

أساسيات تربية أسماك البلطي

د. عمر محمد يوسف



د. عمر محمد يوسف

أساسيات تربية أسماك البلطي

هذا الكتاب

احتوى على أحدث المعارف في تربية اسماك البلطي، وتصنيفها وخصائصها البيولوجية، كما تناول أسس التحسين الوراثي والاحتياجات الغذائية لها، ونظم تربيتها والأمراض التي تصيبها.

ويمتاز الكتاب بجنوحه للنواحي العملية التطبيقية لذا جاء مدعماً بالعديد من الجداول والأشكال والصور مما يساعد في تيسير فهم وتوصيل المعلومة.

إننا إذ نقدم هذا الكتاب العلمي المحكم للمكتبة العلمية ومناهج الكليات المتخصصة في مجالات علوم الأسماك والمصائد، نثق ثقة كاملة إنه سيكون إضافة حقيقية للإرث المعرفي في هذا المجال ومرجعاً أساسياً للمهتمين والمتخصصين من الأساتذة والطلاب والباحثين في الجامعات والمعاهد والمراكز.

الناشر

إصدارات لجنة البحوث
والترجمة والنشر



المقدمة

أسماك التلابيا tilapia أوالبطي كما تسمى محلياً هو الاسم العام لحوالي 70 نوعاً من أسماك المياه العذبة الأفريقية التي تنتمي لعائلة Cichlidae والتي توجد في مختلف البيئات مثل الأنهار الدائمة والموسمية، المستنقعات، في المنابع ومناطق المصببات، المنابع الحارة، البحيرات البركانية، البحيرات ذات المحتوى المنخفض من العناصر المعدنية، الواحات، البحيرات العميقة، البحيرات عالية القلوية والمالحة، البحيرات عالية الحموضة والبحيرات الساحلية المالحة. ويشير هذا التباين إلى مقدرة هذه الأسماك على التأقلم على مدى واسع من التغيرات الفيزيائية (مثل العمق، سرعة التيارات، العكارة والحرارة) والتغيرات الكيميائية (مثل الملوحة، الأس الهيدروجيني pH، الأوكسجين الذائب والغازات الذائبة الأخرى).

يعتقد أن تربية أسماك البلطي قد بدأت في الصين قبل حوالي ٤٠٠٠ سنة وذلك قبل تربية أسماك الكارب *Cyprinus carpio*, وفي أفريقيا فإن أول ممارسة موثقة لتربية أسماك البلطي كانت في كينيا عام ١٩٢٤. وفي نهاية الأربعينات انتشرت تربيتها في الشرق الأقصى وفي بداية الخمسينات أدخلت زراعتها في أمريكا الشمالية. ونسبة لأن بعض أنواعها قد أثبت كفاءة عالية في نظم التربية المختلفة فقد تم إدخالها في معظم قارات العالم وتعتبر اليوم من أكثر أسماك المياه العذبة انتشاراً. ومن بين أسماك المياه العذبة في العالم يأتي إنتاج أسماك البلطي من المياه الطبيعية والمزارع في المرتبة الثانية بعد أسماك الكارب حيث بلغ حوالي ٨٠٠ ألف طن من ٧٥ دولة في العالم وتبلغ قيمتها أكثر من ٩٠٠ مليون دولار أمريكي (FAO, ١٩٩٧). وحسب تقرير منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO, ١٩٩٩) فإن الإنتاج العالمي للبلطي المستزرع ومنذ العام ١٩٨٤ ظل يسجل إرتفاعاً سنوياً بمقدار ٢٤٪ وعليه فإن إنتاج البلطي قد قفز من ٣٠٨, ٢٣٤ طن متري في عام ١٩٨٨ إلى ١, ٠٩٩, ٢٦٨ طن متري في العام ١٩٩٩ أي بزيادة قدرها ٣٥٦٪. وفي نفس المدة فإن قيمة هذه الأسماك قد قفزت من ٢٨٣ مليون إلى ١, ٤٢٧ مليون دولار أمريكي (FAO, ٢٠٠١). وتعتبر الصين هي الدولة الأكثر إنتاجاً للبلطي المستزرع في العالم حيث أنها تنتج حالياً حوالي نصف إنتاج العالم (٨, ٤٧٪) وتليها الفلبين التي يبلغ إنتاجها حوالي ١٠٪ من الإنتاج الكلي العالمي (Rana, ١٩٩٧). وتواصلت هذه الزيادة في إنتاج البلطي في العالم بصورة ثابتة حيث قدر الإنتاج في العام ٢٠٠٤ بحوالي ١, ٦٧٥, ٠٠٠ طن متري وتنتج الصين ٢, ٤٩٪ منها تليها مصر ٩, ١٠٪، الفلبين ٨٪ وأندونيسيا ٧, ٧٪ (FAO, ٢٠٠٦).

وفي العام ٢٠٠٧ قفز إنتاج البلطي في العالم إلى ١٢١,٠٠٩,١٢١ طن بقيمة كلية بلغت ٢,٦٣ مليار دولار (FAO, ٢٠٠٩). وفي العام ٢٠٠٨ وصل الإنتاج العالمي إلى ٢,٨١٩,٠٠٠ طناً وبلغ فيها إنتاج الصين ٤٢,٥٧٪، دول آسيا ٣١,٩٣٪، مصر، أمريكا الجنوبية ٣٢,٥٪، أمريكا الوسطى ٤,٦١٪ وأمريكا الشمالية ٣٢,٠٪. وقد عزى إنتاج إنخفاض الصين في ٢٠٠٨ عن العام الذي سبقه إلى ظروف الشاء القاسية في تلك السنة (FAO, ٢٠١٠).

وتشكل أسماك البلطي النيلي Nile tilapia, Oreochromis niloticus، الموزمبيقي Mozambique tilapia, O. mossabicus والأزرق blue tilapia, O. aureus النسبة الأعلى من أسماك البلطي المنتجة من المزارع (Rana, ١٩٩٧). حيث يأتي إنتاج أسماك البلطي النيلي في المرتبة الأولى ويشكل حوالي ٥٥٪ من الإنتاج العالمي ويليها وبكميات أقل البلطي الأزرق، البلطي الموزمبيقي والبلطي الزنجباري أو الوامي Zanzibar or Wami tilapia, O. hornorum. وتتميز هذه الأنواع وبصورة متفاوتة بسرعة النمو.

ويعود هذا الانتشار لتربية أسماك البلطي لعدة أسباب منها: قوة تحملها لظروف التربية البيئية المختلفة، مقدرتها على الإغذاء والنمو على الكائنات الطبيعية بأنواعها النباتية والحيوانية، مقدرتها على تحمل ظروف الإكتظاظ crowding في برك وأحواض التربية، مقاومتها لمختلف الأمراض، سهولة تفريخها في الأسر وسرعة نموها، جودة لحمها وقلة عظامها وإقبال المستهلكين عليها. هذا بجانب أنها تتميز بمعدل حياتية عالية survival rate في مختلف مراحل تطورها. ففي مرحلة البيض وحتى مرحلة الزريعة fry (أقل من ٥ جرامات) تكون نسبة معدل الحياتية في حدود ٧٠-٩٠٪ ومن مرحلة الزريعة وحتى مرحلة الإصبعيات fingerling (٥ - ٣٠ جرام) تكون النسبة حوالي ٦٠-٩٠٪ ومن مرحلة الإصبعيات وحتى وصول الأسماك لمرحلة التسويق (٣٠ - ٦٨٠ جرام) فإن نسبة معدل الحياتية تصل إلى حوالي ٧٠-٩٨٪ (Chapman, ٢٠٠٠).

ونسبة للأهمية الإقتصادية التي أصبحت تشكلها تربية أسماك البلطي في العالم فقد توفر اليوم قدر وافر من المعلومات العلمية حول بيولوجيتها وتربيتها، وحين أضع هذا الكتاب بين يدي القارئ فإني أمل أن يلقي الضوء على بعض المعلومات حول أساسيات تربيتها والتي أرجو أن تسهم في تعميق المعرفة في شتى نواحي تربية هذه الأسماك المهمة وأن يكون مرجعاً لأولئك المهتمين بها من باحثين وطلاب.

الباب الأول

التصنيف والخصائص البيولوجية

Taxonomy and Biological Characteristics

تصنف أسماك البلطي تحت الرتبة Perciformes (الجدول ١) ونسبة لتطورها البيولوجي المعقد وما يتبعه من ظهور أنواع جديدة نتيجة، لتغير الظروف البيئية فإن تصنيف وتسمية هذه الأسماك يعتبر من الأمور المركبة ويخضع باستمرار للتغيير.

الجدول (١): تصنيف أسماك البلطي الهامة في تربية الأسماك

| | |
|-------------------|--|
| Phylum(Subphylum) | Chordata(Vertebrata) |
| Superclassw | Osteichthyes(bony fishes) |
| Class | Actinopterygii(ray-finned, spiny rayed fishes) |
| Subclass | Neopterygii |
| Infraclass | Teleostei |
| Superorder(Order) | Acanthopterygii(Perciformes -perch-like fishes) |
| Suborder | Labroidei |
| Family | Cichlidae |
| Genus(Species) | <i>Oreochromis</i> (<i>O. niloticus</i> , <i>O. aureus</i> , <i>O. mossambicus</i> , <i>O. urolepis-hornorum</i> , <i>O. spilurus</i> , <i>O. macrochir</i>) |
| Genus(Species) | <i>Sarotherodon</i> (<i>S. gallilae</i> , <i>S. melanotheron</i>) |
| Genus(Species) | <i>Tilapia</i> (<i>T. zillii</i> , <i>T. rendalli</i> , <i>T. sparrmanii</i>) |

وفي الماضي كانت كل هذه الأسماك التي تنتمي لعائلة Cichlidae تصنف على أنها تنتمي لجنس واحد هو جنس التلابيا (*Tilapia*(Trewavas, ١٩٦٦). ولكن ولأغراض التربية يتم تصنيف أسماك البلطي حسب سلوكها التناسلي وعاداتها الغذائية (الجدول ٢) إلى ثلاثة أجناس *genera* هي: الأوريوكروميس *Oreochromis* وتعني الكلمة "بلطي الجبال cichlid mountain" وينتمي لهذا الجنس أسماك البلطي التي تقوم فيها الأنثى بحضن البيض واليرقات في فمها *mouthbrooders maternal* والساروثيرودون *Sarotherodon* وتعني الكلمة "الأسنان الشبيهة بالفرشاة brush-toothed"

ويتنمي لها أسماك البلطي التي يقوم الذكر أوسوياً مع الإنثى بحضن البيض واليرقات في فمها paternal or bi-parental mouthbrooders وأخيراً التلابيا Tilapia والكلمة تعني بلغة قبائل البوشمان الأفريقية "السمكة fish" ويقع تحت هذا الجنس أسماك البلطي التي تضع بيضها على الأعشاش وتحرسه وتنقله من عش لآخر (spawners(guarded nests–substrate) ولكن بدون حضنه في فمها (Trewavas, 1983). وتتشترك كل الأجناس في أنها تبني أعشاشاً وأن البيض الملقح تتم رعايته بواسطة أحد الأبوين brooding paternal or maternal أو كلاهما brooding biparental.

الجدول (٢): السلوك التناسلي والتغذية الطبيعية لبعض أنواع أسماك البلطي

| السلوك التناسلي والتغذية | الأنواع الهامة | الجنس |
|--|--|------------------------------|
| تضع البيض وتلقحه في الأعشاش ومن ثم تحضن الإناث فقط البيض واليرقات في فمها لعدة أيام mouthbrooder. تتغذى على المادة المجهرية مثل البلاكتون microphagous. | <i>O. niloticus</i> <i>O. aureus</i> <i>O. mossambicus</i> <i>O. hornorum</i> <i>O. spilurus</i> | الأوريوكروميس Oreochromis |
| تضع البيض وتلقحه في الأعشاش ومن ثم تحضن الذكور أو الإناث أو الإثنين معاً البيض واليرقات في فمها لعدة أيام mouthbrooder. تتغذى على المادة المجهرية كالبلاكتون microphagous. | <i>S. galilaeus</i> <i>S. melanotheron</i> <i>S. linnellii</i> | الساوثيرودون Sarotherodon |
| تضع البيض وتلقحه وترعاه في الأعشاش على القاع ولا تحضن البيض في فمها substrate spawners. تتغذى على أشياء كبيرة مقارنة مع حجمها مثل الحشائش المائية macrophagous. | <i>T. zillii</i> <i>T. rendalli</i> <i>T. sparmanii</i> | التلابيا Tilapia |

يتفاوت موسم تفريخ البلطي النيلي من منطقة جغرافية لأخرى ففي نهر النيل يحدث التفريخ في الفترة الممتدة من أبريل إلى سبتمبر ويبلغ ذروته في شهر مايو من كل عام. وقد أظهر مؤشر نمو المناسل gonadosomatic index في الإناث ذروتين في أبريل وسبتمبر وبالنسبة للذكور في مارس وسبتمبر. والذكور تحمل حيوانات منوية نشطة طوال السنة. البيض الناضج eggs ripe يكون لونه أصفر وشكله كمثري. وفي الإناث التي طولها الكلي حوالي 6 سنتيمتراً يبلغ متوسط قطر البيضة 2.8×2.5 ملميتراً (طولياً × عرضياً) وفي الإناث التي طولها حوالي 29 سنتيمتراً حوالي 4.3×3.7 ملميتراً. وخلال موسم التزاوج في الطبيعة فقد تلاحظ أن الإناث تسبح في مجموعات مباشرة فوق مناطق نفوذ الذكور وتنزل الأنثى التي يختارها الذكر وتشارك معه في بناء العش وتتزاوج معه. تضع الأنثى بيضها في حوالي 20 دفعة batch من البيض خلال 45 دقيقة إلى ساعتين ولكن معظم البيض يتم وضعه في أول أربع دفعات. وتضع الأنثى حوالي 300 – 3500 بيضة في المرة الواحدة ويبلغ متوسط عدد مرات التفريخ spawning في الطبيعة حوالي ثلاثة مرات فقط في السنة وربما يعود قلة عدد مرات التفريخ إلى طول فترة الحضان ورعاية اليرقات وأن توقف الإناث عن التغذية يؤدي لتأخر تكوين البيض (Fryer and Iles, 1972; Tacon et al., 1996) (oogenesis) ويبلغ متوسط الحضانة clutch في الإناث حوالي 700 بيضة. يتم تلقيح البيض أثناء وضعه بواسطة الذكر الملاصق للأنثى. تلتقط الأنثى البيض في فمها خلال عملية وضعه وأثناء وبعد تلقيحه ولهذا فإن البيض الذي تحضنه الأنثى ليس كله ملقحاً. وقد تلاحظ أن بعض الذكور تقوم بالتقاط بعض البيض أثناء وضعه ويقوم ببلعه وفي بعض الحالات النادرة فقد تلاحظ أن بعض الذكور تقوم بحضن جزءاً من هذا البيض في فمها وغالباً ما يكون غير ملقحاً ولكن تعتبر هذه الحالات من الحالات العرضية وليست جزءاً من سلوك التناسل في أسماك البلطي النيلي حيث يقتصر حضن البيض على الإناث فقط. وبعكس أسماك البلطي من جنس التلابيا *Tilapia* مثل البلطي الزيلي *T. zillii* فإن بيض البلطي من جنس الأوريوكروميس *Oreochromis* لا يكون مصحوباً بنزول المادة اللاصقة التي تعمل على لصق كل البيض في كتلة واحدة والتي تلتصق بدورها في قاع العش. ومن جهة أخرى فإن شبكة الأوعية الدموية الذيلية في يرقات البلطي من جنس الأوريوكروميس *Oreochromis* والساروثيرودون *Sarotherodon* حديثة الفقس hatchling, yolk-sac fry، التي تعتبر عضوات التنفس الرئيس في يرقات البلطي من جنس التلابيا *Tilapia* ليست متطورة وقصيرة المدة وتعتمد يرقات هذين الجنسين على الشبكة الدموية الموجودة على سطح كيس المح sac yolk لإمداد الدم بالأكسجين ولتزويد الجسم

بالغذاء من كيس المح. ولتوفير الأوكسجين لليرقات فإن الأسماك من هذين الجنسين تعمل على تهوية اليرقات من خلال تحريك الزعنفتين الصدريتين ومن خلال تحريكها داخل الفم. تغادر اليرقات فم الأم وتسبح حرة fry swim-up في مجموعات بعد حوالي 11 يوماً من التفريخ ومع ذلك فقد تلاحظ في بعض الحالات وجود يرقات عمرها حوالي 21 يوماً بعد الفقس في فم الأمهات ويعتقد أن هذه اليرقات التي تمت ملاحظتها قد عادت بصورة مؤقتة أو عابرة لفم الأم ولذلك فقد اعتبرت من الحالات الإستثنائية. وأسماك البلطي النيلي لا تتحمل الملوحة بنفس درجة تحمل أسماك البلطي الزيلي والموزمبيقي.

البلطي الجليلي (Galilee Peter's fish, Sarotherodon galilaeus) Linnaeu؛
الموطن الأصلي لهذا النوع هو أعالي النيل في يوغندا وانتشر منها شمالاً في النيل الأزرق ونهر النيل. ويتواجد هذا النوع بكثافة في البحيرات التي تنشأ خلف السدود. ويتواجد كذلك في فلسطين وبحيرة تشاد وأنهار شمال وغرب أفريقيا. ويعتبر هذا النوع هو الوحيد من جنس البلطي الساروثيرودون الذي تمت تجربته لأغراض التربية ولكن بصورة محدودة نسبة لسرعة تكاثره ولبطء نموه في أحواض التربية. الجسم عميق، الفم صغير، محجر العين واسع، الفك الأسفل مستدير نوعاً ما مكوناً ما يشبه الذقن، الشفتان غليظتان، الأسنان صغيرة مدببة ولينة مصفوفة في 4 - 8 صفوف وهناك حوالي 62 - 116 سن في الفك العلوي والأسنان الخارجية منها ثنائية الأطراف bicuspid والداخلية ثلاثية الأطراف tricuspid. عظمة البلعوم bone pharyngeal ذات قوسين من أعلى وتشبه شكل القلب. الأسنان البلعومية teeth pharyngeal صغيرة وعديدة. الزعنفة الذيلية مستقيمة أو قليلة التقعر وليس بها علامات مميزة. لون الجسم العام رمادي مائل للأبيض أو أخضر زيتوني وبه نقط سوداء أو داكنة قد تختفي أحياناً. توجد على غطاء الخياشيم نقطة سوداء. الأسنان الخيشومية rakers gill قصيرة ويتراوح عددها على القوس الخيشومي arch gill الأول حوالي 20 - 25. الشويكات الخيشومية الصغيرة microbranchiospines في القوس الخيشومي حوالي 4 - 2. الزعانف الظهرية والشرجية والذيلية كبيرة الحجم وعليها خطوط سوداء في الأسماك الصغيرة. حواف هذه الزعانف في الأسماك الك بيرة ذات لون أحمر وردى. الزعنفة الظهرية بها حوالي 15 - 17 من الأشعة الشوكية وحوالي 28 - 30 من الأشعة اللينة والتي تكون في الذكور البالغة أطول من تلك في الإناث. الزعنفة الشرجية بها 10 - 12 من الأشعة اللينة.

الزعنفة الذيلية طفيفة التسنن وبها بعض القشور الصغيرة وفي الأسماك كبيرة الحجم تمتد هذه القشور الصغيرة على أوبين الأشعة اللينة لتغطي حوالي نصف الزعنفة الذيلية. الزعنفتان الصدريتان تمتدان حتى أعلى الزعنفة الشرجية. الزعنفتان الحوضيتان تنتهيان بخيط أبيض تمتد حتى فتحة الشرج (الشكل 1-2). الحلمة التناسلية papilla genital في الذكر والأنثى صغيرة وشكلها مخروطي في الذكر وقمعي في الإناث البالغة.

يزيد طول الأمعاء مع نمو الأسماك وقد تلاحظ في أسماك البلطي الجليلي أن معدل طول الأمعاء إلى طول الجسم في الأسماك الصغيرة حوالي 1:1 إلى 2:1 وحوالي 4:1 في الأسماك الكبيرة. تتغذى الأسماك الصغيرة بصورة رئيسة على البلاكتون الحيواني بينما الأسماك الكبيرة تتغذى على البلاكتون النباتي. وبجانب ذلك فقد تلاحظ وفي مختلف البيئات أنها تستهلك الطحالب المتصقة بالبيئة المائية algae epiphytic والطحالب الخيطية algae filamentous والنباتات المتحللة والديدان والقواقع. والقاعيات benthos الأخرى.



الشكل(1-2): البلطي الجليلي (photo by Omeima M. Omer).

تبلغ الأسماك النضج الجنسي عندما يكون متوسط طولها حوالي 12-16 سنتيمتراً أو عندما يبلغ متوسط وزنها حوالي 80 جراماً. خلال موسم التفريخ لا تكتسب الأسماك لوناً مميزاً. يختلف موسم التفريخ في أسماك البلطي الجليلي من منطقة لأخرى. فمثلاً في بحيرة طبرية فقد تلاحظ أن موسم التناسل يمتد من نهاية مارس أوبداية أبريل وحتى شهر أغسطس من كل عام وخلال هذا الموسم تفرخ الإناث مرتين أو أكثر. البيض الناضج بيضاوي الشكل ولونه أخضر ويبلغ متوسط قطره طولياً 2.1-2.9-مليمتراً ومتوسط قطره عرضياً 1.88-2.26 مليمتراً، وتلاحظ وجود خيوط من المادة اللاصقة على سطح البيض ولكنها غير كثيفة كما هو الحال بالنسبة لأسماك البلطي من جنس التلابيا *Tilapia* مثل البلطي الزيلي *T. zillii*. سلوك التناسل السائد هو أن الأنثى هي التي تقوم ببناء العش والدفاع عنه وهي التي تبادر بجذب الذكر والتزاوج معه. ويشكل الذكر والأنثى زوجاً مترابطاً يبقيان معاً لعدة أيام وفي بعض الأحيان لعدة أسابيع ولكن هذا الترابط ليس بذات القوة والمدة كما في أسماك البلطي من جنس التلابيا *Tilapia*. تضع الأنثى البيض على دفعات متتالية قد تصل إلى 20-30 دفعة *batch* ويقوم الذكر بتلقيح كل دفعة لحظة وضعها. وتلتصق هذه الدفعات مع بعضها في العش وعندما يكتمل وضع الدفعات أو ما يعرف بالحضنة *clutch* وبعد حوالي عشرة دقائق يقوم الذكر أو الأنثى أو الإثنين معاً *brooding biparental* بالتقاط البيض من العش وحضنه في الفم. ولكن في حالات الخطر فإن الأمهات تقوم بإلتقاط البيض مباشرة بعد تلقيحه. وبمجرد إلتقاط البيض ربما ينفصل الذكر والأنثى عن بعضهما ولكن في الغالب يبقيان معاً لبعض الوقت. ويبلغ متوسط عدد البيض الذي تضعه الأنثى في العام الواحد حوالي 5000 بيضة. ويمكن أن تحضن الأنثى في فمها في المرة الواحدة حوالي 150-1100 بيضة. بعد فقس البيض تبقى اليرقات في فم الأبوين لمدة تتراوح بين 10 إلى 15 يوماً وإذا تم إطلاقها قبل نهاية فترة الحضانة فإنه يعاد حضنها عند هبوط الليل ويتم إطلاقها في الصباح. وبعد أن تصبح اليرقات حرة *swim-up fry* فإنها تنفصل تماماً عن الأبوين. تتحمل الأسماك مدى من الملوحة يتراوح بين 13 إلى 29 جزء في الألف وقد تلاحظ أن الأسماك التي تعيش في الطبيعة يمكن أن تتناسل في المياه التي يبلغ ملوحتها حوالي 29 جزء في الألف وأنها تنمو بصورة جيدة تحت 19 جزء في الألف.

البطي الموزمبيقي (Peters) (*Oreochromis mossambicus*, Java tilapia, Mozambique tilapia, ١٨٥٢)؛
الموطن الأصلي لهذا النوع هو سواحل وأنهار أفريقيا الجنوبية مثل دلتا نهر زامبيزي
ونهر البوشمان شرق الكاب. الإصبعيات fingerling مختلطة التغذية omnivorous حيث
تتغذى على الكائنات الحيوانية والنباتية بينما الأسماك البالغة تتغذى على فتات النباتات
والحيوانات الميتة detritivorous. عدد الشويكات spines في الزعنفة الظهرية ما بين 15
و17، الأشعة rays على الزعنفة الظهرية 26 - 29، القشور على الخط الجانبي line lateral
30 - 32، الشويكات على الزعنفة الشرجية 3، الأسنان الخيشومية rakers gill 14 - 20،
لها أسنان بلعومية دقيقة teeth pharyngeal fine والذكر لونه أسود (الشكل 3-1).



الشكل (3-1): ذكر البطي الموزمبيقي

العمر والحجم الذي تصل فيه الأسماك للنضج الجنسي يختلف باختلاف الظروف البيئية
ففي برك التربية تنضج خلال 2 - 4 أشهر عندما يكون حجم الإناث حوالي 6 - 10 سم
والذكور حوالي 7 - 13 سم. يبني الذكر العش الدائري وتبيض فيه الإناث على فترات بين
22 إلى 40 يوم ويبلغ متوسط عدد مرات التفريخ حوالي 6 - 11 مرة في السنة. وفي المياه
الطبيعية تصل هذه الأسماك للنضج الجنسي خلال مدة أطول. تحضن الإناث فقط البيض
في فمها حتى يفقس خلال 3 - 4 أيام ويمكن أن تحضن الأنثى في فمها في المرة الواحدة
حوالي 75 - 1000 بيضة.

تواصل الإناث حضن اليرقات في فمها لمدة قد تصل إلى 10 - 14 يوم. تعتبر من الأسماك المحبة للملوحة ذات المستويات المختلفة euryhaline وقد تلاحظ أنها يمكن أن تتناسل وتنمو بصورة جيدة تحت ظروف الملوحة العالية والتي قد تبلغ في بعض الأحيان حوالي 35 جزء في الألف. وبالرغم من أن هذا النوع هو الأول الذي تم نشره حول للعالم إلا أن محاولات تربيتها لم تكن ناجحة بسبب بلوغها الجنسي المبكر ونموها البطيء.

البطي الأزرق أو الأوريا (Blue tilapia, Oreochromis aureus) Steindachner, 1864؛

الموطن الأصلي لها هو المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية في أفريقيا خصوصاً أنهار السنغال والنيجر (Skelton, 1993). الفم كبير والشفاة غليظة. التتواءات على الجزء السفلي للقوس الخيشومي الأول تتراوح ما بين 21 - 24 نتوءاً. لون الجسم أزرق مخضر وفي بعض الأحيان مائل للفضي والبطن لونها أزرق معدني فاتح. أطراف الزعانف الظهرية والشرجية والذيلية حمراء اللون. الزعنفة الصدرية fin pectrol منجلية الشكل ولونها مائل للزرقة. الزعنفة الذيلية مستقيمة في الأسماك الصغيرة ومستديرة في الأحجام الكبيرة وليس عليها علامات مميزة. الزعنفة الظهرية بها 15 - 16 شوكة عظمية و27 - 30 من الأشعة اللينة (الشكل 1-4).



الشكل (1-4): البطي الأزرق.

تبلغ الإناث النضوج الجنسي في الطبيعية عندما يكون طول جسمها حوالي 13 - 16 سنتيمتراً وفي الأسر عندما يكون طولها حوالي 7 سنتيمتراً. يحدث التفريخ كل حوالي 4 - 9 أسابيع في الموسم. تضع أنثى البلطي الأزرق حوالي 9 - 10 بيضات لكل جرام من وزن الجسم. يتم وضع البيض على دفعات ويتراوح قطر البيض ما بين 2 إلى 4 ملليمترًا. ويمكن أن تحضن الأنثى في فمها في المرة الواحدة حوالي 300 - 2000 بيضة وحسب درجة حرارة الماء يمكن أن يفقس البيض بعد التلقيح خلال 2 - 8 يوماً وتمتص اليرقات حديثه الفقس hatchling, yolk - sac كيس المح خلال 3 - 4 أيام. تتم رعاية اليرقات لمدة تتراوح بين 8 إلى 10 أيام. الأسماك البالغة تكون مختلطة التغذية omnivorous والأسماك الصغيرة تتغذى على البلاكتون الحيواني zooplankton. يمكن تربيتها في المياه التي تبلغ ملوحتها حوالي 36 - 44 جزء في الألف ولكنها لا تتناسل عندما تزيد الملوحة عن 19 جزء في الألف. تتحمل الأسماك درجات الحرارة العالية ولكن درجات الحرارة المثلى لتربيتها وتفرخها هي ما بين 31 - 37 درجة مئوية.

البلطي الزيلي (Redbelly tilapia, Tilapia zilli) (Gervais, 1848) :

الموطن الأصلي لهذا النوع هو أعالي النيل في يوغندا وانتشر منها شمالاً في نهر النيل وشرق أفريقيا. الفم كبير والشفتان غليظتان. لون الجسم زيتوني أوبني أو أخضر داكن ويظهر على الجسم 6 - 8 خطوط عرضية داكنة وعلى غطاء الخياشيم نقطة سوداء. ويوجد تحت العين خط أسود وعلى الزعانف الظهرية والشرجية والذيلية علامات داكنة. الزعنفة الذيلية لونها داكن وعليها نقط مستديرة بيضاء أو صفراء اللون وعلى قاعدتها نقطة سوداء. تحت القوس الخيشومي arch gill الأول لها حوالي 8 - 10 أسنان خيشومية rakers gill وهوما يميزها مباشرة عن البلطي الأوريوكروميس Oreochromis والساروثيرودون Sarotherodon. يبلغ عدد النتوءات على الجزء السفلي للقوس الخيشومي أقل من 13 نتوءاً.

لهذه السمكة أسنان قوية مستدقة الأطراف teeth cusped على الفكوك والبلعوم وتساعد على تقطيع الحشائش. الزعنفة الظهرية عليها ظلال خضراء اللون وبها حوالي 15 شوكة spines (الشكل 5-1).



الشكل(5-1): البلطي الزيلي.

في الطبيعة تبلغ الأسماك النضج الجنسي في العام الثاني من عمرها وفي الأسر خلال 3 - 5 شهور. ويبلغ عدد مرات التفريخ في العام الواحد حوالي 6 مرات ويبلغ عدد البيض في المرة الواحدة حوالي 7000 بيضة. وقد تلاحظ أن التبويض في أسماك البلطي من جنس التلابيا Tilapia مثل البلطي الزيلي T. zillii يكون مصحوباً بنزول مادة لاصقة ربما يكون تركيبها عبارة عن سكريات عديدة مخاطية mucopolysaccharides وتعمل هذه المادة على لصق كل البيض في كتلة واحدة والتي تلتصق بدورها في قاع العش. ولم يتم ملاحظة هذه المادة في الأسماك من جنس الأوريوكروميس Oreochromis ولكنها توجد بكميات قليلة في جنس الساروثيرودون Sarotherodon. البيض صغير الحجم مقارنة مع بيض أسماك البلطي الأخرى ولونه أخضر وشكله بيضاوي ovoid وهي أكثر خصوبة من الأنواع الأخرى (Fryer and Iles, 1972).

تعتبر شبكة الأوعية الدموية الذيلية في يرقات البلطي من جنس التلابيا عضواً للتنفس الرئيس وتعتمد عليها لإمدادها بالأكسجين. وتقوم الإناث بحراسة البيض في العش وتعمل على تهوية اليرقات من خلال تحريك اليرقات الموجودة في العش بواسطة الزعنفة الذيلية. تتغذى الأسماك فقط على أوراق وسيقان النباتات المائية والطحالب اللاصقة في البيئة المائية. تعتبر أسماك البلطي الزيلي من أكثر الأنواع تأقلاً مع الملوحة العالية حيث يمكنها أن تعيش في بيئات تصل درجة ملوحتها إلى حوالي 45 جزء في الألف ولكن دون أن تفرخ. ويمكن نقلها مباشرة من الماء العذب إلى الماء المالح.

البلطي الأحمر tilapia Red؛

البلطي الأحمر (الشكل 6-1) عبارة عن هجين تم إنتاجه أول مرة في تايوان في أوائل الستينات من هجين إناث البلطي الموزمبيقي *tilapia Mozambique* ذات اللون الأحمر البرتقالي وذكور البلطي النيلي العادية (*O. massambicus x O. niloticus*) وتمت تسمية هذا الهجين بالبلطي الأحمر التايواني *tilapia red Taiwanese*. وكذلك تم إنتاج سلالة أخرى من البلطي الأحمر في ولاية فلوريدا الأمريكية في السبعينات من خلال تهجين إناث البلطي الزنجباري *tilapia Zanzibar* العادية مع ذكور البلطي الموزمبيقي المهجن ذات اللون الأحمر الذهبي (*O. hornorum x O. massambicus*) وتمت تسميته بلطي فلوريدا الأحمر *tilapia red Florida*. وحالياً فقد تم إنتاج هذا الهجين بعدة ألوان منها البرتقالي، القرمزي *crimson*، الذهبي، القرنفلي *pink*، والأمهق (Galman et al., 1988) *albino*.



الشكل (6-1): البلطي الأحمر التايواني.

الباب الثاني

التناسل Reproduction

أسماك البلطي معروفه بنضجها الجنسي المبكر عندما لا يتجاوز متوسط عمرها 2-3 شهور وعندما لا يتجاوز طول جسمها 8 - 10 سنتيمتراً وتوالدها الزائد عبر دورات تناسلية reproductive cycles متتالية يفصل بين كل دورة وأخرى حوالي 4 - 6 أسابيع. وتعيش هذه الأسماك لمدة تتراوح بين 6 و12 سنة. ويعتمد النضج الجنسي sexual maturation في أسماك البلطي على العمر، والحجم والظروف البيئية المحيطة. فأسماك البلطي الموزمبيقي *tilapia Mozambique*, *Oreochromis mossambicus* تبلغ النضج الجنسي في عمر مبكر مقارنة مع البلطي النيلي *tilapia Nile*, *Oreochromis niloticus* والبلطي الأزرق. *blue tilapia* (*O. aureus*) وأسماك البلطي في الطبيعة تبلغ النضج الجنسي في وقت متأخر مقارنة مع تلك التي تتم تربيتها في المزارع. فمثلاً: قد تلاحظ أن أسماك البلطي النيلي في البحيرات الطبيعية تصل لمرحلة النضوج الجنسي خلال حوالي 10 - 12 شهراً من عمرها عندما يكون وزنها حوالي 350 - 500 جراماً بينما نفس النوع يبلغ النضج الجنسي في برك التربية عندما تكون ظروف التربية ملائمة خلال حوالي 6 - 15 شهراً حينما يكون متوسط وزنها حوالي 150 - 200 جرام ولكن عندما تكون ظروف التربية سيئة وتعيق النمو فإن الأسماك قد تصل للنضج الجنسي مبكراً وتبدأ في التناسل عندما يكون وزنها أقل من 20 جراماً. وتبلغ أسماك البلطي الموزمبيقي النضج الجنسي في برك التربية وتحت ظروف التربية الملائمة خلال حوالي 3 أشهر من عمرها عندما يكون وزنها حوالي 60 - 100 جراماً وتحت الظروف غير الملائمة للتربية فإنها تصل للنضج الجنسي أبكر من ذلك عندما يكون وزنها حوالي 15 جراماً وقد فسر بعض الباحثين ظاهرة النضوج الجنسي المبكر لأسماك البلطي في المزارع إلى اختلال التوازن بين نمو الجسم somatic growth وتكون الأمشاج (الحيوانات المنوية والبيض) gametogenesis (وتحوله لصالح الأخيرة) وذلك بسبب تدني الظروف البيئية مقارنة مع الظروف الطبيعية وبالتالي فهو رد فعل طبيعي من الأسماك لبقاء جنسها تحت الظروف القاسية (Pullin, 1982)).

وبالرغم من أن من بين الأسباب التي شجعت على انتشار تربية أسماك البلطي هوكفاءتها التناسلية إلا أن هذه الخاصية لها مساوئها حيث أنها لا تسمح بالتحكم في التوالد المستمر في البيئات الصغيرة مثل برك وأحواض تربية الأسماك التي تسمح بوجود عددٍ محدودٍ من الأسماك يتلاءم مع كميات الغذاء الطبيعي ونوعية الماء (Jalabert and Zohar, 1982).

الدورة التناسلية Reproductive cycle :

عندما تبلغ أنثى البلطي النضج الجنسي فإنها تضع بيضها على دفعات batches وبين كل دفعة وأخرى يكون هناك فترة قصيرة. يبلغ متوسط عدد البيض الذي تضعه أنثى البلطي النيلي مثلاً في الدفعة الواحدة حوالي عدة مئات إلى 3500 بيضة. وتعوض أسماك البلطي هذه الخصوبة المتدنية من خلال نسبة البقاء العالية لليرقات التي يؤمنها الحجم الكبير لليرقات وكبر حجم كيس المح وحماية الأمهات للبيض والصغار من خلال حضنها في فمها وتصل نسبة البقاء من البض وحتى عمر 10 أيام إلى حوالي 80% (Phelps and Pompa, 2000).

عندما يتم تلقيح البيض فإن الأنثى تلتقط البيض وتحضنه في فمها لفترة 10 أيام في المتوسط حتى يفقس ويولي ذلك رعاية الصغار لفترة 1 - 4 أيام. وخلال فترة الحضانه تمتنع الإناث تماماً عن التغذية ولكن وبعد مغادرة الصغار fry up-swim واعتمادها على نفسها فإنها تبدأ في التغذية المكثفة لمدة تتراوح بين 2 - 4 أسابيع إلى أن يحين وضع الدفعة التالية من البيض. ويمكن القول: أن الدورة التناسلية لأنثى البلطي تبلغ حوالي 1 - 1.5 شهر في المتوسط وفي مزارع تربية البلطي فإن إحد المشاكل التي يجب الإنتباه لها خاصة في برك وأحواض التربية هي أن الإناث لا تبيض كلها في نفس الوقت وتكون بالتالي عملية التفريخ مستمرة طوال الوقت مما يجعل من عملية حصادها من العمليات الشاقة والمكلفة. وقد تلاحظ أن العمليات المستمرة للتفريخ في الحوض تؤدي لاكتظاظ البركة أو الحوض بالأسماك والذي يؤثر ليس فقط على معدلات النمو ولكن أيضاً على الكفاءة التناسلية للإناث. وفي البرك أو الأحواض التي يكون فيها التناسل مستمراً فإن صغار البلطي الأكبر عمراً تفترس الصغار الجدد. وقد وجد أن الإفتراس cannibalism بين الصغار يتم حتى عندما يكون فرق العمر بينها قليلاً ولا يتعدى 4 أيام فقط وأن حدة الإفتراس تزيد مع زيادة فرق العمر.

تكون الأمشاج (الحيوانات المنوية والبيض) Gametogenesis؛

أسماك البلطي من الأسماك ثنائية الجنس gonochristic أي أنها تستهل حياتها بأعضاء جنسية متميزة إما كذكر (الخصي) أو كأنثى (المبايض). ويحدث التمايز الجنسي differentiation sex في وقت مبكر من حياتها.

ففي الذكور تحمل الخصي مخزوناً من الخلايا غير المتمايزة undifferentiated والتي تنشأ من الخلايا الجرثومية الأولية cells germ primary للجنين من خلال الإنقسام الميوزي mitosis أو الانقسام غير المباشر وهو إنقسام خلوي تنقسم فيه الخلية إلى اثنتين بمجموعتين متطابقتين كما ونوعاً من الكروموسومات دون إختزال meiotic. ويبدأ التكوين النشط للحيوانات المنوية spermatogenesis بعزل أمهات المنى spermatogonia، وهي خلايا الخصيه أو الخلايا الجرثومية الذكرية التي تتكون من إنقسام الخلايا الجنسية التي تتميز لتكوين الخلايا المنوية الأولية primary spermatocytes، وتكون كل واحدة منها محاطة ببعض الخلايا الجسمية cells somatic. ويلى ذلك الإنقسام الميوزي mitosis المتتابع للخلايا أمهات المنى وخلالها تنقسم الخلايا الجسمية المحيطة لتكون طبقة دائمة من الخلايا تسمى خلايا سيرتولي Sertoli cells وهي عبارة عن خلايا تدعيمية sustentacular cells تعمل على تغذية الحيوانات المنوية أثناء تكوينها. وتنتج من هذه العملية العديد من الحويصلات الخلوية في الخصية. وبعد العديد من الإنقسامات في كل حويصلة تنتج كل خلية من أمهات المنى أربعاً من الطلائع المنوية spermatids وهي خلايا منوية غير ناضجة وتوجد في الأنبيبات حاملة المنى seminiferous tubules وتغذيها خلايا سيرتولي. وفيما بعد تتمايز هذه الطلائع المنوية إلى حيوانات منوية spermiogenesis أو ما يعرف بنضج الطلائع المنوية maturation spermatids وتحولها إلى حيوانات منوية spermatozoa. ويحدث تطور الحويصلات في فصيصات الخصية والتي يفصل بينها الخلايا الليفية أو الفايبروبلاست fibroblast والنسيج الخلافي interstitial tissue. بعد تكون الحيوانات المنوية يتم تفرغها من الحويصلات أولاً في الفصيصات lobules وبعد ذلك في القناة الناقلة vas deferens

وفي الإناث تحمل المبايض مخزوناً من الخلايا مولدات البيض oogonia، وهي الخلايا الأم التي تكون الخلايا البيضية الأولية oocytes primary وهي تنتج بالإنقسام الميوزي mitosis للخلايا التناسلية ويبدو أن هذه الخلايا وبالعكس ما يحدث في الفقاريات العليا فإنها تتجدد خلال حياة السمكة من خلال الإنقسام الميوزي.

وينتج من إنقسام مولدات البيض الخلايا البيضية الأولية oocytes primary. كل خلية بيضية أولية تكبر في الحجم وتحاط وبطريقة تصاعدية بطبقتين من الخلايا الجسمية somatic cells. أولاً: ومن الداخل تكون محاطة بالخلايا المحببة والتي تشكل طبقة أحادية تكون متصلة مباشرة بغلاف البيضة السميكة وتسمى هذه الطبقة بالطبقة الشعاعية zona radiata والتي ستكون في المستقبل غشاء البيضة chorion. ثانياً: ومن الخارج تأتي الطبقة الخارجية theca outer التي تتكون من عدة طبقات من الخلايا الليفية الغنية بالشعيرات الدموية وتشكل غلاف الحويصلات البيضية. ويمكن تقسيم نموالبويضات إلى مرحلتين هما أولاً- مرحلة ما قبل تكوين مح البيض previtellogenesis حيث تكبر البويضة في الحجم (في البلطي النيلي يصل قطر البيضة إلى 0.6 - 0.9 مليمتر) ويحدث ذلك نتيجة لعمليات تخليق المح الداخلية vitellogenesis endogenous. والمرحلة الثانية هي مرحلة تكون المح vitellogenesis والتي تنتج من التراكم السريع للمح والذي هو عبارة عن بروتين دهني فسفاتي lipophosphoprotein والذي يتم تخليقه في الكبد وإطلاقه في الدم ويندمج في البويضات من خلال بلعمتها أو احتوائها pinocytosis. بعد اكتمال تكوين المح تأتي مرحلة نضج البويضات maturation oocytes والتي تتميز باكتمال الإنقسام الميوزي meiosis الأول وذلك قبل عملية التبويض ويتم فيها إطلاق الجسم القطبي body polar ويصاحبها تغيرات هامة في المح yolk والسيتوبلازم cytoplasm ويحدث الإنقسام الثاني بعد الإخصاب أو بعد دخول الحيوان المنوي في البيضة والإطلاق الثاني للجسم القطبي.

العوامل المؤثرة في تناسل أسماك البلطي؛

تتلخص العوامل التي تؤثر في المراحل المختلفة لتناسل أسماك البلطي فيما يلي:

١. دور العوامل البيئية في تنظيم النشاط التناسلي:

في كل أنواع الأسماك تلعب العوامل البيئية (مثل الفترة الضوئية photoperiod، الحرارة، الملوحة، الأمطار وغيرها) دوراً مهماً في التحكم في موسم التفريخ. ففي المناطق الباردة حيث التغيرات الشديدة في درجات الحرارة وفترات الإضاءة فإن مواسم التفريخ تكون محدودة خلال فترة قصيرة من العام وفي أغلب الأحيان يكون مرة واحدة في العام. وأما في المناطق الحارة حيث تكون درجات الحرارة، قوة الإضاءة intensity light وفترة الإضاءة photoperiod مناسبة أغلب السنة فإنها لا تشكل عائقاً في تمديد مواسم وعدد مرات التفريخ ولكن في المقابل فإن العديد من أنواع الأسماك يرتبط موسم تفريخها مع موسم الأمطار. فأسماك البلطي في المناطق

الإستوائية وشبه الإستوائية تظل تفرخ أغلب شهور السنة ما دامت درجات الحرارة مناسبة. وفي الفترة الباردة القصيرة من السنة فإن التفريخ يتوقف مؤقتاً لحين إرتفاع درجات الحرارة. وخلال فترة التوقف فقد تلاحظ أن تكوين الحيوانات المنوية يتباطأ ولا يتوقف كلياً وتبقى الخصى موجودة ويلاحظ بها كل مراحل تطور الحيوانات المنوية. وعلى العكس ففي الإناث يتوقف كلياً تكوين المح في البيوض ويختفى كل البيض الذي يحمل المح لحين إرتفاع درجات الحرارة مرة ثانية. ومن جهة أخرى فقد تلاحظ أن أسماك البلطي النيلي *Oreochromis niloticus* والبلطي الزيلي *Tilapia zillii* في البحيرات والبرك المدارية تفرخ طوال العام ويزيد نشاط التفريخ خلال موسم الأمطار. وأما في المناطق شبه المدارية فإن هذه الأسماك تفرخ في فترات محددة من السنة تبعاً لدرجات الحرارة وفترات الإضاءة (Siddique, 1977).

٢. دور العوامل الإجتماعية في تنظيم النشاط التناسلي:

التداخلات الإجتماعية بين الأسماك تؤثر في بعض نواحي التناسل خصوصاً توقيت النضج الجنسي، عدد مرات التفريخ والخصوبة. فقد تلاحظ في أسماك البلطي أن عدد مرات التفريخ تزيد مع زيادة المنبهات الحسية *stimuli sensory* (مثل المنبهات البصرية والصوتية، الإتصال بواسطة الخط الجانبي *line lateral* وحتى إفراز مؤثرات كيميائية) التي تأتي من أفراد النوع نفسه. وفي بعض أسماك الأوريوكروميس *Oreochromis* والساروثيرودون *Sarotherodon* فإن وجود الذكر لإتمام عملية التبويض ليس ضرورياً حيث تبيض إناث هذه الأنواع على فترات متقاربة حتى في غياب الذكور ولكن يبقى البيض غير ملقح.

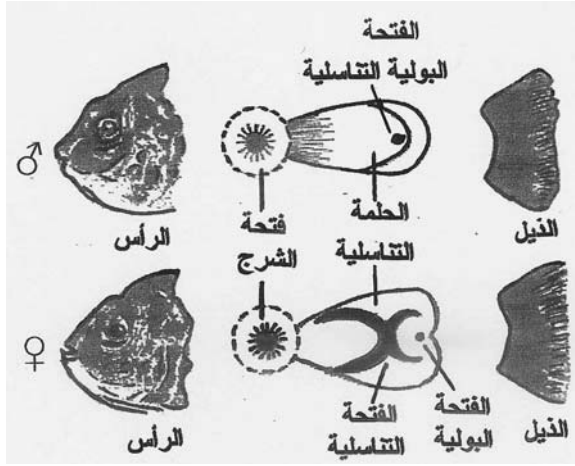
٣. دور العوامل الداخلية في تنظيم النشاط التناسلي:

هناك العديد من الأعضاء، الغدد الصماء والهرمونات التي تعتبر ذات علاقة مباشرة أوغير مباشرة بتنظيم التناسل في الأسماك (Fontaine, 1976). وتلعب الغدة النخامية *pituitary gland* دوراً بالغ الأهمية في التحكم في تناسل الأسماك. وكما في الفقاريات العليا فإن الجهاز العصبي يتحكم في النشاط الإفرازي للغدة النخامية *gonadotropin* من خلال الهيپوثالاماس *hypothalamus* الذي يفرز عاملاً قد يكون مشابهاً للهرمون المحرر لإفراز الهرمون المحدث للتبويض *luteinizing hormone* والهرمون المنشط للحويصلات *(FSH) follicle stimulating hormone* والذي يعرف بإسم *luteinizing hormone-releasing hormone (LH-RH)*. ومن هرمونات الغدة النخامية ذات التأثير على التناسل والتي تم عزلها من بعض أسماك البلطي هي أولاً- ما

يشبه الهرمون المحدث للتبويض أو الهرمون اللوتيني (LH) وثنائياً - ما يشبه الهرمون المنشط للحويصلات المبيضية (FSH) ويفرزهما الفص الأمامي للغدة النخامية. ويعمل الهرمون اللوتيني (LH) بالتعاون مع الهرمون المنشط للحويصلات (FSH) على إحداث التبويض وإنتاج الهرمون الذكري testosterone من الخصية. وكذلك تم عزل ما يشبه هرمون البرولاكتين prolactin والذي يعتقد أنه يلعب دوراً في فسيولوجيا تناسل أسماك البلطي والتي لها علاقة بتنظيم نشاط التناسل ونشاط الأبوين في رعاية البيض والصغار وربما له دور في التحكم في نشاط تخليق الإستيرويدات steroidogenesis في مبايض بعض إناث البلطي. ومن جهة أخرى فإن المبايض لها إفرازات هرمونية أغلبها إستيرويدات جنسية steroids sexual تعمل تحت تحكم الغدة النخامية على ضبط الدورات التناسلية من خلال تأثيرها المباشر على تمايز الأمشاج differentiation gamete (حيوانات منوية أبيض) وذلك بالتحكم في نشاط مختلف الأعضاء والأنسجة ذات الصلة بعملية التناسل (مثل الكبد التي يتكون فيها المح، الدهون ومخزونات العظام من المعادن) وكذلك بالتحكم في تطور صفات الجنس الثانوية characteristics sex secondary مثل ظهور الألوان خلال موسم التناسل في بعض أسماك البلطي. وتؤثر إفرازات المبايض كذلك في التحكم في نشاط الغدة النخامية كما تتحكم هي في نشاط المبيضين وتؤثر كذلك في الجهاز العصبي المركزي. وفي الذكور يعتقد أن الأنسجة البينية tissues interstitial التي تُخَلَقُ الإستيرويدات steroidogenic يزيد عددها خلال تخليق الحيوانات المنوية ويزيد نشاطها خلال عملية التناسل ويصاحبها زيادة في مستوى هرمون التستوستيرون testosterone في الخصي.

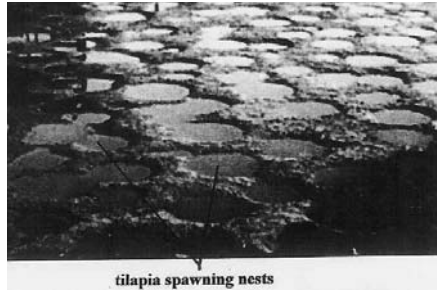
التمييز بين ذكور وإناث البلطي والسلوك التناسلي:

يعتبر التمييز بين ذكور وإناث البلطي من المسائل السهلة نوعاً ما. فالذكر له فتحان مباشرة أمام الزعنفة الشرجية أحدهما وهي الكبيرة هي فتحة الشرج والأصغر هي الفتحة البولية التناسلية pore urogenital. أما الأنثى فلها ثلاثة فتحات هي فتحة الشرج، الفتحة التناسلية geni-pore tal وفتحة البولية pore urinary. والحلمة التناسلية papilla genital في الإناث تكون عادة صغيرة بينما في الذكور فهي كبيرة (الشكل 1-2). ويمكن التمييز بين الذكور والإناث عندما يكون وزنها حوالي 15 جراماً. وحتى تكون الفتحات أكثر وضوحاً فيمكن الإستعانة ببعض الأصباغ مثل الكريستال البنفسجي violet crystal والتي تسمح على الحلمة التناسلية.



الشكل (2-1): الإختلافات الجنسية الخارجية بين ذكر (♂) وأنثى البلطي (♀). (Balarin and Hatton, 1979).

يتميز كل جنس من أسماك البلطي بسلوك تناسلي معين (Perrone and Zaret, 1979). ففي أسماك البلطي من جنس التلابيا Tilapia مثل البلطي الزيلي T. zillii التي تضع البيض وتلقحه وترعاه في الأعشاش على القاع ولا تحضن البيض في فمها substrate spawners فإن الذكور الناضجة يختار كل منها منطقة أو حوزة territory في المناطق الضحلة المائلة على حافة البركة التي يبلغ عمقها في المتوسط حوالي 50 سنتيمتراً وتكون قريبة من النباتات المائية التي تنمو على الحواف. ويعمل الذكر على حماية منطقته من الذكور الأخرى وبعدها يختار أنثاه ويبدأ الإثنان في حفر العش وهو عبارة عن عدة حفر صغيرة ضحلة متجاورة على القاع يكون قطر كل منها متناسباً مع حجم الذكر ويمكن أن تبلغ المساحة الكلية للعش حوالي 1 - 2.5 متر مربع (الشكل 2-2).



الشكل (2-2): أعشاش البلطي المكونة من عدة حفر صغيرة.

وعند بدء عملية وضع البيض والتي تتم على دفعات batches يقوم الذكر مباشرة بتلقيح كل دفعة من البيض حتى تكتمل عملية التفريخ. وبعد ذلك يقوم الذكر والأنثى بحماية البيض الملقح الذي يظل على العش وتهويته بتحريك الزعانف. وبعد فقس البيض يقوم الاثنان بحماية اليرقات وتحريكها من حفرة لأخرى وعندما تبدأ اليرقات في السباحة فإنها تسبح قريبة من العش وتعود إليه مسرعة عند بروز أي خطر ويصاحبها الذكر لحمايتها وتقوم الأنثى بمراقبة القطيع من على البعد وتشارك في حماية الصغار عند بروز أي خطر (Annett et al., 1999). وبعد حوالي 2 - 3 أسابيع تغادر اليرقات المنطقة وتصبح مستقلة مما يتيح للذكر والأنثى البدء ثانية في التفريخ. وقد تلاحظ أن التبويض في أسماك البلطي من جنس التلابيا *Tilapia* مثل البلطي الزيلي يكون مصحوباً بنزول مادة لاصقة ربما يكون تركيبها عبارة عن سكريات عديدة مخاطية *mucopolysaccharides* وتعمل هذه المادة على لصق كل البيض في كتلة واحدة والتي تلتصق بدورها في قاع العش. ولم يتم ملاحظة هذه المادة في الأسماك من جنس الأوريوكروميس *Oreochromis* ولكن تلاحظ وجودها وبكميات قليلة في جنس الساروثيرودون *Sarotherodon*. وفي كل أنواع البلطي من جنس الأوريوكروميس *Oreochromis* والساروثيرودون *Sarotherodon* يكتسب الذكر الناضج لوناً مميزاً ويقوم بحجز منطقة أو حوزة *territory* يدافع عنها ويحفر فيها العش. في قيعان الأماكن المفتوحة الرملية عند نهاية منحدرات البركة وعلى عمق لا يتجاوز واحد متر. وقد أشار بعض الباحثين إلى أنه ونسبة لزيادة احتمال تعرض أسماك البلطي وصغارها للإفتراس في المياه الضحلة وربما تدني نوعية الماء فإن الأسماك وللمحافظة على إستمرارية النوع فإن هذه الأسماك قد طورت آلية للنضوج الجنسي المبكر مقارنة مع ما يحدث في الطبيعة وتنتج أعداداً صغيرة من اليرقات وعلى فترات متتالية (Balarin and Haller, 1982).

يتناسل ذكر البلطي عادة مع عدة إناث في كل مرة. وتضع الأنثى بيضها في العش وتبلغ خصوبتها حوالي 4-2 بيضات لكل جرام من وزن الأنثى. وكما في مجموعات الأسماك الأخرى فإن خصوبة إناث البلطي وحجم البيضة يزيد مع زيادة وزن الأنثى. وبعد التلقيح تحضن الإناث أو الذكور البيض الملقح في التجويف الفمي إلى أن يفقس. والمدة التي يستغرقها تطور البيض الملقح حتى يفقس تعتمد أساساً على درجة حرارة الماء. فبيض البلطي النيلي يفقس خلال 3 أيام عند درجة حرارة 30°م وخلال 4 أيام عند درجة حرارة 28°م وخلال 6 أيام عند درجة حرارة 20°م. وبعد الفقس يتواصل حضن اليرقات التي تحمل كيس المح *fry yolk-sac* خصوصاً في لحظات الخطر وتتغذى في هذه المرحلة داخلياً

endogenous feeding بواسطة كيس المح sac yolk إلى أن يتم امتصاصه خلال 4 - 6 أيام تحت درجة حرارة 28°م وعندها يفتح الفم ويكتمل انتفاخ المثانة الهوائية وتتحوّل بعدها اليرقات للتغذية الخارجية feeding exogenous. وتسبح اليرقات الحرة swim-up fry في الماء بحثاً عن الغذاء وفي هذه المرحلة تغادر اليرقات لأول مرة التجويف الفمي للأُم للبحث عن الغذاء ولكنها مع ذلك تبقى تحت مراقبة الأبوين للصيقة لمدة قد تصل إلى 4 أيام أخرى. وفي المتوسط فإن اليرقات تكون مستقلة تماماً عن الأبوين بعد حوالي 10 - 12 يوماً. وقد تلاحظ في الأحواض الأسمنتية والحديدية والزجاجية وأحواض الفايبرجلاس والبرك المبطنّة بالبلاستيك أن الأسماك يمكنها التفريخ دون أن تتمكن من حفر الأعشاش مما يشير لعدم أهمية وجود هذه الأعشاش لإتمام عمليات التفريخ. حسب نوع البلطي وعدد مرات التفريخ فإن قطر البيض الذي يكون لونه أصفرًا يتراوح بين 2 و4 ملميمتر. بعد التلقيح يفقس البيض خلال حوالي 2 - 4 أيام وذلك حسب درجة حرارة الماء. يمتص الجنين حديث الفقس كيس المح خلال 3 - 4 أيام وتبدأ بعدها في التغذية الخارجية feeding exogenous على البلانكتون والفتات detritus.

طرق التفريخ التقليدية:

من أبسط الطرق لتفريخ البلطي هي وضع الذكور والإناث في البرك الصغيرة والأحواض حتى تفرخ طبيعياً. ويتم وضع عدد محدود من الإناث (0.1 - 0.3 أنثى/المتر²) وتكون نسبة الذكور للإناث بين 1 : 1 و 1 : 5. وبعد التفريخ يمكن ملاحظة اليرقات حديثة الفقس fry sac-yolk تسبح في مجموعات على جوانب البركة أو الحوض. وفي حالات إخضرار ماء الحوض أو زيادة عكارتة ولتسهيل عملية الكشف عن اليرقات فإنه يمكن الإستعانة بلوح معدني مسطح أبيض اللون ذومقبض طويل ويتم تمريره مباشرة تحت سطح الماء على جوانب بركة أو حوض التفريخ للكشف عن وجود يرقات الأسماك حديثة الفقس والتي تصعب رؤيتها في الماء العكر (الشكل 2-3). ويتم جمع اليرقات بإستخدام شبكة تغطيس أو غرف nets scoop or dip ذات فتحات ضيقة mesh fine أو عن طريق صرف الماء جزئياً من الحوض أو البركة وحصاد اليرقات بإستخدام شبك الجرف net seine. وبعض المزارع تحصد برك التفريخ كل 10 أيام أو أقل وفي بعض المزارع يتم الحصاد عدة مرات قي اليوم حيث تحوّل اليرقات لأحواض الرعاية.



الشكل (٢-٣): كاشفة يرقات البلطي.

ومن المشاكل التي تواجه تفريخ أسماك البلطي في البرك الترابية هي عملية الإفتراس cannibalism. وقد تلاحظ أن صغار البلطي التي يبلغ متوسط وزنها 15 مليجرام ومتوسط طول جسمها (length standard) حوالي 17 ملليمتر يمكنها افتراس كميات كبيرة من اليرقات التي بدأت في السباحة fry swim-up بعد إمتصاص كيس المح وويسبب ذلك عادة خسائر كبيرة للمفاقرس التي تعتمد على البرك. والإفتراس في أسماك البلطي يمكن أن يحدث بين أفراد الزريعة ذات العمر الواحد وذلك بسبب نموبعضها بصورة أسرع من الآخرين وبالتالي ظهور التفاوت في أحجامها size variation وافتراس الأفراد كبيرة الحجم للأفراد الصغيرة خصوصاً في حالات نقص الغذاء. ولنفس سبب نقص الغذاء فإن الأمهات أيضاً تفترس أعداداً كبيرة من يرقاتها. كذلك تلاحظ في برك التفريخ أنه وعندما تكتظ البرك بصغار الأسماك فإن الإناث تتوقف عن التفريخ وعليه يوصى دائماً بوضع برنامج دوري لحصاد الزريعة ويفضل تفريخ البرك من الماء لحصاد كل الزريعة الناتجة ومن ثم إعادة ملئها وإعادة الأمهات مرة أخرى وبهذه الطريقة يمكن رفع إنتاج المزرعة من الزريعة.

طرق التفريخ الحديثة:

تتمحور الطرق الحديثة لتفريخ البلطي حول التحكم في عمليات التفريخ وذلك من خلال بعض التقنيات مثل انتخاب وتهية الأمهات conditioning and selection fish brood قبل عمليات التفريخ، جمع البيض من فم الإناث وحضنه صناعياً واستبدال الأمهات الدوري. ولتحقيق هذا المستوى من التحكم في تفريخ البلطي فإنه من الضروري أن تتم في الأحواض الصغيرة أوفي شبك الهايا hapas.

انتخاب الأمهات؛

بالرغم من أن انتخاب الأمهات يعتبر من الخطوات الهامة وذلك لاختيار الأمهات ذات الصفات الوراثية المرغوبة traits desired مثل الخصوبة، نوعية البيض وعدد مرات التفريخ خلال الموسم ونفس الوقت المحافظة على نقاء هذه الصفات traits of purity، إلا أن الأبحاث في هذا المجال لم تحرز تقدماً ملموساً لبعض الصعوبات العملية. وأهم هذه الصعوبات يعود إلى التأثير القوي للظروف البيئية والصفات الظاهرية phenotypic characteristics مثل الحجم، العمر، حالة التغذية على الأداء التناسلي لأسماك البلطي. ومع ذلك فقد خلصت بعض الأبحاث إلى أن هناك تباين في العمر الذي تبدأ فيه أسماك البلطي بالتفريخ وأن هناك إناث لا تفرخ بتاتاً في بداية الموسم وتفرخ في وقت متأخر spawners late مقارنة مع مجموعة تباشر بالتفريخ مع بداية الموسم spawners early. وقد تلاحظ أنه وعندما يتم استبعاد الإناث التي تتأخر في التفريخ واستبدالها بالإناث التي تبكر بالتفريخ فقد زاد إنتاج الزريعة. ويعتقد أن هذه الزريعة ربما تحمل صفات النمو السريع. وزيادة على ذلك فقد تلاحظ أيضاً أن الإناث التي تفرخ مبكراً قد تفوقت على الإناث التي تتأخر في التفريخ من حيث عدد مرات التفريخ في الموسم الواحد وكفاءة حضن البيض (Bhujel et al., 2000).

إعداد وتغذية الأمهات Conditioning and feeding of broodstock؛

بالمقارنة مع أنواع أسماك التربية الأخرى فإن الإحتياجات الغذائية لإناث أسماك البلطي التي تحضن بيضها في تجويفها الفمي mouth-brooders تتأثر بشدة بطريقة تناسلها. فعملية حضن البيض في تجويفها الفمي يجعلها تحرم نفسها من الأكل خلال كل دورة من دورات التناسل التي تستمر عادة حوالي 10 - 13 يوم للدورة الواحدة. وإناث الأوريوكروميس Oreochromis sp. مثل البلطي النيل التي تحضن البيض في فمها بصورة متتابعة خلال دورات التناسل لا يتاح لها غير حوالي 4 - 3 أيام للتغذية بين كل دورة وأخرى (Macintosh, 1985) وخلال هذه الفترات القصيرة من التغذية فإن على الإناث أن تتغذى بشراهة لتعويض ما فقدته من وزن خلال عمليات حضن البيض ولتخزين الطاقة اللازمة للنشاط التناسلي التالي.

وقد لاحظ Wee and Tuan(1988) أن تغذية أمهات البلطي النيلي بعلف يحتوي على 35% من البروتين الخام قد ساعد على نموها وتفريخها. وأن تغذيتها بمستويات أعلى من البروتين (50% - 40) قد حفزت نضجها الجنسي المبكر وساعدت على تحسين حجم البيض وعلى تحسن طفيف في معدل فقسها) الجدول (3).

الجدول(3): تأثير مستوى البروتين على حجم ومعدل فقس البيض (Wee and Tuan, 1988)

| مستوى البروتين في العلف (%) | | | |
|-----------------------------|-----|------|---------------------------|
| 50 | 40 | 35 | |
| 5.3 | 5.1 | 4.9 | متوسط وزن البيض (مليجرام) |
| 73.3 | 73 | 68.5 | معدل فقس البيض (%) |

ومن جانب آخر فإن هذه المعدلات العالية من البروتين تؤثر سلباً على عدد مرات التفريخ وعلى خصوبة الإناث. والنسب العالية من البروتين في العلف ربما تحفز نموي بعض الأفراد بصورة أسرع من الآخرين مما يزيد من سيطرة الأسماك الكبيرة على الأسماك الأصغر حجماً أو ما يعرف بالتسلسل الهرمي hierarchy وبالتالي يؤثر ذلك سلباً على نمو الأسماك الأصغر وعلى عدد مرات تفريخها وعلى خصوبتها.

ويعتقد بعض الباحثين أن وجود البلاكتون النباتي phytoplankton في أحواض التفريخ ذو أهمية بالغة في تحسين الأداء التناسلي لأسماك البلطي. ووجود الغذاء الطبيعي يتيح للأسماك الرعي باستمرار بجانب أنه يوفر لها العديد من احتياجاتها من المغذيات وذلك مثل فيتامين B. والأحواض التي يتم تسميدها جيداً يمكنها أن توفر الغذاء الكافي للأمهات دون الحاجة لإضافة غذاء صناعي (Yater and Smith, 1985; Luquet, 1992). ومع ذلك فالغذاء الإضافي يمكن أن يزيد من كفاءة الأمهات. وعموماً فإنه وعند تفريخ أسماك البلطي في الأحواض التي لا تحتوي على أي نوع من البلاكتون النباتي فيوصى بإضافة الأعلاف ذات النسبة العالية من البروتين الخام (30% - 40%) وفي حال تفريخها في الأحواض ذات الماء الأخضر water green فيمكن إضافة العلف لها وأن لا تتعدى نسبة البروتين فيه على 25% - 30%. وتتم تغذية الأمهات بالغذاء الإضافي بنسبة 2% - 3% من وزن الجسم في اليوم

وتوزع الكمية على ثلاث وجبات خلال النهار وفي الأحواض التي بدأ فيها التفريخ فيوصى بأن لا تزيد النسبة عن 1.5% من وزن الجسم في اليوم وذلك بسبب حضانة الأمهات للبيض في تجويفها الفمي. وللتقليل من فاقد العلف فيوصى باستخدام العلف الطافي (floating feed) حتى يمكن ملاحظة إستهلاكه (Mcintosh and Little, 1995).

جمع البيض واستبدال الأمهات الدوري :

يمكن زيادة إنتاج الزريعة في الأحواض وشباك الهابا من خلال جمع البيض وأليرقات من فم الإناث أو من خلال إستبدال بعض أو كل الأمهات على فترات متقاربة أو متباعدة.

ففي الأحواض أو شبك الهابا التي تركت فيه الإناث تحضن بيضها ويرقاتها دون تدخل فقد بلغ متوسط إنتاجها حوالي 31 زريعة من كل كيلوجرام أنثى في اليوم. بينما في الأحواض أو شبك الهابا التي تم فيها جمع البيض وأليرقات كل 10 أيام فقد بلغ إنتاجها من الزريعة حوالي 106 /الكيلو/اليوم. ويتم حصاد البيض وأليرقات من فم الإناث من خلال تخفيض مستوى الماء في الأحواض حتى 20 - 30 سنتيمتراً ويتم جمع كل أنثى على حدة وإجبارها على تفريغ محتوى فمها من بيض ويرقات في حوض صغير أو سطل به ماء وإعادتها مرة أخرى لنفس الحوض ويتم حضن البيض في الحضانات الخاصة واليرقات في صواني أو أحواض الرعاية.

