميكانيكي
لتجميع المخلفات الصلبة من المياه ويتم تغيير الكيس كلما انخفضت كفاءة فلترة المياه

7-6 وحدات تدريج الأسماك

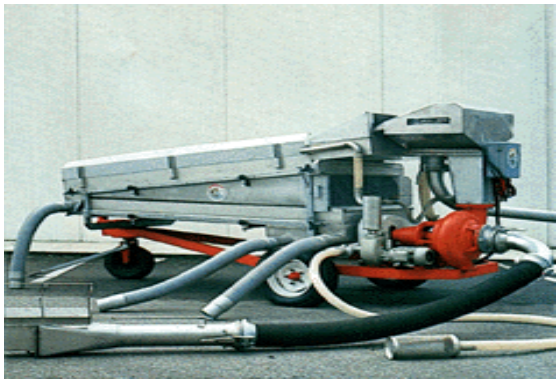
7-6-1 وحدة تدريج الزريعة

7-6-2 وحدة تدريج الإصباعيات

7-6-3 وحدة تدريج الأسماك الكبيرة



7-6-4 تدريج الأسماك في المزارع الكبيرة



7-6-5 شفاط صيد الأسماك من الأحواض

7-7 وحدات قياس جودة المياه

7-7-1 جهاز قياس الأوكسجين

7-7-2 جهاز pH

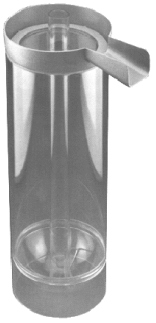
7-7-3 شنطة تحليل المياه

7-8 أدوات التفريخ

7-8-1 أطباق التفقيس الخاصة لأسماك التراوت

7-8-2 مخروط زجاجي لتفقيس البيض باستخدام تيار من المياه مندفع من أسفل ليحرك البيض ويمنع التصاقه

7-8-3 وعاء لتفقيس البيض (MacDonald Jar) يستخدم تيار المياه لتحريك البيض



الباب الثامن
الصيد ومعداته

8-1 أولا: الاجتذاب للضوء (Light attraction)

لاحظ الإنسان أن هناك العديد من الكائنات الحية تنجذب نحو الضوء دونما الأخذ في الاعتبار أن يكون هذا المصدر الضوئي مصدر هلاك لهذه الكائنات مثل انجذاب الحشرات والفراشات نحو النار واصطدام الطيور بالفنارات المضيئة – واحظ بعض الصيادين انجذاب الأسماك نحو القارب الموجود عليه مصدر ضوئي، وتطور استخدام الإضاءة من الحرق حتى استخدام المصابيح.

ويرى بعض العلماء أن الأسماك تنجذب نحو الإضاءة في بحث منها عن شدة الضوء المثالية التي تناسبها ولكن هذا الرأي قد يخالف ما تفعله الأسماك أثناء هجرتها العمودية اليومية نحو السطح في الليل ونحو القاع في النهار ، وأيضا الأثر السلبي لضوء القمر على نجاح الصيد بطريقة الضوء ، فمن الملاحظ أن معدل التجمع ينخفض إذا انخفضت نسبة قوة إضاءة مصدر الضوء إلى قوة إضاءة القمر عن قيمة معينة . وهناك رأي آخر أن الأسماك تندفع نحو الضوء الصناعي بسبب سلب إرادة الأسماك واتجاهها نحوه ثم تتشتت بعد ذلك.

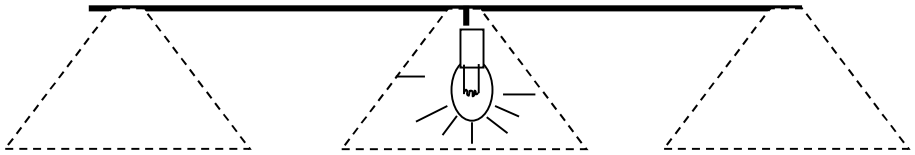
وهناك رأي ثالث بأن هذا الاندفاع ربما يكون رد فعل غذائي في أسماك اعتادت أن تتغذى في ضوء النهار وإذا تعرضت لضوء أثناء الليل فإنه يحدث لديها رد فعل غذائي يدفعها نحو مصدر الضوء والدليل على ذلك أن الأسماك التي تصوم عن الغذاء خلال موسم وضع البيض لا تبدي استجابة للضوء. وللحصول على أحسن إستفادة لإنجذاب الأسماك للضوء يجب أن تكون الأسماك المراد صيدها من الأنواع التي تنشط في الليل وأن يكون قوة الضوء الطبيعي من الخفوت بحيث:

- يسمح ببريق يسمح للضوء الصناعي بالظهور
- أن يكون القمر غائبا.
- أن يكون الماء صافي ليقلل من امتصاص أشعة الضوء
- أن يكون الماء من العمق بحيث لا يسمح بانعكاس الضوء على القاع.

وتستخدم حاليا مصابيح مغمورة تحت سطح الماء لتحسين النتائج حيث ما يعكس سطح الماء جزءا من الضوء الساقط على السطح بالإضافة إلى أن الضوء المغمور يكون أكثر ثباتا خاصة في الأجواء العاصفة.

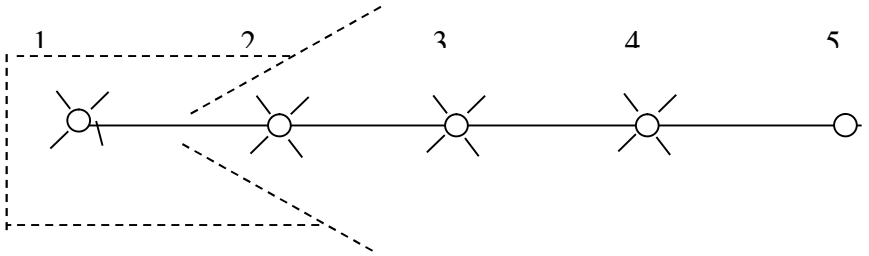
ومن التجارب التي أجريت لدراسة تأثير مصدر الضوء على تجمع الأسماك قام العلماء بغمر مصدر موجه للضوء على عمق يتراوح ما بين متر وثلاثة أمتار وبسرعة تجمعت الهائمات الحيوانية تبعتها الأسماك وبمجرد إطفاء مصدر الضوء تشتت الأسماك خلال 30 ثانية ، ثم تجمعت مرة أخرى بعد إعادة تشغيل الضوء. وقد قام العلماء بتجربة أخرى عن طريق 3 مصايد تم تزويد الوسطى منها بمصدر

للضوء ينطبق على محور المصيدة ، وقد أظهرت النتائج أن المصيدة المزودة بمصدر ضوئي تفوقت على المصيدتين الأخريتين مما يؤكد أهمية الضوء في عملية جذب الأسماك.



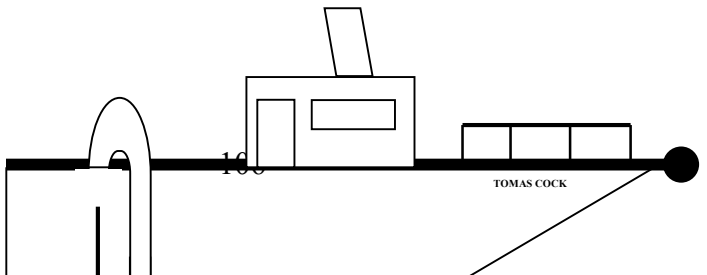
شكل 45: مصيد ضوئية للأسماك

وفي تجربة لتوجيه الأسماك نحو مصيدة التجميع تم استخدام 5 مصابيح عادية على عمق متر ونصف من سطح البحر على خط واحد و المسافة بين كل مصباح و الذي يليه 20 متر ، بعد 5 ساعات تم إضفاء المصباح الخامس فتلاحظ أن الأسماك انتقلت من المصباح الخامس إلى الرابع وبعد 5 دقائق تم إطفاء المصباح الرابع فانتقلت الأسماك إلى المصباح الثالث وهكذا حتى وصلت إلى الصباح الأول الموجود داخل المصيدة.



شكل 46: توجيه الأسماك نحو مصدر ضوئي

كما قام العلماء الروس بتجربة لجذب الأسماك بواسطة الضوء ثم امتصاص هذه الأسماك بواسطة خرطوم تشغل مضخة على المركب وقد اثبتت دراساتهم أن أسماك الكاليكا وهي أحد أنواع الساردين تنجذب إلى مصدر الضوء بعد ثوان من التشغيل وتقترب جدا من مصدر الضوء وفي خلال دقيقة إلى دقيقتين تتجمع كميات كبيرة من الأسماك لتبدأ معها عملية الصيد . وقد تلاحظ أنه يجب توسيع نطاق الامتصاص وتغيير مكان وجود الخرطوم حتى تزداد كمية الصيد .



شكل 47: استخدام الضوء و الشفاط في الصيد

كما أجريت تجارب أخرى لاستخدام شباك مخروطية لجمع الأسماك التي يجتذبها الضوء ويوضع عادة مصدر الضوء في وسط فوهة الشبكة المخروطية.
و الجدير بالذكر أن الصيد بطريقة الامتصاص قد أثبتت تفوقا على طريقة الصيد بالشبكة المخروطية وتوفير في اليد العاملة.

شكل 48: تجميع الأسماك حول مصدر الضوء

2-8 ثانيا الاجتذاب الصوتي (Auditory attraction)

كان البحر دائما هو عالم الصمت بالنسبة للبحارة وكانت هناك بعض الأصوات التي يرجعها الصيادون إلى أنواع معينة من الكائنات المائية ، ومع استخدام الهيدروفونات تحت الماء أثناء الحرب العالمية الثانية بدأ في تسجيل أصوات الأسماك ومن المعروف أن الأسماك تصدر الصوت عن طريق المثانة الهوائية وهو صوت ناتج عن اهتزاز جدران المثانة الهوائية و الغازات التي تحتويها.

كما تصدر الأصوات عن احتكاك بعض العظام في الجسم كالأسنان الخيشومية و الأسنان الفكية وهي أصوات مثل الخربشة أو نباح الكلاب الصغيرة ،

تختلف طبيعة الأصوات التي تصدرها الأنواع المختلفة فبعض أسماك الجراي تصدر صوت مزمجرا يمكن سماعه على مسافة 30 متر بعد إخراجها من الماء و السمكة الصندوق تصدر صوتا مشابها لزمجرة الكلاب وتصر أفراس النهر صوتا مشابها لصوت الطمبور.

و الغرض من إصدار الأسماك للأصوات إما بيولوجي وهي تصدره بإرادتها لأغراض معينة وميكانيكي ينتج عن النشاطات العادية كالحركة وتناول الغذاء و الحفر في القاع. و الأغراض البيولوجية فيرجع أنها لتجميع الأسماك المنتمية لنفس النوع بغرض الهجرة أو التكاثر أو تحديد موقعها من القاع ، خاصة في الأسماك القاعية أو لإبعاد الأعداء عن الأعشاش أو لتناول الغذاء.

وقد استخدمت ظاهرة إصدار الصوت بهدف إيجاد وسائل جديدة لتحديد مواقع الأسماك واجتذابها إلى الشباك وصيدها أو حتى التعرف على نوع الأسماك فمثلا: تسجيل الأصوات المختلفة للأنواع السمكية وبالاستماع إليها يمكن تخمين حجم وكثافة هذه التجمعات فضلا عن دراسة انتشارها.

استخدام أصوات ذات ترددات خاصة لجذب الأسماك نحو وسائل الصيد ، فقد تمكن العلماء من تقليد صوت أفواج الساردين تجميع أسماك التونة حول مصدر هذا الصوت وتم صيدها .

وعن طريق إزعاج الأسماك يمكن صيدها كما يحدث مع أسماك البوري ، حيث تطارد الأسماك بالصراخ و الخبط على سطح الماء فتقفز الأسماك وتسقط فوق حصيرة عائمة .

3-8 ثالثا: الاجتذاب الكيماوي (Chemical attraction)

وهنا يجب التعرف على الدور النسبي الذي تلعبه الحواس لمساعدة الأسماك في العثور على غذائها ، وبالأخص حاستي التذوق و الشم . فمثلا أسماك الكود تمتلك براعم تذوقية (Test buds) يصل عددها إلى ما يقرب من 000 100 وحدة منتشرة على جميع أجزاء الجسم ، كذلك تمتلك أسماك الكارب إحساس بالتذوق متطورة لدرجة كبيرة إذ يمكنها التمييز بين المالح و الحلو و المر و الحامض ، وهذه الظاهرة موجودة بدرجة أقل في بعض الأسماك البحرية التي تمتلك من هذه المستقبلات التذوقية على زعانفها الزوجية المتحورة ما يمكنها من تذوق عصارات المحار و الديدان في حين لا تبدي هذه الأسماك استجابة ما للمواد المالحة و المرة غير انها تميز المواد الحامضية ، و الأسماك عموما لا تمضغ طعامها فيما عدا الكارب و السمكة الببغاء . وحاسة الشم في الأسماك متطورة عن حاسة التذوق وتستطيع الأسماك أن تمييز بين نقيع الديدان ونقيع النباتات ، وتعتمد

الأسماك على الرائحة في العثور على غذائها فهي تفقد هذه القدرة عند سد أنوفها (مثل أسماك القرش) ، والأخيرة تجتذبها رائحة الدم من مسافات بعيدة وأيضا رائحة الجيف المتحللة و تفعل نفس الشيء أسماك البيرانيا والمشهور عنها مهاجمتها ضحيتها وعند نزفها تندفع إليها مئات أخري من مسافات بعيدة وبسرعة بالغة ، ومن أهم التطبيقات العملية لاستخدام حاسة الشم و التذوق هي الاستعاضة عن الطعوم الحية التي تستخدم في صيد التونة حيث يستلزم حفظ هذه الطعوم حية في أحواض ضخمة على ظهر مراكب الصيد ، واهذا فقد تم تحضير طعم صناعي لاستعماله في صيد التونة من مادة المطاط الإسفنجي يشبه حيوان الحبار وسطحه الخارجي مطلي بطبقة من المينا حتى يعطيه البريق اللازم كما يتم إكسابه طعم ورائحة الحيوان الحي عن طريق غمره قبل استخدامه في متصبن من زيت الحبار الحقيقي . وقد ثبت أن هذه الطعوم الصناعية أكثر نجاحا في طريقة جر خيوط السنارة عنها في طريقة السنارة فقط ، ففي الأولى هناك عناصر أخرى تتدخل مثل الحركة و الرؤية أثناء جر الطعم .

كما تستخدم بعض المؤثرات الكيماوية لتغيير مسار الأسماك واتجاهها إلى اتجه معين مثل استخدام مواد يتم استخلاصها من جلد الحيوانات المفترسة لتنفير أسماك السالمون وتوجيهها إلى الممرات المخصصة في السدود و القناطر التي تعترض مجرى النهر أو اتجاه مصيدة ثابتة.

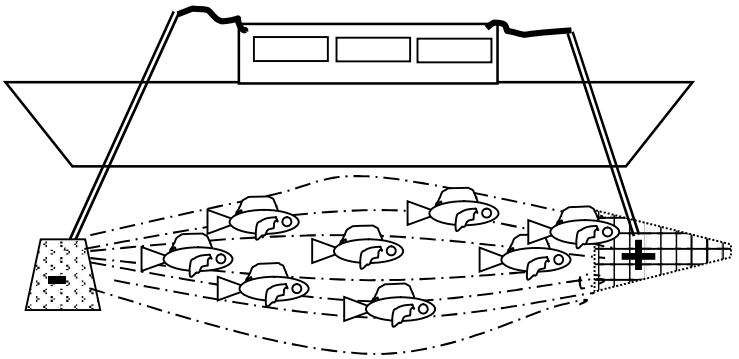
8-4 رابعا: الاجتذاب الكهربائي (Electrical attraction)

استخدمت الكهرباء منذ وقت طويل في المياه العذبة لاجتذاب الأسماك وتنفيرها وقيادتها بل وصعقها أحيانا ، وقد استخدمت الشحنات الكهربائية في الماء العذب دون الماء المالح وذلك لأن الأخير أقدر على توصيل التيار الكهربائي 500 ضعف الماء العذب ، مما يؤدي إلى تشتت الشحنة الكهربائية بمجرد إطلاقها ، كما وأن البحار لا يوجد لديها حدود طبيعية صغيرة كشواطئ الأنهار و التي تعمل على تحديد حقل التيار الكهربي ، الأمر الذي معه (في البحار) يستلزم استخدام قوة كهربائية ضخمة لإحداث نفس الأثر الذي يحدث في المياه العذبة.

وقد تم استحداث التيار النبضي وذلك عن طريق إطلاق نبضات كهربائية متقطعة يمكن التحكم في قوتها وطولها ومعدلها. و الأسماك عادة ما تسبح في اتجاه القطب الموجب إذا تعرضت لتيار كهربائي مستمر أو لنبضات تيار نبضي ، وتفسير ذلك هو أنه عند قفل الدائرة يتكون تأثير تهيجي تحت القطب السالب تحاول الأسماك الهروب منه إلى القطب الموجب . و التيار النبضي له أثر أقوى

على الجهاز العصبي من التيار المتردد و التيار المستمر و يتوقف الأثر الذي يحدثه التيار النبضي على العوامل الآتية:

- نوع التيار النبضي
- أو شكل النبضات المدة التي تستغرقها النبضة الواحدة
- معدل النبضات في الثانية الواحدة



شكل 49: الأسماك تسبح في اتجاه القطب الموجب إذا تعرضت لتيار كهربائي مستمر أو لتيار نبضي

و التيار النبضي الأنسب هو الذي يصل ذروته بسرعة بالغة ثم يهبط ا بالتدريج ، ويجب ألا تقل مدة النبضة عن حد معين و الذي يضمن وقوع الأثر المطلوب بأقل ما يمكن من طاقة ، وهي تعتمد على نوع السمكة وحجمها ، كما وأن الأسماك الصغيرة تحتاج إلى معدل نبضات أكثر من الكبيرة ، فسمكة مثل التونا الكبيرة تحتاج إلى ما بين 7 – 10 نبضات في الثانية .

ويرى البعض أن المعدل التخديري (Narcotizing impulse limit) و الذي هو عبارة عن معدل النبضات الكافية لتخدير الأسماك مع الحد الأدنى للطاقة الكهربائية هو الأصلح في مجال الصيد الكهربي .

وإذ زادت قوة النبضة الواحدة فوق ما يلزم لإحداث الأثر التخديري فمن المحتم تخفيض المعدل التخديري تبعا لذلك ، إلا أن هذا يعتبر استنفذا للطاقة الكهربائية أكثر مما يحتاجه الأمر فعلا. ونظرا لاختلاف ردود الفعل التي تحدثها المعدلات المختلفة من النبضات للأنواع المتباينة من الأسماك ففي الإمكان تطبيق هذه الظاهرة عمليا في مجال الصيد الكهربي في اختيار الأسماك المرغوبة نوعا وحجما ، ويمكن أيضا اختيار معدل النبض تبعا للتأثير المطلوب سواء أكان جذبا نحو القطب الموجب أو تخديرا أو صعقا .

وقد تم دراسة أثر الصيد بالكهرباء على صفات اللحم في الأسماك التي تم صيدها بهذه الطريقة ووجد أن قتل الأسماك بالتيار الكهربي ينتج عنه تحسن واضح في صفات اللحم ، كما أنها أكثر صلاحية للحفظ وألذ طعما لأنها تموت بسرعة بدون مقاومة و التي تسبب تراكم حمض اللاكتيك في العضلات .

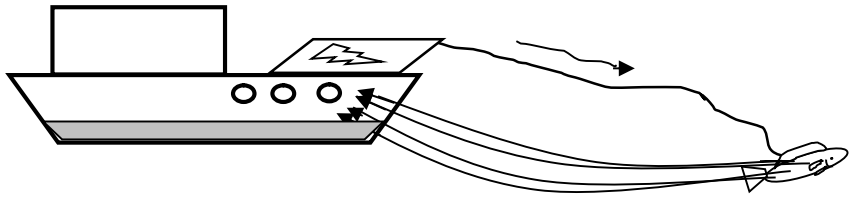
8-4-1 التطبيقات العملية لاستخدام الكهرباء في مجال الصيد

قام العالم الألماني (Kreutzer, 1948) بتصميم أول جهاز لإطلاق نبضات كهربائية قدرتها 180 – 200 كيلو وات وقوة الواحدة تصل إلى 000 10 أمبير وبواسطة هذا الجهاز تمكن من التأثير على أسماك الرنجة (طول 20 سم) في نطاق دائرة نصف قطرها 10 أمتار حول القطب الموجب وعلى أسماك البكالاه (90 سم) في نطاق دائرة نصف قطرها 25 متر .

بعد ذلك توالت التطويرات في مجال الصيد باستعمال التيار الكهربائي النبضي و أثبتت الوسائل التالية نجاحها:

السنارة الكهربائية للتونة

وهو يقوم بصعق سريع للأسماك بحيث لا تقاوم ولا يوجد احتمال لأن تفلت بعد أن تبتلع الطعم ، واستخدم لهذا نبضات كهربائية ذات تردد منخفض .



شكل 50: السنارة الكهربائية لصيد التونة

8-4-1-2 استخدام القطب الموجب داخل الشباك الكيسية

وذلك عن طريق امتصاص الأسماك من الشباك الكيسية بواسطة خرطوم مكهرب تشغله مضخة لسحب الأسماك من قاع الكيس أو عن طريق تنزيل قطب موجب في وسط الكيس تنجذب إليه الأسماك فيخف الضغط على القاع ويسهل سحب الشباك .

8-4-1-3 تخدير أسماك الساردين في الشباك الكيسية

وذلك بواسطة قطب كهربائي داخل الكيس لتتخدر الأسماك وتنعدم مقاومتها واحتكاكها بعضها ببعض مما يؤثر على قيمتها التسويقية .

8-4-1-4 طريقة المدفع و المضخة

عند اكتشاف فوج من الأسماك يتم إطلاق قذيفة عبارة عن قطب كهربي موجب – يطفو هذا القطب في وسط التجمع السمكي ، ويبدأ العمل بإرسال نبضات كهربائية تجذب إليه الأسماك ثم يبدأ بواسطة خرطوم وطلمبة شفط الأسماك إلى سطح السفينة ، وتصلح هذه الطريقة لصيد الأسماك صغيرة الحجم مثل الاردين و الرنجة ويبلغ قطر الحقل الكهربي حول القطب المستعمل حوالي 25 مترا .

8-4-1-5 الصيد بالضوء و الكهرباء و الامتصاص

قام الألمان في هامبورج بتطوير أسلوب في الصيد باستخدام أنبوبة مرنة قطرها 3 أقدام ينتهي طرفها تحت الماء بقطب موجب ملحق به مصدر للضوء – يتم إنزال القطب السالب على بعد أقدام قليلة منه ، تتجمع الأسماك حول الضوء فتوجهها النبضات الكهربائية نحو فتحة الأنبوبة ليتم امتصاصها إلى سطح السفينة ، ومن أهم مميزات هذه الطريقة هو السرعة حيث تستطيع في دقائق معدودة صيد خمسة أطنان من الأسماك – هذا طبعا يتوقف على كثافة الأسماك في منطقة الصيد .

ويمكن القول أن هناك آفاق مستقبلية لاستخدام الكهرباء في صيد الأسماك نذكر منها :

- استخدام شباك الجر الكهربائية – وهي تهدف إلى تحسين حالة الأسماك التي يتم صيدها وجذب الأسماك لفوهة الشبكة.
- المغناطيس السمكي – وذلك بهدف جذب الأسماك الموجودة في القاع أو الأعماق إلى أعلى بواسطة قطب كهربي لتكون في متناول الشباك الكيسية ، والجدير بالذكر هنا أن الأسماك لا تستمر في حالة الانجذاب نحو القطب لأكثر من دقيقتين أو ثلاثة بعدها تنتقل إلى مرحلة لتخدير أو الشلل فتسقط نحو القاع ، لذلك يجب الانتهاء من هذه العملية في أسرع وقت ممكن وإلا ضاع الفوج كله .
- الأسوار الكهربائية – وذلك بواسطة إحاطة الأسماك بأسلاك تلغرافية كهربائية ضخمة لتوجه الأسماك نحو شباك ثابتة – وقد تمتد هذه الأسوار لعدة أميال .
- إخافة الأسماك – وهي تهدف إلى إبعاد الأسماك عن أماكن محددة مثل:
- تسوير منطقة معينة لمنع الأسماك من الإفلات منها إحاطة مناطق المحار ذو القيمة الاقتصادية العالية
- سد الطريق إلى التروبينات و المضخات حتى لا تموت الأسماك

- توجيه الأسماك المهاجرة في الأنهار إلى ممرات معينة خاصة عند مناطق السدود و القناطر
- توجيه الأسماك إلى مداخل المصايد الثابتة
- استخدام الكهرباء لشل حركة الأسماك البلاجية و التي تتميز بسرعة حركتها وهربها من أصوات الشباك وذبذباتها .

8-4-1-6 أخطار استخدام الكهرباء في الصيد

هناك احتمالات خطر قد يتعرض لها مستخدموا التيار الكهربي في الصيد – فقد يتعرض الصياد نتيجة لبلل يديه وملامسته للقطبين إلى صدمة كهربية قد تؤثر على عضلة القلب ، ويجب استخدام صيادين مدربين على هذه النوعية من الصيد ومراعاة الدقة التامة في إعداد الأقطاب وسلامة الأسلاك المستخدمة وعزل الأدوات ومنع الهواة من استخدام هذه الطريقة في الصيد ، كما يجب تزويد الوحدات بقاطع للتيار يسمى مفتاح أمان (Safety switch) لقطع التيار إذا لزم الأمر.

8-5 هجرة الأسماك Fish migration

الهجرة في الكائنات الحية بوجه عام هو عبارة عن تحركات جماعية للانتقال من بيئة إلى أخرى بحثا وراء ظروف بيئية تحتاجها في مرحلة معينة من حياتها ، و الهجرة في الأسماك مثلها مثل أي هجرات أخرى وهي تدل على رغبة الأسماك في تواجدها في ظروف ملائمة لحياتها ، وهي لا تخرج من كونها حلقة من حلقات دورة الحياة وتتصل اتصالا وثيقا بغيرها من الحلقات .

ولا يمكن الفصل بين التعبيرين – الحركة Movement و الهجرة Migration فكلا المصطلحين يطلاقان على انتقال الأسماك سواء في الاتجاه العمودي من السطح إلى القاع أو العكس وكذلك الاتجاه الأفقي سواء في البحار أو صعودا في الأنهار أو هبوطا منها ، وهي ربما في أثناء هجرتها تبقى في المياه العذبة أو المياه المالحة أو الانتقال بينهما .

ويمكن تجديد دورة الهجرات في المراحل التالية :

8-5-1 هجرة لوضع البيض

أو ما يطلق عليه هجرة للتكاثر وهي تتضمن هجرة الأسماك من مناطق الغذاء أو المناطق التي تمضي بها الشتاء إلى مواقع يمكن أن تتكاثر فيها بحيث تضمن أنسب الظروف البيئية لتطور البيض و اليرقات وتوفر لها الحماية من أعدائها ، ويتم تقسيم هذه الهجرة إلى أربعة أنواع :

8-5-1-1 الهجرة من البحر إلى النهر (Anadromous)

وفيه تعيش الأسماك في البحر وتدخل خلال موسم التكاثر إلى مياه الأنهار وهي تمييز الغالبية العظمى من الأسماك المهاجرة مثل أسماك السالمون و الحفش و الصبور .

8-5-1-2 الهجرة من النهر إلى البحر (Catadromous)

وفيها تعيش الأسماك في النهر وتخرج إلى البحر عند حلول موسم التكاثر مثل ثعابين الماء .

8-5-1-3 الهجرة خلال المياه المالحة (Oceanodromous)

وفيه تتحرك الأسماك بين مناطق التغذية ومناطق التكاثر داخل المياه المالحة وأشهر الأسماك التي تقوم بذلك هي أسماك الكود و الرنجة و الساردين .

8-5-1-4 الهجرة خلال المياه العذبة (Limnodromous)

وفيه تقوم الأسماك التي تعيش في البحيرات العذبة بالهجرة إلى الأنهار للتكاثر فيها وذلك مثل السمك الأبيض أو الهجرة في البحيرات إلى الشواطئ لتضع بيضها بين النباتات المائية و المناطق الضحلة .

وعادة ما تبدأ هجرة الأسماك للتكاثر قبل موعد وضع البيض بفترات قصيرة فيما عدا أنواع معدودة من الأسماك مثل الثعابين ، ويلاحظ عند صعود الأسماك إلى الأنهار أنها تمتنع عن الأكل امتناعا تاما ، وتعتمد في حركتها العنيفة على الطاقة المخزونة داخل أجسامها أثناء تواجدها في البحار ، وهذا يفسر الإجهاد الشديد الذي تكون عليه الأسماك في نهاية فترة الهجرة .

8-5-2 هجرة لأماكن توافر الغذاء

وهي تحركات الأسماك بعيدا عن مناطق التكاثر أو مناطق المشاتي للبحث عن مناطق وفيرة الغذاء ، وعادة ما تبدأ هذه المرحلة من الهجرة أثناء البيض فتنتقل التيارات المائية البيض أو اليرقات إلى أماكن توافر الغذاء بدون أن تبذل اليرقات أي مجهود ، وتسمى هذه الحالة الهجرة السلبية (Negative migration) ، ومن أمثلتها عودة يرقات أسماك الثعابين إلى موطنها أو مثل التي يحمل فيها تيار المحيط الأطلنطي بيض ويرقات الكود أو الرنجة لمسافات شاسعة من سواحل النرويج إلى مناطق الغذاء.

وهناك أيضا هجرات عمودية سلبية للبيض أو اليرقات مثل التي تحدث لبيض الأسماك الطيارة و التي تضع بيضها في الطبقات السطحية من المحيط فتحمله التيارات الهابطة إلى أسفل حتى عمق مناسب تفقس فيه اليرقات وتحصل

على الحماية من الافتراس وأيضا يتوفر الغذاء المناسب . كما وأن هناك الهجرات الإيجابية و التي تقوم فيها اليرقات بالحركة عموديا بحثا عن الغذاء من اللافقاريات و الهائمات ، وأوضح صور الهجرات للبحث عن الغذاء هي هجرات الأسماك البحرية حيث تقوم بعمل هجرات منتظمة إلى مناطق توافر الغذاء ، فمثلا أسماك الكود تتحرك بعد فراغها من وضع البيض إلى الشرق وتتغذي بشراهة لتعوض الفقد و الإجهاد الذي تعرضت له أثناء هجرة وضع البيض ، كما تقوم أسماك الرنجة بهجرات غذائية واسعة النطاق متجهة إلى البحار المفتوحة إلى الشمال و الشرق حيث تتوفر الهائمات التي تتغذي بها وتتبعها في هجراتها بعض الأسماك المفترسة التي تتغذي عليها مثل أسماك قرش الرنجة و التونة .

هذا بالإضافة إلى وكما سبق ذكره هناك هجرات عمودية للأسماك البحرية بحثا عن الغذاء في الطبقات الختلفة ، و الدافع الرئيسي لهجرة الأسماك الغذائية هو تعرضها الشديد للإجهاد خلال فترات التكاثر وحاجتها الماسة للغذاء لتعوض ما فقدته من طاقة سواء في أثناء الهجرة أو وضع البيض نفسه.

وتحرك الأسماك خلال الكتل الغذائية يكون مرتبطا بكثافة هذه المواد الغذائية فهي تتحرك بحثا عن المناطق الأكثر كثافة لتحصل على الغذاء منها بالمعدل المطلوب للتعويض ، لذلك فالتعرف على كثافة الغذاء تمكننا من تحديد المدة التي يمكن أن تبقاها الأسماك في هذه المناطق . وعادة ما تخزن الأسماك دهون خلال فترة هجراتها الغذائية تكفيها خلال فترة التشتية و التي يقل فيها الغذاء عادة.

8-5-3 هجرة الشتاء

وهي عبارة عن هجرة الأسماك مبتعدة عن مناطق الغذاء و التكاثر لتمضي فترة التشتية فيها أو ما يطلق عليها (Over wintering) أو البيات الشتوي (Hibernation) وهي جزء لا يتجزأ من دورة حياة الأسماك يتميز هذا الطور بهبوط النشاط و الامتناع الكامل أو الانخفاض الحاد في معدلات استهلاك الغذاء بالإضافة إلى انخفاض معدلات التمثيل الحيوي داخل الجسم وتتجه الأسماك خلال هذه الفترة إلى مناطق تتوافر فيها عوامل الحماية و الأمن ، وتخزن الأسماك كميات من الدهون تكفيها لعبور هذه الفترة من حياتها بأمان .

وتتحرك الأسماك السطحية خلال موسم التشتية مبتعدة عن الشواطئ وتتجه إلى الأعماق التي تتراوح ما بين 150 – 300 متر تقضي فيها شهور الشتاء في تجمعات ضخمة ، وهذه الظاهرة تحدث في أسماك المياه العذبة فقط في الأسماك التي تعيش في البحيرات و المياه الراكدة أكثر من الأسماك التي تعيش في الأنهار

. وفي المياه العذبة الاستوائية لا يتصل نشاط الهجرة في الأسماك بانخفاض درجات الحرارة بل يتصل بالجفاف الذي قد تتعرض له البحيرات ، لذلك فبعض الأسماك الرئوية تحفر في القاع وتبقى خلال هذه الفترات في ثبات وركود تام .

ويرتبط استعداد الأسماك لهجرة الشتاء بمقدار ما قامت بتخزينه من دهون فالأسماك التي خزنت طاقة كافية على صورة دهون تبدأ عمليات الهجرة الشتوية أما التي لم تستعد فإنها تستمر خلال فترة الشتاء في البحث عن الغذاء وتناوله ، و الجدير بالذكر هنا أن جميع الهجرات (التكاثر – التغذية – التشتية) كلها حلقات في دورة هجرة واحدة ربما تتكرر من مرة إلى عشر مرات أو تزيد في حياة السمكة الواحدة .

وأهمية دراسة هجرة الأسماك في مجال المصايد السمكية كبيرة جدا فالتعرف على أوقات هجرات الأسماك ومساراتها و العوامل التي تتحكم فيها يمكننا من تحديد أماكن الأفواج الضخمة و التي تجعل من عملية الصيد أكثر سهولة وأقل بذلا للطاقة . كما وأن في بعض الأحيان تتركز هذه التجمعات الهائلة في حيز مائي ضيق مثل مصب نهر مما يجعلها في متناول شباك الصيد.

وقد أثبتت الدراسات الفسيولوجية أن الأسماك تكون في أسوأ حالاتها في موسم وضع البيض نظرا للإجهاد الشديد الذي تتعرض له و للمجهود الذي تبذله في أثناء تكوين وتطور الأعضاء الجنسية ، لذلك فإن أحسن حالات الصيد يمكن أن تتم بعد موسم هجرة الغذاء وقبيل موسم وضع البيض على ألا يضر هذا بالأجيال التالية ، وعلى أساس البيانات السابقة التي يمكن التعرف علي موعد وصول الأفواج السمكية و أماكنها و الحالة الغذائية لها ونسبة الدهون فيها ودرجة النضج وكمياتها .

وتتوفر في أغلب البلدان المتقدمة خدمات علمية خاصة لتقديم التنبؤات القصيرة (Short-term forecasts) لتوجيه مراكب الصيد نحو التجمعات السمكية حسب تقديراتها وتنبؤاتها من خلال الدراسات السابقة التي تم إجراؤها و إقرانها بالبيانات المساحية وتنبؤات الأرصاد الجوية .

6-8 تحديد أماكن التجمعات السمكية و التعرف على عمقها

من أهم الأمور التي يجب معرفتها في مجال المصايد السمكية هو التعرف على أماكن تواجد التجمعات السمكية وتحديد كمية وكثافة الأسماك في هذه المناطق ، كما وأن التعرف على شك قاع البحر يمكن بواسطته تحديد نوع الأسماك التي تتواجد في هذه المناطق وقد اعتمد الإنسان على العديد من الأجهزة التي تحدد له عمق القاع مثل استخدام سلك معدني في آخره ثقل و التي ظلت تستخدم إلى

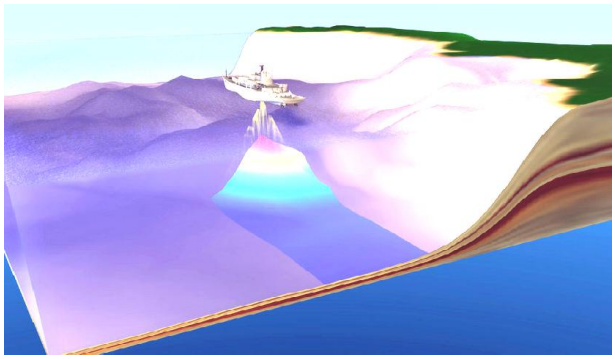
عهد قريب إلا أنه ومع التطور العلمي أصبحت هناك أجهزة إليكترونية يستطيع بها تحديد عمق القاع و الكشف عن طبيعته .

8-6-1 جهاز صدى الصوت (Echo-sounder)

وهو يعتمد على نظرية قياس ارتداد الصوت من قاع البحر مع العلم بأن سرعة الصوت في الماء تقدر ب 4900 قدم في الثانية.

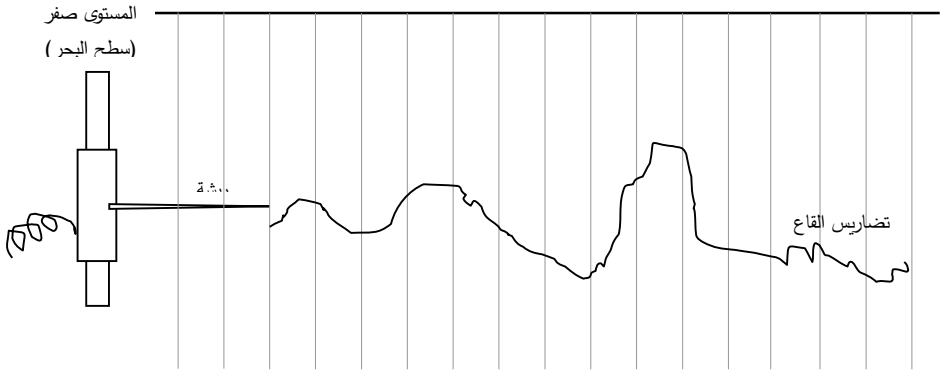
ولقد استخدمت هذه الأجهزة في البداية موجات صوتية ذات ذبذبة مسموعة تطلقها مطرقة كهرومغناطيسية ثم يتم استقبال الموجات المرتدة بواسطة سماعات في الأذن – وقد استعملت هذه الأجهزة في قياس أعماق حتى 8100 متر تقريبا .

بعد ذلك تطورت هذه الأجهزة لتستخدم الموجات الفوق صوتيه (Ultrasonic) و التي لا تستطيع الأذن العادية للإنسان أن تدركها ، هذه الذبذبات يتراوح مداها بين 15 – 20 كيلو سيكل في الثانية . ونظرا لضعف الإشارات المرتدة من هذه الأجهزه فقد تم تضخيمها قبل وصولها إلى جهاز الاستقبال و التسجيل ، ويعتمد تسجيل الإرشاد المرتدة (صدى الصوت) على استخدام مؤشر أو ريشه تتحرك فوق ورقة تسجيل ، وعند مرور المؤشر على علامة الصفر – تصدر نبضة صوتية تتجه إلى القاع ثم ترتد عنه ، ويكون المؤشر في هذخ الأثناء قد تحرك وقطع مسافة تتناسب طرديا مع الزمن الذي استغرقه الصدى للوصول إلى جهاز الاستقبال و بالتالي مع عمق الماء .



شكل 51: جهاز صدى الصوت لرسم القاع

ويمكن بواسطة ضبط سرعة الريشة التي يتم بها التسجيل تحديد المسافة بالأقدام أو القامات أو الأمتار ، وعادة ما يكون الخط الذي يمثل القاع على شكل نقط متتابعة تظهر جنبا إلى جنب لتشكل خطا سميكا يعطي تسجيلا مستمرا للقاع مظهرا كل مرتفع أو منخفض بدقة ، ويعلوه خط مستقيم يمثل سطح البحر ، وعادة ما يستخدم ورق التسجيل المعامل بمحلول يوديد البوتاسيوم و النشا – وعند ملامسة الريشة لسطح الورقة يحلل التيار الكهربي الذي يسري فيه اليود مظهرا نقطة بنية اللون من يوديد النشا .



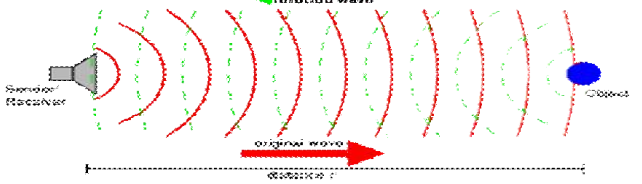
شكل (52): تضاريس القاع كما يوضحها جهاز صدى الصوت

وأهمية التعرف على طبيعة القاع وتضاريسه في عمليات الصيد هو بالإضافة إلى أهميته الملاحية بالنسبة لمراكب الصيد هو تحديد الأماكن التي يتم تشغيل شباك الجر القاعية و التي عادة ما تكون غالية الثمن ، و التي لا تستخدم إلا في القيعان الخالية من العوائق و الصخور .

8-6-2 استخدام أجهزة صدى الصوت في الكشف عن التجمعات السمكية

بدأ المشتغلون في مهنة الصيد في أوائل الثلاثينات ملاحظة أن هناك تسجيلات لصدى الصوت تنعكس عن أشياء توجد بين السطح و القاع ، ولقد سجل العالم Oscar sund هذه الظاهرة عندما اكتشف مرور فوج من أسماك الكود تم تسجيل مروره بواسطة جهاز صدى الصوت في منطقة لافونتين في شمال النرويج .

ومع نهاية عام 1933 وبعد مزيد من الدراسات كان هناك اقتناع بأن أجهزة صدى الصوت تستطيع الكشف عن التجمعات السمكية وتحديد العمق الذي توجد عنده هذه الأسماك بالإضافة إلى إعطاء فكرة تقريبية عن كثافة الأسماك ، وبعدها استمرت الجهود التطويرية لاستخدام الإمكانيات الضخمة التي أثبتتها هذه الأجهزة ، واستطاعت هذه الأجهزة تحديد مواقع الأفواج السمكية وتقدير أحجامها .



شكل 53: فكرة عمل جهاز صدى الصوت

8-6-3 التعرف على نوع الأسماك بواسطة صدى الصوت

اتجهت جهود العلماء بعد وضوح كفاءة هذه الأجهزة إلى تطويرها بواسطة استخدام صنفين أو أكثر من الذبذبات الفوق صوتية أو بواسطة تضييق الحزم الصوتية لتكثيف هذه الحزم التي يطلقها الجهاز لإعطاء فرصة أكبر للتعرف الأدق على كثافة الأسماك أو إمكانية الاستدلال على أنواعها . واتضح من خلال الأبحاث التي أجريت آنذاك أن السمكة الواحدة يمكنها أن تصدر أشكالا متباينة من الأصداء تختلف باختلاف ظروف التسجيل ونوع الجهاز المستعمل .

ولقد أوضحت التجارب أن الأكياس الهوائية في الأسماك تلعب دورا هاما في عكس الصوت فهي تعكس ما يقرب من 40% وحدها في الوقت نفسه فإن الأكياس الهوائية لا تشكل سوى ما يقرب من 5% من حجم السمكة كله ، الأمر الذي قد يفسر اختلاف طبيعة الصدى المرتد عن أسماك بها أكياس هوائية أو أخرى تخلو من هذه الأكياس ، إلا أنه ومن شكل التجمعات السمكية على أجهزة صدى الصوت يمكن التعرف المبدئي على أنواع الأسماك فمثلا أسماك البلشارد تغلب على أفواجها صفة الكثافة في أغلب الأحيان بينما أسماك الرنجة فإنها تظهر على شريط التسجيل على صورة نيازك يتراوح عرضها بين 50 متر إلى 2 كيلومتر وتمتد رأسيا إلى مسافات بين 10 – 200 متر .

8-6-4 دراسة سلوك الأسماك وعاداتها بواسطة جهاز صدى الصوت

قام معهد لوستوفت بتثبيت مركب أبحاث فوق فوج معين من الأسماك وذلك لمدة 24 ساعة متواصلة وقام بدراسة سلوك هذه الأسماك من حيث صعودها إلى السطح مع حلول الظلام وهبوطها إلى القاع مع الفجر ، وأيضا تم دراسة ردود الفعل التي تحدث للأسماك نتيجة لتعرضها لمؤثرات مختلفة مثل شدة الإضاءة و

الألوان ، فمثلا تلاحظ أن الضوء المفاجئ على الأسماك يجعلها تهرب ثم يعقب ذلك تجمعها وانجذابها للضوء .

8-6-5 الكشف عن الأسماك القريبة من القاع

لاحظ المهندسون أنه للحصول على تسجيلات مناسبة للأصداء التي تنعكس عن الأسماك يفضل استخدام حزم صوتية ضيقة تتراوح ذبذبتها حول 30 كيلو سيكل في الثانية بينما للحصول على صورة واضحة للقاع يلزم استخدام حزم صوتية واسعة تقل ذبذبتها عن 30 كيلوسيكل في الثانية.

ولقد واجه المهندسون صعوبة التمييز بين الأصداء التي تصدر عن تضاريس القاع و التجمعات السمكية التي تعيش على هذا القاع وتلاحظ أن شباك الجر لا تجد أسماك حيثما سجل جهاز صدى الصوت وجود تجمعات سمكية أو أحيانا يحدث العكس فيتم صيد كميات كبيرة من الأسماك في الوقت الذي تظهر فيه أجهزة صدى الصوت عدم وجود أفواج سمكية . واتضح أن الأجهزة التي ظهرت أولا في الأسواق لم تكن لديها القدرة على فصل الأصداء التي تصدر عن القاع عن تلك التي تصدر من الأسماك التي تعيش على القاع نفسه .

وقد تم التغلب على ذلك بواسطة وسيلة الخط الأبيض (White line) و التي تعتمد على وجود دائرة غالقة لا تعمل إلا استجابة لإشارات تزيد قوتها عن حد معين ، فإذا تم ضبطها على إشارات قوتها أعلى من أي أصداء يمكن أن تصدر عن الأسماك وتقل في الوقت نفسه عن تلك التي تصدر عن القاع لأدى ذلك إلى توقف عمل المضخم لفترة خاطفة 100/1 من الثانية بمجرد استقبال الصدى المنعكس من القاع ، فينتج عن ذلك ثغرة صغيرة تعلو العلامة التي يسجلها القاع وبتتابع هذه الثغرات يتكون خط أبيض يعلو مباشرة الخط الممثل للتضاريس الموجودة على القاع تعلوه مباشرة الأصداء المنعكسة عن الأسماك .

