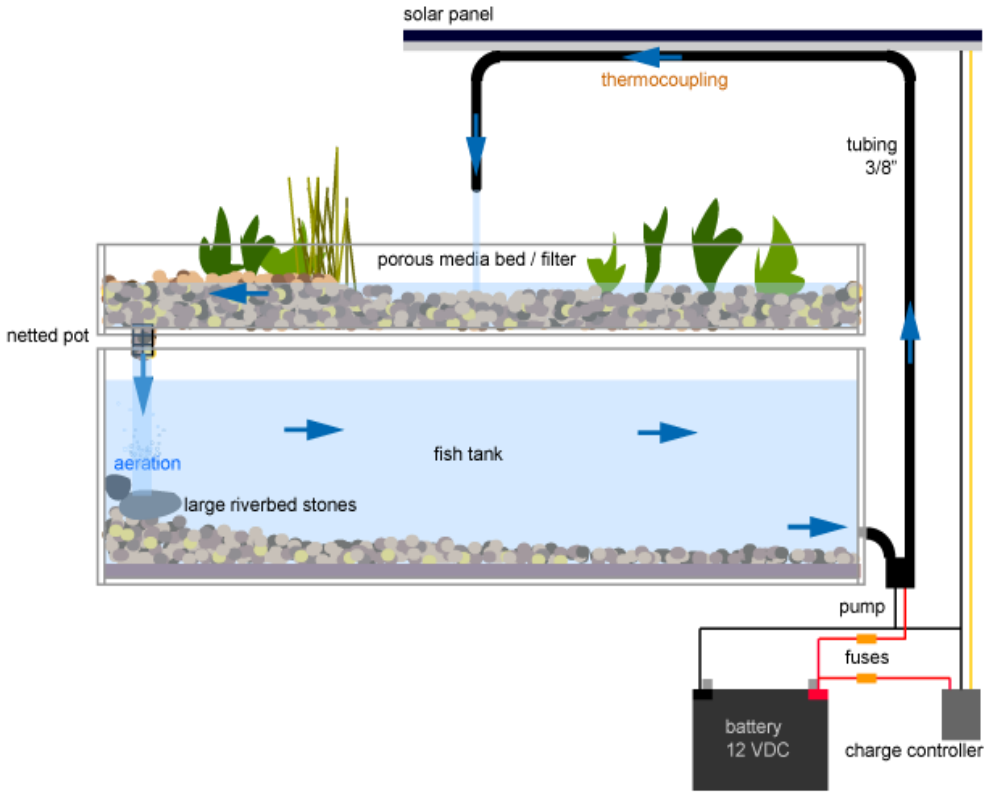
د- **الإستزراع السمكى المتكامل بين الأسماك والخضر** Aquaponics

نشأت فكرة زراعة الأسماك تكاملياً مع نباتات الخضر (شكل ١٨) لتحل محل الفلتر الحيوى، حتى لايتم تغيير المياه بسبب وجود الأمونيا فيها والتى تؤثر على حياة الأسماك وفى نفس الوقت تعتبر هذه الأمونيا مصدراً للنيتروجين الذى تحتاج إليه محاصيل الخضر المختلفة، وبالتالى فعند إمرار مياه المزرعة السمكية الناتجة من أحواض التربية على جذور النباتات فإنها تمتص الأمونيا الذائبة فى المياه وتستفيد منها النباتات وبالتالى يمكن إعادة إستخدام هذه المياه مرة أخرى خالية من الأمونيا فى أحواض تربية الأسماك.

مميزات نظام الإستزراع السمكى المتكامل مع الخضر المزروعة مائياً:

