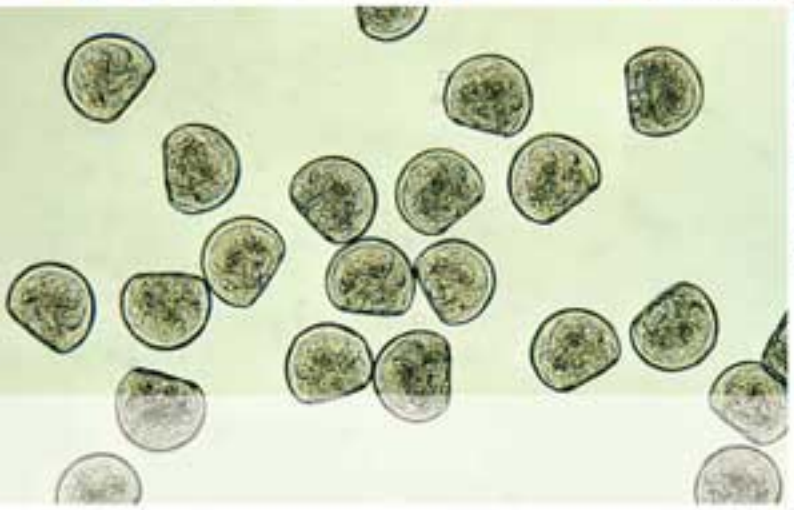
ISSN 1020-9174

سلسلة
دراسات
مصايد الأسماك

٤٧١

التفريخ الاصطناعي للصدفيات

دليل عملي



FAO
FIAT PANIS

صور الغلاف:
من اليسار إلى اليمين ابتداء من الأعلى: اسطوانات الفيبرجلاس المستخدمة في استزراع الطحالب الدقيقة؛ مفرخ محار صغير من الداخل؛ حضانة عائمة لصغار المحار؛ صورة مجهرية ليرقة محار *Crassostrea gigas* (مأخوذة من Michael M. Helm)؛ أنثى تضع البيض من نوع صدف مانيللا (مأخوذة من Brian Edwards).

سلسلة
دراسات
مصايد الأسماك

٤٧١

التفريخ الاصطناعي للصدفيات

دليل عملي

إعداد

Michael M. Helm

مستشار المنظمة

نوفا – سكوتيا، كندا

Neil Bourne

مستشار المنظمة

كولومبيا البريطانية، كندا

جمع وتحرير

Alessandro Lovatelli

إدارة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في المنظمة

روما، إيطاليا

ترجمة

Fatma Aly Abdelrazek

المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد

الإسكندرية، مصر

Zakia Massik

المعهد الوطني للبحث في الصيد البحري

الدار البيضاء، المغرب

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

روما، ٢٠٠٧

الأوصاف المستخدمة في هذه المواد الإعلامية وطريقة عرضها لا تعبر عن أي رأي خاص لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة فيما يتعلق بالوضع القانوني أو التنموي لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو فيما يتعلق بسلطاتها أو بتعيين حدودها وتخومها. ولا تعبر الإشارة إلى شركات محددة أو منتجات بعض المصنعين، سواء كانت مرخصة أم لا، عن دعم أو توصية من جانب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أو تفضيلها على مثيلاتها مما لم يرد ذكره.

تمثل وجهات النظر الواردة في هذه المواد الإعلامية الرؤية الشخصية للمؤلف (المؤلفين)، ولا تعكس بأي حال وجهات نظر منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة.

ISBN 978-92-5-605224-7

جميع حقوق الطبع محفوظة. ويجوز استنساخ ونشر المواد الإعلامية للأغراض التعليمية، أو غير ذلك من الأغراض غير التجارية، دون أي ترخيص مكتوب من جانب صاحب حقوق الطبع، بشرط التنويه بصورة كاملة بالمصدر. ويحظر استنساخ هذه المواد الإعلامية لأغراض إعادة البيع، أو غير ذلك من الأغراض التجارية، دون ترخيص مكتوب من صاحب حقوق الطبع. وتقدم طلبات الحصول على هذا الترخيص إلى:

Chief
Electronic Publishing Policy and Support Branch
Communication Division
FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

أو بواسطة البريد الإلكتروني:

copyright@fao.org

© FAO 2007

اعداد هذا الكتيب

هذا الكتيب يعتبر جزءا من برنامج النشر في قسم المصايد لخدمة الثروات المائية والاستزراع المائي التابعة لمنظمة الاغذيه والزراعة للامم المتحدة. وهو يمثل خلاصة الطرق الحالية المطبقة في الاستزراع المكثف في مفرخات المحار وأوجه التشابه والاختلافات في مجال تربية الأصداف والمحار والاسكالوب في المناطق ذات الأجواء المختلفة. تم وصف كل الحقائق عن طرق الاستزراع مع الاخذ في الاعتبار اختيار الموقع لتطوير المفرخ عند تصميم التجهيزات المناسبة. كما يحتوي الكتيب ايضا على طرق تداول زريعة المحار بعد مرحلة المفرخ عند تحضينها إما على اليابسة أو في البحر قبل التسمين. يهدف كذلك هذا الكتيب الى مساعدة كل الفنيين اللذين يدخلون هذا المجال والمستثمرين اللذين لديهم الإهتمام بتقييم عمليات الإنتاج المكثف في المفرخات.

قام المؤلفون بتجميع ثمانون عاما من الخبرات في البيولوجيا، الادارة وتشغيل المفرخات مع احتواء الطرق العاديه المستخدمه في استزراع أنواع المحار في أجزاء مختلفه من العالم.
تم تجهيز هذا الكتيب بتنسيق كامل مع أليسندرو لوفاتلي **Alessandro Lovatelli** مسؤول الثروة السمكية (الاستزراع المائي).

يود المؤلفون أن يتقدموا بالشكر الى كثير من زملائهم وكذا الرواد القدماء والحاليين في هذه الصناعة لعطائهم غير المحدود والذي بدونه لم يكن من الممكن اخراج هذا الكتيب.
تم تصميم النسخة العربية لهذا الكتاب، منصور مشوكي **Mansour Mechouki**.
كل الصور تم التقاطها بواسطة المؤلفين ما عدا ما تم الاشاره اليه بالشكر.

التوزيع:
مديري المصايد
مصلحة مصائد الأسماك بمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO
مسؤولي المصايد بمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO في المكاتب الإقليميه والفرعيه.
قائمة المراسلة لدى ادارة تربية الاحياء المائية FI

الملخص

تعتبر تربية المحار ذي المصراعين مهمة وسريعة الانتشار في عالم تربية الأحياء المائية حيث تمثل حوالي ٢٠٪ من إنتاج هذا القطاع، بما يعادل ١٤ مليون طن في عام ٢٠٠٠. على الرغم من أن المخزون الطبيعي يقارب أو يفوق الحد الأقصى للاستغلال المنظم والمستدام، فإن معظم إنتاج المحار يأتي من المصادر الطبيعية، و يعتبر تحسين المخزون، الذي يتم عن طريق تجميع وإعادة توزيع الزريعة في كل شكل من أشكال الاستزراع المكثف والانتشاري، من التطبيقات المعتادة على مستوى العالم، وبما أن هناك ضغط متزايد على استخدام المناطق الساحلية، فإنه لا يمكن تأمين الإمداد بالأجيال الجديدة. ويعتبر إنتاج الزريعة في المفرخات حلا لمواجهة الاحتياجات من زريعة المحار ذو القيمة العالية مثل أصداف (البطلينوس) والمحار المروحي. يمثل إنتاج الزريعة من المفرخات في الوقت الحالي نسبة صغيرة فقط من الاحتياج الكلي من الزريعة، ومن المرجح أن تزيد أهميته مع استمرار العمل في إنتاج سلالات منتخبة وراثياً لها صفات مطلوبة مناسبة للظروف الخاصة.

وقد بدأت مفرخات المحار في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية في الستينات، ومنذ ذلك الوقت فإن الإلمام بالمتطلبات البيولوجية لعدة أجناس استعملت عالميا لإنتاج الأحياء المائية والتقنية المستخدمة في إنتاجها، في تقدم ونمو مستمر. يعرض هذا الكتيب معا الوضع الحالي للمعلومات المتداولة بوصفه جميع أنواع المفرخات ومراحل إنتاجها بدءا من الأرصدة إلى مرحلة الحصول على زريعة في حجم مناسب يمكن من نقلها إلى المسطحات البحرية المناسبة للنمو. لقد تم التركيز أكثر على الطرق المكثفة لإنتاج الزريعة والتجهيزات المطلوبة لبناء المفرخ أكثر بالمقارنة مع الطرق المنتشرة لإنتاج الزريعة في أنظمة الاستزراع على اليابسة. ولاستكمال الصورة، فإن مرحلة التحضين المتوسط في الإنتاج، التي تعتبر المرحلة ما بين المفرخ والمسطح البحري للنمو، ومفهوم خلفية كيفية الاستزراع عن بعد قد وصف ونوقش بعمق.

ليس المقصود بهذا الكتيب أن يكون بحثاً علمياً محضاً في الموضوع، بل، إنه يزود القارئ بمعلومات عملية وتقنية بما هو مطلوب للوصول إلى الموارد وكذلك تفاصيل كيفية التعامل وإدارة المراحل المختلفة للمحار في دورة إنتاجه بالمفرخات. هناك أمثلة توضيحية عديدة للأنواع المربا ة خاصة في المناطق المعتدلة والأكثر شيوعا، وهي تتضمن المحار الباسيفيكي ***Crassostrea gigas*** و المحار الأمريكى (الشرقي) ***Crassostrea virginica***، و المحار الأوروبي المفلطح ***Ostrea edulis***، و أصداف المانيلا ***Tapes philippinarum*** وسلسلة من أنواع الاسكالوب. كما أن الطرق التي تم شرحها يمكن تطبيقها تماماً على المحار الذي يعتبر أقل قيمة على اعتبار مرتبته في الإنتاج العالمي.

ولقد أقر مؤلفوا هذا الكتيب أن إنتاج المحار من المفرخات يعتبر نوعا من الفن العلمي أو علما قائما بذاته. وتوجد عدة طرق لتشغيل وإدارة المفرخ، كما هناك مفرخات لها إمكانية تكنولوجية عالية الدقة تمكن من التحكم في كل أجزاء من الإنتاج. و بهذا الخصوص فإن مديري المفرخات، الخبراء منهم، قد يعتبرون بأن المعلومات التفصيلية الكثيرة مبالغ فيها. بينما اعتبر المؤلفون أن التأسيس الدقيق للمشتركين الجدد في هذا المجال ليس فقط تعلم كيفية القيام بالمراحل المختلفة، ولكن معرفتهم بالأسس البيولوجية التي تفسر لماذا تم عملها بتلك الطريقة. ولذلك فإن محتوى هذا الكتيب ملائم على حد سواء، لتشغيل مفرخ تجريبي متحكم فيه عن قرب أومفرخ يستهدف السوق التجاري.

وبالإضافة إلى التفسيرات التقنية لتربية الصدفيات والطرق المستخدمة لذلك فإن هذا الكتيب يحتوي على معلومات مختصرة لطرق التعرف على المواقع المناسبة لتحديد موقع المفرخ والاعتبارات المطلوبة في التخطيط والتصميم له. وكذلك يحتوى على الجديد والحديث لتحسين وتحقيق احتمالية النجاح الاقتصادي في صناعة المفرخات في المستقبل القريب، ومواضيع مميزة مثل تعدد الصبغيات، تطور ونمو الأنواع المنتخبة وحفظ الأمشاج الوراثية بالتبريد الشديد والحصول على الجديد في الأغذية غير الحية.

الكلمات المفتاحية: الاستزراع البحري، تربية المحار ذي المصراعين، مفرخات المحار ذو المصراعين، حضانات المحار ذي المصراعين، إنتاج زريعة المحار، المحار، الأصداف، المحار المروحي.

Helm, M.M.; Bourne, N.; Lovatelli, A. (comp./ed.)
Hatchery culture of bivalves. A practical manual.
FAO Fisheries Technical Paper. No. 471. Rome, FAO. 2004. 179p.

المحتويات

اعداد هذا الكتيب iii
الملخص iv
قائمة الأشكال xi
قائمة الجداول xv
المصطلحات xvi
الاختصارات، الألفاظ الأوائل والتحويلات xix

المقدمة ١

الجزء ١: اختيار الموقع والاعتبارات الاقتصادية في تصميم المفرخ

١-١ اختيار الموقع ٥
١-١-١ المقدمة ٥
١-١-٢ الاعتبارات ٦
١-١-٢-١ القوانين ٦
١-١-٢-٢ جودة مياه البحر ٦
١-١-٢-٣ تحديد موقع المفرخ ٧

١-٢ اعتبارات تصميم المفرخ ٨
١-٢-١ المقدمة ٨
١-٢-٢ نظام مياه البحر ٩
١-٢-٣ المخطط العام للمفرخ ١٢
١-٢-٣-١ تجهيزات استنبات الطحالب ١٢
١-٢-٣-٢ منطقة الحفاظ على الأرصدة ووضع البيض ١٤
١-٢-٣-٣ منطقة تربية اليرقات ١٤
١-٢-٣-٤ منطقة تربية الصغار ١٤
١-٢-٣-٥ أماكن أخرى ضرورية ١٥

١-٣ الاعتبارات الاقتصادية ١٥

١-٤ المراجع المقترح قراءتها ١٦

الجزء ٢- أسس بيولوجية للمحار ذي المصراعين: التصنيف والتشريح وتاريخ الحياة

٢-١ التصنيف والتشريح ١٩
٢-١-١ المقدمة ١٩
٢-١-٢ التشريح الخارجي ٢٠
٢-١-٣ التشريح الداخلي ٢١

٢-٢ تاريخ الحياة ٢٤
٢-٢-١ تطور المناسل ووضع البيض ٢٤

٢-٢-٢ التطور الجيني ونمو اليرقات ٢٥
٢-٢-٣ التحور ٢٧
٢-٢-٤ التغذية ٢٧
٢-٢-٥ النمو ٢٧
٢-٢-٦ الوفيات ٢٨

٢-٣ المراجع المقترح قراءتها ٢٩

الجزء -٣ عملية التفريخ: استنبات الطحالب

٣-١ المقدمة ٣١
٣-٢ الحفاظ على مخزون الطحالب وبداية الاستنبات ٣٤
٣-٢-١ طرق التعامل مع مخزون الطحالب ٣٥
٣-٢-٢ طرق التعامل مع بداية الاستنبات ٣٨
٣-٣ استنبات الطحالب على نطاق متوسط ٣٩
٣-٣-١ مراحل نمو استنبات الطحالب ٤٠
٣-٣-٢ تفاصيل تشغيل استنبات الطحالب على نطاق متوسط ٤١
٣-٣-٣ تقدير كثافة الطحالب ٤٣
٣-٤ استنبات الطحالب على نطاق كبير ٤٦
٣-٤-١ الاستنبات في الأكياس والأسطوانات ٤٧
٣-٤-٢ الاستنبات باستخدام الإضاءة الداخلية ٤٩
٣-٤-٣ أسس استنبات الطحالب على نطاق كبير ٤٩
٣-٤-٤ النظم الآلية للاستنبات على نطاق كبير ٥٣
٣-٤-٥ العقبات ٥٤
٣-٤-٦ الاستنبات الخارجي الانتشاري ٥٥
٣-٥ المراجع المقترح قراءتها ٥٦

الجزء -٤ عملية التفريخ : تجهيز الأصول ووضع البيض والإخصاب

٤-١ تجهيز الأرصدة ٥٩
٤-١-١ المقدمة ٥٩
٤-١-٢ طرق التجهيز ٦٢
٤-١-٢-١ أنظمة الأحواض ومعالجة المياه ٦٢
٤-١-٢-٢ تغذية الأصول ٦٥
٤-١-٢-٣ حساب كمية الغذاء لتجهيز الأرصدة ٦٦
٤-١-٢-٤ ضبط كمية الطحالب في أنظمة المياه الجارية ٦٧
٤-١-٢-٥ التجهيز الموسمي المبكر للأرصدة على مرحلتين ٦٧
٤-١-٣ تجهيز أمهات المحار في المناطق الحارة ٦٨
٤-٢ وضع البيض والإخصاب ٦٨
٤-٢-١ المقدمة ٦٨
٤-٢-٢ استخلاص الأمشاج ٧٠
٤-٢-٣ الحالة الخاصة بالمحار المفلطح ٧١
٤-٢-٤ الحث الجنسي للمحار واضع البيض ٧٤

٤-٢-٤-١ طريقة الدورة الحرارية ٧٥
٤-٢-٤-٢ وضع البيض في المحار المنفصل الجنس ٧٦
٤-٢-٤-٣ وضع البيض في المحار الخنثوي ٧٧
٤-٢-٥ طرق الإخصاب ٧٩

٤-٣ المراجع المقترح قراءتها ٨٠

الجزء ٥- تشغيل المفرخ: تربية اليرقات، الطرق الأساسية، العوامل المؤثرة على الإنماء والبقاء والالتصاق والتحور

٥-١ الطرق الأساسية ٨٤
٥-١-١ المقدمة ٨٤
٥-١-٢ طرق التطور الجنيني ٨٤
٥-١-٢-١ أحواض للأجنة واليرقات ٨٤
٥-١-٢-٢ معالجة المياه ٨٥
٥-١-٢-٣ تربية الأجنة ٨٦
٥-١-٣ طرق تربية اليرقات ٩٢
٥-١-٣-١ بداية تربية اليرقات ٩٣
٥-١-٣-٢ رعاية اليرقات المرباة ٩٤
٥-١-٤ زيادة كفاءة إنماء اليرقات ٩٧
٥-١-٤-١ التربية المكثفة ٩٧
٥-١-٤-٢ التربية في نظام المياه الجارية ٩٨
٥-١-٥ نمو وبقاء اليرقات ١٠١

٥-٢ الغذاء والتغذية ١٠٢
٥-٢-١ المقدمة ١٠٢
٥-٢-٢ الاعتبارات الغذائية ١٠٣
٥-٢-٣ مكونات الغذاء ومعدلاته ١٠٥
٥-٢-٣-١ استراتيجيات التغذية ١٠٨
٥-٢-٣-٢ حساب معدل الغذاء ١٠٩

٥-٣ العوامل المؤثرة على الإنماء والبقاء ١١١
٥-٣-١ المقدمة ١١١
٥-٣-٢ تأثير الحرارة والملوحة ١١١
٥-٣-٣ جودة مياه البحر ١١٤
٥-٣-٤ جودة البيض واليرقات ١١٧
٥-٣-٥ الأمراض ١٢٠

٥-٤ الالتصاق والتحور ١٢٢
٥-٤-١ المقدمة ١٢٢
٥-٤-٢ اكتمال نمو اليرقات ١٢٣
٥-٤-٣ اليرقات الملتصقة ١٢٤
٥-٤-٣-١ منشطات الالتصاق ١٢٤
٥-٤-٣-٢ الأسطح المناسبة للالتصاق ١٢٤

٥-٥ المراجع المقترح قراءتها ١٣٠

الجـزء –٦ عملية التفريخ: تربية الصغار في موقع يمكن التحكم فيه عن بعد داخل المفرخ وفي أماكن التحضين

٦–١ المقدمة ١٣٥

٦–٢ المتابعة في المواقع البعيدة ١٣٧

٦–٢–١ الصيغة ١٣٧

٦–٢–٢ تحضير اليرقات من أجل الإرسال ١٣٨

٦–٢–٣ التحضيرات في المواقع البعيدة ١٣٨

٦–٢–٤ استقبال اليرقات المكتملة النمو ١٤٠

٦–٢–٥ وضع اليرقات ونمو الصغار ١٤٠

٦–٣ طرق إنماء الصغار في مراحلها الأولى ١٤٢

٦–٣–١ المقدمة ١٤٢

٦–٣–٢ طرق نمو الصغار على أسطح معدة للإلتصاق ١٤٢

٦–٣–٣ طرق نمو الصغار غير الملتصقة ١٤٣

٦–٣–٤ تشغيل الأنظمة المغلقة ذات التيارات التصاعدية ١٤٦

٦–٣–٥ تشغيل الأنظمة المغلقة ذات التيارات التساقطية ١٤٧

٦–٣–٦ فرز وتعيين الصغار ١٤٨

٦–٣–٧ تشغيل الأنظمة ذات المياه الجارية ١٥٠

٦–٤ الغذاء ومعدلات التغذية للصغار في المراحل الأولى ١٥١

٦–٤–١ تركيب أنواع الغذاء ١٥١

٦–٤–٢ حساب معدلات الغذاء ١٥٢

٦–٥ النمو ومعدل البقاء ١٥٤

٦–٥–١ الاختلافات في معدلات النمو للصغار في الأنواع المختلفة ١٥٤

٦–٥–٢ تأثير معدلات الغذاء على النمو ١٥٥

٦–٥–٣ التأثير المشترك لمعدل الغذاء والحرارة ١٥٧

٦–٥–٤ معدل البقاء ١٥٨

٦–٥–٥ الإنتاج في المفرخات ١٦٠

٦–٦ التربية في أماكن التحضين ١٦٠

٦–٦–١ التحضين على اليابسة ١٦٠

٦–٦–٢ التحضين على العائمات ١٦٤

٦–٧ المراجع المقترح قراءتها ١٦٦

الجـزء –٧ مستقبل المفرخات: التطور التكنولوجي

٧–١ التركيب الوراثي ١٧١

٧–١–١ الصبغيات المتعددة ١٧٢

٧–١–٢ الوراثة النوعية والجزيئية ١٧٣

٧–٢ المستقبل ١٧٥

٧–٣ المراجع المقترح قراءتها ١٧٧

قائمة الأشكال

الشكل ١: إنتاج المحار (مليون طن متري) المصطاد من البحر ومن الاستزراع المائي..... ١

الشكل ٢: مقارنة الإنتاج المتدهور المصطاد من المصائد الطبيعية..... ٢

الشكل ٣: صور مختارة توضح الاختلافات في الحجم ومهارة الإنشاء المتواجدة في أنحاء العالم ٨

الشكل ٤: رسم توضيحي للمراحل المختلفة لمعالجة مياه البحر لاستخدامات المفرخ من بداية الأنابيب الداخلة إلى المواقع التي تستخدم فيها المياه في أغراض مختلفة من التشغيل..... ١٠

الشكل ٥: مخطط أرضي عام لغرض بناء مفرخ المحار (انظر الجزء التالي للشرح)..... ١٣

الشكل ٦: الملامح الخارجية والداخلية لصدفة المصراعين لصدفة ***Mercenaria mercenaria***..... ٢٠

الشكل ٧: الشكل التشريحي للجزء الرخو الداخلي لمحار من جنس ***Tapes*** ٢٠

الشكل ٨: تشريح الأنسجة الرخو ة في المحار الأوروبي المفلطح ***Ostrea edulis*** ومحار كاليكلوسكالوبا ***Argopecten gibbus***، الأجزاء الظاهرة التالية بعد نزع إحدى الصدفتين للمحار..... ٢١

الشكل ٩: شكل تشريحي للأنسجة الداخلية الرخو ة لنوع الأسكالوبا المخنث ٢٢

الشكل ١٠: صورة ميكروسكوبية لقطاعات هستولوجية في مبيض المحار المروحي ***Argopecten gibbus*** أثناء عملية تكوين الأمشاج ٢٤

الشكل ١١: عرض لمراحل التطور لنوع كاليكوسكالوبا ***Argopecten gibbus*** التي تتم بالمفرخ ٢٦

الشكل ١٢: صور مجهرية لنوعين من الطحالب التي تستنبت عموما في المفرخات، (أ) ***Isochrysis*** sp. و ***Tetraselmis*** sp. (ب) موضح بها الاختلافات النسبية في حجم الخلية ٣١

الشكل ١٣: خطوات إنتاج الطحالب..... ٣٣

الشكل ١٤: طريقة استنبات الطحالب توضح المدخلات اللازمة ٣٣

الشكل ١٥: حضانات محكمة في درجات الحرارة والإضاءة لحفظ استنباتات الطحالب الصغيرة..... ٣٤

الشكل ١٦: أ – رسم تخطيطي لحجرة نقل الاستنبات. ب – أتوكلاف مناسب لتعقيم الأحجام الصغيرة المستعملة للوسط الغذائي للإستنبات..... ٣٥

الشكل ١٧: صور فوتوغرافية توضح نموذجا كاملا من التجهيزات لحفظ بداية الاستنبات..... ٣٩

الشكل ١٨: منظورين مختلفيتن من استنبات الطحالب على نطاق متوسط ٤٠

الشكل ١٩: مراحل نمو الطحالب المستنبة موضحة بمنحنى النمو الفعلي لنوع الفلاجيلات الخضراء ***Tetraselmis suecica*** ٤١

الشكل ٢٠: رسم تخطيطي للعلامات الخطية على شريحة الهيموسيتوميتر..... ٤٤

الشكل ٢١: العدادات الالكترونية الجزيئيةالمستخدمة في المفرخات وذلك لعد كثافة الخلايا الطحلبية المستنبتة ٤٥

الشكل ٢٢: الاستنبات على نطاق كبير في أحواض مستطيلة أو دائرية بإضاءة في الأمام ٤٦

الشكل ٢٣: أحواض استنبات الطحالب ماء بسعة ٢٠٠ لتر ماء مبرد ذو كفاءة، ٤٦

الشكل ٢٤: أمثلة من أكياس البولي إثيليين والنوع الشمسي، وأنظمة استنبات الطحالب الفيبرجلاس الأسطوانية..... ٤٧

الشكل ٢٥: العلاقة بين إنتاجية نظام الاستنبات (المحصول)والطاقة الضوئية..... ٥٠

الشكل ٢٦: تأثير شدة الإضاءة على إنتاج ***Tetraselmis*** في أوعية استنبات ٢٠٠ لتر مضاءة داخليا ٥١

الشكل ٢٧: تأثيرات أ – كثافة الخلايا ما بعد الحصاد (PHCD) وب– pH على معدل انقسام الخلايا وتأثير درجة الملوحة على إنتاجية الاستنباتات من ***Tetraselmis suecica*** – حـ..... ٥١

الشكل ٢٨: العلاقة بين الكثافة ما بعد حصاد الخلايا (PHCD) وحجم الخلايا بدلالة الوزن
الإنتاجية للاستنبات شبه المستمر لـ ***Tetraselmis suecica*** ٥٢

الشكل ٢٩: العلاقة بين كثافة الخلية بعد الحصاد والإنتاج عند كثافة الخلية القياسي بالنسبة
لاستنباتات ***Skeletonema costatum*** بتشغيل شبه مستمر عند قوتين إضاءة وتركيزات السليكات..... ٥٢

الشكل ٣٠: رسم تخطيطي لنظام الاستنبات المستمر («طور بيدوستات») ***Turbidostat*** ٥٣

الشكل ٣١: أمثلة إنتاج طحالب مستنبة على نطاق كبير في الخارج..... ٥٥

الشكل ٣٢: نموذج متكامل لنظام تجهيز الأصول..... ٦٠

الشكل ٣٣: تشريح لنوع كاليكو اسكالوب (***Argopecten gibbus***) الناضج جنسيا ٦٠

الشكل ٣٤: اختيار الأصداف الشائع تربيتها في المفرخات ٦١

الشكل ٣٥: رسم تخطيطي وتوضيحي لـ أ – تدفق خلال حوض الأصول حيث يعلق البالغون
في القاع في صينية من الشبك بفتحة كبيرة في القاعدة لكي لا تحتفظ بالاخراج والبقايا
ب – حوض مماثل وملائم لترشيح الحصوة..... ٦٢

الشكل ٣٦: أمثلة مختلفة لأشكال أحواض المياه الجارية المستخدمة في تجهيز الأصول..... ٦٣

الشكل ٣٧: حوض الأصول بسعة ١٢٠ لتر مجهزة ب ٥٥ محار بمتوسط ٨٠جم وزن حي ٦٤

الشكل ٣٨: انثى أصداف المانيلا..... ٧٠

الشكل ٣٩: الحصول على الأمشاج ونقلها من المحار الباسيفيكي إلى كأس به ماء مرشح ٧١

الشكل ٤٠: تشريح المحار المفلطح النامي، ***Ostrea edulis*** ٧٢

الشكل ٤١: المراحل التحضينية في المحار الأوروبي المفلطح ٧٢

الشكل ٤٢: شكل اليرقات المبرقعة لـ ١٧٥) ***Ostrea edulis*** ميكروميتر طول الصدفة)
عند انطلاقها من الحيوان البالغ ٧٣

الشكل ٤٣: تجهيز أصول ***Ostrea edulis*** التجريبي..... ٧٣

الشكل ٤٤: A– استخلاص يرقات Ostrea edulis من الحيوان البالغ ٧٤

الشكل ٤٥: شكل تخطيطي لترتيب صينية شائعة الاستعمال لبيض المحار البيوض..... ٧٥

الشكل ٤٦: يعرض البالغون من ***Pecten ziczac*** للدورة الحارة في صينية وضع البيض ٧٦

الشكل ٤٧: هذه سلسلة من الصور الفوتوغرافية توضح وضع البيض في الـ Calico scolop الخنثوي،
Argopecten gibbus ، في محطة برمودا البيولوجية للأبحاث،(BBSR).Inc..... ٧٨

الشكل ٤٨: إنقسام بيض ***Crassostrea gigas*** حوالي ٥٠ دقيقة بعد الإخصاب ٧٩

الشكل ٤٩: المراحل في التطوير المبكر للبيض ٨٠

الشكل ٥٠: يمكن تحضين البيض المخصب في أنواع مختلفة من الأحواض في ماء بحر مرشح
لمدة ٢ إلى ٣ أيام، اعتمادا على النوع ودرجة الحرارة..... ٨٤

الشكل ٥١: صورة ميكروسكوبية لليرقات المبرقعة الأولية لمحار ***Crassostrea gigas*** ٨٥

الشكل ٥٢: أوعية للتربية المناسبة لتطور الأجنة (اليرقات)..... ٨٥

الشكل ٥٣: أمثلة لأجهزة مناسبة لمعالجة المياه ٨٦

الشكل ٥٤: تطور الأجنة من اليرقة المطوقة الأولى إلى اليرقة المبرقعة الأولية..... ٨٧

الشكل ٥٥: قياس اليرقات: كل يرقة موجهة ومحددة بتدريج العدسة العينية ٨٨

الشكل ٥٦: ترتيب المناخل لحجز اليرقات المبرقعة الأولية ٨٩

الشكل ٥٧: ظهور حوالي ٥ مليون من كاليكو اسكالوب ***Argopecten gibbus***، اليرقات مركزة
في منخل ذو قطر ٢٠ سنتيمتر (أ) وبعد النقل إلى دورق مدرج ب ٤ لترات تمهيداً لتقديرها (ب) ٨٩

الشكل ٥٨: الأجهزة المستخدمة في تقدير أعداد اليرقات ٩٠

الشكل ٥٩: خطوات أخذ عينات من اليرقات للعد لتقدير العدد الكلي ٩١

الشكل ٦٠: مثال لنموذج تسجيل يومي ونوع المعلومات المفيد تسجيلها
لكي يمكن تتبع تقدم الدفعة أو حوض اليرقات ٩٥

الشكل ٦١: صرف الأحواض الساكنة لليرقات عند التغييراليومي للمياه..... ٩٦

الشكل ٦٢: التحكم الأتوماتيكي التجريبي لكثافة خلايا الغذاء في التربية عالية الكثافة للمحار..... ٩٨

الشكل ٦٣: نموذج ترتيب لنظام تربية اليرقات ٩٩

الشكل ٦٤: تفصيل من قمة حوض التربية خلال تيار ماء جاري تجريبي موضحاً مرشح
«البانجو» متصل بأنبوب التيار الخارجي..... ١٠٠

الشكل ٦٥: صورة فوتوغرافية مصغرة لنمو وتطور تجمعات المحار الباسيفيكي
Crassostrea gigas (أ) الاسكالوب الرملي ***Pecten ziczac*** (ب)..... ١٠١

الشكل ٦٦: نمو مقارن ليرقات بعض أنواع محار المياه الدافئة ١٠٢

الشكل ٦٧: تتغذى اليرقات أثناء سباحتها ١٠٣

الشكل ٦٨: النمو، التطور والالتصاق ليرقات ***Ostrea edulis*** المغذاة بوجبات مختلفة فردية ومختلطة..... ١٠٣

الشكل ٦٩: مقارنة الدهون الكلية كنسبة من الوزن الجاف الخالي من الرماد والوفرة النسبية
للدهون غير المشبعة جداً المختلفة (HUFAS) في عدد من أنواع الطحالب لكل من ذات القيم
المغذية العالية والمنخفضة ليرقات المحار..... ١٠٤

الشكل ٧٠: نمو يرقات (أ) ***Crassostrea gigas***، (ب) ***Crassostrea rhizophorae***،
(حـ) ***Mercenaria mercenaria***، (د) ***Tapes philippinarum*** المغذاة على T-ISO (الدوائر البنية)
وخليط النوعين من هذين الطحلبين ١٠٧

الشكل ٧١: تأثيرات درجات الحرارة والملوحة على النمو ليرقات
الاسكالوب الياباني ***Patinopecten yessoensis*** ١١٢

الشكل ٧٢: نمو محار المانجروف، ***Crassostrea rhizophorae*** و
المحار الباسيفيكي، ***Crassostrea gigas***، اليرقات عند درجات الحرارة والملوحة..... ١١٣

الشكل ٧٣: النمو في أصداف المانيلا، من مرحلة اليرقانة المبرقعة ***Tapes philippinarum***
الأولية إلى التحورات عند ثلاث درجات حرارة..... ١١٣

الشكل ٧٤: البقاء النسبي (كمعالجة النفوق الصافي – الخط أحمر) في مقارنة الاختبارات الاحيائية
في التطور إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية للبيض المخصب للمحار الباسيفيكي
في ماء بحر المفرخ الاصطناعي ١١٥

الشكل ٧٥: مقارنة النمو ليرقات المحار الباسيفيكي على فترة –٦ أيام في درجة الحرارة ٢٥م^{o}
في ماء البحر العادي للمفرخ وماء البحر الاصطناعي محسوبة كدليل نمو..... ١١٦

الشكل ٧٦: دليل النمو لعينات من ذريات المحار الأوروبي المفلطح، ***Ostrea edulis***،
نمو اليرقات على نطاق الكأس..... ١١٧

الشكل ٧٧: التركيب الحامض الدهنى غير المشبع جداً لأصداف المانيلا ***Tapes philippinarum***،
بيض من الأصول المزودة بأغذية مختلفة خلال فترة التجهيز..... ١١٨

الشكل ٧٨: مقارنة بين الأحماض الدهنية غير المشبعة جداً ليرقات المحار المفلطح الأوروبي ***Ostrea***
من أرصدة مجهزة مسبقا في المفرخ وأخرى طبيعية ١١٨

الشكل ٧٩: العلاقة بين الدهون الكلية كنسبة من الوزن الجاف والنسبة المئوية للمحار
الباسيفيكي، ***Crassostrea gigas***، البيض الذي تطور إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية..... ١١٩

الشكل ٨٠: العلاقات بين المحتوى الكلي للدهون لبيض المحار الباسيفيكي (معبر عنه كدهن لكل مليون بيضة) و (أ) شهور السنة في سنتين مختلفتين و (ب)، محتوى الكلوروفيل–a لمياه البحر غير المرشحة المزودة بها الأصول بالمفرخ عندما تستخدم كمعيار لنظام التجهيز..... ١١٩

الشكل ٨١: العلاقة بين الزيادة في النمو ليرقات محار ***Ostrea edulis*** بعد ٤ أيام من الانطلاق والدهون الكلية عند الإنطلاق من الأصول المجهزة بالمفرخ..... ١٢١

الشكل ٨٢: مقارنة الزيادات في كلتا (أ) الوزن الجاف (العضوي) الخالي من الرماد و (ب) محتوى الدهون لكل يرقة بالنسبة إلى متوسط طول الصدفة لليرقات في أربع أنواع من المحار..... ١٢١

الشكل ٨٣: صورة مجهرية (أ) يرقات ***Argopectn gibbus*** تسبح موضحة أهداب أعضاء العوم/التغذية، البرقع، و (ب) اليرقات المبرقعة ذات العين لنفس النوع ١٢٢

الشكل ٨٤: سلوك «التثبيت بأوتار» (أو «أخذ شكل القمع») لليرقات الناضجة قبل الالتصاق ١٢٣

الشكل ٨٥: نظام التصاق المحار البعيد، متواجد على جزيرة فانكوفر، كولومبيا البريطانية، كندا..... ١٢٤

الشكل ٨٦: في هذا المثال، شرائح **PVC** المكسية غير الامعة المستخدمة كسطح التصاق لزريعة المحار موضوعة على قاعدة أحواض التربية..... ١٢٦

الشكل ٨٧: اليرقات المبرقعة للاسكالوبا يمكن تجميعها عند كثافة أكثر من ٢٠٠٠ لكل لتر في أحواض مملوءة مجهزة للماء الساكن، أو إعادة توزيع أو ماء جاري ١٢٨

الشكل ٨٨: صواني بقاعدة شبك نايلون، اسطوانية الشكل تستخدم في وضع اليرقات المبرقعة للاسكالوب في محطة برمودا البيولوجية للأبحاث ١٢٩

الشكل ٨٩: استيلام شحنة يرقات المحار الباسيفيكي ذت العين الملفوفة في شبكة النايلون في موقع مكان بعيد في كولومبيا البريطانية، كندا..... ١٣٩

الشكل ٩٠: أحواض الالتصاق في موقع في كولومبيا البريطانية، كندا..... ١٣٩

الشكل ٩١: أنظمة أحواض بسيطة مستعملة لنمو الزريعة الملتصقة على الكلتش ١٤٣

الشكل ٩٢: نظام حوض مغلق مصمم للاحتفاظ بزريعة الاسكالوب في اسطوانات مع تيار الماء الهابط..... ١٤٤

الشكل ٩٣: رسم تخطيطي يوضح الاختلاف في توزيع التدفق في أنظمة الزريعة التصاعدية والتساقطية ١٤٥

الشكل ٩٤: الأنظمة المغلقة التساقطية في استعمالها لتربية الزريعة الصغيرة للمحار..... ١٤٦

الشكل ٩٥: تصنيف الزريعة بالمناخل اليدوية في الأحواض الضحلة..... ١٤٩

الشكل ٩٦: وحدات حوض التيار التصاعدي لتشغيل زريعة الأحجام الكبيرة على المياه الجارية ١٥١

الشكل ٩٧: مثال لمنتوج معجون طحالب ومنتوج مناسب كبديل جزئي أو كلي للطحالب الحية المرباة بالمفرخ لتربية زريعة المحار..... ١٥٢

الشكل ٩٨: مقارنة نمو زريعة المحار الباسيفيكي، أصداف المانيلا وكاليكو اسكالوب في ظروف متماثلة..... ١٥٥

الشكل ٩٩: العلاقة بين حصة الغذاء والنمو في زريعة المحار الباسيفيكي ١٥٦

الشكل ١٠٠: مقارنة للنمو لزريعة المحار الأوروبي المفلطح والمحار الباسيفيكي عند تغذيتها بمعدلات مختلفة من الغذاء المختلط..... ١٥٦

الشكل ١٠١: البقاء (الخط الأزرق) والنمو (الخط اليرتقالي) زريعة للكاليكو سكالوب ***Argopecten gibbus***، خلال فترة ٦ أسابيع ما بعد الالتصاق..... ١٥٨

الشكل ١٠٢: ملخص للرسم التخطيطي لتتبع الحقائق المختلفة لإنتاج المفرخ موضحة مدى درجة الحرارة والاحتياجات الغذائية اليومية لكل وحدة عدد من الحيوانات عند كل مرحلة ١٥٩

الشكل ١٠٣: حضانة أرضية مجهزة بالغذاء ١٦١

الشكل ١٠٤: أمثلة لحضانات أرضية..... ١٦٢

الشكل ١٠٥: بيانات من نظام بركة حضانة نظام أرضي في **Nova Scotia**، كندا، تشغيل من أوائل مايو إلى نهاية أكتوبر..... ١٦٣

الشكل ١٠٦: أمثلة الطوافة أو حضانة من نوع المركب..... ١٦٤

الشكل ١٠٧: حضانة تيار تصاعدي صغيرة مصنعة بشكل تجاري تعمل بضخ تدفق محوري عند الاستعمال في مزرعة محار Harwan، ميناء ميدواي، نوفا اسكوتشيا، كندا..... ١٦٥

الشكل ١٠٨: تشغيل المدى، للأنظمة العائمة التصاعدية – «Flupsys» ١٦٦

الشكل ١٠٩: توضيح عملية الحصول على ثلاثية الصبغيات ١٧٣

الشكل ١١٠: أ – آداة لممارسة الضغط على البيض لمنع تخفيض الكروموسوم خلال إخماد meiosis.

ب – تجارب في Cryopreservation من الجاميتات المحار و اليرقات..... ١٧٦

قائمة الجداول

الجدول ١: حجم الخلية والوزن العضوي والمحتوى الدهني الكلي لبعض أنواع الطحالب المرباة الكثيرة التداول والمستخدمة كغذاء ليرقات وصغار المحار..... ٣٢

الجدول ٢: مكونات وإعداد الوسط الغذائي إردسشريبر Erdschreiber للحفاظ على الاستنبات..... ٣٥

الجدول ٣: الوسط الغذائي *Guillard f/2* المستخدم في استنبات الطحالب في مفرخات المحار (عن Guillard ١٩٧٥)..... ٣٧

الجدول ٤: الوسط غذائي HESAW يستخدم لاستنبات الطحالب في مفرخات المحار عن Harrison *et al.* ١٩٨٠)..... ٣٧

الجدول ٥: مخزون المحاليل للأملاح المغذية لتنشيط استنبات الدياتومات في مياه البحر..... ٤٢

الجدول ٦: كثافات الخلية عند الحصاد (خلايا/ميكرولتر) تم الحصول عليها في دفعة النطاق الصغير (ب)، الشبه المستمرة (SC) استنبات ٢ أو ٢٠ لتر لاختيار الأنواع ذات القيمة الغذائية العالية..... ٤٣

الجدول ٧: مقارنة حصاد *Phaeodactylum, Tetraselmis* ومن أنظمة الاستنبات المختلفة على نطاق كبير..... ٤٨

الجدول ٨: تأثير الوجبة على إنتاج يرقات *Ostrea edulis* ٦٥

الجدول ٩: ملخص المعلومات ذات العلاقة بالتجهيز للأصول وإنتاج البيض (أو اليرقات) لعدد من المحار الشائع تربيته..... ٦٩

الجدول ١٠: ملخص بيانات مثالية لكثافات الأجنة ، الحجم المبدئي لليرقة المبرقعة الأولية، كثافات اليرقة المبرقعة الأولية وظروف التربية من ناحية درجة الحرارة المناسبة والملوحة لتربية الأجنة واليرقات الأولية في عدد من المحار..... ٨٧

الجدول ١١: العلاقة بين فتحة شبكة المناخل (شاشات) والحجم الأدنى لليرقات التي سوف تحجز..... ٩٠

الجدول ١٢: متوسط عدد اليرقات المخزنة مبدئياً (N_o) والتي بقيت مباشرة قبل الالتصاق (N_p) في خمس مقارنات لكثافة عالية وعادية في تربية المحار الأوروبي المفلطح، *O. edulis* وثلاث مقارنات بالمحار الباسيفيكي، *C. gigas*..... ٩٨

الجدول ١٣: عدد الخلايا الطحلبية المبتلعة من طرف كل يرقة في كل يوم من طرف ثلاثة أنواع محار شائعة التربية نسبة إلى طول الصدفة لليرقة ١١١

الجدول ١٤: حجم حوض الماء وإحتياجات الغذاء اليومية لزريعة المحار من الأحجام المختلفة عند إنمائها كتلة عضوية تساوي ٢٠٠ جرام وزن حي لكل ١ ٠٠٠ لتر..... ١٣٧

الجدول ١٥: متوسط الوزن الحي لزريعة *Ostrea edulis* و *Crassostrea gigas* عند نهاية فترة ٧ أيام ١٥٧

الجدول ١٦: التأثيرات المشتركة لدرجة الحرارة وحصة الغذاء على زريعة *Ostrea edulis* مبتدئة فترة النمو الأسبوعية بوزن ٢ مليجرام متوسط الوزن الحي..... ١٥٧

المصطلحـات

المصطلح الإنجليزى، تفسير المعنى ومعناه باللغة العربية

Adductor muscle	**العضلات المقربة**: العضلة الكبيرة (أو العضلات) التي تجذب مصراعي الصدفة مع بعضها.
Algae	**طحالب** : نباتات مائية تتكاثر بواسطة الأبواغ.
Anterior	أمامي : أمام أو رسي.
Auricle	**أذين** : بالنسبة للاسكالوب فإن الأذن أو النتواءات شكل الأجنحة عند المفصلة أو الركاز في الاسكالوب (ويمكن الإشارة أيضا إلى حجرة القلب التي تستقبل الدم من الجسم).
Axenic	**معقم** : استنبات نوع واحد في ظروف خالية من البكتريا.
Biting	**قاطع** : وهي حالة تشابك حواف الصدفة لأثنين من الاسكالوب وعندها فإن الأجزاء الرخوة الداخلية تدمر.
Bivalve	**ذوات المصراعين** : رخويات من طائفة البليكيوبودا لها صدفة من مصراعين ومتصلة بواسطة ركاز (مفصلة).
Byssus	**الرس (النسالية)** : شعيرات شكل الخيط تستخدم بواسطة المحار ذى المصراعين لتلصق نفسها على الأسطح.
Cilia	**أهداب** : تركيبات مثل الشعر والتي تعمل ضرباتها المتعاقبة على جلب تيار المياه داخل المحار.
Ctenidia	**الخياشيم** : زوائد في شكل ورق النبات لها وظيفة في التنفس وترشيح الغذاء من الماء (تستخدم بالتبادل تحت إصطلاح الخياشيم).
Cultch	**مسطح طبيعى لإلتصاق المحار**: سطح يستخدم لتجميع صغار المحاريات.
Demibranch	**نصف فرعى** : طبقة أو ورقة فردية من خيشوم المحار.
Detritus	**فتات أو بقايا** : أجزاء أو مواد عضوية متحللة من بقايا النبات والحيوان.
Diatom	**دياتوم** : طحالب من خلية واحدة من طائفة باسيلايوفيسى، والخلايا يداخل قشرة سيليكونية تسمى فروستيول وتكون الخلايا في شكل سلاسل.
Dimyarian	**داى ميارىان** : محار ذو مصراعين وله عضلتين مقربتين مثل أم الخلول وبلح البحر.
Dioecious	**وحيد الجنس** : الكائنات التي يكون الأعضاء التناسلية للذكر وللأنثى في أفراد مختلفة.
Diploid	**ثنائى التكوين الجيني** : العدد الطبيعى لكروموسات الخلية (٢ن).
Dorsal	**خلفي** : الجزء الخلفي من الكائن الحي أو الجزء البعيد عن الأرض.

Downwelling	**تساقطي**: وهذا مصطلح في المفرخ يستخدم في نظام الإنماء والذي يندفع فيه الماء ويدخل من القمة الرأسية لوعاء حامل الصغار (بالمقارنة بالتصاعدي).
D-larva	**اليرقة المبرقعة الأولية**: وهو الطور الأول لليرقانة فيليجر للمحار وكذلك تعرف باليرقة ذات الجناح المستقيم.
Embryo	**الجنين** : الكائن في أطواره الأولى للتطور وفي المحار يكون قبل مرحلة اليرقة.
Exhalant	**الزفير** : جزء في جسم المحار تخرج منه التيارات المائية.
Exotic	**مستجلب من الخارج** : مستجلب من دوله أجنبية أو مكان جغرافي آخر.
Eyespot	**بقعة عينية** : عضو بسيط ينمو بالقرب من مركز اليرقة الناضجة لبعض المحار ذي المصراعين ويكون حساس للضوء.
Fertilization	**الإخصاب** : إتحاد البويضة مع الحيوان المنوي.
Flagellate	**سوطى** : مجموعة من الطحالب ذات الخلية الفردية تتميز بأن لها عضو متحرك يسمى السوط.
Frustule	**فريوستيول** : شكل قشرة سيليكوني يغطى الدياتومات.
Gamete	**مشيج** : خلية جنسية متخصصة ذات مجموعة واحدة من الكروموسومات وهي ناضجة لها القدرة على الاتحاد مع الخلية الجنسية الأخرى لتكوين الزيجوت.
Gametogenesis	**تكوين الأمشاج** : الطريقة التي تنتج بها البويضات والحيوانات المنوية.
Gill	**خيشوم** : زائدة تشبه الورقة لها وظائف في التنفس وفلترة الغذاء من الماء.
Growout	**الكبر في الحجم** : هي عملية النمو للزريعة المنتجة من المفرخات حتى تصل إلى حجم التسويق.
Halocline	**هالوكلين** : هي المنطقة التي عندها يحدث تغير رأسى مفاجئ في درجة الملوحة.
Hinge	**ركاز (مفصلة)** : الجزء الخلفي من صدفة المحار ذي المصراعين والتي عندها تتصل الصدفتين ببعضهما.
HUFA	**هوفا** : الأحماض الدهنية غير المشبعة الطويلة السلسلة ويطلق عليها أيضا الأحماض الدهنية غير المشبعة العديدة السلسلة (بوفا).
Indigenous	**مستوطنة** : محلية وليست مستوردة.
Inhalant	**الشهيق** : مكان في جسم المحار يكون فيه اتجاه تيار الماء للداخل.
Larva	**يرقة (يرقانه)** : مرحلة عمرية في المحار من مرحلة الجنين إلى مرحلة التحور.
Ligament	**رباط** : رباط شكل اللولب يربط المصراعين في المحار عند المفصلة.
Mantle	**البرنس** : البطن الرخوة المحيطة بجسم المحار والتي تفرز الصدفة.
Mean	**وسط** : بمعدل أو بمتوسط.
Meiotic Division	**الانقسام الاختزالي** : العملية التي يختزل فيها العدد الطبيعي لكروموسومات (٢ن) إلى مجموعة صبغية أحادية عدد (ن).
Metamorphosis	**التحور**: هي فترة التحول من مرحلة اليرقة إلى مرحلة الصغار في المحار.
Microalgae	**الطحالب الدقيقة** : طحالب ذات حجم خلية صغير سواء كان خلية واحدة أو من سلسلة لتكون الدياتومات، وهي تستنبت كغذاء لليرقات وللصغار في المفرخ.

Microlitre (µl)	**ميكروليتر** : عبارة عن جزء واحد من المليون من اللتر أو واحد جزء من الألف من المليلتر (mL).
Micrometer (µm)	**الميكروميتير** : جزء واحد من المليون من المتر أو جزء واحد من الألف من الميليميتر (mm).
Monoecious	**الخنثوي** : الكائنات التي يتواجد فيها الأعضاء الأنثوية والذكرية في نفس الفرد.
Monomyarian	**المحار ذات العضلة القابضة الواحدة** : المحار الذي له عضلة قابضة واحدة مثل المحار والاسكالوب.
Natural Set	**التصاق طبيعي** : هى الحصول على الزريعة الملتصقة بعد وضع البيض الناتج من تجمعات المحار الطبيعية.
Pallial line	**خط مرتبط بالجدار المبطن للرخويات**: خط دائري خفيف على السطح الداخلي لصدفة المحار توضح مكان التصاق البرنس بالصدفة.
Palp	**ملماس** : زائدة حسية بالقرب من الفم تستخدم في مساعدة تحريك الغذاء إلى الفم.
Pedal	**قدمي (رجلي)** : مختصة بالقدم.
pH	**الأس الهيدروجيني** : قياس درجة الحمضية أو القاعدية.
Plankton	**العوالق** : كائنات مائية عائمة ضعيفة أوطافية يمكن أن تكون عوالق نباتية (نباتات) أو عوالق حيوانية (حيوانات).
Planktotrophic	**آكلات العوالق** : كائنات تتغذى على العوالق النباتية.
Polar Body	**الجسم القطبي** : خلايا صغيرة جدا تفرز خلال الانقسام الاختزالي للبويضة بعد إختراق الحيوان المنوي للبويضة، وتحتوي على مزيد من مادة الكروموسومات لإنتاج البويضة ذات المجموعة الصبغية الأحادية.
Polyploid	**تعدد الجينات المتماثلة** : تطلق على حالة الأحياء التي تحتوي على أكثر من العدد الطبيعي لكروموسومات الخلية (٢ن).
Posterior	**خلفي** : على الجانب الآخر من الرأس.
Pronuclei	**النويات الأولية** : بعد الانتهاء من الانقسام الاختزالي في البويضة حيث النويات ذات العدد الفردي من الكروموسومات ولكن قبل دخول نواة الحيوان المنوي (أي قبل الإخصاب).
Pseudofaeces	**إخراج كاذب**: أخراجات كاذبة، ومواد من الفضلات لم تؤخذ إلى داخل القناة الهضمية.
PSU	**لقياس الملوحة**، وهي تكافئ الأجزاء لكل ألف.
Resilium	**مرن (قابل لاستعادة وضعه)** : الجزء الداخلي من الرباط ويتواجد في المنتصف بطول المفصلة في المحار وهو يسبب فتح المصراعين عندما تكون العضلة المقربة مرتخية.
Salinity	**الملوحة** : المحتوى الملحي لمياه البحر وهي عادة ما تقاس بالأجزاء لكل ألف (ppt) أو وحدات الملوحة العملية (PSU).
Seed	**نسل (بذور)** : وهو مصطلح في المفرخ يطلق على الزريعة ذات الحجم المناسب للبيع.

Settlement	**الالتصاق** : هي عملية سلوكية عندما تبحث يرقة المحار الناضجة على مسطح مناسب للالتصاق عليه.
Shell Height	**ارتفاع الصدفة** : الخط المستقيم للمسافة المقيسة عموديا من الحواف الظهرية إلى الحواف البطنية للصدفة.
Shell Length	**طول الصدفة** : الخط المستقيم للمسافة الواصلة من الحواف الأمامية إلى الحواف الخلفية للصدفة.
Spat	**الصغار** : وهي المحار حديث الالتصاق (ويطلق عليها أيضاً اليرقات المتقدمة أو الصغار في المحار).
Straight-hinge larva	**اليرقة ذات الركاز المستقيم**: وهي مرحلة اليرقة في الجزء المبكر من حياتها وفي بعض الأحيان يطلق عليها (D-stage).
Tentacle	**القرون–اللوامس** : خيطى الشكل وغير مقسم وطويل ويبرز من حافة البرنس ومختص بالوظيفة الحسية.
Tetraploid	**رباعي التكوين الجينيي** : وهو حالة الحيوان عندما تتكون فيه الجينات المتشابهة أربع مرات (٤ن).
Thermocline	**ثرموكلين** : هو المنطقة التي يحدث فيها تغيير رأسي مفاجئ درجات الحرارة.
Triploid	**ثلاثي التكوين الجيني** : تعدد الجينات المتماثلة في الحيوان مع زيادة أكثر من الكروموسومات (٣ن).
Trochophore	**يرقة مطوقة** (**تروكوفور**): وهو الطور البلانكتوني لأجنة المحار.
Umbo	**كعبرة الصدفة أو قمة المصراع في الصدفة**: بروز شكل النقار في الجزء الخلفي للصدفة، وهو أقدم جزء في صدفة المحار (ويطلق عليه أيضا Unbone).
Upwelling	**تيار تصاعدي** : وهو من مصطلحات المفرخ، وهو مستخدم في نظام الإنماء حيث يدفع تيار الماء من خلال قاعدة الوعاء الحامل للصغار (بمقارنته بالتيار التساقطي).
Urogenital system	**الجهاز البولي التناسلي**: جهاز به أعضاء مختصة بالأخراج مثل (الكلية) وبالتكاثر (المناسل).
Valve	**مصراع** : واحد من جزأيين صدفة المحار، والمصراعين يكونان صدفة واحدة.
Veliger Larva	**اليرقانة فليجر** (**المبرقعة**) : وهو الطور اليرقي لأغلب الرخويات وتتميز بوجود البرقع أو النقاب.
Velum	**البرقع أو النقاب** : وهو عضو متحرك به أهداب في اليرقة.
Ventral	**أمامي** : يتعلق بالجانب التحتي أو الجانب الأسفل للحيوان.
Zygote	**الزيجوت**: خلية ثنائية الجينات (٢ن) مكونة من اتحاد جاميتات الذكر والأنثى.

الاختصـارات، الألفـاظ الأوائـل والتحويـلات

اسم المصطلح بالإنجليزية		معنى المصطلح
BBSR	Bermuda Biological Station for Research	محطة برمودا البيولوجية للأبحاث.
DHA	Docosahexaenoic Acid	دوكوسا هكسايوتك أسيد.
DOPA	Dihydroxyphenylalanine	داى هيدروكسى فينيلا لانين
EDTA	Ethylene Diamine Tetraacetic Acid	إيثيلين ديامين تترا أسيتيك أسيد
EPA	Eicosapentaenoic Acid	إيكوزا بنتايوتك أسيد.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة.
FLUPSY	Floating Upwelling System	النظام التصاعدي العائم.
FSW	Filtered Seawater	مياه البحر المرشحة.
GI	Growth Index	معامل النمو.
GRP	Glass-Reinforced Plastic	بلاستيك مقوى بالزجاج.
HUFA	Highly Unsaturated Fatty Acid	الأحماض الدهنية غير المشبعة الطويلة السلسلة.
LDR	Light Dependent Resistor	مقاومة ذات علامة ضوئية.
MAFF	Ministry of Agriculture Food and Fisheries	وزارة الأغذية الزراعية والمصايد.
NTM	Net Treatment Mortality	صافي الوفيات المعالجة.
PHCD	Post-Harvest Cell Density	كثافة الخلايا قبل الحصاد.
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid	الأحماض الدهنية غير المشبعة العديدة السلاسل.
PVC	Polyvinyl Chloride	كلوريد البولي فينيل.
RSR	Resistance Sensing Relay	مقاومة الحساسية المناوب.
SI	Système International	النظام العالمي.
TBT	Tributyltin	تراى بيوتيلتن.
TCBS	Thiosulfate Citrate Bile Sucrose	ثيوسلفات سيترات بيل سكروز.
UV	Ultra-Violet	ألترا–فيولت.

ملحوظة: ليست كل الاختصارات التالية مستخدمة في هذا الكتيب ومع ذلك فقد تم تجهيزها كمرجع عند قراءة وثائق أخرى.

<	less than		أقل من
>	greater than		أكثر من
n.a.	not analysed or not available		لم يتم تحليلها أو غير متاحة (أيضا تكتب على هيئة N/A)
µm	micron	µ م	ميكرون
mm	millimetre	م م	مليمتر
cm	centimetre	سم	سنتيمتر

m	metre	م	متر
km	kilometre	كم	كيلومتر
inch	inch	إنش	بوصة
ft	foot		قدم
yd	yard		ياردە
mi	mile		ميل
ft^2	square foot		قدم مربع
yd^2	square yard		ياردة مربعة
mi^2	Square mile		ميل مربع
m^2	square metre	$م^2$	متر مربع
ha	hectare		هكتار
km^2	square kilometre		كيلو متر مربع
cc	cubic centimetre		سنتيمتر معكب (=ml)
m^3	cubic metre	$متر^3$	متر معكب
ft^3	cubic foot		قدم معكب
yd^3	cubic yard		ياردة مكعبة
µl	microlitre	µ لتر	ميكرولتر
ml	millilitre (= cc)	مل	ميليلتر (=cc)
l	litre	ل	لتر
µg	microgram	µجرام	ميكروجرام
mg	milligram	مجم	مليجرام
g	gram (gramme)		جرام
kg	kilogram (kilogramme)		كيلوجرام
mt	metric tonne		طن مترى (١٠٠٠ كيلو جرام) (ويمكن كتابتها طن).
oz	ounce		الأوقية
lb	pound		الرطل
cwt	hundredweight		وزن مئوى (القيمة تختلف عن الوحدات الإنجليزية والأمريكية – انظر تحويلات الأوزان)
t	ton		طن (القيمة تختلف عن الواحدات الأنجليزية والأمريكية – انظر تحويلات الأوزان).
psi	pounds per square inch		أرطال لكل بوصة مربعة.
psu	practical salinity units		وحدات الملوحة العملية.
gpm	gallons per minute		(بريطاني= إنجليزى) جالونات لكل دقيقة.
mgd	million gallons per day		مليون جالون في اليوم (بريطاني= إنجليزى)
cfm	cubic feet per minute		ميل مكعب في الدقيقة.
ppt	parts per thousand		أجزاء لكل ألف (وتكتب أيضا على هيئة ‰)
ppm	parts per million		أجزاء لكل مليون
ppb	parts per billion (thousand million)		أجزاء لكل ألف مليون
min	minute		دقيقة.
hr	hour		ساعة
kwhr	kilowatt-hour		كيلوات – ساعة.

التحويـلات

هذا الجزء من الملحق لابد من استخدامه بالارتباط بالجزء المخصص للمصطلحات. من فضلك لاحظ أن الكلمات جالون وطن لها قيم مختلفة تعتمد على مصدر الكتاب الذي تقرأه هل هو من أصل «بريطاني» أو أمريكى.

الطـــول

١ µm	١ ميكرومتر	٠,٠٠١ مم= ٠,٠٠٠٠١ متر
١ mm	١ مليميتر	٠,٠٠١ متر= ١٠٠٠ ميكرومتر= ٠,٠٣٩٤ بوصة.
١	١ m متر	١٠٠٠,٠٠٠ µ م= ١٠٠٠ مم= ١٠٠ سم = ٠,٠٠١ كم= ٣٩,٤ بوصة =٣,٢٨ قدم= ١,٠٩٣ ياردة
١ km	١ كيلومتر	١٠٠٠ متر= ١٠٩٣ ياردة=٠,٦٢١ميل.
١ inch	١ بوصة	٢٥,٣٨ مليمتر= ٢,٥٤ سنتميتر.
١ ft	١ قدم	١٢ بوصة= ٠,٣٠٥ متر
١ yd	١ ياردة	٣ قدم= ٠,٩١٤ متر
١ mi	١ ميل	١٧٦٠ ياردة= ١,٦٠٩ كيلومتر

الـــوزن

١ µg	١ ميكروجرام	٠,٠٠١ مليجرام= ٠,٠٠٠٠٠٠١ جرام
١ mg	١ مليجرام	٠,٠٠١ جرام= ١٠٠٠ ميكروجرام
١	١ g جرام	١٠٠٠٠٠٠ ميكروجرام= ١٠٠٠ ميلجرام = ٠,٠٠١ كيلوجرام= ٠,٠٣٥٣ أوقيه
١ kg	١ كيلوجرام	١٠٠٠ جرام= ٢,٢٠٥ رطل
١ ١	mt طن متري	١٠٠٠ كيلوجرام= ١٠٠٠٠٠ جرام = ٠,٠٩٨٤٢ طن إنجليزى= ١,١٠٢ طن أمريكى.
١ oz	١ أوقية	٢٨٠٣٤٩ جرام
١ b	١ رطل	١٦ أوقية= ٤٥٣,٥٩ جرام
١ uk cwt		١١٢ رطل= ٥٠,٨٠ كيلوجرام.
١ us cwt		١٠٠ رطل= ٤٥,٣٦ كيلوجرام
١ ukt		٢٠ ٢٢٤٠ =cwt uk رطل
١ ust		٢٠ ٢٠٠٠ = cwt us رطل

الحجـم

١ µl	١ ميكرولتر	٠,٠٠١ ميليلتر= ٠,٠٠٠٠٠١ لتر
١ ml	١ مليلتر	٠,٠٠١ لتر= ١٠٠٠ ميكرولتر= ١ سنتيمتر معكب
١ ١	L لتر	١٠٠٠٠٠٠ µ لتر= ١٠٠٠ مليليتر= ٠,٢٢٠ جالون إنجليزى= ٠,٢٦٤ جالون أمريكى.
١ ١	m^3 متر^3	١٠٠٠ لتر = ٣٥,٣١٥ قدم^3 = ١,٣٠٨ (ياردة)^3= ٢١٩,٩٧ جالون إنجليزى= ٢٦٤,١٦ جالون أمريكى.
١ ft^3	١ قدم^3	٠,٠٢٨٣٢ متر^3= ٦,٢٢٩ جالون إنجليزى= ٢٨,٣١٦ لتر.
١ uk gallon	١ يو ك جالون	٤,٥٤٦ لتر= ١,٢٠٠٩ جالون أمريكى
١ us gallon	أيو إس جالون	٣,٧٨٥ لتر= ٠,٨٣٣ جالون إنجليزى
١ MGD		٦٩٤,٤٤ جي بي إم= ٣,١٥٧متر٣/ دقيقة= ٣١٧٢ لتر/دقيقة

التركيزات – إذابة مواد صلبة في السوائل

١٪	١ جرام في ١٠٠ مليلتر
١ ppt	١ جرام في ١٠٠٠ مل= ١ جرام لكل لتر= ١ جرام لكل لتر= ٠,١٪
١ ppm	١ جرام في ١٠٠٠٠٠ مليليتر= ١ جرام في ١٠٠٠ لتر = ١ ميليجرام لكل لتر= ١ ميكروجرام لكل جرام.
١ ppb	١ جرام في ١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ مليليتر= ١ جرام في ١ ٠٠٠ ٠٠٠ لتر= ٠,٠٠١ ٠,٠٠١ = ppm مليجرام لكل لتر

التركيزات – تخفيف السوائل في سوائل

١٪	١ مليليتر في ١٠٠ مليليتر.
١ ppt	١ مليليتر في ١٠٠٠ مليليتر= ١ مليليتر في اللتر الواحد= ١ مليليتر لكل لتر= ٠,١٪.
١ ppm	١ مليليتر في ١٠٠٠ ٠٠٠ مليليتر= ١ مليليتر في ١٠٠٠ لتر= ١ ميكروليترلكل لتر.
١ ppb	١ مليليتر في ١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ مليليتر= ١ مليليتر في ١٠٠٠ ٠٠٠ لتر= ٠,٠٠١ ٠,٠٠١ = ppm مليليتر لكل لتر.

المساحـات

١ m^2	(١ متر^2)	١٠,٧٦٤ (قدم)^2= ١,١٩٦ (ياردة)^2
١ ha	هكتار	١٠ ٠٠٠ متر^2= ١٠٠ أريس= ٢,٤٧١ فدان
١ km^2	(١ كيلو متر)^2	١٠٠ هتكار= ٠,٣٨٦ (ميل)^2
١ ft^2	١ قدم^2	٠,٠٩٢٩ متر^2
١ yd^2	١ ياردة مربعة	٩ قدم^2= ٠,٨٣٦ متر^2
١ acre	١ فدان	٤٨٤٠ ياردة^2= ٠,٤٠٥ هكتار
١ mi^2	١ ميل^2	٦٤٠ فدان= ٢,٥٩ كيلومتر^2

درجة الحرارة

F°	(درجة فهرنهيتى)	٣٢ + (٩ ÷ ٥ × C°)
C°	(درجة مئوية)	٩ ÷ ٥ × (٣٢ – F°)

الضغط الجوي

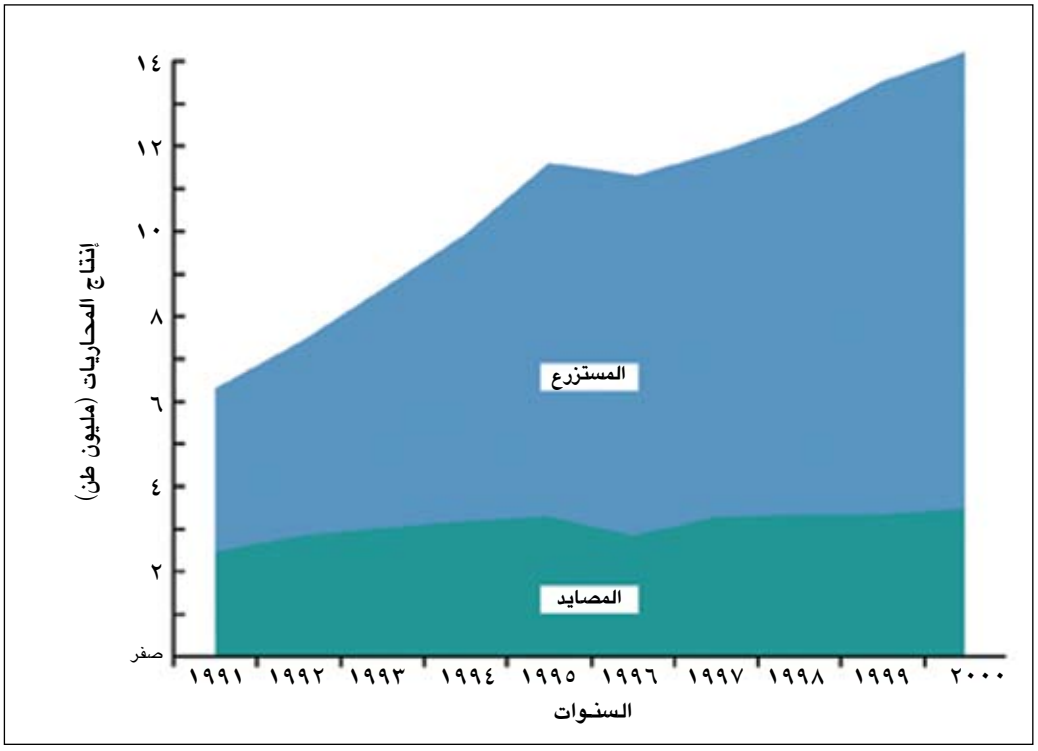
١ psi	٧٠,٣٠٧ جرام لكل سم^2

الوحدات القياسيه العلميه

للعلماء طريقة مختلفة في كتابه بعض الوحدات القياسيه التي تم وصفها في هذه المصطلحات. فهم يستخدمون ما يسمى بالنظام الدولي (SI). ويطلق على الوحدات القياسية هذه وحدات SI. وعلى سبيل المثال: ١ppt، التي يمكن كتابتها على شكل ١ جم/لتر (أنظر التركيزات أعلاها) يمكن كتابتها مثل ١ جم لتر$^{-1}$ في بعض الدوريات العلميه. ١جم/كجم يمكن كتابتها ١جم كجم$^{-1}$. ١٢ مجم/كجم تكتب ١٢ مجم كجم$^{-1}$. ٩٥ ميكروجرام/كجم يمكن كتابتها ٩٥ ميكروجرام كجم$^{-1}$. السعة التخزينيه ١١كجم/م^3 يمكن كتابتها ١١ كجم م$^{-3}$. هذا النظام القياسي لا يستخدم عادة في مفرخات الاستزراع المائي الاقتصادية وكذلك وحدات التسمين وعلى ذلك فإنها لن تستخدم في هذا الكتيب. ويمكن الحصول على مزيد من هذه المعلومات من على شبكه الانترنت بالبحث في (SI Units).

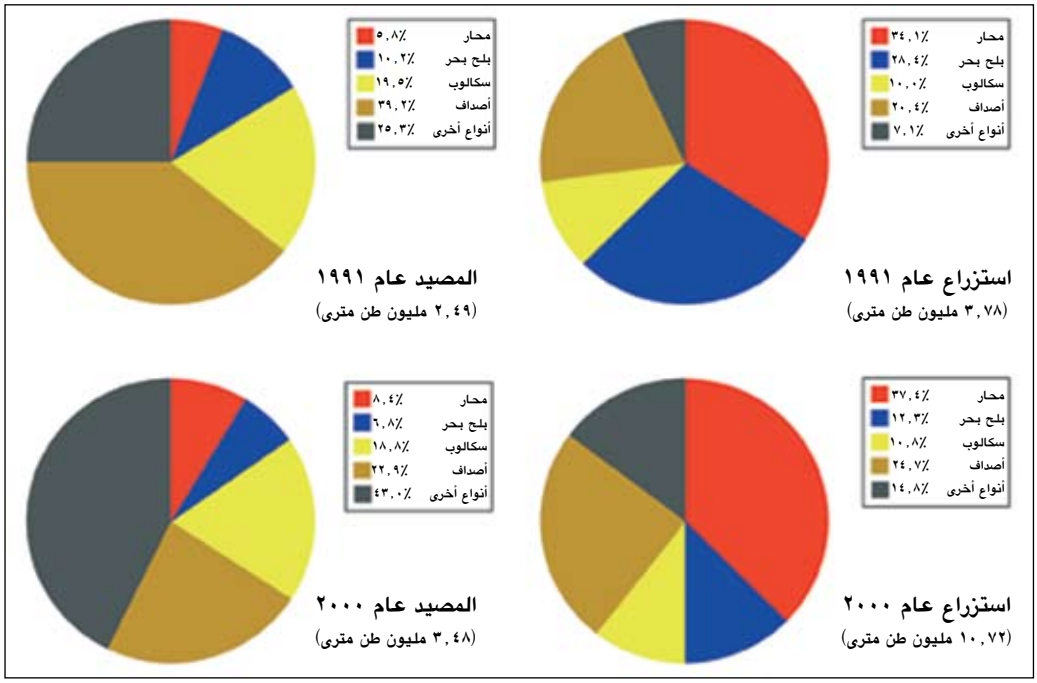
المقدمــة

تمثل الرخويات ذات المصراعين مثل (المحار وأنواع بلح البحر والأصداف والاسكالوب) جزءا بالغ الأهمية من إنتاج المصيد العالمي. حيث أن إجمالي إنتاج المحار المصطاد من الطبيعة ومن ناتج الاستزراع المائي ١٤٢٠٤١٥٢ طن في عام ٢٠٠٠ (الشكل ١). وأن هناك زيادة مستمرة في إنتاج المحار خلال فترة العشر سنوات الممتدة من عام ١٩٩١ إلى عام ٢٠٠٠، حيث بلغ فيها المصيد أكثر من الضعف من ٦,٣ مليون طن عام ١٩٩١ إلى ١٤ مليون طن عام ٢٠٠٠.



الشكل ١: إنتاج المحار(مليون طن متري) المصطاد من البحر ومن الاستزراع المائي خلال العقد الأخير من سنة ١٩٩١ إلى سنة ٢٠٠٠ (من النشرات السنوية لإحصائيات المصايد لمنظمة الأغذية والزراعة FAO).

ومما لا شك فيه فإن الاتجاه العالمي لنمو استهلاك الإنسان للمأكولات البحرية سوف يستمر. وتمثل المأكولات البحرية جزءاً هاما وأساسيا في غذاء عديد من شعوب العالم وإن الحاجة إلى زيادة الإنتاج في هذه الدول سوف تظل مستمرة طالما هناك إتساع في التجمعات الإنسانية. وتعرف المأكولات البحرية في بعض البلدان أهم وأصح جزء في غذاء الإنسان كما أن الاستهلاك سوف ينمو أيضا لمنتجات الغذاء البحري في هذه البلدان. معظم الطلب على المأكولات البحرية يخص الأسماك الزعنفية و سيستمر، ولكن إنتاج وحصاد الرخويات، بالأخص المحار ذو المصراعين يعتبر مهماً أيضا في مواجهة مثل هذا الارتفاع في الاستهلاك. بينما سوف يستمر حصاد المخزون الطبيعي من المحار ليبرهن على أهميته، من المحتمل أن بعض المخزونات الطبيعية قد تم حصادها حاليا عند أو بالقرب من أقصى حد التحمل، وفي بعض الأماكن والمخزونات تكون مستنزفة أيضاً. ولهذا يعتبر الاستزراع المائي هو البديل عن حصاد المخزونات الطبيعية.



شكل ٢: مقارنة الإنتاج المتدهور المصطاد من المصايد الطبيعية و الناتج من الاستزراع المائي وعلاقته المشتركة بمجموعات المحار الرئيسية في عام ١٩٩١ وعام ٢٠٠٠.

وكانت هناك زيادة ضعيفة في محصول المحار المصطاد من المصايد الطبيعية خلال الفترة ما بين ١٩٩١–٢٠٠٠ من حوالي ٢,٥ إلى ٣,٥ مليون طن بينما كان المحصول خلال نفس تلك الفترة من إنتاج أنشطة الاستزراع المائي أكثر من الضعف، بتزايد من ٦,٣–١٤ مليون طن (الشكل ٢). و حوالي ٧٥٪ من إنتاج المحار العالمي عام ٢٠٠٠ هو منتوج من بعض أنماط الاستزراع المائي.

يعتبر المحار من الحيوانات المثالية لأغراض الاستزراع المائي: حيث إنها عشبية في اغتذائها ولا تحتاج إلى تغذية إضافية بخلاف الطحالب الطبيعية المتواجدة في مياه البحر وهي بصفة عامة تحتاج إلى أقل رعاية. وبالرغم من أنها تستزرع من مئات السنوات إلا أن التقدم في تقنية استزراعها في السنوات الحديثة قد أدى إلى ارتفاع إنتاجيتها الملحوظ. والتحسينات المستمرة في طرق وتقنيات الاستزراع سوف يكون مطلوبا لمواجهة الزيادة في الاستهلاك وأيضا لجعل استزراع المحار أكثر جاذبية من الناحية الاقتصادية لكل من المستثمرين والأفراد الذين يرغبون أن يصبحوا مزارعين للمحار والأصداف. و الحاجة إلى الفاعلية الكبيرة في أمور تشغيل الاستزراع المائي سوف تصبح أكثر ضرورة في المستقبل حيث إن المناطق التي يمكن استخدامها في استزراع المحار والأصداف في العالم أصبحت محدودة ويمكن أن تصبح أكثر انحصارا كنتيجة للنمو الحضاري الساحلي والتجمعات السكانية.

ويعتبر الإمداد بالصغار (الزريعة) المتواجد والموثوق به وكذلك الرخيص الثمن هو الحاجة المبدئية والأساسية المطلوبة لأي عمليات تشغيل زراعة أو تربية للمحار. وتحصل معظم أنشطة زراعة وتربية المحار في الوقت الحالي في العالم على الزريعة الخاصة بها من خلال تجميعها من المواقع الطبيعية وذلك بوضع مسطح الالتصاق في مناطق رمي البيض حيث يمكن جمع اليرقات المتحورة ثم بعدها تنقل إلى مناطق التسمين وذلك للتربية أو التسمين (الزيادة في الحجم والوزن) حتى تصل إلى حجم التسويق وفي أنشطة تشغيل أخرى، تجمع الصغار من مناطق تواجدها الطبيعية ثم تنقل إلى مناطق النمو والتسمين وهذه يمكن أن تكون بعيدة عن مصدر تواجد الزريعة. وعلى ذلك سوف يظل تجميع الصغار من المناطق الطبيعية أمر مهم وضروري في أنشطة زراعة وتربية المحار في كل أنحاء العالم ويمكن أن يمتد بدون شك إلى بعض المناطق الأخرى ليواجه الزيادة في الطلب على الزريعة لأنشطة الاستزراع. ومن المهم تحديد ومعرفة مناطق وضع البيض هذه وبذل كل الجهد للحفاظ عليها.

وفي مناطق أخرى كثيرة تصلح للتربية لا توجد مواقع طبيعية لوضع البيض و الإمداد بالزريعة أو حتى إذا تواجدت فإن إنتاجها من الزريعة لا يكفي لمواجهة احتياجات التسمين والتربية أو أن وضع البيض نفسه ليس له نمط محدد وغير مضمون في أن يكون مصدرا موثوقا به سنويا للإمداد بالزريعة. وتوجد اعتبارات أخرى يمكن أن تجعل الحصول على الزريعة من المواقع الطبيعية غير مناسب لاعتبارها مصدرا لتزويد المزارع، حيث في بعض المناطق تكون رغبة المربين هي زراعة صنف أو نوع محدد من المحار يناسب احتياجاتهم الخاصة في حين أن صغار هذه الأنواع غير متواجدة في البيئة المحلية أو المجاورة لسد حاجة هذه المزارع. وهناك اعتبار آخر وهو رغبة المربين في إدخال نوع غير مستوطن (مستورد) ولكن مصدر زريعة هذا النوع غير متاح. وبذلك يكون الحل البديل لتجميع المحار من المواقع الطبيعية هو إنتاج الزريعة عن طريق المفرخات. وفي كثير من البلدان تتواجد مفرخات المحار على مدى أكثر من نصف قرن ومؤسسة على مستوى متقدم، وهى جزء مكمل لأنشطة التربية الكثيرة والمصدر الرئيسي الوحيد للزريعة. وسوف تكون مفرخات المحار في المستقبل و بدون شك أكثر أهمية لأنشطة التربية حيث إن زراعة الأسماك القشرية والصدفية سوف تصبح أكثر خصوصية وأن الحاجة إلى الزريعة ستزداد.

ومميزات المفرخات متعددة بالمقارنة بتجميع الزريعة من المواقع الطبيعية فهي مصدر موثوق به ويمكن تزويد المربين باحتياجاتهم من الزريعة عندما تكون ملائمة لهم – وعادة ما تكون في وقت مبكر لموسم التسمين وتسبق بداية الموسم في المواقع الطبيعية. كما أنه يمكن تزويد المزارعين بالزريعة غير المتاحة بالمواقع الطبيعية مثل السلالات الوراثية المميزة التي تحسن الصفات البيولوجية لأنشطة الاستزراع وذلك في المناطق المحلية أو من جهة أخرى تزويدهم بالزريعة المستوردة من المحار. وتعتبر التكلفة هي العائق الأساسي في إنتاج الزريعة في المفرخات حيث إن تكلفة تجهيزات إنتاج الزيعة تعتبر أكبر من تكلفة تجميعها من المواقع الطبيعية، وبالرغم من أن العوامل الاقتصادية كانت السبب المحتمل في توقف بعض مفرخات المحار في الماضي، إلا أن التطويرات الحديثة في التقنية قد ساعدت كثيرا في زيادة الثقة بالنجاح المادي، الأمر الذي أدى إلى إمكانية إنتاج الزريعة بأسعار منافسة. وتعتبر المفرخات المصدر الوحيد لإنتاج الزريعة في بعض أنحاء العالم وذلك لصناعة الاستزراع التجاري، ولكن هناك مجهود كبير للوصول بها الى أن تكون أكثر فاعلية وأكثر انتشارا وقبولا كمصدر مفضل للزريعة.

ويعتبر إنشاء وتشغيل مفرخ المحار مهمة كبيرة ومكلفة ولابد من توخي الحذر عند كل مرحلة انشاء جديدة من أجل تفادي الفشل المحتمل لهذا المشروع. ليس هناك مخطط واحد لإنشاء وتشغيل مفرخ المحار ولكنه في الحقيقة هناك العديد من الناس من بدأوا بالتشغيل على نطاق صغير ثم أخذوا في النمو ببساطة على حسب الزيادة في حاجة الأسواق لمنتجاتهم. وتختلف المفرخات اختلافا كبيرا في تصميماتها وشكلها العام وإنشاءها من موقع إلى موقع آخر معتمدة على نوع الحيوان المراد تربيته وكذلك مستويات الإنتاج المطلوبة وفوق كل هذا الظروف المحلية مع الرغبة الشخصية لصاحب المفرخ أو القائم على التشغيل. بينما القواعد الأساسية لأي مفرخ محار تعتبر متماثلة وهي تتضمن تجهيز الأفراد البالغين ووضع البيض، تربية والتصاق اليرقات ثم تربية الصغار إلى الحجم المقبول كل هذا مع تواجد الإمكانيات لإنتاج الكميات الكبيرة من الغذاء (الطحالب) لتغذية كل المراحل الخاصة بدورة الإنتاج وبالرغم من أن هذه العناصر الأساسية تكون متماثلة في كل مفرخ إلا أن هناك اختلافات في التقنية وفي كفاءة كل مرحلة من مراحل التشغيل ويجب أن يتم تطويرها باستمرار وذلك لرفع ربحية المفرخات.

والمقصود من هذا الإصدار أن يكون «كيف يكون» كتيب مفرخات المحار. بينما تشرح أيضا الإصدارات الأخرى مفرخات المحار وكثير منها أصبحت غير مواكبة للجديد والحديث ولا تتضمن التطويرات التقنية الحديثة جدا. والمقصود بهذا الكتيب أن يكون مقدمة عملية لأسس تشغيل المفرخات للممارسين الجدد في هذا المجال، و ليساعد المستثمر بأن يقرر سواء هو أو هي في إنشاء وتشغيل مفرخ المحار ويصبح مندمجا في تجارة إنتاج الزريعة لصناعة الاستزراع. وهي في نفس الوقت ليست إصدارات علمية بمعنى مقبول بل إن معظم المحتويات قد أسست على خبرة المؤلفين أنفسهم والتي حصلوا عليها على مدى فترة شاملة تقدر بـ ٨٠ عاما أو أكثر. وبالرغم من أن هناك العديد من المراجع التي لها علاقة بمفرخات المحار إلا

أن عدد من هذه المطبوعات العملية كان تداولها محدودا وأصبحت الآن لا تعاد طباعتها أو أنها متواجدة فقط من خلال الخدمات التي تقدمها المكتبات المتخصصة، وكثير من القراء لا يمكنهم التوصل إلى مثل هذه المعلومات المنشورة ولذلك فإن كل الجهود المبذولة كانت من أجل أن يكون هذا الكتيب في شكل شامل ومتواجد بقدر الإمكان، فضلا على أن الكتيب يتضمن مراجع مكثفة مع قائمة بالقراءات المقترحة في نهاية كل جزء أساسي للتزويد بمصادر أكثر من المعلومات في الموضوعات المتخصصة وحقائق التشغيل.

الجزء ١

اختيار الموقع والاعتبارات الاقتصادية في تصميم المفرخ

١-١ اختيار الموقع ٥
١-١-١ المقدمة ٥
١-١-٢ الاعتبارات ٦
١-١-٢-١ القوانين ٦
١-١-٢-٢ جودة مياه البحر ٦
١-١-٢-٣ تحديد موقع المفرخ ٧
١-٢ اعتبارات تصميم المفرخ ٨
١-٢-١ المقدمة ٨
١-٢-٢ نظام مياه البحر ٩
١-٢-٣ المخطط العام للمفرخ ١٢
١-٢-٣-١ تجهيزات استنبات الطحالب ١٢
١-٢-٣-٢ منطقة الحفاظ على الأرصدة ووضع البيض ١٤
١-٢-٣-٣ منطقة تربية اليرقات ١٤
١-٢-٣-٤ منطقة تربية الصغار ١٤
١-٢-٣-٥ أماكن أخرى ضرورية ١٥
١-٣ الاعتبارات الاقتصادية ١٥
١-٤ المراجع المقترح قراءتها ١٦

١-١ اختيار الموقع

١-١-١ المقدمة

عند إقرار بناء مفرخ فإن اختيار الموقع الملائم يعتبر من أكثر الاعتبارات أهمية، ورغم ذلك فان أهمية الموقع لم تؤخذ بعين الاعتبار عند بناء كثيرمن المفرخات . وهناك عوامل عديدة يمكن أن تساهم في عدم ملاءمة الموقع كنقص عنصر واحد أو أكثر من عناصر البنية التحتية الأساسية، وعلى سبيل المثال تواجد أرض مناسبة و بأسعار معقولة، تواجد محلي للكهرباء والمياه العذبة، قوى عاملة مؤهلة، أو اتصالات جيدة. وهناك اعتبار آخر وهو أنه غالبا ما يرغب الفرد أو الشركة في بناء مفرخ في موقع ملاصق للمناطق المتواجدة لتسمين وتربية المحار. وفي مثل هذه الحالات فإن المفرخ يصبح إضافة مميزة بمناطق التربية المتواجدة. ومع ذلك فإن هناك عامل آخر وهو أن الفرد أو الشركة يمكن أن يمتلك أو يتوفر على حقوق في موقع محدد ويثبت أن هذا الموقع هو الوحيد الملائم لبناء المفرخ. و في حالة ما يكون ذلك حقيقيا فإنه من المستحيل بناء مفرخ على موقع مثالي، ومع ذلك فإن بعض المواصفات يجب أن تتوفر و إلا فان المفرخ سيكون مهددا بالفشل.

١-١-٢ الاعتبارات

١-١-٢-١ القوانين

الاعتبار الأول هو تحديد ما إذا كانت القوانين تسمح بإنشاء مفرخ المحار على الموقع المرغوب فيه. و يمكن الحصول على هذه المعلومات عن طريق الاستعلام من السلطات المحلية، الدولية، الإقليمية أو الفيدرالية. وإذا كانت القوانين لا تسمح بإنشاء المفرخ على الموقع المرغوب فيه فإنه يجب أخذ قرار البحث عن مكان آخر يكون مسموحا البناء فيه، أو محاولة تغيير القوانين المعمول بها للسماح بالبناء في الموقع المختار.

ومن المرجح أن هناك عدد من التصاريح والرخص يتوجب الحصول عليها لضمان التوافق مع قوانين البناء المحلية والتنظيمات البيئية المحلية والقومية قبل السماح بالإنشاءات. وهذه إجراءات يمكن أن تكون طويلة، مكلفة، ومضيعة للوقت، ويمكن أن تحتاج إلى تقييم للتأثيرالمحتمل من المفرخ على البيئة المحلية وذلك قبل التصريح سواء بالموافقة أو عدم الموافقة بالبدء في مرحلة البناء.

١-١-٢-٢ جودة مياه البحر

من الأهمية القصوى التأكد من تواجد المواصفات الجيدة لمياه البحر على مدار العام في الموقع المقترح و ذلك قبل الالتزام بما هو مطلوب مراعاته في الموقع المناسب للمفرخ. وهذه النقطة يجب تأكيدها حيث إنه إذا كان مصدر مياه البحر الجيدة غير متاح، فإنه سوف يكون من الصعب إن لم يكن من المستحيل تشغيل مفرخ مربح وذو كفاءة. ولهذا السبب فلابد لكل الجهود أن تركز في الحصول بقدر الإمكان على كثير من البيانات عن مواصفات مياه البحر طوال العام في الموقع أو المواقع المحتملة. والبيانات المطلوبة ليست فقط للمياه السطحية ولكن أيضا لعمود المياه الكلي حيث إن الثرموكلين (thermocline) يمكن أن يتطور أو تحدث تيارات تصاعدية (upwelling) على فترات زمنية. وإذا كان قد تم أخذ بيانات سابقة عن المسح الإقياتوغرافى للمنطقة فإن صور هذه النتائج لابد من فحصها. أما إذا كانت بيانات المسح هذه لم تؤخذ من قبل فإنه لابد أن يتم إعدادها بتفصيل عن طريق أخذ عينات مياه البحر من الموقع المقترح لمدة عام على الأقل.

والعوامل البيئية لمياه البحر التي يجب فحصها تعتمد على الموقع الجغرافي من ناحية وعلى نوع المحار المطلوب استزراعه. ويرقات المحار بالإضافة إلى الصغار والأطوار البالغة لها متطلبات فزيولوجية محددة، مثل درجة حرارة المياه، الملوحة، مستويات الأكسجين التي تستوجب الحفاظ عليها في تشغيل المفرخ. وتعتبر درجة حرارة المياه مرتفعة في المناطق الحارة عن المناطق المعتدلة ويعتبر المحار المستوطن مهيئا تماما لتحمل هذه الظروف. ولهذا يجب تجنب انخفاض درجات الحرارة بصورة حادة في المفرخ والا فان معدل الإعاشة ونمو اليرقات والصغار سوف يتأثر عكسيا. وفي المناطق المعتدلة يجب أن لا يسمح لدرجات حرارة المياه أن تزيد عن المستويات المرتفعة أو المنخفضة المميتة لليرقات وللصغار. وتتغير درجات الملوحة على مدى واسع، ودرجة تحمل هذه التغيرات يختلف بإختلاف أنواع المحار. بعض منها يحتاج إلى مستويات ملوحة المحيط بينما الأنواع التي تستطيع أن تعيش في مدى ملوحة واسع (مياه الأنهار والمياه الشروب) فهذه لها قدرة تحمل أكثر اتساعا. وليست فترات سقوط الأمطار القوية فقط السبب الوحيد لفترات انخفاض الملوحة، ولكن الاندفاع المصاحب لسقوط المطر يمكن أن يزيد كميات الغرين (طين السيل) والمواد الأخرى والتي يمكن أن تؤدي إلى مشاكل في المفرخ. و يمكن للتركيزات المكثفة (الازدهار) لبعض الطحالب البحرية وأنواع البكتريا أن تفرز مواد سامة، قد تسبب انخفاضات في معدلات الإعاشة والنمو ليرقات المحار أو الصغار، أو نفوق إجمالي في الحالات القصوى، ولذلك يجب تجميع اكبر عدد من البيانات عن هذه العوامل قبل تقدير مدى ملاءمة الموقع لمفرخ المحار. وتعتبر المقاييس المعالجة لتحسين جودة مياه البحر غير الملائمة مكلفة جدا ويمكن أن تؤثر عكسيا على الفائدة الربحية للمشروع.

ويجب تجنب المواقع التي من المحتمل أن تتأثر بمخلفات المنشآت الصناعية. و تبقى التأثيرات المضرة والأقل ضررا الناتجة عن عدد كبير من الملوثات الصناعية غير مفهومة بالكامل و كذا التأثيرات الإضافية

التي تظهر عندما تجتمع عدة مخلفات صناعية ناتجة عن سلسلة من البقايا ذات المفعول السام القوي في المياه المجاورة. وتعتبر تأثيرات هذه المخلفات مهلكة تماما ليرقات المحار. وعلى سبيل المثال، فإن المكونات المضادة للحشف عندما تضاف على البويات البحرية مثل تراى بيوتيلتين (TBT)، لها تأثير قاتل على يرقات المحار حتى ولو كان بتركيزات بضع أجزاء لكل بليون. ويجب تجنب التزويد بمياه البحر التي تسحب من أحواض إصلاح السفن القريبة أو الموانئ التجارية. إذا كان ممكن تنفيذ ذلك فإنه ينصح بعمل دراسات الاختبار الاحيائي باستخدام أجنة المحار للمساعدة في تحديد مواصفات المياه في موقع المفرخ المختار. ويمكن أن يكون تواجد المواد الضارة بصفة عارضة أو موسمية في الطبيعة ولذلك يجب أخذ عينات للاختبار على مدى فترة عام على الأقل ومن الافضل أن تؤخذ على نمط أسبوعي.

يجب أيضا تجنب الملوثات الاتية من الغابات والمصادر الزراعية المحلية. وقد لوحظ حديثا أن مياه الصرف من بعض الأراضي الزراعية يمكن أن تحمل تركيزات من المبيدات بنسب ضارة بنمو وبقاء يرقات المحار. وليست فقط الملوثات المحلية التي تحتوى على ملوثات سامة ليرقات المحار ولكن المحتوى العضوي العالي بها يمكن أن يسبب نقصا في مستويات الأوكسجين ويزيد من مستويات البكتريا التي يمكن أيضا أن تؤدي إلى نقص في النمو ونفوق اليرقات.

يعتبر الامتداد العمراني وتوابعه أحد الاعتبارات الأساسية التي يجب اخدها بعين الاعتبار لاستزراع المحار. حيث إنه إذا كان الموقع سوف يحاط مباشرة بالامتداد العمراني فإنه لابد أن يبذل كل الجهد لضمان أن المصادر المحتملة للتلوث يجب ان تحصر في أقل الحدود مما يتطلب العمل مع المخططين والإنشائيين.

١-١-٢-٣ تحديد موقع المفرخ

يجب أن يكون موقع المفرخ قريبا من المحيط وذلك من اجل أن تكون المسافة المطلوبة لضخ المياه أقل ما يمكن من اجل تقليص الحاجة الى أنابيب ذات أطوال ضخمة. ويجب أيضا أن يكون الموقع قريبا من سطح البحر بقدر الإمكان لتجنب مشاكل ضخ المياه لأي مسافات رأسية ضخمة. وإذا كانت الاختلافات في درجة حرارة مياه البحر والملوحة السطحية تحدث بصفة منتظمة، فإن أنابيب سحب المياه يجب أن تتواجد على عمق (أكثر من ٢٠ متر تحت السطح) وذلك للحفاظ على ثبوت أكثر لدرجة حرارة وملوحة المياه. وبالاعتماد على طبيعة طبقات الأرض الجيولوجية فإنه من الممكن حفر آبار قريبة من الشاطئ للتوصل إلى مستودع المياه الجوفية والتي تتمتع بدرجة حرارة أكثر ثباتا على مدار العام. و تكون هذه المياه مرشحة بطبيعتها عن طريق نفاذيتها من خلال الطبقات الأرضية. ومع ذلك فإن هذه المياه قد تحتاج إلى التشبع بالأوكسجين قبل استخدامها.وأنه من الحكمة دائما إستشارة المهندس المناسب ذو الكفاءة عند اتخاذ القرارات في تحديد أنسب الطرق والتقنيات للحصول على مصدر مائي.

وهناك حاجة إلى مساحة كافية متاحة في الموقع لكي تلائم المفرخ والبنايات التابعة له امكانية توسع مستقبلي. ويجب الأخذ في الاعتبار أيضا الحاجة إلى الرصد الكافي.

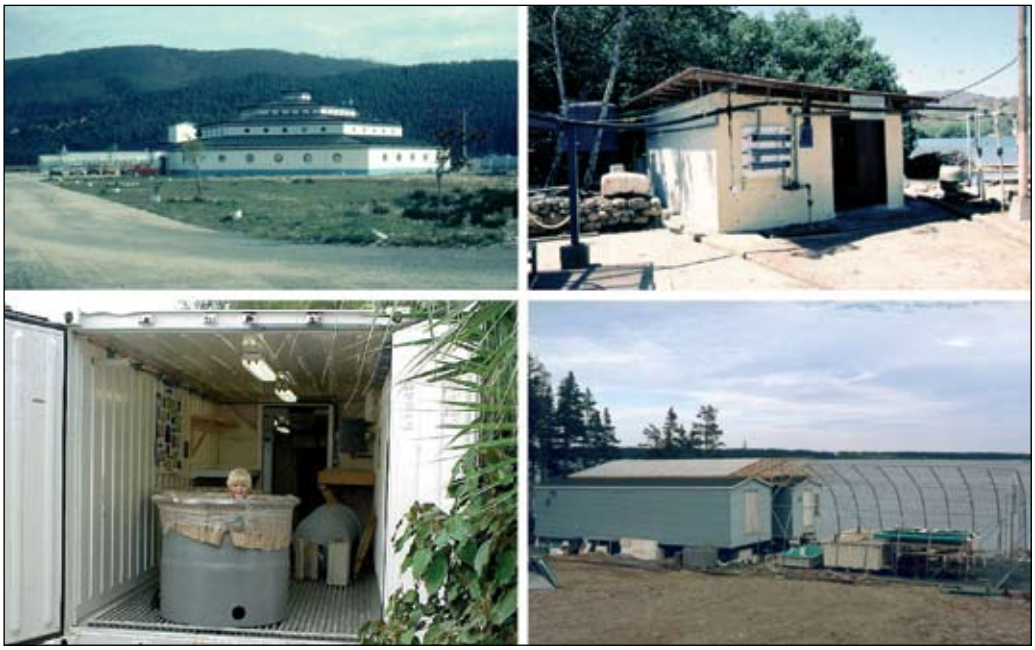
زيادة على ذلك فان الموقع يجب أن يحتوي على تزويد كافي بالقوة الكهرباءية، ومصدر للمياه العذبة وقوى عاملة مدربة لتشغيل المفرخ. ويجب كذالك تواجد وسائل اتصالات جيدة وذلك للحصول على المواد والمستلزمات المطلوبة بسرعة وكذلك الشحن السريع لليرقات والزريعة إلى أماكن تسويقها المختلفة. يجب أيضا الأخذ في الاعتبار القرب من مؤسسات مثل الجامعات، والمعامل الحكومية والمكتبات حيث أن مثل هذه المصادر يمكن أن تكون وسيلة مهمة مساعدة في التشغيل و كذلك من اجل إيجاد الحلول للمشاكل التي يمكن أن تواجه.

وبصفة مبدئية فإنه من المفيد أن يتم إعداد قائمة بالعناصر التي يجب مواجهتها أو على الأقل مراجعتها عند التفكير بشأن موقع مفرخ المحار ويكون العمل من خلال هذه القائمة من أجل أن يتوفر الموقع على غالبية الاحتياجات المطلوبة.

١-٢ اعتبارات تصميم المفرخ

١-٢-١ المقدمــة

لا يوجد هناك تصميم محدد لمفرخ المحار. ويختلف تخطيط المفرخات من موقع لآخر، و تبعا للنوع المراد إنتاجه، والموقع الجغرافي، والتمويل المالي المتاح، وكذا إنتاج الأنواع المرغوبة والمفضلة للمستثمر (الشكل ٣). بعض المفرخات تكون صغيرة وتعتمد على تزويد المرابي الخاصة بها بزريعة المحار لأغراض التربية والإنتاج. والبعض الآخر المفرخات تكون كبيرة ومنتجة للزريعة لغرض بيعها فقط أو لبيع الزريعة الزائدة عن حاجته إلى المربيين الآخرين. وقد تتضمن المفرخات أو لا تتضمن على وحدة للتحضين ويمكن للبعض أن ينتج يرقات ناضجة فقط لشحنها إلى أي مكان، بينما البعض الآخر يمكنه أن يتركها عنده لتنمو وينتج زريعة تختلف في الحجم من واحد إلى ١٢ مم (طول الصدفة). والاعتماد الأكثر يكون على الطبيعة، والمستلزمات ومستوى المهارة في عمليات التسمين والتي في جملتها تصنع قاعدة للمستهلك (الزبون).



الشكل ٣: صور مختارة توضح الاختلافات في الحجم ومهارة الإنشاء المتواجدة في أنحاء العالم. في اتجاه عقارب الساعة من أعلى شمالا: يتناميونور (اسبانيا) ، مفرخ توربيوليتو (خليج كارياكو، فينزويلا)، مفرخ الأسكالوبا بمحطة برمودا البيولوجية تم إعداده على حاويات شحن معزولة، ومفرخ المحار SMS (بوينت بليزنت، نوفا إسكوتشا، كندا).

وقد تم بناء العديد من المفرخات بقليل من التخطيط الحديث أو الإحتياط المطلوب للتطوير المحتمل في المستقبل. وينشأ المفرخ لإنتاج كمية مطلوبة من الزريعة وعندما يتم الوصول إلى الهدف المبدئي يؤخذ قرار بالتوسع وإضافة قدرة استيعابية أعلى. هذه المنشئات المضافة غالبا ماتكون غير فعالة وذات وظيفة ناقصة. بعض المفرخات الأخرى التي تم بناؤها لإنتاج زريعة نوع واحد ولكن حاليا أصبحت تنتج أنواع أخرى، وتكون النتيجة أن المفرخ إلى حد ما لا يكون على كفاءة للقيام بدوره الجديد.

إذا تم التخطيط بعناية للمفرخ قبل بداية الإنشاءات فإنه يسمح بتوفير الوقت وتجنب كثير من الإحباطات. ويجب أن نتذكر عددا من الاعتبارات عند التصميم للمفرخ خاصة اعتبارين اثنين لهما أهمية كبيرة. الأول، يجب أن يكون تشغيل المفرخ بكفاءة وعمالة متآلفة لجعل عملية التشغيل مربحة بقدر المستطاع، والثاني، يجب أن يوضع في الذهن الحاجة إلى الامتداد المستقبلي.

يوجد جزئين أساسين في مفرخ المحار، نظام المياه المالحة والمخطط الطبيعي.