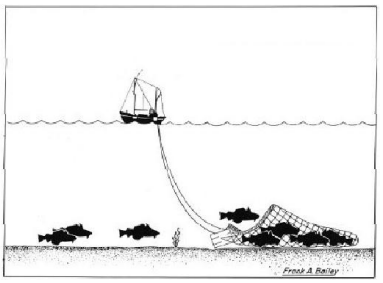
شكل 54: جهاز صدي الصوت للكشف عن الأسماك القريبة من القاع

وهناك طريقة أخرى ظهرت مع الأجهزة الحديثة تعتمد على وجود مضخم خاص له القدرة على تسجيل الأصداء القوية التي تنعكس على هيئة ظلال ثقيلة بينما التي تنعكس عن الأسماك تكون ظلال خفيفة وبهذا يمكن التمييز بين النوعين من صدى الصوت ، وقد تم تعديل هذه الظلال في الأجهزة الحديثة بأن تظهر ظلال القاع خفيفة وظلال الأسماك ثقيلة ، كما أن هناك أنواع ثالثة تظهر فيها الأصداء المنعكسة من القاع و الأسماك كظلال رمادية يفصل بينها خط أسود ثقيل يوضح بدقة سطح القاع .

وجهاز صدى الصوت له أهمية أساسية في الصيد في المياه المتوسطة بنظام الجر (Mid-water trawling) فبدونها لا يمكن لهذه الطريقة الصيد أن تكون ممكنة ، و منطقة عمل هذه الشباك هي المجال العريض بين السطح و القاع أي أن الشبكة لها القدرة على العمل في أي عمق توجد فيه تجمعات سمكية كما ويجب أن تتوافر في هذه الشباك القدرة على تغيير العمق أثناء عملية جر واحدة إذا ما فعلت الأسماك ذلك ، ولهذا فإنه يجب توفر عاملين لنجاح هذه الطريقة من الصيد هما:

- وسيلة تحديد العمق الذي تتجمع عنده الأسماك
- وسيلة لمتابعة الشبكة أثناء عملية الجر للتأكد من أنها تعمل على العمق المطلوب.

وتعتمد طرق الصيد على وجود جهاز صدى صوت عادي ملحق به وحدة إرسال واستقبال مثبتة في قاع المركب ، كما يثبت بالضلع العلوي لفوهة الشبكة (Head rope) عوامة صغيرة تحتوي على وحدة إضافية للإرسال و الاستقبال وتتصل بجهاز صدى الصوت على ظهر المركب بواسطة سلك تلغرافي مرن .



شكل 55: مركب تستخدم شبكة جر مع أجهزة التوجيه بصدي الصوت

يبدأ العمل باستخدام الوحدة الأولى للبحث عن التجمعات السمكية بالأسلوب المعتاد ، فإذا تم العثور على فوج سمكي يبدأ في إنزال الشبكة بملحقاتها الإضافية إلى العمق المحدد ، ثم يتم التحويل إلى الجهاز الثاني الإضافي الذي يتخذ من سقف الشبكة نقطة الصفر وتحتها يظهر على جهاز التسجيل الضلع السفلي للفوهة ثم القاع بالإضافة طبعا لتجمعات الأسماك .

بهذه الطريقة يمكن تحديد ارتفاع الشبكة عن قاع البحر بالإضافة إلى إعطاء صورة واضحة عن طريقة أدائها وموقعها بالنسبة للفوج السمكي المراد صيده مما يمكن من تغيير وضعها إذا لزم الأمر .

8-6-6 الكشف الأفقى عن الأسماك Horizontal fish detection

كانت كل المحاولات السابقة تعتمد على استخدام أجهزة صوتية للكشف عن التجمعات السمكية بإطلاق حزمة من الموجات الصوتية رأسيا في اتجاه القاع – بعد ذلك تم استحداث استخدام أجهزة أطلق عليها ال Echo-ranging device أو السونار (Sonar) وتعتمد الفكرة على وجود وحدة الإرسال الصوتية على رأس متحركة تدور على شكل كرة في مختلف الاتجاهات و على مسافات شاسعة حول المركب .

وأهم مميزات السونار هو قدرته على التعرف على كل ما حوله ، و الجدير بالذكر هنا أن الموجات التي يرسلها السونار وخاصة الأفقية منها تتأثر بعوامل كثيرة أهمها صعوبة التحكم في مسار الصوت في الماء ، فمن المعروف أن شعاعا من الصوت يطلق أفقيا في الماء يتعرض للتقوس و الانثناء إلى أعلى أو إلى أسفل حسب توزيع درجات الحرارة و العمق مما يؤثر على المدى الأقصى الذي تؤثر عنده هذه الموجات ، فمثلا في الشتاء يمتد تأثير السونار إلى ما بين 2000 – 2500 متر بينما في الصيف لا يتجاوز مداه 1000 متر .

كما وأن الأصداء التي تنعكس عن الأسماك خاصة المناطق قليلة الغور و التي يقل عمقها عن 30 – 50 مترا فإن الصوت ينعكس من الصخور و التي

تشتت الصدى فينعكس في اتجاهات عدة وقد يضيع الصدى الصادر عن الأسماك وسط هذه الأصداء إن لم يكن تردده عال بدرجة كافية لتمييزه.

وتشغيل أجهزة السونار ليس بالبساطة التي تعمل بها أجهزة صدى الصوت لذلك قامت الشركات المنتجة بتزويد المستخدمين بكتيبات توضح كيفية استخدام هذه الأجهزة.

ويمكن تقسيم استخدام أجهزة السونار في عمليات الصيد بالجر على المراحل التالية:

المرحلة الأولى:

يتم إدارة السونار ذاتيا ليمسح البحر أمام السفينة مستخدما الحزم الأفقية الضيقة (بعيدة المدى) ، وبفرض أنها قد اكتشفت ثلاث أفواج سمكية على بعد 1000 متر إلى الأمام بمجرد العثور عليها وتحديد مكانها يتم إغلاق المفتاح الذاتي وتشغيل الجهاز يدويا لإحكام توجيه الحزم الصوتية بحيث يتم الاحتفاظ بالصلة مع الأفواج الثلاثة وتتجه السفينة إلى موقع الأسماك.

المرحلة الثانية:

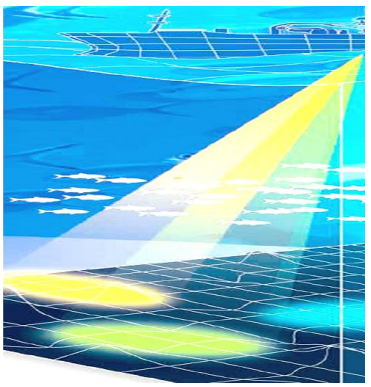
عند اقتراب السفينة من الأسماك يتم الاستغناء عن الحزم الضيقة ويستعاض عنها بالحزم العريضة العميقة ومازال الجهاز يدار باليد.

المرحلة الثالثة:

بمجرد وصول السفينة إلى موقع الأسماك يتم تشغيل جهاز صدى الصوت العادي لحفظ الصلة مع الأفواج الثلاثة في حين توجه الحزمة الصوتية العميقة إلى الخلف وتبتعد السفينة عن الهدف قاطرة خلفها شبكة الجر على بعد كبير منها.

المرحلة الرابعة:

يتم التقاط الأفواج السمكية بواسطة السونار العميق الحزم ، ثم تتحكم السفينة في مسارها حسب ما يبينه السونار من تغيرات في موقع الأسماك إلى أن يتم الإطباق عليها تماما.



شكل 56: استخدام حزم السونار في تحديد الأفواج السمكية

8-6-7 استكشاف أسماك الرنجة بواسطة الطائرات

تمتاز مصايد الرنجة بالتجمعات الكثيفة واتجاه أفرادها إلى الصعود نحو سطح المياه بعد غروب الشمس وقبل الشروق بوقت قليل مما يمكن من رؤيتها بالعين المجردة وتحديد موقعها.

ويمكن مشاهدة الأفواج من على سطح المركب على مسافة قد تصل إلى خمسة أميال بحرية تطفو على سطح الماء على هيئة بقع سوداء ولا يتجاوز المدى الأفقي للفوج عن 100 متر مربع بينما عمقه يصل إلى 30 – 40 مترا وقد يكون قليل العمق ولكنه يتوزع على امتداد أفقي كبير.

وكنتيجة لإمكانية الخطأ الراجع لانخفاض الفترة التي تصعد فيها الأسماك إلى السطح وفيما يختص بأجهزة صدى الصوت فقد أدت كثافة التجمعات السمكية وضيق نطاق انتشارها الأفقي إلى قلة جدواها خاصة في المساحات الواسعة من البحر مما يجعل الفرصة أحسن لاستخدام أجهزة السونار، ويلجأ الأيسلنديون لاستخدام المراقبة بالطائرات لتكملة هذا النقص ومراقبة أفواج الأسماك و إبلاغ مواقعها إلى سفن الصيد بطريق اللاسلكي وتحديد أحجامها التقريبية.

8-6-8 استخدام الأقمار الصناعية للكشف عن تجمعات الأسماك

كما وسبق ذكره فإن التطور في علوم الصيد كان مرتبطا بشكل رئيسي بتطور العلوم البحرية خلال الحربين الأولى و الثانية ، وقد كان من بين العلوم التي تطورت هي علوم الاستشعار عن بعد (Remote sensing) و التي هي عبارة عن اكتساب معلومات عن موضوع أو أحداث معينة عن طريق قياسات ثم أخذها من بعيد أو بعبارة أخرى هي عبارة عن تحليل بيانات أو معلومات تم الحصول عليها بواسطة أجهزة محمولة بعيدا عن الأرض داخل أو خارج الغلاف الجوي.

وعلى الرغم من أن التحديد المباشر للتجمعات السمكية هو أهم الأهداف التي يرجى تحقيقه إلا أنه أيضا من أصعب الأمور ، و التحديد النظري (باستخدام النظر) للتجمعات السمكية كما سبق ذكره يستخدم بنجاح مع بعض الأنواع السمكية البلاجية مثل الأنشوجة وأسماك السيف و المانهادن و التونا.

ولقد استخدمت ظاهرة التألق الحيوي (Bioluminescence) منذ قرون عديدة بواسطة الصيادين للتعرف على التجمعات السمكية ، وهذه الظاهرة هي عبارة عن ابتعاث ضوئي يحدث في بعض أنواع الطحالب عندما يتم تبعثر أو تعكر بواسطة حركة الأسماك .

ولقد تم تجهيز الوحدات التي تقوم بالاستشعار عن بعد بوحدات تصوير تلفزيوني ذات قدرات على التقاط هذه الأضواء الخافتة وتحويلها إلى موجات أكبر يمكن رصدها وتحديد كميات الأسماك بناء عليها وتسمى هذه الوحدات بالـ (LLLTV) أو Low Light Level Television .

و الكشف المباشر عن التجمعات السمكية ربما يكون صعبا لذا يتم الاستعاضة عنه عند الاستشعار من بعد عن طريق تسجيل التغيرات التي تحدث في المحيطات و البحار و عمل خرائط مسوحية ، وتحديد التغيرات في لون المياه من الأزرق إلى الأخضر ربما يخدم كدليل على زيادة الطحالب و المرتبط بها وجود الأسماك ، وقدرة الاستشعار عن بعد أنها يمكن أن تقوم بدراسة مساحات واسعة من المحيط وتسجيل التغيرات التي تحدث فيها.

كما وأن قدرة هذه الأجهزة على قياس درجات الحرارة و التغيرات فيها يمكنها من تحديد توزيع الأنواع السمكية المختلفة، وأيضا تحديد مناطق التقاء التيارات البحرية المختلفة خاصة بين التيار الدافئ و التيار البارد حيث تتواجد أنواع سمكية عديدة.

وباستخدام الأقمار الصناعية في عمليات الرصد أمكن التغلب على العديد من المشاكل التي كانت تواجه الرصد بواسطة الطائرات ، فبواسطة الأقمار الصناعية أمكن رصد مساحات كبيرة على مرة واحدة مع متغيرات بيئية مختلفة وعادة لا تخضع الأقمار الصناعية للأخطاء البشرية فلها برامج محددة مسبقا و لا تخضع لأي تغيرات بيئية تؤثر على عمليات الرصد.

وتستخدم الأقمار الصناعية مدارات محددة حول الكرة الأرضية :

- فوق خط الاستواء – وتستخدمه الأقمار الصناعية المخصصة للاتصالات
- فوق القطبين – وهو يمر بين قطبي الأرض الشمالي و الجنوبي وتستخدمه الأقمار الصناعية المخصصة لمراقبة الأرض
- قريبة من القطبين وهي تدور إما بزاوية حادة أو منفرجة حول الأرض

وتقوم الأقمار الصناعية برصد نفس المكان العديد من المرات في اليوم الواحد فمثلا القمر الصناعي Landsat-4 له زاوية ميل حول الأرض قدرها 98.3 وهو على بعد 687 كيلومتر من سطح الأرض ، ويمر على خط الاستواء كل

98.5 دقيقة وفي هذه الأثناء تكون الأرض قد تحركت بمقدار **S** كيلومتر والأخيرة يمكن تحديدها بالقانون التالي:

$$S= (2 \prod R/ T) 98.5 = 2752 \text{ km}$$

حيث :

= R نصف قطر الأرض6400 km =

= T الزمن بالدقيقة.1440 min = (24 X 60) =

وفي هذه الحالة يلف القمر الصناعي حول الأرض في اليوم الواحد عددا من الدورات يساوي عدد الدقائق في اليوم مقسومة على زمن اللفة الواحدة :

1440/ 98.5 = 14 revolutions/ day.

8-6-9 نظام تحديد الموقع الدولي(Global Positioning System, GPS)

ويتكون هذا النظام 24 قمرا صناعيا حول الأرض هذه الأقمار تتيح لكل شخص لديه جهاز استقبال (GPS) أن يحدد موقعه وارتفاعه على أي جزء من الأرض ، وباستخدام هذا النظام و المتصل مباشرة بمراكب الصيد تستطيع المراكب تحديد مواقع الأسراب السمكية و اتجاهاتها و توقع مساراتها في البحار الأمر الذي يسهل من عمليات الصيد ويقلل الجهد المبذول في البحث .

8-7 وسائل وطرق صيد الأسماك

تطورت الأدوات المستخدمة في صيد الأسماك على مدى التاريخ إلا أن هذا التطور كان بطيئا نتيجة لمحافظة المشتغلين بهذه المهنة على أدواتهم التقليدية ، ويمكن سرد ملخص تاريخي للأدوات المستخدمة في المراحل المختلفة:

استخدم الإنسان يديه في صيد الأسماك وذلك في المناطق التي انحسر عنها المد وترك بها بعض الأسماك على الشواطئ

استخدم الإنسان بعد ذلك الرمح لصيد الأسماك في المياه التي لا يصلح فيها الصيد باليد ، بعد دلك ظهرت الحربة ذات الطرف المزود بشوكة.

ثم استخدم الخيط المربوط في نهايته عظمة أو شوكة نباتية و الأولى عبارة عن قطعة صغيرة من العظم مدببة الطرفين ومربوطة من الوسط بالخيط تبتلعها الأسماك فتقف في حلقها وتنغرس فيه و التي تطورت إلى السنارة الحديد.

استخدم الإنسان بعد ذلك الشباك و التي تعتبر آخر مراحل تطور أدوات صيد الأسماك.

8-7-1 تصنيف وسائل وطرق الصيد

تغيرت بعض وسائل الصيد بصورة قليلة عما كانت عليه منذ آلاف السنين في حين أن هناك بعض التقنيات المستخدمة حاليا تعمل على مفاهيم اكتشفت

بالبحث العلمي المكثف واستخدام أجهزة معقدة ، وتقسم وسائل وطرق الصيد المعمول بها في أوروبا إلى 13 مجموعة رئيسية لها مسمياتها باللغات الأوروبية المختلفة هذه المجاميع هي:

- الصيد بدون وسيلة
- الصيد بالأسلحة الجارحة
- الصيد بإفقاد الوعي
- الصيد بالتخبط
- الصيد بالمصايد الثابتة
- الصيد بالمصايد الثابتة للأسماك القافزة
- الصيد بشباك الأكياس ذات الأفواه المثبتة
- الصيد بوسائل الجرف
- الصيد بشباك الجرف
- الصيد بشباك الإحاطة
- الصيد بشباك الغمر و الرفع
- الصيد بالشباك الساقطة
- الصيد بالشباك الخيشومية وشباك التخبط

ويقوم آخرون بتقسيم وسائل الصيد إلى ثمانية مجاميع رئيسية:

- الحفارات اليدوية و المجمعات
- وسائل الجرف
- الرماح
- وسائل إفقاد الوعي
- السنانير
- شباك التخبط الثابتة
- المطوقات الثابتة
- شباك الإحاطة المتحركة

كما أن هناك 4 طرق لتصنيف الصيد باستخدام السفن:

- وسائل للقطر أو الجرف
- وسائل للإحاطة
- وسائل صيد ثابتة
- وسائل متنقلة

اختيار طريقة ووسيلة الصيد:

يتم تحديد وسيلة الصيد بناء على مجموعة من العوامل تتدخل لاختيار الطريقة و الوسيلة المستخدمة في صيد نوع محدد في منطقة محددة يعتمد هذا الاختيار على ما يلي:

1- النوع المطلوب صيده

فلكل نوع سمكي عاداته وحركاته وردود أفعاله تجاه المحفزات ، فنجد أن السرطانات و المحار تتواجد في القاع وأسماك مثل الكود تتواجد قرب القاع بينما أنواع بلاجية مثل الرنجة و التونة وأبو سيف فهي تتواجد في أي مكان ما بين القاع و سطح البحر ، فالأنواع القاعية يتم استخدام وسائل صيد تعمل على القاع بينما الأسماك البلاجية فغالبا ما يتم صيدها باستخدام وسائل لا تمس القاع.

وتختلف أماكن تواجد الأسماك باختلاف درجة الحرارة و الفترة من اليوم وتوافر مصادر الغذاء فأسماك مثل الرنجة و التونة و الأنشوجة تتجمع في قطعان كثيفة يمكن صيدها بالجملة بينما هناك أسماك أخرى مثل الفلاندر فهي تعيش مبعثرة أو في تجمعات صغيرة.

2- القيمة الفردية

بعض الأسماك تكون أفرادها ذات اقتصادية عالية أو متوسطة أو منخفضة ، وتختلف هذه القيمة تبعا للمناطق المختلفة من العالم حسب العادات و التقاليد و التفضيل فمثلا أسماك السالمون و التونة وأبو سيف أسماك ذات قيمة فردية عالية بينما أسماك كالمستخدمة في التصنيع مثل الهيرنج والذي يصنع منه مسحوق السمك فهي أسماك منخفضة القيمة بينما الأسماك التي تستخدم في التصنيع مثل أسماك موسى تعتبر عند استهلاكها طازجة أو مجمدة فهي متوسطة القيمة إلا أنها تصبح قليلة القيمة إذا ما تم استخدامها على صورة صوابع أسماك أو عرضها على هيئة قطع .

وتستخدم وسائل الصيد الفردية عادة مع الأسماك كبيرة الحجم.

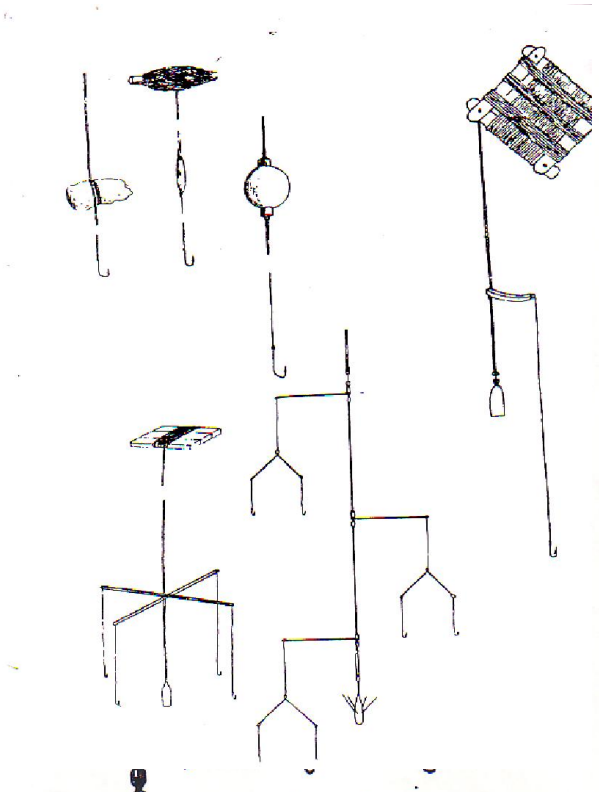
3- عمق المياه

يؤثر عمق الماء على اختيار وسيلة الصيد حيث أن وسائل الصيد المختلفة يتم تصميمها للعمل على أعماق معينة وفيه تستخدم على نحو نموذجي .

4- خصائص قاع البحر

بعض وسائل الصيد وخاصة التي تعتمد في فعاليتها على الحركة على القاع تكون عرضة للتلف بسبب قاع البحر الصلب أو المتعرج أو حتى الخشن وعادة ما يتم وضع وسائل صيد ثابتة لتفادي مثل هذه المشاكل .

و الجدير بالذكر فإن اختيار وسيلة وطريقة الصيد تعتمد بشكل أساسي على العوامل الاقتصادية فأي وسيلة تقنية مقبولة تحقق الهدف الاقتصادي منها وتحقق كميات صيد كبيرة من الأسماك تعتبر هي بالتأكيد أفضل الوسائل .



شكل 57: أشكال مختلفة للخيوط اليدوية المستخدمة في الصيد بالسنارة

وفكرتها تعتمد على توجيه حركة الأسماك بصورة محددة في اتجاه وسيلة الصيد المستخدمة وعادة ما تكون الشباك ، بعد ذلك يتم سحب الشباك و الحصول على الأسماك ، وتعتبر وسيلة الصيد بالتخبط من وسائل الصيد السلبية ، إذ أنها لا تسعى للأسماك لاصطيادها بل تبقى الشباك ثابتة في مكانها حتى تصطدم بها الأسماك مستغلة بعض الظواهر في حياة الأسماك اليومية خاصة البلاجية عند صعودها في الظلام ، وهذه الشباك تعمل عن طريق أن الأسماك عند اصطدامها بها فإنها ستحاول المرور إلى الجهة الأخرى من الشباك ، وإذا لم تنجح الأسماك وحاولت العودة فإنها تحتجز في الشبكة وكلما زادت السمكة من المقاومة كلما ذادت ميكانيكية الشباك في حجز السمكة .

ويتم تقسيم شباك الصيد بالتخبط إلى :

- الشباك الخيشومية
- شباك خيشومية ثابتة
- شباك خيشومية طافية
- شباك خيشومية هائمة
- شباك التخبط
- شباك المحير أو الكنار

و النوعين من الشباك الأول و الثاني تمتاز بأنها مفردة الطبقة في حين تكون شباك النوع الثالث ثلاثية الطبقات.

8-7-1-2 الشباك الخيشومية (Gill nets)

وهي على أبسط صورها عبارة عن طبقة مفردة يتم تثبيتها من أعلى ومن أسفل بواسطة حبلين بحيث يكون طول الشبكة بالنسبة لطول الحبل 3 : 2 ويثبت في الحبل العلوي (حبل الرأس) قطع من الفلين أما الحبل السفلي (حبل القدم) فيثبت فيه مجموعة من الأثقال (من الرصاص) ووظيفتهما هو الاحتفاظ بوضع الشبكة عمودي عند فردها في المياه .

و بالنسبة للشباك الخيشومية القاعية فإن وزنا من الرصاص زائد يستخدم لتثبيت الحبل السفلي على القاع ، عند طرفي الشباك تكون هناك علامات طافية لتوضح موقع وامتداد الشبكة وتسمى هذه العلامات الـ Buoys.

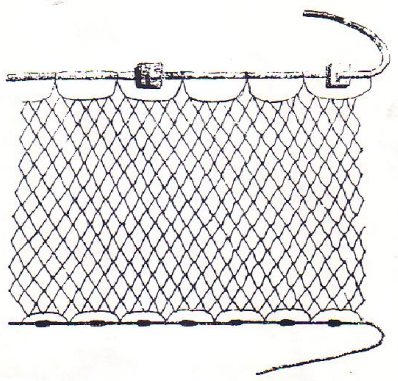
ويمكن ربط مجموعة من الشباك الخيشومية و التي تشكل أحيانا الواحدة منها عدة مئات من الأقدام لتشكل قطارا أو أسطولا من الشباك وتأخذ الشكل المنحني بفعل الأمواج .

ويمكن التحكم في عمق الشباك المستخدمة عن طريق حبل الرأس و المربوط في نهاية الشباك ، وهناك طريقة شائعة يستخدمها كثير من صياد ي العالم وذلك عن طريق الاستفادة من ظاهرة المد والجزر وذلك عن طريق تثبيت الشباك الخيشومية عند أدنى جزر ويتم تغطيتها عند المد ، وعند قدوم الجزر التالي تنحسر المياه وتتعلق الأسماك بالشباك .

وتستخدم الشباك الهائمة في كل أنحاء العالم ويتم صيد أسماك الساردين و الرنجة و السالمون و التونة ومن أهم صفاتها أنها تكون غير مرئية وعادة ما تستخدم ليلا وتمتد لعدة كيلو لترات ويثبت عن طرفها الطلق عوامة إرشادية .

8-7-1-3 شباك التخبط (Tangle nets)

يعتبر وجه الاختلاف الأساسي بين الشباك الخيشومية وشباك التخبط هو طول الحبل ، ففي حالة شباك التخبط يكون طول حبل الرأس إلى الشبكة كنسبة 2 : 1 أي أن كل 10 متر حبل يعلق فيها 20 متر من الغزل ، وعلى هذا الأساس فإن فتحات الغزل لا تأخذ الشكل المعين بل تتدلى الشبكة بصور سائبة وعند دخول الأسماك برأسها في الشبكة فإنه يتم إمساكها بطريقة مباشرة مثل الشباك الخيشومية – حيث تتشابك الشباك مع الأشواك الزعنفية وكلما حاولت السمكة الهروب زاد تشابكها وقلت فرصتها من الإفلات ، وتزداد فرصة اشتباك الأسماك بشباك التخبط كلما كان هناك على جسمها تراكيب بارزة مثل الأشواك و الأشعة الزعنفية .



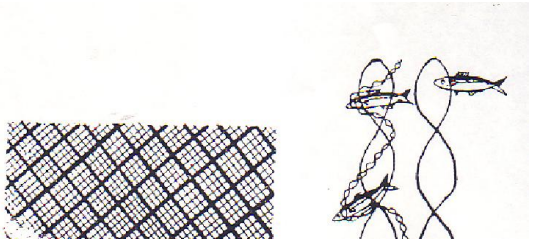
شكل 30

(لاحظ طول الشبكة بالنسبة لطول حبل الرأس)

8-7-1-4 شباك المحير أو الكنار (Trammel nets)

وهي عبارة عن شبكة عادية ذات فتحات صغيرة متداخلة بين نوعين آخرين من الشباك ذات فتحات واسعة وتكون الشبكة الداخلية سائبة – وعند اصطدام السمكة بالشبكة فإنها تدفع الشبكة الداخلية ذات الفتحات الصغيرة بين فتحات الشبكة الواسعة ويتكون بهذا كيس يحبس السمكة بداخلة .

هناك أيضا شباك محير تسمى (Flue net) وهي عبارة عن حائط عمودي سائب من الشباك تتصل بحبل الرأس عوامات و الأرضي أثقال فتحافظ على وضعها العمودي في المياه ، ويتم سحبها بواسطة زورق صغير بزاوية مع الشاطئ ويتم استخدام أداة صوتية لإزعاج الأسماك فتساق إلى الشبكة ويتم سحبها بسرعة .



شكل 61: شبكة الكنار (المحير) لاحظ نوعي الشباك المستخدمة

8-7-1-5 الصيد بالترغيب أو الاجتذاب

وفيه يتم استخدام طعوما حقيقية أو صناعية لجذب الأسماك نحو وسيلة الصيد و التي عادة ما تكون في هذه الحالة السنارة – بحيث تبتلع الأسماك السنارة المختفية داخل الطعم و الذي يصعب إخراجه مرة أخرى ، و الجدير بالذكر أن وظيفة السنارة الرئيسية هي منع خروج الخيط من فم الأسماك مرة أخرى بعد ابتلاعه .

وتستخدم الخيوط إما بواسطة مرساه أو تترك هائمة بين السطح و القاع ، وتعتبر الخيوط وسيلة صيد للأسماك منفردة – قد يحدث أحيانا أن يتم صيد الأسماك بالسنارة ليس عن طريق الفم فهناك سنارة اللطش (Rip hooks) وتستخدم لصيد أنواع محددة وذلك عن طريق نصب خيط طويل عبر طريق الأسماك بحيث أن الأسماك تصيد نفسها بنفسها أثناء مرورها حول الخيوط .

كما تستخدم مصايد ثابتة يوضع بداخلها طعم يدخل إليه الأسماك ويصعب خروجه منها .

8-7-1-6 الصيد بخيوط السنارة (Hook lining)

وهي تعتبر أشهر طرق الصيد لدى الهواة ولكن أكثرها إنتاجية هي الخيوط الطويلة ، ويمكن تقسيم الصيد بالخيوط إلى:

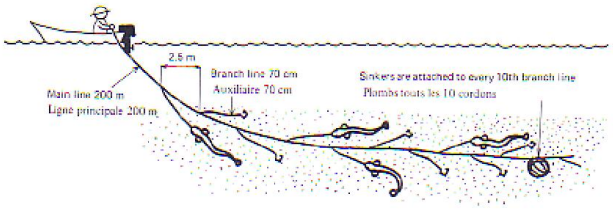
- يدوية
- باستخدام القصبة
- الخيوط الطويلة
- الخيوط القصيرة

والأولى تستخدم فيها اليد من فوق مركب صيد أو قارب ويربط فيه عوامة من الخشب أو الفلين حتى لا تلامس السنارة القاع ، كما تستخدم أحيانا ثقالات من

الرصاص وبزيادة عدد السنانير في الخيط كلما زاد ثقل الرصاص ، ولمنع الخيوط من الالتفاف حول نفسها (الخيط الفردي على الخيط الرئيسي) فإنه يوضع فوق الثقل بقليل مدور (Swirel) أو مانع التفاف (Anti-kink) مصنوع من المعدن.

أما النوع الثاني فيمتد بوجود القصبة وهي أشهر الطرق المعروفة كما سبق الشرح بالنسبة للهواة .

أما النوع الثالث فيستخدم لصيد الأسماك البلاجية أو القاعية ذات القيمة الفردية العالية مثل أبو سيف أو الهليبوت أو الكود ، ويصل طول الخيط إلى عدة أميال به سنانير مطعمة مشدودة على مسافات من 0.5 – 2.5 متر ، وتثبت إما في عمق مطلوب أو على القاع ويكون هناك عوامة إرشاد.

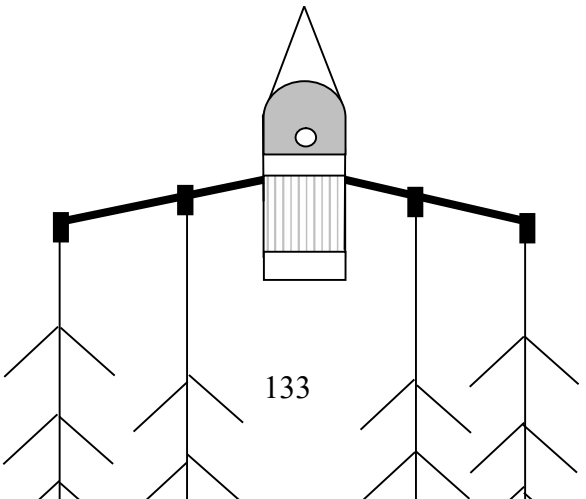


شكل 62: خيوط الصيد

أما النوع الأخير فهي تستخدم لصيد الأسماك الصغيرة نسبيا ويكون فيها عدد السنانير أكبر بكثير من الموجودة في الخيط الطويل .

8-7-1-7 الصيد بجر خيوط السنارة

وهي تمتاز بصيد الأسماك البلاجية السريعة ذات القيمة الفردية العالية مثل التونة والساردين ، وفيها يتم سحب عدد كبير من الخيوط المزودة بسنانير مطعمة ن وترتب بحيث لا تتشابك مع بعضها ، وتُستخدم عادة مراكب صغيرة لهذه الطريقة وتبحر المركب خلال منطقة الصيد بسرعة عقدة أو عقدتين .



شكل 63: الصيد بجر خيوط السنانير

8-1-7-8 شباك الجر (Trawling nets)

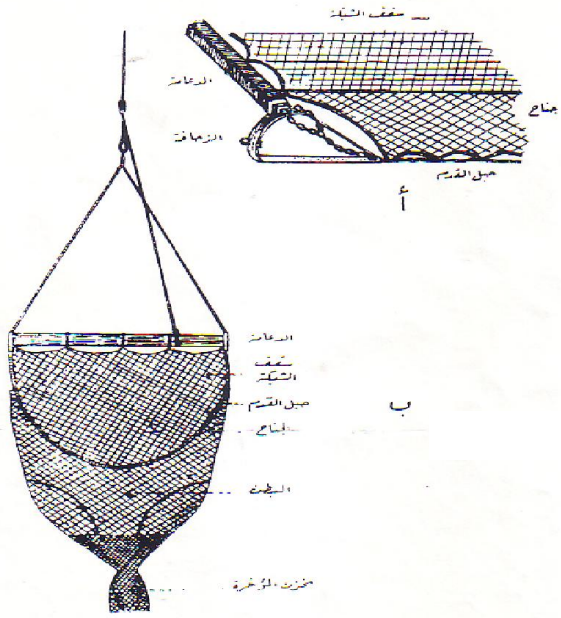
يعتبر الصيد بشباك الجر هو أهم طرق الصيد بالمطاردة بل وأكثرها كفاءة وهو يعتمد على سحب الشباك عبر الماء لفترة زمنية تظل فيها فتحة الشباك مفتوحة إما باستخدام براويز أو دعامة أو باستخدام عوامات أو ألواح .

و الأنواع الرئيسية للصيد باستخدام شباك الجر هي :

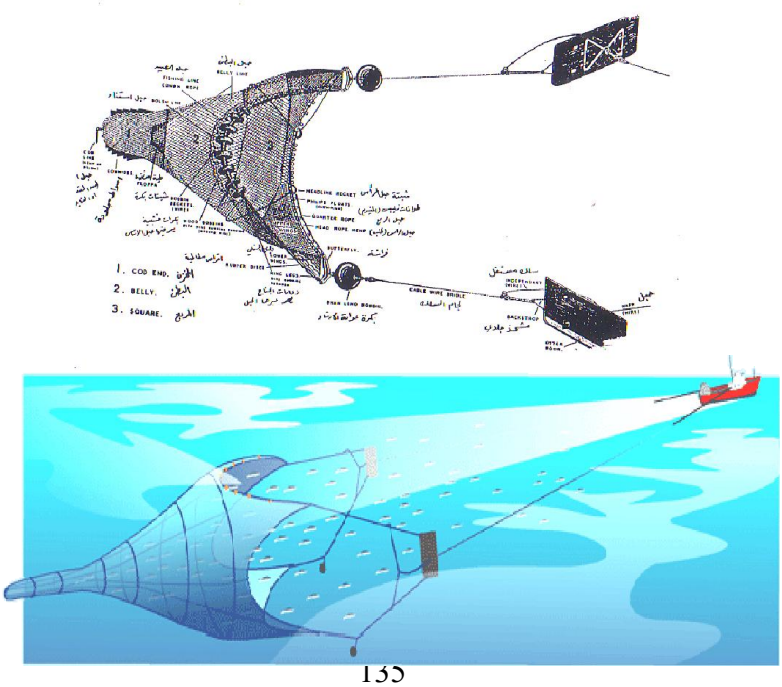
1- الصيد باستخدام جرافة الدعامة الخشبية (Beam trawl)

وهي من أقدم وسائل الجر في العالم وقد استخدمت بواسطة المراكب الشراعية ، وفيها تقوم دعامة خشبية مدعمة من طرفيها بإطار حديدي يكون الضلع العلوي لفتحة الشبكة وبذلك تظل مفتوحة بصفة مستمرة عن طريق الزحافتين اللتان تكونتا بواسطة الإطار الحديدي ويتصل بالدعامة الخشبية حبل الرأس من مركزها وطرفيها وتعتمد طريقة تشغيل هذه الشباك على سحب الشباك خلف المركب لمدة زمنية ؛ ثم استعادتها ورفعها إلى المركب وتفريغ ما تم صيده من أسماك ، وعادة ما ترتفع العامة الخشبية و التي يكون طولها حوالي 25 قدم بمقدار قدمين إلى ثلاث أقدام .

شكل 64: شباك الجر



شكل 65: شباك أوتار القاعية للجر (Bottom otter trawl)



شكل 66: شباك الجر في المياه المتوسطة (للاحظ ألواح أوتر)

8- 8 أشكال لبعض المراكب المستخدمة في نظم الصيد المختلفة

شكل 67: مركب جر حديثة

شكل 68 :مركب جر- مصنع للأسماك (سفينة أم)

شكل 69: مركب جر صيد تقليدي مصنوع من الأخشاب

شكل 70: مركب جر صيد متوسط مصنوع من الأخشاب يستخدم في صيد الجمبري

شكل 71: مركب صيد يستخدم لقاعدة الجر – لاحظ أذرع الجر

الباب التاسع
عناصر جودة المياه

9-1 المقدمة

تعتبر المياه هى أحد أهم عناصر صناعة الاستزراع السمكي حيث تمثل حجر الأساس فى تلك الصناعة لأنه بدون توافر المياه المناسبة من حيث خصائصها الطبيعية والكيماوية والبيولوجية فإنه يصعب، بل قد يكون مستحيلاً، إقامة مزرعة سمكية. وبالنسبة للخصائص الطبيعة فهى خصائص غير ممكن التحكم فيها إلا فى ظروف خاصة مثل اختيار موقع المزرعة أو من خلال تصميم الأحواض . أما المواصفات الكيماوية والبيولوجية فإنه يمكن إلى حد ما التحكم فيها عن طريق بعض المعاملات والإضافات التى يمكن أن تغير من كيمياء وبيولوجيا المياه. كما أنه لا يمكن بحال من الأحوال إغفال أهمية كمية المياه اللازمة في حال

ملاءمتها من حيث النوعية إذ ينبغي أن يكون مصدر المياه متوافراً باستمرار وبكمية تغطى احتياجات المزرعة فى أى وقت.

إدارة مياه الأحواض: ونعنى بها اتخاذ التدابير المناسبة لتحسين نوعية تلك المياه أو علاج بعض عيوبها كى تكون أكثر ملامة لإنتاج الأسماك ، وجدير بالذكر أن الإجراءات التي تطبق فى مجال الاستزراع السمكى بغرض تحسين وعلاج نوعية المياه مقتبسة أساسا من مجالات زراعية أخرى منها المحاصيل النباتية والتى يستخدم فيها التسميد العضوى والمعدنى كما يستخدم فيها محسنات التربة مثل الجير والجبس الزراعى ، وهناك ممارسات أخرى مأخوذة من المجال الصحى مثل إضافة المطهرات للوقاية من الأمراض أوعلاجها ، كما تجرى أيضا بعض الأبحاث لاستحداث إجراءات جديدة من أجل تحسين نوعية المياه أو علاج بعض المشاكل مع الأخذ فى الاعتبار الغرض الرئيسى ألا وهو الإنتاج السمكى ، وينبغى الأخذ فى الاعتبار أن أى إجراء يستهدف تحسين المياه قد ينجح في إقليم معين بينما لا ينجح فى إقليم أخر مختلف فى طبيعة المناخ أو طبيعة مصادر المياه فيه ، كذلك ينبغى أن ندرك أن بعض الإجراءات التى يمكن تطبيقها بأقل تكلفة على نطاق ضيق قد يصعب تطبيقها على نطاق واسع لأسباب مختلفة. لذلك عندما نعلم عن طريقة ما لتحسين نوعية المياه لا ينبغى أن نسارع إلى تطبيقها حرفياً حتى نعلم الظروف التي طبقت فيها وعلى أى نوعية من المياه تم إجراءها واتخاذها كدليل لنا فى الظروف الخاصة بنا بحيث نطبق منها ما يناسبنا أو ندخل تعديلات عليها لتلائم الظروف الخاصة بنا.

9-2 مصادر المياه:

يعتبر توفر المياه هو العنصر الرئيسى المحدد لعملية إنتاج الأسماك تجاريا عن طريق الاستزراع. كذلك فإن نوعية المياه فى حالة توافرها تعتبر من العوامل المحددة لنجاح الموقع للاستخدام فى حالة الاستزراع السمكى حيث أن الخصا ئص الطبيعية والكيما ئية للمياه ترتبط أساسا بأصل المصدر المائى. وبالتالى فإن القرار النهانى لاختيار موقع ما لاستغلاله فى الاستزراع السمكى يرتبط بكلا العاملين: وفرة المياه وجودتها.

أهم مصادر المياه التى يمكن استخدامها لأغراض الاستزراع السمكى هى:

1- مياه الأنهار والبحيرات.

2- مياه قنوات الرى والمصارف الزراعية.

3- المياه الجوفية (الآبار).

4- مياه البحار.

من الثابت أهمية مصادر المياه عند اختيار موقع إنشاء المزرعة حيث أنه من العوامل المحددة لاختيار الموقع ، فكلما كان مصدر المياه قريباً من الموقع وبكميات وفيرة كلما كان ذلك أفضل لإنشاء المزارع كذلك إذا كان الحصول على المياه من هذا المصدر سهل كلما كان ذلك أفضل من حيث التكلفة عند الإنشاء والتشغيل.

9-2-1 مياه الأنهار والبحيرات

تعتبر مياه الأنهار والبحيرات (المياه السطحية) من أهم وأفضل مصادر المياه للاستزراع السمكى من حيث جودتها وملائمتها وسهولة الحصول عليها وقلة التكلفة بشرط خلوها من الملوثات والمخلفات الصناعية والزراعية ، وتتميز هذه المصادر بأنها ذات مياه جارية متجددة باستمرار ، كذلك تحتوى على العديد من العناصر الغذائية الطبيعة المفضلة للأسماك ، إلا أنه فى كثير من الحالات يحظر استخدام مياه الأنهار فى أغراض الاستزراع السمكى ، أما بالنسبة لمياه البحيرات فإن جودتها سوف تتوقف إلى حد كبير على البحيرة ولهذا فإننا نتوقع تباين جودة المياه إلى حد كبير تبعا لحالة البحيرات.

9-2-2 مياه قنوات الرى والمصارف الزراعية

وهى في الغالب أيضا مياه ملائمة جدا للاستزراع السمكى من حيث خصائصها الكيميائية ووفرة الغذاء الطبيعى بها وذلك لكون قنوات الرى فى الغالب فروع صغيرة للأنهار تم شقها صناعيا بغرض توصيل المياه للأراضى الزراعية. كذلك تعتبر المصارف الزراعية في أغلب الأحيان ملائمة للاستزراع السمكى

لخصوبتها حيث تتوافر بها بقايا الأسمدة الزراعية وذلك بشرط خلوها من الملوثات الكيماوية كالمبيدات الحشرية وغيرها من المخلفات ، ولكن أيضا فى بعض المناطق لا يسمح باستخدام قنوات الرى لأغراض الاسترزاع السمكى خوفا من استنزاف تلك المصادر المائية وبالتالى عدم كفايتها لأغراض رى المحاصيل الزراعية ، ولذلك تستخدم المصارف الزراعية لغرض الاسترزاع السمكى.

9-2-3 المياه الجوفية (مياه الآبار)

تعتبر واحدة من أهم مصادر المياه للاسترزاع السمكي خاصة حين يتعزر الحصول على المياه السطحية. وهى تتميز بخلوها من التلوث في الغالب وتوافرها طوال العام . ولكن يلزم للحصول عليها توافر معدات رفع المياه وهو أمر مكلف غالبا ، كما يلزم تسميد تلك المياه حيث تكون في الغالب غير خصبة ، ولكن ينبغي قبل تحديد الموقع الذى تستخدم فيه المياه الجوفية تحليل عينات من بعض الآبار فى المنطقة للتأكد من خلوها من الملوثات الكيماوية حيث أحيانا ما تحتوى مياه الآبار على تركيزات غير مرغوبة من بعض المعادن الثقيلة وكذلك على بعض الغازات السامة . وينصح في المشاريع ذات التكلفة الاستثمارية العالية عمل آبار اختبارية فى الموقع ذاته كما يلزم التأكد من كفاية مخزون المياه الجوفية وإمكانية استخدامها بعد الاتصال بالجهات الرسمية.

9-2-4 مياه البحار

فى بعض المناطق الساحلية يمكن إقامة أحواض استزراع سمكى متاخمة للشواطىء وتستخدم مياه البحر فى هذه الأحواض وفى هذه المزارع يكون من المحتمل استزراع الأنواع البحرية من الأسماك فقط والتى يمكن تربيتها في المياه المالحة.

9-3 أهمية نوعية المياه للاسترزاع السمكى

يعتبر الماء بدون شك العنصر الرئيسى فى تحقيق أهداف مشاريع الاسترزاع السمكى حيث تؤثر المياه المتاحة سواء من حيث الكمية أو الجودة على نجاح أو فشل العملية الإنتاجية ، فتؤدى الأسماك جميع وظائف الجسم الحيوية فى المياه حيث أنها تعتمد اعتماداً كلياً على المياه فى التنفس، التغذية والنمو ، إخراج الفضلات ، توازن الأملاح والتكاثر. ولما كان هناك تباين فى متطلبات أنواع الأسماك المختلفة من حيث نوعية المياه فدائماً مايستهدف أن تكون عناصر المياه المختلفة فى أفضل مستوياتها. وقد تكون هناك فرصة لاستخدام أكثر من نوع من المياه إلا أن ذلك قد لا يكون ممكناً فى أغلب الأحوال فكثيراً مالا يتوفر سوى مصدر مائى واحد وعليه يتحتم التعايش مع ماهو متاح بالفعل من الماء بمواصفاته

، وفى كثير من الأحيان يمكن التعامل مع بعض مكونات العملية الإنتاجية مثل التربة بينما يكون من الصعب إصلاح عيوب المياه خاصة إذا تجاوزت خصائصها حدود تحمل الأسماك لها أو قد تصبح عملية إصلاح عيوب المياه (معالجة المياه) أمراً غير إقتصادياً. لذا فإن فهم ومعرفة الخصائص الطبيعية والكيمائية للمياه يعد من الأهمية بمكان لنجاح المزارع فى إدارة مزرعته وتحقيق الإنتاج الأمثل حيث ترجع معظم مشاكل الإنتاج إلى تدهور أو عدم ملائمة خصائص المياه لنظام التربية. وعموماً تختلف خصائص المياه تبعاً لمصادرها فمنها كما سبق وأشرنا الماء العذب والماء الشروب والمياه المالحة كذلك من المياه ماهو سطحى أو جوفى ولكلٍ خصائصه الطبيعية والكيميائية والتى سنتناولها فيما بعد. وتقسم المياه المستخدمة فى الاستزراع السمكى فى مصر من حيث المصدر (النوعية) إلى مياه عذبة ممثلة فى نهر النيل وبحيرة ناصر، والمياه الشروب ممثلة فى مياه الصرف الزراعى والبحيرات الشمالية ومنخفضات الريان والمياه المالحة ممثلة فى البحر المتوسط والبحر الأحمر وأخيراً المياه الجوفية التى تتباين كثيراً فى خصائصها تبعاً لأماكن تواجدها.

