

## 5- مرابي البحار: Sea ranching

تُعد مرابي البحار (أعالي البحار) من التقنيات الحديثة والمستخدمة في تربية أنواع معينة من أسماك السالمون وكما هو مطبق في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان. وتعتمد هذه الطريقة في تربية الأسماك على إطلاق صغار الأسماك من نقاط محددة لتعيش في البحر ومن ثم حصادها بعد أن تصل حجم البلوغ ولفترة من 2 إلى 5 أيام في النقطة نفسها التي أطلقت منها وأثناء عودتها إلى المياه نفسها، إن هذا النمط من التربية لا يعتمد على تغذية الأسماك من قبل المرابي خلال عملية الإنتاج كونها تتغذى في البحر طيلة فترة بقائها فيه. وعلى الرغم من عدد الأسماك العائدة تشكل أكثر من 6% من عدد الأسماك التي أطلقت إلى البحر، إلا أن كلفة الإنتاج لا تتعدى 1/3 كلفة الإنتاج في حالة تربية وتغذية الأسماك في أحواض أو مسيجات.

إن مرابي البحار قد تكون عائدة إلى ملكية شخصية أو شركة معينة وقد تكون حكومية وهي تهدف بالدرجة الأساس إلى إرشاد المواطنين حول أهمية الإستزراع بهذه الطريقة لدعم المخزون الإحتياطي وحصاد جزء مما زرعه الانسان بنفسه. ومن الجدير بالذكر أنه هناك 16 محطة في الولايات المتحدة الأمريكية في الوقت الحاضر والتي تعتمد هذا النمط من التربية وهي موزعة على النحو التالي: 13 في ولاية الأوريكون Oregon، واحدة في كاليفورنيا California، و اثنتين في واشنطن. وفي عام 1980 على سبيل المثال، ثم حصاد ما يقارب 40000 سمكة من أسماك السالمون الحميم *Chum salmon Oncorhynchus keta Walb* متوسط وزن السمكة 2.3 كغم من خمسة مزارع فقط في ولاية كاليفورنيا.

يُمارس هذا النشاط في اليابان على نطاق حكومي وخاصة في مقاطعة هوكايدو Hokkaido. وفي السنوات الأخيرة تم إطلاق أعداد كبيرة من الأسماك الصغيرة من أسماك السالمون الحميم وكان معدل وزن السمكة أقل من 1 غم، إلا أن أعداد الأسماك العائدة بعد البلوغ كانت بحدود 2% وفي محاولة أخرى تم إطلاق أعداد أخرى من النوع نفسه ولكن معدل وزن السمكة في هذه المرة كان 5 غم، ولكن عدد الأسماك العائدة تراوح بين 6 إلى 8% من عدد الأسماك التي أطلقت إلى البحر. ومن الجدير بالذكر ان سمك السالمون الحميم له أهميته الكبيرة في سماكة اليابان .

## التربية في أنظمة المياه الدوارة المغلقة: Closed Recirculating water system

تستخدم أنظمة تدوير المياه المغلقة في تربية الأسماك لأغراض البحث العلمي والتجريبي وكذلك لتربية الميرقات في المفاسق ولأغراض تجارية. ويعود السبب في عدم انتشار مثل هذا النظام في تربية الأسماك على نطاق أوسع إلى ارتفاع الكلف غير المباشرة، خاصة الطاقة اللازمة لتشغيل المعدات والسيطرة على درجات

الحرارة وما يلائم النوع المراد تربيته. إضافة إلى كل ذلك فإن عدم الإلمام الكامل بجميع العوامل المسؤولة عن تغيير نوعية الماء وتدهورها نتيجة الاستعمال المتكرر للماء في مثل هذا النظام .

## المكونات الأساسية: Essential Components

تتألف أنظمة المياه الدوارة المغلقة بصورة عامة من أربعة مكونات أساسية هي:

أحواض الزراعة وحوض الترسيب الأولى والمصفي الحيوي وحوض التنقية. إن أحجام هذه المكونات يجب أن تكون متناسبة مع بعضها البعض وبما يلائم كمية الأسماك المراد تربيتها.