١-٢-٢ نظام مياه البحر

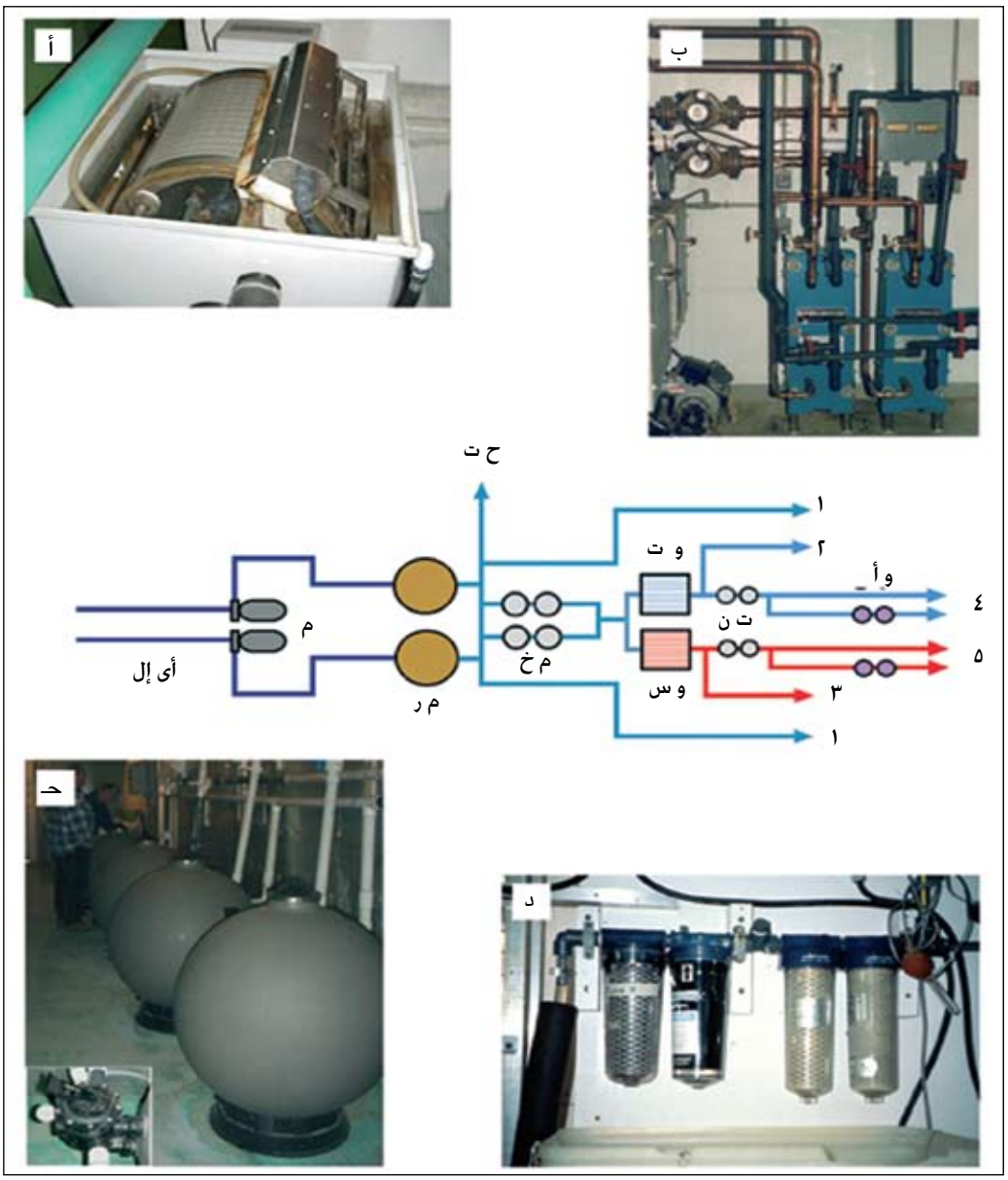
تم مسبقا مناقشة الحاجة إلى التزويد بمياه البحر ذات المواصفات العالية. وإنه لمن المهم التأكيد على أن يكون مصدر المياه المالحة ونظام ضخها ومعالجتها متواجد في موقع مناسب وقريب من المفرخ وأن الاستخدام الأمثل يعمل على المحافظة على رأس المال وتقليل النفقات.

يجب أن يكون المفرخ متواجدا بالقرب من مستوى سطح البحر بقدر المستطاع لتجنب رفع المياه. و أن يكون سحب مياه البحر قريبا بقدر المستطاع وفي موقع مناسب لكي يتم مراعاتها والحفاظ عليها بأقل مجهود. سحب المياه المالحة يجب أن يتواجد على عمق يسمح بتجنب الاختلافات في درجة الحرارة والملوحة وأيضا يقلل من عدد الكائنات وكمية العوالق التي سوف تدخل النظام. وفي المناطق المعتدلة، يجب أن يكون موقع سحب المياه تحت مستوى منطقة الثرموكلين التي تحدث في فصل الصيف للإقلال من التغيرات في درجات الحرارة. وفي المناطق التي يحدث بها فترات مطر شديد يجب أن يكون سحب المياه على عمق كافي لتجنب التغيرات الفجائية في درجة الملوحة والإطماء الشديد الذي يحدث مع الأمطار. سحب المياه على عمق يسمح بتجنب الازدهارات البلانكتونية الرئيسية، التي بعض منها يمكن أن يكون ضارا بالنسبة ليرقات المحار وأيضا يقلل جدا عدد الكائنات الحشفية التي تدخل النظام. كما أن الكائنات الحشفية يمكن أن تلتصق بالأنابيب وتقلل جدا تدفق المياه الداخلة إلى المفرخ. ويمكن تجنب العديد من مصادر المتغيرات المذكورة سابقا عن طريق الحصول على مياه البحر من الآبار المحفورة ويجب دراسة هذه الوسيلة قبل الشروع في البحث عن حل آخر.

إن حجم المضخات وقطر الأنابيب اللازمة يعتمد على مستوى نطاق التشغيل وأحجام مياه البحر اللازمة لمواجهة كل أنماط الإنتاج. وتتواجد المضخات في الأسواق التجارية، كما أن نوع وحجم المضخة المطلوبة يمكن تحديده بعد المناقشات مع التجار المتخصصين. ومن المهم جدا التأكد من أن تكون الأسطح التي سوف تلامس مياه البحر غير سامة. مثل أغلب أنواع البلاستيك، اوحديد الصلب وبعض أنواع الفولاذ. ويجب تجنب المضخات التي تحتوى على الحديد الصلب الخفيف أو النحاس.

و في البداية تضخ مياه البحر مباشرة من المحيط من خلال مرشحات رملية تحجز أغلب المواد المحببة والتي تكون أكبر من ٢٠–٤٠ ميكروميتر في الحجم (الشكل ٤). والمرشح الرملي الجيد يحجز الجزء الأساسي من العوالق والكائنات من المياه التي يمكن أن تتداخل مع يرقات المحار. ويحجز أيضا كثير من الكائنات الحشفية التي تمكنت من الالتصاق والنمو في الأنابيب المستعملة بالمفرخ. وهي لا تسبب فقط مشاكل في تدفق المياه ولكن كذلك عند موتها يمكن أن ينتج عنها ظروف لاهوائية قد تكون سامة ليرقات المحار. أيضا يمكن أن تكون مكان معيشة مناسب وتقضي على البكتريا المغذية لليرقات. والمرشحات الرملية متواجدة في الأسواق وهي مماثلة للمرشحات التي تستخدم في ترشيح مياه حمامات السباحة. وبصفة عامة يتم تركيب سلسلة من إثنين أو أكثر من هذه المرشحات ويتم تنظيفها ارتجاعيا على فترات منتظمة لتجنب أي انسداد في محتوى المرشح. يمكن استعمال أنواع أخرى من المرشحات وهذا يعتمد على الإختيار الشخصي وإعتبارات التكلفة والمرشحات ذات التنظيف الذاتي والمرشحات الأسطوانية ذات المساحة السطحية الكبيرة أو المرشحات الكيسية كلها متواجدة وذات كفاءة عالية في إزالة الحبيبات ذات الأحجام الصغيرة.

طريقة أخرى للحصول على مياه البحر للمفرخ هي ضخ الماء من الآبار ذات المياه البحرية وهذه الطريقة أصبحت مفضلة للمفرخات للحصول على مصدرها المائي في السنوات الحديثة. ويحفر البئر بالقرب من المفرخ وعلى عمق كافي ليزود المفرخ بمصدر ماء بحر كافي. والمياه من مثل هذه الآبار لها جودة عالية وعادة ما تكون ذات درجة حرارة وملوحة ثابتة. وقد رشحت من خلال الرسوبيات أو الصخور الكثيرة المسام وتحتوى على قليل من العوالق وجزء ضئيل، إن لم يكن منعدما، من الكائنات الحشفية. والمياه المستخلصة بهذه الطريقة قد تحتاج إلى قليل من الترشيح أو لا تحتاج. وتعتبر إنشاءات آبار المياه المالحة مكلفة في البداية ولكن يمكن تعويض هذه التكلفة المرتفعة من رأس المال بإختزال تكلفة التشغيل.



الشكل ٤: رسم توضيحي للمراحل المختلفة لمعالجة مياه البحر لاستخدامات المفرخ من بداية الأنابيب الداخلة (أي إل) إلى المواقع التي تستخدم فيها المياه في أغراض مختلفة من التشغيل (من واحد إلى خمسة). **مفتاح الرموز**: م– مضخات مياه البحر; م ر– مرشح رملي (الصورة الفوتوغرافية **حـ**) أو المرشحات الأسطوانية ذاتية التنظيف التبادلية (الصورة الفوتوغرافية أ) ; ح ت – إلى أحواض التخزين (إذا لزم الأمر) ; م خ – مرشحات خرطوشية من عشرين ميكروميتر، عشرة ميكروميتر; و ت– وحدة تبريد مياه البحر (إذا لزم الأمر) ; و س – وحدة تسخين مياه البحر (إذا لزم الأمر – الصورة الفوتوغرافية ب) ; ت ن– ترشيح نهائي (خمسة ميكروميتر، واحد أو اثنين ميكروميتر – الصورة الفوتوغرافية د) ; و أ– وحدات أشعة فوق بنفسجية للتعقيم (إذا لزم الأمر)

الدليل إلي الاستخدامات المثالية (مستويات المعالجة تختلف من مفرخ إلي مفرخ):

١– مياه مرشح رملي غير ساخنة للأصول وللصغار ذات الأحجام الكبيرة (إذا لزم التسخين يمكن اتباع رقم٣)

٢– مياه البحر المبردة والمرشحة عند عشرة ميكروميتر لتبويض الأصول أو لاستزراع الطحالب على نطاق كبير وذلك للأنواع شديدة التحمل. مياه البحر المبردة (أو بدرجات الحرارة المحيطية) فهي تختلط عادة بمياه البحر الساخنة للإمداد بدرجات الحرارة المتوسطة وذلك للأغراض المختلفة.

٣– مياه البحر الساخنة المرشحة عند عشرة ميكروميتر لإعداد وتهيئة الأصول لوضع البيض وكذلك لنمو الزريعة الكبيرة الحجم. بعض المفرخات لديها نظام منفصل للتسخين وذلك سواء لمياه البحر غير المرشحة أو المرشحة بالمرشح الرملي لأغراض إعداد وتهيئة الأصول.

٤– المياه المبردة والمرشحة عبر واحد ميكروميتر سواء معقمة بالأشعة فوق البنفسجية أو غير معقمة لاستزراع الطحالب.

٥– المياه الساخنة المرشحة عبر واحد ميكروميتر وسواء معقمة بالأشعة فوق البنفسجية أو غير معقمة لتربية اليرقات.

بعد الترشيح يمكن ضخ كل مياه البحر أو جزء منها إلى حوض التخزين الذي يمكن صنعه من الأسمنت المسلح أومن الفيبرجلاس (Fibreglass). ويعتبر استخدام حوض التخزين من الأمور المفضلة التي تفتقر لها عدد كبير من المفرخات. وهي تعتبر مفيدة عندما يكون الحصول على المياه مرتبط بأوقات محددة، مثلا، عند المد المرتفع. وكذلك في المناطق التي تكون فيها الطاقة الكهربائية غيرمتواجدة بصفة دائمة لضمان استمرارية الإمداد بمياه البحر. وتضخ كمية كافية من الماء إلى حوض التخزين حيث يتم تزويد المفرخ حتى يعاد ملؤه مرة أخرى. ويكون موقع الحوض على ارتفاع يسمح بتأثير الجاذبية الأرضية على اندفاع الماء الكافي إلى المفرخ. في المفرخات الأخرى يكون نظام مياه البحر عبارة عن نظام المياه الجارية حيث تضخ المياه بصفة مستمرة في المفرخ لكي تستخدم عند الحاجة ثم تصرف بعد ذلك إلى المجاري. وحديثا، فإن عديد من المفرخات تنشئ نظام إعادة تدوير المياه الشامل أو النظام الجزئي لإعادة تدوير المياه وذلك للإقلال من نفقات التشغيل. وهذا النظام ملائم على الأخص إذا كان الإمداد بمياه البحر لفترة قصيرة أو إذا كانت ساخنة أو باردة. وتدوير المياه يمكن أن يمر على مرشحات نشطة بيولوجيا للتخلص من المخلفات الأيضية للحيوانات وتحفظ قبل إعادة استخدامها. وفي حالة تسخين أو تبريد المياه فان هذه الأخيرة يمكن أن تمر عبر محولات حرارية للتسخين الجزئي أو تبريد المياه القادمة وبذلك يمكن الإقلال من تكاليف الطاقة.

يجب أن تكون كل الأنابيب من مادة غير سامة، عادة مصنوعة من pvc (البولي فنيل كلوريد) ٤٠ أو ٨٠، بالرغم من أنه في بعض الأحيان أيضا ABS أو أنابيب البولي إيثيلين والوصلات كبدائل. وقطر الأنابيب يعتمد على المياه المطلوبة. في أغلب المفرخات يكون قطر خطوط التوزيع الرئيسية بالمفرخ ٥٠ مم أو أقل بالرغم من أن قطر أنابيب السحب الرئيسية يمكن أن يكون فوق ١٥ سم ويجب أن تكون الأنابيب مدعمة جيدا و مرتفعة بقدر كافي داخل الأرض بحيث تكون بعيدة عن الطريق ولكن سهلة الوصول للتنظيف. ويجب أن تكون الصمامات والفتحات ملائمة في مكانها. وإذا كان الماء المرشح بكمية كافية فإن الحاجة سوف تكون بسيطة لتنظيف الخطوط على فترات. و يمكن أن يكون التنظيف مطلوبا بصفة دورية، لذلك فإنه من المهم وجود فتحات غسيل أو وصلات لولبية في موقع ملائم يسمح بتنظيف الخطوط بسهولة و فكها لمزيد من التنظيف الدقيق.

وفي معظم مفرخات المناطق المعتدلة فإن هناك احتياجات في بعض الأحيان لإمكانية تسخين أو تبريد جزء من مياه البحر. وهناك وحدات تجارية متاحة لهذا الغرض. ان السعة المطلوبة لهذه الوحدات يجب ان تناقش مع الموردين المختصين من اجل ضمان الإمداد بالحرارة المطلوبة. يجب كذالك التأكد من أن الأسطح الخارجية لهذه الوحدات الملامسة لمياه البحر غير سامة ليرقات المحار. وغالبية وحدات التبادل الحراري التجارية المتاحة تستخدم مادة التيتانيوم كمسطح للنقل الحراري حيث إن هذه المادة مفضلة عند معظم المفرخات.

و قد يرغب مديري المفرخ في تعقيم (أو على الأصح التطهير من الجراثيم المعدية) كل أو جزء من مياه البحر قبل إستخدامها، وعلى الأخص إذا كانت هناك حالات ظهور أمراض. ويمكن تعقيم مياه البحر إما بإستخدام ضوء يوفي uv (الأشعة فوق البنفسجية) أو الأوزون. و توجد وحدات تجارية لهذا الغرض يمكن تحديد الحجم المطلوب ببساطة، وهي غالبا وحدات تجارية مخصصة في تعقيم المياه العذبة. وفي حالة مياه البحر حيث تكون أحيانا غنية بالأحمال العضوية والعكارة بسبب المواد العالقة أكثر من المياه العذبة، ولذلك ينصح بإستخدام هذه الوحدات عند نصف (أو أقل) من قوة دفع الماء المسموح به حتى يكون آداءها جيدا. وعند إستخدام ضوء يوفي للتعقيم فإنه يجب ترشيح المياه حتى واحد ميكروميتر قبل التعقيم حيث أن ضوء يوفي سهل الامتصاص بواسطة الحبيبات الموجودة بالماء وبذلك يقلل من كفاءة الوحدة. ويمكن بسهولة تجميع الماء المرشح مع وحدة يوفي وعدد كثير من الوحدات المتاحة يكون لها كل من المشرحات ولمبات اليوفي.

في بعض المناطق يمكن وجود قوانين تتحكم في تصريف الفضلات السائلة من المفرخ. ولذلك يجب مراجعة القوانين التي تحكم تصريف الفضلات السائلة قبل إنشاء المفرخ وإذا كانت موجودة فلابد من إتباعها.

و من الضروري أن تدفن قنوات الصرف المائية الكبيرة تحت سطح الأرض في المناطق المبتلة مع ضرورة تواجدها المناسب في كل أنحاء المفرخ. ويجب تفريغ أحجام كبيرة من الماء على فترات (مثلا عند تفريغ الأحواض فإنه يجب أن تكون قنوات الصرف المائية قادرة على إحتواء هذا التفريغ).

وترغب بعض المفرخات في إكثار أنواع خارجية أو سلالات أو أجناس من أنواع ليست موجودة محليا. وتبعا للقوانين المعمول بها، فانه يجب إنشاء موقع خصص للعزل الصحي. وذلك لضمان عدم دخول المبيدات والطفيليات والأمراض التي قد ترافق الأنواع المستوردة وعدم تسرب اليرقات بالصدفة إلى البيئة الطبيعية. وهذا سوف يتطلب نظام صرف منفصل في منطقة المفرخ ويصمم للحجر الصحي ويتم تفريغ محتوياته في أحواض تجميع حيث يمكن تعقيم السوائل الخارجة بواسطة محلول الهيبوكلوريد القوي، ثم يعالج الماء المعقم بواسطة الثيوسلفات لمعادلة أي بقايا للكلورين وذلك قبل تصريفه إلى البيئة المحيطة. وتحتاج تسهيلات الحجر الصحي إلى حجرة منفصلة للتجميع والتهيئة ووضع البيض للأفراد البالغين. وقنوات الصرف المائية لهذه الحجرة سوف تفرغ محتوياتها أيضا في أحواض للمعالجة صحيا.

١-٢-٣ المخطط العام للمفرخ

يجب التفكير بعمق عند تصميم المفرخ من اجل أن تكون عملية التشغيل فعالة و عملية. ويجب أن يكون المفرخ قابلا للتعديل بحيث يسمح بتعديلات مباشرة في المستقبل بدون حاجة الى تغييرات جوهرية. في بعض المفرخات تكون الأحواض مبنية من الإسمنت المسلح ولهذا تصعب عملية التغيير. ومن المحبذ جدا أن تكون الأحواض من البلاستيك أو الفيبرجلاس حيث يمكن تحريكها بسهولة أو تغييرها إذا لزم الأمر. ولابد أن تكون الأرضيات إسمنتية وبها عدد كافي من مجاري صرف المياه. ويجب أن تغطى كل المسطحات بطبقة مصقولة ومقاومة للإصابة بالمن وذلك لتسهيل تنظيفها. يجب تركيب أدراج القوائم الأرضية ووحدات التخزين المصنوعة من الخشب على قواعد عمودية من الإسمنت لمنع إصابتهم بالتلف بغمرهم في مياه البحر. وإذا كان ذلك غير ممكن تدهن الأسطح الخشبية بدهان الأيبوكسي ذو جودة عالية.

والمفرخ يحتوي على مساحات متعددة كلها على علاقة بينية مع بعضها. ومن حيث الناحية العملية فهي مقسمة إلى حجرة لاستنبات الطحالب و حجرة لتهيئة الأصول ووضع البيض، و حجرة لتربية اليرقات، و حجرة لتربية الصغار ومناطق خدمة (الشكل ٥).

١-٢-٣-١ تجهيزات استنبات الطحالب

يعتمد نجاح مفرخ المحار على إنتاج الطحالب. ويجب تواجد كميات كبيرة من الطحالب ذات الجودة العالية عند الحاجة إليها. تمثل الطحالب الجزء الهام جدا في أي مفرخ ويجب أن تحظى باهتمام خاص وذلك بتوفير مساحة عمل كافية وفعالة لهذا الغرض (الشكل ١-٥). بما أن الطحالب تستخدم في كل مراحل انتاج المحار فإن التسهيلات يجب أن تكون في موقع مركزي وملائم. والمساحة المطلوبة لإستنبات الطحالب تعتمد جزئيا على مستويات الإنتاج و الطرق المستخدمة في الإنتاج حيث إنها تسنبت كليا داخل المفرخ بالإعتماد على الإضاءة الإصطناعية أو خارجيا تحت الإضاءة الطبيعية أو الاثنين معا. وإذا كان نمو الطحالب معتمدا على الضوء الطبيعي فإن صوبة زراعية جيدة التهوية مطلوبة لهذا الغرض ويجب أن توضع في مكان يسمح بالحصول على أقصى كمية من ضوء الشمس. وهناك حاجة إلى المظلات لحماية الاستنباتات الصغيرة والأقل كثافة من ضوء الشمس القوي.

ولحفظ مخزون الطحالب المستنبت (وتعرف أيضا بالماستر) (٢) يلزم وجود حجرة صغيرة. وأبعاد هذه الحجرة مختلفة و يمكن أن تكون صغيرة حوالي ٢ × ٣ متر. ويحبذ أن تكون الحجرة معزولة و ذات درجة حرارة باردة. وهناك ضرورة إلى رفوف مزودة من الخلف بإضاءة فلورسنت كمصدر للإمداد بالضوء. وكذلك مصدر للإمداد بالهواء. ويحفظ في هذه الحجرة أنابيب اختبار حاملة و مائلة او دوارق صغيرة

الشكل ٥: مخطط أرضي عام لغرض بناء مفرخ المحار (انظر الجزء التالي للشرح).

التي تحتوي على طحالب ذات النوع الواحد الخالية من الجراثيم وعادة يكون حفظ مخزون هذه الطحالب في حضانة مضاءة ومبردة. والطرق المستخدمة لهذا الغرض موضحة في الجزء الثالث.

والمرحلة التالية للاستنبات هي استخدام مخزون الطحالب المستنبت في الحجرة الباردة وإنمائها في دوارق سعة أربع لترات وحاويات ٢٠ لتر معرضة لضوء لمبات فلورسنت (٣). وهذه يمكن أن تكون جزء من منطقة إستنبات الطحالب الرئيسية أو حجرة صغيرة منفصلة عنها. والمكان المطلوب يعتمد على عدد الأنواع وكمية الطحالب المنتجة. وتتطلب هذه الحجرة الإمداد بالهواء وثاني أوكسيد الكربون و درجة حرارة تتراوح مابين ١٥ و ١٨م^{o}. حجرة صغيرة موازية (٤) وهي مكان لحفظ الأوتوكلاف (٥)، والذي يستخدم في تسخين وتعقيم الوسط الغذائي للإستنباتات الصغيرة. بعض المفرخات تستخدم طرقا بديلة لتحضير الوسط الغذائي للإستنبات وهذه سوف تشرح في الجزء الثالث.

حجم منطقة إستنبات الطحالب الرئيسية تعتمد على عدد الأنواع المطلوب إستنباتها وكمية الطحالب المطلوبة. هذه المنطقة تحتل جزءا له أهمية كبيرة في المفرخ. إذا كانت أغلب الطحالب يتم تنميتها داخل المفرخ بطريقة الإستنبات الكمي فإنه يجب أن يكون هناك مكان كافي لسلسلة من الأحواض ذات قطر يتراوح بين ٣ و ٤ أمتار وبعمق يصل إلى مترين. وإذا تم إستخدام طرق الأكياس أو الأسطوانات الطويلة فإن المساحة الأرضية المطلوبة تكون قليلة. تحتاج محولات التيار الخاصة بلمبات الفلورسنت والمستخدمة في إضاءة إستنباتات الطحالب أن تكون من نوع ضعيف التسخين والا يجب ان تعزل في منطقة منفصلة تمكن من تبديد طاقتها الحرارية. وهذه المنطقة يجب أن يحافظ عليها بطريقة مثالية ودرجة حرارة هذه الحجرة يجب ان تكون في حدود ١٥ و ٢٠م^{o}.

في مفرخات كثيرة، يمكن إنماء أجزاء محددة من الطحالب إذا لم تكن كلها في صوب زراعية. وهذه الأخيرة يمكن أن تكون تجهيزات قائمة بذاتها أو متصلة من جهة واحدة بالمفرخ – و من الأفضل في الجهة الجنوبية من نصف الكرة الشمالي اوالجهة الشمالية من نصف الكرة الجنوبي، وذلك لكي تستقبل أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس. وحجم الصوبة الزراعية يعتمد على طريقة وكمية الطحالب المستنبتة والمطلوب إنتاجها.

يجب تواجد طاقة كهرباءية كافية للإضاءة الصناعية عندما يكون ضوء الشمس الطبيعي غير مستوف بالغرض. ومن الضروري تزويدها بالهواء المضغوط وثاني أوكسيد الكربون. ويجب أن تكون جيدة التهوية

أو مكيفة الهواء وذلك للحفاظ على درجات الحرارة عند أو تحت ٢٠م^{o} في الأيام التي تعتمد خلالها على ضوء الشمس الساطعة كوسيلة للتسخين. وسوف يلزم تواجد مولد كهربائي في المناطق التي تفتقر لمصدر الإمداد بالكهرباء اوالتي يمكن أن ينقطع فيها الكهرباء لعدة ساعات أو أكثر من ذلك. وعلى الرغم من أن إعاشة الطحالب المستنبتة لا تتعرض إلى خطورة عند انعدام الضوء لمدة ساعة أو ساعتين، ولكن يحتاج الإستنبتات إلى تهوية. بالنسبة للدياتومات و في حالة عدم وجود التهوية تستقر في القاع ويمكن أن تتدهور الإستنباتات.

١-٢-٣-٢ منطقة الحفاظ على الأرصدة ووضع البيض

يجب تواجد مكان للحفاظ وتهيئة الأرصدة (-٦ شكل ٥). وتعتمد سعة المكان المطلوب من ناحية على عدد الأنواع المراد الحفاظ عليها ومن ناحية أخرى إذا كان جزء أو معظم إجراءات التهيئة سوف يتم في البيئة الطبيعية الخارجية عوضا من المفرخ. ومياه البحر الساخنة أو المبردة يمكن أن تكون مطلوبة لهذا الجانب من التشغيل في أوقات محددة من السنة. و عزل الأحواض مطلوب حيث يمكن التحكم في فترة الإضاءة لأنه إتضح أن الإختلافات في فترات الإضاءة والإظلام او ما يسمى بالتركيب الضوئي يمكن أن تؤثر على نضج المناسل.

يجب توفير مكان لصواني وضع البيض (SP) ولكن هذا يمكن أن يلحق كجزء بمنطقة تربية اليرقات حيث إن هذا الجزء المكان غير مطلوب بصفة مستمرة. صواني أو أطباق وضع البيض يمكن حفظها في حالة عدم الإستخدام. والطرق المستخدمة في تهيئة الأرصدة ووضع البيض والإخصاب سوف تشرح في الجزء الرابع.

١-٢-٣-٣ منطقة تربية اليرقات

جزء آخر هام في المفرخ هو المكان المخصص لتربية اليرقات (٧) و أبعاد هذا المكان متعلق بكمية الإنتاج. و هذا المكان يحتوي على أحواض و العدد المطلوب منها يرتبط بمستويات الإنتاج والتقنيات المستخدمة لتربية اليرقات. في ساحل الباسيفيك بشمال أمريكا هناك ميل لتربية اليرقات بكثافات منخفضة من ٢-٣ لكل مل في الأحواض الكبيرة ذات الأبعاد ٣-٤ أمتار في القطر، ٤-٥ أمتار في العمق وتسع ٤٠,٠٠٠ إلى ٥٠,٠٠٠ لتر. وفي مفرخات أخرى فإن اليرقات تربى في أحواض صغيرة بقدر ٥٠٠٠ لتر بكثافات عالية من اليرقات. ويجب على المدير المسئول أن يقرر معتمدا على الإنتاج المطلوب لمواجهة الطلب في السوق على الطريقة التي سوف يستخدمها في تربية اليرقات عند التخطيط لهذا الجزء من المفرخ.

وبصفة عامة تصنع أحواض تربية اليرقات من الفيبرجلاس أو من أنواع البلاستيك المناسبة التي تملأ بالماء الممزوج بالمبيض قبل الاستعمال. وبصرف النظر عن حجم الأحواض المستخدمة فإنه يجب أن تكون بها فتحات صرف أرضية كبيرة لتتعامل مع أحجام المياه الضخمة عندما يصرف ما بها. ومنطقة الإعداد في حجرة تربية اليرقات (٨) مطلوبة لعمليات الغسيل والفرز والعد وقياس اليرقات وكذلك مكان لحفظ المعدات المستخدمة لهذه الأغراض. هذه المنطقة يلزمها دواليب و رفوف لحفظ المعدات وقت عدم إستخدامها.

١-٢-٣-٤ منطقة تربية الصغار

بمجرد أن تلتصق اليرقات المكتملة النمو (استقرار وبداية التحور) تنقل إلى الأحواض في حجرة تربية الصغار (٩) حتى تصل إلى الحجم المناسب لنقلها إلى أنظمة التحضين، والتي يمكن أن تكون جزءا من المفرخ أو في موقع آخر. وهذا بصفة عامة عندما تتجاوز الصغار (ويطلق عليها الزريعة) ٢ مم طول الصدفة. ويختلف حجم وأنواع الأحواض المستخدمة في هذا الغرض والتي يعبر عنها بالحجم ومساحة السطح على حسب الأنواع المربات.

تلتصق اليرقات المكتملة النمو داخل المفرخ أو خارجه (في بعض الأحيان على بعد). وعندما تتم هذه العملية بداخل المفرخ فهي تتم بصفة عامة في منطقة تربية اليرقات، وأحياناً تكون مباشرة في أحواض اليرقات. ويمكن أن تكون هناك حاجة إلى مساحة أحواض إضافية خاصة لهذه العملية. وبالتالي تنقل الزريعة (المراحل الأولى للصغار) إلى أنظمة الأحواض في منطقة منفصلة وخاصة بتربية الصغار (٩). وتختلف حجم وأنواع الأحواض المعبر عنها بالحجم ومساحة السطح المستخدمة تبعاً للنوع المستزرع. فهي يمكن أن تكون تصاعدية، تساقطية أو أنظمة صواني بأشكال مختلفة وتربى فيها الصغار حتى تتجاوز ٢مم طول الصدفة. ويعتبر إنماء الزريعة إلى أحجام أكبر داخل المفرخ المعتمدً على الغذاء المستنبت غير إقتصادي، حيث إن مستلزمات إعداد الغذاء تتزايد طرديا مع الحجم. وإذا كان نظام التحضين متواجدا خارج المفرخ فيجب تخصيص مكان كافي لهذا التشغيل.

طرق تربية اليرقات موضحة في الجزء الخامس وبالنسبة للزريعة في الجزء السادس.

١-٢-٣-٥ أماكن أخرى ضرورية

المفرخات التي تتعامل مع الأرصدة من المنطقة المجاورة الخارجية أو بأنواع مستوردة من الخارج تحتاج إلى تخزين بالحجز الصحي وتربية نسلها تستوجب العزل. ومثل هذه المفرخات سوف تتضمن حجرة حجر صحي (١٠) لهذا الغرض و صرف السوائل الناتجة عنها يصب في أحواض معالجة (١١).

وهناك حجرات أخرى تتضمن: مختبرا جافا (١٢)، مكتبا (١٣) وحجرة حمام (١٤). و المختبر الجاف هو مكان نقل الطحالب (إذا لم يكن هناك مكان خاص محدد لذلك في أي جزء آخر)، ووزن وخلط الكيماويات، حفظ الميكروسكوبات لفحص الكائنات المستنبتة، حفظ البيانات المسجلة وكذلك لحفظ المعدات العلمية.

والمعدات الثابتة مثل المضخات الرئيسية، المرشحات الرملية وما قبل المرشحات (لإزالة الحبيبات تحت ١٠ ميكرون)، وحدات تسخين وتبريد مياه البحر، الأفران، نظام تجديد الهواء، آلات ضخ الهواء وضغط الهواء، أجهزة مولدات الكهرباء الإحتياطية للإمداد بالهواء عند الطوارئ مع خطوط الكهرباء ومعدات التحكم، كلها موضوعة في حجرة المعدات المعزولة صوتيا (١٥). ويفضل أن تكون المعدات الأساسية مزدوجة وذلك لحالات الأعطاب الكهرباءية والميكانيكية. وهناك حاجة إلى هواء مضغوط في كل مراحل الإستزراع كما أن غاز ثاني أوكسيد الكربون مطلوب في إستنبات الطحالب. وفي مفرخات كثيرة فإن مضخات سحب ماء البحر والمرشحات الرملية لمياه البحر تتواجد في مكان منفصل للضخ يكون قريبا من نقطة سحب الماء. و يستحسن القيام بعملية الترشيح النهائي لمياه البحر في مكان الإستخدام أحسن من المركز (وحدة المرشحات الدقيقة).

بما أن التخزين حاجة هامة في المفرخ، فإنه من المفيد أن تخصص مساحة عامة وكبيرة لهذا الغرض (١٦) حيث يمكن إستخدامها في تخزين المواد والمعدات وتعبئة الزريعة و كمنطقة عمل. ومعظم مناطق العمل يجب أن تزود بالمقاعد الطويلة وأحواض غسل الأيدي.

ويفضل أن تكون الأجزاء المختلفة للمفرخ ذات إمكانية العزل في حالة أوقات انتشار الأمراض.

١-٣ الاعتبارات الاقتصادية

يعتبر مفرخ المحار مشروعا تجاريا مثل أي مشروع تجاري آخر و يجب أن يسير بفعالية ليكون مربحا اقتصادياً. والمساعدات الحكومية أو المنح المادية يمكن أن تساهم في تعويض النفقات وبالأخص خلال المراحل الأولية من التشغيل، ولكن في النهاية يجب على المفرخ أن يعتمد على نفسه ويصبح مربحاً. وتختلف اقتصاديات تشغيل مفرخ المحار من مشروع إلى اخر ومن منطقة إلى منطقة ومن دولة إلى دولة و في النهاية يجب أن يكون في اتجاه المكسب.

والمفرخات من المشروعات المرتفعة التكلفة. ومطلوب رأس مال محدد لبناء المفرخ وتدبير أموال التشغيل. ومالك المفرخ يجب أن يتوفر على رأس مال عمل مناسب لتنفيذ عمليات التشغيل حتى يحصل على دخل

منه. ويحتاج الفرد قبل أخذ أي قرار لبناء مفرخ أن يفحص بدقة كل الجوانب المتعلقة ببناء وتشغيل المفرخ. وأن يحدد عند أي مستوى سوف يكون المفرخ مربحا. ولابد من أن يوضع في الإعتبار أن هناك نفقات كثيرة متضمنة: شراء الموقع، بناء المفرخ، تركيب نظام مياه البحر، المعدات المطلوبة لكل مراحل الإنتاج، الصيانة، الإمدادات ونفقات المرافق العامة، سداد الديون وكذلك الحاجة إلى العاملين المدربين.

والأرباح المكتسبة يمكن أن تختلف كثيراً بناء على عوامل أخرى تتضمن الموقع الجغرافي، نطاق التشغيل وكذلك ما إذا كان جزءً من عملية إستزراع المحار متكاملا كليا.

في المناطق المعتدلة فإن تسخين (وتبريد) مياه البحر هو العامل المكلف الرئيسي في التشغيل، ولكن مثل هذه التكلفة عادة ما تكون مستبعدة في المناطق الحارة. وهذا يمكن أن يؤثر على موقع المفرخ في المناطق المعتدلة بإختيار الموقع الذي تتواجد فيه مياه بحر دافئة على الأقل لجزء من السنة لكي تساعد في تقليل نفقات التسخين.

بعض المفرخات تعمل بإستثمارات عائلية صغيرة حيث إنها تنتج زريعة تكون كافية لإحتياجاتهما الخاصة في التربية. وبصفة عامة مثل هذه المفرخات تعمل فقط بضعة شهور من السنة، والإنتاج محدود والنفقات منخفضة جداً مقارنة مع المفرخات الكبيرة .

والمفرخات الكبيرة يمكن أن تكون جزءا من إستزراع تكاملي للمحار أو أن تكون مشروعا تجاريا للتزويد بالزريعة فقط. وعندما يكون تشغيل المفرخ كجزء من إستزراع تكاملي، فإن المفرخ يمكن أن يعمل على فترات بسيطة منقطعة دون أرباح أو بخسارة بسيطة. وأرباح الشركة يمكن الحصول عليها من مراحل أخرى لعمليات الاستزراع. وعندما يكون المفرخ متواجدا فقط لإنتاج الزريعة وبيعها إلى المربيين فإن الأرباح يجب أن تكون لتشغيل المفرخ فقط. وهذا يؤكد حقيقة وهي أنه قبل إنشاء المفرخ يجب على الفرد عمل تقييم دقيق للسوق من حيث إنه عند إنتاج الزريعة فالأمر ليس فقط كمية الزريعة التي يمكن بيعها ولكن أيضاً السعر الذي سوف يدفع ثمناً لها.

هناك اعتبار آخر في تشغيل مفرخ المحار وهو الحفاظ على المستوى الحرج للإنتاج وذلك للسماح بالمكسب. ولا يمكن أن يستمر المفرخ بإنتاجية بسيطة لبضع آلاف من الصغار سنوياً. حيث أن التكلفة لعمل ذلك مرتفعة جداً. و في الحقيقة فإن التكاليف المرتبطة بإنتاج بضعة آلاف من الصغار هي غالباً ما تكون نفسها لإنتاج عديد من الملايين –تطبيق الميزان الاقتصادي– ولذلك فإنه يجب على المدير المسئول أن يحدد المستوى الحرج للإنتاج المراد الوصول إليه للحصول على أرباح التشغيل. و النقاط الضرورية معرفتها هي معرفة المدى والقيمة السعرية للمنتوج في السوق.

ويجب حفظ البيانات الدقيقة للتكاليف، والإنتاج، والمبيعات وذلك لتقييم إذا كان المفرخ يسير بمكسب جيد.

٤-١ المراجع المقترح قراءتها

Anon. 1979. Feasibility study for a commercial oyster hatchery in Tasmania. Tas. Fish. Devel. Authority: 115 pp.

Breese, W.P. و Malouf, R.E. 1975. Hatchery manual for the Pacific oyster. Sea Grant Program Pub. No. ORESU-H-002. Oregon State Univ. Corvallis, Oregon, USA: 22 pp.

Castagna, M. و Kraeuter, J.N. 1981. Manual for growing the hard clam Mercenaria.VIMS Spec. Rep. In Applied Mar. Sci. and Ocean Eng. 249: 110 pp.

Curtin, K. 1983. Oyster hatchery pilot scheme; setting up, operation and future role of hatcheries.

N.Z. MAF: 16 pp.

Dupuy, J.L., Windsor, N.T. و Sutton, C.E. 1977. Manual for design and operation of an oyster seed hatchery for the American oyster, Crassostrea virginica. Spec. Rep. Applied Mar. Sci. Ocean. Eng. 142. VIMS, Gloucester Point, Virginia.

Helm, M.M. 1994. Towards reliable bivalve seed supply in Nova Scotia. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 94 (4): 9-14

Holliday, J.E. 1984. International developments in oyster hatchery technology. Misc. Bull. 1. Div. Fish, Dept. Agriculture. New South Wales, Australia: 101 pp.

Huguenin, J.E. و Colt, J. (eds.). 1989. Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Dev. Aquaculture Fish. Sci. Elsvier. 20: 264 pp.

Hurley, G., Henderson, K., Percy, M. و Roscoe, D. 1987. Design of a small scale shellfish hatchery. Nova Scotia Dept. Fish. Halifax, NS, Canada: 45 pp.

Im, K.H. و Langmo, R.D. 1977. Hatchery produced Pacific oyster seed: economic feasibility on cultch in the Pacific Northwest. Sea Grant, Oregon State Univ. Corvallis, Oregon, USA. Pub. No. ORSESU-T-77-010: 80 pp.

Neima, P.G. و Kenchington, E. 1997. Report on commercial scallop hatchery design. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 2176: 55 pp.

Robert, R. و Gerard, A. 1999. Bivalve hatchery technology: the current situation for the Pacific oyster, Crassostrea gigas, and the scallop Pecten maximus in France. Aquat. Living Resour. 12 (2): 121-130

Spencer, B.E., Helm, M.M. و Dare, P.J. 1977. Recommended quarantine measures for marine molluscs. MAFF Fish. Res. Tech. Rep., Lowestoft, No. 32: 7 pp.

Utting, S.D. و Helm, M.M. 1985. Improvement of seawater quality by physical and chemical pre-treatment in a bivalve hatchery. Aquaculture, 44: 133-144

Wickins, J.F. و Helm, M.M. 1981. Sea water treatment. p 63-128. In: Hawkins, A. D. (ed.) Aquarium Systems. Academic Press, London: 452 pp.

الجزء ٢

أسس بيولوجية للمحار ذي المصراعين: التصنيف والتشريح وتاريخ الحياة

٢-١ التصنيف والتشريح ١٩
٢-١-١ المقدمة ١٩
٢-١-٢ التشريح الخارجي ٢٠
٢-١-٣ التشريح الداخلي ٢١

٢-٢ تاريخ الحياة ٢٤
٢-٢-١ تطور المناسل ووضع البيض ٢٤
٢-٢-٢ التطور الجيني ونمو اليرقات ٢٥
٢-٢-٣ التحور ٢٧
٢-٢-٤ التغذية ٢٧
٢-٢-٥ النمو ٢٧
٢-٢-٦ الوفيات ٢٨

٢-٣ المراجع المقترح قراءتها ٢٩

٢-١ التصنيف والتشريح

٢-١-١ المقدمة

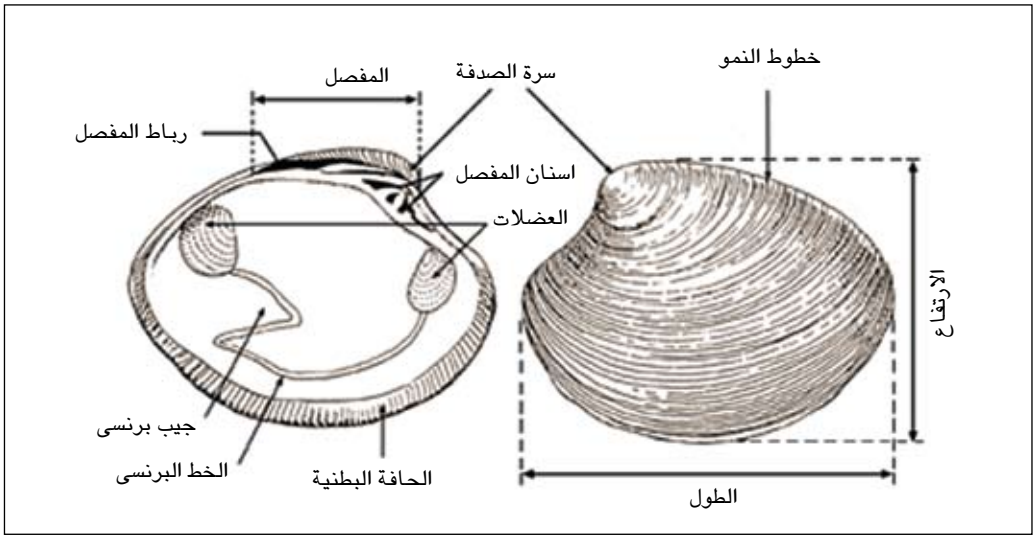
بعض المعلومات عن بيولوجية المحار تعتبر ضرورية للتمكن من عمليات تشغيل مفرخ المحار ولكي تساعد في حل المشاكل التي تظهر خلال عمليات المفرخ. ليس الهدف هنا إعطاء وصف تفصيلي عن بيولوجية المحار ولكن إعطاء معلومات مختصرة ومجملة تتعلق بعمليات التشغيل في المفرخ. توجد كتب عديدة ممتازة ومتاحة عن بيولوجية الرخويات و كذلك مراجع تفصيلية عن مجموعات وأنواع منفردة من المحار، الأسكالوب، بلح البحر، والأصداف. ويمكن للقارئ أن يتجه لهذه المراجع والنشرات في نهاية هذا الجزء من اجل الحصول على معلومات إضافية.

ينتمي المحار إلى شعبة الرخويات وهي مجموعة تضم حيوانات متباينة التنوع مثل الكيتون (ذا الدرع المركب)، بطنية القدم، أصداف طويلة على هيئة ناب الفيل، رأسيات قدميات (الحبار والأخطبوط) وكذلك الأصداف، المحار والأسكالوب. والشعبة بها تتكون من ستة طوائف منهم طائفة صفائحية الخياشيم أو ذات المصراعين. وهذه الحيوانات مضغوطة الجانبين، وتكون الأجزاء الرخوة من الجسم محاطة كلياً أو جزئياً بالصدفة التي تتكون من مصراعين منفصلين. والخياشيم أو ستينيديا في حيوانات هذه الطائفة هي أعضاء جيدة التكوين متخصصة في التغذية وكذلك التنفس.

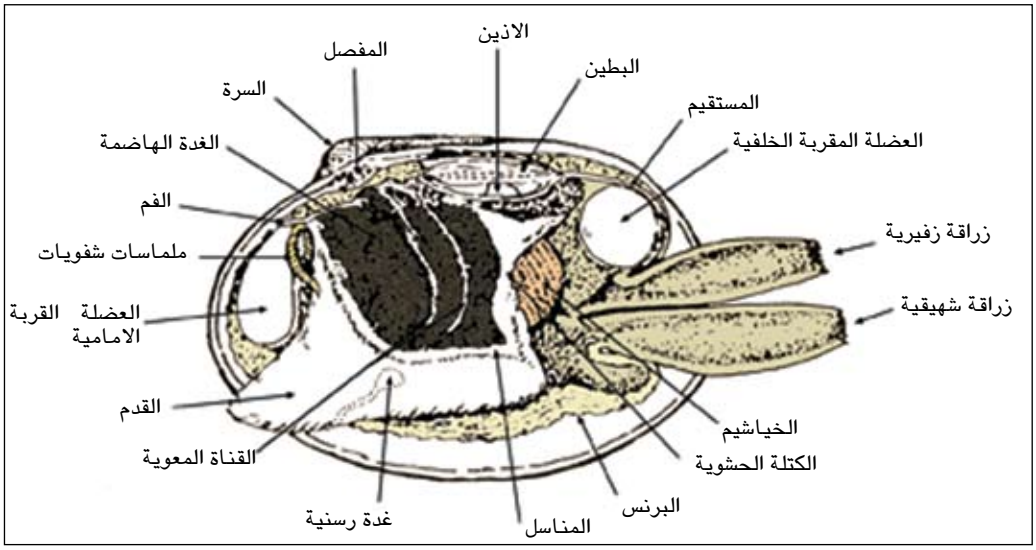
٢-١-٢ التشريح الخارجي

من أكثر الصور شيوعاً في المحار الصدفة ذات المصراعين وهما متساويتان أو غير متساويتان ومن الممكن أن يغلقا تماما بإحكام أو بغير إحكام على الأجزاء الداخلية الرخوة. ولها أشكال وألوان مختلفة وذلك إعتماداً على النوع. وتتكون الصدفة أساساً من كربونات الكالسيوم ولها ثلاثة طبقات، الداخلية أو الطبقة اللؤلؤية، الوسطى أو الطبقة المنشورية والتي تكون معظم الصدفة، والطبقة الخارجية أو قشرة الصدفة وهي طبقة بنية جلدية رقيقة غالبا ما تفقد خلال الاحتكاك أو التقلبات الجوية خاصة عند الحيوانات كبيرة السن.

والمحار ذو المصراعين ليس له مناطق رأس أو ذيل واضحة، ولكن يمكن أن تطبق عليه هذه المسميات التشريحية في وصف تلك المناطق في حيوانات اخرى. السرة أو منطقة التمفصل، التي تربط المصراعين معا، و هي المنطقة الظهرية من الحيوان (الشكل ٦) والمنطقة المقابلة لها هي المنطقة البطنية. وفي الأنواع ذات الزراقات الواضحة (مثل الأصداف)، يكون القدم في الجهة الأمامية – البطنية والزراقات في الجهة الخلفية (الشكل ٧).



الشكل ٦: الملامح الخارجية والداخلية لصدفة المصراعين لصدفة *Mercenaria mercenaria*. معدلة من *Cesari* و*Pellizzato*، ١٩٩٠

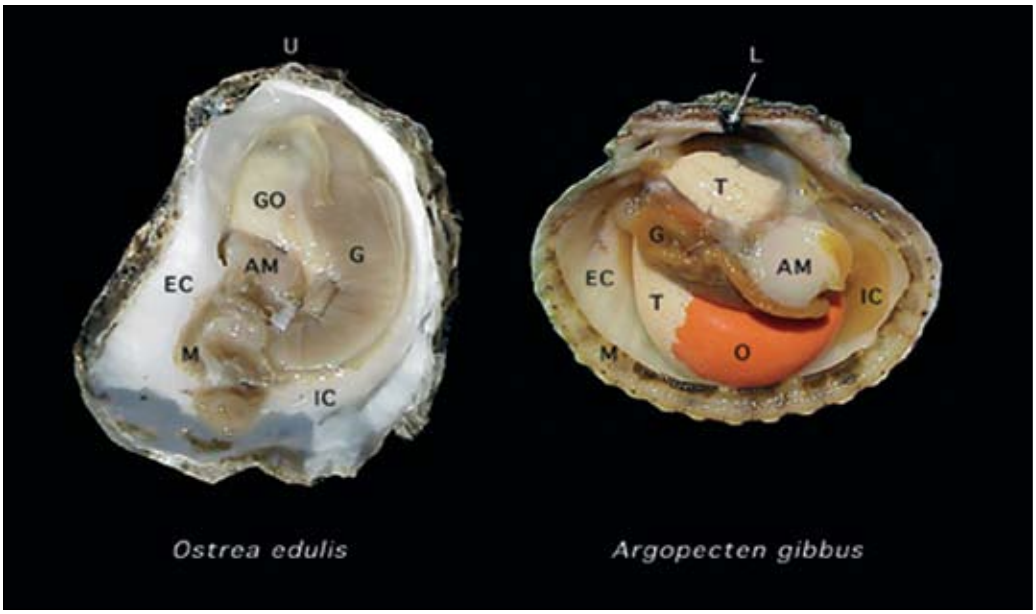


الشكل ٧: الشكل التشريحي للجزء الرخو الداخلي لمحار من جنس *Tapes*. في هذا المنظر تم نزع الجزء العلوي من الخياشيم لتوضيح القدم والأنسجة المجاورة. معدلة من *Cesari* و *Pellizzato*، ١٩٩٠

في المحار تكون المنطقة الأمامية هي منطقة التمفصل وهي في المحار المروحي حيث يوجد الفم والقدم البدائية.

٢-١-٣ التشريح الداخلي

إزالة أحد مصراعي الصدفة بعناية يمكن من اظهارالأجزاء الرخوة للحيوان. والاختلاف في الشكل العام في المحار والأسكالوبا يمكن رؤيته في الشكل ٨.



الشكل ٨: تشريح الأنسجة الرخو ة في المحار الأوروبي المفلطح ***Ostrea edulis*** ومحار كاليكلوسكالوبا ***Argopecten gibbus***، الأجزاء الظاهرة التالية بعد نزع إحدى الصدفتين للمحار. **المفتاح**: **AM** العضلة المقربة، **G** الخياشيم، **GO** المناسل (مميزة إلى **O** مبايض، **T** خصبة في محار كاليكوسكالوبا)، **L** رباط المفصل، **M** البرنس، **U** السرة. والحجرات الشهيقية والزفيرية للتجويف البرنسي معروفة بالحروف **IC**، **EC** على التوالي.

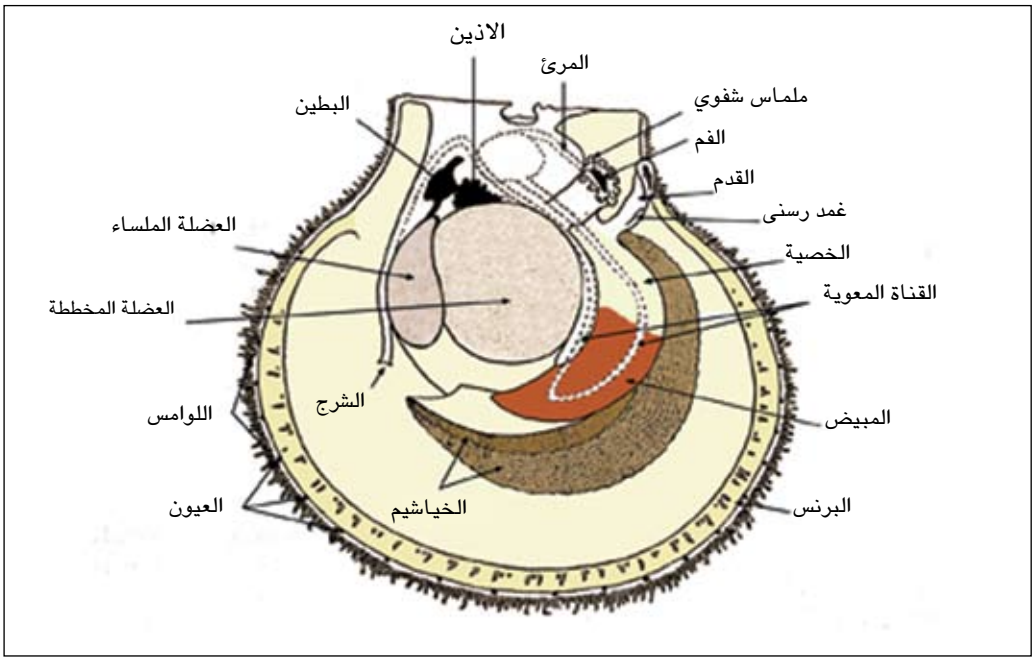
البرنس

الأجزاء الرخوة مغطاة بالبرنس، الذي يتكون من غلافين من الأنسجة الرقيقة والسميكة عند الأطراف. ويتصل نصفي البرنس بالصدفة عند المفصل ويكون حرا أو سائبا عند الأطراف. الأطراف السميكة قد تحتوي أو لا تحتوي على أصباغ وبها ثلاث ثنيات. طرف البرنس عادة يكون به لوامس، وفي المحار تكون هذه اللوامس على طرف الزراقة. وفي أنواع مثل محار الأسكالوبا يحتوى طرف البرنس ليس فقط على اللوامس ولكن أيضا على العديد من أعضاء الحس الضوئية مثل العيون (الشكل ٩).

الوظيفة الأساسية للبرنس هي إفراز الصدفة ولكن لها غرض آخر يتمثل في وظيفة حسية تمكنه من حث الصدفتين على الاغلاق استجابة للظروف البيئية غير المناسبة. ويستطيع التحكم في إندفاع الماء داخل تجويف الجسم زيادة على وظيفته التنفسية. في بعض الأنواع مثل الاسكالوب، يتحكم البرنس في إندفاع تيار الماء داخل وخارج تجويف الجسم وبالتالي في حركة الحيوان عند العوم.

العضلات المقربة

بإنتزاع البرنس تنكشف أجزاء الجسم الرخو ة السفلية، ومن الأشياء الواضحة ازدواجية العضلات المقربة كما في أنواع (البطلينوسات وبلح البحر) أو عضلة مقربة فردية كما في أنواع (المحار والأسكالوب).



الشكل ٩: شكل تشريحي للأنسجة الداخلية الرخو ة لنوع الأسكالوب المخنث.

وفي أنواع البطلينوسات وبلح البحر تقع العضلتان المقربتان بالقرب من الحواف الداخلية والخارجية للصدفة. تتمركز عضلة كبيرة وحيدة في المنتصف في أنواع المحار والأسكالوب. تغلق العضلات الصدفتين وتعمل عكس رباط التمفصل أي تدفع الصدفتين للفتح عندما ترتخي العضلات. في أنواع فردية العضلة تكون أجزاء العضلة المقربة واضحة تماما. والجزء الكبير الأمامي (المخطط) من العضلة يسمى «العضلة السريعة» وتنقبض لكي تغلق الصدفتين. أما الجزء الصغير الأملس يسمى «العضلة الماسكة» وهي تمسك الصدفتين في إتجاه معاكس للإنغلاق التام أو الجزئي. بعض الأنواع التي تعيش مدفونة في طبقات الرمال (مثل اليطلينوسات) تحتاج لضغط من الخارج ليساعد في الحفاظ على أن تبقى الصدفتين مغلقتين حيث إن العضلات تضعف وتصبح الصدفتين مفتوحتين إذا وضعت البطلينوسات خارج طبقات الرمال مثلا في أحواض.

الخياشيم

الخياشيم واضحة جدا وتعتبر من مميزات صفائحية الخياشيم. وهي أعضاء كبيرة ورقية الشكل تستعمل جزئيا في التنفس وجزئيا في ترشيح الغذاء من الماء. يوجد زوجين من الخياشيم على كل جانب من الجسم. عند الطرف الأمامي يوجد زوجان من الأهداب تسمى ملماسان شغويان، تحيط بالفم وتدفع الغذاء للفم.

القدم

يوجد القدم عند قاعدة الكتلة الحشوية. في أنواع مثل البطلينوسات تكون القدم عضوا متطورا تماما حيث يستخدم في حفر طبقات الرمال وتثبيت الحيوان في مكانه. في الأسكالوب وبلح البحر تكون القدم مختزلة ولها وظائف محدودة في المحار الناضج ولكن في الأطوار اليرقية والمراحل الصغيرة تكون القدم مهمة وتستخدم في الحركة. وتكون القدم في المحار منقرضة في المنتصف وعلى إمتداد القدم توجد فتحة الغدة الرسنية والتي منها يفرز الحيوان مادة مرنة مثل الخيوط تسمى «رسن» ويثبت بها الحيوان نفسه على الأسطح. وهذه تكون هامة في أنواع مثل بلح البحر، وبعض أنواع الأسكالوب حيث تمكن الحيوان من تثبيت نفسه في موقعه.

الجهاز الهضمي

تقوم الخياشيم الكبيرة بترشيح الغذاء من الماء وتدفعه إلى الملمسين والشفتين المحيطين بالفم. ويصنف الغذاء ويمر الى االفم. والمحار له القدرة على اختيار الغذاء المرشح من الماء. تحاط الكتل الغذائية بالمخاط وتمر إلى الفم وبعض هذه الكتل تطرد بالملمسين ويطردها الحيوان للخارج وتسمى بالفضلات «الكاذبة». يصل مرئ قصير بين الفم والمعدة وهو عبارة عن حجرة مجوفة ذات ثقوب عديدة. وتحاط المعده تماما بالغذه الهاضمة، وكتلة داكنة من نسيج يعرف «بالكبد». توجد فتحة تصل إلى أمعاء كثيرة الإلتفاف والتي تمتد إلى القدم في البطلينوسات وإلى المناسل في الاسكالوبا، وتنتهي بالمستقيم ثم فتحة الشرج. تنطلق فتحة أخرى من المعدة وتصل إلى ما يشبه كيسا أنبوبيا مغلقا يحتوى على قلم بلوري. هذا القلم شفاف، جيلاتيني يصل طوله إلى حوالي ٨سم في بعض الأنواع. وهو مستدير عند إحدى طرفيه ومدبب عند الطرف الآخر. والطرف المستدير يتداخل في درع معدى. ويعتقد أنه يساعد في خلط الغذاء في المعدة وإفراز الأنزيمات التي تساعد على الهضم. يتركب القلم من طبقات من البروتين مخاطى، وهو يفرز الأنزيمات الهاضمة والتي تحول النشا إلى سكريات قابلة للهضم. وإذا ترك المحار ذو المصراعين بعيدا عن الماء لمدة ساعات قليلة فإن القلم البلوري يختزل بشدة وقد يختفي ولكنه يستعيد تكوين نفسه بسرعة إذا وضع الحيوان في الماء مرة اخرى.

الجهاز الدوري

المحار ذو المصراعين يحتوي على جهاز دوري بسيط، ومن الصعب تتبعه. ويقع القلب في كيس شفاف، التامور، وهو قريب من العضلة المقربة في الأنواع ذات فردية العضلة. ويتكون من أذينين غير منتظمي الشكل وبطين واحد. الأورطي الأمامي والخلفي يحمل الدم من البطين إلى جميع أجزاء الجسم. الجهاز الوريدي سلسلة مبهمة من الجيوب الوريدية رقيقة الجدار والتي من خلالها يعود الدم إلى القلب.

الجهاز العصبي

من الصعب مشاهدة الجهاز العصبي بدون تحضيرات خاصة. ويتكون أساسا من ثلاثة أزواج من العقد العصبية (عقدة مخية، قدمية وحشوية).

الجهاز البولي التناسلي

الجهازالجنسي في ذوات المصراعين قد يكون منفصلا (ثنائي المسكن) أو خنثى (احادي المسكن). والمناسل أعضاء واضحة وظاهرة كما في المحار الاسكالوب أو تشغل جزءا أساسيا من الكتلة الحشوية كما في البطلينوسات. والمناسل بصفة عامة تكون واضحة فقط أثناء موسم التكاثر في المحار حيث إنها تكون حوالي ٥٠٪ من حجم الجسم. في بعض الأنواع مثل محار الاسكالوب يمكن تمييز الجنس بالعين خاصة عندما تكون المناسل مكتملة حيث إن المناسل الذكرية تكون بيضاء اللون والمناسل الأنثوية حمراء، حتى وإن كانت خنثى. في بعض الأنواع، مثل بلح البحر يمكن تمييز الجنس حسب لون المناسل المكتملة. وفي أنواع أخرى لابد من فحص ميكروسكوبي للمناسل لتمييز الجنس في الحيوان. ممكن أن يوجد قليل من الخناث في الأنواع الثنائية المسكن.

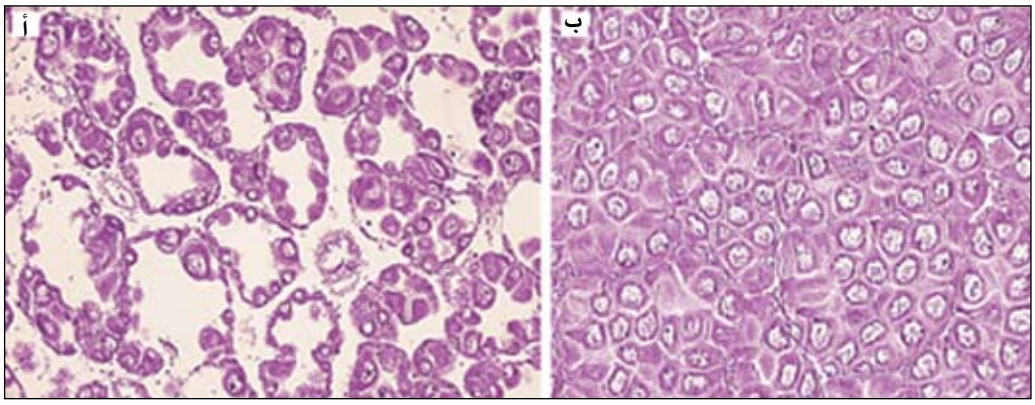
وقد توجد ظاهرة التحول الجنسي في المحار. في بعض الأنواع، يوجد تحول للذكور في الحيوانات الصغيرة ويدل على هذا أن الذكور تنضج جنسيا قبل الإناث أو أن بعض الحيوانات تنضج أولاً كذكور ثم تتحول إلى إناث كلما كبرت. في بعض الأنواع مثل المحار الأوروبي المفلطح، ***Ostrea edulis***، فإن الحيوان يمكن أن يبيض أساسا كذكر في الموسم، ثم تمتلئ المناسل بالبيض ويبيض للمرة الثانية كأنثى في موسم التكاثر.

من الصعب مشاهدة الجهاز البولي في بعض أنواع المحار ولكن يكون واضحا في بعض أنواع الأسكالوب حيث أن الكليتين صغيرتين ذات لون بني وهما أجسام مفلطحة كيسية الشكل وتقع عكس الجزء الأمامي من العضلة المقربة.وتفرغ الكليتين من خلال فتحة كبيرة في البرنس. في محار الأسكالوب، البويضات والحيوانات المنوية الناتجة من المناسل تخرج خلال قنوات إلى تجويف الكلية ثم إلى البرنس.

٢-٢ تاريخ الحياة

٢-٢-١ تطور المناسل ووضع البيض

يعتمد النضج الجنسي في معظم المحار ذي المصراعين على الحجم أكثر من العمر، والحجم عند النضج الجنسي يعتمد على النوع والانتشار الجغرافي. ويطلق على إنتاج البويضات والحيوانات المنوية الأمشاج، وحجم المحار مع درجة الحرارة وكميته ونوعية الغذاء بدون شك هي عوامل مهمة لحث الحيوان على البدء في هذا الإنتاج. تتكون المناسل من قنوات عديدة متنوعة ومهذبة وتفتح فيها أكياس عديدة تسمى حويصلات. تنشأ الأمشاج بتكاثر الخلايا الجرثومية المبطنة لجدار الحويصلات، وتمر المناسل بتطور مستمر حتى تصل إلى النضج الكامل ولكن هذا التطور ينقسم إلى مراحل متعددة للملاءمة، مثل السكون، التبويض، البلوغ أو النضوج، التفريغ الجزئي والتفريغ التام. عندما تصل المناسل أو أنسجتها إلى البلوغ التام تصبح واضحة تماما وتكون جزءا محددا من الأجزاء الرخوة للحيوان. قنوات المنسل التي تحمل الأمشاج إلى تجويف الجسم تنمو، وتكبر وتظهر بوضوح تام في المناسل. وفي هذا الوقت يمكن الإشارة إلى الحيوان بأنه ناضج.



الشكل ١٠: صورة ميكروسكوبية لقطاعات هستولوجية في مبيض المحار المروحي ***Argopecten gibbus*** أثناء عملية تكوين الأمشاج. على اليسار (أ) يمكن مشاهدة البويضات في مرحلة التطور وهي تبطن جدر عديد من الحويصلات. الصورة على اليمين (ب) توضح الحويصلات وهي ممتلئة بالبويضات الناضجة.
(مأخوذة من ***Cyr Coularier and Samia Sarkis***).

تستخدم طرق عديدة لتحديد ما إذا كان المحار ناضجا وجاهزا لتفريغ الأمشاج. والطريقة الأكثر دقة هي عمل قطاعات هستولوجية في المناسل (شكل ١٠) ولكنها مكلفة، ومستهلكة للوقت وتستوجب التضحية بالحيوان. عمل مسحات من المناسل أو استخلاص عينات صغيرة من مناسل أعداد قليلة من المخزون وفحصها ميكروسكوبيا تعتبر من أفضل الطرق البديلة المستخدمة. في المحار المروحي، فإنه يستخدم في بعض الأحيان معامل المناسل (وزن المنسل مقسوم على وزن الأجزاء الرخوة، مضروب في ١٠٠). بصفة عامة تتبع في إجراءات صارمة لتهيئة مفرخات الحيوانات البالغة لوضع البيض. و مع الممارسة فإن أغلب مديري المفرخات يطورون قدرتهم بسرعة لمعرفة ما إذا كان الحيوان ناضجا جنسيا وجاهزا للتفريغ وذلك بواسطة فحص المناسل مكروسكوبيا.

والمحار الذي يصل إلى حجم النضوج الجنسي والتفريغ لأول مرة يطلق عليه عادة العذارى. وبالرغم من أن هذه الحيوانات تصل إلى درجة النضوج الجنسي، إلا أن عدد الأمشاج الناتجة يكون محدودا وأحيانا لا يكون لهم المقدرة على الاستمرار في الحياة. وأثناء تكرار عملية التفريغ يزداد عدد الأمشاج الناتجة بكثرة.

فترة تفريغ الأمشاج في التجمعات الطبيعية تختلف بالنسبة للنوع والموقع الجغرافي. تتأثر عملية تفريغ الأمشاج بعدد من العوامل البيئية مثل درجة الحرارة، المؤثرات الكيميائية والفيزيائية، التيارات المائية أو كل هذه العوامل مجتمعة أو عوامل أخرى. وجود الحيوان المنوي في المياه سوف يدفع ويحث عملية التفريغ لحيوانات أخرى من نفس النوع. بعض أنواع محار البيئات الاستوائية تكون ناضجة وحاملة للأمشاج على مدار العام والتفريغ الجزئي قد يحدث باستمرار على مدار العام. وفي المناطق المعتدلة يكون تفريغ الأمشاج محددا بوقت معين من السنة. عديد من المحار يلجأ إلى التفريغ الكمي الكبير وقد تكون فترة التفريغ هذه صغيرة. وفي الواقع فان المحتويات الكلية للمناسل تنطلق خلال فترة قصيرة أثناء نشاط التكاثر. هناك أنواع أخرى من المحار لها فترات تكاثر طويلة وقد تمتد لمدة تفوق أسابيع. وهذه الأنواع يطلق عليها بالإنجليزية «***dribble spawners***» يعني متقطعة التكاثر. ويوجد كذلك تكاثر محدود يحدث على فترة طويلة من خلال دفعة أو دفعتين أساسيتين أثناء هذا الوقت.

وفي بعض الانواع قد يوجد أكثر من تكاثر متميز خلال العام. في الأنواع المخنثة يكون التكاثر محددا بوقت لذلك إما الجزء المذكر أو الجزء المؤنث من المناسل قد يتكاثر أولا ومما يقلل إحتمال الإخصاب داخل نفس الحيوان.

في معظم أنواع من المحار ذا الأهمية التجارية تخرج الأمشاج إلى البيئة المفتوحة حيث يتم الاخصاب. تخرج الحيوانات المنوية على هيئة تيار رفيع، ثابت من الفتحة الزفيرية أو الزراقة الزفيرية. أما تفريغ البويضات يكون أكثر تقطعا ويخرج في شكل سحابات من الفتحة أو الزراقة الزقيرية. في أنواع المحار المروحي أو المحار العادي فإن الإناث تغلق وتفتح الصدفتين مرارا لكي تطرد البويضات. ويحدث هذا لطرد البويضات الساكنة في الخياشيم. بعد التكاثر تكون المناسل في عديد من الأنواع خالية ويكون من المستحيل تمييز الجنس ميكروسكوبيا ويطلق على هذه المرحلة مرحلة سكون. في الأنواع المتقطعة التكاثر فإن المناسل لا تكون خالية على الإطلاق.

بعض المحار، مثل المحار الأوروبي المفلطح يتميز بوضع اليرقات والأطوار الأولية في الحجرة الشهيقية من تجويف البرنس، و ذلك أثناء المرحلة المؤنثة للمحار. عندما تخرج البويضات تمر خلال الخياشيم وتبقى في حجرة البرنس. الحيوانات المنوية تمر إلى الداخل عبر الفتحة الشهيقية. يختلف طول مدة بقاء اليرقات في حجرة البرنس وبالتالي طول المدة التي تظل فيها اليرقات حرة على سطح المياه بإختلاف الأنواع. في بعض الأجناس مثل يرقات ***Tiostrea*** يمكن أن تظل كجزء من البلانكتون على الأقل لمدة يوم واحد.

غالبا، وخاصة في المناطق المعتدلة لا يحدث التكاثر في بعض السنوات وهذه تكون نتيجة لعدة عوامل معظمها يرتبط بدرجات حرارة المياه، التي تظل منخفضة جداً وتعوق إندفاع التفريغ. عندما يحدث هذا في المحار فإن البويضات والحيوانات المنوية قد تعاد إلى أنسجة المناسل، أو أنها تنكسر وتختزن على هيئة جليكوجن. في المحار المروحي وبعض أنواع الأصداف تبقى المناسل في حالة نضوج حتى العام التالي.

٢-٢-٢ التطور الجنيني ونمو اليرقات

هذه المواضيع سوف يتم تغطيتها بالتفصيل في الأجزاء التالية، لكن وصف مختصر سوف يعطى هنا للمواصلة. التطور اليرقي مشابه للتطور الأولي الذي يحدث في حجرة البرنس في الأنثى أو في البيئة المفتوحة.

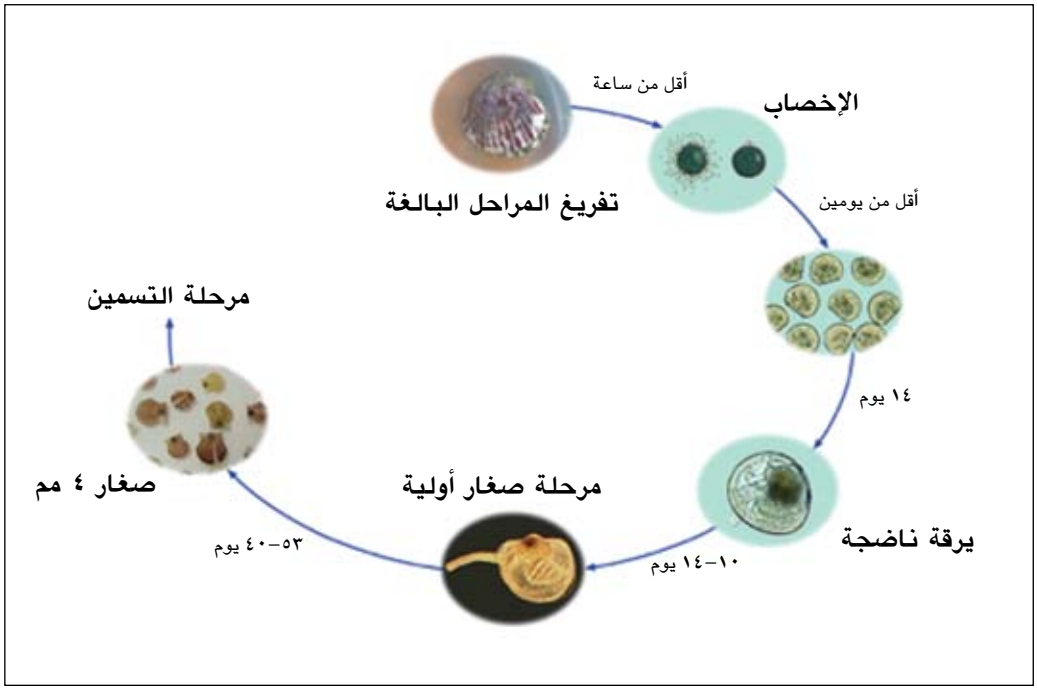
تمر البويضات بالإنقسام الميتوزي عند الإخصاب لتختزل عدد الكروموسومات إلى نصف العدد قبل أن تتحد انوية كل من الذكر والأنثى لتكوين الأيجوت. أثناء الانقسام الميتوزي يظهر الجسمين القطبيين، مما يؤكد نجاح عملية الإخصاب. يبدأ إنقسام الخلية في خلال ثلاثين دقيقة بعد الإخصاب، وتنقسم البويضة إلى إثنيين وتسمى مرحلة الخليتين. وتكون البويضات أثقل من الماء وتغوص إلى قاع الحوض حيث يستمر إنقسام الخلية.

يعتبر الوقت اللازم للتطور الجيني واليرقي مميز لكل نوع ومرتبط بدرجة الحرارة (الشكل ١١). تمر البويضة خلال ٢٤ ساعة بمراحل تعدد الخلايا وتسمى مراحل البلاسينولا والجاسترولا وخلال ٢٤ إلى ٣٦ ساعة تتطور إلى يرقة التروكوفور المتحركة. ويرقات التروكوفور بيضاوية الشكل حجمها حوالي ٦٠–٨٠ ميكرون ولها صف من الاهداب حول المنتصف و سوط فمي طويل وهذه الأهداب تمكنها من السباحة.

ويطلق على المرحلة اليرقية الأولية I مستقيمة التمفصل أو شكل D – ويختلف طول الصدفة الخاص باليرقة مستقيمة التمفصل حسب النوع لكنه غالبا يكون حوالي ٨٠–١٠٠ ميكرون (يكون أكبر من ذلك في المحار الذى يضع اليرقات). وتكون اليرقة ذات صدفتين و جهاز هضمي كامل وكذلك عضو يسمى الطوق وهو من الصفات الخاصة بيرقات المحار ذي المصراعين. وهذا الطوق ذو شكل دائري ويمكن أن يبرز من بين الصدفتين. وهو ذا أهداب على امتداد الحافة الخارجية وهذا العضو يساعد اليرقة على السباحة ولكن بقدر كافي يجعلها تحافظ على نفسها داخل عمود الماء. عندما تعوم اليرقة داخل عمود الماء فإن هذا الطوق يجمع لها الهائمات النباتية حوله وتتغذى اليرقات.

تستمر اليرقة في العوم والتغذية والنمو وفي خلال أسبوع تظهر السر ة، وهي عبارة عن نتوء صغير من الصدفة بالقرب من التمفصل، وينمو. وبينما تستمر اليرقة في النمو تزداد السرة في التطور والوضوح وتسمى بالمرحلة اليرقية II. وهذه المرحلة اليرقية II لها شكل محدد وعمليا من الممكن التعرف على اليرقات الهائمة لأنواع مختلفة من المحار ذات المصراعين. و هذا ساعد البيولوجيين على التنبؤ بمجموعات المحار في البيئة الطبيعية. تختلف مدة المرحلة اليرقية بإختلاف الأنواع والعوامل البيئية مثل درجة الحرارة ولكنها قد تستمر حوالي ١٨–٣٠ يوم. تختلف أيضا الأحجام عند النضج اليرقي بإختلاف النوع وهي حوالي ٢٠٠–٣٣٠ ميكرون.

وعندما تنضج اليرقة تنمو القدم وتزداد الخياشيم البدائية وضوحا. تتطور العيون وهي دائرية صغيرة سوداء بالقرب من مركز كل صدفة لبعض الأنواع. تستقر اليرقات وتستخدم القدم في الزحف على الأسطح بين فترات السباحة. وعندما تجد سطحا مناسبا تبدأ اليرقة في التحور وتتحول إلى الصورة القاعية. تفرز



الشكل ١١: عرض لمراحل التطور لنوع كاليكوسكالوب ***Argopecten gibbus*** التي تتم بالمفرخ. الفترة البينية للمراحل المختلفة معبر عنها بالساعات أو الأيام لهذا النوع على الأخص ويمكن أن تكون مختلفة عن أنواع أخرى من المحار.

يرقات المحار البالغة نقطة صغيرة من مادة سيمنية من غدة موجودة في القدم وتتدحرج فوقها لتضع الصدفة اليسرى عليها. وتبقى ملتصقة في هذا المكان حتى بقية حياتها. في أنواع أخرى تفرز اليرقة خيطا رسنيا من غدة رسنية موجودة بالقدم تستعملها كدعامة مؤقتة لتلتصق بالأسطح. و اليرقة الآن تكون جاهزة للتحورات.

٢-٢-٣ التحور

التحور هو وقت حرج في تطور المحار، و أثناءه يتغير الحيوان من مرحلة الهائمات السابحة إلى القاعيات الملتصقة. وتحدث نسبة نفوق هامة في هذه المرحلة سواء في الطبيعة أو في المفرخات. .وسوف يتم تناول هذا الموضوع بالتفصيل لاحقا حيث يعتبر هذا الموضوع هاما في إنتاجية الصغار في مفرخات المحار.

٢-٢-٤ التغذية

يعتمد المحار في تغذيته على ترشيح المياه ويتغذى أساسا على الهائمات النباتية الميكروسكوبية الحية. وفي مرحلة الصغار والأطوار البالغة تكون الخياشيم مكتملة التكوين وتساعد في أغراض التغذية والتنفس. وتغطي الخياشيم بأهداب – شعيرات مهتزة صغيرة – تضرب في منظومة متماثلة وتدفع تيار الماء عندما تسكن اليرقة أو تلتصق بالأسطح فإن الماء يدخل للحيوان عن طريق الفتحة الشهيقية أو المزراق الشهيقي خلال الخياشيم ثم تعود إلى المياه المحيطة عن طريق الفتحة الزفيرية أو المزراق. تجمع الخياشيم الهائمات وتربطها معا بمادة مخاطية. تمر الخيوط المحملة بالغذاء المتماسك بالمخاط للأمام خلال ميزاب خاص في الخياشيم إلى الملمس الشفوي وذلك بفعل حركة الأهداب ثم يتجه الغذاء إلى الفم. في بعض الأحيان يبذل المحار مجهودا في اختيار غذائه وبالتبعية يطرد الملماس بعض كتل الغذاء الصغيرة، والفضلات الكاذبة، والتي تطرد من تجويف البرنس، وذلك عادة بضربات الصدفتين معا بشدة.

المكونات المثالية لغذاء المحار تظل غير معروفة ولكن، مما لاشك فيه، أن الهائمات النباتية تكون الجزء الرئيسي من الغذاء. وهناك مصادر أخرى هامة للغذاء مثل الحبيبات الدقيقة من المواد العضوية غير الحية بالمشاركة مع البكتريا وكذلك المواد العضوية الذائبة.

٢-٢-٥ النمو

يمكن إعطاء بيانات عامة فقط عن النمو عند الصغار و البالغين حيث يتباين النمو كثيرا بين مختلف الأنواع، التوزيع الجغرافي أي المناخ، الموقع في مناطق المد والجزر أو أسفل كذلك اختلافات بين الأفراد وفي تركيبها الوراثي. وقد يتغير النمو كثيرا من عام إلى عام وفي المناطق المعتدلة يوجد نماذج للتغير الموسمي في النمو.

ويمكن قياس النمو في المحار بطرق مختلفة تتضمن الزيادة في طول أو ارتفاع الصدفة، الزيادة في وزن الجسم الكلي أو الأنسجة الرخوة أو كل هذه العوامل مجتمعة. في المناطق الاستوائية قد يتغير النمو فيكون أسرع خلال أو بعد الفترات الممطرة حيث تجرف المواد المغذية إلى المحيط وتؤدى إلى زيادة إنتاج الهائمات النباتية. وفي المناطق المعتدلة، يكون النمو سريعا بصفة عامة خلال الربيع والصيف حيث يتوفر الغذاء وتكون درجة حرارة الماء دافئة. والنمو في الواقع يتوقف في الشتاء مما ينتج حلقات سنوية على الصدفة. هذه الحلقات الشتوية يمكن أن تستخدم في تحديد عمر بعض المحار. بعض الأنواع تكون قصيرة الحياة ولكن البعض الآخر قد يعيش إلى أكثر من ١٥٠ سنة.

في عمليات الاستزراع تكون أهم الاعتبارات في نمو المحار هي طول الوقت اللازم للنمو إلى النضج الجنسي والحجم التسويقي. والهدف من زراعة المحار هو نمو هذه الأنواع إلى الحجم التجاري بأسرع ما يمكن لجعل العملية مربحة اقتصادياً كلما أمكن.

٢-٢-٦ الوفيات

المحار في المراحل اليرقية، الصغار، والأفراد البالغة يمكن أن يموت لأسباب مختلفة، والتي قد تكون بيئية أو بيولوجية الأصل. هذا الموضوع أكبر بكثير من أن يؤخذ هنا بالتفصيل، ولكن يمكن إعطاء نبذة مختصرة لإلقاء الضوء على عديد من النقاط التي قد تكون مهمة في تشغيل المفرخ.

البيئة الفيزيائية قد تسبب نفوقا خطيرا للمحار في كل من المراحل الثلاثية. درجات الحرارة المرتفعة جداً أو الفترات الطويلة من درجات البرودة يمكن أن تقضي على المحار وكذلك التأرجح الفجائي في درجات الحرارة. التغيرات الخطيرة في الملوحة وخاصة درجات الملوحة المنخفضة بعد فترات من الأمطار الغزيرة أو من تتابع ذوبان الجليد يمكن أيضا أن يؤدي إلى نفوق شديد. الإطماء الشديد قد يؤدي إلى اختناق وقتل الصغار والبالغين.

التلوث، وخاصة التلوث الصناعي، يمكن أن يسبب وفيات عالية للصغار والبالغين من المحار. كل من التلوث الصناعي والتلوث المنزلي يمكن أن يسبب مشاكل لعمليات التفريخ ويجب تجنبها. التلوث المنزلي قد يزيد من المستوى العضوي والبكتيري في المياه علاوة على المساهمة في زيادة المواد السامة. والقليل معروف عن التأثيرات المجتمعة للمستويات المميتة للمجال الواسع من المركبات العضوية والمركبات العضوية المعدنية ذات المنشأ البشري والتي قد توجد في مثل هذا المجرى المائي.

يمكن افتراس المحار في كل من المراحل اليرقية الصغيرة واليافعة بحيوانات مختلفة كثيرة والتي قد تسبب وفيات شديدة. في البيئة الطبيعية تستطيع الكائنات التي تتغذى على الهائمات أن تستهلك كميات كبيرة من اليرقات. في المفرخات يكون الافتراس غير مهم حيث إن المياه المستخدمة تكون مرشحة وتمت بذلك إزالة أي مفترسات.

يمثل المحار العوائل للطفيليات التي قد تسبب الوفيات خاصة في المرحلة اليافعة. الديدان الشفافية للأصداف، *Polydora* sp. والأسفنج تختبئ في الأصداف وتضعفها مما يسبب وفيات. ربما يكون السبب الرئيسي للوفيات في المحار وخاصة في المرحلة اليرقية ومرحلة الصغار في المفرخات هو المرض. قد تم بذل جهد ملحوظ لدراسة أمراض المحار ومحاولة تطوير الطرق للتحكم فيها.

قد تكون الأمراض مدمرة لذوات المصراعين اليافعة كما تشهد وفاة بعض المجتمعات في العالم قليل من الأمثلة تتضمن.

Dermocystidium

مرض فطري يصيب ذوات المصراعين يسببه ***Perkinsus marinus***.

Delaware Bay Disease (MSX)

مرض يسببه الهابلوسبوريديان الأولى، ***Haplosporidium*** (***Minchinia***) ***nelsoni***.

SSO (seaside organism disease)

مرض يسببه الهابلوسبوريديان الأولى، ***Haplosporidium costale*** (الذي بالإشتراك مع ***H. nelsoni*** أهلك مجتمعات كبيرة من محار فيرجينا على الساحل الأطلسي بالولايات المتحدة وامتد الآن إلى الشمال الأطلسي في كندا)،

Aber disease

هذا المرض يسببه الأوليات ***Marteilia refringens***.

Bonamiasis (Haemocytic disease)

هذا المرض يسببه الطفيل ***Bonamia ostreae***

وقد نتج من المرض Aber والمرض Bonamiasis وفيات للمحار الأوروبي في بعض أنحاء أوروبا.

بالرغم من أن هناك أبحاث قد تمت على هذه الأمراض إلا أنه لا توجد طرق عملية لمقاومة هذه الأمراض وإعادة مجتمعات المحار إلى مستواها السابق. تشير خطورة هذه الأمراض إلى الاهتمام الذي يجب أن يأخذ بعين الاعتبار عند نقل أمهات المحار إلى المفرخات.

يبدو أن الأمراض التي تظهر في المفرخات تسببها البكتريا وليس الأوليات. توجد البكتريا في كل من مزارع الطحالب واليرقات إلى درجة معينة. بالفعل تشكل البكتريا جزءا هاما من غذاء اليرقات. على أي حال مجموعات كبيرة من اليرقات تموت فجأة وبالتالي تفقد كل مكونات المزرعة. تساهم غالبا أعداد كبيرة من البكتريا في هذا المستوى العالي من الوفيات. قد تسبب البكتريا الوفيات (الممرضة) أو قد توجد ببساطة كبكتريا انتهازية (رمية)، وتتغذى على اليرقات الميتة. تنتمي البكتريا التي تسبب الأمراض الى جنس الفيبريو ويجب أن تتخذ احتياطات لمنعها من أن تسبب الأمراض في المفرخات. وأحسن طريقة لمنع هذه الأمراض هو الملاحظة الدقيقة للطرق الصحية والتأكد من أن اليرقات تتغذى جيدا بغذاء عالي الجودة. يجب أن يتم مراقبة اليرقات بانتظام. إذا ظهر المرض أو كان من المتوقع حدوثه، فإن الأحواض والمعدات يجب أن تطهر بمحلول مبيض وتغسل جيدا بماء عذب نقي. ولكي تحمى اليرقات من التلوث المستقبلي، يجب إعادة ملء الأحواض بمياه البحر المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية أو الأوزون. يجب أن يتجنب استخدام المضادات الحيوية للتحكم في الأمراض في المفرخات. فهي غالية الثمن وتضاف إلى تكاليف التشغيل وأيضا هناك خوف من ظهور سلالات بكتيرية تقاوم هذه المضادات الحيوية، والتي قد تؤدي إلى مشاكل مرضية خطيرة في المستقبل.

٢-٣ المراجع المقترح قراءتها

Balouet, G., Poder, M. و Cahout, A. 1983. Haemocytic parasitosis: morphology and pathology of lesions in the French flat oyster, Ostrea edulis L. Aquaculture 34: 1-14

Bower, S.M. 1992. Diseases and parasites of mussels. In: The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. E.G. Gosling (ed). Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 25: 465-510

Bower, S.M., McGladdery, S.E. و Price, I.M. 1994. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish. Annual. Rev. of Fish. Diseases. Elsevier, 4: 1-199

Cesari, P. و Pellizzato, M. 1990. Biology of Tapes Philippinarum, p 21-46. In: Tapes Philippinarum: Biologia e Sperimentazione. Regione Veneto, Ente di Sviluppo Agricolo, Venice: 299 pp. (text in Italian and English)

Elston, R.A. 1990. Mollusc Diseases; Guide for the Shellfish Farmer. Washington Sea Grant. Univ. Washington, USA. SH179.S5E44: 73 pp.

Ford, S.E. 2001. Pests, parasites, diseases and defense mechanisms of the hard clam, Mercenaria mercenaria. In: Biology of the Hard Clam, J.N. Kraeuter and M. Castagna (eds). Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 31: 591-628

Ford, S.E. و Tripp, M.R. 1996. Diseases and defense mechanisms. In: The Eastern Oyster, Crassostrea virginica. V.S. Kennedy, R.I.E. Newell and A.F. Eble (eds). Maryland Sea Grant, Univ. Maryland, College Park, Maryland, USA. ISBN-0-943-676-61-4: 423-441

Getchell, R.G. 1991. Diseases and parasites of scallops. In: Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. S.E. Shumway (ed). Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 21: 471-494

Gosling, E. (ed). 1992. The Mussel, Mytilus: Ecology, Phytiology, Genetics and Culture. Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 25: 589 pp.

Gosling, E. 2002. Bivalve Molluscs, Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books. Blackwell Publishing, UK: 443 pp.

Grizel, H., Miahle, E., Chagot, D., Buolo, V. و Bachere, E. 1988. Bonamiasis: a model study of disease in marine molluscs. In: Disease Processes in Marine Bivalve Molluscs W.S. Fisher (ed). Amer. Fish. Soc. Spec. Publ. 18. Bethesda Maryland: 1-4

Jorgensen, C.B. 1990. Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark: 140 pp.

Kennedy, V.X., Newell, R.I.E. و Eble, A.F. (eds). 1996. The eastern oyster Crassostrea virginica. Maryland Sea Grant, Univ. Maryland, College Park, Maryland, USA. ISBN-0-943-676-61-4: 734 pp.

Koringa, P. 1976. Farming the Flat Oyster of the Genus Ostrea. Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 3: 238 pp.

Kraeuter, J.N. و Castagna, M. (eds). 2001. Biology of the Hard Clam. Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 51: 751 pp.

Manzi, J.J. و Castagna, M. 1989. Clam Mariculture in North America. Elsevier. Devel. Aquaculture and Fish. Sci. 19: 461 pp.

Mason, J. 1983. Scallop and Queen Fisheries in the British Isles. Fishing News Books Ltd, Surrey, UK: 143 pp.

Morton, J.E. 1960. Molluscs: An Introduction to their Form and Function. Harper extbooks, New York, USA: 232 pp.

Quayle, D.G. 1988b. Pacific oyster culture in British Columbia. Can. Bull. Fish. Aquatic Sci. 218: 241 pp.

Shumway, S.E. (ed). 1991. Scallops, biology, ecology and aquaculture. Elsevier. Devel. In Aquaculture Fish. Sci. 21: 1095 pp.

Yonge, C.M. و Thompson, T.E. 1976. Living Marine Molluscs. Will Collins, Sons and Co. Ltd, Glasgow: 288 pp.

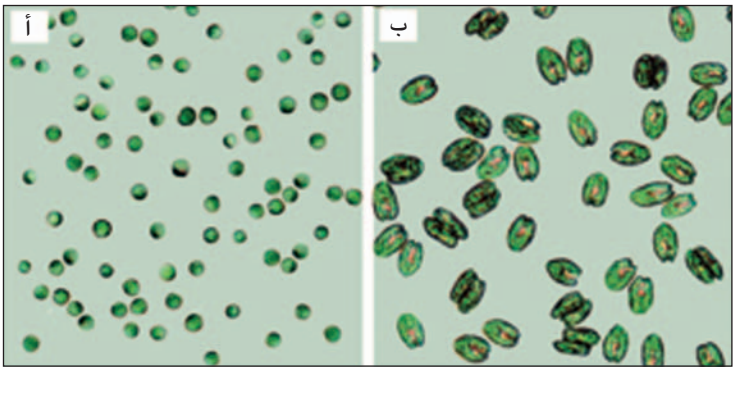
الجزء ٣

عملية التفريخ: استنبات الطحالب

٣-١ المقدمة ٣١
٣-٢ الحفاظ على مخزون الطحالب وبداية الاستنبات ٣٤
٣-٢-١ طرق التعامل مع مخزون الطحالب ٣٥
٣-٢-٢ طرق التعامل مع بداية الاستنبات ٣٨
٣-٣ استنبات الطحالب على نطاق متوسط ٣٩
٣-٣-١ مراحل نمو استنبات الطحالب ٤٠
٣-٣-٢ تفاصيل تشغيل استنبات الطحالب على نطاق متوسط ٤١
٣-٣-٣ تقدير كثافة الطحالب ٤٣
٣-٤ استنبات الطحالب على نطاق كبير ٤٦
٣-٤-١ الاستنبات في الأكياس والأسطوانات ٤٧
٣-٤-٢ الاستنبات باستخدام الإضاءة الداخلية ٤٩
٣-٤-٣ أسس استنبات الطحالب على نطاق كبير ٤٩
٣-٤-٤ النظم الآلية للاستنبات على نطاق كبير ٥٣
٣-٤-٥ العقبات ٥٤
٣-٤-٦ الاستنبات الخارجي الانتشاري ٥٥
٣-٥ المراجع المقترح قراءتها ٥٦

٣-١ المقدمة

تتم تربية الطحالب الميكروسكوبية ذات الخلية الواحدة (الشكل ١٢) لتستعمل كغذاء للمراحل المختلفة في المفرخات التي تستزرع المحار الصدفي ذو القيمة الاقتصادية. ولازالت حتى الآن الطحالب الحية مصدر الغذاء الوحيد ليرقات وصغار المحار. لكن هذه الوضعية تطورت نتيجة للأبحاث الحديثة التي مكنت من إيجاد غذاء صناعي بديل ومناسب. ومع ذلك، فإن إنتاج الطحالب الحية سوف يظل العنصر المهم للإدارة الجيدة للمفرخ الناجح المتوقع مستقبلياً، و إن استخدم هذا الغذاء فقط بشكل إضافي لتحديث العليقة الغذائية.



الشكل ١٢: صور مجهرية لنوعين من الطحالب التي تستنبت عموما في المفرخات، (أ) *Isochrysis* sp. *Tetraselmis* sp. (ب) موضح بها الاختلافات النسبية في حجم الخلية.

تشكل أنواع الفلاجيلات والدياتومات، الطحالب الميكروسكوبية، المنتوجات الأولية في قاعدة سلسلة الغذاء البحري. فهي تصنع المكونات العضوية الضرورية للخلية عن طريق أخذ ثاني أوكسيد الكربون والأملاح المغذية المتواجدة في مياه البحر مع استخدام الضوء كمصدر للطاقة في عملية تسمى التركيب الضوئي. ويمكن استنباتها طبيعياً في المفرخات في مياه بحر طبيعية مناسبة ومعالجة ويتم تنشيطها بإضافة أملاح مغذية إضافية، والتي تحتوي على النيترات، الفسفور، العناصر الشحيحة الأساسية، الفيتامينات وثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون. كما يمكن استخدام مياه البحر الصناعية، ولكن نظرا لارتفاع تكاليفها يبقى استخدامها استثنائيا و على نطاق معملي صغير.

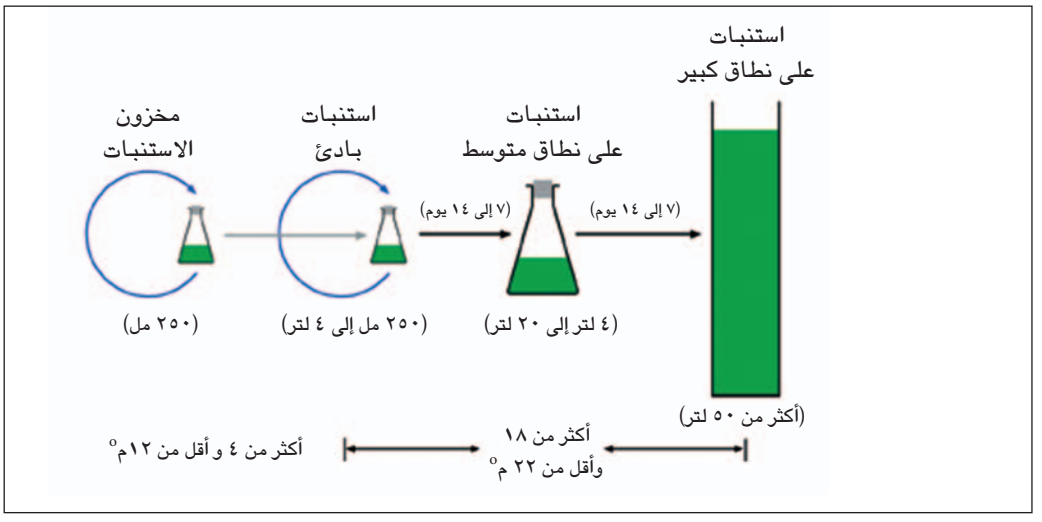
تنشأ الضرورة إلى استنبات الطحالب الميكروسكوبية وذلك لأن محتوى البلانكتون النباتي الطبيعي في مياه البحر المستخدمة في المفرخ غير كافي لتدعيم النمو المناسب للكثافات المرتفعة من اليرقات والصغار المربا ة. وفي تربية اليرقات، بالأخص فإن المعالجات المستخدمة للمياه سوف تزيل في الغالب كل البلانكتون النباتي الطبيعي والذي يجب تعويضه بأنواع مستنبتة، مفضلة ذات قيمة غذائية جيدة. وفي هذا الشأن، ولتجهيز كميات الغذاء المناسبة للأرصدة والصغار، فإن عددا قليلا من الطحالب المتواجدة طبيعياً وبكثرة تكون لها قيمة غذائية جيدة للمحار وليست كلها قابلة للاستنبات الاصطناعي على نطاق كبير كاف. توجد قائمة للأنواع المستخدمة في مفرخات المحار في الجدول ١ مع توضيحات للمتغيرات في حجم ومكونات الخلية.

الجدول ١: حجم الخلية والوزن العضوي والمحتوى الدهني الكلي لبعض أنواع الطحالب المرباة الكثيرة التداول والمستخدمة كغذاء ليرقات وصغار المحار. الأنواع التي عليها إشارة هي فقيرة نسبياً من حيث القيمة الغذائية.

النـوع	متوسط الحجم (ميكروميتر مكعب)	الوزن العضوي (ميكروجرام × ١٠$^{-٦}$)	الدهـن ٪
الفلاجيلات:			
Tetraselmis suecica	٣٠٠	٢٠٠	٦
**Dunaliella tertiolecta*	١٧٠	٨٥	٢١
Isochrysis galbana *Isochrysis* (*T-ISO*) *Pavlova lutherii*	٤٠–٥٠	١٩–٢٤	٢٠–٢٤
الدياتومات:			
Chaetoceros calcitrans	٣٥	٧	١٧
Chaetoceros gracilis	٨٠	٣٠	١٩
Thalassiosira pseudonana	٤٥	٢٢	٢٤
Skeletonema costatum	٨٥	٢٩	١٣
**Phaeodactylum tricornutum*	٤٠	٢٣	١٢

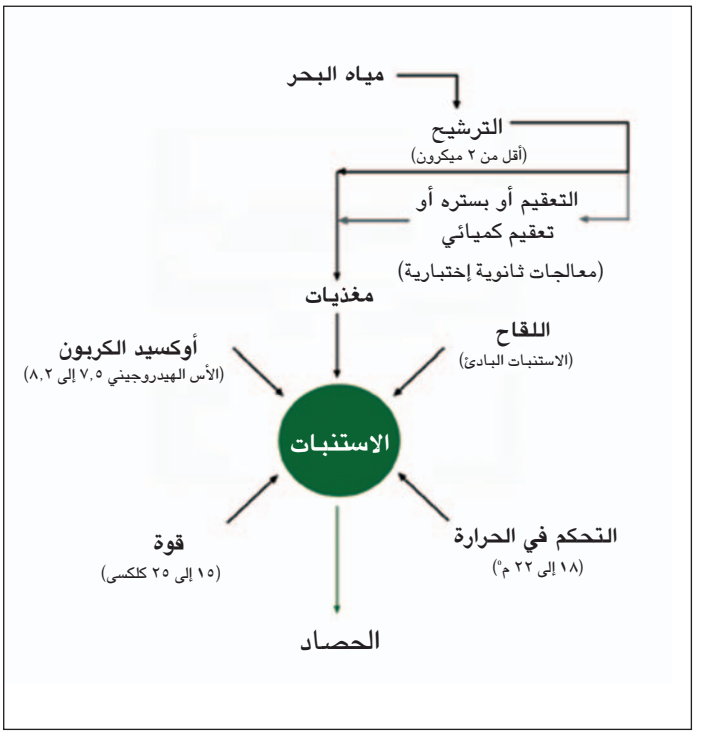
ويمثل استنبات الطحالب حوالي ٤٠٪ من تكاليف تربية زريعة المحار حتى يبلغ طول الصدفة حوالي ٥مم في المفرخ. فمثلا، ميلون واحد من صغار أصداف المانيلا أو المحار الباسيفيكي (طول الصدفة ٥مم) تستهلك ١٤٠٠ لتر من الطحالب المستنبتة العالية الكثافة كل يوم عند درجات الحرارة المناسبة للتربية وهي ٢٤م^{o}. كما تنتج أحجام يومية صغيرة من اجل تغذيةالأرصدة واليرقات.

و قد تغيرت على مدار السنين بعض الشيء الطرق الأساسية لاستنبات الطحالب، والخطوات المختلفة في العملية المؤدية إلى الاستنباتات على نطاق الإنتاج قد شرحت في الشكل ١٣. والمفرخات إما أن تختار الاستنبات المكثف الداخلي مع الإضاءة الصناعية، عادة خارج أوعية الاستنبات، أو استنبات مكثف خارجي في أحواض كبيرة أو أحواض تستخدم الضوء الطبيعي على اعتبار أن التقنيات المكثفة مقنعة.



الشكل ١٣: خطوات إنتاج الطحالب. مخزون الاستنباتات (٢٥٠ مل أو أقل) تحفظ معزولة تحت إضاءة ودرجة حرارة منخفضة وتستخدم فقط في حقن الاستنباتات البادئة عند الضرورة وهي لا تحتاج إلى التهوية ولا إلى إضافة ثاني أكسيد الكربون. الاستنباتات البادئة (٢٥٠ مل إلى ٤ لترات في الحجم) تتم تربيتها بسرعة من ٧ إلى ١٤ يوم في درجات حرارة مرتفعة، تحت إضاءة قوية مع التزويد بهواء منشط بثاني أكسيد الكربون. وعندما تكون جاهزة، يستخدم جزء صغير من هذا الحجم لبدء استنبات بادئ جديد مع الجزء الأساسي لبدء الاستنبات على نطاق متوسط. والاستنباتات على نطاق متوسط (عادة ما تكون بحجم يتراوح بين ٤ لترات و ٢٠ لتر) يمكن استخدامها كغذاء لليرقات أو لبداية استنبات على نطاق كبير. والاستنباتات ذات الحجم الكبير تكون سعتها بصفة عامة ٥٠ لتر على الأقل و غالبا ما تكون اكبر من هذا الحجم.

و تعتبر الأحواض التي تستخدم الضوء الطبيعي، والتقنيات المكثفة مقنعة من حيث الاعتماد عليها وإنتاجيتها ولكنها مكلفة من حيث الإنفاق الاستثماري واليد العاملة، بينما الطرق الانتشارية تميل إلى أن تكون أقل ضمانة وفي بعض الأحيان ليست منتجة. كلا الطريقتين سوف يتم وضعهما في الاعتبار معا مع البنية التحتية الأساسية ومجموعة التطبيقات والأساليب. والمخطط التوضيحي لعملية استنبات الطحالب هو موضح بالشكل ١٤ وتخطيط أرضية المفرخ موضحا المنطقة المحددة لاستنبات الطحالب قد تم التطرق إليها مسبقا في الشكل ٥ (الجزء ١–٢).



الشكل ١٤: طريقة استنبات الطحالب توضح المدخلات اللازمة والمختلفة سواء كان ضروريا المعالجة الثانوية لمياه البحر أم لا فهي تعتمد على المدى الذي تم في ترشيح المياه في البداية.

٢-٣ الحفاظ على مخزون الطحالب وبداية الاستنبات

يعتبر مخزون الاستنباتات على العموم أو الاستنباتات الرئيسية للأنواع المفضلة، التكوين الأساسي للاستنبات. و يتم عادة التزويد بها على هيئة استنباتات لأنواع منفردة (طحلب واحد) من تجميعات استنبات جيدة الأصل محفوظة بمؤسسات قومية أو معامل بحثية. وبما أنها ذات قيمة، فإنها عادة ما تحفظ في وسط غذائي خاص، على سبيل المثال، إردسشريبر Erdschreiber medium، أو بدلاً منه. الوسط الغذائي F/٢ ، أو أطباق الآجار أو المنحدرات المخصبة بالأملاح المغذية، تحت ظروف محكمة ومتقاربة من درجات الحرارة والإضاءة. و يحدد لهذا الغرض عادة مساحة خاصة أو حجرة خارج حجرة استنبات الطحالب.