وبالنسبة لاستبدال الأمهات فإنه يتم إتباع نفس طريقة تخفيض مستوى الماء في الحوض ويتم الكشف على الإناث حيث يتم حصد الإناث التي فرخت وإستبدالها بأخرى من أحواض التكييف tanks conditioning. وقد تلاحظ أن هذه الطريقة يمكن أن تنتج حوالي 160 زريعة لكل كيلوجرام/اليوم. كذلك يمكن إستبدال كل الأمهات كل 10 أيام وهذه الطريقة يمكن أن تنتج حوالي 274 زريعة/كيلوجرام/اليوم. وعند تخفيض الفترة التي يتم فيها إستبدال الأمهات فإنه يمكن زيادة إنتاج الزريعة ولكن هذه الطريقة ربما تكون مكلفة إقتصادياً (Little et al., 1994).

العلاقة بين حجم وعمر إناث البلطي وخواص البيض والزريعة :

توجد العديد من الروابط المعنوية بين سلالات البلطي ونوعية البيض والزريعة fry. ففي البلطي النيلي O. niloticus والبلطي الموزمبيقي O. mossambicus فإن الإناث الأكبر

عمرًا تنتج بيضاً كبير الحجم مقارنةً مع الأصغر عمراً. والبيض الناتج من الإناث الأكبر عمراً يحتوي على مخزونات عالية من المح reserves yolk ولهذا فإن الزريعة الناتجة من هذا البيض يمكنها تحمل الجوع لمدة أطول من زريعة الأسماك الأصغر عمراً ويكون حجمها أكبر والذي يمكن تمييزه حتى بعد مرور 60 يوماً من لحظة الفقس (الجدول 4). وكثرة المح بالبيض هونوع من التكيف مع عادة بعض أسماك البلطي التي ترعى البيض والصغار بعد فقسها. وقد تلاحظ أيضاً أن الإناث الكبيرة تحضن بيضها بكفاءة أكبر من الإناث الأصغر.

الجدول (4): العلاقة بين عمر إناث البلطي النيلي والبيض والزريعة (Rana and Macintosh، 1988)

| العمر (شهور) | | | |
|--------------|-----------|---------|---------------------------------------|
| 25 - 23 | 14 - 12 | 10 - 8 | |
| 316 | 192 | 53 | متوسط الوزن (جرام) |
| 486 – 218 | 220 – 160 | 90 – 31 | مدى متوسط الوزن (جرام) |
| 3.68 | 2.79 | 1.93 | متوسط وزن البيضة (مليجرام) |
| 2.98 | 2.5 | 1.96 | متوسط وزن الزريعة بعد 60 يوماً (جرام) |
| 17.5 | 16 | 13.5 | فترة حمل الزريعة للجوع (يوم) |

إن هدف مفاقس أسماك البلطي هو إنتاج أكبر عدد ممكن من الزريعة من الإناث المتاحة خلال دورات التفريخ المتكررة. وفي المتوسط فإن كل أنثى مفردة وليست مجتمعة من الإناث كبيرة الحجم مقارنةً مع الأصغر حجماً تنتج عدداً أكبر من البيض.

ولدراسة تأثير عمر إناث أسماك البلطي النيلي على كمية ونوعية البيض فقد أجرى Getinet (2008) دراسة على إناث عمرها 4، 9، 16، و24 شهراً في أحواض أسمنية دائرية ولدة 168 يوماً وقد وجد أن هناك علاقة بين عمر الإناث وعدد البيض، عدد مرات التفريخ لكل أنثى، متوسط وزن وحجم البيض، نسبة تلقيح البيض ونسبة فقس البيض (الجدول 5) وخلصت الدراسة إلى أن العمر الأمثل للحصول على أحسن كمية ونوعية من البيض هي بين 6 إلى 18 شهراً.

الجدول (٥): تأثير عمر إناث البلطي النيلي على كمية ونوعية البيض (Macintosh and little, ١٩٩٥).

| العمر (شهور) | | | | |
|--------------|------|------|------|---------------------------|
| 24 | 16 | 9 | 4 | |
| 18 | 19 | 25 | 18 | عدد البيض/الأنثى/اليوم |
| 3 | 4 | 6 | 6 | عدد مرات التفريخ/الأنثى |
| 148 | 159 | 213 | 148 | عدد البيض/م/2/اليوم |
| 0.31 | 0.32 | 0.29 | 0.29 | متوسط وزن البيضة (ملجرام) |
| 2.1 | 2 | 1.8 | 1.8 | حجم البيض (مليمتر) |
| 86.5 | 87 | 95.5 | 99.6 | نسبة التلقيح (%) |
| 84.1 | 82.7 | 89.9 | 96.9 | نسبة الفقس (%) |

تتأثر خصوبة الأسماك fecundity ظاهرياً بالعوامل الوراثية والظروف البيئية خصوصاً تلك التي تؤثر على تغذية الأسماك. ولكن المقدرة على التناسل في أسماك البلطي لا يمكن التعبير عنها بقيم الخصوبة values fecundity وذلك نسبة لتكرار عدد مرات التفريخ خلال السنة والتي قد تصل في بعض الحالات إلى حوالي 10 - 12 مرة / السنة. ولهذا السبب فإن العوامل التي تؤثر في عدد مرات التفريخ لها أهمية معنوية في تحديد مقدرتها على التناسل. وهناك العديد من التقنيات التي تم تطويرها لحل مشكلة تدني خصوبة أسماك البلطي في المفاقس ولتحسين نوعية الزريعة وذلك مثل التحكم في الظروف البيئية كحرارة الماء والفترة الضوئية، عمر وحجم الأمهات، نسبة عدد الذكور للإناث، الحضان الصناعي للبيض ونسبة البروتين ومعدل تغذية أمهات التفريخ (Getinet, 2008).

ومن جانب آخر فقد تلاحظ أن الأسماك الأصغر حجماً يمكنها أن تنتج مجتمعة كمية كبيرة من البيض. فتحت ظروف التربية الطبيعية في البرك في المناطق الإستوائية فقد تلاحظ أن إنتاج الزريعة في البرك التي تحوي أسماك البلطي الأصغر حجماً (متوسط وزن الإناث 207 جرام) كان أعلى من إنتاج البرك التي تحوي الأسماك الأكبر حجماً (متوسط وزن الإناث 262 جرام) علماً بأن الأسماك من الحجمين كانت من مجموعة عمرية واحدة. وتفسر هذه الإنتاجية العالية من الزريعة للأسماك الصغيرة مقارنة بالأسماك الأكبر حجماً

إلى أن الأسماك الصغيرة تهجر صغارها مبكراً مما يتيح لها تقليص الفترة بين دورات التفريخ وزيادة عدد مرات وضع البيض وذلك بعكس الأسماك الكبيرة التي تحضن صغارها لفترات أطول مما يقلل من عدد مرات تفريخها. وقد تلاحظ أنه حتى وفي المفاص المتطورة للبلطي النيلي التي تستخدم الأحواض الأسمنتية والتي تخضع فيها الظروف البيئية للسيطرة الكاملة فإن الإنتاج الطبيعي للزريعة دائماً ما يتعرض للتناقص بعد فترة من التسارع في بداية التفريخ (Guerrero and Guerrero, 1985). ولضمان تحسين إنتاج الزريعة فقد لجأت المفاص لزيادة عدد أمهات التفريخ (Macintosh and Little, 1995; Coward and Bromage, 2000). ففي تايلاند مثلاً فإن المفاص التجارية تحتفظ بحوالي 60.000 من أمهات التفريخ لضمان إنتاج 10 مليون من الزريعة في الشهر (Getinet, 2008).

شباك الهابا Hapas :

عبارة عن شبك مربعة أو مستطيلة تصنع من مواد طبيعية أو صناعية ذات فتحات ضيقة وتثبت بواسطة قوائم في برك التربية التي سبق تجفيفها ومعالجتها بالجير بواقع ٤٢٠-١٢٠٠ كيلوجرام/الفدان ومن ثم ملئها بالماء حتى عمق ٨٠ سم وتسميدها جيداً قبل إسبوعين من إدخال الأسماك بواقع ٨٤٠ كيلوجرام من روث الدواجن زائداً ٤٢ كيلوجرام من السماد غير العضوي. وتتراوح مساحة الهابات ما بين ١ متر^٢ (للتفريخ) و٦ متر^٢ (لتجهيز الأمهات). وفتحة عينها تكون عادة في حدود ١-٢ ملليمتر لهابات التفريخ و٥-٦ ملليمتر لهابات تجهيز الأمهات.

وقبل أسبوعين من البدء في عمليات التفريخ يجب أولاً إنتخاب أمهات التفريخ (ذكور وإناث) ووضع كل جنس منفصلاً عن الآخر في الهابات الكبيرة (٤ م طول × ١,٥ م عرض × ١ م عمق بفتحات عين ٥-٦ ملليمتر). ويوصى بأن يكون عدد الأسماك في كل هابا بمعدل ٣ سمكات/م^٢ (متوسط وزنها في حدود ٢٠٠ جرام) أو ٢ سمكة/م^٢ للأسماك التي يزيد وزنها عن ٢٠٠ جرام وذلك بغرض تجهيزها للتفريخ. وخلال فترة تجهيز الأمهات يتم تغذيتها بالعلف المتوازن (٣٠٪ بروتين خام) وبمعدل ٢-٥٪ من وزن جسمها يومياً. وقبل نقل الأمهات إلى هابات التفريخ يتم فحصها اختيار الأمهات الجاهزة للتفريخ وفي هذا الخصوص تصنف الإناث إلى أربعة مجموعات الأولى هي الإناث الجاهزة للتفريخ وتكون فتحتها التناسلية وردية اللون إلى محمرة ومفتوحة وبطنها منتفخ وتفرخ هذه عادة خلال ٣-٧ أيام، المجموعة الثانية يكون لون فتحتها التناسلية وردياً إلى أصفر وتكون فاتحة جزئياً والبطن

منتفخ جزئياً وتفرخ هذه المجموعة خلال ٥-١٠ أيام، المجموعة الثالثة تكون فتحتها التناسلية بيضاء اللون وتكون مسطحة والبطن أيضاً مسطح وهذه غير جاهزة للتفريخ ويتوقع أن تجهز خلال ٢١-٣٠ يوماً والمجموعة الرابعة هي الإناث التي فرخت وتكون فتحتها التناسلية حمراء اللون ومنكمشة والبطن منضغط ويتوقع أن تفرخ مرة أخرى خلال ١٥-٣٠ يوماً.

يتم وضع هابات التفريخ (١ متر^٢) في صفوف مع ترك مسافات بينها للسماح بدوران الماء بينها وتعرف بإسم بطاريات شبك الهابا(الشكل ٢-٤). يتم أولاً نقل الإناث الجاهزة للتفريخ لهابات التفريخ ومن بعدها الذكور بنسبة ٢-٣: ١ (□: □). ولتفادي عدوانية الذكور التي عادة ما تكون أكبر حجماً من الإناث فيتم قطع شفتها العليا قبل إدخالها في هابات التفريخ. وقد تلاحظ أنه كلما زادت كثافة الأمهات في المتر المربع كلما قلت كفاءتها التناسلية وذلك نسبة إلى أن الزيادة في عدد الأمهات يزيد من احتمالات إفراسها للبيض أو اليرقات. وقد تلاحظ كذلك أنه كلما تقدمت الإناث في العمر تقل كفاءتها التناسلية ولذلك فإن المربين يفضلون عادة الإناث التي يبلغ متوسط وزنها أقل من ٢٠٠ جرام. وعند ظهور اليرقات يتم رفع الشباك جزئياً وحصد كل اليرقات وفي نفس الوقت يتم الكشف على كل أنثى على حدة للتأكد من عدم وجود اليرقات أو البيض في فمها. ففي حالة وجود اليرقات يتم جمعها وتحويلها لأحواض الرعاية وأما بالنسبة للبيض فيتم جمعه وتحويله للحضانات الصناعية ويتم تحويل اليرقات حديثة الفقس لصواني الرعاية.



الشكل (٢-٤): شبك هابا تفريخ البلطي (photo by Omeima M. Omer).

إن عملية جمع البيض واليرقات حديثة الفقس fry yolk-sac, hatchling من فم الأمهات لها العديد من الإيجابيات وذلك مثل زيادة فرص تزامن تفريخ كل الأمهات أو أغلبها synchrony spawning وتخفيض الزمن بين دورات التفريخ spawning-inter interval time. بجانب أن هذه الطريقة تضمن إستمرارية الحصول على اليرقات ذات الأحجام المتماثلة وتقلل من تعرض هذه اليرقات للإفتراس وتقلل من الجهد المبذول في جمع اليرقات من البرك أو الأحواض التي تتعد طرق التفريخ التقليدية. وخلال فترة التفريخ يمنع تغذية الأمهات بالعلف لأن ذلك قد يؤدي لبلع الإناث للبيض خلال عملية التغذية. وبعد تمام عملية التفريخ وجمع البيض واليرقات يتم نقل الأمهات ووضع كل جنس منفصلاً عن الآخر إلى حين جاهزيتها للتفريخ مرة أخرى ويتم عادة تزاوج الإناث في دورة التفريخ التالية مع نفس الذكور التي تزوجت معها في الدورة السابقة.

الحضانات Incubators:

نظراً لكبر حجم بيض البلطي وأنه بيض غاطس (eggs sinking) فإنه وعند استخدام الحضانات فإنه ينزل بسرعة لقاع الحضانة ويتراكم فوق بعضه مما يمنع وصول الأوكسجين المذاب في الماء لكل البيض مما يؤدي لموته. ولتفادي ذلك فلا بد من تحريك البيض وأحضنه بطريقة تسمح بتشتت البيض على القاع دون تراكمه فوق بعضه. نظرياً يمكن حضن بيض البلطي الملقح في أي إناء يتوفر فيه إمكانية تقليب البيض بواسطة تيار الماء أو الهواء أو استخدام أواني ذات سطح منبسط يسمح بتشتت البيض عليه وذلك بغرض منع ترسب البيض وتراكمه فوق بعضه.

ولقد أجريت العديد من التجارب على طرق حضانة بيض البلطي صناعياً وعلى الظروف البيئية المؤثرة على معدل فقس البيض وعلى تطور الجنين ونموه حتى مرحلة اليرقات ونتج عن هذه التجارب عشرات الطرق والوسائل الناجحة ومفاسس البلطي في العالم تتباين في الطرق المتبعة فيها وذلك حسب الظروف التي تلائمها من الناحية العملية والإقتصادية.

ومن أوائل الطرق التي تم تجربتها في جامعة أوبورن الأمريكية لحضن بيض البلطي هي طريقة استخدام الطاولة الرجاجة أو الهزازة (table shaking) وهي عبارة عن طاولة يتم تحريكها دائرياً بواسطة موتور كهربائي ويتم وضع البيض في أواني عليها مما

يعمل على تحريك البيض داخل الأواني حركة دائرية هادئة تحاكي تحريك الإناث للبيض في تجويدها الفمي ولكن هذه الطريقة وبرغم نجاحها إلا أنها لم تلق أي انتشار نسبة لارتفاع تكلفة تشغيلها (الشكل 5-2).



الشكل (٥-٢) الطاولة الهزازة لحضن بيض البلطي

ومن الوسائل المعروفة لحضانة بيض البلطي استخدام الزجاجات ذات القاع المخروطي أو الدائري والمستخدمة بصورة واسعة لحضن بيض أسماك الكارب والمعروفة تجارياً باسم زجاجات زوج Zug jars أو زجاجات ماك دونالد jars McDonald كتلك المستخدمة في جامعة أوبورن الأمريكية (الشكل 6-2).



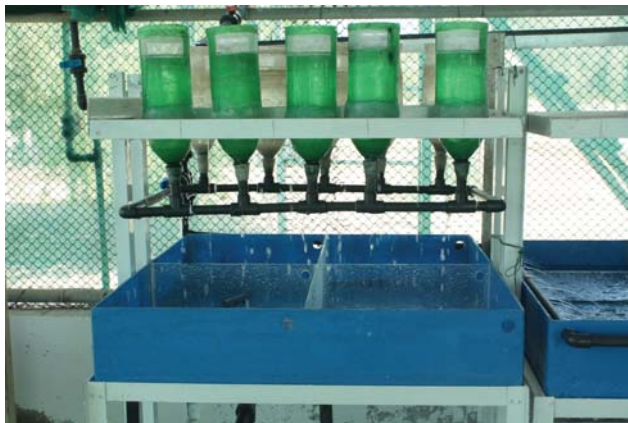
الشكل (٦-٢): زجاجات ماك دونالد لحضن بيض البلطي.

وكما يمكن تصنيع هذه الحضانات من المواد المحلية مثل الحضانات التي طورها المعهد الأسيوي للتكنولوجيا jars AIT في تايلاند (الشكل 2-7).



شكل (2-7): حضانات AIT التايلاندية (Little and Macintosh, 1990).

وكذلك يتم استخدام زجاجات المشروبات الغازية البلاستيكية (1.5 - 2 لتر) التي يمكن استخدامها من جهة القاع المخروطي أو جهة القاع الدائري (الشكل 2-8) ويمكن حضان حوالي 2000 بيضة في كلٍ من هذه الزجاجيات.



(أ)

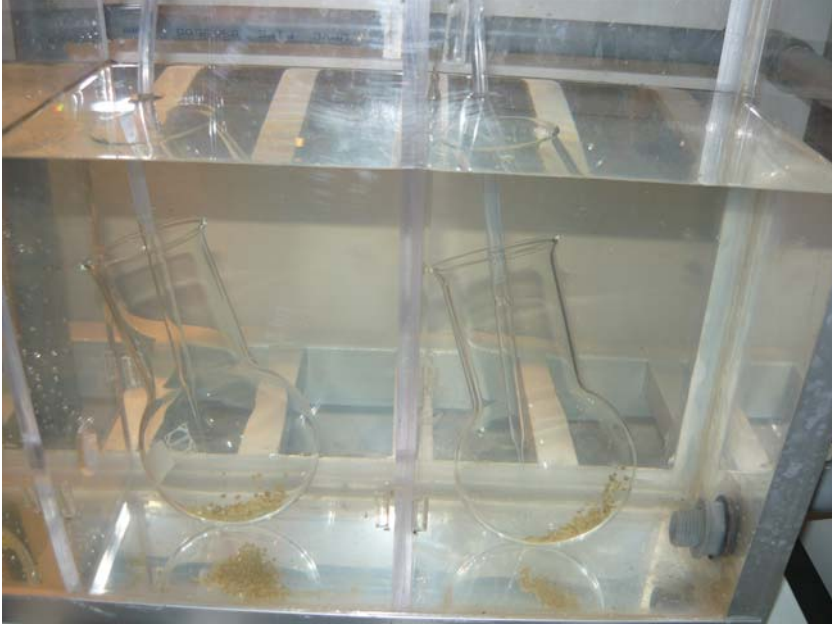


(ب)

الشكل (٢-٨): حضانات زجاجات غازية (أ) ذات قاع مخروطي (ب) ذات قاع دائري

وقد أثبتت التجارب أن الحضانات ذات القاع الدائري مقارنة مع الحضانات ذات القاع المخروطي مثل زجاجات زوج (jars Zug) تحقق أعلى معدل حياتية rate survival والتي وصلت إلى 85% في الحضانات ذات القاع الدائري مقارنة مع 60% في الحضانات المخروطية. ولكن في المقابل فإن زمن فقس البيض يكون أسرع في الحضانات المخروطية (48 - 72 ساعة) مقارنة مع الحضانات دائرية القاع (90 - 120 ساعة). وبالرغم من ذلك فإن حضانة البيض صناعياً بغض النظر عن الوعاء المستخدم قد ساعد كثيراً في تسريع عملية فقس البيض والذي يستغرق عادة عندما تحضنه الأمهات في فمها حوالي 96 - 120 ساعة. وفي حال استخدام تيار الماء لتحريك البيض من أسفل الحضانة فإن تيار الماء المناسب في هذه الحالة يكون حوالي 1 لتر/الدقيقة.

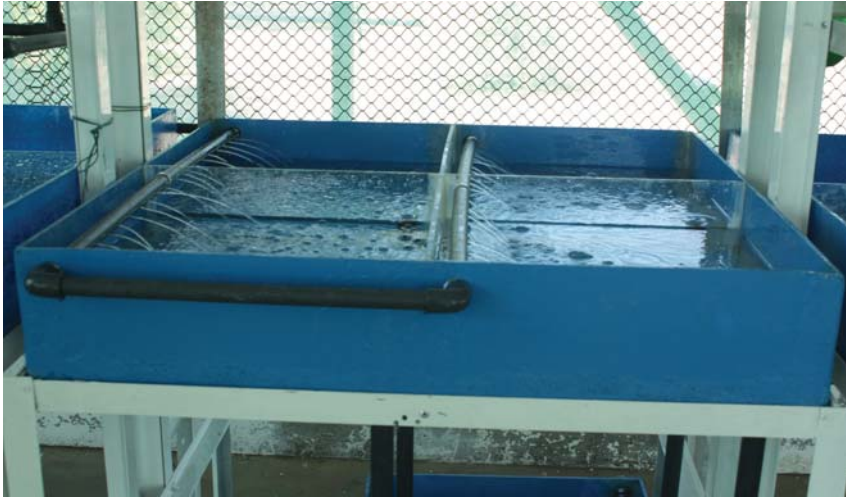
ومن بين الطرق المستخدمة في مراكز البحوث أولًا إنتاج المحدود هي إستخدام الدوارق الزجاجية والتي توضع داخل حوض زجاجي ويتم تحريك البيض داخلها من خلال حقن الهواء في قاع الدوارق(الشكل 9-2).



الشكل(2-9): حضن بيض البلطي في الدوارق

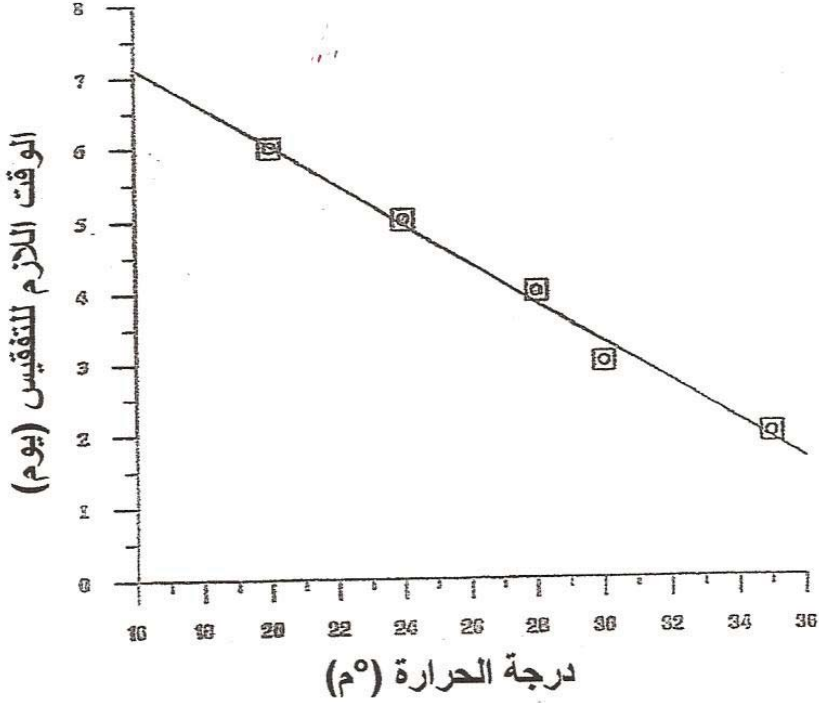
ومن الطرق الأخرى التي تطبق وبصورة واسعة في العديد من الدول هي إستخدام أحواض صغيرة (troughs) أبعادها في حدود 20×50×75 سم (الطول×العرض×الإرتفاع) ويتم تصنيعها من مختلف المواد مثل الخشب أو الأسمنت أو الفايبرجلاس. وتوضع هذه الأحواض على حامل وتزود بالماء من خلال بايب (PVC pipe) على طول أحد جانبي الحوض وبه فتحات صغيرة ترش الماء في الحوض. يسع الحوض الواحد لحضن ٣٠ ألف إلى ٥٠ ألف بيضة(لمدة ٥ - ٧ أيام) ويتم توزيع البيض على القاع وعندما تفقس اليرقات فإنها تسبح في عمود الماء والذي يوجد به بايب قائم (stand pipe) مغمور في الماء على الجانب الأمامي لكل حوض تنزلق منه اليرقات السابحة إلى حوض تجميع (collection trough) يوجد أسفل أحواض الفقس.

ويتميز هذا النظام مقارنة بنظم الحضانات الزجاجية في أنه: يمكن تصنيعه من المواد المحلية المتوفرة، تسهل إدارته، سهولة ملاحظة تطور البيض، سهولة ملاحظة البيض الفاسد وسهولة سحبه (siphoning) من الحوض، يتيح إنتاج عدد كبير من اليرقات في مساحة وزمن محدودين والميزة الأهم أن هذا النظام يصلح في المناطق التي لا يكون فيها الإمداد الكهربائي منتظماً حيث يمكن مواصلة حضن البيض لفترة طويلة ودون خطر تراكم البيض وموته مثلما يحدث للبيض المحضن في الزجاجيات عند إنقطاع التيار الكهربائي (الشكل ٢-١٠).



الشكل (٢-١٠): أحواض حضن بيض البطني

وبغض النظر عن نوع الحضانات المستخدمة فإن زمن فقس البيض في الحضانات يعتمد وبدرجة كبيرة على درجة حرارة الماء التي كلما زادت كلما قل الزمن اللازم لفقس البيض (الشكل ٢-١١). وتعتبر المراحل الأولى لتطور البيض هي الأكثر تحملاً للحرارة مقارنة مع المراحل المتقدمة خصوصاً مرحلة الفقس التي يكون فيها حساساً لتغيرات درجة حرارة الماء. ودرجة الحرارة الأكثر ملائمة لكل مراحل تطور البيض هي في حدود ٢٤ - ٣٤ م[°] (Rana, ١٩٩٠, Little et al, ١٩٩٣).



الشكل (٢-١١): العلاقة بين درجة حرارة الماء والوقت اللازم لفقس بيض البلطي في الحضانات (Rana, ١٩٩٠).

وتأكيداً لما توصل إليه Rana (1990) من قبل فقد وجد الباحثان Subasinghe and Sommerville (1992) أن أطول وقت يستغرقه البيض للفقس (4 أيام) هو عند درجتي حرارة 17 و 40° م. وعند هاتين الدرجتين فإن كل اليرقات تكون ضعيفة وتنفق بعد مضي 24 ساعة. وعند درجة حرارة 20° م فإن الفقس يستغرق حوالي 3 أيام وأن نسبة النفوق في اليرقات تبلغ حوالي 40%. ودرجة الحرارة المناسبة لأدنى وقت للفقس (يومان) هي ما بين 24 و 34° م (الجدول 6).

الجدول (٦): تأثير درجة حرارة الماء على الزمن اللازم لفقس البيض وحياتية اليرقات (Subasinghe and Sommerville, ١٩٩٢).

| الحياتية (%) survival | زمن الفقس | درجة الحرارة (° م) |
|--------------------------|---|-----------------------|
| صفر | خلال 4 أيام ولكن كل اليرقات نفقت خلال 24 ساعة | ١٧ |
| ٦٠ > | خلال 3 أيام | ٢٠ |
| ١٠٠ | يومان | ٢٤ |
| ١٠٠ | يومان | ٢٩ |
| ١٠٠ | يومان | ٣٤ |
| صفر | خلال يوم واحد ولكن كل اليرقات نفقت خلال 24 ساعة | ٤٠ |

تربية اليرقات حديثة الفقس

Hatchlings rearing:

إن اليرقات حديثة الفقس (fry sac-yolk) hatchlings شديدة الحساسية ولهذا فإنه عند جمعها من فم الإناث لابد من التعامل معها ورعايتها بعناية. وقد أثبتت التجارب أن أفضل طريقة لرعايتها هي تربيتها في صواني بلاستيكية أو من الألمونيوم or plastic trays aluminium حتى إكمال إمتصاص كيس المح وتحولها للسباحة fry up-swim (الشكل 12-2). ويبلغ حجم الصينية 40 × 25 × 10 سم³ (الطول × العرض × العمق). ويتم عمل صفيين من الثقوب في طول جانبي الصينية ومن ثم تغطية هذه الثقوب بلصق شبكة ناعمة mesh fine عليها لمنع خروج اليرقات وفي نفس الوقت للسماح بخروج الماء من الصينية بغرض إستبداله باستمرار. ومن جهة أخرى فإن هذه الثقوب تبقى الماء في حدود ضحلة لا تتعدى 3 سنتيمتراً. وهذا العمق الضحل يوفر لليرقات الظروف الملائمة التي تفضلها في الظروف الطبيعية. ومجمل حجم الماء في الصينية لا يتعدى 3 لترات. وفي هذا الحجم يمكن تربية ما بين 5000 - 10.000 يرقة حديثة الفقس fry sac-yolk. وبعد إكمال إمتصاص كيس المح وتحول اليرقات للسباحة يتم تحويلها لأحواض الرعاية (Little et al, 1993, Macintosh, 1993).



الشكل (٢-١٢): صواني تربية يرقات البلطي حديثة الفقس (Little and Macintosh, ١٩٩٥)

رعاية الزريعة:

توضع زريعة البلطي في أحواض الرعاية الأسمنتية بنسب عالية ولكن ومع نموها يتم تخفيض هذه النسب باستمرار لتفادي إزدحام حوض التربية الذي يؤثر بدوره على نوعية المياه في الحوض وعلى نمو الأسماك (الجدول 5) ويتم تغذية اليرقات باستمرار على مدار اليوم بأعلاف البودرة ذات النسبة العالية من البروتين (حوالي 40%) وتتم التغذية إما يدوياً أو باستخدام الآلات الأوتوماتيكية. والزريعة fry up-swim تسبح عادة في أفواج بحثاً عن الغذاء وتفضل الأماكن الدافئة والضحلة من حوض الرعاية. ولهذا السبب فإن أحواض أوبرك الرعاية تكون ذات سطح واسع ولكنها ضحلة العمق وتحقق أعلى مستويات النمو عند درجات حرارة الماء العالية (30 - 32 م°). واليرقات عموماً تتغذى على البلاكتون، عند إضافة الغذاء الصناعي (35 - 40% بروتين خام) لها فيفضل أن يتم تغذيتها بمعدل 30 - 45% من وزن جسمها يومياً وأن يتم تقسيم هذه الكمية على خمس وجبات في اليوم.

تأثير كثافة تخزين الأسماك على النمو والإنتاج

Effect of stocking density on fish growth and production :

يعتمد نمو أسماك التربية ومستوى إنتاجها على كمية الأسماك التي يمكن تربيتها في حيز معين. وتعتمد كمية الأسماك المسموح بتربيتها في البركة على كمية الغذاء الطبيعي المتوفر والغذاء الإضافي. والكثافات العالية يمكن أن تكون ذات تأثير سلبي على الأسماك مثل تدني النمو، زيادة معدل التحويل الغذائي وارتفاع معدلات النفوق. وإكتظاظ الحوض بالأسماك يؤثر بصورة مباشرة على فسيولوجيا هذه الأسماك وذلك من خلال سلوكها الاجتماعي behaviour social. وتربية أسماك البلطي خصوصاً الزريعة بكثافات عالية في حيز محدود يؤدي إلى ما يعرف بالطبقية الاجتماعية hierarchy social حيث تظهر أفراد مسيطرة individuals dominant وهي أكبر حجماً وأخرى خاضعة للسيطرة subordinate individuals وهي أصغر حجماً. وظهور هذه الطبقة يؤدي إلى إجهاد الأسماك الواقعة تحت سيطرة الأسماك الأكبر حجماً والتي تمنعها من الوصول للطعام مما يؤدي لتخلف نموها (Dambo and Rana, 1992; Yousif, 1996, 2002). وفي الواقع فإن بعض المزارع وللتخفيف من هذه الطبقة تلجأ إلى عمليات مرهقة لتدريج الأسماك حسب أطوالها وتفصل الأسماك الصغيرة عن الأسماك الكبيرة (Landau, 1992). ولكن التجارب أثبتت أن هذه الطبقة سرعان ما تبدأ بالتكون من جديد بين الأسماك التي يتم فصلها حسب الأطوال وذلك أن هذه الأفراد وبالرغم من تساوي أطوالها إلا أن أوزانها تختلف ولوبصورة طفيفة وهذه الفروق في الأوزان ربما تكون كافية لسيطرة الأسماك الأعلى وزناً على الأسماك الأقل منها (Yousif, 1996).

وبجانب ذلك فقد تلاحظ أن الذكور ونسبة لنموها السريع فإنها تمارس نوعاً من السيطرة العدوانية على الإناث aggression مسببة لها بعض الجروح البليغة والتي قد تؤدي لنفوقها. وفي أحواض التفريخ خصوصاً الصغيرة فإن بعض المربين يعمدون إلى قص أو إزالة عظم الفك العلوي الأمامي للذكور لمنع مهاجمتها للإناث (الشكل 13-2).



الشكل (٢-١٣): إزالة الفك العلوي الأمامي.

والطريقة العملية لتفادي الطبقية وما ينتج عنها من تدني في النمو والإنتاج، اختيار النسب المناسبة للتخزين لمختلف أحجام أسماك البلطي مع الأخذ في الاعتبار اختيار المعدل المناسب للتغذية (الجدول 7).

الجدول (٧): نسب تخزين البلطي حسب تدرج الأحجام من الزريعة وحتى الأسماك الكبيرة

| معدل التغذية (%) | فترة النمو (يوم) | معدل النمو (جرام/اليوم) | الوزن (جرام) | | نسبة التخزين (سمكة/المتر ³) |
|------------------|------------------|-------------------------|--------------|---------|---|
| | | | الابتدائي | النهائي | |
| 15 – 20 | 30 | - | 0.5 – 1 | 0.02 | 8000 |
| 10 – 15 | 30 | - | 5 | 0.5 – 1 | 3200 |
| 7 – 10 | 30 | 0.5 | 20 | 5 | 1600 |
| 4 – 7 | 30 | 1 | 50 | 20 | 1000 |
| 3.5 – 4 | 30 | 105 | 100 | 50 | 500 |
| 1.5 – 3.5 | 50 | 2.5 | 250 | 100 | 200 |
| 1 - 1.5 | 70 | 3 | 450 | 250 | 100 |

طرق التحكم في التناسل

Techniques for controlling reproduction :

إن توالد أسماك البلطي غير المتحكم فيه في أحواض التربية يؤدي إلى إكتظاظ overcrowding الأحواض وبالتالي يعيق نموها وتكون النتيجة أن مجموعة الأسماك تكون صغيرة الحجم وغير قابلة للتسويق. ولتفادي هذا الوضع فقد تم تجريب العديد من الطرق غير الوراثة non-genetic والوراثة genetic.

١- الطرق غير الوراثة

Non-genetic methods of population control:

قلب الجنس بالهرمونات

Hormonal sex reversal

تعتمد هذه الطريقة على إستخدام الهرمونات الجنسية لقلب جنس الأسماك كلها أو معظمها إلى ذكور أو إناث. فالهرمونات الذكورية أو الأندروجينات androgens مثل 17 ألفا ميثايل تيسيتيسترون (MT, methyltestosterone) تستخدم لقلب جنس الإناث إلى ذكور males phenotypic بينما تستخدم الهرمونات الأنثوية أو الإستروجينات oestrogens مثل الإستراديول 17β-estradiol لقلب جنس الذكور إلى إناث (Guerrero, 1975; Macintosh, 1985; Lone and Ridha, 1993; Green and Coddington, 1994, 1995; Pandian and Sheela, 2000;). والمعالجة بالهرمونات لا تؤثر على التركيب الوراثي (genotype) للأسماك ولكنها توجه تعبيرات الشكل المظهري (phenotype). وعليه فإن الأسماك المقلوبة جنسياً كذكور مثلاً تكون مظهرياً من جنس الذكور ولكنها تحتفظ بصفات الوراثة كإناث.

تعتمد كفاءة هذه الطريقة على نوعية الهرمون، معدل الجرعة المستخدمة، طريقة الإستخدم وتوقيت إستخدام الهرمون. وتستخدم الهرمونات عندما تكون المناسل gonads غير متميزة جنسياً undifferentiated أي أنها لم تتطور بعد إلى مبايض ovaries أو خصي testes علماً بأن التمايز الجنسي في البلطي يحدث خلال 8 إلى 25 يوماً من لحظة فقس البيض وذلك حسب الظروف البيئية المحيطة (Green and Coddington, 2000). والتوقيت المناسب لبدء إعطاء الجرعات لأسماك البلطي هو عندما تمتص كيس المح

absorption sac yolk وتتحوّل من التغذية الداخلية feeding endogenous إلى التغذية الخارجية feeding exogenous أي خلال 3-7 أيام من فقس البيض. وتستمر تغذيتها بالهرمونات طوال فترة التمايز الجنسي sexual differentiation وتقدر في أسماك البلطي الموزمبيقي *O. mossambicus* بحوالي 30 إلى 50 يوماً وفي أسماك البلطي النيلي *O. niloticus* بأقل من 60 يوماً وفي البلطي الأزرق *O. aureus* بحوالي 30 إلى 60 يوماً ولهذا ولضمان إحداث التأثير المطلوب فإن تغذية الأسماك بالعلف المعالج بالهرمونات تستخدم عملياً لمدة 20-30 يوماً. وحيث أن الهدف دائماً في أسماك البلطي هو إنتاج الذكور سريعة النمو فإن أغلب معالجات الأسماك تتم بالهرمونات الذكرية androgens. وإنتاج الذكور من خلال هذه الطريقة يعتبر أكثر الطرق نجاحاً وأقلها تكلفةً من الناحية الاقتصادية. ولتطبيق هذه الطريقة فإنها تحتاج لحوالي 15% من مساحة المزرعة لرعاية الأمهات، التفريخ، حضن البيض، معالجة ورعاية اليرقات وتربية الأصبعيات (Pompa, 2000).

والهرمونات الذكرية التي تستخدم بنجاح في قلب جنس الأسماك إلى ذكور هي 17 ألفا ميثايل تيسستستيرون 17α -methyltestosterone (MT) و 17 ألفا إيثيلين تيسستستيرون 17β -ethynyltestosterone (ET) وبعض الهرمونات المخلّقة الأخرى مثل خلايا الديهايدروتيسستستيرون 1-dehydrotestosterone (DHT) acetate، والأوكساندرولون (ON) oxandrolone، 19- خلايا نورثيستستيرون 19-norethisterone (NE) acetate وغيرها. ونسبة قلب القطيع إلى ذكور باستخدام هرمون 17 ألفا ميثايل تيسستستيرون تبلغ عادة 95%.

وتشمل الخطوات العملية لإستخدام الهرمونات في قلب جنس يرقات البلطي النيلي إلى ذكور males phenotypic على ما يلي:

1- إعداد عليقة اليرقات التي سيتم خلطها بالهرمونات والتي يجب أن تكون متكاملة من حيث المكونات الغذائية وسائغة palatable. ومع إن إستخدام عليقة نسبة البروتين فيها 20% فقط كانت ناجحة إلا أنه يوصى أن تكون نسبة البروتين فيها 25-45% وأن يضاف لها الفيتامينات والعناصر المعدنية. وكما يمكن إستخدام عليقة الدواجن البادئة وإضافة مسحوق الأسماك لها لرفع نسبة البروتين ولتكون أكثر إستساغة ليرقات الأسماك. وبعد إعداد العليقة يتم طحنها ونخلها بمنخل فتحاته 0.6 ملليمتر وعموماً يوصى أن يكون حجم

حببيبات العلف ليرقات البلطي في حدود 400 إلى 1000 ميكرون (Green and Pompa, 1990). 2- لكل واحد كيلوجرام من عليقة اليرقات المراد معالجتها بالهرمون يتم تذويب 60 مليجرام من هرمون 17 ألفا ميثايل تيستيستيرون في 50 مليلتر من الإيثانول ethanol 95% (الكحول الإيثيلي ethyl alcohol) ومن ثم يتم رفع حجم المحلول إلى 200-500 مليلتر بإضافة الإيثانول. وبعدها يتم وبيطه إضافة المحلول لواحد كيلوجرام من عليقة اليرقات مع الخلط المستمر لضمان تشرب كل العليقة بالمحلول ومن ثم تنشر العليقة على صواني مسطحة وتركها تحت درجة حرارة الغرفة حتى يتبخر الكحول تماماً. وبعد جفاف العليقة يتم وضعها في أكياس محكمة الإغلاق وتخزينها في الفريزر أو في التلاجة لحين إستخدامها. وكل كيلوجرام من العليقة المعالجة بالهرمون تكفي لقلب الجنس في 2500 إلى 4000 يرقة وذلك اعتماداً على حجم اليرقات التي يتم تغذيتها وعلى هذا الأساس يمكن وحسب كمية اليرقات المراد قلب جنسها حساب كمية العليقة اللازمة لها ومعالجتها بالهرمون دفعة واحدة وتخزينها في مكان مظلم بارد أو في الفريزر أو التلاجة في أكياس محكمة الإغلاق. ويمكن أن يتم قلب الجنس من يرقات البلطي النيلي خلال 20 يوماً ولكن يوصى أن تستمر الفترة 28-21 يوماً (4-3 أسابيع) لضمان تحقيق أعلى نسبة نجاح.

3- عموماً يتم تعميم حوض تربية اليرقات بواقع 3000 - 4000 يرقة/م² وتتم تغذيتها بواقع 20-15% من وزن جسمها في اليوم ولمدة 7 أيام/ الأسبوع وتقسّم هذه الكمية إلى 4 وجبات متساوية تغذى أثناء اليوم (مثلاً الساعة 8 ص، 10 ص، 14 ظ، 16 عصراً). ويتم البدء في تغذية اليرقات في اليوم الذي يتم فيه إمتصاص كبس المح وتنتقل إلى التغذية الخارجية (exogenous feeding) ويتم خلال فترة قلب الجنس تعديل كمية العليقة اليومية إلى أن تصل في نهاية الفترة إلى 10% من وزن الجسم. وحيث أن وزن اليرقات يمكن أن يتضاعف خلال إسبوع واحد تحت درجة حرارة 30-28م فلا بد من تعديل كمية العليقة بصفة مستمرة. ولحساب الكميات اليومية حسب وزن اليرقات فقد إقترح Pampa and Green (1990) المعادلة التالية لحساب وزن اليرقات من خلال طول الجسم:

$$\text{وزن 1000 يرقة (جرام)} = 0.02 \times \text{متوسط طول اليرقة (3مليميتر)}$$

واعتماداً على هذه المعادلة فقد تم اقتراح الجدول التالي لنسبة العليقة اليومية لعدد 1000 يرقة (الجدول 8).

الجدول (٨): كمية العليقة اليومية حسب متوسط الطول الكلي ليرقات البلطي النيلي (Pampa and Green, ١٩٩٠).

| كمية العليقة اليومية لآلاف يرقة (جرام) | نسبة العليقة اليومية (%/وزن الجسم) | وزن 1000 يرقة (جرام) | متوسط طول الجسم (مليمتر) |
|--|--|-------------------------|--------------------------------|
| 2 | 20 | 10.24 | 8 |
| 3 | 20 | 14.58 | 9 |
| 4 | 20 | 20 | 10 |
| 5 | 17 | 26.62 | 11 |
| 6 | 15 | 34.56 | 12 |
| 7 | 15 | 43.94 | 13 |
| 8 | 15 | 54.88 | 14 |
| 10 | 15 | 67.50 | 15 |
| 11 | 13 | 81.92 | 16 |
| 13 | 13 | 98.26 | 17 |
| 15 | 13 | 116.64 | 18 |
| 16 | 12 | 137.18 | 19 |
| 17 | 11 | 160 | 20 |
| 19 | 10 | 185.22 | 21 |
| 21 | 10 | 212.96 | 22 |
| 24 | 10 | 243.34 | 23 |
| 27 | 10 | 276.48 | 24 |
| 30 | 10 | 276.48 < | 24< |

بعد فترة تغذية اليرقات بالعليقة المعالجة بالهرمونات (28-21 يوم) يتوقع الحصول على ذكور بنسبة تتراوح بين 97-100%. وبعد نهاية هذه الفترة يمكن أن تصل نسبة بقاء اليرقات 70-90% وأن يصل متوسط وزن جسم صغار البلطي أوالزريعة -0.1-0.3 جرام ومتوسط طولها 18-25 مليمتر وأن غالبية الزريعة (95%) يكون متوسط طول جسمها فوق 14 مليمتر. وفي حال ملاحظة وجود زريعة صغيرة الحجم (13 مليمتر أوأقل) يتم إستبعادها لأن هناك إحتماً كبيراً بأن الغالبية في هذه المجموعة هي إناث لم يتحقق قلب الجنس فيها. ولضمان تحسين نموالزريعة خلال فترة المعالجة فيوصى أن يكون معدل التعمير (stocking density) في الأسبوع الأول 1000 يرقة/المتر² وفي الأسبوع الثاني 500 يرقة/المتر² وفي الأسبوع الثالث 250 يرقة/المتر² وفي الأسبوع الرابع 125 يرقة/المتر².

للتأكد من قلب جنس اليرقات بعد المعالجة بالهرمون فلا بد من فحص مناسل عينة من هذه اليرقات تحت الميكروسكوب. ولهذا الغرض يتم أخذ عينة عشوائية تتكون من حوالي 300 يرقة وتربيتها من خلال تغذيتها بالعلف غير المعالج بالهرمون حتى

يصل متوسط طولها إلى 5 ملم أو أكثر. ومن هذه المجموعة يتم أخذ عينة عشوائية تتكون من 100 يرقة وحفظها في محلول 10% الفورمالين ولفترة أقلها 10 أيام. وطريقة فحص الحلمة التناسلية papilla genital للتمييز بين الذكور والإناث تعتبر مجدية في حالة اليرقات المعالجة بالهرمونات لأنه وجد أن بعض اليرقات التي قد تبدو حلماتها التناسلية كذكور فربما تحمل مناسل مختلفة كأن تكون خصي أو مبايض أو مناسل خنثوية (intersex) أي مشتركة الجنس (et Al., 1993 Phelps). ولهذا فيوصى بإتباع طريقة الهرس بالكارماين الأسيتوني (method squash acetocarmine) حيث يتم وضع عينة من مناسل (gonads) اليرقات على شريحة الميكروسكوب الزجاجية وصبغها بصبغة الكارماين الأسيتوني (stain acetocarmine) تم تغطيتها بغطاء الشريحة وضغطها بطريقة خفيفة لهرس العينة ومن ثم فحصها تحت الميكروسكوب حيث يمكن التمييز بين الخلايا البيضية الصغيرة والخلايا المنوية. وصبغة الكارماين الأسيتوني صبغة قرمزية يتم تركيبها من 100 مليلتر من حمض الخليك الجليدي 45% (acid acetic glacial) ونصف جرام من الكارماين (carmine) وتسخين الخليط لمدة 5 دقائق وبعد تبريده يتم فلتريته بواسطة ورقة ترشيح واستخدامه (Shelton and Guerrero, 1974). وهناك أصباغ أخرى يمكن استخدامها الفاست جرين (green fast) والهيموتوكسين (hemotoxin). وحفظ اليرقات في الفورمالين لمدة أقلها 10 أيام قبل فحصها مهم لأنه في حالة حفظها أقل من هذه المدة فإن أنسجة المناسل ستظل مطاطة وتصبح إزالتها من اليرقات. وتعتبر المعالجة بالهرمونات ناجحة في حالة الحصول على نسبة من الذكور أقلها 95% من العينة.

وبالرغم من نجاح هذه الطريقة لإنتاج ذكور البلطي وممارستها بطريقة واسعة في العالم فإن هناك بعض المحاذير التي يجب مراعاتها ليكون تطبيق هذه الطريقة آمناً. وأهم هذه المحاذير هي أن تغذية الأسماك بالعلف المعالج بالهرمونات وفي حال عدم الإستخدام المرشد لها وفي حال إنعدام الضوابط المنظمة لهذا الإستخدام فربما يؤدي ذلك إلى بقاء آثار من الهرمون في عضلاتها وبالتالي فربما تشكل خطراً على صحة المستهلك هذا بجانب المخاطر التي يشكلها مثل هذا الإستخدام على البيئة الطبيعية المحيطة بالمفقس. ولكن وفي حال الإلتزام بضوابط الإستخدام الآمن لهذا الهرمون لقلب الجنس في أسماك البلطي فقد أثبتت الدراسات أن مستويات الهرمون في جسم الأسماك وبعد حوالي 100 - 120 ساعة من آخر وجبة عليقة معالجة تكون في معدلها الطبيعي وبالتالي فقد اعتبرت العديد من الدول أن استهلاك أسماك البلطي التي تمت معالجتها

خلال مراحلها العمرية الأولى بالهرمونات بغرض قلب الجنس وتمت تربيتها لفترة أقلها 5 أشهر يعتبر آمناً ولا يشكل خطراً على صحة الإنسان (Guerrero, 2008). ومن الطرق الأخرى لقلب الجنس في أسماك البلطي هي تغطيس البيض المملح أو اليرقات حديثة الفقس وحتى عمر 14 يوماً بعد الفقس في محلول يحتوي على الهرمون الإستيرويدي مرة واحدة لمدة 4-2 ساعة أو تكرار التغطيس لنفس المدة. ويتراوح تركيز الهرمون ما بين 1.8-2 مليجرام/الليتر. ولقد بلغت نسبة الذكور في اليرقات المعالجة ما بين 86 إلى 90% ولكن هذه الطريقة ما زالت في طور التجارب العملية ولم تطبق على نطاق تجاري (Leboute and Afonso, 2003).

٢- استخدام الأسماك المفترسة : Use of predators

في هذه الطريقة تتم تربية أسماك البلطي مع أسماك أخرى مفترسة مثل القرموط الأفريقي *African catfish*, *Clarias gariepinus* وأسماك العجل النيلي Nile perch , *Lates niloticus*. وتعتمد الطريقة على استهلاك الأسماك المفترسة لأسماك البلطي الصغيرة مما يتيح الفرصة للأسماك الأكبر حجماً للنمو ويمكن بهذه الطريقة إنتاج أسماك تجارية من البلطي بجانب إنتاج إضافي من الأسماك المفترسة. ونتائج هذه الطريقة متفاوتة ففي بعض الحالات التي لا يراعى فيها التناسب بين حجم وعدد أسماك البلطي وعدد وحجم الأسماك المفترسة فإن النتائج تكون عادة سلبية. وفي بعض الحالات التي تسوء فيها الظروف البيئية للتربية فإن أسماك البلطي لها مقدرة عالية لتحمل مثل هذه الظروف بينما بعض الأسماك المفترسة لا تستطيع التكيف مع هذه الظروف فترتفع نسبة نفوقها.

٣- تربية الجنس الواحد Monosex culture:

تعتبر هذه الطريقة هي الأكثر كفاءة والأكثر استخداماً من بين الطرق الأخرى للحد من سلبيات التوالد الزائد لأسماك البلطي. وتعتمد هذه الطريقة على تربية جنس واحد وغالباً ما يكون جنس الذكور والتي يتم الحصول عليها إما من خلال الفرز اليدوي *hand sexing* أو قلب الجنس *sex reversal* باستخدام الهرمونات أو من خلال التهجين *hybridization*. وتتم تربية الذكور لتفوق معدل نموها مقارنة مع الإناث. وبالمقارنة بين الطريقتين فإن استخدام الفرز اليدوي

للذكور وإستبعاد الإناث تعتبر طريقة مرهقة وتستهلك الوقت وغير عملية لأن عملية الفرز اليدوي خاضعة للخطأ البشري في إختيار بعض الإناث على أنها ذكور وعادة تبلغ نسبة هذا الخطأ ما بين 3 إلى 10% (Pompa and Green, 1990). وبالتالي فإن وجود الإناث ولوبأعداد قليلة في أحواض التسمين سيؤدي لنفس مشكلة التوالد غير المرغوب فيه. هذا غير أنها تحتاج لحوالي 30% من مساحة المزرعة لرعاية الأمهات والتفريخ ورعاية اليرقات وتربية الصبغيات حتى وزن 20-30 جرام ليتم فرزها.

٤. التعقيم التناسلي Reproductive sterilization:

تعتمد هذه الطريقة على إستخدام الهرمونات بنسب أعلى من تلك المطلوبة لقلب الجنس reversal sex لإنتاج جيل من الأسماك العقيمة جنسياً مما يمنع توالدها في أحواض التربية ولكن نتائج هذه الطريقة لم تثبت نجاحها العملي ولم يتم تطبيقها على النطاق التجاري وبقيت على المستوى التجريبي فقط. ومن أسماك البلطي التي تم تجريب هذه الطريقة عليها هي البلطي الماكروجير T. machrochir حيث تمت تغذيتها في طور اليرقات السابحة fry up-swim بهرمون ألفا ميثايل تيستوسترون 17-methyl testosterone بنسبة 40 مليجرام لكل كيلوغرام ولدة 90 يوماً وكان الناتج ذكوراً عقيمة (Shepherd and Bromage, 1992) ومن الطرق الأخرى التي تم تجريبها لإحداث العقم في أسماك البلطي هي طريقة إحداث تغيير في كروموسومات الأسماك من خلال تعريض البيض الملقح لصدمات حرارية وإنتاج أسماك ثلاثية الكروموسوم triploid ولكن أغلب الأسماك الناتجة من هذه الطريقة تكون خصبة fertile ولكن مناسلها gonads تنمو ببطء مقارنة مع الأسماك ثنائية الكروموسوم diploid. والطريقة الثالثة التي تم تجريبها لإحداث العقم هي تعريض صغار الأسماك لجرعة محسوبة بعناية من الأشعة irradiation مثل أشعة جاما gamma radiation وبالرغم من نجاح هذه الطريقة في تعقيم الذكور والإناث إلا أنها تبقى في طور التجربة البحتة.

٥. التربية في الأقفاص Cage culture؛

تربية أسماك البلطي في الأقفاص تعتبر إحدى أدوات التحكم في سلبيات التوالد الزائد لأسماك البلطي ولكنها تبدو ذات قيمة محدودة من الناحية التجارية. وتعتمد هذه الطريقة على أن الشباك العائمة تسمح بسقوط البيض بمجرد وضعه في الماء وبذلك يتم تفادي مشكلة الإكتظاظ الناتجة من التوالد المستمر وما يتبعها من سلبيات.

٦- استخدام معدلات عالية من الكثافة التخزينية Use of high stocking density rates؛

إن استخدام كثافات عالية من الأسماك في وحدة المساحة أو الحجم يحد من توالد الأسماك الزائد ولكن سلبيات هذه الطريقة أن هذه الكثافات العالية نفسها تحد من النمو الطبيعي للأسماك وينتج عنها أسماك صغيرة الحجم وهي نفس المشكلة التي تنتج من التوالد الزائد للأسماك في الأحواض.

٧- استخدام الطرق الوراثية Genetic methods of population control؛

تشمل هذه الطرق التهجين بين الأنواع (hybridization interspecific) لإنتاج مجموعة كاملة من الذكور، استخدام الأفراد المقلوبة جنسياً كأمهات (Use of sex-reversed fish as broodstock) معالجة الأسماك بالهرمونات الجنسية الذكرية لإنتاج مجموعة كاملة من الذكور أو على الأقل غالبية من الذكور، إنتاج الذكور السوبر (super males) وهي ذكور تحمل كروموسومي الذكر YY بدلاً عن الكروموسومات الذكرية العادية، إنتاج الأسماك ثلاثية الكروموسومات (fish triploid) من خلال إحداث تغيير في كروموسومات أسماك البلطي عن طريق تعريض بيضها بمجرد تلقيحه إلى صدمة حرارية أو باردة أو للضغط أو باستخدام الكيماويات وإنتاج بلطي المزارع المحسن وراثياً (GIFT – tilapia farmed improved genetically).

الباب الثالث

التحسين الوراثي Genetic improvement

بالرغم من أن أسماك البلطي تتميز ببلوغها الجنسي المبكر عند عمر لا يتجاوز بضعة أشهر وسهولة تفريخها طبيعياً في برك وأحواض التربية إلا أن هذه الخاصية لها سلبياتها حيث أن التوالد الزائد proliferation وبدون تحكم يؤدي لاكتظاظ overcrowding برك وأحواض التربية بصورة مفرطة تعيق نمو الأسماك المختارة للتربية في مساحة محدودة نتيجة للتنافس على الغذاء والموارد الأخرى لهذا الحيز المحدود. والمحصلة النهائية هي أن الإنتاج النهائي للحوض يكون عبارة عن أسماك صغيرة غير مقبولة لدى المستهلك. ولهذا فإن معظم الأبحاث لتطوير تربية أسماك البلطي قد تمحورت حول إيجاد الطرق المثلى التي تحد من توالد هذه الأسماك وإيجاد وسائل للتحكم به أولتحسين النسل. وذكر البلطي هي المفضلة لدى المربين نسبة لسرعة نموها مقارنة مع الإناث وذلك بسبب أن تركيب جسم ذكور البلطي يحتوي على كمية عضلات أكثر من الإناث التي يحتوي جسمها على نسبة دهون أكثر وأيضاً فإن الإناث تستهلك الكثير من الطاقة خلال عمليات التكاثر المتكررة وفي عمر مبكر وذلك ابتداءً من تكوين البيض ووضعه تم حضانته في فمها لمدة قد تصل إلى 5-7 أيام حتى يفقس ومن ثم رعاية اليرقات وحمايتها ولمدة قد تصل إلى 10 أيام وطوال الفترة بعد وضع البيض فإن الإناث لا تتغذى أبداً وتكرر هذه العملية مرة كل 4-6 أسابيع خلال موسم التكاثر. ولهذه الأسباب فإن معدلات نمو الإناث تكون ضعيفة مقارنة بالذكور التي لا تتوقف عن التغذية والنمو طوال فترة التربية. ولهذا فإن الأبحاث تركزت على إيجاد طرائق عدة لإنتاج أجيال كلها أو معظمها من الذكور مثل التهجين hybridization بين الأنواع أو قلب الجنس reversal sex وغيرها.

التهجين بين الأنواع المختلفة Interspecific hybridization :

أستخدم التهجين بين الأنواع المختلفة للأسماك لإستنباط سلالات ذات مردود إقتصادي من خلال زيادة معدل النمو وكفاءة استخدام الأعلاف، تعديل نسبة الذكور للإناث، إنتاج هجائن عقيمة، تحسين نوعية اللحم، تحسين مقاومتها للأمراض، تحسين مقاومتها للظروف البيئية الصعبة (al et Dunham, 2001).

الجدول (٩): بعض أسماك البلطي الهجين بين أنواع وأجناس البلطي (Wohlfarth and Hulata ١٩٨٣).

| جنس النسل الناتج | التهجين |
|------------------------|--|
| أغلبه ذكور | O. niloticus x O. spilurus* |
| كله ذكور | O. niloticus x O. aureus |
| كله ذكور | O. niloticus x O. hornorum |
| أغلبه ذكور | O. niloticus x O. mossambicus* |
| كله ذكور | O. mossambicus x O. hornorum |
| أغلبه ذكور | O. mossambicus x O. spilurus* |
| كله ذكور | O. spilurus x O. hornorum |
| أغلبه ذكور | O. hornorum x O. aureus* S. melanotheron x O. mossambicus |
| كله إناث | T. zillii x O. spilurus* |
| كله إناث | T. zilli x T. rendalli* |
| نسبة الذكور للإناث 1:1 | |

* غير معروف جنس sex كل نوع

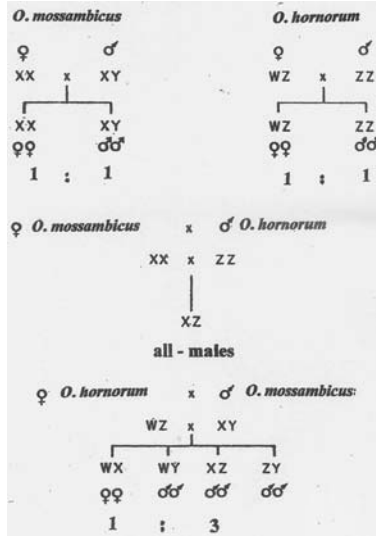
وبجانب ذلك فإن العديد من محاولات تهجين بعض الأنواع مع بعضها قد باءت بالفشل ولم ينتج عنها نسل حيوي وفي حالات أخرى كان النسل الناتج قليل العدد مقارنة مع تناسل كل نوع intraspecific (الجدول 10). وفشل التفريخ بين هذه الأنواع أوقلة النسل قد يعود لبعض الموانع الفسيولوجية أو الجغرافية.

الجدول (١٠): بعض حالات التهجين غير الناجح في أسماك البلطي (Wohlfarth and Hulata ١٩٨٣).

| النتيجة | التهجين |
|-----------------|---------------------------------|
| لم ينتج عنه نسل | O. mossambicus x S. melantheron |
| لم ينتج عنه نسل | O. aureus x T. zillii |
| لم ينتج عنه نسل | T. zillii x O. aureus |
| لم ينتج عنه نسل | T. zilli x S. galilaeus |

تحديد الجنس Sex determination:

إن الآلية الوراثية في تحديد جنس أسماك التلابيا تحظى باهتمام خاص من الناحيتين النظرية والعملية وذلك لأن التناسل بين بعض أنواعها ينتج عنه نسل كامل من الذكور. وأول المحاولات التي نتج عنها نسل كامل من الذكور (F1) هي عندما تم تهجين إناث البلطي الموزمبيقي *O. mossambicus* مع ذكور البلطي الهورنورم *O. hornorum* وتبعها العديد من حالات التهجين بين أنواع أخرى والتي نتج عنها أيضاً جيل كامل من الذكور وذلك مثل تهجين إناث البلطي النيلي *O. niloticus* مع ذكور البلطي الأزرق *O. aureus* وإناث البلطي النيلي مع ذكور البلطي الهورنورم. وعند عكس هذا التزاوج بين إناث البلطي الهورنورم وذكور البلطي النيلي أو ما يعرف بالتهجين العكسي cross reciprocal فإن النسل (F2) تكون من خليط من الذكور والإناث بنسبة 1:3 وعند تناسل هذه الذكور والإناث مع الأمهات والآباء فقد نتج عنها أيضاً نسل (F3) من الذكور والإناث ولكن بنسبة 1:1 (الشكل 1-3)



الشكل (1-3): آلية الكروموسومات في تحديد الجنس في أسماك البلطي (Wohlfarth and Hulata 1983). ولتوضيح هذه النتائج فقد تم اقتراح وجود نظام ثنائي من كروموسومات تحديد الجنس في أسماك البلطي. ويقترح هذا النظام أن أنواع أسماك البلطي من جنس الأوريوكروميس *Oreochromis* مثلاً يمكن تقسيمها إلى مجموعتين: المجموعة الأولى تكون فيها الإناث مثلما في الثدييات ذات أمشاج متماثلة (XX) (homogametic) والذكور ذات أمشاج مختلفة (XY) heterogametes وفي المجموعة

الثانية تكون الذكور مثلما في الطيور فيها ذات أمشاج متماثلة (ZZ) والإناث ذات أمشاج مختلفة (WZ). وهذه تعني أن التزاوج بين أنواع المجموعة الواحدة (ZZ x XX x XY or WZ) ينتج عنه نسل من الذكور والإناث بنسبة ١:١ وتزاوج أنثى من المجموعة الأولى (XX) مع ذكر من المجموعة الثانية (ZZ) ينتج عنه نسل كامل من الذكور males-all. وفي حال تزاوج أنثى من المجموعة الثانية (WZ) مع ذكر من المجموعة الأولى (XY) فإن الناتج يكون خليطاً من الذكور والإناث بنسبة 1:3. وحسب هذه النظرية فإن أسماك البلطي النيلي *O. niloticus*، الموزمبيقي *O. mossambicus* والبلطي الأسود *O. spilurus* تنتمي للمجموعة الأولى التي تكون إناثها ذات أمشاج متماثلة (XX) وأسماك البلطي الهورونوروم *O. hornorum* والبلطي الأزرق *O. aureus* تنتمي للمجموعة الثانية التي تكون ذكورها ذات أمشاج متماثلة (ZZ) وبالتالي عند تزاوج الإناث من المجموعة الأولى مع المجموعة الثانية يكون النسل الناتج كله ذكوراً (الشكل 1-3).

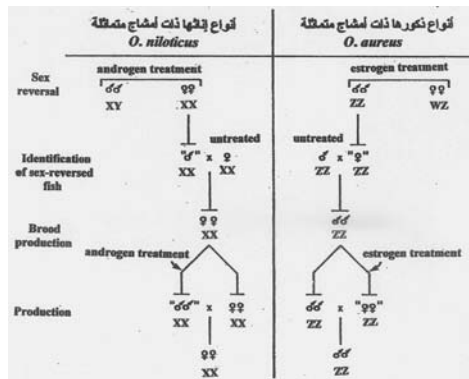
وقد تم تحديد عدد الكروموسومات في عددٍ من أسماك البلطي (الجدول 11) وفي معظم الأنواع فإن العدد المزدوج من الكروموسومات هو 44. وفي كل الحالات فلم يلاحظ أبداً وجود أي زوج من الكروموسومات شكله مغاير للمألوف heteromorphic مما يمكن إعتباره كروموسوم جنسي chromosome sex. وتعتبر الحالات التي تلاحظ فيها أزواج من الكروموسومات المغايرة هي حالات استثنائية لايقاس عليها.

الجدول (١١) عدد الكروموسومات في بعض أسماك البلطي (Wohlfarth and Hulata ١٩٨٣).

| عدد الكروموسومات المزدوجة | النوع |
|---------------------------|--|
| 40 | <i>O. niloticus</i> |
| 44 | <i>O. aureus</i> |
| 44 | <i>O. mossambicus</i> |
| 44 | <i>S. galilaeus</i> |
| 44 | <i>T. rendali</i> |
| 44 - 38 | <i>T. zillii</i> |
| 42 | <i>T. spermanii</i> |
| 44 | <i>O. niloticus</i> x <i>O. aureus</i> |

إستخدام الأفراد المقلوبة جنسياً كمهات Use of sex-reversed fish as broodstock

تعتمد هذه الطريقة على معالجة الأسماك بالهرمونات الجنسية الذكرية androgen- hor mones لإنتاج مجموعة كاملة من الذكور أو على الأقل غالبية من الذكور. ولكن هذه الطريقة تعتبر غير عملية وتحتاج لتجهيزات ومهارات عالية لا تتوفر في أغلب المفاقد حول العالم. هذا بجانب أن الإستخدام غير المنضبط لهذه الهرمونات يمكن أن يشكل تهديداً على صحة المستهلكين لهذه الأسماك المعالجة. وكبديل لهذه الطريقة فإن الأفراد ذات الأمشاج المتماثلة homogametic والمقلوبة جنسياً reversed-sex يمكن تزاوجها مع الأفراد ذات الأمشاج المتماثلة العادية untreated لإنتاج أفراد ذات جنس واحد من الذكور أو الإناث. فكما هو موضح في الشكل (2-3) فإن معالجة يرقات اسماك البلطي الأزرق *O. aureus* الناتجة من التفريخ العادي (WZ x ZZ) بالهرمونات الجنسية الأنثوية أو الإستروجين treatment estrogen ينتج جيلاً كاملاً من الإناث ذات الصفات الظاهرة phenotypic females والتي عند تزاوجها مع ذكور البلطي الأزرق غير المعالجة بالهرمونات (ZZ) untreated x ZZ) تنتج جيلاً كاملاً من الذكور. وعند تزاوج هذه الذكور مع الإناث الناتجة من المعالجة بالهرمونات الجنسية الأنثوية (ZZ x ZZ) فإنها تنتج جيلاً كاملاً من الذكور. ونفس الشيء يلاحظ في أسماك البلطي النيلي *O. niloticus* فعند معالجة يرقاتها الناتجة من التفريخ العادي (XX x XY) بالهرمونات الجنسية الذكرية أو الأندروجين treatment androgen فإنه ينتج جيلاً كاملاً من الذكور ذات الصفات الظاهرة males phenotypic والتي عند تزاوجها مع إناث البلطي النيلي غير المعالجة بالهرمونات untreated (XX x XX) فإنها تنتج جيلاً كاملاً من الإناث. وعند تزاوج هذه الإناث مع الذكور الناتجة من المعالجة بالهرمونات الجنسية الذكرية (XX x XX) فإنها تنتج جيلاً كاملاً من الإناث.



الشكل (2-3): مخطط إنتاج أسماك البلطي من جنس الأوريوكروميس عن طريق قلب الجنس (Wohlfarth and Hulata 1983).

ومن ناحية عملية فإن الإناث الناتجة من القلب الجنسي بواسطة الإستروجينات أو الذكور الناتجة من القلب الجنسي بواسطة الأندروجينات يتم التعرف عليها identification fish reversed-sex of من خلال إختبار النسل testing progeny وهو ما يحتاج إلى معرفة علمية بهذا النوع من الإختبارات الوراثية. وعليه فهذا النوع من الإستخدام للأسماك المقلوبة جنسياً كأمهات لا يمكن ممارسته في كل المفاصل. ومن ناحية أخرى فإن هذا النوع من التقنية لا يختلف كثيراً عن طريقة التهجين بين الأنواع hybridization interspecific. ومن مشاكل هاتين الطريقتين أن الأمهات brooders يجب حفظهما منفصلة وبعيداً عن الأمهات الأصلية لضمان عدم إختلاطهما وهذا الشيء يحتاج إلى تجهيزات ورعاية مكلفة إقتصادياً.