### أولاً: مخادع التربية : Rearing Chamber

كما في أنظمة تربية الأسماك شبه المغلقة والمفتوحة، تستخدم في الأنظمة المغلقة مخادع صغيرة للتربية مثل القنوات المستطيلة والأحواض الدائرية والسايولات. تختلف المواد المستخدمة في بناء مخادع الزراعة بشكل واسع وأن استعمالها يتوقف على عدة عوامل مثل : رغبة المربي وتوفر المواد والتكاليف وفي بعض الحالات على أنواع الأسماك المراد تربيتها. ومن المواد المستعملة والأكثر شيوعاً هي: الكونكريت والخشب والألياف الزجاجي Fiber glass وأنواع متعددة من البلاستيك المقولب والصفائح المعدنية (غير القابلة للصدأ أو التآكل في المياه العذبة). تختلف أبعاد مخادع الزراعة حسب الهدف من التربية فيها إذا كانت لأغراض البحث العلمي أم لأغراض تجارية. وتكون مخادع التربية عادة في حالة البحث العلمي أصغر من تلك المستخدمة لأغراض تجارية، وعلى العموم إن معظم الأحواض الدائرية والمستطيلة لا يتجاوز قطرها عن 10 م ونادراً ما يزيد عمقها عن 1م. وفي حالة استخدام مواد البناء أو الطلاء أو التغليف يجب التأكد من أنها غير سامة للأسماك.

### ثانياً: خزان الترسيب الأولي primary settling chamber

أن وظيفة خزان الترسيب الأولي هي استلام الماء المطروح من أحواض التربية بواسطة قناة تصريف رئيسية جامعة. يدخل الماء إلى حوض الترسيب الأولي ويخرج منه بالقرب من السطح وعبر فتحات دخول وخروج متباعدة للسماح للماء بالبقاء أطول فترة ممكنة في الحوض لترسيب أكبر قدر ممكن من المواد الصلبة والعالقة. وما يساعد على ذلك أيضاً هو أن يكون حوض الترسيب كبيراً ومناسباً لتخفيض سرعة جريان الماء في الحوض وتقليل حركة الماء مما يسهل عملية الترسيب للمواد العالقة. ومن الضروري جداً تأسيس فتحة للتصريف بالقرب من قاع خزان الترسيب تستخدم عند الضرورة للتخلص من المواد المترسبة والمتكونة بصورة رئيسية من فضلات الأسماك وبقايا الغذاء والكتل البكتيرية المتلبدة .

## ثالثاً : المصفي الحيوي : Biofilter

إنّ الوظيفة الأساسية للمصفي الحيوي هي إزالة نواتج الفعاليات الحيوية Metabolites الذائبة. تتم هذه العملية بواسطة النترة Nitrification للأمونيا  $NH_3$  التي تفرز من الحيوان عن طريق الكليتين والغلاصم للكائنات المائية وتحويلها إلى نترت  $No_2$  ومن ثم إلى نترات  $No_3$ . ولكي يكون المصفي الحيوي مؤثراً في تخفيض مستويات نواتج الفعاليات الحيوية وبما فيها الأمونيا والتي تعتبر من أهم المشاكل في أنظمة المياه الدوارة المغلقة، لذا يجب الحفاظ على الظروف الهوائية للمصفي الحيوي. وإذا أصبح المصفي الحيوي لا هوائياً فإنّ تركيز الأمونيا في الماء سيزداد بشكل كبير ويؤدي بالتالي إلى هلاك الأسماك وبصورة جماعية. ولتفادي ذلك يجب استخدام ضاغطات الهواء أو أي وسيلة أخرى لتهوئة الماء في المصفي الحيوي.