كثيراً ماتستخدم المياه السطحية فى عمليات الاستزراع السمكى مما يتطلب معه التحليل الدورى لتلك المياه للتأكد من خلوهامن الملوثات والتى قد تتباين تبعاً لمصدر المياهز. فقد تحتوى تلك المياه على مخلفات الصرف الصحى أو الكيماويات المستخدمة فى أغراض الزراعة أو الملوثات الصناعية وبخلاف ذلك هناك أيضاً الأسماك الغريبة الغير مرغوب فيها والتى قد تحملها المياه السطحية فى صور مختلفة الأطوار كالبيض أو الزريعة والتى لا تستطيع وسائل التحكم بالأحواض السيطرة عليها. هذا بالإضافة إلى المسببات المرضية ال تنقلها تلك السماك معها إلى داخل المزرعة ، وتتصف معظم المياه السطحية بمحتواها العالى من من المواد الصلبة العالقة Suspended sediments والتى تترسب بأحواض الاستزراع بصورة تراكمية مما يستلزم لمعالجتة وجود حوض للترسيب عند مدخل المياه لترسيب أكبر قدر ممكن من تلك المواد العالقة قبل وصولها إلى أحواض الاستزراع مع مراعاة تطهير هذا النوع من الأحواض كلما تطلب الأمر ذلك.

أما بالنسبة لمياه الآبار فإن الأمر يختلف باختلاف موقعها وعمقها. وبوجه عام تتميز الآبار خاصة العميقة بخلوها من الملوثات خاصة إذا كانت بعيدة عن الأماكن السكنية أو المناطق الصناعية. وتتميز أيضاً تلك المياه بارتفاع درجة حرارتها وثباتها نسبياً ويعيبها خلوها من الأكسجين الذائب.

4-9 وفرة المياه وكميات المياه اللازمة

قد يستخف المزارع بأهمية كمية المياه اللازم توافرها فى مصدر المياه المستخدم للمزرعة. ومن المعروف أن أقل معدل يمكن قبوله لاستخدام مصدر مائى للاستزراع السمكى هو معدل سريان 52/لتر/دقيقة/ فدان ، وهذا المقدار لازم لتعويض الفقد فى المياه عن طريق البخر والرشح فقط. فى حين أنه في بعض الأحيان يلزم ملىء حوض أو مجموعة أحواض بالكامل ، كما فى أحواض التفريخ والتحضين فى موسم إنتاج الزريعة أو نقل الإصبعيات.

9-4-1 المياه العذبة: عرَّف بعض العلماء المياه العذبة على أنها محاليل ذائبة من كربونات وبيكربونات الأرض القلوية، كبريتات وكلوريد وكميات مختلفة من السيليسك الغير منفصلة والتى تظهر عند زيادة الكبريتات والكلوريد ، كذلك يوجد عدد من المكونات الصغرى بالمحلول بعضها ذو أهمية بيولوچية كبيرة بالإضافة إلى العديد من المواد العضوية والغير عضوية والعديد من الغازات التى توجد فى المياه الطبيعية.

9-4-2 المياه الجوفية: تختلف فى نوعيتها عن المياه السطحية الموجودة فى نفس المنطقة. حيث تمر المياه الجوفية خلال طبقات الأرض ويحدث لها ترشيح إنتقالها للطبقات العميقة. ويحدث تراكم لثانى أكسيد الكربون بها وتفقد الأكسچين الذائب وذلك بفعل النشاط البيولوچى فى طبقات التربة السطحية. بعد وصول المياه إلى الطبقات السفلية فإنها تظل لفترات طويلة ملامسة للمعادن ويحدث تغير فى تركيبها الكيميائى نتيجة للتفاعلات الكيميائية. وعموما فإن المياه الجوفية تتباين فى تركيبها بدرجة أكبر من تباين المياه السطحية فيما بينها وذلك حسب تركيب وطبيعة طبقات الأرض الموجودة فى المنطقة.

9-5 خصائص ومواصفات المياه المستخدمة فى الاستزراع السمكى:

تقسم خصائص المياه عامة إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى:

1- الخصائص الطبيعية.
2- الخصائص الكيميا ئية.
3- الخصائص البيولوچية.

9-5-1 أولاً الخصائص الطبيعية للماء

9-5-1-1 درجة الحراره

أياً كان مصدر المياه (سطحية أو جوفية) فإن هناك عدد من الصفات الطبيعية والكيميائية مثل درجة الحرارة والغازات الذائبة والمواد الصلبة العالقة ودرجة

الـ pH والعناصر المعدنية لابد أن تؤخذ فى الإعتبار عند اختيار مصدر المياه. وتعتبر درجة الحرارة ودرجة نفاذ الضوء خلال المياه هى أهم الخصائص الطبيعية للمياه على الإطلاق

ونظراً لأن الأسماك حيوانات ذات دم بارد Cold-blooded animals (بمعنى أنها تكتسب درجة حرارة أجسامها من البيئة المائية التى تعيش فيها) فإنه لايوجد عامل يؤثر على نمو وتطور الأسماك بقدر تأثير درجة حرارة الماء. حيث أن معدلات التمثيل الغذائى للأسماك تزداد بزيادة درجة حرارة الماء وعليه فإن معدلات التغذية والنمو ترتبط ارتباطاً مباشراً بدرجة الحرارة. فكلما إرتفعت درجة الحرارة فى الماء ذادت معدلات التغذية وكذلك معدلات النمو وبالتالى الوزن الحى لأسماك الحوض ممايترتب عليه معدلات التمثيل وبالتالى زيادة نواتج الإخراج من الأمونيا وثانى أكيد الكربون وغيره مما يزيد الحاجة إلى الأكسجين. كذلك فإن العديد من العمليات الحيوية كالتزاوج Spawning وما يتبعه من عمليات تحضين وفقس البيض يرتبط إرتباطا وثيقاً بالتغيرات الحرارية فى البيئة الطبيعية. ولكل نوع من الأسماك مدى حرارى يمكن أن يتحمله داخل هذا المدى توجد درجة الحرارة المثلى اللازمة للنمو والتكاثر. هذه الدرجة تتغير بنمو السمكة (أى تختلف باختلاف المرحلة التطورية داخل النوع الواحد). ويقسم المدى الحرارى للأسماك إلى منطقتين هما منطقة التحمل وفيها تحيا الأسماك بصورة مطلقة ومنطقة مقاومة وعندها يمكن للأسماك تحمل العبىء الحرارى لفترة محدودة ثم يحدث الموت المفاجىء للأسماك خارج ذلك النطاق. وللماء قدرة عالية على اختزان الحرارة فمن الثابت أن الماء يكتسب الحرارة ببطء ويفقدها ببطء ولهذا فإن حرارة الماء تتميز بالثبات مقارنة بحرارة الهواء. أى أن للماء قدرة كبيرة على الاحتفاظ بقدر كبير من الحرارة هذه القدرة على الاحتفاظ بالحرارة تساعد الجسم المائى على عدم التأثر بشدة بالتغيرات الكبيرة التى تحدث فى درجة حرارة الجو ، وكلما زاد حجم الجسم المائى كلما قلت سرعة التغير فى درجات الحرارة. وتأتى درجة حرارة المياه فى المرتبة الثانية من حيث الأهمية وذلك بعد الأكسجين ، وإذا أضفنا تفاعلات عناصر الماء مع بعضها لأدركنا الدور الذى تلعبة درجة الحرارة فى الحوض ولذلك يجب على المزارع أن يكون على دراية تامة بالتغيرات الجوية فى المنطقة وأن يكون من الخبرة بحيت يتوقع ما قد يحدث فى المواسم المختلفة من تغيرات فى العوامل الجوية. مثل الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة فى شهور الشتاء، وكذلك أوقات هبوب الرياح الباردة أو الساخنة، أو مواسم هطول الأمطار الغزيرة لكى يستعد بالاحتياطات اللازمة لأى من تلك التغيرات الجوية كتعويض الفاقد فى المياه نتيجة البخر عند

ارتفاع درجات الحرارة أو وقف عمليات التغذية والتسميد فى الأيام الغير مشمسة أوالغائمة.

وتقسم الأسماك عموماً إلى ثلاثة أقسام تبعاً لدرجة الحرارة الملائمة لمعيشتها ونموها هى:

1- أسماك المياه الباردة (12 – 18°م) مثل أسماك السلمون.

2- أسماك المياه المعتدلة الحرارة (18 – 24°م) مثل البياض.

3- أسماك المياه الدافئة (24–32°م) مثل البلطى والقرموط.

وبناء على هذا التقسيم فإن إدارة مشاريع الاستزراع السمكى تلتزم باختيار الأنواع الملائمة لدرجات الحرارة فى المنطقة أو الإقليم المقام به المزرعة للحصول على أعلى كفاءة إنتاجية. حيث أنه باستزراع أنواع لا تلائمها درجات الحرارة السائدة فى المنطقة فإنها تفقد كثيراً من الطاقة للتغلب على ذلك سواء بالتدفئة أو بالتبريد وهذا يجب أخذه فى الاعتبار حيث يضاف إلى التكلفة الإنتاجية ، فلابد أن يؤخذ فى الاعتبار اختيار المصدر المائى ذو درجات الحرارة الملائمة للنوع السمكى الذى سيتم تربيتة أو بمعنى أدق يجب اختيار نوع السمك المناسب طبقاً لنوعية ودرجة حرارة المصدر المائى المتاح ، كذلك من الأهمية معرفة أن الاختلافات الكبيرة فى درجة الحرارة بين المياه فى المفرخ (مصدر الزريعة) وبين المجارى المائية التى تربى فيها تلك الزريعة سوف يكون له تأثير كبير على الإنتاج.

كذلك فإن درجة الحرارة عامل محدد لذوبان الغازات كالأكسجين وثانى أكسيد الكربون والنيتروجين فى المياه حيث يزداد ذوبان معظم المواد الكيميائية فى الماء بإرتفاع درجة الحرارة وعلى العكس من ذلك فإن الغازات كالأكسجين وثانى أكسيد الكربون فتقل قابليتها للذوبان فى الماء بارتفاع درجة حرارة المياه والعكس. وتعتبر الطاقة الضوئية هى المصدر الرئيسى لإمداد الحوض السمكى بالحرارة ولهذا فإن تأثيرها يقل بزيادة العمق وكذلك كلما قلت نفاذية الضوء. ففى فصل الربيع تكون درجة الحرارة متقاربة لدرجة التساوى فى كل طبقات الحوض. ونتيجة لذلك فإن العناصر الغذائية والغازات الذائبة وكذلك مخلفات الأسماك تكون موزعة بالتساوى فى كل أعماق الحوض. وعندما ترتفع درجة الحرارة بمرور الوقت اقترابا من الصيف فإن طبقة المياه الباردة الأعلى كثافة تشكل الطبقة السفلى مباشرة. ولذلك لا يحدث اختلاط بين الطبقتين السفلية الباردة والعلوية الدافئة نظرا لاختلاف الكثافة. أيضاً يقل مستوى الأكسجين الذائب فى الطبقة السفلية نظرا لانخفاض معدل التمثيل الضوئى وعدم التلامس المباشر مع الهواء الجوى وكذلك نظرا لتحلل

المخلفات المترسبة على القاع مما يشكل مشكلة حقيقية فى أحواض الأسماك. فى فصل الصيف تكون المشكلة أكبر بالنسبة للأسماك المرباة فى أحواض عميقة مما قد يسبب اختناق للأسماك. كذلك الحال بالنسبة للمياه الضحلة حيث تزداد سخونة الماء كلما قل عمقه. ويختلف الأمر فى الأجواء الباردة حيث تنخفض درجة حرارة الطبقة السطحية للمياه بينما تكون درجة حرارة الطبقات العميقة أكثر دفئاً فى الحوض الواحد ويفسر ذلك تشتية أسماك البلطى فى أحواض أعمق تصل إلى حوالى واحد ونصف متر.

9-5-1-2 المواد الصلبة العالقة

وهى في الغالب عبارة عن البقايا المادية أو الملموسة وهى المسؤلة عن عكارة الماء والتى يمكن الحصول عليها عند ترشيح عينة من الماء. وتشتمل الموادالصلبة العالقة على حبيبات الطين العالقة فى الماء وعلى البلانكتون (الهائمات النباتية والحيوانية) وفضلات الأسماك وباقيا الغذاء الذى لم يؤكل والمواد العضوية المتلبدة وبعض الرواسب الكيميائية ، وهذه العناصر بعضها أو جميعها تسبب عتامة أو عكارة الماء مما يؤثر على قدرة إختراق الضوء للماء (النفاذية أو الشفافية) وكذلك هى المسئولة عن لون المياه. تتأثر درجة نفاذ الضوء فى المياه بالمواد الصلبة العالقة فى الماء من حبيبات التربة أو المواد العضوية وكذلك الهائمات النباتية والحيوانية. كذلك تتأثر الشفافية بشدة الإضاءة وزاوية سقوط الأشعة على الماء ووجود السحب وطول فترة سطوع الشمس خلال اليوم. وتكمن أهمية الضوء فى أنه أحد العناصر اللازمة لعملية التمثيل الضوئى للكائنات النباتية والتى ينتج عنها الأكسجين فى المياه وكذلك إنتاج الغذاء الطبيعى من الهائمات النباتية الحيوانية. والحبيبات كبيرة الحجم من هذه المواد العالقة ترسب مع الوقت إلى قاع الحوض خاصة فى حالة عدم وجود تيارات مائية. ومن المعروف أن العكارة حتى وإن وصلت إلى 100000 جزء فى المليون فإنها لاتؤثر تأثيراً مباشراً على الأسماك ومعظم المياة الطبيعية تحتوى على تركيزات أقل من ذلك بكثير.

9-5-1-3 العكارة الطينية

معظم مشكلات العكاره التى تحدث فى الحوض تنتج عن حبيبات الطين التى تثأر بواسطة حركة الأسماك في الحوض خاصة تلك التى تتغذى على الكائنات القاعية وتثير حبيبات الطين مثل أسماك المبروك والقراميط أو بسبب تيارات الماء التى تثير القاع. فالمياه الطبيعية مثل الأنهار والبحيرات تتميز بوجود التيارات المائية التى يرتفع بها معدل العكارة بنسبة كبيرة. والعكارةالناتجة عن حبيبات الطين فى المياة الطبيعية نادراً ما تتعدى 20000 جزء فى المليون ويعتبر

الماء عكراً عندما يحتوى على مايقرب من 2000 جزء فى المليون. وبزيادة تلك الجسيمات العالقة فى الماء فإنها تصعب من فرص حصول الأسماك على الغذاء وكذلك من فرص تجنبها للأعداء ، كذلك فإنها قد تتسبب فى إختناق بيض الأسماك وتحطيم الكائنات القاعية فى الأحواض والتى قد تتخذها الأسماك كمصدر غذائى مما يؤثر بالسلب على الإنتاج ، كذلك فإن العكارة الزائدة تقلل من قدرة إختراق الضوء للماء مما ينعكس سلباً على وفرة الهائمات النباتية وبالتالى على عملية البناء الضوئى وإنتاج كميات كافية من الأكسجين خاصة فى الأحواض الترابية. هذا بالإضافة إلى أن العكارة قد تتسبب فى سد المضخات والفلاتر وكذلك خطوط المياه. وبصفة عامة فإن العكارة الأقل من 2000 جزء فى المليون تكون مقبولة للاستزراع السمكى. يمكن التخلص من حبيبات الطين العالقة باستخدام مواد تعمل على الإرتباط بالشحنات السالبة الموجودة على تلك الحبيبات الطينية مكونة حبيبات أكبر وزناً يسهل رسوبها بسرعة إلى القاع. ومن تلك المواد التي ثبت نجاحها فى ذلك التبن والجبس الزراعى. يستخدم التبن بمعدل 7 – 10 باله للفدان أما الجبس فيستخدم بمعدل 120 – 220 كجم / فدان. ويمكن تكرار استخدام الجبس الزراعى بعد إسبوعين إذا لم تعطى المعاملة الأولى نتيجة مقبولة ، كذلك يمكن تشييد حوض كبير وأكثر عمقاً لاستقبال الماء الوارد للمزرعة أو المفرخ يعرف بحوض الترسيب لمعالجة الماء العالى فى محتواه من المواد العالقة الكلية.

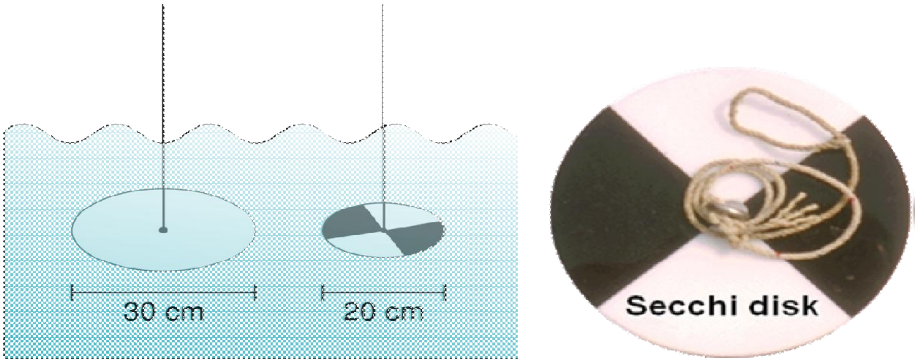
9-5-1-4 البلانكتون

أما العكارة الناتجة عن الهائمات النباتية والحيوانية (البلانكتون) لا تضر الأسماك بصورة مباشرة. فالبلانكتون النباتى لا يشكل فقط مصدراً للأكسجين (ناتج عملية البناء الضوئى) فى الماء ولكنه يشكل مصدرا غذائياً هاما للبلانكتون الحيوانى وبعض الأسماك التى تتغذى على البلانكتون النباتى ، كذلك فإن البلانكتون النباتى يستغل الأمونيا الناتجة عن الأسماك كمصدر غذائى ومن ثم يقلل من التأثيرات السامة للأمونيا مما ينعكس على صحة الأسماك. والبلانكتون الحيوانى يشكل عنصراً غذائياً هاما ليرقات الأسماك حديثة الفقس وكذلك الإصبعيات، ولكن عند وجود كثافة كبيرة من البلانكتون النباتى والطحالب (بمعنى حدوث إزدهار مفاجئ للهائمات فى الأحواض) فيؤدى ذلك إلى زيادة معدل التنفس واستهلاك كميات كبيرة من الأكسجين خاصة أن تلك الكائنات برغم إنتاجها للأكسجين نهاراً بوفرة إلا أن ذلك يمثل خطراً خلال ساعات الليل نتيجة لمنافستها للأسماك فى استهلاك الأكسجين ، لذلك فإن الاختلافات الكبيرة بين الليل والنهار من حيث مستوى الأكسجين قد يؤدى إلى تركيزات خطيرة من الأكسجين فى

الحوض مما يستلزم معه التهوية الصناعية خاصة أثناء الليل.

9-5-1-5 مخلفات الأسماك

فضلات الأسماك العالقة من العناصر الهامة جداً فى النظم الدائرية أو المغلقة. حيث أن هذه الفضلات هى السبب الرئيسى فى انخفاض جودة المياه حيث أنها تحتوى على 70 % من النيتروجين الموجود فى الحوض. وهذه المخلفات علاوة على كونها تسبب ضرر للخياشيم فإنها أيضا تسبب العديد من المشاكل للفلتر البيولوجى (البكتريا التى تقوم بتنقية المياه والتخلص من الأمونيا الضارة) حيث تسد هذه المخلفات هذا الفلتر مما يؤدى إلى موت هذه البكتريا بسبب نقص الأكسجين ، هذه المخلفات أيضا تسبب نمو البكتريا المنتجة للأمونيا بدلا من تلك المستهلكة لها ، والجدير بالذكر أن شفافية المياة تقاس بقرص بلاستيك يعرف بالـ Secchi disk مقسم إلى أربعة أجزاء بلونين مختلفين الأسود والأبيض يتم غمره فى الماء وقياس العمق الذى عنده لا يمكن تمميز القرص (الشكل).



شكل 72: قرص الشفافية (Secchi disk)

9-5-1-6 المواد الصلبة الذائبة

ويعبر عنها بالوزن المتبقى بعد تبخير عينة الماء (العينة التى سبق ترشيحها لفصل المواد الصلبة العالقة) ، هذه المواد الذائبة ربما تغير لون الماء ولكنها لا تسبب تعكيره ، الكمية الفعلية للمواد الصلبة الذائبة ليست ذو أهمية خاصة لمعظم الأسماك ، فالمدى يتراوح من 10-1000 جزء فى المليون ومن 1-30 جزء فى الألف لأسماك المياة الشروب ومن 30- 40 جزء فى الألف لأسماك المياه البحرية. ولو أن العديد من أنواع الأسماك يمكنها أن تعيش فى تركيزات أعلى من مداها الطبيعى بالنسبة لهذه المواد فأسماك التراوت يمكنها التحمل حتى 30 جزء فى الألف بينما القراميط من نوع الـ Channel catfish فتتحمل 11 جزء فى

الألف. ولكن التغير المفاجىء فى تركيز تلك المواد يسبب حدوث إجهاد حاد للأسماك ، فدم الأسماك إما أن يكون أقل تركيزاً من الوسط المحيط (الأسماك البحرية) أو أعلى تركيزاً (أسماك المياه العذبة) ويجب على الأسماك القيام بالعديد من العمليات الفسيولوجية للمحافظة على كيمياء أجسامها لمواجهة هذه التغيرات أو مايعرف بتنظيم الإسموزية ، ويجب أن يكون المصدر المائى المستخدم فى الاستزراع السمكى أو فى المرخات السمكية ثابت فى محتواه من تلك المواد الصلبة الذائبة بقدر الإمكان.

وتمثل المواد الصلبة الذائبة مايعرف بالملوحة أو الـ Salinity. والملوحة عبارة عن أملاح الكربونات والبيكربونات والكلوريدات والكبريتات والفوسفات ومن الممكن أيضاً النترات للكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم مع القليل جداً من الحديد والمنجنيز والمواد الأخرى ، فالأملاح الموجودة فى محلول مائى تغير من الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء وتسبب ضغطاً أسموزياً ، فبعض الأملاح يكون لها تأثيرات فسيولوجية والبعض الأخر ذو تأثيرات سمية ، والتكيف مع الملوحة ضرورى لكلاً من الأسماك البحرية وأسماك المياة العذبة. فالملوحة شأنها شأن باقى عناصر الماء الأخرى فتتباين الأسماك فى مدى تحملها للمعيشة فى الملوحة ، وهناك مجموعتين من الأسماك مجموعة يجهدها التغير الطفيف فى مستوى الملوحة (معظم أسماك المياه العذبة) وكذلك بعض الأسماك البحرية والمجموعة الأخرى يمكنها تحمل التغير الشديد فى مستوى الملوحة حتى أنه يمكنها العيش فى الماء المالح أو الشروب أو حتى الماء العذب بشرط التدرج وليس النقل المفاجىء من ملوحة لأخرى كما هو الحال فى الأسماك المهجرة مثل بعض أنواع السلمون وثعابين السمك والتى تنتقل من الماء المالح إلى الماء العذب أو العكس لتتزاوج.

فالأسماك البحرية تعيش فى وسط (البحر) تركيز الملح به أعلى من تركيزه فى أجسامها وبالتالى فهى تفقد الماء من أجسامها إلى الخارج عن طريق الانتشار من خلال الأغشية الشبه منفذة كالجلد والخياشيم ، ولتعويض ذلك تقوم بشرب ماء البحر وتتخلص من الملح الزائد والموجود بسبب شرب الماء من خلال خلايا خاصة فى الخياشيم تعرف بخلايا إخراج الملح وكذلك يتم التخلص من بعض الأملاح مع البول وفضلات الغذاء وتخرج كميات قليلة من البول المركز ، على العكس من ذلك تماما فإن أسماك المياه العذبة تعيش فى وسط أسموزيتة أقل من أسموزية أجسامها وبالتالى ينتقل الماء من الخارج إلى داخل أجسامها (فهى غالباً لاتشرب ماء) بالانتشار وتفقد أملاح من أجسامها للخارج. وللتغلب على تلك

المشاكل تقوم الكلية بترشيح وإخراج كميات كبيرة من البول المخفف وتقوم خلايا الملح فى الخياشيم بتعويض الفاقد من الملح بسحبه من الوسط الخارجى لداخل الجسم.

6-9 الخصائص الكيميائية للمياه

ما هى مصادر العناصر الكيميائية الموجودة فى المياه؟

– عند سقوط الأمطار فإنها تقوم بعملية غسيل للجو وتحمل حبيبات وذرات من المركبات العالقة بالجو والناتجة من الغبار والغازات التى تنطلق فى الجو سواء بصورة طبيعية أو كنتيجة لبعض الصناعات.

– عند استضدام مياه الأمطار بالأرض "التربة والصخور" فإنها تقوم بتفتيت جزيئات منها وتجرف العديد من العناصر والمعادن معها. وكلما زاد زمن سقوط الأمطار زاد معه معدل ذوبان المعادن بالمياه.

– عند جريان مياه الأمطار فى الجداول والوديان وكذلك عند تساقطها من أعالى الجبال إلى الوديان فإنها تحمل أيضا العديد من العناصر والمعادن أثناء جريانها.

– عند جريان مياه الوديان والأنهار فى مناطق بها كثافة نباتية فإنها تحمل بالمادة العضوية. وتظل كل هذه العناصر والمركبات سواء المعدنية أو العضوية عالقة فى المياه طالما ظلت المياه جاريه وفى حركة مستمرة. ولكن حين تصل المياه إلى الأحواض وتتوقف حركة المياه فان هذه المواد ترسب إلى قاع الأحواض لإفتقاد الحركة الدافعة التى تبقيها عالقة. ثم تحدث بعد ذلك تفاعلات بين المياه وتربة قاع الأحواض، وبين العديد من المواد الذائبة، والمواد العالقة. وهذه التفاعلات تتم بصورة مستمرة لان مكونات النظام البيئى المائى نادرا ما تبقى فى حاله متوازنة.

– معدل البخر العالى فى المناطق الحارة يعمل على تركيز المواد الذانبة فى الماء. وكذلك فإن العمليات الحيوية التى تحدث فى الماء يتم خلالها التقاط مواد – أيونات وغازات– وإطلاق نواتج التمثيل الغذانى فى الماء. أحياناً تكون بعض العمليات الحيوية هى العنصر الأساسى الذى ينظم تركيز أو اختفاء بعض العناصر فى المياه. مثال ذلك تركيز كل من الأكسجين الذائب وثانى أكسيد الكربون فى مياه الأحواض والذى يعتمد أساسا على معدلات عملية التمثيل الضوئى والتنفس فى الأحياء المائية.

– عند تخلل المياه لطبقات الأرض إلى الأعماق حيث تصل إلى خزانات المياه الجوفية فإنها فى طريقها تمر بالعديد من المكونات مثل الصخور والمعادن والحجر الجيرى وتحمل بجزيئات من هذه المواد. لذلك نجد كثير من الآبار ذات مياه معدنية' وتشمل الخصائص الكيميائية للمياه الأتى:

9-6-1 الغازات الذئبة

وهى الغازات الموجودة داخل محلول ما ، مثال ذلك ماء الصودا الذى يحتوى على كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون ، ومعظم الغازات الذائبة فى الماء عبارة عن الأكسجين ، ثانى أكسيد الكربون ، النيتروجين والأمونيا. ويعتبر النتروجين والأكسجين أكثر الغازات الذائبة وفرة فى الماء. فبرغم أن حجم النتروجين فى الهواء الجوى يفوق مثيله للأكسجين بأربعة مرات إلا أن للأكسجين ضعف قابلية النتروجين على الذوبان فى الماء ، وبالتالى فإن الماء العذب عادةً مايحتوى على مستوى من النتروجين يمثل ضعف مستوى الأكسجين. أما ثانى أكسيد الكربون فيوجد أيضاً فى الماء ولكنه يتواجد طبيعياً بتركيز أقل من الأكسجين والنتروجين بسب نقص تركيزه فى الجو ، وكل غازات الجو قابلة للذوبان فى الماء ليس بمعدل تواجدها فى الهواء فالأكسجين يتميز بزيادة قابليته للذوبان فى الماء.

9-6-1-1 الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

الأكسجين الذائب هو أهم العناصر الكيميائية فى مياه أحواض الأسماك وهو ثانى الغازات الموجودة فى الماء من حيث الوفرة بعد النتروجين. حيث أن التركيز المنخفض للأكسجين فى الماء يؤدى إلى موت الأسماك سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، فدائما ماترتبط معدلات الإنتاج العالية بمستويات الأكسجين المثلى ، كما يأتى نقص الأكسجين فى مقدمة الأسباب التى يعزى إليها نفوق الأسماك المستزرعة ، وتحتاج معظم الكائنات المائية إلى ضمان قدر كافى من الأكسجين الذائب يغطى احتياجاتها ، ولهذا فإنه لابد من التعرف على مصادر إنتاج اللأكسجين فى أحواض الاستزراع وكذلك احتياجات واستهلاك الكائنات المائية من الأكسجين. كذلك لابد من معرفة العوامل البيولوجية والبيئية التى تؤثر على الإمداد أو استهلاك الأكسجين بالإضافة إلى معرفة كيفية معالجة المواقف التى تتعرض لها الأسماك عند انخفاض مستوى الأكسجين الذائب. ويمكن تقييم مشكلة نقص الأكسجين فى أحواض الأسماك على أنها تعادل بل تفوق كل المشاكل الأخرى التى قد تواجه المزارع من حيث الخطورة وحتمية التغلب عليها. فالأسماك كباقى الكائنات الأخرى تحتاج الأكسجين للتنفس. وكمية الأكسجين اللازمة للأسماك لاستهلكها فى التنفس تعتمد على حجم الأسماك ومعدلات تغذيتها ومستوى نشاطها وكذلك درجة حرارة الماء. فالأسماك الصغيرة تستهلك أكسجين أكثر من الأسماك الكبيرة وذلك نظرا لارتفاع معدل التمثيل الغذائى بها. وقد قدر "ميدا" 1974 معدل استهلاك أسماك السالمون من الأكسجين عند درجة حرارة 14°م بـ 1جم / كجم سمك / يوم ، كما قدر لويس وآخرون 1981 معدل استهلاك

القاروص عند درجة حرارة 25°م بـ 5 إلى 9 جم أكسجين / كجم سمك / يوم.

ومن المعروف أن معدل التمثيل الغذائى للأسماك يزداد بارتفاع درجة الحرارة. ومعروف أيضا أن معدل ذوبان الأكسجين فى الماء يقل بارتفاع درجات الحرارة وكذلك مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر وزيادة الملوحة. وذلك يقسر سبب حدوث مشاكل انخفاض الأكسجين فى الصيف حيث ترتفع درجات الحرارة ويزداد معدل البخر. يلجأ المزارعون إلى زيادة عدد الأسماك فى وحدة المساحة بوضع عدد كبير من الأسماك فى حجم من الماء أكثر من الموجود فى الطبيعة (الزراعة المكثفة وشبه المكثفة) وذلك بغرض زيادة الإنتاج واستغلال المساحة المتاحة لتحقيق أعلى فائدة ، فى هذه الحالة وخاصة فى وقت الصيف وارتفاع درجات الحرارة ينصح بتزويد الأحواض بمصادر تهوية لتعديل مستوى الأكسجين الذائب إلى المستوى الملائم للأسماك ، فى حين أنه فى النظام الدائرى المكثف يجب أن يقوم المزارع بتزويد الأحواض بـ 100% من احتياجات الأسماك من الأكسجين. وتركيزات الأكسجين والغازات الأخرى إما أن تكون بالجزء فى المليون (ppm) أو كنسبة التشبع % saturation. ويقصد بالتشبع بالغاز بأنه كمية الغاز المذابة فى الماء عندما يكون الماء والغلاف الجوى فى حالة توازن ، ولكى تنمو الأسماك بمعدل جيد يجب الحفاظ على معدل الأكسجين فى الحوض حول 5 جزء فى المليون ، وانخفاض مستوى الأكسجين عن5 جزء فى المليون يسبب إجهاد للأسماك لعدم كفايته للتنفس بينما انخفاض الأكسجين عن2 جزء فى المليون يسبب موت الأسماك إذا إستمر هذا الانخفاض لفترات طويلة. إلا أن بعض أسماك المياه الدافئة مثل البلطى والقراميط والمبروك تتحمل درجات الأكسجين المنخفضة ولكن لفترات محدودة.

لا تعتبر الأسماك هى المستهلك الوحيد للأكسجين الذائب فى البيئة المائية فهناك أيضا البكتريا والبلانكتون النباتى والحيوانى وهى كائنات تستهلك كميات كبيرة من الأكسجين فى التنفس ، كذلك فإن تحلل المواد العضوية (مثل الطحالب والبكتريا وفضلات الأسماك وبقايا الغذاء) يستنفذ الكمية الأكبر من الأكسجين في الماء ، ومن المعروف أن تحلل مخلفات الأسماك خاصة فى النظام الدائرى تحتاج كميات كبيرة من الأكسجين الذائب حيث أن هذا النظام يزداد فيه كميات تلك المخلفات وبالتالى تزداد الأمونيا. حيث أن البكتريا التى تقوم بتحويل الأمونيا من الصورة السامة إلى الصورة الغير سامة تحتاج كمية كبيرة من الأكسجين لإتمام هذه العملية . وقد قدر "ميدا" 1974أن البكتريا تحتاج من 1,8–2 كجم أكسجين لتحويل كل كجم واحد من الأمونيا. هذا بخلاف أنواع البكتريا الأخرى الموجودة فى الحوض

التى بحساب احتياجاتها تصل الكمية إلى 2,7 كجم أكسجين / كجم أمونيا.

9-6-1-2 مصادر إنتاج الأكسجين الذائب

9-6-1-2-1 البناء الضوئى

تعتبر عملية البناء الضوئى "التمثيل الضوئى" هى النشاط الحيوى الأهم فى البيئة المائية حيث تعيش الأسماك وخاصة فى النظام المغلق. معظم خصائص المياه ترتبط إرتباطاً مباشراً بهذه العملية. مثل تركيز الأكسجين الذائب، ثانى أكسيد الكربون، دورة الـ pH والمخلفات النيتروجينية الناتجة عن التفاعلات التى تتم فى البلانكتون النباتى. وببساطة فعملية البناء الضوئى هى العملية التى تتم بواسطة البلانكتون النباتى حيث تستخدم الطاقة الضوئية (ضوء الشمس) لتحويل ثانى أكسيد الكربون إلى مادة عضوية (مصدر غذائى) وينطلق الأكسجين كناتج ثانوى لهذه العملية كما يتضح من المعادلة الأتية: $H_2O + CO_2$

$$\longleftrightarrow CH_2O\ (Food) + O_2$$

بالإضافة لكون عملية البناء الضوئى هى المصدر الأساسى للأكسجين فى الماء فهى أيضاً المسئولة عن إزالة كثير من صور النيتروجين مثل الأمونيا والنترات واليوريا ، ونظراً لارتباط عملية البناء الضوئى ارتباطا كاملاً بوجود ضوء الشمس فإن أكبر إنتاج للأكسجين ينتج عن هذه العملية يكون وقت الظهيرة حيث تكون الشمس عمودية على سطح الماء. وكون هذا غالباً بين الساعة2-3 بعد الظهر. وفى المساء تتوقف هذه العملية ويبدأ البلانكتون فى المنافسة على استهلاك الأكسجين. ولهذا فإن كميات الأكسجين الناتجة تتناسب مع كثافة الهائمات النباتية بمياه الحوض ، وعلى ذلك فمن الثابت أن تركيزالأكسجين فى الطبقة السطحية للماء قد يتجاوز حد التشبع فى المياه عالية الخصوبة خلال فترة النهار، إلا أن هذه الأحواض عالية الخصوبة تقل نفاذية الضوء بزيادة العمق وبالتالى يقل مستوى الأكسجين الذائب بشكل واضح أسفل الطبقة السطحية للماء ، وتنحصر أهمية البناء الضوئى كمصدر لإنتاج الأكسجين فى نظم الاستزراع ذات المياه الساكنة حيث زيادة حيوية الكائنات النباتية. أما فى حالة المياه الجارية فتقل كثافة وحيوية الكائنات النباتية مما يقل معه الدور الذى يلعبه البناء الضوئى كمصدر للأكسجين الذائب.

ويعتبر التنفس عملية مضادة لعملية البناء الضوئى من حيث إستهلاك الأكسجين من قبل البلانكتون النباتى لتحويل المواد الغذائية إلى طاقة وينتج ثانى أكسيد الكربون كناتج ثانوى لعملية التنفس. وعملية تنفس البلانكتون تتم أيضا أثناء النهار ولكن لحسن الحظ فإن كمية الأكسجين الناتج عن عملية البناء الضوئى

تفوق كثيراً المستهلك فى التنفس.

9-6-1-2-2 الهواء الجوى

ينتقل الأكسجين من الهواء الجوى إلى الماء وتتوقف درجة الانتقال على عدة عوامل أهمها درجة الحرارة وحالة الرياح والفرق فى المستوى الأكسجينى بين الماء والهواء الجوى. وتعتبر درجة حرارة الماء من أهم العوامل التى يتوقف عليها قدرة الماء على استيعاب الأكسجين حيث تقل كفاءة ذوبان الأكسجين فى الماء بارتفاع درجة حرارة الماء. فمثلاً عند درجة حرارة 15°م يستطيع اللتر الواحد من الماء أن يذيب 9,76 مجم أكسجين تنخفض إلى 7.04 مجم/ لتر عند درجة حرارة 35°م. كذلك فإن الملوحة أيضاً تؤثر على درجة ذوبان الأكسجين فى الماء حيث يحتوى ماء البحر على معدل أقل من الأكسجين مقارنة بالماء العذب مع إفتراض ثبات درجة الحرارة والضغط الجوى. ويقدر انخفاض درجة ذوبان الأكسجين بحوالى 5 % لكل زيادة فى الملوحة قدرها 9 جزء فى الألف. والجدول (1) التالى يبين العلاقة بين درجة ذوبان الأكسجين فى الماء ودرجة الحرارة والملوحة عند ضغط جوى واحد:

الملوحة (جزء فى الألف) / درجة الحرارة (°م)	صفر	10	20	30	35
10	11,3	10,6	9,9	9,3	9,0
14	10,3	9,7	9,1	8,6	8,3
18	9,5	8,9	8,4	7,9	7,7
22	8,7	8,2	7,8	7,3	7,1
26	8,1	7,7	7,2	6,8	6,6
30	7,6	7,1	6,8	6,4	6,2
34	7	6,7	6,2	6,0	5,8

9-6-1-2 ثانى أكسيد الكربون

يعتبر غاز ثانى أكسيد الكربون أحد نواتج التنفس الرئيسية وهو من الغازات العالية الذوبان فى الماء وتتوقف درجة ذوبانه فى الماء على درجة الحرارة حيث تقل بارتفاع درجة حرارة الماء. فعند درجة حرارة 10°م تكون درجة تشبع الماء بثانى أكسيد الكربون هى 0,76 مجم / لتر تنخفض إلى 0,42 مجم / لتر بارتفاع

درجة حرارة الماء إلى 32°م. وكل مصادر الماء تحتوى على بعض ثانى أكسيد الكربون الذائب. والماء. ويمكن للأسماك تحمل وجود ثانى أكسيد الكربون مادام هناك مصدر جيد للأكسجين في الماء. والماء الصالح للإنتاج السمكى الجيد ينبغى ألا يزيد به مستوى ثانى أكسيد الكربون عن 5 جزء فى المليون وفى حالات الاستزراع المكثف تصل إلى5-15 جزء فى المليون بينما فى النظام الدا ئرى يصل إلى 20 جزء فى المليون والمستوى الأكثر من ذلك يكون ذو تأثير ضار على الأسماك ، ومياه الينابيع والأبار والتى كثيراً ماتكون فقيرة فى الأكسجين غالباً ماتكون غنية فى محتواها من ثانى أكسيد الكربون ، كلا الوضعين يمكن معالجتهما بسهولة باستخدام وسيلة تهوية جيدة. وللأسماك القدرة على التعرف على الأماكن عالية التركيز فى ثانى أكسيد الكربون وتفاديها.

9-6-1-3 النيتروجين

غاز النتروجين أو جزى النتروجين ربما تثبته بعض أنواع البكتريا والطحالب ولكنه حامل بيولوجياً بقدر ما إذا ماتعلق الأمر بالأسماك. والنتروجين الذائب قد لايؤخذ فى الإعتبار فى المزارع السمكية حيث أنه يوجد على صورة 100 % تشبع أو أقل ولكن عندما يزيد عن حد التشبع super saturation على سبيل المثال 102 % فإنه قد يسبب مايعرف بمرض فقاعة الغاز gas bubble disease. وبرغم أن مرض فقاعة الغاز قد يحدث نتيجة لزيادة التشبع بأى غاز (أى مقدار زائد من الغاز يوصل نسبة التشبع إلى التشبع الأقصى) نظرياً، إلا أنه عملياً تحدث هذه الأعراض عادة كنتيجة للزيادة المفرطة فى النتروجين. فعندما يكون الماء فوق درجة تشبعه بغاز ما فإن ذلك يؤثر مباشرة على دم الأسماك. ونظراً لأن الأكسجين يستهلك فى التنفس وثانى أكسيد الكربون يدخل فى فسيولوجيا الدم والخلايا، فإن زيادة تلك الغازات فى الماء يتم إستهلاكها أو التخلص منها بواسطة الأسماك. أما غاز النتروجين فنظراً لأنه غاز خامل بالنسبة للأسماك فيظل فوق درجة التشبع فى الدم. فأى انخفاض فى الضغط على الغاز أو أى زيادة موضعية فى درجة الحرارة سيؤدى إلى تكوين فقاقيع من الغاز تعمل كانسدادات حينما تستقر فى اللاوعية الدموية مما يعيق عملية التنفس والدوران ثم تؤدى إلى الموت بسبب الاختناق. ويتباين هذا المرض من حيث الأعراض فقد تصل الفقاعات إلى القلب أو المخ فتسبب موت السمك دون ظهور أعراض ظاهرية . وقد تظهر الفقاعات تحت الجلد أو بين شعاعات الزعانف أو الخياشيم أو فى العين مماقد يسبب جحوظ العين. ويتم علاج هذا المرض بالتهوية المناسبة التى تعمل على تطاير الغاز وخفض تركيزه الى ما تحت درجة التشبع. ويمكن أن تحدث

الزيادة المفرطة (التشبع) بغاز ما عندما يتم دفع الهواء إلى الماء تحت ضغط عالى ثم منخفض. كذلك فإن الماء المتساقط من الشلالات أو من فوق السدود أو المسحوب من الأبار العميقة أو الناتج من تدفئة الثلوج يكون عادة عالى التشبع بالغازات. كذلك فغن الهواء الذى يتم شفطة مع الماء بواسطة المضخات يمكن أن يتسبب فى جعل النظام المائى فوق حد التشبع. وكل الأسماك سواء كانت أسماك مياه دافئة أو باردة عذبة أو مالحة تكون عرضة (حساسة) للإصابة بمرض فقاعة الغاز. والحد المسموح به لفرط التشبع بغاز النتروجين يتفاوت بين الأنواع ولكن أى زيادة أعلى من 100 % تشبع بالنتروجين تسبب تهديداً للأسماك وأى مستوى أعلى من 110 % فى مياه المفرخ يستلزم التدخل العلاجى. ولقد ثبت أن زيادة مستوى غازالنتروجين عن 105 % لا يمكن لإصبعيات التراوت أن تتحمله لأكثر من خمسة أيام بينما السمكة الذهبية goldfish لاتتأثر بتركيزات غاز النتروجين حتى 120 % لمدة 48 ساعة أو 105 % لمدة خمسة أيام.

9-6-1-4 الغازات السامة

غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وسيانيد الهيدروجين (HCN) وبمستويات منخفضة جداً يمكن أن تتسبب فى نفوق الأسماك نظراً لأنها شديدة السمية. فغاز كبريتيد الهيدروجين هو أحد الغازات الذائبة فى الماء وهو أحد نواتج التحلل اللاهوائى للمواد العضوية (مركبات الكبريت العضوى والكبريتات الغير عضوية وكذلك الطحالب والمواد العضوية الأخرى). يعتبر هذا الغاز شديد السمية وذلك بشكل مباشر على الكائنات المائية حتى بتركيزاتة الضئيلة جداً وقد سجلت حالات تسمم بهذا الغاز عند تركيز 2 جزء فى البليون ppb ويمكن الإستدلال على وجود هذا الغاز برائحته المميزة والتى تشبه رائحة البيض الفاسد. ويمكن أن تظهر رائحته إذا وصل تركيزه فى الحوض إلى2 ppb وكثيراً ماتظهر هذه الرائحة عند تحريك أو تقليب قاع الحوض كما هو الحال عند الحصاد بالشباك.

أما غاز سيانيد الهيدروجين فهو ملوث ناتج من عمليات التصنيع المختلفة وهو أيضا شديد السمية عند الركيزات القليلة جداً 0,1 جزء فى المليون أو أقل.

مما سبق يتضح أن الأسماك تتفاوت فى قدرتها على تحمل الغازات الذائبة والحدود التالي تلخص أهم مواصفات المياه من حيث مستوى الغازات الذائبة والتى عندها يمكن للأسماك أن تعيش بصورة جيدة خاصة فيما يتعلق بمعدلات النمو والبقاء growth & survival rates وهى كالأتى:

- الأكسجين 5 جزء فى المليون أو أكثر.
- النتروجين 100 % مستوى تشبع أو أقل.