١. إنتاج أسماك خالية من الملوثات.
٢. نظام سهل وبسيط ولا يحتاج إلى تقنيات حديثة.
٣. الكفاءة العالية فى إستخدام المياه وإعادة إستخدامها مرة أخرى ففى النظام التقليدى يتم تغيير مياه حوض تربية الأسماك يومياً بمعدل ٢٥٪ من حجم الحوض وهذا يؤدي إلى إهدار كمية كبيرة من المياه.
٤. نظام صديق للبيئة لايستخدم أى نوع من الكيماويات وينتج نباتات خالية من الكيماويات والمبيدات.
٥. زيادة الكفاء الإنتاجية للأحواض السمكية ففي الإستزراع التقليدي يتم استزراع ٣-٥ أسماك في المتر المكعب وقد تصل إلى ١٥ سمكة أما في هذا النظام فيتم استزراع ١٠٠ سمكة في المتر المكعب دون تغيير المياه في حوض الأسماك نتيجة الإعتماد على محاصيل الخضر في تنقية مياه الأسماك من الفضلات والأمونيا، وفى نظام الإستزراع المتكامل بين الأسماك والنباتات يمكن الحصول على ٢٠ كجم/م^{٣}.

ويشار إلى أن هذا النظام يصلح لتربية أسماك البلطي بنجاح، كما أنه يجرى الآن عمل أبحاث على الجمبري والبوري وسمك الثعابين، وقد جاءت النتائج الأولية للجمبري بصورة طيبة للغاية، حيث وجد أن زريعة الجمبري ٠.٢ جرام وصلت خلال ثلاثة شهور إلى ٤ جرام، ومازالت أسماك المياه المالحة محل دراسة.



شكل (١٨): رسم توضيحى لنظام الأكوابونيك

مكونات نظام الإستزراع السمكى التكاملى مع الخضر والنباتات:

١. أحواض لتربية الأسماك من الفيبرجلاس أو الخرسانة.

٢. مصدر للأكسجين يعمل على توفير الأكسجين اللآزم لتنفس الأسماك.

٣. طلمبات غاطسة تستخدم لرفع المياه من أحواض التربية إلى وحدات الزراعة المائية (بدون تربة).

٤. وحدات الزراعة المائية (بدون تربة) وفى الصين يتم زراعة الأرز على أسطح مياه أحواض الإستزراع السمكى (شكل ١٩) ويسمى هذا النظام بالزراعة المائية أو يسمى بالمرشحات الخضراء، ويتم إستغلال تغطية سطح الماء فى أحواض تربية الأسماك بأوساط الإستزراع الطافية (فوم به فتحات لجذور نبات الأرز).

شكل (١٩): أشكال مختلفة لنظام الأكوابونيك

ولهذا النظام مميزات عديدة من أهمها:

١. يحسن من إنتاجية الأسماك فى الأحواض على أن يتم نغطية ٢٥٪ من سطح مياه الحوض.

٢. يحسن من خصائص البيئة المائية ولا يقلل من تركيز الأكسجين الذائب فى الماء.

٣. نباتات الأرز لها قدرة على إمتصاص كميات كبيرة من عنصرى النتروجين والفوسفات مما يؤدى إلى السيطرة على نمو الطحالب الخضراء المزرقة وإنخفاض محتوى المياه من المادة العضوية وتحسين خصائص المياه.

وفى مصر يتم تربية الأسماك فى هذا النظام مع نباتات الفراولة والطماطم والكابوتشا وزهور القطف. أما بالنسبة لإستزراع الأرز فهو تحت البحث والدراسة.

الإستزراع السمكى البحرى

إستزراع الأسماك البحرية مجال واعد وهو الأمل والحل لمضاعفة الإنتاج السمكي في مصر وقد بدأ الإستزراع السمكي البحري في دول جنوب شرق آسيا بحفر أحواض ساحلية بجوار الشواطئ تستغل ظاهرة المد والجزر في تغيير مياهها وبالتالى تنخفض تكاليف عمليات الإنشاء المختلفة التي تحتاج إليها المزارع السمكية التقليدية. ونظراً لأن هذه المزارع تقام على الشواطئ فإن مساحة بعضها تتراوح بين ٢٠-٤٠ فداناً للحوض الواحد، وبعضها لا يحتاج إلى مفرخات لإنتاج الزريعة بل يسمح بدخول الزريعة الطبيعية من مياه البحر والتي تجد ملجأ آمناً في هذه الأحواض. كما يتم تقديم الأغذية المصنعة لها، حيث أن الجدوى الإقتصادية لهذه الأنواع من المزارع عالية بالمقارنة بباقي أنواع الاستثمار الأخرى، كما أنها تقوم بإستزراع الأنواع عالية القيمة الإقتصادية من الأسماك مثل الدنيس والقاروص والجمبري الذي يجود في مثل هذه المزارع حيث يربى ويتغذى ويتكاثر على الرمال.