الذكور السوبر: (تقنية الذكور YY) Supermales (YY male technology) أو البلطي ذوالتركيب الوراثي الذكري (GMT) Genetically improved male tilapia

يعتبر إنتاج الذكور السوبر من أحدث التقنيات لإنتاج ذكور البلطي. والذكور السوبر هي الذكور ذات التركيب الوراثي YY (genotype YY) وهي تقنية طورتها جامعة سوانزي Swansea of University المتحدة بالتعاون مع جامعة لوزون Central Luzon University State بالفلبين لإنتاج ذكور أسماك البلطي tilapia المحسنة ذات الحجم الكبير وهي ذكور تحمل كروموسومي الذكر YY بدلاً عن الكروموسومات الذكرية العادية XY ولهذا فهي تسمى أيضاً البلطي ذوالتركيب الوراثي الذكري Genetically Improved Male Tilapia (GMT) (وذلك للتفريق بينها وبين الذكور المنتجة عن طريق قلب الجنس بإستخدام الهرمونات) والذكور المنتجة من خلال هذه التقنية سريعة النمو وتبلغ الحجم التجاري خلال حوالي 4 شهور مما يتيح الفرصة للمربين للحصول على 2 - 3 دورات إنتاج في العام. وتتميز الذكور السوبر كذلك بقوتها وتحملها لظروف التربية والترحيل القاسية وكما إنها تستخدم وبكفاءة المصادر الغذائية الرخيصة مثل الطحالب. ومن خلال الدراسات التي قارنت بين أداء الذكور السوبر YY وأداء الذكور الناتجة من قلب الجنس reversed-sex وأسماك البلطي النيلي العادية tilapia sex mixed normal فقد وجد أن الذكور السوبر تتفوق عليها جميعاً من حيث الحجم الكبير والمتجانس عند الحصاد والحياتية العالية (Mair et al. 1997; Tuan et al., 1999) (high survival rate).

تعتمد التقنية على التأثير الوراثي على الجهاز التناسلي للأسماك من خلال سلسلة من عمليات قلب الجنس reversal sex واختبارات النسل testing progeny والتجهين. وتزاوج هذه الذكور السوبر YY مع الإناث العادية XX فإن تنتج جيلاً كاملاً من الذكور التي تحمل الكروموسومات الذكرية العادية XY. وكذلك وعند تزاوج الذكور السوبر مع الإناث الناتجة من قلب الجنس (وهي عبارة عن ذكور YY تحمل أعضاء تناسلية إنثوية) فإن النسل الناتج يكون كله ذكوراً YY (Pandian and Varadaraj, 1989; Mair et al., 1997). وتطبق هذه التقنية حالياً على نطاق واسع في أسماك البلطي النيلي O. niloticus مع بعض المحاولات لإنتاج البلطي الأحمر tilapia red والموزمبيقي O. mossambicus.

الذكور العادية XY

يتم قلبها إلى إناث باستخدام الهرمونات

إناث XY (هي ذكور تحمل أعضاءً أنثوية)

يتم تزاوجها مع الذكور العادية XY

ذكور YY + ذكور XY + إناث XY + إناث XX

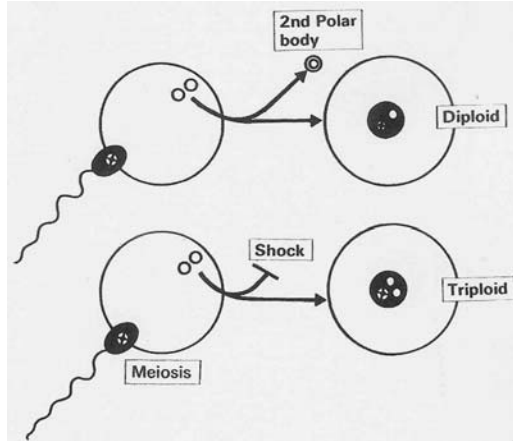
يتم تزاوجها مع الإناث العادية XX ذكور محسنة وراثياً XY

الشكل (3-3): تقنية إنتاج البلطي ذو التركيب الوراثي الذكرى (Subasinghe et al., GMT, 2003)

الأسماك ثلاثية الكروموسومات fish Triploid :

هي إحدى الطرق التي تسمح بالتخلص ولوجزئياً من مشكلة التوالد المفرط في الأسماك ثنائية الكروموسومات fish diploid وما يسببه ذلك من إكتظاظ في حوض التربية بصغار الأسماك دون السماح لأسمك التربية بالنمو والوصول للأحجام التسويقية. وتتلخص الطريقة في إحداث تغيير في كروموسومات أسماك البلطي عن طريق تعريض بيضها بمجرد تلقيحه إلى صدمة shock حرارية أو باردة أو للضغط أو باستخدام الكيماويات.

في الحالات الطبيعية فإن إنقسام البيضة يحدث عند دخول الحيوان المنوي للبيضة وتحمل خلية البيضة في هذه الحالة نصف المادة الوراثية للخلايا الجسمية somatic cells للأسماك البالغة. والخلية البيضية لها مجموعة كروموسومية واحدة haploid بدلاً عن إثنيتين وتتكون عن طريق الإنقسام الميوزي meiosis. وتأثير الصدمات هو منع منع الإنقسام النهائي لنواة الخلية وذلك عن طريق إحتفاظ البيض بالجسم القطبي body polar والحيلولة دون سقوطه (الشكل ٣-٣) وبذا تكون نواة البيضة ثنائية الكروموسوم diploid وتحتوي على مجموعتين كاملتين من الكروموسومات. وتلقيح البيضة بواسطة الحيوان المنوي أحادي الكروموسوم haploid يضيف مجموعة كروموسومية أخرى لنواة البيضة فتصير ثلاثية الكروموسوم triploid.



الشكل (٣-٤): إنتاج الأجنة ثلاثية الكروموسوم عن طريق الصدمات (Shepherd and Bromage, ١٩٩٢).

الطريقة العملية لإنتاج أسماك بلطي ثلاثية الكروموسوم تتم من خلال الحلب الصناعي للبيض من الإناث الناضجة والذي يمكن حفظه في المحلول الفسيولوجي (0.9% ملح طعام sodium chloride) لمدة ساعتين. ويتم كذلك الحلب الصناعي للسائل المنوي والذي يمكن حفظه في المحلول الفسيولوجي لمدة 24 ساعة داخل الثلاجة (4°م). يضاف السائل المنوي للبيض مع المحلول الفسيولوجي ويتم تلقيحها برفق مع بعضهما بواسطة ريشة طائر لضمان عدم تكسير البيض. والمحلول الفسيولوجي في هذه الحالة يساعد على تقليل حركة الحيوانات المنوية وبالتالي إطالة فترة حياتها لضمان نجاح التلقيح. وعند الحصول على محلول متجانس مما يعني أن السائل المنوي توزع بين البيض مما يسهل

عملية التلقيح. بعده يتم إضافة الماء والذي تكون درجة حرارته في حدود 28° م ويتم الإستمرار في تلقيح السائل مع البيض لمدة 5 دقائق لضمان تلقيح البيض. يتم فصل البيض الملحق من السائل بواسطة مصفى بلاستيكي sieve plastic والذي يتم غمره مباشرة مع البيض في حمام مائي bath water درجة حرارته ثابتة عند 41° م ولمدة 4 - 5 دقائق لإحداث ثلاثية الكروموسوم triploidy. وبعد ذلك يتم تحويل البيض مباشرة للحضانات تحت درجة ماء 28° م حتى يفقس. وقد تلاحظ أن ذكور وإناث البلطي ثلاثية الكروموسوم tilapia triploid تنمو أسرع من أسماك البلطي ثنائية الكروموسوم tilapia diploid. وبمقارنة النضج الجنسي فقد ثبت أن المناسل gonads في الأسماك ثلاثية الكروموسوم تنمو ببطء مقارنة مع ثنائية الكروموسوم التي تنمو بسرعة مما يجعلها تتوالد في عمر مبكر. وهذه الخاصية تتيح لأسماك البلطي ثلاثية الكروموسوم فرصة للنمو دون أن تتوالد مبكراً (Panddian and Vara Daraj, 1987; Brämick et al., 1995).

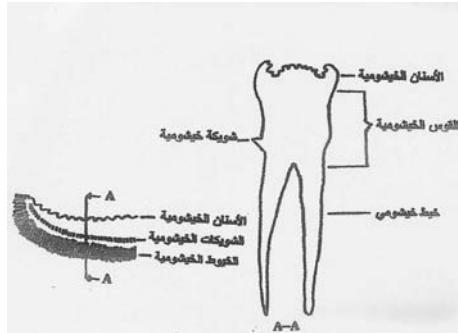
بلطي المزارع المحسن وراثياً - جيفت (Genetically Improved Farmed Tilapia - GIFT) :

سلالة مستنبطة من أسماك البلطي النيلي Oreochromis niloticus تم تطويرها في الفلبين بتمويل من المركز العالمي لإدارة الأحياء المائية - إكلارم ICLARM (حالياً مركز الأسماك العالمي Center Worldfish) وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية (UNDP) حيث تم في عامي 1988 و1989 إستيراد أربعة سلالات من البلطي النيلي البري من مصر، غانا، كينيا والسنغال وأضيف لها أربعة سلالات أخرى محلية مستوردة من قبل وتتم تربيتها في الفلبين. وقد نتج من خلال الإنتخاب والتحسين الوراثي لهذه السلالات الثمانية ما عرف فيما بعد بسلالة جيفت (Tilapia Improved Genetically - GIFT). ففي المرحلة الأولى من التجارب فقد تم تهجين هذه السلالات مع بعضها ولكن تلاحظ عدم تحسن النمو للسلالات الناتجة وعليه فقد تم تفريخ كل سلالة على حدة وإختيار الأحسن منها وتهجين الناتج ليكون قاعدة للأمهات التي أنتجت منها سلالة جيفت. ومنذ العام 1993 تمكنت الفلبين من إنتاج هذه السلالة على المستوى التجاري وتم نقل هذه التكنولوجيا إلى العديد من الدول الآسيوية وبعض دول العالم. وتتميز هذه السلالة بمقامتها للأمراض وسرعة نموها وقد بلغت الزيادة الكلية في معدل النمو لسلالة جيفت المنتخبة 85% مقارنة مع سلالات البلطي النيلي التي إستنبطت منها وأنها أعطت إنتاجاً أعلى من البلطي النيلي العادي بنسبة 49 - 54% (De Silva et al., 2004; ADB, 2005).

الباب الرابع التغذية Feeding

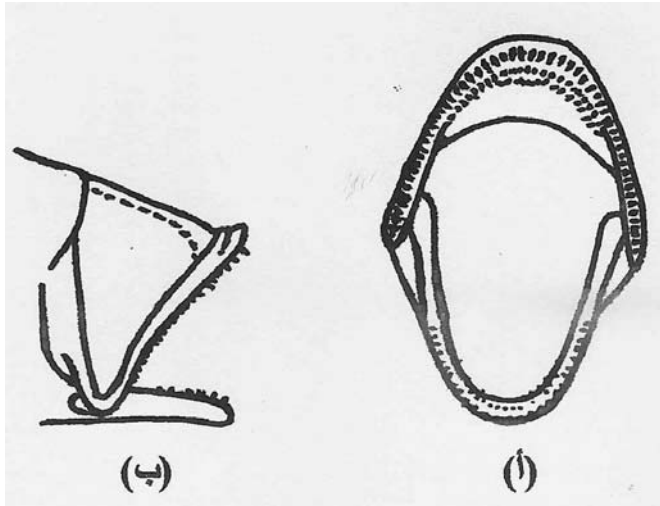
السلوك الغذائي والجهاز الهضمي Feeding behavior and digestive system :

تبتلع أسماك البلطي العديد من الكائنات الطبيعية مثل البلاكتون plankton، بعض النباتات المائية الكبيرة macrophytes aquatic، بعض اللافقاريات القاعية المائية benthic aquatic، الفتات أو البقايا العضوية من النباتات والحيوانات الميتة detritus والمواد العضوية المتحللة matter organic decomposing وغيرها. وفي كثير من الأحيان يتم تصنيف طريقة تغذية أسماك البلطي على أنها من الأسماك المُفَلترة filter feeders وذلك لأنها تعمل وبكفاءة على تصفية البلاكتون من الماء وابتلاعه. معظم أسماك البلطي لها أسنان خيشومية rakers gill قصيرة ومتباعدة ولكنها تعمل على حجز الهوائيم النباتية حتى الصغيرة جداً منها عند خروج ماء التنفس عبر الخياشيم. ومع ذلك فإن ميكانيكة الفلتر من خلال الأسنان الخيشومية gill rakers في أسماك البلطي ليست بذات الكفاءة التي تتمتع بها الأسماك ذات الفلتر الحقيقية مثل أسماك الكارب الفضي silver carp، Hypophthalmichthys molitrix. وطريقة جمع الدقائق النباتية والحيوانية بواسطة الأسماك تعتمد على حجزها خلال مرورها مع ماء التنفس أولاً بواسطة المادة المخاطية التي تفرزها الغدد المخاطية glands mucous في الفم أو من خلال فلترتها بواسطة الشويكات الخيشومية الصغيرة microbranchiospines. والشويكات الخيشومية عبارة عن بروزات عظمية تقع في صف واحد بين الأسنان الخيشومية rakers gill والخيوط الخيشومية filaments gill وعلى جانبي الأقواس الخيشومية arches gill الثاني والثالث والرابع (الشكل 1-4). بعد عملية الفلتر يتم جمع البلاكتون في شكل كتل أو كريات صغيرة أو ما يعرف بالبلعة bolus وإعادتها للتجويف الفمي البلعومي buccopharyngeal cavity ليتم بلعها.

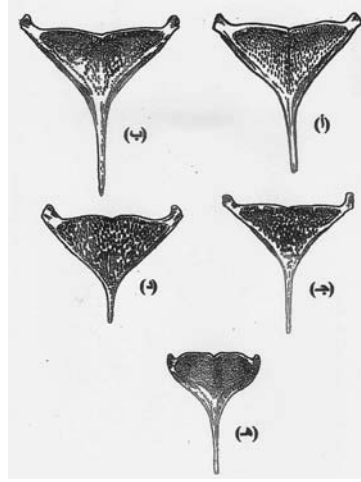


الشكل(1-4): الأسنان الخيشومية في أسماك البلطي (Jauncey and Ross, 1982).

عموماً يعتبر الجهاز الهضمي لأسماك البلطي بسيطاً وغير متخصص. فأسماك البلطي لها نوعين من الأسنان أحدهما على الفكوك (الشكل 2-4) والآخر على العظم البلعومي (bone pharyngeal) (الشكل 3-4). فالأسنان على الفكوك عبارة عن نتوءات صغيرة أحادية أوثنائية أوثلاثية التركيب والتي تكون مرصوفة في 1 - 5 صفوف. والأسنان على العظم البلعومي لها أهمية خاصة في التغذية ويتراوح تركيبها حسب العادة الغذائية لكل نوع من أسماك البلطي. ففي الأنواع آكلة البلانكتون النباتي phytoplankton feeders مثل البلطي Oreochromis sp. و Sarotherodon sp. تكون هذه الأسنان رقيقة ورفيعة ومعقوفة وتعمل على طحن أنسجة الطحالب الخيطية filamentous algae والطحالب البلانكتونية planktonic algae والطحالب المتصقة في البيئة periphyton. وفي الأنواع التي تأكل النباتات الكبيرة feeders macrophyte مثل البلطي من جنس التلابيا Tilapia تكون الأسنان البلعومية خشنة وقاسية وقوية تساعد في تقطيع النباتات (Caulton, 1976) ويبدو أن الأسنان الخيشومية gill rakers والتجويف الفمي buccal cavity ليست لهما أهمية كبيرة في التغذية مثل الأسنان على العظم البلعومي.

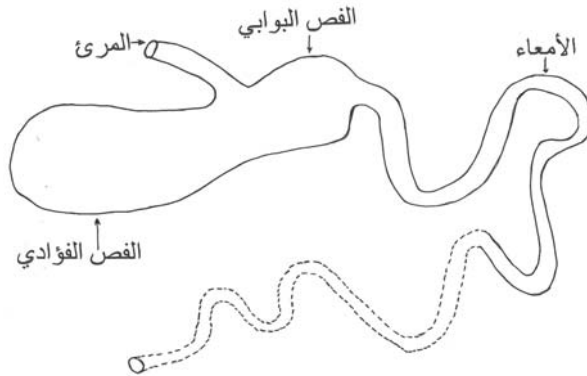


الشكل (2-4): الأسنان الفكوية في أسماك البلطي
 (أ) منظر أمامي (ب) منظر جانبي (Trewavas, 1983).



الشكل(3-4): العظم البلعومي الأسفل في أسماك البلطي (أ) النيلبي *O. niloticus* (ب) الموزمبيقي *O. mossambicus* (ج) الأزرق *O. aureus* (د) الزيلي *T. zillii* (هـ) الجليلي *S. galilaeus* (Trewavas, 1983).

القناة الهضمية في أسماك البلطي تعتبر بسيطة في تركيبها (الشكل. (4-4 فالمرء قصير وقطره صغير ويؤدي إلى معدة شبيهة بالكيس الصغير وتتكون من فصين أمامي هو الفص القلبي أو cardiac lobe وخلفي هو الفص البوابي pyloric lobe. تبدأ الأمعاء الطويلة والمتنفة بعد الفص البوابي للمعدة ويفصلها عنها الصمام البوابي pyloric sphincter وتنتهي عند فتحة الشرج ويفصلها عنها الصمام الشرجي anal sphincter. يفتح في الأمعاء المجرى الصفراوي bile duct الذي يقع خلف الصمام البوابي مباشرة. الجزء الأول القصير من الأمعاء رقيق الجدران وذو قطر أكبر من الأجزاء الباقية من الأمعاء. ومن الصفات البارزة في تركيب الجهاز الهضمي للبلطي هو طول الأمعاء حيث تبلغ النسبة بين طول الأمعاء إلى طول الجسم المقياسي standard body length ما بين 1:7 إلى 1:10 وهو ما يتفق مع طبيعة تغذيتها على المواد النباتية.



الشكل(4-4): القناة الهضمية في أسماك البلطي (Jauncey and Ross, 1982).

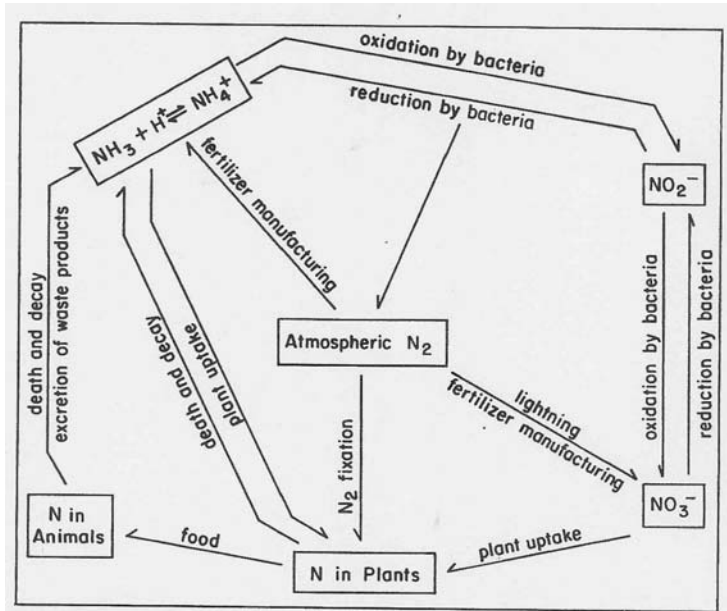
الغذاء الطبيعي Natural food؛

إن الغالبية العظمى من ممارسات تربية الأسماك في العالم تتم باستخدام النظم الإنتشارية systems extensive والنظم شبه المكثفة systems intensive–semi. وتعتمد تغذية الأسماك في النظم الإنتشارية على الغذاء الطبيعي وفي نظام التربية شبه المكثفة على الغذاء الطبيعي والغذاء الإضافي.

وتعتبر القيمة الغذائية للغذاء الطبيعي كافية لتحقيق النمو المناسب لأسماك التربية. فالغذاء الطبيعي يعتبر مصدراً غنياً للبروتين ويحتوي غالباً على حوالي 40% - 60% بروتين على أساس المادة الجافة. وبجانب ذلك فهو أيضاً غني بالمواد الغذائية الأخرى مثلاً فهو يحتوي على حوالي 27.3% من الكربوهيدرات وحوالي 7.7% من الدهون. وتتراوح قيمة الطاقة فيه بين 6.7 إلى 23.8 كيلوجول لكل جرام (kJ/g) من المادة الجافة من الغذاء الطبيعي. ولكن لا توجد معلومات حول كفاءة هضم الغذاء الطبيعي.

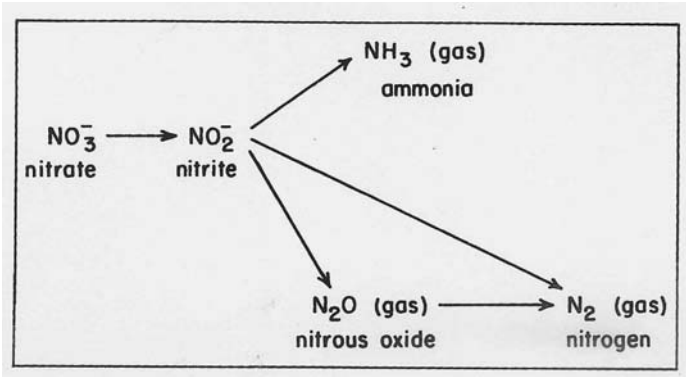
تشمل دورة المغذيات cycling nutrient في أحواض و برك تربية الأسماك العديد من التفاعلات البيولوجية والكيميائية وتلعب البكتريا دوراً رئيساً في هذه التفاعلات حيث تقوم باستخدام المواد الموجودة في الماء والمواد المترسبة على جوانب وقاع الحوض أو البركة وذلك مثل الأملاح المعدنية ومركبات الكربون والنيتروجين والفسفور. وتعتبر مركبات النيتروجين والفسفور هي الأهم في الإنتاجية الأولية production primary للكائنات المائية. فمثلاً تعتبر دورة النيتروجين cycle nitrogen هي الأهم في الماء لأن النيتروجين

يعتبر أساسياً للمحافظة على الإنتاجية الأولية productivity primary. ولكن عندما يكون النيتروجين بتركيزات كبيرة في الماء فإنه يصبح ساماً لكثير من الكائنات المائية وتلعب البكتيريا دوراً مهماً في التحكم في تركيزات النيتروجين في الماء. وتنتج تركيزات النيتروجين أساساً من مخلفات التمثيل الغذائي للأسماك والكائنات المائية الأخرى وأهم هذه المخلفات هي الأمونيا (NH_3) التي تتفاعل في الماء وتتحول إلى أيونات أمونيوم ذائبة (NH_4^+) ويعتبر كلاً من الأمونيا وأيونات الأمونيوم مواداً سامة وبدرجات متفاوتة على الكائنات المائية وتزيد هذه السمية عندما تتحول الأمونيا إلى النيتريت (nitrite) (NO_2^-) وحامض النيتروز (HNO_2) بواسطة بكتيريا النيتروسوموناس Nitrosomonas وذلك في وجود الأوكسجين الذائب ومن ثم تعمل بكتيريا النايتروباكتتر Nitrobacter على تحويل النيتريت إلى نترات (NO_3^-) في وجود الأوكسجين الذائب أيضاً. والنترات مادة غير سامة للكائنات المائية وتعتبر مفيدة للنباتات المائية والبلانكتون النباتي (phytoplankton) الشكل (4-5).



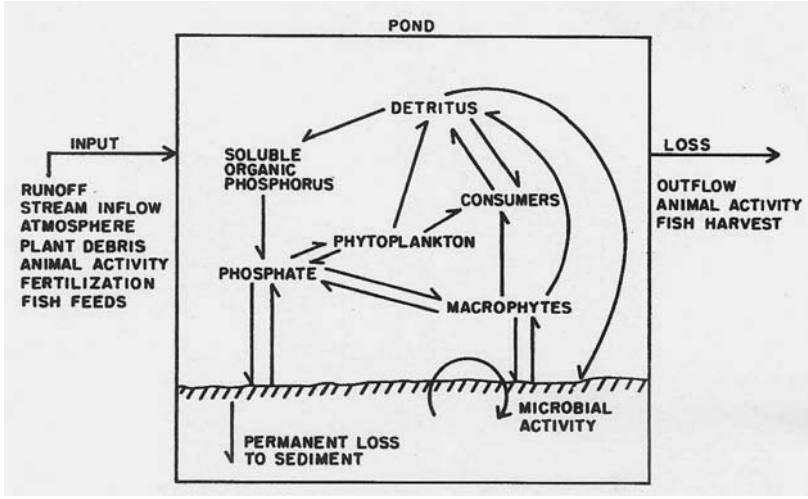
الشكل (4-5): دورة النيتروجين (Boyd, 1979).

وعندما يتدنى مستوى الأوكسجين الذائب في الماء أو تزيد معدلات تراكم المواد النيتروجينية العضوية في حوض التربية فإن التفاعلات في الحوض تنقلب من النيترة nitrification إلى ما يعرف بعملية الإنطلاق النيتروجيني denitrification أو اختزال النيتريت reduction nitrate حيث يزداد نشاط البكتريا اللاهوائي bacteria anaerobic مثل Pseudomonas والتي تعمل على اختزال النترت reduction nitrate عن طريق إستخدامه بدلاً من الأوكسجين أو ما يعرف بالتنفس النيتريتي respiration nitrate مطلقة النيتروجين وأكاسيده (الشكل 6-4).



الشكل (6-4): مسلك النيترة في برك الأسماك (Boyd, 1979).

وبجانب دورة النيتروجين فإن دورة الفسفور cycle phosphorus تعتبر ذات أهمية خاصة؛ نسبة لأن الفسفور في العديد من بيئات المياه العذبة الطبيعية يعتبر المحدد للإنتاجية الأولية. ويوجد الفسفور في البيئات المائية الطبيعية في صورة مركبات فسفاتية عضوية وغير عضوية. والصورة الوحيدة للفسفور المتاحة مباشرة للبلانكتون النباتي هي الأورثوفوسفات الحر orthrophosphate free. ومعظم الفسفور اللاعضوي يتم إستخدامه بسرعة بواسطة البلانكتون النباتي والنباتات المائية في البرك والأحواض وعندما تموت هذه النباتات فإن الفسفور يترسب في قاع الحوض في صورة عضوية. وفي حالة الظروف اللاهوائية anaerobic conditions فإن الفسفور في الرواسب العضوية يتم تحريره في الماء بواسطة البكتريا اللاهوائية. وبالتالي فإنه في برك وأحواض التربية التي تتم تهويتها بصورة جيدة أوفي البرك والأحواض الكبيرة فإن دورة الفسفور في البيئة المائية تتم عن طريق العديد من أنواع البكتريا (الشكل 7-4).



الشكل (4-7): دورة الفسفور (Boyd, 1979)

وتلعب اللافقاريات القاعية الكبيرة *invertebrates benthic large* مثل يرقات الحشرات المائية *larvae insects aquatic* وديدان الأرض *worms earth* وغيرها دوراً في تحسين التبادل بين التربة والماء هذا بجانب أهميتها كمصدر لغذاء الأسماك قاعية التغذية *feeder benthic* مثل أسماك الكارب *Cyprinus carpio*.

ويلعب البلاكتون النباتي في برك وأحواض التربية دوراً مهماً في إنتاج أسماك البلطي حيث يشكل غذاءً مباشراً وغير مباشر لها في مراحلها العمرية المختلفة. هذا بجانب أن البلاكتون النباتي يساهم في تحسين ماء حوض التربية من خلال تزويده بالأكسجين الناتج من التمثيل الضوئي لهذه النباتات. وتتنوع أنواع البلاكتون النباتي في أحواض أوبرك تربية الأسماك وتشمل بصورة عامة:

- الطحالب الخضراء *algae green (Chlorophyta)*: والأجناس *genera* الغالبة فيها هي *Scenedesmus*, *Pandorina*, *Ankistrodesmus*, *Chodatella*, *Dictyosphaerium*, *Sphaerocystis*, *Coelastrum*, *Tetradron*, *Pediastrum*, *Staurastrum*, *Selenastrum*, *Oocystis*, *Closterium*, *Golenkinia*, *Kirchneriella*.

- الطحالب الخضراء مزرققة *blue-green algae (Cyanophyta)*: والأجناس الغالبة فيها هي *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Spirulina*.

-الديوتومات والطحالب البنية الذهبية:(Chrysophyta)diatoms and golden brown algae
والأجناس الغالبة فيها هي Cyclotella, Fragilaria, Synedra, Nitzschia, Navicula.
-البوجلينات: (Euglenophyta) euglenoids والأجناس الغالبة فيها هي Phacus, Euglena,
Trachelomonas.
-الدينوفلاجيلات: (Pyrrhophyta) dino-flagellates والأجناس الغالبة فيها هي Ceratium,
Gymnodinium.

وفي أحواض التربية المسمدة fertilized تنمو هذه الطحالب بكثافة مسببة تشبع الحوض
بالأوكسجين خلال ساعات النهار وربما تؤدي لنقصه الشديد أثناء الليل نتيجة لزيادة الإستهلاك الناتج
من عملية تنفس نفس هذه النباتات. وقد تتعرض مجموعات الطحالب للموت المفاجئ die-off ويعقب
ذلك التحلل السريع للطحالب الميتة وكننتيجة لذلك تتناقص مستويات الأوكسجين الذائب dissolved
oxygen في الماء بسرعة وقد تصل نسبته إلى صفر ملجرام/الليتر. والمحصلة النهائية تكون الموت
الجماعي لأسماك التربية. وفي عدة حالات فقد تلاحظ أن موت الطحالب يحدث عند نمو الطحالب
الخضر مزرقة blue green algae بكثافة في الحوض مكونة ما يشبه الزبد foam على سطح الماء.
ومن جهة أخرى فإن الطحالب الخضر مزرقة خصوصاً من نوع أوشيلاتوريا Oscillatoria تُخلق
الجيوستمين geosmin وهو مركب ذورائحة ونكهة ترابية عفنة والذي يتم إفرازه في الماء وتمتصه
الأسماك عبر الخياشيم مما يعطيها نكهة غير مرغوبة off-flavour.

وتشكل مجموعات البلانكتون الحيواني zooplankton غذاءً مهماً لأسماك البلطي في
أحواض أوبرك التربية. وبصورة عامة فإن أهم المجموعات التي توجد في أحواض تربية الأسماك
هي:

- البروتوزوا Protozoans: مثل Holophyra, Lacrymaria, Uvella.

-الكلاوسيرات Cladocerans: مثل Acroperus, Alonella, Anuraea, Ceriodaphnia,
Diaphanosoma, Simosa.

-الأستوراكودا Ostracoda: مثل Stenocypris

- الروتيفيرات Rotifers: مثل Rattulus, Pedalion, Brachiunus

-الكوبيدات Copepoda: مثل Cyclop

ويعتمد نمو هذه المجموعات في حوض التربية على نمو البلانكتون النباتي وبالتالي فإن
تسميد أحواض التربية هو الوسيلة المثلى لزيادة البلانكتون الحيواني.

التسميد Fertilization :

تعتمد غالبية ممارسات تربية أسماك البلطي في أفريقيا على التسميد حيث يتم استخدام الأسمدة العضوية manures organic وغير العضوية fertilizers inorganic لزيادة الغذاء الطبيعي في برك وأحواض تربية الأسماك. وإستخدام الأسمدة الغير عضوية يتم بصورة أقل نسبة لتكلفته العالية مقارنة مع الأسمدة العضوية.

تشمل الأسمدة الغير عضوية fertilizers inorganic المركبات البسيطة النيتروجينية(N)؛ الفسفور(P) والبوتاسيوم(K) ويشار لها إجمالاً N-P-K. ولكل سماد درجة وتعني محتواه من المغذيات الرئيسة كنسبة مئوية من الوزن الكلي. فمثلاً درجة السماد ٢٠ - ٢٠ - ٥ تعني أنه يحتوي على ٢٠٪ نيتروجين، ٢٠٪ فسفور و٥٪ بوتاسيوم. وبجانب هذه المغذيات الرئيسة يحتوي أيضاً على بعض المغذيات الثانوية المحتملة مثل الكالسيوم، الماغنيسيوم، الكبريت. وأيضاً يمكن أن تشمل هذه الأسمدة مثل العناصر الصغرى مثل النحاس، الزنك، الحديد، المانجنيز وغيرها. وتستخدم عادة الأسمدة الزراعية التجارية لتسميد أحواض تربية الأسماك(الجدول ١٢).

الجدول(١٢): محتوى بعض الأسمدة غير العضوية المعروفة(N.P.K).

| البوتاسيوم(K ₂ O) | الفسفور(P ₂ O ₅) | النيتروجين(N) | السماد |
|------------------------------|---|---------------|---|
| - | - | 33-35 | نترات الأمونيوم nitrate ammonium |
| - | - | 20-21 | سلفات الأمونيوم sulfate ammonium |
| - | 62-64 | - | ميتافوسفات الكالسيوم calcium metaphosphate |
| - | - | 15.5 | نترات الكالسيوم nitrate calcium |
| - | 20-48 | 11-16 | فوسفات الأمونيوم phosphate ammonium |
| 44 | - | 13 | نترات البوتاسيوم nitrate potassium |
| 50 | - | - | سلفات البوتاسيوم sulfate potassium |
| - | - | 16 | نترات الصوديوم nitrate sodium |
| - | 18-20 | - | سوبر فوسفات superphosphate |
| - | 32-54 | - | سوبر فوسفات الثنائي والثلاثي Double and triple superphosphate |

والفسفور يعتبر أهم هذه المغذيات وتكفي كمية قليلة منه للنمو المثالي للبلانكتون النباتي (حوالي 1 مليجرام/الليتر). وأهمية النيتروجين ليست بنفس درجة أهمية الفسفور ويعتقد بعض الباحثين بعدم ضرورة إضافته لأحواض تربية الأسماك؛ لأن الفسفور يعمل على زيادة مجموعات الطحالب الخضر مزرقة algae green blue والتي تعمل بدورها على تثبيت النيتروجين nitrogen fixation. ثانياً فإن بكتريا الدنترة bacteria denitrifying تعمل على تكسير واستخدام النيتروجين الذي تتم إضافته للحوض مما يلغي أو يقلل من إتاحتها للبلانكتون النباتي. ومن جهة أخرى فإن بعض الباحثين يرون بضرورة إضافته وهذا التباين في الآراء ربما يعود للإختلاف في معدلات تخزين rate stocking برك وأحواض التربية بالأسماك. فمثلاً في المناطق الباردة والتي يكون فيها معدل تعيير الأحواض محدوداً ويبلغ حوالي سمكة واحدة لكل 20 متر مكعب فالحاجة للنيتروجين ليست كبيرة ويمكن سدها من خلال تثبيت النيتروجين بواسطة الطحالب الخضر مزرقة algae green blue. بينما في المناطق الحارة والتي يكون فيها معدل تخزين البرك والأحواض عالياً ويبلغ حوالي سمكة واحدة لكل 2-5 متر مكعب فهناك حاجة لإضافة النيتروجين. وأما البوتاسيوم فيعتبر غير أساسي في أحواض تربية الأسماك. وقد أشارت إلى بعض الدراسات أن الكميات المناسبة من السماد غير العضوي في برك البلطي النيلي والتي تعطي إنتاجاً عالياً هي 28 كيلوجراماً من اليوريا/الهكتار/الأسبوع زائداً 7 كيلوجرام من سوبر فوسفات الثلاثي/الهكتار/الأسبوع أي بمعدل 4 للنيتروجين: 1 للفسفور 1P:4N. ولكن Boyd (2004) يعتقد أن هذه المعدلات من النيتروجين والفسفور عالية وأكثر من اللازم ويقترح أن المعدل المناسب هو 1P:2N.

تشمل الأسمدة العضوية: روث الحيوانات، والطيور، ومخلفات النباتات، وتحتوي على حوالي 40-50% كربون وعلى عكس الأسمدة غير العضوية فإن محتواها من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم يعتبر قليلاً ومع ذلك فإن روث الدواجن هو الأكثر استخداماً في مختلف أنحاء العالم والأكثر فعالية في زيادة الإنتاجية الأولية (productivity primary) لبرك أسماك البلطي وذلك لارتفاع نسبة النيتروجين والفسفور فيه مقارنةً مع روث الحيوانات (الجدول 13). والمعلومات المتوفرة عن الكميات المثلى للأسمدة العضوية في برك البلطي والتي تعطي مردوداً عالياً متفاوتة وشديدة الإختلاف في مختلف المزارع في مختلف مناطق العالم ويبدو أن نوعية وكمية السماد وعدد مرات إضافته تخضع لظروف كل مزرعة على حدة. فمثلاً في السودان تمت الإشارة إلى أن الكميات المناسبة من السماد العضوي والتي حسنت من إنتاج البلطي النيلي هي 1000 كلجم/الهكتار من روث الدواجن ككمية مبدئية تتبناها إضافة 119 كيلوجرام/الهكتار مرة كل أسبوعين وطوال فترة التربية البالغة ستة أشهر (Yousif, 1987). وفي بعض دول آسيا فالكمية التي يوصى بها تراوحت بين 300 500

كيلوجرام من روث الدواجن/الهكتار/الأسبوع (Green, 1992; Hansen -Knud, al et, 1993). ويرى Boyd (2004) أن الكمية المناسبة من الأسمدة العضوية في البرك التي ليس بها نظام للهوايات الدوالية (aerators paddlewheel) هي في حدود 21 إلى 33.6 كيلوجرام/اليوم وفي البرك التي بها هوايات يمكن أن تصل النسبة إلى 84 كيلوجرام/اليوم.

الجدول (١٣): متوسط محتوى بعض الأسمدة العضوية (%).

| البوتاسيوم (K) | الفسفور (P) | النيتروجين (N) | الماء | |
|----------------|-------------|----------------|-------|-------------|
| 0.5 | 0.1 | 0.5 | 79 | روث الأبقار |
| 1.1 | 0.3 | 1.1 | 64 | روث الأغنام |
| 0.7 | 0.7 | 1.6 | 76 | روث الدواجن |

المعالجة بالجير Liming :

يستخدم الجير عادة في برك الأسماك ذات القاع الحمضي والماء اللين water soft. وبرك الأسماك التي تحتاج لإضافة الجير هي تلك يكون عسر الماء الكلي hardness water total فيها في حدود 10 - 20 مليجرام/الليتر. وفي العادة لا يكون للجير أي تأثير في البرك التي يكون فيها عسر الماء أكثر من 20 مليجرام/الليتر. وللجير تأثيرات متعددة على برك الأسماك وتتخلص فيما يأتي: (1) طبيعة الجير السامة والكاوية activity caustic تقتل البكتريا والطفيليات الموجودة في الماء، (2) في البرك الحمضية يعمل الجير على معادلة مركبات الحديد غير المرغوب فيها ويوازن buffer الأس الهيدروجيني pH ورفع قيمته إلى مستويات مقبولة من القلوية مما يجعل ثاني أكسيد الكربون متاحاً لعملية التمثيل الضوئي photosynthesis بواسطة البلاكتون النباتي، (3) يقلل من فرص نضوب الأوكسجين الذائب في الماء وذلك من خلال جعل ثاني أكسيد الكربون متاحاً لعمليات التمثيل الضوئي، (4) يعمل على ترسيب المواد العضوية الزائدة أو الدبال humus الناتجة من تحلل بقايا النباتات والحيوانات في الماء والتي تزيد من عكارتة turbidity وبالتالي يحسن من نفاذية الضوء لعمليات التمثيل الضوئي، (5) يحسن ظروف التربة ويحسن عمل البكتريا للقيام بتحليل الفضلات المترسبة في التربة (6) يساعد على إطلاق المغذيات nutrients من التربة فمثلاً فإنه يزيد من قيمة الأس الهيدروجيني pH لطين القاع وبالتالي يجعل الفسفور phosphorus المضاف مع السماد متاحاً للبلاكتون النباتي والنباتات.

وقد تلاحظ أن إضافة الحجر الجيري limestone لبرك تربية أسماك البلطي بعد تسميدها قد أدى لزيادة إنتاج البلاكتون النباتي وبالتالي زيادة إنتاج الأسماك. وتعتمد كمية الجير المطلوب إضافته على نوعية تربة وماء البركة المعنية. وعادة وعند ملاحظة ضعف نمو البلاكتون النباتي بالرغم من تسميد البركة فإن أول خطوة يتم إتخاذها هي قياس العسر الكلي للماء وفي حالة تدنية ما دون 20 مليجرام/الليتر تتم معالجة البركة بالجير.

وكما ذكر Boyd (1979) فإن أكثر أنواع الجير إستخداماً في برك تربية الأسماك هي الحجر الجيري الزراعي limestone agricultural (($Ca(OH)_2$ المطفي الجير $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$))، و lime hydrated، والجير المحروق (lime burnt (CaO)). والحجر الجيري الزراعي يتم استخدامه بدون تأثيرات سلبية على الأسماك. واستخدام الجير المطفي والجير المحروق بكميات كبيرة في برك الأسماك يؤدي إلى رفع قيمة الأس الهيدروجيني إلى معدلات قد تكون قاتلة للأسماك ولذلك فإنه ينصح عند معالجة البرك بهما أن تترك البرك لفترة من الوقت حتى تنخفض قيمة الأس الهيدروجيني إلى المعدلات الآمنة ومن ثم يتم إدخال الأسماك.

العادات الغذائية الطبيعية:

تتغذى معظم أنواع أسماك البلطي في مراحلها العمرية الأولى على البلاكتون النباتي والحيواني مثل الفقاريات المائية الصغيرة خصوصاً القشريات crustaceans ومع تقدم العمر يتحول كل نوع منها إلى نوعية الغذاء الطبيعي المفضل (الجدول 14). وهذا التحول قد يكون مفاجئاً ويمكن أن يكون تدريجياً خلال فترة قد تمتد إلى عام كامل أو أكثر. تعتبر أسماك البلطي البالغة من جنس الأوريوكروميس Oreochromis مثل البلطي النيلي O. niloticus متنوعة التغذية omnivorous من المصادر النباتية والحيوانية المجهرية microphagous. فمن المصادر النباتية الطحالب الملتصقة في البيئة المائية periphyton مثل: تلك التي تنمو على الرسوبيات epipellic algae والتي تنمو على نباتات أخرى epiphytic algae والتي تنمو على الصخور epilithic algae ؛ الطحالب الخيطية ؛ البلاكتون النباتي phytoplankton والرسوبيات الغنية بالديوتومات diatoms والبكتيريا. ومن المصادر الحيوانية البلاكتون الحيواني zooplankton ؛ الكائنات القاعية benthos مثل يرقات الحشرات المائية aquatic larvae insects ؛ القشريات crustaceans والرخويات molluscs (al et Bwanika, 2004). أما بالنسبة للأسماك البالغة من جنس الساروثيرودون Sarotherodon مثل البلطي الجليلي S. galilaeus فإنها تعتبر محدودة في أنواع الغذاء الطبيعي المفضل مقارنة مع جنس الأوريوكروميس. وأما أسماك البلطي البالغة من جنس التلابيا Tilapia مثل البلطي الزيلي T. zillii فتتغذى طبيعياً على الغذاء

الخشخشا food coarser مثل النباتات المائية الكبيرة macrophytes aquatic والطحالب الخيطية algae filamentous وأوراق النباتات وفي حال ندرة هذه المصادر فإن الأسماك تلتهم ما هو متاح مثل الطحالب الخضراء مزرقة (algae green blue, Ross and Jauncey, 1982).

والعادة الغذائية لأسماك البلطي يمكن الإستدلال عليها بفحص الأسنان الخيشومية rakers gill (الشكل 1-4) وعندما تكون عديدة، طويلة، رقيقة والمسافات بينها متقاربة فهذه تشير إلى أن هذه السمكة مستهلكة للبلانكتون feeder plankton. وعندما تكون هذه الأسنان قليلة وكبيرة فهذه تشير إلى أن السمكة تستهلك المواد الأكبر حجماً من البلانكتون.

الجدول (١٤): العادات الغذائية الطبيعية لبعض أسماك البلطي في طورها اليافع والبالغ.

| العادة الغذائية | | النوع |
|--|--|-------------------------------------|
| الطور البالغ | الطور اليافع | |
| متنوعة التغذية ولكن يغلب عليها البلانكتون النباتي. | تتغذى على مدى واسع من الكائنات المائية خصوصاً البلانكتون الحيواني. | البلطي النيل O. niloticus |
| omnivorous متنوعة التغذية | تتغذى على مدى واسع من الكائنات المائية خصوصاً البلانكتون الحيواني. | البلطي الأزرق O. aureus |
| متنوعة التغذية ويغلب عليه البلانكتون، النباتات والطحالب القاعية. | البلانكتون الحيواني | البلطي الموزمبيقي O. mossambicus |
| تتغذى حصرياً على البلانكتون النباتي. | تتغذى على مدى واسع من الكائنات المائية خصوصاً البلانكتون الحيواني. | البلطي الجليلي S. galilaeus |
| تتغذى حصرياً على النباتات المائية الكبيرة. | البلانكتون النباتي والحيواني. | البلطي الزيلي T. zillii |

ومع هذا فقد تلاحظ أن هذه الأنواع يمكن أن تغير من عاداتها الغذائية وذلك تبعاً للعديد من العوامل مثل حجم وعمر الأسماك، الجسم المائي الذي تعيش فيه والفصول المختلفة في السنة وتنوع الغذاء الطبيعي فيها. ويتأثر نشاط أسماك البلطي في تناول الغذاء أيضاً بفصول السنة حسب التغيرات في درجات حرارة الماء، النشاط التناسلي والتنافس بين أفراد نفس النوع على الغذاء المتاح. ومن ذلك فإن أدنى قابلية للأكل تكون خلال فصل الشتاء (شهري يناير وفبراير) عندما تكون درجة حرارة الماء في أدنى مستوياتها وأعلاها خلال فصل الصيف عندما ترتفع درجات حرارة الماء (27 - 30 °م).

الهضم Digestion :

الهضم في أسماك البلطي يتم من خلال خطوتين محددتين تتمان في المعدة والأمعاء. ومن بين الحيوانات الأخرى تعتبر آلية الهضم في معدة البلطي فريدة. ففي الحيوانات الأخرى نجد أن الأس الهيدروجيني pH لسائل المعدة خلال نشاط الهضم يتراوح ما بين 2 إلى 2.2 وفي هذا الوسط تبلغ إنزيمات الهضم المعدي *enzymes digestive gastric* أقصى نشاطها. وبالعكس نجد أن الأس الهيدروجيني للسائل المعدي خلال عملية الهضم في معدة أسماك البلطي يكون منخفضاً ويبلغ حوالي 1.25 وفي بعض الحالات يصل إلى 1. ويساعد هذا الأس الهيدروجيني المنخفض على هضم الأنسجة النباتية حيث تعمل هذه الحموضة المنخفضة على تفجير جدر الأنسجة النباتية وإتاحة محتواها من المواد الغذائية للهضم. وقد تلاحظ أن حوالي 30 - 60% من بروتين الأنسجة يتم هضمه بواسطة البلطي. فعند دراسة هذا الجانب في أسماك البلطي النيلي التي تعتمد على البلانكتون النباتي مثل الطحالب الخضراء مزرققة الخيطية *algae green-blue filamentous* في غذائها (Moriarty, 1973) فقد تلاحظ أن الطحالب بعد أن تمر من المرئ فإنها يمكن أن تعبر المعدة عن طريق أحد المسلكين. المسلك الأول: هو أن الحركة الدودية *movement peristaltic* تحمل الغذاء جهة الفص القوي *lobe cardiac* من المعدة ثم الجهة البوابية *lobe pyloric* ومنها عبر الصمام البوابي *sphincter pyloric* إلى الأمعاء (الشكل 4-4). والطحالب التي تمر عبر هذا المسلك تتعرض بصورة تصاعدية للأس الهيدروجيني المنخفض نتيجة لإفراز حمض الهيدروكلوريك HCl بواسطة الطبقة المخاطية المعدي *mucosa gastric*. وتعرض الخلايا النباتية للحمض يؤدي لتحلل الكلوروفيل *chlorophyll* إلى الفايوفيتين *phaeophytin* الذي هو عبارة عن صبغة رمادية وبالتالي يتغير لون الطحالب تدريجياً من الأخضر إلى اللون البني خلال مرور الطحالب بجانب جدار المعدة. وبجانب هذا المسلك فهناك بعض الطحالب تأخذ مسلكاً مختصراً فحين دخولها للمعدة فإنها تمر مباشرة نحو الفص البوابي *lobe pyloric* ولا تمر على الفص القوي

lobe cardiac وتعبر الصمام البوابي لتدخل في الأمعاء وبالتالي لا تتعرض بشدة لتأثير الحامض. وتظل هذه الطحالب خضراء اللون حين دخولها للأمعاء ويتم إخراجها كما هي غير مهضومة. وأهمية الحموضة لا تكمن فقط في تحليلها للكوروفيل ولكن أيضاً وكما سبق ذكره فإنها تحلل جدر الطحالب مما يسمح للإنزيمات الهضمية في الأمعاء بهضم سيتوبلازم الخلايا الطحلبية. وقد تلاحظ أيضاً أهمية الأس الهيدروجيني المنخفض بالنسبة لأسماك البلطي الرمية detritivores التي تقتات على الفتات مثل أسماك البلطي الموزمبيقي O. mossambicus. حيث أنها تتمكن من هضم البكتريا المصاحبة للفتات بنفس آلية هضم الطحالب. وتكمن أهمية هذه الآلية بالنسبة لأسماك البلطي في هضم الطحالب الخضر مزرقه، البكتريا إلى أن الفقاريات عموماً تقتقر للإنزيمات الهضمية لهضم الخلايا الأولية prokaryotic cells مثل الطحالب الخضر مزرقه والبكتريا. وهذه الخاصية تتيح لأسماك البلطي مصادر غذائية غنية بالبروتين لا ينافسها عليها أي من الفقاريات المائية الأخرى. ويلعب أيضاً الأس الهيدروجيني المنخفض أهمية في هضم الخلايا الحقيقية eukaryotic cells حيث تزيد كفاءة هضم الديوتومات diatoms والنباتات الكبيرة macrophytes مع إنخفاض الأس الهيدروجيني.

تتفاوت أهمية الإنزيمات الهضمية بين الأنواع المختلفة للبلطي وبين أنواع الغذاء المختلفة للنوع الواحد. فقد تلاحظ في البلطي النيلي والموزمبيقي وجود إنزيمات تكسير البروتين proteases في الطبقة المخاطية للمعدة إلا أنه لم يلاحظ وجودها في السائل المعدي مما يشير لعدم إفرازها من الطبقة المخاطية. وربما تعود الأسباب إلى أن الوسط المناسب لعمل هذه الإنزيمات يكون عند الأس الهيدروجيني البالغ 2.1 ولكن نسبة لأن قيمة الأس الهيدروجيني في معدة البلطي تكون أقل من ذلك فإن هذه الإنزيمات لا تفرز أصلاً. بعد إنتهاء عمليات التغذية بالطحالب نهاية اليوم فإن إفراز الحامض المعدي HCl يتوقف وبالتالي يبدأ الأس الهيدروجيني للمعدة في الإرتفاع حتى يصل عندما تكون المعدة خالية أوبها بعض الغذاء إلى 5 - 7. وعند بداية التغذية في اليوم التالي يبدأ إفراز الحامض مرة أخرى عندما تمتلئ المعدة بالطعام. ونتيجة لذلك فإن الغذاء الذي تم بلعه أولاً في اليوم التالي يمر للأمعاء بدون تعرضه للحامض وبدون أن يتم هضمه ويظل لونه أخضراً.

بعد الهضم المعدي ينتقل الغذاء للأمعاء حيث يتم دخول أملاح الصفراء salts bile عن طريق المجرى الصفراوي، والتي بجانب أنها تعمل على إستحلاب الدهون fats of emulsification وتحويلها لكريات يسهل هضمها بواسطة الإنزيمات الهاضمة للدهون، فإنها تعمل على المحافظة على الأس الهيدروجيني للكيموس chyme وألطعام القادم من المعدة عند 6.8 - 8.8. وفي هذا الوسط تعمل الإنزيمات الهاضمة للبروتين(مثل التربسين trypsin والكيموتربسين chymotrypsin) وللكربوهيدرات(مثل الأماليز amylase) وللدهون(مثل الليبيز lipase).

يتم هضم معظم الطحالب التي تم تفكيكها بواسطة الحامض في الجزء الأول من الأمعاء و يبلغ هضم بروتين الطحالب الخيطية algae filamentous بواسطة أسماك البلطي حوالي 63% - 70% والبروتين من الهوائم النباتية phytoplankton حوالي 39% - 68%.

تمثيل الغذاء الطبيعي؛ Assimilation of natural food

من خلال الأبحاث القليلة التي أجريت لتقدير كفاءة بعض أسماك البلطي لتمثيل الغذاء الطبيعي فقد تلاحظ أن تمثيل الطحالب الخضر مزرقّة والديوتومات يتم بكفاءة أعلى من الطحالب الخضراء والنباتات الكبيرة ويعزى ذلك إلى أن الحامض المعدي له تأثير قوي في تحلل جدر وأغشية خلايا الطحالب الخضر مزرقّة والديوتومات بينما تأثيره يعتبر ضعيفاً على سليولوز جدر خلية للطحالب الخضراء والنباتات الكبيرة (الجدول 15).

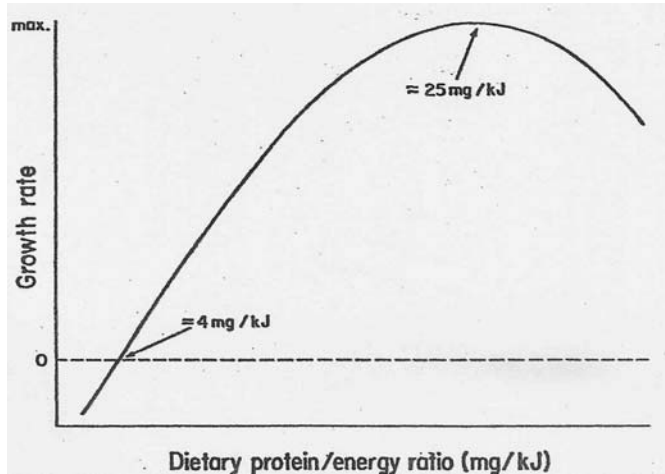
الجدول (١٥): كفاءة تمثيل بعض أنواع البلطي للمادة العضوية للغذاء الطبيعي

| النوع | الغذاء الطبيعي | كفاءة التمثيل (%) |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| البلطي النيل O. niloticus | طحالب خضر مزرقّة Microcystis | 70 |
| | طحالب خضر مزرقّة Anabaena | 75 |
| | طحالب خضر مزرقّة Nitzschia | 75 |
| | طحالب خضراء Chlorella | 49 |
| البلطي الموزمبيقي O. mossambicus | فتات قاعي benthic detritus | 38 |
| | طحالب ملتصقة periphytic algae | 63 |
| البلطي الزيلي T. zillii | نباتات كبيرة Najas | 56 |

نوعية الغذاء الطبيعي والنمو؛ Natural food quality and growth

يتم تقدير معدل نمو الأسماك من خلال التأثير المشترك لكمية ونوعية الغذاء. فكمية الغذاء المأكول يتم التحكم فيها من خلال شهية الأسماك. ومحدودية كمية الغذاء التي لا تسد شهية الأسماك تؤدي لتدني النمو لمستويات أقل مما هو متوقع. ونوعية الغذاء تعتمد على تركيبة الغذاء من المواد الغذائية ومدى مقدرة الأسماك على هضم وتمثيل هذه المواد. وبالنسبة للأسماك المفترسة carnivores

فإن نوعية الغذاء لا تشكل مشكلة لأن نوعية غذائها تكون دائماً ذات نوعية عالية ولكن نوعية الغذاء بالنسبة للأسماك آكلة العشب herbivores وتلك التي تتغذى على فئات النباتات والحيوانات المتحللة detritivores ليست دائماً ذات نوعية تفي بإحتياجات هذه الأسماك الغذائية. والمادة الغذائية الهامة التي تحد من نمو الأسماك آكلة العشب مثل أسماك البلطي هي البروتين. فالأحماض الأمينية الأساسية لا يمكن تخليقها بواسطة الأسماك ولا بد من تأمينها من المصادر الغذائية. فالأسماك المفترسة carnivores يحتوي غذائها على حوالي ٨٠٪ بروتين ولكن غذاء أسماك البلطي يحتوي على مستويات منخفضة من البروتين وتعتمد على نوع الغذاء الطبيعي المتوفر ويتراوح متوسط نسبة البروتين فيه حوالي ١٥٪. ولوصف نوعية الغذاء فإن مستوى البروتين في الغذاء يتم التعبير عنه بعدد المليجرامات من البروتين في كل كيلوجول من طاقة الغذاء (mg/kJ, dietary protein/energy ratio). وأقل ما تحتاجه أسماك البلطي في الطبيعة للمحافظة للمaintenance هو ٢٥ مليجرام بروتين/كيلوجول. ويزيد النمو مع زيادة مستويات البروتين إلى مستوى أقصاه حوالي ٢٥ مليجرام/كيلوجول. ومستويات البروتين التي تفوق ٢٥ مليجرام/كيلوجول تعتبر فوق حاجة الأسماك ونتيجة لإستهلاك الطاقة في هدم البروتين الزائد فإن نمو الأسماك يبدأ في التناقص (الشكل ٤-٨). وقد تلاحظ من خلال الدراسات التي أجريت على البيئات الطبيعية لأسماك البلطي أن هناك علاقة بين العمق ومعدل البروتين/الطاقة (Bowen, ١٩٧٩, Bowen, ١٩٨١). فكلما زاد العمق كلما قل معدل البروتين/الطاقة لنفس نوع الغذاء الطبيعي والعكس صحيح.



الشكل (٤-٨): العلاقة بين معدلات البروتين/الطاقة ومعدل النمو في أسماك البلطي الموزمبيقي (Pullin and Lowe-McConnell, ١٩٨٢).

الباب الخامس الإحتياجات الغذائية Nutritional Requirements

البروتين والأحماض الأمينية:

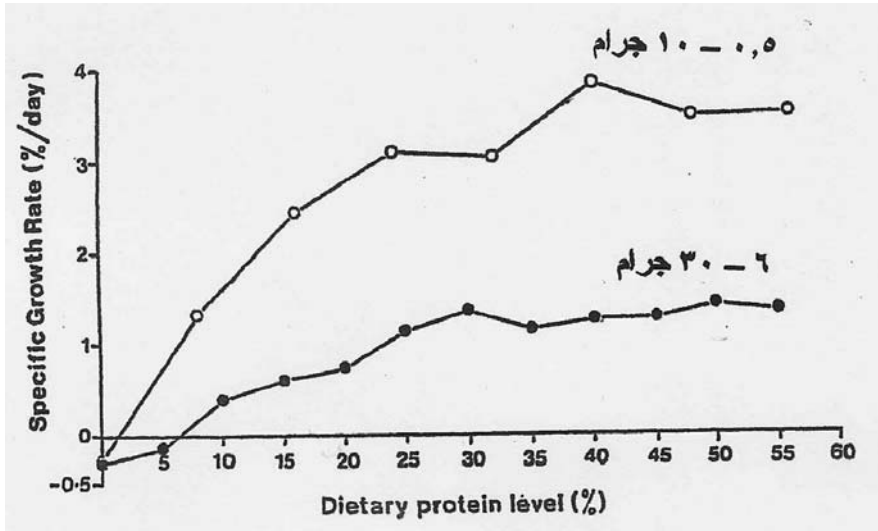
يعتمد مستوى البروتين الذي يحقق النمو الأمثل في الأسماك على عدة عوامل منها الحالة الفسيولوجية للأسماك مثل: العمر، والحجم، وحالة التناسل، والعوامل البيئية المؤثرة، كمية العلف المستهلك، ونوعية البروتين من حيث محتواه من الأحماض الأمينية وإستفادة الأسماك منها.

يعتبر حجم وعمر الأسماك من العوامل الهامة التي تؤثر على إحتياجات أسماك البلطي من البروتين الغذائي. وتقل هذه الإحتياجات مع تقدم الأسماك في العمر وعليه فإن نسبة البروتين في أعلاف الأسماك الصغيرة fry تكون عالية وقد تصل إلى حوالي 50% وتقل تدريجياً مع زيادة العمر والحجم إلى أن تصل إلى حوالي 35% أو أقل. ولكن في الممارسات التجارية فإن نسبة البروتين الخام في أعلاف الأسماك الصغيرة تكون عادة حوالي 25 - 30% وذلك بغرض خفض تكلفة الأعلاف. وتختلف نسب البروتين أيضاً حسب طريقة التربية فالأسماك التي تربي في البرك والتي يتوفر فيها الغذاء الطبيعي فإن أعلافها تحتوي عادة على نسبة أقل من البروتين مقارنة مع أعلاف الأسماك التي تربي في الأحواض والأقفاص العائمة والتي تعتمد بصورة أساسية على البروتين المتوفر في الأعلاف (الجدول 16).

الجدول (١٦): كمية البروتين الخام في أعلاف أسماك البلطي بالنسبة لحجم الجسم

| نسبة البروتين (%) | حجم الأسماك |
|-------------------|-----------------------------------|
| 50 - 35 | أقل من 1 جرام |
| 40 - 30 | 5 - 1 |
| 35 - 25 | 30 - 5 |
| 25 | أكبر من 30 (في البرك) |
| 32 - 28 | أكبر من 30 (في الأقفاص العائمة) |
| 40 - 35 | أكبر من 30 (في الأحواض الأسمنتية) |

وقد تلاحظ عند دراسة معدل النمو النوعي (SGR specific growth rate) % لحجمين من أسماك البلطي الموزمبيقي تمت تغذيتهما بنسب مختلفة من البروتين أنه عند خفض نسبة البروتين لكلا الحجمين فإن الأسماك قد استخدمت بصورة فعالة هذا البروتين ونمت بصورة جيدة (الشكل 1-5). فمثلاً فإن إحتواء علف الأسماك الصغيرة (0.5 - 10 جرام) على 16% فقط من البروتين قد حقق نسبة 64% من أقصى معدل نمو تحقق في هذه الدراسة وأن 24% من البروتين قد حقق نسبة 80% من أقصى معدل نمو (Jauncey and Ross, 1982). ومقدرة أسماك البلطي على الإستخدام الأمثل لمستويات البروتين تحت المعدلات المتلى يسمح بتركيب علائق أرخص سعراً وتحسن بالتالي من إقتصاديات تربية هذه الأسماك.



الشكل (1-5): معدل النمو النوعي لحجمين من أسماك البلطي الموزمبيقي تمت تغذيتها بنسب مختلفة من البروتين (Jauncey and Ross, 1982).

وتحتاج أسماك البلطي لنفس الأحماض الأمينية الضرورية العشرة مثل أنواع الأسماك الأخرى مثل الكارب العادي *Cyprinus carpio* والقرموط الأمريكي *Ictalurus punctatus* مع إختلاف طفيف في الكميات (الجدول 17). وقد وجد أن الإحتياج للحمض الأميني الضروري الميثايونين methionine يتناقص في وجود الحمض الأميني غير

الأساسي السيستين cystine. وكذلك يتناقص إحتياج الأسماك للحمض الأميني الضروري الفينيلالانين phenylalanine في وجود الحمض الأميني غير الأساسي التيروسين tyrosine. وعلامات النقص في الأسماك التي تمت تغذيتها بإعلاف فقيرة بالأحماض الأمينية الأساسي تتلخص عموماً في فقدان الشهية، تناقص النمو وضعف معدل التحويل الغذائي food conversion ratio. والنقص في الحمض الأميني الضروري التربتوفان tryptophan ينتج عنه مرض إنحناء العمود الفقري الجانبي scoliosis ونقص الميثايونين methionine يمكن أن ينتج عنه مرض المياه البيضاء في العيون cataract.

الجدول (١٧): إحتياجات الأحماض الأمينية الضرورية لأسماك البلطي النيلي مقارنة مع بعض أنواع الأسماك الأخرى (% البروتين في العلف

| القرموط الأمريكي channel catfish | الكارب العادي common carp | البلطي الموزمبيقي Moazambique tilapia | البلطي النيلي Nile tilapia | الحمض الأميني |
|---|---------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|
| 4.3 | 4.3 | 2.82 | 4.2 | الأرجينين arginine |
| 1.5 | 2.1 | 1.05 | 1.72 | الهستيدين histidine |
| 2.6 | 2.5 | 2.01 | 3.11 | الأيزوليوسين isoleucine |
| 3.5 | 3.3 | 3.40 | 3.39 | الليوسين leucine |
| 3.0 | 3.6 | - | 5.12 | الفالين valine |
| 5.1 | 5.7 | 3.78 | 5.12 | الليسين lysine |
| 5.0 | 6.5 | 2.50 | 3.75 | الفينيلالانين phenylalanine |
| 2.3 | 3.1 | 0.99 | 2.68 | الميثايونين methionine |
| 2.0 | 3.9 | 2.93 | 3.75 | الثريونين threonine |
| 0.5 | 0.8 | 0.43 | 1.00 | التربتوفان tryptophan |
| 24 | 38.5 | 30 | 30 | البروتين الخام CP |

ومن جهة أخرى فإن أسماك البلطي تتقبل المصادر البروتينية الحيوانية والنباتية المختلفة والجدول (18) يوضح معامل هضم البروتين من مختلف المصادر بواسطة أسماك البلطي النيلي *Oreochromis niloticus*.

الجدول (١٨): معامل هضم البروتين، الدهن، الكربوهيدرات والطاقة الكلية لأسماك البلطي النيلي.

| معامل الهضم (%) | | | | المادة العلفية |
|-----------------|--------------|-------|----------|-------------------------|
| الطاقة الكلية | الكربوهيدرات | الدهن | البروتين | |
| 87.4 | - | 97.8 | 84.4 | مسحوق الأسماك |
| 68.7 | - | - | 77.7 | مسحوق اللحم والعظام |
| 72.5 | - | - | 94.4 | مسحوق فول الصويا |
| 55.5 | 53.5 | 89.9 | 83.8 | مسحوق الذرة (غير مطبوخ) |
| 68.8 | 45.4 | - | 78.6 | مسحوق الذرة (مطبوخ) |
| 65.3 | 72.2 | 84.9 | 89.6 | مسحوق القمح |
| - | 60.8 | - | 70.7 | نخالة (ردة) القمح |
| 22.9 | - | - | 65.7 | مسحوق الجت (البرسيم) |

وهناك الكثير من الآراء المختلفة بين الباحثين حول أهمية البروتين الحيواني والبروتين النباتي ونسبة كل منهما في أعلاف أسماك البلطي. فبعض الباحثين يرى أن الأغذية النباتية فقيرة في الأحماض الأمينية الأساسية والفيتامينات وعليه يوصي بأن تكون نسبة البروتين الحيواني في حدود 10% في العلف ويعتقد أن هذه النسبة كافية لتحسين الهضم وكفاءة الإمتصاص وأنها توفر للأسماك إحتياجاتها من الأحماض الأمينية الضرورية والفيتامينات. وهناك من الباحثين من يعتقد أن البروتين الحيواني ليس أساسياً في أعلاف التربية المكثفة في البرك ponds وبالعكس هذا الرأي فقد لاحظ آخرون أن أسماك البلطي النيلي قد نمت بشكل أفضل في البرك على الأعلاف المركبة بصفة رئيسة من البروتين الحيواني. وبشكل عام فإن غالبية نتائج هذه الأبحاث تقترح أن أسماك البلطي تحتاج لنسبة ما من البروتين الحيواني في غذائها لتحسين النمو. ولكن ونسبة لأن تكلفة البروتين الحيواني مقارنة مع البروتين النباتي تعتبر عالية فلا بد من أخذ ذلك في الحسبان وصولاً لتحسين إقتصاديات الإنتاج خصوصاً وأن تكلفة الأعلاف تشكل دائماً النسبة الأعلى من التكلفة الكلية للإنتاج والتي تصل إلى حوالي 50% من التكلفة التشغيلية cost operating للإنتاج.