– ثانى أكسيد الكربون 10 جزء فى المليون أو أقل.
– كبريتيد الهيدروجين 0,1 جزء فى البليون أو أقل.
– سيانيد الهيدروجين 10 جزء فى البليون أو أقل.

وبصفة عامة يجب أن يكون تركيز الأكسجين الذائب حوالى 100 % تشبع فى المصدر المائى المغذى للمزرعة أو المفرخ ولو أن نسبة 80 % تشبع تعتبر مقبولة إذا استمرت بدون انخفاض عن ذلك.

9-6-1-5 الأمونيا Ammonia

تعتبر الأمونيا من المركبات الغير مرغوبة فى البيئة المائية. وتتواجد الأمونيا فى الماء نتيجة لعمليات التمثيل الغذائى وكذا نتيجة لتراكم فضلات الأسماك وبقايا الغذاء الغير مأكول بالإضافة إلى النشاط البكتيرى وعمليات الأكسدة للكائنات النباتية والحيوانية الميتة. فالأسماك تخرج غاز الأمونيا وكميات من اليوريا فى الماء كمخلفات. وتتواجد الأمونيا فى صورتين فى النظام المائى، صورة غير متأينة NH_3 والأخرى متاينة NH_4 وذلك بمعدل يعتمد على الأس الهيدروجينى (pH) وكذلك على درجة الحرارة التى تؤثر على معدل تغير صورتى الأمونيا. وصورة الأمونيا الغير أيونية NH_3 هى الصورة السامة جداً للكائنات المائية وخاصة الأسماك. كذلك فإن قياس هذه الصورة يعطى معلومة أكثر دقة ولقد ثبت أن هذه الصورة من الأمونيا يزداد معدلاتها بارتفاع كلاً من درجة الـ pH وكذلك بارتفاع درجة حرارة الماء. وعلى العكس من ذلك تكون الصورة المتأينة NH_4 والتى تعتبر غير ضارة بالأسماك بوجه عام. وكلا الصورتين معا يطلق عليهما الأمونيا الكلية. ويجب الإشارة إلى أن الأمونيا الغير متأينة (الصورة الضارة) لايمكن قياسها مباشرة وإنما يتم تقديرها بناءاً على قياسات الأمونيا الكلية وكذلك قياس الـ pH. ثم يتم حساب الأمونيا الضارة من خلال جداول خاصة بناءاً على تركيز الأمونيا الكلية عند درجات pH ودرجات حرارة مختلفة. ومن أهم العوامل التى تؤثر على تركيز الأمونيا الضارو هو درجة الـ pH. فعلى سبيل المثال زيادة درجة الـ pH درجة واحدة من 8– 9 يتبعه زيادة قدرها 10 مرات فى كمية الـ NH_3. وعندما يتعدى مستوى الأمونيا الغير متأينة 0.0125 جزء فى المليون فإنه يحدث انخفاض واضح فى معدلات النمو لأسماك التراوت كذلك يؤدى إلى حدوث أضرار بالغة بكل من الخياشيم والكلى والكبد. وتحدث هذه الأعراض أيضا لأسماك القراميط catfish ولكن عند مستوى أعلى من ذلك وهو 0.12 جزء فى المليون أو أكثر من الأمونيا الغير متأينة ، وتعتبر الحلول المستديمة لعلاج مشاكل ارتفاع معدلات الأمونيا هى فى تلافى مسبباتها ومن أهم هذه الحلول

خفض معدلات تخزين الأسماك ومراعاة الإسلوب السليم للتغذية سواءاً من حيث الكم أو الكيف مع تلاشى التغذية الذائدة ، فالأمونيا تحد بشدة من زيادة الإنتاج خاصة تحت نظم الاستزراع الدائرية (المغلقة) أى نظم إعادة استخدام المياه إلا إذا تم التخلص منها بكفاءة ، الأمونيا السامة (الغير متأينة) يمكن أن تتحلل إلى النترات الأقل ضررا عن طريق بعض العمليات الحيوية ، والترشيح البيولوجى biological filtration وكذلك التبادل الأيونى ion exchange تُعتبر من أفضل الطرق المستخدمة الآن لإزالة الأمونيا من مياه الاستزراع خاصة فى مزارع الإنتاج المكثف ذات النظم المغلقة وكذلك من مياه المفرخات.

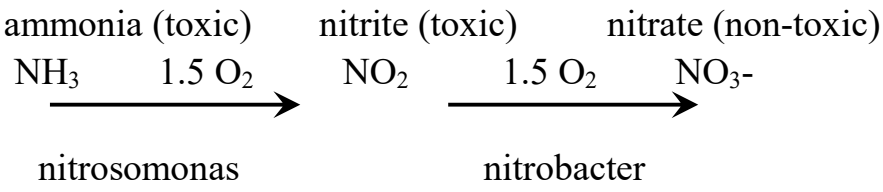
1 – Biological removal of ammonia:

ويتم ذلك عن طريق زراعة بكتريا nitrifying bacteria والتى تقوم بتحويل الأمونيا إلى NO_3^- (النترات) الغير ضارة عن طريق زراعة بكتريا nitrosomonas و كذلك بكتريا nitrobactar والتى يمكنها أن تنمو غالباً على كل البيئات مثل الصخور و كذلك رقائق البلاستيك blastic chips. وتعتبر أفضل البيئات المستخدمة فى الزراعة هى المحتوية على كربونات الكالسيوم calcium carbonate والتى تعمل كعامل محفز للتفاعلات الكيميائية وتعادل التغيرات فى الـ pH، و عادة ما تستخدم قشور المحار بكفاءة لهذا الغرض، وبوصول الماء إلى الفلتر البيولوجى biological filter لابد أن يكون هذا الماء قد تم تزويده بالأكسجين aerated حيث أن الأكسجين ضرورى لهذه العملية كذلك لابد أن يكون الماء خالى من المواد التى قد تسد الفلتر وكذلك خالى من المسببات المرضية لأن المضادات الحيوية أو أى عقار يستخدم فى مياه المفرخات ربما يتسبب أيضاً فى قتل بكتريا النترتة. غرف الترسيب settling chambers و كذلك المصافى clarifiers يمكن أن تزود عمر الفلتر البيولوجى وتقلل من إنسداده.

$$\text{Fish} \rightarrow \underset{\uparrow}{NH_3} + H_2O \rightleftarrows \underset{\uparrow}{NH_4OH} \rightleftarrows \underset{\uparrow}{NH_4} + OH$$

Un-Ionized pH-dependent Ionized

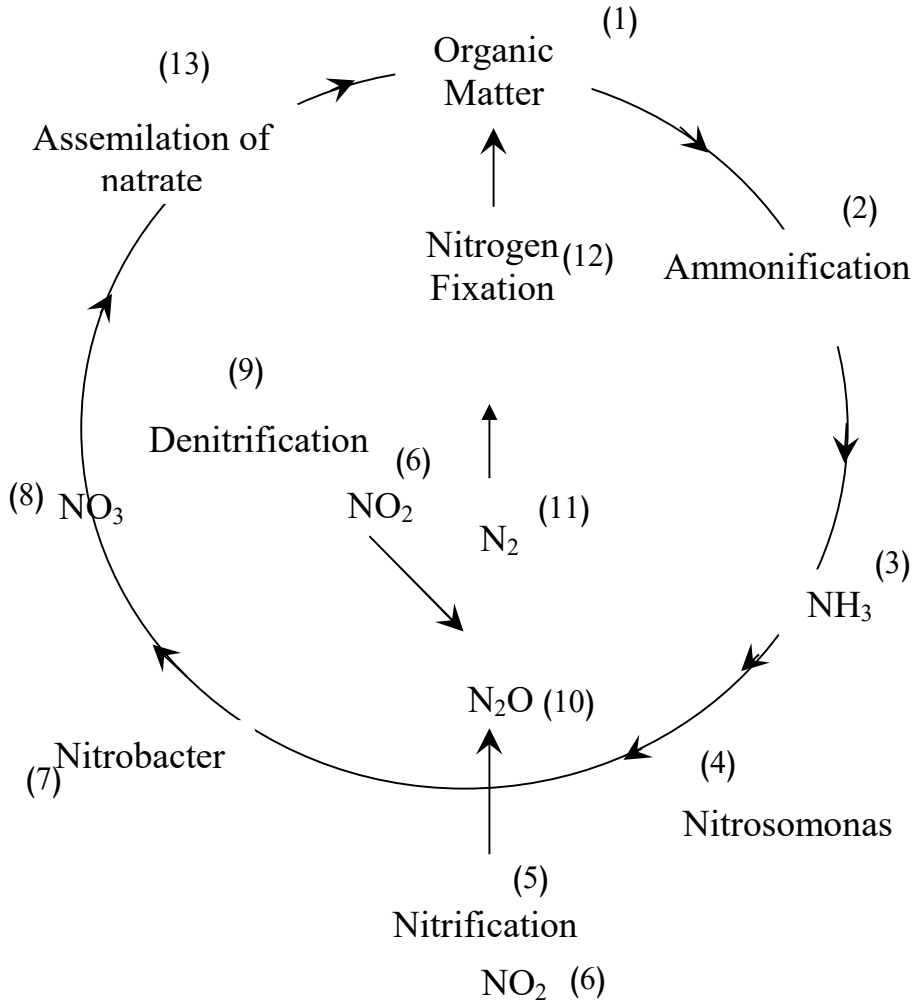
فعندما يذوب غاز الأمونيا فى الماء فبعض منه يتفاعل مع المياه لإنتاج أيونات الأمونيا ammonia ions أما الجزء الباقى فيظل فى صورة غير متأينة un-ionized ammonia (NH_3)، ولا توجد طريقة لقياس هذه الأمونيا و لكن هناك طريقة لقياس الأمونيا الكلية total ammonia.



ميكانيكية عمل الفلتر البيولوجى

فى المياه الطبيعية مثل البحيرات قد لاتصل الأمونيا إلى الحدود الخطيرة وذلك لقلة كثافة الأسماك بها ولكن فى أحواض الاستزراع ترتفع نسبة الأمونيا إلى حدود ضارة نتيجة لزيادة أعداد الأسماك فى حجم معين من الماء. وعلى المزارع أن يتعامل مع ذلك لتقليل خطر التسمم بالأمونيا. وقد وجد أن نسبة الأمونيا الغير أيونية تزداد بزيادة رقم ~هـ وارتفاع درجة الحرارة.

المدى السام من الأمونيا الـ (1) نية تختلف باختلاف نوع السمك. وعموما فإن التركيز أقل من 0,02 جزء / مليون يعتبر آمن. ويعتبر نظام المياه الدائرى هو الأكثر تعرضا للمستويات الضارة من الأمونيا وكذلك الأحواض الترابية بعد حودث موت مفاجئ للبلانكتون بها. ويعتبر النترايت nitrite (NO_2) والنترات nitrate (NO_3) نواتج تحلل الأمونيا حيث تتحول الأمونيا فى الوسط الهوائى إلى النترايت بواسطة بكتريا النيتروزوموناس ثم تتحول بعد ذلك إلى النترات بواسطة بكتريا النيترويباكتر وهذا مايعرف بالفلتر البيولوجى. والنترات هى أقل المركبات النتروجينية سمية بينما النترايت يعتبر من المركبات السامة للأسماك حيث ترتبط النترايت بهيموجلوبين الدم blood hemoglobin وتؤكسده إلى مثيوجلوبين أو الصورة الغير قادرة على حمل الأكسجين إلى الأنسجة مما يؤدى إلى حدوث تسمم. ويمكن ملاحظة وجود المثيوجلوبين بلونه البنى (لون الشيكولاتة) فى الدم والخياشيم. ولقد وجد أن 0,15 جزء فى المليون من النترايت يسبب إجهاد لأسماك التراوت فى حين أن 0,55 جزء فى المليون من النترايت سبب قتل هذه الأسماك، أما أسماك الـ channel catfish فهى أكثر مقاومة لأيون النترايت و لكن 0.29 جزء فى المليون يمكن أن تقتل أكثر من 50 % من تلك الأسماك خلال 48 ساعة. الجدير بالذكر أن سمية أيون النترايت تقل قليلاً بزيادة عسر الماء و كذلك تقل سمية النترايت بشكل واضح كلما إزدادت الملوحة وزيادة محتوى الماء من الكلوريد حيث يعتقد أن للكلورايد تأثير واقى من سمية النترايت. النترايت Nitrite (NO^{-}_{2}) منتج وسطى ثانوى intermediate product


(1)
Organic
Matter
(13)
Assemilation of
natrate
(2)
Ammonification
Nitrogen
Fixation
(12)
(9)
Denitrification
(6)
(8) NO_3
NO_2
(11)
N_2
(3)
NH_3
N_2O (10)
(7) Nitrobacter
(4)
Nitrosomonas
(5)
Nitrification
NO_2 (6)

1- المادة العضوية 2- النشدرة
3- الأمونيا الضارة 4-بكتريا النيتروزوموناس
5- النيترتة 6- النيترايت
7- بكتريا النيتروباكتر 8- النترات
9- إختزال النترات 10- أكسيد نيتروز
11- النيتروجين 12- تثبيت النتروجين
13- تمثيل النترات بواسطة النباتات والبكتريا

شكل73: يوضح دورة النتروجين فى الطبيعة

لعملية النترتة nitrification والفلتر البيولوجى الغير جيد ربما يتسبب فى إنتاج كميات كبيرة من هذا الأيون السام إلى الماء ، فزيادة معدل نمو بكتريا الـ nitrosomonas فى الفلتر البيولوجى يمكن أن يسبب زيادة تراكم النترايت الشديد السمية لأسماك المياه العذبة.

جدول (21): نسبة الأمونيا الغير أيونية فى الأمونيا الكلية عند درجات حرارة و pH مختلفة.

درجة الحرارة / pH	° 12.2	° 16.8	° 20.0	° 24.0	° 27.8	° 32.2
7.0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	1.0
7.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.3	2.4
7.8	1.4	1.8	2.5	2.8	3.2	5.7
8.2	3.3	4.5	5.9	6.5	7.7	13.2
8.6	7.9	10.6	13.7	14.9	17.3	27.7
9.0	17.8	22.9	28.5	31.3	34.5	49.0
9.2	35.2	42.7	50.0	53.1	56.9	70.8
9.6	57.7	65.2	71.5	72.9	76.8	85.9
10.0	68.4	74.8	79.9	82.2	84.3	90.6

ويلاحظ من الجدول أن كمية الأمونيا السامة تزداد بزيادة درجة الحرارة والـ pH، ومن هذا الجدول وكذلك عن طريق قياس الأمونيا الكلية بالجزء فى المليون وتقدير الـ pH ودرجة حرارة الماء فإنه يمكن حساب تركيز الأمونيا الغير متأينة وذلك بضرب قيمة الأمونيا الكلية فى نسبة الأمونيا الغير أيونية المقابلة لدرجة الحرارة ورقم الـ pH من الجدول كالآتى:

total ammonia (ppm) × % un-ionized ammonia ÷ 100

6-1-6-9 الحموضة Acidity

تشير الحموضة إلى قابلية المركبات الكيميائية الذاائبة على إنتاج أيون الهيدروجين ويتم الإستدلال عليها عن طريق الـ pH أى اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين. ويتراوح مقياس الـ pH بين 1 (الحد الأعلى للحموضة) إلى 14 (الحد الأعلى للقلوية) مع نقطة التعادل 7 يتميز 90 % من المياه الطبيعية بدرجة pH تتراوح بين 6.7 إلى 8.2 ويجب أن لا تسترزع الأسسماك خارج مدى pH من 6.5 إلى 9 فأسماك المياه العذبة يعتبر المدى الأمثل لها من الـ pH هو 6.5- 9 وتبدأ الأسماك فى المعناه خارج هذا المدى حيث تزداد التأثيرات الفسيولوجية المعاكسة كلما زاد البعد عن المدى الأمثل حتى تصل إلى المستويات المميتة ، كذلك فإن التذبذب الشديد فى الأس الهيدروجينى يسبب إجهاد للأسماك قد يصل إلى حد الموت بوصول قيمة الـ pH إلى المستويات المميتة سواءأ القلوية منها أو الحمضية ، والعديد من الأسماك يمكنها أن تعيش فى مياه ذات درجة pH مفرطة لفترات طويلة ولكن من الناحية الاقتصادية يقل نموها وكذلك إنتاجها أو نسلها. بزيادة درجة الحرارة تقل قدرة الأسماك على تحمل التفاوت فى درجة الـ pH حيث أن سمية الأمونيا تصبح من العوامل الهامة التى يجب أخذها فى الاعتبار عند درجات الـ pH العالية ، حتى داخل النطاق الضيق نسبياً لتركيز أيون الهيدروجين (6.5-9) فإن الأسماك تتباين من حيث درجة الـ pH المثلى للنمو. وبصفة عامة الأنواع التى تعيش فى المياة الباردة والمعتدلة (حيث انخفاض الكائنات الأولية بالتالى نخفاض عملية البناء الضوئى) تنمو جيداً عند درجة pH من 6.5- 9 لأسماك التراوت على سبيل المثال تزداد بها نسبة النفوق بزيادة الـ pH عن 9 والأسماك المتأثرة بزيادة الـ pH يلاحظ عليها أنها تدور بسرعة بالقرب من سطح الماء محاولة مغادرة المياه كذلك يلاحظ بياض العيون ثم حدوث العمى الكلى وحدوث تهرأ الزعانف والخياشيم وبيبض الجزء التالف من تلك الأعضاء ثم يتبع ذلك نفوق الأسماك خلال عدة ساعات. أما أسماك المياه الدافئة (حيث تزداد كثافة عملية البناء الضوئى خاصة وقت الصيف) ممايؤدى إلى زيادة الـ pH نهاراً والتى قد تصل إلى معدلات عالية تقترب من الـ 10 خاصة فى الأحواض عالية الخصوبة نتيجة لاستهلاك كميات كبيرة من ثانى أكسيد الكربون هذه الأسماك تنمو جيداً عند مستوى pH من 7,5-9.كما هو الحال فى اسماك القاروص المقلم bass stripped والقراميط. أما أثناء الليل فإن تركيز ثانى أكسيد الكربون يزداد نتيجة عملية التنفس وبالتالى ينخفض تركيز الـ pH. وبوجه عام فإن المياه تتميز

بقدرة عالية على مقاومة التغير فى درجة الـpH ويطلق على هذه القدرة المنظمة أو الـ buffering capacity وتتوقف هذه القدرة على مدى احتواء الماء من الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيد.

9-6-1-7 القلوية Alkalinity

القلوية هى قدرة المياه الطبيعية على مقاومة التغيرات الحادة فى الـ pH (معادلة الأحماض دون زيادة فى رقم الـ pH) أو بمعنى آخر القدرة على أخذ أيونات الهيدروجين ومقاومة الحموضة. هى مقياس للقواعد الموجودة فى الماء خاصة الكربونات $CO_3^{=}$ والبيكربونات HCO_3^{-} وأحيانا الهيدروكسيد OH^{-}. تلك القواعد الأنيونية (سالبة الشحنة) يعبر عنها بالتركيز المكافىء من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$. ودائماً ماتكون أيونات الكربونات والبيكربونات فى حالة اتزان فى المحلول المائى كما يتضح من المادلة الآتية: $HCO_3^{-} = H+ CO_3^{=}$

وترجع قدرة الكربونات والبيكربونات على تنظيم الـ pH إلى قيام كلا المركبين بمعادلة إضافة أو استهلاك ثانى أكسيد الكربون وبالتالى تحقيق المحافظة على ثبات الأس الهيدروجينى. وتعتبر الكربونات عنصر مهم للمربى حيت أنه فى الحوض السمكى تعتبر عملية التمثيل الضوئى هى المصدر الرئيسى للأكسجين ويتم تخزين ثانى أكسيد الكربون الزائد فى الكربونات والبيكربونات لحين استخدامها فى عملية التمثيل الضوئى. وتخزين ثانى أكسيد الكربون أيضا يمنع التغيرات الحادة في درجة pH الماء ، فبدون هذه المركبات التى يمسك بها ثانى أكسيد الكربون فإن ثانى أكسيد الكربون الحر يكون كميات من الأحماض الضعيفة (حمض الكربونيك) والتي قد تسبب انخفاض درجة الـ pH إلى 4.5. وبارتفاع معدل عملية التمثيل الضوئى فإن معظم ثانى أكسيد الكربون الحر يستهلك بواسطة البلانكتون النباتى وبالتالى ترتفع درجة الـ pH إلى 10.

وفى نظم الاستزراع المائى يفضل أن تتراوح القلوية الكلية لمياه الاستزراع بين 30- 100 مجم/لتر وذلك فى المياه العذبة. كذلك ينصح بعدم استخدام المياه التى تقل قلويتها عن 30 مجم/لتر فى أغراض الاستزراع وذلك لضعف قدرة هذه المياه على مقاومة التغير فى الأس الهيدروجينى. وإذا حدث وتم استخدام مياه قليلة القلوية (فى حدود 20مجم/لتر) لأن ذلك يتطلب إضافة الجير حيث تؤدى المعاملة بالجير إلى رفع pH تربة قاع الحوض مما يساعد على نمو الكائنات القاعية واذدهار الهائمات النباتية بوجه عام. ومن الثابت ملائمة القلوية الأكثر من 50 مجم/لتر للاستزراع السمكى. وقد أوضحت نتائج المسوحات للمسطحات المائية فى مصر بأن القلوية الكلية تراوحت بين 80 مجم/لتر للمياه العذبة، 250 مجم/لتر

لمياه الصرف الزراعى، 120 مجم /لتر فى المياه البحرية.

9-1-6-8 عسر الماء Hardness

أما عسر الماء فيحدده تركيز الكاتيونات الثنائية التكافؤ والتى يمثلها أساساً الكالسيوم Ca^{++} والمغنسيوم Mg^{++} والتى يعبر عنها أيضا بالتركيز المكافىء من كربونات الكالسيوم. الجدير بالذكر أن الصخور الكربونية المسئولة أساساً عن معظم القلوية فى الماء هى نفسها مصادر كل من الكالسيوم والمغنسيوم ولذلك فإن قيم القلوية والعسر غالباً متشابهين لحد ما عندما يعبر عنهم بمكافىء كربونات الكالسيوم (مجم/لتر من $CaCO_3$). وعلى الرغم من أن العسر الكلى العالى غالباً ما يتزامن مع قلوية كلية عالية إلا أنهما يستقل كل منهما عن الآخر وخصوصاً فى المياه العذبة . ولقد ثبت أن تأثير نقص العسر على الأسماك يرجع إلى عدم قدرة الأسماك على إتمام عملية التنظيم الأسموزى فى مياه خالية من الكاتيونات ثنائية التكافؤ ، ويفضل أن يتراوح العسر الكلى المناسب لمعظم أسماك المياه العذبة بين 20-150 مجم/لتر. وإذا أردنا زيادة العسر فإنه ينصح باستخدام الجير ويمكن كذلك إضافة الجبس لنفس الغرض. وهناك العديد من التقسيمات الخاصة بعسر الماء منها الموضح بالجدول رقم (3) التالى:

العسر (مجم/لتر من $CaCO_3$)	درجة العسر
صفر- 75	يسر soft
75-150	متوسط العسر
150-300	عسر hard
أكثر من 300	شديد العسر

9-1-6-9 المواد السامة Toxic materials

العديد من المواد السامة للأسماك توجد بصفة عامة فى مصادر المياه الملوثة سواء نتيجة التلوث الصناعى أو الزراعى وأهم هذه الملوثات السامة هى المعادن الثقيلة heavy metals والمبيدات pesticides.

9-1-6-9-1 المعادن الثقيلة

تشير الدراسات والتقاريرإلى وجود مدى واسع من القيم السامة للمعادن الثقيلة فالتركيزات التى تقتل 50 % من مختلف أنواع الأسماك خلال 96 سساعة تتراوح بين 90- 41000 جزء فى البليون للزنك' 26- 10000 جزء فى البليون للنحاس و 470-9000 جزء فى البليون للكادميوم. وبصفة عامة فإن أسماك التراوت والسلمون هى أكثر الأسماك تأثراً بالمعادن الثقيلة مقارنة بباقى أنواع

الأسماك ، فالكميات القليلة جداً من الزنك والناتجة من الأنابيب المجلفنة للمفرخات يمكن أن تسبب فقد كبير جداً فى يرقات التراوت. فالمعادن الثقيلة كالنحاس ، الرصاص ، الزنك ، الكادميوم والزئبق لابد من تجنب مصادرها فى مياه المفرخات.

9-6-1-9-2 المبيدات

العديد من المبيدات ذات تأثير سام جداً على الأسماك حتى وإن وجد بتركيزات منخفضة جداً (أجزاء قليلة فى البليون). والتركيزات شديدة السمية من العديد من المبيدات الحشرية تتراوح بين 5-100 ميكروجرام/لتر أما التركيزات المنخفضة عن تلك القيم قد تكون سامة خاصة إذا امتدت مدة تعرض الأسماك لها ، حتى وإن لم تنفق الأسماك الناضجة فى الحال فإن التلوث البيئى بهذه المبيدات يسبب أضراراً بالغة للتجمعات السمكية على المدى الطويل. كذلك فإن المبيدات تؤثر على وفرةالكائنات الحية الدقيقة والتى تتغذى عليها الأسماك هذا بالإضافة إلى تأثيرها القاتل للبيض واليرقات وكذلك انخفاض معدلات النمو. فالمبيدات الحشرية عند رشها على حقل ما فإنها تنتشر بفعل الرياح والمياه لتغطى مساحات شاسعة ومن ثم تصل إلى الأحواض والمجارى المائية.

9-7 الفرق بين المياه العذبة والمياه الشروب

هناك عدة فروق هامة بين كل من المياه العذبة والمياه الشروب والتى تستخدم للاستزراع السمكى ولابد من وضع هذه الفروق فى الاعتبار عند التعامل مع المياه فى المزارع وقبل إجراء أى معاملات لتلك المياه وأهم هذه الفروق ما يلى:

1- ذوبان الغازات: بزيادة تركيز الأملاح فى المياه عن حد التشبع تنخفض درجة ذوبان الغازات بها. فمثلا يقدر تركيز الأكسجين فى المياه العذبة عند مستوى سطح البحر بـ 8,24 مجم/لتر عند درجة حرارة 25°م ولكن فى المياه الشروب يكون التركيز عند نفس المستوى 7,36 مجم/لتر. ويرجع السبب إلى ارتباط جزء كبير من المياه بالأيونات فى المياه الشروب أكثر منه فى المياه العذبة ولذلك يصعب ارتباط الغازات بجزيئات المياه الشروب.

2- عمليات الترسيب: ترسب الحبيبات العالقة فى المياه الشروب بمعدل أسرع منها فى المياه العذبة وذلك راجع للتركيز العالى للأيونات فى المياه الشروب.

3- التأثير على نشاط المركبات الكيميائية: مثل إلتقاط الأيونات بواسطة النباتات والحيوانات ، والتأثيرات السامة للأيونات والتى كون مرتبطة أكثر

بالأنشطة الكيميائية أكثر من ارتباطها بالتركيز. لكى تحدث مادة ما تأثيرها فى المياه الشروب فهى تحتاج إلى تركيز أعلى من التى تحدثه نفس المادة فى الماء العذب.

4- تفاعلات المعادن الذائبة: أيونات المعادن الثقيلة عموما أقل سمية فى المياه الشروب عنها فى المياه العذبة وذلك يرجع لتفضيل هذه الأيونات للإرتباط (فى وضع متوازن) مع الأكسيدات والهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات فى المياه الشروب عنها فى المياه العذبة.

5- المعاملة بالجير: المياه الشروب غالبا ذات قلوية وعسر أعلى من المياه العذبة ونادراً ماتحتاج للمعاملة بالجير فيها.

6- درجة الحمضية: قلما يحدث انخفاض فى درجة الحمضية pH للمياه الشروب وذلك لاحتوائها على قلوية عالية بعكس بعض أنواع المياه العذبة التى يحدث فيها تذبذب فى درجة pH .

7- التسميد: الطحالب الخضراء المزرقة لا تنمو جيدا فى المياه الشروب كما هو الحال فى المياه العذبة ، ويعتبر النيتروجين المثبت بواسطة الطحالب الخضراء المزرقة من المصادر الهامة للنيتروجين في المياه العذبة. ولذلك تحتاج المياه الشروب للتسميد النيتروجينى بعكس التسميد الفسفورى الذى لا يختلف تقريبا بين نوعى المياه.

8- كبريتيد الهيدروجين: نظرا لاحتواء الماء الشروب على تركيز عالى من الكبريتات، فإن كبريتيد الهيدروجين قد ينتج فى الظروف اللاهوائية للتربة أكثر منه فى المياه العذبة.

9- تجمعات البلانكتون النباتى: فى المياه الشروب ذات الملوحة فوق 10-15 جرام/لتر تكون الأنواع السائدة من البلانكتون النباتى هى الدياتومات والطحالب الخضراء ، ونادراً ماتظهر الطحالب الخضراء المزرقة فى المياه الشروب ، بينما المياه العذبة غالباً ما تحتوى نمواً وفيراً من هذه الطحالب الخضراء المزرقة.

10- التآكل المعدنى: يحدث التآكل فى الأجسام المعدنية بدرجة أكثر فى المياه الشروب مقارنة بالمياه العذبة ، لذا يجب وضع ذلك فى الاعتبار والاحتياط عند استخدام المعدات مثل ماكينات المياه والهوايات.

9-8 أهم المشاكل التى قد توجد فى المياه المستخدمة للاستزراع السمكى

فى الظروف البيئية الجيدة تعيش الكائنات الحية بصورة طبيعية وصحية مع أقل قدر من المشاكل الصحية وبالتالى يمكنها النمو بصورة جيدة. توجد ثلاث أنواع من المشاكل التى تحدث فى مياه الأحواض:

النوع الأول: يرتبط بطبيعة نوعية المياه فى منطقة ما مثل:

- المياه ذات العكارة العالية فى بعض المناطق.
- حموضة التربة والمياه.
- زيادة أو انخفاض الملوحة عن الحد المناسب للأسماك المستزرعة.
- المياه القلوية .
- زيادة تركيز عنصر الحديد فى بعض مصادر المياه (الآبار).

هذه المشاكل يمكن تلافيها فقط بحسن اختيار الموقع المزمع إنشاء المزرعة عليه أو يمكن حل هذه المشاكل بالعديد من المعاملات التى تجرى لمعالجة المياه.

النوع الثانى: يتعلق بما قد يحدث للمياه من تغيرات كنتيجة للنظام أو الإسلوب المتبع فى إدارة الأحواض مثل:

- حتمية استخدام الأسمدة لزيادة الإنتاج برفع خصوبة المياه.
- معدلات التغذية العالية تودى لزيادة كبيرة فى الفيتوبلانكتون.
- نقص الأكسجين الذا ئب.
- التأثيرات السامة لبعض نواتج التحلل والتمثيل الغذائى حيث يمكن أن تؤدى زيادة عملية البناء الضوئى إلى زيادة خطيرة فى درجة pH للماء أو حدوث تشبع بالغازات ، كما أن شدة ازدهار الفيتوبلانكتون تحدث أحيانا خطر حرارى وكيماوى فى طبقة المياه المحتوية على البلانكتون بخلاف الطبقات الأخرى.

الحكمة فى إدارة الأحواض عنصر هام جدا للتعامل مع هذه النوعية من المشاكل. فعلى المسئول عن الأحواض أن يدرك تماما أنه بغض النظر عن حجم المدخلات فإن الإنتاج له حدود اقتصادية مفترضة ، وعليه أن يعمل على الوصول إلى الإنتاجية ذات العائد القتصادى المناسب وليس أقصى إنتاج يمكن الحصول عليه ، فقد يحصل المزارع على أقصى إنتاج ولكن بدون عائد مقبول.

النوع الثالث: يتعلق بحدوث تلوث مصدر المياه من المناطق المجاورة ، وهذا النوع فى الأساس يرجع إلى سوء اختيار الموقع وفى حالات أخرى يرجع السبب إلى تكرار استخدام المياه لأكثر من غرض. أحيانا يكون الحل سهل حيث يمكن علاج

مصدر المياه الملوث أو تحويله وعدم استخدامه فى المزرعة. وفى أحيان أخرى لا يكون الحل سهلاً كما هو الحال عند تلوث مياه الأنهار التى تمتلىء بمخلفات الصناعة والصرف الصحى وخلافه.

على الرغم من أهمية جودة المياه فى المصدر المستخدم للاستزراع السمكى، إلا أن هناك قليل من الطرق التى يمكن بها علاج أو تحسين خصائص المياه من أجل إنتاج أسماك أفضل ، وأكثر هذه الطرق فاعلية مايلى:

- حسن اختيار الموقع.
- حسن تصميم وإنشاء الأحواض.
- العلاج بالجير أو الجبس.
- التسميد.
- التهوية الصناعية.
- تغيير وإستبدال المياه.
- علاج تربة قاع الأحواض.
- حماية مصدر المياه.
- تنظيم معدلات التغذية.

ترتبط التغذية إرتباط وثيق بجودة خصائص المياه فى الأحواض ، حيث تعتمد كفاءة التحويل الغذائى على جودة وكفاية المياه فى الحوض ، كذلك يجب أن ندرك أن زيادة معدل التغذية يؤدى إلى فساد مياه الحوض.

تعريف إدارة مياه الأحواض:

هى عمليات تطوير أو تحسين تجمعات المياه المستخدمة بغرض إنتاج الأسماك للاستهلاك الأدمى.

الهدف: تحسين إنتاج الأسماك عن طريق توفير الظروف البيئية الملائمة فى المياه، وتقديم مصادر الغذاء الطبيعى، وتقليل المنافسة على تلك المصادر الغذائية بواسطة النباتات والحيوانات الغير مرغوبة.

وتجرى هذه العمليات فى أحواض الأسماك أو البحيرات أو تجمعات المياه الأخرى حيث تعيش الأسماك ، تتأثر نوعية المياه كثيراً وكذلك حياة الكائنات الحية المائية بها فى منطقة ما بما يجرى فى الأرض المحيطة بها من إجراءات ، لذا يجب حماية الأحواض ومصادرها المائية من التلوث الناتج عن عمليات صناعية أو زراعية تتم فى المناطق المحيطة.

الوسائل: بعض الإجراءات المثالية قد تفيد فى تحسين خصائص المياه تحت بعض الظروف الخاصة إلا أنه يجب استشارة الأخصائيين قبل الإقدام على أى إجراء

منها ما لم تتوفر الخبرة المناسبة ، ومن هذه الإجراءات ما يلى:

9-8-1عمليات التهوية

حيث تستخدم الهوايات الصناعية ومنها البدالات لحماية الأسماك من انخفاض مستويات الأكسجين الذائب فى المياه إلى مستويات قد تكون مميتة. ويختلف نوع الهوايات أو البدالات حسب نوع وحجم وعمق الحوض، فالأنواع التى تستخدم فى الأحواض العميقة قد لا تكون مفيدة فى الأحواض الضحلة.

9-8-2 عمليات إضافة الجير أو الجبس الزراعى

وتجرى بغرض ترسيب الحبيبات العالقة فى المياه العكرة والتى تسبب عتامة المياه وعدم نفاذ الضوء إلى مستويات أعمق وهى تفيد أيضاً فى علاج بعض مشاكل القلوية ، وهذا الإجراء يكون مفيداً فى كثير من الحالات ويؤدى إلى زيادة خصوبة المياه.

9-8-3 عمليات التسميد:

تسميد المياه سواء بالأسمدة الكيماوية أو الأسمدة العضوية يفيد غالبا فى زيادة خصوبة المياه وبالتالى الإنتاج السمكى.

9-8-4 عمليات إزالة النباتات المائية

وهى عمليات هامة وضرورية لإزالة النباتات التى تنافس الأسماك فى الحصول على العناصر الغذائية فى المياه وتستنذفها تماما فى بعض الأحيان. ولا يخفى على أحد أهمية عمليات إزالة النباتات المائية الغير مرغوبة حتى بعض أنواع النباتات التى قد تكون مفيدة للأسماك إلا أنها حين تبلغ حد معين تكون ضارة وذلك لإستنزافها للعناصر الغذا ئية إضافة إلى إستهلاك الأكسجين ليلاً فى التنفس مما قد يؤثر بالضرر الشديد على الأسماك. وتختلف طريقة إزالة النباتات المائية تبعا لنوع النبات وكثافته وعوامل أخرى لن تنعرض لها هنا ولكن سنذكر فقط طرق المقاومة:

9-8-4-1 طرق كيميائية: باستخدام المبيدات الموصى بها والآمنة للأسماك أو الكيماويات الأخرى.

9-8-4-2 طرق ميكانيكية: باستخدام آلات قطع الحشائش أو إقتلاع النباتات باليد أو حجب الضوء عن النباتات حتى تموت أو الغمر بالماء لقتل الريزومات.

9-8-4-3 طرق بيولوجية: باستخدام كائنات حيه ذات تأثير على الحشائش المائية أو استخدام الأسماك آكلة العشب.

9-9 المصدر المائى و معالجته Water supply and treatment

توفير مصدر كافٍ من المياه العالية الجودة هو النقطة الحاسمة فى عمليات التفريخ ، فسواء كانت الزراعة السمكية مكثفة intensively (تتطلب تدفق ثابت للمياه) أو انتشارية extensively (تحتاج لأحجام كبيرة من الأحواض و الماء) فإن التزويد بالماء لابد أن يكون بدرجة كافية خلال كل مواسم السنة حتى و إن كان تصميم المفرخ على أساس إعادة استخدام المياه فإنه يحتاج أيضاً إلى كميات كبيرة من المياه بغرض التعويض make-up flow ، كذلك فإن اختيار مكان المفرخ لابد أن يكون معتمداً على المعرفة الشاملة بطبيعة المكان من الناحية الهيدرولوجية و الجيولوجية و كذلك الطقس و المناخ.

وبصفة عامة تعتبر المياه الجوفية groundwater أفضل مصادر المياه للمفرخات خاصة فى حالة الاستزراع المكثف حيث أن تدفق هذه المياه ثابت ويُعتمد عليه reliable كما أن درجة حرارة هذه المياه ثابتة stable علاوة على أنها تتميز بخلوها من الملوثات pollutants و مسببات الأمراض. الينابيع springs و كذلك الآبار الارتوازية artesian wells هى أرخص الطرق للحصول على المياه الجوفية، أما الآبار المضخية pumped wells فهى أقل اقتصادياً من السابقة، كذلك المجارى و الجداول المائية يمكن أن تكون مصدر جيد لمياه المفرخات و لكن يوجد تغيرات موسمية فى درجة حرارة الماء و مدى تدفقه ، و على ذلك لابد من تشييد أماكن لتخزين الماء و كذلك وجود أدوات للتحكم، أما المجارى المائية الكبيرة كالبحيرات و الأنهار فإنه يمكن استخدام مياهها فى الاستزراع السمكى و لكنها تتصف أيضاً بالتباين الشديد فى جودة الماء و كذلك درجة حرارته خلال الفصول المختلفة ، كذلك فإنها ربما تكون ملوثة علاوة على أنها تحتوى على أسماك قاطنة و التى يمكن أن تكون سبباً فى نقل الأمراض إلى المفرخات.

و بناءاً على ذلك فإن مياه المفرخات لابد أن تكون متوفرة و بدرجة عالية من الجودة ، و معظم المفرخات تحتاج إلى ما يعرف بالـ water treatment أو معالجة المياه. هذه المعالجة قد تكون بسيطة مثل ضبط درجة الحرارة أو الإمداد بالأكسجين أو معاملات عديدة كما هو الحال فى معالجة مياه الصرف sewage. و على ذلك فإن المياه قد يتم معالجتها عند ثلاث نقاط أثناء مرورها خلال المفرخ ، هذه النقاط الثلاثة هى:1- عند دخول الماء للمفرخ، 2- فى حالة استخدامه مرة أخرى (أى إعادة الاستخدام)، 3- ثم عند خروجه من المفرخ.

9-9-1 أولاً معاملة الماء الوارد للمفرخ Treatment of incoming water

المياه الواردة للمفرخ ربما تكون درجة حرارتها غير مناسبة للأسماك، كذلك قد يكون محتواها من الأكسجين منخفض أو تكون هناك زيادة فى محتواها من المواد الصلبة العالقة، أو ربما تحمل معها مسببات مرضية، هذه المشاكل عادة ما تكون موسمية و لكنها قد تكون مزمنة أحياناً.

9-9-1-1 التحكم فى درجة الحرارة Temperature control

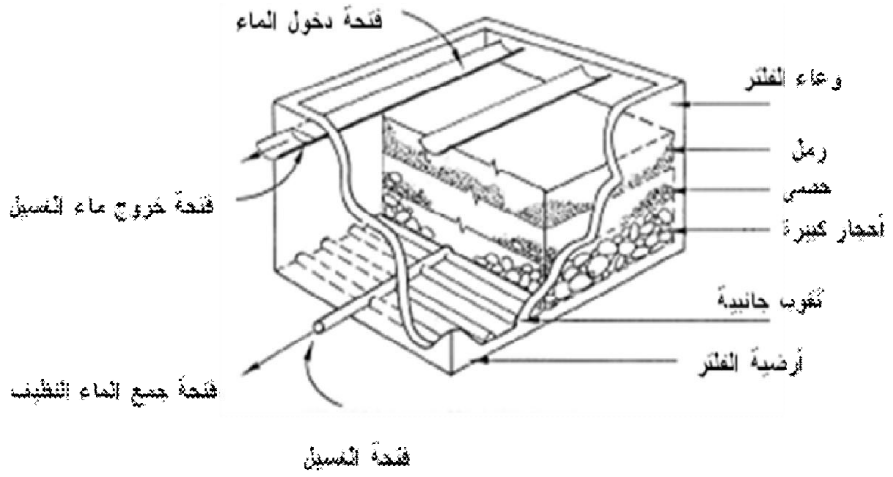
التحكم فى درجة حرارة الماء يكون عملياً عندما تكون كمية المياه المراد تسخينها أو تبريدها صغيرة و تكلفتها قليلة، فالتحكم فى درجة حرارة المياه يتم أو و المزودة بالإحلال recycleيؤخذ فى الاعتبار فى أنظمة إعادة الاستخدام الـ حيث egg incubationالمائى للتعويض، كذلك يتم فى أنظمة محضنات البيض تكون كميات المياه المستخدمة صغيرة نسبياً.

9-9-1-2 التزويد بالأكسجين Aeration

المياه التى مصدرها الينابيع و الآبار ربما تحمل غازات ضارة بالإضافة إلى أنها فقيرة فى محتواها من الأكسجين، هذه الغازات السامة يمكن تلاشيها و كذلك يمكن زيادة محتوى تلك المياه من الأكسجين عن طريق تقليب الماء ميكانيكياً أو بتمريره فوق سلسلة من الحواجز baffles.

9-9-1-3 التعقيم Sterilization

أى مياه تحتوى أو تقطنها أسماك برية wild fish لابد من تعقيمها قبل وصولها إلى المفرخ، فالمسببات المرضية يمكن قتلها بواسطة المؤكسدات الكيماوية chemical oxidants أو عن طريق الترشيح الرملى sand filtration و الإشعاع فوق البنفسجى ultraviolet radiation. يلى الترشيح خلال الـ sand filter التعقيم عن طريق الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet و تعتبر هذه الطريقة معالجة مختبرة جيداً لتعقيم مياه المفرخات، فعلى سبيل المثال 125 جالون فى الدقيقة من مياه النهر المحتوية على العديد من المسببات المرضية يمكن ترشيحها و تعقيمها خلال 2 فلتر رملى بقطر 30 بوصة ثم خلال وحدة أشعة فوق بنفسجية مكونة من 18 لمبة. فالفلتر الرملى يزيل الجسيمات من 8 – 15 ميكرون أما الأشعة الفوق بنفسجية تقتل الجزء الأصغر من ذلك، ولا بد من تعريض المسببات المرضية pathogens لكميات مكثفة من الأشعة فوق البنفسجية و لذلك لابد أن يكون الماء رائق حتى يسمح بنفاذ تلك الأشعة خلاله.



شكل 22: فلتر ميكانيكي

يتم تصفية الماء خلال مرورة لأسفل فى طبقات الرمل والحصى ثم يتم تجميعة خلال ثقوب الأنابيب الجانبية. ويتم تنظيف الفلتر عن طريق دفع الماء عكسياً خلال الحصى والرمل ثم يتم فصل الشوائب الناتجة على السطح عن طريق فتحة خروج ماء الغسيل.

يوجد بديل ميكانيكى للـ sand filter يعرف بالـ micro screen filter وهو عبارة عن وعاء إسطوانى مجوف ومغطى بنسيج صلب من مادة تخليقية به العديد من الفتحات أو الثقوب ذات الأحجام المختلفة حيث يدخل الماء إلى مركز هذا الوعاء ثم يخرج من الثقوب فى صورة ماء مرشح. عندما يصبح النسيج مسدوداً أو محشواً بالمخلفات فإن هذه الإسطوانة يتم تدويرها بسرعة ويتم دفع الماء بقوة فى صورة رزاز مما يؤدى إلى إزالة الشوائب من هذه الثقوب و طردها فى حوض تجميع الفضلات ، هذا النوع من المرشحات micro –screen filter متاح تجارياً بفتحات تصل إلى 5 ميكرون.