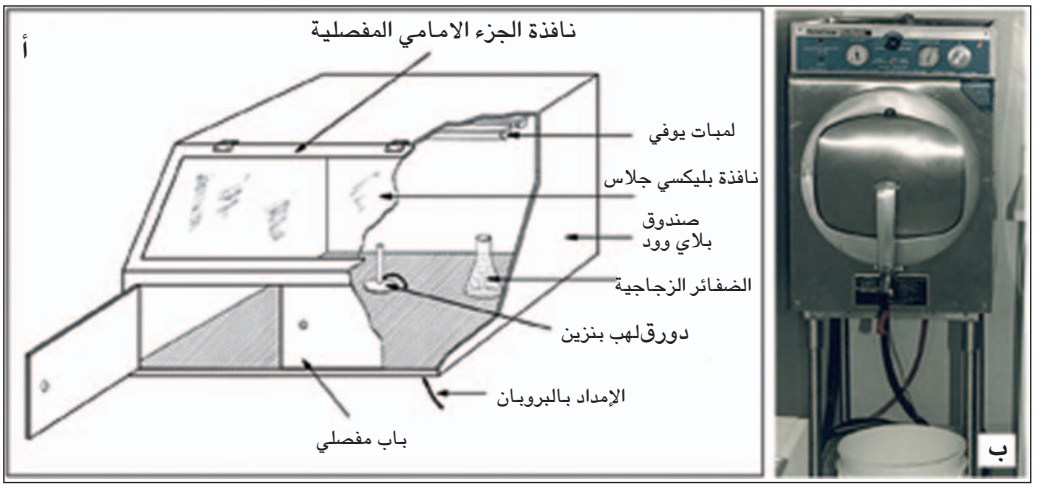
يستخدم فقط مخزون الاستنباتات لتزويد خطوط الاستنباتات البادئة (أيضا يعرف باللقاح) وذلك عند الحاجة. ويجب بذل كل الجهد للإقلال من خطر تلويث المخزون والاستنباتات البادئة بالكائنات الميكروسكوبية المنافسة. وإجراءات التعقيم الموضحة أسفل يجب اتباعها للتأكد من عدم حدوث التلوث. يحفظ مخزون الاستنباتات في أوعية التعقيم الشفافة، والصغيرة. مثلاً، زجاجيات البوروسيليكات بحجم ٥٠٠ مل، زجاجيات الغلي ذات القاع المسطح أو الدوارق المخروطية المحكمة بسدادة من القطن الخام عند العنق، ومناسبة لتحتوي على ٢٥٠ مل من الوسط الغذائي المعقم، تعتبر مثالية. والجدول (٢) يوضح مكونات وتحضير الوسط الغذائي إردسشريبر. والوسط الغذائي البديل لهذا الغرض هو F/٢ Guillard (انظر الجدول ٣) و HESAW (انظر الجدول ٤). والمنتجات المخصبة الخاصة باستنبات الطحالب لإضافتها إلى مياه البحر المعالجة المناسبة يمكن أيضا أن تستخدم تبعاً لتعليمات مصنيعها. غالباً ما تحفظ استنباتات الطحالب في وسط آجار مياه البحر المشبع بالأملاح المغذية المناسبة في أطباق بتري (Petri) أو على منحدرات في أنابيب اختبار.

ويفضل حفظ مخزون الاستنباتات في حضان بارد عند درجة حرارة تتراوح بين ٤ و ١٢ م^{o} (على حسب الرغبة)، ومضاءة بواسطة لمبتين فلورسنت أو أكثر ٨ وات (W) والتي لها قوة إضاءة ٤٥٠ لكس عند قياسها على سطح الاستنبات (الشكل ١٥). وكبديل لذلك يمكن حفظها في ظروف باردة بالقرب من النافذة المواجهة لجهة الشمال (خارج ضوء الشمس المباشر)، أو في حجرة باردة مضاءة بلمبات فلورسنت والهدف هنا ليس النمو السريع، ولكن الحفاظ على الاستنباتات في ظروف جيدة. وهذه الاستنباتات لا تحتاج إلى تهوية ولا إلى ثاني أكسيد الكربون.

الشكل ١٥: حضانات محكمة في درجات الحرارة والإضاءة لحفظ استنباتات الطحالب الصغيرة.

٣-٢-١ طرق التعامل مع مخزون الطحالب

إنه من الضروري تقسيم مخزون الاستنباتات على فترات شهرية لتكون في حالة صحية جيدة. بعد إزالة سدادة القطن الخام من دورق مخزون الاستنبات وتعريض عنق الدورق للهب بواسطة لهب بنزن (أو لهب البيوتان)، ينقل من ٢٠ إلى ٥٠ ملي من اللقاح إلى دورق آخر معقم يحتوي على وسط غذائي معقم. وتحكم عليها السدادة بعد تعرضها للهب على عنق هذا الدورق الجديد. توضع علامة ثابتة باسم النوع والتاريخ، حيث إنه يعاد وضع مخزون الاستنبات الأصلي في الحضانة و يمكن حفظه لعدة أسابيع لاحتمال حدوث فشل في النمو لمخزون الاستنبات الجديد. طريقة نقل مخزون الاستنبات يمكن القيام بها بكفاءة في كابينة معقمة بواسطة ضوء الأشعة فوق البنفسجية لتجنب التلوث (الشكل ١٦). تفاصيل طريقة النقل موضحة في الصندوق المصاحب لها.



الشكل ١٦: أ – رسم تخطيطي لحجرة نقل الاستنبات. ب – أتوكلاف مناسب لتعقيم الأحجام الصغيرة المستعملة للوسط الغذائي للإستنبات.

الجدول ٢: مكونات وإعداد الوسط الغذائي إردسشريبر Erdschreiber للحفاظ على الاستنبات.

المكونات:

١. مياه البحر: يتم تعقيم ٢ لترات في دورق الغليان ذي القاع المسطح من زجاج البوروسليكات بسعة ٣ لترات والمزود بسدادة من القطن الخام وذلك في ١,٠٦ كجم/سم^{٢} لمدة ٢٠ دقيقة. وتترك لمدة يومين.

٢. مستخلص التربة: ويحضر كالآتي:

أ) إخلط ١ كجم من تربة أرض شجرية أو منطقة عشبية غير معالجة بالأسمدة الصناعية، أو المبيدات الحشرية، إلى آخره. مع واحد لتر ماء عذب مقطر.

ب) تعقم في اوتوكلاف عند ١,٠٦ كجم/سم^{٢} لمدة ٦٠ دقيقة.

حـ) يتم إزالة السائل الطافي على السطح.

د) يرشح السائل الطافي على السطح من خلال ورق ترشيح وات مان Whatman رقم واحد ثم من خلال ورق من الفيبرجلاس (GF/C).

هـ) يعقم في عدد من زجاجات البولي بروبيلين بسعة واحد لتر عند ١,٠٦ كجم/سم^{٢} لمدة ٢٠ دقيقة.

د) يحفظ في مجمدة حتى يحتاج لها.

ز) يعقم ١٠٠ مل في دورق الغلي من زجاج البوروسليكات ذات القاع المسطح بسعة ٥٠٠ مل والمحكم بسدادة من القطن الخام في العنق عند ١,٠٦ كجم/سم^{٢} لمدة ٢٠ دقيقة.

٣. مخزون محلول النيترات/الفوسفات:

يذاب ٤٠ جم من نترات الصوديوم ($NaNO_3$) و٤ جم من ثناءي صوديوم هيدروجين فوسفات (Na_2HPO_4) في ٢٠٠ مل ماء مقطر وتعقم في دورق ٥٠٠ مل عند ١,٠٦ كجم/سم^{٢} لمدة ٢٠ دقيقة.

٤. مخزون محلول السليكات:
يذاب ٨ جم من سليكات الصوديوم ($Na_2SiO_3.5H_2O$) في ٢٠٠ مل من ماء مقطر. ويعقم في دورق ٥٠٠ مل عند ١,٠٦ كجم/سم^2 لمدة ٢٠ دقيقة.

الطريقة:
يضاف ١٠٠ مل من مستخلص التربة (٢) إلى ٢ لترات من مياه البحر المعقمة:١. يضاف ٢ مل من مخزون المحلول (٣) النيترات/الفوسفات بواسطة ماصة معقمة و ٢ مل من مخزون السليكات (٤). يفرغ ٢٥٠ مل في ثمانية دوارق بسعة ٥٠٠ مل فارغة و معقمة مزودة بسدادات من القطن الخام. يستخدم لهب البنزن (Bunsen burner) أو شعلة البيوتان (Butane torch) لحرق أعناق الدوارق مباشرة قبل وبعد التفريغ والتقطير بالماصة. و يعتبرالوسط الغذائي المحفوظ الآن جاهز للإستخدام.

طريقة نقل استنباتات الطحالب من دورق إلى دورق:

أ) تمسح كل الأسطح الداخلية لمنطقة اللقاحات بواسطة كحول إيثيلي بنسبة ٨٥٪.

ب) توضع كل الدوارق التي سوف تستخدم قي منطقة اللقاح وذلك بمعنى أن كل الدوارق يجب ان تنقل من (دورق النقل) والدوارق التي تحتوي على الأوساط الغذائية المعقمة يجب نقلها إلى دوارق جديدة.

حـ) يتم تقريب منطقة اللقاحات ويتم تشغيل لمبة الأشعة فوق البنفسجية وتترك لمدة عشرين دقيقة على الأقل. (ويعتبر أنه ليس من الأمان النظر مباشرة إلى ضوء الأشعة فوق البنفسجية، ولذلك يجب وضع غطاء داكن فوق زجاج بليكسي (بلاستيك أكريلك شفاف) يوضح السطح عندما يكون الضوء في حالة تشغيل).

د) تغلق اللمبة. ويتم إشعال محرقة صغيرة.

هـ) تزال الأغطية المعدنية الرقيقة من دورق النقل ومن الدورق الجديد. يحرق عنق كل دورق عن طريق إدارة العنق ببطء على اللهب.

و) يمال عنق دورق النقل في اتجاه الدورق الجديد. وفي حركة واحدة، تزال كلتا السداداتين ويفرغ اللقاح في الدورق الجديد. ينقل حوالي ٥٠ مل من أنواع الدياتومات و١٠٠ مل للفلاجيلات. يجب تجنب ملامسة أعناق الدورقين وعدم لمس جزء السدادة الذي يغمس في الدورق. بمجرد إضافة اللقاح، يعاد وضع السدادة في دورق النقل. ويتم إشعال عنق الدورق الجديد ببطء قبل إعادة سدادته.

ي) يعاد وضع الغطاء المعدني الرقيق حول عنق الدورق الجديد. وباستخدام قلم مقاوم للماء، يمكن ترقيم الدورق الجديد بنوع الطحلب الملقح وتاريخ النقل.

ك) تعاد الطريقة لكل الدوارق بمنطقة اللقاحات. وبمجرد إنهاء العملية، يطفأ المشعل ويفتح مكان التلقيح.

ز) تزال كل الدوارق الجديدة وتوضع في حضانة الطحالب أو في منطقة ذات إضاءة جيدة بمكان تجهيزات استنبات الطحالب.

ل) اللقاح المتبقي في الدوارق الناقلة يمكن استخدامه في تلقيح استنباتات أكبر مثل دوارق ٤ لترات أو حاويات.

(عن: Bourne, Hodgson و Whyte، ١٩٨٩)

الجدول (٣): الوسط الغذائي Guillard F/٢ المستخدم في استنبات الطحالب في مفرخات المحار (عن Guillard ١٩٧٥)

١.	النيترات	$NaNO_3$	٧٥,٠ جم/لتر
٢.	الفوسفات	$NaH_2PO4.H_2O$	٥,٠ جم/لتر
٣.	السيليكات	$Na_2SiO_3.9H_2O$	٣٠,٠ جم/لتر
٤.	عناصر شحيحة		
		$FeCl_3.6H_2O$	٣,٥ جم
		Na_2EDTA	٤,٣٦ جم

يذاب في ٩٠٠ مل ماء مقطر.

يضاف ١ مل من كل من محاليل العناصر الشحيحة التالية:

كبريتات النحاس	$CuSO_4.5H_2O$	٠,٩٨ جم/١٠٠ مل
كبريتات الزنك	$ZnSO_4.7\ H_2O$	٢,٢ جم/١٠٠ مل
كلوريد الكوبالت	$COCl_2.6H_2O$	١,٠٠ جم/١٠٠ مل
كلوريد المنجنيز	$MnCl_2.4\ H_2O$	١٨,٠٠ جم/١٠٠ مل
موليبدات الصوديوم	$NaMoO_4.2\ H_2O$	٠,٦٣ جم/١٠٠ مل

يكمل الحجم إلى ١ لتر بماء مقطر (PH تقريبا.٢,٠).

يضاف ١ مل لكل لتر FSW للمحاليل السابقة (١–٤).

٥.	الفيتامينات		
	البيوتين	Biotine	١,٠مجم
	ب–١٢	B_{12}	١,٠مجم
	ثيامين HCl	Thiamine HCL	٢٠,٠ مجم

تذاب في ١ لتر ماء مقطر وتحفظ مجمدة.

يضاف ١/٢ مل محلول الفيتامينات لكل واحد لتر من FSW.

الجدول (٤): الوسط الغذائي HESAW لاستنبات الطحالب في مفرخات المحار عن Harrison *et al*.(١٩٨٠)

١.	نترات الصوديوم:	$NaNO_3$	٤٦٦,٧ جم
	جليسيروفوسفات الصوديوم:	$Na_2.glycero.PO_4.5H_2O$	٦٦,٧ جم

يذاب في ٢ لترات من ماء مقطر.

٢.	صوديوم إديتا:	$Na_2EDTA.2H_2O$	٥٥,٣ جم
	بورات الهيدروجين:	H_3BO_3	٣٨,٠ جم

تذاب في ١ لتر ماء مقطر ساخن.

٣.	كلوريد الحديد:	$FeCl_3.6H_2O$	١,٦ جم

تذاب في ١٠٠ مل ماء مقطر. ويضاف ٥٠ مل إلى المحلول (١) والباقي إلى المحلول (٢). يخلط المحلولين (١)، (٢) مع بعض.

٤.	كبريتات المنجنيز:	$MnSO_4.H_2O$	٤,١ جم أو
	كبريتات المنجنيز:	$MnSO_4.4H_2O$	٥,٤ جم

تذاب في ٥٠ مل ماء مقطر. وتضاف إلى المحلول السابق.

٥. موليبدات الصوديوم: $NaMoO_4.2H_2O$ ١,٢٦ جم

تذاب في ٥٠ مل ماء مقطر وتضاف إلى المحلول السابق.

٦. كبريتات الزنك: $ZnSO_4.7H_2O$ ٧,٣ جم
كبريتات النحاس: $CuSO_4.7H_2O$ ١,٦ جم

تذاب في ١٠٠ مل ماء مقطر وتضاف ١٠ مل من المحلول إلى المحلول السابق.

٧. سيلينات الصوديوم: Na_2SeO_3 ٠,١٧٣ جم

يذاب في لتر واحد من ماء مقطر. ويضاف ١ مل من المحلول إلى ١٠٠ مل ماء مقطر لعمل مخزون المحلول. تضاف ١٠ مل من مخزون المحلول إلى المحلول السابق.

تعد ١٠ لترات من المحلول بإضافة ماء مقطر. ويعقم قبل الاستخدام. يضاف ١ مل من المحلول إلى كل لتر من FSW

٨. سليكات الصوديوم: $Na_2SiO_3.5H_2O$ ٢٢٤,٠ جم أو
سليكات الصوديوم: $Na_2SiO_3.9H_2O$ ٣٠٠,٠ جم

يذاب في واحد لتر ماء مقطر. يضاف ١,٥ لتر ببطء من واحد مولر حامض الهيدروكلوريك (١٣٣,٥ مل حمض هيدروكلوريك مركز في ١,٥ لتر ماء مقطر). يجهز حجم من المحلول حتى عشرة لترات بإضافة ماء مقطر. ويعقم قبل الإستعمال. يضاف ١ مل من المحلول لكل واحد لتر من FSW.

٩. الفيتامينات

(بالنسبة للفيتامينات يتبع نفس المنهج كما في الجدول ٤)

٣-٢-٢ طرق التعامل مع بداية الاستنبات

طرق حفظ الاستنباتات البادئة (اللقاحات) هي في الغالب مطابقة لما تم شرحه من قبل. وتنمو هذه الاستنباتات بصورة خاصة للتزويد باللقاح لبداية أحجام استنباتات كبيرة مطلوبة لإنتاج الغذاء.

يقام في الأصل خط الاستنباتات البادئة من مخزون الاستنباتات للنوع المطلوب. الاستنباتات البادئة، مثل المخزونات، يمكن أن تنمو في دوارق ذات سعة ٥٠٠ مل في ٢٥٠ مل وسط غذائي وعندما تكون هناك حاجة لتزويد اللقاح فإنه من الضروري إنماؤها بسرعة. فهي تنمو عند درجات حرارة تتراوح بين ١٨ و ٢٢ م^{o} وعلى مسافة من ١٥–٢٠سم من لمبات فلورسنت ٦٥ أو ٨٠ وات، حيث تعطي مستوى إضاءة على سطح الاستنبات من ٤٧٥٠ إلى ٥٢٥٠ لكسى (الشكل ١٧). تحتاج بادئات الاستنبات بصفة عامة إلى تهوية بخليط من الهواء وثاني أكسيد الكربون.

وبداية الاستنباتات تستغرق فترات مختلفة من الوقت قبل الاستخدام. وفي حالة أنواع الدياتوم، التي لها أوقات إنتاجية قصيرة، فإن هذه الفترة تتراوح بين ٣ و خمسة أيام. أما بالنسبة لغالبية الفلاجيلات فقد تتعدى هذه الفترة من ٧ إلى ١٤ يوم. عند الاستعداد لاستخدام بداية الاستنبات يؤخذ جزء من الاستنبات باستخدام التقنية المعقمة، كما تم شرحها مسبقاً بنسبة ٢٠ إلى ٥٠ مل، (معتمداً على نوع وكثافة الاستنبات)، تنقل إلى ٢٥٠ مل من استنبات حديث – للحفاظ على خط بداية الاستنبات. ويستخدم الجزء المتبقي كلقاح للاستنباتات الكبيرة (حجم أكثر من ٢٥ لتر) لتنميتها لغرض التغذية أو كمرحلة متوسطة لعملية الاستنبات على نطاق كبير، حيث تستعمل بدورها كلقاح للاستنباتات الكبيرة جداً.

يمكن أن تكون هناك حاجة إلى أحجام كبيرة من الاستنباتات البادئة لتلقيح أحجام كبيرة لإنتاج الاستنباتات. ولتوضيح ذلك، فإن استنباتات ما بين ٢ إلى ٢٥ لتر يمكن أن تصنف كاستنباتات على نطاق متوسط. وكمثال على ذلك، إنتاج ٢٠٠ لتر من الطحالب سوف يحتاج في البداية إلى ٢٥٠ مل في بداية استنبات هذا النوع المطلوب الذي سوف ينقل عندما ينمو إلى أحجام أكبر من ٢ إلى ٤ لترات. وعند

الشكل ١٧: صور فوتوغرافية توضح نموذجا كاملا من التجهيزات لحفظ بداية الاستنبات.

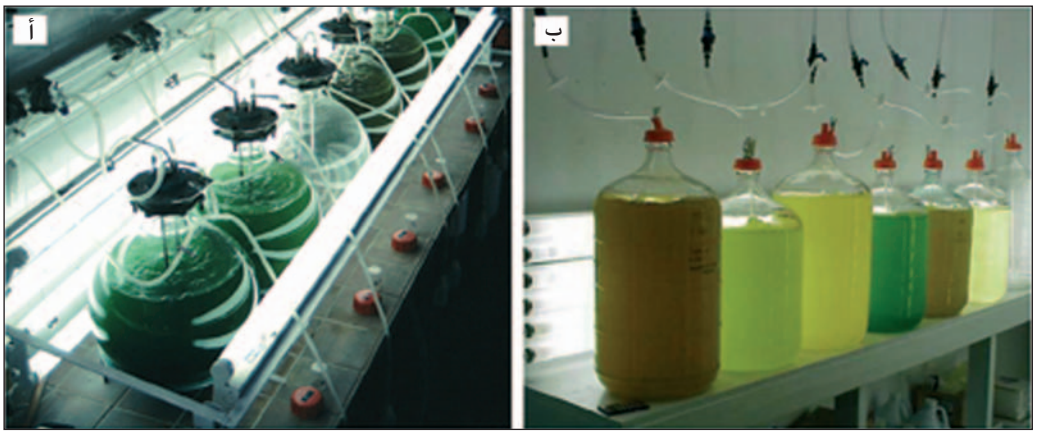
بداية استنبات ٢٠٠ لتر، فإنه يستخدم ٢٠٠ إلى ٤٠٠ مل من الاستنبات البادئ (٢ إلى ٤ لترات) وذلك لبدء ٢ إلى ٤ لترات استنبات جديد والجزء الباقي يستعمل لبداية إنتاج استنبات ٢٠٠ لتر.

وفي حالة الأحجام الكبيرة من البادءات، فإنه من المفيد زيادة مستوى الإضاءة وتهوية الاستنبات بخليط من الهواء وثاني أكسيد الكربون، وينصح بتخفيف الوسط لنمو أنواع الدياتوم في درجة ملوحة تتراوح من ٢٠ إلى ٢٥ PSU (وحدات ملوحة عملية، تكافئ أجزاء لكل ألف) للحصول على أحسن إمكانية معدلات نمو. أغلب أنواع الفلاجيلات تنمو بكفاءة عند حوالي ٣٠ PSU.

٣–٣ استنبات الطحالب على نطاق متوسط

غالبية المعامل والمفرخات التي تحتاج أحجاما صغيرة من الطحالب للغذاء تحتاج لدوارق زجاجية دائرية أو حاويات زجاجية أو من البلاستيك النقي ذات أحجام تصل إلى ٢٥ لتر (الشكل ١٨). و يمكن بصفة عامة تشغيلها على هيئة أنظمة الاستنبات الكمي أو شبه المستمر. والاستنبات الكمي يتضمن تلقيح الوسط الغذائي للاستنبات بنوع الطحلب المطلوب. وبالتالي ينمو الاستنبات بسرعة حتى يصل إلى توقف الزيادة في كثافة الخلايا عن طريق فشل إختراق الضوء الكافي للاستنبات، وهنا يحصد الاستنبات كله، وتغسل الأواني وتعقم لبدئ استنبات جديد.

وتتضمن طريقة أنظمة الاستنبات الشبه المستمر بداية الاستنباتات بنفس الطريقة ولكن بدلا من الحصاد الكلي عند نموها، فإنها تحصد جزئياً قبل الوصول إلى المرحلة الحرجة للضوء. ثم يعاد التزويد بوسط



الشكل ١٨: منظورين مختلفيتن من استنبات الطحالب على نطاق متوسط. (أ) دوارق مستديرة الحجم ٢٠ لتر (ب) استخدام حاويات مماثلة لأنواع حاويات صنع الخمور المناسبة ذات حجم يتراوح من ١٥ إلى ٢٠ لتر.

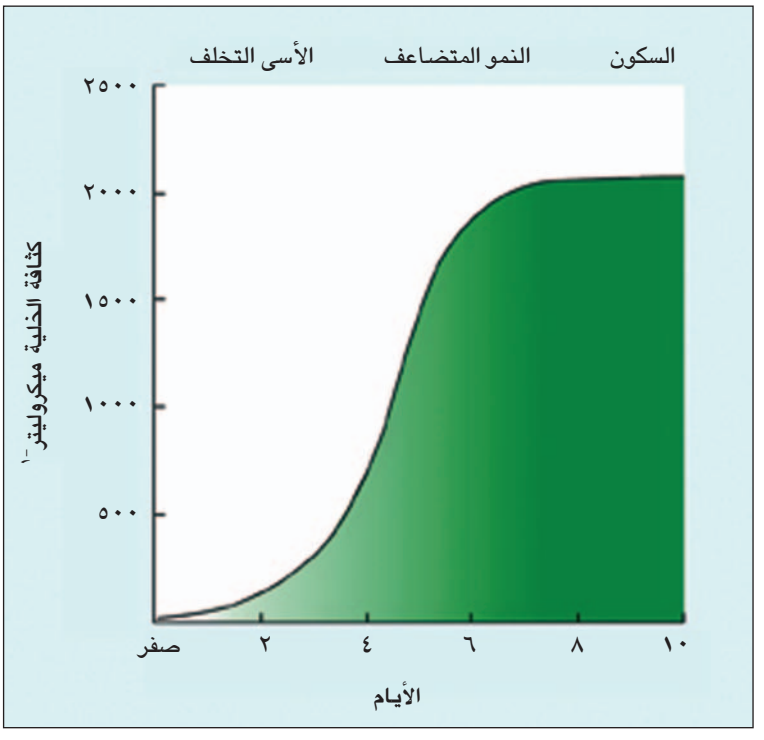
غذائي حديث الإعداد ليحل محل الذي تم حصاده وتكرر هذه العملية لمدة يومين أو ثلاثة أيام. وبهذه الطريقة فإن عمر الاستنبات يمكن أن يمتد. ومع بعض الأنواع الشديدة التحمل، مثل ***Tetraselmis suecica***، فإن الاستنبات ينتهي خلال ثلاثة أشهر أو أكثر مع حصاد ٢٥ إلى ٥٠٪ من حجم الاستنبات ثلاث مرات كل أسبوع. الاستنبات الكمي يستخدم عادة في الأنواع الرقيقة وأنواع الدياتومات السريعة النمو. وغالبا ما يستخدم الاستنبات شبه المستمر عند استعمال الأنواع الشديدة التحمل من الفلاجيلات.

٣-٣-١ مراحل نمو استنبات الطحالب

يتم إجراء الحصاد في الاستنبات الشبه المستمر خلال مرحلة النمو المتضاعف الأسى. ويتم الحصاد الكمي بصفة عامة عند قمة النمو المتضاعف الأسى عندما يكون الاستنبات قد دخل في مرحلة السكون. في الشكل ١٩ يوجد توضيح لمعنى هذه المصطلحات. وفي هذه الحالة فإن النوع المستنبت هو نوع الفلاجيلات الأخضر كبير الحجم ***Tetraselmis***.

عند التلقيح من الاستنبات البادئ تتراوح كثافة الخلايا من ٢٥ إلى ٥٠ خلية لكل مل (خلية لكل ميكرولتر). بعد التلقيح فإن هذه الخلايا تنمو وتنقسم بزيادة سريعة على حسب تأقلمتها لظروف الاستنبات. وفترة الأقلمة هذه، التي تمتد من يومين إلى ثلاثة أيام، تسمى مرحلة التخلف. وبمجرد ملاءمتها للظروف، فإن معدل إنقسام الخلية يزداد سرعة، والزيادة في عدد الخلايا في الاستنبات يكون لوغاريتميا وهذه المرحلة تنتهي في مدة تتراوح من أربعة إلى ستة أيام وتسمى مرحلة النمو المتصاعف الأسى. عندما يكون هناك قصور في نفاذية الضوء خلال الاستنبات، أو في الأملاح المغذية يكون معدل إنقسام الخلية بطيئ. وعندما يدخل الاستنبات مرحلة السكون، والتي يمكن أن تنتهي في أيام عديدة في حالة الفلاجيلات أو في وقت قصير فقط في حالة الدياتومات. تبقى استنباتات الفلاجيلات في هذه المرحلة بواسطة إعادة تدوير الأملاح المغذية من خلايا ميتة أو متحللة، ولكن في حالة الدياتومات، والتي يمكن أن تنتج موادا من عملية التمثيل العضوي ذاتية المنع، و تسمح بنمو البكتريا، وينهار بسببها الاستنبات.

وفي المثال الموضح في الشكل ١٩، فإن الاستنبات الكمي لنوع ***Tetraselmis*** يتم حصاده عند كثافة حوالي ٢٠٠٠ خلية لكل ميكرولتر وفي الاستنبات الشبه المستمر عند حوالي ١٥٠٠ خلية لكل ميكرولتر. هذه الكثافات يمكن زيادتها، في حدود، وذلك بزيادة قوة الإضاءة الساقطة على الاستنباتات، بواسطة حفظ pH ما بين ٧,٥ إلى ٨,٢ مع التحكم في إضافة ثاني أكسيد الكربون وبإضافة أملاح مغذية إضافية لكي تزيد في كثافة الاستنبات.



الشكل ١٩: مراحل نمو الطحالب المستنبة موضحة بمنحنى النمو الفعلي لنوع الفلاجيلات الخضراء. *Tetraselmis suecica*.

٣-٣-٢ تفاصيل تشغيل استنبات الطحالب على نطاق متوسط

تعتمد عملية التعقيد في تشغيل الاستنبات على احتياجات الطحالب وعلى التكلفة الإجبارية التي يحتاجها نظام التشغيل. وبشكل بسيط جداً فإنه يمكن اعتبار نظام الاستنبات صورة مكبرة من الاستنباتات البادئة، باستخدام الحاويات أو الدوارق الزجاجية ذات القاع المسطح و سعة من ٢ لترات إلى ٢٥ لتر. يتم تعبئتها جزئياً بالوسط الغذائي للاستنبات – وفي هذه الحالة يكون معقما، ومياه بحر – منشطة بالأملاح المغذية – ثم بعد ذلك يمكن تلقيحها بالنوع المطلوب مع تهويتها بخليط من ٢٪ ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء المضغوط. وغاز ثاني أكسيد الكربون يمكن الحصول عليه من أنبوبة غاز مزودة بمنظم لضغط الغاز ومعدل السريان. وذلك للتزويد بمصدر الكربون لعملية التمثيل الغذائي وللتحكم في درجة الأس الهيدروجيني في نطاق من ٧,٥ إلى ٨,٢. ويرشح خليط الهواء/ثاني أكسيد الكربون من خلال خرطوش مسامي أو مرشح غشائي وذلك لإزالة غالبية الملوثات المنقولة بالهواء والمنافسة للكائنات الميكروسكوبية الدقيقة. وأمثلة هذا الشكل من النظام موضحة في الشكل ١٨. الوسط الغذائي للاستنبات تم إعداده من ماء بحر مرشح ومعقم.

هناك تقنيات مختلفة لمعالجة مياه الاستنبات

أ) إما أن ترشح مياه البحر لإزالة البكتريا باستخدام مرشح خرطوشي غشائي ٠,٢٢ أو ٠,٤٥ ميكروميتر أو
ب) تعقم جزئياً أوبطريقة مستمرة عند درجات حرارة تتراوح بين ٦٥ و٧٥م°.
حـ) تعقم بالأوتوكلاف عند ١,٠٦ كجم/سم^{2} لمدة ٢٠ دقيقة (وبعد الأوتوكلاف يجب السماح للوسط الغذائي أن يترك لمدة يومين في وعاء مناسب محكم الإغلاق). أو
د) يعقم كيميائيا بواسطة محلول هيبوكلوريت الصوديوم عند ٢٥ مجم لكل لتر خالي من الكلورين (بواسطة إضافة ٠,٥ مل من ٥٪ هيبوكلوريت الصوديوم – المبيض المنزلي – لكل لتر من مياه البحر المرشحة). وقبل الاستعمال، الجزء المتبقى من الخالي من الكلورين يتم معادلته بواسطة إضافة كمية زائدة من محلول ثيوسلفات الصوديوم (٥٠,٠ مجم لكل لتر) تم تحضيرها في ماء مقطر.

ملحوظة: الطرق (أ)، (حـ) هي غالبا ما تستخدم في التحضيرات للاستنبات على نطاق صغير، (ب)، (د)، بعد الترشيح السابق لها لحجم جزئيات واحد أو اثنين ميكروميتر، وذلك للاستنبات على نطاق كبير.

بعد المعالجة بالتعقيم تضاف الأملاح المغذية. تفاصيل الأملاح المغذية المنشطة المستخدمة في معمل الصيد بوزارة الزراعة، الصيد والغذاء ، Conwy, U.K، والذي يكون مناسبا لجميع الأنواع الشائعة المستنبتة، موضحة بالجدول ٥. يلاحظ أن الدياتومات تحتاج إضافة إلى الأملاح المغذية الأساسية إلى السيليكات (Si). الوسط الغذائي جاهز معقم للتوزيع في دوارق الاستنبات، التي تكون بدروها جاهزة للتلقيح. في السنوات الحديثة، أصبحت عديد من الأملاح المغذية لاستنبات الطحالب ذات علامات تجارية مميزة ومتخصصة متواجدة و تستند عموما إلى مكون F/2 Guillard كما تعطي نتائج نمو ممتازة (انظر الجدول ٣، ٤ للمكون الأساسي).

للحصول على أقصى طاقة إنتاج من أغلب الأنواع فإنه من الضروري تخفيف مياه البحر بماء عذب نقي (مقطر) (أو من مصدر غير ملوث) قبل الترشيح أو التعقيم. معدلات النمو وانقسام الخلايا في *Thalassiosira pseudonana, Chaetoceros calcitrans*، *Skeletonema costatum* تكون مفضلة عند درجة ملوحة حوالي ٢٠ و ٢٥ PSU. أما طاقة إنتاج العدد من الفلاجيلات فتكون مفضلة عند درجة ملوحة ٢٥ إلى ٣٠ PSU.

الجدول (٥): مخزون المحاليل للأملاح المغذية لتنشيط استنبات الدياتومات في مياه البحر المعالجة. إضافة مخزون المحلول (٢) يحذف في حالة استنبات الفلاجيلات.

المخزون أ

كلوريد الحديد	$FeCl_3.6H_2O$	١,٣٠جم*
كلوريد المنجنيز	$MnCl_2.4H_2O$	٠,٣٦جم
حمض البوريك	H_3BO_3	٣٣,٦٠جم
إدتا	EDTA	٤٥,٠جم
صوديوم ثنائي هيدروجين فوسفات	$NaH_2PO4.2H_2O$	٢٠,٠٠جم
نترات الصوديوم	$NaNO_3$	١٠٠,٠٠جم
محلول عناصر شحيحة*		١,٠مل
ماء مقطر	إلى	١٠٠٠مل

أضف ٢ مل مخزون أ لكل لتر من ماء البحر المرشح

*** محلول العناصر الشحيحة**

كلوريد الزنك	$ZnCl_2$	٢,١٠جم
كلوريد الكوبالت	$COCl_2.6H_2O$	٢,٠٠جم
موليبدات الأمونيا	$(NH_4)6MO_7O_{24}.4H_2O$	٠,٩٠جم
كبريتات النحاس	$CuSO_4.6H_2O$	٢,٠٠جم
ماء مقطر	إلى	١٠٠مل

يحول المحلول إلى حامضي بإضافة كمية كافية من حمض الهيدروكلوريك المركز للحصول على محلول رائق
* الكمية لتنشيط مياه البحر المعقمة. استخدم ٣,٢٥جم لمياه البحر المرشحة.

المخزون ب

فيتامين ب١٢(Cyanocobalamin)		١٠مجم
فيتامين ب١ (Aneurine hydrochlorid)		٢٠٠مجم
ماء مقطر	إلى	٢٠٠مل

أضف ٠,٢ مل مخزون ب لكل لتر من ماء البحر المرشح

المخزون حـ

سيليكات الصوديوم	$Na_2SiO_3.5H_2O$	٤,٠جم
ماء مقطر	إلى	١٠٠مل

أضف ٢مل مخزون حـ لكل لتر ماء البحر المرشح.

الإضاءة المستعملة لنمو الاستنبات تزود بواسطة لمبات الفلورسنت، وهي عادة تثبت خارجيا على دوارق الاستنبات (انظر الشكل ١٨). يتحدد عدد اللمبات المستخدمة بواسطة ارتفاع وقطر أوعية الاستنبات مع الهدف من التزويد ١٥٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ لكسى تم قياسها عند مركز وعاء استنبات فارغ. تعتبر لمبتين ٦٥ أو ٨٠ وات كافي لإضاءة دوارق زجاجية بسعة ٣ لترات، والتي يبلغ قطرها حوالي ١٨سم، بينما خمس لمبات من نفس قوة الإضاءة تعتبر ضرورية لأوعية ذات حجم حوالي ٢٥ لتر (قطر ٣٥سم). ويعتبر النمو أحسن عند درجات حرارة من ١٨ إلى ٢٢م^{o} لأغلب الأنواع.

أمثلة لكثافة الخلايا التي تم الحصول عليها في الاستنبات على النطاق الصغير لأهم الأنواع ذات القيمة الغذائية موضح في الجدول ٦. وهذه القيم أخذت من معمل المصايد MAFF, Conwy، وهي مطابقة للكثافات التي تم الحصول عليها في أماكن أخرى في مشاريع استنبات ضخمة تجارية. وإنه من المهم أن تلاحظ كثافات الخلايا العالية جداً لنوع *Chaetoceros calcitrans* التي حصل عليها في استنباتات ٢ لترات من ٢٠ لتر. وهذه لا تعني بالضرورة أن القيمة الإنتاجية بالمعنى الكمي تكون منخفضة. في كل الأنواع المستنبتة حجم الخلايا يكون متغير تبعا لظروف الاستنبات ومرحلة النمو. وقد امكن الحصول في استنبات ٢ لترات لنوع *Chaetoceros* على أعلى كثافة خلايا ولكن الخلايا الفردية أصغر: ٣٥ ميكروميتر^{3} مقارنة بـ ٥٠ ميكروميتر^{3} في استنباتات ٢٠ لتر. محتوى الوزن الجاف أيضا منخفض عند حوالي ١٠ ميكروجرام لكل مليون خلية (ميكروجرام لكل مليون خلية) مقارنة بما هو فوق ١٨ ميكروجرام لكل مليون خلية في استنباتات ٢٠ لتر. وتوضح الأنواع الأخرى نفس الاختلاف في الحجم وعلاقتها بعوامل تعتمد على كثافة الخلية والظروف، وجانب فعلي من الاختلافات الداخلية لحجم الخلية بين الأنواع.

من خلال إدارة ظروف الاستنبات للأنواع الكبيرة، مثل *Tetraselmis* فإنه يمكن تقليص حجم الخلية حيث إن الخلايا يمكن أن تلتهم بسهولة جداً بواسطة اليرقات الصغيرة. أنظمة الاستنبات على النطاق الصغير يمكن تحسين تقنيتها لتزيد من كفاءتها عن طريق تشغيلها على هيئة حالات كميائية. ولكن إذا كان الهدف هو فقط إنتاج غذاء أكثر، فإن الحل الأمثل هو الاستنبات على النطاق الكبير.

الجدول (٦): كثافات الخلية عند الحصاد (خلايا/ميكرولتر) تم الحصول عليها في دفعة النطاق الصغير (ب)، الشبه المستمرة (SC) استنبات ٢ أو ٢٠ لتر لاختيار الأنواع ذات القيمة الغذائية العالية وموضحا أيضا درجة الملوحة لوسط الاستنبات.

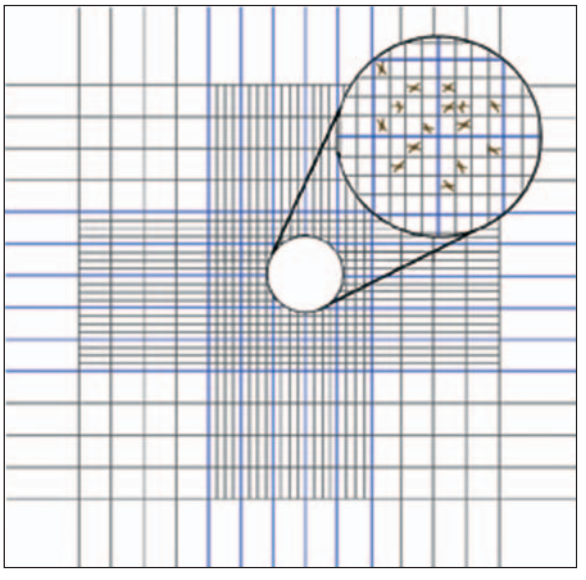
	ظروف الاستنبات			
النـوع	الحجم (١)	النوع	درجة الملوحة (PSU)	كثافة الحصاد خلايا لكل ميكرولتر
Isochrysis (*T-ISO*) ١٥٠٠٠	٢٠	SC	٢٥	
Tetraselmis suecica	٢٠	SC	٣٠	٢٠٠٠
Chaetoceros calcitrans	٢	B	٢٠	٦٠٠٠٠
	٢٠	B	٢٠	٢٢٠٠٠
Thalassiosira pseudonana (٣*H*)	٢	B	٢٠	٤٠٠٠٠

٣–٣–٣ تقدير كثافة الطحالب

قبل مناقشة طرق الاستنبات على نطاق كبير، هناك ضرورة لوصف قصير يتعلق بتقدير كثافة الخلايا في الاستنبات على أي مستوى. توجد طرق مختلفة لتقدير كثافة الخلايا الطحلبية متضمنة استخدام أجهزة الأسبكتروفوتوميتر Spectrophotometer، الفلوروميتر fluorometer، والهيموسيتومتر Haemocytometers وعدادات كولتر(«multisizers» Coulter Counter).

أجهزة السبكتروفوتوميتر أو الفلوروميتر تقيس محتوى الكلوروفيل (A) في استنبات الطحالب وهذا يمكن أن يستخدم لإعطاء تقدير سريع لكثافة الخلايا. ويجب إعداد الرسوم البيانية لمقارنة كثافة الخلايا والقراءات على أي جهاز لكل نوع طحلب. ومع ذلك، فإن محتوى الكلوروفيل A في خلايا الطحالب غير ثابت ويتغير مع الحالة الغذائية للخلية. وهذا سوف يؤثر على دقة تقدير كثافة الخلية عند استخدام هذه الأجهزة.

استخدام الهيموستيوميتر أو عداد كولتر (Coulter) يعتبر أكثر دقة في تقدير كثافة الخلية.



الشكل٢٠: رسم تخطيطي للعلامات الخطية على شريحة الهيموسيتوميتر Haemocytometers.

والهيموسيتوميترس عبارة عن شرائح زجاجية سميكة بحجريتن على السطح العلوي، مقاس كل منها ١,٠ × ١,٠مم. يوضع على هاتين الحجرتين غطاء خاص بحيث يعطي عمق ٠,١حجم كلي لكل حجرة ٠,١مم^{٣}. وقاعدة كل حجرة عليها علامة بخط أفقي للمساعدة في عد الخلايا في حيز المساحة (الشكل ٢٠). قبل عد أنواع الطحالب المتحركة، يجب إضافة قطرة أو قطرتين من الفورمالين ١٠٪ إلى ١٠ أو ٢٠ مل من عينة الاستنبات المطلوب عدها. مع وضع الغطاء في مكانه، تدخل قطرة أو قطرتين من عينة الطحالب بواسطة ماصة باستور وذلك لملئ الحجرتين.

وتقدر كثافة الخلايا كما يلي. خط المنتصف في كل حجرة (محدد خارجياً بالأزرق في الشكل ٢٠) مقسم إلى ٢٥ مربع (أيضا محدد من الخارج بالأزرق في الشكل التخطيطي)، كل منها بمقياس ٠,٢ × ٠,٢مم. كل مربع كبير مقسم إلى ١٦ مربع صغير مقاسه ٠,٠٥ × ٠,٠٥مم. أعداد الخلايا في عشر مربعات ٠,٢ × ٠,٢ مختارة عشوائية يتم عدها ويحسب المتوسط. وهذه تعطي متوسط عدد الخلايا الطحلبية لكل ٠,٢مم × ٠,٠٢ مم × ٠,٠١ مم، أو ٠,٠٠٤ مم^{٣}.

مثال:

أ. احسب الخلايا الطحلبية: ٤٠ + ٣٠ + ٥٠ + ٦٠ + ٥٥ + ٦٥ + ٧٠ + ٤٥ + ٤٠+٧٠= ٥٢٥
متوسط = ٥٢,٥ خلايا لكل ٠,٠٠٤مم٣

ب اضرب المتوسط في ٢٥٠ لكي تحصل على متوسط عدد الخلايا لكل مم^{٣}.

حـ. وحيث إن هناك ١٠٠٠ مم٣ في ١ مل، اضرب القيمة المحسوبة من (ب) في ١٠٠٠.
في هذا المثال، كثافة الخلية سوف تكون ٥٢,٥٠ × ٢٥٠ × ١٠٠٠= ١٣,١ مليون (١٣,١ × ١٠^{٦}) خلية لكل مل.

ملحوظة: خلية واحدة لكل مل (خلايا مل–١)= ١٠٠٠ خلايا لكل ميكروليتر (خلايا ميكروليتر–١).

ومن أسهل وأدق الطرق لتقدير كثافة الخلية هي استخدام عداد كولتر Coulter (حاليا يسمى «multiszer» – انظر الشكل ٢١). وتم تطوير هذا الجهاز مبدئياً لعد خلايا الدم.

هناك أنماط عديدة و متواجدة وكلها تعمل على نفس الأساس. تيار كهربائي صغير يمر بين قطبين، كل مرة تمر خلية بينهما، يعاق التيار ويتم عد الخلية. حجم فتحة الأنبوبة مهم، ولعد الخلايا الطحلبية ما بين

٢ إلى ١٠ ميكرومتر مطلوب أن يكون قطر الفتحة ما بين ٥٠ أو ١٠٠ ميكروميتر. حجم معلوم من الماء يسكب من خلال فتحة ثقب الأنبوبة ويتم عد الخلايا. تفاصيل تشرح عملية تشغيل عداد كولترصي متاحة وتتضمنها المراجع المقترح قراءتها في نهاية هذا الجزء.

وبما أن استنباتات الطحالب عادة ما تكون كثيفة، فإنه يجب تخفيف عينات إلى كثافة يمكن عندها العد بدقة عندما يستخدم العداد الالكتروني – بالتقريب ٥٠٠٠٠ خلية لكل مل (٥٠ خلية لكل ميكروليتر). وتخفف عادة عينات الطحالب بواسطة محلول من كلوريد الصوديوم بنسبة ٣٪ (وذلك بإذابة ملح المائدة في ماء مقطر) أو بواسطة ماء بحر مرشح بواسطة مرشح غشائي ٠,٤٥ ميكروميتر.

تعتبر العدادات الالكترونية وسايزر الجزيئي غالية الثمن ولكن الآلات المستخدمة يمكن شراؤها بأسعار معقولة. وتكلفة شرائها تعوض بسرعة عن طريق توفير الوقت ودقة العد.

مثال:

يضاف ٠,٢مل من استنبات الطحلب إلى ٢٠مل كلوريد صوديوم (٣٪) وتخلط جيداً.
يتم العد ثلاث مرات ويؤخذ قيمة المتوسط. والعد الفردي= ٥٢٨٠، ٥٣٣٦، ٥١٢٠.
إذا كان حجم المحلول للعينة المأخوذة بعداد الكولتر هي ٠,١مل فإن المتوسط= ٥٢٤٥ خلية لكل ٠,١ مل.
اضرب ٥٢٤٥ × ١٠ لتحصل على عدد الخلايا في ١ مل من العينة وإضرب في ١٠٠ لتصحيح لعامل التخفيف.

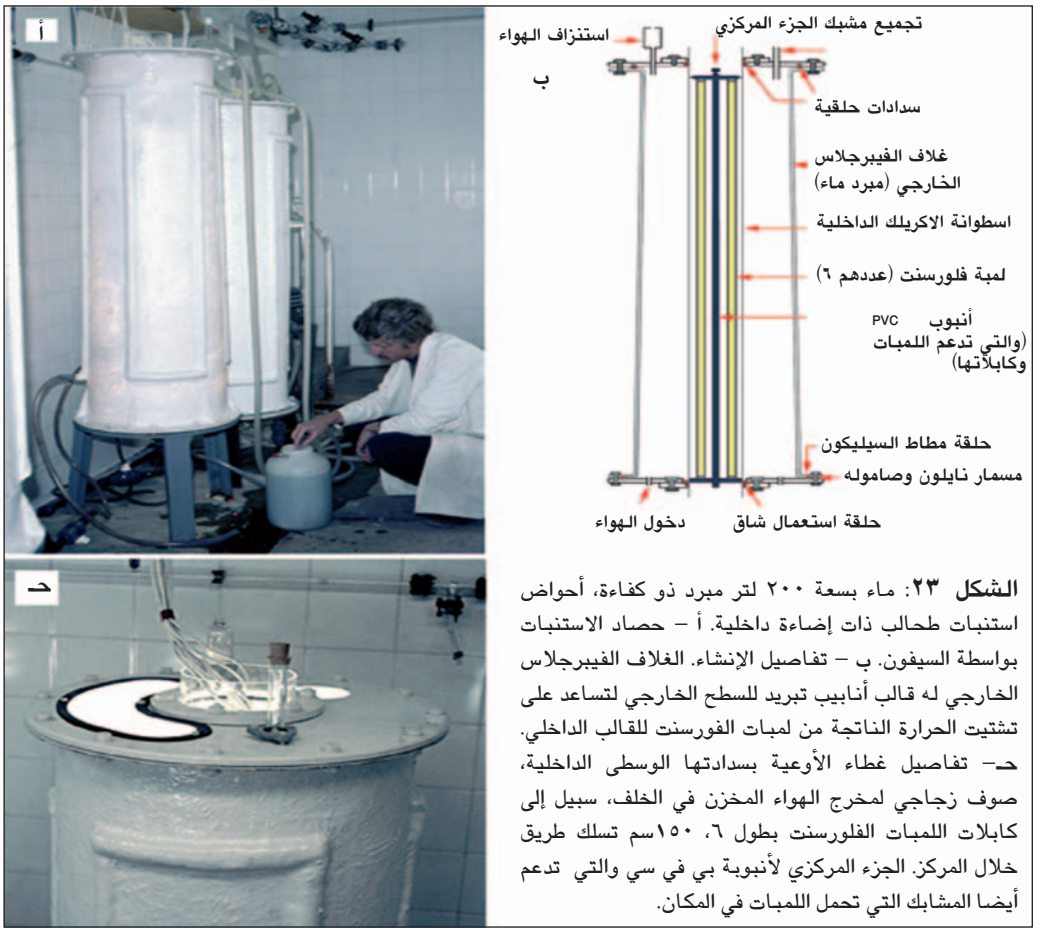
في هذا المثال، كثافة الخلية سوف تكون ٥٢٤٥ × ١٠ × ١٠٠= ٥,٢ مليون (٥,٢ × ١٠^{٦}) خلية لكل مل.

الشكل ٢١: العدادات الالكترونية الجزيئيةالمستخدمة في المفرخات لعد كثافة الخلايا الطحلبية المستنبتة. أ – عداد الكولتر، ب – Beckman Multisizer باكمان مالتي سايزر، حـ – تفاصيل حجرة العينة في عداد الكولتر موضحة ثقب الأنبوبة المغمورفي وعاء العينة.

٤-٣ استنبات الطحالب على نطاق كبير

الشكل ٢٢: الاستنبات على نطاق كبير في أحواض مستطيلة أو دائرية بإضاءة في الأمام. وهذه الأشكال يمكن تعويضها بأوعية أسطوانية طويلة.

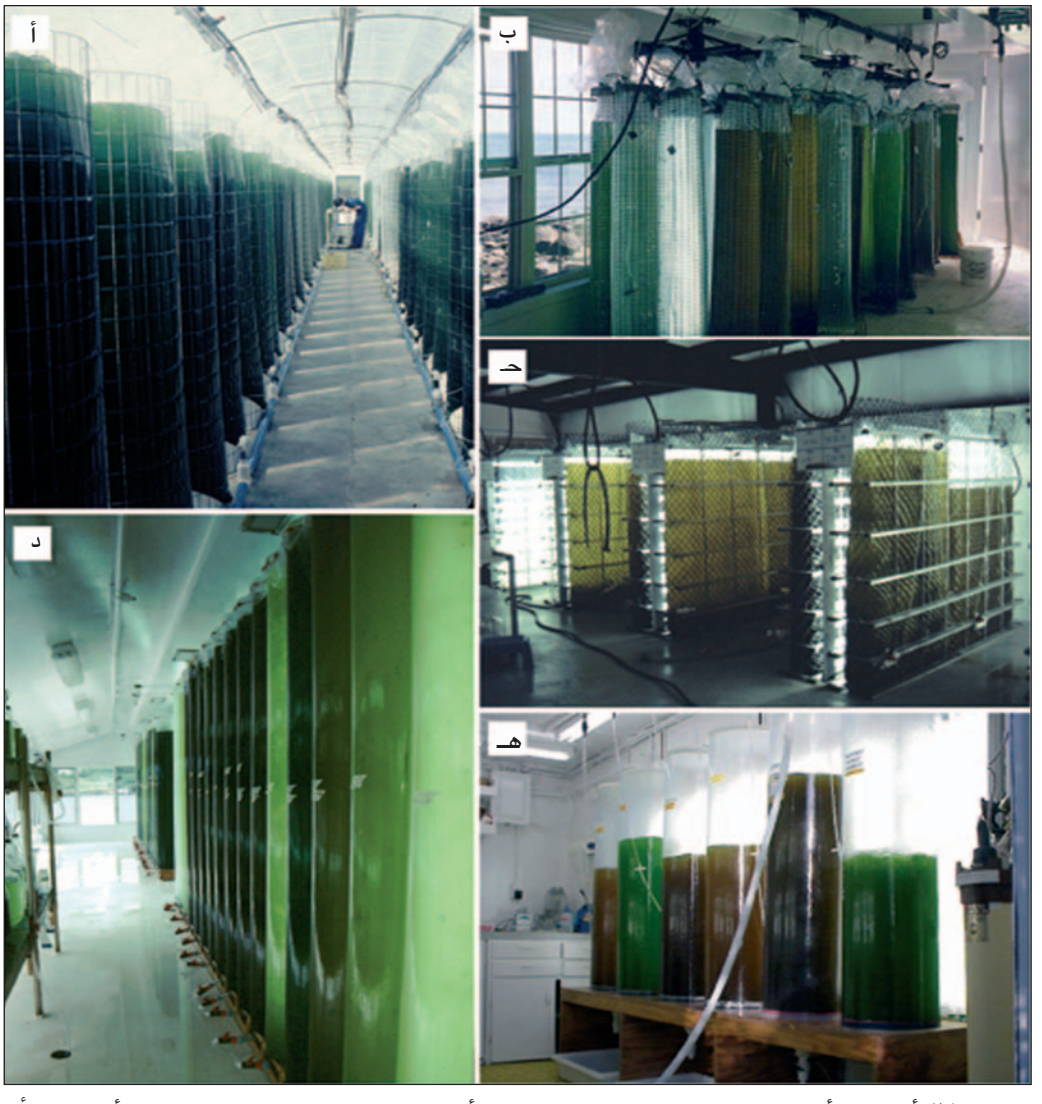
تحتاج مفرخات المحار التجارية إلى إنتاج أحجام كبيرة يوميا من طحالب لها قيمة غذائية عالية ومواصفات جيدة وذلك لتدعيم إنتاج الزريعة على نطاق تجاري. هناك أمثلة لبعض الأنظمة المستخدمة في الوقت الحاضر في أوروبا وشمال أمريكا يتم شرحها في هذا الجزء. فهي تتراوح من أكياس بسيطة من بولي إيثيلين سواء معلقة، أو مدعمة بواسطة اسطوانات من البلاستيك المغطى أو شبك الصلب المجلفن، لتشغيل الطوربيدوستات (Turbidostats) الالكتروني المعقد للغاية. و لها كلها الملامح المعتادة على أن الاستنبات بداخل اسطوانة ضيقة وطويلة، يعتبر أحسن الأشكال فاعلية. الاستنبات في الأحواض المستطيلة (الشكل ٢٢) أو الدائرية المجهزة بإضاءة أمامية يعتبر طرازا قديما جداً. بإستثناء المفرخات المتواجدة بالأخص في أوروبا و الساحل الغربي لأمريكا الشمالية. حيث تستخدم أحواض دائرية كبيرة مضاءة بلمات هاليد عالية القوة. ويتم الحصول على أعلى إنتاجية عن طريق وضع لمبات الإضاءة داخل الاستنبات (الشكل ٢٣) أكثر من الخارجية مثل استخدام رف لمبات الفلورسنت.



الشكل ٢٣: ماء بسعة ٢٠٠ لتر مبرد ذو كفاءة، أحواض استنبات طحالب ذات إضاءة داخلية. أ – حصاد الاستنبات بواسطة السيفون. ب – تفاصيل الإنشاء. الغلاف الفيبرجلاس الخارجي له قالب أنابيب تبريد للسطح الخارجي لتساعد على تشتيت الحرارة الناتجة من لمبات الفورسنت للقالب الداخلي. حـ– تفاصيل غطاء الأوعية بسدادتها الوسطى الداخلية، صوف زجاجي لمخرج الهواء المخزن في الخلف، سبيل إلى كابلات اللمبات الفلورسنت بطول ٦، ١٥٠سم تسلك طريق خلال المركز. الجزء المركزي لأنبوبة بي في سي والتي تدعم أيضا المشابك التي تحمل اللمبات في المكان.

٣-٤-١ الاستنبات في الأكياس والأسطوانات

يمكن شراء نوع متين من البولي إيثليين (*Polyethylene*)، يأخذ الوضع المسطح الأنبوبي على درجات اتساع مختلفة وهو يكون عبارة عن لفائف تحتوي على أطوال ملائمة. ويمكن قطع طول مناسب ويغلق بالحرارة في أحد الطرفين ويعقم، وبذلك يمكن تكوين محتوى استنبات مرن، إما على شكل أسطوانة أو شبه مستطيل تقريباً. والحاويات المكونة بهذه الطريقة يمكن تقويتها بواسطة البلاستيك أو إطار من شباك سلك صلب مغطى بالبلاستيك. والبديل، هو الاسطوانات التي يمكن أن تعلق، بوجود أو عدم وجود شباك تدعيم على الجانبين، إذا كان قطر الكيس أقل من ٣٠سم وطوله أقل من ٢٠٠سم. وأمثلة على ذلك موضحة قي الشكل ٢٤.



الشكل ٢٤: أمثلة من أكياس البولي إثيليين والنوع الشمسي، وأنظمة استنبات الطحالب الفيبرجلاس الأسطوانية. **أ**– أكياس البولي إثيليين بسعة ٤٨٠ لتر مدعمة من الداخل بإطارات من شباك صلب ومضاءة بالضوء الطبيعي من خلال الصوبة الزجاجية. **ب**– أكياس ٨٠ لتر معلقة حول هيكل مركزي دائري مركب على سقف دائري. واللمبات الفلورسنت ملتصقة بالهيكل المركزي. **حـ**– شبك بلاستيك مدعم، وأكياس بولي إثيليين لها شكل يشبه المستطيل مركبة على جانبي أرفف لمبات الفلورسنت. **د**– اسطوانات فيبرجلاس من النوع الشمسي بسعة ١٠٠ لتر في مواجهة الرف المركب على لمبات الفلورسنت رأسيا. **هـ**– اسطوانات ارتفاعها ٢,٤ متر وقطرها ٠,٣ متر من الفيبرجلاس، ومضاءة خارجيا بواسطة لمبات فلورسنت طولها ٢,٤ متر مركبة رأسيا.

وتعتبر الأكياس الوسيلة الأقل تكلفة لإنشاء أوعية الاستنبات على النطاق الكبير ومثل هذه الحاويات يمكن أن تستخدم داخل المباني باستخدام الإضاءة الإصطناعية أو خارج المباني وذلك باستغلال الضوء الطبيعي. الأكياس التي تم وصفها في الشكل ٢٤ أ متكونة من أطوال قياسية ١٠ ٠٠٠، فائقة التحمل، ٩٠سم إتساع على شكل أنبوب البولي إثيليين، وهي مدعمة بواسطة إطارات من شبك الصلب الملتحم ولها سعة ٤٨٠ لتر و مساحة سطح كبيرة ٣,٢ متر^{٢} لنفاذية الضوء. ويمكن إضاءة هذا النوع من الاستنبات الكبير بواسطة لمبات فلورسنت بقوة ٨٠ وات، طول ١,٨ متر مركبة رأسيا أو يمكن وضعها خارج المباني، بعيدا عن ضوء الشمس المباشر. أنظمة الأكياس الموضحة في الشكل ٢٤، تتكون من نفس الخامة ولكن مدعمة بشبك بلاستيك بالصلب القوي.

على العموم، فإنه كلما كبر قطر أوعية الاستنبات، فإن كثافة االخلايا تقل وذلك مع مستوى إضاءة محدد. وبالرغم من ذلك، فإن هذه الأكياس تعتبر فائقة الإنتاجية بالمقارنة بمثيلاتها في الأحجام المستطيلة، في بعض الأحيان، تستخدم أحواض الفيبرجلاس أو البلاستيك في إنتاج الاستنبات الضخم. وهي مع ذلك غير فعالة عند مقارنتها بالإضاءة الداخلية للاستنباتات كما هو ملاحظ من بيانات الإنتاجية في الجدول ٧.

الجدول ٧: مقارنة حصاد ***Phaeodactylum, Tetraselmis*** من أنظمة استنبات مختلفة على نطاق كبير. يحسب الحصاد على أساس عدد اللترات لكل يوم عند كثافة الخلايا القياسية لكل لتر من حجم الاستنبات. (* أنظمة الإضاءة الداخلية). المراجع المأخوذة موضحة كاملة في قائمة القراءات المقترحة في نهاية هذا الجزء.

النوع/النظام	المرجع	المحصول
Tetraselmis		
٨٠ لتر توربيدوستات*	Laing و jones ١٩٨٨	١,٢٥*
٢٠٠ لتر أوعية*	Laing و Helm ١٩٨١	٠,٤٠
٣٤٠ لتر أحواض	Griffith *et al*. ١٩٧٣	٠,١٢
Phaeodactylum		
٢٠٠ لتر أوعية	Helm و Laing، ١٩٨١	٠,٣٥
٢٠ لتر دوارق	Ukeles، ١٩٧٣	٠,٣٣
٤٨٠ لتر أكياس بولي إثيليين	Baynes *et al*.، ١٩٧٩	٠,١٥
١٩٥ لتر أسطوانات	Wisley و Purday، ١٩٦١	٠,٠٦

* قيمة المحصول ١,٢٥ تعني متوسط الحصاد اليومي لـ ١٠٠ لتر عند كثافة الخلايا القياسية من حجم استنبات ٨٠ لتر.

استنباتات أكياس البولي إثيليين لها فترة عمر قصيرة لأن السطح الداخلي يجذب استنبات المخلفات والبكتريا، والتي في مجملها تقلل نفاذية الضوء وتعتبر مصدرا للتلوث. وبعد أن تنتهي دورة الاستنبات فإنه من الضروري تغيير الكيس. الأكياس ذات القطر الكبير تعتبر غير فعالة ولكن الأكياس ذات قطر أقل من ٣٠سم يمكن أن تكون فعالة وذلك لتحسين العلاقة ما بين مساحة السطح بالحجم و نفاذية الضوء.

تعتبر الطاقة الشمسية الحل الأكثر استمرارية لهذا الغرض حيث، يمكن تكوين شرائح من الفيبرجلاس الشفافة داخل الأسطوانة التي يمكن لحمها بالمذيب أو شراؤها على شكل أسطواني. وتعتبر نوعية نفاذية الضوء لهذه المادة مثالية وهذا النوع من الأوعية المركبة طويل البقاء. أسطوانات ذات ارتفاع يتراوح من ١٥٠ إلى ٢٤٠سم وقطر من ٣٠ إلى ٥٠سم هي شائعة الاستخدام في مفرخات شمال أمريكا (الشكل ٢٤ د، هـ).

٣-٤-٢ الاستنبات باستخدام الإضاءة الداخلية

أوعية الاستنبات باستخدام الإضاءة الداخلية تعتبر مكلفة في إنشائها ولكن غير مكلفة في تشغيلها. بواسطة تركيب اللمبات داخل أسطوانة زجاج أو بلاستيك نقي، مثل ما هو في الشكل ٢٣، وبذلك تختزل كثيراً المسافة الفعالة لنفاذية الضوء داخل الاستنبات. في المثال الموضح، وعاء الاستنبات ارتفاعه ١٥٠سم وقطره ٤٠سم. اسطوانة الضوء المركبة داخليا ذات قطر ١٥سم، ولذلك فإن طاقة الضوء المنبعثة بواسطة اللمبات الفلورسنت التي طولها ١٥٠سم وقوتها ٦، ٨٠ وات تنتقل لحوالي ١٤سم فقط حول محيط الاستنبات. و نظرا للتطورات الأخيرة، فإن هذه المسافة تم اختزالها أكثر في أوعية استنبات ٨٠ لتر مع الحصول على نفس الإنتاجية الكلية التي تم الحصول عليها من استنباتات ٢٠٠ لتر.

يمكن تحديد الإنتاجية (أو المحصول) على أنه العدد الكلي لخلايا الطحالب التي يتم حصادها من الاستنبات يوميا. الاستنباتات ذات الإضاءة الداخلية لها فترة حياة طويلة، بعض من هذه الاستنباتات خاصة الأنواع القوية منها تتعدى أكثر من ١٠٠. وعندما ينتهي الاستنبات، تعقم الأوعية عن طريق ملئها بمحلول الهبيركلورين (الخالي من الكلورين) بتركيز من ٢٠ إلى ٥٠ مجم لكل لتر، وتترك لمدة ساعة على الأقل، قبل شطفها بدقة، بماء بحر مرشح، وبعد ذلك تصفى ثم تعاد العملية من البداية.

كما تم التوضيح مسبقا فإن الظروف الأساسية للاستنبات هي في الأساس متماثلة. والفرق الرئيسي يكمن في معالجة المياه المستخدمة كوسط غذائي للاستنبات. التعقيم أو الترشيح لجزء من الميكرون يعتبر مكلفا جداً بالنسبة للأحجام الكبيرة الضرورية. ترشيح مياه البحر إلى مستوى واحد أو إثنين ميكرون للحجم الجزئي باستخدام خرطوشة ترشيح، يعتبر مقبولا بالنسبة لبعض الأنواع ذات الخلايا الكبيرة مثل *Skeletonema, Tetraselmis*. بخلاف ذلك، يوصى بالبسترة أو التعقيم الكميائي. التحكم في الملوحة و pH مطلوب وللحصول على أقصى إنتاجية، فإنه يجب حساب شدة الإضاءة بحرص بالنسبة لقطر وعاء الاستنبات.

٣-٤-٣ أسس استنبات الطحالب على نطاق كبير

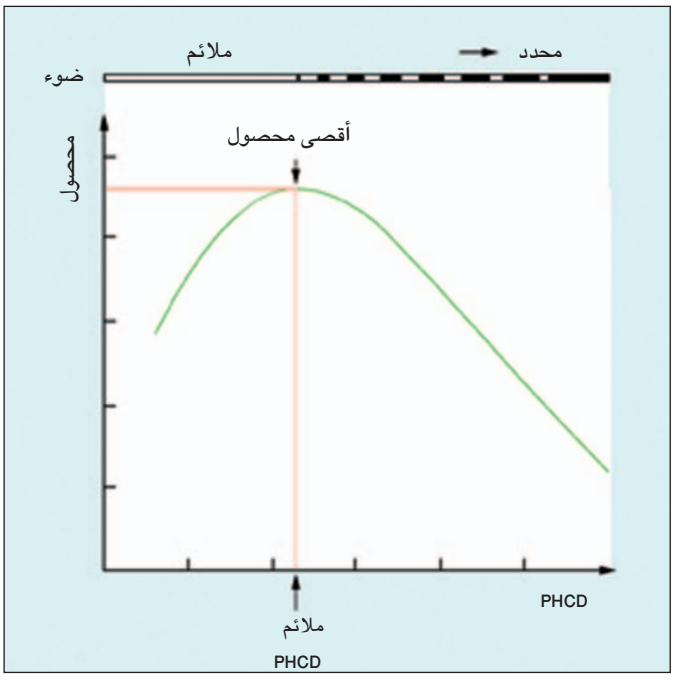
يعتبر الهدف من إدارة الاستنبات هو الحصول على أكبر محصول ممكن يوميا من الطحالب من أجل أن تكون أنظمة الاستنبات ذات تكلفة تشغيل فعلية. ويجب أن يستديم هذا المحصول لفترات طويلة من الوقت لحفظ إنتاج الصغار في المفرخ. والإدارة غير الناجحة لاستنبات الطحالب تؤثر كثيراً على الإنتاجية المحتملة وبالتالي على سعر بيع زريعة المحار.

سوف يؤخذ في الاعتبار في هذا الجزء تشغيل الاستنباتات الشبه المستمرة باستخدام الإضاءة الداخلية. الأسس العامة يمكن تطبيقها لأي إمكانيات استنبات وعلى أي مستوى من الإنتاج. العلاقة بين المحصول الأساسي وطاقة الضوء الداخلية موضحة في الشكل ٢٥. المحصول يمكن حسابه على أساس عدد اللترات من الطحالب التي تحصد كل يوم عند كثافة الخلية القياسي لكل ميكرولتر.

واستخدام مصطلح كثافة الخلية القياسي يتطلب الشرح. ولكي تقارن المحاصيل للأنواع المختلفة في نظام الاستنبات، يطبق عامل مشترك يستند على الوزن الجاف للكتلة الحيوية للطحالب المحصودة. تتفاوت أنواع الطحالب المختلفة بصورة واضحة. في الأبعاد الطولية و الوزن لكل خلية، كما هو واضح في الجدول ١. بمعرفة الوزن لكل خلية، يمكن حساب العدد المكافئ للخلايا لكل نوع للإمداد بالكتلة الحيوية الناتجة.

٢٥٠ خلية من *Chaetoceros calcitrans* = ١٠٠ خلية من *Isochrysis galbana* = ٦٠ خلية من *Skeletonema costatum* = ١٠ خلايا من *Tetraselmis suecica*، على أساس الوزن الجاف.

وبناء على ذلك فإن كثافات الخلايا القياسية المستخدمة في حساب المحصول بالنسبة *Tetraselmis, Skeletonema* هي ٦٠٠٠ و ١٠٠٠ خلية لكل ميكرولتر على التوالي (او٦ مليون و واحد مليون خلية لكل مل).



الشكل ٢٥: العلاقة بين إنتاجيةنظام الاستنبات (المحصول) والطاقة الضوئية المستخدمة للشرح انظر ما يلي.

يوجد مصطلح آخر يحتاج إلى التفسير وهو مفهوم كثافة الخلية ما بعد الحصاد (PHCD).

PHCD= كثافة الخلية لكل وحدة حجم (خلية لكل ميكرولتر) بعد الحصاد مباشرة وإحلال الحجم المزاح بوسط غذائي طازج للاستنبات.

تتناسب كثافة الخلايا (التي تلي الحصاد وتزويد حجم الاستنبات بوسط غذائي جديد) مع قوة الإضاءة التي سوف تستكمل النمو بقوة للإستنبات خلال فترة ٢٤ ساعة التالية. في الشكل ٢٥ يوضح أن المحصول يكون عند حده الأقصى عند PHCD ملائمة لما تكون الطاقة الضوئية الداخلة غير محددة. عند قيم PHCD الأقل ملاءمة، فإن معدل انقسام الخلايا (K)، يمكن وصفه بالمعادلة:

$$K = \frac{١,٤٤٣}{t\ (\text{الأيام})} \times \frac{\log_n N_t}{\log_n N_.}$$

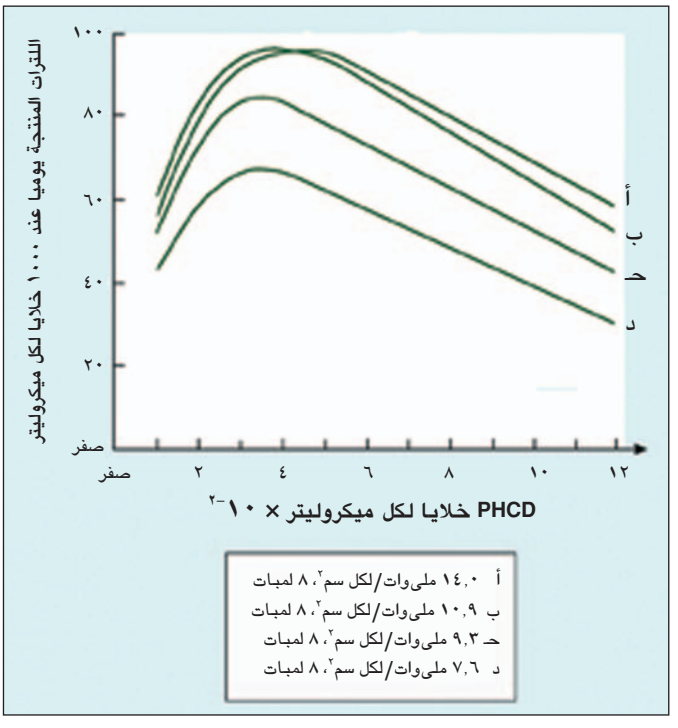
(N_t = عدد الخلايا عند الحصاد لكل ميكروليتر)

($N_.$ = PHCD كثافة الخلايا ما بعد الحصاد)

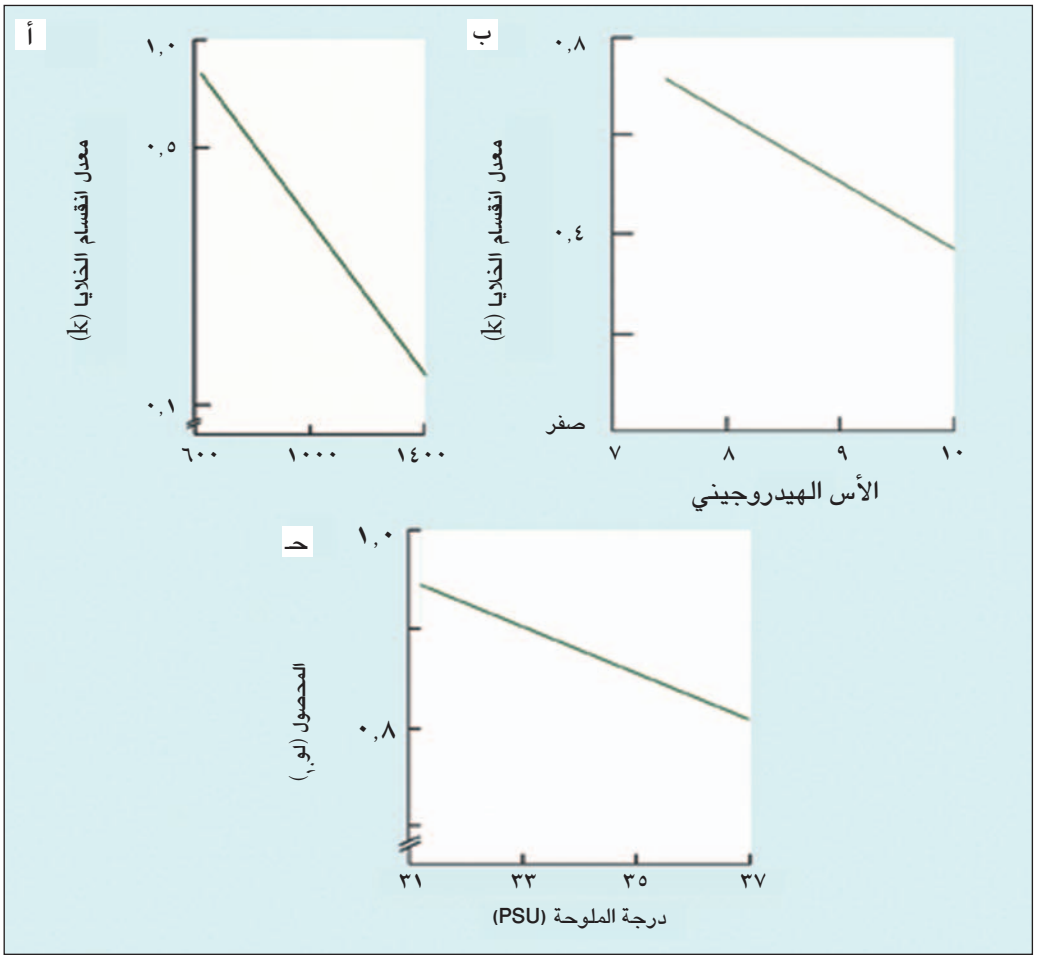
وهو يكون عند حده الأقصى ولكن تكونPHCD منخفضة جداً للحصول على انتاجية قصوى. و عندما تكون PHCD أعلى من الحد المناسب، يصبح الضوء عاملا محددا ، وذلك نتيجة لتأثير الظل الذاتي للخلايا عند الكثافات المرتفعة للاستنبات. وتتناقص عملية التركيب الضوئي، ولذلك، فإن معدلات إنقسام الخلايا والمحصول اليومي تكون في تناقص. يكون المحصول في أقصاه عند شدة إضاءة معينة ويمكن زيادته أو تقليله بواسطة التغيير في الطاقة الضوئية الداخلة.

تأثير زيادة شدة الإضاءة في استنباتات من حجم ٢٠٠ لتر من *Tetraselmis* عن طريق الزيادة في عدد لمبات الفلورسنت ٨٠ وات من أربعة إلى ثمانية موضح في الشكل ٢٦. أربع لمبات تعطي شدة إضاءة تقدر ب ٧,٦م وات لكل سم^{٢} (٧,٦ مللى وات لكل سنتيميتر مربع والتي تعطي شدة إضاءة ٢٨ ٠٠٠ لكسى) وثمانية لمبات، ١٤,٠م وات لكل سم^{٢} (٥٢ ٠٠٠ لكسى). يزداد الحد الأقصى للمحصول، من ٦٧ لتر لكل يوم بعدد خلايا ١ ٠٠٠ لكل ميكروليتر عند ٢٨ ٠٠٠ لكسى إلى ٩٦ لتر لكل يوم عند نفس كثافة الخلية وذلك عند أعلى شدة إضاءة. وتنتج التحسينات في عائد المحصول من الإسراع في معدل إنقسام الخلايا، وتسبب الطاقة الضوئية العالية الداخلة، إمكانية تشغيل الاستنباتات عند PHCD المرتفعة. وعائد المحصول يكون مماثلا سواء كانت وحدات اللمبات ٨، أو ٦. وهذا يحدث بسبب اقتراب الاستنباتات من درجة التشبع

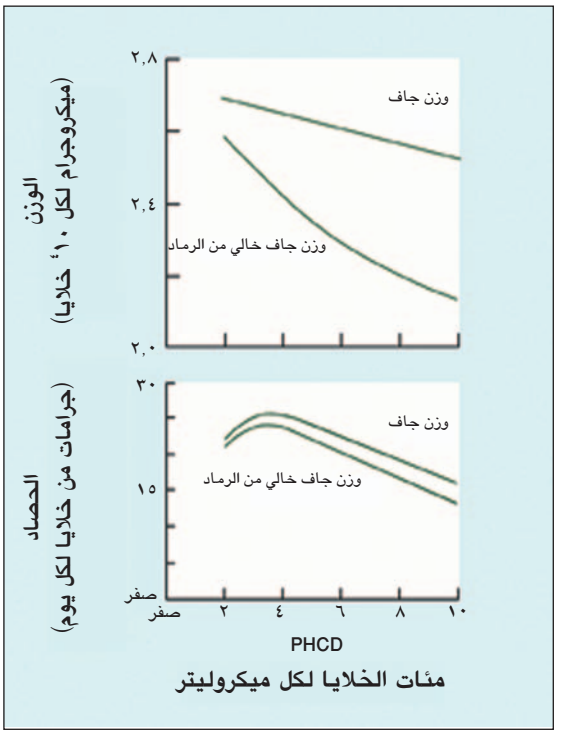
بالضوء عند مستوى الإضاءة المرتفع، ولذلك، فإن نسبة العائد المحصولي إلى تكلفة الطاقة الإضافية الداخلة تقل مع وحدات اللمبات الثمانية.



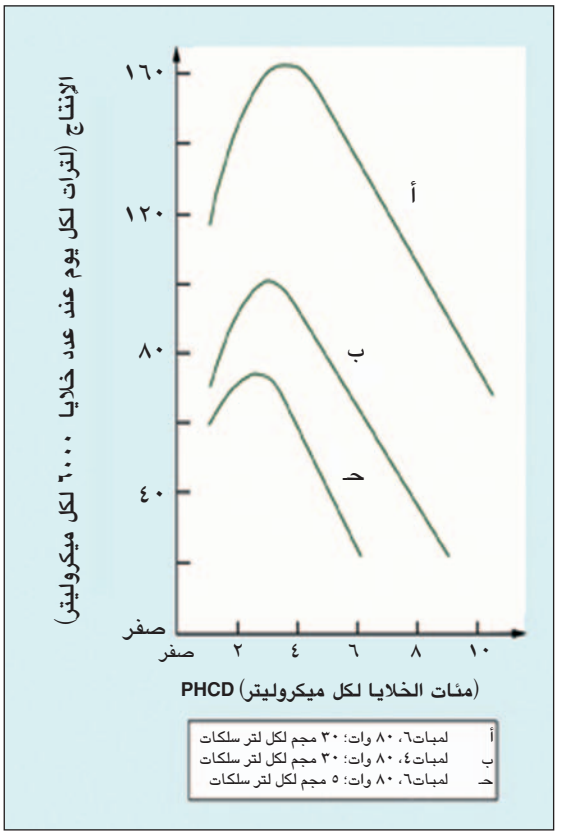
الشكل ٢٦: تأثير شدة الإضاءة على إنتاج *Tetraselmis* في أوعية استنبات ٢٠٠ لتر مضاءة داخليا.



الشكل ٢٧: تأثيرات أ – كثافة الخلايا ما بعد الحصاد (PHCD) وب– pH على معدل انقسام الخلايا، وتأثير درجة الملوحة على إنتاجية الاستنباتات من *Tetraselmis suecica* – حـ.



الشكل ٢٨: العلاقة بين الكثافة ما بعد حصاد الخلايا (PHCD) وحجم الخلايا بدلالة الوزن الإنتاجية للاستنبات شبه المستمر لـ *Tetraselmis suecica*.



الشكل ٢٩: العلاقة بين كثافة الخلية بعد الحصاد والإنتاج عند كثافة الخلية القياسي بالنسبة لاستنباتات *Skeletonema costatum* بتشغيل شبه مستمر عند قوتين إضاءة وتركيزات السليكات.

التأثير لـ PHCD على معدل إنقسام الخلايا (K) في *Tetraselmis* في استنباتات حجم ٢٠٠ لتر موضح في الشكل ٢٧أ. وتنتج الزيادة في قيمة PHCD في النقص الأسى لقيم (K)، حيث إن الإضاءة تصبح تدريجيا عاملا أكثر تحديدا. والبيانات في الشكل ٢٧ ب وحـ توضح هذه القيم في انخفاض (K)، وبذلك فإن المحصول يقل مع زيادة درجة pH ودرجة الملوحة. وهذا يلقي الضوء على أن هناك حاجة إلى التحكم في هذه العوامل عن طريق، (أ) زيادة ثاني أكسيد الكربون في حالة زيادة درجة pH، (ب) عن طريق تخفيف وسط الاستنبات وذلك في حالة ارتفاع درجة الملوحة. وتتواجد الأجهزة الخاصة بالتحكم في pH عن طريق التغيير في معدلات دخول غاز أوكسيد الكربون وذلك عند موزعي تجهيزات الاستزراع المائي.

تقنيات الاستنبات التي تحسن الإنتاجية القصوى يمكن أيضا أن تؤثر على حجم الخلايا عند الحصاد (الشكل ٢٨). ومع الزيادة في PHCD وبداية تحديد الإضاءة، فإن النقص في حجم الخلايا يقاس على شكل جاف أو بالوزن العضوي. بينما، في نطاق حدود التشغيل الطبيعي لـ PHCD فإن التأثير الكلي على الإنتاجية القصوى، على أساس الكتلة الحية، يكون صغيرا.

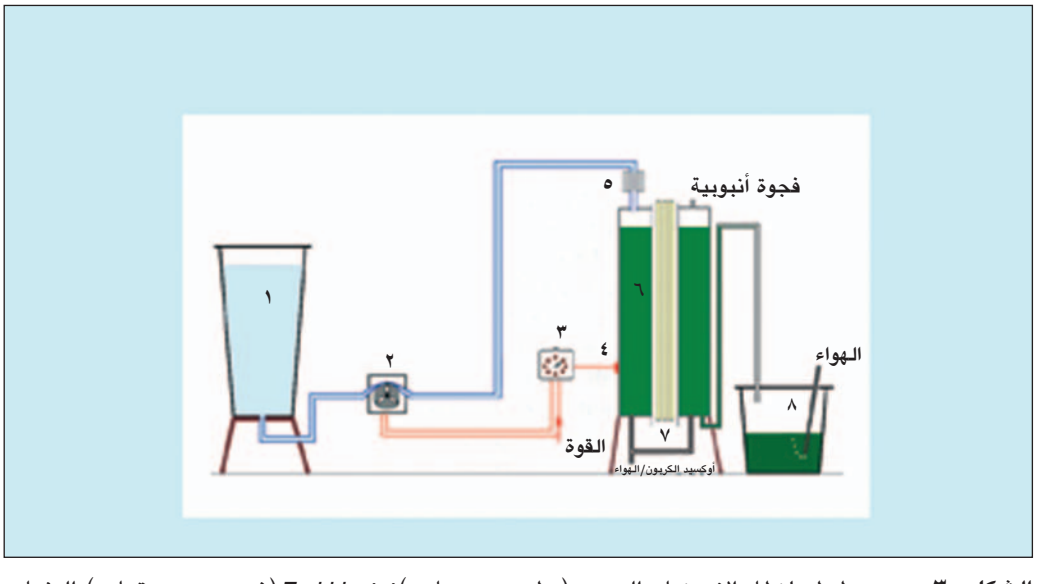
والمحتوى الغذائي لوسط الاستنبات له أيضا تأثير هام للحصول على الإنتاجية القصوى بنجاح في أنظمة الاستنبات على النطاق الكبير. وهذا موضح في الشكل ٢٩، والتي تعطي نتيجة عن استنبات الدياتوم، *Skeletonema costatum*. وتحتاج الدياتومات إلى السيليكات، حيث يمكن أن تزود بها على هيأة SiO_3-Si ، التي تسمح بنمو شكل القشرة السيليكوني الذي يغطى سيتوبلازم الدياتوم. إذا كان السيليكات محدودا، فإن نمو الخلايا ومعدلات الإنقسام تتناقص ويقل العائد المحصولي. و يمكن ملاحظة هذا بوضوح في المقارنة بين وحدات اللمبات الفلورسنت ٦، ٨٠ وات عند ٣٠ مجم لكل لتر سيليكات (الشكل ٢٩أ) وعند ٥ مجم لكل لتر سيليكات (الشكل ٢٩ حـ). الإستنباتات عند ٣٠ مجم لكل

لتر سيليكات تعطي أقصى إنتاجية يومية ١٦٠ لتر (من حجم استنبات ٢٠٠ لتر عند عدد ٦ ٠٠٠ خلية لكل ميكروليتر)، بينما عند ٥ مجم لكل لتر فإن أقصى إنتاجية كان ٧٤ لتر فقط – أي أقل من المأخوذ من وحدة الأربع لمبات عند أعلى مستوى من السيليكات (الشكل ٢٩ ب). تعتبر أقصى إنتاجية في (الشكل ٢٩) أكبر من المأخوذ من تشغيل الاستنباتات *Tetraselmis* بفاعلية، ولهذا السبب تعكس معدلات إنقسام خلايا أعلى بكثير، اذن الحصول على إنتاج الدياتومات بنجاح.

٣–٤–٤ النظم الآلية للإستنبات

حتى الآن فإن المناقشة مركزة على طرق الاستنبات الشبه المستمر. وبالرغم من أن تكثيف اليد العاملة أقل بكثير من أنظمة الحصاد على دفعات، فإن مكون الطاقة البشرية في تشغيل برنامج الحصاد اليومي ما زال مرتفعا نسبيا. وكنتيجة لذلك فإنه من العادي الإقلال من معدلات الحصاد إلى فترات كل ٤٨ ساعة. وهذا يمكن الحصول عليه بنجاح بتشغيل الاستنباتات عند PHCD منخفضة. وعلى الرغم من ذلك، فإنه يمكن الوصول إلى نقطة أقصى إنتاجية على فترات كل ٤٨ ساعة و بذلك فإن حد الإضاءة سوف يؤثر على الإنتاجية الكلية. والحل يكون في تشغيل الاستنباتات باستمرار، وعلى سبيل المثال الحصاد المستمر. ويعتبر هذا الحل ممكنا باستخدام التحكم الإلكتروني الضوئي لكثافة الخلايا. والشكل ٣٠ يوضح رسما تخطيطيا للنظام الأتوماتيكي المتطور والمستخدم في معمل Conwy للصيد، في المملكة المتحدة.

مكون مفتاح هذا النظام هو مقاومة تعتمد على الضوء (LDR) يثبت بإحكام على السطح الخارجي لوعاء الاستنبات الشفاف. إسقاط الضوء على LDR بعد نفاذيته في الاستنبات يختلف معتمدا على كثافة الخلايا في الاستنبات. وتستخدم الإضاءة الداخلية، مثل الأنظمة الشبه المستمرة، ذات النطاق الكبير و التي تم شرحها مسبقا. بمجرد زيادة كثافة الخلايا يقل انتقال الضوء خلال الاستنبات وهذا يزيد من قيمة المقاومة في LDR. وهذه الزيادة يمكن تعيينها بواسطة المقاومة الحساسة بالتناوب (RSR) والتي توضع لتنشيط حركة دفع المضخة عندما تصل قيمة المقاومة عند حد معين. ويعدل RSR للتشغيل عند شدة الإضاءة التي يحدث عندها انقسام الخلايا في الحد الأقصى. وعندما تنشط، فإن حركة دفع المضخة تزود أوعية الاستنبات بوسط جديد وهذا يحل محل حجم مساوي له من الاستنبات إلى وعاء الاستقبال. وعندما



الشكل ٣٠: رسم تخطيطي لنظام الاستنبات المستمر («طور بيدوستات») *Turbidostat* (غير مرسوم بمقياس). المفتاح: ١، صهريج وسط مياه البحر (الحجم ٢٠٠ لتر)، ٢، محتوى مضخة; مقاومة حساسة بالتناوب (من ٥٠ إلى ٥٠٠٠ أوم)؛ ٤، مقاومة معتمدة على الضوء (ORP١٢) ; ٥، خرطوشة مرشح (٠,٤٥ ميكروميتر)؛ ٦، وعاء استنبات (الحجم ٨٠ لتر)؛ ٧، ستة لمبات فلورسنت ٨٠ وات؛ ٨، أحواض تجميع لإستقبال المحصول (الحجم ١٢٥ لتر).

يصبح الاستنبات في الوعاء مخففا تدريجيا، فإن الضوء المرسل خلال الاستنبات، والمكثف بواسطة LDR يتزايد، وتتناقص مقاومة LDR، وبالتالي فإن RSR يطفئ حركة دفع المضخة.

هذا الجهاز غير مكلف في تصنيعه و تجهيزه بالالكترونيات حديثة وهو فعال جدا في حفظ الاستنباتات عند قمة إنتاجيتها. المحاصيل الناتجة من، نظام ٨٠ لتر (Clone T-Iso) *Isochrysis galbana* و *Tetraselmis* تكون مماثلة للأنظمة الكبيرة في وحدات ٢٠٠ لتر والتي تعمل في نطاق شبه مستمر. أقصى إنتاج من *Tetraselmis* يكون حوالي ١٠٠ لتر كل يوم وذلك بالحصول على ١ ٠٠٠ خلية لكل ميكروليتر بواسطة تشغيل النظام الآلي وعدد الخلايا يناهز حوالي ٢ ٠٠٠ لكل ميكروليتر. وإنتاج حوالي ٩٠ لتر لكل يوم لعدد خلايا ١٠ ٠٠٠ لكل ميكروليتر تم الحصول عليه مع *Isochrysis* في تشغيل كثافة استنبات ١٦ ٠٠٠ خلية لكل ميكروليتر.

أساس التشغيل الآلي ليس جديدا. وقد تم شرح مسبقا الكيموستات (Chemostats) أو التربيدوستات Turbidostats المستخدمة لمصادر الضوء الخارجي لإنتاج أنواع الطحالب الميكروسكوبية. ونظام Conwy الموضح أعلاه هو نموذج حديث، مطور و أكثر فاعلية . أنظمة الاستنبات المستمرة تعتمد على وحدات البولي إيثيلين سواء منسقة أفقيا أو رأسيا وهي متواجدة تجاريا.

٣-٤-٥ العقبات

الاستنباتات قد تفشل في النمو و تصبح كلها ملوثة بالكائنات الميكروسكوبية المنافسة أو تنهار حتى ولو كانت المفرخات تعمل بكفاءة مستمرة. فيما يلي بعض المؤشرات للاختبار للتأكد من مصدر مثل هذه الأخطاء.

١. تزويد الهواء. هل هناك هواء كافي داخل الاستنباتات؟ هل هناك خلايا مترسبة في قاع أوعية الاستنبات؟ هذا يمكن أن يحدث عند استنبات دياتومات معينة وفي هذه الحالة يجب زيادة معدل دفع الهواء. ويجب ألا يحدث في حالة استنبات الفلاجيلات الشائعة. وإذا حدث، فإن المشكلة تأتي من مكان آخر.

٢. درجة الحرارة. تأكد من الحد الأدنى والحد الأقصى لمقياس الحرارة. هل هناك زيادة أو نقص في درجة الحرارة لتجهيزات استنبات الطحالب على مدار ٢٤ ساعة الماضية؟ أغلب أنواع الطحالب المستنبتة الشائعة لا تستطيع تحمل درجات حرارة أعلى من ٢٦م° لفترات ممتدة – أو درجات حرارة أقل من ١٢م°. وتتراوح درجة الحرارة المثالية ما بين ١٨ و ٢٢م°.

٣. PH (الأس الهيدروجيني). تأكد من مصدر غاز ثاني أكسيد الكربون. هل أسطوانة انبوبة غاز أكسيد الكربون فارغة؟ اختبر pH لاستنباتات الطحالب باستخدام مقياس pH. هل pH مرتفع جدا (أعلى من ٨,٥)؟ او منخفض جدا (أقل من ٧,٥)؟ اضبط التزويد بغاز ثاني أكسيد الكربون طبقا لذلك.

٤. الأملاح المغذية. اختبر السجلات آخر مرة استقبلت فيها الاستنباتات أملاحا مغذية. وهذه بالأخص مهمة جدا للاستنباتات شبه المستمرة.

٥. التلوث. هل جدران وعاء الاستنبات، بالأخص عند الجدار الفاصل ما بين الماء والهواء، مملوء برغوة أو متسخ يشبه المخلفات؟ وإذا كان كذلك، فإن الاستنبات يعتبر في نهاية فترة حياته المفيدة ويحتاج إلى تعويض. وإذا كانت هذه مشكلة مستمرة في المراحل الأولى من دورة الاستنبات في نوع معين، بجب إذن فحص الاستنباتات البادئة من ناحية وجود علامات لكائنات ملوثة ويعاد تعويضها بشكل ضروري.

لا يمكن استنبات كل الأنواع بنجاح خلال الموسم بأكمله. البعض له خاصية «فرص مناسبة» عندما يمكن إنماؤها بثقة. ولذلك، فإنه ليس هناك تماثل بين المفرخات من حيث النمو الجيد أو عدمه لأنواع معروفة. هذا سوف يتم فقط تعلمه من خلال الخبرة في الموقع وإلقاء الأضواء على الأهمية في المحافظة على سجلات مستوفية.

٣-٤-٦ الاستنبات الخارجي الانتشاري

تعتبر أنظمة الاستنبات المكثفة، التي تم شرحها أعلاه، متحكم فيها عن قرب. ومنتجة جدا، تمد الغذاء لليرقات، والصغار الأصغر حجما، والأصول المرباة بالمفرخ. وتعتبر أحواض الاستنبات الخارجي الانتشاري هي البديل، وبالأخص المناسب للتزويد بالغذاء لليرقات الأكبر حجما، والتي تعمل باستخدام الضوء الطبيعي (الشكل ٣٠). وهذا يتضمن تخصيب حجم كبير من مياه البحر بالأملاح المغذية الأساسية الضرورية للإنتاج، بالأخص النيتروجين، والفوسفور والسيليكات في شكل واحد أو آخر. والهدف هنا ليس بالضرورة الحث على إزدهار نوع احادي، ولكن خليطا من تجمع الفلاجيلات والدياتوم بكثافة أعلى من الموجودة عادة في البحر.

ومن الممكن الحث على إزدهارات احادية النوع عن طريق ترشيح مسبق دقيق (حجز جزئيات أقل من ٢ ميكروميتر) لمياه البحر المخزونة وإدخال اللقاح للنوع المراد استنباته، طالما أنه قوي ومتين. استخدام مياه البحر، أو المياه الشروب المالحة المناسبة، المأخوذة من الآبار يمكن أن تستعمل أيضا لهذا الغرض. وعلى ذلك، فإنه من الصعب أن تحتفظ بمثل هذا الإزدهار لمدة طويلة لأنه سريعا ما يصبح ملوثا بالكائنات الميكروسكوبية الأخرى.

من السهل جداً إدارة الازدهارات العديدة الأنواع و والاعتماد على الفيتوبلانكتون الطبيعي من مياه البحر المستخدمة على أنها اللقاح. بينما التركيب النوعي سوف يختلف من إزدهار إلى آخر، تبعا للموسم والظروف البيئية، إن الطحالب المنتجة بهذه الطريقة تعتبر ذات قيمة غذائية في إنماء الصغار و الحفاظ على الأرصدة.

الشكل ٣١: أمثلة إنتاج طحالب في الخارج مستنبة على نطاق كبير. أ– أحواض فيبرجلاس شبه شفافة دائرية ومغطاة في مفرخ British Colombia بكندا ; ب– أحواض ٤٥٠,٠٠٠ لتر من الاسمنت المسلح تستخدم في إزدهار الفيتوبلانكتون الطبيعي في تدعيم تربية الزريعة في معمل الصيد، Conwy, UK ; حـ– أحواض اسمنت مسلح كبيرة بقواعد مائلة تستخدم في إنتاج الطحالب الوحيدة النوع في Turpiolito, Venezuela ; د– «صناديق السمك» الفيبرجلاس في مفرخ Nova Scotia, Canada في كندا.

في معمل المصايد Conwy، تستخدم أحواض الاسمنت المسلح خارجية، ويتراوح حجمها من ٦٠ متر^{٣} إلى ٤٥٠ متر^{٣} في إنتاج الطحالب بالطريقة الانتشارية لتدعيم تربية التحضين لزريعة المحار. تملأ هذه الأحواض بماء البحر بملوحة تتراوح بين ٢٨ و٣٢ PSU من السهل المجاور كل أسبوعين تقريبا. وفي هذا الشكل من الاستنبات، تضاف الأسمدة ثلاث أيام قبل استعمال الحوض وذلك لإنتاج الطحالب كغذاء لصغار المحار. والكيماويات المضافة هي:

يوريا	NH_2CONH_2	(N ٪٤٦)	١,٥٠ جم/متر^{٣}
تربل سوبر فوسفات	P_2O_5	(P ٪٢٠)	١,٥٦ جم/متر^{٣}
ميتاسيليكات الصوديوم	$Na_2SiO_3.5H_2O$	(Si ٪١٣)	١٠,٦٠ جم/متر^{٣}

تركيزات NH_2N هي ٥٠ ميكروجرام أتوم لكل لتر PO_4-P، ١٠ ميكروجرام أتوم لكل لتر، من SiO_3-Si، ٥٠ ميكروجرام أتوم لكل لتر. وبتطبيق السماد الخام، السماد العضوي للطيور أو الحيوانات الأخرى بمعدل ٥٠٠ كجم لكل هكتار للأحواض والمزارع التي لها عمق متر واحد، يمكن أن تكون مصدرا أكثر فاعلية وأقل تكلفة للأملاح المغذية.

وسرعة تطور الإزدهار ترتبط بالتكوين النوعي الأولي وكثافة الطحالب في مياه البحر، طول اليوم، كمية انكسار الإضاءة المفاجئ على سطح المياه، مستويات الأملاح المغذية ودرجات الحرارة. وتعتبر العلاقة ما بين مساحة سطح/حجم الحوض أو المزرعة هامة. الأحواض أو المزارع ذات متر واحد في العمق تعتبر أكثر فاعلية من المياه الأعمق، حيث تكون نفاذية الضوء أحسن. و تعتبر التهوية في أحواض المزارع مفيدة للإنتاج.

وتعتمد فترة الإزدهار على عدد من العوامل تتعلق بنوع الطحالب التي تنمو في الظروف السائدة وعلى المعدل الذي سوف يتغذى به المحار من الطحالب. عادة، يمكن للازدهار ذا الكثافة المفيدة لأغراض التغذية أن يحتفظ به لمدة من ٧–١٠ أيام وبعدها يصفى الحوض، وينظف ويعاد ملؤه بماء بحر نقي.

ويمكن التحكم إلى حد ما، في التركيب النوعي للازدهار عن طريق تعديل أنواع الأسمدة المضافة. فمثلاً بعدم استعمال السيليكات يمكن لأنواع الفلاجيلات أن تسود وذلك لأن محتوى السيلكات الطبيعي في الماء الذي يعتمد عليه الدياتوم سوف يصبح في تناقص سريع. في الأحواض الصغرى يمكن تلقيح المياه المسمدة بأنواع تم إنمائها في أنظمة استنبات مكثف. سواء كان هذا النوع سيصبح سائدا في الإزدهار أو لا فهذا يعتمد على الظروف البيئية وعلى تواجد أو غياب الأنواع المنافسة. و على وجه العموم، فإن استخدام السماد الصناعي في مياه البحر المخزنة تعتبر تقنية ذات قيمة في استزراع المحار، وبالأخص في أنظمة تحضين الصغار. وانه ممكن في الغالب تحسين إنتاج الفيتوبلانكتون خمس مرات أو أكثر بالمقارنة بظروف البحر المفتوح. إن تكلفة الأسمدة صغيرة لكل ١ ٠٠٠ لتر من ماء البحر بالمقارنة بالفوائد الاعتبارية في زيادة القيمة التجارية لنمو أسرع للصغار.

٣-٥ المراجع المقترح قراءتها

Baynes, S.M., Emerson, L. و Scott, A.P. 1979. Production of algae for use in the rearing of larvae fish. Fish. Res. Tech. Rep., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, 53 (3): 13-18

Bourne, N., Hodgson, C.A. و Whyte, J.N.C. 1989. A Manual for Scallop Culture in British Columbia. Canadian Tech. Rep. Fish and Aquatic Sciences, No. 1694: 215 pp.

Droop, M.R., 1975. The chemostat in mariculture. In: G. Persoone و E. Jaspers (eds) Proceedings of the 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium, 17-23 September 1975. Universa Press, Wetteren, 1: 381-390

Dunstan, W.M. و Menzel, D.W. 1971. Continuous culture of natural populations of phytoplankton in dilute treated sewage effluent. Limnol. Oceanogr. 16: 623-632

Griffith, G.W., Murphy Kenslow, M.A. و Rose, L.A. 1973. A mass culture method for Tetraselmis sp. - a promising food for larval crustaceans. In: J. W. Avault. Jr. (ed) Proceedings of the 4th Annual Workshop of the World Mariculture Society. Louisiana State University, Baton Rouge: 289-294

Guillard, R.L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates, p. 29-60. In: P.B. Smith (ed) Culture of Marine Invertebrates. Plenum Press, New York.

Harrison, P.J., Waters, R.E. و Taylor, F.J.R. 1980. A broad spectrum artificial seawater medium for coastal and open ocean phytoplankton. J. Phycol. 16: 28-35

Helm, M.M., Laing, I. و Jones, E. 1979. The development of a 200 l algal culture vessel at Conwy. Fish. Res. Tech. Rep., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, 53 (1): 1-7

Kranck, K. و Milligan, T. 1979. The Use of the Coulter Counter in Studies of Particle Size Distributions in Aquatic Environments. Bedford Inst. Oceanography. Dartmouth, Nova Scotia. Rep. Ser. BI-R-79-7: 48 pp.