ركزت معظم الأبحاث الحديثة لتحديد إحتياجات البروتين لأسماك البلطي على دراسة إمكانية إستبدال مسحوق الأسماك meal fish بمصادر بروتينية نباتية رخيصة. وفي هذا الخصوص فقد جرت العديد من الأبحاث حول مختلف المصادر غير التقليدية للبروتين الحيواني والنباتي وبدرجات نجاح متفاوتة ومن هذه المصادر على سبيل المثال:

1. مصادر البروتين النباتية Plant protein sources:

الحبوب الزيتية oilseed plants

هناك العديد من الحبوب الزيتية التي حظيت بقدر وافر من إهتمام الباحثين ومنها:

مسحوق فول الصويا soybean meal:

معظم النتائج المتحصل عليها حتى الآن محدودة ومتناقضة. وترجع هذه المحدودية إلى أن استخدام فول الصويا في أعلاف الأسماك له الكثير من السلبيات الغذائية. فالمسحوق برغم ارتفاع نسبة البروتين فيه (47% - 50%) إلا أنه فقير في محتواه من الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت methionine-sulphur-containing amino acids مثل الميثايونين methionine والسيستين، cystine (الجدول 19) وأيضاً فهو فقير في محتواه من الفسفور والعناصر الصغرى (al., 1988 et Viola) ويحتوي فول الصويا كذلك على العديد من مضادات التغذية antinutrients وذلك مثل مثبطات التربسين trypsin inhibitors وهي عبارة عن بروتين الجلوبيولين protein globulin الذي يتحد مع إنزيم التربسين ويوقف نشاطه مما يؤدي لإعاقة هضم البروتين في العلف، المواد الملزنة للدم النباتية phytohaemagglutinin التي تعمل على تكثف والتصاق كريات الدم الحمراء، مضادات الفيتامينات (Shiau-anti vitamins) (al., 1987) وقد تلاحظ أنه وعند إضافة الأحماض الأمينية المصنعة للأعلاف المحتوية على مسحوق فول الصويا فإنها تأثيرها كان معدوماً ولم يؤثر على إستفادة أسماك البلطي من هذه الأعلاف (Teshima and Kanazawa, 1988) ويرى (Viola et al., 1988) أن العوامل التي تؤثر في الإستخدام الأمثل لفول الصويا بواسطة أسماك البلطي هي محدودية العناصر الصغرى فيه وليس الأحماض الأمينية وذلك لأنه لاحظ أن هذه الأسماك إستخدمت الأعلاف المضاف لها مسحوق فول الصويا بكفاءة عندما أضاف لها الأحماض الأمينية والفسفور disodium phosphate.

أمباز أوكسب البذور الزيتية Oilseed cakes:

هي عبارة عن مخلفات إستخراج الزيوت من البذور الزيتية وهي غنية بالبروتين الخام (50-20%) ولكنها فقيرة في الحمض الأميني الضروري اللايسين lysine وبعضها فقير أيضاً في الثريونين threonine (الجدول 19) وبجانب ذلك فتعتبر مصادر جيدة للأحماض

الدهنية(الجدول 20). ومن أمثلة هذه البذور بذور فول الصويا، الفول السوداني، بذور اللفت rapeseed، بذور الخردل seed mustard، بذور عباد الشمس seed sunflower، بذور القطن seed cotton، بذور السمسم seed sesame، بذور الكتان linseed، العُصْفُر أو القُرْطُم decorticated seed safflower. ويقسم الأمباز إلى أمباز البذور منزوعة القشرة الخارجية، dehulled and decorticated، وأمباز البذور الكاملة undecorticated. وأمباز البذور التي يتم نزع القشور منها قبل عصرها يكون غنياً بالبروتين وقليل الألياف مقارنة مع أمباز البذور الكاملة. وتؤثر طريقة استخراج الزيت من البذور على نوعية الأمباز فهناك الطريقة الميكانيكية mechanically extracted والطريقة الكيميائية باستخدام المذيبات extracted solvent والفرق بينها أن الأمباز الناتج من الطريقة الميكانيكية يكون محتواه من الزيت عالياً بينما محتواه من البروتين يكون قليلاً وذلك مقارنة مع الأمباز الناتج من الطريقة الكيميائية.

والأبحاث حول استخدام الإمباز في أعلاف أسماك البلطي عديدة ولكنها متناقضة. فمثلاً فبعض الأبحاث تشير إلى أن استخدام أمباز بذور القطن cakes seed cotton في أعلاف أسماك البلطي قد أعطى نتائج إيجابية (Jackson, 1982) بينما بعض الأبحاث قد أشارت إلى أن استخدامه قد أثر سلباً على أسماك البلطي (Ofojekwu and Ejike, 1984). وفي بعض الدول وفي برك تربية البلطي الإنتشارية extensive farming وشبه المكثفة intensive-semi farming التي يتم تسميدها بروث الدواجن أو الأبقار فإن إضافة الأمباز مخلوطاً مع بعض مخلفات المصانع الزراعية مثل ردة القمح قد أعطى نتائج إيجابية (Yousif, 1987; Middendorp, 1995).

وأمباز القطن ورغم ارتفاع محتواه من البروتين (26% - 54% حسب طريقة تصنيعه) وأنه رخيص الثمن إلا أن احتوائه على مادة الجوسيبول gossypol وحمض السايكلوبروبيونك acid cyclopropionic وعوز بعض الأحماض الأمينية فيه مثل الميثايونين والليسين والسيستين قد حد بصورة كبيرة من استخدامه في أعلاف الأسماك بنسبة كبيرة. والجوسيبول عبارة عن فينولات صبغية صفراء والجوسيبول الحر يعتبر ساماً بدرجة متوسطة للحيوانات غير المجتررة animals nonruminant مثل الأسماك والدواجن. وقد تلاحظ في بعض الأسماك أن كميات ضئيلة مثل 0.03% من الجوسيبول الحر يمكن أن تؤدي إلى إعاقة النمو. وتعتمد كمية الجوسيبول الحر في أمباز بذور القطن على الطريقة التي تم بها تصنيعه. فالأمباز الناتج عن طريق الاستخلاص بالمذيبات extracted solvent تبلغ نسبة الجوسيبول الحر فيه حوالي 0.2% - 0.4% والأمباز الناتج بواسطة ضغط البذور pressed حوالي 0.02% والناتج باستخدام

الطريقتين يبلغ حوالي 0.05%. وقد تلاحظ أن إضافة كمية كبيرة من الأمباز لأعلاف الأسماك بنسبة أكبر من 17% يمكن أن تؤثر سلباً عليها. والجوسيبول يتفاعل مع الحديد ليكون مركب جوسيبولات الحديد gossypolate ferrous وهو مركب غير نشط ولهذا فإنه ينصح بإضافة 0.85 - 1 جزء من سلفات الحديد sulfate ferrous لكل جزء من الجوسيبول الحر في العلف. وتحتوي كل أنواع أمباز بذور القطن على الحامض الدهني السايكلوبروبينونيك acid cyclopropionic والذي يؤدي وجوده في العلف لآثار سلبية في الأسماك مثل تدني النمو؛ تأخر النضج الجنسي؛ تضرر الكبد وزيادة ترسب الجليكوجين glycogen في الكبد. وبجانب أمباز القطن فقد تم تجريب إضافة أمباز بذور زيتية أخرى إلى أعلاف أسماك البلطي مثل أمباز الفول السوداني، السمسم وعباد الشمس وغيرها. وقد وجد al et Jackson (1982) أن أمباز الفول السوداني وعباد الشمس يمكن أن يحلا محل مسحوق الأسماك في أعلاف أسماك البلطي الموزمبيقي بنسبة 25% و75% على التوالي ودون أي تأثيرات سلبية على الأسماك.

الجدول (١٩) الأحماض الأمينية الضرورية في أمباز بعض البذور الزيتية (% بروتين)

| أمباز فول الصويا | أمباز الفول السوداني | أمباز بذور القطن | أمباز بذور عباد الشمس | الحامض الأميني |
|---------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| 7.4 | 9.5 | 10.2 | 9.6 | الأرجينين |
| 2.5 | 2.0 | 2.7 | 2.7 | الهستيدين |
| 5.0 | 3.7 | 3.7 | 4.9 | الأيزوليوسين |
| 7.5 | 5.6 | 5.7 | 8.3 | الليوسين |
| 6.4 | 3.7 | 4.1 | 4.2 | اللايسين |
| 1.4 | 0.9 | 1.4 | 2.5 | المثايونين |
| 2.9 | 2.4 | 3.3 | 4.1 | المثايونين (+السيستين) |
| 4.9 | 4.2 | 5.9 | 5.1 | الفينيلالانين |
| 8.3 | 7.4 | 7.9 | 8.1 | الفينيلالانين (+التيروسين) |
| 3.9 | 2.4 | 3.4 | 4.2 | الثرونين |
| 1.4 | 1.0 | 1.4 | 1.3 | التريبتوفان |
| 5.1 | 3.9 | 4.6 | 5.6 | الفالين |

الجدول (٢٠): محتوى الأحماض الدهنية في جزء الغليسيريدات الثلاثية لبعض الحبوب الزيتية (Lovell, 1989)

| الذور | بذور عباد الشمس | بذور القطن | ذور الصويا | الأحماض الدهنية |
|-------|-----------------|------------|------------|--|
| 14.5 | 17.0 | 30.0 | 14.0 | مشبعة saturated (%) |
| 53.0 | 29.0 | 18.5 | 23.5 | أحادية اللاتشبع monounsaturated (%) |
| 27.5 | 52.0 | 51.5 | 62.8 | عديدة اللاتشبع polyunsaturated (%) |
| 27.5 | 52.0 | 51.5 | 54.4 | اللينوليك (18:2 n-6) (linoleic) (%) |
| - | - | - | 7.1 | اللينولينيك (18:3 n-3) (linolenic) (%) |

النباتات، البقوليات ومركبات البروتين النباتية:

هناك العديد من الدراسات حول إمكانية استخدام أوراق بعض النباتات البقولية plants leguminous والحبوب ومركباتها concentrates والنتائج متباينة وتفاوتت في نسبة نجاحها. ومن هذه النباتات مسحوق أوراق البرسيم والأتريلكس *Leucaena* (Jackson and Yousif et al., 1994)، *Atriplex sp.* (Yousif et al., 1994)، *cassava* (Ng and et al., 1982; Santiago, et al., 1988)، *Wee*, 1989)، *Olvera* (Yousif et al., 1996)، *cowpea* (Olvera-Novoa et al., 1997)، *Novoa et al.*, 1990)، القمح والذرة (Twibell and Brown, 1998) ومن الثمار التمور وبذورها (Yousif et al., 1996) *copra* (Dvies et al., 1990).
النباتات المائية:

تم تجريب العديد من النباتات المائية plants aquatic في أعلاف أسماك البلطي وبدرجات مختلفة من النجاح وبناتج متناقضة أحياناً. ومن النباتات المائية التي تم تقييمها الطحالب (Minrova, 1975; Jackson et al., 1982)؛ الطحلب البطي المجفف (Fasakin et al., 1999) (duckweed)، الأزولا *Azolla sp.* (Almazan et al., 1986; Micha et al., 1988; Naegel, 1997).

2. مصادر البروتين الحيوانية : Animal protein sources تصنيع مخلفات الأسماك:

لقد حظي تصنيع مخلفات الأسماك في شكل سيلاج silage fish بإهتمام كبير وهناك العديد من الدراسات التي اختبرت جدوى إضافتها في أعلاف أسماك البلطي بدلاً عن مسحوق الأسماك (Hardey et al., 1983; Lapie and Bigueras-Benitez, 1992; Fagbenro and Jauncey, 1995; Yousif and Alhadrami, 1994). ومع إختلاف النتائج بين هذه الدراسات إلا أنها في مجملها مشجعة عندما لا تتجاوز نسبة الإستبدال %50. وفي الحالات التي تم فيها إستبدال مسحوق الأسماك بنسبة %75 من سيلاج الأسماك فقد تدنى نمو الأسماك وقد عزاه الباحثون إلى طبيعة السيلاج الحمضية وإلى النسب العالية من الأحماض الأمينية الحرة فيه. فالحموضة تقلل من إستساغة العلف بواسطة الأسماك palatability feed low وتؤثر على نشاط إنزيمات تكسير البروتينات protease activity إلى أحماض أمينية في الأمعاء (Hardy et al., 1983) وأما الأحماض الأمينية الحرة فربما تقلل من شهية الأسماك للأكل (Wilson et al., 1984).

تصنيع مخلفات الحيوانات والدواجن:

تشمل المخلفات الحيوانية التي تم تجريبها في أعلاف أسماك البلطي وبتنائج مختلفة مسحوق مخلفات الدواجن (Tacon, 1993)، الريش (Tacon, 1993; Jackson and Tacon, 1985)، روث الدواجن والحيوانات (Alhadrami and Yousif, 1993; Yousif and Alhadrami, 1994)، مسحوق الدم (Davies et al., 1989; Yousif et al., 1996)، مسحوق اللحم والعظام (Tacon and Davies et al., 1989; Jackson, 1985; Tacon, 1993). وكل هذه المخلفات تحتوي على نسب عالية من البروتين ومحتوى إجمالي جيد من الأحماض الأمينية ولكن كل واحد منها قد يفتقر لواحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الضرورية. فحمض اللايسين lysine يكون محدوداً في مسحوق مخلفات الدواجن، الريش وحمض الأيزوليوسين isoleucine يكون محدوداً في مسحوق الدم والميثايونين methionine يكون محدوداً في مسحوق اللحم والعظام، مسحوق الدم ومسحوق الريش (NRC, 1983).

3. البروتينات وحيدة الخلية Single-cell proteins

حظيت البروتينات وحيدة الخلية بإهتمام الباحثين وهي عبارة بروتينات مشتقة من الخميرة والبكتريا وأيضاً من الفطريات والطحالب وحيدة الخلية وكل هذه المصادر ذات محتوى متوازن من

الأحماض الأمينية(Lannan, 1986). وطريقة إنتاج هذه البروتينات تعتبر بسيطة ورخيصة ولا تحتاج إلى تقنيات معقدة. فمثلاً عند رش مصدر للكربون كردة القمح bran wheat، الأرز bran rice ونشارة الخشب على سطح ماء الحوض مع وجود التهوية المستمرة مع وجود النسبة المثلثي من الكربون والنيتروجين(15: 1) في الماء فإن ذلك يسرع من نموالبكتريا في الحوض والتي تستخدم الكربون كمصدر للطاقة. والبكتريا المنتجة بجانب كونها مصدر غذائي مباشر لأسمك البلطي فإنها تعمل على تخفيض تركيزات الأمونيا في الماء من خلال النيترة nitrification. وقد وجد الباحثون أن هذه الطريقة قد أدت إلى زيادة نموأسمك البلطي ووفرت الكثير من إستخدام الأعلاف الإضافية وكانت النتائج مشابهة لنتائج الأسمك التي تمت تغذيتها بالأعلاف الإضافية(Mokady, 1988; and Avnimelech, 1994). وحالياً يتم إنتاج البروتينات وحيدة الخلية بكميات تجارية لإستخدامها في غذاء الأسماك ولكن نتائج نموأسمك البلطي عليها متباينة وتعتمد على نوعية البروتين المنتج.

كمية البروتين في العلف:

وبجانب نوعية البروتين ومصادره فقد إهتمت الأبحاث أيضاً بكمية البروتين المثلثي في أعلاف أسمك البلطي والتي تحقق أعلى نسبة نمو. والجدول(21) يلخص متطلبات مختلف أنواع أسمك البلطي من البروتين في العلف والتي تحقق أعلى نسبة نمو. وبصفة عامة فالأحجام أقل من 1 جرام تتطلب %50-35 بروتين، الأحجام 5-1 جرام تتطلب %40-30 بروتين، الأحجام 25-5 جرام تتطلب %30-25 بروتين والأحجام فوق 25 جرام تتطلب 20% -25% بروتين.

الجدول (21): المتطلبات المثلى لمختلف أنواع وأحجام أسماك البلطي من البروتين

| نسبة البروتين المثلى في العلف (%) | النوع | الحجم (جرام) |
|-----------------------------------|--|--------------|
| 50-35 36< | O. mossambicus البلطي المزمبيقي O. aureus البلطي الأزرق O. niloticus البلطي النيلي | 1> |
| 35-30 40-32 | O. zillii البلطي الزيلي O. mossambicus البلطي المزمبيقي | 5-1 |
| 30-25 36-26 30-25 | O. mossambicus البلطي المزمبيقي O. aureus البلطي الأزرق O. niloticus البلطي النيلي | 25-5 |
| 25-20 23 25-20 | O. mossambicus البلطي المزمبيقي O. aureus البلطي الأزرق O. niloticus البلطي النيلي | 25< |

ويتناقص معدل البروتين للطاقة ratio energy to protein اللازمة للنمو مع زيادة حجم أسماك البلطي. وقد تلاحظ أن صغار أسماك البلطي (1.7-2.5 جرام) قد نمت بصورة جيدة عندما احتوى علفها على 56% بروتين وكان معدل الطاقة المهضومة energy digestible إلى البروتين (P/DE) يساوي 8.2 كيلوكالوري لكل جرام بروتين. وفي الأسماك الأكبر حجماً منها (7.5 جرام) فقد تلاحظ أن أحسن مستوى للنمو قد تحقق عندما كان معدل الطاقة للبروتين يساوي 9.4 كيلوكالوري لكل جرام بروتين. وتهضم أسماك البلطي الطاقة الكلية من مختلف المواد العلفية بصورة جيدة عدا البرسيم (الجدول 17).

الدهون والأحماض الدهنية الأساسية:

المعلومات المتوفرة عن احتياجات أسماك البلطي من الدهون والكاربوهيدرات قليلة. ومن الملاحظات المتوفرة أن أسماك البلطي تحتاج للأحماض الدهنية من نوع اللينوليك linoleic (6-18:2) ولهذا يضاف لتركيبها علفها حوالي 0.5-1% من الزيوت النباتية الغنية بأحماض اللينوليك مثل زيت فول الصويا، وزيت الذرة. وقد أعطت الزيوت النباتية نتائج أحسن من زيت الأسماك (3-20:5). ومن جهة أخرى يرى بعض الباحثين أن إضافة الدهون المشبعة n-6 acids fatty وغير المشبعة n-3 highly unsaturated fatty acids لغذاء أسماك

البلطي تعتبر أساسية لضمان تحقيق النمو المثالي (Shiau and Chou, 1999). وعلامات النقص في الأسماك التي تمت تغذيتها بإعلاف فقيرة بالأحماض الدهنية (n-6) و (n-3) تتلخص في فقدان الشهية، تأخر النمو وتضخم وشحوب وتشمع الكبد. والنسبة الكلية من الدهون التي تتحملها أسماك البلطي في العلف هي 12% وإذا زادت هذه النسبة فإنها تؤدي لإعاقة النمو.

ونسبة لاحتواء الأعلاف على الدهون فينصح دائماً بتخزينها تحت ظروف مناسبة تمنع تأكسد هذه الدهون. والدهون المتأكسدة يمكن أن تكون مصدراً للطاقة ولكن ليس كمصدر للأحماض الدهنية مما يؤثر على نمو الأسماك. وفي حالات التآكسد الشديد للدهون في الأعلاف وتحولها إلى ألديهيد *aldehydes*، كيتونات *ketones* وأحماض يمكن أن يكون ساماً بالنسبة للأسماك بجانب أن ذلك يسرع من فقدان بعض الفيتامينات في العلف. ولتفادي تأكسد الدهون في الأعلاف التجارية فيضاف لها مضادات التآكسد الصناعية *synthetic antioxidants* وذلك مثل استخدام الهيدروكسي تولوين *toluene-hydroxy butylated* بنسبة 0.02% من كمية الدهون في العلف أو استخدام المضادات الطبيعية *antioxidants natural* مثل ألفاتوكوفيرول *E vitamin -tocopherol alpha* بنسبة 1 جرام/كيلوجرام علف.

الكربوهيدرات :

يبدو أن أسماك البلطي تستخدم الكربوهيدرات بكفاءة. وقد بلغت نسبة هضمها حوالي 75% إلى 79% عندما تم استخدام دقيق القمح بنسبة بلغت حوالي 35% في العلف. وعندما تمت تغذيتها بنشا البطاطس بنسبة 85% في العلف فقد بلغت نسبة هضمها 50% إلى 58%. وقد تلاحظ أيضاً أن أسماك البلطي تستخدم وبكفاءة نشا نبات الكسافا *cassava* الذي يمكن إضافته في علائق البلطي بنسبة يمكن أن تصل إلى ما بين 30% إلى 60%. وبجانب استخدام الكربوهيدرات كمصدر رخيص للطاقة فإنها تستخدم كرابط *binder* لمكونات الأعلاف وكذلك يمكنها أن تلعب دوراً كمهد *precursor* لتصنيع العديد من المواد الوسطية التي يحتاجها الجسم للنمو مثل بعض الأحماض الأمينية غير الأساسية *non-essential amino acids* والأحماض النووية *nucleic acids*.

والألياف عموماً لا تشكل أي قيمة وظيفية في أعلاف الأسماك لأنها لا تستطيع هضمها. والتأثير الوحيد للألياف بالنسبة للأسماك قد يكون أنها تتحكم في حركة الطعام في القناة الهضمية ولهذا فإن النسبة الموصى بها من الألياف في أعلاف العديد من الأسماك ومن بينها أسماك البلطي هي في حدود 8%.

الطاقة والهضم Energy and digestibility

إن احتياجات الأسماك عموماً من الطاقة مقارنة مع حيوانات المزرعة تعتبر قليلة وذلك لعدة أسباب. فالأسماك تعتبر من ذوات الدم البارد poikilothermal ولا تحتاج إلى المحافظة على حرارة جسم ثابتة وتعمل على تغيير حرارة جسمها تبعاً لتغير حرارة البيئة المحيطة ؛ وجود الأسماك في الماء يقلل من حاجتها للطاقة للمحافظة على موضعها position وللحركة locomotion وأخيراً فإنها تفقد جزء يسير من الطاقة لهدم البروتين protein catabolism وإخراج المخلفات النيتروجينية wastes nitrogenous في شكل أمونيا عبر الخياشيم(NRC, 1983; Lovell, 1989). وإضافة الطاقة المناسبة في علف الأسماك يعتبر ضرورياً للنمو المناسب. ففي حالة نقصان الطاقة المطلوبة فإن بعض البروتين في العلف يتم استخدامه كمصدر للطاقة بدلاً عن النمو. وأما في حالة زيادة الطاقة في العلف عن الحد المطلوب فإن ذلك يؤدي إلى ضعف تناول الأسماك للبروتين وإلى تثبيط الإستخدام الأمثل للعديد للمغذيات وهذا بجانب زيادة كمية الدهون في الأسماك المنتجة (fatty fish) (Winfree and Stickney, 1981).

يعتبر البروتين من المصادر المكلفة للطاقة في علف الأسماك ولهذا فإنه دائماً ما تستخدم المصادر الرخيصة للطاقة مثل الدهون والكربوهيدرات وبالتالي توفير البروتين لحاجات النمو فقط protein sparing effect of carbohydrates and fats. ولكن أسماك البلطي لا تتحمل نسب عالية من الدهون في غذائها والنسب التي يمكن أن توفر الطاقة المناسبة هي في حدود 6 - 10% (Jauncey and Ross, 1982).

وعند دراسة تأثير البروتين إلى معدل الطاقة ratio energy to protein على نمو أسماك البلطي الأزرق (O. aureus) فقد وجد أن الأسماك الصغيرة (2,5 جرام) تنمو بصورة جيدة على الأعلاف التي تحتوي على 55,9% بروتين، 2,5% دهون، 21,95 كيلوجول طاقة مهضومة energy digestible ونسبة البروتين إلى معدل الطاقة في حدود 25,5 ملجرام بروتين/كيلوجول طاقة. وفي الأسماك الأكبر حجماً (7,5 جرام) فتنمو بصورة جيدة على العلف المحتوي على 34% بروتين، 4,4% دهون، 13,23 كيلوجول طاقة هضمية ونسبة البروتين إلى معدل الطاقة في حدود 25,70 ملجرام بروتين/كيلوجول طاقة (Winfree and Stickney, 1981). ومن جهة أخرى فقد وجد Wang et al (1985a,b) أن أسماك البلطي النيلي (O. niloticus) بحجم 9 جرام قد حققت أعلى نمو عند تغذيتها بعلف يحتوي

٣٠٪ بروتين، ٥،٤ - ١٠،٨٪ دهون. وحول إستخدام الدهون كمصدر للطاقة في أسماك البلطي فإن Hanley (١٩٩١) في بحثه عن أثر إضافة نسب مختلفة من الدهون (٥، ٩، ١٢٪) وبنسبة بروتين لمعدل الطاقة ٣٤، ٢٩، ٢٦ ملجرام بروتين/كيلوجول طاقة) في غذاء أسماك البلطي النيلى (٤٢ جرام) فقد وجد أن زيادة الدهون لم تحسن معدل النمو ومعدل التحويل الغذائي أو تراكم البروتين في الجسم ولكن في المقابل فزيادة الدهون في الغذاء قد أدت لزيادة نسبة الدهون في الأحشاء واللحم مما يدل على عدم إستفادة الأسماك من الدهون كمصدر للطاقة لتحسين النمو وكفاءة إستخدام الغذاء. وخلص الباحث إلى أن أعلاف البلطي النيلى يجب أن تتركب على أساس إعتبارات البروتين وليس الطاقة.

اشار al et Takeuchi (١٩٨٣) أن أسماك البلطي النيلى لديها إحتياجات غذائية للأحماض الدهنية من مجموعة اللينوليك (C ١٨:٢) الموجودة بكثرة في الزيوت النباتية مثل زيت عباد الشمس وزيت الذرة. وقد حسن إضافة مثل هذه الزيوت في أعلاف البلطي من نموها مقارنة مع الأعلاف المضاف لها زيت السمك الغنية بحمض الأيكوسابنتانويك (C 20:5 EPA) و docosahexaenoic DHA (C ٢٢:٥). وبعكس هذه النتائج فقد درس (Chou and Shiau 1999) تغذية صغار هجين البلطي 0.84 جرام ((O. niloticus x O. aureus)) بأعلاف تحتوي على 30% بروتين خام وفي مجموعة أضاف 5% دهون (6) وأخرى 5% دهون (3) أو 5% خليط من النوعين بنسبة 1:1 وخلصا إلى أن المجموعتين من الدهون تعتبران ضروريتان لتحقيق أعلى نموفي صغار هجين البلطي.

والدهون التي تتعرض للأكسدة نتيجة لسوء تخزين الأعلاف ربما تعمل كمصدر للطاقة وليس للأحماض الدهنية المطلوبة للنمو. وتحول الدهون في الأعلاف نتيجة للأكسدة الشديدة إلى ألدهيد (aldehydes) و كيتونات (ketones) وأحماض قد تكون سامة للأسماك وقد تسرع فقدان بعض الفيتامينات في العلف. ولتفادي أكسدة الدهون في الأعلاف فيوصى بإضافة المواد المضادة للأكسدة المصنعة مثل البوتيليتيد هيدروكسي تولوين (butylated hydroxy-toluene, BHT) بنسبة 0.02% من محتوى الدهون في العلف أو المواد المضادة للأكسدة الطبيعية مثل ألفتوكوفيرول - فيتامين هـ (alpha tocopherol-vitamin E) بنسبة 1 جرام/ كيلوجرام علف (Hasting, 1972; NRC 1983; Lovell, 1983).

تستخدم العديد من أنواع الأسماك الكربوهيدرات الغذائية ولكن المعلومات قليلة حول هضمها وتمثيلها. وتعتبر الكربوهيدرات من أرخص مصادر الطاقة في أعلاف الأسماك

هذا بجانب أنها تساعد على تحبيب (pelletization) الأعلاف أثناء تصنيعها وكذلك تلعب دوراً كمهد (precursor) للعديد من عمليات الأكسدة لجزيئات المواد الغذائية العضوية في الخلية اللازمة للنمو. (NRC, 1983) والألياف عموماً غير قابلة للهضم بواسطة الأسماك وليس لها قيمة غذائية في أعلاف الأسماك غير أنها تساعد في حركة الغذاء داخل القناة الهضمية. (Lovell, 1989) ولهذا فإن نسبتها في أعلاف العديد من الأسماك الموصى بها هي في حدود (Jauncey and Ross, 1982) 8% وقد لاحظ (Qadri and Jameel, 1989) أنه عندما تجاوزت نسبة الألياف فوق 10% في علف أسماك البلطي الموزمبيقي (*O. mossambicus*) فقد إنخفض نموها مصحوباً بإنخفاض في زمن إنتقال الغذاء داخل القناة الهضمية وفي هضم المواد الغذائية.

وتعتبر طرق دراسات هضم المواد الغذائية في الأسماك وبعكس الطرق المتبعة في حيوانات المزرعة معقدة بعض الشيء وتحتاج إلى ترتيبات خاصة وذلك لأن الأعلاف يتم تغذيتها للأسماك عبر الماء ومخلفات الهضم تتم كذلك في الماء مما يصعب عملية جمعها. ولهذا فليس هناك تقنية معيارية محددة لمثل هذه الدراسات وخصوصاً جمع مخلفات الهضم وهناك العديد منها مثل إستخلاصها عبر ضغط البطن (Austreng, 1978)، جمع المخلفات مباشرة من أحواض التربية (Silva and Perera, 1984; Yousif, 1996 De)، إستخدام غرف هضم وأجهزة خاص (Cho et al., 1982; Gomes et al., 1993).

ويمكن دراسة هضم المواد الغذائية في الأسماك إما بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة. ففي الطريقة المباشرة يتم قياس كل العلف المستهلك وكل المواد الإخراجية (faeces) ولكن في هذه الطريقة لا يمكن تفادي الأخطاء فيها نسبة إلى أن نسبة كبيرة من المواد الغذائية في العلف والمواد الغذائية ترشح في الماء ويتم فقدانها وبذلك فهي لا تظهر عند تحليل العينات (Lovell, 1989). والطريقة غير المباشرة تعنى بقياس نسب المواد الغذائية من خلال وجود مادة كاشفة تضاف للعلف موضع الدراسة والمود الكاشفة هي عبارة عن مواد خاملة غير غذائية مثل الرماد والألياف وأكسيد الكروم Cr_2O_3 oxide chromium. وتتميز الطريقة غير المباشرة مقارنة بالطريقة المباشرة في أنها لا تعتمد على تغذية كمية معلومة من العلف أو على جمع كل كمية المواد الإخراجية وبالتالي فهي تختصر الوقت والجهد (Austreng, 1978). ومع ذلك فإن نتائج دراسات الهضم التي تمت بهذه الطريقة على أسماك البلطي النيلي جاءت متباينة حسب طريقة جمع المواد الإخراجية. ففي إحدى الدراسات وجد أن معامل الهضم الظاهري (digestibility nutrient apparent) للمادة الجافة، البروتين والطاقة

بلغ 56.7%، 83.3% بالتتابع (Perera and Silva, 1984) وفي دراسة أخرى فإن القيم لنفس هذه المغذيات بلغت 65.60، 79.40% و68.30 بالتتابع (Yousif, 1996).

الفيتامينات Vitamins

تتم معظم ممارسات تربية البلطي في البرك ponds ولهذا فإنها تستهلك كميات كبيرة ومتنوعة من الغذاء الطبيعي والذي ربما يسد إحتياجاتها من الفيتامينات. ولهذا السبب فإن العلف الإضافي لأسماك البلطي المرباة في البرك الصغيرة لا يحتوي على أي إضافات من الفيتامينات.

وبالنسبة لتربية البلطي شبه المكثفة intensive-semi culture والمكثفة intensive culture في الأحواض فلا بد من إضافة الفيتامينات في العلف. وعلى سبيل المثال فقد أثبتت الدراسات التي أجراها Soliman et al. (1985) عدم وجود أي آثار لنشاط إنزيم أكسيداز الجلونولاكتون L-gulonolactone oxidase في كبد وكلى أسماك البلطي النيلي. وحيث أن هذا الإنزيم هو المسئول عن التخليق الحيوي لحمض الأسكوربيك L-ascorbic acid في الجسم فهذا يدل على عدم مقدرة الأسماك على تخليقه وبالتالي لابد من إضافة فيتامين C في العلف. والكمية الموصى بها هي 125 - 200 مليجرام/كيلوجرام علف. ونقص فيتامين C في العلف يمكن أن يسبب لها مثلها مثل الأسماك الأخرى تشوه العمود الفقري، تشوه غضروف الخياشيم، النزف تحت الجلد، زوال اللون الطبيعي للجلد وبطء إلتئام الجروح (Soliman et al., 1994). ونسبة لأن الفيتامين شديد التأثير بالحرارة والتخزين لفترات طويلة فتتم إضافته بكميات زائدة عن المقرر في العليقة لضمان عدم إنحلاله كلياً أثناء التخزين. وكذلك فإن نقص فيتامين E في العلف يمكن أن يؤثر سلباً على النمو ويمكن أن يسبب لها تهتك العضلات وكذلك يؤثر على خصوبتها وتناسلها من خلال تأثيره على الجهاز التناسلي للأنثى والذكر ويؤثر كذلك في تلون الذكر باللون الأحمر القاني خلال فترات التكاثر. كما يسبب تأثير نقص هذا الفيتامين الأنيميا من خلال التأثير الذي يحدث لكريات الدم الحمراء ويسبب كذلك تشمع الكبد نتيجة لتراكم الدهون وليونة اللحم في الجهة الظهرية. وبالنسبة للفيتامينات الأخرى فيعتقد أن أسماك البلطي تستطيع تخليقها بواسطة الكائنات الدقيقة في الأمعاء مثل فيتامين السيانوكوبالامين (فيتامين B₁₂) الذي ثبت أن الأسماك تستطيع تخليقه بواسطة البكتريا في الأمعاء. والجدول (22) يوضح الحصص المجرية والتي يوصي بها الباحثون من الفيتامينات في العلف التجاري لأسماك البلطي وفي أعلاف التجارب المعملية شبه النقية diets semipurified.

**الجدول (٢٢)؛ كميات الفيتامينات في الأعلاف التجارية
لأسماك البلطي وفي الأعلاف شبه النقية (Lovell، ١٩٨٩)**

| العلف شبه النقي (في كل كيلوجرام علف) | العلف التجاري (في كل كيلوجرام علف) | الفيتامين |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 4000 | 4000 | فيتامين A (وحدة دولية) |
| 2000 | 2000 | فيتامين D (وحدة دولية) |
| 50 | 50 | فيتامين E (وحدة دولية) |
| 10 | 10 | فيتامين K (مليجرام) |
| 3000 | 500 | الكولين choline (مليجرام) |
| 30 | 30 | النياسين niacin (مليجرام) |
| 15 | 15 | الريبوفلافين vit. B2 (مليجرام) |
| 10 | 10 | البيريدوكسين vit. B6 (مليجرام) |
| 10 | 10 | الثيامين vit. B1 (مليجرام) |
| 50 | 50 | حامض البانتوثينيك (مليجرام) |
| 5 | 5 | الفولاسين folacin (مليجرام) |
| 200 | 200 | فيتامين C (مليجرام) |
| 1 | - | البايوتين biotin (مليجرام) |
| 20 | - | السيانوكوبالامين vit. B12 (ميكروجرام) |
| 400 | - | الإينوسيتول inositol (مليجرام) |

المعادن Minerals

إن دراسة احتياجات الأسماك إلي المعادن تعتبر من الدراسات الصعبة ولهذا فالمعلومات المتوفرة ضئيلة. فأسماك البلطي الموزمبيقي التي يمكن أن تعيش في المياه المالحة فقد تلاحظ مقدرتها على أخذ الكالسيوم بكفاءة من الماء عن طريق الخياشيم والفسفور عن طريق القناة الهضمية، مثلها مثل الأسماك الأخرى تحتاج أسماك البلطي للمعادن لتكوين الأنسجة ولعمليات الأيض وللمحافظة على التوازن الأسموزي بين سوائل جسمها والوسط المائي المحيط. وربما تؤمن بعض احتياجاتها من هذه المعادن من الماء ولكن في الأعلاف التجارية يوصى دائماً بإضافة العناصر الأساسية فيها خصوصاً

تلك التي يفتقر إليها الماء مثل عنصر الكالسيوم في الماء العذب ، كما موضح في الجدول(23).
ونقص المانجنيز، الكالسيوم والفسفور في العلف يمكن ان يؤدي إلى تدني النمو وتشوه
الجسم. ونقص الزنك ربما يؤدي إلى الإصابة بمرض المياه البيضاء بالعيون cataracts وتتم السيطرة
عليه بإضافة المعادن والفيتامينات في العلف. ووجود الكالسيوم بكميات زائدة في العلف ربما يؤدي
لمرض تكلس الكلية nephrocalcinosis وهو مرض ناتج عن ترسب الكالسيوم في الكلية وفي الحالات
الحادة يمكن أن يؤدي ذلك لنفوق الأسماك.

الجدول(٢٣): إحتياجات أسماك البلطي النيلي من المعادن

(Boyd، ١٩٩٢، Luquet، ٢٠٠٤)

| الإحتياجات (في كل كيلوجرام علف) | العنصر |
|---------------------------------|----------------------------|
| 0.6 - 6.5 جرام | الكالسيوم calcium (Ca) |
| 0.7 - 9 جرام | الفسفور phosphorus (P) |
| 0.59 - 0.77 جرام | الماغنيسيوم magnesium (Mg) |
| 10 مليجرام | الزنك zinc (Zn) |
| 12 مليجرام | المانجنيز manganese (Mn) |
| 3 - 4 مليجرام | النحاس copper (Cu) |
| 0.15 جرام | الحديد (Fe)iron |
| 0.4 مليجرام | السيلينيوم (Se)selenium |
| 1 مليجرام | الأيوداين (I)iodine |

تركيب أعلاف البلطي وحجم الحبيبات:

نسبة للتفاوت الكبير بين الممارسات المختلفة لتربية أسماك البلطي في مختلف أنحاء العالم
فلا يوجد حالياً مواصفات قياسية عالمية لأعلاف البلطي وتتميز كل منطقة من العالم بنوع معين من
الأعلاف وذلك حسب المواد الأولية الرخيصة المتاحة والتي تؤمن تركيب علف إقتصادي يكمل الغذاء
الطبيعي المتاح في برك التربية(الجدول 24).

وبالنسبة للتربية المكثفة وشبه المكثفة في البرك الترابية ponds earthen والقنوات
raceways والأحواض tanks والأقفاص العائمة cages floating تعتمد الأسماك كلياً على الأعلاف
فلذلك لا بد من أن تكون هذه الأعلاف متكاملة وتحتوي على كل المغذيات الأساسية(الجدول 25).

الجدول (٢٤): تركيب أعلاف البلطي في بعض دول العالم وتحليلها الكيميائي ونتائج الإنتاج

| السلفادور | الفلبين | توجو | إفريقيا الوسطى | كينيا | |
|-----------|---------|------|----------------|-------|-------------------------|
| - | 12.5 | - | - | 10 | المكونات (%) |
| 2.5 | - | - | - | 10 | مسحوق الأسماك |
| - | - | - | - | 1 | مسحوق اللحم أو الدم |
| - | 22 | - | - | 15 | مسحوق العظام |
| - | - | - | 15 | 10 | مسحوق فول الصويا |
| 10 | 51.5 | - | 15 | 20 | رددة (نخالة) القمح |
| - | - | 15 | 15 | 13 | رددة (نخالة) الأرز |
| 2.5 | - | 15 | - | 10 | مخلفات التقطير |
| - | - | - | - | 5 | طحين الذرة الشامي |
| - | - | 35 | - | 5 | مسحوق البرسيم |
| 5 | - | - | - | - | المولاس |
| 32.5 | - | 35 | 45 | - | لب ثمرة البن |
| - | - | - | 9.75 | - | أمباز القطن |
| - | 10 | - | - | - | أمباز السمسم |
| - | 3 | -- | - | - | لب جوز الهند |
| 45 | - | - | - | - | أوراق اللوكينيا |
| 2.5 | - | - | - | - | روث الدواجن |
| - | 1 | - | 0.25 | 1 | زيت كبد أسماك القرش |
| | | | | | مضافات فيتامينات |
| 23 | 30 | 23 | 30 | 22 | التحليل الكيميائي (%) |
| - | - | - | - | 5.5 | البروتين |
| | | | | | الدهن |
| 3 | 1.5 | 3.5 | - | 2-2.5 | نتائج الإنتاج |
| 1.5 | 2.1 | 5.7 | 1.2 | 2.4 | معدل التغذية (%) |
| 0.45 | - | - | 0.85 | 1.14 | معدل التحويل الغذائي |
| | | | | | معدل النمو (جرام/اليوم) |

الجدول (٢٥): نماذج من تركيب أعلاف أسماك البلطي المرباة في البرك (٢٥% بروتين) وفي الأحواض (٣٢% بروتين).

| المكونات | علف (%) (البرك) | علف (%) (الأحواض) |
|---|-----------------|-------------------|
| مسحوق الأسماك (55-66% بروتين) | 8 | 12 |
| مسحوق فول الصويا (48% بروتين) | 28.8 | 43 |
| الحيوب أو مخلفاتها | 59.4 | 38.8 |
| الدهن | - | 1.9 |
| رابط لحبيبات العلف binder | 2 | 2 |
| فسفات الكالسيوم الثنائي dicalcium phosphate | 1.5 | 2 |
| مخلوط الفيتامينات | 0.25 | 0.25 |
| مخلوط المعادن | 0.05 | 0.05 |

وبالنسبة للممارسات التقليدية في البرك الصغيرة فإن الأعلاف عادة ما تكون في شكل مخلوط للمكونات بدون أن يتم تحبيبها pelletized. والمخلوط إما أن يكون جافاً أو رطباً حسب نوع مكوناته. وفي الممارسات التجارية فغالباً ما يتم استخدام الأعلاف المحببة التجارية (الشكل 2-5) والتي يتم إعدادها في المزرعة أو المختبر باستخدام مفرمة اللحم العادية. وفي العادة يتم استخدام الحبيبات المهروسة والتي يبلغ حجم حبيباتها أقل من 0.5 ملليمتر لتغذية صغار البلطي التي يبلغ طولها حوالي 7-11 ملليمتر وعمرها حوالي 3 - 7 أيام. ومع زيادة حجم الأسماك يزيد حجم الحبيبات إلى أن يصل إلى 2-3 ملليمتر للأحجام الكبيرة وزيادة حجم الحبيبات فوق 3 ملليمتر قد لا ييدومجدياً لأن أسماك البلطي ليس لها أسنان بلعومية teeth pharyngeal قوية وهي أسنان عظمية توجد خلف الفم على العظم البلعومي عند نهاية القوس الخيشومي تسمح لها بمضغ الحبيبات الكبيرة.



الشكل (2-5) أعلاف أسماك البلطي المحببة.

معدلات التغذية Feeding rates :

في الممارسات التقليدية في البرك الصغيرة ponds التي يتم فيها التغذية بأغذية تقليدية مثل أوراق النباتات ولب الثمار والكسافا cassava وغيرها فيصعب فيها تحديد معدلات التغذية أو معرفة الكميات التي إستهلكتها الأسماك فعلياً وتلك التي تمت الإستفادة منها كمخصبات عضوية للبركة. وبالنسبة للأعلاف المحببة فمن السهل تحديد معدلاتها والكميات المستهلكة.

ويحدد كمية العلف وكفاءة إستهلاكه العديد من العوامل مثل حجم أسماك التربية، نوع أسماك البلطي، نوعية وكمية البروتين في العلف والحالة الفيزيائية للعلف مثل نسبة ثباته في الماء stability water. ولهذا فلكل مجموعة حجم من أسماك البلطي معدل تغذية محدد حسب نوع العلف وكمية البروتين فيه. ولأن إحتياجات الأسماك الصغيرة من البروتين عالية فيتوقع أن يكون إستهلاكها من العلف أعلى من الأسماك الأكبر حجماً (الجدول 25). ويتأثر معدل التغذية بدرجة حرارة الماء وكل 1 درجة مئوية يمكن أن تسبب فرقاً في كمية العلف المأكول بنسبة 0.45% فمثلاً أسماك البلطي التي وزنها 30 جرام يبلغ معدل تغذيتها عند 30 درجة مئوية حوالي 3-4% وعند 25 درجة مئوية حوالي 6.7% وعند درجة حرارة 20 درجة مئوية حوالي 4.6%.

عدد مرات التغذية Feeding frequency

إن عدد مرات التغذية مرتبط بدورات تغير الأس الهيدروجيني اليومي diurnal pH cycle في معدة أسماك البلطي. إفراز حامض الهيدروكلوريك HCl يبدأ في المعدة مع التغذية في الصباح الباكر ولكن مستوى الأس الهيدروجيني المثالي للهضم وهوفي حدود 1 - 1.25 لا يتم الوصول إلي إلا بعد ساعات النهار. ويتوقف إفراز الحامض عند خلوالمعدة من الطعام ويعود الأس الهيدروجيني لمستواه العادي وهوفي حدود 5 - 7. وبعد إمتلاء المعدة بعد تناول الوجبة التالية يبدأ مرة أخرى إفراز الحامض ومن ثم هبوط مستوى الأس الهيدروجيني. ونتيجة لذلك فإن أول كمية من الطعام تدخل للمعدة تمر للأمعاء دون أن تتعرض للحامض وبذلك لا يتم هضمها ويتم إخراج هذه الكمية كما هي (Moriarty and Hatton 1979) أنه (Moriarty, 1973). وبناءً على هذه الحقائق فقد إقترح Hatton and Balarin (1979) أنه إذا تمت تغذية أسماك البلطي مرة واحدة في اليوم فإن هذه الوجبة يتم إخراجها دون أن يتم هضمها تماماً وعليه فإن تقسيم هذه الكمية إلى عدة وجبات في اليوم يساعد على زيادة

فرص هضمها. وأسماك البلطي ليس لها معدة حقيقية ولكنها عبارة عن نوع من الإنتفاخ في الأمعاء(الشكل 4-4) يجعل من عملية الهضم تتم بمعدل بطيء(حوالي 30-18 ساعة للتفريغ الكامل لمحتويات المعدة). ولهذا ينصح بتقسيم الكمية اليومية إلى عدة وجبات توزع خلال اليوم وهي بحد أقصى 8 وجبات للأسماك الصغيرة و بحد أدنى 3 وجبات للأسماك الكبيرة(الجدول 26). توزع الوجبات الغذائية على فترات زمنية تأخذ في الإعتبار زمن تفريغ المعدة وبعبارة أخرى إتاحة الفرصة للهضم الكامل للوجبة. وقد تلاحظ أن الأسماك الكبيرة أسرع هضماً من الأسماك الصغيرة وأن هناك علاقة سالبة بين زمن تفريغ المعدة ودرجة الحرارة. ويوزع الغذاء للأسماك إما يدوياً أو من خلال الأكالات الأتوماتيكية أوأكالات الحاجة feeders demand وغيرها.

الجدول(٢٦): معدلات وعدد مرات التغذية للأحجام المختلفة للبلطي.

| عدد مرات التغذية في اليوم | معدل التغذية اليومي (% من وزن الجسم) | الحجم (جرام) |
|---------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 8 | 01 - 03 | 1 - 5.0 جرام |
| 6 | 6 - 01 | 5 - 1 جرام |
| 4 | 4 - 6 | 02 - 5 جرام |
| 4 - 3 | 3 - 4 | 001 - 02 جرام |
| 3 | 3 | أكثر من 001 جرام |

الباب السادس الإحتياجات البيئية Environmental Requirements

يعتمد نجاح تربية أسماك البلطي وبدرجة كبيرة على نوعية مياه التربية الفيزيائية والكيميائية. وتعتبر أسماك البلطي من أكثر أسماك التربية في المياه العذبة تحملاً للملوحة العالية، درجات حرارة الماء العالية، النسب المنخفضة من الأوكسجين الذائب والتركيزات العالية من الأمونيا.

حرارة الماء Water temperature :

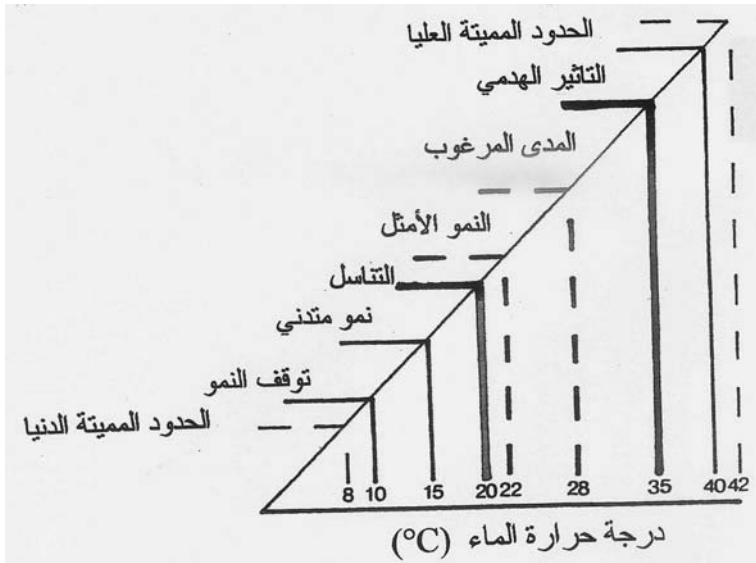
تعتبر درجة حرارة الماء من أهم العوامل التي تؤثر في تطور ونمو الأسماك. فمعدلات الأيض أو التمثيل الغذائي rates metabolic للأسماك تزيد بسرعة مع زيادة درجة حرارة الماء. وتتحكم الحرارة أيضاً في الكثير من العمليات البيولوجية مثل التفريخ وفسس البيض. وكل نوع من الأسماك يتحمل مدى معيناً من الحرارة وضمن هذا المدى توجد درجة الحرارة المثلى للنمو والتناسل (Barnabe, 1994; Kamanga et al., 2004).

تعتبر أسماك البلطي عموماً من الأسماك المحبة للحرارة thermophilic وتقسم في هذا الإطار إلى ثلاثة مجموعات: أولها- الأنواع التي تتحمل مدى واسع من درجات الحرارة مثل البلطي الزيلي O. zillii، البلطي الموزمبيقي O. mossambicus، البلطي النيلي O. niloticus، البلطي الأزرق O. aureus والبلطي الجليلي (8 - 42°) S. galilaeus م ثانياً- الأنواع الأقل تحملاً من المجموعة الأولى مثل البلطي الإسبيلوروس O. spilurus وثالثها- الأنواع ذات المدى الحراري الضيق stenothermal أي الأقل تحملاً لدرجات الحرارة الدنيا والعليا مثل البلطي الميلاوثيرون S. melanotheron (20 - 31° م). ودرجة تحمل أنواع كل مجموعة يعتمد على حجم الأسماك فالأسماك اليافعة لها درجات تحمل عالية لدرجات الحرارة العالية مقارنة مع الأسماك البالغة. ومن جهة أخرى فقد أشارت بعض الدراسات إلى تأثير درجة حرارة الماء على التمايز الجنسي (differentiation sex) وكذلك على تشكيل الجسم خلال مراحل التطور الأولى ليرقات البلطي. وقد تلاحظ أن يرقات البلطي المزمبيقي التي تمت تربيتها تحت درجات حرارة عالية (28 - 32° مئوية) قد زادت فيها نسبة التشوهات في جسمها وكما أن عدد الذكور الناتج كان أعلى من نسبة الإناث (Wang and Tsai, 2000). كما تلاحظ أيضاً في البلطي النيلي والبلطي الأحمر نفس ظاهرة زيادة عدد الذكور عند تربية اليرقات عند درجات حرارة عالية تصل إلى 34 - 36° مئوية (Baroiller et al., 1995). وكما أشار بعض

الباحثين إلى تأثير سلالة البلطي على تحمل درجات الحرارة الدنيا حيث أثبتت سلالات البلطي النيلي السوداني والمصري على تحملهما للبرودة في الصين مقارنة مع سلالات أخرى (Sifa et al., 2002).

وأيضاً تعتمد درجة تحمل أسماك البلطي للحرارة على درجة ملوحة الماء. فالبلطي الموزمبيقي والأزرق مثلاً تزيد درجة تحملهما لدرجات الماء المنخفضة في الماء الشروب (brackishwater) (3 - 21 جزء في الألف ملوحة). والمدى الذي تنمو فيه أسماك البلطي هوفي حدود 20 - 35 درجة مئوية بينما الدرجة المثلى هي في حدود 28 - 30 درجة مئوية وبالتالي يمكن الإستنتاج أن أقصى إنتاج يمكن تحقيقه عندما تكون حرارة الماء ضمن هذه الحدود المثلى.

وأسماك البلطي لا تتحمل درجات الحرارة المتدنية وبالتالي فإن تربيتها في المناطق الباردة لم يلاقي النجاح المطلوب. وحدود درجة الحرارة الدنيا المميتة *limits lethal lower* لأغلب أنواع أسماك البلطي هي حوالي 8 - 10 درجة مئوية. وعادة تتوقف أسماك البلطي عن التغذية عندما تهبط درجات الحرارة تحت 17 درجة مئوية. ودرجات الحرارة المثلى للتناسل هي حوالي 27 درجة مئوية ويتوقف التناسل عند درجة حرارة 20 درجة مئوية وأقل. وعموماً فمتوسط درجة الحرارة المثلى للنمو هي 30 درجة مئوية. وحدود درجة الحرارة المميتة العليا *limits lethal upper* هي حوالي 40 - 42 درجة مئوية (الشكل 1-6).



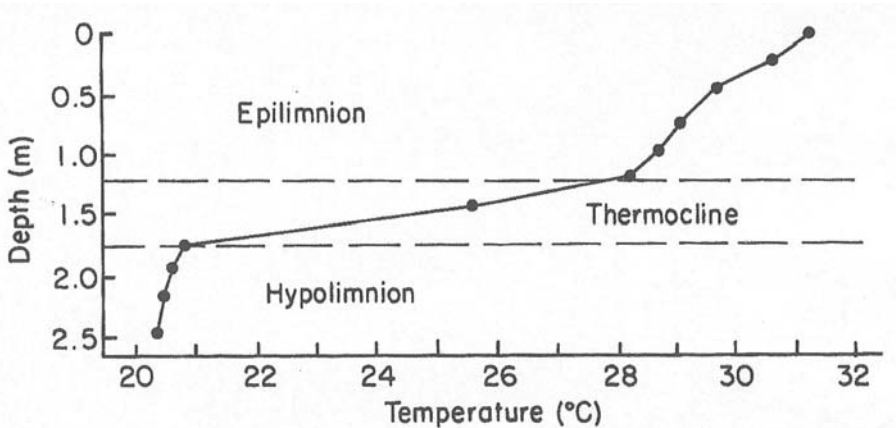
الشكل (1-6): تأثير الحرارة على أسماك البلطي (Balarin and Haller, 1982).

تركيز الأوكسجين الذائب Dissolved oxygen concentration

يعتبر غاز الأوكسجين هو الغاز الثاني بعد النيتروجين من حيث نسبة تواجده في الماء ويعتبر الأهم لحياتية الكائنات المائية. وإنتشار هذا الغاز في المياه الطبيعية يتم عادة بصورة بطيئة ما عدا في حالة التحريك الشديد للمياه بفعل الرياح والأعاصير مثلاً. والمصدر الأكثر أهمية للأوكسجين الذائب في الماء هو ذلك الناتج من عملية التمثيل الضوئي photosynthesis للنباتات المائية ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$). والعوامل التي تتحكم في التمثيل الضوئي وبالتالي كمية الأوكسجين الناتجة منها هي الحرارة، الضوء، تركيزات المغذيات nutrients المتاحة للنباتات المائية، نوع النباتات وكثافتها، حركة الماء وعدد آخر من العوامل الأقل أهمية. وفي برك تربية الأسماك تكون تركيزات المغذيات عالية وبالتالي تكون كثافة النباتات عالية في المواسم الدافئة. وإختراق الضوء في الماء يتم التحكم فيه وبصورة كبيرة بواسطة عكارة الماء turbidity water التي تشكلها الجزيئات المعلقة or suspended particles colloidal في الماء. ويشكل النمو الكثيف للبلانكتون النباتي phytoplankton في برك الأسماك ما يشبه الحصير mat وتصير العامل الرئيس الذي يمنع إختراق الضوء ويؤثر بالتالي في معدلات التمثيل الضوئي في مختلف أعماق بركة الماء. وكمية الأوكسجين الناتجة من التمثيل الضوئي تكون أكبر عند سطح الماء وتتناقص تدريجياً مع العمق. والعمق الذي تكون فيه كمية الأوكسجين المنتجة بواسطة التمثيل الضوئي مساوية لكمية الأوكسجين التي تستهلكها عمليات التنفس يسمى بنقطة التعويض point compensation ويحدث ذلك في المنطقة الضوئية zone euphotic وهي المنطقة من البركة التي يصلها على الأقل حوالي 1% من الأشعة الضوئية التي تخترق السطح. ونقطة التعويض في برك الأسماك تقع عادة على عمق أقل من واحد متر وقد يصل إلى نصف متر.

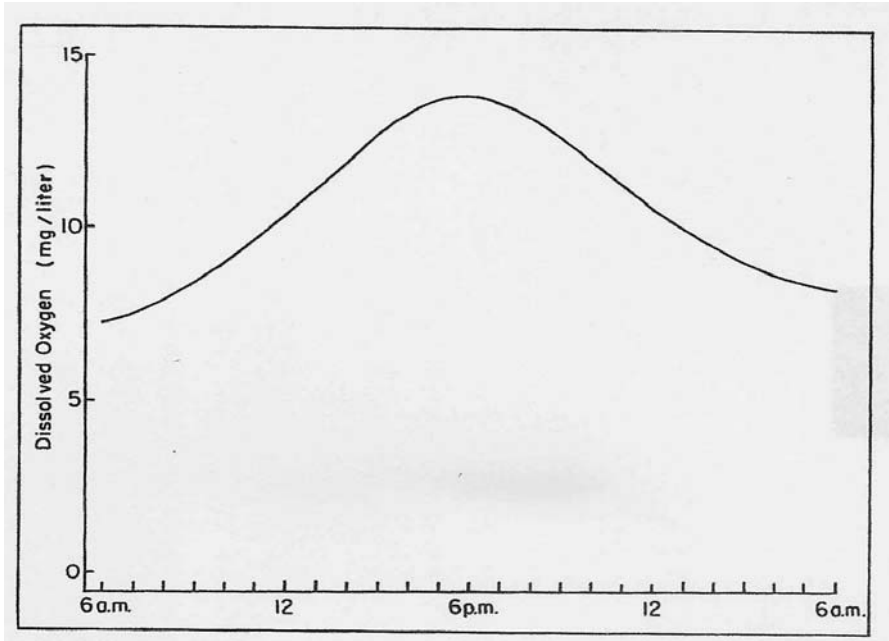
حتى في البرك الضحلة والتي لا يتعدى عمقها متراً واحداً تتكون الطبقة الحرارية stratification thermal وهي عبارة عن طبقات حرارية مختلفة ذات حدود واضحة فالقريبة من السطح تسمى الطبقة الحرارية العليا epilimnion والوسطى تسمى الطبقة الحرارية الوسطى mesolimnion أو منطقة المنحدر الحراري thermocline والسفلى عند القاع تسمى الطبقة الحرارية السفلية hypolimnion (الشكل 2-6). وتتكون الطبقة خلال ساعات النهار في الشهور الحارة من السنة وتتفكك خلال الليل عندما تبرد الطبقة العليا من الماء. وفي البرك الأكثر عمقاً (أكثر من 1 متر) فقد تبقى هذه الطبقة حتى خلال ساعات الليل وربما طوال فترة الصيف. والمنطقة الضوئية zone euphotic تماثل الطبقة الحرارية العليا

وبالتالي تكون غنية بالأوكسجين الذائب. وكذلك في مستهل تكون الطبقة الحرارية فإن نسبة الأوكسجين تكون أيضاً عالية في الطبقة السفلية hypolimnion ولكنها تبدأ في التناقص نتيجة لعمليات تنفس الكائنات والتحلل الهوائي للمواد العضوية aerobic decomposition of matter organic بواسطة البكتيريا. وفي حالة وجود نباتات مائية قليلة في الطبقة العليا وبالتالي نسبة قليلة من الأوكسجين الناتج من التمثيل الضوئي فإن الطبقة تتحول بسرعة إلى طبقة لاهوائية anaerobic. وفي حالات موت البلانكتون النباتي فإنه يترسب على القاع ويزيد من إستهلاك الأوكسجين في عملية التحلل بواسطة البكتيريا. والمياه التي ينفذ deplete فيها الأوكسجين في الطبقة القاعية خلال فترة الصيف نتيجة لتراكم المواد العضوية فيه تسمى بالمياه مفرطة المغذيات eutrophic والمياه التي لا تكون فيها هذه الظاهرة تسمى بالمياه قليلة المغذيات oligotrophic وهناك مياه تكون فيها المغذيات ما بين هاتين المجموعتين وتسمى بالمياه متوسطة المغذيات mesotrophic. ونفاذ الأوكسجين depletion oxygen قد يحدث بصورة عكسية وذلك في البرك الصافية التي يكون فيها البلانكتون النباتي شحيحاً ولكنها في المقابل تكون غنية بالنباتات القاعية flora benthic. وفي هذه الحالة فإن الطبقة العليا epilimnion تكون فقيرة بالأوكسجين لعدم وجود النباتات الكافية التي تنتج من خلال عملية التمثيل الضوئي بينما وخلال ساعات النهار فإن النباتات القاعية تنتج كميات معقولة من الأوكسجين وبالتالي تكون المياه القاعية مشبعة به.



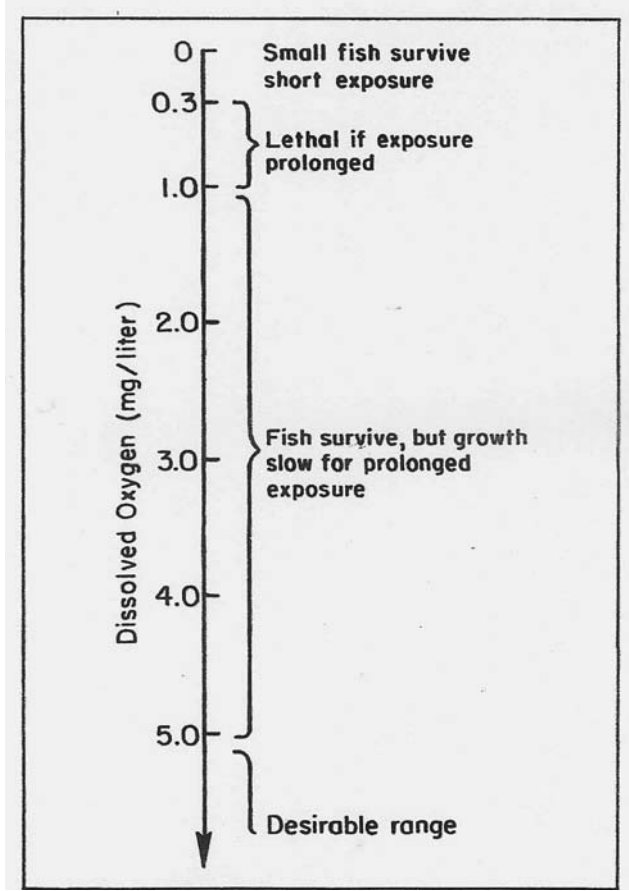
الشكل (2-6): الطبقة الحرارية في برك الأسماك (Boyd, 1979).

تمر كميات الأوكسجين الذائب في برك الأسماك بعدة تقلبات خلال اليوم وذلك تبعاً لعملية إنتاجه وإستهلاكه. ففي ساعات النهار منذ الفجر dawn وحتى لحظة غروب الشمس يكون إنتاج الأوكسجين من خلال عمليات التمثيل الضوئي للنباتات أعلى من كمية الأوكسجين المستهلك بواسطة عمليات تنفس الكائنات الحية الحيوانية وكذلك عمليات تحلل المواد العضوية بواسطة البكتيريا. وتبلغ نسبة الأوكسجين أعلى معدلاتها في البرك عند الغروب dusk. وخلال الليل منذ غروب الشمس وحتى قبل طلوع الفجر في اليوم التالي تتوقف عمليات التمثيل الضوئي وبالتالي عملية إنتاج الأوكسجين ويزيد إستهلاكه خلال الليل نتيجة لعمليات التنفس بواسطة الكائنات الحيوانية وتحلل المواد العضوية بالإضافة لحاجة النباتات للأوكسجين لعملية التنفس. ونتيجة لذلك فإن نسبة الأوكسجين المذاب تبلغ أدنى مستوياتها قبل طلوع الفجر (الشكل 3-6).



الشكل(3-6): التقلب اليومي للأوكسجين الذائب في برك الأسماك(Boyd, 1979).

وبالنسبة لأسماك التربية غير أسماك البلطي فإن النسبة المطلوبة للنمو المثالي هي أكثر من 5 مليجرام/الليتر وعندما تنخفض هذه النسبة فإن الأسماك تتعرض للنفوق وتنخفض نسبة نموها (الشكل 4-6).



الشكل (4-6): تأثير كمية الأوكسجين الذائب على أسماك التربية (Boyd, 1979; Piper et al., 1992)

ولكن نسبة لتحمل أسماك البلطي لنوعيات المياه المتدنية والفقيرة فقد تلاحظ أنها تعيش في بيئات لا تستطيع أجناس الأسماك الأخرى أن تعيش فيها. وقد وجد أن أسماك البلطي النيلي والبلطي الموزمبيقي يمكن أن تتحمل ولفترات قصيرة تركيزات الأوكسجين التي قد تصل إلى حوالي 0.3 مليجرام /الليتر عند الفجر. وفي دراسات أخرى فقد تلاحظ أن تنفس أسماك البلطي الموزمبيقي يكون مستقلاً عن كمية الأوكسجين عند درجات حرارة بين

15 و30°م حتى يصل الضغط الجزئي للأوكسجين إلى 50 ملليمتر زئبق(Hg mm) والذي يعادل 32% تشبع بالأوكسجين. وتحت هذا المستوى يكون معدل التمثيل rate metabolic معتمداً على الأوكسجين المتاح. ومن جهة أخرى فقد تلاحظ أن أسماك البلطي تنمو بصورة جيدة عند تركيز 0.7 – 0.8 ملجرام/الليتر. والنسبة الأدنى لتركيز الأوكسجين الذائب والتي تحقق النمو المقبول لأسماك البلطي فهي في حدود 3 ملجرام/الليتر.

لتفادي النقصان الحرج للأوكسجين المذاب في ماء برك وأحواض تربية الأسماك خصوصاً خلال الليل أو ساعات النهار التي يكون فيها الجوعائماً يتم إستخدام بعض الوسائل البسيطة التي تعالج هذا الوضع وذلك مثل صرف جزء من ماء قاع البركة وتعويضه بماء جديد. وفي بعض الأحيان يكون من الضروري إستخدام بعض وسائل التهوية الميكانيكية aerators mechanical وذلك مثل الرجاجات agitators, الرشاشات sprayers والهوايات الدولابية aerators paddlewheel لتحريك الماء ليلايمس الهواء الجوي وبالتالي إمتصاص الأوكسجين منه. وكل الأنواع مزودة بمضخات تختلف في قوتها فهناك الأنواع الصغيرة التي تصلح للبرك الصغيرة ولا تتعدى قوة مضختها عن 0.3 حصان وتزايد قوة المضخة مع زيادة حجم البركة. وتعمل الرشاشات والهوايات الدولابية عموماً على تدوير الماء بين السطح الغني بالأوكسجين والطبقة الواقعة تحته وتعمل كذلك على رش الماء في الهواء ليتشبع بالأوكسجين الجوي.

الملوحة Salinity

تعتبر كل أسماك البلطي محبة للملوحة euryhaline حيث يمكنها النمو والتناسل فيها بصورة طبيعية ومنها ما يتحمل وينمو بصورة طبيعية تحت ملوحة البحر العادية (30 - 40 جزء في الألف ppt – thousand per part) مثل أسماك البلطي الإسبيرولوس O. spilurus وأسماك البلطي الميلانوثيروم S. melanotheron التي تتواجد طبيعياً في مناطق المصببات والبحيرات الساحلية في غرب أفريقيا (al et Panfili, 2004) والبلطي الموزمبيقي O. mossambicus التي تتواجد على طول الساحل الشرقي لأفريقيا. وبعض سلالات هذين النوعين يمكنها التفريخ في مياه البحر ولكن مع تدني خصوبتها fecundity وهناك بعض الأنواع التي تعيش في مياه أشد ملوحة مثل أسماك الزيلى T. zillii في خليج السويس (42 جزء في الألف) وفي بحيرة البردويل (41 - 45 جزء في الألف). ومنها ما يتحمل ودرجات متفاوتة الماء الشروب brackish water (ما بين 3 إلى 21 جزء في الألف). وتعتبر أسماك

البطي النيلي *O. niloticus* أقلها تحملاً وتنموبصورة طبيعية في الماء الشروب حتى 15 جزء في الألف. والبطي الأزرق *O. aureus* ينموبصورة جيدة ويتحمل حتى 20 جزء في الألف (al et Tayamen, 2002). وعموماً فإن العديد من العوامل تتحكم في درجة تحمل أسماك البطي مثل درجة حرارة الماء، طريقة أقلمة الأسماك على الملوحة، عمر وحجم الأسماك والعوامل الوراثية.