كذلك يمكن تعقيم الماء كيميائياً باستخدام بعض المركبات مثل غاز الكلورين chlorine أو الهيبوكلورايت hypochlorite ولكن هذه المركبات تكون سامة بالنسبة للأسماك لذلك يجب معادلتها أو إبطال مفعولها بعد استخدامها. كذلك فإن الأوزون ozone يعتبر مركب قوى الأكسدة بالمقارنة بالـ hypochlorite وتم

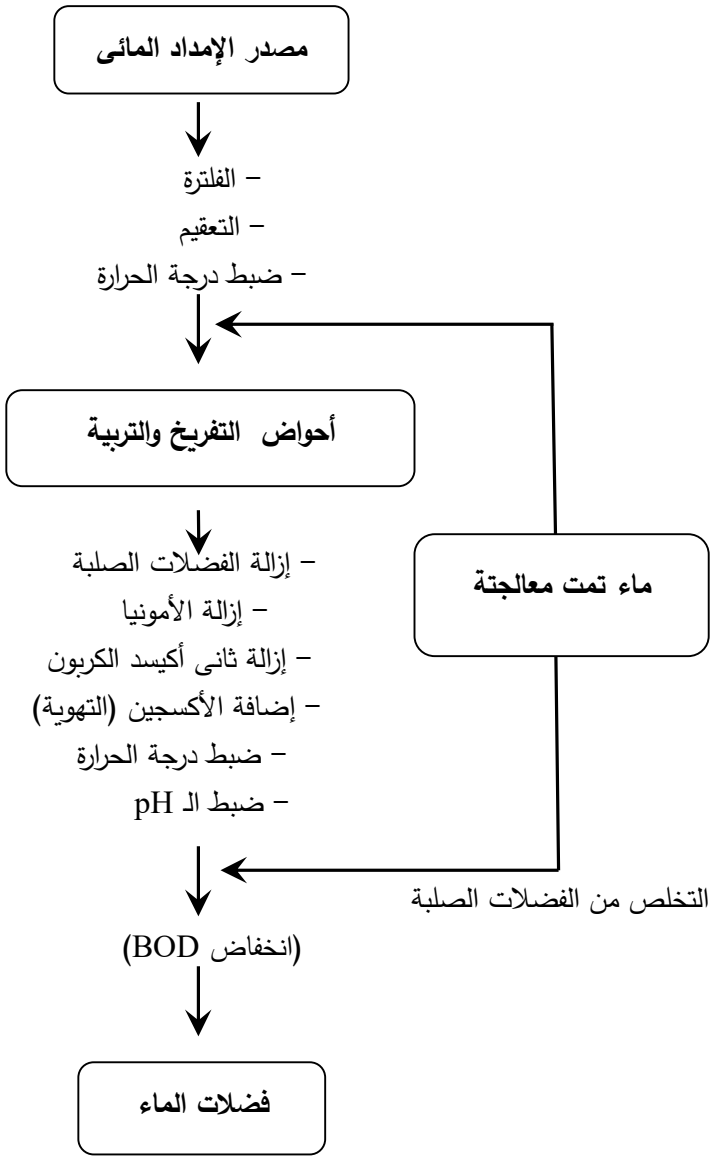
استخدامه معملياً بنجاح، و لكنه مركب غير ثابت ولابد من إنتاجه فى نفس مكان الاستخدام وذلك من الأكسجين و الطاقة الكهربية. والماء المعامل بالأوزون لابد من إعادة تغذيته بالأكسجين قبل أن تعيش فيه الأسماك، وبرغم أن الأوزون وسيلة جيدة جداً لمقاومة الكائنات الدقيقة إلا أنه مضر بصحة الإنسان.

9-9-2 ثانياً معالجة المياه بغرض إعادة استخدامها Treatment of water for reuse

كثيراً ما يتم إعادة استخدام مياه المفرخ حيث أنها تعتبر طريقة عملية، فبعض المفرخات تستخدم نفس الماء خلال سلسلة من القنوات المائية والأحواض لعدة مرات قد تصل إلى 10 مرات ، فالمفرخات التى تستخدم المياه لمرة واحدة تعرف بالـ single-pass system أما التى تعيد استخدامه عن طريق الضخ وإعادة تكييفه فتعرف بالـ reuse-reconditioning systems. ومعظم الأنظمة التى تعيد استخدام المياه تجرى إعادة لـ 90 – 95 % من المياه فقط وتعوض الباقى بماء جديد. بمرور المياه خلال المفرخ فإن الأسماك تستهلك الأكسجين و تنتج غاز ثانى أكسيد الكربون واليوريا urea والأمونيا ammonia وكذلك الفضلات، كذلك فإن الغذاء الغير مأكول يتراكم وتتغير درجة حرارة الماء، هذا الانخفاض فى جودة المياه يؤدى إلى انخفاض معدلات النمو وكذلك زيادة نسبة نفوق الأسماك إذا ماتم إعادة استخدام هذه المياه بدون معالجة، فلإعادة استخدام المياه لابد من إعادة الأكسجين والحرارة لأصلها كذلك لابد من إزالة المستويات العالية من ثانى أكسيد الكربون والأمونيا والتخلص من المواد الصلبة العالقة.

9-10 الاحتياج البيولوجى للأكسجين Biological oxygen demand أو (BOD)

وهو مقياس لكمية الأكسجين المستهلكه فى العمليات البيولوجية اللازمة لتحليل المواد العضويه فى المياه. وكلما زاد BOD ، كلما ازدادت درجة التلوث.

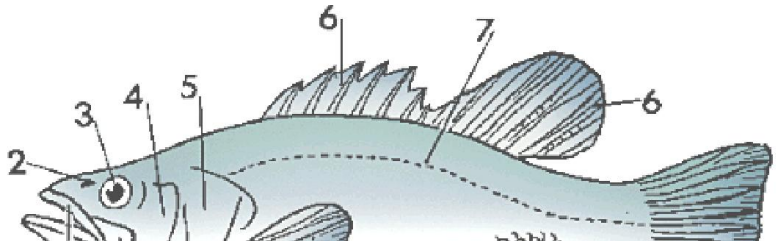


شكل 23: رسم التخطيطى يوضح طريقة إعادة استخدام الماء فى المفرخات

الباب العاشر
الأنواع الرئيسية للأسماك

الأسماك حيوانات مائية من ذوات الدم البارد cold-blooded animals أى أن درجة حرارة أجسامها تماثل درجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه وهى حيوانات فقارية تتميز بوجود الخياشيم gills والزعانف fins. تلك الكائنات تعتمد أساساً على الماء كبيئة لمعيشتها ولا تتضمن كلمة الأسماك كل الكائنات المائية مثل الثديات المائية كالحيتان whales وعجول البحر seals والدلافين porpoises أو الزواحف المائية مثل السلاحف المائية aquatic turtles وكذلك لاتتضمن الرخويات كالمحار clams والقشريات كالجمبرى shrimp.

وتمثل الأسماك غالبية الفقاريات حيث يبلغ عدد الأنواع السمكية المعروفة حتى الآن حوالى 20000 نوع أو أكثر بنسبة 48,1% مقارنة بـ 8600 نوع للطيور (20,7%) و 6000 نوع للزواحف (14,4%) والثديات 4500 نوع (10,8%) والبرمائيات 2500 نوع (6%). والأسماك ليست فقط متعددة الأنواع بل متباينة الشكل والحجم حيث يتراوح حجمها من القزمى مثل بعض أنواع الـ goby والذى يبدأ فى التناسل وحجمه لايتعدى 15مم إلى الأسماك الضخمة مثل بعض أنواع القروش والذى قد يبلغ طولها 21متر ووزنها 25 طن أو أكثر. كذلك تتباين الأسماك فى الشكل ولو ان غالبيتها ذات شكل توربيدى الا أن منها ذو الشكل المستدير أو الشكل المفلطح مثل أسمان موسى. من المعروف أن أكثر من 70% من سطح الكرة الأرضية مغطى بمياه المحيطات والباقى يمثل اليابسة والماء العذب معاً. وتعيش الأسماك فى أى مكان يتوافر به الماء من المياه القطبية (حيث درجة الحرارة أقل من التجمد) إلى ماء الينابيع الساخنة كذلك فإنها تقطن الماء العذب والشروب والمالح علاوة على أنها تعيش فى المجارى المائية الجارفة إلى المياه الهادئة العميقة والمظلمة والتى لا يستطيع أى كائن فقارى أخر أن يقطنها.



Fish Morphology

1- الفك السفلىMandible
2- الفتحة الأنفية Nasal opening
3- العين Eye
4- الوجنة Check
5- غطاء الخيشوم Operculum
6- الزعانف الظهرية Dorsal fins
7- الخط الجانبى (الحسى) Lateral line
8- الزعنفة الزيلية Caudal fin
9- القشور Scales
10- الزعنفة الشرجية Anal fin
11- الشرج Anus
12- الزعنفة الصدرية Pectoral fin
13- الزعنفة الحوضية Pelvic fin
14- عظم الفك العلوى Maxilla
15- قادمة الفك العلوى Premaxilla
16- الفك العلوى Upper jaw

10-1 التصنيف العلمى للأسماك

طرق تصنيف الأسماك عديدة ومتنوعة يحددها الغرض المنوط به المصنف فتصنيفها من وجهة النظر البيولوجية يختلف عنه من ناحية التغذية أو البيئية وهكذا.

وتتبع الأسماك المملكة الحيوانية Animal Kingdom، شعبة الحبليات Phylum Chordata، تحت شعبة الفقاريات Subphylum Vertebrata، والتى تقسم إلى أربعة فوق طوائف Super Classes إنقرضت منها واحدة هى Placodermsوهى مجموعة من الأسماك يغطى رؤسها وصدورها صفائح عظمية وتعتبر هذه المجموعة أول فقاريات فكية أما الثلاثة أقسام الأخرى فسوف يتم الإشارة إليها لاحقاً. والأسماك المعروفة حاليا والتى يزيد عدد أنواعها على 20000 نوع يرجع عمر أسلافها إلى حوالى 500 مليون سنة تنتمى إلى الثلاثة أقسام classes الرئيسية والتى يتميز كل قسم فيها بصفات خاصة هذه الأقسام يمكن توضيحها كالأتى:

1- أسماك غير فكية Agnatha - Jawless fishes

وتتبع طائفة Class Cephalaspidomorphi ومنها تحت طائفة واحدة مازلت موجودة تعرف بمستديرات الفم Subclass Cyclostomata وهى فقاريات أولية عديمة الفكوك تتميز بوجود جيوب خيشومية Pouched gills يوجد منها رتبتين هما:

أ- رتبة الچلكيات Order Petromyzoniformes ومنها سمك الچلكى Lampreys.

Lamprey

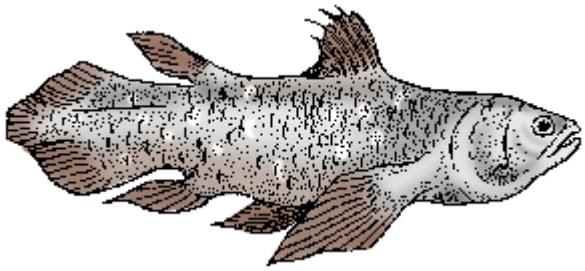
ب- رتبة المخاطيات Order Myxiniformes ومنها سمك الجريث Hagfishes.

Hagfish

2- الأسماك الغضروفية Class Chondrichthyes - Cartilaginous fishes وهى من الأسماك الفكية Gnathostomata – Jawed fishes وتتميز بأنها أسماك كبيرة الحجم ذات هيكل غضروفى وخياشيم محمولة على حواجز جدارية وتشتمل على حوالى 800 نوع منها كلب البحر Dogfishes والراى Rays والشفن Skates والقروش Sharks بأنواعها.

3- الأسماك العظمية Class Osteichthyes - Bony fishes وهى كذلك اسماك فكية تشكل أكثر من 90% من جملة الأسماك المعروفة. والأسماك العظمية لها هيكل عظمى ويغطى خياشيمها غطاء خيشومى Operculum على كل جانب من جانبى الرأس. وتقسم طائفة الأسماك العظمية تبعاً لنوعية الزعانف إلى تحت طائفتين مختلفتين تماماً هما:

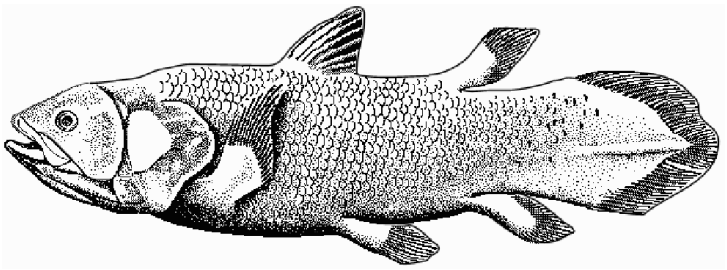
أ- أسماك ذات زعانف مفصصة أو لحمية - Subclass Crossopterygii Lobefinsهى منفصلة تماما عن المجموعة الأخرى ويميزها وجود زوج من الزعانف الشبيهة بالأطراف.



Lobe-finned fishes

ب- أسماك ذات زعانف شعاعية Subclass Actinopterygii - Rayfins وهى أكثر الأسماك العظمية إنتشاراً وأهمها الأسماك العظمية الحقيقية Teleostei

والتى تمثل أكثر من 90% من الأسماك المعروفة ومنها الأنواع التى تصلح للتربية التجارية. وتشتمل تلك المجموعة أيضاً على Subclass Dipnoi وتمثل الأسماك الرئوية Lungfishes والتى تتميز بوجود عضوين تنفسيين الخياشيم والرئة.



Australian lungfish

كذلك يمكن تقسيم الأسماك تبعاً لعدة عوامل عديدة يهمنا منها التقسيم تبعاً لنوعية المياه والهجرة وحسب طبيعة التغذية وكذلك تبعاً لطريقة ونمط التناسل والتى سوف نتناولها بالتفصيل فيما يلى.

10-1-1 تبعاً لنوعية المياه

فتقسم الأسماك إلى أسماك مياه عميقة وأخرى تفضل الحياة فى الماء الضحل فالمدى أو التوزيع الرأسى Vertical Range للأسماك يفوق أى فقاريات أخرى فهو يتراوح من 5 كم فوق مستوى البحر إلى مايقرب من 11كم تحت سطح البحر. كذلك تقسم الأسماك إلى أسماك مياه عذبة (نهرية) Freshwater Fish مثل البلطى والقراميط وقشر البياض والمبروك وأسماك مياه مالحة (بحرية) Saltwater or Marine Fish مثل السلمون والقاروص والدنيس وأسماك المياه الشروب (خليط من الماء العذب والمالح) Brackish water مثل أسماك البورى.

10-1-2 تبعاً للهجرة

تقسم الأسماك إلى أسماك مستوطنة والتى لا تنتقل من المياه الإقليمية كغالبية الأسماك وأسماك مهاجرة وتشمل نوعين:

أ- أسماك تعيش فى الماء العذب ثم تهاجر منه إلى الماء المالح بغرض التزاوج ووضع البيض وتعرف بالـ Catadromous fish مثل ثعبان السمك Eels.

ب- أسماك تعيش فى الماء المالح ثم تهاجر منه إلى الماء العذب بغرض التزاوج أيضاً ووضع البيض وتعرف بالـ Anadromous Fish مثل سلمون المحيط الأطلسى. كذلك فإن الأسماك قد تهاجر داخل النوع الواحد من المياه إما عمودياً

من السطح للقاع أو العكس أو أفقياً من الداخل إلى الشاطئ أو العكس بحثاً عن الغذاء أو بغرض التكاثر.

10-1-3 تبعاً للعادة التغذية

تقسم الأسماك فى عادتها الغذائية Feeding habits تبعاً للآتى:

10-1-3-1 تبعا لطبيعة التغذية:

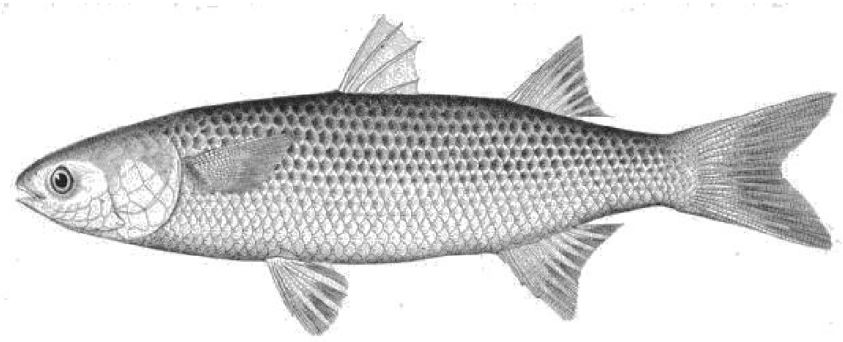
10-1-3-1-1 أسماك آكلات عشب Herbivores وتشكل حوالى 26% من جملة الأسماك.

10-1-3-1-2 أسماك آكلات لحوم Carnivores وتشكل حوالى 12,5% من جملة الأسماك.

10-1-3-1-**3 أسماك مختلطة التغذية (عشبية ولحمية) Omnivores** وتشكل حوالى 61,5% من جملة الأسماك.

10-1-3-1-4 أسماك كانسة أو رمية Detritivores وهى الأسماك التى تتغذى على المواد العضوية الميتة خاصة النباتية منها.

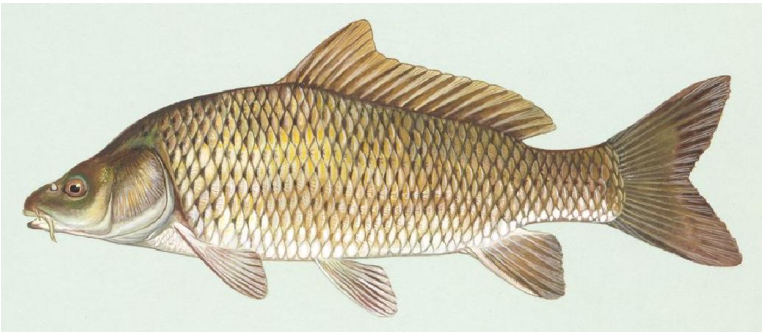
والأسماك العشبية هى التى تستهلك حوالى 70% من احتياجاتها الغذائية فى صورة طحالب Algae سواء وحيدة الخلية أوطحالب خيطية وكذلك نباتات مائية Aquatic Plant. بالإضافة إلى هذه المكونات الغذائية النباتية فإن هذه الأسماك تتغذى على حوالى من 1- 10% فى صورة غذاء حيوانى أو طين مثل البورى Mullet وبعض أنواع المبروك مثل الـ Grass carp والقرموط العشبى الـ Herbivorous catfish.



Mullet Mugil cephalus

وتتميز القناة الهضمية لهذه الأنواع بأنها طويلة والمعدة غير محددة والأمعاء كثيرة التلافيف. أما آكلات اللحوم فهى الأسماك التى تتغذى على كائنات حيوانية دقيقة ويرقات البعوض والحشرات وبيض ويرقات الأسماك وعلى والقشريات

الصغيرة وكذلك على أسماك ، ولذلك تتميز القناة الهضمية لهذه الأسماك بأنها قصيرة والمعدة واضحة ومحددة والأمعاء مستقيمة وقليلة التلافيف مثل معظم الأسماك البحرية وكذلك القراميط. أما الأسماك المختلطة التغذية فإنها تقبل التغذية على المواد الحيوانية والنباتية أياً كانت مثل المبروك العادى Cyprinus carpio. وطول القناة الهضمية ووضوح المعدة يكون وسط بين آكلات اللحوم وآكلات العشب. والأسماك الرمية أو الكانسة هى التى تتغذى على المواد العضوية والهائمات النباتية – البلانكتون Phytoplankton والحيوانية الـ Zooplankton والفتات الصخرية أى أن هذه المجموعة تجمع بين آكلات اللحوم والمختلطة مثل المبروك الفضى Silver carp.



Common carp

كذلك يمكن تصنيف الأسماك على أنها Euryphagous أى أنها واسعة أو مختلطة التغذية أو Stenophagous أى الأسماك التى تتغذى على غذاء محدد أو Monophagous والتى تتغذى على نوع واحد من الغذاء.

10-1-4 تبعاً للسلوك الغذائى Feeding behavior

و السلوك الغذائي يعني البحث عن الغذاء وطريقة إستيعابة وهى تختلف عن العادات الغذائية سابق الذكر والتى تعنى المواد التى عادة أو مصادفة ماتأكل ، فبالنسبة لتقسيم الأسماك تبعاً لطريقة الحصول عليه أو تبعاً لطريقة استيعابه فيمكن إيجازة فيما يلى:

10-1-4-1 أسماك مفترسة Predators

وهى الأسماك التى تتغذى على كائنات حيوانية كبيرة لذلك فهى تتميز بوجود أسنان قوية ومتطورة تستخدمها فى الإمساك بالفرائس وحملها كما هو الحال فى معظم القروش Sharks والباراكودا Barracudas.

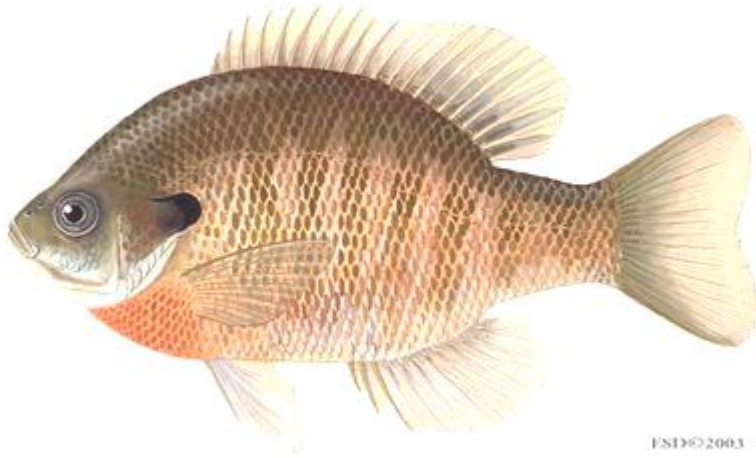
Barracuda

وتتميز تلك الأسماك بوجود معدة واضحة محددة ذات إفراز حمضى قوى. وهناك من الأسماك من يهاجم فرائسه بنشاط وقوة مثل السمك الأزرق Bluefish أومن ينتظر مرور فريستة أمامه ثم ينقض للإمسك بها مثل سمك الوقار Groupers. كذلك فإن العديد من الأسماك المفترسة تصطاد فرائسها عن طريق حاسة الرؤية أى أنها نهارية النشاط diurnal والبعض الآخر ليلى النشاط nocturnal مثل العديد من القروش وسمك القرموط الأمريكى Bullheads وبعض أنواع ثعبان السمك المفترس من عائلة morays والتى تعتمد على حواس الشم واللمس والتذوق وكذلك ربما عن طريق أعضاء الحس فى الخط الجانبى Lateral-line sense organsفى الحصول على فرائسها.

10-1-4-2 أسماك راعية Grazers

وهى الأسماك التى تحصل على غذائها عن طريق القضم وهذا يكون عادة فى الأسماك الصغيرة والتى تنمو لتكون مفترسة للأسماك حيثتبدأ حياتها بالتغذية على البلانكتون والكائنات الحية التى قد تؤخذ فى صورة فردية واحداً تلو الأخر وفى أحيان أخرى فى صورة مجاميع صغيرة بطريقة الرعى. وصفة الرعى تميز العديد من الأسماك التى تتغذى على الهائمات (البلانكتون) أو على الكائنات الحية القاعية bottom organisms. فعلى سبيل المثال فإن أسماك الـ bluegill (من الأسماك النهرية آكلة اللحوم) تتغذى على طول قاع البحيرات آخذة كل مايقابلها من يرقات الذباب. أسماك الببغاء الـ Parrot fishes وكذلك أسماك عروس البحر أو الـ butterfly fish خاصة البحرية منها والتى تتميز بوجود أسنان مندمجة فى كلا الفكين العلوى والسفلى مكونة ما يشبه المنقار القاطع

تستخدمه فى كشط وقطع أجزاء من المرجان ومايحويه من الطحالب وذلك بطريقة الرعى على الصخور المرجانية. كذلك يوجد نوع خاص جداً من الرعى وهو بأن ترعى سمكة على أجزاء سمكة أخرى (يختلف عن التغذية بالتطفل أو الافتراس) كما فى حالة القرموط الهندى Indian catfish والذى يتغذى على قشور الأسماك الأخرى عن طريق اقتلاعها والتغذية عليها.



Bluegil

10-1-4-3 أسماك مصفية أو مرشحة Strainers

تصفية أو ترشيح الكائنات الحية الدقيقة من الماء والتغذية عليها يعتبر أحد أنماط التغذية الشائعة فى الأسماك حيث يتم ترشيح الغذاء تبعاً لحجمة وبغض النظر عن نوعه. وفى هذا النمط يتم تصفية البلانكتون وابتلاعه فى صورة مركز كما فى أسماك الرنجة herring وأسماك الـ menhaden والذى يتواجد فى صورة أسراب schools على طول ساحل الأطلنطى بأمريكا حيث يسبح فاتحاً فمه خلال مناطق البلانكتون الكثيفة, فالسمكة الواحدة اليافعة قادرة على ترشيح 1-2 جالون من الماء فى الدقيقة خلال الصفائح الخيشومية gill rakers وبالتالى تبتلع عدة سنتيمترات مكعبة من البلانكتون والذى يكون أساساً فى صورة دياتومات وقشريات صغيرة.

Atantic menhaden

Atlantic herring

كذلك هناك بعض الأسماك التى لها القدرة على ترشيح الأحجام الكبيرة عن البلانكتون خلال صفائحها الخيشومية مثل بعض أنواع القروش وأسماك الـ paddlefish.

Paddlefish

وتتميز الأسماك المصفية بوجود جهاز خيشومى متطور حيث تتداخل الصفائح الخيشومية معاً لتكون مايشبه المنخل تستخدمه فى غربلة الغذاء أساساً البلانكتون من الماء.

10-1-4-4 أسماك ماصة للغذاء Suckers

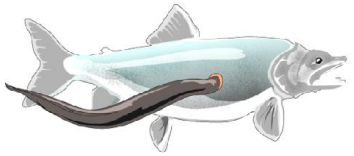
امتصاص الغذاء للفم أو المواد المحتوية على الغذاء غالباً ماتقوم به الأسماك قاعية التغذية Bottom feeding fishes مثل أسماك الحفش Sturgeons وهى مجموعة من أسماك المائدة التى تتميز بإنتاج الكاڤيار Caviar وكذلك الأسماك الماصة Suckers.

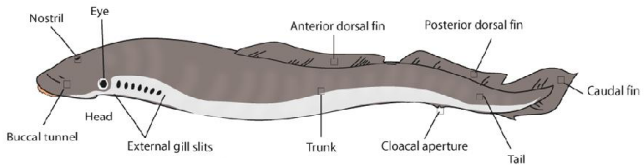
Lake sturgeon Acipenser fulvescens

هذه الأنواع من الأسماك عادة ما تتغذى على الطحالب عن طريق كشطها من على الصخور ثم امتصاصها. بعض أنواع الأسماك الماصة تقوم بمتصاص الطين وما يحتويه من المواد العضوية والكائنات الدقيقة ثم استخلاصها والتغذية عليها.

10-1-4-5 أسماك متطفلة Parasites

وتعتبر هذه العادة الغذائية من العادات عالية التطور فى الأسماك والغير معتادة بين باقى الحيوانات اللأخرى وأفضل مثال على ذلك هو أسماك الجلكى المتطفل والذى يعيش متطفلا على دم وسوائل الجسم لأسماك أخرى عن طريق عمل ثقب فى أجسام تلك الأسماك يغرس فية فمه الماص وتقوم غدده اللعابية بإفراز اللعاب الذى يعمل على سيولة دم العائل وكذلك تحلل أنسجتة، وتعتبر الحيتان وأسماك التروت عائلاً للجلكى كما فى الصورة.





10-2 تكاثر (تناسل) الأسماك: Reproduction in Fish

إن المطلب أو العامل الأساسى لنجاح عمليات التوسع فى الاستزراع السمكى هو مدى توافر الجاميطات الحية (البويضات والحيوانات المنوية). وهناك عدة طرق لتحقيق هذا المطلب أو توفير تلك الجاميطات وهى:

1- استخراج الجاميطات الحية من الأسماك البرية الناضجة بطريقة الاستحلاب.
2- جمع البيض بعد تبويضه طبيعياً من البيئة البرية للأسماك.
3- أقلمة الأسماك البرية والإحتفاظ بها كقطيع أباء واستخدامها كمصدر لتلك الجاميطات.
4- إنماء وتربية اليرقات الناتجة من البيئة البرية والوصول بها إلى النضج الجنسى واستخدامها كقطيع أباء.

وللحصول على تلك الجاميطات بأى من الطرق السابقة فإنه من الضرورى أن تجتاز الأسماك (مصدر الجاميطات) لعدة مراحل قبل الحصول منها على الجاميطات هذه المراحل هى:

1- نمو وتطور الغدد الجنسية (المبيض والخصية).
2- الوصول إلى مرحلة النضج النهائى للجاميطات والتى عندها تصبح الأسماك قادرة على إفراز تلك الجاميطات بمعنى حدوث التبويض فى الإناث والقذف فى الذكور.
3- فى الحالات التى يكون فيها الإخصاب الطبيعى ضرورياً لابد أن تصل الأسماك إلى مايعرف بسلوك التزاوج كبناء الأعشاش فى البلطى أو المغازلة وتغير اللون او ظهور صفات الجنس الثانوي.

كل هذه العمليات الحيوية تكون حساسة جداً وقابلة للتحور تحت تأثير عدد من العوامل مثل التغذية الغير ملائمة والعوامل الطبيعية مثل درجة حرارة الماء وطول الفترة الضوئية هذا بالإضافة إلى الظروف الاجتماعية والإجهاد الفسيولوجى ، وهذا يعنى أن العناية الفعالة فى المزارع السمكية تتطلب المعرفة التامة للأجهزة التناسلية و للعمليات التناسلية الأساسية بالإضافة إلى فهم قدرة العوامل الخارجية وتأثيراتها على هذه العمليات.

ويعرف التناسل بأنه العملية التى بواسطتها تحافظ الأنواع على نفسها وكذلك بها وبالاشتراك مع التغير الجينى يمكن ظهور أفراد ذو صفات جديدة. والتناسل فى الأسماك متنوع وهناك على الأقل ثلاثة أنواع من التكاثر يمكن توضيحها فيما يلى.

10-2-1 أسماك منفصلة الجنس Gonochoristic Fish

وهو النوع السائد وفيه يتم تطور الحيوان المنوى فى الذكر والبويضات فى الأنثى كلاً على حده ، أى النوع الذى يكون فيه كل فرد يمتلك صفاته الجنسية والتى تظل ثابتة بعد بداية ظهوره دون تغير كما هو الحال فى معظم الأسماك العظمية.

10-2-2 أسماك مخنثة Hermaphroditic fish

وهو عبارة نوع بين الجنسين حيث يكون كلا الجنسين الذكر والأنثى فى فرد واحد ويشتمل هذا النوع يشتمل على ثلاثة حالات مختلفة هى:

ا- الخنثى الحقيقية: وفيه تكون الغدة الجنسية (المبيض والخصية) فى فرد واحد وتعرف فى هذه الحالة بالـ ovotestis وبالتالى تكون هذه الأفراد ذاتية الإخصاب ، وهذا النوع من التناسل يعتبر من حيث النشأة صورة متقدمة جداً من صور التكاثر ويوجد هذا النوع فى بعض الأسماك من عائلة الـ Serranids عائلة القاروص البحرى sea basses والوقار groupers.

ب- الخنثى مبكرة الذكورة protandrous hermaphroditism: وفى هذا النوع تبدأ الأفراد حياتها كذكور males ثم تتحول بعد عدة مواسم تناسلية إلى إناث females مثل بعض أنواع القاروص البحرى.

ج- الخنثى مبكرة الأنوثة protogynous hermaphroditism: وفى هذا الحالة تبدأ الأفراد حياتها كإناث ثم تتحول بعد عدة مواسم تناسلية إلى ذكور كما فى حالة بعض أنواع الراس wrasse.

10-2-3 التوالد العذرى Parthenogenesis

ويعرف أيضا بأحادية الجنس والتى فيها يتم تطور الصغير من البيضة فقط (تحتوى على ضعف المادة الوراثية أى diploid) وبدون إخصاب ، فبالرغم من أن التزاوج بين الذكر والأنثى ضرورياً إلا أن الحيوان المنوى يقوم بإحدى وظيفتيه فقط وهى تحفيز البويضة على الإنقسام دون أن يشارك بمادتة الوراثية وعلى ذلك يكون النسل الناتج كله إناث والتى قد تكون مشابهه تماما للأم.

ويتركب الجهاز التناسلى من الغدد الجنسية والقنوات الملحقة.

10-3 تركيب الغدة الجنسية Gonad Structure:

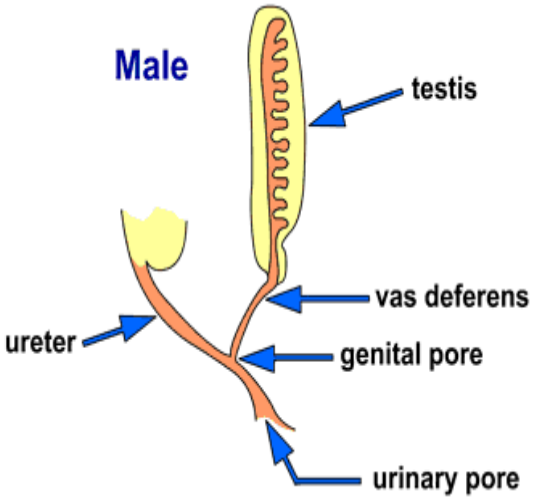
الغدة الجنسية هى عبارة عن المبيض ovary فى الأنثى والخصية testis فى الذكر والتى غالباً ماتوجد منفردة فى الأفراد الناضجة. وتتكون الغدة الجنسية من نوعين أسأسين من الخلايا هما:

1- خلايا جرثومية germ cells تعرف فى الأنثى بأمهات البيض oogonia وفى الذكر بأمهات المنى spermatogoni والتى تقوم بإنتاج الجاميطات

gametes (البيض eggs فى الأنثى والحيوانات المنوية spermatozoa فى الذكر).

2- الخلايا الجسدية somatic cells والتى تقوم بتدعيم وتغذية وتنظيم تطور الخلايا الجرثومية.

ب- القنوات gonoducts والتى توجد فى معظم الأنواع لنقل الجاميطات من الغدد الجنسية إلى المكان المناسب سواء كان الإخصاب داخلياً أو خارجياً Internal or External fertilization.



10-4 الأعضاء التناسلية للأنثى:

الجهاز التناسلى الأنثوى فى الأسماك يختلف عنه فى الثديات بأنه متباين جداً وهذا يعكس التفاوت الكبيرفى النمط التناسلى Reproductive pattern والذى يشتمل على الآتى:

10-4-1 أسماك ولودة Viviparous

وفيها يتم التزاوج بين الذكر والأنثى ويكون الإخصاب داخلياً كما هو الحال فى الأسماك الغضروفية وبعض أنواع الأسماك العظمية ويتطور الجنين داخل رحم الأم حيث يتصل دم الجنين بدم الأم عن طريق المشيمة كما فى أسماك الـ guppy (مدة الحمل فى تلك الأسماك تتراوح بين 22-30 يوم وتنتج الأم من 40-60 يرقة) بعد الولادة يتم تلقيح الأم مرة أخرى خلال عدة ساعا ت ، وكذلك فإن الـ splitfins and halfbeaksتعتبر من الأسماك الولودة.

10-4-2 أسماك بيوضة ولودة Ovoviviparous:

وهى الأنواع التى يكون فيها الإخصاب أيضاً داخلياً ولكن تضع الأم البيض به أجنة فى مراحل مبكرة من التطور ليكمل باقى تطوره خارج جسم الأم أو قد تحتفظ الأم بالبيض مخصباً داخل تجويف الجسم حتى الفقس دون وجود اتصال بين دم الأم والجنين (أى لاتوجد مشيمة حيث يعتمد الجنين على المح كمصدر للغذاء) كما هو الحال فى فرس البحر seahorse وبعض أنواع القروش مثل Sand tiger shark.

10-4-3 أسماك بيوضة Oviparous

وفى هذا النمط التناسلى تقوم الأنثى بوضع بيض غير مخصب ثم يقوم الذكر بتخصيب هذا البيض خارجياً (فى الماء) وذلك بنثر السائل المنوى milt على البيض. وهذا هو النمط السائد فى الأسماك ، وقد تقوم الأنثى أو الذكر أو يحدث تناوب بينهما لحراسة البيض أو قد يترك بدون حماية على الإطلاق. وتشمل أعضاء التناسل فى الأنثى على كلاً من المبايض وقنوات المبيض.

10-5 المبايض Ovaries

فى معظم الأسماك العظمية teleosts المبيض عبارة عن كيس مجوف أو جسم مصمت. وقد تحتوى الأنثى على زوج من المبايض أو قد يندمج زوج المبايض خلال المراحل الأولى من التطور ليصبحا مبيض واحد. وتعلق المبايض فى تجويف الجسم من الناحية الظهرية بواسطة مساريقا المبيض mesovarium تحت المثانة الهوائية air (swim) bladder.

ويتشتمل نسيج المبيض على النسيج المدعم stroma والحويصلات المبيضية ovarian follicles والخلايا الحويصلية follicular cells وكذلك الأوعية الدموية والأعصاب. وتتميز معظم الأسماك العظمية بأنها ذات دورة تناسلية ولذلك يتباين المبيض كثيراً فى مظهره خلال الأدوار المختلفة للدورة التناسلية. فيمر المبيض بتغيرات هائلة فى الحجم تتراوح بين حجمه كخيط رفيع يحتوى على بعض البويضات oocytes الغير ناضجة إلى تركيب يشغل معظم التجويف البطنى عند النضج حيث يمثل حوالى 70% من وزن الجسم فى بعض الأنواع. كذلك يختلف لون المبيض تبعاً لمرحلة التطور فهو يتراوح بين الأبيض فى الصغار إلى المائل للأخضر فى المرحلة الغير ناضجة ثم يتحول إلى اللون الأصفر الذهبى (لون المح) عند النضج ، كذلك يتفاوت ملمس المبيض تبعاً لمرحلة التطور فيتراوح بين الأملس والذى غالباً مايشبه الخصية فى حالة الصغار إلى الحبيبى المجهرى فى

حالة الغير بالغ juveniles إلى الخشن أو المحبب فى حالة الأفراد الناضجة. ويمكن تقسيم الأسماك تبعاً لنمط تطور الحويصلات المبيضية (انظر الرسم) إلى:

10-5-1 منتظمة التطور Synchrony

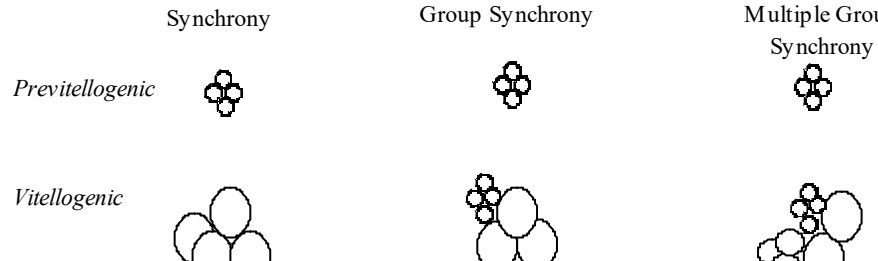
وفيه تكون كل أوغالبية الحويصلات المبيضية بالمبيض فى نفس المرحلة من التطور كما هو الحال فى الأسماك العظمية التى تبيض مرة واحدة فى حياتها ثم تموت وتعرف هذه المجموعة بالـ insemelparous مثل الـ anadromous Pacific salmon والـ catadromous eel (Anguilla). أى أن هذه النوعية من الأسماك يحتوى مبيضها على حضنة بيض واحدة ناضجة أو single clutch.

10-5-2 مجموعات منتظمة Group synchrony

وفيها يحتوى المبيض على مجموعتين من الحويصلات المبيضية إحداهما غير ناضجة تعرف بالبويضات قبل ترسيب المح previtellogenic oocytes والأخرى نامية. والأخيرة تأخذ طريقها فى التطور والنضج ثم يحدث التبويض خلال الموسم الحالى. كما هو الحال فى الأسماك التى تبيض أكثر من مرة فى حياتها أو الـ iteroparous ولكن مرة واحدة فى الموسم كما فى الأسماك المفلطحة flatfish (flounder) وكذلك التراوت القزحى rainbow trout والمبروك الـ carp وتتميز تلك الأسماك بأن موسم تزاوجها قصير.

10-5-3 غير منتظمة (متعددة) Asynchrony (metachrone)

وتعرف أيضا بالـ multiple group synchrony وهى الأنواع التى يحتوى مبيضها على أكثر من حضنة بيض نامية وتتميز بأنها تبيض عدة مرات متتالية فى الموسم التناسلى الواحد والذى يتميز عادة بأنه موسم طويل. وهذا هو النمط السائد فى أسماك المناطق الاستوائية، اسماك الناطق الدافئة وكذلك بعض أسماك المناطق الباردة مثل البلطى والسمكة الذهبية والميداكا. بعض أنواع هذا النمط تكون فيها دورات التبويض قصيرة جداً ونظراً لتداخل التوزيع الحجمى للمجموعات المختلفة من حضنات البيض فتعرف هذه المجموعة بأنها غير منتظمة كما فى أسماك الـ snapper النيوزيلاندى والتى تبيض يومياً خلال موسم التزاوج الذى يستمر لعدة شهور.



الجدير بالذكر أن الأنماط السابق ذكرها لتطور البويضات يقابلها بنفس النمط تطور الجاميطات الذكرى. ففى ذكور الأسماك التى تنتمى إناثها إلى النوع الأول والثانى من الأنماط الثلاثة السابقة فإن هذه الذكور تظهر تحول كامل لحد ما من الـ spermatogonia إلى الحيوانات المنوية وذلك بالقرب من ميعاد حدوث التزاوج. على العكس من ذلك فإن الذكور التى تنتمى إناثها غلى النمط الثالث (المتعدد) فإن خواصيها تحتوى معظم الوقت على كل أنواع الخلايا الجرثومية المختلفة مع زيادة طفيفة فى عدد الحيوانات المنوي وقت التزاوج.

- قنوات المبيض Oviducts

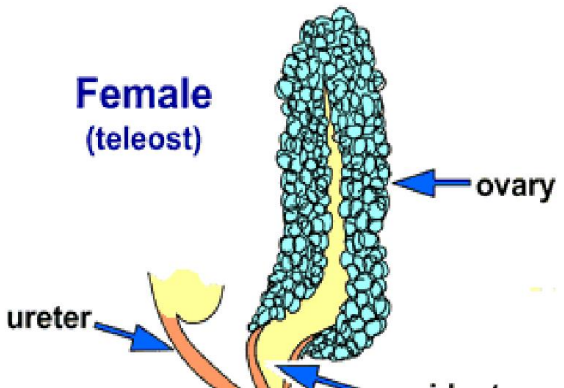
تتباين الأسماك تبايناً كبيراً من حيث وجود أو غياب قناة المبيض وكذلك من حيث شكلها وتريكيبها فى حالة وجودها وتقسم الأسماك تبعاً لقناه المبض إلى:

1- أسماك لايوجد بها (تغيب فيها) قنهة المبيض: كما هو الحال فى الأسماك عديمة الفكوك وكذلك بعض أنواع السلمون والتراوت. حيث يمر البيض من المبيض إلى تجويف الجسم (التجويف البطنى) ثم إلى الخارج من خلال الثقوب البطنية الـ abdominal pores والتى تفتح فى الجيب البولى التناسلى الـ urogenital sinus بجوار فتحة المجمع وذلك وقت التزاوج فقط.

2- أسماك بها قناة مبيض وتقسم بدورها إلى نوعين:

أ- قناة مبيض غير متحدة مع كبسولة المبيض وتعرف بحالة الـ gymnoarian condition كما هو الحال فى الأسماك الغضروفية حيث توجد قناة مبيض ذات بوق (فوهه) فى مقدمتها تعرف بالـ funnel (ostium) حيث يقع فى مقدمة تجويف الجسم ويقوم بإلتقاط البويضات بعد تبويضها من المبيض ونقلها إلى فتحة المجمع ثم للخارج عن طريق الفتحة التناسلية. والأسماك الغضروفية كالقروش وأقاربها إما أن تكون واضعة للبيض (بيوضة) أوحاملة أحياء live bearers بمعنى إما أن تكون بيوضة ولودة أو ولودة. ففى واضعة البيض يتحور النسيج الطلائى المبطن للجزء الأمامى من قناة المبيض غلى مايعرف بغدة القشرة shell gland والتى تقوم بتغليف البيضة لحمايتها. أما فى حالة حاملة الأحياء فإن قناة المبيض تتضخم فى الناحية الخلفية متحورة إلى رحم uterus لإستبقاء الصغار خلال فترة نموها الجنينى. كذلك توجد تلك الحالة (gymnoarian) فبعض أنواع الأسماك الأخرى غير الغضروفية مثل الأسماك الرئوية وسمك الكافيار sturgeons، وكذلك فى الأسماك العظمية الأولية bowfin.

ب- قناة مبيض متحدة مع كبسولة المبيض وتعرف بحالة الـ cystoarian condition كما هو الحال فى معظم الأسماك العظمية teleosts حيث تمر البويضات من داخل تجويف المبيض مباشرة إلى قناة المبيض دون المرور خلال تجويف الجسم. وفى بعض انواع السلمون قد يوجد قناة مبيض قصيرة جداً تظهر بالقرب من وقت التزاوج وتعرف بالـ secondary gymnoarian.



– الخلايا الجرثومية الأولية وتمميز الجنس فى الأسماك

فى الأسماك العظمية كما فى الثديات تنشأ الخلايا الجرثومية الأولية الـ primordial germ cells (PGC) بعيداً عن الغدة الجنسية ثم تهاجر إلى الغدة الجنسية. واغدة الجنسية فى الأسماك العظمية وكذلك عديمة الفكوك تختلف عن الفقاريات الأخرى حيث أنها تفتقر إلى منطقة النخاع الـ medulla. ولذلك فإن الغدة الجنسية فى هذه الأنواع تماثل فقط منطقة القشرة cortex فى الفقاريات الأخرى وهذا يعكس مدى الإنتشار الواسع للتخنث فيما بين الأسماك العظمية. تمييز الغدة الجنسية فى الأسماك يكون مبكراً فى الإناث مقارنة بالذكور ففى الأجنة الإناث لأسسماك الـ medaka حيث سرعة تضاعفا الـ PGC يحدث تمييز الجنس sex differentiation وقت الفقس. بجانب تضاعف الخلايا الجرثومية فإن الخلايا الجسمية somatic cells المصاحبة تتطور أيضاً مكونة التجويف المبيضى ovarian cavity فى الإناث أو الفراغ الخصوى testicular lumen والقنوات الخارجة efferent ducts فى الذكر ويمكن استخدام ذلك لتحديد الجنس sex determination مبكراً فى بعض الأنواع. ففى البلطى الموزمبيقى Tilapia mossambica والتى يتم فيها تمييز المبيض بعد حوالى 20 يوم من الفقس (على درجة حرارة 20°م) والذى تم الإستدلال عليه عن طريق الإنقسام الميوزى للخلايا الجرثومية وتكوين التجويف المبيضى بينما يكون التمييز المبكر للخصية عن طريق تكوين القنوات الخارجة أما الإنقسام الإختزالى للخلايا الجرثومية للخصية لا يحدث إلا بعد 50–60 يوم من العمر.