Laing, I. 1979. Recommended procedures for the culture of Chaetoceros calcitrans. Fish. Res. Tech. Rep., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, 53 (2): 8-12

Laing, I. 1985. Growth response of Chaetoceros calcitrans (Bacillariophyceae) in batch culture to a range of initial silica concentrations. Mar. Biol., 85: 37-41

Laing, I. 1987. The use of artificial diets in rearing bivalve spat. Aquaculture, 65: 243-249

Laing, I. 1990. Nutritional value of dried algae diets for larvae of Manila clam, Tapes philippinarum. J. Mar. Biol. Assoc., UK, 70: 1-12

Laing, I. و Ayala, F. 1987. Commercial mass culture techniques for producing microalgae. p 447-477. In: Akatsuka (ed) Introduction to Applied Phycology. Academic Publishing, The Hague, The Netherlands

Laing, I. و Helm, M.M. 1981a. Cost effective culture of marine unicellular algae. In: F. Vogt (Ed) Energy Conservation and Use of Renewable Energies in the Bio-Industries. Pergammon Press, Oxford: 247-259

Laing, I. و Helm, M.M. 1981b. Factors affecting the semi-continuous production of Tetraselmis suecica (Kylin) Butch. in 200 l vessels. Aquaculture, 22: 137-148

Laing, I. و Jones, E. 1983. Large scale turbidostat culture of marine microalgae. Aquacultural Engineering, 2: 203-212

Laing, I. و Jones, E. 1988. A turbidostat vessel for the continuous culture of marine microalgae. Aquacultural Engineering, 7: 89-96

Langdon, C.J. و Waldock, M.J. 1981. The effect of algal and artificial diets on the growth and fatty acid composition of Crassostrea gigas spat. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 61: 431-448

Mann, R. و Ryther, J.H. 1977. Growth of six species of bivalve molluscs in a waste recycling aquaculture system. Aquaculture, 11: 231-245

Roels, O.A., Haines, K.C. و **Sunderlin, J.B.** 1975. The potential yield of artificial upwelling mariculture. In: G. Persoone و E. Jaspers (eds) Proceedings of the 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium, 17-23 September 1975. Universa Press, Wetteren, 1: 381-390

Sheldon, R.W. و **Parsons, T.R.** 1967. A Practical Manual for the Use of the Coulter Counter in Marine Science. Coulter Electronics, Toronto, Ontario: 66 pp.

Spencer, B.E. 1988. Growth and filtration of juvenile oysters in experimental outdoor pumped upwelling systems. Aquaculture, 75: 139-158

Stein, J.R. 1973. Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge University Press, Cambridge, England: 448 pp.

Trotta, P. 1981. A simple and inexpensive system for continuous monoxenic mass culture of marine microalgae. Aquaculture, 22: 383-387

Ukeles, R. 1973a. Continuous culture - a method for the production of unicellular algal foods. In: J.R. Stein (ed), Handbook of Phycological Methods, Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge University Press, Cambridge: 233-254

Ukeles, R. 1973b. Cultivation of plants. In: O. Kinne (ed.), Marine Ecology, John Wiley and Sons, New York, NY, Cultivation, 3 (1): 367-466

Walne, P.R. 1970. Studies on the food value of nineteen genera of algae to juvenile bivalves of the genera Ostrea, Crassostrea, Mercenaria, and Mytilus. Fishery Invest., Lond., Ser. 2, 26 (5): 1-62

Webb, K.L. و **Chu, F.-L.E.** 1983. Phytoplankton as a source of food for bivalve larvae. In: (eds: Pruder, G.D., Langdon, C. & Conklin, D.) Proceedings of the 2nd International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition, October 1981, Rehoboth Beach, Delaware. Louisiana State University Press, Baton Rouge: 272-291

Whyte, J.N.C. 1987. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. Aquaculture, 60: 231-241

Wisley, B. و **Purday, C.** 1961. An algal mass culture unit for feeding marine invertebrate larvae. Tech. Pap. Div. Fish. Oceanogr. CSIRO, Australia, 12: 2-12

الجـزء ٤

عملية التفريغ : تجهيز الأصول ووضع البيض والإخصاب

٤-١ تجهيز الأصول ٥٩
٤-١-١ المقدمـة ٥٩
٤-١-٢ طرق التجهيز ٦٢
٤-١-٢-١ أنظمة الأحواض ومعالجة المياه ٦٢
٤-١-٢-٢ تغذية الأصول ٦٥
٤-١-٢-٣ حساب كمية الغذاء لتجهيز الأصول ٦٦
٤-١-٢-٤ ضبط كمية الطحالب في أنظمة المياه الجارية ٦٧
٤-١-٢-٥ التجهيز الموسمي المبكر للأصول على مرحلتين ٦٧
٤-١-٣ تجهيز أمهات المحار في المناطق الحارة ٦٨
٤-٢ وضع البيض والإخصاب ٦٨
٤-٢-١ المقدمـة ٦٨
٤-٢-٢ استخلاص الأمشاج ٧٠
٤-٢-٣ الحالة الخاصة بالمحار المفلطح ٧١
٤-٢-٤ الحث الجنسي للمحار واضع البيض ٧٤
٤-٢-٤-١ طريقة الدورة الحرارية ٧٥
٤-٢-٤-٢ وضع البيض في المحار المنفصل الجنس ٧٦
٤-٢-٤-٣ وضع البيض في المحار الخنثوي ٧٧
٤-٢-٥ طرق الإخصاب ٧٩
٤-٣ المراجع المقترح قراءتها ٨٠

٤-١ تجهيز الأصول

٤-١-١ المقدمـة

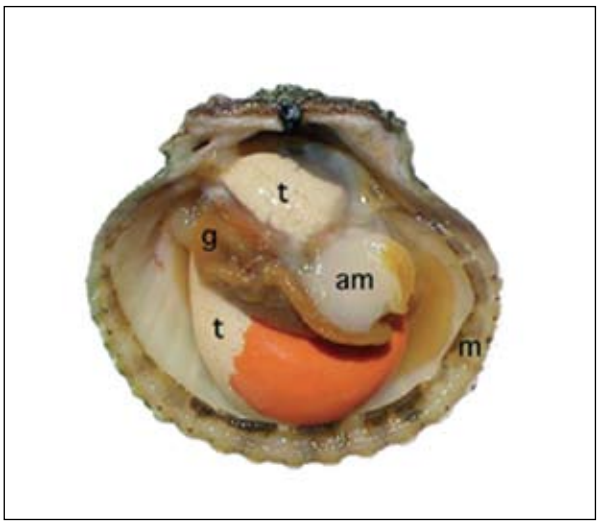
يعتبر تجهيز الأصول ضروريا لإعداد اليرقات (الشكل ٣٢). وهو الإجراء الذي يمكن المفرخات من تمديد موسم إنتاجها، وإلغاء الاعتماد الكلي على الفترة القصيرة من السنة عند تواجد الأفراد البالغين في البحر و الحاملين للأمشاج الناضجة للنوع المطلوب. في حالة المفرخات في المناخ المقارب، هناك فائدة متميزة في إنتاج الزريعة مبكراً في السنة – في أغلب الأحيان شهورا قبل نمو ونضج المخزون في الطبيعة.

يضمن إنتاج الموسم المبكر في المناخ البارد بأن يكون للزريعة أقصى فترة نمو قبل أن تصل أول فصل شتاء لها.وبهذا تكون أحجامها أكبر وأكثر مقاومة لدرجة الحرارة المخفضة. قد تكون هذه الطريقة جد مهمة في حالة تربية النوع الأجنبي حيث أن الزريعة الصغيرة قد لا تتحمل البرودة عندما تكون في حجم صغير مقارنة بمثيلتها في الحجم من زريعة النوع المحلي. تجهيز الأصول في المفرخ له فائدة أيضا

في الظروف المتعلقة بالنوع الأجنبي المستورد لأغراض الاستزراع غير المضمون عند دخوله إلى بيئته الجديدة.

الشكل ٣٢: نموذج متكامل لنظام تجهيز الأصول.

عديد من المحار ينضج في عامه الأول من الحياة كذكور. وكلما تقدموا في العمر، سنة بعد سنة، نسبة مئوية متزايدة منهم يمكنها أن تغير الجنس وتصبح إناثا. وهذه معروفة بنضج الحيوانات المنوية قبل البويضات في الحيوانات الخثوية. وهي من بين الأنواع الشائعة المرباة في المفرخات ويعرض هذا الشكل من التطوير الجنسي الأصداف مثل جنس ***Spisula*** و ***Mya, Mercenaria, Tapes*** والمحار من جنس ***Crassostrea*** وأنواع أخرى عديدة من أنواع بلح البحر المتضمنة ل ***Perna*** sp. ***Mytilus*** sp..

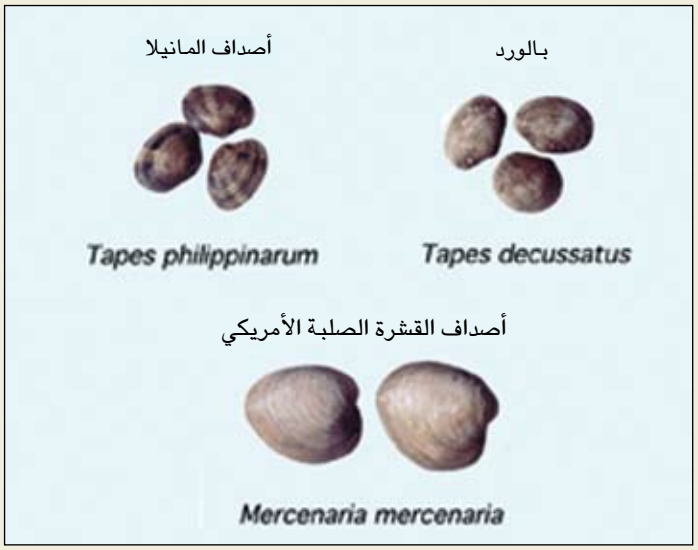


الشكل ٣٣: تشريح لنوع كاليكو اسكالوب (***Argopecten gibbus***) الناضج جنسيا تماما: am – عضلة مقرية ; g – الخياشيم (مرفوعة لتوضيح المناسل) m – البرنس; O– المبيض; t – الخصية.

تكون بعض أنواع المحار وظيفياً حقا مخنثة. وتنضج كل من مناسل الذكر والأنثى في وقت واحد (الشكل ٣٣). توضع الأمشاج بشكل متسلسل، عادة الحيوانات المنوية أولا تتبعها البويضات، وبالتالي تعود الى وضع حيوانات منوية ثانية ضمن دورة وضع البيض. هذه المجموعة من الأنواع الخنثوية تتضمن المحار الصدفي الأوروبي الشمالي الاسكالوب الملكي، ***Pecten maximus***. (البرازيلي أو الكاريبي) الاسكالوب الرملي، ***Pecten*** (***Euvola***) ***ziczac***، اسكالوب الخليج ***Argopecten irradians***. الاسكالوب كاليكو، ***Argopecten gibbus*** ، والاسكالوب الشيلي ***Argopecten purpuratus***، وبعض أنواع ***Chlamy***. وأجناس منفصلة من أنواع أخرى كبيرة من اسكالوب البحر ، فمثلاً ***Placopecten magellanicus*** و ***Patinopecton yessoensis***.

المحار المفلطح من جنس ***Tiostrea, Ostrea*** يسلك طريقة التعاقب الجنسي. فهو ينقل الجنس عند نهاية كل دورة تكاثر. المحار الأوروبي الوحيد ***Ostrea edulis*** يمكن ان يمر من خلال اثنين أو ثلاثة انعكاسات جنسية في كل موسم تزاوج عندما يتوفر الغذاء بقدر كافي وخلال امتداد فترة دفئ المياه.

تاريخ حالة التجهيز – لأصداف المانيلا *Tapes philippinarum*



الشكل ٣٤: اختيار الأصداف الشائع تربيتها في المفرخات. لاحظ أن الأسماء التعريفية لجنس ***Tapes*** هي مرادفة ل ***Venerupis*** و ***Ruditapes*** في المفرخات الأوروبية، و لذلك فإن أصداف المانيلا يمكن أن تطلق على ***Tapes*** أو ***Venerupis*** أو ***Ruditape Philippinarum*** (مع ان ***semidecussatus*** أو ***semidecussata*** تمثل أسماء معينة بديلة أخرى). الأسماء التعريفية على حد سواء في البعض الآخر من المحار المستزرع الشائع تكون مشوشة).

في أصداف المانيلا (الشكل ٣٤)، كما في المحارات الأخرى، يزيد إنتاج البيض بزيادة حجم الحيوان البالغ. الإناث البالغات من ١٠ إلى ٢٠جم (الوزن الحي) تنتج حوالي ٥–٨ مليون بيضة في المعدل معتمدة على ظروفهن وعلى الوقت من السنة الذي تم إحضارهن في حالة وضع البيض.

تجمعات ذات أعمار تتراوح ما بين اثنين و ثلاث سنوات تتميز بنسبة جنس قريبة من ٥٠: ٥٠. على سبيل المثال من بين ١٣٨ صدفة مجهزة، تعرضت إلى محفزات لوضع البيض في محاولات أقيمت في معمل الصيد U.K, Conwy, MAFF في ١٩٨٧، ٥٤ صدفة باضت كإناث و ٥٥ كذكور. والأصداف الباقون (٢٩)، تلك التي استعملت بشكل رئيسي في محاولات موسم وضع البيض المبكر، قد فشلت في إخراج الأمشاج و من المحتمل أنها كانت غير ناضجة بالقدر الكافي.

يبدأ التطور الجنسي في البحر عندما تتجاوز درجة حرارة الماء ١٠م°. تتطور الأمشاج أثناء آخر مايو أو يونيه وتنضج في يوليو أو أغسطس ويحتفظ بها حتى تحفز لوضع البيض بواسطة درجات حرارة عالية (أعلى من ٢٠م°) أو بواسطة سلسلة من الصدمات الحرارية أو التناول باليد. في المياه الأوروبية الشمالية، حيث نادرا ما تكون درجات الحرارة عالية بالقدر الكافي لتحفيز وضع البيض، يحتفظ بالأمشاج الناضجة إلى الشتاء المبكر ثم تمتص ثانية.

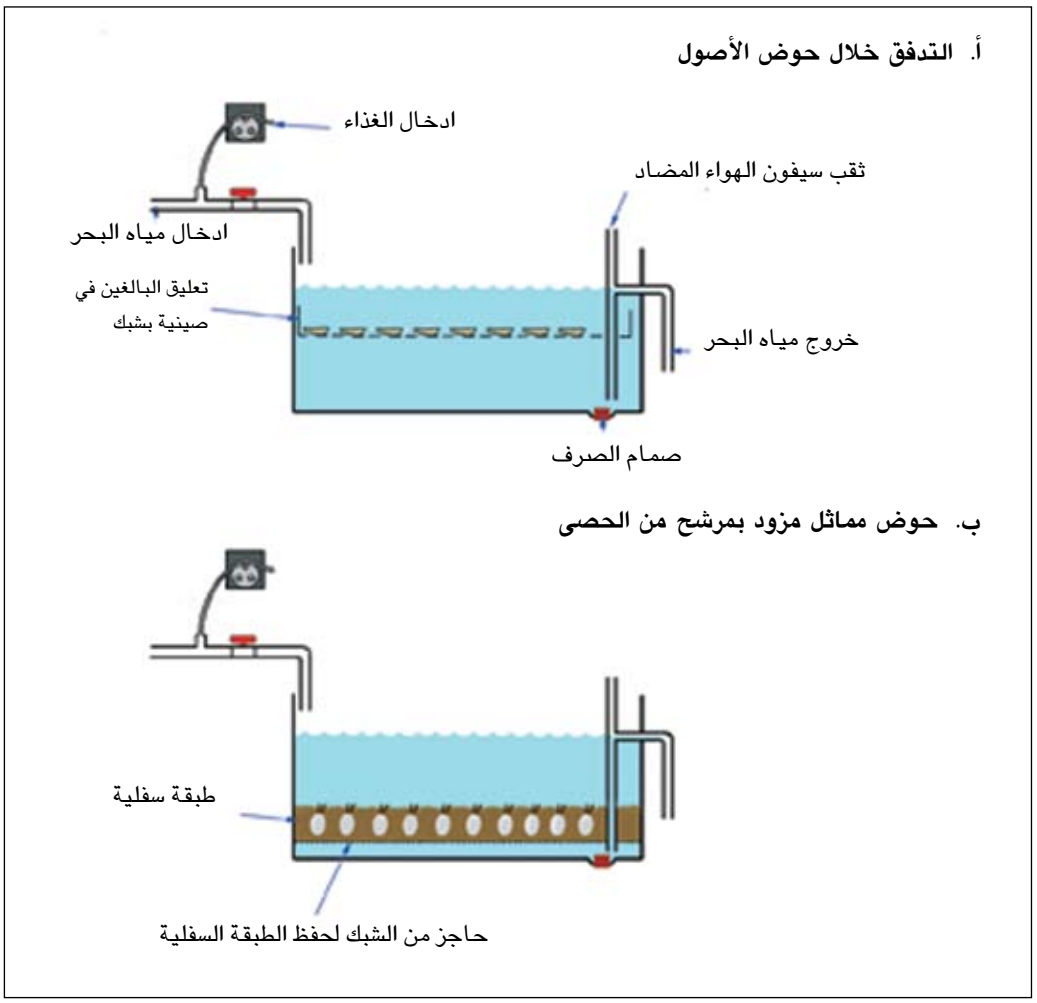
يمكن الإسراع بالنضج الجنسي بالمفرخ بواسطة إحتجاز الأصداف في درجات حرارة مرتفعة وتزويدهم بحصة غذاء مناسبة. و من الممكن نضج البالغين في الشتاء وبداية الربيع، قبل أن تبدأ الأصداف في البحر نضجها الجنسي، وبذلك تمتد الفترة في المفرخات للوصول إلى اليرقات لذا فإن الأصداف في حالة وضع البيض يمكن جعلها متوفرة في أغلب السنة. وللحصول على وضع بيض في الخريف فإنه من الممكن إنضاج الصغار مبكراً من نفس موسم وضع البيض بواسطة تجهيزهم، وذلك باستعمال درجة حرارة مرتفعة وحصص غذاء عالية.

محار المناخ المعتدل يتميز عموما بفترتين لوضع البيض خلال السنة، والتي تلي قمم إنتاج الفيتوبلانكتون في فصلي الربيع والخريف. أما الأنواع الاستوائية ففترات وضع البيض بها اقل وضوحا وتحديدا. وضع البيض يتم خلال أغلب فترات السنة بنسبة منخفضة من البالغين الناضجين جنسياً في أي وقت. تشكل هذه العادة مشاكلا للمفرخات في المناطق الحرارية حيث إن كثيرا من الأفراد تكون فارغة من البيض (وبمعنى آخر باضت مؤخراً) أو يكون تطور أمشاجها في مراحله الأولى عند إحضار الأصول إلى المفرخ. هذا إسراف من ناحية الوقت، والمكان ومصادر الغذاء. على أي حال، هناك طرق لتحضير الأصول بتزامن كبير مع التطور التناسلي (انظر الجزء ٤-١-٣).

٤-١-٢ طرق التجهيز

٤-١-٢-١ أنظمة الأحواض ومعالجة المياه

تعتبر الطرق الأساسية لتجهيز الأصول متماثلة لكل المحارات. إنه من العادي للمفرخ الإبقاء على أصوله الخاصة لإنتاجه المحلي في مكان النمو بالبحر. و تربى هذه الأصول في أفضل الظروف الممكنة في أجهزة للنمو تتميز بتدفق ماء عالي و كثافة منخفضة. محافظ عليها بشكل جيد جداً. وفي أغلب الأحيان تكون هذه الأصول نسلا للأجيال المرباة بالمفرخ سابقاً، وتم اختيارها للخصائص المرغوبة مثل معدلات النمو، شكل و لون الصدفة.



الشكل ٣٥: رسم تخطيطي وتوضيحي لـ أ – تدفق خلال حوض الأصول حيث يعلق البالغون في القاع في صينية من الشبك بفتحة كبيرة في القاعدة لكي لا تحتفظ بالاخراج والبقايا; ب – حوض مماثل وملائم لترشيح الحصوة الثانوية. الأنظمة من نوع مناسب لأغلب الأنواع لا تتطلب طبقة سفلية. الأصداف وبعض أنواع الاسكالوب تكون في أغلب الاحيان بشكل أفضل في أحواض النوع ب.

يؤخذ المحار البالغ من البحر ويجلب إلى المفرخ، ويتم كشط الصدفة كليا لإزالة كائنات الفونا السطحية (الحشف) والرواسب، وبعد ذلك توضع في الأحواض المشابهة لأولئك الموضحة في الشكل ٣٥ (انظر أيضا الشكل ٣٢). الأصداف وكذلك أنواع الأسكلوب (ومثال على ذلك: ***Pecten ziczac***) الذي عادة يدفن نفسه جزئيا في السطح السفلي في الطبيعة، يتغذى بشكل أحسن إذا ظل في السطح السفلي المناسب. في الأحواض التي من النوع الموضح، فإنه يسمح للأصداف والاسكالوبات أن تدفن نفسها في صواني ذات عمق ١٠ سنتيمترات و المملوءة بالرمل الخشن أو حصى الأصداف، أو في عمق كافي من السطح السفلي على مرشح رمل ثانوي (الشكل ٣٥ ب). الصواني تكون مدعمة من قاع حوض تجهيز الأصول عندما تخزن بالمحار الذي لا يحتاج إلى قاع سفلي، ومثال على ذلك المحار، بلح البحر، وبعض أنواع الاسكالوب (الشكل ٣٥ أو ٣٦).

الشكل ٣٦: أ إلى د– أمثلة مختلفة لأشكال أحواض المياه الجارية المستخدمة في تجهيز الأصول. الصينية تحت مستوى تدفق المياه في ب– تحتوي على منخل بقاعدة شبك يستعمل للاحتفاظ بيرقات المحار الأوروبي المفلطح التي يمكن أن تفقد في الحوض عند إنطلاقها بواسطة الأفراد البالغين. حـ نظام تجريبي لكل حوض للأصول مزود بمغذي مختلف بواسطة مضخة حركية من أحواض الخزان الجانبي.

ليس من الضروري أن يرشح ماء البحر المستعمل: إذ أن تنوع الغذاء الموجود في ماء البحر غير المرشح مفيد في عملية التجهيز. لكنه من المحتمل أن تتعرض الأصول إلى المراحل المعدية للطفيليات أو الكائنات الحية المجهرية المسببة للمرض الموجود في إمداد المياه، الكلفة المربوحة في عدم ترشيح الماء في أغلب الأحيان تتجاوز في القيمة الأخطار. في أكثر الحالات، يتم تجهيز الأصول في أنظمة المياه الجارية، التي قد أو قد تتضمن لا تتضمن عنصر الماء المعاد دورانه لكي تحافظ على الطحالب المستنبتة المضافة كغذاء.

إنه من الملائم أيضا تجهيز المحار في أنظمة إعادة الدوران حيث أن كتلة الوزن الحي الكلي للبالغين (الوزن الجماعي – متضمنا الصدفتين – لكل الحيوانات في الحوض) لا يتجاوز ٢ أو ٣ جم لكل لتر. في هذه الحالة، فإنه من المستحسن تصريف وإعادة ملئ الحجم الكلي للماء في النظام على الأقل مرتين كل أسبوع لمنع الزيادة في البكتريا والمواد الناشئة عن الفضلات الأيضية.

يجب أن تكون كلا من الملوحة ودرجات الحرارة ملائمة للنوع الذي يجهز. تربية أكثر المحار الشائع تمر بالتطور التناسلي ونضج الأمشاج عند درجات ملوحة أعلى من ٢٥ PSU (وحدات ملوحة عملية، تكافئ الأجزاء في الألف) ودرجات حرارة ما بين ١٦ و ٢٤م°. وعلى أي حال، فكل نوع يستوجب درجات مثلى لكل من هذين العاملين. أصداف المانيلا ومحار الباسيفيك على سبيل المثال، تستجيب أحسن لدرجات حرارة تتراوح ما بين ٢٢ و ٢٤م°. ويجهز المحار الباسيفيكي على مدى واسع من درجات الملوحة (١٥ إلى ٣٤ PSU) بينما أصداف المانيلا تفضل درجات ملوحة مرتفعة ما بين ٢٥ و ٣٤ PSU بالدرجة الأنسب عند حوالي ٣٠ PSU. أما المحار الأمريكي(Virginia) *Crassostrea virginica* فيتم تجهيزه عند ملوحة أقل بكثير. ومن المتوقع، أن أنواع المياه العميقة البعيدة عن الشاطئ تحتاج لظروف أبرد وملوحة قريبة من ملوحة المحيط.

يجب أن يزيد معدل تدفق المياه في أحواض التجهيز عن ٢٥ مل لكل دقيقة لكل حيوان بالغ وليس أكثر من ٥كجم كتلة وزن حي عضوي من المخزون يجب أن ينقل إلى حوض يتراوح حجمه من ١٢٠ إلى ١٥٠ لتر (الشكل ٣٧). و يجب أن يكون الماء معادا ومستخدما مرة أخرى في مثل هذه الأحواض الصغيرة عندما تجهز بثقل. وفي حالة استخدام المحار اللآتي من المنطقة المجاورة كمخزون، يجب تحويل الماء المتدفق والمنصرف من الأحواض إلى حوض المعالجة لمنع نقل الأسباب المرضية والطفيليات إلى البيئة المحلية. الماء المنصرف يحتاج إلى أن يعالج بأكثر من ١٠٠مجم لكل لتر خالي – الكلورين أو بوسيلة تطهير فعالة /ومعقمة (ومثال على ذلك: الأوزون) لفترة حد أدنى ٢٤ ساعة (من الأفضل ٤٨ ساعة) قبل أن تعاد إلى البحر.

الشكل ٣٧: حوض الأرصدة بسعة ١٢٠ لتر مجهزة ب ٥٥ محار بمتوسط ٨٠ جم وزن حي. معدل التدفق الأدنى للغذاء المستنبت المزود به ماء البحر خلال الحوض عند كثافة هذا المخزون هو ١,٣٧٥ لتر لكل دقيقة.

تحتوي المفرخات عادة على حجرة منفصلة لتجهيز الأرصدة أو منطقة هادئة لوضع أحواض التجهيز حتى لا يتعرض المخزون للإزعاج المتكرر. أكثر الأنواع تستجيب للظلال والاهتزازات عن طريق غلق مصراعي الصدفتين. إن تقليل الإزعاج المتكرر و تعريض الأصول لهذا الازعاج، يمكنها من قضاء معظم الوقت في التغذية.

مفرخات الحجم الكبير والمتوسط تحتوي عادة على ما بين ٥ و ٢٠ حوض تجهيز لإسكان الأنواع المختلفة المرباة ولتسمح بإدخال منتظم للمخزون الجديد لإبقاء الدوران ولتأكيد الإمداد المستمر باليرقات. ربما تحتوي المفرخات الكبيرة على كثير من الأحواض الصغيرة أو قليل من الأحواض الكبيرة. وعندما يطلب إنتاج ثابت من صغار نوع معين على فترة ممتدة من السنة، فإنه يجلب المخزون الجديد لبدء عملية التجهيز أسبوعياً أو على أساس مرة كل أسبوعين و بهذه الطريقة، فإن الأفراد البالغة تكون متواجدة لوضع البيض كل أسبوع.

٤-١-٢-٢ تغذية الأصول

تستعمل كثيرا أنواع الطحالب البحرية المستنبتة كغذاء رئيسي خلال فترة تجهيز الأصول. والمصادر البديلة تشمل الفيتوبلانكتون الطبيعي المزدهر بكثافة في الأحواض الخارجية أو المزارع، أو معاجين الطحالب المتوفرة تجارياً.

ونوع الطحلب المفيد الذي يمكن استنباته بشكل مكثف و على نطاق كبير هو ***Tetraselmis*** (أنواع مختلفة، تتضمن ***T. chuii*** ،***T. tetrahele*** ،***T. suecica***)، ***Isochrysis galbana*** ، (T-ISO clone)، ***Pavolva Lutheriii***، ***chaetoceros muelleri*** (وكان اسمها سابقا ***Thalassiosira pseudonana***)، ***C. gracilis*** و ***T. weisfloggii*** و ***Skeletonema costatum***. (هذه القائمة غير شاملة على الإطلاق). يعتبر الخليط من هذه الأنواع، على أساس نسبي، أكثر فائدة من وجبة النوع الواحد.و يجب أن تؤخذ العناية بأن لا تستعمل أنواع الطحالب العسيرة الهضم كغذاء (ومثال على ذلك: ***Chlorella*** sp.) أو الأنواع المعروفة بفقرها للأحماض الدهنية غير المشبعة جداً ومثال على ذلك (***Dunaliella tertiolecta***).

ومثال على نتائج التغذية الناقصة هو الانخفاض في إنتاج اليرقات من ***Ostrea edulis*** البالغة عندما توضع في ماء مرشح وتغذى فقط ب ***Dunaliella tertiolecta*** (الجدول ٨). ويعرف طحلب ***Dunalliella*** بافتقاره إلى C٢٠ و C٢٢ من الأحماض الدهنية غير المشبعة جداً والتي تعتبر ضرورية من الناحية المغذية. في هذه المحاولة، مجموعات من عدد ٦٠ محارا بالغا وضعت في أحواض مزودة بمياه جارية سواء مياه بحر غير مرشحة أو مياه بحر مرشحة عند حجم جزئي ٢ ميكروروميتر. (نظام الحوض التجريبي موضح في اليمين السفلي للصورة الفوتوغرافية للشكل ٣٦ حـ. وجبة يومية بنسبة ٣٪ على أساس وزن اللحم الجاف الأول للمحار تم تزويدها لثلاث مجموعات على شكل ***Dunaliella*** فقط أو مع ***Tetraselmis suecica*** أو T.ISO. المجاميع القياسية ظلت في كل من ماء متدفق مرشح وماء غير مرشح بدون إضافة طحالب مستنبتة.

الجدول ٨: تأثير الوجبة على إنتاج يرقات ***Ostrea edulis***. **المفتاح**: ماء البحر (**SW**) المعالج، **UF**، **F** تشير إلى ماء البحر المرشح وغير المرشح على التوالي; الوجبة (***Clone*** T-ISO) ***Isochrysis galbana*** -**TS**، **T-ISO**- ***Tetraselmis suecica***، ***Dunaliella tertiolecta***. الأيام – إشارة إلى عدد الأيام بداية من تجهيز الأصول حتى أول خروج اليرقات. العدد الكلي لليرقات هو عدد اليرقات المنتجة بواسطة كل مجموعة من البالغين خلال فترة ٧٠ يوما وعندما تقسم هذه القيمة على عدد البالغين في المجموعة تعطى يرقة/محار. ١٩٩٤) From Millican and Helm). ، انظر الفقرة التالية لمزيد من التفاصيل.

معالجة مياه البحر	الوجبة	الأيام	المجموع الكلي لليرقات	يرقات/محار
مرشحة	لا شيء	٣٥	١,١٦	١٩ ٣٦٧
مرشحة	دونااليلا	٤٩	٠,٦٥	١٠ ٢٨٠
مرشحة	دونااليلا + تتراسلميسس	٣١	٣,٠٠	٤٩ ٩٥٠
مرشحة	دونااليلا + T-ISO	٣٢	٤,٧٠	٧٨ ٢٥٠
غير مرشحة	لا شيء	٣٣	٨,١٢	١٣٥ ٣١٧

الوقت المنقضي بين بداية تجهيز الأصول إلى الإطلاق الأول لليرقات في كل مجموعة تم تسجيلها وعدد اليرقات المخرجة يومياً خلال عشرة أسابيع مدة المحاولة. والنتائج المعروضة في الجدول ٨ توضح أن وجبة النوع الواحد من ***Dunaliella*** يؤخر بداية إنتاج اليرقات ويقلل من الإنتاج بالمقارنة بالمعالجات البديلة المختبرة. وبشكل مثير للإنتباه، أعداد كثيرة من اليرقات تم إخراجها من المحار البالغ المربى في

ماء بحر غير مرشح وبدون إضافة طحالب مستنبتة أكثر من المعالجات الأخرى. هذا يعزز النقطة السابقة وهي أن هناك إمكانية ربح فائدة التكلفة في عدم ترشيح مياه البحر عند تجهيز الأصول.

أحاطت مدة المحاولة السابقة إزدهار الفيتوبلانكتون الربيعي في حالة الكلورفيل (أ) الموجود في ماء البحر القياسي وغير المرشح الذي بلغ ١,٦٨ مجم لكل متر^{٣} بالمقارنة مع ٠,٣٥ مجم لكل متر٣ في ماء البحر المرشح. أما بالنسبة لمتوسط الدهون الجزيئية فقد ناهزت ٦٢ ن جم لكل لتر (نانوجرام/لتر) مقارنة بـ ٩,٧ ن جم/لتر على التوالي.

إن طرق استنبات الطحالب المكثف وشبه المكثف تم شرحها في الجزء ٣ من هذا الكتيب والخطوات المتبعة في حساب حصة الطعام المطلوبة مشروحة في الجزء ٤–١–٢–٣. هذه الطريقة في الحساب لا يمكن تطبيقها في حالة الفيتوبلانكتون النامي على نطاق واسع حيث إن التنوع النوعي، الوفرة والقيمة المغذية الكلية سوف تختلف يوما بعد يوم. في هذه الحالة تقريب الوفرة يمكن عمله بواسطة تحديد الوزن الجاف الخالي من الرماد للمادة الجزيئية لكل وحدة مجم، أو بواسطة تحليل الكربون العضوي. وبدلا من ذلك، فإن القائم بالعمل يمكنه تخفيف الماء المزدهر «بالعين» للتزويد بحصة كافية.

معاجين الطحالب للأنواع المختلفة المغذية والمفضلة تعتبر سهلة الاستعمال، والمجهزون لها يزودون بالمعلومات عن العدد المكافئ من الخلايا لكل وحدة حجم من المنتوج. وتحتوي العديد من هذه المنتجات تفاصيلا عن المكونات الهامة المغذية المكتوبة على الغلاف. وبمجرد فتحها، فإن المنتوج غير الحي له نسبيا مدة حياة طويلة للاحتفاظ به عندما تتبع بدقة أوامر المجهزين. مثل هذه المعاجين من المحتمل أن تستخدم أحسن استخدام في نظام المياه الجارية لتجهيز الأصول كما يجب الانتباه إلى نظافة الأحواض.

إن الوجبة المقدمة من غذاء ذو قيمة غذائية خلال تجهيز الأصول لها تأثير واضح ومفيد على إنتاج البيض.

٤–١–٢–٣ حساب كمية الغذاء لتجهيز الأصول

تستند حصة الغذاء المطلوبة لتجهيز الأصول على وزن اللحم الجاف للبالغين وهي عادة ما تتراوح بين ٢ و٤٪ من متوسط وزن اللحم الجاف للبالغين في بداية فترة التجهيز في الوزن الجاف من الطحالب المغذى بها يوميا. و تجاوز حصص ٦٪ ليس باعثا على التجهيز الناجح. بالأحرى، فإن المحار سينمو بقوة استجابة لمستويات الغذاء العالية ودرجة الحرارة العالية للتجهيز وذلك على حساب التطور التناسلي.

إنه إجراء بسيط لتحديد وزن اللحم الجاف للوزن الحي المعروف لمخزون المحار الذي تم إحضاره إلى المفرخ للتجهيز. فتح عينة عشوائية من ١٠ أو ١٢ فرد، وإزالة أنسجة الجسم الرخوة ووزن اللحوم بعد تجفيفها في فرن للحصول على وزن ثابت (٦٠ إلى ٨٠ م^{٥} لمدة تتراوح بين ٤٨ و ٧٢ ساعة) يعطي بيانات لحساب الحصة – المعادلة أسفل تحدد الوزن الجاف من الطحالب المطلوب لكل فرد بالغ لحصة ٣٪ يومياً.

الحصة بجم لكل يوم لكل فرد بالغ= ٣ × متوسط اللحم الجاف (جم)/١٠٠

وعلى ذلك، فإن حصة ٣٪ لفرد بالغ بوزن لحم جاف يقدر ب ٠,٧٥ جم تبلغ ٠,٠٢٢٥ جم وزن جاف من الطحالب يومياً. و الرجوع إلى بيان الوزن الجاف الموضح لأنواع الطحالب المختلفة (انظر الجدول –١ في الجزء ٣–١) يوضح أن المليون الواحد من خلايا ***Tetraselmis*** له وزن جاف (عضوي) يقدر ب ٠,٢ مجم.

اذا افترضنا أن ٥٠٪ ب ٣٪ من الحصة اليومية (=١,٥٪) ستزود بها الأصول على هيئة ***Tetraselmis*** وكتلة وزن اللحم العضوية الجافة الكلية للمخزون هي ٥٠ جم (محولة إلى مجم في المعادلة التالية)، ثم:

الحصة اليومية (١,٥٪) (من ملايين الخلايا)= [(١,٥× (٥٠× ١٠٠٠))/١٠٠]/٠,٢

= ٣ ٧٥٠ مليون خلية

إذا كانت على سبيل المثال، كثافة حصاد ***Tetraselmis*** في يوم معين هي ١,٥ مليون خلية لكل مليلتر، إذن الحجم المطلوب لتغذية المخزون بحصة ١,٥٪ هو ٧٥٠ ٣/١,٥= ٢٥٠٠ مليلتر) أو ٢,٥ لتر. حساب بقية الحصة مماثل للأنواع الأخرى المكونة للوجبة. في عوض أو بالإضافة إلى ***Chaetoceros muelleri,*** ***Tetraselmis*** ستستعمل للغذاء عند كثافة حصاد ٧ مليون خلية لكل مليلتر، فان المقدار المطلوب لحصة ١,٥٪ سوف يكون ٣,٥٧ لتر. ***Chaetoceros muelleri*** لها وزن جاف يقدر ب ٠,٠٣ لكل مليون خلية.

٤–١–٢–٤ ضبط كمية الطحالب في أنظمة المياه الجارية

في حساب الحصة، من الضروري أن يؤخذ بعين الاعتبار ترتيب الأحواض والنظام الذى سوف تجهز فيه الأفراد البالغين. هذا ليس له اهمية في حالة الأنظمة المغلقة حيث إن الخلايا الطحلبية، التي لم تؤكل حتى الآن، لم تفقد ما عدا خلال الترسيب أو الاستقرار على الأسطح. في أنظمة المياه الجارية وفي الأحواض من النوع الموضح في الأشكال ٣٢، ٣٦، ٣٧، على أية حال، فإن نسبة الطحالب المستعملة للتغذية ستكون حتما غير مأكولة كلها وسوف تفقد في الصرف. لهذا السبب، يفضل استعمال أحواض مجهزة بشكل كافي من ١٠٠ إلى ١٥٠ لتر وتتميز ببطء تبادل المياه.

مع التجربة، فإن معدل صرف الماء الكلي بزيادة ٩٠ دقيقة يقلل الخسارة في الطحالب المستنبتة، ويمنح الوقت الكافي للمخزون من أجل الترشيح واستهلاك ٦٠ إلى ٨٠٪ من الغذاء. على سبيل المثال، حوض بحجم ١٥٠ لتر يحتوي على مخزون ٥٠ محار أو اسكالوب بوزن حي من ٧٥ إلى ١٠٠ جم يحتاج إلى تدفق ماء بمعدل ١,٢٥ لتر في الدقيقة بمدل ٢٥ مليلتر في الدقيقة لكل فرد بالغ. في هذه النسبة من التدفق، معدل صرف حجم الحوض هو ١٢٠ دقيقة. حيث إن المحار الأصغر، ومثال على ذلك، أصداف المانيلا، تجهز، على أن أعداد البالغين لكل حوض يجب أن يزداد تماثليا على أساس كتلة الوزن الحي العضوية.

و من أجل إحداث خلط جيد، يفضل أيضا بأن تعطى الوجبة بشكل مستمر قرب خط تسليم الماء إلى الحوض بواسطة المضخة الانقباضية. في بعض المفرخات، حصة الطعام اليومية يمكن أن تقسم على عدة دفعات. التزويد بماء البحر يغلق لمدة ساعة أو نحوه بعد كل إضافة. هذا يمكن أن يخلق مشكلا صعبا من ناحية التلوث بفضلات الأيضي إذا لم يفتح الماء بشكل غير مقصود ثانية و في الوقت المناسب.

في غياب الوسائل لتحديد النسبة المئوية للإزالة الجزيئة ما بين تدفق الماء إلى داخل الحوض وتدفق الماء خارجه، فإنه يوصى بأن الغذاء الممدود يمكن حسابه على أنه حصة ٤٪ للسماح للغذاء الضائع التي نوقش من قبل. وإذا كان القائم على التشغيل يتوفر على العداد الإلكتروني الجزيئي والحجمي (ومثال على ذلك عداد كولتر – انظر الشكل ٢١)، فإن تعديلات الحصص يمكن أن تستند على البيانات العملية.

٤–١–٢–٥ التجهيز الموسمي المبكر للأصول على مرحلتين

يمكن أن يتم التجهيز للأصول على جزئين. مبكراً في الموسم في مناخ الماء المعتدل والبارد، عندما تكون الأفراد البالغة في الطبيعة لم تبدأ بعد التطور في الأمشاج، وهي مفيدة في أغلب الأحيان للتزويد بشروط توفر الغذاء العالي في درجة حرارة متوسطة تتراوح بين حرارة البيئة المحيطة والحرارة المطلوبة لتجهيز الأصول. و الهدف هنا هو أن ترفع مستويات احتياطيات الغذاء للبالغين اللذين لاحقاً سيعبئون بتطوير الأمشاج. هذه العملية أكثر أهمية للإناث مقارنة مع الذكور لأن التطوير ونضوج البيض يحتاج الى طاقة مركزة أكثر. المتابعة من ٤ إلى ٦ أسابيع بحصة عالية: نظام معتدل في درجة الحرارة، رفع درجة الحرارة بشكل تدريجي (من ١ إلى ٢م^{o} يوميا) وحصة طعام تخفض بعض الشئ (من ٤ إلى ٦٪ لـ ٢ إلى ٣٪ يوميا).

تجهيز الغذاء للمرحلة الأولى، التي يمكن أن تسمى مرحلة ما قبل التجهيز، و التي يمكن أن تكون على شكل معاجين طحالب، الفيتوبلانكتون المزدهر طبيعيا (من الاستنبات المكثف للطحالب، الجزء ٣–٤–٦) أو أنواع الطحالب المستنبتة بشكل مركز. ومن المهم الأخذ في الاعتبار ذلك أثناء هذه المرحلة، بصفة

أساسية التركيب الدهني (الفوسفوليبد). تركيب المرحلة الأولى للبويضات سوف يتأثر بالوجبة الغذائية وبالحصص المتوفرة للأصول. ولذلك، فإن الوجبة الغذائية التي تفتقر إلى الدهون غير المشبعة جداً (HUFAs) من الأهمية المعروفة، يتضمن EPA (حامض إكوسابنتا ينويك، ٢٠: n٥–٣) و DHA (حامض دوكوسا هكسا ينويك، ٢٠: n٦–٣)، سيكون منعكسا في البيض بأغشية الخلية بالمحتوى المنخفض لهذه المكونات. لهذا السبب، فإن الحصة يجب أن تحتوي على دياتومات ذات قيمة غذائية (ومثال على ذلك *Chaeloceros muelleri* أو *Thalassiosira* sp.) وفلاجيلات مثل *Pavlova lutherii* أو *Isochrysis galbana* وجميعها غنية بواحد أو آخر من هذه HUFAs.

والدهون المشبعة – تراى جليسرول والتي توجد كمخزونات في نضج البيض – تتراكم أثناء المراحل التالية، للمرحلة الثانية من الماء الدافئ من التجهيز. هذه الدهون تسحب على أنها مصادر للطاقة أثناء التطور الجينيى واليرقي. ويبدو أن تركيبها أكثر تبعية من الدهون التي تنتقل مباشرة من الغذاء المبتلع من قبل الفرد البالغ مقارنة بالاحتياطيات المشتقة من قبل الأم.

٤–١–٣ تجهيز أمهات المحار في المناطق الحارة

تمت الإشارة سابقاً في هذا الجزء إلى الأنواع الاستوائية التي تتميز بوضع البيض بشكل منقطع في السنة. هذا يمثل مشاكلا في الحصول على الاعداد الكافية من اليرقات لدعم متطلبات إنتاج المفرخات في المناخ الاستوائي وشبه الاستوائي.

عندما يكون هناك إختلاف قليل في درجة حرارة ماء البحر وتوفر الغذاء أثناء السنة، فإن المحار لا يتمتع بالفترة الخاملة – كما يحدث في أنواع الماء المعتدل والبارد – الذي يسبب التزامن في التطوير التناسلي بين المخزون. هذه الفترة الباردة يمكن أن تتوفر في المفرخات الاستوائية بجلب أصول من ماء مبرد ما بين ٥ و ١٠م^{o} تحت درجة الحرارة المحيطة في البيئة وبحصة طعام كافية لفترة من ٤ إلى ٦ أسابيع. بعد هذه الفترة فإنهم يدفأون تدريجياً حتى يصلون للظروف البيئية المحيطة عندما تنضج نسبة مئوية كبيرة من البالغين الأمشاج بشكل متزامن. هذه النظرة مماثلة كثيرا لتلك الموصوفة في القسم ٤–١–٢–٥.

استعملت هذه التقنية لمحار المانجروف، *C. rhizoborae* ، في كوبا. وقد طبق المنهاج المماثل بنجاح في تجهيز أصول المحار الباسيفيكي، *C. gigas*، في البرازيل. إن المشكلة مختلفة جداً في الحالة الأخيرة. المحار الباسيفيكي (نوع خارجي تم إدخاله) ينمو جيداً في الولايات الأكثر جنوبا في البلاد ولكنهم لا يمرون بالتطور التناسلي إلى درجة وضع البيض.

٤-٢ وضع البيض و الإخصاب

٤–٢–١ المقدمة

ملخص لمعلومات مهمة لها صلة بتجهيز الأصول والبيض/ إنتاج اليرقات لعدد من المحار المستزرع الشائع موضح في الجدول ٩.

العديد من محار مناخ الماء المعتدل والبارد يتطلب من٤ إلى ٨ أسابيع للتجهيز للوصول الى مرحلة وضع البيض أثناء آواخر فصل الشتاء وبداية فصل الربيع (الشكل ٣٨). بصفة تدريجية فترة قصيرة هي كافية عند اقتراب فصل التزاوج الطبيعي. يعتمد التوقيت الدقيق على النوع المطلوب تجهيزه، التجهيز الأول للأصول، مرحلة تكوين الأمشاج عندما يبدأ المحار في التجهيز والعوامل المتعلقة بالمفرخ. والعوامل الأكثر أهمية تتمثل في درجة الحرارة، الوجبة والحصة الغذائية. القائمون على تشغيل المفرخ عادة ما يستخدمون الأصول التي بدأت مرحلة تكوين الأمشاج عند اقتنائها من البحر، بدلاً من البدء في تجهيز البالغين غير المحددين جنسياً. يمكن الحصول على الفائدة أثناء فترة وضع البيض الطبيعية عموماً بشكل أفضل في نوعية البيض من ناحية الاحتياطيات المهمة (خصوصاً الدهون) من البالغيين التي تم إحضارها للمفرخ مباشرة من البحر. هؤلاء البالغون قد يتطلبون ٧ إلى ١٢ يوم فقط في درجة حرارة التجهيز بحصة طعام كافية من اجل نضج أمشاجها.

عندما يعطى التجهيز الغذاء الكافي فإن العديد من محار الماء المعتدل الساحلي ومن المصبات تتطلب بين ٣٥٠ إلى ٦٥٠ درجة أيام (deg d) منذ بداية التجهيز في أواخر الشتاء/وأوائل الربيع إلى وقت وضع البيض. ويحتاج عامل المفرخ أن يعرف درجة الحرارة التي عندها تبدأ الأمشاج في التطور في البحر للنوع المختار. هذا في الغالب يكون ممكنا بين ٨ و ١٢م° – «الصفر الحيوي» (b_0) لتكوين الأمشاج – للنوع الشائع تربيته مثل *Pecten maximus*، *Ostrea edulis*، *Crassostrea gigas* و *Tapes philippinarum* – لمعرفة ما هي b_0 الفعالة لتطوير المناسل ودرجة الحرارة أثناء فترة تجهيز الأصول، والحساب يمكن عمله لعدد الأيام المطلوبة للتجهيز.على سبيل المثال، إذا كان متوسط درجة الحرارة لتجهيز الأصول هو ٢٠م° ودرجة الحرارة b_0 لتطور المناسل هي ١٠م° ، ثم كل يوم يمر فإن عدد

الجدول ٩: ملخص المعلومات ذات العلاقة بالتجهيز للأصول وإنتاج البيض (أو اليرقات) لعدد من المحار الشائع تربيته. المفتاح لمعنى الرموز حول الجنس موضح أسفل الجدول. أوقات التجهيز للبالغين اللذين تم إعادتهم للمفرخ في بداية الموسم (× الوقت بالأيام سوف يتفاوت إلى حد كبير طبقا لمرحلة تكوين الأمشاج لحالة البالغين عندما يجلبون إلى المفرخ). قيم الخصوبة تعتبر دليل فقط وتتغير طبقا لحجم الفرد البالغ الذي وضع البيض، وظروفه وعوامل أخرى. متوسط أطوال الصدفة، للمرحلة المتطورة بالكامل، واليرقة المبرقعة الأولية (٢–٣ أيام بعد الإخصاب) موضحة أيضا للمقارنة.

المجموعة/ النوع	شكل الجنس	فترة التجهيز (الأيام×)	درجة الحرارة (م°)	الخصوبة (بالمليون)	حجم اليرقة المبرقعة الأولية) (ميكرومتر)
المحار					
C. gigas	O-D	٤٢–٢٨	٢٤–٢٠	+٥٠	٧٥–٧٠
C. virginica	O-D	٤٢–٢٨	٢٢–٢٠	+٥٠	٦٥–٦٠
C. rhizophorae	O-D	٣٥–٢١	٢٢–٢٠	١٢–٧	٦٠–٥٥
O. edulis	L-A	٥٦–٢٨	٢٢–١٨	٣–١	١٩٠–١٧٠
T. lutaria	L-A	٥٦–٢٨	٢٠–١٨	٠,٠٥–٠,٠٢	٤٩٠–٤٥٠
الأصداف					
T. philippinarum	O-D	٤٢–٢٨	٢٢–٢٠	١٢–٥	١٠٠–٩٠
M. mercemaria	O-D	٤٢–٢٨	٢٢–٢٠	٢٠–١٠	١٠٠–٩٠
الاسكالوب					
P. yessoensis	O-D	٢١–١٤	٨–٧	٨٠–٢٠	١١٥–١٠٠
P. magellanicus	O-D	٤٢–٢٨	١٥–١٢	٨٠–٢٠	٩٠–٨٠
P. maximus	O-M	٥٦–٣٥	١٥–١٠	٨٠–٢٠	١٠٠–٩٠
P. ziczac	O-M	٢٨–١٤	٢٢–٢٠	١٥–٧	١٠٠–٩٠
A. gibbus	O-M	٢٨–١٤	٢٢–٢٠	٧–٤	١٠٠–٩٠
A. irradians	O-M	٣٥–٢١	٢٢–٢٠	٧–٤	١٠٠–٩٠
بلح البحر:					
M. edulis	O-D	٣٥–٢٨	١٦–١٢	١٢–٥	١٠٠–٩٠

المفتاح لشكل الجنس: O – بيوضة (تطلق الأمشاج في الماء)؛ L – ولودة (يحتضن البالغين اليرقات ثم تطلقها إلى الماء)؛ D – وحيدة الجنس (أجناس منفصلة) ؛ M – ثنائي الجنس (خنثوي – كلتا الجنسين في نفس الحيوان)؛ A – جنس بديل (يتحول الجنس في نفس الحيوان بعد كل رمي البيض).

الشكل ٣٨: انثى أصداف المانيلا وهي تضع البيض (صورة فوتوغرافية من تقديم Brian Edwards).

الأيام – الدرجة، سوف يزداد بـ ٢٠ ناقص ١٠= ١٠. هكذا، الـ –٣٠ يوما من فترة التجهيز عند درجة حرارة ٢٠م^{o} ستجمع ٣٠٠ درجة – يوم وفي نفس الفترة عند ٢٢م^{o} سيبلغ ٣٦٠ درجة – يوم. هذا يمثل فترة الوقت الدنيا المحتملة اللاحقة في فصل الربيع قبل أن يصبح المخزون جاهزاً لوضع البيض. من الواضح، عندما تعاد الأصول الجديدة إلى المفرخ للتجهيز تكون قد بدأت في تكوين الأمشاج، ولهذا يكون مطلوب درجة أيام قليلة قبل أن يكون البالغون جاهزون لوضع البيض.

في اسكالوب الماء البارد، مثل ***Placopecten magellanieus*** ، ***Pecten maximus*** ، فإن عدد أيام الدرجة من وقت بداية تجهيز البالغين الى مرحلة الاستعداد لوضع البيض يكون ضمن نفس المدى. لكن مدة فترة التجهيز لمحار الماء البارد يمكن أن يكون أطول بكثير (في بعض الأحيان أكثر من ٨ أسابيع) لأن أقصى درجة حرارة للتجهيز ليست أعلى من ١٥ أو ١٦م^{o} وقد تكون منخفضة مثل ١٠ إلى ١٢م^{o}. محار الماء البارد يتأقلم في أغلب الأحيان بشكل تدريجي إلى درجة حرارة التجهيز المطلوبة بواسطة رفع درجة الحرارة بالمقارنة مع البيئة المحيطة بمعدل ١ أو ٢م^{o} لكل أسبوع. هذا يمدد فترة التكيف العامة أيضاً.

وضع البيض هو إجراء المفرخ الذي فيه المحار المجهز يتم حثه على إخراج أمشاجه الناضجة إستجابة للمحفزات المطبقة. في حالة نوع الأصداف والاسكالوب، فإنه لا يمكن الحصول على أجنة حيوية من الأمشاج «المستخلصة» (انظر القسم القادم أسفل لتفسير التعبير المستخلص). يحتاج البيض للمرور بعملية نضوج أثناء مروره أسفل قنوات البيض قبل أن يخصب بنجاح.

٤-٢-٢ استخلاص الأمشاج

يمكن استخلاص الأمشاج الكاملة النضج (ازالة) من المحار الباسيفيكي، ***Crassostrea gigas***، المحار الأمريكي (الشرقي)، ***Crassostrea virginica*** ومحار المانجروف، ***Crassostrea rlizophorae***، ومن أنواع المحار المماثلة الأخرى البيوضة. هذه الطريقة الشائعة والسهلة «لوضع البيض» لهذه الأنواع تلي الفترة المناسبة للتجهيز.

يتضمن هذا الإجراء التضحية بعدد من الأفراد البالغين الناضجين عندما تكون الحاجة إلى اليرقات (الشكل ٣٩). إزالة صمام الصدفة الأكثر تسطحا يظهر أنسجة الجسم الناعمة للمحار. تعتلي المناسل الأنسجة الهضمية في اتجاه قمة المصراع في الصدفة ومفصلة الصدفة وعندما تكون ناضجة جداً سوف تمتد حول العضلة المقربة. أما المناسل يمكن أن تقطع مراراً وتكراراً بواسطة ملقاط وتغسل الأمشاج المقطعة بالماء المرشح في كأس أو جردل مملوء جزئياً، أو بماصة باستور نظيفة يمكن أن تدخل تحت الغشاء الطلائي المغطى للمثل وتنزع الأمشاج بواسطة ممارسة الإمتصاص الخفيف. تنقل بعد ذلك محتويات الماصة إلى كأس أو أو جردل به ماء بحر في درجة حرارة التربية. في كلا الحالتين، تزال أولا عينة صغيرة من كل أعداد المحار المفتوح. وتفحص هذه العينات بالميكروسكوب تحت تكبير ٤٠ X إلى ١٠٠ X لتحديد الجنس وشكل الأمشاج. يجب أن يكون الحيوان المنوي متحركا والبيض يتميز عادة بشكل الكمثري عند إزالته

في الأول، و يصبح مستديرا بتعرضه لماء البحر في خلال ٢٠ دقيقة. يجب إعادة وضع صمامات الصدفة العليا على المحار لانتظار الاستخراج وذلك لمنع الجفاف.

بافتراض أن الأمشاج ناضجة بالكامل، تستمر عملية إزالة الأمشاج من المحار المفتوح – الذي يعرف جنسه الآن – مبتدئين أولا بالإناث. ويعتبر محار ***Crassostrea*** خصبا جداً. ٧٠ إلى ٩٠ أنثى يمكن أن تحمل كل واحدة منهن من ٨٠ إلى ١٢٠ مليون بيضة، وليس من الضروري أن يستخرج جميعها.

الشكل ٣٩: الحصول على الأمشاج ونقلها من المحار الباسيفيكي إلى كأس به ماء بحر مرشح باستخدام ماصة باستير.

من الضروري مراعاة الانتباه لمنع حدوث ثقب في الغدة الهضمية أثناء الاستخراج. وهذا لتفادي تلوث الأمشاج بالنسيج والبكتريا والكائنات الدقيقة الحية الأخرى من الأصل المعوي. أما بيض الأفراد المؤقتة فيمكن جمعه في كؤوس زجاجية نظيفة سعتها ٢ إلى ٥ لتر أو يمكن تجميعه مع بعض في جرادل بلاستيك بحجم يتراوح بين ١٠ و ٢٠ لتر مملوءة بنسبة ٧٥٪ بماء البحر المرشح والمطهر والخفيف جداً في درجة الحرارة المطلوبة (عادة ٢٤ ± ٢م°).

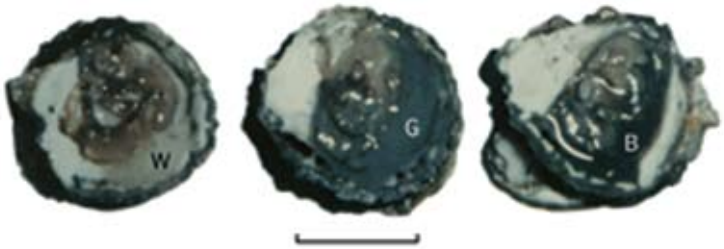
بعد استكمال البيض المستخرج، يتعامل مع الذكور بنفس الطريقة . والاستثناء هو أنه من الشائع تجميع العينات الصغيرة من الحيوانات المنوية من كل من الذكور في كأس زجاجي بسعة واحد لتر، جزء منه مملوء بماء بحر مرشح ومطهر خفيف جداً في نفس درجة الحرارة، ويتم التأكد أن الكثافة النهائية للحيوانات المنوية ليست كبيرة جداً. وكدليل على ذلك، فإن الفرد يجب فقط أن يكون قادرا على رؤية الأجسام القريبة من خلال الكأس ومحتوياته. و عند ذلك، تعتبر الأمشاج جاهزة للإخصاب.

٤-٢-٣ الحالة الخاصة بالمحار المفلطح

قبل التعرض لوضع البيض في الأصداف، الاسكالوب وبلح البحر فمن الضروري أن تلاحظ الحالة الخاصة التي تتعلق بالمحار من أجناس ***Ostrea*** ، ***Tiostrea*** . هذه، على خلاف المحار الآخر الشائع تربيته، ليست بحاجة إلى تحفيز لوضع البيض. فإنها تبيض من تلقاء نفسها أثناء عملية التجهيز وتحضن اليرقات ضمن تجاويف برنسها لفترات مختلفة من الوقت معتمدة على النوع ودرجة الحرارة. هذه المجموعة من المحار، متضمنة المحار المفلطح الأوروبي (***Ostrea edulis***، ***Belon***) (الشكل ٤٠)، المحار النيوزلندي (الخادع أو الطيني)، ***Tiostrea lutaria*** ، والمحار المستوى الشيلي الوثيق الصلة، ***Tiostrea chilensis***، والذي يعرف باسم الولوده. النوعين الآخرين يطلق يرقاته في الماء المحيط بعد فترة حوالي ٢٠ يوم تحضين عندما تكون اليرقات ما بين ٤٥٠ و ٤٩٠ ميكروميتر طول الصدفة وجاهزة تقريباً للإلتصاق.على النقيض

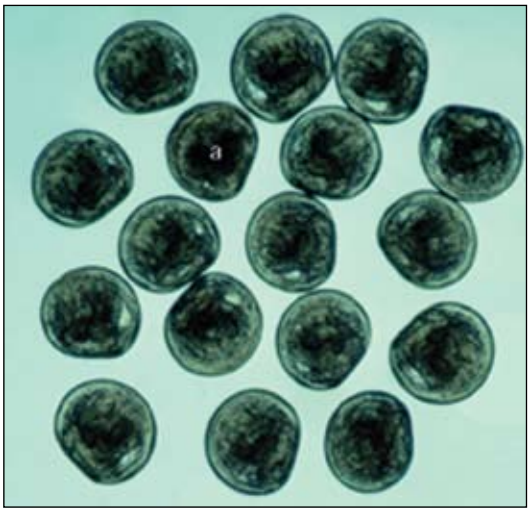
من ذلك يطلق المحار الأوروبي المفلطح يرقاته، بعد فترة تحضين من ٦ إلى ٨ أيام عند درجات الحرارة العادية للتجهيز، عندما يكون طول الصدفة من ١٧٠ إلى ١٩٠ ميكروميتر ويتطلب ١٠ إلى ١٢ يوم زيادة على التربية قبل أن يصل إلى النضج ويجهزوا للإلتصاق. بيض المحار النيوزلندي والشيلي لهما قطر ٣٥٠ ميكروميتر بالمقارنة بـ ١٥٠ ميكروميتر في المحار الأوروبي المفلطح.

الشكل ٤٠: تشريح المحار المفلطح النامي ; *Ostrea edulis* – عضلة مقربة ; **g**– نسيج المنسل المغطى للغدة الهضمية ; **gl** – الخياشيم ; **h** – مفصلة ; **ic** – غرفة الاستنشاق في تجويف البرنس. عند وضع البيض، يمر البيض من خلال الخياشيم إلى غرفة الاستنشاق تجويف البرنس حيث يتطور إلى اليرقات الكاملة الصدفة بعد فترة أسبوع أو أكثر، معتمدة على النوع. ويطلق الوالدان اليرقات عندما يكونوا قادرين على إبتلاع وهضم الطحالب. (تشريح المحار من جنس *Tiostrea* و *Ostrea* متماثل جوهرياً).



الشكل ٤١: المراحل المريضة في المحار الأوروبي المفلطح،**W** . *Ostrea edulis* – «البيضاء المريضة» مرحلة بعد فترة قليلة من مرور البيض إلى الغرفة المستنشقة لتجويف البرنس ; **G** – «المريضة الرمادية» مرحلة ما بعد مرحلة التروكوفور عندما تكون صمامات الصدفة متطورة بشكل جيد ولكن الأعضاء اليرقية ليست متطورة بعد بالكامل (٣ إلى ٥ أيام بعد وضع البيض) ; **B** – «مريضة سوداء» مرحلة عندها اليرقات متطورة تقريباً بالكامل وجاهزة لكي تطلق. «المريضة» الرمادية والبيضاء والسوداء هي مسميات تقليدية مطبقة في تحضين المحار في أوروبا.

الأنواع أعلاه ليست بالأنواع التي تضع البيض بطريقة جماعية. هي بالأحرى، يرقات منتجة من أصول بالغين على فترة ممتدة. إنه من النادر جداً رؤية الذكور البالغين اللذين يطلقون الحيوانات المنوية إلى الماء المحيط ويفترض أنهم يقومون بهذه العملية بشكل دوري وبكمية صغيرة. محار المرحلة الأنثوي (هذه الأنواع تعرض الجنس البديل) تسحب الحيوانات المنوية في تيارها المستنشق، بنفس طريقة سحب جزئيات الغذاء، وفي رد الفعل، تطلق بويضاتها إلى حجرة الزفير في تجويف البرنس – كما يفعل للأنواع البيوضة. على أي حال، فإن البيض لا يطرد إلى الماء المحيط. بل يمر من خلال شعيرات الخيشوم إلى غرفة الاستنشاق بتجويف البرنس حيث إنه يخصب ويتطور على فترة ممتدة (الشكل ٤١)، لكي يكون متحركا بالكامل، وفي وقت الانطلاق تكون اليرقات مبرقعة كاملة الصدفة (الشكل ٤٢).



الشكل ٤٢: شكل اليرقات المبرقعة لـ ١٧٥) ***Ostrea edulis*** ميكروميتر طول الصدفة) عند انطلاقها من الحيوان البالغ. كل اليرقات مشكلة طبيعياً ما عدا بالنسبة لـ a – التي تمثل طول غير كامل لصمام صدفة واحد.

خبراء تقنيات المفرخ في تربية هذه الأنواع، يمكنهم عادة التعرف على رمي البيض ومرحلة تحضين إناث المحار في أغلب الأحيان من الكميات الصغيرة من البيض التي تتسرب من البرنس و تستقر على صمام الصدفة الأعلى، المجاور سواء لفتحات البرنس الشهيقية أو الزفيرية. المحار المريضي أيضا يميل أن يكون خاملا أيضاً، يحتفظ فقط بأقل فراغ في الصدفة لفترات طويلة.

عندما تتحرر يرقات المحار الولوده إلى الماء فإنها إما تسبح إلى السطح لتشكل «طوافات» مرئية في حالة ***O. edulis*** أو تبدأ بالبحث عن سطح مباشرة لتلتصق عليه وتمر بالتحورات في حالة ***Tisolrea*** sp. – وفي الحالة الأخيرة، فإن هناك حاجة إلى أسطح التصاق مناسبة تضاف مقدما إلى أحواض الأصول قبل انطلاق اليرقات. السطوح يمكن أن تكون إما صدفة أو مسطحات من مادة البلاستيك أو شبكة بلاستيك (انظر بعد ذلك القسم المتعامل مع الالتصاق).

عندما تصل الفترة المتوقعة للإنطلاق في حالة ***O.edulis***، يجب فحص الأحواض كل ٢ أو ٣ ساعات لمراقبة إشارات الانطلاق اليرقي. يمكن قشط اليرقات السابحة من سطح ماء أحواض لتجهيز الأصول بواسطة كأس أو بشبكة صغيرة منخل ذات فتحة ٩٠ ميكروميتر وتنقل إلى جردل الماء. بدلاً من ذلك، يمكن أن يسمح لها بالتدفق وتفرغ في حوض من خلال منخل أكبر بنفس فتحة الشبكة، التي تغطس جزئياً في صينية الماء (الشكل ٤٣). و من الأفضل دائماً أن تجمع اليرقات مباشرة بعد الإنطلاق لتفادي أن تصبح اليرقات ملوثة بالمواد البرازية الناتجة من البالغين في الماء، أو تكون مرشحة من الماء بنشاطات ترشيح البالغين.
بمجرد تجميع الزريعة يتم عدها (انظر لاحقا) وتوزع بين أحواض التربية بالكثافة الملائمة. محار المرحلة

الشكل ٤٣: تجهيز أصول ***Ostrea edulis*** التجريبي. لاحظ اللون الأخضر للمناخل للصواني الغاطسة لمسك والاحتفاظ باليرقات.

الأنثوية المفلطح الاوروبي من ٧٠ إلى ٩٠ جم (حجم المحار في الشكل ٤١) سوف يطلق زريعة ما بين واحد إلى ٢,٥ مليون يرقة. على النقيض من ذلك، مرحلة أنثى محار ***Tiostrea***، الذي تنتج بيضا اكبر إلى

حد كبير، فإنها يطلق زريعة من ٢٠ ٠٠٠ إلى ٥٠ ٠٠٠ يرقة.

يمكن أن تزال اليرقات من البالغين المميزين على أنهم محتضنين إما من أحواض التجهيز أو في المخزون المعاد من النمو – أو من التجمعات الطبيعية – أثناء موسم التزاوج الطبيعي. إن الخطوات في هذا الإجراء موضحة في الشكل ٤٤. وهو يستعمل أحياناً كطريقة للحصول على اليرقات قبل تطور أمعاءها الوظيفي في المراحل التالية للتحضين. هذا يمكن أن يكون له علاقة بفصل الصيف عندما تكون البكتريا المسببة للمرض سائدة فعلا. هناك دليل لاقتراح أن تلك اليرقات المريضة تبدأ بالتغذية وهي مازالت في تجويف البرنس الأبوي، وبذلك تتعرض إلى الأحمال العالية من البكتريا والكائنات الحية المجهرية الأخرى المجمعة كلا بالمخزون والأصل المجاور.

اليرقات سواء المنطلقة طبيعياً من الأصول أو التي تمت إزالتها قبل الإنطلاق، فهي تنمو على نمط الطريقة القياسية التي سوف تشرح لاحقاً في أقسام تربية اليرقات لهذا الكتيب. أفضل النتائج حصل عليها من الزريعة التي تطورت حتى الصدفة الكاملة، المتحركة، مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية. إذا ما أزيلت من مرحلة تطوريها مبكرة، فإن الغذاء يحجب حتى يتطور الجهاز الوظيفي الهضمي بالكامل لليرقات – ويمكن رؤيته من خلال مصراع الصدفة الشفافة على هيئة تركيبة غامقة بشكل إس (S)، التي يمكن أن يلاحظ في الشكل ٤٢. هذه العملية قد تستغرق ٢ أو ٣ أيام من وقت الإزالة. قبل هذه المرحلة، تكون أنسجة الجسم الناعمة بشكل كثيف، محببة، رمادية اللون واليرقات فقط تتحرك ببطء (انظر الشكل ٤١ – اليرقات «الرمادية المريضة»).

٤–٢–٤ الحث الجنسي للمحار واضع البيض

الشكل ٤٤: **أ**– استخلاص يرقات Ostrea edulis من البالغ المحتضن. **بـ** – في القمة (مسطح) مصراع الصدفة تم إزالته، ثم تغسل اليرقات المحتضنة خلال منخل ٩٠ ميكروميتر متوازن فوق جردل به ماء بحر مرشح **(د)**. **حـ**– اغلب اليرقات تسبح بسرعة إلى سطح الماء حيث تجمع (طائفين) مع بعض. و بعد ذلك يتم عدها وتحديد حجمها. والصور الفوتوغرافية تم أخذها في مفرخ مزرعة Harwen للمحار في نوفا إسكوتشيا (Courtesy John and Krista Harding).

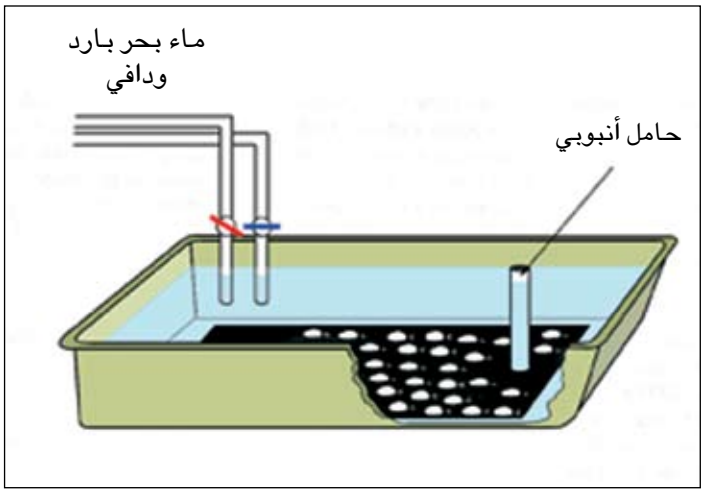
أنواع تجارية أخرى تربى في المفرخات وتعرف بالمحار البيوض بالمقارنة بالولوده الذي نوقش من قبل. والأنواع البيوضة ترمي بيضها و/ أو حيواناتها المنوية في المياه المحيطة حيث يتم الإخصاب.
يمكن أن تقدم محفزات مختلفة للحث على وضع البيض; لأكثر نجاحاً هي تلك المحفزات الطبيعيةً والأقل إجهاداً. إن الوصف الذي يلي هو لتقنية معروفة بالدورة الحرارية، الطريقة، التي تستخدم على نطاق واسع

للنوع البيوض. وكقاعدة عامة على أساس الخبرة إذا لم تستجيب الأصول إلى المحفز الحراري خلال فترة زمنية معقولة، فإن الأمشاج التي تحملها هي في الغالب غير ناضجة بالكامل.

واستعمال السيروتونين والكمياويات الأخرى للحث على بدء وضع البيض نادراً ما تكون مفيدة. البيض الذي يخرج باستخدام مثل هذه الطرق يكون في أغلب الأحيان أقل فاعلية من ذلك الذي ينتج استجابة للدورة الحرارية.

٤-٢-٤-١ طريقة الدورة الحرارية

ينظف المحار الناضج المأخوذ من أحواض تجهيز الأصول خارجياً لإزالة أي بقايا لاصقة والكائنات الحشفية من أصدافهم ثم تشطف كلياً بماء بحر مرشح. بعد التنظيف يتم وضعهم في وعاء أو حوض وضع البيض. وشكل الحوض المفضل يكون عبارة عن ضحل، صينية فيبرجلاس بأبعاد تقريبية ١٥٠ × ٥٠ × ١٥ سم عمق – ١٠سم عمق الماء (الشكل ٤٥). ومن الضروري أن يكون في حجم يمكن أن يراعى من طرف اثنان أو أكثر من المشاركين في العمل ذوي الخبرة في تعيين بداية وضع البيض من البالغين (نقطة هامة في وضع بيض الأنواع وحيدة الجنس – ترى لاحقا).
يجهز وعاء وضع البيض بأغلب الأحيان لعامل أنبوبي للصرف وتجهيزات لترشيح ماء البحر، أحدهم



الشكل ٤٥: شكل تخطيطي لترتيب صينية شائعة الاستعمال لبيض المحار البيوض.
(عن Utting و ١٩٩١ ,Spencer)

ساخن أو بارد من ١٢ إلى ١٥م° والآخر من ٢٥ إلى ٢٨ م° (ومثال على ذلك نوع ***Crassostrea*** وأصداف المانيلا). تقدم درجات الحرارة الاقل انخفاضاً إلى أنواع المياه الباردة. إنه من الاهمية التفاضل بين درجة الحرارة الأوطى والأعلى، التي تكون عادة حوالي ١٠م°.

تصبغ قاعدة الوعاء بلون أسود غير لامع أو تغطى بصفحة بلاستيكية سوداء لكي تزود بخلفية مظلمة في مواجهة إنطلاق الأمشاج حتى يمكن أن ترى بسهولة (الشكل ٤٥).

يملأ جزء من الوعاء بالماء الأبرد إلى عمق حوالي ١٠سم وتضاف كمية صغيرة من الطحالب المستنبتة لتحفيز البالغين لفتح وبداية نشاط الضخ. يصرف الماء بعد ٣٠ إلى ٤٠ دقيقة. ويستبدل بماء على درجة حرارة اعلى ومرة أخرى مع إضافة صغيرة من الطحالب. يصرف هذا الماء بعد فترة وقت مماثلة ويستبدل بماء من المبردة وتكرر العملية.

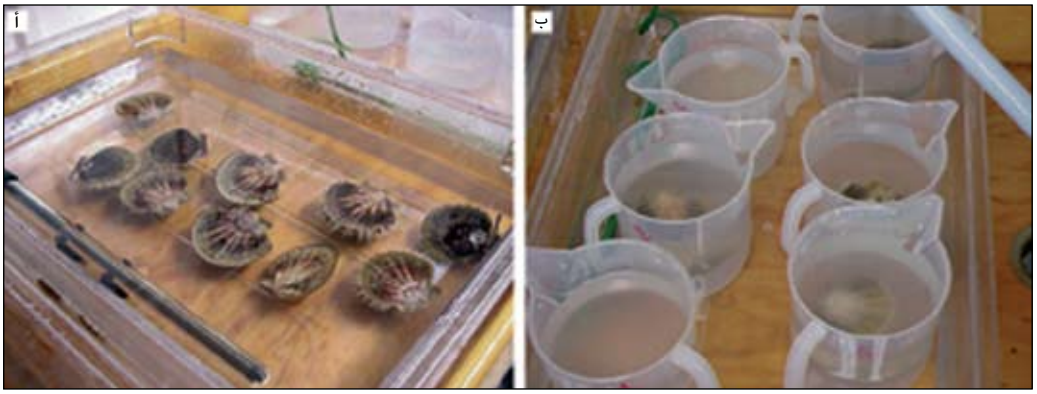
إن عدد دورات الماء البارد/الدافئ المطلوبة للحث على وضع البيض تعتمد على حالة النضج للأمشاج واستعداد البالغين لوضع البيض. في فصل الصيف، قد يبيض البالغون بعد ساعة من الحث، ولكن في وقت مبكر من الموسم قد تستغرق العملية ٣ أو ٤ ساعات من الدورة قبل أن يبدأ الحيوان في وضع البيض. عموماً، إذا لم يستجيب البالغون في خلال فترة ٢ إلى ٣ ساعات يتم إعادتهم إلى حوض تجهيز الاصول لأسبوع آخر. يمكن للبالغين البدء في وضع البيض إما أثناء الجزء البارد أو الجزء الدافئ للدورة، وفي

الغالب أثناء الجزء الدافئ. على الرغم من أنه عموماً في حالة الذكور فإنها تبيض أولاً، وهذا لا يمكن أن يكون مضمونا.

يمكن أن تزود بمحفزات إضافية على شكل استخلاص البيض، أو حيوانات منوية من ذكر مفتوح. في الأصداف توجد المناسل عند قاعدة القدم. في الاسكالوب فهو عضو منفصل ويمكن رؤيته عندما تكون أنسجة البرنس والخيشوم مرفوعة. إذا ثقبت المناسل بعناية بواسطة ماصة باستور يتم الامتصاص، يمكن أن تسحب كميات من الأمشاج و أن تخلط بأحجام صغيرة بماء البحر المرشح قبل إضافتها إلى ماء البحر في الصينية. في الأصداف مع السيفونات المنفصلة، فإن الأمشاج المخففة توجه نحو سيفون الاستنشاق للأصداف النشطة مع الماصة باستور لكي يسحبوا إلى تجويف البرنس بواسطة فعل الضخ للبالغين. إن سيفون الاستنشاق هو السيفون الأبعد عن المفصلة وله فتحة القطر الأكبر. وعندما يحدث وضع البيض في الأصداف، تطرد الأمشاج من خلال سيفون الزفير كما هو موضح في الشكل ٣٨. إن الصدمة الحرارية أثناء دورة الماء الدافئ الثانية تنتزع بشكل دائم رد فعل وضع البيض في الأصداف الناضجة والأخرى الناضجة تماما، من المحار البيوضي في خلال ساعة أو ساعتين .

٤-٢-٤-٢ وضع البيض في المحار المنفصل الجنس

في الانواع المنفصلة الجنس (بالإشارة إلى الجدول ٩)، التي فيها يبيض البالغون الأوائل بشكل ثابت كذكور تقريباً، ومن الممارسة الجيدة إزالتهم من الوعاء وتركهم خارج الماء حتى يمكن جمع كمية كافية من بيض الإناث. إن السبب في ذلك هو أن الحيوانات المنوية تشيخ بسرعة أكثر من البيض وإذا تعدى أكثر من ساعة واحدة في وقت عمل الإخصاب، فإن نسبة الإخصاب قد تنخفض.
بمجرد أن تبدأ كل أنثى في وضع البيض فإنه من الضروري إزالتها من وعاء وضع البيض ونقلها إلى



الشكل ٤٦: **أ**– يعرض البالغون من ***Pecten ziczac*** للدورة الحارة في صينية وضع البيض. لاحظ سخان الأكواريوم المستخدم للحفاظ على ارتفاع الحرارة. صينية مماثلة من الماء مبردة بعبوات الثلج لتزويد الصدمة البادرة. **بـ** –. وضع بيض أفراد الاسكالوب في ٣ لتر كؤوس بلاستيكية غطست في حمام ماء ذا درجة حرارة ثابتة. بينما هذا النوع ليس منفصل الجنس، الإيضاح المقدم للإجراءات المستخدمة في وضع بيض أي نوع.

طبق فردي لوضع البيض أو كأس مملوء جزئياً بماء بحر مرشح عند درجة حرارة ٢٤–٢٦م^{o} (الشكل ٤٦). الأطباق/الكؤوس محتوية في حمام مائي ساخن للحفاظ على درجة الحرارة. نفس الإجراء يقام به عند وضع بيض الذكور، الذي يمكن أن يميز في حد ذاته بالتيار المستمر للسائل الحليبي المندفع من السيفون الزفيري مقارنة بالمظهر الحبيبي أو مجموعات من البيض التي تتم بواسطة الأنثى. يمكن للأنثى بدء رمي البيض ٣٠ إلى ٦٠ دقيقة على الأكثر بعد ان يبدأ أول ذكر في اخراج الحيوانات المنوية.

وقت إتمام رمي البيض للفرد متغير ولكن إنطلاق الأمشاج يدوم نادراً أكثر من ٤٠ إلى ٦٠ دقيقة، في أغلب الأحيان عند الإناث تستغرق هذه العملية أقصر فترة. و على أية حال، يكون ضروريا إزالة الأنثى واضعة البيض من وعاءها ووضعها في وعاء جديد عندما تطلق أعداد كبيرة من البيض. تواجد تركيزات مكثفة

من البيض في الماء يمنع نشاط الضخ ولذلك يطرد البيض الآخر. بالإضافة، إلى أن الأنثى قد تبدأ ترشيح البيض خارج المعلق.

قد ينطلق البيض عبارة عن مجموعات قد تستقر في النهاية في قاعدة الطبق أو الكأس. هذه المجموعات تنفصل عندما يكتمل وضع البيض بواسطة صب محتويات الطبق بعناية عبر منخل بشبكة نايلون ٩٠ ميكروميتر (البيض لن يحتفظ به بهذا الحجم من الشبكة)، يحتفظ بالبيض المنفصل على منخل بشبكة ٢٠ إلى ٤٠ ميكروميتر. ثم يغسل البيض بلطف في حاوية زجاجية أو بلاستيكية نظيفة بها ماء بحر مرشح عند درجة الحرارة المطلوبة. كتل البيض في أغلب الأحيان لا تخصب جيداً. أفضل نجاح مكتسب في أغلب الأحيان عندما تطلق الإناث تيارات البيض المنفصل بشكل جيد حيث يبقى في حالة معلقة لمدة طويلة من أن يعمل تجمعات.

عند بداية وضع البيض فإن شكل البيض يكون كالكمثرى ولكن يميهو بسرعة ويتحول الى شكل كروي عند الاتصال بماء البحر. يجمع البيض من أمهات مختلفات منفصلات لإعطاء الفرصة لتقييم النوعية مستخدمين الميكروسكوب عند حوالي ١٠٠ x قوة تكبير. دفعات البيض التي لا تستدير بعد حوالي ١٥ إلى ٢٠ دقيقة في ماء البحر يجب أن تلقى. التطور التناسلي في إناث المحار البيوض ليس متزامنا جداً حيث إن البيض الذي يلقى من قبل إناث مختلفات يكون في مراحل نضج مختلفة قليلاً. وعندما يكتمل فصل وفحص البيض، دفعات البيض التي تبدو جيدة يمكن أن توضع في حاوية أكبر حجماً.

الحيوانات المنوية من الذكور المختلفة التي تجمع بنفس الطريقة. وهي ممارسة جيدة لاستعمال البيض على الأقل من ٦ إناث و من حيوانات منوية من عدد مماثل من الذكور لتزويد اليرقات بدفعة إنتاج. هذا يضمن تغييرا وراثيا مقنعا بين النسل، المدى الذي منه سيعتمد على درجة إختلاف الصفات للزيجوت في الآباء. الأحجام الصغيرة لمعلق الحيوانات المنوية المجموعة مختلفة بالبيض أثناء تقليب هادئ لمحتويات الوعاء بنسبة ١ إلى ٢ مليليتر لكل لتر من البيض المعلق.

٤-٢-٤-٣ وضع البيض في المحار الخنثوي

إجراء وضع بيض النوع الخنثوي، يتضمن العديد من أنواع الاسكالوب، الذي تنضج فيه الأفراد البالغة كلاً من البيض والحيوانات المنوية بشكل متزامن، و يكون أكثر تعقيداً. الهدف هنا هو إقلال فرص إمكانية تخصيب البيض بالحيوانات المنوية من نفس الفرد (إخصاب ذاتي). و نادراً ما يضع الحيوان البالغ كلا من البيض والحيوانات المنوية في نفس الوقت. ومن المرجح، أن تنطلق الحيوانات المنوية أولا ثم يتبعها البيض. وفي أغلب الأحيان يرجع الأفراد في إطلاق الحيوانات المنوية بمجرد وضع البيض.

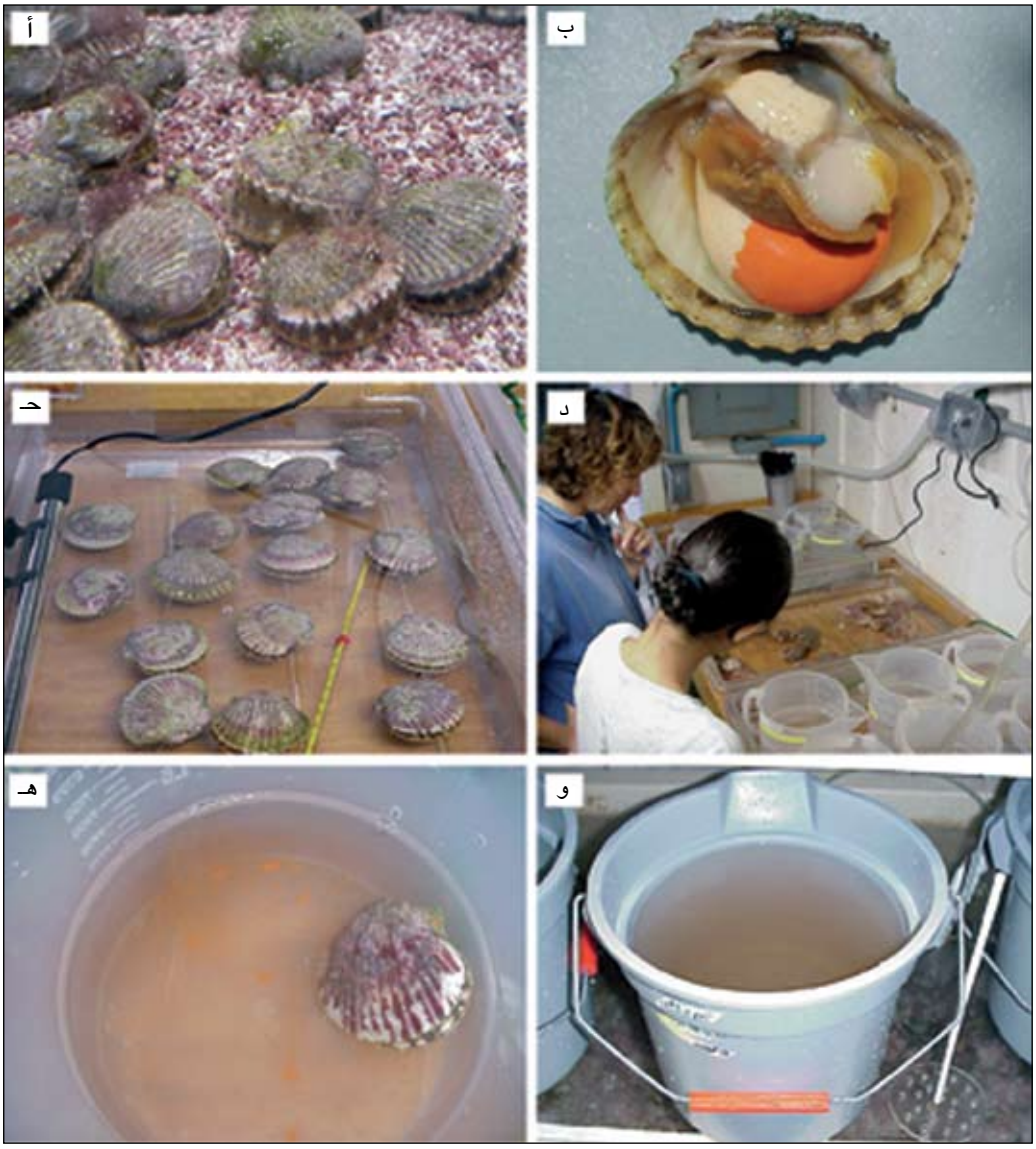
هناك نظريتان لتعظيم فرص الإخصاب التهجيني. أعداد كبيرة من البالغين يمكن أن تبيض في أحواض عميقة ذات حجم كبير. هذه تكون ملائمة للمياه الجارية لذلك فإن مساهمة الحيوانات المنوية من فرد معين تكون نسبة صغيرة من المجموع والكمية الكلية للحيوانات المنوية تكون بشكل مستمر مخففة بجريان الماء. عندما ينتقل الأفراد إلى الإنتاج الأنثوي، فإن البيض الكثيف يحتفظ به في الحوض. الفرصة تفرض أن البيض لهذه الأفراد سيكون على الأرجح مخصباً بالحيوانات المنوية للافراد الآخرين أكثر من الحيوانات المنوية الخاصة بهم. هذه الطريقة – قابلة للتطبيق أيضاً لوضع البيض على نطاق واسع للأنواع الوحيدة الجنس، حيث إن الإخصاب الذاتي ليس قضية – مستعملة في وسائل الإنتاج الشامل لـ ***Argopecten purpuratus*** في شيلي وتستعمل أيضاً في تربية المحار في المزارع الآسيوية.

من جهة أخرى يمكن معاينة الإخصاب عن قرب، وذلك بنقل كل حيوان بالغ إلى وعاء صغير به ماء بحر مرشح على درجة الحرارة المطلوبة بمجرد أن يبدأ في وضع البيض (الشكل ٤٧). والوعاء مرقم بالوقت ورقم الإشارة الذي سيتبع تقدم ذلك الحيوان البالغ المعين في كافة أنحاء نشاطاته في وضع البيض. بمجرد وضع الحيوان البالغ البيض ويغطى الماء بأمشاجه، يمكن نقلها إلى وعاء نظيف جديد بعد شطفها كلياً بماء مرشح. هذا الوعاء يرقم بوقت النقل ونفس رقم الإشارة الخاصة بالحيوان البالغ. تظل الملاحظة

الحذرة على كل كأس محتوى حيوان بالغ يطلق الحيوانات المنوية لكي يكتشف بداية إنطلاق البيض، والتي عادة تحدث تغييرا مفاجئا. وبمجرد تحويل كل بالغ إلى منتج بيض، فإنه يزال مباشرة وينقل إلى وعاء آخر بعد غسله، يحمل معها نفس رقم الإشارة للحيوان البالغ المعين ووقت التحويل. وبمجرد أن يتم وضع كمية كافية من البيض، تزال الأفراد البالغة من الكؤوس قبل تحولهم إلى منتجين للحيوانات المنوية. وبذلك، فإنه تم جمع البيض والحيوانات بطريقة منفصلة من كل بالغ، ومميزة بالنسبة إلى الأصل حسب أرقام الإشارة للحيوان البالغ المعين ووقت الإنتاج.

و البالغون ذوي الأمشاج الناضجة اللذين تم الحصول عليهم مباشرة من البحر يمكن حثهم على وضع البيض في المفرخ بنفس الطريقة.

٤-٢-٥ إجراءات الإخصاب



الشكل ٤٧: هذه سلسلة من الصور الفوتوغرافية توضح وضع البيض في الـ Calico scolop الخنثوي، Argopecten gibbus ، في محطة برمودا البيولوجية للأبحاث،(Inc.(BBSR.

أ – تجهيز الأصول في المفرخ عند ٢٠–٢٢م° لمدة ٤ أسابيع خلال آخر فصل الشتاء وبداية فصل الربيع. يحتفظ بتدفق ثابت لماء البحر خلال الحوض ويضاف الغذاء يومياً.

ب – الشكل الظاهري للأسكالوب الناضج جداً ; يحتل المبيض الملون البرتقالي والخصية البيضاء الأجزاء الأقصى والأدنى للمناسل على التوالي. إن العضلة المقربة مركزية والنسيج ذو اللون البني يتضمن الخياشيم; البرنس، والتي تم رفعها لتعريض المناسل.

حـ – بحدود ٢٠ اسكالوب تم وضع بيضهم في وقت وضعهم في الصواني البلاستيكية الشفافة ذات عمق ماء ٧٥ × ٤٥ × ٥سم. الصواني تحتوي على ماء بحر مرشح ١ ميكروميتر للتغطية الكاملة للأسكالوب. واحد مبرد إلى ١٢م° بعبوات الثلج والأخرون تم تسخينهم من ٢٥ إلى ٢٧م° بسخان أكواريوم ١٥٠ وات. والاسكالوب يتم دورانه بين درجتي الحرارة كما تم التوضيح في النص.

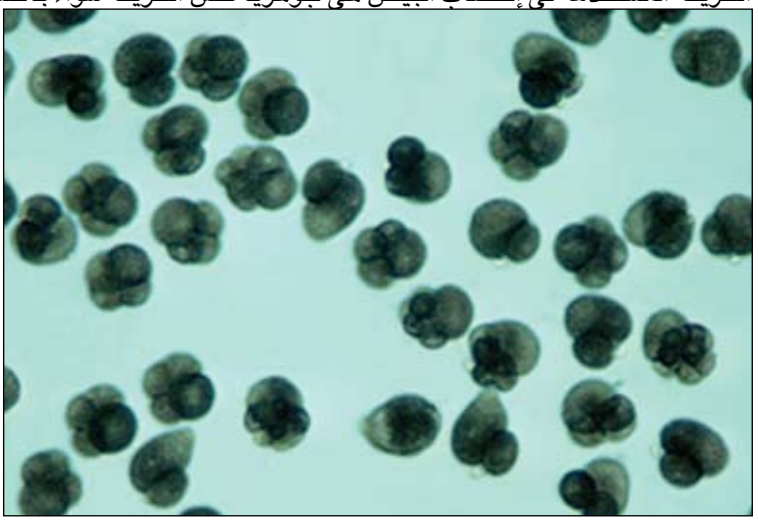
د – يحافظ الموظفون على الملاحظة الحذرة للتعرف على الاسكالوب بمجرد بدايتهم لوضع البيض في صينية الماء الدافئ. تشطف الأمهات بماء بحر مرشح وتنقل بشكل منفرد إلى البلاستيك المرقم. في صواني أخرى بها كؤوس تحتوي على ٠,٥ إلى ١ لتر ماء بحر تعمل كأنها حمام مائي عند درجة حرارة وضع البيض.

هـ – بعد انطلاق الحيوانات المنوية، يتحول الاسكالوب فجأة إلى وضع بيض ملون برتقالي. إنه من المهم بمجرد حدوث التحول إزالة الاسكالوب، لتشطف ويعاد وضعها بعد ذلك في كؤوس نظيفة تحتوي على ماء بحر مرشح حتى يستمر إنطلاق البيض. إذا كان إنتاج البيض سريعا ومنتجا، فإن حيوانات منوية من أفراد الاسكالوب الأخرى يمكن أن تضاف في ذلك الوقت.

و – البيض ذا النوعية الجيدة، محدد من خلال الفحص الميكرسكوبي، يجمع في جرادل ١٠ لترات. يلاحظ استخدام الغطاس البلاستيكي المثقب للتقليب الهادئ لمحتويات الجردل وذلك لحفظ البيض المخصب المعلق. ويمكن أن يحتوي الجردل على ما بين ٥ و ١٠ مليون بيضة – مقدرة «بالعين».

قبل الإخصاب، يجب ترشيح البيض المعلق بلطف من خلال منخل بحجم شبكة مناسبة (فتحة ٩٠ ميكروميتر أو أكبر) محمولة لكي تكون الشبكة تحت مستوى الماء في جردل أو وعاء ذو حجم كبير. هذه الخطوة هي لإزالة الملوثات البرازية من البالغين قبل إضافة الحيوانات المنوية لتخفيض خطر الإنتشار اللاحق للبكتريا والكائنات الحية المجهرية الأخرى أثناء المرحلة القادمة في عملية التربية.

الطريقة المستخدمة في إخصاب البيض هي جوهريا نفس الطريقة سواء بالنسبة للأنواع وحيدة الجنس أو



الشكل ٤٨: إنقسام بيض ***Crassostrea gigas*** حوالي ٥٠ دقيقة بعد الإخصاب. أغلب هؤلاء البويضات تتطور عاديا وتكون في مرحلة ٢ او ٤ خلايا.

المخنثة. إن الاستثناء الوحيد في المحار الخنثوي هو أن يضمن بأن البيض مخصب بالحيوانات المنوية من البالغين ما عدا الواحد الذي زود الدفعة المعينة للبيض. لهذا السبب، دفعات البيض من البالغين المختلفين يبقون منفصلين ويخصبون بحيوانات منوية تم قذفها حديثاً من ٣ أو ٤ ذكور بنسبة ٢ مليمترات من

الحيوانات المنوية لكل لتر من البيض المعلق. يتبع إضافة الحيوانات المنوية، أن يسمح لهم بالاستقرار من ٦٠ إلى ٩٠ دقيقة قبل التجميع. إذا لزم الأمر – مع البيض المخصب من بالغين آخرين.

ضمن هذه الفترة من الوقت، في درجة الحرارة الملائمة للنوع، يبدأ البيض المخصب بالتقسيم، أولاً

الشكل ٤٩: المراحل في التطوير المبكر للبيض أ– إزدحام دوران الحيوانات المنوية حول بيض مدور ; ب– نتوء الجسم الأول القطبي بعد الإخصاب ; حـ– مرحلة خليتين توضح الجسم القطبي الثاني; د– مرحلة الأربع خلايا ; هـ– مرحلة الثماني خلايا. يتراوح بيض أغلب المحار البيوض في الحجم من حوالي ٦٠ إلى ٨٠ ميكروميتر تبعا للنوع. الوقت المستغرق من عملية الإخصاب إلى المراحل التطويرية المختلفة هو تابع لدرجة الحرارة والنوع.

وبالتقريب على حد سواء إلى خليتين وبعد ذلك بشكل غير متساوي إلى أربع خلايا حيث خلية كبيرة واحدة ستلاحظ محددة بـ ٣ خلايا أصغر كثيرا. إن الإشارة الأولية للإخصاب الناجح، على أي حال، قبل أن يبدأ إنقسام الخلية، هو النتوء من البيض هو تركيب شفاف صغير شبه قبة ، الذي هو الجسم القطبي الأول (الشكل ٤٨ و ٤٩). تقييم النسبة المئوية لتطوير البيض العادي يمكن عمله باستخدام مجهر كهربائي منخفض نسبيا (قوة تكبير × ٢٠–٤٠). يقدر الإخصاب بشكل ثابت تقريباً و يتجاوز ٩٠٪ افتراضا أن البيض ناضج بالكامل.

وإنه من المرغوب تخمين أعداد البيض قبل أو ضمن ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة من الإخصاب بما أن التطوير سيكون ضعيفا إذا كانت كثافة الجنين لكل وحدة حجم ما بعد المراحل المبكره للإنقسام تتجاوز بعض الحدود المحددة. هذه الكثافة محددة لاحقاً والطريقة لتحديد كلاً من أعداد البيض واليرقات موصوفة في الجزء ٥–١–٢–٣.

٤-٣ المراجع المقترح قراءتها

Bourne, N., Hodgson, C.A. و Whyte, J.N.C. 1989. A Manual for Scallop Culture in British Columbia. Canadian Tech. Rep. Fish and Aquatic Sciences, No. 1694: 215 pp.

Breese, W.P. و Malouf, R.E. 1975. Hatchery manual for the Pacific oyster. Sea Grant Program Publ., No. ORESU-H-75-002. Oregon State Univ., Corvallis, Oregon, USA: 22 pp.

Castagna, A. و Kraeuter, J.N. 1981. Manual for growing the hard clam, Mercenaria. Spec. Rep. Virginia Institute of Marine Sci., Gloucester Point, Virginia, USA

Chew, K.K., Beattie, J.H. و Donaldson, J.D. 1987. Bivalve mollusc hatchery techniques, maturation and triggering of spawning, p 229-248. In: Working Group on Technology, Growth and Employment (eds.) Shellfish Culture Development and Management. International Seminar, La Rochelle, France, March 4-9, 1985, IFREMER, Centre de Brest, France

Couturier, C., Dabinett, P. و Lanteigne, M. 1995. Scallop culture in Atlantic Canada. p. 297-340. In: A.D. Boghen (ed.) Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton, Canada: 672 pp.

Dao, J.C., Buestel, D., Gerard, A., Halary, C. et Cochard, J.C. 1988. Scallop (Pecten maximus)

restocking program in France: goals, results and prospects. Can. Transl. Fish Aquat. Sci., 5343: 22 pp.

Dupuy, J.L., Windsor, N.T. و Sutton, C.F. 1977. Manual for design and operation of an oyster hatchery. Spec. Rep. Appl. Mar. Sci. Ocean Eng., No. 142. Virginia Inst. Mar. Sci., Gloucester Point, Virginia, USA: 104 pp.

Helm, M.M. 1990a. Modern design and operation of bivalve mollusc hatcheries. p 59-73. Proc. 4th Int. Conf. on Aquafarming, Acquacultura 88, October 14-15, Verona, Italy: 216 pp.

Helm, M.M. 1990b. Managing Production Costs - Molluscan Shellfish Culture. p 143-149. Congress Proceedings, Aquaculture International, September 4-7, 1990, Vancouver, BC, Canada: 480 pp.

Helm, M.M. 1991. Development of industrial scale hatchery production of seed of the mangrove oyster, Crassostrea rhizophorae, in Cuba. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO: TCP/CUB/8958: 46 pp.

Helm, M.M., Holland, D.L. و Stephenson, R.R. 1973. The effect of supplementary algal feeding of a hatchery breeding stock of Ostrea edulis L. on larval vigour. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 53: 673-684

Helm, M.M., Holland, D.L., Utting, S.D. et East, J. 1991. Fatty acid composition of early non-feeding larvae of the European flat oyster, Ostrea edulis L., J. Mar. Biol. Assoc. UK, 71: 691-705

Helm, M.M. و Pellizzato, M. 1990. Riproduzione ed allevamento in schiuditoio della specie Tapes philippinarum. p 117-140. In: G. Alessandra (ed) Tapes philippinarum: Biologia e Sperimentazione. Ente Svillupo Agricolo Veneto, Venice, Italy: 299 pp.

Jia, J. و Chen, J. 2001. Sea farming and sea ranching in China. FAO Fisheries Tech. Paper, No 418, Food and Agriculture Organization, UN, Rome: 71 pp.

Lewis, T.E., Garland, C.D. et McMeekin, T.A. 1986. Manual of hygiene for shellfish hatcheries. Department of Agricultural Science, University of Tasmania. University of Tasmania Printing Dept., Hobart, Tasmania: 45 pp.

Loosanoff, V.L. و Davis, H.C. 1963. Rearing of bivalve mollusks. Advances in Marine Biology, 1, Academic Press Ltd, London: 1-136

Matsutani, T. et Nomura, T. 1982. Induction of spawning by serotonin in the scallop, Patinopecten yessoensis (Jay). Mar. Biol. Lett., 4: 353-358

Millican, P.F. و Helm, M.M. 1994. Effects of nutrition on larvae production in the European flat oyster, Ostrea edulis. Aquaculture, 123: 83-94

Morse, D.E., Hooker, H., Duncan, H. و Morse, A. 1977. Hydrogen peroxide induces spawning in molluscs, with activation of prostaglandin endoperoxide synthetase. Science, 196: 298-300

Muniz, E.C., Jacob, S.A. et Helm, M.M. 1986. Condition index, meat yield and biochemical composition of Crassostrea brasiliana and Crassostrea gigas grown in Cabo Frio, Brazil. Aquaculture, 59: 235-250

Rosenthal, H., Allen, J.H., Helm, M.M. و McInerney-Northcott, M. 1995. Aquaculture Technology: Its Application, Development, and Transfer. p 393-450. In: Boghen, A.D. (ed) Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton, Canada: 672 pp.

Utting, S.D., Helm, M.M. و Millican, P.F. 1991. Recent studies on the fecundity of European flat

oyster (Ostrea edulis) spawning stock in the Solent. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 71: 909-911

Utting, S.D. و Millican, P.F. 1997. Techniques for the hatchery conditioning of bivalve broodstocks and the subsequent effect on egg quality and larval viability. Aquaculture, 155: 45-54

Utting, S.D. و Millican, P.F. 1998. The role of diet in hatchery conditioning of Pecten maximus L.: a review. Aquaculture, 165: 167-178

Walne, P.R. 1974. Culture of Bivalve Molluscs. Fishing News (Books) Ltd, Surrey, England: 189 pp.