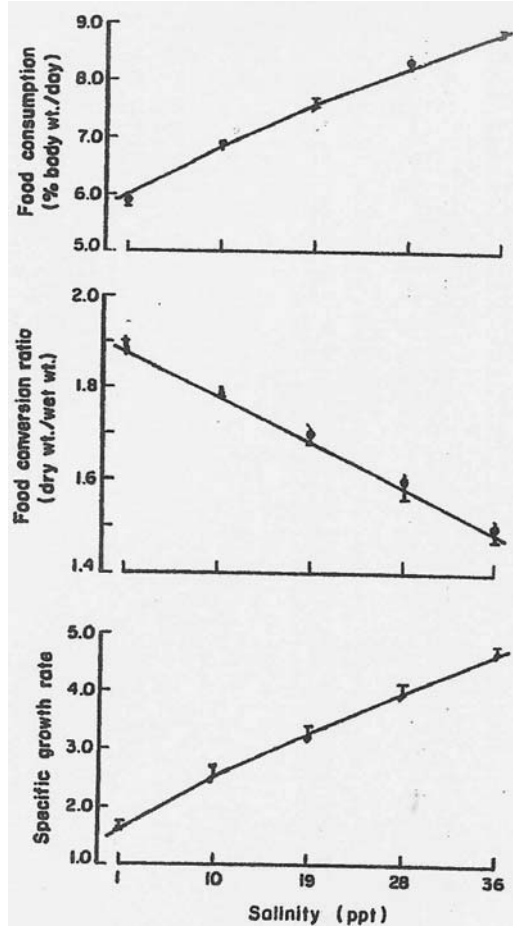
تتكاثر معظم أسماك البطي بسهولة في المياه العذبة وفي الماء الشروب. فأسماك البطي النيلي يمكن أن تتوالد بصورة طبيعية في ماء ملوحتة أقل من 24 جزء في الألف وفي بعض الحالات وجد أنها تتوالد عندما تصل ملوحة الماء إلى 32 جزء في الألف (Wtanabe and Kuo, 1985). وقد تلاحظ أن حوالي 95% من إناث البطي النيلي المرباة تحت ماء ملوحتة 30 - 35 جزء في الألف تحمل البيض ولكنها لم تفرخ (Fineman-Kalio, 1988). وهناك بعض أنواع البطي التي يمكن أن تتوالد طبيعياً في ماء البحر فمثلاً تلاحظ أن أسماك البطي الموزمبيقي يمكنها أن تتوالد طبيعياً في الماء الذي قد تصل ملوحتة إلى 49 جزء في الألف وأسماك البطي الزيلي تحت 43-42 جزء في الألف والبطي الإسييلوروس تحت 41-38 جزء في الألف. ومن جهة أخرى فقد تلاحظ أن الملوحة تؤثر في خصوبة *fecundity* أسماك البطي حيث أنها تنخفض بشدة مقارنة مع الماء العذب.

وفي الدراسات التي أجريت لقياس نمو وحياتية *survival* أسماك البطي تحت درجات ملوحة مختلفة (Suresh and Lin, 1992) فقد تلاحظ أن الكثير منها مثل البطي النيلي والجليلي *S. galilaeus* والأزرق والموزمبيقي قد أظهر تحسناً في النمو مقارنة مع نفس الأنواع المرباة في المياه العذبة. ومن جهة أخرى فإن البطي الإسييلوروس فقد أظهر تحسناً في النمو والحياتية. وتعزى هذه الظاهرة إلى أن الأسموزية بين الوسط المالح وجسم الأسماك يصبح متساوياً *isosmotic* وبالتالي تقل حاجة الأسماك للتنظيم الأسموزي *osmoregulation* وبعبارة أخرى يتم توفير الطاقة اللازمة لهذا التنظيم وتوجيهها نحو النمو. وقد تلاحظ أن تعريض أسماك البطي للملوحة في مراحل نموها المبكرة قد ساعد على تحسين معدلات نموها في مراحل تطورها التالية. فمثلاً تلاحظ أن نمو أسماك البطي الأحمر *tilapia red* التي تم تفريرها في مياه درجة ملوحتها 18 جزء في الألف يفوق وبصورة معنوية نمو نفس النوع الذي تم تفريرها عند 4 جزء في الألف (al et Watanabe, 1989, 1990).

وبعيداً عن التنظيم الأسموزي فقد عزا بعض الباحثين (Lutz and Febry, 1987; Watanabe et.al., 1988) أسباب ارتفاع معدل النمو النوعي (rate growth specific (SGR) لأسماك البلطي في المياه المالحة إلى زيادة استهلاك الأكل consumption food, انخفاض معدل التحويل الغذائي (FCR) (food conversion ratio) (الشكل 5-6) وإلى أن الملوحة تقلل من نزعة الأسماك للصراع حول الأقليمية territoriality والتي هي عبارة عن نوع من السلوك تقوم فيه سمكة أو مجموعة أسماك بالسيطرة على منطقة صغيرة أو حوزة تعمل على حمايتها من دخول أسماك أخرى فيها بغرض التغذية أو التناسل وغيرها من الأسباب ويكون ذلك مصحوباً بسلوك عدواني agonistic behaviour وينشأ ما يعرف بالطبقية أو التسلسل الهرمي hierarchy حيث يسيطر الأفراد الأقوياء dominant individuals على مجالات الحوض ويمنعون الأفراد الآخرين الخاضعين لهذه السيطرة subordinates من الإقتراب منها خصوصاً أماكن التغذية مما ينتج عنه وجود أفراد ضعيفي النمو مما يؤثر على الإنتاج الكلي للحوض وعلى معدل التحويل الغذائي food conversion ratio.

وفي الدراسة التي أجراها al et Borski (1994) على الغدة النخامية pituitary gland للبلطي الموزمبيقي O. mossambicus المربى في المياه المالحة والمياه العذبة لمدة 7 أشهر لمعرفة الفروقات في نشاط خلايا هرمون النمو hormone growth فقد وجدوا أن كمية هذا الهرمون في الأسماك التي تمت تربيتها في المياه المالحة أعلى وبصورة معنوية من تلك الموجودة في الأفراد التي تمت تربيتها في المياه العذبة. وعزا الباحثون هذه الزيادة في هرمون النمو في الأسماك المرباة في المياه المالحة إلى حاجتها لهذا الهرمون في عملية التنظيم الأسموزي osmoregulation.

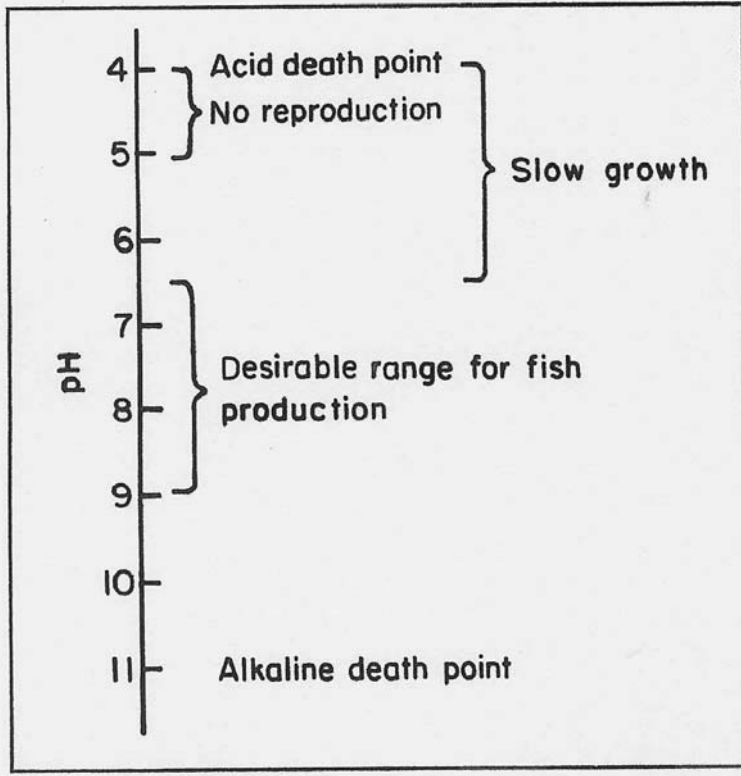
ومن سلبيات تربية أسماك البلطي في المياه المالحة هو زيادة إجهاد الأسماك وبالتالي زيادة احتمالات ظهور الأمراض فيها وتصبح الأسماك ضعيفة وشديدة الحساسية للتداول handling. وقد تلاحظ إصابة هذه الأسماك بكتريا الفيبريو Vibrio sp. والأيروموناس Aeromonas sp.. مع ظهور التقرحات الخارجية والتهابات الأعضاء الداخلية المصاحبة لمرض تعفن الدم النزفي البكتيري bacterial hemorrhagic septicemia. هذا بجانب ظهور الإصابات بالطفيليات مثل قمل الأسماك lice fish.



الشكل (5-6): العلاقة بين الملوحة، النمو، إستهلاك الأكل ومعدل التحويل الغذائي في البلطي الأحمر (Watanabe et al., 1988).

الأس الهيدروجيني pH؛

بالنسبة لأسماك البلطي وكما هو الحال بالنسبة لأسماك المياه العذبة الأخرى فإن الأس الهيدروجيني الحمضي المميت lethal acidic pH هو في حدود 4 والأس الهيدروجيني القلوي المميت lethal alkaline pH هو في حدود 11. والحدود المثلى للتربية هي ما بين 6.5 إلى 9 وفي بعض الحالات فقد عاشت وتناسلت أسماك البلطي في المياه التي يتراوح الأس الهيدروجيني فيها ما بين 5 و10 (الشكل 6-6).



الشكل (6-6): تأثير الأس الهيدروجيني على حياتية ونمو أسماك التربية (Boyd, 1979).

خلال ساعات النهار تستخدم النباتات المائية ثاني أكسيد الكربون ذو الطبيعة الحمضية في عملية التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى ارتفاع الأس الهيدروجيني. وتستطيع النباتات الإستمرار في إستخدام كميات قليلة من ثاني أكسيد الكربون عندما تكون قيمة الأس الهيدروجيني فوق 8.34 وفي نفس الوقت تمتص البيكربونات وتستخدم الكربون الموجود فيها في عملية التمثيل الضوئي. وفي المياه التي ينمو فيها البلانكتون النباتي بغزارة فإن قيمة الأس الهيدروجيني يمكن أن تصل إلى 9 - 10 نتيجة لزيادة عملية التمثيل الضوئي وحاجة النباتات لإستهلاك كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون الحمضي. وفي الليل ومن خلال عملية التنفس فإن النباتات تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون إضافة لما تنتجه الأسماك والبلانكتون الحيواني مما يؤدي لإنخفاض الأس الهيدروجيني. في بعض المياه يكون الصوديوم والبوتاسيوم مرتبطين مع الكربونات والبيكربونات وفي هذه الحالة فإن

الأس الهيدروجيني يرتفع إلى مستويات عالية جداً تكون عادة أكثر من 10 خلال عمليات التمثيل الضوئي السريع. وتحدث هذه الظاهرة لأن كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وكربونات البوتاسيوم K_2CO_3 تعتبر شديدة الذوبان مما يؤدي لزيادة تركيز الكربونات في الماء. عندما يرتفع الأس الهيدروجيني للماء مع زيادة النباتات التي تستهلك ثاني أكسيد الكربون في عملية التمثيل الضوئي وما ينتج عن ذلك من زيادة في تراكيز الكربونات فإنه ولعلاج هذه الظاهرة يمكن استخدام مخصبات الأمونيوم ammonium fertilizers لتخفيض قلوية الماء alkalinity ولكن هذه الطريقة إن لم تتم بصورة صحيحة فقد تؤدي إلى زيادة مستويات الأمونيا السامة في مياه التربية. وكما يتم استخدام الشب أو سلفات الألومنيوم alum, sulfate aluminum وبصورة آمنة لتخفيض قلوية الماء. وأيضاً يتم استخدام مادة الجبس gypsum والتي تعتبر مصدراً جيداً لأيونات الكالسيوم وتعمل على ترسيب الكربونات المسببة للقلوية في شكل كربونات كالسيوم.

الأمونيا Ammonia،

تتم عملية إخراج المخلفات النيتروجينية waste nitrogenous في معظم الأسماك من خلال الخياشيم في شكل أمونيا. والأمونيا هي المنتج الرئيس لأيض النيتروجين nitrogen metabolism في الأسماك العظمية ويتم إنتاجها من خلال النشاط الأيضي لأنسجة الأعصاب والعضلات ومن خلال عملية إزالة المجموعات الأمينية deamination للأحماض الأمينية في الكبد والكليتين ومن خلال نشاط الإنزيمات التي تنتجها الكائنات الدقيقة microflora في بعض الأسماك. ومعظم الأمونيا المنتجة (حوالي 90%) يتم إخراجها من خلال الخياشيم في أسماك المياه العذبة. والأمونيا الناتجة من إخراج الأسماك في الماء تكون عادة في حالة توازن بين الأمونيا غير المتأينة NH_3 ionized-un والتي تعتبر سامة بالنسبة للأسماك والأمونيا المتأينة أو أيونات الأمونيوم ammonium or ionized NH_4^+ الغير سامة ($\text{NH}_4^+ = \text{NH}_3 + \text{H}^+$) وعندما يرتفع الأس الهيدروجيني pH ودرجة حرارة الماء فإن هذا التوازن يختل وينتج عن ذلك زيادة في كمية الأمونيا غير المتأينة NH_3 والتي هي عبارة عن جزيئات لها قابلية الذوبان في دهون أغشية الخلايا ويمكنها أن تنتشر في أنسجة الخياشيم عن طريق الانتشار diffusion وبدون الحاجة إلى نقل نشط transport active وذلك بعكس الأمونيا المتأينة NH_4^+ والتي هي عبارة عن جزيئات كبيرة تحتاج إلى نقل نشط للمرور من خلال غشاء الخياشيم وتحتاج إلى طاقة أيضية energy metabolic لهذا النقل. وعادة يتم إخراج الأمونيا من الدم وهو الوسط

الأعلى تركيزاً إلى الوسط الأدنى تركيزاً وهو الماء ولكن وعندما ينعكس هذا الوضع الطبيعي أي يصير تركيز الأمونيا في الماء أعلى من تركيزها في الدم فإنه يحدث إنتقال عكسي للأمونيا إلى الدم عبر الخياشيم. والأسماك التي يحدث لها هذا الإنتقال العكسي لفترة طويلة فإنها تتعرض لحالتين من سمية الأمونيا toxicity ammonia وهما السمية المزمنة toxicity chronic والسمية الحادة toxicity acute. والحالتان تؤديان إلى تدمير خلايا الخياشيم والكبد. وتحدث السمية المزمنة عندما تتعرض الأسماك للإنتقال العكسي للأمونيا غير المتأينة من الماء للدم ببطء ومن علامات هذه السمية إرتفاع مستويات بعض الهرمونات في مصل الدم serum blood مثل الكورتيزول cortisol (هرمون إستيرويدي ينظم عملية أيض الكربوهيدرات) والكاتيكلامين catecholamine (هرمون يفرز أثناء الجوع وينشط عملية تكسير الجليكوجين glycogen وتحويله إلى جلوكوز glucose)، تحفيز إنكماش وتمدد الشعيرات الدموية، تدمير الأوعية الدموية للكلية، إتهاب الأنسجة الضامة، فرط إفراز المخاط من الخياشيم hyperplasia gill، تدمير الجذع، إنخفاض مقدرة الدم على حمل الأوكسجين acidemia وإنخفاض نمو الأسماك في النهاية. والسمية الحادة تحدث عندما تتعرض الأسماك إلى الإنتقال العكسي للأمونيا غير المتأينة من الماء إلى الدم ولكن بصورة أسرع من مستوى إخراج الأمونيا عبر الأنسجة الطلائية للخياشيم. وينتج عن السمية الحادة نفوق الأسماك التي تتعرض لها والذي ربما يكون بسبب الإختلال في كثير من الأغشية والنواتج من إستبدال أيونات البوتاسيوم بالأمونيا المتأينة.

إن كبد الأسماك كما هو الحال بالنسبة للفقاريات الأخرى مسؤول عن إزالة السموم. وحجم الخلايا الكبدية cells hepatic العادية في الأسماك تعتبر صغيرة الحجم ولها إكتوديرم ectoderm منكمش. وعندما تتعرض الأسماك لمستويات أمونيا في حدود 1 - 1.5 مليجرام/ اللتر يزيد حجم الخلايا الكبدية مع زيادة الميتاكوندريا proliferation mitochondria مما يشير لنشاط الكبد في إزالة السموم. وعندما يكون تركيز الأمونيا في حدود 2 مليجرام/ اللتر تظهر الخلايا الكبدية في حالة إنكماش مع ظهور إنفصال بين الخلايا وعدد قليل من الميتاكوندريا وهي أعراض إنحلال الكبد symptoms degenerative مما يعني أن الكبد لا يعمل بالكفاءة المطلوبة للتخلص من السموم. وعندما يكون تركيز الأمونيا في حدود 2.5 - 3 مليجرام يحدث إنحلال كامل للأنسجة ويتمثل ذلك في الإنفصال الشديد للخلايا الكبدية، إنكماش الإكتوديرم وإنحلال العضيات أو الجسيمات organelles داخل الخلية مثل الميتاكوندريا mitochondria والحبيبات المركزية centrioles ونتيجة لذلك تفشل الكبد كلياً في القيام بوظيفتها في إزالة السموم.

وتؤثر الأمونيا وبشكل حاد على أنسجة الخياشيم ويؤدي لإنحلالها. فعند تركيز 1 مليجرام/الليتر فإن طبقة الخلايا الطلائية للصفائح الخيشومية epithelial lamellar layer cell يحدث لها إنفصال بسيط عن الخلايا الدعامية cells pillar. وعند تركيز 1.5 - 2 مليجرام/الليتر يزيد إنفصال طبقة الخلايا الطلائية للصفائح الخيشومية عن الخلايا الدعامية وبعض الحالات يؤدي لتدمير القنوات الوعائية الدموية canals vascular مما يعوق تدفق كريات الدم الحمراء فيها. وعند تركيز 2.5 - 3 مليجرام/الليتر يحدث تدمير كامل للتركيب الخلوي للخياشيم حيث ينتشر إنفصال الجزء الخارجي للنسيج الطلائي الداخلي أوالبطني للأوعية الدموية endothelium واللمفية عن الخلايا الدعامية مما يؤثر بشدة على كفاءة الحاجز بين الدم والماء barrier water/blood ويمنع إنتشار الأوكسجين في الصفائح الخيشومية lamellae gill ويعيق بشدة مقدرة كريات الدم الحمراء على إمتصاص ونقل الأوكسجين لأنسجة الجسم المختلفة. والخياشيم وبجانب أهميتها في التنفس فهي أيضاً مهمة في عملية توازن الأحماض والقواعد balance base-acid في الدم مما يحافظ على الأس الهيدروجيني للدم في حالته الطبيعية. وتعمل الخياشيم كذلك على تبادل الأيونات ion exchange محافظة بذلك على الأيونات المهمة مثل الصوديوم والكلوريد في الدم. وتعتمد سمية الأمونيا غير المتأينة على الأوكسجين الذائب فعند إنخفاض مستوى الأوكسجين المذاب في الماء تزيد هذه السمية. والمدى المسوح به في مياه تربية أسماك البلطي هوفي حدود 0.5 - 1 مليجرام/الليتر. ولقد تلاحظ أن النفوق الجماعي لأسماك البلطي يحدث وخلال بضعة أيام عندما تتعرض وبصورة مفاجئة لتركيزات الأمونيا غير المتأينة ammonia un-ionized (NH₃-N) في مياه التربية التي تفوق 2 ملجرام/الليتر. ولكن وعندما تتعرض وبالتدريج لتركيزات الأمونيا العالية فإن نسبة النفوق تنخفض بصورة ملحوظة إلا أن هذا النفوق لا يتوقف إلا بعد خفض تركيزات الأمونيا. وعند تعريض الأسماك لسمية الأمونيا والنيتريت (NO₂) لفتترات طويلة فإنها تصاب بمرض فرط إفراز المخاط من الخياشيم hyperplasia gill. ويمكن أن تؤثر سمية الأمونيا على جلد الأسماك، الزعانف، الأمعاء، الكلى، جهاز المناعة والجهاز العصبي. وبجانب الأيض النيتروجيني للأسماك فإن مصادر الأمونيا الأخرى في أحواض تربية الأسماك هي المواد العضوية مثل الغذاء غير المستهلك والنباتات الميتة التي ترسب في قاع الحوض.

النيتريت (NO₂) Nitrite

يعتبر النيتريت ساماً لمعظم أنواع الأسماك لأنه يحد من قدرة هيموجلوبين الدم hemoglobin على حمل الأوكسجين لمختلف أنسجة الجسم حيث أنه يرتبط بكريات الدم الحمراء ويعيق مقدرتها على حمل الأوكسجين. وعندما يكون النيتريت بكميات كبيرة في الماء فإنه يعمل على أكسدة هيموجلوبين الدم الذي يتحول إلى ميثيموجلوبين methemoglobin ذواللون البني أو ما يعرف بالميثيموجلوبينيميا methemoglobinemia ونسبة لتحول لون الدم إلى البني فإن سمية النيتريت تعرف أيضاً بمرض الدم البني disease blood brown والذي يمكن ملاحظته بسهولة في الخياشيم. ومع ذلك فإن سمية النيتريت يمكن أن تحدث عند تركيزات منخفضة من النيتريت وبدون أن يتحول لون الخياشيم إلى اللون البني. والأسماك المتأثرة بسمية النيتريت يبدوعليها حالات نقص الأوكسجين حتى في حالات تشبع الماء بالأوكسجين ولهذا تتجمع هذه الأسماك على سطح الماء ونقاط توزيع الهواء في الحوض بغرض التنفس. وعلامات نقص الأوكسجين تنتج من نقص أوكسجين الأنسجة hypoxia والذي ربما يكون قوياً فيؤدي للموت المفاجئ للأسماك. ومن بين أسماك التربية فإن أسماك البلطي تعتبر ذات مقدرة عالية في تحمل تركيزات النيتريت العالية وتبدأ الأسماك في النفوق عندما تبلغ هذه التركيزات ٥ ملجم/الليتر. وعموماً ولضمان النمو الطبيعي للأسماك فإن نسبة النيتريت في الماء يجب أن لا تتعدى ٠,١ ملجم/الليتر.

ثاني أوكسيد الكربون (CO₂) Carbon dioxide

بالرغم من أن غاز ثاني أوكسيد الكربون يعتبر شديد الذوبان في الماء إلا أنه يعتبر من المكونات الثانوية للهواء الجوي. ويكون الغاز في الماء أولاً في صورة الغاز الحر free carbon dioxide وتنتج الأسماك والكائنات المائية هوائية التنفس aerobic وكذلك النباتات المائية خلال عملية التنفس أثناء الليل وتعتمد كميته على كمية الأوكسجين المستهلك حيث ينتج من كل ١ جرام أوكسجين مستهلك ما مقداره ١,٤ جرام ثاني أوكسيد الكربون والغاز الحر يكون ساماً وهوشديد الذوبان ويتفاعل مع الماء منتجاً حامض الكربونيك carbonic acid (H₂CO₃) والذي يتحلل منتجاً هيدروجين وبيكربونات bicarbonate (HCO₃) والتي تتحلل بدورها

منتجةً مزيداً من الهيدروجين الحر والكربونات (CO_3) carbonate وفي حال إرتفاع الأس الهيدروجيني pH تنعكس هذه التفاعلات.

تستطيع الأسماك تحسس الفروقات الصغيرة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون في البرك وتلاحظ أنها تتفادى المناطق التي يكون فيها التركيز مرتفعاً. وتستطيع الأسماك أن تتحمل تركيز ١٠ مليجرام/الليتر أو أكثر قليلاً من غاز ثاني أكسيد الكربون شريطة أن يكون تركيز الأوكسجين الذائب في الماء عالياً. والتركيز الأمثل لتحقيق الإنتاجية المثلئ من الأسماك هو في حدود ٥ مليجرام/الليتر (Boyd, ١٩٧٩).

القلوية Alkalinity:

إن مجموع القواعد في الماء والتي يعبر عنها كمكافئ لكربونات الكالسيوم تشكل القلوية الكلية alkalinity total. وفي معظم المياه فإن القواعد السائدة هي إما الكربونات أو البيكربونات أو الأثنين معاً. والقلوية يمكن تقسيمها إلى قلوية الكربونات، قلوية البيكربونات، وفي بعض المياه إلى قلوية الهيدوكسيد. تحتوي المياه الطبيعية على أيونات البيكربونات أكثر من تلك التي تنتج من تأين حامض الكربونيك في المياه المشبعة بغاز ثاني أكسيد الكربون. يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون في المياه مع القواعد bases الموجودة في الصخور والتربة مكوناً البيكربونات. وفي معظم المياه تكون البيكربونات والكربونات مرتبطة مع الكالسيوم في شكل كربونات الكالسيوم CaCO_3 أو بيكربونات الكالسيوم Ca_2HCO_3 وهي مركبات غير ذائبة نسبياً وعندما تتزايد كمياتها في الماء فإنها تترسب في القاع. ومستوى القلوية الكلية في المياه الطبيعية قد يتراوح ما بين أقل من 5 مليجرام/الليتر إلى عدة مئات مليجرام/الليتر. والمياه التي تكون فيها القلوية الكلية في حدود 40 مليجرام كربونات كالسيوم/الليتر وأكثر تعتبر ولأغراض بيولوجية مياه عُسَر waters hard بينما المياه التي تكون فيها القلوية أقل من ذلك مياه يُسَر soft waters. ويشير بعض الباحثين إلى المياه ذات القلوية العالية بالماء العُسَر وذلك نسبة للعلاقة الوثيقة بين القلوية وعسر الماء. والمياه العُسَر تعتبر أكثر إنتاجية من المياه اليُسَر وهذا لا يعود مباشرة لإرتفاع تركيز القلوية ولكن للمستويات العالية من

الفسفور والعناصر الأساسية الأخرى التي تتزايد مع زيادة القلوية. ولا يعتقد أن أسماك البلطي تتأثر بمستويات قلوية الماء ويمكنها أن تتحمل مستويات عالية منها قد تصل إلى 700 – 3000 مليجرام CaCO_3 /الليتر.

عسر الماء الكلي Total water hardness

يتحد الكالسيوم والمغنيسيوم عادة مع الكربونات التي تعتبر المصدر الرئيس للقلوية في المياه. وحسب تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء فإنه يتم تصنيف الماء إلى ماء عسر أو ماء يسر. وفي مجال هندسة الصرف الصحي وليس لأغراض بيولوجية فإن الماء الذي يكون فيه عسر الماء في حدود صفر - 75 مليجرام كربونات كالسيوم/الليتر فيسمى بالماء اليسر soft، وفي حدود 75 - 150 مليجرام كربونات كالسيوم/الليتر فيسمى بالماء معتدل العسر hard moderately، وفي حدود 150 - 300 مليجرام كربونات كالسيوم/الليتر فيسمى بالماء العسر hard وفي حدود 300 وأكثر مليجرام كربونات كالسيوم/الليتر فيسمى بالماء شديد العسر hard very. وبالرغم من أن هذا التصنيف ليس له أغراض بيولوجية إلا أن العديد من مربي الأسماك يستخدمونه في كثير من الحالات. ويمكن تصنيف المياه حسب نوع العسر فالجزء من العسر الكلي المكافئ كيميائياً للقلوية الكلية يسمى عسر الكربونات hardness carbonate. فمثلاً إذا كانت القلوية الكلية أقل من العسر الكلي فإن عسر الكربونات يساوي القلوية الكلية وإذا كانت القلوية الكلية تساوي أو أكبر من العسر الكلي فإن عسر الكربونات يساوي العسر الكلي (Boyd, 1979).

العكارة Turbidity؛

بالرغم من أن العكارة ليست ذات تأثير على أسماك البلطي في النظم المكثفة ponds intensive–semi-intensive إلا أنها في برك التربية شبه المكثفة التي يتم تسميدها تؤثر بصورة غير مباشرة على الأسماك وذلك أن الجزيئات العالقة particles suspended في الماء تحد من إختراق الضوء اللازم لعمليات التمثيل الضوئي للنباتات وبالتالي تؤثر على نمو البلانكتون النباتي phytoplankton والذي يؤثر بدوره على إجمالي إنتاجية البركة productivity pond. وهذه العكارة

يمكن أن تنشأ من مصدر الماء الذي يغذي البركة أو من خلال مياه الأمطار أو من الطمي المترسب أصلاً في قاع برك التربية (Yi et al., 2003). وقد تلاحظ أنه في البرك ذات المياه الصافية والتي تكون عكارتها أقل من 25 مليجرام/الليتر فإن نمو البلانكتون النباتي يفوق بحوالي 1.7 مرة نموه في المياه ذات العكارة المتوسطة والتي تبلغ حوالي 25 - 100 مليجرام/الليتر وهذا بدوره يفوق بحوالي 5.5 مرة نمو البلانكتون النباتي في المياه الطينية العكرة التي تكون عكارتها أكثر من 100 مليجرام/الليتر. ويقود هذا التأثير على نمو الغذاء الطبيعي إلى تأثير سلبي على نمو وحياتية الأسماك في برك التربية.

الفترة الضوئية Photoperiod

تلعب تغيرات الضوء والإظلام دوراً حيوياً في مختلف أنشطة الأسماك الحيوية والفسيوولوجية فهي تؤثر على نموها وعلى معدلات الأيض الغذائي وعلى نضجها الجنسي والتحكم في التفريخ. وبالرغم من هذه الأهمية فإنه وبالنسبة لأسماك البلطي فإن الدراسات حول تأثير دورات الضوء والظلام محدودة للغاية (Biswas and Takeuchi, 2002; Biswas et al., 2002; Biswas et al., 2005). وقد تلاحظ أن طور يرقات البلطي يكون حساساً لتغير دورات الضوء والظلام وإن نموها أفضل عند تعرضها لدورات ضوئية أطول وأن الأمهات التي تعرضت لفترات ضوئية أطول تحسنت خصوبتها وزاد عدد مرات التفريخ (Emit et al., 1989; Brummett, 1995). وقد أثبت بعض الباحثين أن الفترة الضوئية التي تعرضت لها يرقات البلطي النيلي المتقدمة (1، 3 جرام، 1، 24 سم) قد أثرت في نسبة بقاءها حيث أن اليرقات التي تعرضت لأقل فترة ضوئية كانت نسبة البقاء فيها أعلى من المجموعات التي تعرضت لفترات ضوئية أطول. وكما أشار نفس الباحثين إلى أن أصبعيات البلطي النيلي التي تعرضت لفترات ضوئية حققت أعلى نسبة زيادة في النمو (Bezerra et al., 2008).

الباب السابع نظم وطرق التربية Culture Systems and Methods

- تتنوع نظم وطرق تربية أسماك البلطي في مختلف أنحاء العالم وتتراوح ما بين التربية الانتشارية في برك الأسماك الترابية، التربية شبه المكثفة والمكثفة في الأقفاص العائمة والأحواض الأسمنتية وأحواض الفايبرجلاس والأنظمة المقفولة التي تعتمد على تدوير المياه. ويتم تحديد نظام وطريقة التربية حسب مستوى الإنتاج المطلوب. وهناك العديد من العوامل التي تؤثر في تحديد مستوى الإنتاج وهي:
1. العوامل البيئية مثل مصادر المياه ونوعيتها (الملوحة، الأس الهيدروجيني، العكارة، المغذيات وغيرها)؛ المناخ (درجة الحرارة، الأمطار، ضوء الشمس وغيرها)؛ نوعية التربة (درجة تماسكها، المغذيات، كمية ونوعية العناصر وغيرها).
 2. الإمكانيات المتاحة لمعالجة الأمراض ومكافحة الطحالب والحشائش والمفترسات.
 3. إختيار نوع أسماك التربية من حيث تأقلمها مع ظروف التربية البيئية؛ تأقلمها مع ظروف الإكتظاظ؛ إمكانية تربيتها على أغذية رخيصة؛ لها معدل نمو عالي ومعدل تحويل غذائي FCR ratio conversion feed منخفض؛ إمكانية التحكم في تولدها غير المرغوب فيه؛ أن تكون مطلوبة في السوق؛ توفر الأمهات واليرقات.
 4. الكادر البشري والعوامل الإجتماعية من حيث توفر التدريب التقني، توفر رأس المال وتوفر مدخلات الإنتاج.
 5. البنية التحتية من حيث توفر إمدادات الماء؛ توفر المفاقس؛ مصانع العلف والأسمدة؛ وسائل الحصاد والتخزين والترحيل والتسويق.

نظم التربية Culture systems

١- البرك Ponds

تربية أسماك البلطي في البرك هي الطريقة الأكثر إنتشاراً وخصوصاً في أفريقيا وآسيا وذلك لأن هذه البرك توفر الغذاء الطبيعي الذي تستخدمه أسماك البلطي بكفاءة عالية وبالتالي تخفض من تكلفة الغذاء الإضافي. وطرق التربية في هذه البرك تتراوح ما بين التربية الانتشارية farming extensive التي تعتمد فقط على تسميد البركة بالأسمدة

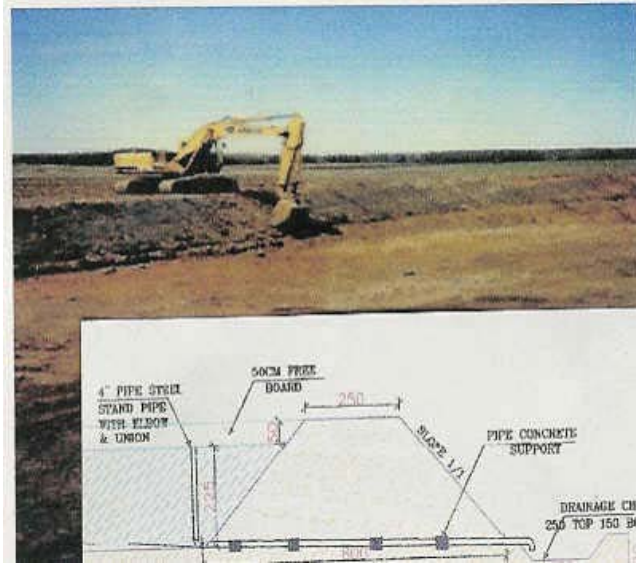
العضوية واللاعضوية بغرض زيادة الغذاء الطبيعي. وهناك أيضاً التربية المكثفة intensive farming التي تعتمد على الأعلاف ذات المحتوى العالي من البروتين وعلى استخدام الهويات aerators paddlewheel وعملية إستبدال الماء بغرض تحسين نوعية الماء. في أفريقيا تنتشر تربية أسماك البلطي في البرك بنظام التربية الانتشارية حيث لا يوجد فيها أي تحكم في تناسل الأسماك أو التغذية أو الظروف البيئية للبركة أو الحصاد ويعتبر هذا النوع من البرك هو الأقل إنتاجية وفي أحسن الأحوال تكون في حدود ٥٠٠ - ٢٠٠٠ كيلوجرام/الهكتار في العام من الأسماك صغيرة الحجم stunted fish نتيجة للتوالد المستمر في الحوض وبالتالي زيادة الكثافة العددية للأسماك وتنافسها على مصادر الغذاء الطبيعي المحدودة في البركة. والنوع الثاني هو البرك التي يتم تخصيصها ponds manured بانتظام بالمخسبات العضوية مثل روث الدواجن ولكن بدون أن يكون هناك تحكم في توالد الأسماك وإنتاجيتها يمكن أن تصل إلى ٣٠٠٠ - ٥٠٠٠ كيلوجرام/الهكتار في العام من الأسماك صغيرة الحجم. وفي البرك التي يتم فيها التحكم بظروف التربية مع التخصيب وتغذية الأسماك ببعض العلف الإضافي feeding supplementary وإستخدام ذكور البلطي فقط للتربية لسرعة نموها وإستبعاد الإناث من خلال الفرز اليدوي فإن الإنتاج يمكن أن يقفز إلى ٨٠٠٠ كيلوجرام/الهكتار في العام من الأسماك ذات الأحجام المتماثلة. وفي حال إمكانية إستبدال الماء في البرك بصورة دورية مع التغذية الصناعية فقد أمكن إنتاج ١٥ طناً/الهكتار في العام. ولتحسين إستغلال برك تربية أسماك البلطي فإنه يتم تربيتها مختلطةً polyculture مع بعض أنواع الأسماك الأخرى والقشريات التي لا تتنافس معها في الغذاء الطبيعي مثل أسماك الكارب Cyprinus carpio والقرموط (Clarias gariepinus) والبورى cephalus Mugil وجمبري المياه العذبة Macrobrachium rosenbergii. وتتميز تربية أسماك البلطي في البرك في أنها يمكن إنتاجها بتكاليف قليلة مقارنة مع النظم الأخرى ولكن ومع ذلك فإن لهذا النظام العديد من المعوقات مثل التكلفة العالية لتشييد البرك ؛ تحتل البرك مساحة كبيرة من الأرض ذات التربة الجيدة ؛ تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء ملء البرك ولتعويض الفاقد من التسرب والتبخر ؛ أنه ما لم تتم زراعة الذكور فإنه ونتيجة للتوالد المستمر للبلطي في البرك فالإنتاج يكون كله من الأسماك الصغيرة الغير قابلة للتسويق وفي حالة ركود ماء البركة لفترة طويلة وبدون أن يتم إستبداله من فترة لأخرى فإن الأسماك تكتسب نكهة غير مرغوبة off flavour مما يقلل من فرص تسويقها لعدم تقبل المستهلكين لها.

ونسبة التعمير density stocking في البرك التي تتم تهويتها تبلغ 4000 – 8000 من ذكور البلطي(50 جرام) في الفدان وفي البرك التي يتم فيها تبديل الماء بنسبة 20% في اليوم فإن نسبة التعمير يمكن أن تصل إلى 20.000 من الذكور في الفدان. ومن خلال التغذية المناسبة فإن إنتاج هذه البرك يمكن أن يصل إلى 2000 – 3000 كيلوجرام/الفدان في البرك ذات المياه الراكدة وحوالي 8000 – 9000 كيلوجرام/ الفدان في البرك التي يتم فيها تبديل الماء. وفي البرك التقليدية التي يتم تسميدها فقط بالسماذ العضوي فيصل الإنتاج إلى 1-0.8 طن/الفدان والبرك التي يتم تسميدها مع إضافة العليقة يمكن أن يصل الإنتاج إلى 2.5-2 طن/الفدان. وفي نظم التربية شبه المكثفة التي يتم فيها التسميد وإضافة العليقة وتبديل الماء وإستخدام الهوايات لتحسين نسبة الأوكسجين المذاب يصل الإنتاج إلى 8 طن وأكثر(Boyd, 2004).

تشبيد البرك:

يتم تصميم برك الإنتاج التجاري لتستوعب عدة آلاف من الأسماك وشكلها العام يكون مستطيلاً ومساحتها تتراوح ما بين 2500 متر² إلى عدة هكتارات(الهكتار = 10.000 متر²). ويتراوح عمقها ما بين 90 إلى 180 سنتيمتراً. ولتشبيد البرك فيفضل دائماً التربة الرملية الطينية لضمان تماسك السدود الجانبية dikes وللتقليل من تسرب الماء منها ومن القاع. وتصميم البرك يجب أن يشمل مدخل مياه الري inlet ومصرف لمياه البركة outlet يؤمن سرعة تفريغ البركة جزئياً أو كلياً في فترة وجيزة. والمصرف يمكن أن يكون عبارة عن ماسورة قائمة pipe stand بلاستيكية أو حديدية وتتكون من ماسورة عمودية داخل البركة وأخرى أفقية على القاع تمتد لخارج الحوض ويربط بينهما وصلة union تسمح بتحريك الماسورة القائمة على الجانبين للمستوى المراد تصريفه من المياه وكذلك لضبط مستوى المياه في البركة كما يمكن إستخدام بوابة التصريف monk. ولتسهيل عملية التصريف فإن قاع البركة يكون مائلاً من جهة مدخل المياه نحوالمصرف.

وحسب طبغرافية topography الموقع فإنه في الأماكن المرتفعة، والتي تسمح بتصريف ماء البركة بالجاذبية gravity دون الحاجة لإستخدام المضخات، فإنه يمكن حفر البرك ولكن وفي الأماكن المسطحة فإن البركة يتم تشبيدها ببناء السدود وذلك بشكل مائل من الداخل والخارج وذلك لتقليل تأكلها erosion ولتحقيق هذا الميلان فإن قاعدة السد dike basement تكون معرض من قمته crest dike (الشكل 1-7).



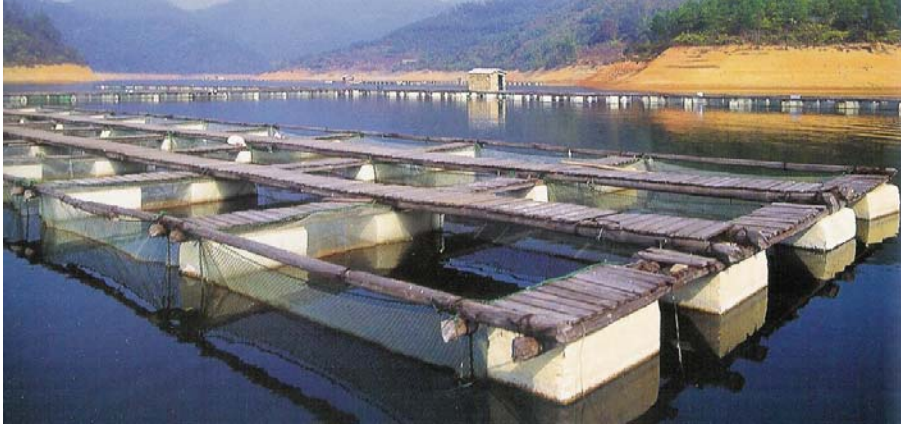
الشكل ٧-١: تشييد البرك

2- الأقفاص Cages:

تربية الأسماك في الأقفاص لها العديد من الإيجابيات وأهمها أنها تحد من مشكلة التكاثر المفرط breeding-over حيث تسمح الشباك العائمة بسقوط البيض بمجرد وضعه في الماء وبذلك يمكن تربية نفس العدد الأصلي الذي تم إدخاله في القفص وتفادي مشكلة زيادة الكثافة العددية نتيجة للتوالد المفرط للأسماك. ولضمان سقوط البيض في الماء فينصح دائماً أن تكون فتحات الشباك العائمة أكبر من 2.5 ملليمتر. ومن الإيجابيات الأخرى لتربية أسماك البلطي في الأقفاص هي أنها تسمح بالإدارة المرنة لهذه الأقفاص من حيث التغذية والحفاظة على نوعية الماء وغيرها ؛ تخفيض تكاليف الحصاد وتسمح بمراقبة الأسماك أثناء التغذية ومراقبة صحتها. وتشيد الأقفاص العائمة لا يحتاج كما في حالة البرك والأحواض إلى مساحة من الأرض ولا يحتاج إلى رأسمال كبير لإنشاء وإدارة الأقفاص.

ومن جهة أخرى فإن تربية البلطي في الأقفاص له أيضاً سلبياته والتي يمكن تلخيصها في أن هذه الأقفاص أكثر عرضة للسرقة وتصبح في بعض الأحيان حمايتها ؛ أنها عرضة للتيارات والأعاصير ؛ أنه لا بد من إضافة الغذاء المصنع للأسماك ونسب متفاوتة مما يزيد من تكلفة تربيتها وأخيراً أن الأسماك في الأقفاص تكون عرضة لتفشي الأمراض.

تنقسم الأقفاص إلى نوعين هما الأقفاص القائمة cages standing والأقفاص العائمة cages floating. الأقفاص القائمة يتم ربطها بواسطة أعمدة مثبتة في القاع بينما الأقفاص العائمة تحتاج إلى مواد عائمة تسمح بتعويم القفص مثل البراميل والأنابيب الفارغة والفلين وغيرها. وتشيد الأقفاص من عدة مواد تكون في العادة خفيفة الوزن ؛ قوية ؛ رخيصة ومتوفرة محلياً فالنوع البسيط يمكن تشييده من الشباك أو عيدان أشجار البامبو أو أي مواد محلية أخرى وتعتمد الأسماك في هذا النوع على الغذاء الطبيعي المتوفر في البيئة ويمكن إضافة بعض الغذاء من المنتجات المحلية مثل الكسافا أو الردة أو الأمياز ويبلغ إنتاج هذا النوع ما بين 5 إلى 10 كيلوجرام في المتر المكعب. والنوع الثاني من الأقفاص العائمة هو النوع المكثف الذي يمكن تشييده من الأنابيب الحديدية المجلفنة أو البلاستيكية والبراميل وغيرها وتعتمد فيه الأسماك على التغذية الصناعية بالأعلاف وقد يصل إنتاجها إلى حوالي 25 كيلوجرام / المتر³ (الشكل 2-7) والشباك يمكن أن تكون شبكاً من حديد مجلفن أو بلاستيك أو من خيوط النايلون. ولضمان توفير البيئة المناسبة للأسماك من خلال تبادل الماء بين داخل وخارج الأقفاص ولضمان تصريف المخلفات وبيض الأسماك فيوصى أن تكون فتحاتها في حدود 20 ملليمتر للأسماك التي يبلغ متوسط وزنها حوالي 9 جرامات وكلما زاد وزن الأسماك كلما أمكن زيادة حجم فتحة الشباك مع الإحتراس لتفادي دخول الأسماك المفترسة الكبيرة لداخل القفص.



(أ)



(ب)

الشكل (٧-٢): الأقفاص العائمة (أ) أقفاص تقليدية مصنوعة من مواد محلية
(ب) أقفاص حديثة مثبت بها الأكلات الأوتوماتيكية.

ويتراوح حجم القفص ما بين 1 متر³ إلى حوالي 1000 متر³. وكلما زاد حجم القفص كلما قلت تكلفة إدارته بالنسبة لوحدة الحجم. ولتفادي فقدان الأسماك من الأقفاص من خلال قفزها لخارج الأقفاص ومن خلال هجمات الطيور فلا بد من تغطية الأقفاص بالشباك.

ولضمان الإستفادة من الأعلاف التي تغذى بها الأسماك بها في الأقفاص فعادة ما يتم تزويد الأقفاص بالأكلات trays feeding العائمة على سطح الماء أو الغاطسة التي تكون غاطسة إلى عمق 45 - 50 سنتيمتراً ومعلقة من الطرف الآخر وتوضع عليها الأعلاف. كما يمكن إستخدام الأكلات الأوتوماتيكية التي تسمح بإنزال كمية محددة من الغذاء وفي زمن محدد (الشكل 7 - 2 ب). ولضمان الإستفادة القصوى من الأعلاف فيوصى بتغذية الأسماك أكثر من مرة في اليوم مع مراعاة نسب التغذية المناسبة لكل متوسط وزن من الأسماك (الجدول 27). وقد لاحظ بعض الباحثين أن استخدام الأكلات الأوتوماتيكية قد حسن من أداء نمو البلطي في الأقفاص مقارنة مع توزيع الغذاء يدوياً (Essa, al et, 2009).

الجدول (٢٨): متوسط الأوزان النهائية المتوقعة لمختلف الأوزان الأولية لذكور البلطي المرباة لفترات مختلفة في الأقفاص (McGinty and Rakocy، ١٩٨٩).

| الوزن الإبتدائي (جرام) | فترة التربية (شهر) | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| 30 | 420 | 370 | 310 | 250 | 200 |
| 60 | 550 | 480 | 410 | 340 | 270 |
| 100 | 690 | 600 | 520 | 440 | 350 |

طرق التربية في الأقفاص:

والطرق المتبعة لتربية أسماك البلطي في الأقفاص حول العالم يمكن أن تشمل التربية الانتشارية أو التربية الموسعة culture cage extensive، التربية شبه المكثفة semi-culture cage intensive، التربية المكثفة culture cage intensive، التربية الأحادية monoculture، التربية المختلطة polyculture والتربية التكاملية culture integrated cage.

التربية الانتشارية أو الموسعة extensive cage culture:

تمارس في الأقفاص المنصوبة في البحيرات الطبيعية أو الصناعية خلف السدود أو على مجرى الأنهار. وتعتمد الأسماك في هذه الطريقة كما في البرك على الغذاء الطبيعي المتاح في الجسم المائي. وفي بعض البلدان مثل الفلبين فقد حققت هذه الطريقة إنتاجاً وصل إلى حوالي 1.9 كيلوجرام/المتراً³/الشهر. ولكن هذا الإنتاج دائماً يفتقر للإستمرارية وهورهن بالإنتاجية الأولية productivity primary (الغذاء الطبيعي) لهذه المياه في المواسم المختلفة من السنة. ولهذا السبب فإنه دائماً ما يتم ممارسة التربية الانتشارية للبلطي خلال الموسم من السنة الذي يكون فيه إنتاج البلانكتون عالياً. وفي الأوقات التي يتناقص فيها الغذاء الطبيعي يتم التحول إلى التربية شبه المكثفة حيث يتم توزيع بعض الغذاء الإضافي للأسماك.

التربية شبه المكثفة semi-intensive culture:

تعتبر من أكثر الطرق شيوعاً في تربية أسماك البلطي في الأقفاص حيث يتم إضافة بعض الغذاء المكمل feed supplementary للغذاء الطبيعي للأسماك. ففي بعض البلدان يقتصر الغذاء الإضافي على المخلفات الصناعية أو الزراعية مثل نخالة القمح والأرز والأمياز. ويكون الغذاء الإضافي عادة عبارة عن خليط من المخلفات الزراعية ويوزع على الأسماك في الأقفاص في صورة لينة وربما يضاف له بعض المواد الرابطة مثل الموز الأخضر أو البطاطس أو كناسة الدقيق sweeping flour وغيرها.

التربية المكثفة intensive culture:

تعتمد هذه الطريقة الأعلاف المصنعة الجافة والتي تفي بكل الإحتياجات الغذائية للأسماك. ونسبة إلى أن استخدام هذه الأعلاف غالية الثمن يرفع من تكلفة الإنتاج فإنه لا بد من التأكد من أن قيمة أسماك البلطي تحقق عائداً مجزياً عند تسويقها.

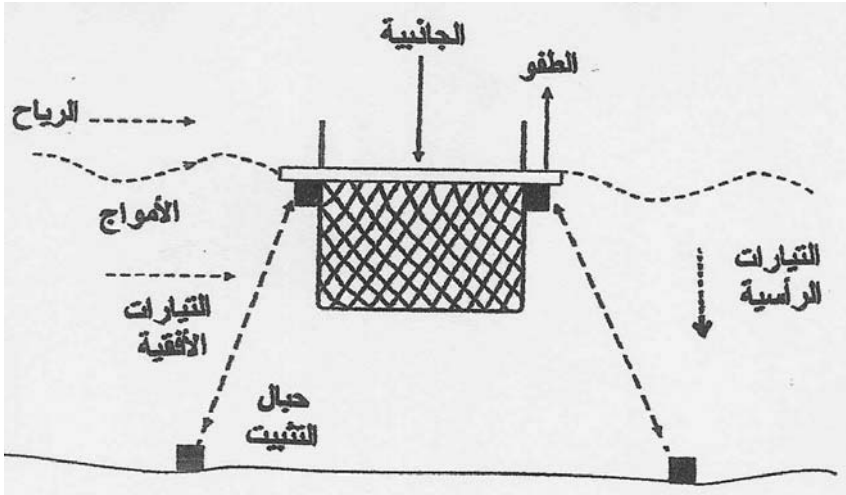
التربية الأحادية والمختلطة monoculture and polyculture::

إن التربية الأحادية هي الطريقة الأساسية في تربية أسماك البلطي في الأقفاص ولكن وفي في بعض الحالات الإستثنائية فقد يتم تربية أنواع أخرى من الأسماك مع أسماك البلطي في نفس القفص. وبالمقارنة مع البرك فإن بيئات الغذاء الطبيعي في الأقفاص تعتبر محدودة. فمثلاً فإن بيئة الأقفاص تفتقر للبيئة الغذائية القاعية benthos وللنباتات الكبيرة macrophytes. ولهذا فبعض الباحثين لا يرى أي جدوى من تربية أنواع أخرى من الأسماك مع البلطي في نفس القفص لأنه لا مجال لزيادة مجمل الإنتاج من خلال زيادة الإستفادة القصوى من بيئات الغذاء الطبيعي المتوفر وكما يحدث في البرك. ومن جهة فقد قام بعض الباحثين بتربية أسماك القرموط الأمريكي Ictalurus punctatus مع أسماك البلطي الأزرق O. aureus وقد تلاحظ تحسن نمو وإنتاجية القرموط الأمريكي والذي تم إرجاعه إلى أن النشاط الزائد لأسماك البلطي خلال التغذية قد حفز أسماك القرموط الأمريكي لتحسين إستجابتها للغذاء.

التربية التكاملية integrated cage culture:

إن تربية أسماك البلطي في الأقفاص تختلف عن تربيتها في البرك حيث أن الأخيرة تتيح ربط نظام التربية بمختلف الأنشطة الزراعية والحيوانية مثل تربية البط والدواجن وغيرها. ولكن في الأقفاص يصعب ربطها بأي نشاط آخر ما عدا أنه يمكن الإستفادة من بعض المنتجات الزراعية أو مخلفاتها في تغذية الأسماك في الأقفاص. تصميم الأقفاص وإختيار موقعها:

عند تصميم الأقفاص يجب مراعاة النواحي الهندسية لضمان مقاومتها للقوى المختلفة في الماء. والقوى التي تعمل على القفص في الماء هي عبارة عن قوى ساكنة static forces وأخرى ديناميكية forces dynamic. والقوى الساكنة تعمل رأسياً وذلك مثل وزن الشبكة والمواد العالقة بها، مواد القفص، ثقل الأسماك وقوى التيارات الرأسية. وأما القوى الميكانيكية فتعمل أفقياً وذلك مثل تيارات الماء والأمواج والرياح. (الشكل 3-7) كذلك لابد من مراعاة التكلفة المالية لإنشاء القفص بما يتفق مع جدواه الإقتصادية. ومن الإعتبارات الهامة التي يجب مراعاتها أيضاً هي متطلبات الأسماك من حيث حجم القفص وملائمة الموقع المختار لوضع القفص وتأثير البيئة المحيطة به على نمو وحياتية الأسماك.



الشكل (3-7): القوى الرئيسية المؤثرة على القفص في الماء (Beveridge, 1996).

ولإختيار الموقع المناسب للأقفاص في أي جسم مائي فلا بد أولاً من دراسة ثلاثة مجموعات من العوامل. المجموعة الأولى هي مجموعة العوامل الفيزيائية والكيميائية للموقع وتكمن أهميتها في انها تحدد مدى ملائمة الموقع لحياة ونمو الأسماك بالمستوى المطلوب. والمجموعة الثانية تحتوي على العوامل التي تؤثر مباشرة على وضعية وسلامة الأقفاص في الموقع. والمجموعة الثالثة تتعلق بالعوامل الإدارية والقانونية والأمنية والإقتصادية والإجتماعية للمشروع (الجدول 29). وكما يلاحظ من الجدول فإن هناك تداخلاً بين عوامل المجموعات الثلاثة ولا يمكن فصلها عن بعضها.

الجدول (٢٩): مجموعات العوامل المطلوب دراستها لتحديد ملائمة موقع الأقفاص (Beveridge, 1996)

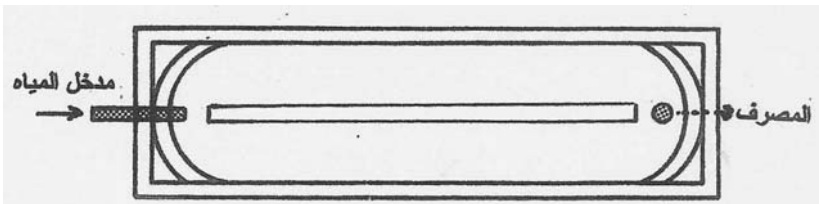
| المجموعة الأولى | المجموعة الثانية | المجموعة الثالثة |
|-------------------------|------------------|-----------------------|
| حرارة الماء | | |
| ملوحة الماء | | |
| الأس الهيدروجيني | | الإعتبرات القانونية |
| التلوث | العمق | الإعتبرات الإقتصادية |
| المواد الصلبة العالقة | الحماية | الإعتبرات الإجتماعية |
| الكائنات المسببة للمرض | القاع | الإعتبرات الأمنية |
| معدل ومستوى تبديل الماء | التيارات | القرب من الأسواق |
| التيارات | المواد الغريبة | إمكانية الوصول للموقع |
| العكارة | | التسهيلات المتوفرة |
| الإزدهار الطحلبي | | |
| المواد الغريبة | | |

3- الأحواض Tanks :

تربية أسماك البلطي المكثفة في الأحواض الأسمنتية أو الفايبرجلاس أو غيرهما تتيح التقليل من مشكلة التكاثر المفرط وذلك لكونها لا تسمح للذكور بتكوين مناطق حماية خاصة بها territories. وتحتاج الأحواض إلى مصدر مستمر من الماء لتبديل ماء الحوض ولهذا تسمى بأنظمة الماء المتدفق وthrough-flow systems. ومع ذلك فإن كمية الماء الكلية المطلوبة قد تكون أقل من تلك المطلوبة للبرك ولنفس كمية الإنتاج. والإنتاجية من هذه الأحواض عندما يكون تبديل الماء مستمراً يمكن أن تصل إلى حوالي 25 - 50 كيلوجراماً/المتر³ وفي حالة تزويد الحوض بالتهوية فقد يقفز الإنتاج إلى حوالي

70 كيلوجراماً/المتر³. وتتم تغذية الأسماك في الأحواض بالعلف الذي تكون نسبة البروتين الخام فيه حوالي 30 - 35%. ومن الإيجابيات الأخرى التي تتيحها تربية أسماك البلطي في الأحواض أنها تسهل إدارة الإنتاج من خلال التحكم في بيئة التربية، مراقبة صحة الأسماك، التحكم في التغذية، مراقبة النمو وسهولة حصادها. ومن السلبيات التي تصاحب استخدام الأحواض هي أن الأسماك تعتمد كلياً على التغذية الصناعية مما يستوجب توفير أعلاف تحتوي على كل المغذيات nutrients مثل البروتين والدهون والفيتامينات والعناصر وينسب تفي بإحتياجات الأسماك الغذائية وهذا يزيد من تكلفة الإنتاج. وكذلك فإن حاجة الأحواض للتهوية ولإستبدال الماء يزيد أيضاً من تكلفة الإنتاج وفي حال حدوث أي خلل ميكانيكي رئيس في مضخات الماء والهواء يمكن أن يؤدي لموت الأسماك الجماعي.

والأحواض يمكن أن تكون دائرية أو مستطيلة. والأحواض الدائرية هي الأكثر استخداماً لما تتميز به من إمكانية النظافة الذاتية cleaning-self. فعند توجيه الماء الداخل للحوض inlet في اتجاه معين داخل الحوض فإنه يخلق تياراً دائرياً يحمل معه الرواسب في قاع الحوض نحو مخرج الماء outlet المركزي الواقع في منتصف الحوض. والأحواض المستطيلة مثل القنوات المائية raceways ذات العرض الضيق سهلة التشييد ولكنها لا توفر نفس ميزة تدوير الماء فيها والذي يمكن أن يصبح في بعض نقاط الحوض راکداً أو ما يعرف بالمناطق الميتة areas dead خصوصاً الأركان مما يسمح بتجمع فضلات الأسماك وبقايا الأكل وبالتالي يؤثر على نوعية ماء التربية. ولتحسين سريان الماء في الأحواض المستطيلة يمكن إضافة حائط في وسط الحوض يسمح بدوران الماء من عند المدخل وحتى خروجه من الحوض وكذلك تدوير الأركان بجعل الحوض بيضاوياً من الداخل (الشكل 4-7).

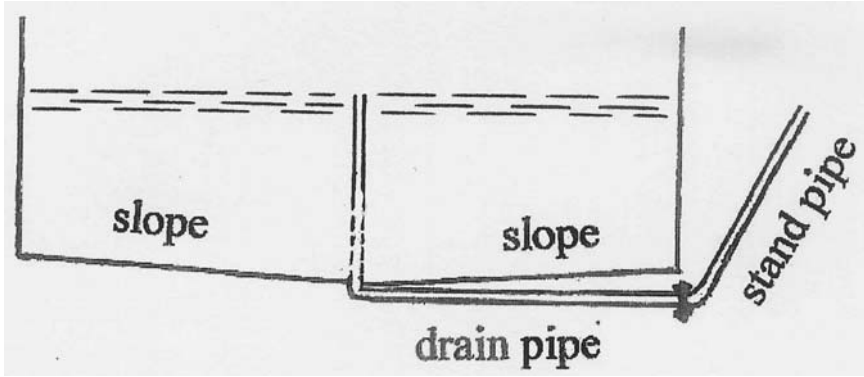




الشكل(٧-٤): حوض مستطيل لتربية أسماك البلطي

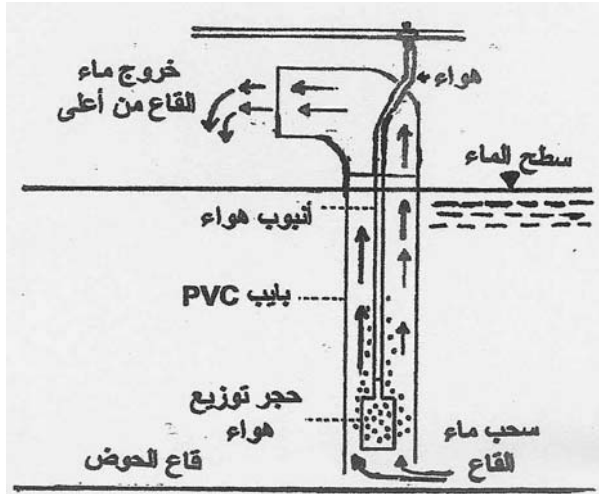
والأحواض الدائرية الأكثر استخداماً في تربية أسماك البلطي تكون بقطر يتراوح بين 3 و 9 متراً وبعمق يتراوح بين 1.2 و 1.5 متراً. والأحواض المستطيلة تشيد بمقاسات مختلفة وأما قنوات التربية المستطيلة raceways فلها قياسات محددة حيث يكون طولها وعرضها وعمقها بنسبة 1 : 3 : 30 وذلك لضمان إنسياب الماء فيها ويختلف معدل جريان الماء في هذه القنوات ولكن المعدل المعتاد لتبديل الماء فيها هو في حدود 0.5 إلى 4 مرات تبديل في الساعة.

ويشكل تصميم مصرف مياه الأحواض drain أهمية خاصة. ففي الأحواض الدائرية لا بد ان يكون المصرف في منتصف الحوض لضمان تجميع الفضلات حوله من خلال دوران الماء وسهولة خروجه مع ماء الصرف أو ما يعرف بالتنظيف الذاتي self-cleaning. ويتم التحكم في مستوى الماء في الحوض بواسطة المواسير القائمة standpipe في فتحة المصرف ويكون حولها مواسير أكبر قطراً pipe sleeve وبها فتحات تسمح بسحب الماء مع الأوساخ من القاع إلى أعلى ماسورة الصرف القائمة (الشكل 5-7).



الشكل (٧-٥): تصميم حوض دائري ذاتي التنظيف.

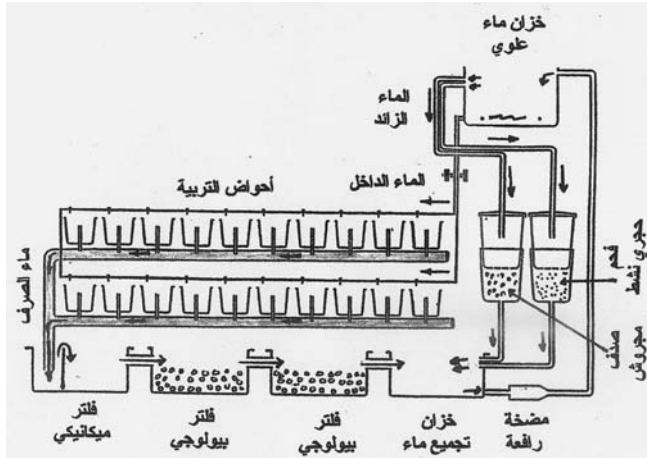
ولتحسين تهوية الحوض وكذلك دوران الماء في الأحواض الدائرية والمستطيلة فإن التهوية تتم من خلال ما يعرف بأنابيب رفع الهواء pipes lifting air وهي عبارة عن أنابيب على شكل حرف (L) مقلوب مثبتة على حوائط الأحواض الأسمنتية وغيرها ويوضع في نهايتها مع قاعدة الحوض حجارة توزيع الهواء والذي يعمل على رفع ماء القاع لأعلى مما يسمح بتقليب ماء الحوض ودورانه وتهويته في نفس الوقت (الشكل ٧-٦).



الشكل (٧-٦): أنبوب رفع الهواء في حوض تربية الأسماك.

4- الأنظمة المقفولة Recirculating systems

الأنظمة المقفولة تتيح إعادة استخدام 90 - 99% من ماء التربية يومياً وتتكون بصورة إجمالية من الأحواض التي تربي فيها الأسماك ويخرج منها ماء الصرف إلى الفلاتر الميكانيكية filters mechanical التي تعمل على ترسيب العوالق الصلبة مثل مخلفات الأسماك وبقايا الأعلاف غير المستهلكة ومنها يمر الماء إلى الفلاتر البيولوجية biological filters التي تعمل على تخليص الماء من المواد السامة مثل الأمونيا ammonia والنيتريت nitrite. ويتم ملء الفلاتر بمواد بلاستيكية أو بالحصى وتسمى الأوساط المرشحة أو المنقّية biofilter media وتشكل هذه المواد وسطاً لنمو البكتيريا التي تعمل على تخليص الماء من المواد النتروجينية ونواتجها. ويمكن أن يمر الماء بعدها في بعض النظم لضبط الأس الهيدروجيني pH باستخدام مواد طبيعية مثل قطع المحار أو الأصداف وللتخلص من الروائح واللون باستخدام الفحم الحجري النشط carbon active وللتخلص من الرغوي foams وهي طريقة مستخدمة في نظم إعادة تدوير المياه water recirculatory system للتخلص من الكربون العضوي الذائب عن طريق ربطه بالفقاعات الغازية ومن ثم التخلص من هذه الرغوة باستخدام أجهزة بسيطة للفصل وتسمى هذه النظم بنظم تكسير الرغوة foam fractionator أو تعويم الرغوة foam floatation أو كشط البروتين protein skimming ويعدها يتم ضخ الماء إلى خزان علوي ومنه يعود الماء مرة أخرى لأحواض التربية وتكون هذه العملية مستمرة طوال فترة التربية (الشكل ٧-٧).



الشكل (٧-٧): نظام تدوير الماء المقفول لتربية الأسماك.

٥- نظام باوواب Baobab system

تم تطوير هذا النظام في كينيا لتفريخ وإنتاج أسماك البلطي في الأحواض الأسمنتية. جاءت فكرة هذا النظام عندما تم تكليف عالم النبات السويسري رينيه دانيال هالر في العام ١٩٧٠ لإعادة تأهيل الأراضي الواقعة حول مصنع بامبري للأسمت بالقرب من ممباسا بكينيا على ساحل المحيط الهندي والتي تأثرت نتيجة لعمليات تصنيع الأسمت. وقد تمكن العالم السويسري في البداية من تشجير المناطق المتأثرة ولتغطية تكلفة هذا المشروع فقد تم إنشاء مزرعة لأسماك البلطي. وقد تعرضت تجربة تربية أسماك البلطي في البداية للفشل نتيجة لعدم التحكم في توالد الأسماك المستمر ولكن ونتيجة للأبحاث المكثفة فقد تم التغلب على هذه المشكلة بإنشاء نظام باوواب لتربية أسماك البلطي. وقد تطور المشروع حالياً وصار عبارة عن محمية طبيعية يؤمها السياح وتحتوي بجانب الغابات ومزرعة أسماك البلطي على أكثر من ٢٠٠ نوع من النباتات المحلية والعديد من الحيوانات البرية وشتى أنواع الطيور ومزارع للتماسيح والنعام ومزارع للأرز. ويعتبر المشروع اليوم مثلاً حياً لإعادة تأهيل البيئات المتأثرة بالأنشطة الصناعية (Bear, ١٩٩٦).

ويتكون نظام تربية أسماك البلطي من حوض دائري كبير للتفريخ spawning tanks، أحواض مستطيلة لتربية اليرقات tanks rearing larval (الشكل 8-7)، أحواض مستطيلة لرعاية الأسماك الصغيرة tanks rearing fry وأحواض دائرية للنمو والتسمين tanks out-grow (الشكل 9-7). وتعتمد الطريقة على إعادة استخدام المياه. يبلغ قطر حوض التفريخ ١٥ متراً ويتم وضع حوالي ٣٠٠ - ٤٠٠ من أمهات البلطي بنسبة ٢ إناث: ١ ذكر. ويتم تجديد المياه فيه بصفة مستمرة وتعويض الفاقد من التبخر ويتم عادة تجديد حوالي ٥٠٪ من الماء مرتين في الإِسبوع. وحوض التفريخ مصمم لينتج حوالي ٢٥٠,٠٠٠ يرقة في العام. ويرتبط حوض التفريخ بأحواض تربية اليرقات عن طريق قناة أوقنوات في أعلى الحوض تسمح بتدفق الماء الفائض overflow منه وبذلك يمكن نقل اليرقات من حوض التفريخ إلى أحواض تربية اليرقات بطريقة أوتوماتيكية من خلال رفع مستوى الماء في حوض التفريخ حتى يفيض ومعه اليرقات في قناة للتجميع والتي تتفرع لتصب في أحواض تربية اليرقات حاملة معها اليرقات. تتكون أحواض تربية اليرقات من عشرة أحواض مستطيلة حجم الواحد منها ١٥ متر^٢ ويتم ملئها بالماء وتربى فيها طحالب الكلوريل ويتم تربية حوالي ١٥ ألف يرقة في الحوض وعندما يبلغ متوسط وزنها ٤,٠ جراماً

يتم حصادها وتحويلها لأحواض رعاية الصغار المستطيلة حتى يبلغ متوسط وزنها حوالي ٢ جراماً وعندها يتم تحويلها إلى أحواض النمو الدائرية والتي يبلغ قطر الواحد منها ٦ أمتار حيث تتم تربيتها إلى أن تصل لحجم التسويق. ويبلغ إنتاج المزرعة السنوي حوالي ٤٥ طناً من أسماك البلطي.