الباب الحادى عشر
تفريخ الأسماك Fish spawning

11–1 التفريخ الطبيعى Natural spawning

تلعب الطبيعة الدور الرئيسى فى هذا النوع من التفريخ وكل ما يتم إجراءه هنا هو تفهم أكثر للصفات البيولوجية للنوع الذى يتم تفريخه وتهيئة الظروف البيئية التى تساعد على تفريخه طبيعياً، وأبسط أساليب التفريخ الطبيعى يتم بوضع آباء وأمهات الأسماك فى البيئة المناسبة وفى الوقت المناسب ويتم بعدها إما تجميع البيض أو الزريعة، و تعتبر هذه الطريقة إقتصادية نظراً لأن تكلفتها أقل مقارنة بالتفريخ اصناعى، و يمكن بإتباع هذه الطريقة فى المشاريع جيدة الإدارة إنتاج أعداد كافية من الزريعة، وغالباً ماتستخدم هذه الطريقة فى تفريخ أسماك المياه العذبة مثل أسماك البلطى بأنواعه الرئيسية وكذلك من الممكن تفريخ أسماك المبروك العادى Cyprinus carpio والدنيسSparus aurata و القاروص Dicentrarchus labrax طبيعياً رغم أن التفريخ الصناعى هو الأسلوب الغالب فى تفريخ النوعين الأخرين.

11-1-1 تفريخ بعض أسماك المياه العذبةً

مثل أسماك البلطى والمبروك العادى والقرامبط وكذلك التراوت.

11-1-1-1 البلطى Tilapia

نظراً لانخفاض إنتاجية أسماك البلطى من البيض fecundity فإن الأسلوب المتبع فى تفريخه هو التفريخ الطبيعى. يجرى التفريخ الطبيعى لأسماك البلطى بمجرد توفر الظروف الطبيعية الملائمة لتفريخه، ويتم ذلك بتخزين أسماك البلطى (الأباء) فى حاويات بأحجامها وأنواعها المختلفة (ترابية – إسمنتية – زجاجية – ألياف صناعية – هابات) بمعدلات جنس قد تكون 1:1 وقد تصل إلى 3:1 (ذكور إلى إناث)، و فى بعض الأحيان نترك الأمهات للتزاوج فى أحواض ترابية لفترة قد تصل إلى شهرين يتم بعدها تصفية الحوض وحصاد الزريعة الناتجة والتى تكون من أحجام متفاوتة نظراً لطول فترة التفريخ، وغالباً ما تجهز مثل هذه الأحواض الترابية بأحواض صيد catch ponds أسمنتية بداخلها لسهولة حصاد الزريعة دون أن تتعرض لإجهاد كبير نتيجة الحصاد خاصة وأن عملية صيد الزريعة غالباً ماتتم فى مياه ضحلة تزداد عكارتها نتيجة لعملية الحصاد، كذلك يمكن أن يتم حصاد هذه الأحواض باستخدام الفخاخ traps، و قد أثبتت هذه الطريقة نجاحاً خاصة فى الأحواض كبيرة الحجم أو فى الأحواض ذات القيعان الغير مستوية، وفى هذه الطريقة يتم خفض مياه الحوض إلى الثلث تقريباً ثم يتم السماح بدخول مياه جديدة مع ملاحظة تثبيت الفخ أمام مدخل المياه وهو الأمر الذى يؤدى إلى إجتذاب الزريعة إلى الدخول إلى الفخ بحثاً عن المياه الجيدة حيث تتواجد بكثافات عالية داخل الفخ حيث يمكن حصادها بسهولة، ويتم تكرار هذه العملية حتى التأكد من حصاد أكبر نسبة من الزريعة والإصبعيات الناتجة. يمكن التحكم فى حجم الأسماك التى يتم حصدها عن طريق فتحات الشبكة التى يتم

تصنيع الفخ منها، كما أن تيار الماء يلعب دوراً رئيسياً فى تنفيذ هذه العملية حيث يجب أن يكون بالقوة المناسبة الجاذبة للزريعة دون جرفها إذا كانت قوة التيار أكبر مما يجب، وفى أحيان أخرى يتم ترك قطيع الأباء والأمهات طوال الموسم فى أحواض التفريخ التى غالباً ما تكون جوانبها إسمنتية، و فى هذه الحالة يتم تجميع الزريعة حديثة الفقس يومياً إما فى الصباح الباكر أو قبل الغروب، حيث تتجمع الزريعة فى أعمارها الأولى فى تجمعات كبيرة على جوانب الحوض وتجمع للتحضين فى أحواض مخصصة لهذا الغرض.

أما بالنسبة للأحواض أو الحاويات الأصغر حجماً فإنه يمكن حصادها على فترات متقاربة مثلاُ كل عشرة أيام للحصول على زريعة متقاربة العمر مع وجود إمكانيات لتحضين البيض المخصب الذى يتوقع أن يكون هو الغالب فى الحصاد أو قد يتم الحصاد كل عشرين يوماً حيث تزداد نسبة الزريعة فى ناتج الحصاد، وفى هذه الحالات فإن التفاوت فى أحجام الزريعة يكون ملحوظاً، وفى هذه الحالات يستلزم استخدام وسائل تدريج للحصول على مجموعات حجمية للزريعة والإصبعيات، والجدير بالذكر وجود ظاهرة الإفتراس فى مرحلة الإصبعيات، الأمر الذى ينصح معه بعدم ترك حوض التفريخ دون حصاد لموسم كامل. أغلب أسماك البلطى ذات القيمة الإقتصادية المرتفعة هى الأنواع الحاضنة للبيض حيث تقوم الإناث فيها بتحضين البيض المخصب لحين تمام الفقس وفى بعض الأحيان قد تتناوب الذكور مع الإناث أو تقوم الذكور فقط بهذا الدور وربما يفسر ذلك أن التفريخ الطبيعى هو السائد.

تقوم أسماك البلطى الحاضنة للبيض بتحريك الفكين وغطاء الخياشيم opercula بمعدل من 110 – 125 مرة فى الدقيقة وعند درجة حرارة من 27 – 32 يتم فقس البيض خلال 3 – 4 أيام، ويتراوح قطر بيض البلطى النيلى من 1,9 – 2,3مم والناتج من إناث تتراوح أحجامها من 120 – 150 جرام وفى هذا الأسلوب من الرعاية والتحضين فإن معدل الفقس يكون عالياً حيث تتجاوز نسبته 90 % وقد تصل إلى مايقرب من 100% ، كذلك فإن أسماك البلطى النيلى تحتفظ بالبيض ثم الزريعة فى الفم لمدة تتراوح من 14 – 18 يوم وذلك بغرض حماية الزريعة حديثة الفقس من عمليات الافتراس أو التأثيرات البيئية السالبة.

كذلك تلجأ بعض المفرخات إلى تقليل فترة بقاء الزريعة فى فم الإناث بهدف تشجيعها للدخول فى مرحلة إنتاجية أخرى حيث وجد أن إناث البلطى الأوريا عاودت التبويض بعد 10 أيام عندما تم إزالة الزريعة من فم الأنثى مقارنة بـ 21 – 30 يوم فيما لو تُركت الزريعة فى فم الأم حتى انتهاء تلك المرحلة. ويتم تحضين

الزريعة المستخرجة من فم الأنثى لإستكمال فترة التحضين وذلك باستخدام حضانات البيض الصناعية وذلك لتوفير تدفق الماء والهواء وتوفير العوامل البيئية المناسبة للتحضين، كذلك يمكن استخدام تلك الحضانات فى تحضين البيض و ذلك للحصول على معدلات مرتفعة من الفقس، وربما لا يندرج الجزء الأخير من تحضين البيض فى جارات تحت مفهوم التفريخ الطبيعى إلا إذا كان الفيصل فى التقسيم بين الفريخ الطبيعى والصناعى هو استخدام الهرمونات التى تحث على التبويض. ويراعى فى هذا النوع من تحضين البيض فى الحضانات أن يتم:

- ترشيح الماء إذا لزم الأمر بواسطة المرشحات الميكانيكية.
- التحكم فى درجات حرارة الماء.
- التحكم فى تدفق الهواء بمعدل مناسب حتى لا يتسبب زيادة المعدل فى حدوث ضغوط ميكانيكية على البيض. وهناك علاقة بين حجم أنثى البلطى وخصوبتها، فلقد وُجد أن إناث البلطى النيلى الكبيرة الحجم (300 – 500 جم) يمكنها إنتاج أعداداً من البيض قد تتجاوز الـ 1000 بيضة فى المرة الواحدة أما الإناث الصغيرة الحجم (100 – 200 جم) فإن متوسط عدد البيض المنتج يكون فى حدود من 500 – 600 بيضة.

11-1-1-2 المبروك العادى *Cyprinus carpio*

يراعى لإتمام التفريخ الطبيعى للمبروك العادى توافر المتطلبات الأتية:

1- ملائمة درجة حرارة الماء للتفريخ بحيث تتراوح من 21 – 23 درجة مئوية.

2- مناسبة الأحواض المستخدمة فى التفريخ، وتفضل الأحواض الصغيرة فى حدود 100 متر مربع ويفضل أن تكون محمية من الرياح وأن تكون إما مربعة الشكل (10×10) أو مستطيلة (6×10) و قد تصل فى بعض الأحيان إلى 200 م^2.

وهناك نظامين للتفريخ هما:

1- نظام دوبش Dubish type

2- نظام هوفر Hoffer type

1 – نظام Dubish:

وفى هذه الطريقة تستخدم أحواض تسمى بإسم الطريقة وتتميز بصغر الحجم الذى غالباً ما يتراوح بين 60 – 100 م^2 يمكن أن تكون مربعة أو مستطيلة يتم إنشائها فى أماكن مكشوفة محمية من الرياح، تصمم هذه الأحواض بأعماق ضحلة 20 – 30 سم، يتصل بها خندق بعمق 40 – 50 سم يستخدم فى إيواء الأمهات وتجميعها وكذا تجميع الزريعة فيما بعد، كما يساعد وجود هذا الخندق فى تجفيف

وسط الحوض حيث يتم وضع البيض ويراعى أن يظل هذا الخندق نظيفاً من أى نموات نباتية، وفى هذه الطريقة تجهز منطقة مغطاة بحشائش ليست بالطويلة ولا بالقصيرة فى مركز الحوض.

2 – نظام Hoffer

يشبه النظام السابق من حيث المواصفات إلا أنه لا يتم فيه إنشاء خنادق محيطة ولكن نظراً لضحالة الماء (قلة العمق) فيتم تعميق جزء من الحوض مع تبطينه بالحجارة أو الخرسانة، ولإتمام عملية التفريخ يتم اتباع الخطوات الآتية:

– اختيار الأمهات الواعدة للتفريخ والتى يدل مظهرها الخارجى على إستعدادها بدرجة عالية للتفريخ، و يتم تخزين عدد 1 – 3 إناث و2 – 6 ذكور بكل حوض بمعدل 2 ذكر لكل أنثى، ويتوقف العدد المخزن على حجم الحوض وحجم الأمهات مع مراعاة أن يتم معالجة الأمهات بمحلول ملحى ومضادات البكتريا قبل تخزينها فى الحوض تفادياً لإنتقال الأمراض إلى الزريعة الناتجة، وطالما توافرت الظروف البيئية المناسبة للتفريخ وأهمها درجة الحرارة المناسبة مع وجود منطقة الحشائش التى تحث الأسماك على التفريخ وإذا ما تحقق الاختيار السليم للأمهات الجاهزة للتفريخ فإنه من المتوقع أن يتم التبويض خلال 24 – 48 ساعة من تخزين الأمهات، وفى هذه الحالة يلتصق البيض على الحشائش بمنطقة وسط الحوض وهنا تصبح عملية إزالة الأمهات أمراً ضرورياً حتى لا تحدث عملية تقليب لقاع الحوض وبالتالى تؤثر سلباً على إستكمال التطور الجنينى للبيض، وعليه فيتم خفض مياه الحوض لإجبار الأمهات للتوجه للخندق المحيط فى نظام Dubish أو للمنطقة العميقة فى نظام Hoffer حيث يتم استخراج الأمهات بسهولة باستخدام شبكة بيد طويلة ويعقب ذلك إعادة ملئ الحوض بالماء مرة أخرى، ويجب أن يتم ذلك فى الصباح الباكر حتى لا ينتج عنها أضرار للأجنة طوال هذه الفترة علماً بأن صِغر حجم هذه الأحواض والذى غالباً لا يتجاوز 100 م^2 يساعد على سرعة التنفيذ، و يتوقع حدوث الفقس خلال 4 – 6 أيام إذا كانت درجة الحرارة 18 – 20°م، و يتم الإنتظار فترة 5 – 7 أيام بعد الفقس لتجميع الزريعة لتخزينها فى أحواض التحضين، و يتم تجميع الزريعة بنفس طريقة تجميع الأمهات مع مراعاة التداول الحذر والسليم فى هذه المرحلة، فمثلاً يراعى أن يتم صرف مياه الحوض تدريجياً و أن يتم ببطئ لإتاحة الفرصة كاملة للزريعة للتحرك مع مياه الحوض المنصرفة حتى يتم تجميعها من المناطق العميقة، و يتوقف نجاح هذه الطريقة فى

التفريخ الطبيعى على كفاءة إنتخاب الأباء بناءاً على علامات النضج الجنسى والتى من أهمها بالنسبة للمبروك العادى ليونة و إمتلاء بطن الأنثى وإحمرار الفتحة التناسلية، بينما يكفى ظهور بعض قطرات السائل المنوى نتيجة الضغط الخفيف على البطن دلالة على نضج الذكر.

كذلك هناك من طرق التفريخ الطبيعى لأسماك المبروك العادى نماذج أخرى تعتمد على نفس الأسس السابق ذكرها فيما عدا أنه يستخدم فى هذه الطرق ما يعرف بحصائر التبويض spawning mats والتى تصنع من لوف النخيل واللباد وتستخدم بمعدل 10م^2 لكل 2 – 3 كجم من الإناث، ويتم وضعها فى هابات أو أحواض أسمنتية لحين إتمام الفقس، ومن الأهمية القصوى أن تكون مياه أحواض التفريخ هى مياه عذبة لم تستخدم من قبل حيث لا ينصح باستخدام مياه سبق استخدامها فى نشاط آخر سواء كان ذلك إنتاج نباتى أو سمكى، كما يشترط خلو هذه المياه من الحشرات المائية، وعند ملاحظة ظهور البيض على حصائر التبويض يجب رفع أفراد القطيع إلى أحواض رعاية الأمهات ويترك البيض لإستكمال مراحل تطوره الأولى فى تلك الأحواض.

11-1-1-3 أسماك القراميط من نوع *Clarias lazera (gariepinus)*:

فنظراً لما لها من أهمية مستقبلية فى الاستزراع السمكى فإن أفضل الظروف البيئية الملائمة لتفريخها طبيعياً هى:

1- يمكن استخدام أحواض خرسانية أو ترابية ذات حجم يتراوح من 100 – 300 م^2 وذات عمق يتراوح من 70 – 100 سم.

2- قبل وصول درجة حرارة الماء إلى 23 – 25°م، يتم نقل عدد من ذكور وإناث القراميط بمعدل ذكرين لكل أنثى ويفضل أن لا يقل حجم الذكور عن

0,75 كجم والإناث عن 1 كجم وذلك بمعدل تخزين 10 – 20 سمكة / للحوض حجم 100 م^2.

3- يتم وضع حاويات فخارية فى الأعماق الضحلة المجاورة للجسور والتى تتراوح أعماقها من 10 – 30 سم حيث لُوحظ أن الإناث تدخل فى هذه الحاويات لوضع البيض بينما يُوضع البيض على الأحجار أو سيقان وأوراق النباتات المائية والشبه مائية فى حال خلو الأحواض من هذه الحاويات ويفضل رفع جميع أفراد القطيع من الحوض بعد وضع البيض لتقليل نسبة إفتراس اليرقات، أى أن عملية تفريخ أسماك القراميط طبيعياً يعتمد أساساً على درجة الحرارة وخفض عمود الماء لـ 10 – 30 سم .

11-1-2 تفريخ بعض الأسماك البحرية

من الصعب الوصول إلى المراحل الأخيرة للنضوج الطبيعى لأسماك البورى الحر Mugil cephalus فى أحواض التزاوج بدون استخدام الهرمونات الجنسية ولكن من الممكن إتمام التفريخ الطبيعى لأسماك الدنيس والقاروص، وهذه الطريقة تلجأ إليها أغلب مفرخات الدنيس والقاروص التجارية حيث تترك أفراد قطيع الأباء والأمهات بأحواض التزاوج حتى تتم عملية التبويض طبيعياً، ونتيجة لتدفق المياه البحرية المستمر داخل أحواض التزاوج واعتماداً على ظاهرة طفو البيض فإنه يتم تجميعه لإستكمال عملية تحضينه حتى الفقس، ويجب أن تكون أحجام القطيع مناسبة من 1.2 – 1.8 كجم لأسماك الدنيس وأن لا تقل عن 3 كجم لأسماك القاروص، كذلك فمن الممكن تنشيط مناسل أسماك الدنيس للنضوج بتعريض الأسماك (700 – 1350 جم) لفرق درجة حرارة مياه مباشرة من 16°م إلى 12°م لمدة 24 ساعة ثم إلى 18°م، حيث من المتوقع أن يتم التبويض خلال أيام قليلة من هذه المعاملة.

11-2 التفريخ الصناعى Artificial spawning

كما سبق و أشرنا أن هناك حتمية فى الإعتماد على التفريخ الصناعى لبعض الأسماك لمواكبة التوسع المستمر فى الاستزراع المائى، ذلك علاوة على تميز التفريخ الصناعى بالعديد من السمات التى تجعل منه أسلوباً لا بديل عنه فى بعض الحالات منها:

1- عدم إمكانية التفريخ بالأساليب الطبيعية كما هو الحال فى تفريخ أسماك المياه العذبة من أنواع المبروك الصينى أو الأسماك البحرية مثل أسماك البورى الحر والوقار Grouper حيث يلزم التدخل الهرمونى لاستحداث

التبويض، حيث أن مناسل تلك الأسماك لا تنضج أو أن التبويض فيها لا يتم فى الأسر.

2- إمكانية الحصول على معدلات أعلى من الإخصاب والفقس فى ظل تحقيق سيطرة أفضل على العوامل البيئية المتصلة بالتفريخ.

3- إمكانية إنتاج زريعة الأسماك خلال أشهر العام المختلفة أى خارج موسم تكاثرها الطبيعى.

4- إمكانية إجراء عمليات تحسين للصفات الوراثية والتى يتطلب معظمها تحقيق قدر من السيطرة أثناء عمليات التزاوج وخلال مراحل التفريخ.

وتتضمن طريقة التفريخ الصناعى الحصول على الجاميطات (البويضات والحيوانات المنوية) يدوياً ثم خلطها معاً لحدوث الإخصاب يلى ذلك تحضينها حتى الفقس، والأساس فى نجاح عملية التفريخ الصناعى يعتمد على وجود الأمهات الجاهزة والتى يتوقع إستجابتها لتقنيات التفريخ.

11-2-1 مصدر و كيفية اختيار قطيع الأباء والأمهات Brood stock

يتم الحصول على قطيع الأباء والأمهات إما من المصادر الطبيعية أو يتم تربيتها فى الأحواض، فمثلاً يمكن الحصول على أباء و أمهات البورى الناضجة جنسياً من المصادر الطبيعية أثناء هجرتها للتفريخ وذلك من مناطق البواغيز، و يعتبر الحصول على أمهات البورى الحر Mugil cephalus من المصادر الطبيعية إجراء أساسى لعملية التفريخ نظراً لأن غددها الجنسية لا تنضج فى الأسر، ويتم الحصول على البورى الحر فى مصر خلال الفترة من يوليو إلى سبتمبر من كل عام، أما أسماك الدنيس فيتم الحصول عليها خلال الفترة من نوفمبر إلى ديسمبر. أما فى حالة صيد الأفراد خارج موسم تكاثرها الطبيعى، فمن الأهمية أقلمتها لمدة كافية لا تقل عن ثلاثة شهور فى أحواض رعاية الأمهات حتى يحين التفريخ، هذا ويعاب على طريقة تجميع الأمهات من الطبيعة أنه من الصعب التنبؤ بحصيلتها مقارنة بالحصول على الأمهات من الأحواض التى يتم تخصيصها لهذا الغرض ، علاوة على ملائمة الزريعة الناتجة من الأمهات المرباة بالمفرخ لعمليات الاستزراع المختلفة نتيجة لعمليات الإستئناس التى مرت بها، وتعتبر عملية اختيار قطيع الأباء و الأمهات وإعدادها من أهم أركان عملية التفريخ حيث أنه غالباً ما يُعزى الفشل فى موسم التفريخ إلى فشل الإعداد. وهناك من الأمور التى يجب الإهتمام بها خلال فترة الإعداد منها ما يخص نوع معين من الأسماك، فمثلاً نظراً لإمكانية حدوث التفريخ الطبيعى بين أسماك المبروك العادى فإنه من الأهمية فصل الجنسين فى أحواض مستقلة وذلك قبل موسم التفريخ بوقتٍ كافٍ، و طالما

أن أسماك المياه الدافئة هى محور موضوعنا فإنه بإرتفاع درجة حرارة الماء ووصولها إلى الحرارة المناسبة يتوقع بدء موسم التفريخ وعندها يبدأ اختيار أكثر الأفراد استعداداً للتفريخ للبدء بها، و يتم الحكم على درجة إستعداد الأباء والأمهات للتفريخ بناءاً على المظهر الخارجى حيث يتم اختيار الإناث بناءاً على ليونة البطن وإحمرار الفتحة التناسلية بينما يكفى الحصول على قطرات من السائل المنوى عن طريق الضغط الخفيف على البطن للحكم على درجة استعداد الذكور.

ويستحسن وجود أكثر من حوض للنوع الواحد لأن ذلك يساعد على تخزين الحوض الواحد بأسماك متقاربة فى درجة النضج الجنسى ويساعد بالتالى على عدم تكرار التعامل مع أسماك الحوض الواحد على فترات متقاربة وبالتالى تفادى إضافة سبباً للإجهاد لا مبرر له، وغالباً ما يتم الإحتفاظ بأباء و أمهات أسماك المياه العذبة بأحواض المفرخ لاستخدامها لعدة مواسم، وغالباً ما يضع المفرخ خطة للإحلال التدريجى عاماً بعد عام، وقد يتم إستقدام أمهات جديدة من خارج المفرخ إذا ما استدعت الظروف ذلك، و يُراعى توخى الحذر عند اختيار أفراد القطيع ونقلها إلى داخل المفرخ حيث أن سوء التداول مثل ظاهرة سقوط الآباء والأمهات قد ينتج عنه نفوقها.

أما بالنسبة للأسماك البحرية فهناك عدة نقاط يلزم مراعاتها عند اختيار أسماك البورى الحر والدنيس و القاروص يمكن إيضاحها فى الآتى:

1- التأكد من تجنيس ذكور وإناث الأسماك والتى أحياناً ما يصعب تجنيسها اعتماداً على المظهر الخارجى، فكثيراً ما يحتاج الأمر إلى تدليك منطقة البطن لمساعدة السمكة على إفراز البيض أو السائل المنوى، أما بالنسبة لدرجة النضج الجنسى فإنه غالباً ما تتشابه علامات النضج الجنسى فى أغلب أنواع الأسماك والتى منها كِبر حجم البطن فى الأنثى وإفراز السائل المنوى فى الذكر.

2- يفضل أن يتم ترقيم أفراد قطيع الأسماك سواء الذكور أو الإناث لإمكانية المتابعة، كذلك من الأهمية القيام بالكشف السنوى على الجنس لبعض الأسماك البحرية مثل الدنيس والسبيطى والوقار والتى يتغير جنسها خلال التطور العمرى، و يفضل اختيار أمهات لا تقل عن أعمار 3 – 4 سنوات حتى تكون فى مرحلة الثبات الجنسى.

3- يمكن رعاية أفراد قطيع أسماك البورى أو الدنيس أو القاروص بتخزينها فى خزانات تتراوح أحجامها من 10 – 60 م^3 وبعرض يتراوح بين 0.6–2 م، أما بالنسبة لأسماك السبيطى والوقار فيفضل أن لا تقل أحجام الأحواض عن

200 م^3 وقد تصل إلى 400 م^3 كذلك يتم تجديد المياه بمعدل لا يقل عن 100% يومياً وقد يصل إلى 400% فى أسماك السبيطى، و يتوقف هذا على كثافة التخزين.

4- تتراوح معدلات التخزين فى حدود 0.4 – 0.6 كجم / م^3 بشرط تجديد المياه بمعدل 300% يومياً كذلك مع مراعاة توفير التغذية من الحبار والأسماك الفرومة، أما بالنسبة لأسماك السبيطى فتتراوح من 0.65 – 0.8 كجم / م^3.

5- أهمية توفر الأحجام المناسبة لأفراد القطيع، فمثلاً فى الدنيس تتناسب الذكور ذات وزن 1,2 كجم مع إناث وزنها 1.8 كجم، كذلك تتناسب معدلات الذكور إلى الإناث و التى عادة ما تكون متساوية 1:1 للأسماك البحرية و لكن فى بعض الأحيان ترتفع النسبة لتكون 1:1.5 ذكور إلى إناث فى حالة انخفاض أحجام الذكور عن الأحجام المرغوبة، ويجوز الإعتماد على وزن الأمهات كمؤشر لمدى ملائمتها للتفريخ طالما أن الوزن له دلالته بالنسبة للعمر الذى يعتبر عاملاً أساسياً فى صلاحية الأسماك للتفريخ، فمثلاً فى أسماك مبروك الحشائش لا يعتمد على الأسماك التى يقل وزنها عن 3 – 4 كجم لحداثة سنها.

6- يفضل تغطية الأحواض بشباك تظليل (معدل كثافة تظليل 60%) لحجب تأثير الإضاءة الشديد على الأسماك كذلك للمساعدة فى تقليل نمو الطحالب، كذلك أماناً بالنسبة للأسماك القافزة مثل أسماك مبروك الحشائش والبورى التى قد تقفز خارج الحوض.

7- يتم تقديم التغذية على أساس النسبة المئوية من وزن الأسماك فى كل حوض والتى عادة ما تتراوح بين 2 – 7 % طبقاً لدرجة الحرارة ونوعية الغذاء، ومن الضرورى تقسيم العليقة إلى عدة وجبات حتى تصل الأسماك لمرحلة الشبع، والعلائق المقدمة إما علائق جافة متوازنة غذائياً ومدعمة بالفيتامينات والأملاح المعدنية وزيت السمك بالنسبة لأسماك البورى والسيجان rabbit fish أو عبارة عن لحوم الأسماك والقشريات المفرومة والتى يمكن تدعيمها ببعض الأحماض الأمينية مثل الـ Choline والـ Pathothenine والـ Inositol والفيتامينات والأملاح المعدنية والتى يتم تقديمها لأسماك الدنيس والقاروص والسبيطى والوقار قبل وخلال موسم النضوج الجنسى بينما يمكن تغذيتها بالعلائق الجافة خارج الفترات السابقة.

8- من المهم أيضاً معاملة الأسماك قبل نقلها داخل المفرخ بالمطهرات المضادة للطفيليات القشرية مثل Copepoda parasites ومنها .Argulus sp والـ

.Lernaea sp وذلك باستخدام Trichlorofon بمعدل 0,5 جزء فى المليون لمدة ساعة أو بمادة الفيوراسين Furacin بتركيز 10 جزء فى المليون لمدة ساعة، أما فى حالة تطبيق برنامج للوقاية فيفضل استخدام مادة الترايكلوروفون مرة واحد إسبوعياً لمدة أربعة أسابيع متتالية وبتركيز 0,25 جزء فى المليون، كذلك من المفضل معاملة أسماك السبيطى بحمام من الفورمالين بتركيز 15 – 20 جزء فى المليون لمدة تتراوح من 6 – 7 ساعات يومياً للوقاية من الأمراض الفطرية والطفيلية، كذلك وأن تتم المعاملة ضد الأمراض البكتيرية باستخدام المضاد الحيوى Oxytetracycline بمعدل 2 جم / كجم علف لمدة أسبوع على أن يتم تطبيق هذا البرنامج الوقائى مرة واحدة شهرياً.

11-2-2 إدارة قطيع الأباء و الأمهات Brood stock management

فى حالة غياب بعض المعلومات الأساسية فى وراثة الأسماك فإنه غالباً ما تحدث أخطاء فى الإدارة الوراثية للأمهات للدرجة التى قد تهدد بمستقبل المفرخ، ومن أكثر هذه الأخطاء شيوعاً قيام بعض المفرخات بانتخاب أمهات المستقبل بناءاً على الحجم الأكبر أملاً فى أنها تورث هذه الصفة إلى إنتاجها من الزريعة والإصبعيات، و هناك ظاهرة فى أسماك المبروك العادى تُعرف بالـ shooting حيث ينمو عدد قليل من الأفراد نمواً غير طبيعياً مقارنة بباقى المجموعة، وبعد أن ثبت أن هذه الظاهرة مرجعها بيئى والكثافة العددية ومعدلات ونوع التغذية وليس لها أساس وراثى لأدركنا أن انتخاب مثل هذه الأفراد لتكون آباء وأمهات المستقبل يعتبر مضيعة للوقت والجهد والإمكانيات، وللبدء فى إستقدام الأمهات اللازمة لتنفيذ خطة المفرخ فلابد أن يؤخذ فى الاعتبار النقاط التالية:

1- يجب أن يكون مصدر الأمهات موثوقاً به وأن نتأكد من الأسلوب العلمى الذى يُدار به المفرخ (مصدر الأمهات) وأسلوب التسجيل للأمهات وطرق تمييزها وتمييز إنتاجها الأمر الذى يبعث بالطمأنينة.
2- الحصول على العدد الكافى من الأمهات دون أن تكون تكاليفها أو تكاليف نقلها هى العامل المحدد فى هذه العملية حيث أنه لابد من توفير على الأقل العدد الأدنى (الحد الأدنى) للأمهات.

3- يُراعى أن تكون أعداد الأمهات المطلوبة أو المستخدمة ناتجة من أكبر عدد ممكن من التبويضات لضمان البدء بمستودع وراثى كبير وتلاشى التأثير السلبى للتربية الداخلية.

4- التأكد من ملائمة الظروف البيئية الخاصة برعاية أفراد القطيع، فمثلاً يُراعى أن يتم تخزين الأمهات بمعدلات قليلة الكثافة، فعلى سبيل المثال فإن أسماك المبروك العادى والصينى يجب تخزينها بمعدل 40 – 120 سمكة / للفدان وعلى أن يتم تسميد الحوض بإستمرار وتقديم التغذية الصناعية الملائمة لها.

كذلك فمن الأهمية توفير أفضل الظروف البيئية للأمهات سواء تلك الخاصة بالمياه أو التغذية، وهناك إعتقاد بأهمية الغذاء الطبيعى فى مرحلة الإعداد نظراً لما يحتويه من العناصر الغذائية الأساسية كالفيتامينات والأحماض الدهنية إلا أنه لا ينصح بالمبالغة فى التغذية أثناء مرحلة الإعداد حتى لا يؤثر ذلك على عملية التبويض نتيجة تكون وترسب الدهون حول المبيض والخصية، وهناك من الحالات التى استوجب الأمر فيها تقديم نظام غذائى محدد للأمهات ليساعدها على التخلص من الدهون التى ترسبت حول المبايض وأعاقت التبويض ، وتتميز أغذية أسماك الدنيس والقاروص والوقار بإرتفاع محتواها البروتينى والذى يصل إلى 47 % بروتين وفى بعض المفرخات قد تكون الأسماك الطازجة أو المجمدة هى المكون الرئيسى للعليقة، أما بالنسبة للأسماك الأخرى كالبلطى بأنواعه والمبروك بأنواعه والبورى الحر والسيجان فيتراوح معدل البروتين فى العليقة بين 25 – 35 % مع إرتفاع نسبة الألياف من 4 – 9 %، وكما هو متوقع فإن معدل التغذية يتوقف على درجة حرارة الماء، وقد تتوقف التغذية الصناعية تماماً إذا أدى انخفاض درجة الحرارة إلى توقف الأسماك عن التغذية مثل ما يحدث مع البلطى، وفى جميع الحالات تتوقف التغذية مع بدء المعاملة بالهرمونات.

11-2-3 الحث الهرمونى Hormonal induction

الغرض من معاملة الأسماك بالهرمونات الجنسية هو إستكمال لبعض التطورات الفسيولوجية و التى تنتهى بالتبويض وبالتالى إمكانية تجريد الأنثى من البيض، وتعتبر أعمار أفراد قطيع الآباء والأمهات brood stock من أهم العوامل المحددة للنضوج الجنسى وبالتالى صلاحية هذه الأسماك للتفريخ الصناعى والمعاملة الهرمونات، فمثلاً يجب ألا تقل أعمار أسماك البورى الحر عن 2,5 – 3 سنوات، كما يفضل أن يتراوح عمر أسماك الدنيس والقاروص من 3 – 5 سنوات، والعمر أثناء النضج الجنسى يختلف باختلاف أنواع الأسماك وكذا يتوقف على العوامل البيئية الأخرى، فمثلاً تحتاج إناث المبروك العادى إلى عامين للوصول

إلى مرحلة النضج الجنسى تحت الظروف المصرية بينما يلزم لذلك حوالى 4 سنوات لنفس النوع فى أوروبا حيث انخفاض درجة الحرارة بشكل ملحوظ. وكما سبق وأن أشرنا أن علامات النضج الجنسى فى أغلب أنواع الأسماك ربما تتشابه ظاهرياً منها كبر حجم البطن وليونتها فى الأنثى وكذا إفراز السائل المنوى فى الذكر نتيجة الضغط الخفيف، ذلك علاوة على وجود علامات أخرى مميزة للنضج الجنسى والتى قد تتميز بها مجموعة من الأسماك دون غيرها كما هو الحال بالنسبة لأسماك المبروك الصينى والتى تزداد خشونة زعانفها الصدرية عند الوصول إلى مرحلة النضج الجنسى، ولأن نضج الإناث غالباً ما يحظى بالإهتمام الأكبر لذا تنوعت التقنيات التى بواسطتها يتم الحكم على درجة نضجها الجنسى والتى من أهمها فحص الأنسجة الحية للمبايض ovarian biopsy، وتعتبر هذه الطريقة هى الأسرع والتى يمكن الإعتماد عليها أكثر من غيرها للحكم على درجة النضج الجنسى حيث أنها تعتمد أساساً على حجم البويضات، ويستفاد من هذه المعلومات فى تحديد الوقت المناسب للمعاملة الهرمونية وكذلك جرعة الهرمون والتى تتناسب عكسياً مع قطر البويضة.

وفى هذه الطريقة يتم أخذ عينة البيض عن طريق استخدام أنبوبة بلاستيكية دقيقة (الأسترة) cannula وذلك بإدخالها فى الفتحة التناسلية urogenital opening للأنثى لمسافة 6 – 8 سم فى إتجاه رأس السمكة، وتختلف تلك المسافة تبعاً لنوع السمكة، وعن طريق الطرف الآخر يتم شفط جزء من البيض مع تحريك الأنبوبة برفق للأمام والخلف حتى يُلاحظ دخول كمية من البيض إلى الأنبوبة. تُحفظ عينات البيض ففى أنابيب بلاستيك تحتوى على فورمالين بتركيز 10 % (100 مل فورمالين تجارى + 100 مل كلوريد كالسيوم $CaCl_2$ تركيز 10 % + 800 مل ماء مقطر) وذلك للمحافظة على البيض من التحلل، ثم باستخدام الميكروسكوب وكذلك باستخدام الـ eye piece micrometer يتم فحص 100 بيضة لمتابعة مراحل تطوره. و يجب تخدير الأسماك قبل التعامل معها وذلك عن طريق MS – 222 بمعدل 120 مجم / لتر أو الكنالدين بمعدل 50 مجم / لتر لمدة تتراوح من 3 – 5 دقائق.

11-2-4 طرق قياس أقطار البيض Egg diameter measurement

ترجع أهمية قياس قطر البيضة إلى استخدامه فى تحديد الوقت الناسب لحقن السمكة هرمونياً وبالتالى تبويضها، ويتم عادةً أخذ عينة مكونة من 100 بيضة يتم قياس أقطارها ثم يُؤخذ متوسط القطر، فعلى سبيل المثال يجب ألا يقل قطر بيضة سمكة البورى الحر عن 520 ميكرون حتى تستجيب الأنثى للمعاملة الهرمونية.

وتمر البيضة داخل المبيض بعدة مراحل من التطور هى فى البورى الحر وتحت الظروف المصرية كما يلى:

1- مرحلة ما قبل تكوين المُح Previtellogenesis:

وفيها تكون البويضات غير ناضجة immature eggs وذلك قبل إمداد البيضة بالمُح yolk ويتراوح قطر البيضة فى هذه المرحلة من 30 – 150 ميكرون.

2- مرحلة حويصلة البيض الحرجة critical vesicle stage:

وتتميز ببدء تكوين الميتوكوندريا داخل البيضة، ثم تبدأ عملية إمداد البويضة بالمُح ويتخذ السيتوبلازم الشكل المحيطى ويبدأ تكوين أغشية البويضة، ويتراوح قطر البيض فى هذه المرحلة من 150 – 200 ميكرون، وهذه هى المرحلة الدالة على بداية التطور النشط للمبيض.

3- مرحلة تكوين المُح vitellogenesis:

وفيها يكتمل تطور البويضة أو إتمام تكوين المُح، وتظهر البيضة داكنة نتيجة تكوين المُح وتنقسم هذه المرحلة إلى ثلاثة مراحل تطورية هى:

أ- مُح صغير small vitellogenesis: ويتراوح قطر البويضة فيها من 200 – 300 ميكرون.

ب- مُح متوسط medium vitellogenesis: ويتراوح قطر البويضة فيها من 300 – 450 ميكرون.

جـ- مُح كبير large vitellogenesis: ويتراوح قطر البويضة فيها من 450 – 550 ميكرون، وعند الوصول إلى هذه المرحلة يكون البيض قد أكتمل نموه ويكون جاهزاً لإجراء عملية الحقن الهرمونى حتى يتم التفريخ.

4- مرحلة ما بعد تكوين المُح Postvitellogenesis:

وتسمى فى بعض الأحيان مرحلة البيض المُتمئ (المُنتفخ) hydrated eggs وهى مرحلة ما بعد اكتمال و إنتهاء الإمداد بالمُح وفيها يظهر بريق أو لمعة بمنتصف البيضة clear center وهذا يدل على تجمع نقط الزيت فى منتصف البيضة ويكون السيتوبلازم محيطى، وتصل الأسماك لهذه المرحلة فى الطبيعة دون المعاملة بأى هرمون، ولكن فى الأسر فإن الأسماك تحتاج لكى تصل إلى هذه المرحلة للمعاملة الهرمونية.

5- مرحلة امتصاص البيض atretic eggs:

وفيها يتم اضمحلال البيض ويعاد إمتصاصه مرة أخرى بواسطة الأم.

الهرمونات المستخدمة فى التفريخ:

الهرمونات المستخدمة فى التفريخ الصناعى للأسماك تشتمل على مجموعة هرمونات الـ gonadotropins (GtH 2, GtH 1) والتى مصدرها الغدة النخامية أو hCG ومصدره المشيمة ويتم استخلاصه من بول المرأة الحامل، كذلك فإنه يتم استخدام هرمون LHRH أو LHRHa بالإضافة إلى الهرمونات الاستيرودية الأخرى. ولما كان مستخلص الغدة النخامية أكثر مصادر الهرمونات استخداماً، لذلك تتبع الخطوات التالية لتحضير محلول حقن النخامية:

1- قدير عدد الغدد النخامية اللازمة.

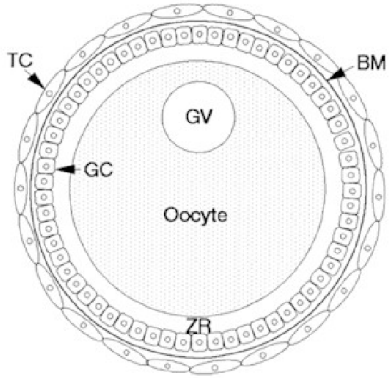
2- تطحن الغدد النخامية جيداً فى هاون جاف من البورسلين.

3- يضاف المُذيب مباشرة ويخلط بمسحوق النخامية وذلك لمدة من 10 – 30 دقيقة بغرض إذابة الهرمون (يُحضر المُذيب بإذابة 7 جم من الملح (كلوريد الصوديوم) الخالى من الأيودين فى ماء سبق غليه و تبريده. ولما كان مستخلص الغدة النخامية أكثر مصادر الهرمونات استخداماً، لذلك تتبع الخطوات التالية لتحضير محلول حقن النخامية:

1- تقدير عدد الغدد النخامية اللازمة.

2- تطحن الغدد النخامية جيداً فى هاون جاف من البورسلين.

3- يضاف المُذيب مباشرة ويخلط بمسحوق النخامية وذلك لمدة من 10 – 30 دقيقة بغرض إذابة الهرمون (يُحضر المُذيب بإذابة 7 جم من الملح (كلوريد الصوديوم) الخالى من الأيودين فى ماء سبق غليه و تبريده.



شكل توضيحى للبيضة الناضجة فى الأسماك يبن طبقات غشاء الوريون المحيط بالبيضة

4- يُترك المحلول وقتاً كافياً يسمح بترسيب المتبقيات أو يتم استخدام الطرد المركزى، ويراعى عادةً إضافة 10 % من إجمالى الغدة المطلوبة لتعويض ما قد يتم فقده أثناء الطحن والإعداد. وجدير بالذكر أن الجرعات المستخدمة من

الهرمون تختلف تبعاً لنوع الأسماك كذا وطبقاً للتقنية المُستخدمة، وبوجه عام فإن جرعة الهرمون تتوقف على درجة استعداد الأنثى وكذا عمرها وحجمها ، ويلزم لتحديد جرعة الهرمون أياً كان مصدره أن يتم وزن الأنثى حيث عادةً ما تُحتسب الجرعة على أساس مجم أوعدد من الوحدات الدولية IU من الهرمون / كجم من وزن الأمهات ، وعادة ما تقسم الجرعة الكلية للهرمون على جزئين، تمثل الجرعة الأولى preliminary dose والتى تشكل حوالى 10 % من الجرعة الكلية ومهمتها هى مساعدة البيض للوصول إلى مرحلة تمام النضج ، بينما تمثل الجرعة الثانية 90 % من الجرعة الكلية وتُعْرف أحياناً بالجرعة الفاصلة decisive dose وتكون مهمتها تحرير البيض من المبيض وإستحداث التبويض، كذلك فإن الزمن الفاصل .

شكل يوضح العلاقة بين الهيبوثلامس وكلاً من الغدة النخامية والغدد الجنسية

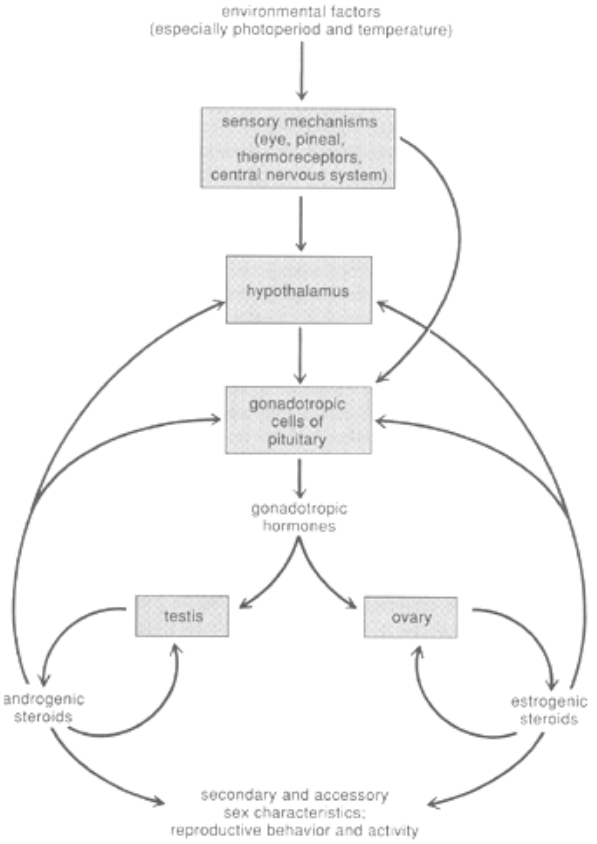


FIGURE 26–2 Possible relationships among environmental factors, receptors, endocrine organs, and reproductive activity.

بين الجرعتين يتم تحديده بالتجربة والخطأ حتى الوصول إلى أفضل النتائج، وفى معظم الأحيان فإن 10 – 12 ساعة فاصلاً بين الجرعتين هو النظام الشائع فى تفريخ أسماك المبروك.

كذلك من المهم جداً توفير أفضل العوامل البيئية وملائمتها أثناء هذه الفترة حيث لا يجب تعريض الأمهات لأى من مصادر الإجهاد، كما تعتبر درجة حرارة الماء والأكسجين الذائب من أهم العوامل التى يُراعى توفير مستوياتها المُثلى خلال تلك المرحلة. ويتم غالباً حقن الهرمون فى العضلات فى المسافة بين قاعدة الزعنفة الظهرية والخط الجانبى، ويختلف الأمر بالنسبة للذكور حيث يتم حقنها مرة واحدة بنصف الجرعة المخصصة للإناث.

فى حالة المبروك الصينى تقدر الجرعة الكلية من الغدة انخامية بحوالى 4.5 مجم / كجم وزن حى من الإناث تقسم على جرعتين. ومن أهم الأمور التى يجب مراعاتها تحديد دقيق لمرحلة التبويض وبالتالى تجريد الأنثى stripping من البيض، حيث يؤدى التبكير فى إجراء عملية التجريد إلى عدم إتمام عملية التبويض، بينما يؤدى التأخير إلى الوصول إلى مرحلة ما بعد النضج overripe وبالتالى ضعف قابلية هذا البيض للإخصاب. والجدول التالى يوضح تأثير درجة الحرارة على الزمن اللازم للنضج (الفترة الزمنية بين الجرعة الأخيرة للهرمون والتبويض) والمعروفة بزمن النضوج ripening time فى أسماك المبروك العادى:

درجة الحرارة (°م)	زمن النضوج بالساعة
18	16 – 13
20	15 – 12
22	14 – 11
23	13 – 11
25	12 – 10

11-3 التطبيقات العملية للحقن بالهرمونات

يحتاج الكجم الواحد من أنثى المبروك العادى إلى 3 مجم من الغدة النخامية الجافة كجرعة كلية تقسم على جرعتين الأولى 10 % و الثانية 90 %، ويتم حقن الأسماك تحت الزعنفة الظهرية مع مراعاة البطئ فى عملية الحقن وتدليك منطقة الحقن لضمان إنتشار الهرمون، أما بالنسبة للذكور فإن الجرعة الأولى غالباً ما تكفيها، وهناك من ينصح بغلق الفتحة التناسلية لأنثى المبروك العادى باستخدام خيوط الجراحة وذلك بعد الحقنة الثانية تفادياً لحدوث التبويض

المفاجئ، وبالطبع فإن ذلك يتطلب تخدير الأنثى باستخدام مخدر MS - 222 ويفضل أن تكون الخياطة على شكل حرف X. وبعد إتمام عملية الحقن إما أن يتم تخزين الأسماك فى الأحواض الخاصة بالتبويض أو يتم تجريد الأنثى من البيض بعد فك الخياطة.