الجـزء ٥

تشغيل المفرخ: تربية اليرقات، الطرق الأساسية، العوامل المؤثرة على الإنماء والبقاء والالتصاق والتحور

٥–١ الطرق الأساسية ٨٤
٥–١–١ المقدمة ٨٤
٥–١–٢ طرق التطور الجيني ٨٤
٥–١–٢–١ أحواض للأجنة واليرقات ٨٤
٥–١–٢–٢ معالجة المياه ٨٥
٥–١–٢–٣ تربية الأجنة ٨٦
٥–١–٣ طرق تربية اليرقات ٩٢
٥–١–٣–١ بداية تربية اليرقات ٩٣
٥–١–٣–٢ رعاية اليرقات المرباة ٩٤
٥–١–٤ زيادة كفاءة إنماء اليرقات ٩٧
٥–١–٤–١ التربية المكثفة ٩٧
٥–١–٤–٢ التربية في نظام المياه الجارية ٩٨
٥–١–٥ نمو وبقاء اليرقات ١٠١

٥–٢ الغذاء والتغذية ١٠٢
٥–٢–١ المقدمة ١٠٢
٥–٢–٢ الاعتبارات الغذائية ١٠٣
٥–٢–٣ مكونات الغذاء ومعدلاته ١٠٥
٥–٢–٣–١ استراتيجيات التغذية ١٠٨
٥–٢–٣–٢ حساب معدل الغذاء ١٠٩

٥–٣ العوامل المؤثرة على الإنماء والبقاء ١١١
٥–٣–١ المقدمة ١١١
٥–٣–٢ تأثير الحرارة والملوحة ١١١
٥–٣–٣ جودة مياه البحر ١١٤
٥–٣–٤ جودة البيض واليرقات ١١٧
٥–٣–٥ الأمراض ١٢٠

٥–٤ الالتصاق والتحور ١٢٢
٥–٤–١ المقدمة ١٢٢
٥–٤–٢ اكتمال نمو اليرقات ١٢٣
٥–٤–٣ اليرقات الملتصقة ١٢٤
٥–٤–٣–١ منشطات الالتصاق ١٢٤
٥–٤–٣–٢ الأسطح المناسبة للالتصاق ١٢٤

٥–٥ المراجع المقترح قراءتها ١٣٠

٥-١ الطرق الأساسية

٥-١-١ المقدمة

يعتبر مفرخ استزراع المحار فنا أكثر منه علما ويقال في المثل القديم «توجد طرق عديدة لسلخ القطة» على نفس الوتيرة، يرتبط نجاح المفرخ بالمهارة والبديهة «الإحساس» الذي يتميز به عمل المدير والفنين أكثر منه من المكان، ومقياس وجودة التركيب الفيزيائي وتطور الأجهزة المتوفرة. يختلف كل مفرخ في طريقة إدارته وفي الفروق الدقيقة في الأسلوب الذي تقترب فيه السمات المختلفة للتربية والجهد المبذول. ليس هناك طريقة قياسية في حد ذاتها ولكن هناك مؤشرات عامة تتعلق بالحاجة لتحقيق المتطلبات البيولوجية للأنواع المختلفة من المحار أثناء مراحل تطورها المبكرة.

هذا القسم من الكتيب يركب الاتجاهات المختلفة والطرق المستخدمة في تربية اليرقات من البيض المخصب حتى الالتصاق مع التأكيد على بعض الأنواع الأكثر شيوعاً في التربية.

٥-١-٢ طرق التطور الجيني

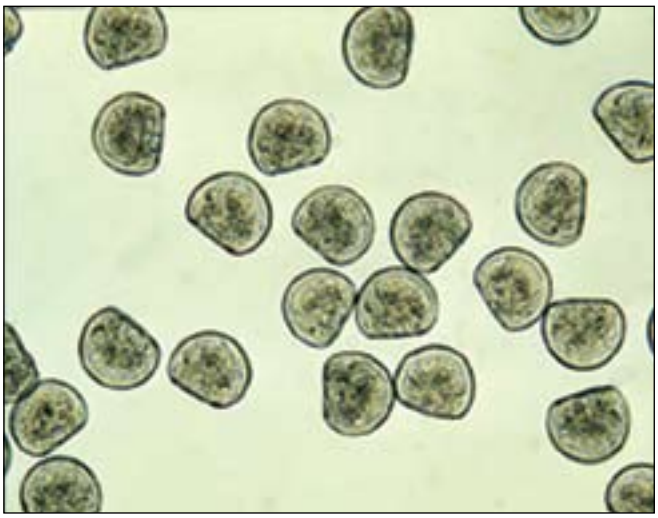
٥-١-٢-١ أحواض للأجنة واليرقات

يسمح للبيض المخصب بالتطور إلى مرحلة اليرقانة فيلجر <D> الكاملة الصدفة في أحواض ذات شكل موضح في الشكل ٥٠، ٥٢. وتسمى يرقانة الفيلجر المبكرة على أنها اليرقة المبرقعة الأولية وذلك لأنها تتميز بشكل حرف «D» لمصراعي الصدفة (الشكل ٥١). وتتشابه اليرقة المبرقعة الأولية في مظهرها بالنسبة لمختلف أنواع المحار المستزرع تجارياً.

يمكن استخدام مدى واسع من الأحواض الدائرية أو شبه المربعة (مربعة ذات أركان مستديرة) في مرحلة تطور الأجنة وكذلك تربية اليرقات (الشكل ٥٢). و من الأفضل أن تكون «خاما» (جديدة لم تستعمل قبلا) من البولي إيثليين أو من الفيبرجلاس (وبدلاً من ذلك تعرف بـ GRP – زجاج مقوى بالبلاستيك أو الفيبرجلاس). يجب ملئ الأواني غير المستعملة سابقاً بمياه البحر ويسمح لها بالنقع مع تغيير المياه أسبوعياً لمدة تتراوح بين ٢ و ٤ شهور قبل الاستعمال. ينزع النقع المواد السامة التي تخرج من أسطح المواد البلاستيكية الجديدة والتي قد تكون مضرة باليرقات. معالجة أحواض الفيبرجلاس بالبخار يختزل بشدة المدة التي تحتاجها الأحواض للنقع في مياه البحر.

الشكل ٥٠: يمكن تحضين البيض المخصب في أنواع مختلفة من الأحواض في ماء بحر مرشح لمدة ٢ إلى ٣ أيام، اعتمادا على النوع ودرجة الحرارة.

الأحواض ذات القيعان المفلطحة أو المخروطية المسلوبة (على سبيل المثال غالباً مفلطحة القاع) هي الأكثر شيوعاً في الاستخدام من أجل تطور الأجنة الشكل ٥٢: الأحواض المخروطية المسلوبة باضمحلال (تبدو مثل مخروط الآيس كريم) غير مرضية لأن الأجنة الأولية تكون غير متحركة وتميل إلى التجمع في قاع المخروط.



الشكل ٥١: صـورة ميكروسكوبية لليرقات المبرقعة الأولية (٤٨ ساعة بعد الإخصاب) لمحار ***Crassostrea gigas***. متوسط الحـجـم، ٧٥ ميكروميتر طول صدفة.

تعتبر مساحة المقطع لقاعدة الحوض وأكثر منها عمق الماء على جانب كبير من الأهمية. التهوية أثناء المرحلة الأولى غير منصوح بها و التأثيرات الميكانيكية التي تنشأ من الاضطراب تؤدي إلى تطور غير عادي.

الشكل ٥٢: أوعية للتربية المناسبة لتطور الأجنة (اليرقات). أ– ٢٠٠ لتر حوض فيبرجلاس مخروطي مسلوب ذو حرف قاعي، ب– ١٢٥ لتر حوض بولي إيثلين مفلطح القاع، حـ– حوض بولي إيثلين ١٠٠٠ لتر معزول مربع ذو أركان مستديرة.

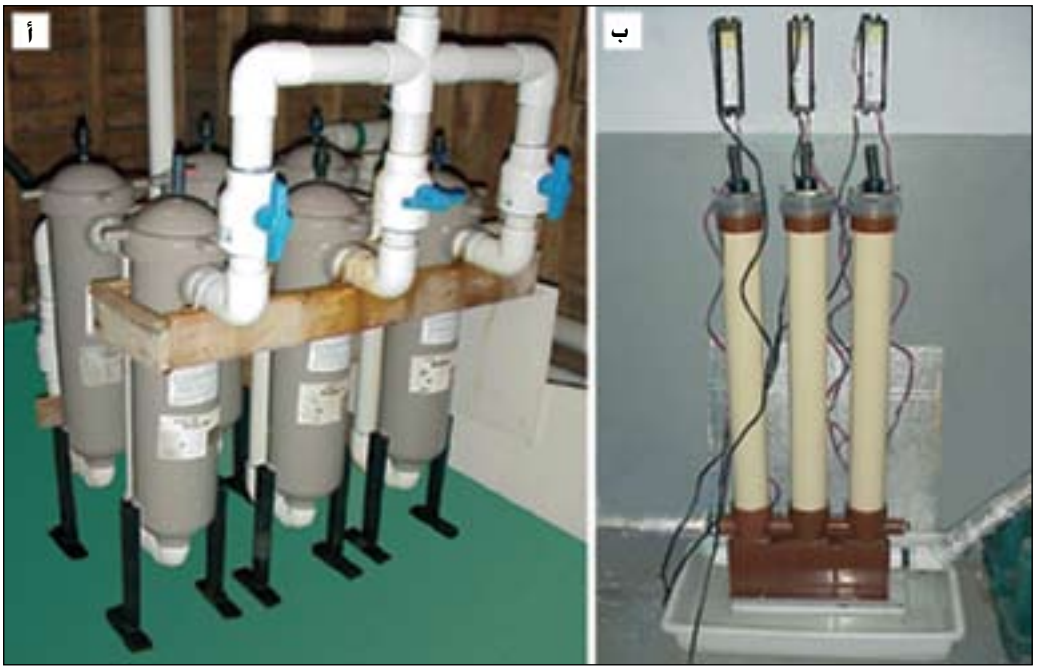
٥–١–٢–٢ معالجة المياه

تملأ أحواض التربية بمياه البحر المرشحة من ١–٢ ميكرون (الشكل ٥٣أ) وتسخن إلى درجة الحرارة المطلوبة (عادة من ١٨ إلى ٢٤م^{o} ; أبرد لأنواع المياه الباردة). بعض المفرخات تطهر المياه بعد الترشيح الدقيق وذلك من خلال تمريرها على وحدة إضاءة فوق بنفسجية (UV) (الشكل ٥٣ ب) وقيمتها محل تساؤل ما لم تستعمل بدقة وتمييز.

وحدات UV، يجب أن تستخدم طبقاً لتوصيات المنتج وسجل بقاء ساعات استخدام اللمبة. يجب استبدال اللمبات عندما تصل إلى عدد معين من ساعات الاستعمال و عند ذلك الوقت يجب تنظيف غلاف السيليكا الكوارتز الذي يفصل اللمبة من تدفق الماء بقماش ناعم مغموس في الكحول. علاوة على ذلك فإن هذه الوحدات مصممة لتطهير الماء العذب وليست فعالة في قتل أو شل البكتريا البحرية والكائنات الحية المجهرية الأخرى.

كقاعدة على أساس الخبرة – إذا كان التطهير بوحدة UV يعتبر ضروريا – فمن الأفضل تمرير الماء عبر اثنان اوثلاث وحدات مماثلة، متصلة على التوالي، وينصح بنصف معدل السريان للوحدة المفردة (الشكل ٥٣). ويجب أن يتذكر ذلك التحديد لتنوع البكتريا في تربية الأجنة أو اليرقات قد يخفضان المنافسة

وبذلك يسمح للبكتريا الضارة المتوقعة أن تسود. و يتجه التفكير الحديث إلى البروبايوتك التي يعتبر الاختيار الأفضل. بهذه الطريقة يمكن السيطرة بحرص على كثافة اليرقات، و ذلك بتغذيتها جيداً بأحسن الطحالب المستنبتة المتاحة وكذلك الانتباه إلى الحالة الصحية لكل من الاستنباتات والمعدات.



الشكل ٥٣: أمثلة لأجهزة مناسبة لمعالجة المياه، وحدة ترشيح متعددة الأكياس (أ) مرتبة للترشيح الدقيق للمياه. جهة واحدة بها ثلاثة مرشحات للاستعمال بينما الجهة الثانية للخدمة والتجهيز – تحتوي هذه الوحدات الترشيحية على أكياس تستخلص المواد الجزئية تدريجياً من ١٠ ميكرون إلى ٢ ميكرون في ثلاث مراحل. وحدة التطهير بالأشعة فوق البنفسجية (ب) تتكون من ثلاث وحدات إضاءة مرتبة على التوالي ومصممة للمعالجة المستمرة لتيار مياه البحر السابق ترشيحه. هذا هو الترتيب الموصى به في معالجة مياه البحر أكثر من الاعتماد على معالجة المياه باستخدام وحدة إضاءة منفردة.

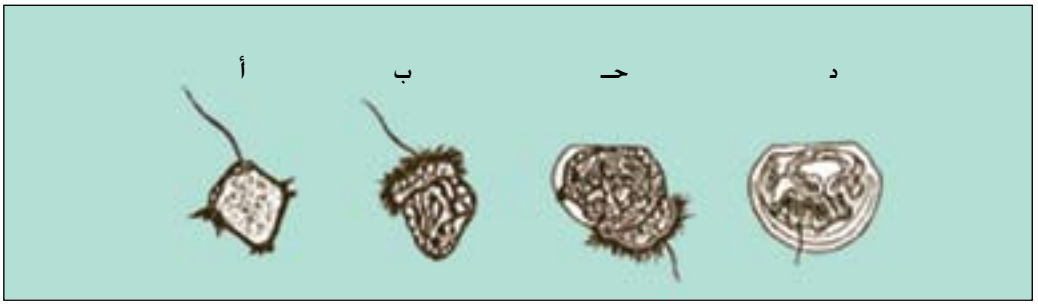
في بعض الأحيان يكون من المفيد أن ترشح المياه وأن تملأ أحواض التربية ٢٤ ساعة قبل استعمالها. وهذه أكثر قابلية للتطبيق في المفرخات الواقعة في مكان مجاور للمصبات المعرضة للتلوث بالنفايات الصناعية أو المحلية، أو بواسطة الرماد المتخلف من الطبقات الجيولوجية (وأعمال المناجم) في منطقة المصب، التي قد تحتوي على كميات مرتفعة من المعادن الثقيلة. في هذه الحالة تعالج المياه بإضافة ١مجم لكل لتر من EDTA (ملح الصوديوم – كما يستخدم في إعداد وسط الاستنبات الطحلبي) و ٢٠مجم لكل لتر ميتاسيليكات الصوديوم وتهوى بشدة لمدة ٢٤ ساعة. المعالجة المسبقة تساعد على تعقيد المعادن الثقيلة وتجعلها غير سامة خاصة للمراحل المبكرة الضعيفة جداً في تطوير اليرقات للمحار. الماء ليس بحاجة إلى أن يرشح ثانية بعد المعالجة المسبقة و التهوية غير صالحة خلال تطور الأجنة.

٥-١-٢-٣ تربية الأجنة

تجهز الأجنة في أحواض التربية حوالي ساعتين بعد الإخصاب و بالكثافة الملائمة. اليرقات المبرقعة الأولية المتطورة تنتعش بعد ٢٤ إلى ٤٨ ساعة اعتمادا على النوع و على درجة حرارة الماء (الشكل ٥٤). عدم التهوية أو التهوية القليلة جداً تستخدم أثناء تطور الأجنة.

كثافات تخزين الأجنة للعديد من المحار البيوض الشائع التربية يمكن أن تكون مرتفعة ما بين ٥٠٠٠٠ إلى ٨٠ ٠٠٠ لكل لتر من الاستزراع، بالرغم من أن ٢٠ ٠٠٠ لتر يعتبر عموماً الحد الأعلى الآمن (الجدول ١٠). على العكس من ذلك، الكثافات العالية للأجنة البدائية في العديد من أنواع محار الاسكالوب تؤدي إلى تطور غير عادي وتحدد الأعداد عادة من ١٠٠٠ إلى ١٠ ٠٠٠ بيضة مخصبة لكل لتر من حوض

الاستزراع في المياه الأكثر دفئاً. كثافات البيض غالباً ما تعتمد على مساحة سطح الأحواض أكثر من حجم الحوض في أنواع المياه الباردة من محار الاسكالوب حيث أن أقصى كثافة لا يجب أن تتعدى ١٠٠٠ لكل سم٢ (الجدول ١٠).



الشكل ٥٤: تطور الأجنة من اليرقة المطوقة الأولى (أ) إلى اليرقة المبرقعة الأولية (د). عضو التغذية والعوم المهذب (الطوق) يمكن ملاحظته في الشكل (ب) وبداية تكوين الصدفة في الشكل (**حـ**). البيض المخصب يتطور إلى اليرقة المبرقعة الأولية في أقل من يومين في معظم أنواع المياه الدافئة لكن عملية التطور الكاملة تأخذ ٤ أيام أو أكثر في أنواع المياه الباردة.

الجدول ١٠: ملخص بيانات مثالية لكثافات الأجنة (آلاف لكل لتر)، الحجم المبدئي لليرقة المبرقعة الأولية (طول الصدفة، ميكروميتر)، كثافات اليرقة المبرقعة الأولية (آلاف لكل لتر) وظروف التربية من ناحية درجة الحرارة المناسبة (± ٢م°) والملوحة (±PSU٥) لتربية الأجنة واليرقات الأولية في عدد من المحار. ملحوظات: **N/A** – لا ينطبق: يحدث تطور للجنين داخل تجويف البرنس في ***Ostrea edulis***. * كثافات الأجنة في اسكالوب الماء البارد يقدر بعدد الأجنة لكل وحدة مساحة من قاعدة الأحواض أكثر منها بوحدة الحجم. أقصى كثافة يجب ألا تتجاوز ١٠٠٠ بويضات مخصبة/ أجنة لكل سنتيمتر.

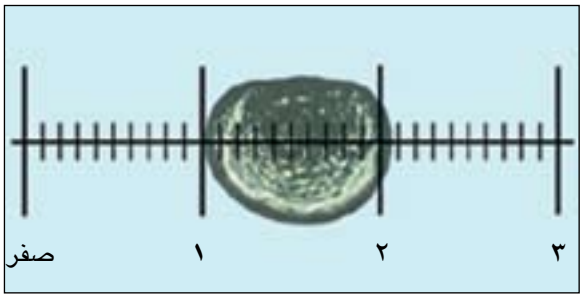
المجموعة/ النوع	كثافة الأجنة (الآف لكل لتر)	اليرقة المبرقعة أولية الحجم (مم)	كثافة اليرقة المبرقعة الأولية (الآف لكل لتر)	درجة الحرارة (م°)	الملوحة (PSU)
المحار					
C. gigas	٢٠–١٥	٧٥	٢٠–١٠	٢٥	٢٨
C. virginca	٢٠–١٥	٦٥	٢٠–١٠	٢٥	٢٨
C. rhizophorae	٢٠–١٥	٦٠	٢٠–١٠	٢٥	٣٥
O. edulis	N/A	١٧٥	١٠–٥	٢٢	٣٠
الأصداف					
T. philippinarum	٤٠–٢٠	٩٥	٢٠–١٠	٢٥	٣٠
M. mercenaria	٢٥–١٥	٩٥	٢٠–١٠	٢٥	٢٨
M. arenaria	٢٥–١٥	٩٥	٢٠–١٠	١٩	٣٠
الاسكالوب					
P. yessoensis	*	١٠٥	٢–١	١٥	٣٠
P. magellanicus	*	٩٠	٢–١	١٥	٣٠
P. maximus	*	٩٥	٢–١	١٤	٣٠
P. ziczac	١٥–١٠	٩٥	٥–٢	٢٥	٣٢
A. gibbus	١٥–١٠	٩٥	١٠–٥	٢٤	٣٠
A. irradians	١٥–١٠	٩٥	١٠–٥	٢٣	٣٠
بلح البحر					
M. edulis	٢٥–١٥	٩٥	٢٠–١٠	١٦	٣٠

يعتبر التحسن من ٣٠٪ إلى ٨٥٪ بشكل مثالي لليرقة المبرقعة الأولية من العدد الأولي للأجنة المجهزة طبيعياً في التربية على النطاق الواسع. اليرقات المبرقعة المكونة بشكل ناقص – تلك بأصداف ناقصة أو ممسوخة – نادراً ما تتطور أكثر من ذلك.

اليرقات المبرقعة الأولية ذات الأصداف الكاملة التكوين يتراوح متوسط طول الصدفة فيها من ٩٠ إلى ١٠٠ ميكرون في معظم أنواع الأصداف، الاسكالوب وبلح البحر، ومن ٥٥ إلى ٧٥ ميكرون في المحار البيوض من جنس ***Crassostrea*** (الجدول ١٠) ***Crassostrea gigas*** لها يرقات مبرقعة أولية أكبر من ***Crassostrea viginica*** أو ***Crassostrea rhizophorae***.

حالة خاصة في المحار الولود لأنواع ***Tiostrea, Ostrea*** ، الذي له بيض أكبر إلى حد كبير. هن يحتضن اليرقات حتى إطلاقها في المياه المحيطة عندما يبلغ طول الصدفة من ١٧٠ إلى ٢٠٠ ميكرون (يتم حجزها بواسطة شبكة ذات فتحات ٩٠ ميكرون) في حالة ***Ostrea edulis*** ومتوسط طول ٤٩٠ ميكرون في نوع ***Tiostrea*** (انظر الجزء ٤–٢–٣). تنطلق يرقات جنس ***Tiostrea*** إلى مرحلة ما قبل الالتصاق) وتكون جاهزة للالتصاق بشكل فوري (أقل من ساعة بعد الانطلاق).

يعتبر أفضل قياس لطول الصدفة بالمجهر الأحادي العين (١٠٠ × تكبير) مثبت عليه عدسة عينية مدرجة ومعايرة على شريحة الميكروميتر (الشكل ٥٥).



الشكل ٥٥: قياس اليرقات: كل يرقة موجهة ومحددة بتدريج العدسة العينية، كما هو واضح، وعدد ما تحت الأقسام الصغيرة التي تقيسها على التدريج يسجل وهو يساوي طول الصدفة. في هذه الحالة، عند تكبير كلي ١٠٠ × (١٠ × للعدسة الشيئية)، كل جزء صغير يساوى ١٠ ميكرون. وعلى ذلك، فان اليرقة المبرقعة الأولية تسجل تقريباً ١٠٥ ميكرون.

اليرقات المبرقعة الأولية – حجزت بشبكة نايلون ذات فتحات ٤٥ ميكرون (٣٥ ميكرون في حالة اليرقة المبرقعة الأولية لمحار ***Crassostrea gigas*** أو ٢٥ ميكرون لمحار ***C. rhizophorae*** و ***C. virginica*** ويقدر العدد المنتعش كما يوصف لاحقاً في القسم ٥–١–٢–٣.

انتعاش اليرقات المبرقعة الأولية

تصرف الأحواض المحتوية على اليرقات المبرقعة الأولية المتطورة حديثاً يومان بعد الإخصاب. هناك إمكانية إضافة كمية قليلة من الغذاء إلى الحوض في اليوم السابق لصرف الماء أي من ٢٤ ساعة إلى ٣٦ ساعة بعد الإخصاب. بينما تنمو الأجنة إلى مرحلة اليرقات المبرقعة الأولية مستخدمة المخزونات المشتقة من الأمهات، اليرقات المبرقعة الأولية الكاملة التطور لها القدرة على ابتلاع الخلايا الطحلبية من أنواع الغذاء الصغيرة وتستفيد من أخذ المواد المغذية الذائبة.

الطريقة التي استخدمت في الاحتفاظ وحجز اليرقات أثناء تصريف مياه الأحواض موضحة في الشكل ٥٦. عندما يكون الحوض ممتلئا، يفتح صمام الصرف جزئياً ليسمح بمرور تيار الماء في المنخل ببطء، أو سلسلة المناخل، الموضوعة في الصينية الضحلة. هذا الترتيب يضمن فتحة المنخل السفلي التي تكون دائما مغمورة بماء البحر، مما يقلل من تحطيم أصداف اليرقات المبرقعة الأولية القابلة للكسر أثناء عملية الصرف وباستمرار صرف المياه، يمكن فتح الصمام أكثر مما يجعل التدفق ليس عنيفا بما فيه الكفاية لتفادي الصخب المفرط. وينظف الحوض بعد التفريغ بتيار ماء البحر المرشح. الأحواض التي بدون صرف يمكن أن تفرغ بسحب الماء خلال ترتيب مماثل من المناخل باستخدام طول من خرطوم مرن.

الشكل ٥٦: ترتيب المناخل لحجز اليرقات المبرقعة الأولية من الحوض حيث يعلق منخل له قطر أصغر، وتكون شبكة ٦٠ ميكرون معلقة على المنخل بقطر أكبر ٤٠ ميكرون والذي يغمس جزئياً في صينية ضحلة تحتوي على صرف مياه البحر. هذا الترتيب يسمح بفرز اليرقات حسب الحجم عند نقطة التجميع ويضمن عدم جفاف اليرقات.

يمكن فرز اليرقات المبرقعة الأولية أثناء تفريغ الحوض بتعليق منخل ذو فوهة كبيرة نسبياً فوق آخر ذو فتحة أصغر كما في الشكل ٥٦. تعتبر هذه الطريقة، في أغلب الأحيان، مفيدة ويمكن أن تساعد في الفصل بشكل أفضل، اليرقات المبرقعة الأولية الكبرى عن اليرقات غير مكتملة التكوين اوغير العادية (الشكل ٥٧). بمجرد تفريغ الحوض بالكامل، يتم رش مياه البحر المرشحة برفق فوق اليرقات المتبقية في المنخل العلوي لغسل الأفراد الصغرى في المنخل الأسفل. إن محتوى اليرقات في كل من المناخل مغسولة إلى حاويات مدرجة منفصلة ثم يقدر عددها وتفحص كما هو موضح في الشكل السفلي. في نفس الوقت تؤخذ عادة عينات لقياس طول الصدفة تباعاً.

الشكل ٥٧: ظهور حوالي ٥ مليون من كاليكو اسكالوب ***Argopecten gibbus***، اليرقات مركزة في منخل ذو قطر ٢٠ سنتيمتر (أ) وبعد النقل إلى دورق مدرج ب ٤ لترات تمهيداً لتقديرها (ب).

تقدير البيض، والأجنة وأعداد اليرقات

يجب أن يعامل البيض واليرقات بحرص. عند نقل البيض، الأجنة أو اليرقات من وعاء إلى آخر خلال منخل، يجب التأكد من أن شبكة المنخل مغمورة بالمياه بشكل دائم تحت سطح وعاء الاستقبال. كل الأجهزة التي استخدمت في نقل هذا النوع وفي تقدير الأعداد يجب أن تنظف كلياً قبل الاستعمال وتشطف بمياه البحر المرشحة.

(i) المعدات المطلوبة

معظم الأجهزة المستخدمة لغرض تقدير أعداد اليرقات يمكن أن تصنع. على سبيل المثال، مناخل مصنوعة من أنابيب PVC أو أواني مصنوعة من نبات الاستيارين شديد الصلابة أو أوعية البساتين (يجب عدم استخدام الشباك/المناخل المصنوعة من المعدن).

لصنع مناخل مناسبة، تزال قواعد الأواني البلاستيكية وتثبت شبكة نايلون الأحادية الخيط بشكل مشدود جداً عند نهاية القطع باستخدام مذيب لاصق مناسب. بدلاً من ذلك، مقاطع مناسبة ١٥ سنتيمتر من أنبوبة PVC (بقطر من ٢٠ إلى ٣٠ سنتيمتر تعتبر ملائمةً) تقطع ويثبت على إحدى طرفيها شبكة نايلون أحادية الخيط بنفس الطريقة. المناخل يجب أن يؤشر عليها بثبات حجم الشبكة للتعريف السهل.

من المفيد عمل مجموعة من المناخل لكل تشيكلة واسعة التي تتراوح أحجام الشبكة فيها من ٢٠ ميكرون إلى ٢٥٠ ميكرون للأغراض المختلفة لتربية الأجنة، اليرقات والمراحل الأولى من الصغار. مجموعة المناخل المفيدة ليرقات الأصداف والاسكالوب هي ذات فتحات شبك ٤٠، ٦٠، ١٢٠، ١٥٠ ميكرون (الجدول ١١). من الضروري أن يمتد المدى إلى أعلى اليرقات المرباة من مختلف أنواع المحار الشائع.

يمكن صنع العوامات المثقبة المحركة، وشرائح العد من زجاج شبكي أو أنبوب PVC الشفاف، شريحة، ا وقضيب. عارضة Sedgewick الخشبية المنزلقة الإمتلاكية، متوفرة عند موزعي الأجهزة العلمية والاستزراع وهي مفيدة في أغراض العد (الشكل ٥٨).

الجدول ١١: العلاقة بين فتحة شبكة المناخل (شاشات) والحجم الأدنى لليرقات التي سوف تحجز. هذه المعلومات للتوجيه فقط وتختلف من نوع إلى نوع طبقاً لشكل اليرقات. فنيو المفرخات ذوي الخبرة يمكنهم تقدير متوسط حجم اليرقات من المزرعة من خلال توزيعهم واحتجازهم على مدى حجم الفتحات أثناء الفرز.

حجم الفتحة c (ميكرون)	أقل حجم لليرقات المحتجزة طول الصدفة (ميكرون)
٤٥	٧٥
٨٠	١٢٠
١٢٠	١٤٥
١٥٠	١٧٠
١٦٠	٢١٠
١٨٠	٢٥٥
٢٠٠	٢٨٠

الشكل ٥٨: الأجهزة المستخدمة في تقدير أعداد اليرقات أ– العوامات المثقبة لليرقات العالقة في الأوعية والتي تؤخذ منها عينات صغيرة ذات حجم معلوم في تقدير أعداد اليرقات. ب– شريحة عدد مجهرية والتي لها حجرة مصممة لأخذ عينة ١ مليليتر. الحجرة لها شبكة مؤشر على قاعدتها للتتبع السهل أثناء الفحص وعد اليرقات في العينة. يمكن صنع شرائح مماثلة من البلاستيك الشفاف.

٣٠٠ ٢٢٠

الأجهزة الخاصة التي تستوجب الشراء تتضمن ماصة أوتوماتيكية مضبوطة الحجم (المدى ٠,١ إلى ١,٠ مل و ١,٠ إلى ٥,٠ مل يعتبر مفيد)؛ مخابر قياس مختلفة من ٢٥ مليميتر إلى ٢ لترات حجم وزجاجات غسيل.

عندما تسمح الميزانية، فإن عدادا الكترونيا يمكن أن يقوم بنفس الهدف كما هو موضح في الأسفل ويحافظ على الوقت. كما أنه مفيد جداً لعد كثافة الخلية في استنباتات الطحالب وفي تقدير معدل استهلاك الغذاء

الشكل ٥٩: خطوات أخذ عينات من اليرقات لتقدير العدد الكلي. أ– أخذ عينة بماصة أوتوماتيكية أثناء رج المخبار المحتوي على اليرقات المجمعة؛ **ب**– نقل العينة لشريحة العد؛ **حـ**– عد وتسجيل عدد اليرقات في العينة. الصور السفلية (د، **هـ**) توضح تقنية مشابهة، حيث تؤخذ عينة من اليرقات المركزة في مخبار مدرج ٢ لترات بماصة أوتوماتيكية أثناء الرج.

في كل المراحل من عمليات التفريخ (انظر الشكل ٢١).

(ii) طريقة التقدير (الشكل ٥٩)

أ) بعد نخل وشطف البيض، يتم نقل الأجنة المخصبة الحديثة أو اليرقات، إلى مخبار قياسي مدرج (بحجم ١ أو ٢ لترات) أو ، تنقل إلى جردل أو إناء ذو حجم أكبر ومدرج إلى لترات،باينتات أو غالونات في حالة تجاوز الأعداد ٥ إلى ١٠ مليون.

ملاحظة: لمزيد من الدقة عند استعمال حاويات ذات حجم أكبر، يستخدم مخبار أو دورق مدرج لملئ الحاوية إلى حوالي ٨سم تحت الحافة. لاحظ الحجم المضاف وضع علامة خط التحديد على داخل الحاوية على خط الماء بعلامة ثابتة.

ب) أضف مياه بحر مرشحة إلى علامة التدريج (يجب أن يكون الحجم الكلي معلوم).

حـ) بماصة أوتوماتيكية عين ٠,٥ مليلتير (قد يختلف الحجم – انظر لاحقاً) وخذ ثلاث عينات مكررة من المحتويات أثناء رج محتويات المخبار المدرج، أو أي وعاء آخر، بعوامة مثقبة ذات قطر مناسب. تأكد أن البيض أو اليرقات موزع بالتساوي في عمود المياه أثناء أخذ العينة (الشكل ٥٩أ).

ملاحظة: قطر العوامة يجب أن يكون بعض الشئ لكن ليس إلى حد كبير، أصغر من قطر الحاوية الذي تؤخذ منها العينة. التقليب يجب أن يكون كافيا لرفع البيض أو اليرقات من قاع الحاوية ويعلقهم بانتظام، ولكن لا يكون شديدا بما فيه الكفاية لإحداث هياج. يوصى بحركة بطيئة منتظمة أعلى وأسفل بدائرة كاملة كل حوالي ٤ ثواني.

د) إنقل العينة إلى أقسام شريحة العد (الشكل ٥٩ ب). الأقسام يجب أن تكون محفورة بشبكة مناسبة كما هو موضح.

ملاحظة: تؤخذ عينات ذات حجم أصغر عندما يكون العدد المتوقع لليرقات أكبر، أو استخدام مخبار مدرج/ وعاء مدرج ذو حجم أكبر، أو الاثنين معا. في حالة البيض، وهو حساس جداً، قد يكون من الأسهل نقل البيض المعلق إلى حاوية أكبر، على سبيل المثال، جردل ١٠ لترات من البولي إيثلين. اضبط الحجم إلى خط المعايرة واسحب عينة بلطف باستخدام عوامة بلاستيك مثقبة ذات قطر كبير أثناء تحريك محتويات الجردل.

هـ) احسب البيض أو اليرقات في كل عينة باستخدام المجهر (تكبير ٤٠ × – الشكل ٥٩ حـ).

ملاحظة: في حالة البيض والأجنة المخصبة حديثاً، يمكن عمل عد منفصل للعدد الكلي لكل عينة. الأعداد غير المجمعة والتي تبدو غير عادية. نفس الطريقة تطبق على اليرقات المقنعة الأولية حيث يمكن عمل الحساب بناء على العد، للنسبة التي تطورت طبيعياً. بالمثل، معدل النفوق يمكن عمله على اليرقات كجزء من طريقة العد بواسطة عد اليرقات الحية والميتة أو المحتضرة منفصلاً.

و) احسب العدد الكلي كما في المثال التالي:

مثال:

عدد اليرقات في العينات الثلاثة= ٤١٤ ; ٣٨٩ ; ٤٠٢
المتوسط= ٤١٤ + ٣٨٩ + ٤٠٢/٣= ٤٠٢
حجم العينة= ٠,٥ مليليتر
الحجم الكلي للمخبار= ٢٠٠٠ مليليتر
العدد الكلي لليرقات= ٢٠٠٠/٠,٥ × ٤٠٢= ١٦٠٨ ٠٠٠

يمكن أيضاً عد البيض واليرقات باستخدام عداد الكتروني (مثل عداد الكولتر) مزود بفتحة مناسبة لرأس العينة. تعتبر هذه الطريقة سريعة ومناسبة إلا أنه من المستحيل التمييز بين اليرقات الطبيعية وغير الطبيعية التطور أو بين اليرقات الحية والميتة. و لهدا السبب ليس هناك بديلا عن الفحص البصري وتمييز نوعية التربية بواسطة فني ذو خبرة بالمفرخ.

٥-١-٣ طريقة تربية اليرقات

اليرقات المبرقعة الأولية المنتعشة التي تم عدها كما هو موضح أعلى هي الآن في مرحلة تحتاج إلى التغذي بالطحالب المستنبتة الوحيدة الخلية. الأنواع ذات القيمة الغذائية الجيدة تتضمن الدياتومات،

Chaetoceros calcitrans,

Chaetoceros muelleri,

Thalassiosira pseudonana (٣h

والسوطيات،

Isochrysis galbana* (T-Iso) *clone

Pavlova lutherii، ونوع من

Tetraselmis (لكن فقط لليرقات الكبيرة من ١٢٠ ميكرون طول).

تفاصيل الوجبات، والحصص وكيفية حسابها موضحة في الجزء ٥–٢.

يمكن تربية اليرقات في نفس الأحواض المسطحة القاع المستخدمة في تربية الأجنة أو في أحواض فيبرجلاس المخروطية القاع المزودة بصرف قاعي (انظر الشكل ٥٢). قد تستعمل الأحواض الصغيرة الحجم نسبياً (٢٠٠ إلى ١٠٠٠ لتر) للأغراض التجريبية والإنتاج ذو الحجم الصغير أو أكبر كثيراً حجما وطولا في المفرخات التجارية ذات المخرجات العالية الحجم. ويمكن تشغيلها بالأنظمة الساكنة أو بالمياه الجارية. في الأنظمة الساكنة يكون تغيير الماء على أساس دوري، بينما في التربية بالمياه الجارية، يتم إدخالها باستمرار، ويتم تغيير وإحلال حجم ثابت يومياً. هذا الموضوع سوف يناقش بعمق في القسم ٥–١–٤–٢.

اليرقات المبرقعة الأولية للأنواع الأكثر صلابة (متضمنة ***Crassostrea, Tapes***) يمكن تربيتها بكثافات من ٠٠٠ ١٥ إلى ٠٠٠٠ ٢ لكل لتر، و يمكن تحسين النمو والبقاء عامة بكثافات أقل (الجدول ١٠). يوصى بالكثافات القليلة لأنواع الاسكالوب من أجناس ***Pecten, Patinopecten, Placopecten*** وأنواع من ***Argopecten, chlamys***، حيث ان ما بين ٠٠٠ ٥ و ٠٠٠ ١٠ يرقة لكل لتر تكون مناسبة في المراحل الأولى. المحار المفلطح الولود، ***Ostrea edulis*** يربى عامة عند ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ يرقة لكل لتر بسبب كبر حجم اليرقات المبرقعة الأولية، بعض الأنواع يمكن أن تربى بنجاح بكثافة أكبر من السابقة باستخدام تقنية الاستزراع العالي الكثافة (انظر القسم ٥–١–٤–١).

تتم تهوية أحواض التربية – الأكثر شيوعاً بواسطة منفذ هواء مركزي فردي يقع فوق قاع الحوض مباشرة – بمعدل تدفق يتراوح من معدل فقاعات بطيئة لليرقات المبرقعة الأولية إلى ٢٠٠ لتر في الساعة لليرقات في مرحلة أكبر. مصدر الهواء المضغوط يحتاج أن يكون خالياً من الكربون والزيت. الضغط المنخفض، الحجم العالي، ضخ الهواء المتجدد مثالي لهذا الغرض. يتم ترشيح الهواء في المصدر إلى ٠,٢٢ أو ٠,٤٥ ميكرون حجم جزئي بواسطة سلسلة من المرشحات مع تقليل المسامية. هذا لتقليل ملوثات الهواء التي قد تتضمن كائنات دقيقة ضارة. كما ينصح أيضاً في أحوال الرطوبة بتجفيف الهواء قبل دخوله التنكات بواسطة تمريره خلال ختومة، مثل المرشح الذي يحتوي على كلوريد الكالسيوم اللامائي أو السيليكاجيل. هذه العوامل المجففة تحتاج إلى استبدال حيث إنها تصبح مشبعة وغير مؤثرة.

٥–١–٣–١ بداية تربية اليرقات

أحواض تربية اليرقات وكل الأجهزة التي ستستعمل يجب أن تنظف كلياً ثم تشطف إما بماء عذب أو ماء بحر مرشح. المنظفات السائلة المعتدلة تضاف إلى الماء الساخن، أو معقم مخفف بشكل مناسب/ مواد مطهرة مثل المبيض (هيبوكلوريت الصوديوم) في ٢٠ مجم لكل لتر خالي من الكلورين يمكن استخدامه لأغراض النظافة. و الطريقة لبداية تربية جديدة هي كما يلي:

أ) يملأ العدد المطلوب من أحواض تربية اليرقات بماء البحر المرشح إلى واحد أو اثنين ميكرون في درجة الحرارة والملوحة المطلوبة.

ملاحظة:قد يكون مفيدا تخفيض الملوحة إلى ملوحات المحيط عند تربية نوع **euryhaline** مثل المحار الشرقي الأمريكي ***C. virginica***، بإضافة ماء عذب مرشح بدقة من مصدر غير ملوث، نظيف. الملوحة ما بين ٢٠ و ٢٥ PSU مطلوبة لهذا النوع ونوع ***Crassostrea*** الآخر).

ب) إذا ما تم في الماضي الأخير مواجهة مشاكل بالفناء الغير العادي لليرقات، فإن البكتريا ربما كانت هي المسئولة. في هذه الحالة يمكن المعالجة بواسطة UV الخفيفة للمياه قبل ملئ الأحواض. كحل أخير، في حالة استمرارية موت اليرقات، يمكن استعمال مضاد الطيف الحيوي الواسع مثل كلورا مفينيكول عند ٢–٥ مجم لكل لتر ماء بحر بشكل تجريبي تحت الوصفة البيطرية.

حـ) تضاف اليرقات المبرقعة الأولية إلى الوعاء بالكثافة الملائمة.

د) تحسب، متبعاً الطريقة الموضحة في الجزء ٥–٢–٣–٢، أحجام من حصاد الطحالب وتضاف إلى الأوعية للتزويد بحصة الغذاء المطلوبة.

هـ) يفتح تدفق الهواء لكي يكون هناك دوران جيد للمياه وذلك لتعليق وخلط كلاً من اليرقات والغذاء بانتظام.

و) ثم يترك الاستزراع لمدة ٢٤ ساعة قبل أن تصبح رعاية أخرى ضرورية.

٥–١–٣–٢ رعاية اليرقات المرباة

تتطلب تربية اليرقات عناية يومية. أنظمة الماء الساكنة هي الأكثر استعمالاً بدون تبديل مستمر للماء، وبالرغم من أن البعض يقوم بالتربية في أنظمة مياه جارية (انظر القسم ٥–١–٤–٢)، فإن تركيزات خلايا الغذاء تحتاج أن يحافظ عليها في مستويات باعثة على نشاط الإطعام المتكافئ.

لمنع تراكم خيار فعلي للمواد الأيضية، فإن الأحواض تحتاج إلى تغيير الماء بالكامل على فترات منتظمة خلال فترة تطور اليرقات الكلي من مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية إلى مرحلة بداية التحور. إن الترد الذي يتم به هذا يعتمد على العدد ومتوسط حجم اليرقة المرباة. تغيير الماء يتم إما بعد ٤٨ ساعة أو ثلاث مرات كل أسبوع:

– في الكثافات الأعلى من يرقات المرحلة الأولى (٠٠٠ ١٥ إلى ٠٠٠ ٢٠ لكل لتر عند أقل من ١٢٠ميكروميتر)،
– في الكثافات المنخفضة من يرقات المرحلة الأخيرة (أقل من ٥٠٠٠ لكل لتر عند ١٥٠ إلى ٢٠٠ميكروميتر) أو ،
– في حوالي ٠٠٠ ٢ لكل لتر عند ٢٥٠ إلى ٣٠٠ ميكروميتر).

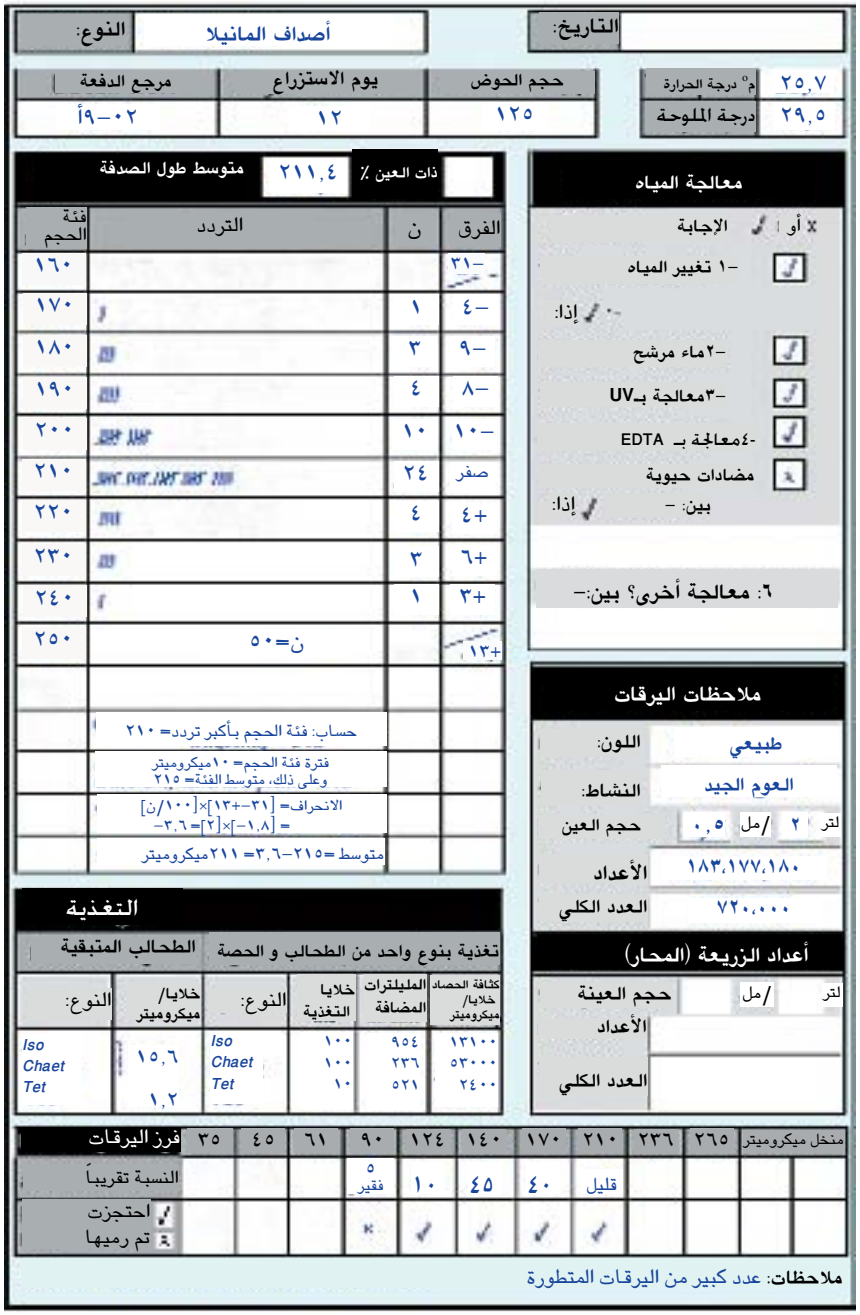
ملحوظة: إن القيم التي أعطيت، هي دليل تقريبي صالح للتطبيق لكثافات متعلقة بمتوسط طول الصدفة. بدقة أكثر، إذا كانت التربية تتطلب إطعام أقل من ٢٠٠ خلية لكل ميكروليتر ***Isochrysis*** مكافئ لكل يوم، فان هذه الكثافة تعتبر منخفضة. – انظر الجزء ٥–٢–٣–١. هناك حاجة لتغيير المياه يومياً عند الإضافات اليومية المرتفعة للغذاء أو بدلاً عن ذلك، تشغيل الأحواض بنظام المياه الجارية.

i) الرعاية في يوم عدم تغيير الماء.

التحضين في الأيام بين تغيير المياه يتكون من إعادة تخزين تركيز خلايا الغذاء لتعويض الخلايا التي أكلت في فترة ٢٤ ساعة السابقة بإضافة حصة كافية من طحالب طازجة. تؤخذ عينة من المياه من كل وعاء ويتم عد بقايا خلايا الطحالب (الطحالب المتبقية) لكل وحدة حجم، إما باستخدام ميكروسكوب مع شريحة لعد الخلايا عند تكبير ١٠٠ ×، أو بطريقة أسهل بواسطة العداد كولتر أو عداد مشابه. بما أن تقدير بقايا الطحالب غير عملي، يمكن إضافة جزء أو كل الغذاء في أيام بينية بين تغيير المياه اعتمادا على معدل حصة غذاء اليوم السابق.

يجب أن تحفظ تسجيلات يومية لدرجات حرارة الاستزراع، بقايا الطحالب وأي إضافات للغذاء لحفظ التركيز الأمثل لخلايا الغذاء. مثال لهذا النموذج من التسجيل موضح في الشكل ٦٠. تحسب أحجام الطحالب المضافة كما هو موضح في الجزء ٥–٢–٣–٢.

تسجيلات يومية: يرقات المحار



التاريخ: | النوع: أصداف المانيلا

حجم الحوض	يوم الاستزراع	مرجع الدفعة
١٢٥	١٢	أ٩-٠٢

م° درجة الحرارة	٢٥,٧
درجة الملوحة	٢٩,٥

معالجة المياه

x أو ✓ الإجابة

١- تغيير المياه

إذا: ✓ ٠-

٢-ماء مرشح

٣-معالجة بـUV

٤-معالجة بـ EDTA

مضادات حيوية

إذا: ✓ بين: –

٦: معالجة أخرى؟ بين:–

ذات العين ٪ | متوسط طول الصدفة ٢١١,٤

الفرق	ن	التردد	فئة الحجم
٣١-			١٦٠
٤-	١		١٧٠
٩-	٣		١٨٠
٨-	٤		١٩٠
١٠-	١٠		٢٠٠
صفر	٢٤		٢١٠
٤+	٤		٢٢٠
٦+	٣		٢٣٠
٣+	١		٢٤٠
١٣+		ن=٥٠	٢٥٠

حساب: فئة الحجم بأكبر تردد= ٢١٠

فترة فئة الحجم= ١٠ميكروميتر
وعلى ذلك، متوسط الفئة= ٢١٥

الانحراف= [٣١-+١٣]×[١٠٠/ن]
= [١,٨-]×[٢]=٣,٦-

متوسط =٢١٥-٣,٦= ٢١١ميكروميتر

ملاحظات اليرقات

اللون:	طبيعي
النشاط:	العوم الجيد
حجم العين	لتر ٢ / مل ٠,٥
الأعداد	١٨٣,١٧٧,١٨٠
العدد الكلي	٧٢٠,٠٠٠

أعداد الزريعة (المحار)

حجم العينة	لتر / مل
الأعداد	
العدد الكلي	

التغذية

تغذية بنوع واحد من الطحالب و الحصة			الطحالب المتبقية	
كثافة الحصاد خلايا/ميكروميتر	المليلترات المضافة	خلايا التغذية	النوع:	خلايا/ميكروميتر	النوع:
١٣١٠٠	٩٥٤	١٠٠	Iso	١٥,٦	Iso
٥٣٠٠٠	٢٣٦	١٠٠	Chaet		Chaet
٢٤٠٠	٥٢١	١٠	Tet	١,٢	Tet

منخل ميكروميتر	٢٦٥	٢٣٦	٢١٠	١٧٠	١٤٠	١٢٤	٩٠	٦١	٤٥	٣٥	فرز اليرقات
			قليل	٤٠	٤٥	١٠	٥ فقير				النسبة تقريباً
			✓	✓	✓	✓	×				✓ احتجزت تم رميها

ملاحظات: عدد كبير من اليرقات المتطورة

ملاحظات: عدد كبير من اليرقات المتطورة

الشكل ٦٠: مثال لنموذج تسجيل يومي ونوع المعلومات المفيد تسجيلها لكي يمكن تتبع تقدم الدفعة أو حوض اليرقات. خطوات حساب متوسط طول صدفة اليرقات من بيانات الترد الحجمي موضحة أيضا.

الشكل ٦١: صرف الأحواض الساكنة لليرقات عند التغييراليومي للمياه.

ii) الرعاية في أيام تغيير المياه

الطريقة مشابهة لما تم وصفه وتوضيحه في القسم السابق في تطور الأجنة (الشكل ٥٦). يفرغ الحوض بواسطة الشفط أو من صرف قاعي، ويستقبل تيار الصرف الخارجي على منخل ذو فتحة مناسبة لحجز البقايا الكبيرة وليس اليرقات – منخل ٢٥٠ ميكروميتر يكون مثاليا (الشكل ٦١). تحجز اليرقات على شبكة المنخل السفلي ذات الفتحات المناسبة.

الطريقة هي كالأتي:

أ) اغسل اليرقات المتبقية من الوعاء عبر المنخل.

ب) نظف الوعاء بالاسفنج ومنظف ساخن أو محلول تبيض واشطفه جيداً.

حـ) أعد ملئ الوعاء بمياه بحر معالجة بإتقان على درجة الحرارة والملوحة المطلوبة.

د) افرز اليرقات بواسطة غسلها خلال منخل بفتحات متدرجة الحجم بمياه بحر مرشحة. يوجد دليل لأحجام فتحة الشبك المناسبة لليرقات المختلفة في طول الصدفة موضح في الجدول ١١.

ه) خذ عينات صغيرة من كل منخل تم حجز اليرقات فيه ولاحظ مظهر ونشاط اليرقات بمساعدة المجهر. أهمل أي جزء من المنخل يحتوي على يرقات ميتة أو بطيئة النمو.

ملاحظة: أجزاء المنخل قد تحتوي على أصداف فارغة ويرقات بأنسجة متحللة تحتاج إلى التخلص منها. أنسجة اليرقات الصحيحة يكون لونها بني – مذهب ولها غدة هضمية واضحة ذات لون غامق. اليرقات المشرفة على الموت يكون لونها أغمق ومظهرها محبب غير منتظم.

و) اغسل الأجزاء التي تحتوي على يرقات صحيحة في مخبار مدرج.

ى) خذ عينات صغيرة كما تم وصف ذلك سابقاً وقدر العدد الكلي لليرقات الباقية على قيد الحياة. قس عينة من ٥٠ إلى ١٠٠ يرقة واحسب متوسط طول الصدفة.

ملاحظة: إضافة قطرات قليلة من الفورمالين (محلول فورمالدهيد ٪١٠، معادل على كربونات الكالسيوم في صورة حجر جيري أو شرائح رخام) سوف يقلل حركة اليرقات. اهمل العينات التي تم عدها.

ز) أعد اليرقات إلى حوض التربية وشغل التهوية.

ر) كرر هذه الخطوات كل ٢٤ ساعة.

٥-١-٤ زيادة كفاءة إنماء اليرقات

تمت الإشارة سابقاً في هذا القسم إلى الطرق التي يمكن إتباعها لتحسين كفاءة تربية اليرقات، وذلك إما بتشغيل أحواض التربية على طريقة مياه البحر الجارية أو بواسطة تربية اليرقات بكثافات عالية في أحواض الماء الساكن. في الحقيقة، يمكن جمع الطريقتين لزيادة الإنتاج حيث إن المكان محدود بإضافة فائدة نقص مكون اليد العاملة في الرعاية.

بالرغم من أن بعض المفرخات قد بدأت تتحول إلى نظام الماء الجاري، إلا أن مزاولتها لم تنتشر بعد. هناك، على أية حال، مجال كافي لتحسين معدل الإنتاج برفع الكثافة التي تربى عندها اليرقات إما باستعمال الأجهزة المتاحة بكفاءة أكبر أو بالاستثمار في الأجهزة الالكترونية للتحكم في التغذية. الكثافة العادية لليرقات ممكن أن تكون مضاعفة مرتين أو ثلاثة لتغذية اليرقات تبعاً لعددهم وحجمهم بدلاً من إضافة الغذاء، وذلك تبعاً لحجم الماء وكثافة خلايا الغذاء المحدد لكل وحدة مجم، بصرف النظر عن العدد وحجم اليرقات.

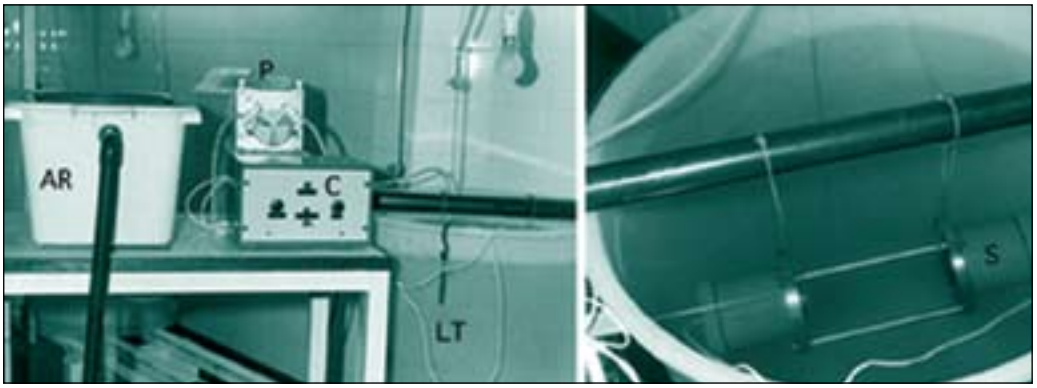
لكن إذا كانت كثافات اليرقات المتزايدة أكثر من المعدل، يصبح الغذاء المقدم حرجا ويحتاج إلى متابعة مستمرة. هذه النظرة ملائمة جداً للأنواع الصلبة. إذا حدث النفوق لسبب أو لآخر، فإن التأثيرات من ناحية معدل الإنتاج المفقود يمكن أن يكون شديدا. أكثر المفرخات تفضل الاختيار الأكثر حذراً.

٥-١-٤-١ التربية المكثفة

معدل خلايا الغذاء الذي تتناوله اليرقات المختلفة الحجم (الوزن) لبعض أنواع المحار المربى يحتاج أن يعرف. هذه المعلومات ستوضح لاحقاً في الجدول ١٢ (الجزء ٥-٢-٣-٢) لثلاث أنواع شائعة التربية عندما تنمو عند ٢٤ ± ١م°. عند نقص مثل هذه المعلومات يمكن أن تقدر تجريبياً أو تبعا لما يسمى بمبدأ المحاولة والخطأ.

معرفة العلاقة بين حجم اليرقة ومعدل التهام خلية الغذاء، هي مسألة حساب بسيطة لكمية الغذاء الضرورية التي يجب أن تضاف إلى الحوض خلال فترة ٢٤ ساعة التالية لعدد معلوم من اليرقات المرباة ذات متوسط طول صدفة معين. تفاصيل الحساب مع الأمثلة والشرح موضحة في القسم التالي (الجزء ٥-٢-٣-٢). في الكثافات الأعلى عن المعتاد ويصبح من الضروري إمداد جزء من الحصة ككتلة غذاء في بداية اليوم; المتبقي يعطى بمعدل ثابت بواسطة تنقيط الغذاء أو بواسطة آلة الضخ خلال ٢٤ ساعة التالية.

عندما تكون كثافة اليرقات أكثر من ٢٠ ٠٠٠ يرقة في اللتر، خصوصاً عند الاقتراب من التحور، يصبح معدل التغذية أكثر حرجاً. و تعتبر تغذية اليرقات أكثر من اللازم أكثر ضرراً من أن تنقص كمية تغذيتهم. وذلك لأن كمية الفضلات البرازية والأيضية تترسب في مياه التربية مما يتسبب في زيادة كبيرة في أعداد البكتريا. هذا يمكن أن يخفض نسبة الاستفادة من الغذاء ويتسبب في زيادة الغذاء المضاف إلى



الشكل ٦٢: التحكم الأتوماتيكي التجريبي لكثافة خلايا الغذاء في التربية عالية الكثافة للمحار. **AR**– مبرد، مخزون طحالب ذات تهوية يحتوي على حصة الغذاء اليومي، **P**– مضخة مرنة الحركة والتي تستقبل الكمية المطلوبة من الطحالب عند الطلب، **C**– أداة تحكم تحتوي على توصيلة التيار الكهربائي الذي يفتح المضخة عندما يكتشف المجس (**S**) نقص في تركيز خلايا الغذاء في حوض اليرقات (**LT**) تحت مجموعة محددة مؤكدة. هذا الجهاز يستخدم كناقل ومستقبل للأشعة تحت الحمراء ويمكن تحسينه بالالكترونيات الحديثة.

الحوض أكثر من المرشح بواسطة اليرقات عند إضافته لمعدلات ثابتة. الحل عولج بشكل تجريبي من ناحية استعمال المجسات الالكترونية وأجهزة التحكم لمراقبة الغذاء وكثافة الخلايا بشكل مستمر في حوض التربية)الشكل ٦٢(. [التفسير الكامل موضح في .Higgins *et al* (١٩٨٧) – انظر قائمة القراءات المقترحة].

ملخص للنتائج المقارنة موضح في الجدول ١٢، الذي يتضمن بيانات من المحاولات بالنسبة للمحار الأوروبي المفلطح ويرقات المحار الباسيفيكي.

الجدول ١٢: متوسط عدد اليرقات المخزنة مبدئياً (N_o) والتي بقيت مباشرة قبل الالتصاق (N_p) في خمس مقارنات لكثافة عالية وعادية في تربية المحار الأوروبي المفلطح، ***O. edulis*** وثلاث مقارنات بالمحار الباسيفيكي، ***C. gigas***. عدد الأيام حتى بداية الالتصاق ومعلومات متوسط إنتاجيات الزريعة (كل منهم كنسبة مئوية لعدد اليرقات المبدئي وكزريعة لكل لتر ماء مستخدم أثناء التربية) موضح أيضاً.

	اليرقات/لتر		الأيام إلى	الإنتاج	
	No	Np	الالتصاق	٪ الالتصاق	زريعة/لتر
O. edulis					
كثافة عالية	٩٩٥٤	٥٩٤٢	٩,٨	٤٠,٥	٥١٢
كثافة عادية	١٤٤٠	١٠٨٣	١٠,٠	٤٠,٣	١٦١
C. gigas					
كثافة عالية	٥٦٦٦٧	٢٤٩٠٠	*٢٠,٧	٢١,٦	٧٣٥
كثافة عادية	٥٣٣٣	٢٧٦٦	*١٩,٠	٢٥,٠	٢٠٢

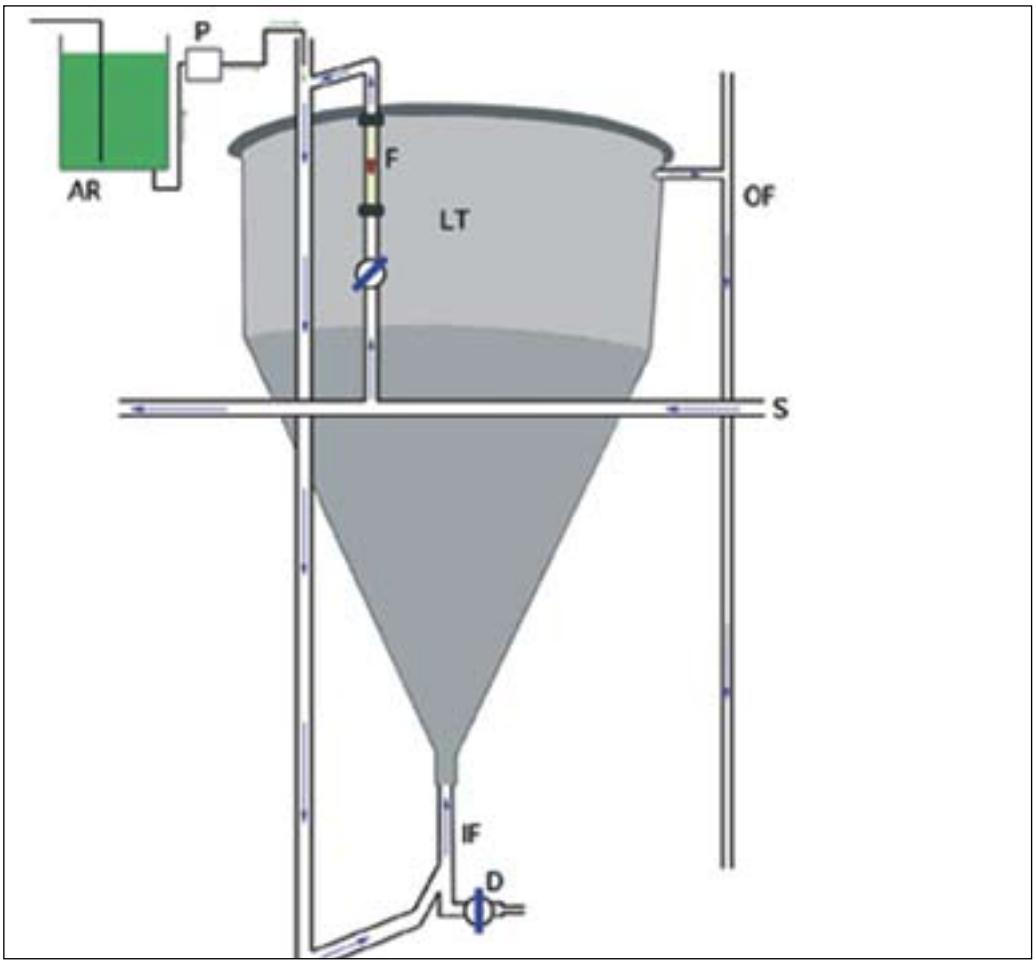
* أيام الالتصاق من مرحلة اليرقات المبرقعة الأولية تسمح بفترة ٤ أيام التصاق من وقت بداية الالتصاق.

٥-١-٤-٢ التربية في نظام المياه الجارية

إن الحافز لتطوير طرق المياه الجارية في تربية اليرقات ينجم عن عدد من الأهداف. يرقات بعض الأنواع تكون أقل تحملا من أخرى وذلك للطرق المستخدمة عموماً للتربية في المفرخات. تعبر الأنواع المختلفة من pectinid حالة جيدة بصدد الموضوع. هم عادة يعرضون لمعدلات وفيات أعلى وليسوا سهل التقبل للتربية في كثافة عالية في الأنظمة الساكنة.

مفرخات أخرى قد تختبر احتمالات تقنية المياه الجارية لاستخدام أحسن وأكثر فاعلية للموارد المتاحة. قد تكون هناك الحاجة لأعظم إنتاج ضمن حيز طبيعي إجباري أو لتخفيض تكلفة اليد العاملة والوقت المستهلك في رعاية اليرقات. التربية بنظام المياه الجارية يتوفر على هذه المميزات. يمكن توفير الوقت برفع كثافة اليرقات بدون الحاجة إلى تصريف الأحواض الساكنة ثلاث أو أربع مرات في الأسبوع. الطريقة قد تكون مسرفة في استعمال الطحالب المستنبتة في تلك المياه المتغيرة بشكل مستمر وإن كان بمعدل بطيء، وتسرع إلى الرمي. ولكن الغذاء يكون مكلفا نسبياً للإنتاج بالحجم المطلوب في هذه المرحلة من دورة الإنتاج.

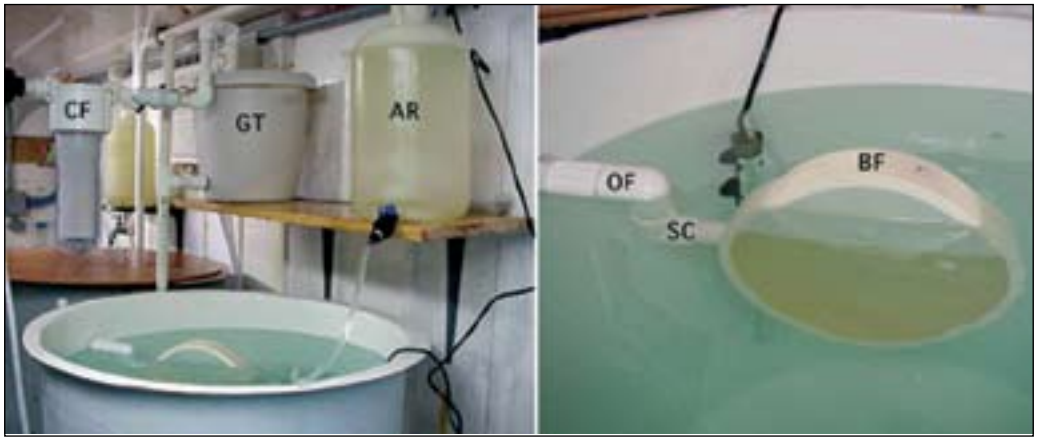
يعتبر تصميم الحوض مهما عند العمل بنظام التربية في المياه الجارية. تحتاج اليرقات أن تحتجز في الأحواض ويكون الحجم كبيرا بقدر كافي لضمان وقت كافي و ساكن للغذاء المضاف لأن يؤكل. يحتاج معدل التغيير أن يكون كافيا لمنع فضلات الأيضي وبقايا الطعام من الترسيب، قد تكون هناك الحاجة بعد ذلك لغسل الحوض دورياً بعد تنظيف الأسطح الداخلية. وهذه هي الطريقة الشائعة المستخدمة في استزراع المراحل المبكرة قبل التغذية للأسماك البحرية، ومثال على ذلك، سمك الهاليبوت، حيث تكون الأحواض مصنعة لهذا الغرض ومتاحة ويمكن أن تجهز بأقل تعديل. علاوة على أن الأحواض المسطحة القاع أو الأحواض المخروطية لها أقماع طويلة مدببة (الشكل ٦٣).



الشكل ٦٣: نموذج ترتيب لنظام تربية اليرقات باستعمال المياه الجارية. انظر النص للشرح. تشير الأسهم إلى اتجاه تدفق كل من الطحالب ومياه البحر.

يتم التحكم وضبط معدل تدفق مياه البحر المعالجة (من أنبوبة التوصيل، د) بواسطة صمام حاجز وفلوميتر (F). واعتماداً على كثافة اليرقات، يتم ضبط التيار المتدفق اليومي الكلي (IF – تيار داخل، OF – تيار خارج) الذي يكون مثل أو أكبر من حجم الحوض الكلي (LT – حوض يرقات المياه الجارية) الحجم

الذي قد يتطلبه عدد اليرقات عندما تربى بكثافات عادية. إذا كانت اليرقات، كمثال، تربى عادة بكثافة ٥٠٠٠ يرقة في كل لتر من حوض ٥٠٠ لتر، تم ٢٠ ٠٠٠ يرقة في كل لتر من حوض ماء جاري لنفس الحجم سوف يتطلب أقل تدفق من ٢٠٠٠ لتر في اليوم. تحتجز اليرقات في الحوض بواسطة مرشح البانجو ذو قطر كبير مجهز بشاشة مثقبة مناسبة (انظر الشكل ٦٤ للتفاصيل).



الشكل ٦٤: تفصيل من قمة حوض التربية خلال تيار ماء جاري تجريبي موضحاً مرشح «البانجو» (BF) متصل بأنبوب التيار الخارجي (OF). في هذا المثال، مياه البحر المرشحة حتى واحد ميكروميتر بواسطة خرطوشة الترشيح (CF) موصلة بحوض الجاذبية (GT) ومنه بتدفق في معدل ثابت محكم القاعدة حوض اليرقات. ينقط الغذاء في الحوض من مخزون للطحالب (AR). مرشح «البانجو» مصنوع من قطاع أنبوب PVC قطره ٢٠سم وكل من جانبيه مجهز بشاشة بفتحة ٦٠ ميكروميتر، ملحومة بمادة سيمنتية عند الأوجه المقطوعة من الأسطوانة. يلحم طول قصير مناسب القطرمن أنبوب PVC داخل فتحة مثقوبة خلال البلاستيك لتوصيلها بأنبوب التيار الخارجي. ينصح «ببانجو» ذو قطر واسع لتقليل القوة المتولدة لكل وحدة مساحة بواسطة التيار الخارجي. يكونون كلهم أو تقريباً كلهم مغمورين، ويحتاجون إلى تنظيف يومي. لهذا الغرض، يكون «البانجو» مثبت في وصلة بنز محوري (SC) مصنوع من زوج من الكيعان ٩٠ ^{o} PVC. هذه الوصلة المحورية تتحرك لأعلى لكي ترفع المرشح أعلى مستوى الماء للإزالة والتنظيف، أو الإحلال.

يكون الحوض مجهزا بصمام صرف (D) يعمل أيضاً كبوابة دخول «سدادة الملح» للمحلول الملحي المشبع. عندما يغلق مفتاح التيار الداخل، هذه «سدادة الملح» ذات حجم ٢ أو ٣ لترات تغذى بالجاذبية إلى البالوعة والصمام مغلقاً اليرقات الحية ستسبح إلى الماء السطحي وبذلك يتفادى المحلول الملحي الكثيف، الذي يحصر اليرقات الميتة والمحتضرة. بعد بضعة دقائق، يفتح الصرف جزئياً للتخلص من «سدادة الملح» واليرقات الميتة، بنفس الطريقة التي يتم فيها الترسيب والتخلص من بيض الأسماك البحرية الميتة من الحضانات.

تمد اليرقات بحصة الغذاء المطلوبة بواسطة مضخة Peristaltic (P)من مخزون للطحالب تم تبريده وتهويته (AR). المعدل والكمية التي يتم بها الإمداد تعتمد على عدد اليرقات، وحجمها ومعدل التدفق خلال الحوض (بالإشارة إلى الأجزاء ٥–١–٤–١، ٥–٢–٣–٢). متوسط طول الصدفة يمكن تقديره بواسطة أخذ عينات يومية، لكن حساب نسبة الإعاشة يمثل مشكلة أكبر. تقدير معدل النفوق يمكن الحصول عليه بأخذ عينات حجم المحلول الملحي المشبع المجمع بعد «سداد الملح» وعد اليرقات الميتة التي يحتوي عليها. هذا يمكن عمله خلال ٢ إلى ثلاثة أيام للحفاظ على تعاقب أثر الأحياء.

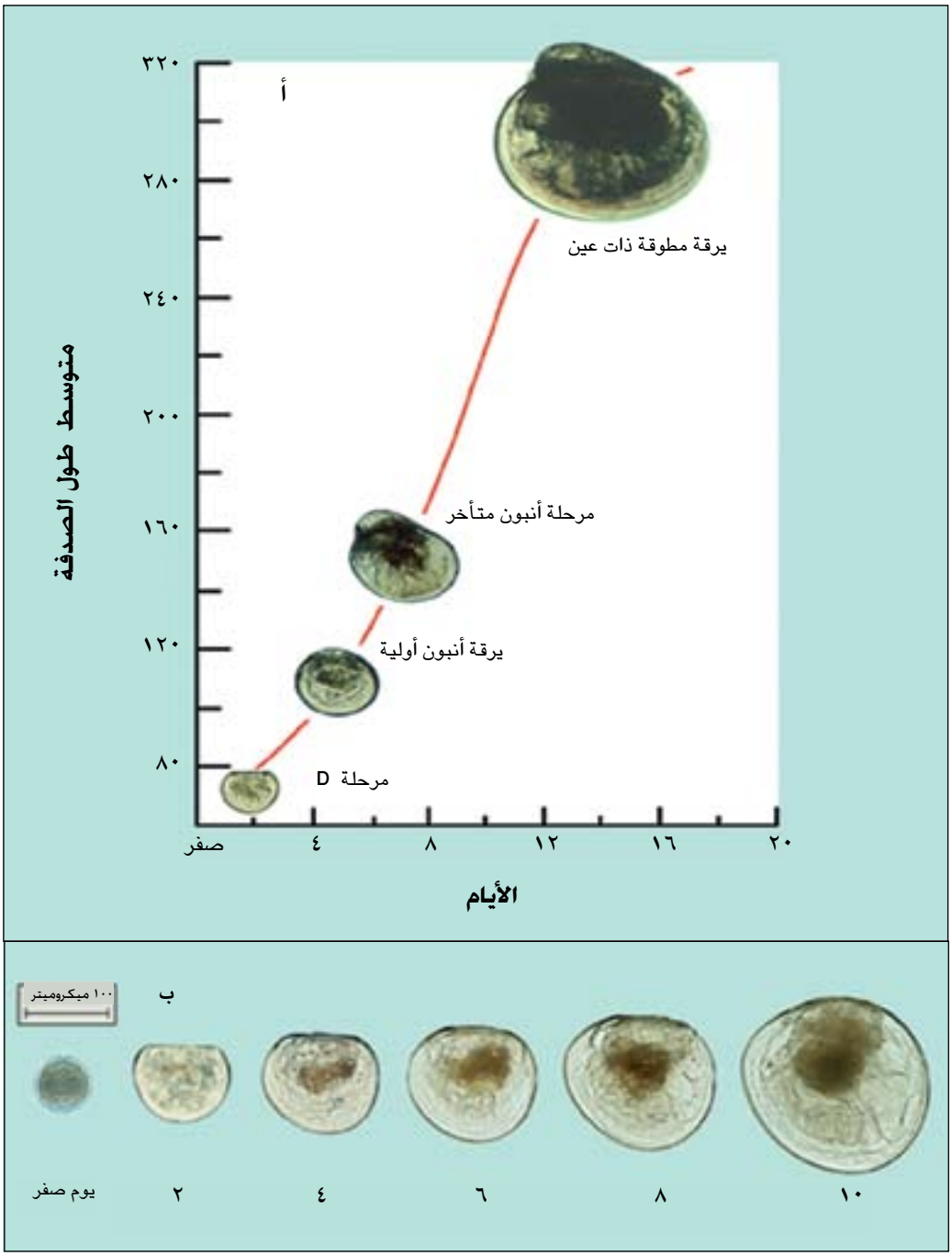
الأسطح الداخلية لأحواض التربية خلال المياه الجارية تحتاج إلى تنظيف بفرشاة شعر – ناعمة، متصلة بقطب مناسب الطول، على الأقل مرة خلال فترة التربية لدفعة واحدة من اليرقات. معدل التدفق يجب أن يزيد أثناء التنظيف لكسح الفضلات.

تربية اليرقات في أحواض المياه الجارية لها عيوب ولكن منافعها أكثر بكثير من عيوبها. حيث إن اليرقات لا تفرز على أساس منتظم كما في التربية الساكنة، إختلافات متوقعة في الحجم سوف تتطور مع الوقت. أيضاً، سوف تحتاج اليرقات أن تنقل إلى أحواض الالتصاق عند مرحلة اليرقة المطوقة. هذه ممارسة

قياسية في العديد من المفرخات لكن ليست في الآخرين، حيث يسمح لليرقات أن تبقى على جانبي وقاعدة أحواض تربية اليرقات والتي تزال منها فيما بعد. إزالة اليرقات المطوقة والملتصقة من الأسطح الداخلية للمخروط المدبب سوف تكون صعبة جداً. سوف يحتاج إلى أحواض الالتصاق، خاصة لمراحل اليرقات الأخيرة لأنواع المحار المختلفة التي تثبت نفسها على الأسطح (انظر الجزء٥-٤-٣).

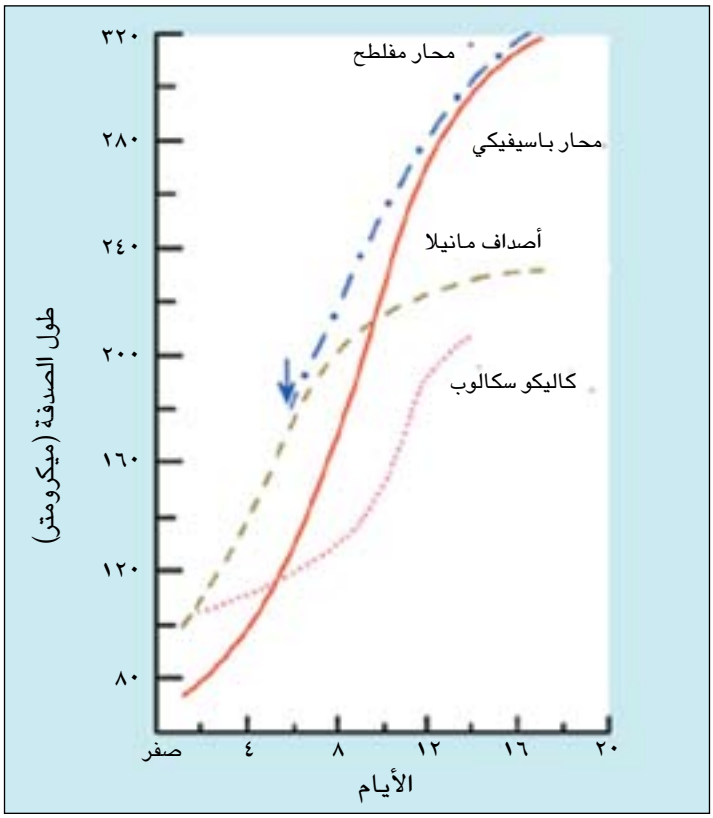
٥-١-٥ نمو وبقاء اليرقات

نمو ومراحل التطور لليرقات في محار المحيط الهادي ***Crassostrea gigas***، والاسكالوب الرملي ***Pecten ziczac***، من مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية إلى التحور موضحة في الشكل ٦٥.



الشكل ٦٥: صورة فوتوغرافية مصغرة لنمو وتطور تجمعات المحار الباسيفيكي***Crassostrea gigas*** (أ) الاسكالوب الرملي ***Pecten ziczac*** (ب).

يرقات المجموعات المختلفة من المحار تنمو عند معدلات مختلفة. هؤلاء الاسكالوبات والأصداف لهما يرقات مبرقعة أولية كبيرة وتصل إلى حجم الالتصاق والتحور عند طول صدفة نسبي أصغر (٢١٠ إلى ٢٣٠ ميكروميتر) عن يرقات المحار البيوضة (٣٢٠ إلى ٣٤٠ ميكروميتر). معدل النمو المقارن لعدد من الأنواع المرباة عند ٢٤ ± ٢م° موضح في الشكل ٦٦. بعض الأنواع، متضمنة الكاليكو سكالوب، تكون أبطأ في وصولها إلى النسبة الأسية في النمو. فهي تميل إلى تكوين مرحلة تأخر قبل بدء النمو السريع. الأنواع الأخرى مثل أصداف المانيلا والمحار الباسيفيكي تنمو بسرعة من بداية مرحلة اليرقة المبرقعة. معدل النمو يقل في كل الأنواع عندما تقترب من مرحلة الالتصاق.



الشكل ٦٦: نمو مقارن ليرقات بعض أنواع محار المياه الدافئة (المحار الأوروبي المفلطح ***Ostrea edulis***، محار المحيط الهادي ***Crassostrea gigas*** ، محار المانيلا ***Tapes phillippinarum***، والاسكالوب كاليكو (***Argopecten gibbus***) من مرحلة اليرقات المبرقعة الأولية إلى مرحلة التحور عندما تربى عند ٢٤ ± ٢م°. يوم (صفر) يعتبر اليوم الذي يخصب فيه البيض. السهم الأزرق يشير إلى اليوم الذي تتحرر فيه يرقات المحار المفلطح من الأمهات البالغة.

بالمثل، فإن إعاشة اليرقات من مرحلة – D إلى التحور مختلفة بين الأنواع المختلفة. قد تكون مرتفعة مثل ٥٠ إلى ٧٠٪ في المتوسط في بعض أنواع المحار والأصداف وتكون منخفضة مثل ١٥ إلى ٣٠٪ في الاسكالوب. تعتمد كثيراً على بروتوكول التربية ومدى العزل (الإزالة) لليرقات البطيئة النمو أثناء عملية التربية. جزء غير قليل من الفقد في أعداد اليرقات خلال فترة التربية يكون عادة مرتبطا أكثر بالانتخاب والتخلص من الأفراد الأبطئ نموا أكثر من ارتباطه بموت اليرقات. الجزء من اليرقات الذي يصل إلى مرحلة التحور يرتبط أيضاً بظروف التربية متضمنة الوجبة والكمية، ودرجة الحرارة والملوحة ونسبياً بعوامل غير محكومة مثل نوعية مياه البحر والأمراض (انظر ٥–٣).

٥-٢ الغذاء والتغذية

٥–٢–١ المقدمة

تبدأ التغذية في حالة ما تصبح اليرقات كاملة الصدفة وتتضمن جهازا هضميا متطورا. قبل ذلك الوقت، تشتق الطاقة للتنفس والتطوير من الاحتياطات المعروضة أثناء تطوير البيض (Oogenesis) بواسطة الإناث الناضجة (انظر ٥–٣–٤). ومن المحتمل أيضاً قدرة الأجنة النامية على امتصاص المواد المغذية العضوية من ماء البحر المحيط. في الحقيقة، هناك في أغلب الأحيان منفعة في إضافة قليل من الغذاء

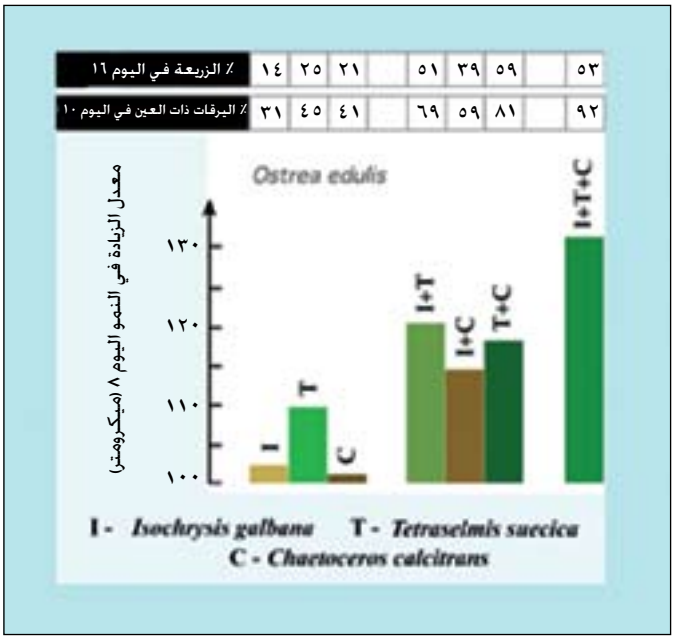
الطحلبي المستنبت إلى الأحواض التي تحتوي الأجنة ١٢ ساعة قبل وصولها إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية وقادرة على أكل الغذاء المحبب. قد لا تكون الخلايا الطحلبية نفسها مهمة ولكن بالأحرى المواد المغذية العضوية في محلول استنباتات الطحالب. في هذا المجال، إضافة كميات صغيرة من الدياتومات (ومثال على ذلك ***Chaetoceros muelleri*** من ١٠ إلى ٢٠ خلية لكل ميكرولتر) من الاستنباتات القريبة من المرحلة الساكنة تظهر أنها أكثر فاعلية.

بمجرد أن يتطور البرقع في مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية و اليرقات المكتملة الصدفة تقوم بالسباحة، فإن ضربات أهداب البرقع توجه جزئيات الغذاء نحو الفم بالإضافة إلى تزويد القوة الحافزة لنشاط السباحة (الشكل ٦٧). في هذه النقطة – اليوم صفر – هو يشير عادة إلى – النوعية (التركيب العليقة) وكمية (حصة) الغذاء المضافة إلى أحواض التربية تصبح مهمة.

الشكل ٦٧: تتغذى اليرقات أثناء سباحتها. ضرب أهداب عضو السباحة، توجيه الغذاء أيضا نحو الفم. اليرقات الثلاثة (اليوم ٨) من الاسكالوب موضحة عائمة في حالة صدام. غددهن الهضمية الدكنة اللون واضحة جداً.

٥-٢-٢ الاعتبارات الغذائية

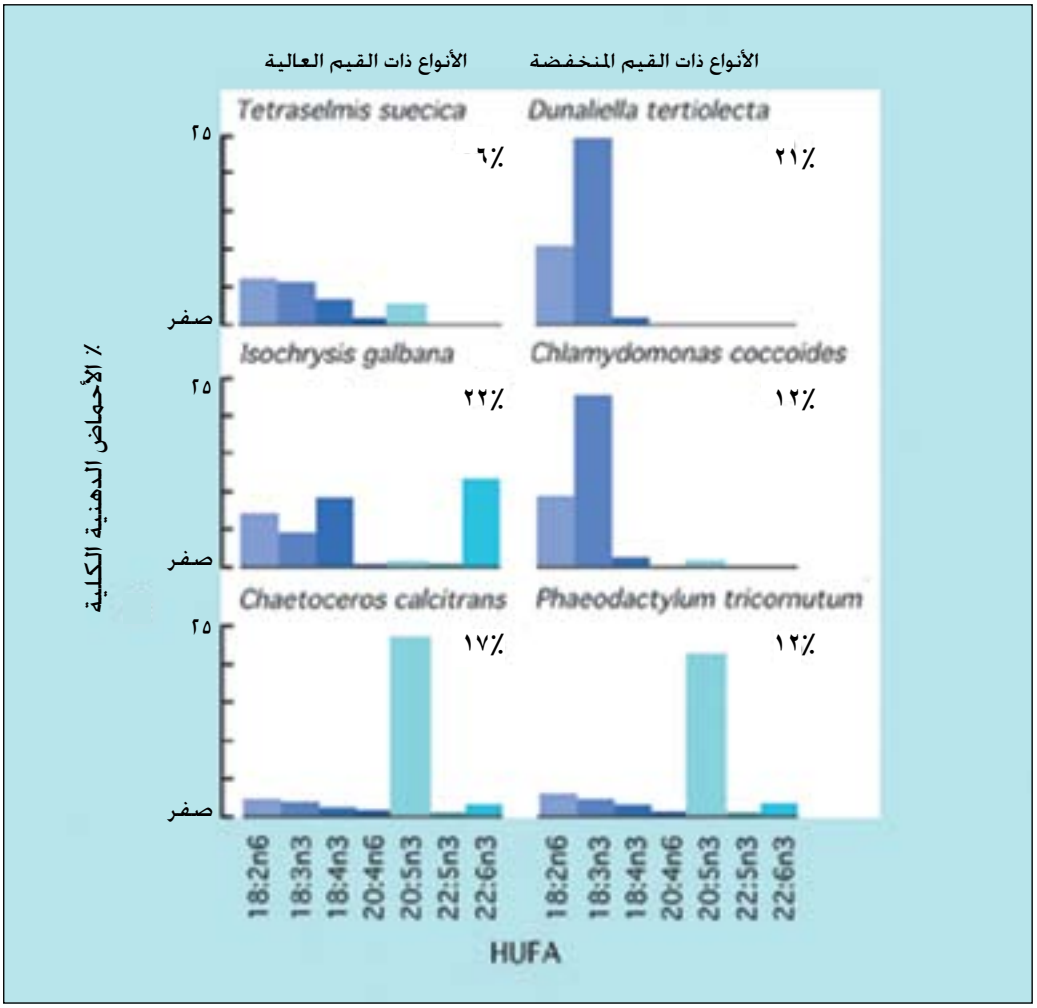
إن علائق الطحالب المختلطة مفيدة. مجموعة من اثنين أو ثلاثة أنواع ذات قيمة مغذية عالية متضمنة دياتوم بحجم مناسب والتزويد بالفلاجيلات بلا استثناء يحسن معدلات نمو اليرقات والتطور أحسن من وجبات النوع الواحد (الشكل ٦٨). وتحسن أيضاً إنتاجيات الزريعة كما تؤثر على الآداء اللاحق للزريعة من ناحية كلٍ من النمو والبقاء.



الشكل ٦٨: النمو (فترة ٨ أيام)، التطور (٪ اليرقات ذات العين في اليوم العاشر) والالتصاق (نسبة الزريعة لعدد اليرقات الأولى في اليوم صفر) ليرقات ***Ostrea edulis*** المغذاة بوجبات مختلفة فردية ومختلطة من نوع الطحالب المشار إليها. القيم هي متوسطات عدد كبير من المحاولات.

ليس كل أنواع الطحالب بالحجم المناسب والمستنبت بسهولة والمتوفرة من مجموعات الاستنبات لها قيمة غذائية جيدة لليرقات. ولكن عموماً تلك الأغذية القيمة من نوع واحد لليرقات سوف تكون مماثلة في القيمة للآخرين. هناك استثناءات لهذه القاعدة ستوضح لاحقاً. إن القيمة الغذائية لطحلب معين محدد لا يقدر فقط بواسطة تركيبته الكيماوية الحيوية لكن أيضاً «تناوله الطعام» بقابلية هضمه. ومثالا على ذلك، الدياتومات ذات أشواك السيليكات الطويلة والتي يمكن أن تكون صعبة الابتلاع ومثيرة بحيث تطرد من اليرقات بواسطة غلق مصراعيها. تعتبر بعض الأنواع من ***Phaeodactylum*** مثالا جيدا ينطبق على هذه الحالة. الأنواع الأخرى، مثل ***Chlamydomonas*** لها جدران خلوية سميكة تجعلها عسرة الهضم تقريباً. رغم ذلك آخرون، من ضمنهم ***Dunaliella tertiolecta***، تفتقر إلى الأحماض الدهنية غير المشبعة جداً المعينة (HUFAS) اللازمة لتطوير اليرقات بينما هي سهلة الهضم، فإن قيمتها الغذائية قليلة أو معدومة.

مقارنة لمحات HUFA لعدد من أنواع الطحالب التي هي إما أطعمة جيدة أو فقيرة لليرقات موضحة في الشكل ٦٩. وموضح أيضاً القيم للمحتوى الدهني الكلي كنسبة من الوزن الجاف الخالي من الرماد.



الشكل ٦٩: مقارنة الدهون الكلية كنسبة من الوزن الجاف الخالي من الرماد والوفرة النسبية للدهون غير المشبعة جداً المختلفة (HUFAS) في عدد من أنواع الطحالب لكل من ذات القيم المغذية العالية والمنخفضة ليرقات المحار.

يميل نوع القيمة الغذائية العالي إلى امتلاك نسب عالية من كلا EPA) $20:5n^3$ حامض eicosapentaenoic) أو DHA) $22:6n^3$ - حامض docosahexaenoic) بالمقارنة مع الكثير من الأنواع ذات القيم الفقيرة. إذا كانت هذه المكونات يفتقر إليها في الوجبة، فإنه يتضح أن يرقات أغلب المحار قد تكون عندها أو لا قدرة محدودة لتركيبها من أقل بوادر غير مشبعة جداً. هي حالة عديد من علائق الأنواع الصعبة حيث إن

إطعامها بمجموعة أنواع غنية سواء بـ EPA أو DHA (أو كلاهما) يعطي أحسن النتائج. يرقات الأصداف تميل إلى أن تكون أقل اعتمادا في هذا الشأن من يرقات المحار أو الاسكالوب.

الأبعاد النسبية لـ HUFAs ومحتوى الدهن الكلي لنوع الطحالب المفيد لإنتاج المفرخ يتفاوت طبقاً لمرحلة دورة التربية و ظروفها، والتي تختلف من مفرخ إلى مفرخ. على أي حال، النوع الذي يعتبرذوقيمة مغذية جيدة في حالة مفرخ واحد سيكون دائماً بقيمة مماثلة في مكان آخر وذلك بتخويل اهتمام جيد إلى حد معقول إلى تفاصيل شروط التربية.

أنواع الدياتومات المختلفة عموماً النامية في المفرخات لها لمحات HUFA مماثلة جداً، كلها تكون غنية بـ EPA. الكميات الكلية للأحماض الدهنية المحددة في أنواع الدياتومات المختلفة تكون إلى حد ما مختلفة. هي تميل إلى أن تكون أعلى في الاستنباتات التي تدخل المرحلة الثابتة بمقارنة مع مرحلة النمو بمعدل متزايد.

من بين الفلاجيلات البنية ذات حجم الخلية الصغير، *Pavlova lutherii* له لمحات HUFA مماثلة لـ *Isochrysis galbana* (الشكل ٦٩) ولكن تميل إلى امتلاك DHA أكثر. على النقيض من ذلك، T-ISO نسخة من *Isochrysis* تحتوي فقط على ٥٠ إلى ٪٧٠ DHA من *Isochrysis galbana* عند إنماءها جنباً بجنب بالاستنبات في نفس الظروف من الإضاءة والأملاح المغذية. تميل T-ISO إلى أن تربى في المفرخات أكثر من أقربائها لأنه من السهل أن تستنبت على مدار السنة وتتحمل درجات حرارة أعلى. البدائل المفيدة لـ *Tetraselmis* تكون أنواع *Pyramimonas* (ومثال على ذلك: *P. obovata P. virginica*) لها لمحات HUFA تتوسط *Tetraselmis* و *Isochrysis* ولكن يمكن أن يكون صعب استنباتها في أوقات محدودة من السنة.

٥-٢-٣ مكونات الغذاء ومعدلاته:

الوجبة المناسبة في البداية لليرقات المبرقعة الأولية ومرحلة اليرقات الأولية (أقل من ١٢٥ ميكروميتر طول الصدفة) لأغلب أنواع المحار المرباة عموماً هو خليط من:

واحد من الدياتومات التالية:

Thalassiosira pseudonana أو *Chaetoceros calcitrans* و(لليرقات أكبر من ٩٠ ميكروميتر) *Chaetoceros muelleri* أو (لليرقات أكبر من ٥٥ ميكروميتر)

مندمجة مع:

واحد من الفلاجيلات التالية:

Isochrysis galbana أو *Pavlova lutheri* أو T-ISO، بنسب متساوية بواسطة عدد الخلايا.

عندما يتجاوز متوسط حجم اليرقات ١٢٠ ميكروميتر(طول الصدفة)، حجم خلية الفلاجيلات الأكبر، *Tetraselmis spp.* (*T. tetrabelle, T. suecica, T. chuir*)، إلخ)، من المفيد إضافته إلى الوجبة.

حصة الطعام عادة تقتبس بالعدد الكلي للخلايا الطحلبية لكل ميكروليتر (خلايا لكل ميكروليتر) أو لكل ميلليتر (خلايا لكل مل) من حجم حوض التربية. يلاحظ أن ١٠٠ خلية لكل ميكرولتير تكافئ ١٠٠ ٠٠٠ خلية لكل مل.

يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن الخلايا في أنواع الطحالب المختلفة تختلف بتفاوت على نحو واسع في متوسط الحجم، وبذلك، في الحجم والكتلة (انظر الجدول ١، الجزء ٣-١). في حساب الحصة للوجبة بدمج اثنين أو ثلاثة أنواع، التمثيل في كل حصة يحسب على أساس حجم الخلية على أساس التكافؤ (في الشروط التقريبية):

١,٠ خلية من T ISO، *Isochrysis galbana* أو *Pavlova lutherii*=

٠,١ خلية *Tetraselmis* sp. من، أو

١,٠ خلية من *Thalassiosira pseudonana*، أو
٢,٢٥ خلية من *Chaetoceros calcitrans*، أو
٠,٧٥ خلية من *Chaetocerous muelleri*.

هكذا تكون حصة الطعام المناسبة للمرحلة الأولية ليرقات *Crassostrea* أو *Tapes* (ولأغلب الأنواع الأخرى)، حيث أن كثافة خلية الغذاء المستهدف تكافئ ١٠٠ خلية *Isochrysis* لكل ميكروليتر، يمكن أن تكون مقنعة بواسطة المجموعات الغذائية التالية:

١٢٥ خلية لكل ميكروليتر ٥٠ + *C. calcitrans* خلية لكل ميكروليتر *I. galbana*، أو
٣٧,٥ خلية لكل ميكروليتر ٥٠ + *C. muelleri* خلية لكل ميكروليتر *P. lutherii*، أو
٥٠ خلية لكل ميكروميتر ٥٠ + *T. pseudonana* خلية لكل ميكروليتر *P. lutherii*

أي من هذه الوجبات المختلطة ممتازة لتربية يرقات المحار الأكثر شيوعاً بالمفرخات، على الرغم من أن الحصة كخلايا لكل ميكروليتر سوف تتفاوت تبعًا للنوع وكثافة اليرقات في التربية. كثافات الخلية المقتبسة أعلى تعتبر مثالية ليرقات الأنواع المختلفة لـ *Ostrea edulis* ، *Crassostrea sp.* والأصداف *Tapes philippinarum* ، *Tapes decussatus*، *Mercenaria mercenaria*، *Mya arenaria* (والعديد من الانواع الأخرى)، وبلح البحر *Mytitus edulis* و *Perna perna* في الكثافات المقتبسة سابقاً (الإشارة إلى الجدول ١٠، الجزء ٥–١–٢–٣). على النقيض من ذلك، العديد من يرقات أنواع الاسكالوب وأظهرت عموما نموا أفضل عندما غذيت نفس الوجبة ولكن بحصص أقل. على سبيل المثال، يرقات الاسكالوب، *Pecten ziczac* و *Argopecten gibbus*، تعطي معدلات نمو قصوى سريعة في حصة كلية بين ٥ خلايا لكل ميكروليتر في مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية، وتزداد إلى ١٨ خلية لكل ميكرولتير قبل مرحلة اليرقة فيلجر. تستعمل مفرخات أخرى حصص اثنين أو ثلاث مرات أكبر في حالة يرقات الاسكالوب المختلفة، ولكن نادراً ما تستخدم حصص مرتفعة للمحار، الأصداف وبلح البحر على مدى مماثل لأحجام اليرقات.

سوف يلاحظ في مثال المجموعات الغذائية المعطاة أعلى أن T-ISO كانت محذوفة. بينما تعتبر T-ISO نوعا جيدا جداً لتغذية يرقات الأصداف، وبلح البحر والاسكالوب، هناك تحفظات بالنسبة لاستعمالها في الوجبة لليرقات المبكرة لأنواع *Crassostrea* (الشكل ٧٠). بالمقارنة مع *Isochrysis galbana* ولدرجة أكبر، *Pavlova lutherii*، مستويات الأحماض الدهنية غير المشبعة جداً المهمة DHA (HUFA) تعتبر أوطى إلى حد كبير. عندما T-ISO تغذى كوجبة منفردة إلى يرقات أنواع *Crassostrea*، كلا من نمو اليرقات وتطورها يتأخر بشدة ما بعد ١١٠ ميكروميتر طول الصدفة. لهذا السبب، فإنه يوصى في المفرخات بأن تركز الفلاجيلات الصغيرة و استنبات الطحالب على السلالات الثابتة الجيدة من *Isochrysis galbana* و *Pavlova lutherii*.

يمكن تربية اليرقات من اليرقة المبرقعة الأولية إلى التحور على وجبات مجموعة مختلطة تتكون من نوعين، مثل الأنواع الموضحة أعلى. على أية حال، بمجرد أن يتجاوز متوسط طول الصدفة ١٢٠ ميكروميتر، فإنه من المفيد إضافة نوع ثالث على شكل أحد أصغر أنواع sp *Tetraselmis*. الدليل يوضح أن معدل النمو ونسبة اليرقات التي نجحت في استكمال التحور تتحسن عندما تكون *Tetraselmis* في الوجبة (إشارة إلى الشكل ٦٨).

اما *Tetraselmis* فيمكن أن تستخدم كبديل مباشر لـ *Isochrysis* أو *Pavlova* في الوجبة أو، من الأحسن، يمكن استخدامها كنوع إضافي في تركيبة وجبة الثلاث أنواع. و إنه لا يجب، على أية حال، أن تكون بديلاً للدياتوم في الوجبة. كل من الأنواع الثلاثة للدياتومات الموصى بها، والمذكورة أعلى، تحتوي على عنصر مهم آخر(EPA) ، HUFA ذو أهمية مغذية وتطورية معروفة.

عند استبدال الـ *Isochrysis* أو *Pavlova* في وجبة النوعين، تغذى بـ *Tetraselmis* بقدر ١٠٪ من كثافة الخلية صالح للفلاجيلات الأصغر حجما، لذلك:

٣٧,٥ خلية لكل ميكروليتر ٥٠ + *C. muelleri* خلية لكل ميكروليتر ٠ *P. lutherii*

تصبح:

٣٧,٥ خلية لكل ميكروليتر ٠,٥ + *C. muelleri* خلية لكل ميكروليتر *T. suecica*.

عندما تستعمل كنوع إضافي لجعل مجموعة الأنواع الثلاثة، كل نوع من المكون مجهز ب ٣٣,٣٪ من كثافة الخلايا المطلوبة، الذي قد يكون مكافئا ل ١٠٠ خلية لكل ميكروليتر *Isochrysis*. ولذلك:

مجموعة النوعين:

٣٧,٥ خلية لكل ميكروليتر ٥٠ + *C. muelleri* خلية لكل ميكروليتر *P. lutherii* =

مكافئ ل ١٠٠ خلية لكل ميكروليتر *Isochrysis*.

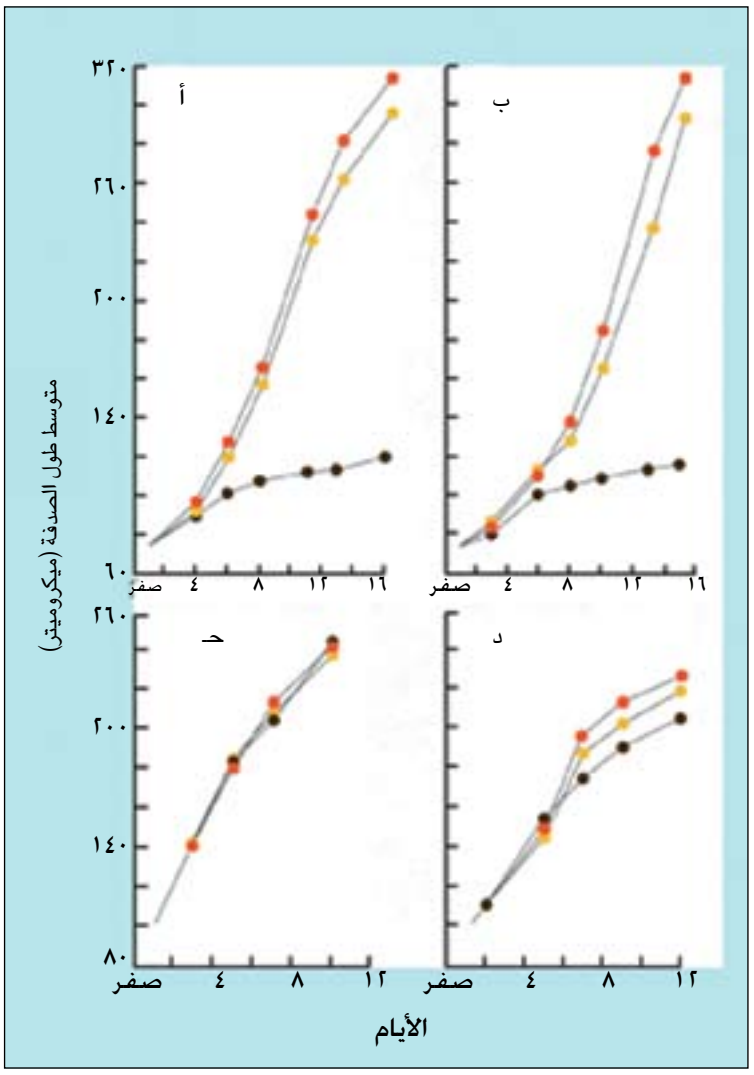
مجموعة ثلاثة أنواع:

٢٥ خلية لكل ميكروليتر ٣٣,٣ + *C. muelleri* خلية لكل ميكروليتر ٣,٣٣+ *P. lutherii*

=*T. suecica*

مكافئ ل ١٠٠ خلية لكل ميكروليتر *Isochrysis*.