الشكل (٧-٨): حوض التفريخ الدائري وأحواض تربية اليرقات المستطيلة في نظام باواباب(مركز المزارع السمكية - جدة)



الشكل (٧-٩): أحواض الرعاية المستطيلة وأحواض النمو الدائرية في نظام باواباب (مركز المزارع السمكية - جدة).

طرق التربية Culture methods:

1- تربية البلطي غير المفروز mixed-sex culture

تتم تربية صغار أسماك البلطي fry tilapia ويتم حصادها بمجرد بلوغها مرحلة النضج الجنسي لتفادي توالدها في برك وأحواض التربية. وفي حالات مواصلة تربيتها حتى الإنتاج فإن نسبة تعميم البرك تكون عادة قليلة وتبلغ ما بين 2000 - 6000 قطعة (بمتوسط وزن 1 جرام) في الفدان وتربى لمدة 6 شهور. وتبلغ إنتاجية البركة التي تم تخزينها stocked بحوالي 4000 من صغار أسماك البلطي حوالي 300 كيلوجرام / الفدان ومتوسط حجم الأسماك حوالي 120 جرام وذلك في حال تغذيتها بالعلف (25% بروتين) بجانب تسميد البرك. وبلغت نسبة حيائية survival الأسماك حوالي 70%.

ولا تصلح أسماك البلطي الزيلي T. zillii، الهررنوروم O. hornorum والموزمبيقي O. mossambicus لهذا النوع من التربية لأنها تتوالد مبكراً في عمر لا يتعدى 2 - 3 شهور وعندما لا يتعدى حجمها 30 جراماً. وأسماك البلطي التي يمكن تربيتها مختلطة الجنس فهي أسماك البلطي النيلي O. niloticus، البلطي الأزرق O. aureus وهجين هذين النوعين لأنها تبلغ النضج الجنسي خلال 5 - 6 شهور من عمرها.

2- تربية ذكور البلطي Male monosex culture:

تنمو ذكور البلطي أسرع من الإناث وبأحجام أكثر تماثلاً ومن جهة أخرى وعندما تكون الذكور أكثر عدداً في حوض التربية فإن ذلك يقلل من عمليات التكاثر غير المرغوب فيها overbreeding والتي تؤثر في الإنتاج. تحت ظروف التربية المناسبة تصل صغار البلطي (1 جرام) في أحواض الرعاية إلى حوالي 20 - 40 جرام خلال 5 - 8 أسابيع. وتصل الذكور بعد وضعها في أحواض التربية إلى 200 جرام خلال 3 - 4 شهور، 400 جرام خلال 5 - 6 شهور أو 700 جرام خلال 8 - 9 شهور. ويعزى سبب النمو السريع للذكور مقارنة مع الإناث من نفس العمر إلى أن الإناث تستهلك الكثير من الطاقة لتكوين البيض وتتوقف عن التغذية خلال فترة حضانة البيض mouthbrooding. ولهذا السبب فقد تم تطوير العديد من الطرق للحصول على الذكور لإستخدامها في التربية ومن هذه الطرق:

1. الفرز اليدوي sexing manual or Hand :

حيث يتم الإحتفاظ بالذكور لتربيتها وإستبعاد الإناث. وتعتمد الطريقة على فحص الفتحات البولية التناسلية pores urogenital للتفريق بين الذكور والإناث وعادة تستخدم لهذا الغرض العديد من الصبغات مثل صبغة الجنشين gension أو الحبر. ومن جهة أخرى تعتمد هذه الطريقة على العمالة الكفوة والمدربة لإنجاز هذا العمل وعلى نوع وحجم الأسماك المراد فرزها. وعموماً فهذه الطريقة تستهلك الكثير من الوقت والجهد وهي دائماً عرضة لإحتمالات الخطأ البشري العالية (Pompa and Green, 1990).

2. قلب الجنس Sex reversal :

وذلك بإستخدام الهرمونات الجنسية sex hormones. وفي هذه الطريقة يتم إضافة الهرمونات الذكورية androgens مثل الميثايل تستستيرون methyl testosterone أو الإيثينيل تستستيرون ethynyl testosterone بواقع 60 (30 - 70) ملجرام لكل كيلوجرام علف (يتم إذابة الهرمون أولاً في 50 مليلتر إيثانول 95% 95% ومن ثم يتم رفع حجم المحلول إلى 200-500 مليلتر بإضافة الإيثانول). تغذى يرقات أسماك البلطي بالعلف المعالج بمجرد إمتصاص كيس الملح وتحولها للتغذية الخارجية exogenous feeding بمعدل 2 - 4 مرات في اليوم ولمدة شهر (3 - 4 أسابيع). وكل كيلوجرام من العلف معالج بالهرمونات يكفي لقلب جنس 2500 - 4000 من يرقات البلطي وذلك إعتياداً على حجم اليرقات (Macintosh, 1985 ; Guerrero, 1988).

3. التهجين Hybridization :

يهدف التهجين إلى الحصول على جيل كامل أوغالبية من الذكور. حيث يتم فيها تهجين نوعين من البلطي مثل تهجين ذكور البلطي الهورنوروم مع إناث البلطي النيلي (O. hornorum X O. niloticus) للحصول على جيل كامل أوغالبية من الذكور أو مثل تهجين ذكور البلطي الأزرق مع إناث البلطي النيلي (O. aureus X O. niloticus) والتي تنتج حوالي 80 - 90% ذكوراً. ومن الطرق الحديثة هي الحصول على الذكر السوبر supermales من خلال الدمج بين قلب الجنس بالهرمونات والتأثير على الكروموسومات manipulation chromosomal.

وقد ثبت من خلال الممارسة أن أي من هذه الطرق لا تؤمن إنتاج ذكور بنسبة 100%. وعليه ينصح دائماً بإستخدام عدة طرق في آن واحد لضمان أن كل الأسماك المستخدمة من الذكور وذلك مثل إستخدام التهجين وبعد ذلك يتم فرز الناتج يدوياً لإستبعاد الإناث.

4- التربية المختلطة Polyculture :

تتم تربية أسماك البلطي مع أنواع أخرى من الأسماك بهدف زيادة الإنتاج من خلال الإستفادة القصوى من الغذاء الطبيعي المتوفر في حوض التربية دون تكاليف إضافية وعادة ما يتم إختيار أنواع من الأسماك تختلف عاداتها الغذائية عن العادات الغذائية لأسماك البلطي مثل أسماك الكارب *carps* ؛ البوري *mulletts* ؛ أسماك الحليب *fish milk* والقشريات مثل جمبري المياه العذبة *Macrobrachium rosenbergii*. ومن جهة أخرى يتم كذلك تربية أنواع الأسماك المفترسة *carnivores* في أحواض تربية البلطي بغرض التحكم في تكاثرها غير المرغوب فيه من خلال إستهلاك الناتج من هذا التكاثر (Ofori, 1987). ومن الأنواع المستخدمة لهذا الغرض أسماك العجل *Lates niloticus* والقرموط (*Clarias gariepinus* (lazera). وقد تلاحظ أن أسماك البلطي وبحكم عاداتها الغذائية مختلطة التغذية *omnivorous* فإنها قد تتنافس مع الأسماك الأخرى مثل الكارب والبوري في غذائها الطبيعي مما يؤثر على مجمل نمو الأسماك في الحوض. ولهذا السبب فيعتقد بأن إستخدام الأسماك المفترسة هو الأجدى بيولوجياً وإقتصادياً.

5- التربية التكاملية Integrated culture :

يعتبر تجميع وترحيل وتخزين توزيع الأسمدة العضوية في برك تربية أسماك البلطي من العمليات المكلفة نوعاً ما. ولتفادي هذه التكاليف فتعمل بعض النظم على إنشاء أحواض تربية أسماك البلطي في أماكن قريبة من وحدات تربية الحيوان أو الطيور أو تربية البط في نفس البركة بحيث يمكن تمرير مخلفاتها مباشرة لأحواض تربية الأسماك وبصورة دائمة. ويجب في هذه الحالة المحافظة على كمية المخلفات المناسبة التي تدخل يومياً في بركة التربية ويتم ذلك بتحديد عدد الحيوانات أو الطيور المناسبة لمساحة البركة. فمثلاً فإن العدد المناسب من الدواجن لتزويد بركة مساحتها واحد فدان بالمخلفات يومياً هو حوالي 2000 طائر والتي تقدر مخلفاتها بحوالي 40 - 45 كيلوجرام على أساس الوزن الجاف. والعدد المناسب من البط يقدر بحوالي 400 - 600 للفدان.

الباب الثامن ترحيل الأسماك الحية Live Fish Transportation

يعتبر ترحيل أسماك التربية الحية في مراحلها العمرية المختلفة من اليرقات وحتى الأمهات من النشاطات الهامة التي تحتاج إلى عناية خاصة تستلزم إتخاذ الإحتياطات الخاصة لإنجاح هذه العملية من دون تعريض هذه الأسماك للإجهاد أو النفوق. وترحيل الأسماك هوعبارة عن نقل كميات كبيرة من الأسماك في كمية قليلة من الماء داخل منطقة جغرافية محددة ويستغرق ذلك فترة زمنية قصيرة وقد يكون أيضاً بين عدة مناطق متباعدة ويستغرق وقتاً طويلاً سواء عن طريق البر أو البحر أو الجو.

إعداد الأسماك قبل الترحيل Conditioning fish prior to transportation:

يتم حصاد الأسماك المراد ترحيلها قبل ثلاثة أيام على الأقل من برك أو أحواض التربية ووضعها في حوض يسهل منه جمع الأسماك بسرعة عند بدء عملية تعبئتها وتجهيزها للترحيل. وهذه الفترة تسمى بالتكييف conditioning والتي تسمح للأسماك بالتخلص من الإجهاد الذي يصاحب عادة عمليات الحصاد من برك وأحواض التربية. وخلال فترة التكييف تتم تغذية الأسماك ولكن وقبل 24 ساعة من بدء عملية الترحيل يتم وقف تغذيتها أو تصويمها fasting.

إستخدام المواد المخدرة Use of anaesthetics:

ندما يتم حصاد الأسماك وتعبئتها في أحواض أو أكياس الترحيل فإنها تصبح مفرطة النشاط hyperactive وبالتالي يزيد إستهلاكها من الأوكسجين المذاب نسبة لزيادة معدل أيضها rate metabolic وتزيد كمية المواد الإخراجية النيتروجينية. ومن جانب آخر فإن النشاط العضلي المفرط للأسماك يحتاج لطاقة تستمدّها الأسماك من خلال عملية هدم الجلوكوز glycolysis اللاهوائية وينتج عن هذه العملية تكون حامض اللاكتيك acid lactic وتراكمه في العضلات. ويؤثر حامض اللاكتيك على مقدرة الدم على حمل الأوكسجين ويمكن أن يؤدي ذلك لموت الأسماك. وللتقليل من هذا النشاط الزائد للأسماك فيتم إستخدام

المواد المخدرة كمهدئات tranquilizers وبالتالي تقليل معدل أضرارها. وتسمح هذه الطريقة بزيادة كثافة التحميل وتقلل أيضاً من الإصابات الميكانيكية injuries mechanical التي قد تنتج من اصطدام الأسماك مع بعضها وبجوانب حوض الترحيل. وعند استخدام المواد المخدرة فلا بد من استخدام الكميات المناسبة التي تهدئ الأسماك فقط وزيادة استخدامها تؤدي لفقدان الأسماك لتوازنها وتمنع حركتها فتستقر كلها في قاع حوض أو كيس الترحيل وتتراكم فوق بعضها مما يؤدي لنفوقها نتيجة للإختناق. والمواد المخدرة المعتمدة للإستخدام في ترحيل الأسماك عديدة وأكثرها استخداماً هي الكوانالدين quinaldine والفينكويل finquel, tricaine methane sulfonate (MS-222) الجدول (30) ومن جهة أخرى فتجدر الإشارة إلى أن إنخفاض درجة حرارة ماء الترحيل والظلام والحركة الخفيفة أثناء الترحيل كلها عوامل تساعد على تهدئة الأسماك وهي أقل تكلفة من استخدام المواد المخدرة. ويجب ملاحظة عدم السماح بارتفاع حرارة الماء فوق 28 درجة مئوية ودرجة الحرارة المثلى للترحيل هي في حدود 24 - 20 درجة مئوية.

الجدول (٣٠): المواد المخدرة والجرعات المسموح بها كمهدئات للأسماك الحية

| الجرعة المسموح بها | المادة المخدرة |
|---|-------------------------------------|
| 1 : 40.000 ماء 1 ملجرام/الليتر | Quinaldine Hydroxy quinaldine |
| 1 : 20.000 ماء لمدة 15 - 20 دقيقة وبعدها يخفف المحلول حوالي 2 - 3 مرات | MS 222 (Tricaine methane sulfonate) |
| 50 ملجرام/كيلوسمك | Novacaine |
| 85 ملجرام/كيلوسمك | Ammobarbital sodium |
| 50 ملجرام/كيلوسمك | Barbital sodium |
| 52 - 172 ملجرام/الليتر | Sodium amytal |
| 0.44 مليلتر/الليتر | Tertiary amyl alcohol |
| 0.22 - 0.44 مليلتر/الليتر | (Methyl paraphynol) (dormison) |
| 0.67 - 0.78 جرام/الليتر | Chloral hydrate |
| 100 ملجرام/الليتر | Urethane |
| 10 ملجرام/الليتر | Thiouracil |
| 0.3 - 0.4 مليلتر/الليتر | 2-phenoxy-ethanol |

إستخدام المواد المطهرة والمضادات الحيوية Use of antiseptics and antibiotics

لتفادي إنتقال الأمراض المعدية والطفيليات والأعشاب المائية مع الأسماك خلال ترحيلها من مزرعة لأخرى أو من بقعة جغرافية لأخرى فإنه دائماً ينصح بإتخاذ بعض الإحتياطات مثل المعالجات الوقائية prophylactic treatments وحجر الأسماك عند وصولها لوجهتها quarantine measures. وتشمل المعالجات الوقائية إستخدام المطهرات والمضادات الحيوية والكيماويات المضادة للجراثيم germicidal chemicals. وقبل ترحيل الأسماك يتم تغطيس الأسماك لفترة قصيرة في محلول المعالجة الوقائية وهناك العديد من الكيماويات المستخدمة في هذا الخصوص (الجدول 31). ويمكن إستخدام المضادات البكتيرية لمنع تراكم البكتريا خلال عملية الترحيل وأكثر هذه المضادات إستخداماً هي النايتروفورازون أو الفورازين Nitrofurazone or furacine بنسبة 1 مليجرام/الليتر ؛ الأكريفلافين Acriflavin بنسبة 1 - 2 مليجرام/الليتر ؛ الأوكسيتتراسيكلين oxytetracycline بنسبة 20 مليجرام/الليتر وسلفات النيومايسين Neomycin sulphate بنسبة 20 مليجرام/الليتر.

الجدول (٣١): بعض الكيماويات المستخدمة في المعالجات الوقائية للأسماك

| الجرعة | المادة |
|------------------------|---|
| 10 جزء في المليون ppm | Acriflavin الأكريفلافين |
| 0.5 جزء في المليون ppm | Copper sulphate سلفات النحاس |
| 2 جزء في المليون ppm | Methylene blue المثيلين الأزرق |
| 3 جزء في المليون ppm | Potassium permanganate برمنجنات البوتاسيوم |
| 2.1 جزء في المليون ppm | Chloromycetin الكلورومايستين |
| 3% | Sodium chloride كلوريد الصوديوم |

إستخدام المواد الماصة Use of absorbents

تستخدم المواد الماصة مثل الفحم النباتي النشط activated charcoal للتخلص من ثاني أكسيد الكربون والأمونيا التي تتكون في ماء الترحيل. ومن المواد الماصة أيضاً الزيوليت zeolite وهو عبارة عن مجموعة من السيليكات المائية إسمها التجاري permutit وهي بوليميرات polymer غير عضوية تستخدم في تبادل الأيونات ion exchange السالبة

من المياه العذبة حيث ترتبط بها الأمونيا وبعض الأيونات الأخرى وكل ١ جرام زيوليت يزيل حوالي ١٦ ملجرام أمونيا ويوصى باستخدامه بنسبة ١٤ جرام/الليتر. ويمكن استخدام الزيوليت عدة مرات حيث يتم تنشيطه بغسله بمحلول كلوريد الصوديوم أو هيدروكسيد الصوديوم وليس للزيوليت مفعول في مياه البحر لوجود كلوريد البوتاسيوم الذي يرتبط به بدلاً عن الأمونيا.

إستخدام عوامل منع تكون الرغوة Use of antifoaming agents

تتكون الرغوة في مياه الترحيل من المخاط mucous الناتج من الأسماك وتأثره بالتهوية وتعتبر الرغوة خلال عملية الترحيل من الأشياء المزعجة ويمكن أن تكون ضارة بالأسماك لأنها تغطي سطح الماء مما يقلل من تبادل الغازات وتؤدي لتراكم غاز ثاني أكسيد الكربون وبالتالي زيادة حموضة الماء أو انخفاض الأس الهيدروجيني. ويستخدم مركب emulsion antifoam لمنع تكون الرغوة ويتم استخدامه بنسبة ٠,٠٥ ميليتر/الليتر.

العوامل المؤثرة في ترحيل الأسماك:

تهيئة الظروف المناسبة لترحيل الأسماك فلا بد من الأخذ في الإعتبار عدة عوامل تؤثر في نجاح هذه العملية. وتأثير هذه العوامل قد يكون منفرداً وقد يكون كما هو في أغلب الأحوال مشتركاً. وتشمل هذه العوامل الأوكسجين الذائب، حرارة الماء، الأس الهيدروجيني، الأمونيا، ثاني أكسيد الكربون وكثافة التحميل.

الأوكسجين الذائب Dissolved oxygen:

يعتبر الأوكسجين الذائب أهم العوامل المؤثرة في عملية ترحيل الأسماك. فوجود نسبة عالية منه تضمن ظروفاً مناسبة للأسماك خلال ترحيلها. ومقدرة الأسماك على استخدام الأوكسجين تعتمد على مقدرتها على مقاومة الإجهاد، حرارة الماء، الأس الهيدروجيني، ثاني أكسيد الكربون ونواتج الأيض products metabolic. وعدم توفر الأوكسجين الذائب في ماء الترحيل يؤدي لنفوق الأسماك نتيجة لنقص أوكسجين الأنسجة anoxia وإلى زيادة مستويات حمض اللاكتيك lactic acid levels في الدم نتيجة للأيض اللاهوائي anaerobic metabolism بواسطة الأسماك. وتزيد حاجة الأسماك للأوكسجين خلال عملية صيدها وتجميعها لإعدادها للترحيل ولهذا لا بد من تزويد حوض التكييف tank conditioning

بالأوكسجين عن طريق التهوية aeration أو حقن الأوكسجين الطبي oxygen medical. وفي حال عدم توفر وسائل تزويد الحوض بالتهوية أوبالأوكسجين فيمكن إضافة بيروكسيد الهيدروجين peroxide hydrogen لزيادة مستوى الأوكسجين المذاب. وقد تم تقدير أن إضافة نقطة واحدة (0.05 مليلتر) من بيروكسيد الهيدروجين (تركيزه 6%) في واحد ليتر ماء تولد حوالي 1 - 5 جزء في المليون million per part من الأوكسجين. ولكن يجب الحذر عند إستخدام بيروكسيد الهيدروجين لأنه يحتاج لخبرة خاصة إذ أن إضافته بدون محاذير يمكن أن تؤدي لإيذاء الأسماك. وإستهلاك الأوكسجين يعتمد بدوره على عدة عوامل مثل درجة حرارة الماء، حالة الأسماك إذا كانت مخدرة أو مصومة وعمر ووزن الأسماك. وينخفض مستوى أيض الأسماك وبالتالي تنخفض حاجة الأسماك للأوكسجين المذاب عندما تكون درجة حرارة الماء منخفضة وعندما تكون الأسماك صائمة ومخدرة وأيضاً مع زيادة عمرها ووزنها.

درجة الحرارة Water temperature :

تعتبر درجة حرارة الماء عاملاً مهماً في ترحيل الأسماك إذ أنها تؤثر مباشرة في مستويات الأوكسجين المذاب وفي معدل استهلاك الأسماك للأوكسجين. وكلما إنخفضت درجة حرارة الماء كلما زاد مستوى الأوكسجين المذاب وكلما قل معدل استهلاكه. ودرجات حرارة الماء المنخفضة تقلل من إجهاد الأسماك وتحدد كثافة تحميل الأسماك خلال الترحيل. وقد تم تقدير أن خفض درجة حرارة الماء بمعدل 2 درجة مئوية يسمح بزيادة كثافة التحميل بمعدل 5%. ولهذه الأسباب فدائماً ما ينصح بترحيل الأسماك خلال ساعات الليل أو الصباح الباكر عندما تكون حرارة الجومنخفضة وفي حالة الأجواء الحارة خصوصاً خلال فصل الصيف فينصح دائماً بإضافة بعض الثلج في الماء أو بوضع الثلج حول أكياس ترحيل الأسماك وذلك بغرض خفض درجة حرارة الماء.

الأس الهيدروجيني pH:

يعتبر الأس الهيدروجيني 6.5 - 8.5 مثالياً لمعظم الأسماك. وزيادته أو نقصانه عن هذا المعدل في ماء الترحيل يمكن أن يهدد حياتية الأسماك. ففي حالة زيادته فإن سمية الأمونيا غير المتأينة ammonia ionized-un تزداد. والنقص الحاد في الأس الهيدروجيني والذي يحدث عادة عند زيادة مستوى ثاني أوكسيد الكربون في الماء يؤثر مباشرة في تنفس الأسماك. والزيادة حتى وإن كانت صغيرة ولكن بصورة سريعة

لتركيز أيونات الهيدروجين في دم الأسماك نتيجة للإنخفاض السريع للأس الهيدروجيني للماء يمكن أن يؤدي لحموضة الدم والأنسجة acidosis والتي تؤدي لنفوقها. وخلال عملية الترحيل يمكن استخدام المحاليل الموازنة buffers لتثبيت الأس الهيدروجيني وذلك مثل المحلول الموازن العضوي methane-amino-ethyl-trishydroxy والذي يعتبر فعالاً في المياه العذبة والمياه المالحة وهو محلول عالي الذوبان وتتم إضافته بنسبة 1 - 2 جرام/الليتر. وأيضاً يتم في حالات إنخفاض الأس الهيدروجيني للماء بعض المركبات غير العضوية مثل فسفات الصوديوم phosphate sodium (Na_2HPO_4) والذي تتم إضافته بنسبة 1.5 مليجرام/الليتر.

الأمونيا Ammonia:

ينتج عن أيض البروتين metabolism protein المواد الإخراجية التي يتم التخلص منها بصورة رئيسة عن طريق الخياشيم وتحتوي هذه المواد الإخراجية على الأمونيا ammonia، وهي المادة الإخراجية الرئيسية، وثاني أكسيد الكربون dioxide carbon واليوريا urea والأمينات amines ومشتقات أكسيد الأمينات amine-oxide derivatives. وبقية المواد يتم إخراجها عن طريق الكلى وتشمل هذه الكرياتينين creatinine وحامض اليوريك acid uric. يزداد إخراج الأمونيا مع زيادة نشاط الأسماك ومع إرتفاع درجة حرارة الماء ومع إرتفاع كمية الغذاء الذي تستهلكه الأسماك. يتكون محلول الأمونيا المائي aqueous ammonia solution من الأمونيا غير المتأينة ammonia ionized-un، NH_3 والمتأينة ammonia ionized، NH_4 وتأتي سمية الأمونيا بصورة رئيسة من الصورة غير المتأينة NH_3 وتعتمد درجة هذه السمية على العديد من العوامل مثل الأس الهيدروجيني، حرارة الماء، نسبة ملوحة الماء، الأوكسجين الذائب، ثاني أكسيد الكربون وقلوية الماء. وتزداد نسبة الأمونيا غير المتأينة NH_3 في محلول الأمونيا المائي بزيادة الأس الهيدروجيني والحرارة. وفي حالات سمية الأمونيا الحادة والمزمنة toxicity ammonia chronic and acute يزداد تناقص تركيز الأوكسجين الذائب في الماء (عادة في حدود 30% تحت درجة التشبع). ومن جهة أخرى تتناقص سمية الأمونيا مع زيادة ملوحة الماء. ولتفادي التعقيدات التي تسببها الأمونيا فإن الأسماك المعدة للترحيل خصوصاً لمسافات طويلة يتم تجويعها قبل 24 ساعة من بدء عملية الترحيل ويتم كذلك تخديرها للحد من نشاطها وكل ذلك بغرض التقليل من عملية الأيض وبالتالي التقليل من المواد الإخراجية في ماء الترحيل.

ثاني أكسيد الكربون Carbon dioxide:

تكون أسماك الترحيل عرضة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون الناتج من عمليات الإخراج. والأسماك يمكنها تحمل نسب عالية من هذا الغاز إذا تكونت هذه النسب ببطء. وعندما تزيد تركيزات ثاني أكسيد الكربون وبسرعة في الماء، وكما يحدث عادة عندما تكون كثافة تحميل الأسماك عالية، يحدث للأسماك إجهاد شديد وربما تنفق نتيجة لإضطراب توازن الأحماض والقواعد equilibrium base/acid في الدم. وسمية ثاني أكسيد الكربون ذات علاقة بالأس الهيدروجيني للماء والأس الهيدروجيني لدم الأسماك. وزيادة الغاز في الماء يؤدي لخفض أسه الهيدروجيني وذلك يؤدي بالتالي لخفض الأس الهيدروجيني لدم الأسماك pH blood والذي بدوره يؤثر على مقدرة الدم على حمل الأوكسجين والهيموجلوبين. ومن جهة أخرى فإن سمية ثاني أكسيد الكربون تتداخل مع سمية الأمونيا حيث أن زيادة الغاز في الماء تؤدي إلى خفض الأس الهيدروجيني للماء وهوما يؤدي لإنخفاض نسبة الأمونيا غير المتأينة NH_3 في محلول الأمونيا المائي solution ammonia aqueous ولكن في حالة ثبات تركيز الأمونيا غير المتأينة في الماء فإن زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون تزيد من سمية الأمونيا.

وللتقليل من تأثير ثاني أكسيد الكربون على الأس الهيدروجيني فيمكن إضافة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ماء الترحيل بنسبة تركيز 0.5% - 1%. وأيضاً يمكن استخدام سلفات الصوديوم sulfate sodium, Na_2SO_4 وبيكربونات الصوديوم (صودا الخبيز) bicarbonate sodium, $NaHCO_3$ baking soda وسلفات الكالسيوم (الجبس الزراعي) calcium sulfate (agricultural gypsum) لنفس الغرض. والأسماك تتشابه مع الفقاريات الأخرى في محتوى الدم من الملح والذي يبلغ حوالي 9 جرام/الليتر (0.9%) محلول ملحي) والأس الهيدروجيني للدم الذي يبلغ حوالي 7.4. ومعظم أملاح الدم حوالي (77% تتكون من الصوديوم والكلورايد وما تبقى هوفي الأغلب بيكربونات، بوتاسيوم وكالسيوم. والصوديوم والبوتاسيوم مهمان للأداء الطبيعي للقلب والأعصاب والعضلات. وأسماك المياه العذبة عادة تفقد الأملاح من خلال تسرب الملح من دمها) ذوالتركيز الأعلى من الأملاح (عبر الشعيرات الدموية للخياشيم وسطح الجسم إلى الماء) ذوالتركيز الأقل من الأملاح (وهوما يعرف بالتسرب الأسموزي osmotic leakage ووجود الأملاح في الماء بنسبة 8 جرام ملح طعام/الليتر (0.8%) محلول ملحي (أو 250 - 125 مليجرام سلفات الصوديوم أو 200 - 100 مليجرام بيكربونات الصوديوم/الليتر يمنع أو يقلل من تسرب الأملاح من جسم الأسماك

من خلال خلق نوع من التوازن بين تركيز الأملاح داخل جسمها وخارجها. وحيث أن تركيز الكالسيوم في دم الأسماك يبلغ حوالي 250 مليجرام/الليتر فقد أثبتت الأبحاث أن الماء العسر في حدود 250 - 125 مليجرام كربونات كالسيوم/الليتر يساعد على التحكم في تسرب الأملاح من جسم الأسماك للخارج.

كثافة التحميل Loading density:

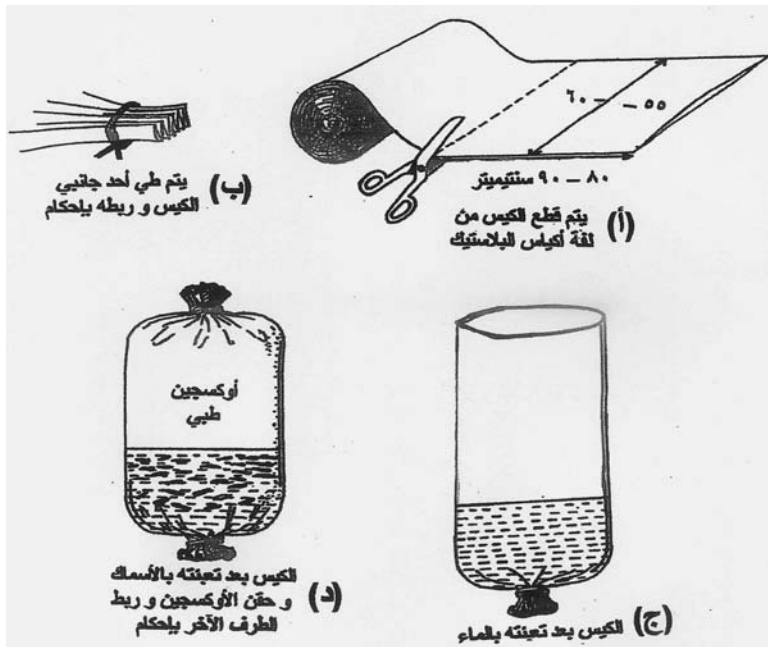
كثافة التحميل أو سعة التحميل capacity loading تعني كمية الأسماك التي يمكن تحميلها بأمان في كل حوض أو كيس ترحيل وتعتمد على عدة عوامل منها معدل تنفس الأسماك، درجة حرارة الماء، الفترة الزمنية اللازمة لوصول الأسماك لوجهة الترحيل، حجم الأسماك وغيرها. وكل هذه العوامل مرتبطة مع أيضاً الأسماك. فمع زيادة درجة حرارة الماء يزداد معدل الأيض rate metabolic وبالتالي تقل كثافة الأسماك المسموح بتحميلها في حيز معين. وتتناسب فترة الترحيل الزمنية تناسباً عكسياً مع كمية الأسماك المسموح بتحميلها فكلما زادت الفترة كلما قل عدد الأسماك. ومن جهة أخرى فإن الكتلة الحيوية تزيد مع زيادة حجم الأسماك وذلك لأن معدل الأيض يتناقص مع زيادة الأسماك في الحجم. فمثلاً يمكن تحميل 0.225 كيلومن أسماك البلطي التي يبلغ طولها حوالي 20 سنتيمتراً في كل ليتر ماء مقابل 0.450 كيلومن نفس النوع التي يبلغ طولها حوالي 40 سنتيمتراً في كل ليتر ماء.

وعموماً فإن كثافة التحميل ليس لها نمط ثابت وتختلف حسب ظروف كل مزرعة وقد إقترح بعض الباحثين (Piper et al., 1992) أن يتم حساب كثافة التحميل باستخدام طريقة إزاحة الماء method displacement water والتي تأخذ في الاعتبار الحجم الحقيقي (ليتر) لوعاء الترحيل المستخدم، وزن الأسماك المراد ترحيلها وحجم الماء المزاح بواسطة هذه الأسماك. وتستخدم المعادلة التالية لحساب كثافة التحميل: كثافة التحميل (كيلوجرام/الليتر) = [وزن الأسماك، كيلوجرام] ÷ [(حجم تانك الترحيل، ليتر) - (حجم الماء المزاح، ليتر)]. ويقدر أن يزيح 1 كيلوجرام من الأسماك ما مقداره 0.833 ليترًا من الماء. طرق ووسائل الترحيل:

طريقة الأكياس البلاستيكية Plastic bag method:

تعتبر من الطرق الشائعة لترحيل الأسماك خصوصاً لمسافات كبيرة وبين المناطق الجغرافية المختلفة خصوصاً عن طريق الجو. والحجم الشائع لأكياس الترحيل هو 80 - 90

سنتيمتراً (طولياً) 55×60 سنتيمتراً (عرضياً). بعد فحص كل كيس والتأكد من عدم وجود أي ثقب به يتم تلييس الكيس في كيس آخر ومن ثم يملأ بحوالي 8 لترات من الماء النظيف والذي تعادل درجة حرارته حرارة ماء أحواض التكييف water conditioning. يتم بعد ذلك وضع الأسماك داخل الكيس بعد حساب عددها يدوياً counting direct أو تقدير عددها بواسطة الحجم counting volumetric أو بواسطة متوسط الوزن analytical counting. وبعد وضع الأسماك مباشرة يتم حقن حوالي 1.5 لتر من الأوكسجين الطبي oxygen medical في الكيس وبطريقة عامة فإن كمية الماء والأوكسجين في الكيس تكون بنسبة 1:3. وبعد حقن الأوكسجين يتم ربط الكيس الداخلي بإحكام لمنع تسرب الأوكسجين منه خلال فترة الترحيل (الشكل 1-8) ومن ثم توضع الأكياس في صناديق من الكرتون المقوى أو الإستيروفورم بغرض عزلها حرارياً عن الوسط الخارجي وتكون جاهزة للترحيل. وفي حالة عدم توفر الأوكسجين الطبي فيمكن استخدام الهواء المضغوط ولكن في هذه الحالة فإن كمية الأسماك المسموح بنقلها في الكيس وكذلك فترة الترحيل تقل كثيراً عن تلك المسموح بها في حالة استخدام الأوكسجين الطبي.



الشكل (٨-١): طريقة الأكياس البلاستيكية (Devaraj and Mohamed, ١٩٩٧)

طريقة صناديق أو أحواض النقل Hauling box or tank method

عند ترحيل الأسماك عن طريق البر أو البحر يمكن استخدام صناديق أو تانكات مصنوعة من الفايبر جلاس، الألومنيوم، الخشب، الحديد أو الحديد الغير قابل للصدأ وتكون ذات غطاء يمنع تطاير الماء خارجها وكذلك يمنع الأسماك من القفز خارج الصندوق أو الحوض. والحجم العادي لهذه الصناديق (الطول × العرض × الإرتفاع) يكون في حدود 90 × 60 × 60 سنتيمترا (324 ليتر). ويمكن تحميل كل صندوق بحوالي 0.18 - 0.24 كيلوجرام من الأسماك بغض النظر عن حجمها.

طرق تفريغ الأسماك Unloading techniques

عند وصول الأسماك لوجهتها فلا بد من إتخاذ بعض الإحتياطات قبل تفريغها. ومن أهم هذه الإحتياطات هي ملائمة درجة حرارة ماء الترحيل وماء البرك أو الأحواض أو الأقفاس التي ستم تفريغ الأسماك فيها وذلك لتفادي تعريض الأسماك لأي صدمة حرارية تجهدها أو تؤدي لنفوقها. ففي حالة الأكياس البلاستيكية فيتم تركها كما هي على سطح ماء الحوض الجديد لفترة من الزمن تسمح بمعادلة درجة الحرارة (الشكل 2-8) وفي حالة الصناديق أو الأحواض فيمكن ضخ الماء من حوض التربية الذي ستنقل له الأسماك وبيئه في صناديق أو أحواض الترحيل إلى أن تتعادل درجة الحرارة داخلها مع درجة حرارة حوض التربية.



الشكل (8-2): أقلمة الأسماك في الأكياس البلاستيكية لمعادلة درجة حرارة الماء

الباب التاسع Diseases الأمراض

البطي من الأسماك عالية المقاومة للأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيلية ولكن الكثافات العالية في أحواض التربية وتدني نوعية الماء الفيزيائية والكيميائية تؤدي لإجهاد الأسماك وبالتالي تكون معرضة للإصابة بمختلف الأمراض.

الأمراض الطفيلية parasitic diseases؛

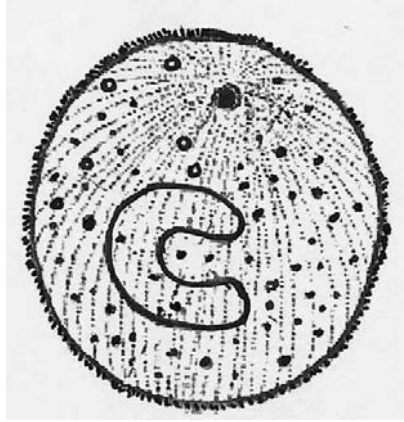
بالرغم من أن أسماك البلطي في الطبيعة تصاب بالعديد من الطفيليات إلا أنه لم يلاحظ على هذه الأسماك أي علامات إكلينيكية للمرض. ولكن تحت ظروف التربية فإن هذه الأعراض تكون ظاهرة في الأسماك المصابة. ولتفادي الأمراض الطفيلية فيوصى دائماً بالحذر عند نقل الأسماك من مزرعة لأخرى أو عند جلب الأمهات من المصادر الطبيعية والتي يجب حجزها في الحجر الصحي quarantine بعيداً عن أحواض المزرعة ومراقبتها. وعلاج الأسماك في الأحواض والبرك يعتبر صعباً وعند إنتشار العدوى فيتم حصاد كل الأسماك والتخلص منها بالحرق أو دفنها بعيداً عن برك التربية. وبعد ذلك يتم تطهير البرك بالجير lime بمعدل 1050 كيلوجرام/القدان أو باستخدام هيبوكلوريت الكالسيوم calcium hypochloride بمعدل 212 كيلوجرام/القدان.

1. الطفيليات الأولية : Protozoan parasites

(أ) فطر الإكتيوفثيريس ملتيفيليس *Ichthyophthirius multifiliis*؛

هو عبارة عن كائن أولي هديبي ciliate طفيلي يسبب مرض البقع البيضاء ichthyophthiriosis or white spots disease خصوصاً في صغار أسماك البلطي (الشكل 1-9). والبقع البيضاء عبارة عن بثور pustules تحمل الطفيليات والتي تنفجر خلال أيام محررة الطفيليات في الماء حيث تتكاثر بأعداد كبيرة وتهاجم الأسماك مرة أخرى أو تصيب أسماك أخرى صحيحة. ودورة الحياة هذه تجعل من هذا الطفيل معدياً contagious. ويعتقد أن هذا الطفيل يأتي مع أمهات الأسماك التي يتم جمعها من المصادر الطبيعية ويؤدي نقل الأسماك المصابة من منطقة جغرافية لأخرى لسرعة إنتشاره. وحيث أن درجة الحرارة المثلى لهذا الطفيل هي حوالي 20 إلى 24° م فإنه يستبعد أن يكون وبائياً epizootic في المناطق

الإستوائية ما لم تكن الأسماك واقعة تحت وطأة إجهاد شديد. والطفيل يمكن ملاحظته على شكل بقع بيضاء صغيرة منتشرة على جسم الأسماك، على الزعانف وعلى الخياشيم. ويتغذى الطفيل على كريات الدم الحمراء وسوائل جسم السمكة العائل fish host وتزداد ضراوة المرض في فصل الشتاء عندما تنخفض درجة حرارة الماء. عموماً فإن مكافحة هذا الطفيل من الأمور الصعبة حيث أن الطفيل عندما يكون داخل البثور على جسم السمكة يصعب التخلص منه وفي الأحواض الصغيرة يمكن رفع درجة حرارة الماء لتسريع دورة حياته وبالتالي تحريره في الماء حيث تسهل محاربهه. والمعالجة الشائعة تكون بتعريض الأسماك المصابة لحمام من محلول الفورملين بنسبة 25 جزء في المليون على ثلاث جرعات يفصل بين كل جرعة وأخرى ثلاثة أيام. كما يمكن إستخدام كبريتات النحاس copper sulphate بتركيز من أقل من واحد إلى 2 جزء في المليون.

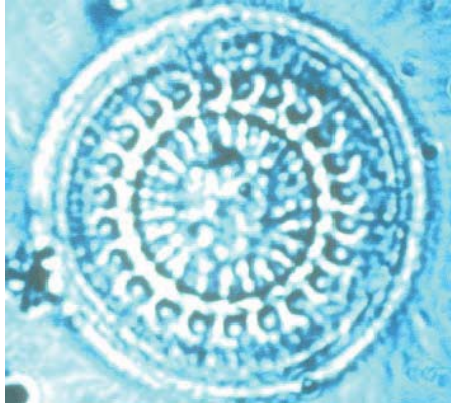


الشكل (٩-١): طفيل الإكتيوفثيريوس

(ب) فطر التراكودينا Trichodina spp. والجيلودينيا Chilodonella spp.:

عبارة عن طفيليات أولية هديةية protozoan ciliated تهاجم الأسماك وتسبب غمق أو إسوداد لون الظهر ويمكن أن تؤدي لنفوقها خصوصاً الأسماك الصغيرة (الشكل ٩-٢). وفي أسماك البلطي التي تحضن صغارها في فمها brooders mouth فإن هذه الطفيليات تدخل إلى التجويف الفمي للأمهات وتصيب الأسماك الصغيرة أيضاً.

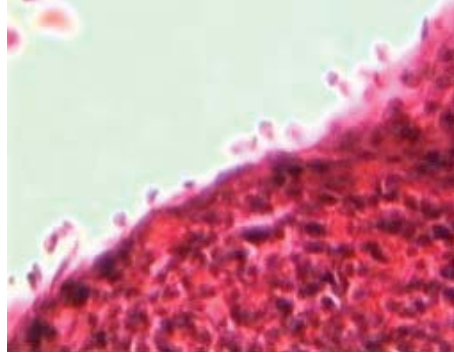
تتكاثر هذه الطفيليات على جلد وخياشيم الأسماك بواسطة الإنشطار أو الإنقسام الثنائي fission binary وهو عبارة عن إنقسام الخلية إلى إثنين إنقساماً مباشراً عن طريق إنقسام النواة والسيتوبلازم. وهذه الطفيليات تتواجد عادة في الماء وفي معظم الأسماك بأعداد قليلة ولكنها تسبب لها المشاكل والتي قد تصل للموت الجماعي عندما تتعرض هذه الأسماك للإجهاد ولسوء التغذية وعند تدني نوعية ماء التربية خصوصاً في حالة تدني درجات حرارة الماء. وتتم معالجتها بتغطيس الأسماك في محلول الفورمالين (٢٥٠ جزء في المليون) لمدة ٣٥ - ٤٠ دقيقة أو محلول برمنجات البوتاسيوم permanganate potassium (٥) (KMnO₄) جزء في المليون (لمدة ١٠ - ٥ دقيقة).



الشكل (٩-٢): طفيل الترايكودينا

(ج) الكوستيا Costia:

طفيل أولي هديبي protozoa ciliated يصيب جلد وخياشيم الأسماك (الشكل ٩-٣). ويسبب الطفيل مرض المخاط الأزرق costiasis. ويصيب الطفيل أسماك البلطي في فترة الشتاء ولكنه نادر الحدوث في الصيف لأن الطفيل لا يكون نشطاً عند درجات الحرارة أقل من ٢٥°م ويمكن أن يموت عند ٣٠°م. يهاجم الطفيل جلد وخياشيم الأسماك وهو مرض مُعدي contagious ويمكن أن يؤدي لنفوق الأسماك خلال بضعة أيام. ومن علامات المرض إلتهاب جلد الأسماك مع وجود بقع رمادية وبقع نزفية على الجلد مع وجود إفرازات مخاطية كثيفة على الجسم ذات لون أزرق باهت tinge blue. ويتم علاج الأسماك المصابة بإضافة الفورمالين لحوض الأسماك بنسبة ٢٠ جزء في المليون.



الشكل (٩-٣): طفيل الكوستيا على جلد الأسماك

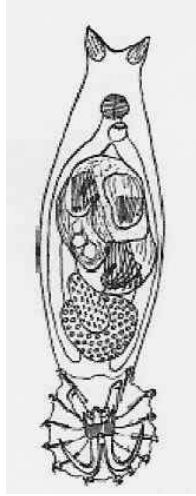
(د) البوغيات أو الجرثوميات aozoropS:

عبارة عن أوليات حيوانية متطفلة وذلك مثل الميكسوسبوريديا Myxosporidia. توجد عموماً في شكل طفح من الكيسات cysts والبوغيات spores على أنسجة أسماك البلطي البرية tilapia wild. وتشكل بصفة خاصة خطراً على أسماك التربية في البرك الترابية، خصوصاً تلك التي يظل فيها الماء راکداً مدة طويلة، وذلك لأن هذه البرك تناسب دورة حياة هذه الطفيليات. فعند تحرر البوغيات من جلد الأسماك فإنها تظل لفترة من الوقت في حالة سكون في طين القاع قبل أن تصبح معدية مرة أخرى.

2- الديدان المعوية المتطفلة متعددة الخلايا MnaozateM htnimleh setisarap

(أ) الديدان وحيدة العائل Mnenegona:

توجد على جلد وخياشيم أسماك البلطي. والديدان الشائعة في أسماك البلطي هي من جنس السيكلويدوجيروس Cichlidogyrus spp. والتي وجدت في أكثر من ١٦ نوعاً من أسماك البلطي. وهذه الطفيليات قليلة الأثر المرضي على الأسماك وإن تلاحظ في بعض الأسماك المصابة زيادة إفراز المخاط hyperplasia من الصفائح الخيشومية. وفي أسماك التربية يسبب طفيل الجيروداكتيلوس Gyrodactylus spp. الشكل ٩ - (٤ العديد من المشاكل والتي قد تنتهي بنفوق الأسماك عند تعرضها للإجهاد.



الشكل (٩-٤): الجيروداكتيلوس

(ب) الديدان ثنائية العائل Digenea:

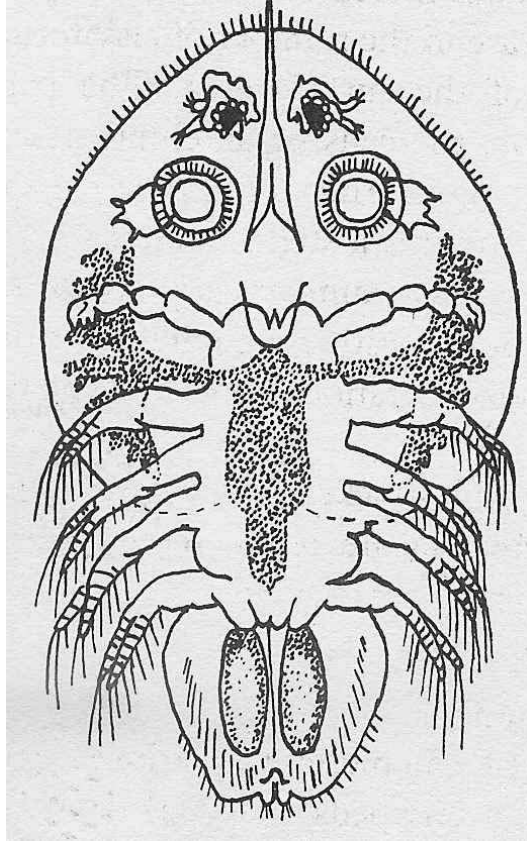
العديد من هذه الديدان تؤدي لنفوق أسماك البلطي المرباة. وكل أنواع هذه الديدان لها دورة حياة متشابهة حيث تعيش أولاً في عائل وسيط intermediate host هوبعض الحلزونات snails المائية أو البرمائية ومن ثم في الأسماك. والطور الذي يعيش في الأسماك هو طور الميتاسيركاريا stage metacercarial ويوجد في شكل كيبسات cysts في الأنسجة.

(ج) الديدان الشريطية Cestoda، الديدان الإسطوانية Nematoda والديدان الخيطية شوكية الرأس Acanthocephala:

بالرغم من ملاحظة وجود الديدان الشريطية في أسماك البلطي في الطبيعة إلا أنه لم تسجل مشاكل صحية محددة تحت ظروف التربية. وكذلك تم رصد وجود الديدان الإسطوانية في أسماك البلطي الطبيعية وهناك أنواع منها مثل الكونتراسيكوم Contraeacum كان لها تأثير مرضي على أسماك التربية مما أدى لضعف نموها. وحيث أن الطفيل يتحوصل في جميع أنسجة الجسم فإن الأسماك تكون عادة غير مقبولة لدى المستهلكين.

3- القشريات الطفيلية Parasitic crustaceans،

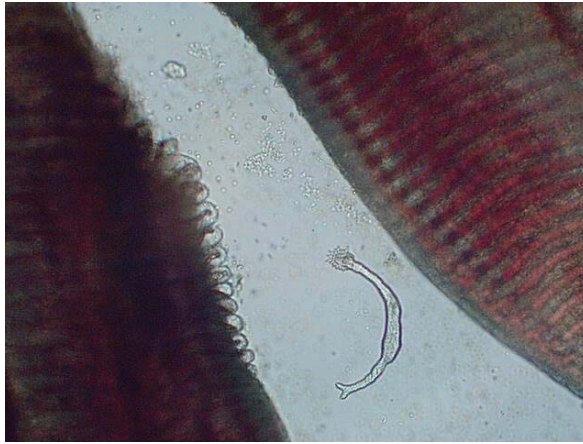
هناك العديد من أنواع القشريات المائية الطفيلية أهمها الأرجولوس Argulus spp. (الشكل 5-9) والقشريات مجدافية الأرجل Copepoda مثل الإرجاسيلوس Ergasilus spp. (الشكل 6-9) والليرنيا Larnaea spp. (الشكل 7-9) وتدفن هذه الطفيليات نفسها عميقاً في أدمة dermis وعضلات الأسماك مسببة تقرحات حادة وموتاً موضعياً للنسيج. والأسماك المصابة حتى بطفيل واحد تفقد الشهية وتفقد من وزنها وقد تنتهي بموتها. وهذا بجانب أن التقرحات على الجلد تجعل الأسماك غير مرغوبة لدى المستهلكين.



الشكل (9-5): الأرجولوس



الشكل (٩-٦): الإرجاسيلوس.



الشكل (٩-٧): الليرنيا

الأمراض البكتيرية Bacterial diseases :

تربى أسماك البلطي عادة في وسط غني بالمواد العضوية والتي تشكل وسطاً ملائماً لنمو معظم أنواع البكتريا المائية المعروفة وبأعداد كبيرة. وفي حالات التربية المكثفة فإن البكتريا خصوصاً الاختيارية bacteria facultative تؤدي لنفوق معظم الأسماك. والأعراض

المصاحبة للأمراض البكتيرية في أسماك البلطي تشمل القروح الجلدية في حالات الإصابة ببكتريا الميكسوبكتريا myxobacteria المعدية ومرض تعفن الدم النزفي البكتيري bacterial septicemia haemorrhagic في حالات الإصابة ببكتريا المايكوبكتريوم الدرنية Mycobacterium tuberculosis. ومن العلاجات الشائعة للأسماك المصابة بالأمراض البكتيرية هي استخدام المضادات الحيوية مثل الأوكستتراسيكلين oxytetracycline والتيراميسين teramycin والكاناميسين kanamycin وغيرها.

1. عدوى الميكسوبكتريا Myxobacteria infection :

الميكسوبكتريا أو البكتريا الغروية slime bacteria هي مجموعة صغيرة من البكتريا المائية العصوية التي تتميز بالحركة الإنزلاقية gliding movement والجدار الخلوي الرقيق المرن. وتوجد عادة على جلد الأسماك بدون أن تكون طفيلية. وتحت ظروف معينة من الإجهاد البيئي فإن بعض أنواع هذه البكتريا يمكن أن تكون معدية. ويأتي معظم هذا الإجهاد من درجات الحرارة العليا والدنيا وارتفاع نسبة الأمونيا في الماء. ومن بين بكتريا الميكسوبكتريا تعتبر بكتريا الفليكسيباكترا كولومنارييس Flexibacter columnaris هي الأكثر عدوى لأسماك البلطي. وتحدث العدوى في حالات ارتفاع درجة حرارة الماء وتكون مصحوبة بجروح lesions على الجلد ذات لون أبيض غير شفاف وحواها نازفة حمراء تتطور فيما بعد إلى قروح ulcers. الأسماك المصابة تكون ذات لون داكن؛ بطيئة الحركة وسريعة النفوق. وعدوى الميكسوبكتريا التي تصيب الخياشيم، خصوصاً في صغار أسماك البلطي، تكون عادة مصحوبة بالإفراز الشديد للمخاط.

2. مرض تعفن الدم النزفي البكتيري Bacterial haemorrhagic septicemia

تسببه البكتريا العصوية سالبة الجرام من طائفة Aeromonas و Pseudomonas و Edwardsiella والتي تغزو أنسجة الجسم والدم. وهذه البكتريا من أكثر المسببات للنفوق في أسماك البلطي. وتعتبر بكتريا الأيرومونات هيدروفيليا Aeromonas hydrophila هي الأكثر تسبباً لمرض تعفن الدم النزفي في أسماك البلطي. والأسماك المصابة بهذه البكتريا يكون لونها داكناً، تفقد الشهية وتتجمع حول مدخل المياه inlet water في حوض التربية. ويظهر كذلك على الأسماك تقرحات الجلد وإحترقان الدم hyperaemia عند قاعدة الزعنفتين الصدرية والحوضية وعند محجري العينين. وتتأثر كذلك الأعضاء الداخلية حيث يكون لون الكبد شاحباً، ظهور بؤر نزفية على سطح الأحشاء viscera والتجويف البيريتوني peritoneal cavity. ولقد أظهرت

الفحوصات النسيجية وجود تنكز دموي necrosis haemopietic ويؤثر تنكزية necrosis focal على الكبد والقلب والعضلات الهيكلية. وفي أغلب الأحيان تكون الإصابة مصحوبة أيضاً بتأثير بكتريا *Pseudomonas* مثل نوع *Proteus spp.* ونوع *haemolytic streptococci* -ه وكذلك بكتريا *Edwardsiella tarda*. وهذه الأنواع تنتشر بصفة خاصة في البرك حديثة التخصيب بالسماذ العضوي.

٣. مرض التفقر الجلدي Furunculosis :

يسبب هذا المرض ميكروب الأيرومونا *Aeromonas sp*. ومن علامات المرض ظهور بعض القروح على الجلد في منطقة البطن وعند الزعنفة الذيلية وتساقط القشور في المناطق المصابة من الجسم. وأيضاً تصاب زعانف الأسماك المصابة بالنخر مع إسوداد لون الجسم وجحوظ العينين. ويمكن معالجة المرض بإضافة الكلورمفينيكول *chloramphenicol* في ماء الحوض بنسبة ١, ٠ جرام/الليتر ١٠/ساعات يومياً ولدة اسبوع.

٤. مرض تعفن الدم Columnaris :

يسبب هذا المرض ميكروب الفليكسيباكتر كولومناري *Flexibacter columnaris* الذي يتواجد في الماء والتربة ويصيب جسم الأسماك وخياشيمها ويصبح المرض ضارياً *velogenic form* في حالة تعرض أسماك التربية للإجهاد. ومن علامات المرض وجود تآكل في الزعانف وظهور بقع زفوية عليها وكذلك تساقط القشور في الأماكن المصابة على الجسم. يتم تعريض الأسماك المصابة لحمام مائي من المضاد الحيوي التيراميسين *teramycine* بنسبة 15 ملجرام/الليتر/اليوم.

٥. مرض السل السمكي Piscine tuberclosis :

هو مرض بكتيري يصيب الأسماك تسببه بكتريا المايكوباكتريوم *Mycobacterium sp.* ومن أعراضه إنعدام اللون، الشحوب، إنعدام الشهية، سقوط القشور، تشوه الفكين والعمود الفقري، جحوظ العينين وظهور الدرنات والعقد على سطح الجسم وفي الكبد والكلى. والعدوى بهذا المرض في أسماك البلطي معروفة في الأنواع التي تربي في الأحواض الزجاجية *aquaria* بغرض الزينة. وأما في أسماك البلطي الطبيعية فنادرًا ما سجلت مثل هذه الإصابات. تتم معالجة الأسماك المصابة بالمضاد الحيوي الإستربتومايسين في شكل حمام مائي بمقدار ١٠ ملجرام/الليتر.

٦. مرض الإستسقاء المُعدي Infectious dropsy:

يسبب المرض بكتريا الأيرومونات هيدروفيليا *Aeromonas hydrophila* ومن علامات المرض الميزة إنتفاخ البطن وإمتلاؤه بسائل أصفر محمر ذي رائحة متقيحة هذا بجانب قروح نزفية على الجلد وجحوظ العينين وسقوط القشور (الشكل ٩-٨). من علامات المرض توقف الأسماك عن التغذية وتجمعها عند أركان الحوض وتكون قليلة الحركة وعندما تسبح فإن حركتها تكون غير منتظمة. وتتأثر الأعضاء الداخلية للأسماك المصابة فالأمعاء يكون لونها أحمرًا مع إمتلائها بالسائل الأصفر المحمر. يتغير لون الكبد إلى اللون الأصفر وتتضخم الحوصلة الصفراوية gallbladder. وللمرض ثلاثة أشكال هي التقرح المزمن *chronic ulcerative form* الذي تظهر فيه القروح النزفية على الجلد ؛ الإستسقاء الحاد *form ulcerative acute* المصحوب بجحوظ العينين والسائل الأصفر والشكل الأخير هو الشكل الكامن *form latent* الذي يصحبه تكون السائل في تجويف الجسم ولكن بكميات قليلة. وعند ظهور المرض في حوض التربية فينصح دائماً بحصد الأسماك وإبادتها بالحرق ومن ثم تجفيف الحوض أو البركة وتعريضها لأشعة الشمس لأطول فترة ممكنة.



الشكل(٩-٨): مرض الإستسقاء في سمكة البلطي النيلي.

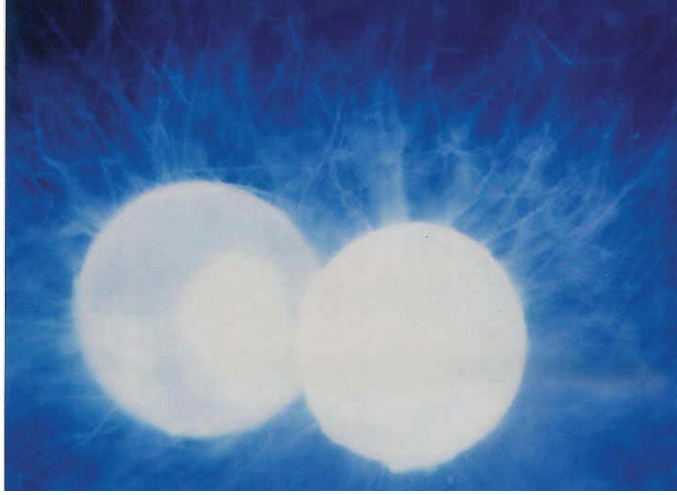
٧. أمراض بكتيرية أخرى:

من الأمراض البكتيرية الأخرى التي تصيب أسماك البلطي هي ما يعرف بعدوى بكتريا الإستربتوتوكوكس إنيا *Streptococcus iniae infection* والذي تم تسجيله في عدة مناطق من العالم في الأسماك الطبيعية وفي أسماك التربية. وتحظى هذه العدوى بإهتمام متزايد نسبة لما يعتقد بإمكانية إنتقال هذه العدوى للإنسان من خلال تداول الأسماك الحية في المزارع وتسببها للإلتهابات الجلدية باليدين. (Weinstein et al., 1996) ومن علامات هذه

العدوى في الأسماك المصابة هي أنها تسبح في الحوض بصورة غير منظمة ويصير لون جسمها داكناً مع وجود مناطق نازفة خصوصاً عند قاعدة الزعانف وقاعدة غطاء الخياشيم. وتكون العينان جاحظتان pop-eyed وقد تصاب أيضاً بعتامة العين. corneal opacity. وفي الأعضاء الداخلية يصاحب العدوى تضخم الطحال وأحياناً يلاحظ التصاق الغشاء البريتوني peritoneum الذي يغطي الأحشاء الداخلية viscera في التجويف البريتوني peritoneal cavity وربما وجود طبقة مخاطية بيضاء تحيط بالقلب (Al-Harbi, 1994; Perera et al., 1994; Plumb and Klesius, 1997). وقد تلاحظ أن المعالجة بالمضادات الحيوية ليست فعالة في معالجة عدوى بكتريا الإستربتوكوكس إنيا Streptococcus iniae infection وذلك لأن هذه البكتريا تعيش في الخلايا البلعمية الاكولة macrophages التي توجد في جميع أنواع النسيج الضام connective tissues حيث لا تعمل المضادات الحيوية (Zimmerman et al., 1975). وعليه يوصى في حالات العدوى الإهتمام بالتخلص من الأسماك المريضة والمحافظة على نظافة أدوات ومعدات التربية وعلى نوعية الماء الجيدة والإهتمام بالتغذية المناسبة (Shoemaker and Klesius, 1997). ومن الأمراض البكتيرية الأخرى التي تم رصدها أيضاً في أسماك البلطي مرض الفبريوسيس vibriosis والذي تسببه عدة أنواع من جنس بكتريا الفبريو Vibrio ومن هذه الأنواع تلك التي تنشط في المياه العذبة مثل V. mimicus, V. cholerae, V. parahaemolyticus and V. vulnificus (Plumb, 1999).

الأمراض الفطرية Mycotic diseases

من بين الفطريات الممرضة فقد تم التعرف على نوعين يسببان العدوى الشديدة في أسماك البلطي. ففطر السابروليجنيا Saprolegnia وكما هو الحال مع أنواع الأسماك الأخرى يمكن أن يسبب نفوق أعداد كبيرة من أسماك البلطي المرباة بجانب تدمير بيضها الملحق. والإصابة بالفطر تسبب ما يعرف بمرض البقع القطنية saprolegniasis الذي يتميز بظهور البقع القطنية على بيض وجسم الأسماك (الشكل ٩-٩). والفطر الآخر الذي يمكن أن يسبب موت أسماك البلطي الجماعي هو فطر البرانكيومييسيس Branchiomyces spp. الذي يسبب مرض تعفن الخياشيم branchiomycosis, gill rot disease خصوصاً في البرك والأحواض ذات النوعية المتدنية من المياه وذات المحتوى العالي من المواد العضوية الناتجة من النباتات المائية الميتة.



الشكل (٩-٩): فطر السابروليجنيا على بيض الأسماك

الأمراض الفيروسية Viral diseases

من الأمراض الفيروسية التي تم ملاحظتها في أسماك البلطي مرض الأكياس أو الحويصلات اللمفاوي lymphocystis ومن أعراضه ظهور نموات نسيجية بيضاء تشبه ثمرة القرنبيط cauliflower على الجلد والزعانف (الشكل ٩-١٠) ولكن هذه النموات لا تظهر على الرأس مثلما في حالة مرض القرنيط ولا تظهر أيضاً حول الفم. ويمكن ملاحظة نموات مشابهة في الأعضاء الداخلية.



الشكل (٩-١٠): مرض الحويصلات اللمفاوي في سمكة البلطي النيلي.

العوامل السامة: Toxic conditions

الظروف السامة يمكن أن تنشأ من وجود مواد سامة في الماء أو العلف وتتراوح هذه من وجود نسب عالية من مخلفات التمثيل الغذائي wastes metabolic مثل الأمونيا إلى التشبع الغازي supersaturation gaseous للماء. والحالات التي أدت إلى نفوق أعداد كبيرة من أسماك التربية يمكن تلخيصها فيما يلي:

١. التشبع الغازي Gaseous supersaturation

في نظم التربية التي يتم تزويدها بالهواء عبر المضخات وفي حالة التهوية الزائدة يمكن أن يؤدي ذلك إلى تشبع الماء بالغازات المذابة وعندما تمتصها الأسماك خلال عملية التنفس فإن الفروق في الضغط الجزئي للغازات partial pressure (ضغط الأوكسجين) يمكن أن يؤدي إلى خروج الغاز من الدم والذي يسبب إنسداد أو تمزق الشعيرات الدموية capillaries blood ويؤدي ذلك تجمع الفقاعات الغازية bubbles gas في عدة مواقع من جسم السمكة تختلف باختلاف عمر الأسماك. ففي يرقات أسماك البلطي فإن الفقاعات الغازية يمكن أن تشاهد في مختلف أجزاء الجسم وبصفة خاصة في منطقة كيس المح yolk sac وفي اليرقات الأكبر عمراً توجد على الخياشيم والجلد. وفي الأسماك البالغة توجد في الخياشيم (الشكل ٩-١١).

وفي حالة انخفاض درجة حرارة الماء أو توقف التمثيل الضوئي للنباتات المائية وبالتالي توقف الإمداد بالأوكسجين الذائب وكذلك عند استهلاك الأوكسجين الذائب بواسطة الكائنات المائية فإن ذلك يؤدي لإنخفاض مفاجئ في ضغط الماء الغازي مما ينتج عنه تحرر الغازات الذائبة في الدم كفقاعات تتكون أساساً من النيتروجين والتي تؤدي لإنسداد أو تمزق الشعيرات الدموية capillaries blood ويؤدي ذلك تجمع الفقاعات الغازية bubbles gas في عدة مواقع من جسم السمكة.

في الحالات التي تظهر فيها الفقاعات في العين فإن العين تبرز وتنتفخ بشكل يشبه مرض جحوظ العين exophthalmia, popeye. ومرض جحوظ العين كما هو معروف حالة مرضية في الأسماك تحدث نتيجة لتجمع السوائل خلفهما وأسبابه متعددة منها العدوى البكتيرية والفيروسية والطفيليات ورداءة نوعية المياه.



الشكل(٩-١١): مرض الفقاعات الغازية

٢. التأثير السمي للطحالب Toxic effects of algae:

يؤدي النمو المفرط للطحالب bloom algal في أحواض تربية أسماك البلطي لتكوين حصيرة سميكة على سطح الماء تمنع إختراق الضوء وبالتالي تحد من عملية التمثيل الضوئي photosynthesis للنباتات التي تقع تحت هذه الحصيرة مما يؤدي لموتها وتحللها مما يؤدي لتدني مستوى الأوكسجين الذائب في الماء. ومن جهة أخرى فإن هذه الحالة تسوء خلال ساعات الليل نتيجة لعمليات تنفس النباتات مما يؤدي لمحدودية أونفاذ كمية الأوكسجين المتوفرة بالنسبة للأسماك. ويتبع هذه الحالة النفوق الجماعي للأسماك حيث تلاحظ طافية على سطح البركة أو الحوض والأسماك التي لم تنفق يلاحظ سباحتها على سطح الماء أو تجمعها عند مدخل المياه inlet water وهي فاغرة الفم محاولة إلتقاط الأوكسجين. وتحمل الأسماك الميتة علامات الاختناق asphyxia أو نقص الأوكسجين في الدم anoxia ومن هذه العلامات الفم المفتوح والحجرات الخيشومية الممدودة.

٣. تسمم الأفلاتوكسين Aflatoxicosis:

سم الأفلاتوكسين aflatoxin عبارة عن مركب يفرزه فطر الإسبيرجيلوس Aspergillus flavus وهو من السموم الفطرية mycotoxins الشائعة في أعلاف الأسماك ويؤدي إلى تدني النمو؛ تقرح الكبد وظهور الأورام فيها ؛ إنخفاض تركيز كريات الدم الحمراء ؛ ضعف تخثر الدم ؛ تقرحات الأنسجة المبطنة للمعدة والأمعاء ؛ تقرحات الطحال

والكلى ؛ ضعف الإستجابة المناعية وارتفاع معدلات النفوق. وتختلف إستجابة الأسماك لهذه المواد السامة فهي عالية في أسماك المياه الباردة بينما أسماك المياه الدافئة أقل تأثراً بها خصوصاً عند إحتواء الأعلاف على نسب قليلة منها لا تتعدى ٣٠ ميكروجرام في كل كيلوجرام من العلف. وأسماك البلطي التي تعرضت لهذه السمية فقد تلاحظ فيها النزف الحاد في العضلات الخيشومية وفي الأعضاء الداخلية.

٤. تسمم الأمونيا Ammonia poisoning؛

تراكم الأمونيا في الماء يمكن أن يؤدي لتسمم الأسماك خصوصاً في حالة إنخفاض الأس الهيدروجيني pH للماء. وحيث أن الأمونيا تعتبر قاعدية فإنها تكون مستقرة في الماء القلوي. والأسماك التي تتعرض لسمية الأمونيا تصاب بتهتك أونزف الخياشيم ويكون لون جسمها داكناً.

تكون الأورام الخبيثة Neoplasia؛

هناك القليل من المعلومات حول إصابة أسماك البلطي بالأورام الخبيثة. ومن الأمراض التي تم تسجيلها هي أورام الكلية الأنبوبية adenoma tubular renal.