أما بالنسبة لأسماك القراميط من gariepinus فيتم تفريخها طبقاً للخطوات التالية:

1- يبدأ موسم النضوج الجنسى عندما تتراوح درجات الحرارة من 22 – 25 درجو مئوية، ويمتد موسم التفريخ من 4 – 6 شهور تبعاً للظروف المصرية.

2- يتم أخذ عينة من بيض الأنثى بواسطة الأسترة ويتم فحصها ميكروسكوبياً، فى حالة وصول أقطارها إلى أكثر من 1 مم تصبح الأنثى عندئذ جاهزة للمعاملة الهرمونية.

3- يتم تقدير كمية الغدد النخامية اللازمة لإجراء عملية الحقن على أساس غدة واحدة / كجم وزن حى ويتم تقسيمها على جرعتين كما فى أسماك المبروك.

4- يراعى عدم تغذية الإناث لعدة أيام قبل عملية الحقن.

5- يتم تدليك الأنثى فى منطقة البطن للحصول على كمية البيض إلا أنه يجب التضحية بالذكر وتشريحه للحصول على الخِصى نظراً لصعوبة الحصول على السائل المنوى عن طريق التدليك .

ملحوظة: يمكن تفريخ أسماك القراميط عن طريق خفض عمود الماء وتعريض الذكور والإناث للإجهاد، وينتج عن ذلك التفريخ الطبيعى (تحت ظروف الأسر) وذلك مع توفر درجة الحرارة اللازمة.

6- قبل عملية خلط البيض بالسائل المنوى فمن الأهمية مراعاة تجفيف الخواصى باستخدام ورق الترشيح، حيث تقل حيوية ونشاط الحيوانات المنوية بعد إتصالها بالماء خلال مدة تتراوح من 30 – 60 ثانية، فى حين أنه يمكن الإحتفاظ بالسائل المنوى لمدة يومين بالثلاجة على درجة 4° م.

11-3-1 تفريخ بعض الأسماك البحرية صناعياً

11-3-1-1 تفريخ أسماك البورى الحر Mugil cephalus

1- يتم اختيار الذكور والإناث فى مرحلة النضوج الجنسى وذلك عن طريق فحص الجاميطات، (قطر البيض لا يقل عن 550 ميكرون) والسائل المنوى المتحصل عليه عن طريق التدليك.

2- يتم حقن الأسماك المختارة بالجرعة الأولى من الهرمون (20 مجم غدة نخامية / كجم وزن الأنثى) توضع فى أنبوبة إختبار ويضاف إليها 0,5 مل محلول كلوريد الصوديوم 0,9% ثم تُخلط بواسطة خلاط لمدة 30 – 60 ثانية ويتم

الحقن باستخدام حقنة سعة 1 مم بسن دقيق حتى يمكن إمراره بين القشور فى المنطقة المحصورة بين الزعنفة الظهرية والخط الحسى.

3- يتم نقل الإناث بعد حقنها بالحقنة الأولى بهرمون الغدة النخامية (عبارة عن"Carp Pituitary Hormone "CPH) إلى حوض زجاجى بحجم 150 – 200 لتر على أن يتم توفير وسط مائى مناسب تتوفر به درجة حرارة (26 – 27 °م) ودرجة ملوحة (36 – 37 جزء فى المليون).

4- يتم إجراء الحقنة الثانية باستخدام هرمون LHRHa بعد 24 ساعة من الحقنة الأولى.

والجدول التالى يوضح تأثير استخدام مستخلص الغدة النخامية لأسماك المبروك CPH وهرمون المشيمة hCG وهرمون LHRHa مع معدل استجابة أسماك البورى الحر للتبويض:

المعاملة	نوع و تركيز الهرمون		عدد الأسماك	ذكور : إناث	معدل الاستجابة للتبويض %
	الجرعة الأولى	الجرعة الثانية			
1	40 CPH مجم / كجم	200 LHRHa ميكرو / كجم	6	1 : 1	50
2	40 CPH مجم / كجم	40 CPH مجم / كجم	6	1 : 1	0
3	200 LHRHa ميكرو / كجم	200 LHRHa ميكرو / كجم	6	1 : 1	50
4	10 HCG آلاف وحدة دولية / كجم	200 LHRHa ميكرو / كجم	6	1 : 1	100

تم تقدير معدل إستجابة الإناث للتبويض خلال مدة لا تزيد عن 24 ساعة من الحقنة الثانية.

11-3-1-2 بالنسبة لأسماك الدنيس و القاروص:

يختلف الوضع من مفرخ لآخر، فبالنسبة للمفرخات البحرية بمصر يتم زراعة كبسولة implant من هرمون LHRHa للإناث فقط بجرعة تتراوح من 150 – 200 ميكروجرام / كجم من وزن الأنثى ولكن بشرط ألا يقل قطر بيضة سمكة الدنيس عن 580 ميكرون وقطر بيض القاروص عن 650 ميكرون، ومع إمداد أحواض التبويض بتيار مستمر من الماء يُتوقع حدوث التبويض خلال مدة تتراوح من 50 – 90 ساعة من زراعة كبسولة الهرمون وعلى درجة حرارة 13 – 19°م، وتُعطِى أنثى سمكة الدنيس كمية من البيض على فترات يومية بمعدل

يتراوح من 50 – 180 ألف بيضة / كجم من وزن الأنثى، أما بالنسبة لسمكة القاروص فهى تبيض كمية البيض كلها على دفعة واحدة تقدر بحوالى 300 – 500 ألف بيضة / كجم حى. يتم حقن ذكور أسماك القاروص بهرمون hCG بمعدل 250 وحدة دولية / كجم وزن حى فى حجم 0.5 مل، حيث يُذاب محتوى زجاجة 5 الآف وحدة دولية فى 10 مل محلول فسيولوجى (0.9%)، كذلك يمكن حقن أسماك القاروص (الإناث) بهرمون LHRHa بمعدل 4 ميكروجم / كجم وزن حى، حيث يتم إذابة 1 مجم من الهرمون فى مقدار 250 مل من المحلول الفسيولوجى وبالتالى يمكن حقن 1 مل بتركيز 4 ميكروجم / كجم وزن حى.

11-3-2 الحث البيئى للنضوج Environmental induction of maturation:

من المعروف أن الجهاز العصبى والغدد الصماء تعمل فى الفقاريات فى إنسجام وتنسيق لإحداث التكاثر، وتبدأ أهم الحلقات الرئيسية فى سلسلة الأحداث المؤدية للتكاثر عن طريق إدراك المؤثرات البيئية التى تؤدى إلى زيادة النشاط الهرمونى وتنتهى بإطلاق الجاميطات، ويعمل الجهاز العصبى كوسيط فى إستقبال مثل هذه المؤثرات مثل فترة الإضاءة photoperiod ودرجة الحرارة وهطول المطر ... إلخ، ثم يقوم المخ بترجمة هذه المؤثرات وإرسالها فى صورة معلومات عصبية إلى منطقة الهيبوثلامس hypothalamus والتى تحدد بدورها نشاط الغدة النخامية pituitary gland من خلال ما يُعرف بالـ chemical messenger أو الـ releasing hormone والتى تقوم بدورها بتحفيز الغدة النخامية على إفراز هرمونات الـ gonadotropins والذى يُحفز المناسل gonads لتُفرز الهرمونات الجنسية الإستيرودية steroids والأخيرة هى المسؤلة عن إنضاج الجاميطات.

وتتبع المفرخات البحرية أسلوب الحث الهرمونى مع تطبيق نظام التحكم فى درجة الحرارة وساعات اليوم المضيئة photoperiod وذلك لإطالة موسم التكاثر وبالتالى حث الأسماك على التفريخ خارج موسمها الطبيعى حيث يمكن إطالة موسم التكاثر لأسماك البورى الحر ليمتد قبل وبعد موسم التفريخ الطبيعى بحوالى شهرين وذلك عن طريق توفير درجات حرارة تتراوح بين 23 – 25°م، مع تخفيض مدة الإضاءة إلى 6 ساعات إضاءة و 18 ساعة إظلام، و طبقاً لهذا تستطيع إناث البورى الدخول فى مرحلة نضوج خلال 49 – 62 يوم حتى ولو كانت الأسماك خارج موسم التبويض الطبيعى.

11-3-3 التبويض و الإخصاب Ovulation and Fertilization

11-3-3-1 التبويض Ovulation

وهى المرحلة الأخيرة لنضج البيض والتى عند الوصول إليها لابد أن يتم التبويض طبيعياً أو يتم تجريد الأنثى stripping من البيض، وإذا حدث تأخير فى الحصول على البيض فإن البيض يصل إلى مرحلة ما بعد النضج overripe حيث تقل قدرة البيض على الإخصاب، وتتفاوت الفترة الزمنية ما بين التبويض والوصول إلى مرحلة ما بعد النضج تبعاً لنوع الأسماك، فهى فى حدود 50 – 80 دقيقة فى المبروك العادى بينما تصل إلى عدة أيام بالنسبة لأسماك التراوت ، ويُعتبر تحديد وقت التبويض فى التفريخ الصناعى أمراً حيوياً حتى لا يصل البيض إلى مرحلة ما بعد النضج، وهناك من الطرق التى يُمكن بواسطتها الحكم على حدوث التبويض وأكثرها شيوعاً هو فحص الأنثى فى الموعد المُتوقع للتبويض مع مراعاة أن تتم جميع عمليات الفحص فى الماء دون تعريض الأنثى لقدر مؤثر من الإجهاد، وبوجه عام فإن هناك من العلامات التى تُوضح عدم حدوث التبويض أهمها إختلاط البيض بالدم وبالأنسجة الضامة وتُعتبر عادات التزاوج من الأساليب التى يُمكن بواسطتها الحكم على توقيت التبويض، فقد وُجد أن ذكور المبروك الفضى تبدأ فى مغازلة الإناث قبل حدوث التبويض بحوالى 15 – 30 دقيقة وتمتد هذه الفترة من 30 – 60 دقيقة فى حالة مبروك الحشائش لذا فإنه فى بعض نظم التفريخ الصناعى تُوضع الذكور مع الإناث بعد المعاملة الأخيرةبالهرمونات ويتم تحديد التوقيت التقريبى للتبويض بُناءاً على مراقبة تحركات الجنسين، وكما سبقت الإشارة إلى فترة النضج ripening period أو الـ Latency time وهى الفترة ما بين الجرعة النهائية للهرمون وبين التبويض والتى تعتمد إعتماداً مباشراً على درجة الحرارة فهى على سبيل المثال 13 – 16 ساعة عند درجة حرارة 18°م بينما تكون الفترة 10– 12 ساعة عند درجة حرارة 25°م. و يمكن الحكم على جودة البيض بمجرد النظر بشرط توفر الخبرة حيث يتميز البيض الجيد بإحتوائه على كمية قليلة من سائل المبيض بعكس البيض الزائد النضج الذى يزداد به كمية سائل المبيض علاوة على العكارة التى يتصف بها هذا البيض. بالنسبة للسائل المنوى فإن إختلاطه بالدم أو المواد المخاطية يقلل من جودته، ويمكن فحصه قبل استخدامه فى عمليات الإخصاب بواسطة الميكروسكوب (قوة تكبير 100) مع إضافة قطرة ماء على الشريحة الزجاجية حيث أن الحيوانات المنوية تبدأ حركتها فور ملامستها للماء.

الجدير بالذكر أنه لابد من تخدير الإناث خاصة كبيرة الحجم للحصول على البيض لتلاشى الإجهاد. وهناك عدد من المواد الشائع استخدامها فى عملية

التخدير ورغم أن جرعات الاستخدام محددة فى العديد من المراجع إلا أن الخبرة تلعب دوراً فى تحديد الجرعة المناسبة خصوصاً أن هناك العديد من العوامل التى تؤثر فى إستجابة الأسماك للمادة المُخدِرة أهمها درجة حرارة الماء، فإذا لُوحِظ الإستجابة الفورية للمحلول المُخدِر فهذا يدل على أن التركيز عالى وبُناءاً عليه يجب نقل الأسماك فوراً إلى مياه خالية من المُخدِر لحين تعديل التركيز، وعلى العكس فإنه يتم رفع التركيز عندما يُلاحظ عدم إستجابة الأسماك للمادة المُخدِرة وعليه يتم التعامل مع الأسماك عند وصولها إلى المستوى المطلوب من التخدير وهو فقدانها لإتزانها فى الماء. كذلك من المهم غسل الأنثى قبل تجريدها من البيض باستخدام ماء نظيف خالى من المَخدر ثم يتم تجفيفها جيداً خاصة فى مناطق أغشية الخياشيم ومناطق الزعانف وذلك تفادياً لتأثير المُخدَر حيث أنه فى حالة إختلاط المُخدِر بالبيض فإن ذلك يقلل من حيوية الحيوانات المنوية وبالتالى يقلل الإخصاب ، وتستمر عملية التجريد لحين الحصول على كل البيض وتتوقف عملية الـ stripping عند ظهور البيض المُختلط بالدم وعندئذ يتم إعادة الأنثى إلى ماء عالى الجودة، وهناك من الأسماك التى يتم تجريدها دون استخدام أى محاليل مخدرة ومنها الأسماك صغيرة الحجم كأسماك البلطى والتى يمكن تداولها بسهولة مقارنةً بالأسماك الأكبر.

وقد يتم استخدام المادة المُخدِرة إما على شكل محلول (حمام) أو بالرش على الخياشيم أو باستخدام قطنة مُشبعة بالمُخدِر حول فم الأنثى، ومن أشهر المواد المُخدِرة المُستخدمة فى تفريخ الأسماك:

1- الكونالدين (2 – 4 methyl chinolin) quinaldine:

وهذا المركب شديد السمية و يُنصح بتوخى الحذر الشديد عند استخدامه ويُستخدم بالتركيزات التالية : 1 : 40000 فى حالة استخدامه على صورة حمام مائى أو 1 : 1000 فى حالة استخدامه بالرش مباشرة على خياشيم الأسماك.

2- MS – 222 (tricaine methanesulfonat):

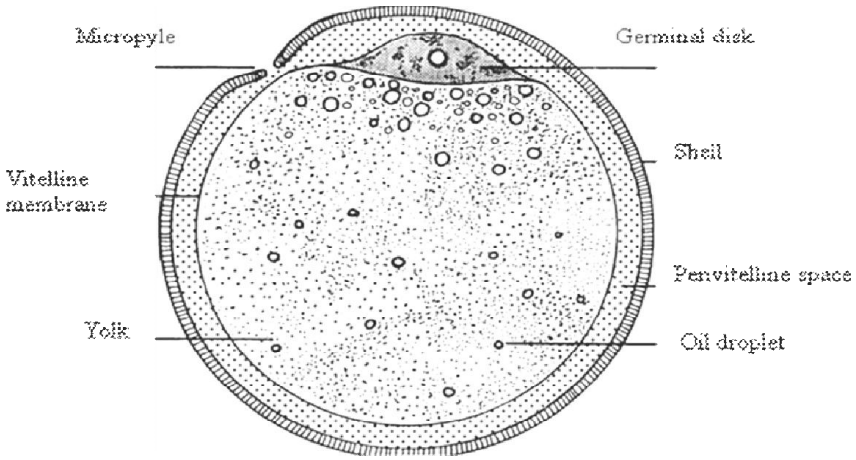
يتميز بأنه مُخدِر معتدل كما أنه يتميز بسرعة تأثيره وكذا سرعة الإفاقة منه والتركيزات التى يُنصح باستخدامها تتراوح بين 1 : 10000 إلى 1 : 20000 فى صورة حمام مائى.

3- Two – phenoxy ethanol (1 – 2 propandiol):

ويُستخدم بتركيز 0,3 ملليلتر / لتر فى صورة حمام مائى وذلك لفترة 1 – 3 دقائق، وغالباً تعود الأسماك إلى حالتها الطبيعية خلال 5 دقائق فى مياه خالية من المُخدِر.

11-3-3-2 الإخصاب Fertilization:

من المعروف أن بيضة الأسماك تحتوى على فتحة واحدة دقيقة تُعرف بالنقير micropyle والتى تسمح بدخول حيوان منوى واحد وبعدها تُغلق الفتحة وذلك خلالفترة قصيرة من ملامسة البيض للماء هى حوالى دقيقة فى حالة المبروك العادى وبعدها لن يتمكن الحيوان المنوى من الدخول.



كذلك فإن ملامسة البيض للماء يكون نتيجته انتفاخ البيض إلى أن يصل لأقصى حجم ممكن وهو ما يُعرف بمرحلة التصلب بالماء water hardening، وعلى ذلك فأياً كانت طريقة الإخصاب فإنه لابد وأن تتاح الفرصة أمام البويضات والحيوانات المنوية لحدوث الإخصاب واضعين فى الإعتبار الفرصة القصيرة لتحقيق ذلك وهناك طريقتين للإخصاب هى:

11-3-3-2-1 الطريقة الجافة Dry method:

ويُنصح باستخدام هذه الطريقة وفيها يتحاشى إختلاط كلٍ من البيض أو السائل المنوى بالماء حيث يتم تجريد الأنثى من البيض فى وعاء نظيف وجاف ثم يتم وضع السائل المنوى فوق البيضة ويتم الخلط جيداً باستخدام ريشة طائر أو

ملعقة بلاستيك وفى هذه الحالة تزداد فترة تعرُض البيض للإخصاب حيث يتأخر إغلاق فتحة النقير micropyle وكذا فإن حيوية الحيوانات المنوية تستمر لفترات أطول (حيث لا يوجد ماء) كما أن هناك بعض المحاليل التى تساعد على إطالة حياة الحيوانات المنوية ومنها محاليل الإخصاب وفيها تستمر حيوية الحيوانات المنوية إلى حوالى 20 دقيقة لأسماك المبروك العادى حيث يُستخدم محلول إخصاب مكون من 30 جم يوريا (carbamide salt) بالإضافة إلى 40جم ملح طعام (كلوريد صوديوم) تُذاب فى 10 لتر ماء، و يُراعى أن يُستخدم محلول الإخصاب طبقاً للمعدلات الأتية:

1 السائل المنوى : 10 محلول الإخصاب الملحى : 100 البيض

حيث أن 10 ملليلتر من السائل المنوى تكفى لإخصاب لتر من البيض بإتباع الطريقة الجافة، كما أن من الأفضل استخدام السائل المنوى من أكثر من ذكر لضمان تحقيق معدل عالى من الإخصاب. فى حالة إتباع الطريقة الجافة للإخصاب فى أسماك البورى الحر فإنه يتم التخصيب خلال ساعة واحدة من تجميع البيض على الأكثر حيث يتم خلط السائل المنوى milt مع البيض eggs بواسطة استخدام ريشة طائر أو ملعقة بلاستيك مرنة مع إضافة مياه بحرية نقية.

11-3-3-2-2 الطريقة الرطبة Wet method:

وفيها يتم إستقبال البيض فى إناء به ماء حيث يُضاف السائل المنوى فوراً وفى خلال 5 دقائق على الأكثر من إستقبال البيض فى الماء ويكون الإخصاب فى هذه الحالة فى أسرع صورة، وبوجه عام فليس هناك فروق جوهرية بين الطريقتين.

شكل يوضح طريقة تجريد الأنثى من البيض (يمين) والأخر يوضح الطريق الجافة للإخصاب (شمال)

ويُلاحظ أن البيض ينتفخ ويصل إلى حوالى خمسة أضعاف حجمه الأصلى بعد ساعة واحدة من الإخصاب، وخلال تلك الفترة يجب الإستمرار فى الإضافة المرحلية لمحلول الإخصاب وذلك على مدى ساعة إلى ساعة ونصف فى المبروك العادى ويكتفى بمدة 15 دقيقة لأنواع المبروك الصينى نظراً لأن البيض الخاص به أكثر حساسية للتأثيرات الميكانيكية من عمليات التقليب يبدأ بعد ذلك الإنقسام الأول للخلية، و بالوصول إلى هذه المرحلة فإن المادة اللاصقة تكون قد تم ذوبانها تقريباً والتى يلزم للتخلص منها تماماً معاملة البيض بمحلول التانين tannin بتركيز 0,5 جزء / الف لمدة 20 ثانية ثم يُغسل بعدها البيض بمياه نظيفة ويجب ألا تزيد فترة البقاء فى محلول التانين حيث أن له آثاره الضارة على البيض، ويتم تحضير محلول التانين بإذابة 5 جم حمض التانيك tannic acid فى 10 لتر ماء نظيفة (نقية) على أن يتم الخلط جيداً و يكون معدل الإضافة على أساس 1 لتر محلول تانين لكل 10 – 12 لتر بيض وبالوصول إلى هذه المرحلة يكون قطر البيض قد وصل 2 مم و يُصبح جاهز للتحضين.

وللزيادة فى كفاءة التفريخ وسهولته فإن العديد من المفرخات تحتفظ بالسائل المنوى محفوظاً بأساليب عديدة وأبسطها استخدام المحاليل التى تطيل من حيوية السائل المنوى والمعروفة بالـ extending solutions والتى تُستخدم فى برامج التفريخ الروتينية فى بعض المفرخات، ومن هذه المحاليل مايُحافظ على حيوية الحيوانات المنوية لعدة أيام دون تأثير سلبى على عملية الإخصاب، ومن أشهر تلك المحاليل محلول رنجر ringer solution ويتم تحضيره فى المواد التالية التى تُذاب جميعها فى 100 مل ماء:

- 592 مجم كلوريد صوديوم.
- 172 مجم كلوريد بوتاسيوم.
- 79 مجم كلوريد كالسيوم.
- 31 مجم سلكات مغنسيوم.

كما يُنصح بإضافة 100000 وحدة من البنسلين و100 مجم الإستربتوميسين إلى المحلول، ويُستخدم المحلول بنسبة 1 : 1 من السائل المنوى، كما أن أفضل النتائج يمكن تحقيقها عندما يتم حفظ السائل المنوى فى المحلول على حالة مُبردة، كذلك يمكن الإحتفاظ بالحيوانات المنوية لمدة طويلة جداً وذلك بالحفظ بالتجميد باستخدام النيتروجين السائل.

11-4 تجميع البيض Egg collection:

يتم معاملة الأسماك هرمونياً لحثها على التبويض ثم يتم تجريد الإناث من البيض لإستكمال مراحل التفريخ الصناعى، وفى بعض الأحيان بغرض تقليل تداول الأسماك أو لتقليل الإمكانيات المُستخدمة تترك الأسماك (الإناث و الذكور) بعد المعاملة الهرمونية لإتمام عملية التبويض طبيعياً دون إجراء عملية التجريد، ثم بعد ذلك يتم تجميع البيض المُخصب لإستكمال مراحل تطوره كما هو الحال بالنسبة لأسماك المبروك. أما بالنسبة للأسماك البحرية فيختلف أسلوب تجميع البيض من نوع لآخر، ففى حالة أسماك البورى تضع الأنثى الناضجة دفعة البيض بأكملها خلال مدة من 40 – 50 ساعة من الحقنة الأولى للهرمون وتُقدر كميات البيض بحوالى مليون بيضة لكل كجم وزن حى، وبعد إتمام عملية التبويض يُفضل ترك الإناث مع الذكور لمدة لا تقل عن نصف ساعة لضمان إستكمال عملية الإخصاب ثم تنقل بعد ذلك الذكور والأمهات إلى أحواض رعاية الآباء، ثم يتم فحص عينة من البيض لتحديد النسبة المئوية للإخصاب عن طريق الفحص الميكروسكوبى، و بصفة عامة فإن البيض الجيد يطفو بينما البيض الردئ يرسُب، أما فى أسماك الدنيس أو السُبيطى فإن نضوج البيض يكون غير متزامن asynchrony أى أن البيض يكون فى حالة نضوج خلال فترات زمنية يومية وبالتالى يُمكن لآنثى الدنيس الواحدة زنة 350 جم أن تَعطى كميات من البيض تُقدر بحوالى 40 ألف بيضة يومياً أو ما يُعادل 800 ألف بيضة خلال موسم تفريخها الطبيعى فى الشتاء والذى تصل مدته إلى ثلاثة شهور، ويتم استخدام أسلوب الطفو فى تجميع البيض الطافى فى حوض صغير مُتصل بحوض التفريخ وذلك باستخدام شبكة بلانكتون بسعة فتحات من 200 – 500 ميكرون تبعاً لنوع وحجم الأسماك البحرية.

كذلك يُراعى المُحافظة على البيض فى خزانات التجميع على هيئة مُتحركة بواسطة تهوية مناسبة، وفى بعض الأحيان يتم إجراء عملية غسيل للبيض المُجمع على شبكة سعتها تتراوح من 500 – 600 ميكرون للتخلص من العوالق والشوائب خاصة الطحالب الخيطية الملتصقة بحوض التبويض.

11-5 تحضين و فقس البيض Egg incubation and hatching:

بعد إنتهاء الإخصاب يُترك البيض فى كمية من الماء يُفضل أن تكون نفس نوعية المياه المُستخدمة فى التحضين وعلى نفس درجة الحرارة كلما أمكن وذلك حتى تتم مرحلة إنتفاخ البيض والتى تستغرق حوالى 1 – 2 ساعة بعد إتمام الإخصاب فى المبروك والبلطى، ثم يُنقل البيض بعد ذلك إلى أوانى التحضين ، وتختلف أوانى التحضين بأحجامها وأنواعها لتناسب البيض المُحضن ومن أمثلتها Zoug jars أو McDonald jars والتى يتم تغذيتها بالماء والهواء لتقليب البيض وكذلك الأحواض المستطيلة troughs والأقماع funnels المصنوعة من الألياف الصناعية أو الشباك دقيقة العيون التى يتم وضعها فى أحواض مستطيلة، وبوجه عام فإن مواصفات البيض تُحدد طريقة تحضينه و التعامل معه ، فمثلاً يلزم لتحضين البيض المُتكتل masses مثل بيض أسماك القرموط الأمريكى channel catfish أن تُستخدم أحواض مستطيلة مُزودة ببدالات لتحريك كتل البيض ولإحداث التهوية الكافية لمحاكاة التحضين فى الطبيعة حيث تقوم الذكور بالتهوية على البيض بذيولها، أما فى أسماك البلطى فيتم التحضين فى جارات jars مع ضخ تيار منتظم من الماء أو الهواء لإحداث تقليب للبيض حيث يُخشى أن يتراكم البيض فى بعض المناطق مما يتسبب فى إنتشار الفطريات حدوث مشاكل فى الفقس ، وآنية التحضين من نوع Zoug jars سعة 20 لتر يمكن استخدامها فى تحضين حوالى 2,5 لتر من بيض المبروك (حوالى 150 ألف بيضة) أما فى حالة البلطى النيلى أو الأوريا فإنه يتم تخزين 200جم بيض (وزن رطب) فى وحدة تحضين 20 لتر مع العلم بأن 0,5 جم بيض رطب يعادل 100 بيضة أى أن إناء التحضين سعة 20 لتر يُمكن أن يُحضِن 40 الف بيضة بلطى.

شكل يوضح طريقة تحضين البيض المخصب
فى آنية التحضين من نوع Zoug jars

ولو أخذنا أسماك المبروك العادى كمثال لتحضين البيض، فإنه يتم التحضين على أساس مُعدل يتراوح من 1 – 1,5 لتر بيض للحضانة سعة 8 لتر، ويتطور الزيجوت بعد عملية الإخصاب وتكتمل مراحل تطوره لحين الفقس خلال 3 – 3,5 يوم وعلى درجة حرارة 23°م . ويُلاحظ تغيُر لون البيض من اللون الأصفر المائل للإخضرار إلى اللون البنى ثم اللون البنى الداكن ثم فى النهاية إلى اللون الأسود، وخلال تلك المرحلة يجب مراعاة الآتى:

1- الاهتمام بتجديد المياه باستمرار للتخلص من زيادة معدل الأيض metabolic rate حيث يُفضل ضبط معدل تدفق المياه لتكون 0.5 لتر / دقيقة للحضانة سعة 8 لتر فى بداية مرحلة التحضين وتصل إلى 2 لتر / دقيقةقبل حدوث الفقس، أما فى حالة المبروك الصينى فيفضل تقليل معدل تدفق المياه ليكون فى البداية 0.3 لتر / دقيقة ترتفع إلى 0.8 لتر / دقيقة قبل حدوث الفقس.
2- يتجه البيض غير المخصب إلى قاع الحضانات وتظهر عليه الفطريات وبالتالى يتعرض البيض المخصب أيضاً والسليم للموت لذلك يجب معاملة البيض بمادة أخضر الملاكيت 5 جزء فى المليون لمدة 30 – 60 دقيقة بدون إجراء تجديد للمياه خلال فترة المعالجة مع ضخ التهوية اللازمة لاستمرار عملية التقليب، كذلك يمكن استخدام الفورمالين لنفس الغرض بتركيز 100 – 200 جزء فى المليون لمدة ساعة مع تكرارها يومياً، ويُنصح بإيقاف المعاملة بالفورمالين قبل الفقس بـ 24 ساعة، وفى حال التفريخ داخل نظام مائى مُغلق فمن الأهمية أن يتم المحافظة على تركيز الفورمالين على مستوى 50 جزء فى المليون طوال فترة التحضين بدون تأثير ضار على أسماك البلطى.
3- تتبع بعض المفرخات طريقة الطفو حيث يتم وضع البيض فى محلول إما ملحى أو سكرى يتم تجهيزه بتركيز يسمح للبيض الميت بالطفو دون البيض الحى وبذا يمكن التخلص من البيض الميت.
4- تتجه بعض مفرخات المبروك الصينى إلى استخدام بعض أنواع الإنزيمات المُحللة للبروتين protein – decomposing enzymes بتركيز 1 :

4000 وذلك للمساعدة على تقريب مدة فقس البيض وبالتالى إتمام عملية الفقس للبيض بأكمله خلال دقائق معدودة.

وأياً كان أسلوب التحضين فإنه ينتهى بالفقس وغالباً ما تظل اليرقات بعض الوقت فى حاويات التحضين خاصة فى المراحل الأولى والتى تتميز بكِبر حجم كيس المُح وتُسمى عندها بالـ yolk sac ، وبمُضى الوقت تستهلك اليرقات كيس المُح ويرتفع مستوى تجمعاتها تدريجياً فى أوانى التحضين إلى أن تنتقل إلى خزانات تربية اليرقات سعة 200 لتر لتخزين يرقات المبروك الصينى والذى يكفى لتحضين نصف مليون يرقة فى مراحلها الأولى.

أهم العوامل التى يجب مراعاتها لنجاح عملية فقس بيض الأسماك البحرية:

1- يُفضل أن يكون خزان الفقس مصنوع من الألياف الصناعية مع استخدام شبك لفتحات الصرف بأقطار تتراوح بين 400 – 600 ميكرون تبعاً لنوع السمك وذلك لمنع خروج البيض أثناء تجديد الماء.
2- فصل البيض المُخصب وذلك بتجميعه من على سطح الماء بالخزانات نظراً لطفوه وذلك باستخدام شبك البلانكتون الدقيق (فتحاته من 400 – 600 ميكرون)، أما بالنسبة للبيض الغير مُخصب والذى يترسب بالقاع فيمكن جمعه عن طريق عملية الشفط القاعى (السيفون).
3- تحديد معدل تدفق المياه بحوض الفقس حيث يتراوح معدل التجديد بين 100 – 600 % يومياً.
4- ثبوت درجة حرارة المياه، فمثلاً يتطلب بيض أسماك البورى درجات حرارة من 24 – 26°م.
5- ثبوت درجة الملوحة وعدم السماح بتذبذبها إلا فى أضيق الحدود ، حيث يتراوح مدى الملوحة المناسبة بين 30 – 40 جم / لتر.
6- ضخ تيار هواء كافٍ ومناسب لجعل البيض عالق فى عمود الماء مع توافر كميات الأكسجين المناسبة.
7- ملائمة كثافة التحضين التى تتراوح بين 4000 – 5000 بيضة / لتر مع استخدام بعض أنواع المضادات الحيوية فى حالة الكثافات العالية.

ففى أسماك البورى تُقدر كمية البيض التى يمكن الحصول عليها من أنثى البورى الناضجة من 1 – 1.5 مليون بيضة تُحضن على درجات حرارة من 24 – 26°م بشرط ثبوت درجة الملوحة داخل المدى (30 – 40 جم / لتر) ويحدث الفقس خلال مدة تتراوح من 34 – 36 ساعة من لحظة الإخصاب وتتراوح نسبة الفقس تحت هذه الظروف من 80 – 90 %. أما بيض الدنيس فيفقس بعد فترة

تتراوح من 36 – 58 ساعة طبقاً لدرجة حرارة المياه والتى تتراوح من 15.5 – 22°م ومعدل كثافة يتراوح من 50 – 100 الف بيضة / م^3، ويُقدر معدل الفقس بحوالى 75 %.

أسئلة عامة

الباب الأول : تطور الصيد الحر والاستزراع السمكي في العالم

1- وضح المراحل التاريخية لتطور المصايد العالمية !
2- ماهي خصائص مناطق الصيد في البحر المتوسط و البحر الأسود ؟
3- أذكر أهم الأنواع السمكية التي يتم صيدها من منطقة شرق وسط الهادي!
4- وضح أسباب انخفاض إنتاج وحدة المساحة في المحيط الهندي بالمقارنة مع باقي المحيطات !
5- اشرح بالرسم دورة المياه على سطح الأرض !
6- لماذا تعتبر درجة الحرارة واحدة من أهم المقاييس التي يعتمد عليها علماء الثروة السمكية ؟
7- ما أهمية الضوء في التأثير على البيئة المائية ؟
8- أذكر القواعد التي يتم على أساسها تقسيم المصايد السمكية !
9- ماهي العوامل المؤثرة على صيد الأسماك ؟
10- اشرح 3 من هجرات الأسماك العمودية اليومية !
11- اشرح أهمية تأثير درجات الحرارة على الأسماك !
12- ماهي العوامل المؤثرة على الطبقات السطحية من أي بحيرة مائية ؟
13- ماهو تأثير درجات حرارة المياه على وضع البيض وتطور اليرقات؟
14- وضح علاقة الأسماك بغذائها !
15- ارسم شكلا يوضح جهاز دليل الهائمات !
16- أذكر علاقة تحركات الكتل المائية بالتجمعات السمكية !
17- وضح بالرسم العلاقة بين الكثافة السمكية بالأحواض و الاعتماد على التغذية الطبيعية و الصناعية وتأثير ذلك على باقي مدخلات الإنتاج !

الباب الثانى : أنظمة الاستزراع السمكي

18- ماهي خصائص الاستزراع السمكي غير المكثف ؟
19- اشرح خصائص الاستزراع السمكي شبه المكثف !
20- ماهي مجموعات الأحواض التي يجب توفرها في المزرعة السمكية وما تمثله كل منها كنسبة مئوية من أحواض المزرعة الكلية ؟
21- ماهي خطوات إعداد وتجهيز الأحواض السمكية ؟\

الباب الثالث : التغذية التطبيقية للأسماك و القشريات

22- لماذا تعتبر الأسماك أكفأ في استخدام الطاقة الغذائية بالمقارنة مع بقية الحيوانات المزرعية الأخرى ؟

23- ماهي أسباب انخفاض استفادة الأسماك من المصادر البروتينية النباتية بالمقارنة مع المصادر الحيوانية ؟

24- ماهي أعراض نقص الأحماض الدهنية في علائق الأسماك ؟

25- ماهي أسباب انخفاض هضم الكربوهيدرات في الأسماك ؟

26- وضح العوامل التي تؤثر على احتياجات الأسماك من الطاقة !

27- وضح مع الرسم توزيع الطاقة داخل جسم الأسماك !

28- عّرف طاقة التمثيل القاعدي !

29- عّرف طاقة التمثيل الروتيني !

30- عّرف طاقة التمثيل الغذائي!

31- عّرف طاقة التمثيل النشط !

32- وضح الفرق بين الأسماك آكلة اللحوم و آكلة النباتات من حيث تمثيل الطاقة الغذائية !

33- ماهي أهمية فيتامين هـ في تغذية الأسماك ؟

34- وضح الدور الذي يلعبه الكالسيوم و الفوسفور في تغذية الأسماك !

الباب الرابع : تاريخ تطور صناعة أعلاف الأسماك في مصر

35- ماهي المعلومات التي يجب توفرها حتى يمكن إنتاج أعلاف سمكية اقتصادية ؟

36- وضح الصفات الطبيعية لأعلاف الأسماك !

37- أذكر أهم الإضافات الغذائية التي تضاف لأعلاف الأسماك ؟

38- ما أهمية استخدام مواد رابطة أثناء تصنيع أعلاف الأسماك ؟

39- لماذا يتم استخدام مضادات التأكسد عند تصنيع أعلاف الأسماك ؟

40- أذكر أهمية مسحوق السمك في صناعة أعلاف الأسماك !

41- ماهي أهمية استخدام مسحوق كسب فول الصويا في أعلاف الأسماك؟

42- ماهي مزايا وعيوب استخدام كسب فول الصويا في أعلاف الأسماك؟

43- ماهي الأسباب التي تحد من استخدام كسب القطن في إنتاج أعلاف الأسماك ؟

44- اشرح التطور التاريخي لصناعة أعلاف الأسماك في مصر !

45- ما هي أهمية استخدام الأعلاف المتخصصة في تغذية الأسماك ؟
46- وضح مع الرسم خطوات تصنيع أعلاف الأسماك !
47- ماهي الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند استلام حبوب أو بذور لاستخدامها في صناعة أعلاف الأسماك ؟
48- اشرح طريقة عمل مطحنة المطارق في مصانع أعلاف الأسماك !
49- لماذا يجب طحن خامات الأعلاف لأدق درجة ممكنة ؟
50- وضح أهمية عملية الخلط في صناعة أعلاف الأسماك !
51- ماهو الفرق بين الخلاطات الأفقية و الرأسية في مصانع الأعلاف ؟
52- لماذا تعتبر عملية التهيئة من العمليات الهامة في صناعة أعلاف الأسماك ؟
53- وضح مزايا الأعلاف التي تغوص في المياه !
54- ما هي أوجه القصور في استخدام الأعلاف المنتجة بتقنية الكبس بالبخار ؟
55- اشرح الفكرة الرئيسية من عمل جهاز الإكسترودر !
56- وضح مع الرسم أجزاء الإكسترودر !
57- ماهي مميزات الأعلاف المنتجة بتقنية الإكسترودر ؟
58- لماذا يجب تبريد العلف لدرجة حرارة الغرفة قبل تعبئته ؟

الباب الخامس : تغذية الأسماك خلال مراحل الحياة

59- ماهي المراحل المختلفة من حياة الأسماك !
60- اشرح أهمية العلاقة بين حجم الغذاء المقدم لليرقات وحجم فمها !
61- ماهي مراحل تطور الجهاز الهضمي لليرقات ؟
62- ما أهمية إغناء الأغذية الطبيعية لليرقات ؟
63- ماهي العوامل التي يجب مراعاتها عند تغذية اليرقات ؟
64- أذكر الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند تغذية قطعان أسماك الآباء و الأمهات !
65- وضح العوامل المحددة لنجاح واستمرار الاستزراع السمكي ؟
66- ما هو الدور الذي يلعبه البروتين في تغذية أباء الأسماك ؟

الباب السادس : تنمية الغذاء الطبيعي في الأحواض السمكية

67- ماهو دور الهائمات النباتية في البيئة المائية ؟

68- وضح أهمية استخدام الطحالب في تغذية الأسماك !
69- ما هي أقسام الغذاء الطبيعي للأسماك ؟
70- أذكر أنواع التسميد في الأحواض السمكية !
71- ماهي أهم أنواع الطحالب المستخدمة في تغذية الأسماك ؟
72- ما هي خصائص الطحالب الخضراء من نوع الكولوريلا ؟
73- وضح أهمية الأرتيميا في تغذية اليرقات !

الباب السابع : المعدات المستخدمة في المزارع السمكية

74- وضح نوعين من أجهزة التهوية المستخدمة في الأحواض السمكية !
75- ماذا تعني التغذية بالطلب في المزارع السمكية ؟
76- اشرح طريقة عمل غذايات اليرقات !
77- ما هي أهمية الفلتر الرملي في النظم المغلقة للمزارع السمكية
78- ما أهمية تقليب البيض داخل المخروط الزجاجي في مفرخات الأسماك؟

الباب الثامن : الصيد ومعداته

79- ما هي العوامل التي يجب توافرها للاستفادة من انجذاب الأسماك للضوء ؟
80- اشرح تجربة توضح استخدام الأسماك في الصيد !
81- كيف يمكن الاستفادة من الاجتذاب الكيماوي في تحركات الأسماك؟
82- ماهو الفرق بين تأثير التيار الكهربي في المياه العذبة و المالحة ؟
83- كيف يمكن الاستفادة من التيار الكهربي في عمليات الصيد ؟
84- ماهي العوامل التي يتحدد عليها تأثير التيار النبضي في عمليات الصيد ؟
85- ما هو المعدل التخديري الناتج من التيار الكهربي – وما هو تأثير الزيادة منها؟
86- وضح 3 من التطبيقات العملية لاستخدام الكهرباء في مجال الصيد ؟
87- ماهي الآفاق المستقبلية لاستخدام الكهرباء في الصيد ؟
88- ماهي مراحل الهجرات في حياة الأسماك ؟
89- وضح الفكرة الرئيسية في استخدام أجهزة صدى الصوت في التعرف على شكل القاع في البحار!
90- كيف يمكن التعرف على النوع السمكي باستخدام صدى الصوت ؟

91- ماهي أهمية استخدام جهاز صدي الصوت في الصيد في المياه المتوسطة ؟
92- ماهو الفرق بين جهاز صدي الصوت و السونار في الكشف على تجمعات الأسماك ؟
93- ماهي مراحل استخدام السونار في عمليات الصيد بالجر ؟
94- ماهي ظاهرة التألق الحيوي وكيف يمكن استخدامها في عمليات الرصد بالأقمار الصناعية ؟
95- أذكر 5 من الوسائل المستخدمة في صيد الأسماك !
96- ماهي العوامل التي تتدخل لاختيار طريقة الصيد و الوسيلة المستخدمة في صيد نوع معين من الأسماك ؟
97- وضح أنواع شباك الصيد بالتخبط المستخدمة في الصيد !
98- اشرح كيفية عمل الشباك الخيشومية !
99- وضح كيفية عمل شباك المحير أو الكنار !
100-ماذا يعني الصيد بالترغيب أو الاجتذاب !
101-كيف تعمل جرافة الدعامة الخشبية في صيد الأسماك ؟

الباب التاسع : الأنواع الرئيسية للأسماك

102- تمثل الأسماك غالبية الفقاريات وضح ذلك؟
103- أذكر أنواع التكاثر فى الأسماك مع ذكر مثال لكل نوع؟
104-مستعيناً بالرسم قارن بين الأسماك تبعاً لنمط تطور الجاميطات؟
105-قسم الأسماك تبعاً لوجود او غياب الفكوك مع ذكر مثال لكل نوع؟
106-قسم الأسماك تبعاً لنوعية المياه؟
107-قسم الأسماك تبعاً لطبيعة الهجرة؟
108-تتباين الأسماك من حيث وجود وشكل قناة المبيض وضح ذلك؟
109- تقسم الأسماك تبعاً لعادتها الغذائية (طريقة تناولة) الى عدة أنواع وضح ذلك؟
110-تقسم الأسماك تبعاً لعادتها الغذائية (طبيعة الغذاء) إلى عدة أنواع وضح ذلك؟

الباب العاشر : تفريخ الأسماك

111- اشرح مستعيناً بالرسم التخطيطى العلاقة التنظيمية بين الهيبوثلامس- الغدة النخامية- الغدد الجنسية فى الأسماك؟

112-ماهى الأسباب التى تؤدى إلى فشل بعض أنواع الأسماك فى التكاثر تلقائياً تحت الأسر؟

113-قارن بين طريقة الجافة والرطبة للإخصاب؟

114-قارن بين نظام دوبش ونظام هوفر فى تفريخ أسماك المبروك؟

115-أذكر السمات التى يتميز بها التفريخ الصناعى للأسماك؟

116- ماهى المصادر المختلفة للأكسجين الذائب فى مياه الاستزراع؟

117-وضح دورة النتروجين فى الطبيعة وتأثير نواتج تحلل الأمونيا على الأسماك؟

118-ماهى الحدود المثلى للغازات الذائبة والتى عندها يمكن للأسماك أن تعيش بصورة جيدة خاصة فيما يتعلق بمعدلات النمو والبقاء؟

119-ماهى الطرق المتبعة لإنتاج البلطى وحيد الجنس؟

120-تمر بويضات البورى الحر داخل المبيض بعدة مراحل تطورية وضح ذلك؟

121- تقسم أسماك البلطى تبعاً لطبيعة وضع البيض إلى مجموعتين وضح ذلك مع ذكر مميزات كل مجموعة؟

122- ماهى مواد الصلبة العالقة والذائبة فى فى مياه الإستزراع؟

123-أكتب ماتعرفه عن أهم أنواع المواد المستخدمه فى تخدير الأسماك عند التعامل معها أثناء التفريخ الصناعى؟

124- بالرسم التخطيطى فقط وضح طريقة إعادة إستخدام الماء فى المفرخات.

125- أذكر أهم مصادر المياه التى يمكن إستخدامها لأغراض الإستزراع السمكى .

126- تقسم الأسماك إلى ثلاثة أقسام تبعاً لدرجة الحرارة الملائمة لمعيشتها ونموها وضح ذلك؟

127- قارن بين كلاً من أسماك المياه العذبة والمالحة فى مكانيكية التنظيم اللأسموزى؟

128-أكتب بإختصار ماتعرفه عن:

- البناء الضوئى - قرص الشفافية -مرض الفقاعة الغازية

– تفاعل الأمونيا فى الماء – ميكانيكية عمل الفلتر البيولوجى

129– علل لما يأتى:

1–يجب تخدير الأسماك الكبيرة أثناء تفريخها صناعياً.

2– يجب فصل بيض بعض الأسماك مثل المبروك عند الإخصاب.

3– يتم وضع حاويات فخارية فى الأعماق الضحلة المجاورة للجسور عند تفريخ القراميط طبيعياً.

4– الأسلوب المتبع فى تفريخ أسماك البلطى هو التفريخ الطبيعى.