هناك أربعة أنواع أساسية من المصافي الحيوية هي :

### أ- المصافي القطارة Trickling Biofilters

يدخل الماء المصافي القطارة من الأعلى ويسمح له أن يمر عن طريق الجاذبية خلال المصفي بسرعة بحيث لا يغمر بيئة المصفي مع مراعاة كون كل الأجزاء الداخلية للمصفي مرطبة بالماء وباستمرار. وغالباً ما تستخدم أذرع دوارة تعمل على نشر الماء الداخل على سطح بيئة المصفي.

### ب- مصافي التيارات المائية الصاعدة : Updrafts Filters

يدخل الماء إلى المصفي على شكل تيار صاعد عند القعر وينتقل إلى الأعلى مخترقاً بيئة المصفي ليخرج عند/ أو بالقرب من الجهة العليا. وقد تندمج حجرة أو حوض الترسيب الأولى مع مصفي التيارات الصاعدة عن طريق تصميم الوحدة بحيث يؤدي غرضين في آن واحد، عزل المواد الصلبة تحت مستوى فتحة دخول الماء وكذلك للمعاملة الحيوية.

### ج - المصافي الحيوية المغمورة : Submerged Filters

إنّ تصميم هذا المصفي يشابه أحواض الترسيب الأولية ما عدا كون المصفي الحيوي يحتوي على بيئة تنشأ عليها المستعمرات البكتيرية. يدخل الماء من إحدى الجهات العليا للمصفي ومن ثم يمر خلال بيئة المصفي وبالتالي يخرج من الجهة العليا المقابلة لفتحة دخول الماء. وبإمكان المصفي الحيوي المغمور أن يعمل بالاندماج مع غطاء يحتوي على سدود أو موانع تجبر الماء الداخل بالضغط على بيئة المصفي عبر هذه السدود وبصورة متعاقبة .

### د- مصفي القرص الدوار : Rotating Disc Filter

يختلف هذا المصفي عن بقية المصافي الحيوية الأخرى من حيث أن البيئة المستخدمة تكون متحركة في الماء وعلى عكس بقية المصافي التي تكون فيها البيئات ثابتة. تتكون البيئة في المصفي ذات الأقراص الدوارة من عدد كبير من الصفائح الدائرية والمثبتة على محور دوار يوضع في الحوض بحيث يكون نصف كل قرص مغمور في الماء والنصف الآخر يعرض للجو وعلى أن يكون دوران الأقراص ببطئ وبعده قليل من الدورات في الدقيقة الواحدة. تبني البكتيريا مستعمراتها على الصفائح كما في بقية المصافي الحيوية، ولكن تكون البكتيريا في هذا النوع معرضة للماء المحمل بنواتج الأيض من الأسماك بدرجة أكبر حيث تحصل البكتيريا على العناصر الغذائية من هذه النواتج وكذلك على الأوكسجين. ونظراً لنجاح هذه المصافي في مجال تربية الأسماك فقد شاع استعمالها وعلى نطاق واسع من قبل مربى الأسماك.

### حجم المصفي الحيوي : Biofilter Size

أن حجم المصفي الحيوي يعتمد على عدة عوامل منها : عدد ونوع الأسماك والكتلة الحيوية الكلية Total biomass لها في أحواض التربية وحجم الماء الكلي للمنظومة المدور فيها الماء وكذلك معدل تدفق الماء إلى المصفي الحيوي، كل هذه العوامل يجب أن تؤخذ بنظر الإعتبار عند تصميم منظومة ماء دوار مغلقة. وعند وضع نظام ماء مغلق موضع التشغيل لأول مرة فإن المصفي الحيوي سوف لن يؤدي وظائفه ما لم يستعمر بالبكتيريا المناسبة، وقد يستغرق ذلك عدة أسابيع .