النموالشاذ والتشوهات Anomalous growth and deformaties

يعتبر النموالشاذ الخَلقي لأسماك البلطي المرباة والتشوهات الهيكلية مثل إنحناءات العمود الفقري للأمام lordosis وإنحناءات العمود الفقري الجانبية scoliosis (الشكل ٩-١٢) مشابهة لما يحدث في الأسماك الأخرى. ومن المشاكل التي تهدد أسماك البلطي المرباة بصفة خاصة هي تشوهات الحبل الشوكي التي تسبب فقدان جزء أوكل الزعنفة الظهرية وفي بعض الحالات الحادة تفقد بعض أوكل الزعانف الصدرية والحوضية والشرجية ويسمى هذا التشوه back-saddle. وفي حالات أخرى وهي الأكثر ملاحظة يكون الجسم مضغوطاً من الأمام للخلف ويبدو الجسم قصيراً ويسمى هذا التشوه body stump (الشكل ٩-١٢) وكذلك تشوهات عظام الفم (الشكل ٩-١٣).



الشكل (٩-١٢): التشوه الهيكلي.

الشكل (٩-١٣): سمكة البلطي النيلي الطبيعية (في الأعلى) وأخرى يبدو عليها تشوه إنضغاط الجسم من الأمام للخلف (في الأسفل)



الشكل (٩-١٣): تشوهات عظام الفم.

علاج الأمراض Disease treatment

تتم معالجة الأسماك بإحدى وسيلتين هما الوسيلة الوقائية prophylactic أو الوسيلة العلاجية therapeutic. وتهدف الوسائل الوقائية لحماية الأسماك من أمراض محتملة وتستخدم بصورة رئيسة للوقاية من الأمراض الطفيلية الخارجية ectoparasites ومن الإجهاد الذي يؤدي لإصابة الأسماك بالأمراض البكتيرية وربما الفيروسية. وأما

الوسائل العلاجية فتتم بعد ظهور علامات المرض وعادة ما تتم باستخدام الكيماويات.

وقبل البدء في المعالجة فهناك أربعة عوامل لا بد من أخذها في الاعتبار وهي:

1. مصدر الماء: حيث يجب على المعالج التعرف وبدقة على حجم الماء بالحوض الذي يحوي الأسماك المراد معالجتها. فعند تقدير حجم أعلى للماء من الحجم الفعلي فهذا يعني تقدير جرعة عالية من الكيماويات والتي ربما تكون مميتة للأسماك هذا بجانب التكلفة المالية التي تترتب عن هذا التقدير الخاطئ. ومن جهة أخرى وعند تقدير حجم أقل من الماء فهذا يؤدي بالتالي إلى حساب كمية أقل من الجرعة المطلوبة للعلاج. ومن جهة أخرى فلا بد من الإلمام بتأثير نوعية الماء مثل العسر الكلي، الأس الهيدروجيني والحرارة وغيرها على فعالية المواد العلاجية المستخدمة. وكذلك يجب على المعالج أن يكون على دراية بالتأثير الذي يمكن أن تحدثه الكيماويات التي يستخدمها على الكائنات المائية الأخرى مثل البلانكتون النباتي والحيواني.

2. الأسماك: لا بد من معرفة إستجابة المراحل العمرية المختلفة للأسماك للكيماويات التي سيتم إستخدامها للعلاج. فعند إستخدام هذه الكيماويات لأول مرة فلا بد من تجربتها أولاً على نطاق ضيق ومراقبة الأسماك خلال هذه التجربة.

3. الكيماويات: على الشخص المعالج الإلمام بسمية toxicity المواد الكيماوية التي ستستخدم في العلاج ومعرفة تأثير نوعية الماء على هذه السمية. وكذلك يجب التعرف على تأثير الضوء والحرارة على المواد العلاجية لأن هناك بعض المواد الكيماوية التي يمكن أن تتحلل بسرعة عند تعرضها للضوء أو الحرارة. وهناك بعض الكيماويات التي ربما تكون سامة على النباتات المائية وبالتالي تؤثر على كمية الأوكسجين الذائب في البرك التي تعتمد على عمليات التمثيل الضوئي لإنتاجه.

4. المرض: قبل البدء في المعالجة لا بد من وجود الوسائل التي تساعد على تشخيص المرض بدقة والتعرف على الجراثيم أو الطفيليات المسببة له حتى يتسنى للمعالج إختيار المادة العلاجية المناسبة للتحكم فيه.

طرق المعالجة Treatment methods:

هناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها تطبيق معالجة الأسماك بالأدوية وتشمل هذه:

1. المعالجة بالحمام المائي أو التغطيس Waterbath or dip treatment: المعالجة بهذه

الطريقة تتم بإذابة المادة العلاجية في الماء وتغطيس الأسماك فيها لفترات زمنية متفاوتة. حيث يمكن أن يكون الحمام المائي لفترة قصيرة short bath حيث يتم فيه إذابة المادة الكيميائية في إناء صغير بتركيز عالي ويتم تغطيس أعداد قليلة من الأسماك فيه لفترة قصيرة والتي عادة ما تكون في حدود 15 - 45 ثانية وتقدير الزمن يعتمد على نوع المادة الكيميائية، تركيزها ونوع الأسماك. ويفضل تفادي استخدام الأواني المعدنية لأن بعض الكيماويات تتفاعل مع المعادن منتجة مواداً سامة للأسماك خصوصاً عندما يكون الماء حمضياً acid water. ويمكن أن يكون التغطيس لفترة زمنية طويلة prolonged bath حيث يتم وقف تدفق الماء في حوض التربية وإضافة المواد الكيميائية مباشرة في الحوض بصورة متساوية تضمن وجود تركيزات متساوية من المادة الكيميائية في مختلف أنحاء الحوض. وبعد إنقضاء الفترة الزمنية المحددة يتم فتح مصدر الماء لغسل ما تبقى من المادة الكيميائية في الحوض. ونسبة لوقف تدفق الماء في الحوض خلال المعالجة فيجب التأكد من عدم تأثر مستوى الأوكسجين الذائب في ماء الحوض بهذا الإجراء. وفي برك تربية الأسماك فإن الطريقة المتبعة هي التغطيس لفترة زمنية غير محددة indefinite bath حيث تضاف المواد الكيميائية وبتراكيز مخففة.

2. المعالجة عن طريق التدفق Flush treatment: تعتبر من الطرق البسيطة للمعالجة حيث يتم من خلالها إضافة محلول المادة الكيميائية عند مدخل المياه وترك المحلول يتدفق في أنحاء الحوض المختلفة. يتم تطبيق هذه الطريقة في الأحواض الصغيرة والحضانات والتي يكون فيها تدفق الماء في الحوض مناسباً ويضمن تدفق المادة الكيميائية وخرجها من الحوض في المدة الزمنية المحددة.

3. المعالجة عن طريق جريان الماء الثابت Constant flow treatment: تتبع هذه الطريقة في الحالات التي لا يمكن فيها قطع الماء عن الحوض كما في حالة المعالجة بالتغطيس لفترة زمنية طويلة prolonged bath. ويتم في هذه الطريقة ربط أداة تحتوي على المادة الكيميائية في مدخل المياه حيث تسمح هذه الأداة بتمرير المادة الكيميائية مع الماء الداخل وبالتركيزات المطلوبة.

4. إضافة الأدوية للأعلاف والحقن: لعلاج الأمراض الداخلية فلا بد من إتباع طرق علاجية تضمن دخول هذه المواد لداخل جسم السمكة والذي يتم عادة عن طريق الأعلاف أو الحقن. والأعلاف المعالجة بالأدوية feeds medicated متوفرة تجارياً أو يمكن إعدادها في المزرعة. والحقن يمكن أن يتم في أنسجة العضلات injection intramuscular أو في التجويف

البريتوني intraperitoneal injection وطريقة الحقن في التجويف البريتوني هي الأكثر فعالية ولكن يجب الحذر من إصابة الأعضاء الداخلية والمكان المناسب للحقن هو قاعدة إحدى الزعنفتين الحوضيتين pelvic fins. وبالنسبة للحقن العضلي فإن المكان المناسب هو المنطقة الواقعة تحت الزعنفة الظهرية fin dorsal.

الكيمائيات واستخداماتها : Chemicals and their uses كلوريد الصوديوم (Sodium chloride):

عندما تصاب الأسماك بمرض الخياشيم البكتيري disease gill bacterial وأبوالطفيليات الخارجية ectoparasites فإن هذه الإصابات تكون مصحوبة بزيادة إفراز المخاط hyperplasia على الخياشيم أو الجسم. وتراكم المواد المخاطية يعمل على تغطية الجراثيم أو الطفيليات ويمنع وصول الكيمائيات العلاجية لها. ولهذا وللتخلص من هذا المخاط الزائد وبالتالي تعريض الجراثيم والفطريات للمادة الكيميائية فيتم أولاً تغطيس الأسماك المصابة في محلول ملح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). وبجانب ذلك فإن محاليل كلوريد الصوديوم لها تأثير مباشر على بعض الطفيليات الأولية protozoa. وفي حالات التغطيس لفترات طويلة فإن تركيز المحلول يكون في حدود 1.000 – 2.000 جزء من المليون وفي حالات التحكم في الطفيليات فيكون تركيزه في حدود 30.000 جزء من المليون وتغطس فيه الأسماك لمدة 30 دقيقة.

الفورمالين Formalin:

باعتبر الفورمالين من أكثر الكيمائيات العلاجية استخداماً في تربية الأسماك وهو عبارة عن 37% فورمالديهايد formaldehyde بالوزن. ويعتبر فعالاً على الكثير من الطفيليات الخارجية مثل الترايكودينا Trichodina والكوستيا Costia والإكتيوفثيريوس Icthyophthirius والديدان وحيدة العائل monogenea مثل الجيروداكتيلوس Gyrodactylus. وتتأثر سمية الفورمالين بدرجة حرارة الماء فعند درجة حرارة 21°م يصير أكثر سمية. ويجب ملاحظة أن كل ٥ مليجرام/الليتر فورمالين مضافة للماء تزيل ١ مليجرام/الليتر أوكسجين ذائب خلال 30 – 36 ساعة ولهذا فلا بد من أخذ الإحتياطات لعدم إستنفاد الأوكسجين خلال المعالجة الطويلة بإستخدام الهوايات مثلاً. والفورمالين يعتبر ساماً للنباتات وفي البرك التي يكون فيها إزدهار طحلي bloom algal فلا بد وقيل

المعالجة صرف حوالي ثلث ماء الحوض ومن ثم إضافة الفورمالين وبعد حوالي ١٢ - ١٦ ساعة يتم إضافة الماء لإعادته لمستواه قبل المعالجة.

كبريتات النحاس (Copper sulfate) (CuSO₄)؛

تستخدم كبريتات النحاس في برك تربية الأسماك كمبيد للطحالب algicide. وتعتبر كذلك فعالةً ضد الكثير من الطفيليات الخارجية مثل الترايكودينا Trichodina والكوستيا Costia والإكتيوفثيريوس Icthyophthirius والبكتريا والفطريات. وتتباين سمية هذا المركب تبعاً لعسر الماء hardness water حيث تزداد سميته في الماء اليسر soft water. ولهذا فإن التركيزات المستخدمة تعتمد على مستوى عسر الماء وكما هو موضح بالجدول (٣٢).

الجدول (٣٢): تركيزات كبريتات النحاس تبعاً لعسر الماء (al et Piper، ١٩٩٢)

| عسر الماء الكلي (مليجرام/الليتر) | تركيز كبريتات النحاس (مليجرام/الليتر) |
|----------------------------------|--|
| صفر - 49 | ينصح بعدم استخدامه |
| 50 - 99 | 0.5 - 0.75 |
| 100 - 149 | 0.75 - 1.0 |
| 150 - 200 | 1.0 - 2.0 |
| < 200 | يترسب النحاس بسرعة في صورة كربونات نحاس ويفقد المركب فعاليته |

برمنجنات البوتاسيوم (KMnO₄)؛ permanganate Potassium

تستخدم برمنجنات البوتاسيوم في تربية الأسماك كمضاد للطفيليات الأولية الخارجية parasites protozoan external، الديدان وحيدة العائل monogenea مثل الجيروداكتيلوس Gyrodactylus والإصابات البكتيرية والفطرية الخارجية. ونسبة إلى أن المركب لا يؤثر على مستويات الأوكسجين فيمكن استخدامه بأمان عند ارتفاع درجة الحرارة وفي وجود الإزدهار الطحليبي. والتركيز الآمن هو في حدود ٢ مليجرام/الليتر ولدة

٢٤ ساعة. ومن جهة أخرى فإن المركب يتم إستخدامه بصورة واسعة للمساعدة في رفع مستوى الأوكسجين الذائب في ماء البرك. والمركب لا يعمل مباشرة على إضافة الأوكسجين ولكنه يخفض من الطلب الحيوي للأوكسجين demand oxygen biological بواسطة المواد العضوية المؤكسدة matter organic oxidizing في البرك.

مركبات الأمونيوم الرباعية Quaternary ammonium compounds؛

هي عبارة عن مواد مضادة للبكتريا bactericidal ويوجد في صورتين تجاريتين هما الهيامين ٣٥٠٠ hyamine ٣٥٠٠ والهيامين ١٦٢٢ hyamine ١٦٢٢ ومن أمثلتها كلوريد البنزالكونيوم benzalkonium chloride. والهيامين ٣٥٠٠ يعتبر أكثر سمية من الهيامين ١٦٢٢. وتستخدم هذه المركبات لمعالجة أمهات أسماك التربية brooders من البكتريا الخارجية على الجسم والخياشيم وإزالة فرط إفراز المخاط من الخياشيم hyperplasia وتستخدم كذلك كمطهرات لمعدات المفاصق ويتأثر المركب بدرجات الحرارة العالية والماء اليسر اللذان يرفعان من درجة سميته. والتركيز المستخدم هوفي حدود ٢ مليجرام/الليتر ولمدة ساعة واحدة.

الأوكسي تتراسايكلين Oxytetracycline أو التيراميسين Terramycin؛

هو مضاد حيوي للعديد من البكتريا الخارجية والداخلية spectrum-broad antibiotic. عند إستخدامه كحمام مائي لمدة زمنية طويلة bath prolonged فإن الجرعة المناسبة هي في حدود 0.4 جزء من المليون من المادة النشطة ingredient active/الليتر لمدة 24 ساعة وتكرر الجرعة لمدة 2 - 4 يوم وبصورة متصلة. وعند إستخدام الحمام المائي القصير bath short فإن الجرعة تكون في حدود 45 مليجرام/الليتر ولمدة 1/2 - 1 ساعة وربما تكفي جرعة واحدة لعلاج الأسماك. وعند المعالجة بالمضادات الحيوية والتي تتم غالباً في الأحوض الصغيرة فإنه يتم أولاً خفض مستوى الماء في الحوض لخفض كميات الدواء المستخدمة ويتم كذلك تزويد الحوض بالتهوية المناسبة. وبعد إنقضاء المدة الزمنية للمعالجة يتم فتح مصدر الماء لإعادته لمستواه قبل المعالجة. وفي الحالات التي تكون فيها الأسماك كبيرة الحجم وقليلة العدد كما في حالة الأمهات فيمكن حقنها بالمضاد الحيوي في أنسجة العضلات injection intramuscular أو في التجويف البريتوني intraperitoneal injection والجرعة المناسبة هي في حدود ٥٠ - ٥٥ مليجرام لكل كيلوجرام من وزن

السمة. كما يمكن إضافة المضاد الحيوي لأعلاف الأسماك والجرعة المناسبة هي في حدود ٤٥ - ٦٠ مليجرام من المادة النشطة للأوكسييتتراسايكلين لكل كيلوجرام من السمك ولدة ٧ - ١٠ يوم. فمثلاً إذا كانت الأسماك تغذي يومياً بمعدل ٣٪ من وزن جسمها فإنه كمية الأوكسييتتراسايكلين المطلوب إضافتها للعلف تكون في حدود ١,٥ - ٢ جرام من المادة النشطة لكل كيلوجرام علف.

النيتروفورانات Nitrofurans:

تضم هذه مجموعة المضادات الحيوية التي تستخدم بصورة واسعة في تربية الأسماك وتشمل هذه المضادات الفورازوليدون furazolidone، النيتروفورازون (الفوراسين) nitrofurazone (furacin) والفورانيس furanace وفي أغلبها فإن المادة النشطة تكون في حدود ٤,٥ - ١١٪. وتضاف المضادات للعلف في حدود ٧٢ - ٩٠ مليجرام لكل كيلوسمك لمدة ٧ - ١٠ يوم. فمثلاً إذا كانت الأسماك تغذي يومياً بمعدل ٣٪ من وزن جسمها فإنه كمية المضاد المطلوب إضافته للعلف تكون في حدود ٢,٤ - ٣ جرام من المادة النشطة لكل كيلوجرام علف. وتستخدم هذه المضادات أيضاً في المعالجة بالتغطيس للأمراض البكتيرية الخارجية وللمعالجة الوقائية prophalaxis أثناء ترحيل الأسماك ولدة طويلة prolonged bath والجرعة المناسبة هي في حدود ٥ مليجرام/الليتر.

السلفوناميدات Sulfonamids:

تشمل هذه المجموعة من المضادات الحيوية السولفاميرزون sulfamerazine والسولفاميثازين sulfamethazine. وإستخدام هذه المضادات مع أسماك المياه الحارة يعتبر نادراً ومع ذلك فإن الجرعة العلاجية الموصى بها في العلف هي في حدود ٩٠ - ١٨٠ مليجرام لكل كيلوجرام سمك.

الأكريفلافين Acriflavine:

يستخدم الأكريفلافين في المعالجة بالتغطيس للأمراض البكتيرية الخارجية وللمعالجة الوقائية prophalaxis أثناء ترحيل الأسماك ولدة طويلة bath prolonged والجرعة المناسبة هي في حدود ٣ - ٥ مليجرام/الليتر للمعالجة الوقائية و٥ - ١٠ مليجرام/الليتر للأمراض البكتيرية الخارجية.

هيدروكسيد الكالسيوم hydroxide Calcium:

يسمى أيضاً الجير المطفي or hydrated lime slaked ويستخدم كمطهر في برك الأسماك المجففة. وتتم إضافته بمعدل 55 – 1300 كيلوجرام/الفدان (أنظر المعالجة بالجير صفحة 53).

الماسوتين أو الديلوكس dylox or Masoten:

يستخدم في برك الأسماك لمحاربة الطفيليات الخارجية ectoparasite وتتم إضافته بمعدل 0.25 مليجرام/الليتر إما لمرة واحدة أو لعدة مرات على أن يكون هناك فاصل ما بين 5 – 7 أيام بين كل تطبيق وآخر.

الكلورين Chlorine:

يتوفر تجارياً كصوديوم هايپوكلورايد hypochlorite sodium والذي وحسب المنتج يحتوي على حوالي 15، 50 أو 65% كلورين. ويعتبر ساماً للأسماك والكائنات المائية النباتية والحيوانية ولهذا فإن استخدامه يقتصر على تطهير معدات المفاص حيث يتم تغطية هذه المعدات في محلول الكلورين (200 جزء من المليون) ولمدة 30 – 60 دقيقة. ولأن فعالية الكلورين تتأثر بالأوساخ العالقة بمعدات المفاص مثل الطين والتراب والنباتات فيجب غسل المعدات أولاً قبل تغطيتها في محلول الكلورين. وبعد إنقضاء فترة التغطية يتم غسل المعدات قبل استخدامها بماء جاري للتخلص من آثار الكلورين وكما يمكن استخدام ثايوسلفات الصوديوم thiosulfate sodium للتخلص من الكلورين. ويتم إذابة 5.6 جرام من ثايوسلفات الصوديوم وإضافتها لمحلول الكلورين (200 جزء في المليون).

الباب العاشر

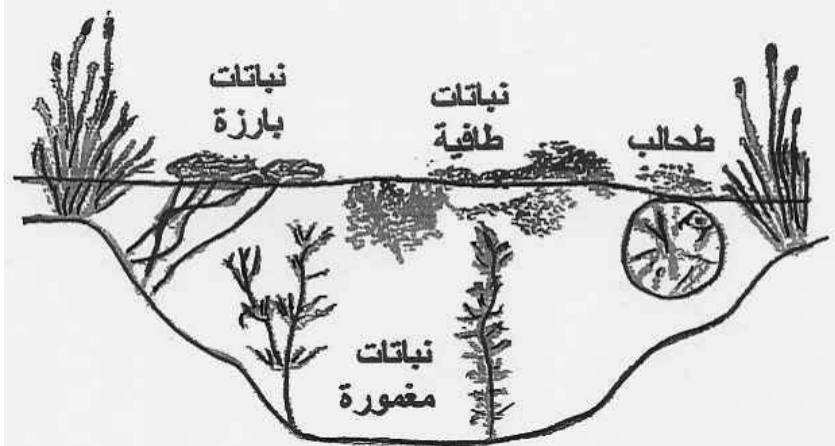
استخدام أسماك البلطي في مكافحة البيولوجية

Use of Tilapia in Biological Control

المكافحة البيولوجية أو التحكم الحيوي أو البيولوجي هو عبارة عن التحكم الصناعي في كائنات حية باستخدام كائنات حية أخرى مثل القضاء على يرقات البعوض أو الأعشاب المائية باستخدام الأسماك والقواقع والحشرات والجراثيم الفطرية وغيرها من الكائنات الحية التي تتغذى على يرقات البعوض أو الحشائش المائية بهدف القضاء عليها أو التقليل من أعدادها. وهذه الطريقة تلقى قبولاً في معظم دول العالم لما لها من تأثير إيجابي في مكافحة دون أي آثار سلبية على البيئة وذلك مقارنة باستخدام الوسائل الميكانيكية التي ينتج منها عادة قطع صغيرة من الحشائش تطفو على سطح الماء ويحملها تيار الماء إلى أماكن أخرى قد تنمو فيها مسببة نفس المشكلة. والمبيدات الكيميائية عندما يتم استخدامها بصورة غير ملائمة فإنها تؤثر في الإنسان والحيوان ومجمل البيئة المائية وتلك التي تحيط بالجسم المائي. ونسبة لمخاطر إستيراد وإدخال الكائنات الحية مثل الحشرات والأسماك لإستخدامها في مكافحة البيولوجية، والتي قد تنقلب نفسها إلى مشكلة كبيرة عند إطلاقها في البيئات المحلية، فإنه دائماً ما ينصح باستخدام كائنات من نفس البيئة لهذا الغرض. وفي حالات الضرورة القصوى التي تستدعي إستيرادها فإن عمليات إكثارها يجب أن تتم بالمختبرات بالنسبة للحشرات أو الأحواض المعزولة بالنسبة للأسماك والتي يتم التحكم فيها ويتم فيها إنتاج أفراد عقيمة حتى لا تتكاثر في البيئة المحلية وذلك مثل إنتاج أسماك كارب الحشائش ثلاثية الكروموسوم carp grass triploid في الولايات المتحدة.

تعتبر الحشائش المائية من الكائنات الطبيعية في الأنهار والبحيرات والبرك وقنوات الري ويمكن حصرها في أربعة مجموعات هي الطحالب algae، الحشائش الطافية weeds aquatic floating، الحشائش البارزة التي تكون أوراقها فوق سطح الماء emergent aquatic weeds والحشائش المغمورة أو الغاطسة weeds aquatic submerged التي تكون أوراقها تحت سطح الماء (الشكل 1-10). الطحالب هي الأكثر شيوعاً في المياه وتختلف أشكالها وأحجامها من الأنواع الدقيقة وحيدة الخلية وأعدية الخلايا إلى الأنواع الخيطية المتفرعة والتي تشبه النباتات الغاطسة وبعكس النباتات المائية الأخرى فهي لا تنتج زهوراً أو بذوراً وتقسم الطحالب إلى ثلاثة مجموعات هي الطحالب البلاكتونية plankton algae، الطحالب الخيطية algae filamentous، moss pond، والطحالب الحجرية Charophyta، stoneworts وهي طحالب خضراء مكسوة بالكلس أو كربونات الكالسيوم. الحشائش الطافية floating

هي الحشائش التي تعوم في أعلى سطح الماء وتتدلى جذورها تحت سطح الماء مباشرة وتحصل على المغذيات من الماء بدلاً من التربة ومن أمثلتها الطحلبي *duckweed*, Lemna spp. و *watermeal*, Wolffia spp. و *water lettuce*, Pistia spp.. والحشائش البارزة emergent هي تلك المثبتة بالجذور في تربة القاع وينتصب ساقها في عمود الماء ولكن جزءاً منه والأوراق والزهور تكون فوق سطح الماء وتوجد هذه النباتات عادة على المياه الشاطئية الضحلة ومن أمثلتها زنبق الماء، *waterlily*, Nymphaea spp.، *alligatorweed*, Alternanthera و ذنب القط *cattail*, Typha latifolia. والنباتات المغمورة submerged هي النباتات التي تكون مثبتة بالجذور في تربة القاع وتكون الساق منتصب في عمود الماء والأوراق والزهور مغمورة في الماء ومن أمثلتها الهايدرلا *Hydrilla* spp. والأيلوديا *Elodea* sp.



الشكل (١٠-١): مجموعات الحشائش المائية (Murphy and Shelton, ١٩٨٩)

عندما تتكاثر هذه النباتات بصورة مفرطة فإنها تؤدي للعديد من المشاكل في المصادر المائية وذلك مثل أنها تؤدي لتدهور نوعية هذه المياه ؛ تعوق عمليات الصيد ؛ تعوق الملاحة وتعوق سريان المياه في قنوات الري وركود الماء يؤدي لزيادة الفاقد منه عن طريق التبخر. والطرق التقليدية لمكافحة الحشائش المائية تشمل حصادها بالوسائل الميكانيكية وإستخدام مبيدات الحشائش herbicides ومبيدات الطحالب algicides وإستخدام الصبغات dyes التي تمنع إختراق أشعة الشمس التي تحتاجها النباتات خصوصاً الطحالب لعمليات التمثيل الضوئي. وهناك اهتمام متنامي بإستخدام الأسماك مثل كارب الحشائش carp grass, Ctenopharyngodon idella (حوالي 10 - 15 من هذه الأسماك التي يبلغ متوسط طولها 25 سنتيمتراً في الفدان) والكارب العادي carp, common

Cyprinus carpio والعديد من أسماك البلطي (حوالي 200 سمكة/القدان) مثل البلطي النيلي O. niloticus والبلطي الأزرق O. aureus والبلطي الموزمبيقي O. mossambicus والبلطي الزيلي T. zillii. (Noble, 1989; Gu et al., 1997; Whetstone, 2002). البلطي في المحاربة البيولوجية كثيرة فمثلاً فقد وجد أن أسماك البلطي الأزرق تفضل إستهلاك الطحالب على غيرها من المصادر الغذائية المتوفرة في الماء وذلك مثل الطحالب الخيطية filamentous algae كالكلادوفورا Cladophora sp. والنياس Najas sp. والجارا Chara sp. والبوتاموجيتون Potamogeton sp. (Schwartz and Maughan, 1984). وقد أثبتت أسماك البلطي ذات البطن الأحمر أو الزيلي T. zillii كفاءة في إستهلاك النباتات الكبيرة وتفضلها على الطحالب وذلك مثل النباتات الغاطسة submerged vegetation.

ويعتقد بعض الباحثين أن إدخال أسماك البلطي بغرض المكافحة البيولوجية للحشائش المائية ربما يخلق مشكلة بيئية جديدة وذلك أن هذه الأسماك تتكاثر بسرعة وعند مراحل عمرية صغيرة مما يجعل أعدادها تزيد بصورة مفرطة وبالتالي تزداد حاجتها للغذاء الطبيعي مما يهدد بحرمان أنواع أخرى من الأسماك من غذائها الطبيعي في الجسم المائي المعني وبالتالي سيطرتها الكاملة على الجسم المائي وطرده الأنواع الأخرى.

إن إستخدام أسماك البلطي في المكافحة البيولوجية له نتائج متباينة في أنحاء العالم. فقد أثبتت الدراسة التي أجريت في قنوات مشروع الجزيرة بالسودان أن أسماك البلطي النيلي O. niloticus الصغيرة (التي يقل طولها عن 15 سنتيمتر) هي الوحيدة القادرة على مكافحة يرقات البعوض ولكن مع تقدم الأسماك في العمر فإنها وحسب تحول عاداتها الغذائية إلى إستهلاك المادة المجهرية microphagous مثل البلاكتون فإنها لا تصلح لأغراض مكافحة البعوض (El Safi et al., 1985). ولكن إذا أخذنا في الإعتبار توالد هذه الأسماك المفرط فإن ذلك يؤمن دائماً وجود أحجام ومراحل عمرية مختلفة من الأسماك في المصادر المائية مما يجعل من إمكانية مساهمة هذه النوع في المكافحة البيولوجية للبعوض كبيراً.

ومن جهة أخرى فإن كفاءة أسماك البلطي في المحاربة البيولوجية للنباتات المائية يمكن أن تساعد وبطريقة غير مباشرة في الحد من مشكلة البعوض في القنوات المائية. فكما سبق ذكره فإن النباتات المائية تعيق جريان الماء في القنوات المائية وتؤدي لخلق بؤر راکدة يتوالد فيها البعوض والقضاء على هذه النباتات المائية يؤدي إلى تحريك الماء الراكد وبالتالي تدمير بيئات تكاثر البعوض في هذه القنوات.

الباب الحادي عشر التأثيرات البيئية لتربية أسماك البلطي Environmental Impacts of Tilapia Culture

الانتشار السريع لأسماك البلطي في غير موطنها الأصلي بغرض التربية أوحى في موطنها الأصلي بعيداً عن مصادرها الطبيعية بغرض إنشاء مصايد للأسماك أو التربية أو بغرض مكافحة البيولوجية في البحيرات والحفائر الصناعية وقنوات الري (Hussein and Yousif, 1977; Yousif, 1985; De Moor and Bruton, 1988; Whetstone, 2002) جعل من المهم دراسة تأثيراتها البيئية. وعمليات إدخال الأسماك في بيئات جديدة لا تشمل فقط الأنواع الطبيعية المعروفة ولكن أيضاً السلالات المعدلة جينياً خصوصاً نوع البلطي النيلي (*Oreochromis niloticus*) والسلالات المستنبطة منه. وكما ذكر (Pullin et al. 1997) فإن المعلومات المتوفرة حول عمليات الإدخال لأسماك البلطي في العالم وتأثيراتها البيئية محدودة للغاية. ولهذا فسيتم الاهتمام بالمعلومات العامة المتوفرة عن التأثيرات البيئية لتربية الأحياء المائية بصفة عامة والإشارة إلى الحالات المتعلقة بتربية أسماك البلطي متى ما أتيح ذلك.

إن التأثيرات الإيجابية لتربية الأحياء المائية معروفة ومتعددة وتتلخص في أنها قللت من الاعتماد على المصايد الطبيعية مما ساعد على المحافظة عليها وحمايتها من الاضمحلال ومن الاستغلال الجائر وإعطائها الفرصة الكافية للتجدد. وهناك بعض أسماك التربية مثل البلطي *tilapia* والكارب *carps* والقرموط *catfishes* تعمل ومن خلال عمليات التغذية الطبيعية على تحويل الكثير من المواد العضوية الضارة في أحواض أو برك التربية والاستفادة منها في عمليات النمو. ومن ناحية أخرى فإن تربية الأحياء المائية قد ساهمت وبفعالية في توفير الغذاء للكثير من سكان العالم وساهمت في الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية مثل الأراضي والمياه وفي توفير فرص العمل. وتربية الأحياء المائية في الأماكن البعيدة عن مصادر المياه الطبيعية لا تشكل إي تهديد بيئي جدي وحتى الممارسات الصغيرة القريبة من الأنهار والبحيرات ليس لها تأثير ضار على البيئة.

إلا أنه وفي حالة زيادة مزارع الأسماك مع استخدام طرق التربية المكثفة وشبه المكثفة فإن صرف مياه هذه المزارع في المياه الطبيعية له تأثيرات بيئية سلبية على مجمل الكائنات التي تعيش في تلك المياه. ويتعاطم التهديد البيئي في حالة تربية الأسماك في

الأقفاص العائمة خصوصاً في المياه الضحلة والقنوات شبه المقفولة وتحظى هذه الطريقة للتربية بالاهتمام الأكبر من ناحية معرفة تأثيراتها السالبة على البيئة المائية. والآثار البيئية السلبية لمزارع الأسماك يمكن تلخيصها فيما يلي:

١- زيادة المخصبات في البيئة

يشكل الغذاء غير المأكول uneaten feed وروث الأسماك faeces والأسمدة والمواد الكيميائية مثل المضادات الحيوية وغيرها والتي تدخل للبيئة الطبيعية مع مياه الصرف من المزارع ذات النشاط المكثف أو من الأقفاص العائمة من أكثر المهددات للتلوث (Anyanwu, 2005). وكميات الروث والغذاء غير المأكول التي تتسرب في البيئة لا تعتمد فقط على كفاءة الهضم لأسماك التربية بل أيضاً على مجموعة أخرى من عوامل التربية مثل الحالة الصحية لهذه الأسماك وأيضاً العوامل البيئية مثل الحرارة. وغذاء أسماك التربية مثلاً يتكون في غالبيته من مسحوق الأسماك وزيت الأسماك ويحتوي كذلك على مجموعة أخرى من المكونات مثل القمح، فول الصويا، مسحوق القشريات، الفيتامينات والمعادن. وصرف هذه المغذيات غير العضوية السائلة (النيتروجين والفسفور) من مزارع الأسماك أو من الأقفاص العائمة وبصورة مستمرة في البيئة خصوصاً في الأماكن الراكدة من الأنهار والبحيرات والقنوات شبه المقفولة يؤدي لفرط زيادة المخصبات eutrophication فيها والتي تقود إلى فرط نمو الطحالب أو الإزدهار الطحلي algal bloom أو ما يعرف بالإنتاجية الأولية primary production والتي تزيد من فرط استخدام الأوكسجين المذاب dissolved oxygen من خلال عمليات التنفس النباتي وكذلك عند موتها تؤدي إلى زيادة نمو البكتيريا اللازمة لتحللها مما يؤدي إلى نفاذ الأوكسجين المذاب وبالتالي موت الكائنات الحية الأخرى بما فيها الأسماك. والموت الجماعي لبعض الكائنات يؤدي لتفاقم تدني نوعية الماء وإلى استهلاك مزيد من الأوكسجين في عمليات تحلل الكائنات الميتة وزيادة كميات الرواسب وانتشار الأمراض في هذه البيئة المعينة. وفي حالات أخرى قد يؤدي إلى خلل بيئي من خلال سيطرة أنواع معينة من الكائنات على البيئة نتيجة لموت أنواع أخرى منافسة. والمحصلة النهائية لهذه التأثيرات السالبة هي التدني الشديد للتنوع الحيوي biodiversity في البيئة المعنية.

والتغيرات التي تحدث في مثل هذه البيئات تشمل تكوين ترسبات فقيرة بالأوكسجين anoxic sediments وفي الحالات الحرجة يصاحب هذه الحالة زيادة إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون؛ زيادة استهلاك الأوكسجين بواسطة الترسبات والتغيير في

التركيب المجتمعي للكائنات القاعية وهذا التغيير قد يكون عبارة عن تدني تنوع الكائنات وسيطرة نوع أو أنواع معينة ذات مقاومة عالية للتلوث وقد يكون في الحالات الشديدة إنقراض كل كائنات القاع (Emerson, 1999)..

٢- إستهلاك الأوكسجين oxygen consumption :

يحد النقص في نسبة الأوكسجين المذاب من إنتاج الأسماك المستزرعة ولهذا فلا بد من دراسة مقارنة الطلب على الأوكسجين oxygen demand من قبل الكائنات في حيز معين مع كمية الأوكسجين المتوفرة فعلياً ومعدلات الإمداد بهذا الغاز في الحيز المعني. وبالإضافة للطلب على الأوكسجين بواسطة الكائنات الحية فإن المخلفات والرواسب العضوية الناتجة من تربية الأسماك تزيد من الطلب الحيوي للأوكسجين biochemical oxygen demand وقد تؤدي لفاقد الأوكسجين المذاب في مياه القاع. وإضافة المخلفات العضوية organic wastes لتربة القاع يعمل على زيادة المنصرف من الأوكسجين المذاب في الماء نتيجة لنشاط التحلل البكتيري لهذه المخلفات. ويعتمد تركيز الأوكسجين المذاب في أي نقطة من القاع على كمية الأوكسجين التي تم صرفها على عمليات التمثيل الهوائي aerobic metabolism وأوكية الأوكسجين اللازم لأكسدة المواد المختزلة التي تنتجها البكتريا اللاهوائية anaerobic bacteria. ومثل هذه الحالات نادرة الحدوث وبالتالي ليس لها أهمية بيئية ولكن يجب أخذها في الإعتبار خصوصاً عند تربية الأسماك في الأقفاص العائمة لإمكانية تناقص الأوكسجين المذاب في المنطقة الواقعة تحت هذه الأقفاص وبالتالي تأثيرها على الأسماك.

إن التربة القاعية التي تتلقى البقايا العضوية بصورة معقولة تكون غنية بالأنواع المختلفة من الكائنات القاعية ولكن عندما يزداد ترسب هذه البقايا العضوية وبصورة أعلى من المعدلات المعقولة فإن مجتمعات الكائنات القاعية يزيد عددها في البداية وتدخل معها أنواع جديدة نتيجة لزيادة إمدادات المغذيات في القاع. ولكن سرعان ما تبدأ الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة القاعية في التدهور ويصاحب ذلك مباشرة موت الكائنات القاعية الكبيرة التي تدفن نفسها عميقاً في القاع deeper-borrowing organisms وبذلك تفسح المجال للكائنات الأصغر حجماً وكلما زاد تدهور نوعية القاع كلما زاد تدهور تنوع الكائنات القاعية وتتبقى في النهاية أنواع قليلة من الكائنات التي يمكنها التأقلم مع ظروف تلوث القاع مثل الديدان الحلقية الصغيرة annelid وديدان النيماتودا الصغيرة nematode worms والتي يمكن أن تتكاثر بأعداد كبيرة جداً. وتساعد هذه الديدان الصغيرة على تكسير المواد

العضوية التي تتراكم في القاع ولكن النقص الشديد للأوكسجين في القاع يؤثر سلباً في هذه الديدان وبالتالي يبطئ من نشاط تكسير المواد العضوية وبالتالي إستمرار تراكمها في القاع. وعند إزالة مسببات تراكم المواد العضوية في القاع مثل إزالة الأقفاس العائمة لتربية الأسماك فإن البيئة القاعية تستعيد حيويتها بمعدلات سريعة ولهذا ينصح دائماً بتبديل أماكن نصب الأقفاس العائمة لإعطاء البيئة القاعية فرصةً لإستعادة حيويتها(Emerson, 1999).

٣- التداخل بين الأنواع المستزرعة والأنواع الطبيعية

تطورت صناعة تربية الأسماك في الأقفاس العائمة في بعض البلدان بصورة مكثفة. وقد أدى ذلك للاهتمام بتأثير الأسماك التي تهرب من الأقفاس وتتسرب إلى البيئة الطبيعية خصوصاً الأسماك المحسنة وراثياً وبالتالي فهي سريعة النمو يعكس الأسماك الطبيعية ويعتقد أن هذا الوضع سيجعل المنافسة على موارد الغذاء الطبيعية لصالح أسماك التربية ولكن كونها غير مكيفة على ظروف البيئة الطبيعية فإنها سريعاً ما تضعف وربما تنقرض لهذا السبب. ومن جهة أخرى فيعتقد أن التوالد بين مجموعات التربية والمجموعات الطبيعية ربما ينتج عنه هجين ضعيف التأقلم مع البيئة الطبيعية. هذا بجانب أن أسماك التربية ربما تنقل معها بعض الأمراض وتنشرها بين المجموعات الطبيعية(Hallerman and Kapuscinski, 1999; Muir and Howard, 1999). وبجانب ذلك فإن نقل الأمراض والطفيليات من أسماك التربية إلى أسماك البيئة الطبيعية يعتبر من المشاكل الرئيسية وخصوصاً الأمراض والطفيليات غير المتوطنة(Arundu and Anyanwu, 2005; IFC and WBG, 2007).

٤- النقل والإدخال transfer and introduction

يتم نقل العديد من أنواع الأحياء المائية الحيوانية والنباتية وإدخالها في بيئة جديدة أي من منطقة لأخرى في نفس المدى الجغرافي وذلك بغرض تدعيم نفس الأنواع الموجودة أصلاً في المنطقة الجديدة والتي تعرضت للإجهاد لسبب ما أولتحسين صفاتها الوراثية وفي بعض الحالات لإدخال أنواع جديدة تماماً على البيئة الجديدة. ويمكن أن يكون هذا النقل بين منطقتين جغرافيتين مختلفتين بغرض إدخال أنواع جديدة لأغراض التربية. والمشاكل التي تصاحب عمليات النقل والإدخال معروفة وموثقة. وتتلخص في حدوث التنافس بين

الأنواع المتوطنة والغريبة indigenous and exogenous species على موارد الغذاء الطبيعي وإمكانية سيطرة الأنواع الغريبة وإنقراض الأنواع المتوطنة : إدخال أمراض جديد على البيئة الجديدة ؛ حدوث عمليات تكاثر مختلط ينتج عنها جيل هجين ضعيف الصفات وإمكانية تسبب الأنواع الجديدة في تدمير البيئة الجديدة. ومن أمثلة مشاكل الإدخال ما حدث في بحيرة فكتوريا حيث تم في الفترة ما بين ١٩٥١ و١٩٦١ إدخال أسماك البلطي النيلي (O. niloticus) وأسماك العجل (Lates niloticus) بغرض تحسين مخزون البحيرة من الأسماك الذي بدأ بالتناقص (Ogutu-Ohwayo, 1990). وقد نتج من هذا الإدخال أن البلطي النيلي أصبح اليوم هو النوع السائد الثالث بعد أسماك العجل الغريبة التي تأتي أولاً ونوع متوطن من الشبوطيات (Rastrineobola argentea) يأتي ثانياً وذلك على حساب تدهور مخزون الأنواع المتوطنة من البلطي (O. variabilis و O. esculentus (Cowx et al., 2003).

وبجانب ذلك فإن تربية الأسماك المكثفة في الأماكن القريبة من الأنهار والبحيرات يمكن أن تؤدي إلى التلوث الحيوي biological pollution الذي يحدث نتيجة لإدخال أنواع غريبة أو غير متوطنة من الأسماك exotic fish species, non-native fish species بغرض تربيتها. وعند هروب بعضها للبيئة الطبيعية مع مياه الصرف أو من أقفاص التربية فإن تأثيراتها السلبية تتشابه مع تلك التي تحدث عند الإدخال المباشر للأنواع الغريبة. فهي تتكاثر بصورة أسرع وأكثر من الأنواع المحلية أو المتوطنة indigenous species, native species السائدة في البيئة الطبيعية وبالتالي فإنها ستنافس نوعاً أو أنواعاً محلية على الغذاء الطبيعي المتوفر وتزايد أعدادها سيؤدي لسيطرتها على الموارد الغذائية المتاحة على حساب الأنواع المحلية المنافسة لها. وربما يؤدي ذلك في النهاية لانقراض أو تناقص نوع أو أنواع من البيئة المحلية نتيجة هذا التنافس. ولهذا السبب فإنه يفضل دائماً تربية الأنواع المحلية أو الأنواع الغريبة التي يثبت عدم مقدرتها على التأقلم في البيئة الطبيعية في حالة هروبها إليها وذلك مثل عدم تأقلم البلطي النيلي على ظروف الشتاء القارس في المياه الطبيعية في بعض مناطق الصين. وفي حالة إدخال أنواع غريبة دون التأكد من إمكانية تأثيرها السلبى على البيئة المحلية في حالة تسربها إليه فإنه ينصح دائماً باستخدام نظم للتربية تمنع تسرب كائنات التربية أو بيضها أو صغارها للبيئة الطبيعية وذلك مثل نظم التربية المقفولة التي يتم فيه تدوير مياه التربية وإعادة استخدامها (Emerson, closed recirculatory systems (1999).

٥- المركبات الحيوية (المضادات الحيوية والمبيدات)

في مزارع الأسماك المكثفة يتم استخدام المضادات الحيوية والمبيدات بصورة روتينية لمقاومة الأمراض والطفيليات ولإبادة الطحالب algicides والطفيليات pesticides والأعشاب herbicides. والتأثيرات الضارة لهذه المركبات هي إمكانية بقائها في أنسجة أسماك التربية، تسرب هذه المركبات للبيئة يمكن أن يؤدي لنفوق الكائنات المائية أو يؤدي لخلق نوع من مقاومة هذه الكائنات لمضادات الجراثيم والفطريات والطفيليات.

وقد أثبتت الدراسات أن حوالي ٢٠ - ٣٠٪ من المضادات الحيوية في الأعلاف المعالجة medicated feed يتم تناولها بواسطة الأسماك والنسبة الباقية وهي الأعلى تُصرف في البيئة المجاورة. وقد أشارت بعض الدراسات أن معظم المضاد الحيوي الأوكسي تتراسايكلين oxytetracycline المتسرب في البيئة المائية يرتبط بالجزيئات ويطرسب في القاع ويبقى نشطاً لمدة تزيد على ١٢ أسبوعاً مما يجعل إمكانية تعرض الكائنات الطبيعية له ممكناً. واستخدام المضادات الحيوية غير المرشد في مزارع تربية الأحياء المائية يمكن أن ينتج عنه نشوء نوع من مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية وكذلك عند إستهلاك الإنسان لهذه الأحياء المائية المحتوية في أنسجتها على بقايا المضادات الحيوية قد يخلق أيضاً مقاومة الميكروبات التي تصيب الإنسان لهذه المضادات الحيوية (Anyanwu and Arondu, ٢٠٠٥).

الكيمويات الناتجة من مواد إنشاء أحواض التربية

بعض مواد الإنشاء تطلق بعض المواد في البيئة المائية وذلك مثل المعادن الثقيلة heavy metals والمضافات البلاستيكية plastic additives ومضادات التلوث أوالتعفن antifoulants. والمضافات البلاستيكية تشمل العديد من المركبات مثل المثبتات stabilizers fatty acid salts، المواد الماصة للأشعة فوق البنفسجية (ultraviolet radiations) absorbers (benzophenones)، الصبغيات (pigments) (chromates)، مثبطات الإشتعال (flame retardants organophosphates)، مضادات الأكسدة (antioxidants) (hindered phenols)، مضادات الفطريات fungicides والمواد المطهرة disinfectants. ومعظم هذه المركبات يعتبر ساماً للأحياء المائية إلا أن حقيقة أنها مواد ضعيفة الذوبان في الماء يخفف من درجة خطورة هذا الأثر السام لها.

مضادات التلوث antifoulants يتم إستخدامها لدهان أحواض أو شبك التربية بغرض منع أوالتقليل من إلتصاق الديدان والطحالب بها. وهذه المضادات عبارة عن نحاس copper

أوأكسيد نحاس copper oxide أوسلفات نحاس copper sulphate. ويكون في صورتين إما ذائب في الماء water base أوذائب في الكحول alcohol base ويمكن بعد غسل أحواض التريبة أو نصب الشباك في الماء أن يتسرب جزء من النحاس في البيئة ولهذا فهناك بعض التحفظات والمخاوف من أن يتراكم النحاس بمرور الوقت في القاع ويسبب التسمم للكائنات القاعية(IFC and WBG, ٢٠٠٧).

الباب الثاني عشر

إستخدام الهرمونات والمضادات الحيوية في مزارع الأسماك

The Use of Hormones and Antibiotics in Fish Farms

إستخدام الهرمونات:

يعود إستخدام الهرمونات في إنتاج ذكور البلطي إلى نهاية فترة الستينات حيث تمت تجربة العديد من الهرمونات لهذا الغرض وبطرق مختلفة (Inslee and Clemens, ١٩٦٨) وذلك من خلال إضافة كميات قليلة من الهرمونات الذكرية لعلائق يرقات البلطي في مرحلة ما قبل وخلال التمايز الجنسي sexual differentiation. وتتميز الذكور المنتجة بهذه الطريقة بسرعة النمو وبالتماثل في الحجم. ومن أكثر الهرمونات إستخداماً هو هرمون ١٧ ألفا ميثايل تيستوستيرون methyl testosterone. وهذا الهرمون عبارة عن هرمون مصنع وتتعدد إستخداماته كهرمون بنائي anabolic لنمو العضلات وكهرمون إستيرويدي androgenic لتطور صفات الجنس الذكرية. وهذا الهرمون هو تقليد للهرمون التيستوستيرون الطبيعي وبالتالي فإن هذا الهرمون وغيره من أشكال التيستوستيرون المصنعة يتم إستخدامها بصورة واسعة في الطب البشري لعلاج قصور هرمون التيستوستيرون في الذكور وفي علاج سرطان أوآلام الثدي ومع هرمون الإستروجين estrogen يستخدم لعلاج إنقطاع الطمث في الإناث menopause. ومعروف أن الزيادة في كميات الهرمونات الذكرية مثل الميتايل تيستوستيرون methyl testosterone التي يتناولها الذكور لها تأثيرات جانبية ضارة مثل تلف الكبد بينما تناول كميات قليلة منها وفي حدود لا تؤثر على المعدلات الطبيعية للتيستوستيرون في بلازما الدم لها تأثيرات إيجابية مثل تقليل مخاطر أمراض القلب والأوعية الدموية والحماية من السرطان (Bhasin et al., ١٩٩٨).

ومن جهة أخرى فإن الهرمونات البنائية (الأندروجين والإستروجين) الطبيعية والمصنعة يتم إستخدامها وبصورة واسعة لزيادة النمو العضلي لحيوانات المزرعة. ويتم زرع جرعة هذه الهرمونات الذكرية والأنثوية في أذن الحيوان وهي عادة كمية كبيرة تطلق بصفة مستمرة في جسم الحيوان وعلى مدى عدة أشهر. وبدون أن تكون هناك فترة لإنسحاب الهرمون withdrawal hormone من جسم الحيوان قبل الذبح. وكما يتم خلط بعض الهرمونات الأنثوية estrogens المصنعة مع علف هذه الحيوانات مثل الميلينجستروول اسيتيت acetate melengestrol بمعدلات تتراوح بين ٠,٢٥-٠,٥٠. مليجرام للحيوان/اليوم وأيضاً ليس هناك فترة محددة لإنسحاب الهرمون من جسم الحيوان قبل الذبح. ونتيجة لذلك فإنه وفي العديد من الدول فإن لحوم هذه الحيوانات تصل للمستهلك وبها آثار من

هذه الهرمونات. وبقاء آثار الهرمونات في لحوم أوالبان هذه الحيوانات له تأثير مباشر على الإنسان من خلال إستهلاك هذه المنتجات(NRP, ٢٠٠٦). وكما إن جزءاً من هذه الهرمونات ومخلفاتها التمثيلية يخرج في روث هذه الحيوانات ومن ثم إلى التربة والمياه السطحية والجوفية مما يؤثر وبشكل غير مباشر على الإنسان مثل إنتقال هذه الهرمونات للأسماك في المياه الطبيعية(Jensen et al., ٢٠٠٦; Kolok and Sellin, ٢٠٠٨) وقدرت كمية الهرمونات التي يتم صرفها سنوياً في البيئة من مزارع الحيوانات في الإتحاد الأوربي بحوالي ٣٣ طناً من هرمونات الأستروجين و١, ٧ طناً من هرمونات الأندروجين وفي الولايات المتحدة الأمريكية بحوالي ٤٩ طناً من هرمونات الأستروجين و٤, ٤ طناً من هرمونات الأندروجين (Lange et al., ٢٠٠٢). والمخاطر التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان من خلال الإستهلاك المباشر أوغير المباشر لهذه الهرمونات هي السرطان خصوصاً سرطان الثدي والرحم والبروستات واضطرابات الغدد الصماء والجهاز التناسلي وكما ثبت أن هذه الهرمونات قد إنتقلت من الأمهات الحوامل اللاتي تعرضن لها إلى الأجنة عبر الحبل السري مما يؤثر مستقبلاً على نمووصحة المواليد(Castagnetta and carruba, ١٩٩٥; Lange et al., ٢٠٠٢).

وبالنسبة للأسماك فإن إستخدام الهرمونات الإستيرويدية يتركز في عمليات قلب الجنس reversal sex لأغراض متعددة وذلك خلال فترة التمايز الجنسي differentiation sex. وقد بدأ هذ الإستخدام في الخمسينات في اليابان على أسماك الزينة(Oryzias medaka) وأسماك الكارب(Cyprinus carpio). وخلال فترة السبعينات طبقت هذه التقنية وعلى المستوى التجاري على أسماك البلطي الموزمبيقي(Oreochromis mossambicus) في الفلبين واليوم تطبق على نطاق واسع في العالم وبصفة رئيسية على البلطي النيلي. (Guerrero, ٢٠٠٨) ويتم قلب الجنس في أسماك البلطي لإنتاج الذكور التي تتميز بالنموالسريع مقارنة مع الإناث والتخلص من مشاكل التوالد الزائد proliferation والمبكر للتربية المختلطة للذكور والإناث. mixed-sex وقد لاقت طريقة قلب الجنس إستخداماً واسعاً لسهولة تطبيقها وإرتفاع نسبة نجاحها مقارنة مع الطرق الوراثية العديدة التي تمت تجربتها لإنتاج ذكور البلطي. وقد تم تجربة العديد من الهرمونات الذكورية لإنتاج ذكور البلطي النيلي إلا أن أكثرها إستخداماً ونجاحاً هي ١٧ ألفا ميثايل تيستيستيرون(methyltestosterone(MT), ١٧, ١٧) وبفضل إستخدام هذا الهرمون فقد تمكنت العديد من الدول التي طبقتها من رفع سقف إنتاجيتها من البلطي وتحسين معدل إستهلاك الفرد السنوي فيها من الأسماك. وإجمالاً ساعدت هذه التقنية في رفع إنتاج البلطي المستزرع ليحتل المرتبة الثانية في إنتاج الأسماك العالمي. (Lovshin, ٢٠٠٠; Aiken et al., ٢٠٠٢; FAO, ٢٠٠٩).

وقد أثبتت العديد من الدراسات عدم وجود مخاطر من إستخدام هذا الهرمون لقلب

الجنس sex reversal في البلطي النيلي سواء على صحة الإنسان أو البيئة أو على العاملين في المفاقرس (Johnstone et al, ١٩٨٣; Green and Coddington, Shore and Shemesh, ٢٠٠٠; Guerrero, ٢٠٠٢; Atar et al, ٢٠٠٩). والحجج التي سيقت في هذا الخصوص تتلخص فيما يلي:

- أن كمية الهرمون المستخدمة لقلب الجنس في البلطي النيلي تعتبر غير معنوية مقارنة مع كمية هرمون التستوستيرون التي ينتجها جسم الإنسان (الذكر والأنثى) (ومع كميات الهرمون المتبقية في منتجات حيوانات المزرعة) (لحوم وألبان) (والمعالجة بهرمونات النمو).

- يمكن ضمان عدم وجود مخاطر على صحة الإنسان والبيئة جراء استخدام الهرمونات من خلال الإلتزام باستخدامها في مرحلة اليرقات فقط وأن يتم الإلتزام باستخدام المرشد للهرمون في الحدود الموصى بها وهي ٦٠ - ٥٠ ملجرام هرمون لكل ١ كيلوجرام علف يرقات ولكن لا بد من وجود القوانين المنظمة لاستخدام الهرمونات ووجود آليات لتطبيقها ومتابعة ومراقبة تنفيذها في المفاقرس.

- إن استخدام الهرمونات في مرحلة اليرقات وبالكميات الموصى بها يسمح للأسماك وعند إنتهاء فترة الاستخدام أن تتخلص من بقايا الهرمون في جسمها خلال 100 ساعة من آخر جرعة في العلف ومايتبقى بعد هذه المدة هوبكميات لا تذكر حيث وجد بعض الباحثين أنه وبعد 21 يوماً من آخر وجبة بالعلف المعالج فإن نسبة الهرمون التي تم رصدها في لحوم البلطي هي في حدود 1.2- 3.4 نانوجرام (1 نانوجرام = 0.000000001 جرام). وهذه الكمية القليلة المتبقية تستطيع الأسماك التخلص منها خلال فترة التربية والممتدة لفترة أقلها 5 شهور وبالتالي فإن أسماك التسويق تكون خالية تماماً من أي أثار للهرمون في جسمها. وفي الولايات المتحدة الأمريكية يمنع تسويق أسماك البلطي المعالجة بهرمون الميتايل تستوستيرون للإستهلاك الأدمي إلا بعد مرور 120 يوماً من آخر وجبة علف معالجة بالهرمون تمت تغذيها لليرقات وذلك للتأكد من تخلصها من بقايا الهرمون في جسمها.

- لم تسجل أي أثار صحية سلبية على العاملين في المفاقرس خصوصاً الإناث منهم من خلال تعاملهم مع هرمونات قلب الجنس حيث أن معايير الاستخدام الآمن تنفذ بدقة مع هذه الهرمونات مثلها مثل المعايير المتبعة مع استخدام الكيماويات والمواد الصيدلانية الأخرى في المفاقرس والتي تمنع إستنشاق هذه المواد أوإحتكاكها بالجلد خلال الاستخدام وذلك مثل استخدام الأقمعة الواقية والقفازات ولا بد من إتباع تعليمات السلامة المصاحبة لهذه المواد. وحيث أن هرمون الميتايل تستوستيرون لا يذوب في الماء وأنه يتم تدويبه في الإيثانول فلا بد وعند تجفيف العلف المعالج أن يتم ذلك في غرفة واسعة وذات تهوية جيدة وأن يتم استخدام الأقمعة باستمرار وذلك لتفادي إستنشاق الهرمون مع الكحول

المتبرخ أثناء عملية تجفيف العلف.

- بالرغم من الدراسات حول تأثير استخدام الهرمونات على البيئة الطبيعية المحيطة قليلة إلا أنه وإعتماداً على حقيقة أن كمية الهرمونات المستخدمة قليلة ولفترة قصيرة فإن الوضع لا يقارن مع المخاطر الناتجة من مزارع الحيوانات ومع ذلك ولتفادي تسرب أي كميات من الهرمونات خلال استخدامها في المفاص مع مياه الصرف للبيئة الطبيعية المحيطة فإن القوانين تلزم هذه المفاص بعدم صرف المياه مباشرة في هذه البيئة وأن يتم تمريرها من خلال فلتر رملي أو صرفها في برك صغيرة خارجية بها رمل وحصى حيث يقوم الرمل والحصى بامتصاص هذه الهرمونات وبعدها يتم صرف الماء في البيئة المحيطة بعدما يتم تخليصه من آثار الهرمونات خلال 24 ساعة. وقد أشارت بعض الدراسات إلى أن تمرير مياه صرف المفاص الملوثة بهرمون التيسترون والأستروجين عبر الفلاتر الرملية أو الحصى قد إنخفضت نسبتها من 166 إلى 7 نانوجرام/الليتر ومن 73 إلى 2 نانوجرام/الليتر على التوالي.

ومع كل ذلك لا بد من وضع احتمال أن تكون تقنية استخدام الهرمونات لقلب الجنس في الأسماك ذات مخاطر عالية على المستهلكين والبيئة متى ما ثبت أن كميات الهرمونات المستخدمة عالية ولا تتفق مع الكميات الآمنة المتفق عليها وهي 50-60 ملجرام هرمون لكل 1 كيلوجرام علف يرقات وأن فترة تغذية الأسماك بالعلف المعالج بالهرمونات تعدت مرحلة اليرقات (أقصاها 30 يوماً). وكذلك على العاملين في المفاص إذا لم يتم الإلتزام بمعايير السلامة عند التعامل مع هذه الهرمونات.

إستخدام المضادات الحيوية:

تستخدم المضادات الحيوية وبصورة واسعة في علاج حيوانات المزرعة والدواجن ولتحسين النمو وقد ثبت أن هذا الإستخدام قد أدى لمقاومة البكتريا المعوية لهذه المضادات الحيوية وقد ثبت إنتقال هذه البكتريا المقاومة للإنسان. وكما تستخدم العديد من المضادات الحيوية في مزارع الأسماك لمحاربة أو الوقاية من الأمراض البكتيرية وقد ثبت تولد مقاومة العديد من أنواع البكتيريا لهذه المضادات وذلك مثل الأيرومونات هيدروفيليا *Aeromonas hydrophila*، الأيرومونات سالمونيسيدا *salmonicida*، الإيدواردسيلا تاردا *Edwardsiella tarda*، الإيدواردسيلا إيكतालوري *E. ictaluri*، فبريوأنقويلارم *Vibrio anguillarum*، فبريو سالمونيسيدا *salmonicida* V، باستوريلا بيسيدا *Pasteurella piscida* ويريستينا روكيري (De Paola et al., 1995). وإستخدام المضادات الحيوية في مزارع الأسماك أكثر تعقيداً من إستخدامها في حيوانات المزرعة وذلك بسبب إضافتها في ماء التربية مما يضاعف من خطورة إستخدامها على البيئة. ولهذا فيخضع إستخدام هذه

المضادات لمعايير صارمة مثل الأنواع المسموح بها وكمياتها وفترة استخدامها وغيرها والجدول(33) يوضح أنواع المضادات الحيوية المسموح باستخدامها في مزارع الأسماك في بعض الدول(Serrano, 2005).

الجدول(٣٣): أنواع المضادات الحيوية المسموح باستخدامها في مزارع الأسماك في بعض دول العالم(Serrano, ٢٠٠٥)

| الدولة | المضادات الحيوية المسموح باستخدامها |
|----------------------------|---|
| الولايات المتحدة الأمريكية | أوكسيتتراسيكلين oxytetracycline، سلفاديميثوكسين sulfadimethoxine، أورميثوبريم ormethoprim. |
| المملكة المتحدة | أوكسيتتراسيكلين oxytetracycline، كوترياماسين co-trimazine، حامض أوكسولينيك oxolinic acid وأموكسيسيلين amoxicillin. |
| النرويج | بنزلبينيسيلين benzylpenicillin + دايهدروستربتوميسين dihydrostreptomycin، أوكسيتتراسيكلين oxytetracycline، حامض أوكسولينيك oxolinic acid، كوترياماسين co-trimazine، فورفينيكول florfenicol، فلوميكوين flumequine. |
| المكسيك | أوكسيتتراسيكلين oxytetracycline، إنروفلوكساسين enrofloxacin. |
| الهند | أوكسيتتراسيكلين oxytetracycline، كوترياماسين co-trimazine، كلورتراسيكلين chlor-tetracycline. |
| أندونيسيا | أوكسيتتراسيكلين oxytetracycline، كلورامفينيكول chloramphenicol، إريثروميسين erythromycin، إستريبتوميسين streptomycin، نيوميسين neomycin، إنروفلوكساسين enrofloxacin. |
| اليابان | أموكسيسيلين amoxicillin، أمبيسيلين ampicillin، إريثروميسين erythromycin، سبيراميسين، نوفوياوسين، أوكسيتتراسيكلين هيدروكلورايد oxytetracycline hydrochloride، فلوميكوين flumequine، فورفينيكول florfenicol، لينكوميسين هيدروكلورايد lincomycin hydrochloride، ثيمفينيكول thiamphenicol، حامض أوكسولينيك oxolinic acid، سلفاديميثوكسين sulfadimethoxine، سلفامونوميثوكسين sulfamonomethoxine. |
| الصين | سلفوناميد sulfonamide، نيستاتين nystatine، تيراميسين terramycin، إريثروميسين aureomycin، بينيسيلين penicillin، إستريبتوميسين streptomycin، دوكسيسيكلين doxycycline، إريثروميسين erythromycin، كلورامفينيكول chloramphenicol، حامض أوكسولينيك oxolinic acid. |

وحيث أن معظم استخدام المضادات الحيوية في مزارع الأسماك يتم عن طريق إضافتها في الأعلاف (pellets food medicated) فإن المضادات في العلف غير المستهلك وتلك التي تكون في المواد الإخراجية للأسماك تترسب في تربة قاع برك التربية أوقاع التربة الواقعة تحت الأقفاص العائمة بنسب قد تصل إلى 70-80% من كمية المضادات المضافة (Guardabassi et al., 1992 and Erik, 2000). وفي هذا الخصوص قد اشار Guardabassi et al. (2000) إلى زيادة تفشي بكتريا الأسيمنتوبياكتر *Acinetobacter sp.* المقاومة للمضاد الحيوي حمض الأوكسولينيك oxolinic acid في أحد المجاري المائية المجاورة لمزرعة أسماك تراوت trout المياه العذبة وذلك بعد استخدام هذا المضاد في أعلاف الأسماك. ووجود المضادات الحيوية في بركة التربية يمكن إنتقالها إلى الأسماك التي يتم تربيتها فيما بعد في نفس بركة التربية أوفي البيئة المائية من خلال صرف ماء البركة أومن الأقفاص العائمة مما يؤدي لإنتقالها للأحياء المائية في الجسم المائي المعني. وهذا يمكن أن يؤدي لإتساع فرص تولد مقاومة العديد من أنواع البكتيريا في البيئة المائية أوفي الأسماك لهذه المضادات. ويمكن أن تنتقل هذه البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية للإنسان عبر الإستهلاك المباشر للأسماك مثلما هو الحال في بكتريا الفبريو *Vibrio parahaemolyticus* في اليابان وأنواع عديدة من البكتيريا المقاومة للمضادات في أسماك القرموط الأمريكي (De Paola et al., 1995). وكما يمكن أن تنتقل هذه البكتيريا للإنسان عن طريق لمس أو تداول هذه الأسماك في المزرعة أوحى في أماكن البيع وكما أشار (Weinstein et al., 1997) فقد إنتقلت بكتريا الإستريبتوكوكس *Streptococcus iniae* من أسماك البلطي للإنسان من خلال منافذ البيع وكما ثبت إنتقال بكتريا الفبريو *Vibrio parahaemolyticus* للإنسان من خلال التعامل مع البلطي الحي. وكما يمكن أن تنتقل هذه البكتيريا عن طريق ماء الشرب وهذه الفرضية مستبعدة في الدول التي تخضع فيها مياه الشرب لمعالجات دقيقة قبل دخولها لشبكة الإمداد ولكن في بعض دول العالم الثالث والتي يأخذ فيها الإنسان حاجته من الماء مباشرة من المصادر الطبيعية دون معالجة فإن احتمالات وصول هذه البكتيريا لأمعائه تكون عالية. ومن جهة أخرى فإن استخدام المياه الملوثة بالمضادات الحيوية للزراعة يمكن أن يؤثر على ميكروبات التربة الزراعية وبالتالي يمكن أن يقلل من مقدرتها على معدنة النيتروجين (mineralization nitrogen).

الباب الثالث عشر

برامج إصدار الشهادات لممارسات تربية الأحياء المائية

Certification Programs for Aquaculture Practices

(1) برنامج أفضل ممارسات تربية الأحياء المائية (باب) Best Aquaculture Practices (BAP Program):

لتطوير ممارسات صناعة تربية الأحياء المائية فقد قام التحالف العالمي لتربية الأحياء المائية (Alliance Aquaculture Global The (GAA) بتنسيق معايير الاعتماد لأفضل ممارسات تربية الأحياء المائية (باب) للمفاس، المزارع، التجهيز ومصانع الأعلاف. وتعنى هذه المعايير بجوانب المسئوليات البيئية والاجتماعية، العناية بالأحياء المائية المستزرعة، سلامة الأغذية وإمكانية التتبع لهذه الجوانب في منشأة التربية. ويقوم البرنامج بتعريف أكثر العناصر المهمة لأفضل الممارسات ويعطي مجموعة من المبادئ التوجيهية التي من خلالها يمكن تقييم التزام المنشأة بهذه العناصر (GAA, 2008).

وتغطي هذه المعايير في الوقت الراهن مزارع تربية أسماك البلطي، مفاس ومزارع أسماك السلمون، مفاس ومزارع القرموط الأمريكي (catfish channel)، مفاس ومزارع أسماك البانجاسيوس (Pangasius sp.) ومفاس ومزارع الجمبري ويتوالى العمل في وضع المعايير لتربية الأنواع الأخرى من الأحياء المائية.

موجهات معايير أفضل الممارسات لمزارع أسماك البلطي Guidelines for BAP Standards
– Tilapia Farms

تم وضع قائمة من الموجهات على طلب منح شهادة أفضل الممارسات (باب) تساعد منشأة زراعة أسماك البلطي على إستيفاء المعايير المطلوبة للحصول على شهادة باب. والمعايير المطلوبة تتلخص فيما يلي:

1- المعيار الأول: التزام المزرعة بالنظم والقوانين البيئية المحلية والقومية وقوانين تراخيص استخدام الأرض والماء والبناء والتخلص من النفايات. وعند تفتيش المزرعة لمنح شهادة (باب) فعلى ممثل المزرعة إبراز كل المستندات المؤيدة لالتزام المزرعة بهذا المعيار.