الكمية الكلية للطحالب المغذى بها من ناحية حجم الخلية/كثافة تعتبر نفسها تقريباً لهذين المثالين من الوجبات، الذي كل منهما مناسب لليرقات الأكبر من ١٢٠ ميكروميتر طول الصدفة.



الشكل ٧٠: نمو يرقات (أ) *Crassostrea gigas*، (ب) *Crassostrea rhizophorae*، (ح) *Mercenaria mercenaria*، (د) *Tapes philippinarum* المغذاة على R-ISO (الدوائر البنية) وخليط النوعين من هذين الطحلبين (الدوائر البرتقالية).

ركز في هذا القسم حتى الآن على التعليمات العامة للوجبة والحصص لليرقات. في العديد من المفرخات الصغيرة يتم العمل بمبدأ «wet thumb»– وفي أغلب الأحيان بميزانية قليلة جداً – قليل إعتبار أوعدم اعتبار حساب كثافة الطحالب عند الحصاد، أو صياغة مجموعة الأنواع للتغذية بأي درجة عظيمة من الدقة. العامل ذو الخبرة والمربي لواحد أو أكثر من نوع المحار الشديد التحمل يستطيع أن يحكم بمجرد العين على أي من استنباتات الطحالب وإضافة ما يكفي من هذه الطحالب إلى أحواض اليرقات حتى يبدو الماء بلون أصح.

من جهة أخرى – في المفرخات الكبيرة تجهز الزريعة على نطاق صناعي إما لحسابها الخاص، أو لمساندة المزارعين بالقطاع الخاص ضمن المنطقة – المسؤولية ومقياس قاعدة الاستثمار المالي تحتم أن تبقى الرعاية تحت السيطرة. الأولوية هنا، هي تكثير المنتوج المربح من منتجات الزريعة وصنع الربح – كيف يمكن أن ينجز هذا بجعل الاستخدام الأكثر فاعلية للطحالب المستنبتة في تغذية اليرقات سيناقش لاحقاً.

٥-٢-٣-١ استراتيجيات التغذية

هناك استراتيجيتان أساسيتان استخدمتا في المفرخات لضمان تزويد اليرقات بحصة الغذاء الكافية. الأولى أن تصنف الطحالب إلى حجم ماء البحر في أحواض تربية اليرقات بهدف رفع كثافة خلية الغذاء إلى التركيز الذي يدعم أقصى معدلات نمو اليرقات. تتضمن الاستراتيجية الثانية للإطعام المستمر المتزايد للكتلة العضوية لليرقات، بينما التطوير يمضي، طبقاً لمعدل إبتلاع الخلية – الغذاء المعروف لليرقات ذات الأحجام المتوسطة المختلفة للصدفة. هذه النظرة الأخيرة ستناقش باختصار في الجزء ٥-١-٤-١ المخصص لتربية الكثافات المرتفعة لليرقات.

الإستراتيجية ١ تعتبر الخيار الأسهل، حيث إن حجم الماء في الحوض من غير المحتمل أن يكون مختلفا أثناء فترة التربية. هي الاستراتيجية الملائمة حيث تبقى الكثافات منخفضة لليرقات. في الواقع، حصة الغذاء تقدم مرة واحدة في اليوم. على مدى فترة ٢٤ ساعة سيستعمل على مستوى منخفض. تركيز خلية غذاء مثالية يستمر فقط لفترة قصيرة من الـ ٢٤ ساعة. على أي حال، هذه الاستراتيجية يمكن أن تعدل، وفي أغلب الأحيان، بإطعام إضافي ٥٠٪ (أو أكثر) كل حصة ٨ إلى ١٢ ساعة بعد الحصة الرئيسية. إن الغرض هنا هو أن تبقى كثافة خلية الغذاء أقرب إلى الدرجة المثلى للجزء الأعظم من اليوم. في معدلات الوفيات المنخفضة، أعداد اليرقات قد تحتاج أن تنخفض بينما يمضي التطور بواسطة القسمة بين حوضين أو أكثر لكي لا تؤكل الحصة أيضاً بسرعة.

الإستراتيجية ٢ تتطلب معرفة المعدل الذي عنده تستنفذ خلايا الغذاء من الماء بواسطة عدد اليرقات المعروف عند كل طول صدفة (أو الأوزان) لكل مراحل التطور من مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية إلى التحور. بعد أن يقرر متوسط الحجم وعدد اليرقات المتبقية في ماء الحوض المتعاقب تغييره فإن العامل يمكنه حساب كمية الغذاء الضروري، إضافته إلى الحوض لدعم أقصى معدل نمو للكتلة الحية لليرقات في ذلك الوقت. بهذه الطريقة، أعلى كثافات من اليرقات يمكن تربى بنجاح في حجم الحوض الموجود.

على أي حال، الإطعام أكثر من اللازم ضار على حد سواء إن لم يكن أكثر ضرراً لليرقات مقارنة مع قلة الإطعام. كما ذكر سابقاً، في كثافات أعلى لليرقات قد يكون من الضروري التغذية مرتين كل يوم كحصتان منفصلتان عند أقصى كثافة الخلايا الموصى بها ليرقات أغلب الانواع، وبمعنى آخر بالقرب من مكافئ ١٠٠ خلية لكل ميكروليتر ***Isochrysis***. التزويد بحصة مزدوجة ككتلة غذاء واحدة لكل يوم إلى تربية اليرقات سوف يتجاوز كثافة وحجم خلايا الغذاء الذي يكون عنده نشاط التغذية في أقصى كفاءته لليرقات. التغذية أكثر من اللازم يمكن أن تؤدي إلى المرض ذو العلاقة بالشكل الجرثومي في الحالات حيث تكون اليرقات تحت الضغط. في هذه الحالة، فإن الحصة المطلوبة تقسم إلى جزئيين متساويين. الجزء الأول يضاف مباشرة إلى الحوض والنصف الباقي يغذى على شكل قطرات على فترة ٢٤ ساعة.

التطور المنطقي لضمان الإطعام الصحيح لليرقات هو استعمال الالكترونات المتطورة الحديثة Opto-Electronics. بعض التقدم تم عمله بالأدوات الأكثر بدائية التي تلمع شعاع تحت الحمراء الخفيف خلال التربية إلى الكاشف، مقارنة بالتعكير المتسبب بوجود كثافة خلايا الغذاء المثالية في حجم التربية بإشارة مرجعية. عند التغذية بخلايا الغذاء بواسطة اليرقات، فإن العكارة بالماء تقل. عند قيمة من مجموعة مؤكسدة فإن التقوية تنشط مضخة Peristaltic صغيرة التي تضيف طحالب أكثر إلى الحوض من خزان ذا تهوية حتى تعود العكارة المطلوبة. يوجهه القارئ إلى الجزء ٥–١–٤ لمزيد من المعلومات.

٥–٢–٣–٢ حساب معدل الغذاء

استراتجية التغذية ١: أحجام أنواع الطحالب الضرورية بلإضافة إلى أوعية تربية اليرقات لإنجاز كثافات الخلية المطلوبة محسوبة في المعادلة التالية:

$$\text{حجم (١) لتغذية} = \frac{\text{كثافة الخلية المطلوبة [خلية لكل ميكروليتر]} \times V}{\text{كثافة خلية من حصاد الطحالب [خلية لكل ميكروليتر]}}$$

حيث أن V= حجم حوض تربية اليرقات باللترات

مثال:

معلومات أساسية
الوجبة وكثافة الخلية اللذين سيتغذى بها:
٣٧,٥ خلية لكل ميكروليتر ٥٠ + *C. muelleri* خلية لكل ميكروليتر *P. lutherii*

كثافات الخلايا من الطحالب المحصودة:
٤٨٠٠ خلية لكل ميكروليتر *C. muelleri*
٨٩٠٠ خلية لكل ميكروليتر *P. lutherii*
حجم اليرقات المرباة= ٨٠٠ لتر

الحسابات:
حجم *C. muelleri* المطلوب= ٣٧,٥ × ٨٠٠/٤٨٠٠= ٦,٢٥١
حجم *P. lutherii* المطلوب= ٥٠,٠ × ٨٠٠/٨٩٠٠= ٤,٤٩١

استراتيجية التغذية ٢: الحسابات تتضمن تحديد عدد خلايا الغذاء المضافة إلى مكافئ الحصة اليومي الأولي إلى ٧٥ خلية لكل ميكروليتر ***Isochrysis*** ، مطلوب خلال ٢٤ ساعة التالية إبقاء كثافة خلية الطحالب ثابتة. الخطوات في الحساب مفصلة في المثال التالي الذي يقدم إلى يرقات ***Crassostrea gigas***.

المثال:

المعلومات الأساسية:

حجم حوض تربية اليرقات	–	١٠٠٠ لتر
عدد يرقات *C. gigas*	–	٢٢,٥ مليون
متوسط طول الصدفة لليرقات	–	١٧٠ ميكروميتر
وجبة الطحالب المقدمة	–	خليط متساوي بحجم الخلية من: *P. lutherii*، *C. muelleri*، *I. suecica*
كثافات حصاد الطحالب	–	*P. lutherii*= ١٥٠٠٠ خلية لكل ميكروليتر *C. muelleri*= ٧٤٠٠ خلية لكل ميكروليتر *T. suecica*= ١٢٠٠ خلية لكل ميكروليتر

الحساب:

أ) تزود حصة أولية من ٢٥ خلية لكل ميكروليتر ١٨,٧٥ *P. lutherii*، ٢,٥٣ *C. muelleri* و ٢,٥ خلية لكل ميكروليتر ١,٦٧، *T. suecica*= و ٢,٠٨ لتر على التوالي في كثافات حصاد الخلية المعطى سابقاً (انظر استراتيجية التغذية ١ لطريقة الحساب).

ب) اقرأ عدد الخلايا المستهلكة بواسطة يرقات المحار الباسيفيكي ١٧٠ ميكروميتر في ٢٤ ساعة من جدول ١٣= ٣٠١٠٠.

حـ) اقسم ٣٠١٠٠ على عدد أنواع الطحالب في الوجبة= ١٠ ٠٣٣ خلية لكل ميكروليتر *Pavlova* ١٠٠٣) خلايا في حالة *Tetraselmis* و ٧٥٢٥ خلايا في حالة *C. muelleri* لحساب الفروق في حجم الخلية.

د) احسب حجم الطحالب المحصودة من كل نوع مطلوب للحفاظ على كثافة خلايا الغذاء المثالية في حوض ١٠٠٠ لتر المخزون به ٢٢,٥ مليون يرقة.

$$\text{حجم } Pavlova = \frac{\text{القيمة في (حـ)} \times \text{عدد اليرقات (الملايين)}}{\text{كثافة الخلايا الطحلبية المستنبتة [خلايا لكل ميكروليتر]}}$$

$$= ١٠٠٣٣ \times ٢٢,٥/١٥٠٠٠ = ١٥,٠٤١ \text{لتر}$$

وبالمثل، حجم *C. muelleri* المطلوب هو: ٧٥٢٥ × ٢٢,٥/٧٤٠٠ = **٢٢,٨٨ لتر**.
ولـ *T. suecica* هو: ١٠٠٣ × ٢٢,٥/١٢٠٠ = **١٨,٨١ لتر**.

هـ) أضف إلى الأحجام المحسوبة أعلاه في (أ) مباشرة إلى حوض اليرقات. الباقي (١٥,٠٤ ناقص ١,٦٧ لتر لـ *Pavlova* وإلخ) يخلط في خزان بارد وبه تهوية بحجم كافي. استعمل هذا الحجم بمعدل ثابت على فترة ٢٤ ساعة. من وجهة النظر العملية، من المستحسن خلط الطحالب المحتوية في الخزان مع ماء البحر المرشح إلى حجم الضخ في ٢٤ ساعة بواسطة مضخة *Peristaltic*.

الملاحظة: البيانات المعطاة في الجدول **١٣** تنطبق على اليرقات المرباة في ٢٤ ١±م°. ومرباة في درجة حرارة ثابتة، نمو اليرقات متوقع عموماً، لذلك فإن القياسات اليومية لطول الصدفة ليست ضرورية. المقاييس يجب، على أية حال، عملها على فترات ٤٨ ساعة ويمكن تقديرها في الأيام المتوسطة مستندة على الخبرة.

معدلات نمو اليرقات ليست مختلفة كثيرا سواء تم النمو بكثافة منخفضة باستخدام **استراتيجية التغذية ١** أو كثافة مرتفعة باستخدام **استراتيجية التغذية ٢**. فائدة الاستراتيجية الأخيرة هي كفاءة تكلفة التشغيل، من ناحية العمل والاستعمال الأفضل لفراغ المفرخ. عند استعمال Opto الالكترونية للإطعام (كما في الجزء ٥–١–٤–١) فإن الأحجام المقدرة من نوع الغذاء المطلوب تحسب كما في **استراتيجية التغذية ٢**.

الجدول ١٣: عدد الخلايا الطحلبية المبتلعة من طرف كل يرقة في كل يوم من طرف ثلاثة أنواع محار شائعة التربية نسبة إلى طول الصدفة لليرقة. القيم معروضة على هيئة خلايا مكافئة في الحجم ل ***Isochrysis galbana***.

خلايا (مكافئ ***Isochrysis***) المبتلعة لكل يرقةفي كل يوم			
متوسط طول الصدفة (جم)	*C. gigas*	*O. edulis*	*T. philippinarum*
١٠٠	٢٨٠٠		٤٤٠٠٠
١١٠	٦٧٠٠		٦٠٠٠
١٢٠	١٠٦٠٠		٨٠٠٠
١٣٠	١٤٥٠٠		١٠٢٠٠
١٤٠	١٨٤٠٠		١٢٨٠٠
١٥٠	٢٢٣٠٠		١٥٧٠٠
١٦٠	٢٦٢٠٠		١٨٩٠٠
١٧٠	٣٠١٠٠	١٩٢٠٠	٢٢٣٠٠
١٨٠	٣٤٠٠٠	٢٨٢٠٠	٢٦٠٠٠
١٩٠	٣٧٩٠٠	٣٧٣٠٠	٢٩٩٠٠
٢٠٠	٤١٩٠٠	٤٦٣٠٠	٢٩١٠٠
٢١٠	٤٥٨٠٠	٥٥٤٠٠	٢١٩٠٠
٢٢٠	٤٩٧٠٠	٦٤٥٠٠	١٤٩٠٠
٢٣٠	٥٣٦٠٠	٧٣٥٠٠	
٢٤٠	٥٧٥٠٠	٨٢٦٠٠	
٢٥٠	٦١٤٠٠	٩١٦٠٠	
٢٦٠	٦٥٣٠٠	١٠٠٦٠٠	
٢٧٠	٦٩٢٠٠	١٠٩٨٠٠	
٢٨٠	٧٣١٠٠	١١٨٨٠٠	

٥-٣ العوامل المؤثرة على الإنماء والبقاء

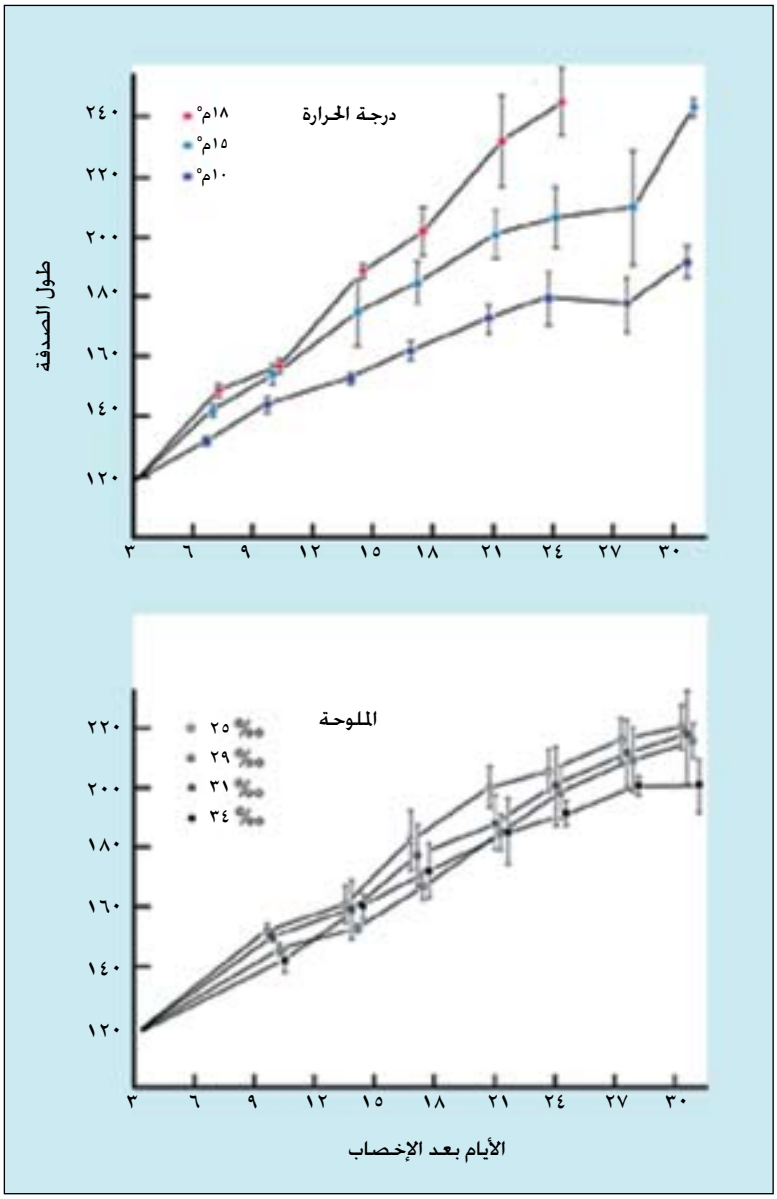
٥-٣-١ المقدمة

تأثيرات حصة الوجبة والغذاء تم تناولها بصفة خاصة في القسم السابق. يزود هذا القسم بالمعلومات عن الخلفية الأساسية المفيدة في مناقشة الحقائق الأخرى لظروف التربية وكيف تؤثر على كفاءة أداء كلَ من الجنين واليرقة. وتتضمن هذه الموضوعات درجة الحرارة والملوحة، مواصفات مياه البحر، مواصفات البيض واليرقات والأمراض. أكثر المعلومات المتضمنة لم تنشر من قبل وعلى عكس الأقسام الأخرى من هذا الكتيب تم ذكرها ليتمكن القارئ من أن يتتبع بعمق أكثر الموضوعات ذات الأهمية بالنسبة له.

٥-٣-٢ تأثير الحرارة والملوحة

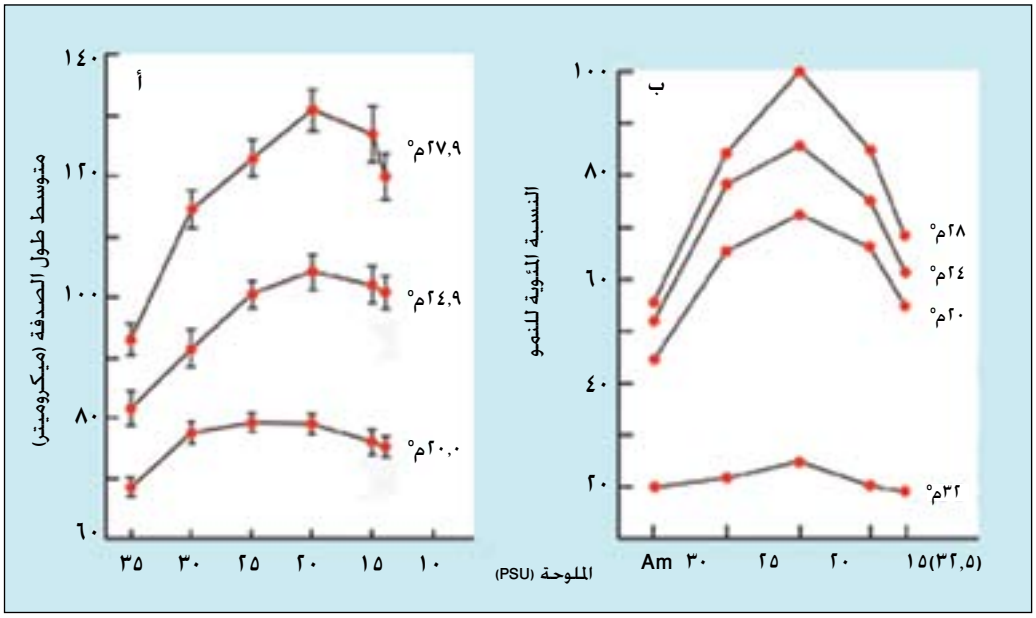
من كل العوامل التي تعوق النمو، التطور ومعدل إعاشة اليرقات في التربية، درجة الحرارة التي تعتبر واحدة من العوامل الأكثر أهمية حيث إن المعدل الأيضي يتحدد بدرجة حرارة المياه التي تربى فيها. تظهر يرقات عديد من المحار المربى الشائع درجات تحمل واسعة لكل من درجة الحرارة والملوحة، في الغالب تكون ظروف أعلى من التي قد تكون معرضة لها في بيئتها الطبيعية. ولا يجب أن يفترض عندما يتعامل أحد مع أنواع تسكن عادة البيئات البعيدة عن الشواطئ الباردة، أن اليرقات سوف تعطي بالضرورة آداء مناسبا في مدى درجات الحرارة الذى يتعرض له المخزون الطبيعى. في الغالب، فإن اليرقات تنمو أحسن عند درجات حرارة أعلى من التي تتعرض لها في الطبيعة. وبالمثل، في حدود تحمل اليرقات للملوحة هي في الغالب أكثر اتساعاً من التي يمكن توقعها. وعلى سبيل المثال، يرقات الاسكالوب كاليكو ***Argopecten gibbus***، من مخزون ملائم على درجات ملوحة تكاد تكون غير متغيرة عند ٣٦ PSU في برمودا عندها القدرة أن تنمو وتتطور وتلتصق في ملوحة ٢٠ PSU. يكون النمو والتطور أبطأ، ولكن معدل الإعاشة والالتصاق لهذه يكون أقل اختلافاً من تلك المرباة في درجات ملوحة أعلى.

بالنسبة لنمو يرقات الاسكالوب الياباني، ***Patinopecten yessoensis***، فإن اليرقات عند درجات ملوحة وحرارة مختلفة موضح في الشكل ٧١، أظهرت درجات التحمل للحرارة بهذا النوع بمعدلات نمو مطابقة تماماً لتلك المطبقة على أنواع الاسكالوب في المياه الأبرد مشتملة على ***Pecten maximus, Placopecten magellanicus*** ، والتي عادة تربى في ١٤ إلى ١٦م°. إن النمو، التطور ومعدلات الإعاشة تتأثر عكسياً بدرجات الحرارة المرتفعة وأنواع الأسكالوب البعيدة عن الشاطئ لها احتياجات لملوحة مرتفعة (أكثر من ٣٠ PSU) وعلى العكس، فإن يرقات أنواع ***Argopecten***، على سبيل المثال، كاليكو اسكالوب (***Argopecten gibbus***) واسكالوب الخليج (***Argopecten irradians concentricus***) يمكن تربيتها بنجاح عند درجة حرارة مرتفعة تتراوح بين ٢٦ و ٢٨م°.



الشكل ٧١: تأثيرات درجات الحرارة والملوحة على النمو ليرقات الاسكالوب الياباني ***Patinopecten yessoensis***. تم إنماء اليرقات عند ملوحة ٢٩ PSU في درجة حرارة المحاولة وعند ١٥م° كدرجة ملوحة.

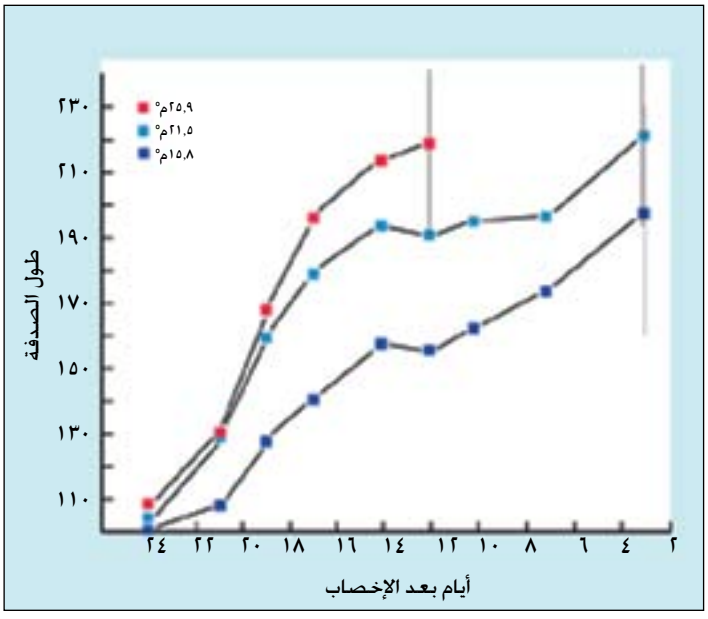
اما المحار من جنس ***Crassostrea*** فإن تحمله عالي جداً لكل من درجات الحرارة والملوحة في بيئة للتربية. والتأثير المتبادل لهذين العاملين على النمو موضح في الشكل ٧٢. في كل من محار المانجروف، ***Crassostrea rhizophorae***، والمحار الباسيفيكي ***Crassostrea virginica*** – فإن النمو، التطور ومعدل الإعاشة تعتبر قريبة من المناسب عند ٢٨م° وملوحة عند ٢٥ PSU. وسوف تتحمل أيضاً اليرقات الملوحة المنخفضة حتى ١٠ PSU ولكن معدل الإعاشة يتضرر عند درجة صفر PSU. تتجاوز معدلات الإعاشة ٨٠٪ في كل المعاملات على مدار فترات المحاولات بواسطة هذين النوعين.



الشكل ٧٢: النمو في أ، محار المانجروف *Crassostrea rhizophorae* في فترة ٧ أيام من مرحلة اليرقانة المبرقعة الأولية (بمتوسط طول أولي ٦٥ ميكروميتر) و ب، المحار الباسيفيكي، *Crassostrea gigas*، اليرقات في المحاولة ١٠ أيام عند درجات الحرارة والملوحة المختلفة. نتائج المحار الباسيفيكي يعبر عنها بالنسبة المئوية لنمو اليرقات في أحسن المعالجات (٢٨م° عند ٢٥ *Am* (PSU). تشير إلى الملوحة المحيطة والتي كانت ٣٢,٥ PSU في ب.

يرقات المحار الأوروبي المفلطح *Ostrea edulis* ، لها قدرة تحمل لدرجة الحرارة مثل يرقات نوع *Crassostrea* ولكنها ليست على درجة واسعة من التحمل للملوحة المنخفضة. بينما تستطيع الإعاشة لفترة وجيزة معرضة لـ ٢٠ PSU، النمو ومعدلات التطور في التربية تكون مناسبة في ٢٨ إلى ٣٢ PSU.

النمو في اليرقات المستزرعة تجارياً، أصداف المناطق الشاطئية والسهول متضمنة أصداف المانيلا، *Tapes philippinarum*، أصداف الصدفة الصلبة الأمريكي *Mercenaria mercenaria* ، أصداف الصدفة الرخوة *Mya arenaria*، اظهر أيضاً قدرة تحمل على المدى الواسع في ظروف درجة الحرارة والملوحة. ما عدا *Mya arenaria*، والتي عادة تربى في حرارة تتراوح بين ١٨ و ٢٠م°، ونمو اليرقات بصفة عامة عند ٢٥ ± ٢م° وعند ملوحة تتراوح ما بين ٢٥ و ٣٤ PSU. التأثير لدرجة الحرارة على نمو يرقات أصداف المانيلا موضح في الشكل ٧٣.



الشكل ٧٣: النمو في أصداف المانيلا، من مرحلة اليرقانة المبرقعة *Tapes philippinarum* الأولية إلى التحورات عند ثلاث درجات حرارة. الخطوط الرأسية تشير إلى المدى في طول الصدفة لليرقات (ميكروميتر) عندما تلاحظ اليرقانة لأول مرة في التربية (A. Iovatelli, Msc thesis).

٥-٣-٣ جودة مياه البحر

يعتبر بصفة عامة امر استثنائي بأن يعمل المفرخ بمعدل ثابت في الإنتاج على مدار العام. العوامل الموسمية الطبيعية التي لا يمكن التحكم فيها بسهولة يمكن أن تجلب فترات من العام عندها يكون آداء اليرقات الأقل في أشكال معدل النمو والإعاشة بدرجة خطيرة مقارنة مع الأخريات. في غياب التفسير الفني، مثل فشل المرشح أو تآكل الأجهزة – من بين الإحتمالات الأخرى – أو استخدام استنباتات طحالب رديئة الجودة تتسبب في تلوثها، أو إنحدار في إدارة الأعمال (خطأ انساني)، جودة مياه البحر يمكن أن تكون مسؤولة.

إنه من المعترف به قديماً أن مياه البحر مختلفة موسمياً في مقدرتها على دعم النمو والإعاشة للأجنة واليرقات. هذا يمكن أن لا يحدث عالمياً، ولكن ظروف عكسية تتواجد على جانبي المحيط الأطلسي، وعلى الأخص عندما يبدأ الدفئ في الربيع ويتوافق مع فترات ازدهار الفيتوبلانكتون المكثف في كل من فصل الربيع وبداية فصل الخريف. الأسباب الدقيقة لفساد جودة مياه البحر خلال هذه الأوقات غير مفهومة تماماً و من الممكن أن لا تتكرر سنوياً. هناك سنوات تكون أحسن من اخرى في هذا الخصوص.

مقارنة تطورالأجنة أو نمو اليرقات بعد كل أسبوع في ماء البحر المعالج طبيعياً في المفرخ وفي وسط محكم لمياه البحر الصناعية مستخدماً تقنيات الاختبار الاحيائي القياسي يمكن تحديد وقياس كمية التغيرات في جودة مياه البحر. الطرق المستخدمة في الاختبارات الاحيائية لجنين المحار مفصلة في Utting and Helm) ١٩٨٥). يمكن عمل ملائمة على نطاق كأس أو جردل لتحديد الاختلافات التي تؤثرعلى نمو وإعاشة اليرقات. ماء البحر الصناعي يمكن تحضيره طبقاً للتعليمات الاسترشادية المختلفة من درجة الكيماويات التحليلية أو شراءها كعلامات تجارية خاصة من موزعي المعامل ومن محلات هواة الأسماك. ويجب دائماً أن تحضر بنفس الطريقة المستعملة في وسط التحكم، المناسب الجودة.
مثال على تغير جودة مياه البحر وتأثيراتها على تطور أجنة المحار الباسيفيكي في المفرخ موضح في الشكل ٧٤. التطور في البيض المخصب لتكوين شكل اليرقة المبرقعة الأولية الكاملة يعبرعنه بحصيلة عامل الوفيات (NTM)، حيث

$$NTM = ١ - \left\{ \frac{\text{متوسط إنتاج اليرقة المبرقعة الأولية في ٢ مل مياه بحر طبيعية معالجة}}{\text{متوسط إنتاج اليرقة المبرقعة الأولية في ٢ مل مياه بحر}} \right\} - ١٠٠$$

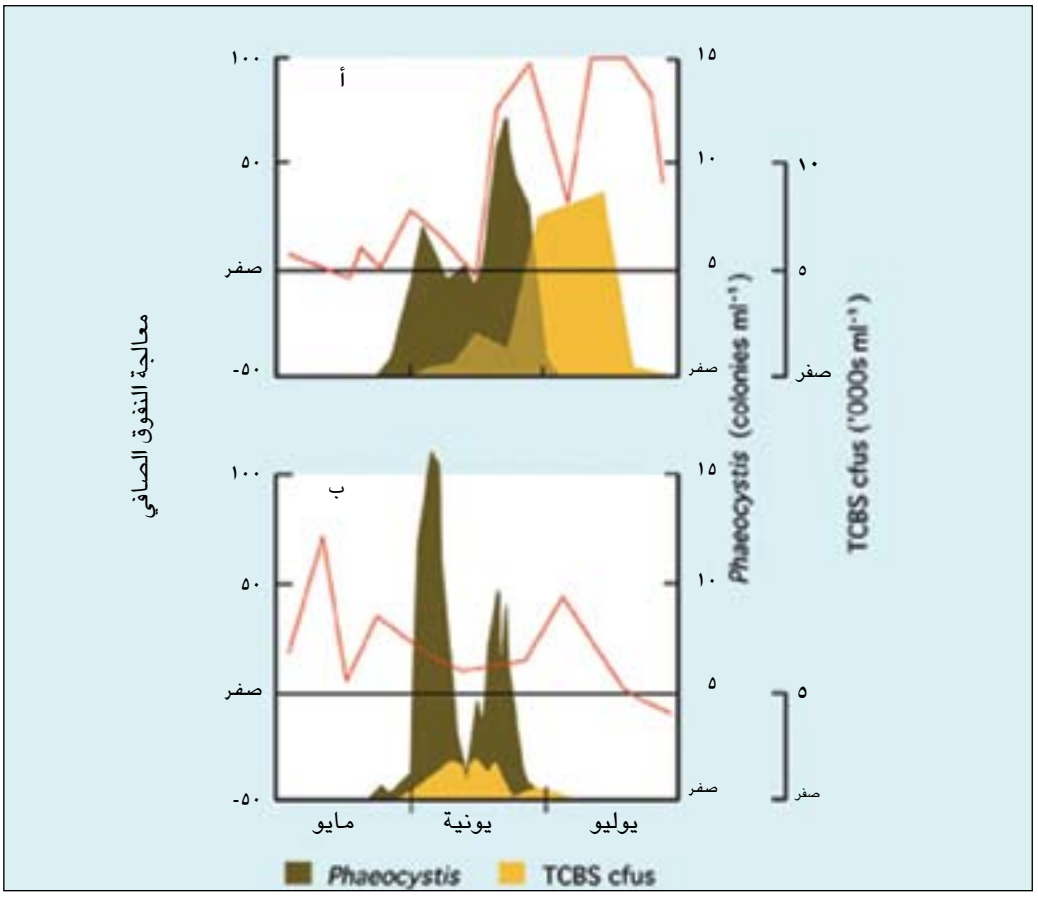
قيمة حصيلة معاملة الوفيات للصفر تدل على أن عددا ضخما من البيض المخصب متعايش إلى مرحلة اليرقة المبرقة الأولية في كلا من الوسطين و NTM لـ ١٠٠ تشير إلى الفشل الكلي للتطور في مياه البحر المعالجة عادياً. تشير القيم السلبية إلى أن مياه المفرخ كانت أرفع من مياه البحر الاصطناعي.

في الجزء المبكر من السنة في خطوط العرض المعتدلة الشمالية من المحيط الأطلسي، عندما تكون درجات الحرارة باردة وطول النهار قصير، تكون نوعية ماء البحر مستقرة نسبياً. وعند دفئ المياه الساحلية وزيادة طول الفترة النهارية أثناء الربيع وبداية الصيف، تصبح نوعية ماء البحر على نحو متزايد من التغيير. تبدأ قيم NTM بالارتفاع بشكل غير متوقع وفي بعض السنوات تكون هناك فترات يكون خلالها من الصعب إنتاج يرقات مبرقعة أولية من البيض الذي يبدو جيدا في صفاته – ينمو البيض عادياً في الوسط القياسي الاصطناعي ولكن ليس في ماء البحر بالمفرخ. تنطبق هذه الظاهرة على حد سواء على تشكيلة واسعة من أنواع المحار، وليس على المحار الباسيفيكي فقط.

نوعية ماء البحر غير المستقرة متوافقة عموماً مع إنتاج الفيتوبلانكتون المكثف في المياه الساحلية أثناء ظروف الإزدهار الربيعي. ليس هناك إثبات مباشر بأن نواتج أيضية أو منتجات محطمة للفيتوبلانكتون تسبب تدهورا في نوعية المياه. بالأحرى قد تكون البكتريا مرتبطة بالازدهار أو بالمنتجات الأيضية، متضمنة السم الخارجي، الذي ينتجونه.

حالة هذا النوع موضحة في الشكل ٧٤ في موقع المفرخ حيث يكون نوع الطحلب المهمين نحو نهاية الازدهار الربيعي في المياه الساحلية هي مستعمرات الفلاجيلات، ***Phaeocystis pouchetti***. مقارنة قيم NTM للسنوات المختلفة التي توضح نوعية ماء البحر للمفرخ كانت في أفقر حالاتها عندما كانت أعداد البكتريا التي تشكل المستعمرات على الآجار TCBS على أعلى نسبة. وهذه البكتريا المكونة للمستعمرات على هذا الآجار تتضمن أنواع من جنس فيبرو (***vibrio***). المتضمنة للمسببين المعروفين للأمراض ، مثل ***V. anguillarum***، الذي كثيرا ما أبلغ عنه من بين البكتريا الأكثر انتشاراً في أنظمة المفرخات في هذا الوقت من السنة. هم يورطون في أغلب الأحيان في حالات المرض. ويعرف أن ***V. anguillarum*** ينتج سموما خارجية فعالة متضمنة سم سيليوستاتك (exotoxins) منخفض الوزن الجزيئي الذي يمنع ضربات الأهداب للغشاء في اليرقات والخياشيم للصغار.

نوعية مياه البحر لتطور الجنين يمكن تحسينها بالمعالجة الأولية بالكيماويات المختلفة لفترة ٢٤ ساعة قبل الاستخدام. هذا بالإضافة إلى الترشيح العادي وإجراءات التطهير بUV. تتضمن المعالجة الفعالة الكثيرة إضافة ١ مجم لكل لتر EDTA (حامض إيثيلين داى أمين تترا أسيتك) و ٢٠ مجم لكل لتر ميتاسليكات الصوديوم ($Na_2SiO_3.9H_2O$) إلى الأحواض التي تحتوي على ماء بحر مرشح، ويستعمل الهواء بشدة حتى وقت للاستخدام بعد ٢٤ ساعة. النسبة المئوية للبيض الذي تتطور إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية يمكن أن تحسنَ في أغلب الأحيان بمثل هذه المعالجة. على سبيل المثال، في ٢٨ محاولة بأجنة المحار



الشكل ٧٤: البقاء النسبي (كمعالجة النفوق الصافي – الخط الأحمر) في مقارنة الاختبارات الاحيائية في التطور إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية للبيض المخصب للمحار الباسيفيكي في ماء بحر المفرخ الاصطناعي والمعالج العادي خلال الفترة من مايو إلى يولو ١٩٧٧ (أ) و ١٩٧٨ (ب). الخط الأفقي الأسود، مكافئ إلى صافى النفوق المعالج من الصفر، يدل على البقاء في كلا من ماء البحر المختبر والوسط القياسي. الازدهار في مستعمرات الفلاجيلات، ***Phaeocystis pouchetti***، (المستعمرات لكل ميليلتر) وعدد مستعمرات البكتريا (**cfus**– مستعمرة تشكل الوحدات – كالآف لكل ميليلتر) نمو على مادة آجار TCBS في العينات التي أخذت من المياه الساحلية المجاورة تضيف قيمة مميزة. مجهز من Utting و ١٩٨٥) Helm) متضمناً نتائج غير منشورة سابقاً.

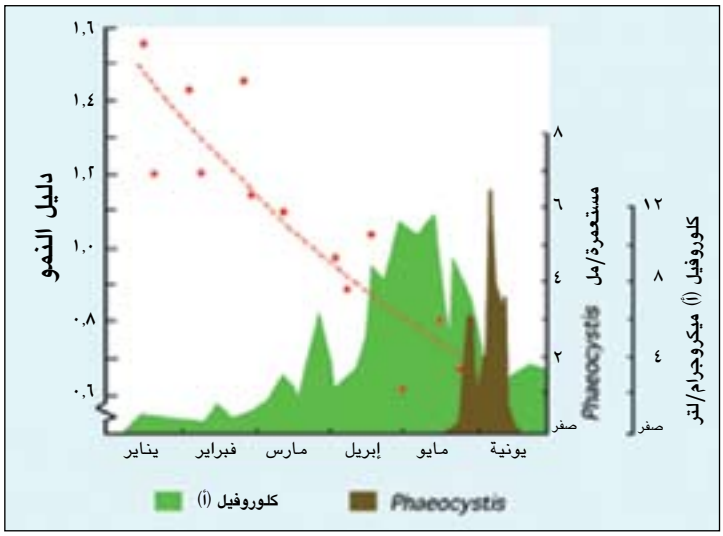
الباسيفيكي، فإن العائد من اليرقات المبرقعة الأولية من وضع البيض الأسبوعي على مدار موسم المفرخ (من مارس إلى سبتمبر) أمكن تحسينه من متوسط ٣٦,٦٪ إلى ٥٢,٩٪. التحسين خلال استعمال قبل المعالجة الكيمائي بالمقارنة بمتوسط المحصول ٥٤,٦٪ في الوسط القياسي الاصطناعي.

إن معدل نمو اليرقات في مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية يتأثر أيضا بالاختلافات في نوعية مياه البحر بنفس الطريقة تقريبا ولنفس الأسباب كما في مرحلة تطوير الجنين. مرة أخرى، التأثيرات على النمو كانت واضحة في كل أنواع المحار المختبر. النمو ليرقات المحار الباسيفيكي على فترة ٦ أيام من مرحلة اليرقة المبرقعة عندما تربى على نطاق الكأس في درجة حرارة ٢٥م° في ماء المفرخ الطبيعي وماء البحر الاصطناعي المحضر هو واجب للمقارنة. (Liyman and Fleming formula, from Sverdrup *et al.* (١٩٤٢) موضح في الشكل ٧٥. الاختلافات في معدل النمو يعبر عنها بدليل النمو (GI)، حيث:

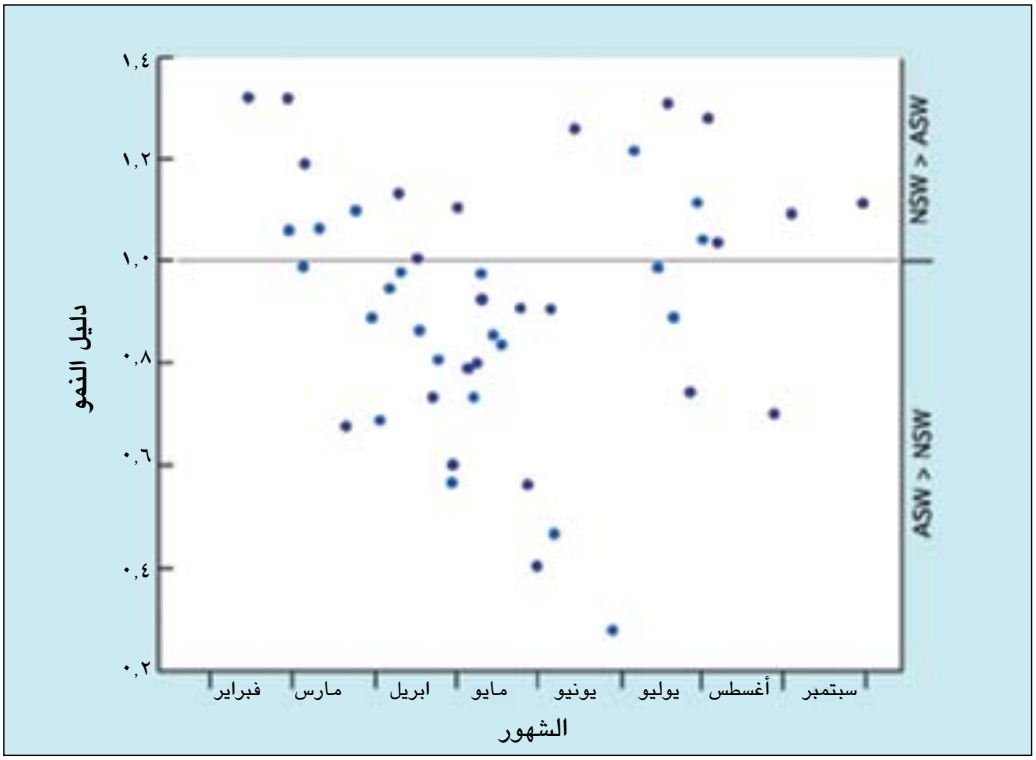
$$GI = \frac{\text{٦ – أيام زيادة في النمو (ميكروميتر) في ماء بحر المفرخ}}{\text{–٦ أيام زيادة في النمو (ميكروميتر) في ماء البحر الاصطناعي القياسي}}$$

عندما يكون دليل النمو أكبر من ١,٠ تكون الاشارة لفترات النمو المتفوق في ماء المفرخ، ولما GI يساوي ١,٠ يوضح التساوي في الآداء بين الوسطين و GIs من أقل من ١,٠ يدل على الأوقات التى يكون معدل النمو فيها أقل من المستوى المحصل عليه في ماء المفرخ مقارنة بالوسط الاصطناعي.

النتائج الموضحة في الشكل ٧٥ تدل على تدهور متقدم في جودة مياه البحر من بداية موسم المفرخ في يناير وحتى نهاية المحاولات في آخر مايو عندما – لفترة ستة أسابيع تقريباً – فشلت اليرقات في الإعاشة في تجربة فترة الستة أيام في أي من الوسطين. حتى نهاية ابريل، دفعات اليرقات المرباة لإنتاج الزريعة تطورت طبيعياً إلى مرحلة الالتصاق في ماء بحر المفرخ وأعطت محصولا جيدا من الزريعة. التربية على النطاق الواسع كانت صعبة ما بعد ذلك الوقت بأفقر معدل إعاشة وفشل نهائي من يرقات للتوصل إلى الالتصاق. نفس الاتجاه عرفه المحار الأوروبي المفلطح، ***Ostrea edulis***، حيث تدهور آداء اليرقات من ناحية النمو (الشكل ٧٦)، والإعاشة في أغلب الأحيان بلغت الذروة في الأمراض والنفوق الكلي للذريات من اليرقات المرباة في مايو ويونيو. مرة أخرى، جودة مياه البحر كانت متغيرة أكثر في بعض السنوات اكثرمن غيرها.



الشكل ٧٥: مقارنة النمو ليرقات المحار الباسيفيكي على فترة –٦ أيام في درجة الحرارة ٢٥م° في ماء البحر العادي للمفرخ وماء البحر الاصطناعي محسوبة كدليل نمو (انظر النص). الكلوروفيل –a وأعداد مستعمرات ***Phaeocystis pouclietti*** في مدخل المفرخ موضحة كمؤشرات لإنتاج الفيتوبلانكتون في المياه الساحلية القريبة من المفرخ (تحت النشر M.M. Helm).



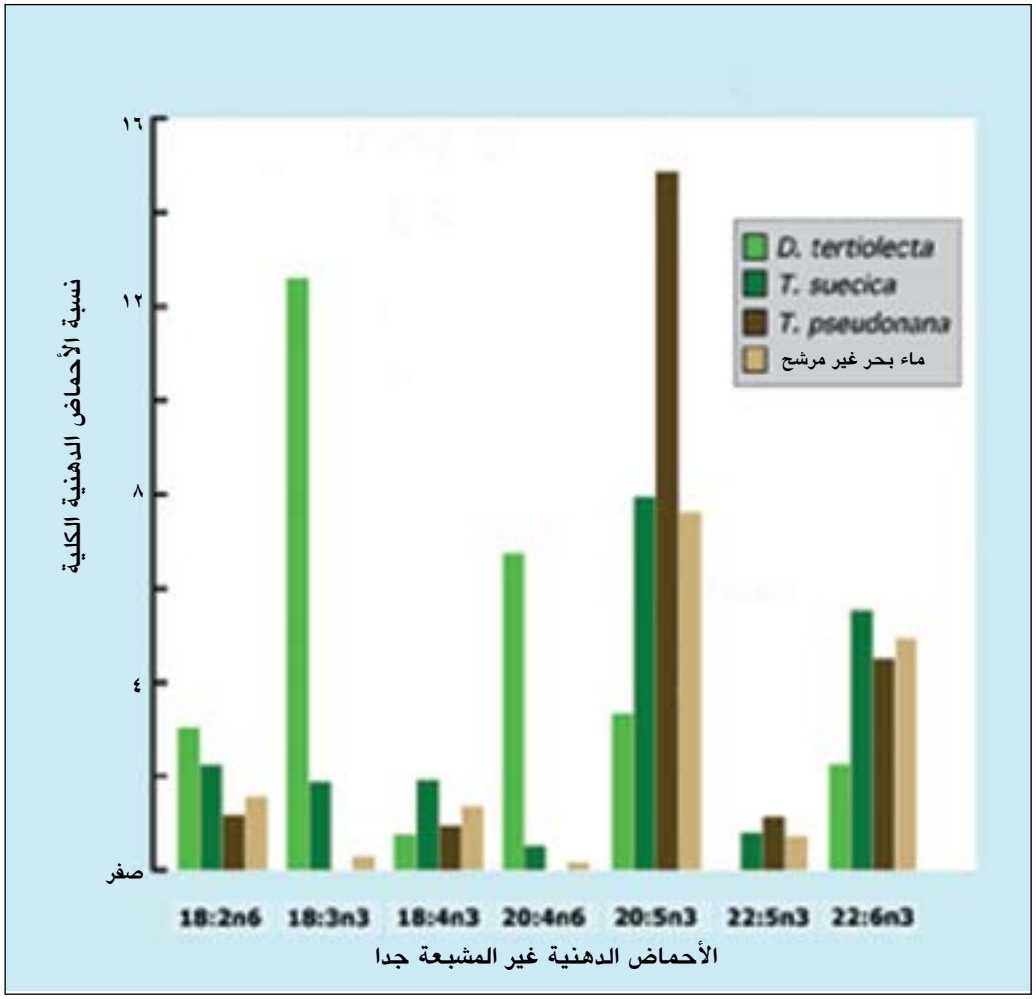
الشكل ٧٦: دليل النمو لعينات من ذريات المحار الأوروبي المفلطح، ***Ostrea edulis***، نمو اليرقات على نطاق الكأس في ماء البحر والماء الاصطناعي لفترة أربعة أيام من وقت الإنطلاق عند درجة حرارة ٢٤ ± ١م° على مدى موسم المفرخ. النتائج لفترة سنتين – مميزة بظل نقط البيانات. من (١٩٧١) **M.M. Helm** والبيانات السابقة غير المنشورة.

٥-٣-٤ جودة البيض واليرقات

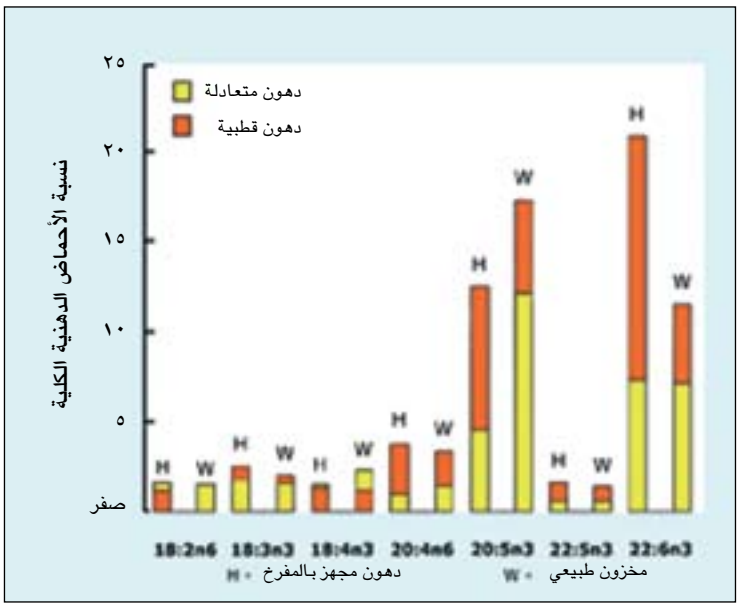
جودة البيض من ناحية تركيبها الكميائي الحيوي الكمي والنوعي له أيضاً الأثر على الآداء اللاحق لليرقات. دراسات في هذا الموضوع ركزت بشكل رئيسي على محتوى الدهون، وبشكل خاص، على الأهمية ودور الأحماض الدهنية غير المشبعة (HUFAs) إما التي أعطيت بواسطة الأنثى أثناء عملية التبويض أو انتقلت مباشرة من الغذاء أثناء فترة نضوج البيض قبل وضع البيض.

الشروط التي تتعرض لها الإناث خلال عملية التبويض ونضج البيض يمكن أن يكون لها تأثير عميق على كل من الخصوبة ونوعية البيض الذي سوف تبيضه بعد ذلك. تركيب الوجبة وتوافر الغذاء ذو أهمية كبيرة وينطبقان على حد سواء على المخزونات في عاداتها الطبيعية وفي بيئة تجهيز الأصول بالمفرخ. تركيب HUFA للبيض المبيض بشكل جديد يمكن ان يعدل بشكل ملحوظ بالوجبة المزود بها أثناء التجهيز (الشكل ٧٧) ولكن ليس هناك أي دليل أن مثل هذه التغيرات لها تأثير مميز على قابلية النجاح وممارسة تطوير اليرقات من البيض. ليس هناك أي دليل يقترح بأن اليرقات من المخزون الطبيعي للمحار الأوروبي المفلطح أكثر أو أقل فاعلية من المخزونات المجهزة بالمفرخ بالرغم من أن لمحات HUFA لهم يمكن أن تكون مختلفة جداً (الشكل ٧٨). الاختلافات قد تكون جد واضحة لتكون أيضا غير ملحوظة لكي يكون في سياق التربية بالمفرخ حيث الجهود تعمل على تزويدها بشروط قريبة من المثالية لليرقات.

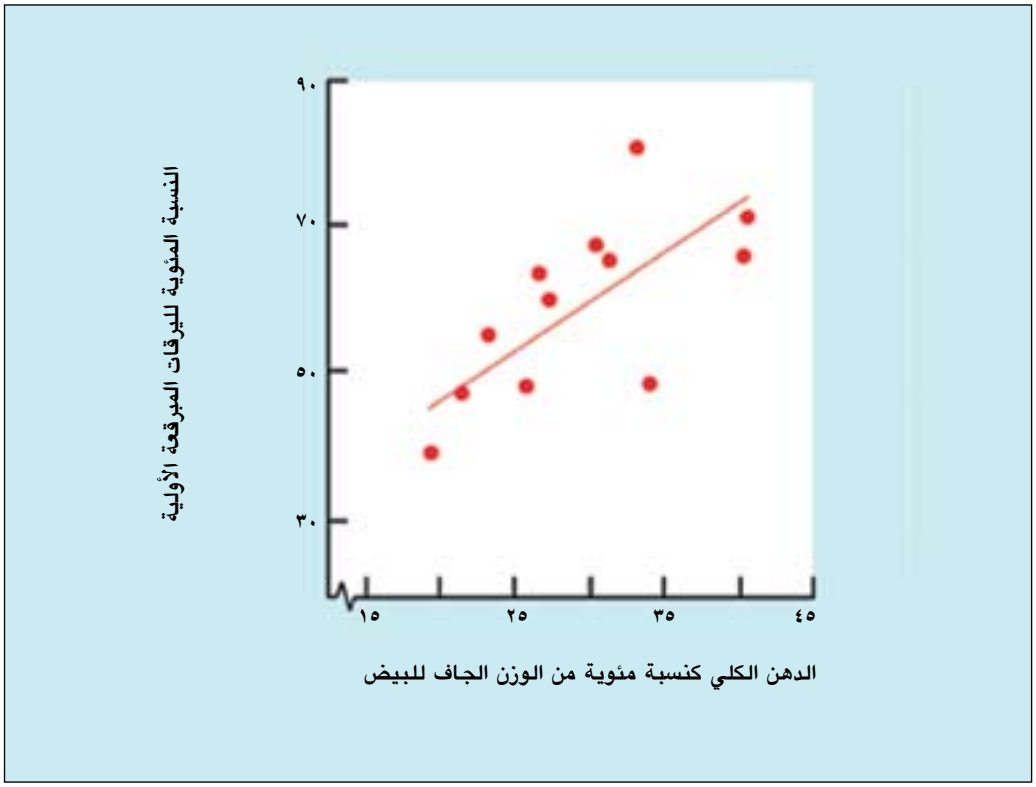
المحتوى الكلي للدهون للبيض المباض حديثاً، أو لليرقات المنطلقة حديثاً في حالة المحار الأوروبي المفلطح يميل إلى أن يكون أكثر أهمية. الدهون الكلية كنسبة وزن جاف خالي من الرماد (العضوي) لبيض المحار الباسيفيكي إيجابية الارتباط بالنسبة المئوية التي تطورت إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية (الشكل ٧٩). حتى عند استعمال نظام تجهيز الأصول القياسي، فإن المحتوى الدهني يمكن أن يتفاوت على نحو واسع تبعاً للوقت في السنة ومن سنة الى سنة (الشكل ٨٠ أ). هذا قد يكون موضحا بالكمية، والتنوع والقيمة المغذية من الغذاء الموجود في مياه البحر غير المرشحة المزودة بأحواض التجهيز قبل إضافة الطحالب المستنبتة (الشكل ٨٠ ب). هذا قد يساعد أيضاً على تفسير ما يحصل في المفرخ حيث تكون الانتاجية اكثر في بعض السنوات ويعاني من مشاكل بسيطة مقارنة مع الآخرين.



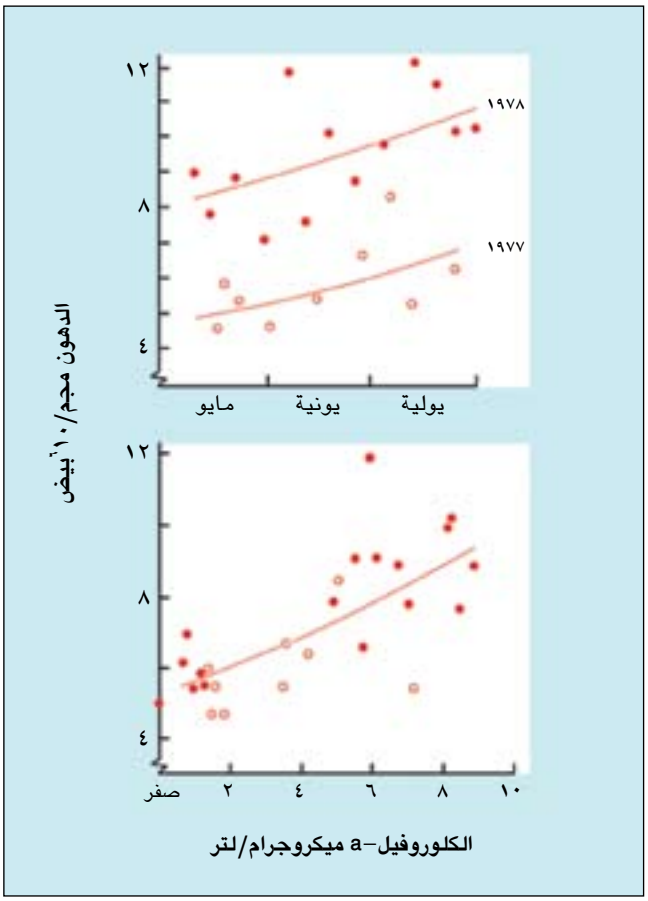
الشكل ٧٧: التركيب الحامض الدهني غير المشبع جداً لأصداف المانيلا *Tapes philippinarum*، بيض من الأصول المزودة بأغذية مختلفة خلال فترة التجهيز. أصداف الكونترول استمروا في ماء بحر غير مرشح بينما الآخرون تم تزويدهم بحصة ٣٪ من كلا من *Tetraselmis suecica*، *Dunaliella tertiolecta* أو *Thalassiosira pseudonana* في ٢ ميكرمتر ماء بحر مرشح – I. Laing, A.R child و M.M. Helm–
(بيانات غير منشورة سابقاً)



الشكل ٧٨: مقارنة بين الأحماض الدهنية غير المشبعة جداً ليرقات المحار المفلطح الأوروبي *Ostrea edulis* في ظروف المفرخ والمخزون الطبيعي، الأحماض الدهنية تنقسم إلى المتعادل (ترای جليسيرولوز) والقطبي (الهيكلي) المكونات معدلة من M.M. Helm *et al* (١٩٩١).



الشكل ٧٩: العلاقة بين الدهون الكلية كنسبة من الوزن الجاف والنسبة المئوية للمحار الباسيفيكي، ***Crassostrea gigas***، البيض الذي تطور إلى مرحلة اليرقة المبرقعة الأولية. من S.D. Utting and M.M. Helm (١٩٨٥) في بيانات غيرمنشورة سابقاً.



الشكل ٨٠: العلاقات بين المحتوى الكلي للدهون لبيض المحار الباسيفيكي (معبر عنه كدهن لكل مليون بيضة) و، (أ) شهور السنة في سنتين مختلفتين و (ب)، محتوى الكلوروفيل-a لمياه البحر غير المرشحة المزودة بها الأصول بالمفرخ عندما تستخدم كمعيار لنظام التجهيز.(١٩٨٥) From Utting and Helm وبيانات غير منشورة سابقاً.

في المحار المولود، مثال على ذلك، ***Ostrea edulis***، الزيادة في نمو اليرقات خلال فترة ٤ أيام بعد الإنطلاق من البالغين ترتبط بشكل ملحوظ بالمحتوى الدهني في وقت الإنطلاق، يقترح أهمية الاحتياطات المعطاة بشكل أمومي أثناء تطور اليرقات المبكر (الشكل ٨١). مرة أخرى هناك إشارات موسمية وإختلافات بين السنوات. على أية حال، مثل هذه التاثيرات تصبح أقل وضوحا مع استمرارية تطور اليرقات عندما يكون تأثير الوجبة وحصة الغذاء يوما بعد يوم له الأولوية الكبرى.

هناك تشابه قريب في العلاقة بين طول الصدفة ووزن اليرقات الجاف الخالي من الرماد بين أغلب أنواع المحار الشائع زراعته عند إنماء كل منهم في ظروف مناسبة متقاربة (الشكل ٨٢ أ). الاستثناء بين الأنواع التي تم فحصها من المحار المولود، ***Ostrea edulis***، حيث إن هناك تزايد في انحراف طول الصدفة مرتبط بوزن اليرقات الجاف الخالي من الرماد في المرحلة التالية مقارنة بيرقات ***Crassostrea*** sp. هذا موضح بأكثر في اختلاف ٣ أضعاف في النسبة في الدهن المتراكم بينما تنمو اليرقات نحو التحور (الشكل ٨٢ ب). تقترح الدراسات بأن الدهون مهمة أكثر بكثير كمصدر طاقة أثناء التحور في ***Ostrea edulis*** منه مقارنة بالمحار البيوض.

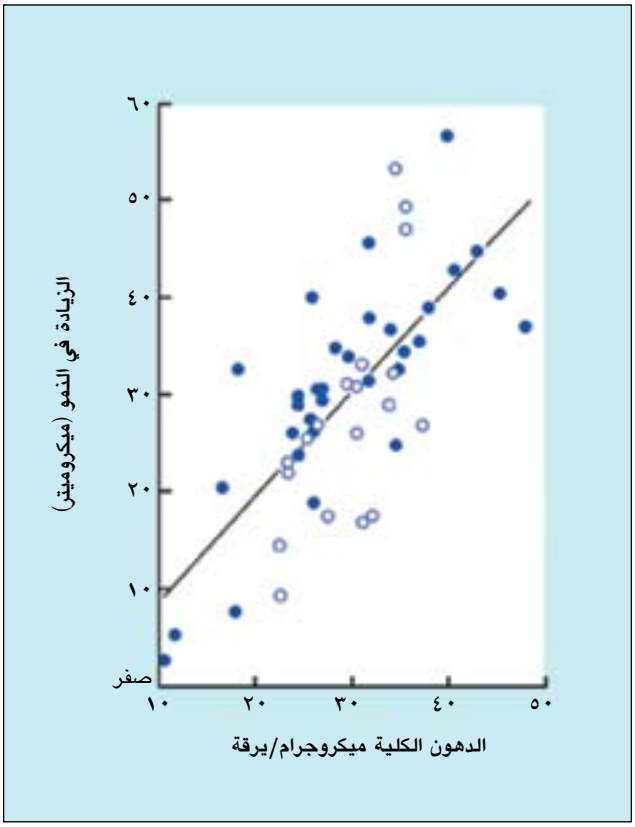
٥-٣-٥ الأمراض

تمت الإشارة في الجزء ٥-٣-٣ الى نتيجة البكتريا من جنس ***Vibrio*** في كتلة النفوق لليرقات، الذي يحدث من وقت لآخر في أفضل المفرخات. قد لا يكون ***Vibrio*** sp. السبب المباشر دائماً في معدلات النفوق غير العادية، ولا هو المجموعة الوحيدة للأسباب المرضية الإنتهازية أو الملزمة التي يمكن أن تلوث المزارع وتخلق المشاكل الحالية. النوع المسبب للمرض هو فعلا متواجد ضمن بيئة المفرخ على طول السنة ولكن الجزء الأكبر الذي يوجد تحت المراقبة ينحصر فقط على جزء النباتات الجرثومية. في الأوقات الأخرى من السنة، كما أشير إلى ذلك في الجزء ٥-٣-٣، فإنهم قد ينتشرون ويسيطرون على النباتات المكروبية، ويهددون بذلك و بشكل خطير الإنتاج.

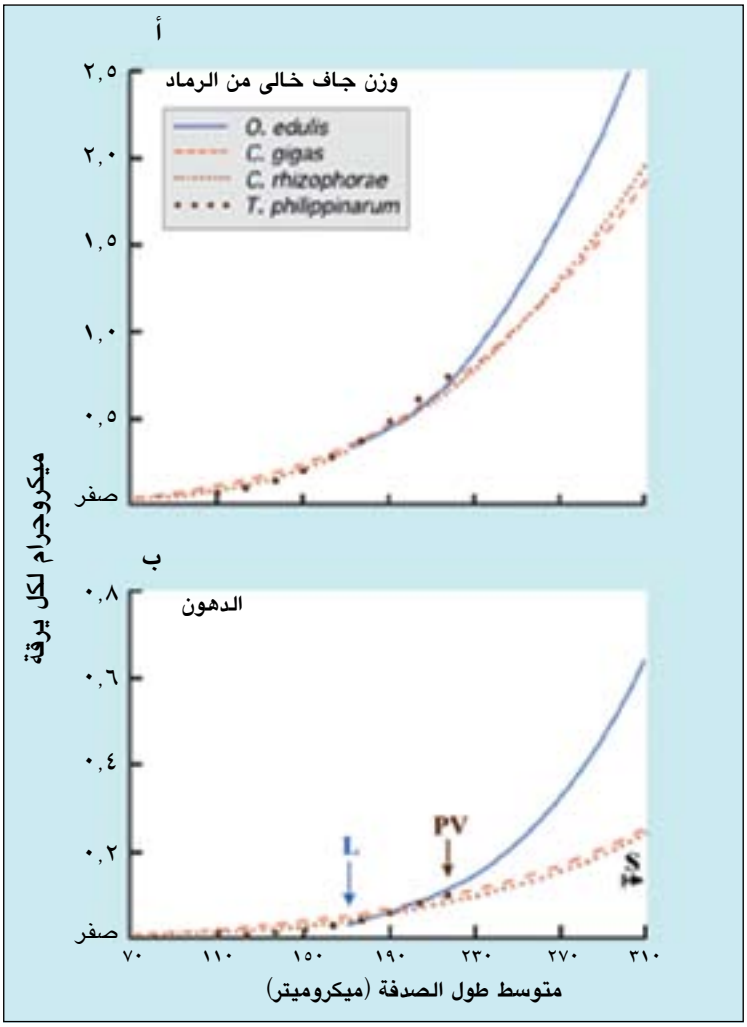
قبل إرجاع الموت الجماعي لليرقات إلى تفشي المرض، فإن هناك أسباب محتملة أخرى من الضروري أن يتحقق منها. على سبيل المثال، نظافة المرشحات وخطوط الأنابيب تحتاج إلى التفتيش. على نفس النمط، الأجهزة مثل المضخات وبلورات الهواء الذي لربما صدأت أو يكون هناك تسريب في النفط و لذلك من الضروري أن تفحص كليا. استنبتاتات الطحالب لربما أصبحت ملوثة بشكل سئ أو ربما تكون ناتجة عن عمل خاطىء أو خطأ في التقدير نتج عن العامل الفني بالمفرخ وذلك لربما اتخم الاستنبات بشكل إجمالي أو لم يتذكرالعامل تشغيل تدفق الهواء إلى الحوض أو الأحواض، أو لم يشطف الحوض بعد معالجة المادة المبيضة. فقط بعد كل حالة يجب فحص وحسم إمكانية اعتبار المرض.

على خلاف المرض في يرقات الأسماك، فإن بداية المرض في يرقات المحار سريعة وهائلة. نادراً ما توضح اليرقات أعراضا مرضية طويلة تؤدي إلى حالة النفوق الجماعي. قد تبدو طبيعية جداً من ناحية الألوان والسلوك في الليلة السابقة، ولكن في الصباح التالي تكون في أسفل الحوض، اما ميتة أو محتضرة بأصدافها تقريباً تكون مجردة من النسيج ومملوءة بالبروتوزوا (protozoas) المهدبة كإنتهازيون. في أغلب الأحيان هناك تحذير مسبق من ناحية اليرقات فإنها لا تراعي الغذاء إلى حد أن عادة يتوقع حدوث النفوق الجماعي في اليوم السابق. هذا يبرز أهمية إبقاء سجلات شاملة.

بمجرد سقوط اليرقات إلى قاع الحوض، قليل ما يمكن لعامل المفرخ أن يعمل ما عدا أن يضيف مادة معقمة قوية مثل المادة المبيضة إلى الحوض. حتى مع ذلك فإن نسبة صغيرة من اليرقات قد تكون نشيطة وتبدو طبيعية، ولكنها سوف تموت قبل ان تصل إلى التحور إذا كان السبب المرضي متواجدا. الهدف في هذه الحالة هو السيطرة على المرض، وإزالة مصدر العدوى. هذا قد يعني إغلاق المفرخ للتدخين الشامل، الذي يضمن نظافة كل الأجهزة وتعقيمها. ثم يترك المفرخ لفترة راحة لمدة أسبوع أو اثنين قبل أن يستأنف الإنتاج. استخدام المضادات الحيوية غير مستحسن أثناء مثل حالات تفشي المرض هذه. فإنهم نادراً ما يحسنون الحالة وهناك دائماً خطر اكتساب المقاومة للأسباب المرضية.



الشكل ٨١: العلاقة بين الزيادة في النمو ليرقات محار *Ostrea edulis* بعد ٤ أيام من الانطلاق والدهون الكلية عند الإنطلاق من الأصول المجهزة بالمفرخ. كل نقطة بيانات تمثل يرقات ذرية معينة على مدى فترة سنتين – تميزت كل سنة طبقاً لتظليل نقطة البيانات. اليرقات المرباة على نطاق الكأس في ماء البحر الاصطناعي والمزود بنفس الوجبة وحصة الغذاء لإعطاء الشروط القياسية خلال سلسلة المحاولات. البيانات غير المنشورة سابقاً (١٩٧١) .From M.M Helm



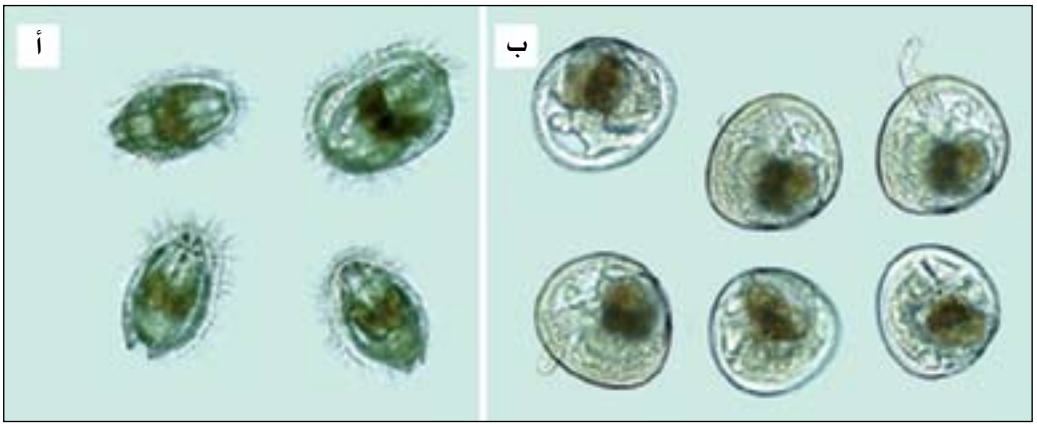
الشكل ٨٢: مقارنة الزيادات في كلتا (أ) الوزن الجاف (العضوي) الخالي من الرماد و (ب) محتوى الدهون لكل يرقة بالنسبة إلى متوسط طول الصدفة لليرقات في أربع أنواع من المحار. L– تدل على متوسط الحجم عند إنطلاق يرقات PV ; *Ostrea edulis*– بداية مرحلة اليرقة المبرقعة في أصداف *Tapes philippinarum* و S– بداية الالتصاق في ثلاث أنواع محار.بيانات غير منشورة سابقاً – M.M. Helm : المصدر.

تركز العديد من المفرخات إنتاجها أثناء فترات معينة من السنة عندما تكون كتلة النفوق غير متوقعة الحدوث. في المواقع المعتدلة، فإن الفترة الأكثر ثقة هي الشتاء وبداية الربيع، وبمعنى آخر، قبل بداية إزدهار الفيتوبلانكتون. تكون الفترة ما بين أواخر شهر يونيو حتى نهاية سبتمبر مناسبة في أغلب الأحيان للإنتاج المستمر. القراءة الأخرى عن المرض في يرقات المحار توجد في نهاية الجزء ٥.

٥-٤ الالتصاق و التحور

٥-٤-١ المقدمة

تسبح اليرقات في عمود الماء لمعظم المرحلة اليرقية (الشكل ٨٣ أ). نموذجياً، فإنها تسبح إلى أعلى سطح الماء، وبعد ذلك تتراجع عن السباحة/عضو التغذية (البرقع)، يغلق مصراعي الصدفة وتغرق نحو القاع إلى أن تستمر في نشاط السباحة ثانية. بمجرد أن تتطور نحو نهاية المرحلة اليرقية، فإن نشاط التغذية يتباطأ، تستهلك أقل غذاء، وتقضي اليرقات فترة متزايدة من الوقت نحو القاع وأسفل الحوض. هذه مؤشرات بداية التحور، هي مرحلة حرجة في التطور خلالها يمكن أن يحدث موت مكثف. التغيرات التشريحية التي تحدث بشكل كبير أثناء التحور. نجاح التحويل والبقاء إلى شكل الصغار يعتمد على عدد من العوامل، التي تتضمن توافر احتياطات الطاقة المتجمعة أثناء المرحلة اليرقية. الأهمية في إنتاج يرقات صحية باحتياطات طاقة كبيرة لا يمكن أن يكون تحت جهد.



الشكل ٨٣: صورة مجهرية (أ) يرقات ***Argopectn gibbus*** تسبح موضحة أهداب أعضاء العوم/التغذية، البرقع، و (ب) اليرقات المبرقعة ذات العين لنفس النوع. يمكن رؤية القدم ممتدة بين مصراعي الصدفة في ثلاث يرقات والصغار، بقعة العين السوداء يمكن رؤيتها تحت الغدة الهضمية، واضحة جداً في اليرقة اليسرى العليا في (ب). التحور يمكن أن ينقسم إلى مرحلتين، الالتصاق الذي هو قابل للإنعكاس (ما عدا في المحار) والتحور الذي هو غير قابل للإنعكاس.

الالتصاق هو المرحلة الأولية في التحور. تبدأ اليرقات بترك عمود الماء على سطح الالتصاق، والزحف على طول السطح باستخدام أقدامها عمودياً بحثاً عن مكان مناسب للاستقرار (الشكل ٨٣). إذا كان السطح غير مناسب فهي تتحرك أو تسبح بعيداً للعثورعن موقعَ مناسب أكثر. هذه العملية يمكن أن تكرر عدة مرات والتحور يمكن أن يتأخر بعض الوقت إذا لم يوجد سطح مناسب.

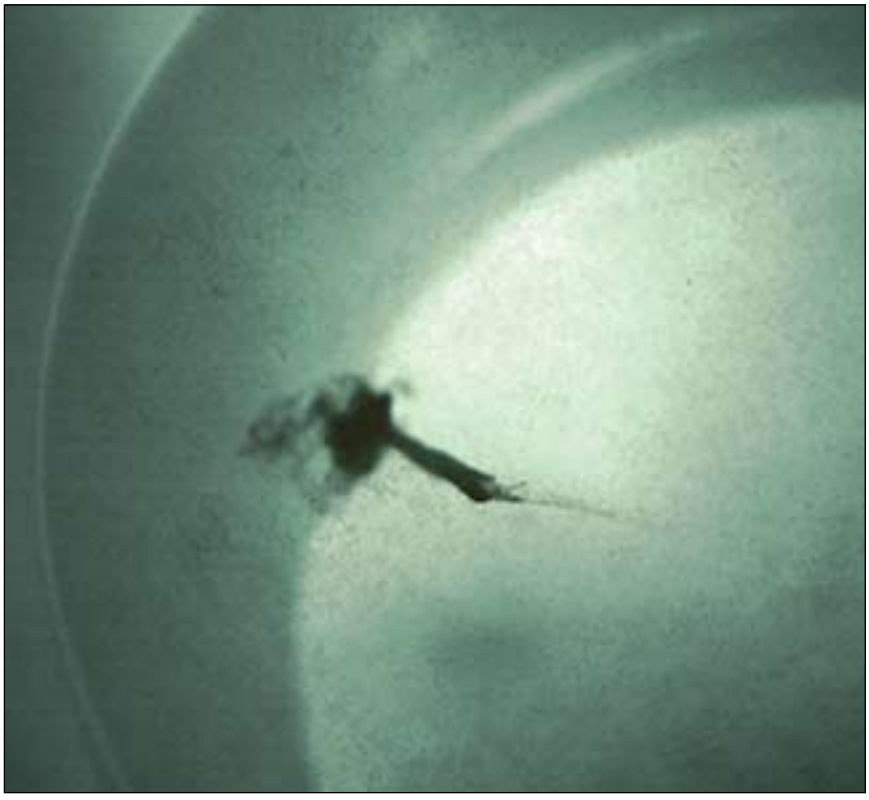
التحور هو المرحلة الثانية وهو غير قابل للإنعكاس. العوامل التي تسببه ما زالت مجهولة ولكن نوع سطح الالتصاق السوي مع النماذج الحيوية والكيميائية والطبيعية مهمة بلا شك. التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية الكبيرة تحدث في الحيوان في هذا الوقت كما يتغير من يرقة سابحة إلى زريعة ملتصقة. التحور يمكن أن يحدث بسرعة لكن يمكن أن يتأخر إذا لم تقابل الشروط المناسبة. في المفرخات يمكن أن يكون متأخراً أحياناً إذا كانت درجة حرارة الماء منخفضة.

٥-٤-٢ اكتمال نمو اليرقات

الإشارة بأن سلوك البحث عن السطح، التحضيري للالتصاق (في بعض الأحيان يطلق عليه تثبيت أو موقع) والتحور له، أو على وشك أن يبدأ، هو ظهور – في العديد من الأنواع – لزوج بقعة عين ذات صبغيات مظلمة، واحدة على كل جانب بين سطح الغدة الهضمية ومصراعي الأصداف (الشكل ٨٣). الدور الحقيقي الذي تلعبه بقعة العين هو مسألة للتخمين. ظهور بقعة العين يتعلق بالحجم (يرى لاحقا) ويتزامن مع سلوك اليرقات في «التثبيت بأوتار» أو «يأخذ شكل القمع» بشكل جماعي عندما يجتمعون سوياً بالافرازات المخاطية عندما تنقل من المناخل إلى الجرادل في تغير الماء (الشكل ٨٤). هذه إشارات واضحة بأن تلك اليرقات جاهزة للإلتصاق.

في هذا الوقت، أو بعد يوم أو يومين، يمكن رؤية اليرقات بقدم في طور حديث بين مصراعي الصدفة (الشكل ٨٣ ب). هذا القدم له أهداب في الرأس وعديد من المستقبلات الحسية وتستخدم في البحث عن أسطح عندما تريد اليرقات مكانا مناسبا للالتصاق وإما تشكل رسا أو إرتباطا مدعما بالموقع المختار. القدم يزود بقابلية الحركة للزحف عبر السطوح ويمكن أيضاً ان تكون له وظيفة التغذية (أرجل إطعام) في بعض الأنواع. هو أيضاً موقع الرس أو غدد الاسمنت، إعتماداً على النوع. يشكل المحار ملحقات اسمنت بالسطح بينما يربط المحار الآخر بخيوط الرس. ويشار إلى اليرقات بأنها يرقات مبرقعة في هذه المرحلة.

لقد كان هناك خلاف كبير بالنسبة إلى ثنائي المصراعين ويرقات اللافقاريات الأخرى – الثابتة والمتحورة إما على جدول صارم أو في حالة اختيارهن سطحا معينا وتتطلب نموذجا معينا (د) قبل أن تبدأ العملية. في الوقت الحاضر، الاعتقاد العام هو أن تلك النماذج البيئية تؤثر على الالتصاق والتحور وتلك اليرقات تتطلب محفزات كميائية معينة قبل بدء عمليات الالتصاق والتحور. توضح الدراسات أن هذه النماذج هي عبارة عن مواد كيميائية تسمى نيوروترانس مترس neurotransmitters وهي لابد أن يتواجدون من اجل بدء الالتصاق والتحور.



الشكل ٨٤: سلوك «التثبيت بأوتار» (أو «أخذ شكل القمع») لليرقات الناضجة قبل الالتصاق. الكتلة السوداء هي عبارة يرقات عديدة متجمعة سوياً عند أو فقط تحت سطح الماء في الجردل.

٥-٤-٣ اليرقات الملتصقة

٥-٤-٣-١ منشطات الالتصاق

تتفاوت الاستراتيجيات لتسهيل وتحسين التصاق اليرقة المبرقعة على نحو واسع بين المفرخات طبقاً للنوع وإلى الطرق التي ستستخدم لنمو الصغار الأوائل. يريد مديروا المفرخات أن تستقر اليرقات على أسطح سهلة (مسطح التصاق – يرى في الجزء ٥-٤-٣-٢) والبدء في التحور بأسرع ما يمكن. الدراسات عرضت طرق عديدة، متضمنة كلا من محفزات طبيعية وكيميائية تساعد على بدء هذه العمليات. إن الطريقة الطبيعية المستعملة والأكثر شيوعاً هي صدمة درجة الحرارة. بتبريد اليرقات البالغة (أحياناً في ثلاجة) وبعد ذلك توضع في الماء الدافئ في مكان الأحواض. النتائج كانت متغيرة لكن هناك إشارة بان معدل النجاح في التحور يمكن تحسينه عند استخدام هذه الطريقة.

طريقة مشتركة لتحفيز وزيادة نجاح التحور هو استخدام الكيماويات. ثم محاولة العديد من ضمن ذلك الأمونيا ومجموعة المواد الكيمياوية المعروفة بـ neurotransmitters متضمنة:

L-DOPA (L-٤-٣-dihydroxyphenylalanine) ،epinephrine، norepinephrine -yohimbine

يتساءل العديد من مديرى المفرخات عن استعمال المواد الكيميائية لتحفيز وزيادة نجاح التحور وهي لم تستعمل في العديد من المفرخات. ويعتقدون أن تلك النسب العالية للتحور الناجح للمفرخ وانتاج يرقات المحار يمكن أن تنتج إما في المفرخ أو في موقع بعيد إذا كانت اليرقات من المستوى العالي النوعية باحتياطات غذاء جيد ومعالجة بشكل صحيح. وانهم يعتقدون أن إضافة neurotransmitters قد ينتج نسبا أعلى من التحور والناجح مبدئياً من اليرقات غير المعالجة، لكن إذا كان هناك اختلاف قليل ملاحظ في عدد الصغار التي تنمو من ٥ إلى ١٠ مليمتر في اليرقات المعالجة أو غير المعالجة. يسمح الـ neurotransmitters لبعض اليرقات أن تتحور حيث انها بشكل عادي لا تستطيع أن تفعل ذلك لأنها لاتتوفر على احتياطات كافية للتطوير و الوصول الى مرحلة الصغار.

٥-٤-٣-٢ الأسطح المناسبة للالتصاق

المادة التي تستعمل التصاق اليرقات في المفرخات أو الأماكن البعيدة وسيلة معينة تسمى كلتش (*Cltuch*) وهي يمكن أن تكون تشكيلة من المواد. يوجد معياران مهمان للكلتش وهو أنه يجب أن يمثل سطحا مناسبا لاستقرار اليرقات وأن يعالج بسهولة.

مفرخات المحار على الساحل الغربي لأمريكا الشمالية لا تثبت اليرقات المبرقعة أنفسها لكن يجهز المربون باليرقات المراقبة التي ستوضع عن بعد في مواقع مجاورة لمزارع المحار (الشكل ٨٥). هذه الطريقة سنتعامل معها في الجزء ٦-٢.

الشكل ٨٥: البعيد، نظام التصاق المحار متواجد على جزيرة فانكوفر، كولومبيا البريطانية، كندا. محار المحيط الهادي المراقب ***Crassostrea gigas***، يرقات تم استلامها من مفرخات الساحل الغربي ووضعت في الأحواض الخرسانية معبأة في حقائب شبك مملوءة بأصداف المحار الباسيفيكي النظيف المحدد عمره. بمجرد أن تكون مجموعات الأصداف كافية – بعد أيام قليلة – فإنها تنتقل لمرحلة التسمين في الحضانة بالمزرعة.

الفقرة التالية هي خلاصة الطرق الأكثر شيوعاً التي استخدمت لوضع اليرقات البالغة لمختلف مجموعات المحار.

(i) **المحار**

السطوح مجهزة للالتصاق سواء في الأحواض التي فيها اليرقات النامية – مباشرة في أحواض الأصول في الحالة الخاصة ليرقات ***Tiostrea*** أو أحواض لغرض الالتصاق الخاصة. هذا عندما ٪٥٠ أو أكثر من اليرقات في المرحلة المراقبة وتنطبق على حد سواء على ***Ostrea*** ونوع ***Crassostrea***. تفصل المفرخات في أغلب الأحيان اليرقات الكبيرة في دفعة على شبك ٢٤٠ ميكرومتر (تحتفظ باليرقات ٣٠٠ إلى ٣٤٠ ميكروميتر طول الصدفة) للالتصاق، تاركة البقية لتنمو وتتطور أكثر. الكثافات الملائمة ليرقات المحار لكل وحدة حجم في الالتصاق ضمن المدى من ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ لكل لتر بالرغم من أن مساحة سطح الالتصاق هي المعيار الأكثر أهمية. أنواع المواد الشائع استعمالها لتزويد مناطق سطحية كبيرة للالتصاق تتضمن الآتي:

أ) شرائح PVC المخشنة قليلا، التي قد تكدس في عمود الماء بكل شريحة منفصلة بواسطة حيز، أو تكون شريحة وحيدة تستند على قاعدة الحوض. (شريحة PVC شكلت في شكل بلاط السقف نصف الأسطواني أحياناً تستعمل أيضا).

ب) طبقات الرقائق وجزيئات الصدفة أعدت بطحن صدف المحار النظيف الكبير في العمر وينتشر على قاعدة صواني الالتصاق أو الأحواض. إن المادة الجزيئية بدرجة بحيث فقط الأجزاء التي تمر من خلال ٥٠٠ ميكروميتر ولكن تحتفظ عن طريق شبكة ٢٥٠ ميكروميتر المستخدمة.

حـ) حزم أو حقائب أو خيوط أصداف المحار المعمر النظيفة تنتشر في كافة أنحاء عمود الماء، عادة في أحواض الالتصاق.

د) بلاستيك مختلف أو مواد خزمية مكسوة بالاسمنت (جير/مزيج هاون). على سبيل المثال، أكوام «القبعة» الصينية البلاستيكية المكسوة تستخدم في بعض الأحيان لالتصاق زريعة المحار في الأحواض الكبيرة. بمجرد أن تنمو إلى الحجم المناسب فإنه يمكن ازالة الزريعة بواسطة إنحناء وثني المواد المجمعة لتفكيك طلاء الاسمنت.

تميل اليرقات إلى الاستقرار والالتصاق بأكثر وفرة على المظللين تحت سطح مواد الأسطح في الأحواض الضحلة. مصباح شعيرات تنجستن منخفض الشدة (٦٠ وات)، حملت فوق الأحواض الأكثر عمقا، سوف تشجع أيضاً اليرقات أن تلتصق في إتجاه القاع في المناطق الأكثر تظليلاً (الشكل ٨٦ أ، ب). جاذبية المنطقة السطحية الكبيرة للمجمعين يمكن أن يحسن بواسطة دهنهم بالمستخلص المائي المتجانس من لحم المحار. ثم يسمح لهم بالتجفيف قبل أن يوضعون في أحواض الالتصاق. السبب أن تلك اليرقات تظهر سلوكا إجتماعيا وسوف تميل أن ترتبط حيث ارتبط الآخرون قبل ذلك. يتحسن مجمعين الـ PVC في آدائهم على جذب الالتصاق بالاستعمال بمرور الوقت. عندما «يعمرون» بما فيه الكفاية لا يتطلبون الطلاء بالمستخلص المائي.

طرق (أ)، (ب) السابقة تستعمل لإنتاج ما هو معروف بزريعة «**Cultchless**» . زريعة محار **Cultchless** (الزريعة التي لن ترتبط بأسطح أو ترتبط يجزئية صدفة) يمكن حينئذ أن تنمو على هيئة أفراد منفصلة حتى تصل إلى حجم التسويق لخدمة تجارة نصف الصدفة. على النقيض من ذلك، الباقي على قيد الحياة من تلك المجموعة من الأصداف الكاملة سوف يكون مصيره النمو بطريقة مجتمعة، وتدمج أصدافهم ويشكلون عناقيد، وتكون مناسبة فقط لإنتزاع اللحم عندما تحصد.

الشكل ٨٦: أ، ب – في هذا المثال، شرائح PVC المكسية غير الامعة المستخدمة كسطح التصاق لزريعة المحار موضوعة على قاعدة أحواض التربية (أ). والأحواض مضاءة من فوق، مصابيح شعيرة تنجستن لمساعدة الالتصاق السريع. جامعو الزريعة يراقبون عدة مرات في اليوم (ب) وعندما تكون كثافة الالتصاق كافية، فإن الزريعة الحديثة الالتصاق تزال بسرعة بواسطة نصل شفرة حلاقة. حـ، د، موظفون في مفرخ محار كوبي يربطون أصداف محار نبات الشورى على أطوال مبرومة نايلون (حـ). هذه الخيوط موضوعة في أحواض الالتصاق الخرسانية مع يرقات كافية لتزويد كثافة المجموعة المطلوبة (د). أحواض تربية اليرقات ذات الأحجام الكبيرة يمكن رؤيتها خلف أحواض الالتصاق في الصورة (د).

لتزويد زريعة Cultchless عندما يستخدم شرائح التجميع PVC، تحتاج المجموعة الحديثة من الزريعة أن تزال من الأسطح بواسطة نصل شفرة حلاقة في خلال ٢٤ ساعة من الارتباط. هذا يمكن عمله بغمر الشريحة في صينية ضحلة من ماء البحر ويزال بلطف نصل شفرة الحلاقة، وتركب في حامل مناسب، عبر السطح بينما يرش النصل بدفع ماء البحر. عدد الزريعة المزالة يمكن تقديره باستخدام نفس الطريقة المستعملة في حالة اليرقات (القسم ٥–١–٢–٣). ثم تنقل ضمن المفرخ، الى نظام تربية الصغار الأوائل.

كما ذكر سابقاً، يمكن أن تشجع اليرقات المبرقعة للمحار للمرور بالتحور بدون تدعيمها بأسطح وذلك باستعمال neurotransmitter epinephrine. هذا يتضمن إذابة ٠,١٨٣٢جم من epinephrine (أدرينالين) في قليل من ١٠٪ حامض هيدروكلوريك وبعد ذلك يخفف في ١٠ لترات من ماء البحر المرشح، الذي هو يمثل الحجم الكافي لمعالجة ٢ مليون يرقة مبرقعة في حجم الالتصاق. تعرض اليرقات لهذه المعالجة لمدة ٦٠–٩٠ دقيقة ثم تعاد إلى أحواض التربية. عند تغير الماء التالي، اليرقات التي تحورت وبدأت في النمو كزريعة يمكن فصلها من تلك اللواتي مازلن يرقات بالاحتفاظ بهن على منخل شبكة ٢٧٠ ميكروميتر. فقط اليرقات الجاهزة الوشيكة من الالتصاق سوف تستجيب لهذه المعالجة وسوف تكمل التحور بدون

تثبيت. واليرقات التي لا تستجيب تكون سليمة ويمكن ان تعالج مرة ثانية بعد يوم أو يومين. هذه الطريقة في المعالجة يمكن أن تستخدم مع أو بدون شرط أسطح الالتصاق (عادة مع).

معدلات بقاء ما بعد الالتصاق في المحار مرتفع عموماً بـ ٥٠–٧٠٪ من تلك المجموعة التي تصل طول الصدفة ٢مم.

(ii) اسكالوبات

على النقيض من يرقات المحار، تكون اليرقات المبرقعة للاسكالوب إرتباط الرس إلى الأسطح التي تستقر عليها. ترتبط بعد ذلك بالطحالب الحمراء الشعيرية، هيدروزوا، البريوزوا وأنابيب البوليكيت في الطبيعة، من بين الأسطح الحية وغير الحية المناسبة الأخرى. شبكة البولي إيثلين، شبكة النايلون وتشكيلة أخرى مطابقة للمواد الشعيرية تعطي بدائل مقنعة في المفرخ. يمكن وضع اليرقات المبرقعة في أحواض اليرقات أو في أحواض الالتصاق المجهزة للغرض، إما في ظروف الماء الساكن أو في الماء الجاري. في الأخير، فإن شاشة الشبكة على الصرف تكون ضرورية للاحتفاظ باليرقات ضمن الحوض. حيث إن يرقات الاسكالوب، واليرقات المبرقعة والصغار الأوائل على الأخص هي مجموعات هشة وحساسة ويجب الاعتناء عند إزالتهن من أحواض اليرقات عندما تراقب بدقة وتنقل إلى أحواض الالتصاق. وهذا عند طول صدفة أصغر إلى حد كبير من يرقات المحار – ٢٢٠ إلى ٢٤٠ ميكروميتر مقارنة بـ ٣٠٠ إلى ٣٤٠ ميكروميتر. أمثلة للأنواع المناسبة لحوض الالتصاق ومواد التجميع موضحة في الشكل ٨٧، ٨٨.

اليرقات المبرقعة للاسكالوب يمكن أن توضع في كثافات ما بين ١ ٠٠٠ ، ٢ ٠٠٠ لكل لتر في الأحواض المملوءة بـ Cultch والمجهزة بالماء الساكن، اعادة التوزيع أو المياه الجارية. المثال المعروض في الشكل ٨٧ يستعمل أحواض أسماك فيبرجلاس، دائرية ذات حجم ٤٥٠ لتر (أ) مجهزة بـ بلاعات سفلية وأنابيب قائمة. حزم من غزل الشبكة البلاستيكية (ب) تحزم بشكل طليق في الحوض (حـ) أو مرفقة في حقائب شبك «البصل» الرفيعة معلقة في عمود الماء (د). توضع الزريعة بشكل رئيسي على الشبكة السوداء (هـ). ترتيب الأنبوب البلاستيكي فوق سطح الماء، واضح جداً في (د)، وهو جزء من أنبوبة الهواء التي تدفع النظام تصاعدياً. مع فتح تدفق الهواء، فيرفع الماء من قاعدة الحوض لكي يرش من الفتحات المحفورة في أعلى أنابيب تسليم المياه والظهر إلى الحوض. في التشغيل، مستوى الماء في نصف الحوض يغطي أنابيب التسليم.

أحواض الالتصاق تعامل على أنها أحواض تربية يرقات للأيام الأولى ٦ إلى ٨ بمجرد إضافة اليرقات المبرقعة. تغير المياه ثلاث مرات خلال هذه الفترة بواسطة صرف الماء من خلال مصفاة للاحتفاظ باليرقات السابحة الباقية (يلاحظ أن حمامات الصرف مرئية في الشكل ٨٧أ). في نفس الوقت، يضاف ماء البحر المرشح بنسبة للموازنة بالتدفق الخارجي لكي يبقى مستوى الماء ثابتا، والذي يمنع تعرض اليرقات الملتصقة و Cultch للهواء. تبديل الماء هذا يستمر من ٣٠ إلى ٤٥ دقيقة. أعداد اليرقات التي احتفظ بها في المنخل، بقاء هذه اليرقات والأعداد المحورة والزريعة غير الملتصقة يتم تقديرها قبل إعادتها إلى الحوض. تهوى الأحواض بلطف أثناء هذه الفترة وتزود بالغذاء بالضبط بنفس الطريقة المتبعة في تربية اليرقات.

بعد الأسبوع الأول، يتم تشغيل النظام التصاعدي لدفع عمود الهواء وتخفض بالتدريج درجة حرارة الماء في الحوض على مدى فترة أيام إلى حرارة البيئة المحيطة. ثم يتم تشغيل الأحواض بنظام المياه الجارية بفتح دخول مياه البحر باستمرار وبقدر كافي عند درجة حرارة البيئة لتغير حجم الحوض من ٣ إلى ٤ مرات يومياً. يبقى الدفع التصاعدي لأنبوبة الهواء ويضاف الغذاء باستمرار. بعد دخول اليرقات المبرقعة بثلاث أسابيع فإن أكبر زريعة ملتصقة تصل إلى ٢ مم ارتفاع صدفة (الشكل ٨٧ هـ).

جوهرياً، العملية التي وصفت أعلى هي تكييف المفرخ على الاستعمال الواسع الانتشار لشبكة البلاستيك المحتوية على حقائب «البصل» للإمساك بالزريعة الطبيعية في البحر. منظور مختلف وهو أن تضع مجموعة اليرقات المبرقعة في صواني أو أسطوانات بفتحات شبكية مناسبة في القواعد (بفتحة ١٢٠ أو

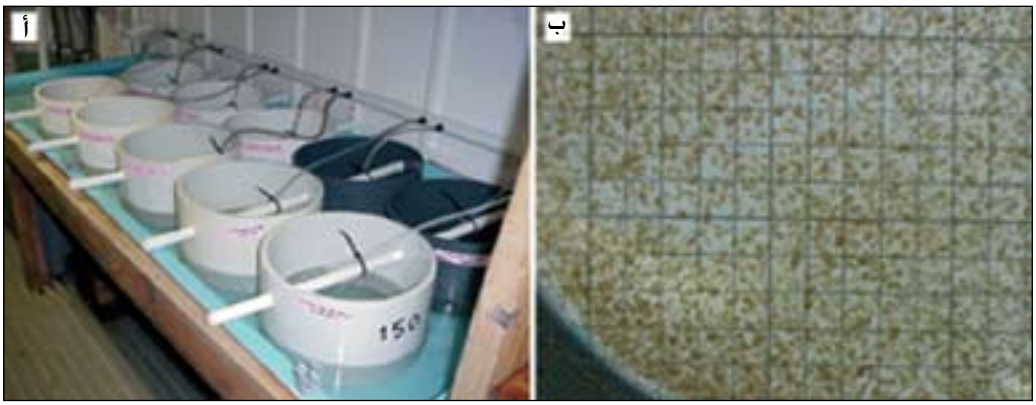
الشكل ٨٧: اليرقات المبرقعة للاسكالوبا يمكن تجميعها عند كثافة أكثر من ٢٠٠٠ لكل لتر في أحواض مملوءة مجهزة للماء الساكن، أو إعادة توزيع أو ماء جاري. النظام الموضح في محطة أبحاث برمودا البيولوجية المحدودة استعمل لكل من ***Argopecten gibbus*** و ***pectin ziczac***. انظر النص لتفسير الخطوات المتضمنة.

١٥٠ ميكروميتر). تحمل الصواني في أحواض ضحلة ومن خلالها يعاد توزيع الماء المكمل بالغذاء أو يدفع باستمرارية للاهدار (الشكل ٨٨).

تخزن اليرقات المبرقعة في الصواني عند كثافة ليست أكبر من ١٠٠ لكل متر٢ من المنطقة الأساسية. على سبيل المثال، أسطوانة ذات قطر داخلي ٢٥سم بها منطقة شبكة سفلية تقريباً ٥٠٠سم٢ ويمكن تخزينها بحدود ٥٠ ٠٠٠ يرقة مبرقعة. الفراغ المتوفر لالتصاق اليرقات ولنمو أولئك اليرقات المرتبطة والمتحورة إلى الصغار يعتبر حرج في تحديد كثافة المخزون. الزريعة متحركة وتتتعامل مع الازدحام بفصل ارتباطها بالرس وتسبح في البحث على منطقة أقل إزدحاما لإعادة الارتباط. الضرر في النسيج الرخو يؤدي إلى الفناء إذا اصطدمت الزريعة بجيرانها وتشابكت مصراعي أصدافها.

تكيفات مختلفة لمفهوم التصاق اليرقات المبرقعة للاسكالوب في الضحل، الصواني ذات قاعدة من الشبك تستخدم في أوروبا بالنسبة ل ***Pecten maximus***.

نسب بقاء ما بعد الالتصاق في الاسكالوب عادة ليست عالية جداً ومن ١٥–٣٠٪ من العدد الأولي لليرقات



الشكل ٨٨: أ– صواني بقاعدة شبك نايلون، اسطوانية الشكل تستخدم في وضع اليرقات المبرقعة للاسكالوب في محطة برمودا البيولوجية للأبحاث، المحدودة. الصواني تغطس جزئياً في أحواض **raceway** الضحلة خلال ماء البحر الذي يمكن إما أن يكون معاد التوزيع أو متدفقا للإهدار. كل صينية تستقبل تيارا تنازليا من ماء البحر المزود بالغذاء المستنبت. ب– ظهور زريعة ***Argopecten gibbus*** عبر ثلاث أسابيع نمو ملتصقة بقاعدة شبكة الصينية. شبكة ذات علامات واحد سنتيمتر مربع وضعت تحت الشبكة للإشارة إلى كثافة المجموعة ويمكن تقدير الأعداد لتحديدها.

المبرقعة إلى ان يصل طول الصدفة ٢مم يعتبر وضعا طبيعيا. يميل معدل البقاء لكي يكون أكبر باستخدام المجموعة في طريقة الصواني (الشكل ٨٨) ولكن معدل النمو متفوق عند استعمال الحزم أو حقائب الشبك.

هذا من المحتمل لأن الإفتراق المكاني للزريعة المرتبطة يتحسن كثيراً فوق المناطق السطحية الكبيرة المزودة في كافة أنحاء الحوض في الحالة الأخيرة.

(iii) الأصداف وبلح البحر

تبدأ يرقات الأصداف سلوك البحث عن أسطح عند طول صدفة مماثل ليرقات الاسكالوب (عند ٢٠٠ إلى ٢٤٠ ميكروميتر). ترتبط بالسطوح أيضاً وإلى بعضها البعض، بخيوط الرس. الطريق السهل لمعالجتها في هذه المرحلة هي أن تنقل إلى أحواض الالتصاق، كما هو موضح في الشكل ٨٨، حتى يتم التحور. ما عدا ذلك، فإنها يمكن أن تبقى في أحواض اليرقات حتى يكتمل الالتصاق. حيث ان في حجم وسلوك مماثل لليرقات المبرقعة للاسكالوب، كثافات مماثلة يمكن أن توضع لكل منطقة وحدة صواني. بالرغم من أن الأصداف البالغة تدفن أنفسها في السطح في الطبيعة ليس هناك حاجة للتزويد بالأسطح حتى تتجاوز الزريعة ٧مم طول صدفة. يمكن إزالة الزريعة الملتصقة من الأسطح بواسطة تدفق الماء.