عندما تستزرع أحواض التربية المرتبطة بمنظومة ماء مغلقة بالأسماك ولأول مرة، فإن إحتياجات الحجم للمصفي الحيوي ربما تكون صغيرة، طالما هناك كتلة حيوية قليلة من الأسماك في مخادع التربية وأن كمية الفضلات التي ستعالج ليست كبيرة جداً. هذا وكلما نمت الأسماك المستزرعة، فإن كفاءة المصفي الحيوي ربما تضعف إلى حد بحيث لا يطرأ أي تحسن إطلاقاً على نوعية الماء المار خلال المصفي الحيوي ولذلك يصبح من الضروري أخذ نماذج من الماء المطروح من المصفي الحيوي وعلى الأقل مرة واحدة في اليوم لتقدير تراكيز كل من الأمونيا والأوكسجين الذائب والأس الهيدروجيني (pH). وعندما يتم تشخيص مؤشر معين لفقدان كفاءة المصفي الحيوي، يجب إتخاذ الإجراءات اللازمة لتصحيح الحالة. وقد يشتمل ذلك على تغيير معدل دفق الماء خلال المصفي الحيوي وإضافة هواء أكبر إلى مخادع التربية وزيادة حجم بيئة المصفي او تخفيف الكثافة السمكية .

### بيئات المصفي الحيوي : Biofilter Media

أن التغيرات او التحولات الكيماوية التي تتم في المصافي الحيوية تُنجز بواسطة أنواع مختلفة من البكتيريا والتي بدورها تحتاج إلى بيئة هوائية ومساحة سطحية واسعة لكي تنمو وتتطور عليها. يُعد الرمل

والحصى من أكثر البينات الحيوية التي استُخدمت سابقاً، ولكن هذه المواد الثقيلة تتطلب مخادع أو خزانات قوية قادرة على حملها. كما أنّ الخزانات التي تحتوي على الطمي والرمل تتعرض للإنسداد وبصورة متكررة مما يتطلب الى إتخاذ إجراءات الضخ العكسي المتكرر لمنع مثل هذا الإنسداد والذي يحدث بفعل جزيئات الغذاء والفضلات التي تطرحها الأسماك والأغشية البكتيرية التي تنسلخ من البيئة وتعمل على سد المسامات الموجودة بين الحصى والرمل .

عندما تستخدم كثافات سمكية قليلة جداً تصل إلى حد مئات الغرامات/لتر وتغذى بكميات قليلة كما هو عليه الحال في تربية أسماك الزينة في أحواض زجاجية Aquaria فإنّ الفحم Charcoal أو قشور المحار إضافة الى الرمل والحصى تعتبر من البينات الجيدة كمصاف حيوية وذات كفاءة عالية في التنقية. ولكن عندما تربي الأسماك بكثافات عالية جداً ولأغراض تجارية فإنه يتطلب استخدام البينات ذات الكفاءة العالية في التصفية الحيوية مثل المواد البلاستيكية الخاملة كالبولي فينايل كلورايد (pvc) Polyvinyl chloride. ويمكن الحصول على هذه المواد كفضلات أو بقايا تصنيع المواد أو الاتابيب البلاستيكية، والمواد الأخرى التي يمكن إستخدامها كبنات في المصافي الحيوية وبنجاح كبير هي التفلون Teflon والستايروفوم Styrofoam. وعلى العموم فإنّ استخدام هذه المواد في المصافي الحيوية يتطلب تكسيها إلى قطع صغيرة بحيث تعطي أكبر مساحة سطحية ممكنة تتخلها الفراغات ومن دون أن تكون مترابطة بدرجة كبيرة تمنع مرور الماء من بينها أو مؤدية إلى ما يدعى ظاهرة التخديد Channeling للماء. ويفضل وضع غطاء فوق المصفي الحيوي لمنع القطع البلاستيكية من الطفو على السطح.