2- المعيار الثاني: عدم تعارض وجود المزرعة مع مصالح مجتمعية أخرى في نفس المنطقة مثل منع الوصول إلى مناطق عامة للترفيه أو الصيد. وعند تفتيش المزرعة لمنح شهادة(باب) فعلى ممثل المزرعة إبراز كل الخرائط التي توضح كل المناطق الخاصة والعامة المحيطة بالمزرعة كما يجوز لممثل(باب) إجراء المقابلات مع من يرى لتأكيد التزام المزرعة بهذا المعيار.

3- المعيار الثالث: التزام المزرعة بالنظم والقوانين العمالية المحلية والقومية وذلك لضمان سلامة العمال، ضمان حقوقهم والتعويضات المنصوص عليها في هذه القوانين. وعند تفتيش المزرعة لمنح شهادة(باب) فعلى ممثل البرنامج مراجعة تنفيذ إدارة المزرعة لهذه القوانين والنظم العمالية وكما يجوز له إجراء المقابلات مع العاملين بالمزرعة لتأكيد التزام المزرعة بهذا المعيار.

4- المعيار الرابع: موقع المزرعة يجب أن لا يهدد أي نظم بيئية برية أو مائية قائمة وعند تفتيش المزرعة لمنح شهادة(باب) فعلى ممثل تقييم كل المناطق الخاصة والعامة المحيطة بالمزرعة والتحقق من أي مخاطر يمكن أن يسببها وجود المزرعة للنظام البيئي.

5- المعيار الخامس: التزام المزرعة بمعايير نوعية مياه الصرف الموضحة في الجدول(34). وبالنسبة للأقفاص العائمة فمعايير مراقبة نوعية المياه التي تشترطها باب هي كما في الجدول(35). وعند تفتيش المزرعة لمنح شهادة(باب) فعلى إدارة المزرعة الاحتفاظ بالسجلات حسب نماذج(باب) وإتاحتها لممثل البرنامج وكما يقوم ممثل البرنامج وقت التفتيش بأخذ عينات من مياه الصرف وتحليلها في مختبر محايد لتأكيد صحة المعلومات الواردة في السجلات.

الجدول (٣٤): معايير (باب) لنوعية مياه الصرف بمزارع أسماك البلطي

| المتغير (الوحدة) | القيمة الأولية | القيمة النهائية (بعد ٥ سنوات) | تردد أخذ العينات |
|--|--|--|------------------|
| الأس الهيدروجيني (pH) | ٦ - ٩,٥ | ٦ - ٩ | مرة كل شهر |
| المواد الصلبة المعلقة (TSS, mg/L) | ٥٠ أو أقل | ٢٥ أو أقل | كل ٣ شهور |
| الفسفور الذائب (soluble phosphorus, mg/L) | ٠,٥ أو أقل | ٠,٣ أو أقل | مرة كل شهر |
| الأمونيا- نيتروجين الكلية (N, -NH٤) | ٥ أو أقل | ٣ أو أقل | مرة كل شهر |
| (mg/L) | ٥٠ أو أقل | ٣٠ أو أقل | مرة كل شهر |
| الطلب الحيوي للأوكسجين (day BOD, mg/L-٥) | ٤ أو أكثر | ٥ أو أكثر | مرة كل ٣ شهور |
| الأوكسجين المذاب (DO, mg/L) | يمنع الصرف في المياه العذبة عندما يزيد الكلوريد عن ٨٠٠ ملجرام/ اللتر | يمنع الصرف في المياه العذبة عندما يزيد الكلوريد عن ٥٥٠ ملجرام/ اللتر | مرة كل شهر |
| الكلوريد (chloride) | ٥٥٠ ملجرام/ اللتر | ٨٠٠ ملجرام/ اللتر | مرة كل شهر |
| (المياه التي تقل الملوحة فيها عن ١ جزء في الألف أو يقل الكلوريد فيها عن ٥٥٠ ملجرام/ اللتر تعتبر مياه عذبة) | | | |

الجدول (٣٥): معايير (باب) لمراقبة نوعية مياه الأقباض العائمة لتربية أسماك البلطي في البحيرات والخزانات

| المتغير | عمق أخذ العينة | تردد أخذ العينات |
|--------------------------------|--------------------------|------------------|
| الحرارة | رأسياً كل 2 متر | مرة كل شهر |
| الأوكسجين المذاب | رأسياً كل 2 متر | مرة كل شهر |
| الأس الهيدروجيني | عمق مساوٍ لنصف عمق القفص | مرة كل 3 شهور |
| الكلوروفيل أ | عمق مساوٍ لنصف عمق القفص | مرة كل 3 شهور |
| 5- أيام الكلب الحيوي للأوكسجين | عمق مساوٍ لنصف عمق القفص | مرة كل 3 شهور |
| وضوح قرص سيكي | لا ينطبق | مرة أسبوعياً |
| الفسفور الذائب | عمق مساوٍ لنصف عمق القفص | مرة كل 3 شهور |
| الأمونيا- نيتروجين الكلية | عمق مساوٍ لنصف عمق القفص | مرة كل 3 شهور |
| وفرة البلانكتون النباتي | عمق مساوٍ لنصف عمق القفص | مرة كل 3 شهور |

6- المعيار السادس: استخدام أعلاف تقل فيها نسبة بودرة الأسماك كمصدر للبروتين وزيت الأسماك كمصدر للطاقة(المقصود بودرة وزيت الأسماك الناتجين من المصايد الطبيعية مثل المحيطات). وللالتزام بهذا المعيار فعلى مزرعة أسماك البلطي التعامل مع مصانع وموردي الأعلاف اللذين يعتمدون الشفافية في إعطاء المعلومات الخاصة بمحتويات الأعلاف من بودرة وزيت الأسماك. وعلى إدارة المزرعة تسجيل مواصفات أنواع الأعلاف المستخدمة، الكميات المستهلكة خلال السنة من كل نوع والإنتاج السنوي للمزرعة.

7- المعيار السابع: التأكد من عدم تأثير تشييد المزرعة وعمليات التربية على بيئة التربة والمياه المحيطة مثل عدم التسبب في تملح التربة أو استنزاف المياه الجوفية. وهذا المعيار يطبق على مزارع البلطي المشيدة في المناطق الساحلية والتي تستخدم المياه الجوفية لتخفيف ملوحة الماء الشروب(brackish water).

8- المعيار الثامن: التأكد من أخذ كل الاحتياطات لمنع أو التقليل من هروب أسماك التربية للمياه الطبيعية مثل الأنهار والبحيرات. ويطبق هذا المعيار في المزارع التي تربي أنواع البلطي المحلية والمستوردة أو السلالات المعدلة جينياً. والأنواع الغريبة والسلالات المستنبطة حالة هروبها ستؤثر على تركيبه جينات الأنواع المحلية هذا غير منافستها وربما عواقب بيئية أخرى ضارة. وبجانب أنواع التربية الغربية فلا بد من أخذ الاحتياطات لمنع تسرب أنواع التربية المحلية للمياه الطبيعية لمنع انتقال الأمراض منها لنفس الأنواع البرية. على منشأة التربية تسجيل مصادر الأنواع المراباة وتسجيل أي حوادث تسرب لها في المياه الطبيعية والاحتياطات المتخذة للحد من مثل هذه الحوادث.

9- المعيار التاسع: تخزين المواد البترولية والشحوم الكيماويات الزراعية مثل الأسمدة والجير والتخلص من نفاياتها يجب أن يتم بطريقة مسؤولة.

10- المعيار العاشر: يجب أن تحرص المزرعة على حسن رعاية أسماك التربية من حيث توفير البيئة المناسبة لها، استخدام الأعلاف ذات النوعية الجيدة، عدم تعريض الأسماك للإجهاد الناتج من المناولة، الاكتظاظ والأمراض.

11- المعيار الحادي عشر: التأكد من عدم استخدام المضادات الحيوية والأدوية والمركبات الكيماوية المحظورة واستخدام ما هو مسموح به وفي الحالة الأخيرة لابد من عمل فحوصات على الأسماك بعد فترة الإنسحاب(period withdrawal) للتأكد من خلوها من أي بقايا من هذه الكيماويات والأدوية(tests residues). وأيضاً على إدارة المزرعة عمل فحوصات لهذه المتبقيات على المياه الطبيعية المحيطة بالمزرعة خصوصاً تلك التي يتم صرف مياه المزرعة فيها. ويتم الاحتفاظ

بسجلات الأمراض والحالات التي استدعت استخدام هذه الكيماويات والأدوية وكمياتها ونتائج فحوص المتبقيات.

12- المعيار الثاني عشر: التأكد من عدم تلوث مياه برك التربية بمياه الصرف الصحي والأسمدة العضوية غير المعالجة وذلك لمنع انتقال الميكروبات الضارة بالإنسان.

13- المعيار الثالث عشر: حصاد الأسماك ونقلها للتجهيز أو التسويق يجب أن يتم تحت ظروف مبردة وبطريقة تمنع الإصابات البدنية أو تلوثها.

تطبيقات تحليل مخاطر نقاط التحكم الحرجة - الهاسب (HACCP) في تربية الأحياء المائية:

نظام تحليل مخاطر نقاط التحكم الحرجة - الهاسب (Control Critical Analysis Hazard Point - HACCP) هو عبارة نظام إدارة للوقاية من المخاطر تم تطويره في العام 1959 بواسطة شركة بليسبري الأمريكية للتأكد من سلامة الأغذية لرواد الفضاء وخلوها وعدم تلوثها بالميكروبات أو الفيروسات أو السموم أو الكيماويات أو أية مخاطر طبيعية أخرى وبنسبة أمان تقرب من 100%. ومنذ العام 1971 بدء وبصورة واسعة التعرف على هذا النظام كنظام رقابة غذائي وقائي لضمان سلامة الأغذية وفي العام 1985 أوصت الأكاديمية الأمريكية للعلوم باستخدامه في الصناعات الغذائية للتأكد من سلامة الغذاء. ويسمح هذا التحليل بالتعرف على المناطق الحساسة أثناء تصنيع الغذاء والتي قد تسهم في تكوين المخاطر ومن هذه المعلومات يمكن تقدير نقاط التحكم الحرجة في نظام الإنتاج وتعرف نقاط التحكم بأنها أي نقطة في سلسلة إنتاج الغذاء بدءاً من مادته الخام وحتى تصنيعه كمنتج نهائي ينجم عن فقدان التحكم فيها مستوى غير مقبول من الأمان الغذائي الذي يشكل خطراً على صحة الإنسان.

وبالنسبة لتربية الأحياء المائية فقد تم إتخاذه كنموذج لضمان الجودة النوعية في جميع مراحل الإنتاج من المفقس وحتى المنتج النهائي للتسويق (al et Garrett, 2000). وتعتمد خطوات التطبيق على ما يلي:

- تحليل المخاطر المحتملة خلال عمليات التشغيل والإنتاج.
- التعرف على نقاط التحكم الحرجة (points control critical).
- وضع حدود لكل نقطة تحكم حرجة وذلك بالاستعانة بالمعلومات العلمية المتوفرة في الدوريات العلمية أو من الخبراء أو من خلال البحث العلمي أو وفقاً للوائح المواصفات الغذائية المحلية.
- مراقبة نقاط التحكم الحرجة.
- وضع إجراءات تصحيحية في حالة خروج نقاط التحكم عن الحدود وحدوث مشكلة ما.
- إجراءات التيقن العملية من صحة النتائج.

- الإثبات والبرهان وتدعيم هذا الإثبات بمواصفات الأغذية المحلية والدولية والتشريعات القانونية المحلية.
 - وضع نظام لحفظ السجلات لتوثيق إجراءات التحكم مثل سجلات صحة أمهات الأسماك والأصبعيات، سجلات نوعية المياه، سجلات النواحي الصحية لبيئة التربية، سجلات تدريب العاملين أالخ.
- تطبيقات الهاسب في تربية الأسماك تهدف إلى التحكم في كل العمليات المصاحبة لهذه الصناعة مثل البيئة المحيطة بمواقع التربية، جودة المياه فيزيائياً وكيميائياً، الأعلاف، بيئة التربية والحماية من الأمراض أالخ. وتتم تطبيقات الهاسب في مزارع الأسماك للتأكد من سلامة المنتج على المستهلكين. ويمكن تقسيم المخاطر في عمليات تربية الأسماك خلال مراحل التخطيط، التنفيذ، التشغيل، الإنتاج، الحصاد، التصنيع والنقل إلى مخاطر بيولوجية وكيميائية وطبيعية(الجدول 36).
- الجدول(36): المخاطر المحتملة خلال عمليات تربية الأسماك

| المخاطر المحتملة | مرحلة الإنتاج |
|--|------------------|
| تلوث كيميائي(مبيدات زراعية، معادن ثقيلة) | إختيار الموقع |
| تلوث كيميائي(مبيدات زراعية، معادن ثقيلة)، تلوث بيولوجي(ميكروبات، فيروسات). | مصدر الماء |
| تلوث بيولوجي(ميكروبات، فيروسات، فطريات). | أمهات التفريخ |
| تلوث كيميائي(هرمونات، مبادئ حيوية)، تلوث بيولوجي(ألفاتوكسين). | الأعلاف |
| تلوث كيميائي(أدوية معالجة، مواد مطهرة ومعقمة)، تلوث بيولوجي(ميكروبات، فيروسات، طفيليات). | اليرقات |
| تلوث كيميائي(أدوية معالجة، مواد مطهرة ومعقمة)، تلوث بيولوجي(ميكروبات، فيروسات، طفيليات). | الإصبعيات |
| تلوث كيميائي(أدوية معالجة، مواد مطهرة ومعقمة)، تلوث بيولوجي(ميكروبات، فيروسات، طفيليات). | التربية، التسمين |
| تلوث طبيعي(رمل، حديد)، تلوث بيولوجي(ملوثات ناتجة من أدوات الحصاد). | الحصاد |
| بيولوجي(التحلل). | الحفظ |
| بيولوجي(التحلل). | النقل |

تصميم وتنفيذ الموقع:

إن التصميم والتنفيذ الخاطئين لمزارع الأسماك سواء من ناحية المفاص، الأحواض، البرك أو الأقفاص العائمة وغيرها من منشآت الإنتاج يمكن أن يؤدي إلى مخاطر كيميائية أو حيوية أو كلها أو بعضها مجتمعة. والموقع يجب أن يكون بعيداً عن أي مصادر للتلوث من اليابسة أو من التلوث الناتج من وجود ظاهرة المد الأحمر (tide red) والذي ينتج من تكاثر الدينوفلاجيات (مثل *dinoflagellate*, *Alexandrium tamarensis*, *Gammodinium berve*) والتي تفرز السموم العصبية المميتة للأسماك والتي تشكل خطراً على الإنسان عند إستهلاك هذه الأسماك التي تتعرض لهذه السموم (Buras, 1993). وكما يجب الأخذ في الإعتبار الحد من مخاطر إنشاء المزارع السمكية على البيئة المحيطة والتي يمكن أن تنتج من مياه الصرف وما تحمله من مواد عضوية وغير عضوية ولا بد من إتخاذ التدابير اللازمة لتنقية هذه المياه قبل صرفها في المصادر الطبيعية وذلك من خلال تمريرها عبر فلاتر بيولوجية طبيعية. وفي حال تربية أسماك أجنبية فلا بد من إتخاذ الإحتياطات اللازمة لمنع هروب هذه الأسماك أو بيعها من المزرعة إلى مصادر المياه الطبيعية (AOA, 2005).

جودة المياه:

إن نوعية الماء الذي تربي فيه الأسماك تؤثر مباشرة على نوعية المنتج النهائي. فإذا كان مصدر الماء ملوثاً بأي من الملوثات الضارة مثل المبيدات أو الكيماويات المستخدمة في الزراعة أو المعادن الثقيلة أو الكيماويات الناتجة من الصناعة فإنها ستتراكم في الجسم المائي لماء التربية من خلال السلسلة الغذائية الطبيعية وتتراكم في لحوم الأسماك المرباة مما يشكل خطراً على المستهلكين. وتأتي المخاطر الحيوية من الجراثيم والطفيليات التي تؤثر على أسماك التربية وهناك من الجراثيم ما ينتقل مباشرة للإنسان خلال عمليات التداول أو الإستهلاك. وقد ثبت أن بعض البكتيريا المعوية في الأسماك تنتقل لمعدة الإنسان وأن بعض من ديدان التريماطودا *Trematoda* مثل *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis viverrini* تنتقل من الأسماك للإنسان خصوصاً بين الآسيويين اللذين يستهلكون الأسماك بدون طبخ أو غير مطبوخة جيداً وكما سجلت في كل من مصر وكوريا العدى بديدان التريماطودا المنقولة من الأسماك (WHO, 1999; Erondu and Anyanwu, 2005).

ولهذا فإن جودة الماء الحرجة للتربية يجب أن تتوافق مع معايير نوعية مياه تربية أسماك المياه العذبة (freshwater for quality water food friendly–environmental).

(quality). وحسب هذه المعايير فإن معدل الأوكسجين المذاب في هذه المياه يجب أن يتعدى 5 ملجرام/الليتر، شفافية الماء يجب أن تكون أكثر من 30 سم، أن تكون هذه المياه خالية من الجراثيم والطفيليات والعوائل الوسيطة لهذه الطفيليات. والطرق المقترحة للتخلص من أي من المخاطر التي تهدد نوعية الماء الموصى بها هي وجود نظام فحص دوري بالمزرعة من خلال مختبر مجهز لهذه الإختبارات والتصدي الفوري لأي عامل يشكل نقطة خطر في النظام. والجدول(37) يوضح مثلاً بسيطاً لتطبيقات الهسب في نوعية المياه في مزرعة ما(Delbos, 2009).

الجدول(37) خطة الهاسب للمحافظة على نوعية ماء التربية

| العامل | الحدود المقبولة | إجراءات تصحيحية |
|---------------------|-----------------------|--|
| الأمونيا Ammonia | > 1.0 ملجرام/الليتر | زيادة معدل تبديل الماء و/أو تخفيض كمية الغذاء. |
| النيتريت Nitrite | > 3.0 ملجرام/الليتر | زيادة معدل تبديل الماء و/أو تخفيض كمية الغذاء. |
| النترات Nitrate | > 30.0 ملجرام/الليتر | زيادة معدل تبديل الماء. |
| القلوية Alkalinity | 120-200 ملجرام الليتر | زيادة أونقصان الكربونات والبيكربونات. |
| الأس الهيدروجيني pH | 7.5-8.3 | زيادة أونقصان الكربونات والبيكربونات. |

وبالنسبة لمفاقس الأسماك فإن رعاية الأمهات وتغذيتها تؤثر في نوعية اليرقات ونسبة بقائها. وفي مرحلة حضن البيض تؤثر جودة المياه خصوصاً درجة الحرارة على معدلات الفقس. وبعد الفقس أيضاً تعتبر جودة المياه ودرجة الحرارة نقاط تحكم حرجة تؤثر في إمتصاص كيس المح(sac yolk) وانتقال اليرقات للتغذية الخارجية(exogenous feeding). وخلال تربية اليرقات حتى مرحلة الزريعة تكون جودة المياه ودرجة الحرارة بجانب نوعية وكمية الغذاء نقاط حرجة تؤثر في إكمال نمو اليرقات وحتى بلوغها مرحلة الإصبعيات.

الأسماك:

يجب التأكد من أن مصدر أسماك التربية مثل الأصبعيات خالية من الأمراض وإن كانت من مصدر خارج المزرعة فيجب التأكد من أن هذا المصدر يطبق معايير التربية السليمة ويجب إتخاذ التدابير اللازمة عند وصولها للمزرعة بالعزل أو المعالجة لتفادي نقل أي أمراض أو طفيليات أو حشائش مائية غير مرغوب فيها للمزرعة المتلقية.

الأعلاف:

تحتاج الأسماك في مراحل نموها المختلفة إلى أعلاف متزنة تحتوي على كافة العناصر الغذائية الأساسية وينسب تلبي حاجة الأسماك للنمو السريع ولذلك يعتبر تركيب الأعلاف الكيميائي وقيمتها البيولوجية نقاط تحكم حرجة في مراحل الإنتاج المختلفة.

تعقيم أحواض التفريخ والتربية:

قبل البدء بعمليات التفريخ أو إدخال الأسماك في أحواض التربية يجب تعقيم هذه الأحواض لدرء أي مخاطر .

الوقاية من الأمراض والمعالجة:

يعتبر استخدام الأدوية لمعالجة الأمراض في مزارع الأسماك إحدى أهم المخاطر التي تحتاج إلى التحكم فيها حسب المعايير المعروفة (food friendly–environmental drug fish of criterion usage) وذلك مثل التحري عن نوعية الدواء وكميته والمدة الزمنية للمعالجة. وفي هذا الإطار يجب إختيار الأدوية التي تتطابق مع المعايير المحلية أو العالمية وأن يتم إتباع تعليمات الإستخدام الآمن. وخطر استخدام الأدوية وخصوصاً المضادات الحيوية أنها ومن خلال الإستخدام غير الآمن يمكن أن تترسب داخل جسم أسماك التربية وعند إستهلاك الإنسان لهذه الأسماك الملوثة بالمضادات الحيوية فيمكن أن تتكون لديه مقاومة بعض الجراثيم لهذا النوع من المضادات الحيوية. وكذلك ومن خلال معالجة الأسماك بالملايكيت الأخضر (malachite green) ذوالسمية العالية فإنه هذه السمية يمكن ان تؤثر في المستهلك بجانب أن هذه المادة مسببة للسرطان.

نظم التربية:

تتعدد نظم التربية فهناك النظم الإنتشارية(extensive) التي تعتمد على تربية الأسماك في برك تربية صغيرة وتعتمد فيها الأسماك المرباة على الغذاء الطبيعي ويضاف لها السماد العضوي ويكون الإنتاج منها قليلاً وعادة ما تكون المخاطر في هذا النظام قليلة وتزداد هذه المخاطر مع تطور نظام التربية إلى النظم شبه المكثفة أو إلى النظم المكثفة. ترحيل الأسماك:

يتعلق هذا بترحيل منتج الأسماك للأسواق المحلية أو للتصدير والمخاطر ليست كبيرة هنا حيث أنها متعلقة بعدم تعرض المنتج لأي إصابات جسدية (injuries physical) وهذه يمكن التحكم فيها من خلال عمليات التعبئة المناسبة بواسطة أشخاص مدربين. حفظ السجلات:

تعتبر السجلات واحد من متطلبات الهاسب والتي تشمل كل الممارسات التي تتم بمزرعة الأسماك لكل دورة إنتاج من بداية تجهيز الفقاسة أو المزرعة مروراً بعمليات الإنتاج والحصاد وخروج المنتج للإستهلاك وأن تكون هذه السجلات محفوظة ومتاحة للتقييم والمراجعة لمدة عامين. إدارة مفاص الأسماك وتطبيقات السلامة:

لقد أدى الطلب المتزايد على أصبعيات الأسماك والناجم من التوسع المتسارع في مزارع تربية الأسماك التجارية إلى إتباع مفاص الأسماك لطرق الإنتاج المكثف في وحدة الحجم. ومعروف أنه مع تكثيف الإنتاج تزداد المخاطر ولا بد من وضع بروتوكولات واضحة للتحكم في هذه المخاطر وضبط الجودة. وتمثل الإدارة الناجحة للمفاص الخطوة الأساسية في نجاح صناعة تربية الأسماك. وعلى مدراء المفاص أن يكونوا على معرفة تامة بالعوامل البيولوجية والفيزيائية والكيميائية وعلاقتها المعقدة في مراحل العناية بأمهات التفريخ وإنتاج والعناية باليرقات وتربيتها ورعايتها حتى مرحلة الإصبعيات. وبالإضافة لذلك فلا بد أن يكون مطلعاً على كيفية تغير هذه العوامل والعلاقات فيما بينها خلال مراحل التطور المختلفة من البيضة وحتى مرحلة الإصبعيات كمنتج نهائي وعلى الدور الذي تلعبه هذه العوامل في تحديد كمية ونوعية الناتج في المراحل المختلفة. وفي هذا الخصوص لابد من التحكم في تصميم وتشغيل أنظمة الإنتاج، نوعية الماء، الإنتخاب الوراثي، الأمن الحيوي (وجود أو غياب الكائنات المرضية) والتغذية ومعرفة تأثير كل هذه العوامل في العناية بأمهات التفريخ وبالبيض الملحق وباليرقات والأصبعيات.

المراجع

- ADB(Asian Development Bank). 2005. An impact evaluation of the development of genetically improved farmed tilapia and their dissemination in selected countries. ADB, Philippines. 124pp.
- Afonso, L.O.B. and Lebouté, E.M. 2003. Sex reversal in Nile tilapia: is it possible to produce all male stocks through immersion in androgens. *World Aquaculture*, 34(3):16-19
- Aiken, K.A., Morris, D., Hanley, F.C. and Maning, R.. 2002. Aquaculture In Jamaica. *Naga*, 25(3- 4): 10-15.
- Al-Ahmad, T., Hopkins, K.D., Ridha, M., Al-Ahmad, A. and Hopkins, M. 1986. Tilapia culture in Kuwait: final report. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait and International Center for Living Aquatic Resources Management, Philippines, 136 pp.
- Alhadhrami, G.A. and Yousif, O.M. 1994. An initial evaluation of camel and cow manures as dietary ingredients in pelleted feed for blue tilapia(*Oreochromis aureus*). *Bioresource Technology*, 60:265-268.
- Al-Harbi, A.H. 1994. First isolation of *Streptococcus* sp. From hybrid tilapia(*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) in Saudi Arabia. *Aquaculture*, 128: 195-201.
- Annett, C.A., Pierotti, R. and Baylis, J.R. 1999. Male and female parental roles in monogamous cichlid, *Tilapia mariae*, introduced in Florida. *Environ. Biol. of Fish.* 54: 283-293.

- AOA–Association for Organic Aquaculture. 2005. Natural standards for organic aquaculture. Naturland– Association for Organic Aquaculture, Gräfelfing, Germany. 20 pp.
- Atar, H.H., Bekcan, S. and Dogankaya, L. 2009. Effects of different hormones on sex reversal of rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) and production of all–female populations. *Biotech. Eq.*, 23(4): 1509–1514.
- Austreng, E. 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, 13:265–272.
- Avnimelech, Y. and Mokady, S. 1988. Protein biosynthesis in circulated fishponds. In: Pullin, R.S.V., Buhukaswan, T. Tonguthai, K. Maclean, J.L.(eds.) 2nd Intr. Symp. On Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conf. Proc. No. 15, Manilla, Philippines. 301–308.
- Balarin, J.D. and Hatton, J.P. 1979. Tilapia. A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, University of Stirling, Scotland. 174 pp.
- Balarin, J.D. and Haller, R.D. 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: Muir, J.F. and Roberts, R.J.(eds): *Recent Advances in Aquaculture*. Croom Helm, London. 266–348.
- Barnabe, G. 1994. Biological basis of fish culture. In: *Aquaculture biology and ecology of cultured species*. G. Barnabe(Ed.). Ellis Horwood, New York. 227–372.

- Baroiller, J.F., Colta, F. and Geraz, E. 1995. Temperature sex determination in two tilapia, *Oreochromis niloticus* and the red tilapia (red Florida strain): Effect of high or low temperature. In: Goetz, F.W. and Thomas, P.(eds.), Proceedings of the 5th International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish. University of Texas Press, Austin, Texas, USA.158–160.
- Bear, S. 1996. Rehabilitation of disused limestone quarries through reforestation (Baobab Farm, Mombasa, Kenya). World Bank/UNEP Africa Forestry Policy Forum, Nairobi 29 – 30 August, 1996. 6 pp.
- Beveridge, M. 1996. Cage aquaculture. Fishing News Books, London. 346 pp.
- Bezerra, K.S., Santos, A.J.G., Leite, M.R., da Silva A.M. and de Lima, M.R. 2008. Growth and survival of tilapia *chitralada* submitted to different photoperiods. *Pesq. agropec. bras.*, 43(6): 737–743.
- Bhasin, S., Bagatell, C.J., Bremner, W.J., Plymate, S.R. Tenover, J.L., Korenman, S.G. and Nielschlag, E. 1998. Issues in testosterone replacement in old men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 83: 3435–3448.
- Bhujel, R.C., Turner, W.A., Yakupitiyagi, A. and Little, D.C. 2000. Broodfish selection and its effect on seed output of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in large-scale commercial seed production system. In: Fitzsimmons, K. and Fiho, J.C.(eds.). American Tilapia Association and ICLARM. PP. 334–340.
- Biswas, A.K. and Takeuchi, T. 2002. Effect of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus*: *Fisheries Science*, 68: 543–553.

- Biswas, A.K., Endo, M. and Takeuchi, T. 2002. Effect of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed young tilapia *Oreochromis niloticus*: Fisheries Science, 68: 465–477.
- Biswas, A.K., Morita, T., Yoshizaki, G., Maita, M. and Takeuchi, T. 2005. Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*(L.) by photoperiod manipulation. Aquaculture, 243: 229–239.
- Borski, R.J., Yoshikawa, J.S., Madsen, S.S., Nishioka, R.S. Zabetian, C., Bern, H.A. and Grau, E. G. 1994. Effects of environmental salinity on pituitary growth hormone content and cell activity in the euryhaline tilapia, *Oreochromis mossambicus*. Gen. Comp. Endocrinol. 95: 483–494.
- Bowen, S.H. 1979. A nutritional constraint in detritivory by fishes: the stunted population of *Sarotherodon mossambica* in Lake Sibaya, South Africa. Ecol. Monogr. 49(1): 17–31.
- Bowen, S.H. 1981. Digestion and assimilation of periphytic detrital aggregate by *Tilapia mossambica*. Trans. Amer. Fish. Soc. 110: 241–247.
- Boyd, C.E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University, Alabama, USA. 359 pp.
- Boyd, C.E. 2004. Farm-level issues in aquaculture certification: Tilapia. WWF-US. 29p.
- Brämick, U., Puckhaber, B., Langholz, H-J., and Hörstgen-Schwark, G. 1995. Testing of triploid tilapia (*Oreochromis niloticus*) under tropical pond conditions. Aquaculture, 137: 343 – 353.

- Buras, N. 1993. Microbial safety of produce from wastewater-fed aquaculture. pp. 285–295. in: Proceeding of a Conference on Environment and Aquaculture in Developing Countries. Bellagio, Italy, September 1990. Manila, Philippines: International Centre for Living Aquatic Resources Management.
- Brummett, R.E. 1995. Environmental regulation of sexual maturation and reproduction in tilapia. *Reviews in Fisheries Science*, 3(3): 231-248.
- Bwanika, G.N., Makanga, B., Kizito, Y. Chapman, L.J. and Balirwa, J. 2004. Observations on the biology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., in two Ugandan crater lakes. *Afr. J. Ecol.*, 42(suppl. 1):93–101.
- Castagnetta, L.A. and G. Carruba, 1995. Human prostate cancer: a direct role for oestrogens. *Ciba Found.Symp.*, 191:269–86
- Caulton, M.S. 1976. The importance of pre-digestive food preparation to *Tilapia rendalii* Boulenger when feeding on aquatic macrophytes. *Trans. Rhod. Sci. Assoc.* 57: 22–28.
- Chamberlain, G.W. and Hopkins, J.S. 1994. Reducing water use and feed cost in intensive ponds. *World Aquaculture*, 25(3): 29–32.
- Chapman, F.A. 2000. Culture of hybrid tilapia: A reference profile. Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Services, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Cir. No. 1051. 8 pp.

- Cho, C.Y., Slinger, S.Y. and Bayley, H.S. 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. *J. Biochem. Physiol.*, 73B: 25–41.
- Chou, B.S. and Shiau, S.Y. 1999. Both n-6 and n-3 fatty acids are required for maximal growth juvenile hybrid tilapia. *North American J. Aquaculture*, 61:13–20.
- Clemens, H.P. and Inslee, T. 1968. Production of unisexual broods by *Tilapia mossambica* sex-reversed with methyl testosterone. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 97: 18–21.
- Coward, K. and Bromage, N.R. 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 1–25.
- Cowx, I.G., Van Der Knaap, M. Muhoozi, L.I. and Othina, A. 2003. Improving fishery catch statistics for Lake Victoria. *J. ecosys. Health Mgmt.*, 6: 299–310.
- Dambo, W.B. and Rana, K.J. 1992. Effect of stocking density on growth and survival of *Oreochromis niloticus*(L.) fry in the hatchery. *Aquaculture and Fisheries Mnagement*, 23: 71–80.
- Davies, S.J. Williamson, J., Robinson, M. and Bateson, R.I. 1989. Practical inclusion levels of common animal by-products in complete diets for tilapia(*Oreochromis mossambicus* Peters) In: *Proc. 3rd Intr. Symp. on feeding and Nutr. Fish. Toba, Japan*, pp. 325–332.
- Davies, S.J. McConnell, S. and Bateson, R.I. 1990. Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in complete diets for tilapia(*Oreochromis mossambicus* Peters). *Aquaculture*, 87: 145–154.

- De Moor, I.J. and M.N. Bruton. 1988. Atlas of Alien and translocated indigenous aquatic animals in Southern Africa. A report of the committee for Nature Conservation Research National Programme for ecosystem Research. South African Scientific Programmes Report No. 144. 310 pp. Port Elizabeth, South Africa.
- De Paola, A., Peeler, J.T. and Rodrick, G. 1995. Effect of oxytetracycline–medicated feed on antibiotic resistance of Gram–negative bacteria in catfish ponds. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 2335–2340.
- De Silva, S.S. and Perera, M.K. 1984. Digestibility in *Sarotherodon niloticus* fry: Effect of dietary protein level and salinity with further observations on variability in daily digestibility. *Aquaculture*, 38: 293–306.
- De Silva, S.S., Subasinghe, R.P., Partley, D.M. and Lowther, A. 2004. Tilapia alien aquatics in Asia and the Pacific: a review. FAO Fisheries Technical Paper No. 453, Rome. 65 pp.
- Delbos, B.C. 2009. Applied finfish hatchery management. *World Aquaculture*, 40(2): 15–16.
- Dunham, R.A., Majumdar, K., Hallerman, E., Bartley, D., Mair, G. Hulata, G. Liu, Z., Pongthana, N., Bakos, J., Penman, D., Gupta, M., Rothlisberg, P. and Hoerstgen–Schwark, G. 2001. Review of the status of aquaculture genetics. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Philips, C. Hough, S.E. McGladdery and J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000*. NACA, bangkok and FAO Rome. 137–166.

- El Safi, S.H., Haridi, A.A. and Rabaa, F.M. 1985. The food of the larvivorous fish *Gambusia affinis*(Baird and Girard) and *Oreochromis*(formerly *Tilapia*) *niloticus*(Linnaeus) in Gazira irrigation canals. *J. Trop. Med. Hug.*, 88: 169–174.
- Emerson, C. 1999. Aquaculture impacts on the environment. 9 pp.
<http://www.csa.com/discoveryguides/aquacult/overview.php>
- Emit, L., Etcheri, I. and Umoren, O. 1989. Aspects of the reproductive biology of *Tilapia guineensi* in editas pond, Nigeria. *Rev. Zool. Afr. J. Zool.*, 103: 127–134.
- Ernst. D.H., Watanabe, W.O., Ellington, L.J., Wicklund, R.I. and Olla, B.L. 1991. Commercial–scale production of Florida red tilapia seed in low– and brackish–salinity tanks. *J. World Aquacult. Soc.* 22:33–44.
- Erondu, E.S. and Anyanwu, P.E. 2005. Potential hazards and hazards and risks associated with the aquaculture industry. *African Journal of Biotechnology*, 4(13): 1622–1627.
- Essa, M.A., Nour, A.M., Zaki, M.A., Eglal, A.O. and Mabrouk, H.A. 2009. Technical and economical evaluation of small–scale fish cage culture for youth in the river Nile of Egypt: 2. Effect of diet form and feeding method of Nile tilapia(*Oreochromis niloticus*) monosex fingerlings. In: *Proceedings of of the second International Symposium on Cage Aquaculture in Asia Volume 1*(eds. Yang, Y., Wu, X.Y. and Zhou, Y.Q.). Hangzhou, China. pp 205–212.
- Fagbenro, O.A. and Jauncey, k. 1994. Chemical and nutritional quality of dried fermented fish silage and their nutritive value for tilapia(*Oreochromis niloticus*). *Animal Feed Sci. Technol.*, 45(2): 167–176.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1997. Aquaculture production statistics 1986–1995.FAO Fish Circ. No. 815, Rev. 9, Rome, Italy. 179 pp.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1999. The state of world fisheries and aquaculture 1998. FAO, Rome.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. Summary tables of fishery statistics: world aquaculture production by principal species. FAO, Rome.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. FAO Fishery Statistics. United nations Fishery Information, Data and Statistics Unit. FAO, Rome.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. Fishery and aquaculture statistics 2007. FAO, Rome. 72 pp.

FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Fishery and aquaculture statistics 2008. FAO, Rome.

Fasakin, E.A., Balogun, A.M. and Fasuru, B.E. 1999. Use of duckweed, *Spirodela polyrrhiza* L., as a a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 30: 313–318.

Febry, R. and Lutz, P. 1987. Energy partitioning in fish: the activity related cost of osmoregulation in euryhaline cichlid. *J. Exp. Biol.*, 128: 63–85.

- Fineman–Kalió, A.S. 1988. Preliminary observations on the effect of salinity on the reproduction and growth of freshwater Nile tilapia *Oreochromis niloticus*(L.), cultured in brackishwater ponds. *Aquacult. Fish Mngt.*, 19: 313–320.
- Fontaine, M.1976. Hormones and the control of reproduction in aquaculture. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 922–939.
- Fryer, G. and T.D. Iles.1972. *The cichlid fishes of the Great Lakes of Africa –their biology and evolution.* Oliver and Boyd. Edinburgh.
- GAA(Global Aquaculture Alliance). 2008. *Tilapia Farms: Guidelines for BAP Standards.* Global Aquaculture Alliance. St. Louis, USA. 29pp. <http://gaalliance.org/cmsAdmin/uploads/BAP–TilapiaF–909.pdf>
- Galman,O.R., Moreau, J. and Avtalion, R.R. 1988. Breeding characteristics and growth performance of Philippine red tilapia. In *The second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceedings, 15,*(eds. R.S.V. Pullin, T. Buhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean), pp. 169–176. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management , Manila, Philipinnes.
- Garrett, E.S., Jahncke, M.L. and Martin, R.E. 2000. Application of HACCP principles to address food safety concerns in aquaculture: An overview. *Journal of Aquatic Food Production Technology*, 9: 5–20.
- Getinet, G.T. 2008. Effects of maternal age on fecundity, spawning interval, and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.). *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(5): 671–677.

- Gomes, F.F., Teles, A.O., Gouveia, A. and Rema, P. 1993. In vivo and in vitro digestibility of diets and feedstuffs for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: Gropp, J.M.(ed.): Report of the EIFAC Workshop on methodology for determination of nutrient requirements in fish. Eichenau, Germany, 29 June–1 July 1993.
- Green, B.W. 1992. Substitution of organic manure for pelleted feed in tilapia production. *Aquaculture*, 101:213–222.
- Green, B.W. and Coddington, T.D.K. 1994. Growth control and androgen treated Nile tilapia *Oreochromis niloticus*(L.) during treatment nursery and grow–outphases in tropical fish ponds. *Aquacult. Fish. Manag.*, 25: 613–621.
- Green, B.W. and Coddington, T.D.K. 2000. Human food safety and environmental assessment of the use of 17 β -methyltestosterone to produce male tilapia in the United States. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31(3): 337–356.
- Guardabassi, L., Dalsgaard, A., Raffatellu, M. – Olsen, J.E. 2000. Increase in the prevalence of oxolinic acid resistant *Acinetobacter* spp. observed in a stream receiving the effluent from a freshwater trout farm following the treatment with oxolinic acid medicated feed. *Aquaculture*, 188: 205–218.
- Guerrero, R.D. 1975 Use of androgens for the production of all–male *Tilapia aurea*(Steindachner). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104: 342–348.
- Guerrero, R.D. 2008. Tilapia sex reversal. *Agriculture Business Week*. 5 pp.
<http://www.agribusinessweek.com/tilapia-sex-reversal>

- Guerrero, R.D. and Shelton, W.I. 1974. An acetocarmine squash method for sexing juvenile fishes. *The progressive Fish-Culturist* 36:56.
- Guerrero, R.D. and Guerrero, L.A. 1985. Further observation on fry production of *Oreochromis niloticus* in concrete tanks. *Aquaculture*, 47: 257–261.
- Gu, B., Schelske, C.L. and Hoyer, M.V. 1997. Intrapopulation feeding diversity in blue tilapia: Evidence from stable-isotope analysis. *Ecology*, 78(7): 2263–2266.
- Hallerman, E.M. and Kapuscinski, A.R. 199. Ecological implications of using transgenic fishes in Aquaculture. *International Council for the Exploration of the seas Marine Science Symposia*, 194: 56–66.
- Hanley, F. 1991. Effect of feeding supplementary diets containing varying levels of lipids on growth, feed conversion and body composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*(L.). *Aquaculture*, 93: 323–334.
- Hardy,, R.W., Shearer, K.D., Stone, F.E. and Weig, D.H. 1993. Fish silage in aquaculture diets. *J. World Maricult. Soc.*, 14: 695–703.
- Hasting, W.H. 1972. *Fish nutrition and feed manufacture*. Academic press, New York.
- Hussein, H. S. and Yousif, O.M. 1977. A report on the survey of water reservoirs and dams of north and South Kordofan Province. Fisheries Administration. Ministry of Animal Resources, Sudan. 15 pp(in Arabic).

- IFC(International Fiance Cooperation) and WBG(World Bank Group). 2007. Environmental, Health and safety guidelines for Aquaculture. International Fiance Cooperation and World Bank Group. 19 pp.
www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines
- Jackson, A.J., Capper, B.S. and Matty, A.J. 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27: 97–109.
- Jalabert, B. and Zohar, Y. 1982. Reproductive physiology in cichlid fishes, with particular reference to *Tilapia* and *Sarotherodon*, p. 129–140. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe–McConnell(eds) *The biology and culture of tilapias*. ICLARM Conference Proceedings 7, 432 pp. International Center for Living Aquatic Resources Mnagement, Manila, Philippines.
- Jauncey, K. and Ross, B. 1982. *A guide to tilapia feeds and feeding*. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. 111 pp.
- Jensen KM., Makynen EA., Kahl MD., Ankley GT. 2006. Effects of the feedlot contaminant 17 β -trenbolone on reproductive endocrinology of the fathead minnow. *Environ Sci Technol*. 40:3112–3117.
- Johnstone, R., Macintosh, D.J. and Wright, R.S. 1983. Elimination of orally administered 17 β methyl testosterone by *Oreochromis mossambicus*(tilapia) and *Salmo gairdneri*(rainbow trout) juveniles. *Aquaculture*, 35: 249–257.
- Kamanga, L.J., Kaunda, E., Mtimuni, J.P., Maluwa, A.O. and Mfitilodze, W.M. 2004. Effect of temperature on oocyte development of *Oreochromis karonge*(Trewavas, 1941). *J. Appl. Ichthyol.*, 20:139–145.

- Knud-Hansen, C.F., Batterson, T.R. and McNab, C.D. 1993. The role of chicken manure in the production of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*(L..). *Aquaculture and Fisheries Management*, 24: 483–493.
- Kolok AS and Sellin MK. 2008. The environmental impact of growth-promoting compounds employed by the United States beef cattle industry: history, current knowledge, and future directions. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 195:1–30.
- Lange IG., Daxenberger A., Schiffer B., Witters H., Ibarreta D., Meyer HHD. 2002. Sex hormones originating from different livestock production systems: fate and potential disrupting activity in the environment. *Anal Chim Acta*. 473:27–37.
- Lapie, L.P., Bigueras-Benitez, C.M. 1992. Feeding studies on tilapia (*Oreochromis* sp.) using fish silage. 8th session of the Indo-Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology and Marketing, Jakarta, Indonesia, 24–27 Sept., 1991. *FAO Fish. Rep. No. 470 Suppl.*
- Little, D.C., Macintosh, D.J. AND Edwards, P. 1993. Improving spawning synchrony in the Nile tilapia(*Oreochromis nilotcus*). *Aquaculture and Fisheries Management*, 24, 319–325.
- Little, D.C., Macintosh, D.J. AND Edwards, P. 1994. Selective broodfish exchange of *Oreochromis niloticus* in large breeding hapas suspended in earthen ponds. In *The Third International Symposium on Tilapia IN Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings*,(eds. R.S.V. Pullin, J. Lazard, Legendre, J.B. Amon, Kothias and D. Pauly.

- Lone, K.P. and Ridha, M.T. 1993. Sex reversal and growth of *Oreochromis spilurus*(Gunther) in brackish and sea water by feeding 17 β -methyltestosterone. *Aquacult. Fish. Manag.*, 24: 593–602.
- Lovell, R.T. 1989. *Nutrition and feeding of fish*. Van Nostrand Reinhold, New York. 260 pp.
- Lovshin, L.L. 2000. Tilapia culture in Brazil. In B.A. Costapierce and J.E. Rackocy (eds.) *Tilapia aquaculture in the Americas*, vol. 2. The world Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, 133:144.
- Luquet, P. 1992. Nutrient requirements of tilapia, *Oreochromis* spp. In: Wilson, R.P. (ed.). *Handbook of nutrient requirements of finfish*. CRC Press, Inc. Florida. P. 169 – 179.
- Macintosh, D.J. 1985. *Tilapia culture: Hatchery Methods for Oreochromis mossambicus and O. niloticus, with Special Reference to All-Male fry production*. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling.
- Macintosh, D.J. and Little, D.C. 1995. Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, Pages 277–320 in N.R. Bromage and J.R. Roberts, eds. *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science Ltd., London, UK.
- Mair, G.C., Dahilig, L.R., Morales, E.J., Beardmore, J.A. and Skeibinski, D.O.F. 1997. Application of genetic techniques for the production of monosex male tilapia in aquaculture: Early experiences from the Philippines. *Proceedings of the Fourth Central America Symposium on Aquaculture*, Tegucigalpa, Honduras, April 22–24, 1997. 225 –227.

- McGinty, A.S. and Rakocy, J.E. 1989. Cage culture of tilapia. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 281. 4 pp.
- Micha, J.C., Antoine, T., Wery, P. and Van Hove, C. 1988. Growth, ingestion capacity, comparative appetency and biochemical composition of *Oreochromis niloticus* and *Tilapia rendali* fed with *Azolla*. In: Pullin, R.S.V., Buhukaswan, T. Tonguthai, K. Maclean, J.L.(eds.) 2nd Intr. Symp. On Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conf. Proc. No. 15, Manilla, Philippines. 347–355.
- Middendrop, A.J. 1995. Pond farming of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.) in northern Cameroon. Mixed culture of large tilapia(■ 200 g) with cattle manure and cottonseed cake as pond inputs, and African catfish *Clarias gariepinus*(Burchell) as police–fish. *Aquacult. Res.*, 26: 723–730.
- Mirnova, N.W., 1975. The nutritive value of algae as food for *Tilapia mossambica*. *J. Ichthyol.*, 15: 510–514.
- Mohamed, M. P. and Devaraj, M. 1997. Transpotation of live finfishes and shellfishes. Special Publication No. 66, Central Marine Fisheries Research Institute, Cochin, India.
- Moriarty, D.J.W. 1973. The physiology of digestion of blue–green algae in the cichlid fish *Tilapia nilotica*. *J. Zool.* 171: 25–40.
- Moriarty, C.D. and Moriarty, D.J.W. 1973. Quantative estimation of the daily ingestion of phytoplankton by *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nigripinnis* in Lake George, Uganda. *J. Zool. Lond.* 171(1): 15–23.

- Muir, W.M. and Howard. R.D. 1999. Possible ecological risks of transgenic organism release when transgenes affect mating success. sexual selection and the Trojan gene hypothesis. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96:13853–13856.
- Naegel, L.C.A. 1997. Azolla meal a supplemental feed ingredient for tilapias. In: Fitzimmons, K.(ed.) *Proc. 4th Intr. Symp. On Tilapia in Aquaculture*, Orlando, FL., USA, 9–11 November, 1997. 20–30.
- Ng, W.K. and Wee, K.L. 1989 The nutritive value of cassavas leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*, 83(1–2):45–58.
- Noble, R.L. 1989. Biological control for aquatic weeds using fish. *Water Resources Research Institute. Proceedings of Workshop on Aquatic Weeds and Mosquitoes in Impoundments*. Charlotte, N.C. 247: 83–87.
- NRC. 1983. *Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes*. National Academy of Science, Washington, D.C.
- NRP – National Residue Program. 2006. *USDA Food Safety and Inspection Service, Office of Public Health Science*. Dec, 2007. Available at: <http://www.fsis.usda.gov/PDF/2006RedBookIntro.pdf>.
- Ofojekwu, P.C., Ejike, C. 1984. Growth response and feed utilization in tropical cichlid *Oreochromis niloticus*(Lin.) fed on cottonseed–based artificial diets. *Aquaculture* 42, 27–36.

- Ofori, J.K. 1987. The effect of predation by *Lates niloticus* on overpopulation and stunting in mixed sex culture of tilapia species in ponds. In The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceedings, 15(eds R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean), pp 497 – 502. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 69–74.
- Ogutu–Ohwayo, R. 1990. The decline of the native fishes of Lakes Victoria Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus* and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *EDnv. Biol. Fish.*, 27: 81–96.
- Olvera–Novoa, M.A. Campos, G., Sabido, G.M. and Martinez, Palacios, C.A. 1990. The use of alfalfa leaf protein concentrates as protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture*, 90: 291–302.
- Olvera–Novoa, M.A., Pereira–Pacheco, F., Olvera–castillo, L., Perez–Flores, V., Navarro, L. and Samano, J.C. 1997 Cowpea (*Vigna unguiculata*) protein concentrate as replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. *Aquaculture*, 158: 107–116.
- Pandian, T.J. and varadaraj, K. 1987. Techniques for producing all–male and all–triploid *Oreochromis mossambicus*. In The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceedings, 15(eds R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean), pp 497 – 502. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 243–250.

- Pampa, T. and Green, B.W. 1990. Sex reversal of tilapia in ponds. Research and Development Series No. 35. Auburn University, Al. 15 pp.
- Pandian, T.J. and Sheela, S.G. 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*, 138: 1–22.
- Panfili, J., Mbow, A., Durand, J–D, Diop, K., Diouf, K., Thior, D., Ndiaye, P. and Laï, R. 2004. Influence of salinity on the life–history traits of the Western African black–chinned tilapia (*Sarotherodon melanotheron*): Comparison between the Gambia And Saloum estuaries. *Aquat. Living Resour.*, 17: 65–74.
- Perera, R., Johnson, S.K., Collins, M.D. and Lewis, D.H. 1994. *Streptococcus iniae* associated with mortality of *Tilapia nilotica* x *T. aurea* hybrids. *J. Aquatic Animal Health*, 6: 335–340.
- Perrone, M.Jr. and Zaret, T.M. 1979. Parental care patterns of fishes. *Amer. Nat.* 113(3): 351–361.
- Phelps, R.P., Arana, E. and Argue, B. 1993. Relationship between the external morphology and gonads of androgen–treated *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Aquaculture* 2:103–108.
- Phelps, R. and Pampa, T.J. 2000. Sex reversal of tilapia. In *Tilapia Aquaculture in the Americas*, vol. 2. (eds. B.A. Costa–Pierce and J.E. Rakocy). The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 34–59
- Piper. R.G., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren. J.P., Fowler, L.G. and Leonard,

- J.R. 1992. Fish hatchery management. U.S. Fish and Wildlife Service, Dept. of the Interior , Washington D.C. 517 pp.
- Plumb, J.A. 1999. Health maintenance of cultured fishes: Principal microbial diseases. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Plumb, J.A. 1999. Tilapia bacterial diseases. In: “Health maintenance and principal microbial diseases of cultured fishes”. Iowa State University Press.
- Pompa, T.J. and Green B.W. 1990. Aquaculture Production Manual – Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. Research and Development Series No. 35. Auburn University, Alabama, USA.
- Pompa, T. and Masser, M. 1999. Tilapia: life history and biology. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283. 4 pp.
- Pullin, R.S.V. and Lowe–McConnell, R.H. Editors 1982. The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7, 432 pp. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Pullin, R.S.V., Palomares, M.I., Casal, C.V. Day, M.M. and Pauly, D. 1997. Environmental impacts of tilapias. P. 554–570. In: K. Fitzsimmons(ed.) Tilapia Aquaculture – Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Northeast Regional Agricultural Engineering Service Cooperative Extension, Ithaca, New York. Vol. 2.
- Gadri, N.N. and Jameel, K. 1989. Effect of dietary carbohydrate of different molecular complexity on the tilapia(*Sarotherodon mossabicus*) Pak. J. Sci. Ind. Res. 32(6): 382–386.

- Rakocy, J.E. and McGinty, A.S. 1989. Pond culture of tilapia. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 280. 4 pp.
- Rakocy, J.E. 1989. Tank culture of tilapia. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 282. 4 pp.
- Rana, K.J. and Macintosh, D.J. 1988. A comparison of the quality of hatchery-reared *Oreochromis niloticus* and *O. mossambicus* fry. In The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceedings, 15(eds R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean), pp 497 – 502. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Rana, K.J. 1990. Influence of incubation temperature on *Oreochromis niloticus* L. eggs and fry. 1. Gross embryology, temperature tolerance and rate of embryonic development. *Aquaculture*, 87, 165–181.
- Rana, K.J. 1997. Status of global production and production trends. Food and Agriculture Organization, Fisheries Circular. 886. FAO, Rome.
- Robinson, E.H., Rawles, S.D., Oldenburg, P.W. and Stickney, R.R. 1984. effects of feeding glandless and glanded cottonseed products and gossypol to *Tilapia aurea*. *Aquaculture*, 38, 145–154.
- Samuelson, O.B., Torsvik, V. and Erik, A. 1992. Long-range changes in oxytetracycline concentration and bacterial resistance towards oxytetracycline in a fish farm sediment after a medication. *Science of the Total Environment*, 114: 25–36.

- Santiago, C.B., Aldaba, M.B., Lron, M.A. and Reyes, O.S. 1988. Reproductive performance and growth of Nile tilapia(*Oreochromis niloticus*) broodstock fed diets containing *Lucaena leucocephala* leaf meal. *Aquaculture*, 70: 53–61.
- Sarbajna, A., Gupta, S., Chakraborty, S.B. and Banerjee. 2010. Growth performance of sex-reversed Nile tilapia(*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) cage cultured in a waste-fed freshwater wetland. *World Aquaculture Magazine*, 41(2): 8–10.
- Savage. R.A. 1995. Hazard analysis critical control point: A review. *Food Rev. Intr.*, 11(4): 575–595.
- Schwartz, D.P. and Maughan, O.E. The feeding preferences of *Tilapia aurea*(Steindachner) for five aquatic plants. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 64: 14–16.
- Serrano, P.H. 2005. Responsible use of antibiotics in aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 469, Rome. 97 pp.
- Shelton, J.L. and Murphy, T.R. Aquatic weed management control methods. Southern Regional Aquaculture Center, No. 360. 4 pp.
- Shepherd, C. J. and Bromage, N. R. 1992. Intensive fish farming. Blackwell Scientific Publications, London. 404 pp.
- Shiau, S.Y., Chuang, J.L. and Sun, C.L. 19987. Inclusion of soybean meal in tilapia(*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*) diets at two protein levels. *Aquaculture*, 65(3–4): 251–261.

- Shoemaker, C. and Klesius, P. 1997. Streptococcal disease problems and control: A review. In: K. Fitzsimmons(Ed.). The Fourth International Tilapia Aquaculture Symposium, Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, New York. 671–680.
- Shore, L.S. and Shemesh, M. 2003. Naturally produced steroid hormones and their release into the environment. *Pure and Applied Chemistry*, 75: 1859–1871.
- Siddique, A.Q. 1977. Changes in fish species composition in Lake Navivasha, Kenya. *Hydrobiologia* 64(2): 131–138.
- Sifa, L., Chenhong, L., Dey, M. Galalac, F. and Dunham, R. 2002. Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China. *Aquaculture*, 213: 123–129.
- Skelton, P., H. 1993. A complete guide to the freshwater fishes of southern Africa. Southern Book Publishers, Halfway House, South Africa.
- Soliman, A.K., Jauncey, K. and Roberts R.J. 1985. Qualitative and quantitative identification of L-ulonolactone oxidase activity in some teleosts. *Aquaculture and Fisheries Management*, 1:249–256.
- Soliman, A.K. Jauncey, K. and Roberts, R.J. 1994. Water-soluble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid(vitamin C) requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.). *Aqua. Fish. Manage.*, 25: 269 – 278.
- Subasinghe, R.P. and Sommerville, C. 1992. Effects of temperature on hatchability, development and growth of eggs and yolk sac fry of *Oreochromis mossambicus*(Peters) under artificial incubation. *Aquaculture and Fisheries Management*, 23:31–39

- Subasinghe, R.P., Curry, D., McGladdery, S.E. and Bartley, D. 2003. Recent technological innovations in aquaculture. In: Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular 886, Revision 2, FAO, Rome. 59–74.
- Suresh, A. V. and Lin, C.K. 1992. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, 106: 201–226.
- Tacon, A.G.J. 1993. Feed ingredients for warmwater fish. Fish meal and other processed feed stuffs. FAO Fish. Circ. No. 856, Rome.
- Tacon, A.G.J. and Jackson A.J. 1985 Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: Cowey, C.B.; Mackie, A.M. Bell, J.G.(eds.), *Nutrition and Feeding in Fish*. Academic Press, London. 119–145.
- Tacon, P., Ndiaye, P., Cauty, C., Le Menn, F. and Jalabert, F. 1996. Relationships between the expression of maternal behavior and ovarian development in the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 146:261–275.
- Takeuchi, T., Satoh, S. and Watanabi, W. 1983. Dietary lipids suitable for practical feed of *Tilapia nilotica*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 49(7): 1127–1134.
- Tayamen, M.M., Reyes, R.A., Danting, Ma, J., Mendoza, A.M., Marquez, E.B., Salguet, A.C., Gonzales, R.C., Abella, T.A. and Vera–Cruz, E.M. 2002. Tilapia broodstock development for saline waters in the Philippines. *Naga* 25(1): 32–36.

- Teshima, S. and Kanazawa, A. 1988. Nutritive value of methionine-enriched soy plastein for *Oreochromis niloticus* fry. In: R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean(eds.), 2nd Intr.l Symp. on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings No.15. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resiurces Management, Philippines. 393-399.
- Twibell, R.G., Brown, P.B. 1998. Optimal dietary protein concentration for hybrid tilapia(*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*) fed all-plant diets. J. World Aquacult. Soc., 29(1): 9-16.
- Trewavas, E. 1966. Apreliminary review of fishes of the genus *Tilapia* in the eastward-flowing rivers of Africa, with proposals for two new specific names. *Revue de Zoologie et Botanique Africaine*, 74: 394-424.
- Trewavas, E. 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum(Natural History), London, UK.
- Tuan, P.A., Mair, G.C., Little, D.C. and Beardmore, J.A. 1999. Sex determination and the feasibility of genetically male tilapia production production in the Thai-Chitralada strain of *Oreochromis niloticus*(L.). *Aquaculture*, 173, 257-269.
- Varadaraj, K. and Pandian, T.J. 1989. First report on production of supermale tilapia by integrating endocrine sex reversal with gynogenetic technique. *Curr. Sci.* 58: 434 -441.
- Viola, S., Arieli, Y. and Zohar, G. 1988. Animal-protein-free feeds for hybrid tilapia(*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*) in intensive culture. *Aquaculture*, 75: 115-125.

- Wang, K.W., Takeuchi, T. and Watanabe, T. 1985a. Effect of protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 51: 133–140.
- Wang, K.W., Takeuchi, T. and Watanabe, T. 1985b. Optimum protein and digestible energy levels in diets for *Tilapia nilotica*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 51: 141–146.
- Wang, L.H. and Tsai, C.L. 2000. Effects of temperature on the deformity and sex differentiation of tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Journal of Experimental Zoology*, 286: 534–537.
- Watanabe, W.O. and Kuo, C.M. 1985. Observations on the reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in laboratory aquaria at various salinities. *Aquaculture*, 49: 315–323.
- Watanabe, W.O., Ellingson, L.J., Wicklund, R.I. and Olla, B.L. 1988. The effect of salinity on growth, food consumption and conversion in juvenile, monosex male Florida red tilapia. In: R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (Editors), *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Philippines. 515–523.
- Watanabe, W.O., French, K.E., Ernst, D.H., Olla, B.L. and Wicklund, R.I. 1989. Salinity during early development influences growth and survival of Florida red tilapia in brackish and seawater. *J. World Aquacult. Soc.* 20: 134–142.

- Watanabe, W.O., Ellingson, L.J., Olla, B.L., Ernst, D.H., and Wicklund, R.I. 1990. Salinity tolerance and seawater survival vary ontogenetically in Florida red tilapia. *Aquaculture*, 87: 311–321.
- Wee, K.I. and Tuan, N.A. 1988. Effects of dietary protein level on growth and reproduction of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings*, 15 (eds. R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean), pp 401–410. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Weinstein, M., Low, D., McGreer, A. 1996. Invasive infection with *Streptococcus iniae*. *J. American Medical Association*, 27: 866–867.
- Weinstein, M.R., Litt, M., Kertesz, D.A., Wyper, P., Ross, D., Coulter, M., McGreer, A., Facklam, R., Ostach, C., Willey, B.M., Borczyk, A., Low, D.E. and the Investigative Team. 1997. Invasive infection due to a fish pathogen: *Streptococcus iniae*. *New England Journal of Medicine*, 337: 589–594.
- Whetstone, J.M. 2002. Demonstration of aquatic weed control by tilapia in South Carolina ponds. *Proceedings of the Aquatic Plant Management Society, Inc.*, 42: 29.
- WHO. 1999. Food safety issues associated with products from aquaculture. Report of a joint FAO/NACA/WHO study group WHO Technical Report Series 883. Geneva: WHO.
- Wilson, R.P., Freeman, D.W. and Poe, W.E. 1984. Three types of catfish offal meals for channel catfish fingerlings. *Prog. Fish-Cult.*, 46: 126–132

- Winfree R.A. and Stickney, R.R. 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *J. Nutr.*, 111: 1001–1012.
- Wohlfarth, G.W. and Hulata, G. 1983. Applied genetics of tilapias. ICLARM Studies and Reviews 6, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 26 pp.
- Wohlfarth, G.W. 1994. The unexploited potential of tilapia hybrids in aquaculture. *Aquacult. Fish. Manage.* 25: 781–788.
- Yater, L.R. and Smith, I.R. 1985. Economics of private hatcheries in Laguna and Rizal provinces, Philippines. *Tilapia economics*, ICLARM Conference Proceedings, 12(eds. I.R. Smith, E.B. Torres and E.O. Tan), pp 15 – 32. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Yi, Y., Lin, C.K. and Diana, J.S. 2003. Techniques to mitigate clay turbidity problems in fertilized earthen fish ponds. *Aquaculture Engineering*, 27: 39–51.
- Yousif, O.M. 1982. Study on hybridization of female *Tilapia nilotica*(Linnaeus) x male *Tilapia hornorum*(Trevawas) and on growth and survival of hybrid fry in primary rearing pools. M.Sc. Auburn University, Auburn, Alabama, U.S.A.
- Yousif, O.M. 1985. Fish culture in Western Sudan. *ICLARM Newsletter*, 8(4):12.
- Yousif, O.M. 1987. *Tilapia culture in Sudan*. NAGA, ICLARM, 10(2): 13.
- Yousif, O.M. and Alhadhrami, G.A. 1993. The use of dried poultry waste in diets for fry and young tilapia(*Oreochromis aureus*). *Bioresource Technology*, 45:153–155.

- Yousif, O.M., Alhadhrami, G.A. and Pessaraki, M. 1994. Evaluation of dehydrated alfalfa and salt bush(*Atriplex*) leaves in diets for tilapia(*Oreochromis aureus* L.). *Aquaculture*, 126:341–347..
- Yousif, O.M. and Alhadhrami, G.A. 1995. The use of fish silage as a protein source in diets for tilapia(*Oreochromis aureus*). *Economic Horizons*, 16:11–18.
- Yousif, O.M., Osman, M.F. and Alhadrami, G.A. 1996. Evaluation of dates and date pits as dietary ingredients in tilapia(*Oreochromis aureus*) diets differing in protein sources. *Bio. Tech.*, 57: 81–85.
- Yousif, O.M. 1996. Effects of rearing conditions in closed recirculatory systems on growth, feed utilization, carcass composition and nutrient digestibility of juvenile tilapia(*Oreochromis niloticus* L.). *Cuvillier Verlag, Gottingen*. 92 p.
- Yousif, O.M. 2002. The effects of stocking density, water exchange rate, feeding frequency and grading on size hierarchy development in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Emir. J. Agric. Sci.* 14: 45–53.
- Yousif O.M. 2004. Apparent nutrient digestibility, growth performance and feed utilization of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., as influenced by stocking density and feeding frequency. *Emir. J. Agric. Sci.* 16(2): 27–38.
- Zimmerman, R.A., Kleisius, P.H., Krushak, D.H. and Mathews, T. 1975. Effect of antibiotic treatment on the immune response following group A streptococcal pharyngitis. *Canadian Journal of International Medicine*, 39: 227–230.

جداول التحويلات

الأوزان

| | | | |
|----------|---|--------|----------------|
| كيلوجرام | = | ٢٠٥,٢ | رطل |
| رطل | = | ٥٤٣٦,٠ | كيلوجرام |
| كيلوجرام | = | ١٠٠٠ | جرام |
| جرام | = | ١٠٠٠ | مليجرام |
| مليجرام | = | ١٠٠٠ | ميكروجرام (μg) |
| طن متري | = | ١٠٠٠ | كيلوجرام |
| طن طولي | = | ١٠١٦ | كيلوجرام |

الأحجام

| | | | |
|----------------------|---|--------------|----------------------|
| سنتيمتر ^٢ | = | ٠,٦١ | بوصة ^٢ |
| ديسيمتر ^٢ | = | ١٠٠٠ | سنتيمتر ^٢ |
| جالون | = | ٧٨٥,٣ | ليتر |
| ليتر | = | ٢٦٤,٠ | جالون |
| متر ^٢ | = | ١٠٠٠ | ليتر |
| متر ^٢ | = | ١٠٠٠ | ديسيمتر ^٢ |
| ليتر | = | ١٠٠٠ | ملييلتر |
| ليتر | = | ١ | ديسيمتر ^٢ |
| ملييلتر | = | ١٠٠٠ | ميكروليتر (μl) |
| متر ^٢ ماء | = | طن متري ماء | |
| ليتر ماء | = | كيلوجرام ماء | |
| ملييلتر ماء | = | جرام ماء | |

المساحة

| | | | |
|------------------|---|-------|----------------------|
| فدان | = | ٤٢٠٠ | متر ^٢ |
| هكتار | = | ١٠٠٠٠ | متر ^٢ |
| متر ^٢ | = | ١٠٠٠٠ | سنتيمتر ^٢ |

$$\begin{aligned} \text{مساحة المثلث} &= \frac{1}{2} \text{ القاعدة} \times \text{الإرتفاع} \\ \text{مساحة المستطيل} &= \text{الطول} \times \text{العرض} \\ \text{مساحة المربع} &= \text{الضلع}^2 \\ \text{مساحة الدائرة} &= \pi \times \text{نصف القطر}^2 \\ \text{محيط الدائرة} &= \pi \times \text{القطر} \end{aligned}$$

الأطوال

$$\begin{aligned} \text{كيلومتر} &= 1000 \text{ متر} \\ \text{متر} &= 10 \text{ ديسيمتر} = 100 \text{ سنتيمتر} \\ \text{ديسيمتر} &= 10 \text{ سنتيمتر} \\ \text{سنتيمتر} &= 10 \text{ مليليمتر} \\ \text{سنتيمتر} &= 3937,0 \text{ بوصة} \\ \text{مليليمتر} &= 1000 \text{ ميكرومتر} (\mu\text{m}) \text{ أو ميكرون} (\mu) \\ \text{كيلومتر} &= 6214,0 \text{ ميل} \\ \text{ميل} &= 1,6093 \text{ كيلومتر} \\ \text{ميل} &= 1760 \text{ ياردة} = 5280 \text{ قدم} \\ \text{ميل بحري} &= 4,2025 \text{ ياردة} \\ \text{ياردة} &= 3 \text{ قدم} \\ \text{قدم} &= 30 \text{ سنتيمتر} \\ \text{قدم} &= 12 \text{ بوصة} \\ \text{بوصة} &= 5381,2 \text{ سنتيمتر} \end{aligned}$$

الضغط والحرارة

$$\begin{aligned} 1 \text{ ضغط جوي} &= 760 \text{ ملليمتر زئبق} (\text{mm Hg}) \\ 1 \text{ ضغط جوي} &= 1,033 \text{ جرام/سنتيمتر}^2 \\ \text{درجة حرارة سلسيوس} (\text{°C}) &= 9/5 (\text{درجة حرارة فهرنهايت} - 32) \\ \text{درجة حرارة فهرنهايت} (\text{°F}) &= 9/5 (\text{درجة حرارة سلسيوس} + 32) \\ \text{درجة حرارة كالفن} (\text{°K}) &= \text{درجة حرارة سلسيوس} + 273,15 \end{aligned}$$