5– تلجأ بعض المفرخات إلى تقليل فترة بقاء الزريعة فى فم إناث البلطى.

6– صعوبة إمكانية التفريخ الطبيعى فى أنواع المبروك الصينى والأسماك البحرية مثل أسماك البورى الحر والوقار تحت الأسر.

7– أهمية القيام بالكشف السنوى على الجنس لبعض الأسماك البحرية مثل الدنيس والسبيطى والوقار.

8– أهمية قياس قطر البيض فى بعض الأسماك البحرية عند تفريخها صناعيا.

9– عند تفريخ القراميط صناعياً يجب التضحية بالذكر وتشريحه للحصول على الخِصى.

10–أهمية تجفيف الخواصى بإستخدام ورق الترشيح قبل خلط البيض بالسائل المنوى عند تفريخ القراميط صناعياً.

11– من المهم غسل الأنثى قبل تجريدها من البيض بإستخدام ماء نظيف خالى من المَخدر ثم تجفيفها.

12– معاملة بيض بعض أسماك المبروك بمحلول التانين بتركيز 0,5 جزء / الف لمدة 20 ثانية ثم يُغسل بعدها البيض بمياه نظيفة.

13–ضخ تيار هواء كافٍ ومناسب فى عمود الماء فى آنية Zoug أوMcDonalds لتحضين البيض مع توافر كميات الأكسجين المناسبة.

14– تلاشى تخطى حدود التشبع بالغازات فى ميا الاستزراع والمفرخات.

15– ينصح بعدم إستخدام المياه التى تقل قلويتها عن 30 مجم/لتر فى أغراض الإستزراع السمكى.

16– إضافة الجير أو الجبس الزراعى لبعض انواع المياه المستخدمة فى الاستزراع السمكى.

17–أهمية إزالة النباتات المائية من أحواض الاستزراع السمكى.

18- لابد من تعقيم أى مياه تقطنها أسماك برية قبل وصولها إلى المفرخ.
19- أهمية تسميد مياه أحواض الاستزراع بالأسمدة الكيماوية او الأسمدة العضوية.

130-ضع علامة صح وعلامة خطأ امام العبارات الأتية مع تصحيح الخطأ:

1- يرجع السبب فى وجود او عدم وجود معدة حقيقية فى الأسماك إلى طبيعة الغذاء.
2- هرمون الـ 11-KT هو الهرمون الذكرى السائد فى معظم الأسماك.
3- تتميز أسماك الـ Menhaden بقدرتها العالية على ترشيح الغذاء من الماء نتيجة لوجود جهاز خيشومى متطور.
4- يعتبر تحول الجنس فى بعض أنواع الأسماك مثل الـ Sea bass والـ Wrasse ظاهرة طبيعية.
5- تعرف الخلايا الجرثومية فى الأنثى بأمهات البيض Oogonia وفى الذكر بأمهات المنى Spermatogoni.
6- تقوم الخلايا الجرثومية بإنتاج الجاميطات gametes (البيض eggs فى الأنثى والحيوانات المنوية spermatozoa فى الذكر).
7- تقوم الخلايا الجسدية فى الغدة الجنسية Somatic cells بتدعيم وتغذية وتنظيم تطور الخلايا الجرثومية.
8- فى الأسماك الولودة يكون الإخصاب خارجياً وداخلياً فى الأسماك البيوضة.
9- الغدة الجنسية فى الأسماك تماثل فقط منطقة النخاع فى الفقاريات الأخرى وهذا يعكس مدى الإنتشار الواسع للتخنث فيما بين الأسماك.
10- فى الأسماك يكون تمييز الجنس مبكراً فى الإناث مقارنة بالذكور.
11- النسبة الجنسية المثلى لتفريخ أسماك البلطى هى3:1 ذكور إلى إناث.
12- يحتاج الكجم الواحد من أنثى المبروك العادى إلى 3 مجم من الغدة النخامية الجافة كجرعة كلية تقسم على جرعتين الأولى 10 % و الثانية 90 % عند تفريخه صناعياً.
13- ينصح بغلق الفتحة التناسلية لأنثى المبروك العادى بإستخدام خيوط الجراحة بعد الحقنة الثانية بمستخلص النخامية.
14- كمية الأمونيا السامة تزداد بزيادة درجة الحرارة والـ pH.
15- مياه الينابيع والآبار ربما تحمل غازات ضارة بالإضافة إلى أنها فقيرة فى محتواها من الأكسجين.

المراجع العربية

- إحصائيات الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية – (2006).
- الأسس العلمية و العملية لتفريخ ورعاية الأسماك والقشريات في الوطن العربي (الجزء الأول): أحمد برانية – محي عيسى – عبد الرحمن الجمل – محمد فتحي عثمان – شريف شمس الدين – الدار العربية للنشر و التوزيع .
- الأسس العلمية و العملية لتفريخ ورعاية الأسماك والقشريات في الوطن العربي (الجزء الثاني): أحمد برانية – محي عيسى – عبد الرحمن الجمل – محمد فتحي عثمان – شريف شمس الدين – الدار العربية للنشر و التوزيع.
- تكنولوجيا الأسماك : إبراهيم حسن – أمين الجمل – محمد فتحي عثمان – محمد فرج نصر خلاف مراجعة د. يحيي محمد حسن مطبوعات جامعة عين شمس .
- محاضرات في تغذية الأسماك – محمد فتحي عثمان – كلية الزراعة جامعة عين شمس .
- محاضرات في 1– فسيولوجيا الأسماك والقشريات – محمد عبد الباقي عامر – كلية الزراعة جامعة عين شمس .
- محاضرات في 2– تفريخ الأسماك و القشريات – محمد عبد الباقي عامر – كلية الزراعة جامعة عين شمس .

PRODUCT FILL LEVEL

المراجع الأجنبية

- Brett, J.R. and Groves, T.D.D. (1979) Physiological Energetics. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. (eds.) Fish Physiology, vol. VIII, pp 279 – 352. New York, Academic Press.
- Boyd, C. (1979) Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University, Auburn Alabama.
- De Silva, S.S. and Anderson, T.A. (1995) Fish Nutrition in Aquaculture, Chapman & Hall Aquaculture Series.
- Landau, M. (1991) Introduction to Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Lovell, T. (1988) Nutrition and Feeding of Fish. 260 p. Van Nostrand Reinhold, AVI.
- Nose, T. (1985) Fish Nutrition and Diets. Yone, Y. (ed.) Koseisha – Koseikaku, Japan.
- Ogino, C. and Saito, K. (1970) Protein Nutrition in Fish I. The utilization of dietary protein by young carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36: 250 – 254.
- Tacon, A.G.J. (1988) The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp – A training manual. Vol. 3 Feeding methods, GCP/ PLA/ 075/ ITA, Field Document 7/ FAO, Rome.
- Wedemeyer, G.A. (1996) Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman & Hall, New York.

تذكر

الباب الأول (تطور الصيد الحر والاستزراع السمكي في العالم)

- بعد الحرب العالمية الثانية ومع تزايد الطلب على الغذاء وبمساعدة التقنيات الحديثة ، اتجه العالم إلى المحيط لينتج منه أكبر كميات من الغذاء وبالفعل اتضح أنه هناك زيادة سنوية تقدر بحوالى 7% تقريبا، أى أن الصيد يزداد إلى الضعف كل عشر سنوات .
- فى أوروبا تنبه العلماء مع بداية القرن العشرين إلى أهمية تنظيم عمليات الصيد خاصة على المستوى الدولى فأشاروا على حكوماتهم بضرورة سن القوانين وعمل الدراسات المسحية وتبادل المعلومات فى مجال الثروة السمكية ، وبجهودهم فى عام 1902 تم إنشاء منظمة تم تسميتها المجلس الدولى لاكتشاف البحار (International Council for the Exploration of the Sea)
- تم تقسيم المياه الداخلية إلى 8 مناطق رئيسية
- المياه المفتوحة فتقسم إلى خمسة عشر منطقة رئيسية
- منطقة شمال شرق الأطلنطي هي أقدم منطقة صيد بالجر فى العالم فى منطقة بحر الشمال ، وقد تعرضت هذه المناطق للاستنزاف بشكل حاد ولفترات طويلة
- يعاب علي المحيط القطبي الجنوبي بعده عن مناطق تسويق الأسماك وصعوبة مناخه من الأمور التى تحدد استغلاله بشكل جيد
- قام الإنسان بتطوير أدوات ومعدات الملاحة البحرية وأصبح يستخدم العديد من المعدات المتقدمة التى تساعده على بلوغ أهدافه بأقصر الطرق ، وقام بعمل الخرائط الملاحية التى تساعده فى تحديد أماكن الصيد المختلفة ، كما قام بتقسيم مناطق الصيد فى العالم وإعطاء أرقام كودية لها وخزن هذه المعلومات على أجهزة الحاسب الآلى، كما استخدم الأقمار الصناعية فى تحديد المواقع والاتجاهات ورصد تحركات الأسماك
- تلعب المياه دورا كبيرا فى تغيير طبيعة الأراضى المحيطة بالبحار وتحمل الأنهار معها كميات من الطمى لتترسب على قاع البحار كما يحدث قرب مصبات الأنهار. كما أن وجود البراكين فى قاع المحيطات يجعل هناك تغييرات فى قيعانها الأمر الذى ينعكس على طبيعة وأنواع الأحياء البحرية التى تعيش فيها

- يتم تقسيم المصايد السمكية تبعا لعدد من التقسيمات أولها هو التقسيم تبعا لمصدر أو نوع الأسماك التى يتم صيدها، مثل مصايد أسماك ومصايد القشريات ومصايد الرخويات أو مثل مصايد التونة أو مصايد الرنجة أو مصايد السردي
- يتم تقسيم المصايد السمكية تبعا لعدد من التقسيمات أولها هو التقسيم تبعا لمصدر أو نوع الأسماك التى يتم صيدها، مثل مصايد أسماك ومصايد القشريات ومصايد الرخويات أو مثل مصايد التونة أو مصايد الرنجة أو مصايد السردين
- يتم تقسيم الكائنات البحرية تبعا لأسلوب تحركها اليومى إلى ستة مجاميع
- يتم تقسيم الكائنات البحرية تبعا لأسلوب تحركها اليومى إلى ستة مجاميع
- تؤثر درجة الحرارة بشكل رئيسى على نضج الغدد الجنسية فى الأسماك، فإذا إنخفضت درجة الحرارة عن حد معين أقل من الحد الأدنى للنطاق الحرارى للنوع فإن نضج الأجهزة التناسلية يتأخر ويحدث العكس إذا ما ارتفعت درجة الحرارة عن المعادل العادى
- تعتمد بعض الأنواع السمكية مثل الساردين على التغذية المباشرة على هذه الهائمات النباتية بل أيضا إن الحوت يتغذى من خلال فلترة هذه الهائمات من البحر و التغذية على قشريات ال Krill.
- تجمعات سمكية ضخمة تصاحب دائما تكوين الدومات غير البعيدة عن الشاطئ ويكبر حجم هذه التجمعات فى الدومات الصاعدة الواسعة والبعيدة عن الشاطئ حيث تتجمع الأسماك للتغذية على الهائمات الحيوانية التى تتركز فى وسط الدوامات

تذكر

الباب الثانى (أنظمة الاستزراع السمكي)

- يعتمد الاستزراع السمكى فى تغذية الأسماك على إما مصادر طبيعية متمثلة فى الكائنات الحية الأولية والنباتات الموجودة فى البيئة الطبيعية أو على أغذية تقدم لها إما على صورة تكميلية لتعوض النقص فى بعض العناصر الغذائية أو على صورة أعلاف كاملة تحتوى على كل الاحتياجات الغذائية، وتختلف احتياجات الأسماك للغذاء تبعا لنظام وطريقة الاستزراع المستخدمة.
- تعتبر النظم الغير مكثفة هى أولى الصور المعروفة للاستزرع السمكى، حيث يعتمد هذه النظام على تربية الأسماك فى أحواض واسعة وتحتوى هذه الأحواض على كثافات سمكية منخفضة ويتم الإعتماد فيها كليا على التغذية الطبيعية من خلال الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الموجودة بشكل طبيعى فى البيئة المائية
- تحتوى المزرعة السمكية عادة على مجموعات من الأحواض بحيث يكون لكل مجموعة أحواض وظيفة معينة، وتتوقف مساحة هذه الأحواض على كمية الإنتاج المراد إنتاجها، فإذا أردنا إنشاء مزرعة سمكية لإنتاج الأسماك إبتدءا من التفريخ وحتى التسويق .

تذكر

الباب الثالث (التغذية التطبيقية للأسماك والقشريات)

- الأسماك كائنات ذات دم بارد فهى ليس لديها احتياجات من الطاقة لتنظيم درجة حرارة جسمها مثل باقى حيوانات الدم الحار كالحيوانات المزرعية ، الأمر الذى يتيح طاقة أكثر للنمو والنشاط والتكاثر
- هناك خصائص ومواصفات يجب الإلتزام بها لتحقيق أفضل استفادة ممكنة من الأعلاف المصنعة، فبالإضافة إلى ضرورة أن تكون محتوية على كل العناصر الغذائية الضرورية للنوع السمكى الذى يتم تغذيته بها
- يعتبر تحديد الاحتياجات الغذائية لكل مرحلة عمريه داخل النوع الواحد (يرقات – أطوار ما بعد اليرقة – إصبعيات – نمو – تسمين – أمهات) وأيضا دراسة هضم المواد الغذائية وتقدير معاملات هضم وإمتصاص كل مادة أو عنصر غذائى وأيضا التعرف على العوامل المؤثر على كفاءة استخدام الغذاء سواء أكانت هذه العوامل ترجع إلى نوع الأسماك (آكلة لحوم – آكلة أعشاب – كانسة – رمية) واختلاف التركيب التشريحى للقناة الهضمية أو لطبيعة الغذاء مثل تكامله من حيث محتواه من العناصر الغذائية سواء الكبرى كالبروتين والدهن والكربوهيدرات والألياف أو الصغرى مثل الأملاح المعدنية والفيتامينات كذلك وجود مواد مثبطة للنمو فى المادة الغذائية (مثبط التربسين فى فول الصويا) وكيفية التخلص منها أو نقص فى أحد العناصر الغذائية الأساسية مثل نقص أحد الأحماض الأمينية الأساسية وكيفية تعويضه، كما تؤثر البيئة التى تعيش فيها الأسماك من الأمور الهامة في تصنيع الأعلاف .

تذكر

الباب الرابع (تاريخ تطور صناعة أعلاف الأسماك في مصر)

- تعتبر تقنيات الكبس التى تعتمد على البخار فى كبس الأعلاف التقليدية سواء للحيوانات المزرعية (أبقار – أغنام – أرانب) هى نفسها التقنيات المستخدمة فى صناعة علف الأسماك حيث تعتمد هذه التقنية على تقديم المكونات الغذائية على صورة أقراص (مكعبات)
- تقنية الطحن تعتمد على استخدام مجموعة من المطارق المصنوعة من الحديد الصلب ومثبتة من جانب واحد وتدور بسرعة كبيرة بشكل حر حول محور فتضرب الحبوب التى تقابل المطارق فتنطلق فى إتجاه غربال من الصلب
- الخلط الجيد هو مفتاح التغذية الجيدة فى مجال الإنتاج الحيوانى، ناهيك عن أعلاف الأسماك
- تجفيف العلف للتخلص من الرطوبة التي اكتسبها أثناء عمليات التصنيع و الناتجة عن بخار المياه الذي يضاف خلال مراحل التصنيع بالإضافة إلى ما تكتسبه حبيبات العلف من الرطوبة الجوية نتيجة لارتفاع درجة حرارتها ، و الجدير بالذكر هنا أن درجة الرطوبة المثلى في مواد العلف المنتجة بهذه الطريقة يجب تتراوح ما بين 8 – 10% من الأمور الهامة لحماية العلف خلال فترة التخزين .

تذكر

الباب الخامس (تغذية الأسماك خلال مراحل الحياة)

- تختلف الاحتياجات الغذائية للأسماك مثل كل الكائنات الحية خلال دورة حياتها. والاختلافات التشريحية و الفسيولوجية التي تحدث للأسماك و القشريات بين الفقس و البلوغ تؤدي إلى تغيرات كبيرة في التغذية والاحتياجات الغذائية ، هذه التغيرات التشريحية تحدث في القناة الهضمية وطريقة الهضم و السلوك الغذائي

تذكر

الباب السادس (تنمية الغذاء الطبيعي في الأحواض السمكية)

- تنمية الغذاء الطبيعي في البيئة المائية من أهم الأمور التي يجب أن يهتم بها من يقوم بتربية الأسماك حيث أن هذه الأغذية الطبيعية تلعب دورا هاما في حياة الأسماك ، وهناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة سواء النباتية أو الحيوانية و التي تعيش في البيئة المائية في نظام دقيق تعتمد كل من منها في جزء من دورة حياتها على النوع الآخر ، وتعتبر هذه الكائنات الحية الدقيقة هي العامل المحدد لجودة البيئة المائية لحياة الأسماك حيث تعتبر الهائمات النباتية بما لها من قدرة عالية على إنتاج الأوكسجين في المياه وبناء أول صور المادة العضوية وكذلك استخدامها للعناصر الأولية و التي تعتبر ربما مصدرا من مصادر التلوث مثل العناصر المعدنية هي من أهم الكائنات في البيئة المائية لحياة الأسماك
- الغذاء الطبيعي ينقسم إلى بلانكتون نباتي و بلانكتون حيواني.
- الأرتيميا (جمبري الملاحات) وهي نوع من القشريات الدقيقة و التي تعيش في البيئات المائية شديدة الملوحة حيث يصل تركيز الملح في المياه ما بين 100 – 150 جم لكل لتر ، وهي تعيش في المناطق شبه الاستوائية و الاستوائية وتعتمد في تغذيتها على ترشيح الهائمات الدقيقة من البيئة المائية ، ويصل عمر الحيوان الكامل إلى 6 شهور ويصل طوله إلى 20 مم ، وهي كائنات سريعة التكاثر وهي تتكاثر جنسيا أو بكريا (تتكاثر ذاتيا) وتصل كمية ماتضعه من بيض للحيوان الواحد ما بين 200 –300 يرقة كل 4 أيام ، زطول اليرقة الواحدة 0.5 مم غير أنها تصل للطور الكامل في مدة أسبوعين تدخل بعدها في التكاثر

تذكر

الباب السابع (المعدات المستخدمة في المزارع السمكية)

- شكل أجهزة التهوية المستخدمة في المزارع السمكية
- التغذية بالطلب تحافظ على كميات الغذاء
- الفلتر البيولوجي في النظم المغلقة
- وحدات تقليب البيض في المفرخات السمكية

تذكر

الباب الثامن (الصيد ومعداته)

- هناك العديد من الكائنات الحية تنجذب نحو الضوء دونما الأخذ في الاعتبار أن يكون هذا المصدر الضوئي مصدر هلاك لهذه الكائنات مثل انجذاب الحشرات و الفراشات نحو النار واصطدام الطيور بالفنارات المضيئة – كما لاحظ بعض الصيادين انجذاب الأسماك نحو القارب إذا وجد عليه مصدر ضوئي ، وتطور استخدام الإضاءة على القوارب من حرق الأخشاب حتى استخدام المصابيح
- من أهم الأمور التي يجب معرفتها في مجال المصايد السمكية هو التعرف على أماكن تواجد التجمعات السمكية وتحديد كمية وكثافة الأسماك في هذه المناطق ، كما وأن التعرف على شك قاع البحر يمكن بواسطته تحديد نوع الأسماك التي تتواجد في هذه المناطق وقد اعتمد الإنسان على العديد من الأجهزة التي تحدد له عمق القاع مثل استخدام سلك معدني في آخره ثقل و التي ظلت تستخدم إلى عهد قريب إلا أنه ومع التطور العلمي أصبحت هناك أجهزة إليكترونية يستطيع بها تحديد عمق القاع و الكشف عن طبيعته
- جهاز صدى الصوت يعتمد على نظرية قياس ارتداد الصوت من قاع البحر مع العلم بأن سرعة الصوت في الماء تقدر ب 4900 قدم في الثانية.
- جهاز صدى الصوت له أهمية أساسية في الصيد في المياه المتوسطة بنظام الجر (Mid-water trawling) فبدونها لا يمكن لهذه الطريقة الصيد أن تكون ممكنة ، و منطقة عمل هذه الشباك هي المجال العريض بين السطح و القاع أي أن الشبكة لها القدرة على العمل في أي عمق توجد فيه تجمعات سمكية كما ويجب أن تتوافر في هذه الشباك القدرة على تغيير العمق أثناء عملية جر واحدة إذا ما فعلت الأسماك ذلك
- مميزات السونار هو قدرته على التعرف على كل ما حوله ،و الجدير بالذكر هنا أن الموجات التي يرسلها السونار وخاصة الأفقية منها تتأثر بعوامل كثيرة أهمها صعوبة التحكم في مسار الصوت في الماء مميزات السونار هو قدرته على التعرف على كل ما حوله ، والجدير بالذكر هنا أن الموجات التي يرسلها السونار وخاصة الأفقية منها تتأثر بعوامل كثيرة أهمها صعوبة التحكم في مسار الصوت في الماء

- وجه الاختلاف الأساسي بين الشباك الخيشومية وشباك التخبط هو طول الحبل ، ففي حالة شباك التخبط يكون طول حبل الرأس إلى الشبكة كنسبة 2 : 1 أي أن كل 10 متر حبل يعلق فيها 20 متر من الغزل ، وعلى هذا الأساس فإن فتحات الغزل لا تأخذ الشكل المعين بل تتدلى الشبكة بصور سائبة وعند دخول الأسماك برأسها في الشبكة فإنه يتم إمساكها بطريقة مباشرة مثل الشباك الخيشومية – حيث تتشابك الشباك مع الأشواك الزعنفية وكلما حاولت السمكة الهروب زاد تشابكها وقلت فرصتها من الإفلات ، وتزداد فرصة اشتباك الأسماك بشباك التخبط كلما كان هناك على جسمها تراكيب بارزة مثل الأشواك و الأشعة الزعنفية

تذكر

الباب التاسع (الأنواع الرئيسية للأسماك)

- إدارة مياه الأحواض: ونعنى بها اتخاذ التدابير المناسبة لتحسين نوعية تلك المياه أو علاج بعض عيوبها كى تكون أكثر ملامة لإنتاج الأسماك ، وجدير بالذكر أن الإجراءات التي تطبق فى مجال الاستزراع السمكى بغرض تحسين وعلاج نوعية المياه مقتبسة أساسا من مجالات زراعية أخرى منها المحاصيل النباتية والتى يستخدم فيها التسميد العضوى والمعدنى كما يستخدم فيها محسنات التربة مثل الجير والجبس الزراعى ، وهناك ممارسات أخرى مأخوذة من المجال الصحى مثل إضافة المطهرات للوقاية من الأمراض أوعلاجها ، كما تجرى أيضا بعض الأبحاث لاستحداث إجراءات جديدة من أجل تحسين نوعية المياه أو علاج بعض المشاكل مع الأخذ فى الاعتبار الغرض الرئيسى ألا وهو الإنتاج السمكى ، وينبغى الأخذ فى الاعتبار أن أى إجراء يستهدف تحسين المياه قد ينجح في إقليم معين بينما لا ينجح فى إقليم أخر مختلف فى طبيعة المناخ أو طبيعة مصادر المياه فيه ، كذلك ينبغى أن ندرك أن بعض الإجراءات التى يمكن تطبيقها بأقل تكلفة على نطاق ضيق قد يصعب تطبيقها على نطاق واسع لأسباب مختلفة. لذلك عندما نعلم عن طريقة ما لتحسين نوعية المياه لا ينبغى أن نسارع إلى تطبيقها حرفياً حتى نعلم الظروف التي طبقت فيها وعلى أى نوعية من المياه تم إجراءها واتخاذها كدليل لنا فى الظروف الخاصة بنا بحيث نطبق منها ما يناسبنا أو ندخل تعديلات عليها لتلائم الظروف الخاصة بنا.
- طرق تصنيف الأسماك عديدة ومتنوعة يحددها الغرض المنوط به المصنف فتصنيفها من وجهة النظر البيولوجية يختلف عنه من ناحية التغذية أو البيئية وهكذا

تذكر

الباب العاشر (تفريخ الأسماك)

- المطلب أو العامل الأساسى لنجاح عمليات التوسع فى الاستزراع السمكى هو مدى توافر الجاميطات الحية (البويضات والحيوانات المنوية)
- فى الأسماك العظمية كما فى الثديات تنشأ الخلايا الجرثومية الأولية الـ primordial germ cells (PGC) بعيداً عن الغدة الجنسية ثم تهاجر إلى الغدة الجنسية. واغدة الجنسية فى الأسماك العظمية وكذلك عديمة الفكوك تختلف عن الفقاريات الأخرى حيث أنها تفتقر إلى منطقة النخاع الـ medulla. .
- تلعب الطبيعة الدور الرئيسى فى التفريخ الطبيعي وكل ما يتم إجراءه هنا هو تفهم أكثر للصفات البيولوجية للنوع الذى يتم تفريخه وتهيئة الظروف البيئية التى تساعد على تفريخه طبيعياً، وأبسط أساليب التفريخ الطبيعى يتم بوضع آياء وأمهات الأسماك فى البيئة المناسبة وفى الوقت المناسب ويتم بعدها إما تجميع البيض أو الزريعة، و تعتبر هذه الطريقة إقتصادية نظراً لأن تكلفتها أقل مقارنة بالتفريخ الصناعى
- يتميز التفريخ الصناعى بالعديد من السمات التى تجعل منه أسلوباً لا بديل عنه فى بعض الحالات
- يتم الحصول على قطيع الأباء والأمهات إما من المصادر الطبيعية أو يتم تربيتها فى الأحواض، فمثلاً يمكن الحصول على أباء و أمهات البورى الناضجة جنسياً من المصادر الطبيعية أثناء هجرتها للتفريخ وذلك من مناطق البواغيز، و يعتبر الحصول على أمهات البورى الحر Mugil cephalus من المصادر الطبيعية إجراء أساسى لعملية التفريخ نظراً لأن غددها الجنسية لا تنضج فى الأسر، ويتم الحصول على البورى الحر فى مصر خلال الفترة من يوليو إلى سبتمبر من كل عام، أما أسماك الدنيس فيتم الحصول عليها خلال الفترة من نوفمبر إلى ديسمبر
- يتم معاملة الأسماك هرمونياً لحثها على التبويض ثم يتم تجريد الإناث من البيض لإستكمال مراحل التفريخ الصناعى، وفى بعض الأحيان بغرض تقليل تداول الأسماك أو لتقليل الإمكانيات المُستخدمة تترك الأسماك (الإناث و الذكور) بعد المعاملة الهرمونية لإتمام عملية التبويض طبيعياً

أسئلة عامة

1- تطور الصيد الحر والاستزراع السمكي في العالم

1- وضح المراحل التاريخية لتطور المصايد العالمية !
2- ماهي خصائص مناطق الصيد في البحر المتوسط و البحر الأسود ؟
3- أذكر أهم الأنواع السمكية التي يتم صيدها من منطقة شرق وسط الهادي!
4- وضح أسباب انخفاض إنتاج وحدة المساحة في المحيط الهندي بالمقارنة مع باقي المحيطات !
5- اشرح بالرسم دورة المياه على سطح الأرض !
6- لماذا تعتبر درجة الحرارة واحدة من أهم المقاييس التي يعتمد عليها علماء الثروة السمكية ؟
7- ما أهمية الضوء في التأثير على البيئة المائية ؟
8- أذكر القواعد التي يتم على أساسها تقسيم المصايد السمكية !
9- ماهي العوامل المؤثرة على صيد الأسماك ؟
10- اشرح 3 من هجرات الأسماك العمودية اليومية !
11- اشرح أهمية تأثير درجات الحرارة على الأسماك !
12- ماهي العوامل المؤثرة على الطبقات السطحية من أي بحيرة مائية ؟
13- ماهو تأثير درجات حرارة المياه على وضع البيض وتطور اليرقات؟
14- وضح علاقة الأسماك بغذائها !
15- ارسم شكلا يوضح جهاز دليل الهائمات !
16- أذكر علاقة تحركات الكتل المائية بالتجمعات السمكية !
17- وضح بالرسم العلاقة بين الكثافة السمكية بالأحواض و الاعتماد على التغذية الطبيعية و الصناعية وتأثير ذلك على باقي مدخلات الإنتاج !

2- أنظمة الاستزراع السمكي

18- ماهي خصائص الاستزراع السمكي غير المكثف ؟
19- اشرح خصائص الاستزراع السمكي شبه المكثف !
20- ماهي مجموعات الأحواض التي يجب توفرها في المزرعة السمكية وما تمثله كل منها كنسبة مئوية من أحواض المزرعة الكلية ؟
21- ماهي خطوات إعداد وتجهيز الأحواض السمكية ؟\

3- التغذية التطبيقية للأسماك و القشريات

22- لماذا تعتبر الأسماك أكفأ في استخدام الطاقة الغذائية بالمقارنة مع بقية الحيوانات المزرعية الأخرى ؟

23- ماهي أسباب انخفاض استفادة الأسماك من المصادر البروتينية النباتية بالمقارنة مع المصادر الحيوانية ؟

24- ماهي أعراض نقص الأحماض الدهنية في علائق الأسماك ؟

25- ماهي أسباب انخفاض هضم الكربوهيدرات في الأسماك ؟

26- وضح العوامل التي تؤثر على احتياجات الأسماك من الطاقة !

27- وضح مع الرسم توزيع الطاقة داخل جسم الأسماك !

28- عّرف طاقة التمثيل القاعدي !

29- عّرف طاقة التمثيل الروتيني !

30- عّرف طاقة التمثيل الغذائي!

31- عّرف طاقة التمثيل النشط !

32- وضح الفرق بين الأسماك آكلة اللحوم و آكلة النباتات من حيث تمثيل الطاقة الغذائية !

33- ماهي أهمية فيتامين هـ في تغذية الأسماك ؟

34- وضح الدور الذي يلعبه الكالسيوم و الفوسفور في تغذية الأسماك !

4- تاريخ تطور صناعة أعلاف الأسماك في مصر

35- ماهي المعلومات التي يجب توفرها حتى يمكن إنتاج أعلاف سمكية اقتصادية ؟

36- وضح الصفات الطبيعية لأعلاف الأسماك !

37- أذكر أهم الإضافات الغذائية التي تضاف لأعلاف الأسماك ؟

38- ما أهمية استخدام مواد رابطة أثناء تصنيع أعلاف الأسماك ؟

39- لماذا يتم استخدام مضادات التأكسد عند تصنيع أعلاف الأسماك ؟

40- أذكر أهمية مسحوق السمك في صناعة أعلاف الأسماك !

41- ماهي أهمية استخدام مسحوق كسب فول الصويا في أعلاف الأسماك؟

42- ماهي مزايا وعيوب استخدام كسب فول الصويا في أعلاف الأسماك؟

43- ماهي الأسباب التي تحد من استخدام كسب القطن في إنتاج أعلاف الأسماك ؟

44- اشرح التطور التاريخي لصناعة أعلاف الأسماك في مصر !

45- ما هي أهمية استخدام الأعلاف المتخصصة في تغذية الأسماك ؟
46- وضح مع الرسم خطوات تصنيع أعلاف الأسماك !
47- ماهي الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند استلام حبوب أو بذور لاستخدامها في صناعة أعلاف الأسماك ؟
48- اشرح طريقة عمل مطحنة المطارق في مصانع أعلاف الأسماك !
49- لماذا يجب طحن خامات الأعلاف لأدق درجة ممكنة ؟
50- وضح أهمية عملية الخلط في صناعة أعلاف الأسماك !
51- ماهو الفرق بين الخلاطات الأفقية و الرأسية في مصانع الأعلاف ؟
52- لماذا تعتبر عملية التهيئة من العمليات الهامة في صناعة أعلاف الأسماك ؟
53- وضح مزايا الأعلاف التي تغوص في المياه !
54- ما هي أوجه القصور في استخدام الأعلاف المنتجة بتقنية الكبس بالبخار ؟
55- اشرح الفكرة الرئيسية من عمل جهاز الإكسترودر !
56- وضح مع الرسم أجزاء الإكسترودر !
57- ماهي مميزات الأعلاف المنتجة بتقنية الإكسترودر ؟
58- لماذا يجب تبريد العلف لدرجة حرارة الغرفة قبل تعبئته ؟

5- تغذية الأسماك خلال مراحل الحياة

59- ماهي المراحل المختلفة من حياة الأسماك !
60- اشرح أهمية العلاقة بين حجم الغذاء المقدم لليرقات وحجم فمها !
61- ماهي مراحل تطور الجهاز الهضمي لليرقات ؟
62- ما أهمية إغناء الأغذية الطبيعية لليرقات ؟
63- ماهي العوامل التي يجب مراعاتها عند تغذية اليرقات ؟
64- أذكر الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند تغذية قطعان أسماك الآباء و الأمهات !
65- وضح العوامل المحددة لنجاح واستمرار الاستزراع السمكي ؟
66- ما هو الدور الذي يلعبه البروتين في تغذية أباء الأسماك ؟

6- تنمية الغذاء الطبيعي في الأحواض السمكية

67- ماهو دور الهائمات النباتية في البيئة المائية ؟
68- وضح أهمية استخدام الطحالب في تغذية الأسماك !
69- ما هي أقسام الغذاء الطبيعي للأسماك ؟
70- أذكر أنواع التسميد في الأحواض السمكية !
71- ماهي أهم أنواع الطحالب المستخدمة في تغذية الأسماك ؟
72- ما هي خصائص الطحالب الخضراء من نوع الكولوريلا ؟
73- وضح أهمية الأرتيميا في تغذية اليرقات !

7- المعدات المستخدمة في المزارع السمكية

74- وضح نوعين من أجهزة التهوية المستخدمة في الأحواض السمكية !
75- ماذا تعني التغذية بالطلب في المزارع السمكية ؟
76- اشرح طريقة عمل غذايات اليرقات !
77- ما هي أهمية الفلتر الرملي في النظم المغلقة للمزارع السمكية
78- ما أهمية تقليب البيض داخل المخروط الزجاجي في مفرخات الأسماك؟

8- الصيد ومعداته

79- ما هي العوامل التي يجب توافرها للاستفادة من انجذاب الأسماك للضوء ؟
80- اشرح تجربة توضح استخدام الأسماك في الصيد !
81- كيف يمكن الاستفادة من الاجتذاب الكيماوي في تحركات الأسماك؟
82- ماهو الفرق بين تأثير التيار الكهربي في المياه العذبة و المالحة ؟
83- كيف يمكن الاستفادة من التيار الكهربي في عمليات الصيد ؟
84- ماهي العوامل التي يتحدد عليها تأثير التيار النبضي في عمليات الصيد ؟
85- ما هو المعدل التخديري الناتج من التيار الكهربي – وما هو تأثير الزيادة منها؟
86- وضح 3 من التطبيقات العملية لاستخدام الكهرباء في مجال الصيد ؟
87- ماهي الآفاق المستقبلية لاستخدام الكهرباء في الصيد ؟
88- ماهي مراحل الهجرات في حياة الأسماك ؟

89- وضح الفكرة الرئيسية في استخدام أجهزة صدى الصوت في التعرف على شكل القاع في البحار!
90- كيف يمكن التعرف على النوع السمكي باستخدام صدى الصوت ؟
91- ماهي أهمية استخدام جهاز صدي الصوت في الصيد في المياه المتوسطة ؟
92- ماهو الفرق بين جهاز صدي الصوت و السونار في الكشف على تجمعات الأسماك ؟
93- ماهي مراحل استخدام السونار في عمليات الصيد بالجر ؟
94- ماهي ظاهرة التألق الحيوي وكيف يمكن استخدامها في عمليات الرصد بالأقمار الصناعية ؟
95- أذكر 5 من الوسائل المستخدمة في صيد الأسماك !
96- ماهي العوامل التي تتدخل لاختيار طريقة الصيد و الوسيلة المستخدمة في صيد نوع معين من الأسماك ؟
97- وضح أنواع شباك الصيد بالتخبط المستخدمة في الصيد !
98- اشرح كيفية عمل الشباك الخيشومية !
99- وضح كيفية عمل شباك المحير أو الكنار !
100-ماذا يعني الصيد بالترغيب أو الاجتذاب !
101-كيف تعمل جرافة الدعامة الخشبية في صيد الأسماك ؟

9- الأنواع الرئيسية للأسماك

102- تمثل الأسماك غالبية الفقاريات وضح ذلك؟
103- أذكر أنواع التكاثر فى الأسماك مع ذكر مثال لكل نوع؟
104-مستعيناً بالرسم قارن بين الأسماك تبعاً لنمط تطور الجاميطات؟
105-قسم الأسماك تبعاً لوجود او غياب الفكوك مع ذكر مثال لكل نوع؟
106-قسم الأسماك تبعاً لنوعية المياه؟
107-قسم الأسماك تبعاً لطبيعة الهجرة؟
108-تتباين الأسماك من حيث وجود وشكل قناة المبيض وضح ذلك؟
109- تقسم الأسماك تبعاً لعادتها الغذائية (طريقة تناولة) الى عدة أنواع وضح ذلك؟
110-تقسم الأسماك تبعاً لعادتها الغذائية (طبيعة الغذاء) إلى عدة أنواع وضح ذلك؟

10- تفريخ الأسماك

111- اشرح مستعيناً بالرسم التخطيطى العلاقة التنظيمية بين الهيبوثلامس- الغدة النخامية- الغدد الجنسية فى الأسماك؟

112-ماهى الأسباب التى تؤدى إلى فشل بعض أنواع الأسماك فى التكاثر تلقائياً تحت الأسر؟

113-قارن بين طريقة الجافة والرطبة للإخصاب؟

114-قارن بين نظام دوبش ونظام هوفر فى تفريخ أسماك المبروك؟

115-أذكر السمات التى يتميز بها التفريخ الصناعى للأسماك؟

116- ماهى المصادر المختلفة للأكسجين الذائب فى مياه الاستزراع؟

117-وضح دورة النتروجين فى الطبيعة وتأثير نواتج تحلل الأمونيا على الأسماك؟

118-ماهى الحدود المثلى للغازات الذائبة والتى عندها يمكن للأسماك أن تعيش بصورة جيدة خاصة فيما يتعلق بمعدلات النمو والبقاء؟

119-ماهى الطرق المتبعة لإنتاج البلطى وحيد الجنس؟

120-تمر بويضات البورى الحر داخل المبيض بعدة مراحل تطورية وضح ذلك؟

121- تقسم أسماك البلطى تبعاً لطبيعة وضع البيض إلى مجموعتين وضح ذلك مع ذكر مميزات كل مجموعة؟

122- ماهى مواد الصلبة العالقة والذائبة فى فى مياه الإستزراع؟

123-أكتب ماتعرفه عن أهم أنواع المواد المستخدمه فى تخدير الأسماك عند التعامل معها أثناء التفريخ الصناعى؟

124- بالرسم التخطيطى فقط وضح طريقة إعادة إستخدام الماء فى المفرخات.

125- أذكر أهم مصادر المياه التى يمكن إستخدامها لأغراض الإستزراع السمكى .

126- تقسم الأسماك إلى ثلاثة أقسام تبعاً لدرجة الحرارة الملائمة لمعيشتها ونموها وضح ذلك؟

127- قارن بين كلاً من أسماك المياه العذبة والمالحة فى مكانيكية التنظيم اللأسموزى؟

128-أكتب بإختصار ماتعرفه عن:

البناء الضوئى

قرص الشفافية

مرض الفقاعة الغازية

تفاعل الأمونيا فى الماء

ميكانيكية عمل الفلتر البيولوجى

129- علل لما يأتى:

1-يجب تخدير الأسماك الكبيرة أثناء تفريخها صناعياً.

2- يجب فصل بيض بعض الأسماك مثل المبروك عند الإخصاب.

3- يتم وضع حاويات فخارية فى الأعماق الضحلة المجاورة للجسور عند تفريخ القرامبط طبيعياً.

4- الأسلوب المتبع فى تفريخ أسماك البلطى هو التفريخ الطبيعى.

5- تلجأ بعض المفرخات إلى تقليل فترة بقاء الزريعة فى فم إناث البلطى.

6- صعوبة إمكانية التفريخ الطبيعى فى أنواع المبروك الصينى والأسماك البحرية مثل أسماك البورى الحر والوقار تحت الأسر.

7- أهمية القيام بالكشف السنوى على الجنس لبعض الأسماك البحرية مثل الدنيس والسبيطى والوقار.

8- أهمية قياس قطر البيض فى بعض الأسماك البحرية عند تفريخها صناعيا.

9- عند تفريخ القرامبط صناعياً يجب التضحية بالذكر وتشريحه للحصول على الخِصى.

10-أهمية تجفيف الخواصى بإستخدام ورق الترشيح قبل خلط البيض بالسائل المنوى عند تفريخ القرامبط صناعياً.

11- من المهم غسل الأنثى قبل تجريدها من البيض بإستخدام ماء نظيف خالى من المَخدر ثم تجفيفها.

12- معاملة بيض بعض أسماك المبروك بمحلول التانين بتركيز 0,5 جزء / الف لمدة 20 ثانية ثم يُغسل بعدها البيض بمياه نظيفة.

13-ضخ تيار هواء كافٍ ومناسب فى عمود الماء فى آنية Zoug أوMcDonalds لتحضين البيض مع توافر كميات الأكسجين المناسبة.

14- تلاشى تخطى حدود التشبع بالغازات فى ميا الاستزراع والمفرخات.
15- ينصح بعدم إستخدام المياه التى تقل قلويتها عن 30 مجم/لتر فى أغراض الإستزراع السمكى.
16- إضافة الجير أو الجبس الزراعى لبعض انواع المياه المستخدمة فى الاستزراع السمكى.
17-أهمية إزالة النباتات المائية من أحواض الاستزراع السمكى.
18- لابد من تعقيم أى مياه تقطنها أسماك برية قبل وصولها إلى المفرخ.
19- أهمية تسميد مياه أحواض الاستزراع بالأسمدة الكيماوية او الأسمدة العضوية.

130- ضع علامة صح وعلامة خطأ امام العبارات الأتية مع تصحيح الخطأ:
1- يرجع السبب فى وجود او عدم وجود معدة حقيقية فى الأسماك إلى طبيعة الغذاء.
2- هرمون الـ 11-KT هو الهرمون الذكرى السائد فى معظم الأسماك.
3- تتميز أسماك الـ Menhaden بقدرتها العالية على ترشيح الغذاء من الماء نتيجة لوجود جهاز خيشومى متطور.
4- يعتبر تحول الجنس فى بعض أنواع الأسماك مثل الـ Sea bass والـ Wrasse ظاهرة طبيعية.
5- تعرف الخلايا الجرثومية فى الأنثى بأمهات البيض Oogonia وفى الذكر بأمهات المنى Spermatogoni.
6- تقوم الخلايا الجرثومية بإنتاج الجاميطات gametes (البيض eggs فى الأنثى والحيوانات المنوية spermatozoa فى الذكر).
7- تقوم الخلايا الجسدية فى الغدة الجنسية Somatic cells بتدعيم وتغذية وتنظيم تطور الخلايا الجرثومية.
8- فى الأسماك الولودة يكون الإخصاب خارجياً وداخلياً فى الأسماك البيوضة.
9- الغدة الجنسية فى الأسماك تماثل فقط منطقة النخاع فى الفقاريات الأخرى وهذا يعكس مدى الإنتشار الواسع للتخنث فيما بين الأسماك.
10- فى الأسماك يكون تمييز الجنس مبكراً فى الإناث مقارنة بالذكور.
11- النسبة الجنسية المثلى لتفريخ أسماك البلطى هى3:1 ذكور إلى إناث.

12- يحتاج الكجم الواحد من أنثى المبروك العادى إلى 3 مجم من الغدة النخامية الجافة كجرعة كلية تقسم على جرعتين الأولى 10 % و الثانية 90 % عند تفريخه صناعياً.

13- ينصح بغلق الفتحة التناسلية لأنثى المبروك العادى بإستخدام خيوط الجراحة بعد الحقنة الثانية بمستخلص النخامية.

14- كمية الأمونيا السامة تزداد بزيادة درجة الحرارة والـ pH.

15- مياه الينابيع والآبار ربما تحمل غازات ضارة بالإضافة إلى أنها فقيرة فى محتواها من الأكسجين.

المراجع العربية :

- إحصائيات الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية – (2006).
- الأسس العلمية و العملية لتفريخ ورعاية الأسماك والقشريات في الوطن العربي (الجزء الأول): أحمد برانية – محي عيسى – عبد الرحمن الجمل – محمد فتحي عثمان – شريف شمس الدين – الدار العربية للنشر و التوزيع .
- الأسس العلمية و العملية لتفريخ ورعاية الأسماك والقشريات في الوطن العربي (الجزء الثاني): أحمد برانية – محي عيسى – عبد الرحمن الجمل – محمد فتحي عثمان – شريف شمس الدين – الدار العربية للنشر و التوزيع.
- تكنولوجيا الأسماك : إبراهيم حسن – أمين الجمل – محمد فتحي عثمان – محمد فرج نصر خلاف مراجعة د. يحيي محمد حسن مطبوعات جامعة عين شمس .
- محاضرات في تغذية الأسماك – محمد فتحي عثمان – كلية الزراعة جامعة عين شمس .
- محاضرات في 1– فسيولوجيا الأسماك والقشريات – محمد عبد الباقي عامر – كلية الزراعة جامعة عين شمس .
- محاضرات في 2– تفريخ الأسماك و القشريات – محمد عبد الباقي عامر – كلية الزراعة جامعة عين شمس .

المراجع الأجنبية

- Brett, J.R. and Groves, T.D.D. (1979) Physiological Energetics. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. (eds.) Fish Physiology, vol. VIII, pp 279 – 352. New York, Academic Press.
- Boyd, C. (1979) Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University, Auburn Alabama.
- De Silva, S.S. and Anderson, T.A. (1995) Fish Nutrition in Aquaculture, Chapman & Hall Aquaculture Series.
- Landau, M. (1991) Introduction to Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Lovell, T. (1988) Nutrition and Feeding of Fish. 260 p. Van Nostrand Reinhold, AVI.
- Nose, T. (1985) Fish Nutrition and Diets. Yone, Y. (ed.) Koseisha – Koseikaku, Japan.
- Ogino, C. and Saito, K. (1970) Protein Nutrition in Fish I. The utilization of dietary protein by young carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36: 250 – 254.
- Tacon, A.G.J. (1988) The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp – A training manual. Vol. 3 Feeding methods, GCP/ PLA/ 075/ ITA, Field Document 7/ FAO, Rome.
- Wedemeyer, G.A. (1996) Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman & Hall, New York.