#### رابعا : حوض التنقية الثانوي : Secondary settling chamber

إنّ بعض أنظمة تدوير المياه المغلقة تستخدم خزان تنقية ثانوي أو نهائي . فائدة هذا القسم من وحدة التصفية تكمن في تجميع المواد الصلبة التي قد تخترق المصفي، إنّ وجوده كجزء من وحدة التصفية يعتبر ضرورياً ومكماً لعملية تنقية الماء قبل ضخه الحيوي مخادع التربية. إن تصميم حوض التنقية النهائي ( الثانوي) من الناحية العملية يشابه خزان التنقية الأولى، و يجب التاكيد على أهمية الحفاظ على سرعة جريان بطينة للماء في هذا المصفي لأهمية ذلك في عملية الترسيب وكما هو عليه الحال في خزان التصفية الأولى.

#### تدوير الماء في المنظومة : Recycling of water

إنّ التقليل من استخدام المعدات الميكانيكية في أنظمة المياه الدوارة يعني فرصة أقل في حصول الخلل فيها. ففي حالة استخدام مضخة واحدة وذات نوعية عالية ولها القدرة في الإستمرار ولفترة طويلة لا تقل عن سنة، فإن مثل هذه المضخة تجعل نظام الماء يعمل بكفاءة عالية. ويفضل أن تتم تهيئة مضخة أخرى وبنفس الحجم

وبحيث تكون جاهزة للعمل عند الضرورة. إن حجم وطاقة المضخة المستخدمة يعتمد على حجم وعدد أحواض التربية وكذلك على الحجم الكلي لوحدة التنقية.

يفضل استخدام خزان كبير لإستلام الماء من المضخة وبحيث يوضع على سطح البناية في حالة نصب منظومات مياه دوارة مغلقة داخل الأبنية وذلك للإستفادة من ضغط الماء أثناء دخوله إلى مخادع التربية وذلك عن طريق إسقاطه على سطح ماء الحوض ومن ارتفاع ٢٠ - ٣٠ سم لزيادة تهوية الماء. كما بالإمكان تثبيت جهاز التدفئة Heater مع منظم الحرارة Thermostat في مثل هذا الخزان ويملاً من حوض الترسيب الثانوي.

### الأجهزة والمعدات الاحتياطية في المنظومة :

يجب تهيئة معدات وأجهزة احتياطية لغرض نصبها عند الضرورة في أي نظام من أنظمة الزراعة الكثيفة وخاصة أنظمة تدوير المياه المغلقة، ومن هذه الأجهزة ما يلي: مضخات الماء Water pumps وضغطات الهواء Air compressors أو أجهزة التهوية Air blowers الكهربائية تعتبر جميعها من الأجهزة الاحتياطية المهمة في أي منظومة ماء دوار مغلقة. ففي حالة عطل مضخة دفع الماء فان تهوية الماء ستبقى مستمرة عن طريق ضاغطات الهواء المستمرة في العمل ولحين إصلاح أو إستبدال مضخة الماء، وبذلك يمكن تفادي حدوث الهلاكات الجماعية للأسماك والتي قد تنجم عن التدهور السريع في نوعية الماء. هذا في حالة عطل المضخة ويحدث الشيء نفسه في حالة عطل ضاغطات الهواء فإن إستمرار المضخة في العمل سيؤمن حاجة الأسماك من الأوكسجين الذائب بعض الشيء ولحين إصلاح ضاغط الهواء أو إستبداله. وتعتبر المولدات الكهربائية Generators Electric والتي تعمل بالكازولين أو الديزل من الأجهزة الاحتياطية المهمة في حالة إنقطاع التيار الكهربائي لكونها تعمل على إستمرارية تشغيل أجهزة التهوية والمضخات، إضافة إلى هذه الأجهزة الاحتياطية الأساسية فإنّ بعض مربي الأسماك يحتفظون بعدد من اسطوانات الأوكسجين المضغوط لإستخدامها عند الضرورة. وتستخدم حالياً مولدات الأوزون Ozone generators والأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet rays (UV) في القضاء على البكتريا والكائنات الحية غير المرغوبة ولتحسين نوعية الماء. إن إستعمال مثل هذه الأجهزة في أنظمة المياه الدوارة يجب أن يتم تحت إشراف الأختصاصيين لأنها تتطلب تقنية عالية.