يرتبط أيضاً بلح البحر بواسطة خيوط الرس، لكن بقوة أكثر من محار الاسكالوب والأصداف وهو يحتفظ بقدرته لتشكيل مثل هذه الملحقات في كافة أنحاء حياته. بسبب مستواه المنخفض لكل وحدة قيمة مقارنة بالمحار، الاسكالوب وأغلب الأصداف الشائعة، فإن تربية المفرخ أقل شيوعاً. صغار بلح بحر البحر يجمع عادة في الطبيعة بالرغم من أن الاهتمام في إنتاج المفرخ واضح الآن في الساحل الغربي للولايات المتحدة ونيوزلاندا. برواز مسطح أو حلزونات من نفس المواد المستخدمة في تجميع الزريعة الطبيعية يمكن استخدامها في المفرخ، متضمنة الاحبال، الشبك وبرواز مسطح للشبكة البلاستيكية. إن نوع النظام بالأحواض الأعمق واضح في الشكل ٨٧ على حد سواء كالمخصص لالتصاق يرقات بلح البحر بينما هي لمحار الاسكالوب.

كيفية إنماء الزريعة بمجرد التصاقها سوف يتناول في القسم التالي.

٥-٥ المراجع المقترح قراءتها

Bayne, B.L. 1969. The gregarious behaviour of the larvae of Ostrea edulis L. at settlement. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 49: 327-356

Bourne, N., Hodgson, C.A. et Whyte, J.N.C. 1989. A Manual for Scallop Culture in British Columbia. Canadian Tech. Rep. Fish and Aquatic Sciences, No. 1694: 215 pp.

Breese, W.P. و Malouf, R.E. 1975. Hatchery manual for the Pacific oyster. Sea Grant Program Publ., No. ORESU-H-75-002. Oregon State Univ., Corvallis, Oregon, USA: 22 pp.

Brown, C. و Roland, A. 1984. Characterization of exotoxin produced by a shellfish pathogenic Vibrio sp. J. Fish Diseases, 7: 1-10

Brown, C. و Russo, D.J. 1979. Ultraviolet light disinfection of shellfish hatchery sea water: (1) elimination of five pathogenic bacteria. Aquaculture, 17: 17-23

Calabrese, A. و Davis, H.C. 1970. Tolerances and requirements of embryos and larvae of bivalve molluscs. Helgol. Wiss. Meeresunters., 20: 553-564

Castagna, M. و Manzi, J.J. 1989. Clam culture in North America: hatchery production of nursery stock clams. p 111-125. In: Manzi, J.J. & Castagna, M. (eds) Clam Mariculture in North America. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 19. Elsevier, Amsterdam, Oxford and New York.

Chu, F.-L.E., Webb, K.L., Hepworth, D., Barrett, D.B. و Roberts, M. 1983. Growth and fatty acid composition of oyster larvae. In: (eds: Pruder, G.D., Langdon, C. & Conklin, D.) Proceedings of the 2nd International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition, October 1981, Rehoboth Beach, Delaware. Louisiana State University Press, Baton Rouge: 426 (abstract)

Coon, S.L., Fitt, W.K. و Bonar, D.B. 1990. Competency and delay of metamorphosis in the Pacific oyster, Crassostrea gigas (Thunberg). Mar Biol., 106: 379-387

Coon, S.L. et Weiner, R.M. 1985. Induction of settlement and metamorphosis of the Pacific oyster, Crassostrea gigas (Thunberg) by L-DOPA and catecholamines. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 94: 211-221

Couturier, C., Dabinett, P. و Lanteigne, M. 1995. Scallop culture in Atlantic Canada. p 297-340. In: Boghen, A.D. (ed) Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton, Canada: 672 pp.

Crisp, D.J., Yule, A.B. و White, K.N. 1985. Feeding of oyster larvae: The functional response, energy budget and a comparison with mussel larvae. J. Mar. Biol. Assoc.
UK, 65: 759-783

DiSalvo, L.H., Bleoka, J. و Zebal, R. 1978. Vibrio anguillarum and larval mortality in a California coastal shellfish hatchery. Appl. Environ. Microbiol., 35: 219-221

Elston, R. و Leibovitz, L. 1980. Pathogenesis of experimental vibriosis in larval American oysters, Crassostrea virginica. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 37: 964-978

Elston, R., Leibovitz, L., Relyea, D. و Zatila, J. 1981. Diagnosis of vibriosis in a commercial oyster hatchery epizootic: diagnostic tools and management features. Aquaculture, 24: 53-62

Gabbott, P.A. و Holland, D.L. 1973. Growth and metabolism of Ostrea edulis larvae. Nature, London, 241: 475-476

Gallager, S.M., Mann, R. و Sasaki, G.C. 1986. Lipid as an index of growth and viability in three species of bivalve larvae. Aquaculture, 56: 81-103

Helm, M.M. 1971. The effect of sea water quality on the laboratory culture of Ostrea edulis L. larvae. International Council for the Exploration of the Sea. ICES. CM 1971/K:28: 11 pp.

Helm, M.M. 1977. Mixed algal feeding of Ostrea edulis larvae with Isochrysis galbana and Tetraselmis suecica. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 57: 1019-1029

Helm, M.M. 1986. Effects of nutrition on larval production in the European oyster, Ostrea edulis. Proceedings 14th Meeting on Environment and Resources: Applications and Perspectives in Aquaculture, Albarella (RO), Italy, 20-28 September 1986: 12 pp.

Helm, M.M. 1990a. Moderna progettazione e gestione di schiuditoi per molluschi bivalvi e nuovi sviluppi (Hatchery design and general principles of operation and development). pp. 65-87. In: Alessandra, G. (ed) Tapes philippinarum: Biologia e Sperimentazione. Ente Svillupo Agricolo Veneto, Venice, Italy: 299 pp. (Italian and English text)

Helm, M.M. 1990b. Managing Production Costs - Molluscan Shellfish Culture. pp. 143-149. Congress Proceedings, Aquaculture International, September 4-7, 1990, Vancouver, BC, Canada: 480 pp.

Helm, M.M. 1991. Development of industrial scale hatchery production of seed of the mangrove oyster, Crassostrea rhizophorae, in Cuba. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO: TCP/CUB/8958: 46 pp.

Helm, M.M. 1994. Towards reliable bivalve seed supply in Nova Scotia. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 94 (4): 9-14

Helm, M.M., Holland, D.L. و Stephenson, R.R. 1973. The effect of supplementary algal feeding of a hatchery breeding stock of Ostrea edulis L. on larval vigour. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 53: 673-684

Helm, M.M., Holland, D.L., Utting, S.D. و East, J. 1991. Fatty acid composition of early non-feeding larvae of the European flat oyster, Ostrea edulis L. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 71: 691-705

Helm, M.M. و Laing, I. 1987. Preliminary observations on the nutritional value of Tahiti Isochrysis to bivalve larvae. Aquaculture 62: 281-288

Helm, M.M. و Millican, P.F. 1977. Experiments in the hatchery rearing of Pacific oyster larvae (Crassostrea gigas Thunberg). Aquaculture, 11: 1-12

Holland, D.L. و Spencer, B.E. 1973. Biochemical changes in fed and starved oysters, Ostrea edulis L., during larval development, metamorphosis and early spat growth. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 53: 287-298

Huggins, W.L., Helm, M.M. و Williams, D.R. 1987. Automatic control of food supply in the culture of filter feeding organisms. Aquacultural Engineering, 6: 259-275.

Inamura, H., Nakai, T. و Muroga, K. 1985. An extracellular protease produced by Vibrio anguillarum. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51: 1915-1920

Jeffries, V.E. 1983. Three Vibrio strains pathogenic to larvae of Crassostrea gigas and Ostrea edulis. Aquaculture, 29: 201-226

Jespersen, H. و Olsen, K. 1982. Bioenergetics in veliger larvae of Mytilus edulis L. Ophelia, 21: 101-113

Jia, J. و Chen, J. 2001. Sea farming and sea ranching in China. FAO Fisheries Tech. Paper, No 418, Food and Agriculture Organization, UN, Rome: 71 pp.

Knottage, A.S. و Birkbeck, T.H. 1986. Toxicity to marine bivalves of culture supernatant fluids of the bivalve-pathogenic Vibrio strain NCMB 1338 and other marine vibrios. J. Fish Diseases, 9

Lewis, T.E., Garland, C.D. و McMeekin, T.A. 1986. Manual of hygiene for shellfish hatcheries. Department of Agricultural Science, University of Tasmania. University of Tasmania Printing Dept., Hobart, Tasmania: 45 pp.

Loosanoff, V.L. و Davis, H.C. 1963. Rearing of bivalve mollusks. Advances in Marine Biology, 1, Academic Press Ltd, London: 1-136

Lovatelli, A. 1985. Conditions for the culture of clam larvae with particular reference to Tapes semidecussatus (Reeve). M.Sc. Thesis. Plymouth Polytechnic, UK: 179 pp.

Malouf, R.E. و Breese, W.P. 1977. Food consumption and growth of larvae of the Pacific oyster, Crassostrea gigas (Thunberg), in a constant flow rearing system. Proc. Nat. Shellfish Assoc., 67: 7-16

Manahan, D.T. et Crisp, D.J. 1982. The role of dissolved organic material in the nutrition of pelagic larvae: amino acid uptake in bivalve veligers. Amer. Zool., 22: 635-646

Moreno, J.E.A., Moreno, V.J. et Brenner, R.R. 1976. Lipid metabolism of the yellow clam, Mesoderma mactroides: 2 - polyunsaturated fatty acid metabolism. Lipids, 11, 561-566

Munn, C.B. 1978. Haemolysin production by Vibrio anguillarum. FEMS Microbiol. Letters, 3: 265-268

Roland, W.G. et Broadley, T.A. 1990. A manual for producing oyster seed by remote setting. Province of British Columbia, Ministry of Agriculture and Fisheries, Victoria, BC, Canada: 58 pp

Strickland, J.D.H. et Parsons, T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board of Canada. 167: 1-311

Sverdrup, H.U., Johnson, M.W. et Fleming, R.H. 1942. The Oceans: their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice-Hall, New York: 1087 pp.

Tubiash, H.S., Chanley, P.E. et Leifson, E. 1965. Bacillary Necrosis: A Disease of Larval and Juvenile Bivalve Mollusks: 1. Etiology and Epizootiology. J. Bacteriol., 90: 1036-1044

Utting, S.D. و Helm, M.M. 1985. Improvement of seawater quality by physical and chemical pre-treatment in a bivalve hatchery. Aquaculture. 44: 133–144

Utting, S.D. و Spencer, B.E. 1991. The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. Lab. Leafl., MAFF Fish. Res., Lowestoft, No. 68: 31 pp.

Waldock, M.J. و Holland, D.L. 1984. Fatty acid metabolism in young oysters, Crassostrea gigas: polyunsaturated fatty acids. Lipids, 19: 332-336

Waldock, M.J. و Nascimento, I.A. 1979. The triacylglycerol composition of Crassostrea gigas larvae fed on different diets. Marine Biology Letters, 1: 77-86

Walne, P.R. 1974. Culture of Bivalve Molluscs. Fishing News (Books) Ltd, Surrey, England: 189 pp.

Webb, K.L. و Chu, F.-L.E. 1983. Phytoplankton as a source of food for bivalve larvae. In: (eds: Pruder, G.D., Langdon, C. & Conklin, D.) Proceedings of the 2nd International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition, October 1981, Rehoboth Beach, Delaware. Louisiana State University Press, Baton Rouge: 272-291

Wilson, J.H. 1979. Observations on the grazing rates and growth of Ostrea edulis L. larvae when fed algal cultures of different ages. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 38: 187-199

Whyte, J.N.C. 1987. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. Aquaculture, 60: 231-241

Whyte, J.N.C., Bourne, N. و Hodgson, C.A. 1987. Assessment of biochemical composition and energy reserves in larvae of the scallop Patinopecten yessoensis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 113: 113-124

Zaroogian, G.E., Pesche, G. و Morrison, G. 1969. Formulation of an artificial sea water media suitable for oyster larvae development. Amer. Zool., 9: 1144

Zimmer-Faust, R.K. و Tamburri, M.N. 1994. Chemical identity and ecological implications of a waterborne larval settlement cue. Limnol. Oceanogr., 39: 1075-1087

الجزء ٦

عملية التفريخ: تربية الصغار في موقع يمكن التحكم فيه عن بعد داخل المفرخ وفي أماكن التحضين

٦-١ المقدمة ١٣٥
٦-٢ المتابعة في المواقع البعيدة ١٣٧
٦-٢-١ الصيغة ١٣٧
٦-٢-٢ تحضير اليرقات من أجل الإرسال ١٣٧
٦-٢-٣ التحضيرات في المواقع البعيدة ١٣٩
٦-٢-٤ استقبال اليرقات المكتملة النمو ١٤٠
٦-٢-٥ وضع اليرقات ونمو الصغار ١٤٠
٦-٣ طرق إنماء الصغار في مراحلها الأولى ١٤٢
٦-٣-١ المقدمة ١٤٢
٦-٣-٢ طرق نمو الصغار على أسطح معدة للإلتصاق ١٤٢
٦-٣-٣ طرق نمو الصغار غير الملتصقة ١٤٣
٦-٣-٤ تشغيل الأنظمة المغلقة ذات التيارات التصاعدية ١٤٦
٦-٣-٥ تشغيل الأنظمة المغلقة ذات التيارات التساقطية ١٤٧
٦-٣-٦ فرز وتعيين الصغار ١٤٨
٦-٣-٧ تشغيل الأنظمة ذات المياه الجارية ١٥٠
٦-٤ الغذاء ومعدلات التغذية للصغار في المراحل الأولى ١٥١
٦-٤-١ تركيب أنواع الغذاء ١٥١
٦-٤-٢ حساب معدلات الغذاء ١٥٢
٦-٥ النمو ومعدل البقاء ١٥٤
٦-٥-١ الاختلافات في معدلات النمو للصغار في الأنواع المختلفة ١٥٤
٦-٥-٢ تأثير معدلات الغذاء على النمو ١٥٥
٦-٥-٣ التأثير المشترك لمعدل الغذاء والحرارة ١٥٧
٦-٥-٤ معدل البقاء ١٥٨
٦-٥-٥ الإنتاج في المفرخات ١٦٠
٦-٦ التربية في أماكن التحضين ١٦٠
٦-٦-١ التحضين على اليابسة ١٦٠
٦-٦-٢ التحضين على العائمات ١٦٤
٦-٧ المراجع المقترح قراءتها ١٦٦

٦-١ المقدمة

إن كلمة زريعة هي تعبير إنجليزي قديم يطلق على المرحلة المبكرة للصغار من تطور المحار وربما هو التعبير الأكثر شيوعاً في الاستعمال للصغار بالمفرخات. هو يتعلق بيرقات المحار التي التصقت وفي طور التحور. التعبير الآخر الكثير الاستعمال للصغار الأوائل هو «بذرة» وهذه الكلمة تستخدم لوصف منتجات الصغار الموزعة من طرف المفرخات على مربي الصدفيات.

المدى الذي تشترك فيه المفرخات في إنماء الزريعة إلى ما بعد مرحلة اليرقة المطوقة، تتفاوت فيه اليرقات إلى حد كبير ويتعلق بتفضيل صناعة التسمين. يعتبر تجهيز اليرقات، ذات العيون والمطوقة للمحار الباسيفيكي في مواقع بعيدة عن مزارع المحار ممارسة شائعة في المحيط الهادي لأمريكا الشمالية. تزود المفرخات باليرقات البالغة ويثبت المربون هذه اليرقات وينموا الزريعة وذلك ببذر طبقات المحار، أو على شكل تربية معلقة. تفاصيل الطريقة المستخدمة موضحة في ٦–٢.

في أنحاء أخرى من العالم، تلصق المفرخات اليرقات وتنمى الزريعة إلى حجم يجعل المربين مرتاحين في مداولتها ونموها. و يمكن هذا عندما تبلغ الزريعة ١ إلى ٢ مليميتر طول الصدفة أو غالبا أكبر. حجم الزريعة المجهز هو مرتبط بشكل كبير بالمتطلبات ونضج صناعة التسمين. تفضل المفرخات تسليم الزريعة عند أصغر حجم ممكن لأن المتطلبات الاقتصادية لنموها تكون أكثر ارتفاعا في ظروف مسيطرعليها مباشرة. هي تحتاج فقط في البداية الى حوض بحجم صغير نسبياً وكمية صغيرة من الطحالب لنمو اليرقات وإلتصاق مليون زريعة، و لكن بمجرد التصاقها فإن التكاليف المرتبطة بنموها تتصاعد بسرعة.

اعتبرت متطلبات بحجم ١ مليون زريعة محار. عند ١ مليميتر (طول صدفة)، الوزن الحي للفرد (الصدفة والجسم) هو تقريباً ٠,٣ مليجرام. زريعة الأصداف والاسكالوب تكون أخف بحوالي ٣٠٪ من زريعة المحار لنفس طول الصدفة ضمن مدى الحجم النامي في المفرخات. الكتلة العضوية (الوزن الحي الكلي) لواحد مليون زريعة محار هو ٠,٣ كيلوجرام. معدل نمو الزريعة في أنظمة مياه البحر المغلقة (أنظمة بدون تبادل مستمر لماء البحر) متعلق بالكتلة العضوية. لضمان معدلات نمو مقبولة تجاريا (ليس حد أعلى) ، فإن الزريعة تحتاج أن تنمو عند حد أعلى، ٢٠٠ جرام وزن حي للكتلة العضوية لكل ١ ٠٠٠ لتر (٠,٢ كجم لكل متر^{٣}). هذه هي الكتلة العضوية عند بداية الفترة الأسبوعية، بصرف النظر عن حجم الزريعة ويسمح بنمو هام أثناء فترة الأسبوع. الكتلة العضوية تنخفض عند نهاية الفترة الأسبوعية بواسطة توزيع الزريعة عند ٠,٢ كيلوجرام لكل متر^{٣} في حوض بحجم أكبر – إما عدد أكبر من أحواض من نفس الحجم أو أنظمة أحواض كبيرة.

ينقص معدل النمو بشكل ملحوظ كلما زادت كثافة التخزين لكل وحدة حجم. عند ٠,٤ كيلوجرام لكل متر^{٣}، على سبيل المثال، فإن زريعة أصداف المانيلا الحديثة التحور تنمو إلى حوالي ٠,٥ مليميتر فقط في فترة ٦ أسابيع بالمقارنة مع متوسط طول الصدفة إلى ١,٤ مليميتر عند ٠,٢ كيلوجرام لكل متر٣. هذا عند نفس درجة الحرارة والحصة الغذائية المحسوبة على أساس الكتلة العضوية (القسم ٦–٤). ليس من المهم أن يعرف عدد الزريعة عند هذه المرحلة. الوزن الحي الكلي للكتلة العضوية هو المقياس الذي على أساسه تحسب حصة الغذاء، وبمعنى آخر، وزن الصدفة، الجسم ومحتوى الماء بين الصدفتين. القسم ٦–٣–٥ يوضح بروتوكول فرز وتقدير الزريعة.

عودة إلى المثال السابق، واحد مليون ٠,٣ مليجرام – ٣٠٠ جرام في المجموع – من زريعة المحار ستحتاج الى حوض للتربية بحجم أدنى ١٥٠٠ لتر من ماء البحر المعالج والساخن. مع الوقت يصل طول صدفة الفرد إلى ٥ مليميتر ويرتفع الوزن الحي الى ٣٢ مليجرام تقريباً. الكتلة العضوية لواحد مليون ٣٢ مليجرام زريعة زادت لتصل الى ٣٢ كيلوجرام وحجم الماء المعالج والساخن المطلوب لنموها وصل الآن الى ١٦٠ ٠٠٠ لتر (الجدول ١٤). الاحتياجات الغذائية تزيد بشكل متناسب (القسم ٦–٤). على سبيل المثال، واحد مليون من زريعة ٠,٣ مليجرام تحتاج الى ١٧ جرام وزن جاف من الطحالب لكل يوم، والتي تكافئ ٧٠٠ ٨٥ مليون خلية من ***Tetraselmis suecica***، أو ٨٥,٧ لتر من الاستنباتات المحصودة عند ١ مليون خلية لكل مليميتر. عندما يصل طول الصدفة الى ٥ مليميترات، الاحتياج الغذائي لنفس العدد من الزريعة يرتفع إلى ٩١٣٠ لتر من ***Tetraselmis*** عند حصاد نفس كثافة الخلايا (الجدول ١٤). زيادة ٤ مليميتر في طول الصدفة يرتبط بأكثر من ١٠٠ ضعف زيادة في الكتلة العضوية ونفس الزيادة في الغذاء المطلوب. بشكل واضح، هناك حد في حجم المفرخات من ناحية نمو الزريعة لتلبية متطلباتها المكانية، الحاجة لمعالجة وتسخين ماء البحر وحجم الغذاء المطلوب لتغذيتها.

الجدول ١٤: حجم حوض الماء وإحتياجات الغذاء اليومية لزريعة المحار من الأحجام المختلفة عند إنمائها كتلة عضوية تساوي ٢٠٠ جرام وزن حي لكل ١ ٠٠٠ لتر (٠,٢ كيلوجرام لكل متر٣). البيانات هي للمحار ولكن متعلقة ايضا بأنواع أخرى من المحارحيث إن زريعة الأصداف والاسكالوب تكون تقريباً ٧٠٪ من وزن زريعة المحار عند الطول المعطى.

الطول مم	الوزن (مليجرام/زريعة)	العدد (لكل ٢٠٠ جرام)	حجم الحوض (لتر لكل مليون زريعة)	الغذاء اليومي (لتر* لكل مليون زريعة)
٠,٣	٠,٠١	$٢,٠ \times ١٠^{٧}$	٥٠	٢,٩
٠,٥	٠,٠٧	$٢,٩ \times ١٠^{٦}$	٣٥٠	٢٠,٠
١,٠	٠,٣٠	٦٦٦ ٧٠٠	١ ٥٠٠	٨٥,٧
٢,٠	٢,٢	٩٠ ٩٠٠	١١ ٠٠٠	٦٢٨,٥
٣,٠	٧,٠	٢٨ ٧٠٠	٣٤ ٨٤٠	١٩٩٩,٠
٤,٠	١٧,٠	١١ ٧٦٥	٨٥ ٠٠٠	٤ ٨٥٦,٠
٥,٠	٣٢,٠	٦ ٢٧٠	١٦٠ ٠٠٠	٩ ١٣٠,٠

* الاحتياج الغذائي اليومي محسوب على أساس لترمن ***Tetraselmis*** عند ١×١٠^{٦} خلية/مليمتر.

حلول وطرق مختلفة انتقيت للتغلب على تغيرات التكلفة في نمو الزريعة ضمن المفرخ. وهي مشروحة في القسم ٦–٣. الأكثر شيوعاً، هي الزريعة النامية في الظروف المسيطر عليها مباشرة إلى حجم ٢ إلى ٣ مليميترات طول الصدفة، الذي عنده سيحتفظ بها بواسطة شاشة شبكة تبلغ ١ أو ١,٥ مليميتر. ثم تنقل بعد ذلك إلى أنظمة التحضين في الهواء الطلق، التي قد تكون عبارة عن جزء من تشغيل المفرخ أو تخص مربيا أو مجموعة من المربين. مثل هذه الحضانات قد تمثل جزء لشركة متكاملة تقوم بتشغيل مفرخ وإنتاج زريعة لاحتياجاتها الخاصة في التسمين. تصمم حضانات الهواء الطلق لحماية الزريعة الصغيرة من المفترسات أثناء نموها عند كثافة عالية إلى حين بلوغها الحجم الذي عنده يمكن نقلها إلى التسمين في سطح البحر. المميزات الرئيسية للحضانات في الهواء الطلق هي اشتغالها على أساس المياه الجارية، باستخدام معدل إنتاج الفيتوبلانكتون الطبيعي لتزويد الغذاء المجهز (القسم ٦–٦). هذه الحضانات قد تكون مرتكزة على الأرض أو قاعدة البحر وفي حالة تواجدها على الأرض فإن مصدر المياه المالحة قد يكون من بركة إصطناعية أو برك طبيعية التي يمكن أن تفرغ وتملئ ثانية من البحر. في أغلب الأحيان تؤخذ الإجراءات لتحسين معدل إنتاج الطحالب في البرك بواسطة تطبيق المخصبات (انظر ٣–٤–٦).

يتعامل القسم التالي مع الحالة الخاصة لمنتجي اليرقات البالغة للإلتصاق في المواقع البعيدة ونموها من وقت إلتصاقها إلى الوقت الذي يبدأ فيه التسمين إلى حجم التسويق. تتبع الأقسام اللاحقة استعمال الطرق المختلفة في الاستعمال المشترك لإنماء الزريعة الملتصقة حديثاً إلى الأحجام المناسبة ضمن المفرخ حتى يتم بيعها مباشرة إلى المزارعين أو نقلها إلى أنظمة حضانة الأرض أو قاعدة البحر.

٦-٢ المتابعة في المواقع البعيدة

التقنية التي استعملت لتجهيز اليرقات ذات العيون عن طريق المفرخات إلى المزارعين الذين قاموا بتثبيتها وإنمائها على شاطئ المحيط الهادي بأمريكا الشمالية موصوفة هنا. هذه حالة خاصة واستعمالها ينحصر في محار المحيط الهادي بشكل تجاري، ***Crassostrea gigas***، بالرغم من أنها قابلة للتطبيق على حد سواء في حالة أنواع أخرى من المحار في أنحاء أخرى من العالم.

٦–٢–١ الصيغة

على شاطئ المحيط الهادي بأمريكا الشمالية، أغلب أنواع المحار المنتج يأتي من التربية القاعية للمنطقة المدية ومؤخراً من التربية العائمة أكثر. كانت صغار المحار الأصلي تستورد سنوياً من اليابان

وتنشر على المربين المستأجرين للتسمين. صغار المحار تكون مثبتة على أصداف المحار، عادة صدف محار الأسكالوب القديم، ولكن هذا التجهيز بالزريعة لم يعد ساريا عندما أصبح مكلفا جداً. حددت مناطق التوالد على طول شاطئ المحيط الهادي واستخدمت لزيادة استيراد الزريعة من اليابان وفي النهاية لاستبدالها. يرقات المحار عموماً تلتصق على أصداف المحار، في الغالب أصداف المحار القديمة، وتسمح بالنمو على الصدفة في مناطق التوالد حتى تصل الصغار إلى طول صدفة يبلغ حوالي ١ سنتيمتر عند هذا الوقت ينقل الكلتش مع صغار المحار الملتصقة عليه إلى تجهيزات النمو. تنتشر الزريعة في التربية القاعية للمنطقة المدية إما مباشرة في مساحات النمو والتسمين أو تحمل على أرضية الزريعة لأكثر من سنة وبعد ذلك تنتشر في مساحات التسمين. في التربية العائمة يمكن ربط الكلتش مع الصغار بالأسلاك أو الحبال وتعلق على عوامات أو خيوط طويلة. عموماً، كانت هذه الطريقة فعالة بشكل موثوق لتمويل المزارعين بمتطلباتهم من الزريعة، لكن كانت هناك أضرار بالنظام. الضرر الرئيسي ظهر في حالات الفشل أو التوالد غير الكافي الواقع في مناطق التوالد في بعض السنوات. وبناء على ذلك فإن المربين لم يكن لديهم زريعة كافية لعمليات التسمين. تعتبر التكلفة مشكلة أخرى . الأصداف غالبا تكون ضخمة وثقيلة وتحريك كميات كبيرة من الصغار الملتصقة على أصداف المحار غالية في التكلفة. الضرر الآخر يتمثل في أن الزريعة عموماً يمكن فقط تحريكها خلال الشهور الباردة والأكثر بللا، أكتوبر ونوفمبر، ويعتبر هذا غير مناسب للمربي الذي يريد الزريعة في أوقات أخرى، بالأخص خلال فصلي الربيع والصيف المبكر. كما أنه أيضا من المستحيل اختيار سلالة معينة أو جنس من المحار في مناطق التوالد الطبيعية.

أوضحت الدراسات أن يرقات المحار الباسيفيكي الناضجة ببقع العين المتطورة الجيدة يمكن الاحتفاظ بها خارج الماء في الرطوبة لأكثر من أسبوع، و لكن في ظروف باردة (٥–١٠م^{o}). و هكذا أصبح محتمل شحن اليرقات البالغة من المحار الباسيفيكي عبر مسافات كبيرة، بشكل حرفي في أي مكان في العالم. يمكن للمربي أن يشتري يرقات المحار البالغ من المفرخ حينما يكون هذا سهلا، يمكن أن يقوم بشحنها إليه/تسهيلاتها وتثبيتها على نوع الكلتش المفضل استخدامه في عمليات التسمين لديه. وبهذا يمكن تجنب أضرار التقنيات السابقة المتضمنة للثقة بالتزويد بالزريعة، تكلفة تداول الكلتش الضخم الملتصق بالصغار وعدم القدرة على الحصول على الزريعة عند الاحتياج اليها. أبعد من ذلك، فإن المربي ليس عنده النفقة، الجهد ولا الوقت الكافي لبناء وتشغيل مفرخ محار. هذه الطريقة، مستعملة كثيراً الآن من طرف المربين على طول ساحل المحيط الهادي الأمريكي الشمالي، ومكنت بطريقة سهلة ضمان التجهيز الموثوق به ووفرة زريعة المحار لعمليات التربية.

٦–٢–٢ تحضير اليرقات من أجل الإرسال

طورت هذه الطريقة في الثمانيات وتم تنقيتها و تبسيطها على مر السنين. تعطي نتائج جيدة إذا تبعت الإجراءات الصحيحة. تنتج يرقات المحار في المفرخ والمربي يعمل الترتيبات بالمفرخ لتسليم كمية اليرقات المطلوبة لتسهيلاته/لتسهيلاتها في أوقات سهلة. ترشح اليرقات على الشاشات في المفرخ وتوضع في قطعة شبك النايلون لعمل حزمة تحفظ مبللة، تبلغ الحزمة حوالي ٥ سنتيمترات في القطر و تحتوي على حوالي ٢ مليون يرقة محار بالغة (الشكل ٨٩). توضع حزمة اليرقات في حاوية ***Styrofoam*** مبردة بعبوات الثلج لإبقاء درجة الحرارة من ٥–١٠م^{o}. ثم تشحن الحاوية باليرقات إلى المزارع.

٦–٢–٣ التحضيرات في المواقع البعيدة

يعتبر إختيار موقع للمكان البعيد اعتبارا مهما للمربين. نوعية المياه والمعايير المستخدمة في اختيار الموقع للمفرخ تنطبق على حد سواء على تشغيل العمل عن بعد و تمثل القلق الأساسي و لهذا فمن الضروري تفادي المناطق المعروفة بمصادر التلوث. كما يجب كذلك أن تكون الملوحة ضمن المدى المقبول (أكثر من ٢٠ PSU للمحار الباسيفيكي)، وأن يكون الماء جيدا من ناحية الأكسجين، ودرجة الحرارة يجب ان تكون قريبة من ٢٠م^{o} أو أكثر خلال شهور الصيف لإزالة الحاجة لتسخين الماء. يجب ضخ الماء من على الأقل ٢ مترات تحت السطح لتخفيض الاختلافات في الملوحة في مناطق الأمطار الغزيرة. يجب أن يكون

الشكل ٨٩: استيلام شحنة يرقات المحار الباسيفيكي ذت العين الملفوفة في شبكة النايلون في موقع مكان بعيد في كولومبيا البريطانية، كندا.

الماء غنيا بالفيتوبلانكتون حتى يمكن أن يستعمل كمصدر غذاء للصغار والإقلال من الحاجة إلى إضافة غذاء. زيادة على هذا، يجب أن يتوفر الموقع على طاقة كهربائية، فضاء كافي للأحواض والأجزاء الأخرى من التشغيل، وسائل اتصالات جيدة حتى يمكن أن تستلم اليرقات بسهولة، وقريبا من المنطقة المدية للشاطئ حيث يمكن أن تنقل الصغار وتحمل بعد إزالتها الى أحواض الالتصاق.

تنشأ الأحواض في تجهيزات النمو لالتصاق اليرقات. ليس هناك مجموعة أبعاد للأحواض، فهي تعتمد جزئياً على نوع الكلتش المستخدم، وحجم العمليات، والطرق المستخدمة في تداول الصغار والتفضيل الفردي (الشكل ٨٥، ٩٠). الكلتش المستخدم على الساحل الباسيفيكي هو إما أصداف محار قديم – غالباً أصداف محار – أو أنابيب بلاستيكية مجوفة بقطر يبلغ حوالي ٢ سنتيمترات. توضع أصداف المحار في شبكة بلاستيكية حقيبة («Vexar») يبلغ طولها من ١–٢ مترات وقطرها ٥٠–٧٠ سنتيمتر. كل حقيبة تحمل من ١٠٠ إلى ٢٠٠ قطعة من الأصداف. عادة تقطع الأنابيب البلاستيكية المجوفة إلى ٢ متر. الأحواض الصغرى قد يبلغ حجمها ١,٥ × ٢,٥ × ٢,٥ متر كما يمكن أن تكون أكبر بكثير وتحمل ٠٠٠ ٤٠ لتر.

الشكل ٩٠: أحواض الالتصاق في موقع في كولومبيا البريطانية، كندا. لاحظ الكلتش الطليق وحقائب Vexar المملوءة بالكلتش المكدس على المصرف وراء الأحواض. يشار أيضاً إلى الشكل ٨٥، الجزء ٥–٤–٣–٢.

يمكن أن تصنع الأحواض من مواد مختلفة، متضمنة الخرسانة، الألياف الزجاجية، أو الخشب المغطى بالألياف الزجاجية. بغض النظر عن المادة المستعملة، يجب أن ترشح الأحواض جيداً قبل الاستعمال. في المناطق المعتدلة، تعزل جدران أحواض الألياف الزجاجية عموماً بواسطة Styrofoam للمساعدة على إبقاء درجة حرارة الماء. في بعض الحالات، تجهز الأحواض أيضاً بغطاء لتحسين العزل لدرجة أبعد. أنبوب بلاستيكي بمقياس ٢ سنتيمتر مخرم بفتحات على أبعاد منتظمة يوضع حول المحيط الداخلي لقاع الحوض ويخرم كخط هواء. قد يحتاج الماء الى التسخين في أوقات محددة من السنة في المناطق المعتدلة. خط ماء ساخن يمكن أن يرفع من الوسيلة الرئيسية أو الفردية للسخانات الكهربائية الموضوعة في كل حوض. يجب أن تبنى الأحواض بحيث يمكن تنظيفها بسهولة وأن تزود بصمامات صرف.

عندما يخطط للمجموعة البعيدة تتمثل الخطوة الأولى إضافة الكلتش إلى الأحواض بحيث تكون مملوءة بالكامل بمواد الالتصاق بقدر الإمكان. تكدس حقائب Vexar بأصداف المحار واحدة فوق الأخرى أو تربط معا حزم الأنابيب البلاستيكية. الكلتش سواء أكان عبارة عن أنابيب بلاستيكية أو أصداف محار قديمة، عموماً ليست مجهزة في ماء البحر لفترة زمنية كافية لاكتساب طبقة بيولوجية biofilm. الأنابيب البلاستيكية ترشح جيداً قبل الاستعمال. يجب أن تكون الأصداف على العموم مجففة بالهواء ومعرضة للعناصر على الأقل ستة أشهر قبل الاستعمال ثم بعد ذلك تغسل لكي يكون السطح نظيفاً.

كمية الكلتش المطلوبة تعتمد على حجم الأحواض. عموماً، ما بين ١٦ و ٢٠ حقيبة Vexar من الكلتش ستحتل حوالي ١ متر٣. تملأ الأحواض بماء البحر المرشح إلى حوالي ٥٠ ميكروميتر إما عبر مرشح رملي أو حقائب الترشيح الفردية لكل واحد من الأحواض. يسخن ماء البحر إلى درجة الحرارة المطلوبة والتي تتراوح ما بين ٢٠ و ٢٥م^{o} للمحار الباسيفيكي.

٦-٢-٤ استقبال اليرقات المكتملة النمو

تشحن اليرقات البالغة من المفرخ إلى موقع المكان البعيد. مليونين من يرقات المحار الباسيفيكي تشبه كرة بقطر حوالي ٥ سنتيمتر عند لفها في الشبكة (الشكل ٨٩). بمجرد إستيلامها، توضع في جردل بلاستيك به ١٠ لترات من الماء عند درجة حرارة تتراوح بين ٢٠ و ٢٥م^{o} ويسمح لها أن تتأقلم من ١٥ إلى ٣٠ دقيقة. محتويات الجردل تصب في الحوض. عدد اليرقات المضاف لكل حوض يعتمد على حجم الحوض وكمية الكلتش ولكن كطريقة مجربة يضاف ١٣٠٠ إلى ٢٢٠٠ يرقة لكل مترين طول الأنبوبة البلاستيكية وحوالي ١٠٠ يرقة تضاف لكل قطعة صدف كلتش. يفتح الهواء لحوالي ثلاثين دقيقة لضمان الخلط الشامل لليرقات في الحوض ثم يقفل للسماح لليرقات أن تلتصق على الكلتش. إذا استخدم كلتش أنبوبي، يضاف أصلاً نصف اليرقات فقط وبعد يوم واحد تقلب وحدات الأنبوب وتضاف بقية اليرقات. هذا يساعد على خلق مجموعة مستوية على كل أسطح الأنبوب.

٦-٢-٥ وضع اليرقات ونمو الصغار

تلتصق يرقات المحار إلى الكلتش ويتحور إلى زريعة عادة خلال ٢٤ ساعة بعد إضافة اليرقات إلى الأحواض. يمكن أن يحدث الالتصاق على القاع والجزء الأسفل من جوانب الحوض ولكن هذا يمكن تجنبه بواسطة دهن هؤلاء الأجزاء من الحوض بالشمع الذائب (البرافين). الصدفة الطليقة يمكن أيضاً بعثرتها فوق قاع الحوض لكي تمسك باليرقات حتى يتم الالتصاق.

بمجرد أن تتحور اليرقات إلى زريعة يجب تغذيتها. عندما يبدأ التجهيز في المكان البعيد، تجهز المفرخات اليرقات المكتملة وفي أغلب الأحيان أيضاً يجهز معجون الطحالب لاستخدامه كغذاء. معجون الطحالب هو عبارة عن طحالب نمت بالمفرخ وبالطرد المركزي شكلت قرص الطحالب المركزة حوالي ١٢ سنتيمتر في قطر و ٣ سنتيمترات في السمك. جزء من المعجون يقطع ويوضع في جردل ماء بحر، يحرك بسرعة لتكسير التجمعات وبعد ذلك يضاف إلى الأحواض. يفتح الهواء لضمان خلط الغذاء بطريقة كافية في الأحواض. الأنواع المستخدمة لعمل معجون الطحالب هي نفسها تلك المستزرعة في المفرخ

لتربية اليرقات. معجون الطحالب مازال يستخدم من طرف بعض المربين ولكنه ليس شائعا كما كان في الحالة السابقة. أغلب المفرخات الآن تتوفر على متطلبات إنتاجها الكلي من الطحالب لاستخدامها الخاص ولا تتوفر على كميات يمكن شحنها إلى مواقع بعيدة. هناك شركات تستزرع الطحالب للبيع كمركز Slurry وهذا يمكن استخدامه كغذاء. كثير من المربين الآن يستنبتون الغذاء الطحلبي لأنفسهم باستخدام الطرق القياسية كما شرحت مسبقاً. تختلف الأنواع المستخدمة من مكان إلى مكان ولكن هي نفسها تلك المستخدمة في المفرخات لتغذية اليرقات.

لا يستبدل الماء في الأحواض لمدة يومين أو ثلاثة أيام الأولى بعد الالتصاق ولكن بعد ذلك يبدأ التدفق ببطئ خلال ترشيح مياه البحر بشكل خشن. الهدف هنا هو أقلمة الزريعة للظروف البيئية المحلية وأيضاً للتزويد بغذاء طبيعي إضافي. إذا أضيف غذاء الطحالب إلى الأحواض، يغلق تدفق الماء من البيئة المفتوحة لفترة قصيرة لكي يكون الغذاء الإضافي المفقود قليل قدر الإمكان.

ان مدة مكوث الزريعة المحمولة في الأحواض تكون متغيرة. في أوائل الربيع وأواخر فصل الخريف يمكن أن تستغرق أكثر من شهر لكن في فصل الصيف إذا أمكن تكون المدة قصيرة و لا تتعدى اسبوعا. إنها أيضاً تعتمد على الجدول المستخدم في تسهيلات المربين كما يشرح المثال التالي.

مثال:

يملك المربي ١٨ حوضا.

أ) تضاف اليرقات في واحد من الأحواض الستة عند بداية الأسبوع.

ب) الأحواض الستة الأخرى تحتوي على زريعة من اليرقات المستلمة الأسبوع الماضي. هي متأقلمة وجاهزة للنقل إلى مكان التسمين في نهاية الأسبوع.

حـ) الستة الأحواض الباقون ينظفون ويعدون للدفعة القادمة لليرقات التي ستصل في بداية الأسبوع التالي.

د) هكذا، تنتج ستة أحواض بالكلتش الملتصق بزريعة المحار بانتظام أسبوعياً. (تحفظ الزريعة في الأحواض لأقل فترة حيث إن تغذيتها مكلفة بالمنتج الغذائي الاصطناعي).

يبلغ حجم الزريعة عادة ٢ إلى ٣ مليمترات عند نقلها إلى مكان التسمين. توضع حقائب الكلتش بالزريعة في الوسط إلى أسفل منطقة المد على مفارش للحفاظ على الكلتش خارج الركيزة ويخفض النفوق. في فصل الصيف، يحدث النقل من الأحواض إلى أمكنة التسمين بصفة عامة في الصباح الباكر أو المساء المتأخر عندما تكون درجة الحرارة منخفضة. الوقت المأخوذ في النقل يجب أن يلتزم بحد أدنى وذلك لتخفيض الإجهاد والنفوق. الحقائب يمكن أن تكدس إلى ارتفاع ٢–٣ مترات، معتمدة على مدى المد والجزر. توضع أغطية قماش مشمع على الحقائب لتحفظ الزريعة من ضوء الشمس المباشر وخفض التصاق الكائنات الحشفية. تترك الحقائب المملوءة بالزريعة في منطقة المد والجزر في فترات مختلفة من الوقت ثم ينتشر الكلتش بالزريعة إما على أرض نمو جيدة أو تربط على حبال أو أسلاك للتربية العائمة.

كما هو الحال في عمليات المفرخ، إنه من المهم أن يحتفظ المربون بالسجلات الدقيقة لكل مجموعة. بالتجربة المكتسبة فإنهم يمكن أن يحددوا الظروف الملائمة لتعظيم إنتاجية الزريعة من اليرقات.

مفهوم المكان البعيد، طور وأتقن كطريقة غير مكلفة نسبياً لإنتاج زريعة المحار الباسيفيكي ولكنه يمكن أن يستخدم في الأصداف، الاسكالوب وبلح البحر. لم يستعمل حتى الآن بصفة كبيرة لتربية الأنواع التي لا تلتصق بحزم الكلتش كما يعمل المحار.

منحت هذه التقنية فرصا جديدة لتربية المحار حول العالم. إذا كان المربي يرغب أن يربي نوعا من المحار ولا يستطيع الحصول على الزريعة الكافية من المصادر الطبيعية المحلية أو يفضل استخدام زريعة المفرخ، فهو لم يعد في حاجة لبناء مفرخ مكلف. ويمكن هذا بعمل ترتيبات لإنتاج يرقات بأي مفرخ وشحنها إلى موقع التربية. من المهم إدراك أن المفرخ يمكن أن يتواجد في أي مكان بالعالم حيث إن اليرقات يمكن أن تشحن عبر مسافات كبيرة وتصل في حالة صحية جيدة. لذلك فإنه يمكن أن يكون هناك مفرخات ذات كفاءة كبيرة متواجدة في مواقع مثالية بدلا من المواقع التي قد تكون مناسبة سياسياً لكن غير مناسبة بصفة مثالية لهذا الغرض.

الفائدة المتميزة في شحن اليرقات البالغة بدلاً من الصغار هي أن اليرقات تنمو في الماء الذي يرشح بشكل دقيق وقد يعقم أيضاً بواسطة ضوء UV– أو الأوزون. إن خطر انتشار الأمراض أو الطفيليات منخفض جداً مقارنة بحالة شحن الصغار الذين نموا الى الحجم المطلوب عموماً في البحر ولربما اكتسبوا الأمراض أو الطفيليات المحلية.

٦-٣ طرق إنماء الصغار في مراحلها الأولى

٦–٣–١ المقدمة

الإضطرار إلى نمو الزريعة و ايصالها إلى حجم كبير تحت الظروف المسيطر عليها مباشرة في المفرخ تم التعامل معها عموماً في الجزء ٦–١. يعتبر المكان، تجهيز الماء المعالج، الساخن، والأحجام الكبيرة من استنباتات الطحالب المطلوبة إعتبارات رئيسية بالنسبة للتكلفة. مديرو المفرخات يعرفون عوامل تكلفة الإنتاج التي من الضروري أن تؤخذ بعين الاعتبارعند تثبيت سعر الزريعة. ستزيد الأسعار تصاعدياً كلما زاد متوسط طول الصدفة وسوف تصل إلى نقطة عندها لن يستطيع المربون دفع ثمن الزريعة ذات حجم أكبر. في البلدان المتطورة بالصناعات الناضجة تصل هذه النقطة عندما تصل الزريعة ٣ إلى ٤ مليمترات في كثير من الأحيان عندما تكون أصغر جداً.

عموماً الطرق المستخدمة لمعاملة ونمو مجموعة الاسكالوبا الحديثة وزريعة الأصداف تم تقديمها في الجزء ٥–٤–٣–٢. الإجراءات بالنسبة للمحار مختلفة ولكن قبل وصف هذه الاختلافات، لا بد من التطرق إلى مختلف الاختيارات الممكنة لأنظمة الأحواض لهذا الجزء من عملية المفرخ، مبتدئين بتلك الأحواض المستخدمة لمجموعة الزريعة على الكلتش.

٦–٣–٢ طرق نمو الصغار على أسطح معدة للإلتصاق

أنظمة الأحواض – مشابهة جوهرياً لتلك الأحواض الموصوفة للالتصاق عن بعد في القسم السابق – تستعمل عموماً في المفرخ خلال المراحل الأولية لنمو المحار، الاسكالوب وزريعة بلح البحر الملتصقة على الكلتش (الشكل ٩١). قد تكون عبارة عن أنظمة مغلقة، وبمعنى آخر، بحجم ساكن من الماء يتغير مرتين أو ثلاثة مرات كل أسبوع، أو أنظمة مفتوحة تعمل على نظام المياه الجارية، معتمدة على المدى الذي يحتاجه الماء للتسخين. في أغلب الأحيان تجمع الإثنان مع تهوية لخلط ودوران الماء وحصة الغذاء اليومية في كافة أنحاء حجم الحوض. يضاف الغذاء بصفة مستمرة في حالة نظام المياه الجارية. تقضي زريعة المحار قليلاً من الوقت مثلاً أسبوعا في هذه الأنظمة بينما مجموعة المحارات وبلح البحر ذات النمو البطيء تقضي وقتا أطول قبل أن تنقل إلى البحر.

الماء المرشح على الرمل أو المرشح عبر حوالي ٢٠ ميكروميتر حجم جزيئي يستعملان عادة في هذه المرحلة لكي تستفيد الزريعة من التنوع الطبيعي من أنواع الطحالب المتواجدة في الماء بالإضافة إلى حصة الغذاء المستنبت المضاف. ان الإطعام عادة ليس مسيطر عليه مباشرة من ناحية تركيب نوع الوجبة والحصة. يضاف غذاء بقدر كافي إلى الأحواض لتلوين الماء بما فيه الكفاية. إذا تم استعملت الطحالب بسرعة، يضاف غذاء آخر و إذا كانت المياه ساخنة فإنه يجب ان تتأقلم الزريعة بصفة تدريجيةً إلى درجة الحرارة المحيطة للبحر قبل ترك المفرخ.

الشكل ٩١: أنظمة أحواض بسيطة مستعملة لنمو الزريعة الملتصقة على الكلتش. هي إما عبارة عن أنظمة مغلقة أو مياه جارية أو الاثنين معا. أ – أحواض نمو تستخدم أساساً لزريعة الاسكالوب الملتصقة مع كلتش في مفرخ كولومبيا البريطانية. ب– لاحظ أحواض الخشب المبطنة المتواجدة خارج المباني والمغطاة لتظليل سطح الماء. حـ – زريعة الاسكالوب قد تلتصق على كلتش شعيري معبأ في أكياس البصل، مبدأيا في أحواض كما هي موضحة في أ، ب في موقع المفرخ. د – تفاصيل الزريعة الملتصقة على مادة خيطية بعد فترة تربية عائمة في البحر. و – عندما يكون حجم الزريعة ٢ أو ٣ مليمترات، تعلق خيوط الكلتش من أقطاب المانجروف على العوامات الواقعة في المياه المنتجة.

٦–٣–٣ طرق نمو الصغار غير الملتصقة

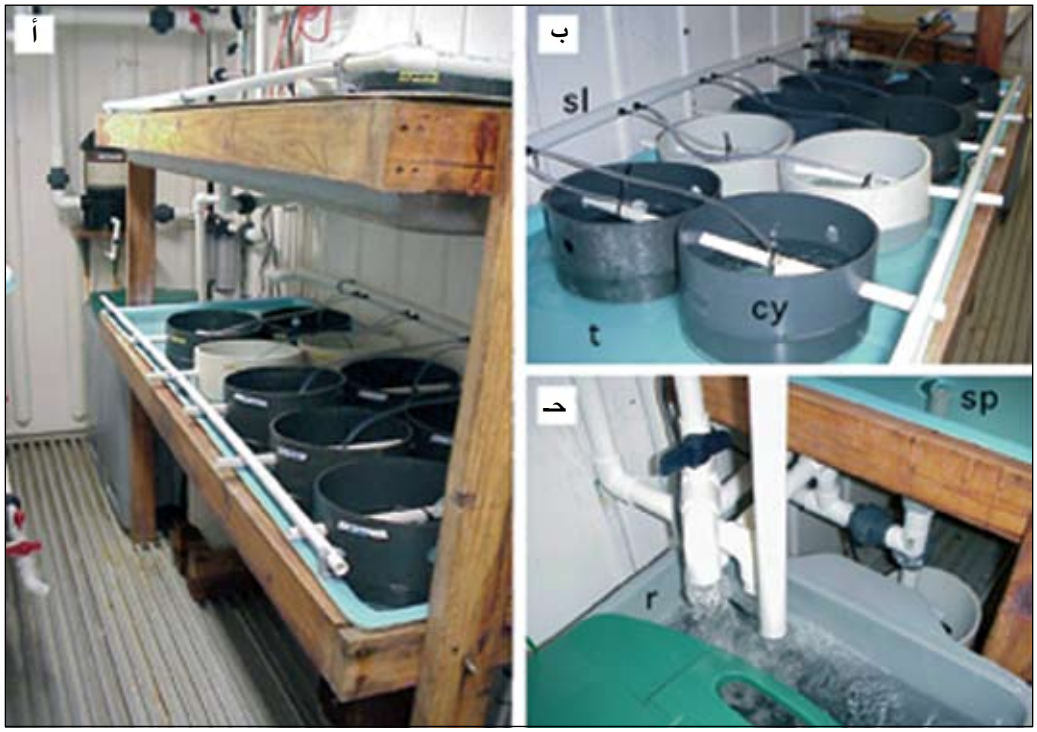
الزريعة المنفصلة (وبمعنى آخر، نمو الزريعة من غير الكلتش – «بدون كلتش») تنمو في أحجام أحواض كبيرة مجهزة بدوران الماء – في أغلب الأحيان نظام ماء في تبادل مستمر و تدريجي – أو يتم إنماؤها في أنظمة مياه جارية مفتوحة. أي طريقة مستعملة تعتمد على نوع وحجم الزريعة. الزريعة الصغيرة حتى واحد أو اثنين مليميتر في الحجم قد تنمو في أنظمة دوران الماء ثم بعد ذلك تنقل إلى نظام الماء الجاري لتنمو إلى ٣ أو ٤ مليميترات قبل بيعها أو نقلها إلى التحضين خارج المبنى.

يمكن أن تحتوى منطقة نمو الزريعة في المفرخ على عدد من أنظمة النمو المختلفة للزريعة ذات الأنواع و الأحجام المختلفة. على العموم تستعمل الأنظمة أحواض الخرسانة المستطيلة، الألياف الزجاجية أو المبطنة أو الخشبية المدهونة إيبوكسي لاستخدام الفراغات بشكل كافي بقدر الإمكان. الأحواض الكبيرة التى تستخدم كخزانات لها صرف معدل مباشرة إلى داخل مصرف المفرخ الرئيسي حيث تفرغ الأحجام الكبيرة من الماء بشكل دوري.

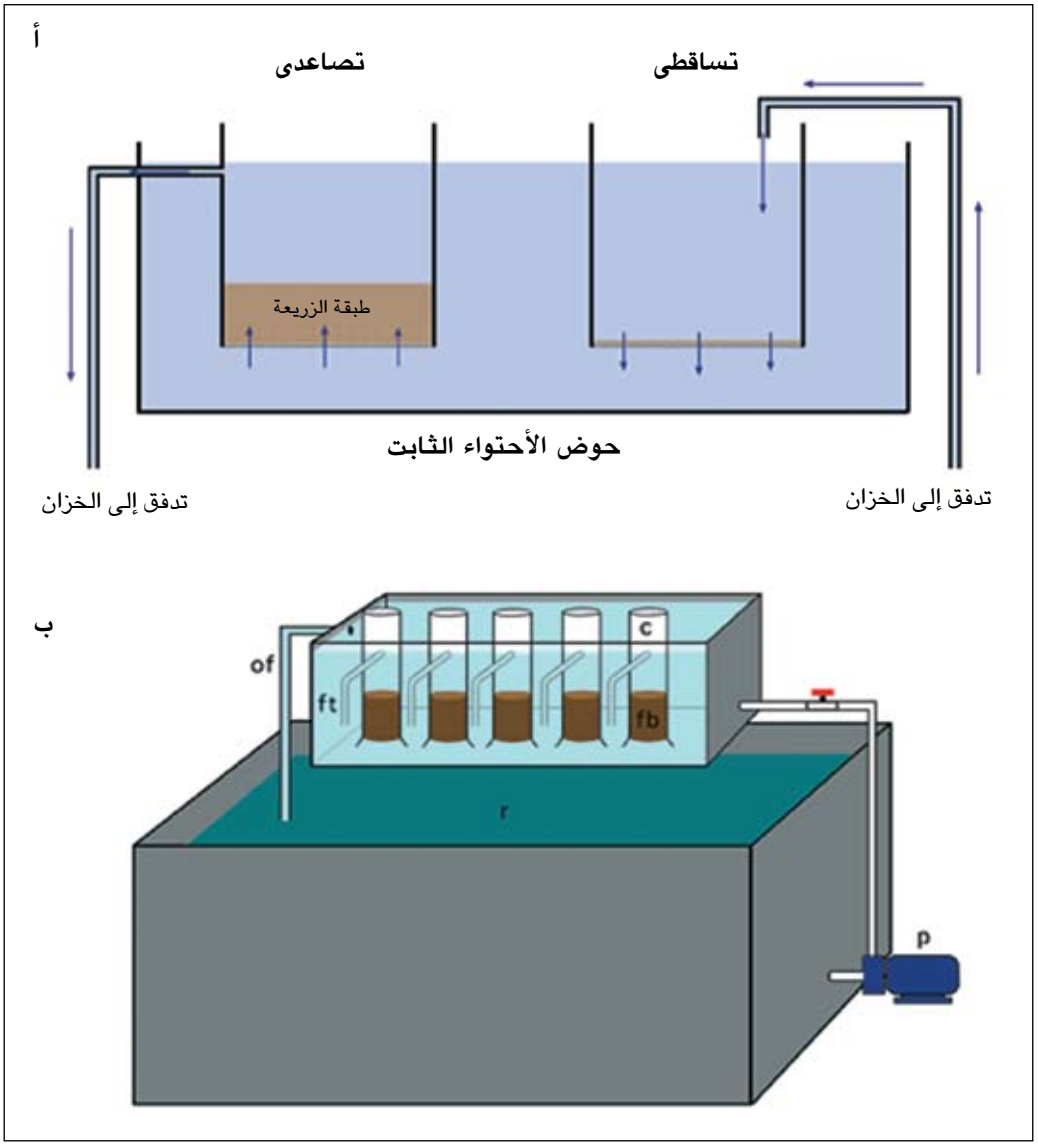
لمديري المفرخ رؤيتهم الخاصة بالنسبة إلى أحسن الطرق لتناول الزريعة للنوع الذي ينتجونه طبقاً لعوامل التكلفة والمتطلبات الخاصة المناسبة للصناعة المحلية. فكما هو الحال في تربية اليرقات، هناك عدد كبير من الطرق المختلفة التي اتبعت لكن هناك عدد من العوامل المشتركة التي تنطبق على المنهج الأساسي.

المحار هو حيوان لا يتنقل تماماً و كذلك الحال بالنسبة لزريعة الأصداف و بلح البحر خاصة بمجرد التصاقهم واستكمال تحورهم – بإستثناء زريعة الاسكالوب. تحتفظ زريعة الاسكالوب بقدرتها على فصل ارتباطها بالرس وتعوم بسرعة في عمود الماء لتجد موقعا مختلفا لتلتصق به. ضروري أن يحمل الغذاء إلى زريعة أي نوع من المحار في تيارات الماء. كيف يمكن تنظيمهم على نحو سهل وبالأسلوب الذي يمكن للماء –كحامل للغذاء – ان يقدم إلى الزريعة، يصبح من الاعتبارات الهامة.

تتواجد الزريعة بشكل دائم تقريباً في صواني ذات قاعدة شبكية أو أسطوانات في حوض الاحتواء الذي، إن لم يكن من الحجم الكافي نفسه، فهو موصل بحوض خزان حجم كبير. إحتواء الزريعة في الصواني أو الأسطوانات يساعدان على سهولة الإدارة في التنظيف وفرز الحيوانات. الماء الغني بالغذاء الطحلبي موزع بمضخة كهربائية أو بموزع هواء من الخزان إلى حوض الاحتواء، بمروره على الزريعة وبعد ذلك يعود إلى الخزان. نماذج مناسبة لنمو الاسكالوب وزريعة الأصداف قد سبق توضيحها في الشكل ٨٧ و ٨٨. الشكل ٩٢ يوضح تسليم الماء إلى كل من الأسطوانات في حوض الاحتواء بواسطة خرطوم مرن بحلمات في أنبوب التسليم. تدفق المياه من فوق سطح الماء من خلال الأسطوانة بنسبة متحكم فيها، مروراً بالزريعة خلال قاعدة شبكة الأسطوانة لكي يعود إلى الخزان بواسطة الأنبوب القائم أو فيض الماء الذي يبقي سطح الماء ثابتا في حوض الاحتواء. نمط التدفق هذا يسمى بالتيار التساقطي. المنظور الآخر المستخدم للمحار والأصداف هو أن يعكس اتجاه التدفق لكي يدخل في قاعدة الأسطوانة (أو الصينية)، يعبر إلى أعلى خلال طبقة الزريعة ثم يصب من القمة، ومنها تتدفق المياه عائدة إلى الخزان. وهذا يطلق عليه اسم توزيع التيار التصاعدي. كلٌ من هذين الأساسين موضح في الشكل ٩٣.



الشكل ٩٢: نظام حوض مغلق مصمم للاحتفاظ بزريعة الاسكالوب في اسطوانات مع تيار الماء الهابط. أ– الزريعة التي تحمل في اسطوانات محمولة في المنخفضات الضحلة **(t)** مكدسة واحدة فوق الأخرى. ب– يصب الماء في كل أسطوانة **(cy)** خلال أنبوب مرن موصول بخط التجهيز **(sl)**. حـ– عودة الماء إلى حوض التخزين **(r)** عن طريق أنبوب قائم **(sp)** ملائم في كل منخفض حيث يحافظ على عمق الماء في المنخفض. يضخ الماء من الخزان ويعود إلى المنخفضات. أنظمة من هذا النوع مناسبة أيضاً لزريعة الأصداف.



الشكل ٩٣:

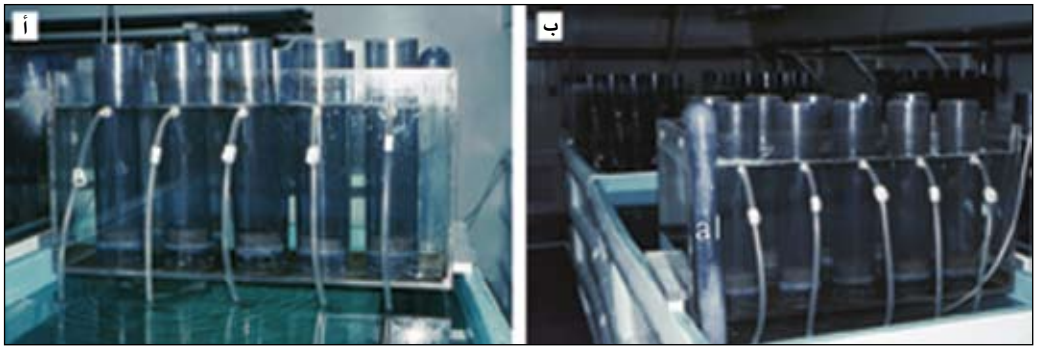
أ – رسم تخطيطي يوضح الاختلاف في توزيع التدفق في أنظمة الزريعة التصاعدية والتساقطية. الأسهم توضح اتجاه تدفق المياه. الأنظمة التصاعدية تستخدم في زريعة المحار من حجم المجموعة إلى أعلى والأصداف الكاملة التحور. الأنظمة التساقطية تستخدم لليرقات المطوقة للأصداف (حتى تفقد قدرتها تماماً على العوم) وللأسكالوب من مرحلة اليرقة المطوقة وما بعد. تستخدم الأنظمة التصاعدية للأسكالوب نادراً فقط. بعد ذلك عند الكتلة الحيوية الصغيرة جداً لكل وحدة مساحة عن المحار والأصداف.

ب – رسم تخطيطي لنظام الحوض التصاعدي موضحاً الخزان **(r)** من حيث يضخ الماء **(p)** إلى حوض الاحتواء **(ht)** المحتفظ به عند مستوى ماء ثابت **(head)** بواسطة أنبوبة الفيضان **(of)** التي من خلالها يصب الماء الزائد عائدا إلى الخزان. حوض الاحتواء يحتوي على عدد من الأسطوانات الطويلة، الضيقة **(c)** بقاعدة شبكية التي تحفظ الزريعة كطبقة سائلة **(fb)**. الفتحات محفورة في حوض الإحتواء تحت مستوى الماء لأخذ أنابيب مرنة **(ft)** التي تربط بالأسطوانات. هناك اختلاف رئيسي بين مستوى الماء في حوض الاحتواء ومستوى الماء الذي يمكن الاحتفاظ به خلال الأسطوانات. الماء المتدفق خلال قاعدة الاسطوانات الشبكية، حتى عبر طبقة الزريعة ثم يعود إلى الخزان عبر الأنابيب المرنة. المدى الذي تكون فيه طبقة الزريعة سائلة (بمعنى آخر، الزريعة ترفع بالتدفق) يمكن أن يتغير بتعديل نسبة التدفق.

إنه من الشائع تماماً استعمال زجاجات المشروبات الخفيفة، البلاستيكية العاكسة ذات حجم يتراوح ما بين ١ إلى ٣ لترات كأسطوانات تصاعدية. بدلا من الشاشة الشبكية التي تحتوي على الزريعة، يوضع بداخلها كرة أو رخام كبير لكي تغطى فتحة الرقبة. هذا يستعمل كصمام عدم رجوع. تدفق الماء من القاع يبقي الصغار معلقين في عمود الماء داخل الأسطوانة ولكن إذا فقد ضغط الماء فإن الكرة أو الرخام يغلقان الرقبة وبذلك لا يفقد الصغار. تصريف الماء من سلسلة زجاجات التصاعدي تمر على شاشة لتجميع أي صغار قد تكون عائمة بعيداً بالصدفة.

٦-٣-٤ تشغيل الأنظمة المغلقة ذات التيارات التصاعدية

التيارات التصاعدية مفيدة جداً في تربية المحار بعد الالتصاق. الزريعة الصغيرة قابلة للتجهيز في عمق و بكثافات مرتفعة، وبمعنى آخر في طبقات، الواحدة فوق الاخرى. يطبق نفس الشيء على زريعة الأصداف بمجرد أن يصلوا إلى ٠,٥ مليميتر في الحجم. الإمساك بصغار المحار بهذه الطريقة مع قدر كافي من ماء متدفق لإسالة طبقة الزريعة يمنع الزريعة المجاورة من الاندماج سويا لتشكيل العناقيد أثناء نموها. التشكيل العنقودي يمكن أن يخلق مشكلة في نوع ***Crassostrea*** إذا لم تستمر الزريعة في التحرك – على سبيل المثال، إذا تم إنماؤها في صواني مع تيار تساقطي متدفق. هذه العادة أكثر وضوحاً في المستوى العالي لدرجة حرارة الماء، التي تكون عموماً بين ٢٢ و ٢٥م^{o} لنمو زريعة المحار. تدفق التيار التصاعدي أيضاً أكثر كفاءة في إبقاء الزريعة خالية من البقايا البرازية من التيار التساقطي، حيث تميل هذه الإخراجات إلى التجميع على وحول الزريعة. هذا يمكن أن ينتج إنسداد الشبكة، حيث انه أقل مشكلة في حاويات التيارات التصاعدية.



الشكل ٩٤: أ، ب – الأنظمة المغلقة التساقطية في استعمالها لتربية الزريعة الصغيرة للمحار. الحجم الكلي لكل وحدة حوض ٣ امتار مكعبة تقريباً وأحواض الاحتواء للزريعة تحوي ١٠ أسطوانات كل منها مخزنة بـ ٦٠ جرام وزن حي للزريعة عند بداية الفترة الأسبوعية. أنابيب إفاضة الماء من كل أسطوانة تجهز بمشبك قابل للتعديل للسماح بالمراقبة الفردية لنسبة التدفق. ب – يرفع الماء من الخزان إلى حوض الاحتواء بواسطة أنابيب الهواء (al). هذا أنبوب قطره ٥ سنتيمتر بخط هواء مثبت بالقاعدة. دفع الهواء إلى قاع أنبوب الهواء يعمل على تشغيل النظام بحجم ماء كافي بدون الحاجة إلى المضخة الكهربية.

حاويات التيار التصاعدي (يطلق عليها اسم الأسطوانات أو الأنابيب) يمكن أن تكون ذات أقطار مختلفة وهي تصنع من قطاعات من PVC أو أنابيب الأكريلك مزودة بقواعد شبكة النايلون، و حجم الفتحة مختلف تبعا لحجم الزريعة النامية. هذه الأنابيب ليست بحاجة إلى أن تكون شفافة كما في الشكل ٩٤، لكن الشفافية مفيدة في قياس نسبة التدفق لجعل الكتلة الحيوية (الطبقة) للزريعة الموجودة في شكل سائل. نسبة التدفق المطلوبة للإسالة، وبمعنى آخر: الصاعد والموزع، الطبقة تعتمد على حجم/وزن الزريعة وعلى قطر قسم الأنبوب. الزريعة الأكبر حجما تحتاج إلى قوة دفع أكثر لتحويل الطبقة إلى سائلة. التدفق الأبطأ مطلوب في الأسطوانات الضيقة. كنموذج، تدفق من ١ أو ٢ لتر لكل دقيقة خلال أسطوانات ذات قطر ٥ أو ١٠ سنتيمتر سوف تسيل طبقة زريعة المحار من ١ إلى ٣ مليميتر. التدفق ما بين ٢٥ و ٤٠ مليميتر لكل دقيقة لكل جرام من الزريعة يكون مثاليا. الطبقات من زريعة الأصداف، التي تتجمع سويا، سوف لا تتحول إلى سائلة. على الرغم من هذه الطريقة تعمل جيداً تماماً كما تعمل مع المحار. من

المحتمل تجمع الزريعة له تأثير ايجابي على الظروف المحيطة عندما تكون الزريعة مدفونة في القاع. طبقة زريعة الأصداف – المتجمعة بإحكام – عندما تحمل إلى شروط تدفق التيار التساقطي تميل إلى أن تكون عبارة عن فخاخ راسبية و تصبح الشباك مسدودة فوراً.

عدد الزريعة الذي يمكن أن يحمل في نظام حوض التيار التصاعدي يعتمد على الحجم/والوزن (الجدول ١٤). خذ، على سبيل المثال، النظام الموضح في الشكل ٩٤ الذي يكون فيه الحجم المشترك لكل خزان ووحدة حوض للإحتواء قريبة من ٣٠٠٠ لتر. هناك ١٦ وحدة مماثلة في المفرخ. كل وحدة تكون مناسبة لنمو الوزن الحي للكتلة العضوية ٦٠٠ جرام. بإفتراض الزريعة التي ستنمو الى ٢ مليميتر طول الصدفة. الجدول ١٤ يشير إلى أن ٠٠٠ ٢٧٠ زريعة من هذا الحجم سوف تكون الكتلة العضوية الأولية. حوض الاحتواء الموضح في الشكل ٩٤ يحتوي على ١٠ أسطوانات ذات قطر ١٠ سنتيمترات. في بداية فترة ٧ أيام، كل أسطوانة تخزن بـ ٦٠٠/١٠= ٦٠ جم من الزريعة. هؤلاء سوف يفرزون باستخدام شاشة شبكة ١,٥ مليميتر على شاشة أخرى ذات فتحة ١ مليميتر التي عليها سوف يحتفظ بهم (٢ مليميتر زريعة سوف لا يحتفظ بها من فتحة شبكة ١,٥ مليميتر). في هذا السياق، لزوم معرفة الأعداد للزريعة المخزونة في الوحدة يحل محلها أهمية معرفة الكتلة العضوية. لتفسير أكثر انظر القسم ٦–٣–٥.

يرشح ماء البحر ويسخن لملئ وحدات الحوض لتربية اليرقات إلى معايير الزريعة في أول أسبوع لها بعد الالتصاق. بعد هذا الوقت، فهي تملأ إما بماء مر عبر مرشح رملي أو مرشح بخرطوشة ١٠ أو ٢٠ ميكروميتر وتنقص درجة الحرارة بدرجة واحدة أو ٢م^{o} لكل أسبوع لبدء الأقلمة على الظروف السائدة في التحضين أو البحر.

بعد نهاية فترة ٧ أيام، يغير حجم الحوض مرتين و يتم تنظيف الزريعة والنظام عند كل تغيير ماء، وتفرز الزريعة ويعاد توزيعها مرة أخرى. عند بداية الأسبوع الكتلة العضوية التي تقدر ب ٦٠٠جم تتضاعف أو يزيد وزنها ثلاث مرات بعد نهاية فترة ٧ أيام وعندها سوف تحتاج إلى إعادة توزيع ما بين اثنين أو ثلاثة وحدات ٣٠٠٠ لتر لتنمو أسبوعا اخر. الزريعة لم تنم بإنتظام في الحجم أثناء الأسبوع السابق. بتصنيف الإنتاج من خلال كومة من الشاشات من وحدة الحوض يمكن أن تفرق الأحجام (القسم ٦–٣–٦). عملية النمو تتم بشكل فعال أكثر إذا كانت الزريعة ذات أحجام مختلفة الأجزاء (درجات) استزرعت في وحدات احواض منفصلة وبذلك فإن الزريعة في أي وحدة منفردة تكون من نفس درجة الحجم.

٦–٣–٥ تشغيل الأنظمة المغلقة ذات التيارات التساقطية

أنظمة الاحواض التساقطية بدون دوران مستمر للماء استعملت تبعا لنفس الإجراءات التي و صفت أعلاه. الاختلاف الرئيسي الوحيد يتمثل في أن الكتلة العضوية للزريعة تنتشر على منطقة سطحية أعظم بكثيرً من الأنظمة التصاعدية لأن الصغار – عموماً أغلب محار الأسكالوب– حساسة للإزدحام. لذلك، فهم يبقون مفترقين مكانياً بقدر كافي للسماح بالنمو كطبقة وحيدة حتى يكون الأفراد غير متصلين بصفة مباشرة مع الزريعة المجاورة.

طرق الابقاء على الافتراق المكاني تتفاوت من مفرخ إلى مفرخ وحيث ان الزريعة تم إلتصاقها على كلتش فإن الإجراءات الملخصة في القسم ٦–٢–٢ تطبق. و في حالة عدم التصاقها على الكلتش ولكن على شبكة قاعدة الأسطوانات أو الصواني كما هو موضح في الشكل ٨٨ (القسم ٥–٤) والشكل ٩٤. يتم تصميم نظام وتفاصيل إدارة تشغيل مختلفة. أحواض الاحتواء المجهزة من الخزان سوف تحتاج الى مساحة كبيرة كافية لتلائم أعداد الصواني أو الأسطوانات اللازمة لحمل الكتلة العضوية للزريعة الملائمة لحجم وحدة الحوض الكلي. ولهذا السبب، أحواض الاحتواء من النوع الموضح في الشكل ٩٢ ضحلة وفي الغالب تكدس واحدة فوق الاخرى.

كما في الأنظمة التصاعدية المغلقة، جودة المياه يحتفظ عليها بواسطة التغييرالكلي للمياه مرتين أو ثلاث مرات في الأسبوع. الصواني أو الأسطوانات التي تحوي الزريعة تزال وكل واحدة ترش بواسطة

رشاش ماء بحر لإزاحة وإزالة البقايا الملتصقة بالزريعة وبشبكة الأوعية. ينظف الخزان وأحواض الاحتواء ويعاد ملؤها قبل إرجاع أوعية الزريعة. ماء البحر المستعمل قد يكون مرشحا بشكل دقيق أو بشكل خشن معتمداً على حجم الزريعة، و هو يرشح عادة عبر١ أو ٢ ميكروميتر في المراحل الأولية للزريعة وعبر مرشح رملي للزريعة الأكبر حجما و التي تكون على وشك النقل إلى البحر. تأقلم الزريعة تدريجياً على درجة حرارة ماء البحر قبل نقلها.

زريعة محار الاسكالوب ليست قابلة للإزالة من الحاويات للفرز وتحديد الحجم. أصدافها أكثر هشاشة وتحتاج الى عناية مدربة لعدم دمار غدة الرس الخاصة بها أو إزاحة مصراعي الصدفة وإتلاف resilium أثناء الإزالة. يمكن أن يستخدم رش الماء بلطف ولكن الأكثر ملائمة هو عدهم في موقعهم الأصلي إذا كان ضروريا. هذا يمكن عمله كما هو موضح في الشكل ٨٨ ب باستخدام الشريحة البلاستيكية المعلمة بخطوط ومشبك (١ سنتيمتر مربع) تحت قاعدة الشبكة لاختيار عشوائي من الصواني أو الأسطوانات. المتوسطات المحسوبة من حساب الأعداد لكل سنتيمتر مربع في المربعات العشوائية على ١٠٪ من مساحة السطح لحاويات مختارة مضروبة في المساحة الكلية المغطاة بالزريعة سيعطي تقريبا جيدا للأعداد الكلية. يمكن أن تزال عينات صغيرة للوزن والقياس لتتبع النمو والكتلة العضوية.

٦-٣-٦ فرز وتعيين الصغار

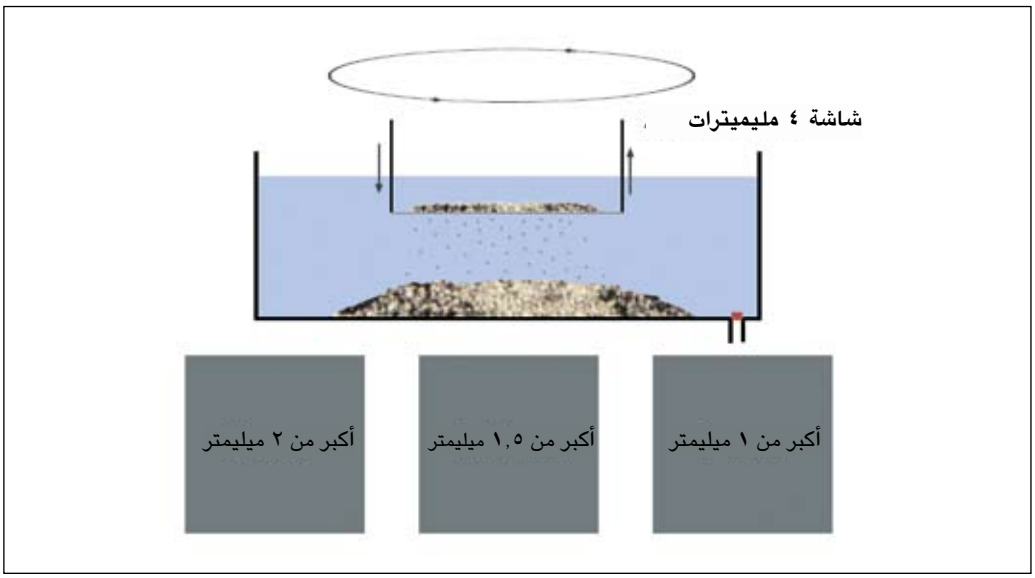
الفرازات الميكانيكية متوفرة عند الإختصاصيين من موزعي الأجهزة وهي قابلة للتطبيق عند تداول ملايين من الزريعة على القاعدة الروتينية. فيما عدا ذلك الفرازات اليدوية تستعمل في أغلبية الحالات، و التي يمكن صنعها بسهولة كسلسلة من قطاعات أنبوب PVC أو الفيبرجلاس ذات قطر كبير (أكبر من ٣٠ سنتيمتر) مع النايلون أو الشبكات البلاستيكية ذات الفتحة المختلفة الأحجام والمثبتة على وجه قطعة واحدة.

من الافضل أن يتم تصنيف الزريعة في الماء. شاشات التصنيف، كل منها معلمة بحجم الشبكة، يجب أن تتلاءم بإرتياح مع الصينية البلاستيكية المزودة بسدادة أو صمام صرف من جهة واحدة. تملأ الصينية جزئياً بماء البحر عندما تكون تحت الاستعمال. تضاف الأعداد الصغيرة من الزريعة إلى شاشة لها شبكة ذات حجم أصغر قليلاً من الأفراد الكبرى. يرج المنخل بعد ذلك من جانب إلى جانب ومن أعلى إلى أسفل في الماء حتى لا يكون هناك هروب لزريعة أكبر من خلال الشبكة (الشكل ٩٥). تضاف الزريعة بشكل دوري حتى يتم فرز كل الزريعة خلال الشاشة. الزريعة الباقية في المنخل سوف تحتاج إلى الازالة من وقت إلى آخر للاحتفاظ بكفاءة العملية. تحول إلى شاشة معروفة الوزن (وزن فارغ) بنفس حجم الشبكة وتترك لتجف في انتظار التقدير. ثم يتم إفراغ الصينية وتعاد الزريعة الصغيرة لتصنيف آخر. ثم يكرر الإجراء مع شاشة ذات شبكة بفتحة أصغر، وهكذا.

بمجرد الفصل بالدرجة، فإن العملية القادمة هي تحديد الكتلة العضوية للزريعة في كل درجة. كما انه من الضروري أن يسمح للشاشات المحتوية على الدرجات المختلفة بالتصرف كلياً حتى أن محتوى الزريعة يكون «رطبا جافا». يمكن الإسراع بالتصرف بلمس الشبكة السفلية للشاشات بأقمشة جافة أو مناشف ورقية حتى يزال الماء الفائض. ثم توزن الشاشات و بعد ذلك يطرح وزن الشاشة نفسه للتزويد بوزن الزريعة التي تحتويها. هذه هي الكتلة العضوية من الزريعة بتلك الدرجة المعينة.

في نفس الوقت، يمكن عد الزريعة ومراقبة معدل البقاء. يمكن تقدير الأعداد إما بالوزن أو بالشكل الحجمي. الطريقة الأولى تتطلب موازين دقيقة بينما الأخرى يمكن أن تنجز بجهاز بسيط، ومثال على ذلك، حاويات البلاستيك الصغيرة ذات حجم يتراوح بين ١ و ٥ مليميتر لحمل العينة. هذه الطريقة سوف تشرح في ما بعد.

من الشاشات المحتوية على الزريعة للأحجام الكبيرة، املئ ثلاث حاويات بالعينات إلى الحافة. افرغ واحدة في صينية بيضاء ضحلة تحتوي على قليل من ماء البحر. لحساب الزريعة الصغيرة جداً، يمكن



الشكل ٩٥: تصنيف الزريعة بالمناخل اليدوية في الأحواض الضحلة. شاشة الفرز تدور من جهة الى أخرى ومن فوق الى أسفل في الحوض حتى تسقط كل الزريعة الأصغر حجما من التي يمكن الاحتفاظ بها في الشبكة وتجمع عند قاعدة الحوض. وبمجرد أن يتم الفرز بواسطة شاشة معينة، يصرف الحوض إلى شاشة مستقبلة بحجم شبكة ملائم، مكتوب عليها حجم درجة الزريعة. في هذا المثال، زريعة أصغر من ٤ مليلميترات سوف تجمع في وعاء استقبال ١ مليميتر (بحجم شبكة صغير بقدر كافي لجمع كل ما تبقى). تستمر العملية بشاشات الفرز المتوفرة على أحجام شبك متناقصة حتى تجزأ كل الزريعة إلى درجات أحجام مختلفة.

استعمال صحن بتري مؤشر عليه بمشبك، ويلاحظ تحت الميكروسكوب بقوة منخفضة. احسب العدد الكلي للزريعة في الصينية. إذا لم تكن هناك نقطة سوداء ضمن الأصداف (الجهاز الهضمي) أو تكون الأصداف مفتوحة، توضع إلى جانب واحد. سجل الحجم الكلي للزريعة وعدد الأموات. كرر العملية بالنسبة للصينية الثانية والصينية الثالثة. حدد الحجم الكلي لدرجة الزريعة بنقلها إلى أوعية مدرجة واقرأ الحجم الذي تحتله. من هذه المعلومات، يمكن حساب العدد الكلي الحي ونسبة النفوق كالآتي:

مثال:

معلومات أساسية

حجم العينة= ٢ مليميتر.

الصينية ١: ٨٦٥ كليا، ٣٣ ميت;

الصينية ٢: ٩٤٤ كليا، ٤١ ميت;

الصينية ٣: ٨٧١ كليا، ٣٣ ميت

الحجم الكلي للزريعة (للعينات الثلاث معا) يساوي ١ ٨٥٠ ميليلتر

الحساب:

متوسط عدد الزرائع (حي و ميت) لكل عينة ٢ مليميتر

= (٨٦٥ + ٩٤٤ + ٨٧١)/٣= ٨٩٣

متوسط عدد الاموات لكل عينة ٢ مليميتر

= (٣٣ + ٤١ + ٣٣)/٣= ٣٦

$$\text{النفوق} = \frac{٣٦}{٨٩٣} \times ١٠٠ = ٩,٦٪$$

تقدير العدد الكلي للأحياء= (٨٩٣ – ٣٦) × (١٨٥٠/٢)= ٧٩٢٧٢٥

الأعداد في كسور الدرجة الأخرى تقدر بالطريقة نفسها. الحجم الأصغر للعينات سيكون ضروريا لاحجام الزريعة الصغرى.

تقدير الأعداد بالوزن تتبع نفس الطريقة الأساسية بالعينات الصغيرة المأخوذة بالوزن الدقيق من معظم الزريعة في الدرجة (S) المعينة. تحسب الأعداد في العينة الموزونة. بمجرد أن يحدد الوزن الكلي للزريعة في الدرجة، فإن العدد الكلي يمكن حسابه كما هو موضح أعلى.

زريعة أنواع الأصداف المختلفة أكثر صعوبة في فصل درجاتها من المحار وذلك بسبب عادة الربط التي تحدث بين الأفراد وبالشبكات والسطوح الداخلية للحاويات حيث تنمو عليها خيوط الرس. على الرغم من هذا فإن تناولها يكون باستخدام نفس الطريقة برشاشات الماء من خرطوم ضغط لفصلها أثناء عملية فرز الدرجات.

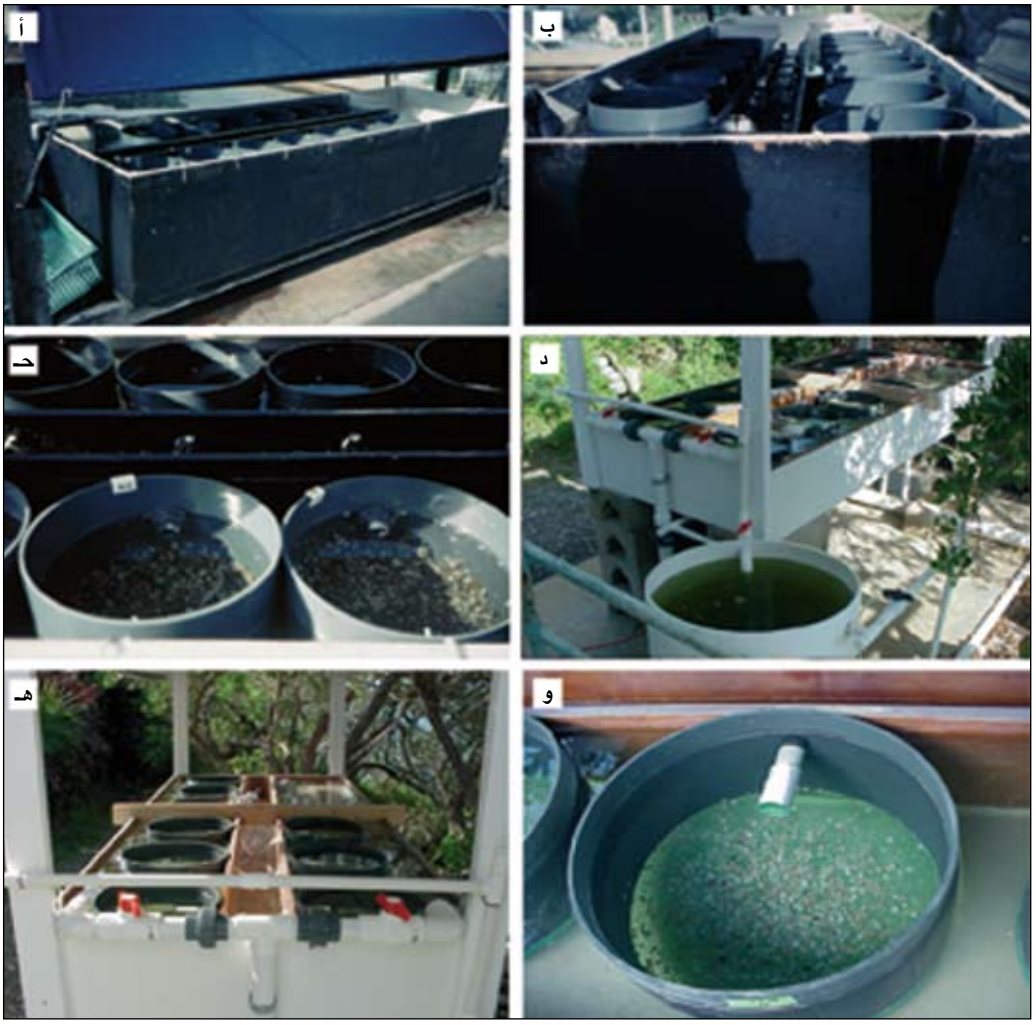
٦–٣–٧ تشغيل الأنظمة ذات المياه الجارية

أنظمة الحوض من الأنواع المختلفة المشروحة أعلى تشتغل في أغلب الأحيان بالتبادل الجزئي للماء كل يوم أو على تدفق مفتوح مستمر. أنظمة المياه الجارية الجزئية أو الكلية تستخدم لإنماء الزريعة الأكبر حجما حيث إن إبقاءها في درجة حرارة أعلى من المحيطة ليس إعتباراً مهماً، البيئة وبمعنى آخر: عندما تكون درجة حرارة البيئة المحيطة عالية بقدر كافي لدعم النمو الجيد. فوائد المياه الجارية إثنان هما: أ) زيادة الكتلة العضوية للزريعة التي يمكن أن تحمل وتنمو في أحواض احتواء الزريعة، ب) يمكن أن تستفيد الزريعة من معدل الإنتاج الطبيعي أو المحسن بتبادل ماء البحر. التنويع في أنواع الطحالب في الماء المرشح بشكل خشن عموماً مشابه بدرجة كبيرة جداً للظروف الطبيعية مثل الزريعة المأقلمة تدريجياً للتحضير للنقل إلى التسمين.

لقد سبقت الإشارة في القسم ٦–٢–٣ الى أن المحتوى العضوي الملائم لنمو الزريعة في الأنظمة المغلقة هو ٢٠٠جرام لكل متر٣ من الحجم الكلي للخزان مجتمعة مع حوض إحتواء الزريعة. اعتبر المثال بوحدة الحوض ٣٠٠٠ لتر الموضح بالقسم ٦–٢–٤ الذي يحتوي على ٦٠٠ جرام كتلة وزن حي للزريعة سوف تنمو بنسبة مقنعة. عندما يتم تبادل الحجم الكلي للحوض تماماً أثناء فترة ٢٤ ساعة عندها يمكن أن تضاعف الكتلة العضوية تقريباً. عند هذه النسبة من تبادل الماء – المكافئة لـ ١٢٥ لتر لكل ساعة – ويفرض أن استنباتات الطحالب هي مصدر الغذاء الرئيسي، جزء قليل من الغذاء سيفقد خاصة إذا تمت إضافته مباشرة إلى حوض إحتواء الزريعة في الوحدة. الحصة الغذائية سوف تحتاج إلى أن تضاعف لأن الكتلة العضوية للزريعة زادت من جهة بعامل إثنين. في كثافة أعلى للزريعة وكمية متزايدة من الغذاء، يفسد الحوض بالإخراجات والبقايا المتراكمة ومن الضروري أن يؤخذ هذا في الحسبان أثناء الرعاية الروتينية. و في هذه الحالة وحدات الأحواض قد تحتاج أن تصرف وتنظف ثلاث مرات في الأسبوع بدلاً من مرتين.

تشغيل أحواض إحتواء الزريعة على المياه الجارية الكلية يتم عادة بشكل مختلف. بدلاً من أن يكون في الدائرة بحوض الخزان المجاور فإنهم يكونوا في وحدات مستقلة، كل منها معدلة للتجهيز بماء البحر مباشرة (الشكل ٩٦د). قد يحددون مكان داخل المفرخ أو في الهواء الطلق. العديد من المفرخات تشغل وحدات المياه الجارية بتجهيز التزويد بالماء من مياه البرك الضحلة الخارجية أو الأحواض الكبيرة الحجم جداً المجاورة إلى مباني المفرخ التي تستعمل لازدهار الطحالب. علاوة على ذلك، درجة حرارة هذه المياه تكون مرتفعة في هذه البرك فوق درجة حرارة البحر البيئية بالحرارة الشمسية المكتسبة في معظم السنة، خصوصاً في خطوط العرض المعتدلة (انظر القسم ٦–٦). ماء البحر المنصرف من أحواض إحتواء الزريعة يعود إلى البرك. بهذه الطريقة تحفظ الطحالب.

جوهرياً، وحدات الماء الجاري مختلفة قليلاً عن مفهوم تربية التحضين، والتي سوف تناقش بتفصيل في القسم ٦–٦. المفرخ المؤسس على وحدات المياه الجارية يستخدم أكثر بالنسبة للزريعة ذات درجات



الشكل ٩٦: وحدات حوض التيار التصاعدي لتشغيل زريعة الحجم الكبرى على المياه الجارية. **أ، ب و حـ** – نظام لإنماء زريعة الأصداف في كثافات عالية. هذا النظام في خزان دائري مسلح في الهواء الطلق ٩٠ متر٣ حيث توجد به الطحالب الطبيعية «مزدهرة» بواسطة إضافة الأملاح المغذية. ملاحظة أن قناه التجميع المركزية والتي تحمل تدفق التيار التصاعدي من الأسطوانات يعود إلى الخزان. هذا هو نظام ضخ. **د، هـ، و** – نظام لإنماء زريعة الأسكالوب في كثافة منخفضة. هذه الوحدة معدلة مباشرة إلى تجهيز ماء البحر الرئيسي للمفرخ ويغذى بشكل مستمر من الخزان المحتوي على معجون الطحالب المخفف، الذي يمكن رؤيته في د. ما عدا ذلك، فإن ترتيب النظام مشابه لـ أ بالأسطوانات التي توجد على جانبي قناة جمع المياه المركزية.

أحجام صغيرة و عديد من المفرخات تحتضن كذلك الأجهزة الازمة لزيادة ا لنمو للزريعة الأكبر حجما في المنطقة القريبة. يمكن للموظفين بذلك أن يديروا عملية الإنتاج بأكملها من البيض إلى الزريعة الأكبر حجما بأجهزة البناء التحتي للمفرخ، مكان المعمل، إلخ، المتوفر في الدعم.

٦-٤ الغذاء ومعدلات التغذية للصغار في المراحل الأولى

٦-٤-١ تركيب أنواع الغذاء

الأطعمة المناسبة لنمو الزريعة الصغيرة في الظروف المسيطر عليها مباشرة تماماً بالمفرخات تشبه تلك المستخدمة في تربية اليرقات (القسم ٥-١). عندما تكون الزريعة في أول أسبوع لها بعد الإلتصاق فهي عادة تغذى بنفس الوجبة التي تغذى عليها قبل حدوث الإلتصاق. كلما زادت في الحجم قد يكون من المحتمل عدم امكانية إنتاج كميات كبيرة وكافية من بعض الطحالب الأكثر حساسية والصعبة في النمو. الوجبات للزريعة الكبيرة الحجم تميل أن تكون مستنبتة من النوع الأكثر شدة مثل *Tetraselmis* sp.

والدياتومات *Thalassiosira weissflogii*، *Chaetoceros muelleri* و *Skeletonema costatum*.

الأحماض الدهنية غير المشبعة جداً ٦n٣ :٢٢) (HUFA) DHA) لا تبدو ذات أهمية في تطوير الزريعة مثل ما هي أثناء تطور اليرقات ولذلك، *Isochrysis galbana* والأنواع التي لها لمحة مماثلة ل HUFA – بينما هي مفيدة كمكونات بسيطة في الوجبة – ليست ضرورية. نموذجياً، الوجبات ستكون تقريباً بنسبة ٥٠: ٥٠ من أنواع *Tetraselmis* وواحد من الدياتومات المذكورة أعلاه. جزء من الحصة قد يكون على شكل معجون طحالب بدلاً من الطحالب الحية النامية بشكل جديد (الشكل ٩٧). بعض المنتجات تدعم النمو بصورة مقنعة. قائمة المراجع المقترح قراءاتها في نهاية هذا القسم تحتوي على مراجع في البحوث الحديثة حول مدى المواد الغذائية غير الحية.

الشكل ٩٧: مثال لمنتوج معجون طحالب ومنتوج مناسب كبديل جزئي أو كلي للطحالب الحية المرباة بالمفرخ لتربية زريعة المحار. عبوات *Tetraselmis*،*Thalassiosira* ما يكافئ ٣٦٠٠ لتر في ٤١٠ خلية لكل ميكروليتر و ١٨٠٠ لتر في ٢٦٠٠ خلية لكل ميكروليتر على التوالي. وعند تبريدها، فترة الحفظ من ١٢ إلى ١٤ أسبوع.المدى للأنواع المفيدة متوفر.

٦-٤-٢ حساب معدلات الغذاء

يمكن حساب الحصة على أساس الكتلة العضوية للزريعة المحمولة في وحدة الحوض سواء هي عبارة عن نظام تساقطي أو تصاعدي مغلق أو نظام تشغيل بالتبادل الجزئي للمياه. زريعة أكثر المحار لها متطلبات مماثلة من ناحية كمية الغذاء المطلوب لكل وحدة كتلة عضوية. وعلى ذلك، فإن الحصة المحسوبة للكتلة العضوية من زريعة المحار ستكون على حد سواء مناسبة لنفس الكتلة العضوية من الأصداف وبلح البحر بالرغم من أن ردود فعل النمو قد تكون مختلفة جداً. على سبيل المثال، الأصداف سوف تنمو أوليا ببطئ أكثر من المحار حتى في أفضل الظروف المحتملة. مرة أخرى الأسكالوب هو الاستثناء و تكون استجابته أفضل للحصص المنخفضة لكل وحدة كتلة عضوية.

الحصة من ناحية الوزن الجاف للطحالب المطلوبة تحسب بالمعادلة التالية:

$$F=(S \times R)/٧$$

حيث ان F= الوزن الجاف للطحالب لكل يوم (مليجرام) =R ;الوزن الجاف للطحالب (مليجرام) لكل مليجرام وزن حي للزريعة لكل أسبوع و S = الوزن الحي للزريعة (مليجرام) عند بداية كل أسبوع.

مثال عملي في الاسفل سوياً مع إمتداد هذه المعادلة لحساب حجم الطحالب المحصودة المطلوبة للحصة اليومية.

مثال:

المعلومات الأساسية

الكتلة العضوية للوزن الحي للزريعة عند بداية الأسبوع= ٦٠٠جرام= ٦٠٠٠٠٠مليجرام.
الحصة= ٠,٤ مليجرام وزن جاف من الطحالب لكل مليجرام وزن حي للزريعة لكل أسبوع.
الوجبة: ***Tetraselmis suecica*** عند حصاد كثافة الخلية لـ ١٥٠٠ خلية لكل ميكروليتر.

الحسابات:

F= (٦٠٠ ٠٠٠ × ٠,٤)/٧= ٣٤ ٢٨٦ (مليجرام وزن جاف من الطحالب)

لذا، الحصة الغذائية اليومية لـ ٦٠٠ جرام من الزريعة سوف تكون ٣٤ ٢٨٦/١٠٠٠= ٣٤,٢٨٦ وزن جاف من الطحالب.

المرجع لجدول ١ (القسم ٣) يوضح ١ مليون خلية من ***Tetraselmis suecica*** تزن ٠,٢ مليجرام.

حجم لـ ***Tetraselmis*** المطلوب لتزويد الحصة اليومية المحسوبة من المعادلة:

$$V= (S \times ٠,٤)/ (C \times W \times ٧)$$

حيث إن V= الحجم للطحالب المحصودة (لتر) المطلوبة لتزويد الحصة اليومية.
W= الوزن ١ مليون خلية طحالب من النوع المطلوب و
C= كثافة الخلايا المحصودة من هذا النوع (خلية لكل ميكروليتر).
ولذلك

V= (٦٠٠ ٠٠٠ × ٠,٤)/(٧ × ٠,٢ × ١٥٠٠)= ١١٤,٣ لتر

وعلى ذلك، فإن ١١٤,٣ لتر من ***Tetraselmis*** عند حصاد ١٥٠٠ خلية لكل ميكروليتر كثافة الخلية يزود الحصة اليومية لـ ٦٠٠ جرام كتلة عضوية للزريعة.

الملاحظة: الحصة من ٠,٤ تكون مقنعة لزريعة المحار والأصداف بأي حجم ضمن المدى الذي من المحتمل أن ينمو في مباني المفرخ.

الوجبة المكونة من ***Skeletonema, Tetraselmis*** بنسبة ٥٠: ٥٠ بالوزن الجاف ستكون ٥٧,٢ لتر من الأول عند ١٥٠٠ خلية لكل ميكروليتر و ٧٦,٥ لتر ***Skeletonema*** عند حصاد كثافة خلية ٧٥٠٠ خلية لكل ميكرولتر. الوزن الجاف لواحد مليون خلية ***Skeletonema*** هو ٠,٠٣٢ مليجرام.

الكتلة العضوية لـ ٦٠٠ جرام من زريعة الأصداف أو المحار سوف تحتاج أن تنمو في ٣٠٠٠ لتر. بإضافة الحصة أعلاه ستؤدي إلى كثافة خلية طحالب أولية ضمن النظام ٥٧ خلية مكافئة في الحجم إلى ***Tetraselmis*** لكل ميكروليتر (٥٧٠٠٠ خلية لكل مليميتر). هذه الخلايا الطحلبية هي عالية الكثافة

جداً لدعم النمو الأقصى إذا هي قدمت كدفعة غذاء وحيدة. إن كثافة خلية الغذاء القصوى في هذا المجال ١٠ ٠٠٠ خلية لكل مليميتر. إن الحل هو إضافة (١٠/٥٧ × ١١٤,٣) لتر= ٢٠ لتر من الغذاء كدفعة غذائية والغذاء الباقي بالتنقيط أو بضخ جرعة على مدى فترة ٢٤ ساعة.

حصة من ٠,٤ مليجرام طحالب لكل مليجرام طحالب لكل مليجرام وزن حي من الزريعة لكل أسبوع هي الحد الأقصى لزريعة اسكالوب الماء الدافئ، مثل نوع ***Argopecten***، الذى ينمو عند نفس درجة الحرارة مثل المحار وأصداف المياه الدافئة (بمعنى آخر، ٢٣ ± ٢م°). الحصة يجب أن تختزل لأنواع اسكالوب المياه الباردة.

الحسابات المعطاة في المثل أعلاه تنطبق على حد سواء على الأنظمة التي تعمل بتبادل الماء اليومي الجزئي. الحصة المحسوبة هي للكتلة الحية للزريعة المحمولة وليس لحجم الماء الذي تنمو فيه.

عند تشغيل أنظمة الزريعة في المياه الجارية والتزويد بالغذاء يكون من البركة أو الحوض المحسن بالأملاح المغذية فإنه ليس من الممكن تقييم تركيب النوع بدقة للغذاء المجهز أو للحصة المطلوب التزود بها. و سوف تتغير من يوم إلى يوم تبعاً لحالة الإزدهار. إن الخبير التقني يكون قادرا على الحكم على ماء البركة و اذا كان من الضروري أن يخفف من الإزدهار بماء البحر الخالي بغرض الحفاظ على الحصة اليومية ضمن حدود معقولة. إنتاج Pseudofaecal المفرط بواسطة الزريعة يدل على أن الامداد بالغذاء عالي جداً.

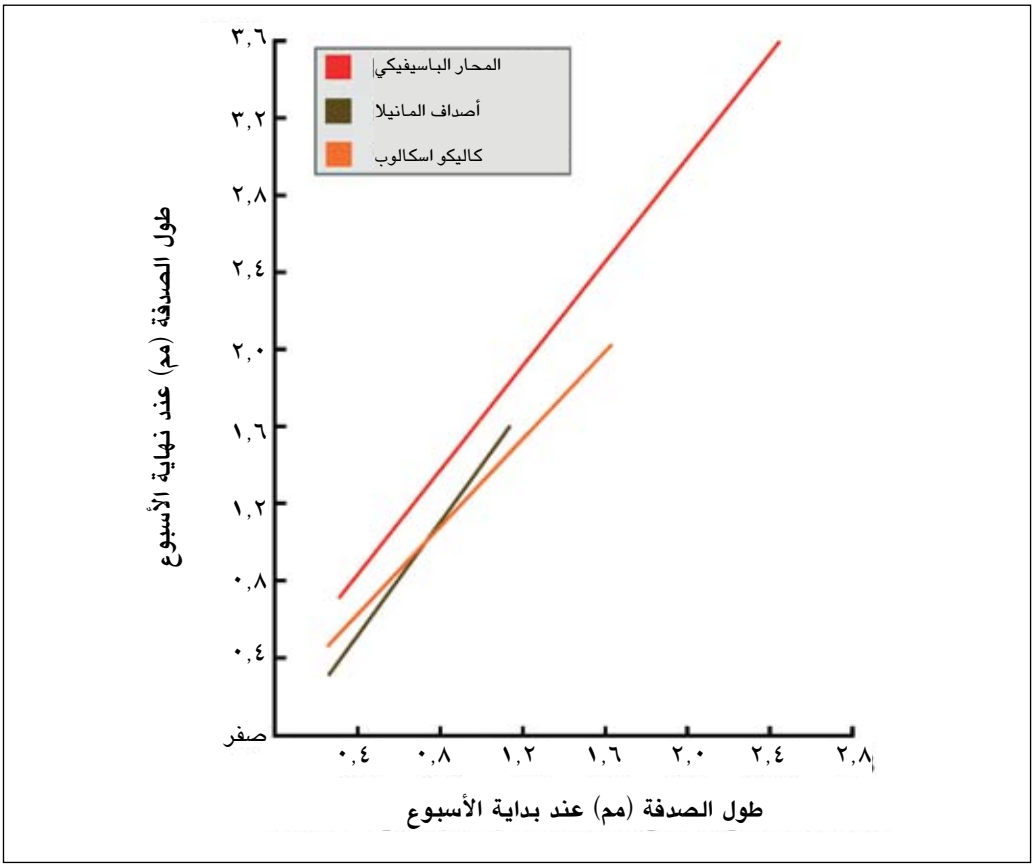
٦-٥ النمو ومعدل البقاء

بإفتراض أن الزريعة تربى بالكثافة المعقولة، فإن معدل نموها يتأثر بشكل كبير بنوعية الغذاء المعطى من ناحية القيمة الغذائية لمكونات أنواع الوجبة، حصة الغذاء المزود بها ودرجة حرارة الماء. العوامل الأخرى تلعب دورا كذلك، مثل الملوحة والوراثة، ولكن تأثيراتها تبقى قاصرة نسبياً بالمقارنة. تأثيرات الكتلة العضوية للزريعة لكل وحدة حجم من النظام التي تنمو فيه قد تم مناقشته بالفعل. كثافة ٢٠٠ جرام وزن حي لكل متر مكعب من حجم الحوض يمثل حلا وسطا جيدا بين الكثافة للحد الأعلى للنمو، والذي يحدث تحت ٢٥٪ لتلك الكتلة العضوية، وإعتبارات اقتصادية مطلوبة مثل الفراغات الضرورية لوضع الأحواض، وأحجام ماء البحر الساخن، المعالج.

٦-٥-١ الاختلافات في معدلات النمو للصغار في الأنواع المختلفة

نمو أنواع المحار المختلفة الشائعة في المفرخات لها معدلات نمو واسعة الاختلاف عند نموها في الكثافات المعقولة على وجبة وحصة غذاء كافية وبالقرب من درجة الحرارة المثالية. تنمو زريعة المحار إلى حد كبير بسرعة أكبر إلى حجم زريعة قابلة للبيع مقارنة بما يحدث لزريعة أنواع تجارية مختلفة من الأصداف والأسكالوبات. اسكالوبات الماء البارد تنمو ببطء أكثر مقارنة بأنواع المياه الدافئة. هذا يتعلق جزئياً بحجم اليرقات الكبيرة للمحار عند الالتصاق وجزئياً لانه ليس هناك في الحقيقة مرحلة تأخر أثناء حدوث التحور.

المقارنة معطاة بين نمو زريعة محار المحيط الباسيفيكي، أصداف المانيلا وكاليكو اسكالوبا في الشكل ٩٨. هذا التباين في النمو للأنواع الثلاثة من حجم الإلتصاق بمقارنة متوسط طول الصدفة عند بداية فترة الـ ٧ أيام بمتوسط طول الصدفة و بعد ال ٧ الأيام الأخيرة. زريعة الانواع الثلاثة نمت في المقياس التجريبي في أشكال الأنظمة التي وصفت سابقا، وعند الكثافات التجارية وبالوجبة والحصة الكافية، وعند حرارة ٢٣ ± ١م°. في هذا الرسم البياني، منحينات النمو تميل إلى اليسار بشكل حاد أكثر، أسرع معدل نمو. زريعة أصداف المانيلا في الحقيقة تنمو بسرعة مقارنة بمحار المحيط الباسيفيكي لكنها تبدأ بحجم أصغر. في نهاية ٣ أسابيع من الإلتصاق، تنمو زريعة المحار الباسيفيكي إلى ٣,٤ مليميتر متوسط طول الصدفة على التقريب بالمقارنة بزريعة أصداف المانيلا التي سوف تصل إلى ١,١٤ مليميتر. متوسط



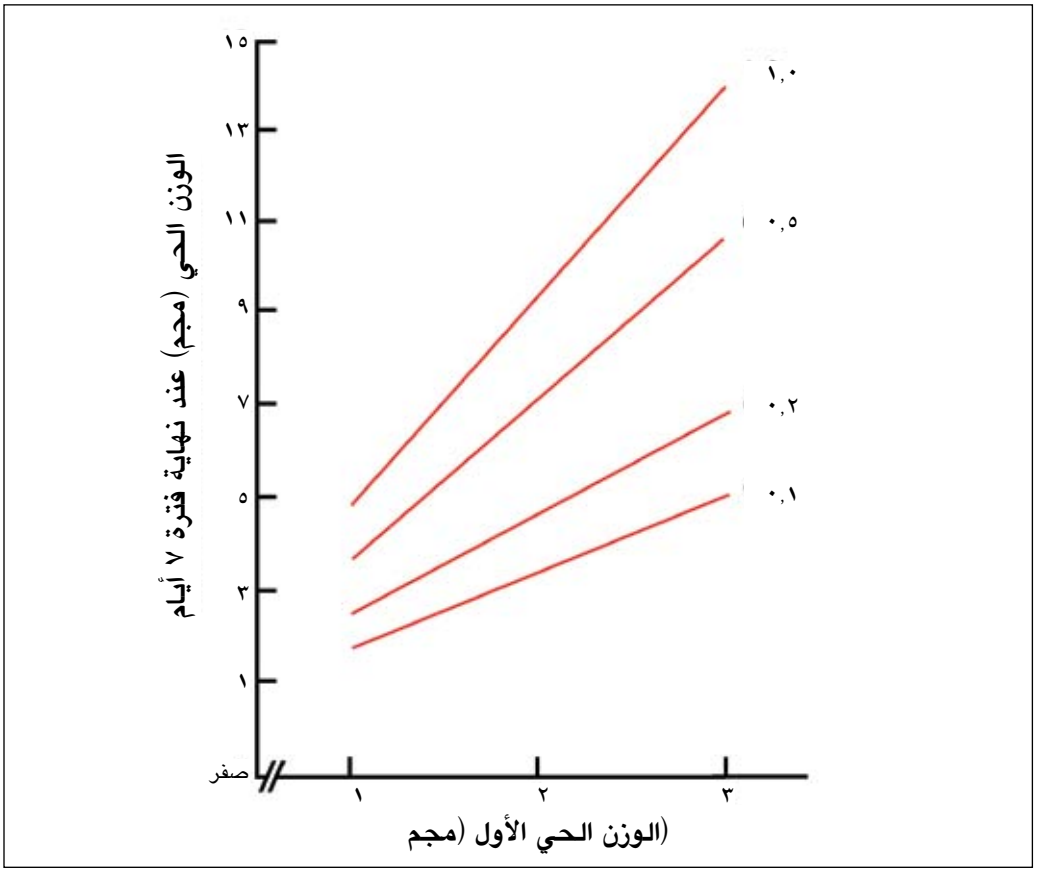
الشكل ٩٨: مقارنة نمو زريعة المحار الباسيفيكي، أصداف المانيلا وكاليكو اسكالوب في ظروف متماثلة. النمو موضح كمتوسط طول الصدفة (إرتفاع الصدفة في حالة زريعة كاليكو اسكالوب) عند بداية ونهاية فترة ٧ أيام.

طول الصدفة هذا والتوزيع حول المتوسط أعظم بكثير من زريعة الأصداف مقارنة بالمحار. ينمو الكاليكو اسكالوب ببطىء أكثر، ونفس الوثيرة بالنسبة لتوزيع الحجم – الكبير حول المتوسط. بعد ٥ أسابيع من النمو تصل تقريباً الى ١,٥ مليميتر متوسط إرتفاع الصدفة (حيث ان الإرتفاع في الغالب مماثل الطول في هذه المرحلة). زريعة أصداف المانيلا ستتجاوز هذا الحجم في ٤ أسابيع (١,٦ مليميتر).

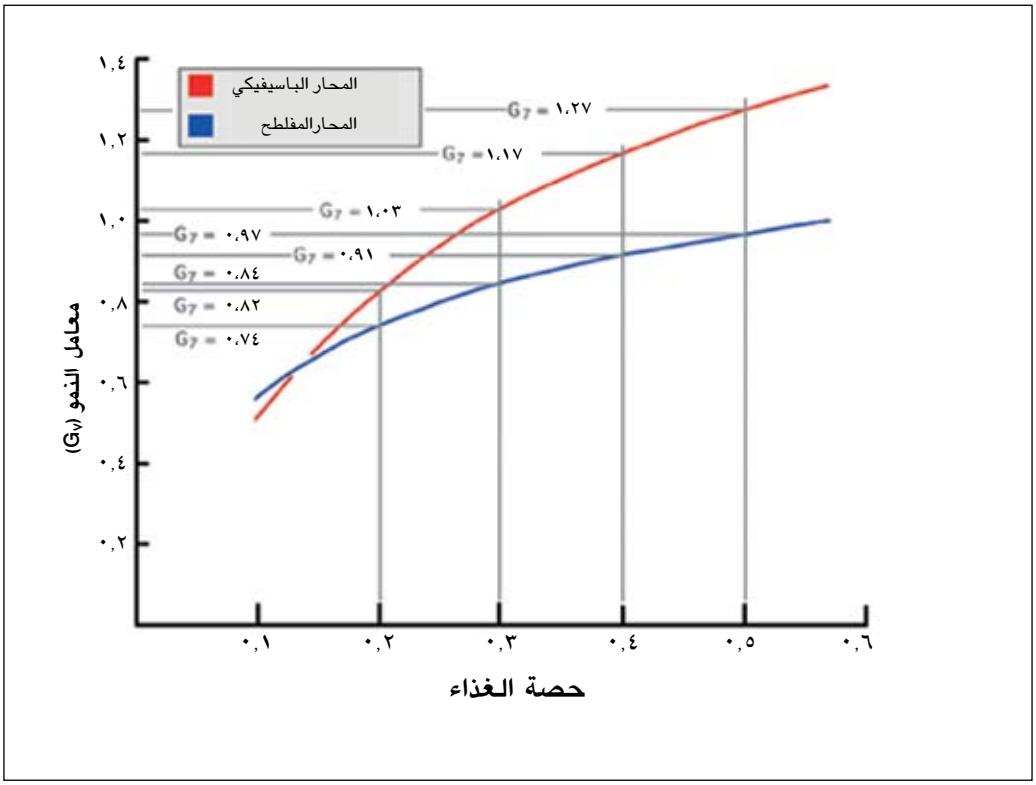
اسكالوب الماء البارد مثل الاسكالوب الياباني ***Patinopecten yessoensis***، يحتاج الى ٤ أو ٥ شهور لتصل إلى ٥ مليميترات ارتفاع الصدفة عند إنمائه في ظروف مثالية.

٦–٥–٢ تأثير معدلات الغذاء على النمو

الحصة المعطاة في الأقسام ٦–٣، ٦–٤ لأغراض تفسير طرق تربية المحار هي ٠,٤ مليجرام وزن جاف من الطحالب لكل مليجرام من الوزن الحي للزريعة لكل أسبوع (٠,٤R). لقد ثبت أنها الحصة العملية بالمفرخات لأنها ليست مفرطة من ناحية متطلبات إنتاج أغذية الطحالب وهي كافية للتزويد بمعدلات النمو المقنعة لأغلب الأنواع. يمكن الحصول على معدلات نمو أفضل بواسطة الإطعام بحصص أعلى. كمثال على ذلك، نمو زريعة المحار الباسيفيكي الموضح في الشكل ٩٩ عندما غذيت بشكل تجريبي على حصص تتراوح بين ٠,١R و ١,٠R في درجة حرارة متوسطة ٢٤م^{o}. يوضح الرسم البياني النمو في فترة ٧ أيام للزريعة ذات متوسط أوزان حية مختلف عند بداية الأسبوع. واضح، استمرار النمو في الزيادة عند تزويد الزريعة بحصص أعلى من ٠,٤R. زريعة بوزن ٢ مليجرام عند بداية الأسبوع سوف تصل في الغالب إلى ٧ مليجرام عند نهاية الأسبوع بعد تغذيتها ب ٠,٥R و ٩ مليجرام بعد تغذيتها ب ١,٠R.



الشكل ٩٩: العلاقة بين حصة الغذاء والنمو في زريعة المحار الباسيفيكي.



الشكل ١٠٠: مقارنة للنمو لزريعة المحار الأوروبي المفلطح والمحار الباسيفيكي عند ٢٤م^{o} عندما يغذى حصصا مختلفة من الوجبة المختلطة التي تتكون من ***Isochrysis*** و ***Tetraselmis***.

من بين المحار المربى في المفرخات، أنواع مختلفة من *Crassostrea* تستجيب بطريقة جد مماثلةً من ناحية معدلات النمو للحصص المعطاة. زريعة المحار الأوروبي المفلطح *Ostrea edulis*، لا تنمو بسرعة تماماً عندما تجهز في نفس الظروف. النمو المقارن في الوزن الحي للمحار الأوروبي والباسيفيكي موضح كمعامل نمو G_7 عندما يغذى بحصص تتراوح بين ٠,١R و ٠,٥R عند ٢٤م^{o} في الشكل ١٠٠. وتحسب G_7 من المعادلة التالية:

$$G_7 = \text{Ln } Wt_7 - \text{Ln } Wt_1$$

حيث ان Wt_7 هي متوسط الوزن الحي للزريعة عند نهاية فترة ٧ أيام و Wt_1 هي متوسط الوزن الحي عند بداية الفترة (يدل Ln على اللوغارتم الطبيعي).

حجم الزريعة الذي سينمو حتى نهاية الاسبوع عندما يبدأ الأسبوع بحجم محدد يمكن أن يحسب بهذه المعادلة. معاملات النمو ملحوظة في الرسم البياني لكلاً من النوعين عند تغذيتهم، نفس الحصص لكل وحدة وزن حي للكتلة العضوية. ماذا يعني هذا لزريعة كل من النوعين عندما يبدأوا الأسبوع عند متوسط وزن حي ٢ مليجرام موضح في الجدول ١٥. تتضاعف الزريعة على الأقل في وزنها بنهاية الأسبوع على كل الحصص وزريعة المحار الباسيفيكي أكثر بثلاث أضعاف من وزنها في حالة تربيتها على الحصص ٠,٤R و ٠,٥R.

الجدول ١٥: متوسط الوزن الحي لزريعة *Ostrea edulis* و *Crassostrea gigas* عند نهاية فترة ٧ أيام عند بداية الأسبوع عند متوسط وزن حي أولي ٢ مليجرام ومغذاة على حصص تتراوح بين ٠,٢R و ٠,٥R عند ٢٤م^{o}. الحصة على أساس الوزن الجاف من الطحالب (مليجرام) لكل مليجرام وزن حي للزريعة لكل أسبوع. الوجبة كانت *Isochrysis* و *Tetroselmis* بنسبة ٥٠:٥٠ بالوزن الجاف.

الحصة	*O. edulis*	*C. gigas*
٠,٢	٤,١٩	٤,٥٤
٠,٣	٤,٦٣	٥,٦٠
٠,٤	٤,٩٧	٦,٤٤
٠,٥	٥,٢٨	٧,١٢

٦–٥–٣ التأثير المشترك لمعدل الغذاء والحرارة

تأثيرات نمو، على سبيل المثال، زريعة المحار الأوروبي المفلطح على حصص مختلفة كل على مدى درجات الحرارة كما هو موضح في الجدول ١٦. هذه البيانات حسبت من منحنيات نمو مماثلة كتلك الموضحة في الشكل ١٠٠ وتطبق على بداية الزريعة بوزن ٢ مليجرام متوسط الوزن الحي لفترة أسبوعين من النمو.

الجدول ١٦: التأثيرات المشتركة لدرجة الحرارة وحصة الغذاء على زريعة *Ostrea edulis* مبتدئة فترة النمو الأسبوعية بوزن ٢ مليجرام متوسط الوزن الحي. الحصص المزودة بها أقل من تلك المشار اليها في الجدول ١٥ ويتراوح المدى من ٠,٠٥R إلى ٠,٢R. الوجبة المقدمة كانت *Isochrysis*. ND لا توجد بيانات

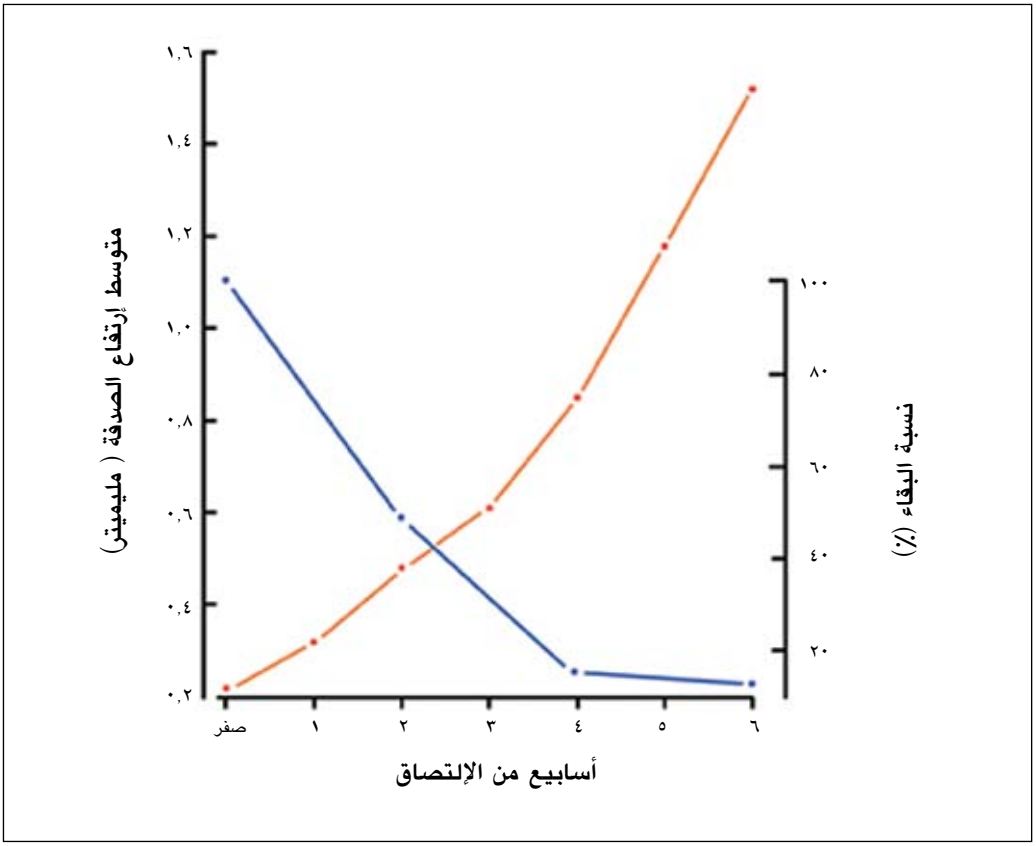
الحصة:	٠,٠٥	٠,١٠	٠,١٥	٠,٢٠
درجات الحرارة (م^{o}):				
١٦	٢,٥٢	٢,٦٣	٢,٦٧	ND
١٨	٢,٦٥	٢,٨٢	٢,٨٩	ND
٢٠	٢,٨٠	٣,٠٦	٣,٢٢	٣,٢٩
٢٢	٢,٩٢	٣,٢٧	٣,٥٣	٣,٦٨
٢٤	٢,٩٥	٣,٥٢	٣,٨٧	٤,١٧

الحصة الأوطى المختبرة (٠,٠٥R) مازالت كافية لدعم النمو في درجة الحرارة الأعلى بالرغم من أن معدل النمو في هذه الحصة كان ينخفض بسرعة كلما زادت درجة الحرارة. يجب أن يكون التزويد بالغذاء كافي لدعم الأيض، الذي تتزايد نسبته كلما ارتفعت درجة الحرارة، مع بقاء الطاقة للنمو. حصص الغذاء المنخفضة عند درجات الحرارة العالية تؤدي الى زيادة حجم الزريعة من ناحية نمو الصدفة لكن على حساب الجسم الرخو. الزريعة التي تترك المفرخ في ظروف سيئة على الأرجح تموت أثناء مراحل النمو والتسمين المبكرة. توجد معلومات كثيرة في المراجع. القارئ موجه للقراءات المقترحة في نهاية الجزء ٦ لمتابعة هذا الموضوع بصورة أعمق.

٦–٥–٤ معدل البقاء

النسبة المئوية للزريعة التي ستبقى لكي تباع تكون متغيرة جداً بين الأنواع، ضمن وبين السنوات وبين المفرخات. كقاعدة عامة الزريعة ليست ضعيفة كاليرقات تجاه الكائنات الحية المجهرية المسببة للمرض ولكن، من حين لآخر، النسب الشاذة للنفوق تحدث في الزريعة ذات الحجم الأصغر متوافقة مع النفوق الجماعي لليرقات.

إن بقاء المحار يكون عادة في حدود ٥٠ إلى ٧٠٪ من المجموعة لاحجام من ٢ إلى ٤ مليميترات طول الصدفة. بالنسبة للأصداف والاسكالوبات قد يكون في مدى ١٠ إلى ٢٠٪ (الشكل ١٠١). معظم النفوق يحدث في الأسبوع الأول الذي يلي الإلتصاق في حالة المحار وفي خلال الأسبوعين الأولين بالنسبة للأصداف وأربع أسابيع للأسكالوب. العديد من اليرقات الملتصقة فشلت في الوصول الى التحور، ربما لأنه ليس لديها مخزون كافي من الغذاء لاستكمال هذه المرحلة الحرجة من دورة الحياة. النفوق المبكر

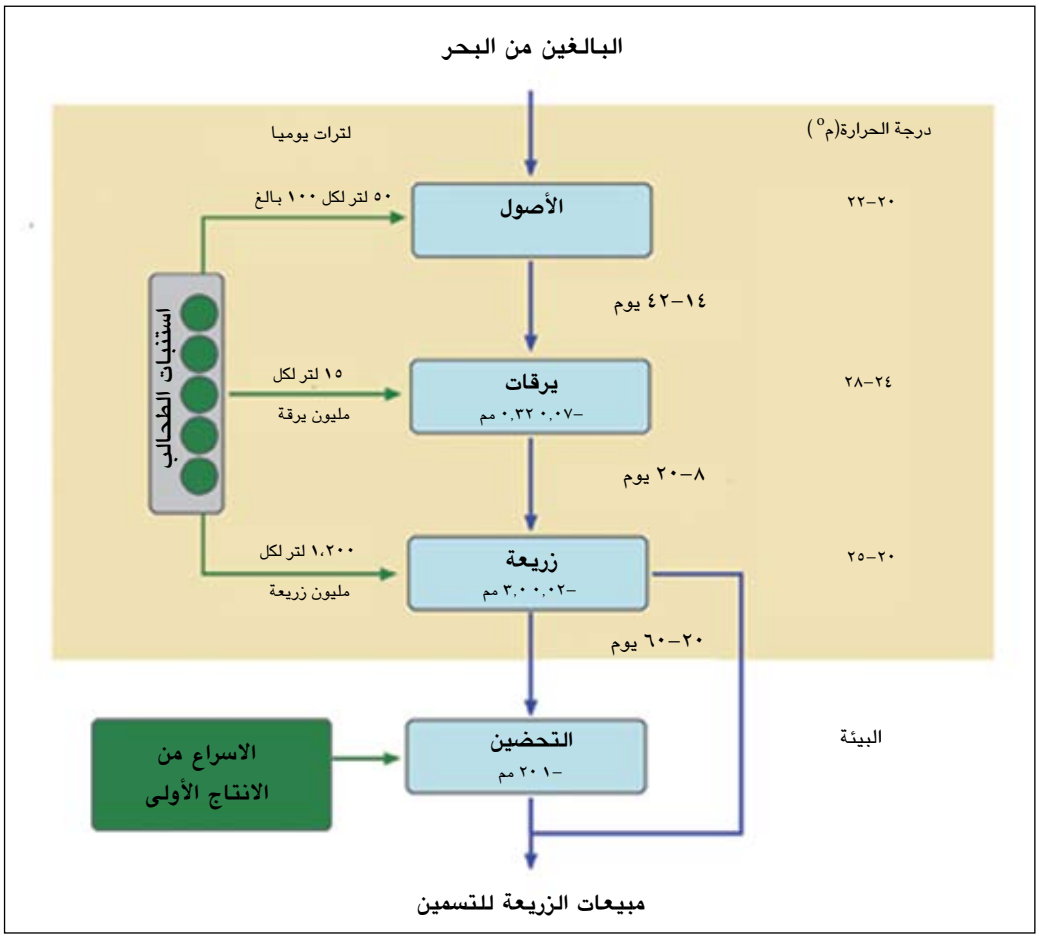


الشكل ١٠١: البقاء (الخط الأزرق) والنمو (الخط اليرتقالي) زريعة للكاليكو سكالوب، ***Argopecten gibbus***، خلال فترة ٦ أسابيع ما بعد الالتصاق. تم عمل التقديرات للبقاء على فترات كل أسبوعين.

لا يبدو كمشكلة كبيرة بالنسبة للمحار الذي يلتصق ويكمل التحور في خلال يوم أو يومين. على عكس ما لوحظ كثيراً في المفرخات، وهو ان اعلى من متوسط المجموعة لا يعني بالضرورة اكتساب زريعة أكثر فعالية. قد تكون الظروف مفضلة لإلتصاق جيد ولكنها لا تحسن بالضرورة مستويات احتياطيات اليرقات التي قد لا تلائم البقاء خلال التحور.

عند التصاق الزريعة على الكلتش، فإن البقاء يعتمد على كثافة المجموعة. هذا ينطبق في الغالب على المحار الذي يدعم نفسه على المسطح. الأصداف والأسكالوبات لها القدرة على تغيير موقعها بالنسبة إلى جيرانها في حالة حدوث إزدحام. أينما كانت كثافة المجموعة حادة في المحار فإن الأقوى يزيد في النمو على حساب الأضعف الذي سيموت حتماً.

يحدث النفوق إذا استزرعت زريعة المحار في كتلة عضوية مرتفعة جداً لكل وحدة حجم في الأنظمة المغلقة. إن الأعراض الأولى تتمثل عندما تتحول أصداف الزريعة تدريجياً أو فجأة إلى اللون الباهت. إذا لم تخفض الكثافة في هذا الوقت بحيث تذوب بلورات كربونات الكالسيوم في الصدفة. هذا يحدث فقط عندما تتجاوز الكتلة العضوية الموصى بها بشكل إجمالي أو إذا منع عنها تغيير الماء. مراقبة محتوى الماء في نظام الحوض بواسطة مقياس pH سوف يوضح أن مستوى pH انخفض بحدة. تنقص عادة بين تغييرات الماء من pH ٨,٢ إلى pH ٦,٧ أو ما يقرب من ذلك، ولكن من أجل الأسباب المذكورة أعلاه، واذا اهملت الرعاية ، فإنها قد تسقط إلى اقل من pH ٧,٠. إن السبب الجزئي هو تصعيد ثاني أكسيد الكربون في النظام من اجل التنفس للكتلة العضوية للزريعة والبكتيريا العديدة في الماء. إن العلاج الوحيد إذا عرفت المشكلة بسرعة كافية هو أن يتغير الماء وتخفض الكتلة العضوية للزريعة.



الشكل ١٠٢: ملخص للرسم التخطيطي لتتبع الحقائق المختلفة لإنتاج المفرخ موضحة مدى درجة الحرارة والاحتياجات الغذائية اليومية لكل وحدة عدد من الحيوانات عند كل مرحلة. هذا الرسم التخطيطي يطبق لمعظم أنواع محار المياه الدافئة.

٦-٥-٥ الإنتاج في المفرخات

قبل إعتبار تربية التحضين للزريعة المنتجة في المفرخ فإنه من المفيد إعتبارعملية إنتاج المفرخ بأنها شئ له كينونة. عند تصميم مفرخ جديد فإن الأجزاء المختلفة للعملية من الضروري أن تقيم فيما يتعلق بالتوقعات من ناحية الناتج الموجه للزريعة. على سبيل المثال، قد تكون تسهيلات اليرقات قادرة على وضع ١٠٠ مليون يرقة كل سنة، لذا فانه من الضروري أن تكون قدرة نمو الزريعة مجارية على حد سواء لتداول هذا الإنتاج مهما كان حجم متطلبات السوق. على نفس النمط، تحتاج وحدة الطحالب أن تصمم لإنتاج الحجم اليومي بشكل موثوق به من أنواع الغذاء المطلوب لتغذية الأصول والعدد الأقصى من اليرقات والزريعة عند المراحل المختلفة من التطور والتي سوف تكون في الإنتاج عند أي نقطة بمرور الوقت. هذه العوامل ستتفاوت من مفرخ إلى مفرخ طبقاً للنوع المستزرع والحجم المتوقع للمبيعات.

كدليل عام، فإن ملخص الحقائق المختلفة من عملية التربية والاحتياجات من ناحية درجة حرارة الماء والحصص الغذائية اليومية موضح في الشكل ١٠٢. وهو موضح أيضا في مدى الأيام التي ستستغرقها كل مرحلة في دورة الإنتاج والتي تحيط أكثر أنواع محار المياه الدافئة. متطلبات الغذاء حسبت على متوسط حجم اليرقات والزريعة التي سوف تربى في أي يوم عندما يشتغل المفرخ عند أقصى قدره. ويفترض بأن الزريعة ستنمو إلى٣ مليميترات طول الصدفة قبل البيع أوالنقل إلى التحضين.

٦-٦ التربية في أماكن التحضين

تعمل حضانات المحار الارضية كوصلة بين المفرخات ومرحلة التسمين، وبمعنى آخر التربية المعلقة للمحار أو في قاع البحر. هي أنظمة معروفة بكفاءة الكلفة ***Cost efficient*** تمنع ضرورة إنماء زريعة صغيرة جداً في شباك دقيقة الفتحات مثل شباك اللؤلؤ، التي تعرقل بسهولة بتعويم العشب البحري، الرواسب والتصاق الكائنات الحشفية. الغرض من الحضانات هو أن إنماء الزريعة الصغيرة بسرعة و بتكلفة منخفضة إلى حجم مناسب للنقل إلى صواني التسمين، الحقائب، أو الشباك بفتحات تتراوح بين ٧ إلى ١٢ مليمتر. حجم الشبكة الأكبر لصواني التسمين ليست معرضة بطريقة سهلة إلى العرقلة وتتطلب أقل صيانة.

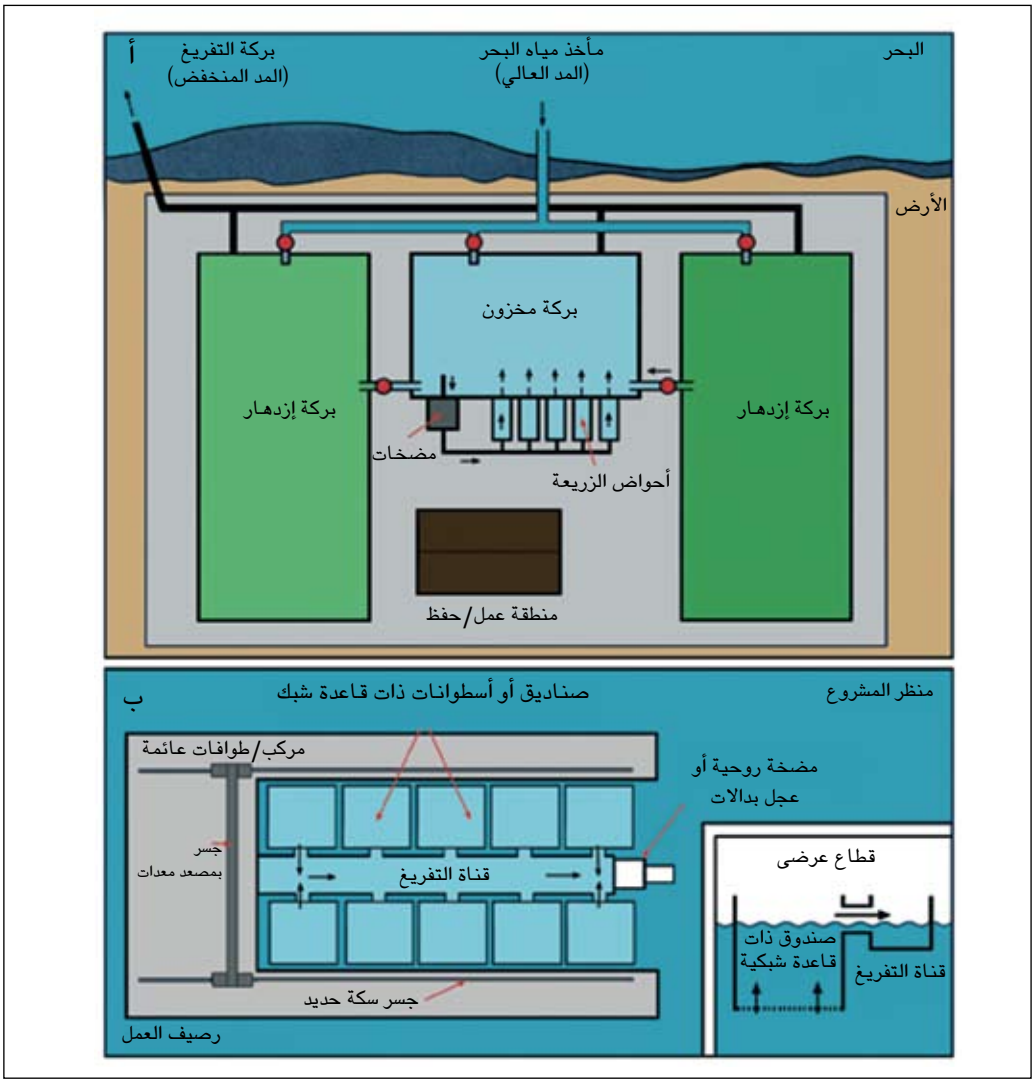
أنظمة التحضين تطورت في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية في السبعنيات وأوائل الثمانينات كملحقة طبيعيةً للمفرخات. يمكن اعتبارها إما مرحلة نهائية في إنتاج المفرخ أو مرحلة أولى في التسمين. تجهز الحضانات الأكثر كفاءة بالزريعة على كثافة عالية في حاويات التيار التصاعدي. الأخريات قد تشمل الوحدات العائمة أو الصواني المغمورة بالمياه في المياه المنتجة مع أو بدون عنصر إجباري كمعاكس للتدفق السلبي، ولكن هذه الأنظمة قريبة أكثر إلى التسمين وسوف لا تؤخذ بعين الاعتبار هنا.

الحاويات الحاملة للزريعة في الحاضنات قد تصعد على الطوافات أو المراكب المربوطة في السهول أو خلجان المياه المالحة. الاخريات توضع في المنخفضات المجاورة لـ أو على طوافات التيارات التصاعدية العائمة في برك مياه البحر الطبيعية أو المنشأة بشكل اصطناعي (الشكل ١٠٣). يمكن إنتاج الحاضنات الارضية التي تتمثل في البرك والخلجان أو كما وضح مسبقا أن يحسن طبيعيا أو بتطبيق أسمدة اصطناعية لتشجيع ازدهار الطحالب، عادة النوع الطبيعيي المتواجد. في هذا المجال، فإن البرك أكثر إيجابية للتنظيم من أنظمة التحضين الأرضية لأن الكمية المتواجدة في الماء من الغذاء يمكن أن تعالج ويسيطر عليها.

٦-٦-١ التحضين على اليابسة

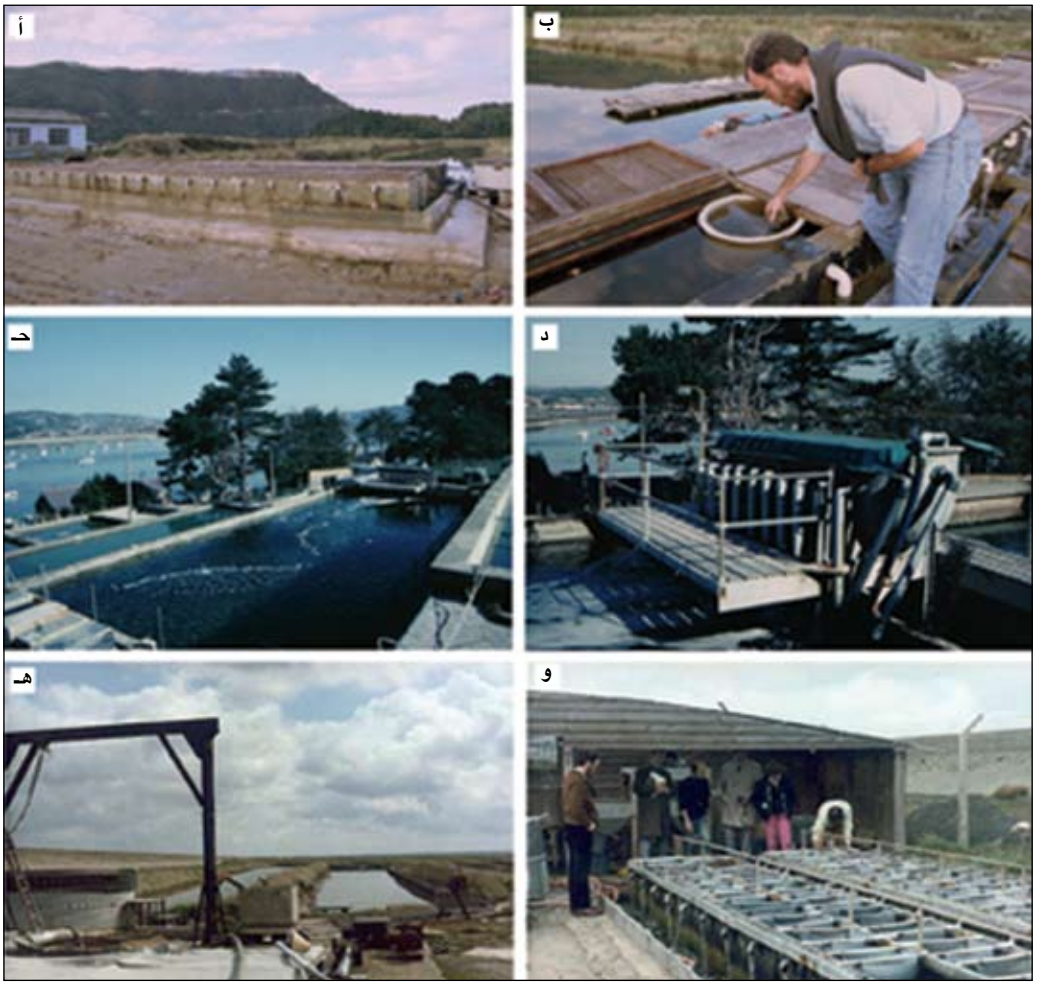
توجد حضانة البركة الأرضية عموماً على الأرض المنخفضة القريبة من البحر. تفيض البرك بالماء في المد العالي عن طريق حوض، خلال مجرى مائي بصمامات اللوحة التي تفتح إلى البحر، أو بضخ الرأس المنخفضة. يمكن أن يصرف بالجاذبية في حالة الجزر (انظر الشكل ١٠٣). نظام الحضانة الأرضية يشمل عادة عدد من البرك الضحلة، ذات مساحة سطح كبير أو أحواض متصلة بالقنوات أو الأنابيب

بالأحواض أو الصمامات. أكثر البرك تستخدم لإزدهار أنواع الطحالب الميكروسكوبية الموجودة طبيعياً في الماء عند وقت الملئ. يمكن التحكم في الإزدهار وتحسينه بتطبيق درجة – النيتروجين الزراعي ومخصبات الفوسفور والشكل القابل للذوبان من السليكا (القسم ٣–٤–٦) بالرغم من أن الاعتماد على الخصوبة الطبيعية للماء هي النظرة الأكثر شيوعاً. برك الطحالب هذه تستخدم في الدوران لتزويد الماء «المزدهر» إلى البركة المجاورة إلى وحدة التيار التصاعدي المحتوية على الزريعة. الماء الزائد من مصارف البركة يعود للبحر وفي حالات كثيرة هناك إحلال جزئي منتظم أو مستمر للماء مباشرة من البحر للتحكم في كثافة الغذاء ولتنظيف النفاية والأيضى. الماء المضخوخ من بركة التجهيز إلى وحدة التيار التصاعدي، والتي تعمل طبقاً لنفس المبدأ الأساسي التصاعدي في المفرخ. بدلاً من ذلك، إذا كانت وحدة التيار التصاعدي هي عبارة عن تركيب عائم، فإن تدفق الماء يولد بالمضخات المروحية أو أذرع التحريك. أمثلة على حضانات أرضية موضحة في الشكلين ١٠٤ و ١٠٦.



الشكل ١٠٣: أ –حضانة أرضية مجهزة بالغذاء من بركتين لإزدهارالطحالب، مملوءتين ومخصبتين في أوقات مختلفة لترويج تعاقب الإزدهار. الغذاء مسيطرعليه و ذلك بالسماح بتدفق الماء من البركة الأكثر إنتاجاً – بركة ٢ في الشكل التخطيطي – إلى بركة المخزون التي منها المنخفضات التي تحمل حاويات الزريعة تستقبل الغذاء. ب – المركب العائم أو الحضانة الطوافة التي قد تربط في سهل منتج أو في خليج ساحلي كبير أو نظام بركة. الحضانات العائمة الصغيرة قد تعمل بواسطة مروحة ذات رأس منخفض (تدفق مروحي) مضخة ونسخ أكبر بواسطة مزارع تحريك، كلاً منهما تصرف الماء من قناة الإطلاق المتولدة من التيار التصاعدي خلال القواعد الشبكية للحاويات التي تحمل الزريعة.

إن الكتلة العضوية من الزريعة المجهزة في الحضانات الأرضية معتمدة على معدل إنتاج البرك أو الأحواض وهذه يمكن أن تتأثر بميل هذه العوامل كدرجة الحرارة والملوحة بالإضافة إلى المستويات المغذية. أنظمة البرك الضحلة ذات المساحة السطحية الكبيرة والحجم تعمل كمنخفضات ساخنة وستكتسب درجة الحرارة من الإضاءة الشمسية. في أغلب الأحيان تكون في درجة حرارة أعلى جداً من ماء البحر المجاور، الذي هو مفيد لنمو أنواع الماء الدافئ ولكن هذا يتطلب إدارة حذرة حيث أن الإزدهار قد يكون مفاجئا وقصير الأجل (الشكل ١٠٥). هناك دائماً خطر الإفراط في إزدهار الطحالب والذي قد يؤدي إلى نقص أكسجين ماء البركة. الطحالب، التي عادة تنتج الأوكسجين كناتج عرضي من التمثيل الضوئي، وينقلب إلى أخذ كامل للأكسجين للتنفس خلال ساعات الظلام عند عدم حدوث التمثيل الضوئي. خلال الإزدهار الكثيف، يسحب الأكسجين بقدر كافي من الماء بواسطة الطحالب حيث أن مستوى التشبع بالأكسجين يمكن ان ينخفض إلى أقل مثل ٢٠٪ على فترة بضع ساعات، و يصل عادة إلى نقطة منخفضة في الساعات الأولى من الصباح. هذا يمكن أن يسبب الموت الجماعي غير المتوقع للمحار الصغير. الاحتراس الحكيم بوجود أجهزة مراقبة الأكسجين مرتبطة بجرس إنذار مركب في النظام. ممارسة الإدارة الحذرة للسيطرة على الإزدهار بتبادل الماء بين البرك – على إفتراض أن هناك أكثر من واحدة – وبتخفيف الإزدهار بالماء بسحب الماء مباشرة من البحر. إذا كانت درجة حرارة البحر أقل من مثيلاتها



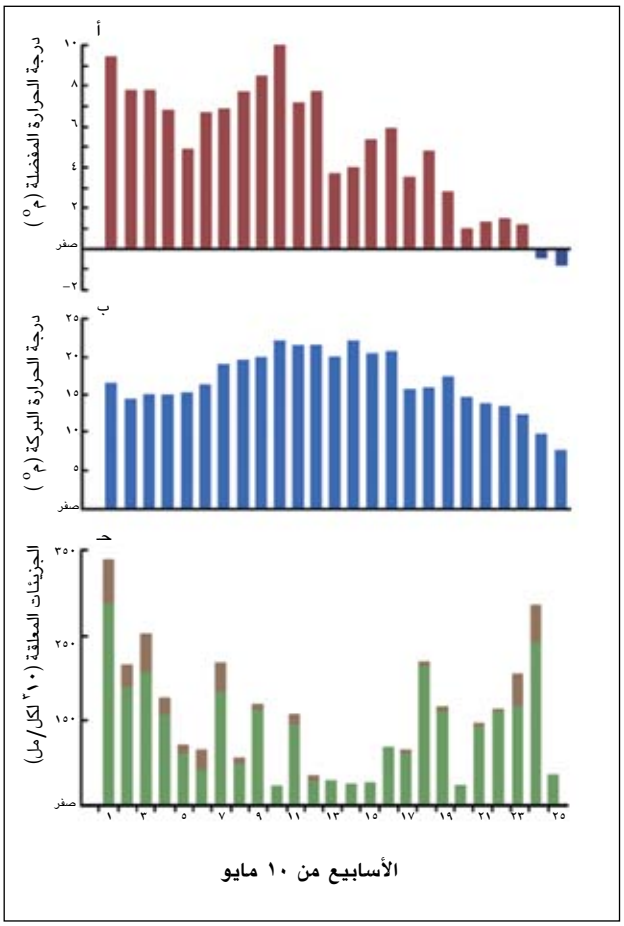
الشكل ١٠٤: أمثلة لحضانات أرضية. أ ، ب– أحواض احتواء الزريعة الخرسانية المحتوية على أسطوانات تصاعدية للزريعة (Tinamenor S.A., Pesues, Spain). الماء مضخ من البرك إلى الأحواض ومفرغ إلى منخفض تصريف في قاعدة الأحواض. حـ، د– نظام الحضانة التصاعدية مزود من أملاح مغذية منشطة أحواض خرسانية ٤٥٠ متر^{٣} في مختبر الثروات السمكية .Conwy, Wales, UK. الماء يصل إلى وحدة إحتواء الزريعة (د) بواسطة مضخة غاطسة ذات قدرة عالية. هـ، و – أغلب حضانات المحار الأوروبي طورت من قبل Seasalter Shellfish at Reculver, Kent, England.

في البرك فهذا يعني أن محتوى الأكسجين أعلى. أجهزة التهوية في أغلب الأحيان تستعمل للمساعدة على إبقاء مستويات الأكسجين في أنظمة البركة.

الملوحة في البرك يمكن أن تنخفض نتيجة امطار شديدة وبواسطة المصادر غير المتوقعة مثل تسرب المياه عبر التربة أو بواسطة العيون الكبريتية أو السهول التي قد تكون موسمية في الطبيعة. كما هو الحال بالنسبة لاختيار موقع المفرخات، فانه من الضروري أن يجرى بحث حذر قبل الالتزام بتطوير الحضانة في المواقع غير المعروفة.

تحديد الكتلة العضوية للزريعة التي يمكن أن تحمل في نظام البرك هي مسألة تجربة وخطأ بشكل كبير. كقاعدة عامة، إن المساحة السطحية للبركة الضحلة بمساحة ١ هتكار ستدعم الإنتاج بين ١ و ٣ أطنان كتلة عضوية من الزريعة، إعتماداً على مستويات معدل إنتاج الطحالب، على مدى موسم النمو. هذا يمثل الكتلة العضوية المستمرة القصوى التي يمكن أن تبقى بالإدارة الحذرة. المناطق المغطاة بالعديد من الحضانات الأوروبية يمكن أن تقاس بالعشرات من الهيكتارات. الزريعة تدار تقريباً بنفس الطريقة كما في المفرخات. تفرز بالتدريج ويعاد توزيعها لذلك فإن أي حاوية زريعة سوف تحمل زريعة من درجة معينة. الفرز ينجز عادة بآلات فرز ميكانيكية (الشكل ١٠٩). الإدارة أيضاً تتضمن السيطرة على إزدهار الطحالب وهذا يتطلب مراقبة منتظمة على بعض البارامتر أو البارامترات المرتبطة بإنتاج الطحالب وبمعنى آخر: تحديد المواد الجزيئية المعلقة، سواء كعدد لكل وحدة حجم (الشكل ١٠٥ حـ) أو كوزن لكل وحدة حجم، تحديد الكلوروفيل، أو بواسطة الميكرسكوب. الإشارة إلى المنهجيات يمكن أن توجد في قائمة القراءة المقترحة في نهاية الجزء ٦ (Strickland و ١٩٦٨ ،Parsons).

بينما من الممكن عادة رفع إنتاجية البرك من الطحالب إلى مستويات أعلى بشكل ملحوظ من تلك التي تسود في البحر فإنه لا يمكن دائماً أن تكون أنواع الطحالب النامية مضمونة بالنسبة للحجم،



الشكل ١٠٥: بيانات من نظام بركة حضانة نظام أرضي في Nova Scotia، كندا، تشغيل من أوائل مايو إلى نهاية أكتوبر: أ– درجة الحرارة المفضلة في البرك فوق درجة حرارة بيئة البحر. ب– المتوسط الأسبوعي لدرجة الحرارة لنظام البركة; جـ– المتوسط الأسبوعي للمواد الجزيئية المعلقة (ألف جزيئي لكل ملليلتر) في مدى حجم ٢,٥ إلى ٥,٠ ميكروميتر قطر (الهستوجرام الأخضر) و ٥,٠ إلى ١٠,٠ ميكروجرام (الهستوجرام البني). تحديد الجزيئيات باستخدام عداد الكولتر. العينات فحصت بواسطة ميكروسكوب للتحقيق من أنها أساساً من أصل طحلبي.

قابلية للهضم، وتخصص قيمة غذائية للزريعة في التربية. أحياناً قد يكون من الضروري تعديل مزيج المخصبات و»تلقيح» البركة بكمية كافية من الطحالب المستنبتة للحث على الإزدهار على التركيب المطلوب.

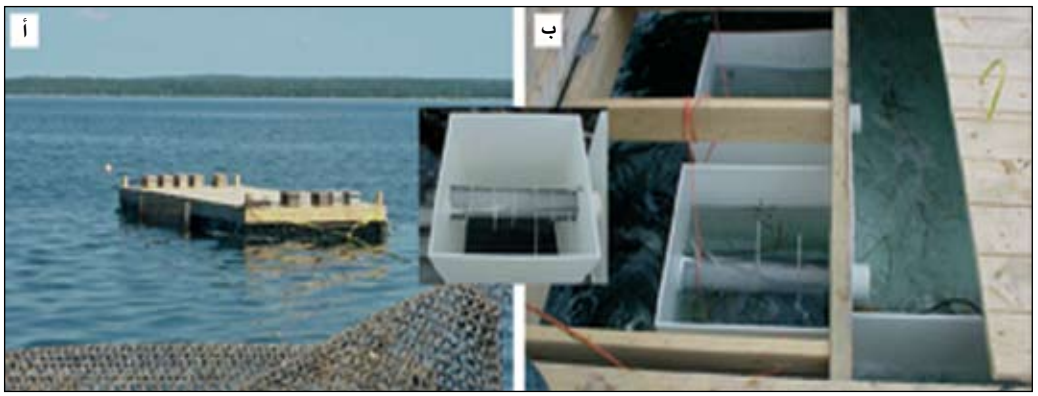
٦-٦-٢ التحضين على العائمات

تدفق المياه في الحضانات من نوع المركب تولد بواسطة الرأس المنخفض (تدفق محوري)، المضخات المحورية، أو أذرع التحريك المتحركة كهربائياً الصاعدة في القنوات والتي تستقبل التفريغ من حاويات التيار التصاعدي. المضخات أو البدالات تدفع الماء خارج القناة أو القنوات ليعود الماء إلى المحيط.

الشكل ١٠٦: أمثلة لطوافة أو حضانة من نوع المركب. أ إلى حـ – طوافة عائمة في بركة صناعية مرتبطة بشبكة كبيرة من برك الإزدهار بواسطة ربط القنوات (Tinameror S.A., Pesues, Spain) ; ب– تفاصيل الطوافة موضحة حوامل الأسطوانات لأسطوانات الزريعة ورفع الآداة، حـ– نفس الطوافة بتفاصيل ذراع التحريك التي تقود الماء من قناه إطلاق الطوافة إلى البركة على الجانب الآخر للسد. زريعة الأصداف تفرز يدوياً على رصيف العمل. د– فرازة الزريعة الميكانيكية (على اليمين) كجزء من مفرخ المحار/تشغيل الحضانة في Atlantic Canada. هـ– تشغيل مركب على أساسيات التيار التصاعدي نفسه ولكن في سهل Prince Edward Island. و– تحميل قاعدة حاوية الزريعة بالمحار الصغير من «المبرد» المعزول التي تم نقلهم من المفرخ. في هذا المثل قاعدة الحديد المقاوم للصدأ قابلة للفصل من جسم الألياف الزجاجية من الحاوية.

هذا يسبب إختلافا رأسيا بين مستوى ماء البحر والمحيط ومستوى الماء المنخفض في قناه التفريخ، وكنتيجة لذلك يتدفق الماء خلال قواعد شبكة حاويات التيار التصاعدي من الخارج. يمر الماء من خلال الطبقة المحتوية على الزريعة وتفرغ في القناة التي منها يرجع إلى البحر أو البركة.

بغض النظر عن التقنية التي استعملت، يجب أن تمارس إدارة حذرة لمطابقة الكتلة العضوية الكلية للزريعة المحمولة في الوحدة باستمرار، الكمية والنوعية للغذاء المتوفر. هذا معتمد على المركب المثبت لضمان نظام البركة (الشكل ١٠٦ أ – حـ) أو أنه عائم في خليج ماء مالح غير منتظم أو في سهل (الشكل ١٠٦ هـ – و). عامل التشغيل يمكن أن يختار بين إنتاج أعداد كبيرة من زريعة صغيرة تنتمي إلى حجم معتدل أو أعداد صغيرة من زريعة تنتمي إلى أحجام كبيرة. افتراض في حالة المركب المثبتة في السهل المنتج، فإن التدفق بين ١٠ إلى ٢٠ لتر لكل دقيقة لكل كيلوجرام من الزريعة يجب أن يحمل تجهيزا كافيا من الغذاء إلى الحيوانات. كل حاوية تحمل زريعة (مساحة أرضية ١ متر٢)، التي قد تصل إلى حد ٣٢ في الوحدة، سترفع إلى ١٢٠ كيلوجرام من الزريعة عند أقصى تحميل كتلة عضوية، متطلبة تدفق لكل حاوية أكثر من ١٢٠٠ لتر لكل دقيقة. ويكون التدفق الكلي لكل ٣٢ – وحدة حاوية سيكون عند ذلك في الزيادة إلى ٣٨٤٠٠ لتر لكل دقيقة (٣٨,٤ متر٣ لكل دقيقة). ذراع التحريك طاقة مؤثرة في حث التدفق لهذا المقدار من التدفق المحوري، المضخة المروحية. تشغيل ذراع التحريك بمحرك كهربائي متصل عن طريق صندوق تروس يزود مجالاً لتغيير التدفق الكلي طبقاً لحجم الزريعة والكتلة العضوية الكلية المحملة. أوطى نسب تدفق لكل وحدة كتلة عضوية من تلك المقتبسة أعلى قد تكون ملائمة في إدارة نظام البركة الأرضي حيث تكون مستويات معدل إنتاج الطحالب أعلى.



الشكل ١٠٧: حضانة تيار تصاعدي صغيرة مصنعة بشكل تجاري تعمل بضخ تدفق محوري عند الاستعمال في مزرعة محار **Harwan**، ميناء ميدواي، نوفا اسكوتشيا، كندا. المعلومات على هذه الأنواع المماثلة التي تستعمل الطاقة الشمسية لتزويد الكهرباء للمضخة متوفرة على الأنترنت. تشغيل هذه الحضانة هو مماثل تماماً للعملية الموضحة سابقاً.

الحضانات في الأنواع المختلفة التي وضحت أعلى لها استعمال شائع في أوروبا وأمريكا الشمالية كجزء من صناعات الصدفيات الإقليمية الراسخة. هناك، على العكس، فرص تكون فيها الحضانات الصغرى قابلة للتطبيق، على سبيل المثال، عندما تكون الصناعة الجديدة في المراحل الأولية للتطوير أو كجزء من تشغيل مالك صغير، عمل تكاملي بشكل عمودي. وحدات الحضانة الصغيرة، العائمة يمكن أن تكون بيئية الصنع أو مشتراة مباشرة من منتجين بدون استثمار مالي رئيسي (الشكل ١٠٧). قاعدة التشغيل تشبه تماماً الوحدات التجارية الواسعة النطاق. تشغيلها عموماً يتم بواسطة مضخة تدفق محورية بقدرة حوالي ١ متر^{٣} في الدقيقة.

أنظمة التحضين كما هي موضحة في الشكل ١٠٤ و ١٠٦ تتطلب تجهيزا كهربائيا موثوقا به. إذا كانت القوة غير متوفرة في موقع بعيد أو على مركب عائمة في سهل يتعرض للمد والجزر، يتم استغلال قدرة

المد والجزر لتشغيل نظام التيار التصاعدي. المبدأ المعروف بـ «Flupsy» – نظام التيار التصاعدي العائم – والموصوف في الشكل ١٠٨. يتطلب Fluspsy تدفق قوة مد تتراوح على الأقل بين ٥٠ و ١٠٠ سنتيمتر لكل ثانية لكي تعمل بشكل فعال.

الشكل ١٠٨: تشغيل المدى، للأنظمة العائمة التصاعدية – «Flupsys» أ – وحدة تجريبية صغيرة تعرض المكونات المختلفة. عربات الوحدة على سطح الماء مدعومة بـ Styrofoam ملئت أنابيب التعويم (أ). يتأرجح حول نقطة وحيدة تربط (m – إحدى قوسي الربط) لمواجهة إتجاه المد لكي يدفع الماء إجباريا إلى الحنجرة (t) للآداه وإلى أعلى خلال حاوية الزريعة (Sc). حاوية الزريعة لها قاعدة شبكية وقد تحتوي على طبقة زريعة أو كومة من الصواني. إن تدفق الماء الإجبارى يفرغ في مؤخرة حاوية الزريعة مع القيد لمنع هروب الزريعة. ب – تطبيق تجاري من المبدأ حيث ان عددا كبيرا «Flupsys» صاعد في الطوافة.

التحضين على اليابسة له فوائد إذا ما قورن بأنظمة أساسها البحر. فهذا النظام يعمل في درجات الحرارة المرتفعة خلال موسم النمو ويمكن التحكم في تجهيز الغذاء. ومن مضار هذا النظام أنه أقل استقرارا مقارنة بظروف البحر ويمكن أن يكون عرضة لزيادة الخصوبة الغذائية إن لم يدار بشكل صحيح. إن مفهوم أنظمة بركة ماء البحر المنتجة والمدارة جيدا تسمح بإمكانية أكبر من أجل التطوير فيما بعد التطبيق لتحضين زريعة المحار. في المستقبل المنظور، فإن أنظمة البركة المخصبة طبيعياً أو صناعياً أو الفتحات الساحلية المحاطة بالسدود ذات الفتحات يمكن أن تستعمل عملياً لإنتاج النصف الطبيعي من زريعة المحار، وبهذه الطريقة يمكن تفادي الحاجة إلى المفرخات. هذه النظرة استعملت بنجاح بواسطة شركة Atlantic shell fish المحدودة في ايرلندا ومن قبل الشركات المختلفة في النرويج.

٦-٧ المراجع المقترح قراءتها

Baldwin, R.B., Mook, W., Hadley, N.H., Rhoses, F.J. و DeVoe, M.R. 1995. Construction and operations manual for a tidal-powered upwelling nursery system. Nat. Coastal Res. Devel. Institute. NOAA contract AQ66.90-5228-03

Bayes, J.C. 1979. How to rear oysters. p 7-13. In: Proc. 10th Annual Shellfish Conf. The Shellfish Assoc. of Great Britain, London: 104 pp.

Bayes, J.C. 1981. Forced upwelling systems for oysters and clams using impounded water systems. p 73-83. In: Claus, C. De Pauw N. & Jaspers, E. (eds), Nursery culturing of bivalve molluscs. EMS Spec. Pub. No. 7. European Mariculture Society, Bredene, Belgium: 394 pp.

Bourne, N., Hodgson, C.A. و Whyte, J.N.C. 1989. A Manual for Scallop Culture in British Columbia. Canadian Tech. Rep. Fish and Aquatic Sciences, No. 1694: 215 pp.

Castagna, M. و Manzi, J.J. 1989. Clam culture in North America: hatchery production of nursery stock clams. p 111-125. In: Manzi, J.J. & Castagna, M. (eds) Clam Mariculture in North America. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 19. Elsevier, Amsterdam, Oxford and New York.

Couturier, C., Dabinett, P. و Lanteigne, M. 1995. Scallop culture in Atlantic Canada. p 297-340. In: Boghen, A.D. (ed) Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton, Canada: 672 pp.

Ito, H. 1991. Scallop culture in Japan. In: Shumway, S.E. (Ed), Scallops: biology, ecology and aquaculture. Elsevier. Developments in Aquaculture Fish. Sci., 21: 1017-1055

Helm, M.M., 1990a. Moderna progettazione e gestione di schiuditoi per molluschi bivalvi e nuovi sviluppi (Hatchery design and general principles of operation and development). p 65-87. In: Alessandra, G. (ed) Tapes philippinarum: Biologia e Sperimentazione. Ente Svillupo Agricolo Veneto, Venice, Italy: 299 pp. (Italian and English text)

Helm, M.M. 1990b. Managing Production Costs - Molluscan Shellfish Culture. p 143-149. Congress Proceedings, Aquaculture International, September 4-7, 1990, Vancouver, BC, Canada: 480 pp.

Helm, M.M. 1991. Development of industrial scale hatchery production of seed of the mangrove oyster, Crassostrea rhizophorae, in Cuba. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO: TCP/CUB/8958: 46 pp.

Helm, M.M. 1992. Operation of a managed, shore-based nursery for the early growth of hatchery produced European oyster seed. Department of Aquaculture and Fisheries, Halifax, Nova Scotia, March 1992: 35 pp.

Helm, M.M. 1994. Towards reliable bivalve seed supply in Nova Scotia. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 94 (4): 9-14

Kennedy, V.S., Newell, R.I.E. و Eble, A.F. (eds). 1996. The eastern oyster, Crassostrea virginica. Maryland Sea Grant, Univ. Maryland, College Park, USA: 734 pp.

King, J.J. 1986. Juvenile feeding ontogeny of the geoduck Panope abrupta (Bivalvia: Saxidacea), and comparative ontogeny and evolution of feeding in bivalves. MSc thesis. Univ. Victoria, Victoria, BC, Canada: 281 pp.

Kingzett, B.C. 1993. Ontogeny of suspension feeding in post-metamorphic Japanese scallops, Patinopecten yessoensis (Jay). MSc Thesis. Simon Fraser Univ. Vancouver, Canada: 117 pp.

Kraeuter, J.N. و Castagna, M. (eds). 2001. The biology of the hard clam. Elsevier, Devel. Aquaculture Fish. Sci. 31. 751 pp.

Laing, I. 1987. The use of artificial diets in rearing bivalve spat. Aquaculture, 65: 243-249

Laing, I. و Millican, P.F. 1986. Relative growth and growth efficiency of Ostrea edulis L. spat fed various algal diets. Aquaculture, 54: 245-262

Laing, I. و Psimopoulous, A. 1998. Hatchery culture of king scallop (Pecten maximus) spat with cultured and bloomed algal diets. Aquaculture, 169: 55-68

Laing, I., Utting, S.D. و Kilada, R.W.S. 1987. Interactive effect of diet and temperature on the growth of juvenile clams. Aquaculture, 113: 23-38

Langton, R.W. و McKay, G.U. 1976. Growth of Crassostrea gigas (Thunberg) spat under different feeding regimes in a hatchery. Aquaculture, 7: 225-233

Mann, R. و Glomb, S.J. 1978. The effect of temperature on growth and ammonia excretion of the Manila clam, Tapes japonica. Estuarine and Coastal Mar. Sci., 6: 335-339

Manzi, J.J. و Castagna, M. 1989. Clam mariculture in North America. Elsevier, Devel. Aquaculture and Fish. Sci., 19: 461 pp.

O'Foighil, D., Kingzett, B., O'Foighil, G.O. و Bourne, N. 1990. Growth and survival of juveniles scallops, Pateinopecten yessoensis, in nursery culture. J. Shellfish Res.
9 (1). p. 135-144

Quayle, D.B. 1988a. Pacific oyster culture in British Columbia. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 218. 241 pp.

Quayle, D.B. 1988b. Natural molluscan seed production. In: E. Uribe (ed). Produccion de larvas y juveniles de especies marinas. Universidad del Norte, Coquimbo, Chile: 45-49

RaLonde, R. 1999. Final report of the Kachemak Bay shellfish nursery culture project 1997-98. Alaska Dep. Fish and Game: 53 pp.

Reid, R.G.B., McMahon, R.F., O'Foighil, D. و Finnigan, R. 1992. Anterior inhalent currents and pedal feeding in bivalves. Veliger 35 (2): 93-104

Rosenthal, H., Allen, J.H., Helm, M.M. و McInerney-Northcott, M. 1995. Aquaculture Technology: Its Application, Development, and Transfer. p 393-450. In: Boghen, A.D. (ed) Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton, Canada: 672 pp.

Spencer, B.E. 1988. Growth and filtration of juvenile oysters in experimental outdoor pumped upwelling systems. Aquaculture, 75: 139-158

Spencer, B.E., Akester, M.J. و Mayer, I. 1986. Growth and survival of seed oysters in outdoor pumped upwelling systems supplied with fertilized sea water. Aquaculture, 55: 173-189

Spencer, B.E. و Hepper, B.T. 1981. Tide-powered upwelling systems for growing nursery-size bivalves in the sea. p 283-309. In: Claus, C., De Pauw, N. و Jaspers, E. (eds), Nursery culturing of bivalve molluscs. EMS Spec. Pub. No. 7. European Mariculture Society, Bredene, Belgium: 394 pp.

Strickland, J.D.H. و Parsons, T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board of Canada. 167: 1-311

Taguchi, K. 1978. A manual of scallop culture methodology and management. Fish. Mar. Ser. (Can). Transl. Ser. 4198: 146 pp.

Urban, E.R., Pruder, G.D. و Langdon, C.J. 1983. Effect of ration on growth and growth efficiency of juveniles of Crassostrea virginica (Gmelin). J. Shellfish Res., 3: 51-57

Utting, S.D. 1986. A preliminary study on growth of Crassostrea gigas larvae and spat in relation to dietary protein. Aquaculture, 56: 123-138

Utting, S.D. 1988. The growth and survival of hatchery-reared Ostrea edulis L. spat in relation to environmental conditions at the on-growing site. Aquaculture, 69: 27-38

Utting, S.D. و **Spencer, B.E.** 1991. The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. Lab. Leafl., MAFF Fish. Res., Lowestoft, No 68: 31 pp.

Ventilla, R.F. 1982. The scallop industry in Japan. Adv. Mar. Biol., 20: 309-382

Ver, L.M.B. و **Wang, J.K.** 1995. Design criteria of a fluidized bed oyster nursery. Aquacultural Engin., 14 (3): 229-249

Walne, P.R. 1972. The influence of current speed, body size and water temperature in the filtration rate of five species of bivalves. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 52: 343-374

Warfel, P.E. 2002. Growth and economic advantages of distributed powered upwellers: creating a new aquaculture niche. Presented, Nat. Shellfisheries Assoc. Meeting, Mystic, Conn. 2002.

Whitney, L.F. و **Zahradnik, J.W.** 1970. Fluidization of juvenile oysters: a progress report. Proc. Nat. Shell. Assoc., 60: 11

Whyte, J.N.C., Bourne, N. و **Hodgson, C.A.** 1987. Assessment of biochemical composition and energy reserves in larvae of the scallop Patinopecten yessoensis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 113: 113-124

Williams, P. 1981. Offshore nursery culture using the upwelling principle. p 311-315. In: Claus, C., De Pauw, N. و Jaspers, E. (eds), Nursery culturing of bivalve molluscs. EMS Spec. Pub. No. 7. European Mariculture Society, Bredene, Belgium: 394 pp.

Wisely, B., Holliday, J.E. و **MacDonald, R.E.** 1982. Heating an aquaculture pond with a solar blanket. Aquaculture, 26: 385-387

الجزء ٧

مستقبل المفرخات: التطور التكنولوجي

٧-١ التركيب الوراثي ١٧١
٧-١-١ الصبغيات المتعددة ١٧٢
٧-١-٢ الوراثة النوعية والجزيئية ١٧٣
٧-٢ المستقبل ١٧٥
٧-٣ المراجع المقترح قراءتها ١٧٧

٧-١ التركيب الوراثي

استزرع المحار حتى فترة قريبة بطريقة بسيطة. بخلاف المثال المتبع في الزراعة حيث ساهم التناسل وعلم الوراثة الإنتقائي، خلال العديد من آلاف السنوات الماضية، في إنماء النباتات والحيوانات التي تفوق بكثير النباتات والحيوانات البرية، قليل من التناسل الإنتقائي تم الالتزام به في عمليات تربية المحار و هذا يرجع بدرجة كبيرة إلى طريقة الاستزراع. تؤخذ الصغار في أغلب عمليات تربية المحار من المجموعات الطبيعية والمجمعة في مناطق التزاوج الطبيعية و تتم زراعتها بعد ذلك في مناطق مختارة للنمو الجيد ويحصد المحصول عند وصوله إلى الحجم التجاري. تربية المحار على منطقة مكثفة تأتي جوهرياً من نفس المصدر وتشكل تجمعا وراثيا واحدا كبيرا. زريعة المحار، سواء أنتجت في مفرخ أو أحضرت من مجموعات طبيعية، يمكن نقلها عبر مسافات كبيرة جدا وحتى إلى بلدان مختلفة وبذلك فإن نفس التجمع الجيني يمكن أن يمتد على مدى جغرافي واسع. أي صفات موروثة مميزة أو سلالات محلية التي لربما طورت في الماضي تختفي بسرعة في التجمع الجيني العام. تطور السلالات الوراثية تحت مثل هذه الظروف كان صعبا إن لم يكن مستحيلا والمحاولات التي تجعل اتبعت من أجل التكاثر المحلي كانت بسيطة.

تم القيام بدراسات على التركيب الوراثي لتجمعات بعض أنواع المحار. الهدف من هذه الدراسات هو تحديد إذا كانت هناك تجمعات ثانوية مختلفة، أجناس أو سلالات من هؤلاء الأنواع المتواجدة في كافة أنحاء توزيع الحيوان. تشير النتائج إلى أن تلك التجمعات الثانوية لبعض المحار متواجدة من خلال المدى الخاص بها وهذا يفرض السؤال التالي و هو ما إذا كان آداء الصغار من مجموعات ثانوية واحدة أحسن في حالة انتقالها إلى منطقة أخرى بها مجموعات ثانوية أخرى. دراسات التركيب الوراثي للتجمعات يتضمن أيضاً تقييم بعض تجمعات المحار التي مع مرور الزمن أصبحت معزولة عن مخزون الآباء ولتحديد إذا ما كانت هناك اختلافات هامة موجودة حالياً في التجمعين . كمثال جيد هو تجمعات المحار الباسيفيكي على طول الساحل الغربي لأمريكا الشمالية بالمقارنة بهؤلاء التجمعات في اليابان حيث إن منشأ المخزون الأصلي هو أمريكا الشمالية. نتائج هذه الدراسات دلت على أنه قليل هو إذا حدث أي انحراف وراثي في هؤلاء التجمعات السكانية المنفصلة جداً.

معرفتنا واهتمامنا بمجال التركيب الوراثي للمحار وإمكانيته في زيادة عمليات التربية زادت كثيراً في السنوات العشرين الماضية بسبب عاملين، تطوير المفرخات وتطورالتقنيات في مجال علم الوراثة، ومثال على ذلك، استخدام تقنية electrophoresis في فحص الإختلاف الوراثي. بتطوير مفرخات المحار

أصبح من المحتمل إفتراض برامج التربية الإنتقائية لتطوير أجناس وسلالات المحار. هناك إهتمام كبير في تطوير سلالات المحار وذلك مناسب أكثر لظروف التسمين المعينة من المخزون الأصلي. حافز أبعد لتطوير البرامج الوراثية للمحار كان هو إنتاج سلالات من المحار قادرة على مقاومة الأمراض المدمرة التي قضت على المخزونات في أمريكا الشمالية وأوروبا.

إن مجال علم الوراثة في المحار معقد وتقني جداً و عمل مناقشة شاملة في هذا المجال حالياً ليست ملائمة لهذا الكتيب. إن الغرض هنا هو أن نذكر بمجال العمل باختصار ونتائجه في إنتاج المفرخ في المستقبل. قائمة للمراجع موضحة في القسم ٧–٣ لتزويد القارئ بمعلومات أكثر في هذا الموضوع.

٧–١–١ الصبغيات المتعددة

يعتبر البحث في الصبغيات المتعددة مجال واحد من التركيب الوراثي للمحار الذي يبحث فيه وحالياً يطبق كثيراً، خصوصاً في إنتاج الحيوانات الثلاثية الصبغيات (٣ ن). بالرغم من أن أنواع ثلاثية الصبغيات كالأسكالوب ، الأصداف وبلح البحر قد انتجت، فإن أكثر الأعمال ركزت على إنتاج محار ثلاثي الصبغيات وبالأخص المحار الباسيفيكي.

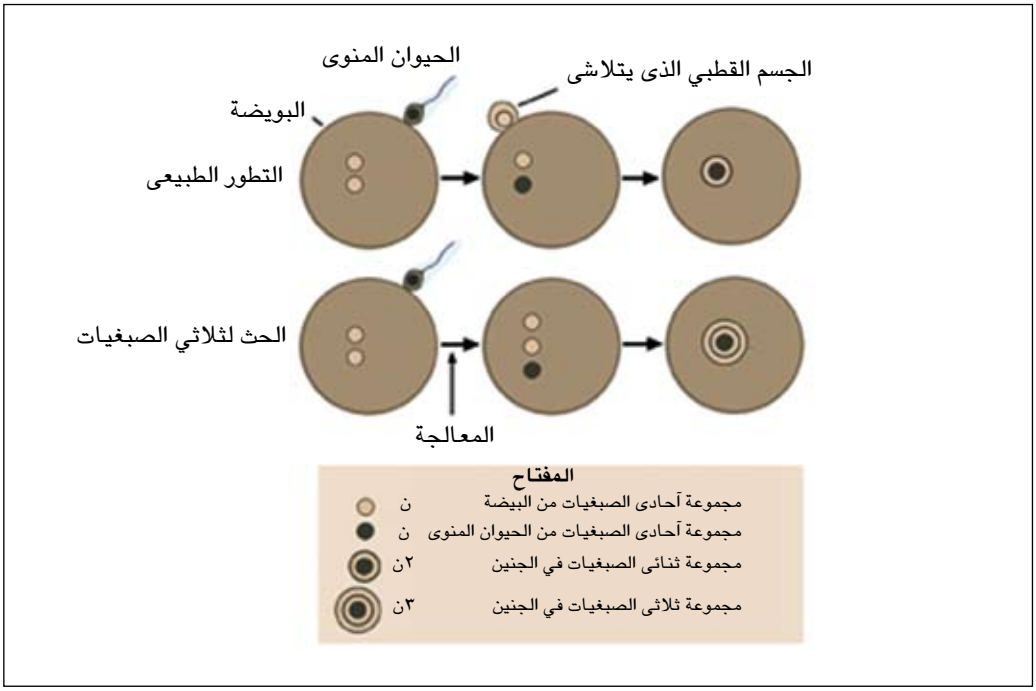
الإهتمام بتطوير التقنية لإنتاج المحار الثلاثي الصبغيات على شاطئ المحيط الباسيفيكي ظهر لسببين: الأول كانت هناك الرغبة من طرف منتجي الصدفيات في الحصول على محار من نوعية جيدة للأكل على مدار السنة لكي يبقى ويمتد إلى الموسم التسويقي. المناسل في المحار الباسيفيكي يمكن أن تحتل أكثر من ٥٠٪ من وزن الأجزاء الرخوة في الجسم. عندما يتحول الجليكوجين إلى جاميتات في الربيع فإن المحار يصبح مستساغا وبعد وضع البيض فإن الأجزاء الرخوة تصبح ضعيفة ومائية. في كلاً الحالتين يكون المحار غير مناسب للتسويق. والسبب الثاني، هو إذا تم تجنب وضع البيض فإن هناك إحتمالية الإقلال من الوفيات نتيجة إلى ما يسمى «المرض الصيفي» والذي يعتقد أنه ينتج جزئياً من الإجهاد الفسيولوجي في وقت التناسل. إذا كان تحويل الجليكوجين إلى جاميتات يمكن منعه بواسطة إنماء محار الصبغيات الثلاثية، فإنه من المقبول عقلياً أن تخفض الوفيات بشكل ملحوظ.

يمكن إنتاج ثلاثي الصبغيات بواسطة منع البيض من أن يمر بمرحلة meiosis وعلى ذلك فإنه يبقى في حالة ثنائية الصبغيات (٢ن). وعندما تلقح هذه البيضة بالحيوان المنوي في مرحلة احادية الصبغيات ١ن (haploid) فإن النتيجة تكون بثلاث صبغيات (الشكل ١٠٩).

يمكن منع بيويضات المحار من المرور بمرحلة meiosis إلى ١ن بواسطة تعريضها إلى الضغط، الحرارة أو الكيماويات. تنتج أغلبية الحيوانات ذات الثلاث الصبغيات أصلاً بواسطة معاملة البويضات بالمواد الكيميائية Cytochalasin B. تنزل البويضات من الإناث وتلقح بالحيوان المنوي. وتحفظ الجاميتات منفصلة حتى تستعد للتقليح وبذلك يمكن التحكم في العملية مباشرة. عندما يظهر الجسم القطبي الأول، تعالج البويضات الملحقة بـ Cytochalasin B لتمنع البويضات بالمرور بمرحلة meiosis. وعلى ذلك، فإن البويضات تبقى في حالة ٢ن وبمساهمة مجموعة الكروموسوم الذكري، فإن النتيجة هو جنين ثلاثي الصبغيات. طورت التقنية مع مرور الوقت لتصل الى نسبة نجاح تقدر بحوالي ٩٠٪ في إنتاج ثلاثي الصبغيات .

هناك مشكلتان في إنتاج ثلاثي الصبغيات بهذه الطريقة. الأولى هي أن إنتاج محار ثلاثي الصبغيات لم يصل بعد الى١٠٠٪. الثانية أن المادة الكيمياوية Cytochalasin B مادة مسرطنة، وبالرغم من أنها تستخدم فقط في إخصاب الحيوانات، فإن إمكانية إنتاج المحار الثلاثي الصبغيات بهذه الطريقة لم تعد مستعملة عموماً في المفرخات.

الطريقة المستعملة الآن في بعض المفرخات هي الصدمة الحرارية، البويضات المخصبة، المحمولة عادة في ٢٥م، تعرض فجأة إلى درجة حرارة ٣٢ م^{o} لمدة دقيقتين ثم يتم إعادتها مرة أخرى إلى ٢٥ م. إن صدمة درجة الحرارة تطبق بعد إشعاع الجسم القطبي الأول، عشرون دقيقة بعد الإخصاب. مرة أخرى



الشكل ١٠٩: توضيح عملية الحصول على ثلاثية الصبغيات.

هذه الطريقة أتقنت ونسبة النجاح في إنتاج ثلاثي الصبغيات يقارب الطريقة الكيميائية تماماً، بمعنى آخر بمتوسط حوالي ٩٠٪.

كلا الطريقتين الكيميائية والصدمة الحرارية فعالة لكن الضرر الرئيسي لكل طريقة هو أن الحصول على ١٠٠٪ من ثلاثي الصبغيات يكون نادراً، إن لم يحصل عليه أبداً. هناك حاجة لطريقة بحيث يمكن أن تنتج بثبات ١٠٠٪ من ثلاثي الصبغيات عند كل تناسل.

أدى البحث في كل من أوروبا والولايات المتحدة إلى تطوير الطرق لإنتاج المحار ذي رباعية الصبغيات ٤ن. حتى الآن، أنتج فقط ذكر رباعي الصبغيات و بما أن الطريقة التي استخدمت كانت خاصة، لذا يمكن فقط إعطاء تفاصيل بسيطة. يمكن أن تكون الترتيبات على أي حال مع الشركات التي تنتج رباعي الصبغيات للحصول عليها واستخدامها في المفرخات كأرصدة. وعند تزاوجها بمحار ثنائي الصبغيات فهي في العادة تنتج ثلاثي الصبغيات. إن الطريقة فعالة ومن المحتمل أنها سوف تستخدم على نطاق واسع بالمفرخ وصناعة التسمين بينما يصبح المحار الرباعي الصبغيات متوفر بسهولة أكثر.

في المفرخات الموجودة على شاطئ المحيط الباسيفيكي للولايات المتحدة، ينتج حاليا جزء رئيسي من صغار المحار الباسيفيكي ذو ثلاث صبغيات .

٧-١-٢ الوراثة النوعية والجزيئية

كانت نتائج عمل التركيب الوراثي هامة والعمل في هذا سيستمر و لا محالة، ولكن الفائدة الحقيقية للمفرخات تتجلى في مجالات أخرى من التركيب الوراثي، ومثال على ذلك، علم الوراثة الكمي، الذي يتضمن التربية الإنتقائية، وعلم الوراثة الجزيئي، مركز على genotype الفعلي للحيوان الفردي. في هذا المجال، أكثر الناس تظهر إهتماماً في الإمكانية التي تنشأ عن برامج التربية الإنتقائية. تتواجد الإمكانية في تطوير سلالات مقاومة للمرض والمحار الذي ينمو بسرعة أكثر، ويتوفر على لحم أكثر وله المقدرة على النمو في درجات حرارة عالية أو منخفضة. إن إمكانية الاستزراع المائي الآن يجب أن يقترب من مثال الزراعة حيث إن الزيادة في الكفاءة في إنتاج البروتين تقدر بـ ٣٠٪ و ذلك منذ عام ١٩٠٠ كنتيجة للتحسينات الوراثية بمفردها.

البحث في التركيب الوراثي للمحار ينفذ في عدة مؤسسات في أنحاء مختلفة من العالم. أكثر الدراسات استهدفت المحار حيث إنه الحيوان الاكثر تعلقا بالصناعة، ولكن البحث أيضاً يتناول أنواع المحار الأخرى. هذه الدراسات ليست موجهة فقط الى إنتاج السلالات المحسنة من المحار ولكنها أيضاً تهتم بحفظ التجمع الجيني للمجموعات الطبيعية الأصلية في حالة ما إذا كان مثل هذا المخزون مطلوبا للعمل المستقبلي.

إن هدف معظم البحوث هو تحسين كلاً من المحصول في كل الأفراد الجدد والبقاء مع إمكانية مقاومة الأمراض. كانت هناك نتائج مشجعة. التحسينات في الوزن الحي من الجماعة المختارة من محار صخرة سدني، ***Saccostrea commerciolis*** ، كان ٤٪ بعد جيل واحد و ١٨٪ بعد إثنين من أجيال الاختيار مقارنةً بالأجيال غير المختارة. بالنسبة لمعدل النمو، ارتفع من ١٦٪ إلى ٣٩٪ بعد جيل واحد من الجماعة المختارة في المحار الشرقي، ***C. virginica*** ومن ٢١٪ إلى ٤٢٪ بالنسبة للمحار الأوروبي المفلطح، ***O. edulis***، مقارنة بالمحار غير المختار. بنفس الطريقة هناك زيادة بحوالي ١٠٪ وجدت في الوزن الحي للمحار الباسيفيكي، ***C. gigas***، بعد جيل واحد في الخطوط المختارة مقارنة بتلك غير المختارة. الزيادة في مقاومة المحار الشرقي لـ(***Haplosporidium nelsoni***) MSX أيضاً أشير اليها خلال الاختيار.

أسست الآن خطوط ذرية مختارة لبعض أنواع المحار في بعض البلدان والعمل مستمر لتحسينها. إنه غير واقعي أن يعتقد أن الاختيار الأبعد بهذه الخطوط سوف يؤدي إلى تحسينات أكبر والتي ستصبح في النهاية المخزونات المختارة المتوفرة عموماً في المفرخات للإستعمال في إنتاج مخزون الزريعة. مؤسسة واحدة على الساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية تريد المساهمة الآن بشكل نشيط في الصناعة بالنسبة إلى الخصائص الصناعية التي تأمل أن تكون عندها في المحار لكي يمكنها أن تبدأ بدمجها في خطوط الذرية المعينة. إن إمكانية إنتاج محار ذي علامة تجارية لا يعتبر الآن شيئا فوق المجالات الممكنة.

تطور مثير في توالد المحار الواقع في برنامج على شاطئ المحيط الهادي للولايات المتحدة. محار الكوموموتو، ***Crassostrea sikemea***، إنه في واقع الأمر استأصل من موقعه الأصلي في جنوب اليابان. تم استيراد تجمعات من هذا النوع إلى الساحل الغربي للولايات المتحدة ولكن تجمعه الجيني أصبح ملوثا بالمحار الباسيفيكي، ***C. gigas***. أمكن تشغيل التفريخ بتجهيزات المفرخ لإنتاج أصول محار كوموموتو حيث يتناسل حقيقياً ويمكن أن يستخدم في التربية في الولايات المتحدة الأمريكية. يمكن أيضاً استخدامه في إعادة إدخال النوع إلى اليابان.

البحث في مجال علم الوراثة الجزيئي وفي تعديل الجينات المعينة في مراحله الأولى مع المحار، هو مجال أكثر جدلاً مقارنة بالتربية الإنتقائية ولكن التقدم جعل التركيب الوراثي الجزيئي في الزراعة يعطي نتائجا مبهرة ومماثلة مع المحار. ويمكن أن تؤدي إلى تقدم مهم في الإنتاج. البحث عن المحار المعدل جينياً يتم تناوله في عدة مؤسسات في العالم لكنه سيستغرق عديدا من السنوات قبل أن تكون النتائج في هذا المجال مجهزة للتطبيق في مفرخات المحار التجارية.

حالياً، أغلب البحوث في التركيب الوراثي للمحار يتم تناولها في الجامعات أو التجهيزات الحكومية. إن البحث مكلف، و يتطلب أشخاصا على أعلى مستوى من التدريب، أماكن كبيرة لإحتواء الخطوط المختارة وقد يستغرق العديد من السنوات لإعطاء النتائج. البرامج الوراثية يجب أن تكون مخططة بدقة و إتفاقيات صحيحة وملاحظة وإلا مشاكل خطيرة قد تظهر. يجب أن يستخدم قدر كافي من الأصول في التناسل ما عدا ذلك فإن المشاكل بخفض التوالد الداخلي قد تحدث. قبل عمل أي تربية تتعلق بمجال التحسين الوراثي، فإنه يجب أن توضع أهداف ومخططات التزاوج والاختيار الصحيح للأرصدة. أغلب المفرخات التجارية ليس عندها الوقت أو المصادر لتبني مثل هذه البرامج الطويلة المدى، على أيه حال، يمكن لهذه المفرخات أن تكون مشاركة نشيطة.

يمكن تطوير السلالات المحسنة في المفرخات التجارية بالمشاركة مع معاهد البحث، و بعد ذلك يمكن إنتاج كمية للبيع للمربين. مع التأكد أثناء التخطيط لبناء المفرخ، أن الوسائل المحتاجة لتنفيذ العمل الوراثي أخذت بعين الاعتبار وادمجت في بناء المخططات. مع القدرة على شحن اليرقات المطوقة بنجاح عبر المسافات الكبيرة، فإن سلالات اليرقات المحسنة يمكن أن تنقل الى أي مكان في العالم وللتسمين اللاحق.

إن دور التركيب الوراثي في تربية المحار مازال في مراحله الأولى و سيصبح ولاشك أكثر أهمية لعمليات التربية في المستقبل. نمو المحار بمعدلات أسرع، بمقاومة للمرض، بأجزاء رخوة بألوان مختلفة ، محار بكؤوس أعمق، الخ.، سيصبح حقيقة في المستقبل القريب. وإنه سوف لا يتعدى أن يكون ممارسة مشتركة لتربية المحار ببساطة. السلالات أو الأنسال المختارة بعناية سوف تزرع لإنتاج منتوج مميز يمكن تسويقه كصنف معين. مجال التركيب الوراثي للمحار يعرض أفضل تصور لزيادة الإنتاج في عمليات التربية في كافة أنحاء العالم وكل الفرص يجب أن تعطى لتشجيع البحث والتطوير في هذا المجال المثير.

٧-٢ المستقبل

الطلب المتزايد على المأكولات البحرية، متضمنة المحار، سيستمر بلا شك في المستقبل ومن المحتمل أن يزداد الإنتاج لمواجهة هذا الاستهلاك. التزويد من غير المحتمل أن يزيد بشكل ملحوظ عن مصايد المحار التقليدية حيث ان أكثر المخزونات الطبيعية حصدت أو قاربت الاستنزاف. أي زيادة هامة في التزويد ستأتي من المحتمل من الاستزراع المائي، في الحقيقة، الهدف الحالي في عديد من عمليات التربية هو إعادة التجمعات إلى المستويات التى كانت عليه قبل الحصاد الأكثر من اللازم. عمليات التربية المستقبلية يجب أن تكون أكثر كفاءة بقدر الإمكان، ليس فقط لأسباب قابلية النجاح الاقتصادية، ولكن لعمل أنسب استخدام لمناطق الإنتاج الذي تتعرض للضغط المستمر المتزايد من النشاطات البشرية حتى ينخفض بينما يستمر التزايد في التجمعات الإنسانية. أي زيادة مستقبلية في إنتاج المحار سوف تتطلب زيادة في التزويد بالزريعة التي يجب أن تكون متوفرة، موثوق بها ورخيصة. تجميع الصغار من المواقع الطبيعية ستستمر لأهميتها ولكن هذه المناطق محدودة، و لذا الزيادات الرئيسية في التزويد بالزريعة سوف تكون من المفرخات. هناك فوائد إضافية في إنتاج الزريعة من المفرخات مقارنة مع التجميع من المواقع الطبيعية تتضمن الثقة، القدرة على التزويد لتلبية الطلب والقدرة للتزويد بالسلالات المنتخبة، بالتساوي مع زريعة النوع الخارجي.

البحث والتطوير المستمر سيحسن تقنية المفرخ ويجعلها أكثر كفاءة وعند ذلك أكثر ربحا. هناك العديد من المجالات التي تستوجب والبعض ذكر في النص.

التحسينات في التغذية ضرورية لإنتاج يرقات صحية حيث ستتحور إلى زريعة صحية ويمكن إنماؤها بسرعة وبأقل تكلفةً إلى حجم التسويق. إنتاج الطحالب لتغذية اليرقات والصغار تمثل تكلفة رئيسية في تشغيل المفرخ. هذه التكلفة يمكن خفضها كثيراً إذا كانت الوجبة الاصطناعية من القيمة المغذية المساوية لأفضل نوع من الطحالب ممكنة. تمت دراسات عديدة ولكن حتى الآن، بالرغم من أن التقدم قد حصل، فإن المنتوج المقنع ليس متوفر بعد للبيع. أحد العقبات هو حجم السوق لمثل هذه المنتجات التي، في الوقت الحالي، ليست كبيرة بالقدر الكافي لجذب الاستثمار في التطوير بواسطة صناع الأغذية الأساسيين.

الاستزراع المائي للمحار من أجل الوصول الى أقصى أبعاده، يجب أن يتتبع الطرق المستخدمة في الزراعة. هذا سوف يتطلب برامج بحث مكثفة لكل مراحل الإنتاج. واحد من أكثر المجالات أهمية للبحث المستقبلي نوقش في القسم ٧-١ وهو التركيب الوراثي حيث ربما المكسب الأعظم سيكون من تطوير السلالات وتنويع المحار الذي يناسب البيئات المعينة. هذا يتطلب البحث المكثف في إختيار خطوط

الذرية. بمجرد أن تؤسس السلالات فإنه يمكن فقط الحفاظ عليه بواسطة تناسل هذه الانواع بالمفرخات. الهدف الرئيسي للمفرخات يتضمن تحسين التقنية وعلى ذلك فإن الزريعة من مثل هذه السلالات يمكن أن يزود بها المربون عند الطلب وبشكل رخيص وذلك قدر الإمكان.

بعض التطورات في مجال التركيب الوراثي مثل إنتاج محار ثلاثي الصبغيات كانت من المنفعة الرئيسية، خصوصاً صناعة المحار في الساحل الغربي لأمريكا الشمالية. التحسينات المستمرة في التركيب الوراثي ستضمن التزويد الموثوق به من زريعة ثلاثي الصبغيات لأي نوع محار مرغوب متوفر للصناعة.

التطويرات في تقنية Cryopreservation بالنسبة لجاميتات الذكر والأنثى وحتى اليرقات ستكون من المنفعة العظيمة للمفرخات حيث يمكن أخذ الجاميتات عندما يكون البالغون في حالة جيدة وحفظها للاستخدام المستقبلي. الفراغ المتاح والوقت ضروريان لتجهيز البالغين والإحتياج لإنتاج كميات كبيرة من الغذاء للحفاظ على البالغين في ظروف تكاثر صالحة للعمل يمكن أن يتم الاستغناء عنه. إخصاب الجاميتات المذابة يمكن أن يحدث خلال فترة قصيرة كلما كانت الحاجة إلى ذلك. التقدم حدث في هذا المجال لكن في الوقت الحالي هو مكلف ولم تبدأ المفرخات بعد الاستعمال الخاص للتقنية (الشكل ١١٠ب).

الشكل ١١٠: **أ** – آداة لممارسة الضغط على البيض لمنع تخفيض الكروموسوم خلال إخماد meiosis. **ب** – تجارب في Cryopreservation من جاميتات المحار و اليرقات.

تحديد موقع المفرخ سيفترض أهمية أعظم في المستقبل. الوصول ونجاح طرق الامكنة البعيدة يوضحان أن المفرخات ليست بحاجة إلى أن تحدد بموقع قريب من عمليات التسمين. بالشبكات التجارية الحديثة يمكن تحديد هذه المفرخات حيث توجد الظروف المثالية لتربية اليرقات والصغار وبعد ذلك تنقل عبر مسافات عظيمة لمواقع التسمين بمعدل بقاء ١٠٠٪ تقريباً. مثال جيد مجهز بممارسة بعض المفرخات في ولاية واشنطن في الولايات الأمريكية – تم تحويل جزء من عمليات مفرخاتها إلى هاواي حيث مصدر الماء الغني بالغذاء والمتطلب لقليل من التدفئة، إن لم يكن لا شئ، يكون متوفرا على مدار السنة. تواجد أشعة الشمس في هاواي تستخدم في استنبات الطحالب. إنه من الأرخص نقل اليرقات البالغة والصغار من هاواي إلى ولاية واشنطن من أن يسخن الماء وتنمى الطحالب هناك.

المفرخات الكبيرة المتوفرة على موظفين بكفاءة عاليةً يمكن أن تعمل بنجاح وتنتج زريعة بشكل اقتصادي أكثر من المفرخات الصغيرة. اقتصاديات تطبيق الحجم. إذا كانت المفرخات مجهزة بوسائل الحجر الصحي فإنها يمكن أن تنتج زريعة لأي أنواع ذات قيمة تجارية في أي مكان في العالم بدون مخاطرة رئيسية من إدخال أنواع غريبة إلى البيئة المحلية. حيث إن اليرقات عموماً تربى في ماء مرشح حتى ١ ميكروميتر، والذي يمكن معالجته بضوء UV أو الأوزون، و في هذه الحالة فإن خطر نقل حشرات، طفيليات وأمراض من منطقة إلى أخرى ينخفض كثيراً. هذا يطبق في شحن اليرقات المطوقة بالمقارنة بشحن الصغار التي تعرضت للبيئة المفتوحة في المنطقة الأصلية.

المفرخات الكبيرة يمكن أن تجهز يرقات مؤهلة تحورياً من أي نوع محار في أي مكان من العالم. هذه الممارسة قد استعملت في الزراعة. الزريعة المطلوبة في العديد من التشغيلات النامية تنتج في أغلب الأحيان على مسافات عظيمة من حيث تمت زراعتها. بنفس الطريقة، العديد من صغار الحيوانات في أغلب الأحيان لا تنتج في النهاية من حيث جمعت.

من الضروري التغلب على الموقف الضيق الأفق في تربية المحار وإدراك بأن هذه الصناعة متواجدة في الاقتصاد العالمي. فإنه لم يعد من الضروري أن تكون لكل منطقة أو حتى لكل بلد مفرخ لتجهيز الزريعة المطلوبة لتلبية متطلبات التسمين المحلي. مفرخ واحد موضوع بشكل جيد، مجهز جيداً و متوفر على يد عاملة ذات كفاءة يمكن أن يزود متطلبات الزريعة لعديد من عمليات التربية في أجزاء مختلفة عديدة من العالم.

تبقى الأمراض مشكلة رئيسية محتملة في المفرخات، كما يحدث عندما يربى أي كائن بشكل جماعي وبشكل مركز. يحتاج البحث المستقبلي أن يتضمن طرق التطوير للتحكم في الأمراض التي تتفشى في المفرخات لكي تقل حالات الموت الجماعي الذي يحدث إما لأسباب مرضية معروفة أو إنتهازية. نتائج البحث الوراثي يحتمل أن تكون ذا قيمة في اختيار سلالات المحار المقاوم أكثر للمرض – البحث أيضاً مطلوب لتطوير المعالجة الرخيصة والفعالة للأمراض التي يمكن أن تحدث في المفرخ.

المواقع المستقبلية للمحار ستزداد ولا شك لتلبية مطالب التجمع السكاني المستمر في التزايد. أغلب هذه الزيادة في الإنتاج ستكون من عمليات التربية وهذا سيتطلب توفر كميات كبيرة من الصغار (الزريعة) لتلبية مطالب التربية. بينما تجميع الزريعة من المصادر الطبيعية ستبقى مهمة، و في نفس الوقت أغلب الإحتياج للزريعة لزيادة الإنتاج سيكون من المفرخات. هذا صحيح بشكل خاص بينما تبدأ الصناعة بطلب السلالات أو الأجناس من المحار الذي يمتاز بنمو متطور في مناطق معينة. ستصبح المفرخات الركن الأساسي من إنتاج الزريعة في النهاية لعمليات المحار. في المستقبل كل جهد يجب أن يبذل لتحسين تقنية المفرخ لتمكينه إعداد تجهيز رخيص، موثوق فيه، ووفير من صغار المحار للتربية الصناعية.

٣-٧ المراجع المقترح قراءتها

Allen, S. Jr., Downing, S.I. و Chew, K.K. 1989. Hatchery manual for producing triploid oysters. Univ. Wash. Press, Seattle, WA, USA. ISBN 0295-730471-1: 27 pp.

Beaumont, A.R. و Fairbrother, J.E. 1991. Ploidy manipulation in molluscan shellfish: a review. J. Shellfish. Res.,10: 1-18

Beaumont, A.R. و Zouros, E. 1991. Genetics of scallops. In: Scallops: biology ecology and aquaculture. Shumway, S.E. (ed). Elsevier. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 21: 585-623

Chourrout, D. 1984. Pressure-induced retention of second polar body and suppression of first cleavage in rainbow trout: production of all-triploids, all tetraploids, and heterozygous and homozygous diploid gynogenetics. Aquaculture, 36: 111-126

Dawson, G.W.P. 1962. An introduction to the cytogenetics of polyploids. Blackwell Scientific Pub., Oxford: 91 pp.

Elston, R.A. 1990. Mollusc diseases; guide for the shellfish farmer. Washing. Sea Grant. Univ. Washington. Seattle, WA, USA. SH179.S5E44: 73 p.

Gaffney, P.M. 1996. Biochemical and population genetics. In: V.S. Kennedy, R.I.E. Newell و A.F. Eble (eds) The eastern oyster, Crassostrea virginica. Maryland Sea Grant, Univ. Maryland, College Park, Maryland, USA. ISBN-0-943-676-61-4: 423-441

Gaffney, P.M. و Scott, T.M. 1984. Genetic heterozygosity and production traits in natural and hatchery production of bivalves. Aquaculture, 42: 289-302

Gendreau, S. و Grizel, H. 1990. Induced triploidy and tetraploidy in the European flat oyster, Ostrea edulis L. Aquaculture, 90: 229-238

Gosling, E.M. 1992. Genetics of Mytilus. In: E. Goslin (ed). The mussel Mytilus: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier, Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 25: 309-382

Gosling, E.M. 2003. Bivalve molluscs; biology, ecology and culture. Fishing News Books, Oxford, OX2 OEL, UK: 443 pp.

Guo, X. و Allen Jr., S.K. 1994. Viable tetraploids in the Pacific oyster (Crassostrea gigas Thunberg) produced by inhibiting polar body 1 in eggs from triploids. Mol. Mar. Biotechnology, 3: 42-50

Guo, X., Debrosse, G.A. و Allen Jr., S.K. 1996. All-triploid Pacific oysters (Crassostrea gigas Thunberg) produced by mating tetraploids and diploids. Aquaculture, 142: 149-161

Haskins, H.H. و Ford, S.E. 1988. Characteristics of inbred oyster strains selected for resistance to Haplosporidium nelsoni (MSX). J. Shellfish Res., 7: 162

Heras, H., Kean-Howie, J. و Ackman, R.G. 1994. The potential use of lipid microspheres as nutritional supplements for adult Ostrea edulis. Aquaculture, 123: 309-322

Hershberger, W.K., Perdue, J.A. و Beattie, J.H. 1984. Genetic selection and systematic breeding in Pacific oyster culture. Aquaculture, 39: 237-245

Hilbish, T.J. 2001. Genetics of hard clams, Mercenaria mercenaria. In: Kraeuter, J.N. & Castagna, M. (eds). Biology of the hard clam. Elsevier, Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 31: 261-280

Laing, I. 1987. The use of artificial diets in rearing bivalve spat. Aquaculture, 65: 243-249

Langdon, C., Evans, F., Jacobson, D. و Blouin, M. 2003. Yields of cultured Pacific oysters Crassostrea gigas Thunberg improved after one generation of selection. Aquaculture, 220: 227-244

Langdon, C.J. و Bolton, E.T. 1984. A microparticulate diet for suspension-feeding bivalve mollusc, Crassostrea virginica (Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 82: 239–258

Longwell, A.G. و Stiles, S.S. 1996. Chromosomes, biology and breeding. In: Kennedy, V.S., Newell, R.I.E. و Eble, A.F. (eds). The Eastern oyster, Crassostrea virginica. Maryland Sea Grant, Maryland, College Park, Maryland, USA. ISBN-0-943-676-61-4: 443-465

Moore, D. و **Seeb, J.** 2001. Annotated bibliography of the genetics of bivalve molluscs. Alaska Dept. Fish و Game, Anchorage, Alaska, USA. Regional Information Report No. 5J01-09: 45 pp.

Nell, J.A., Sheridan, A.K و **Smith, I.R.** 1996. Progress in a Sydney rock oyster, Saccostrea commercialis (Iredale and Roughley) breeding program. Aquaculture, 144: 295-302

Nell, J.A., Smith, I.R. و **Sheridan, A.K.** 1999. Third generation evaluation of Sydney rock oyster, Saccostrea commercialis, (Iredale and Roughley) breeding lines. Aquaculture, 170: 177-184

Newkirk, G. 1996. Culture: genetic improvement. In: Kennedy, V.S., Newell, R.I.E.و Eble, A.F. (eds). The eastern oyster, Crassostrea virginica. Maryland Sea Grant, Univ. Maryland, College Park, Maryland, USA. ISBN 0-943-676-61-4: 661-673

Newkirk, G. و **Haley, L.E.** 1983. Selection for growth rate in the European oyster, Ostrea edulis: response of second generation groups. Aquaculture, 33: 149-155

Perdue, J.A. 1983. The relationship between the gametogenic cycle of the Pacific oyster, C. gigas, and the summer mortality phenomenon in strains of selectively bred oyster. PhD thesis. Univ. Washington, Seattle, WA, USA: 205 pp.

Quillet, E. و **Panelay, P.J.** 1986. Triploidy induction by thermal shocks in the Japanese oyster, Crassostrea gigas. Aquaculture, 57: 271-279

Stanley J.G., Allen Jr., S.K. و **Hidu, H.** 1981. Polyploidy induced in the American oyster, Crassostrea virginica, with cytochalasin B. Aquaculture 23: 1-10

هذا الدليل هو تجميع للطرق الحالية المطبقة في التفريخ المكثف للمحاريات. ويحتوي على أوجه التشابه والاختلاف في تربية الأصداف والمحار والإسكالوب في مناطق مختلفة المناخ. وتم وصف كل الجوانب المتعلقة بطرق الاستزراع وكذلك الاعتبارات الأساسية في اختيار الموقع المناسب لإنشاء المفرخ وتصميم التجهيزات المناسبة. كما يحتوي الدليل على طرق تداول اليرقات بعد التفريخ ونقلها إلى مناطق بعيدة صالحة لعملية الالتصاق وكذلك نقل الصغار إلى حضانات على اليابسة أو في البحر. والهدف من هذا المطبوع هو مساعدة الفنيين الجدد في هذا المجال ورجال الأعمال الباحثين عن فرص للاستثمار في مجال استزراع المحاريات.

ISBN 978-92-5-105204-7 ISSN 1020-9174

TC/M/I3720A/1/6.07/500