مستويات الإستزراع: هناك ستة مستويات للإستزراع السمكى البحرى وهى:

١- **الأحواض الشاطئية** Shore pond

تقام هذه الأحواض علي شواطئ البحار ويعتمد هذا المستوى من الإستزراع علي ظاهرة المد والجزر بحيث يتوفر مدخل للمياه Inlet وآخر للخروج Outlet ويتم ضخ المياة بواسطة مضخات خاصة وترتفع الملوحة نسبياً في هذا النظام ويمكن تربية الأسماك البحرية والقشريات بأنواعها المختلفة.

٢- **الأحواض المدية الشاطئية** Intertidal

تقام هذه الأحواض علي شواطئ البحار ويعتمد هذا المستوي من الإستزراع بصفة مطلقة علي ظاهرة المد والجذر ولا يستخدم أي نوع من المضخات، ويجب الا يقل عمود المياة عن ٤٠ سم في أوقات الجزر بما يسمح بتوفير الحدود الدنيا من المياة اللازمة لنمو الأسماك وتقل نسبة الملوحة نسبياً عن المستوي الأول ويتحتم حماية هذه الأحواض من الأمواج والرياح.

٣- **الحظائر المسيجة** Sub littoral

يتوفر هذا المستوي في اللاجونات أو المنخفضات الساحلية ذات الأعماق التي لا تقل عن ٤٠ سم ويمكن تربية الأسماك والقشريات البحرية وبعض الرخويات. وتستخدم السياجات للتحكم فى رعاية الأنواع المختلفة من الأسماك سواء فى المياه المالحة أو العذبة أو الشروب، وذلك فى نظم مكثفة أو شبه مكثفة أو غير مكثفه. ووتختلف أحجام السياجات أو الحواجز الشبكية طبقاً للظروف البيئية وخواص المياه وأنواع الأسماك. وتقام السياجات أو الحواجز الشبكية فى الأماكن التى لا يصلح فيها إقامة مزارع، حيث تقام فى الغالب على الشواطئ وداخل البحيرات والأنهار.

٤- **الأسطح الطافية** Floating Surfaces

يتوفر وينتشر هذا المستوى في صورة أقفاص سميكة طافية في العديد من البيئات المائية فى عرض البحر بعيدة عن الشواطي وتتمتع هذه الأقفاص العملاقة والمقامة فى المناطق البحرية المفتوحة بجوده خصائص المياه وثباتها وتجانسها, فدرجات الحرارة والملوحة ومستوى الأكسجين الذائب لا تتذبذب كثيراً فى هذه المناطق. وللأقفاص العملاقة فرص أفضل لتربية الأسماك بطريقه إقتصادية تحت كثافات منخفضة نسبياً تساعد على زيادة معدلات النمو والحد من إنتشار الأمراض وتحسين نوعية الأسماك المنتجة والحد من تلوث البيئة. ويمتاز هذا النوع من الأقفاص بالآتي:-

- قلة إحتمالات تعرضها للتلوث نظراً لكبر حجم هذه الأقفاص حيث يصل حجمها إلي مئات الأمتار المكعبة.
- إستغلال أكبر للمواقع البحرية المتاحة والغير مستغله والبعيدة عن الشواطئ.
- عدم شغل الأقفاص للمناطق الساحلية حيث تتشابك مع أنشطة آخري وتتسبب في تلوث هذه المناطق.

- تقام هذه الأقفاص العملاقة فى المناطق البحرية المفتوحة التى تتميز بجوده وثبات وتجانس صفات المياه فدرجات الحرارة والملوحة ومستوى الأكسجين الذائب لا تتذبذب كثيراً فى هذه المناطق.
- الأقفاص العملاقة لها فرص أفضل لتربية الأسماك بطريقه إقتصادية تحت كثافات منخفضة نسبياً تساعد على زيادة معدلات النمو والحد من إنتشار الأمراض وتحسين نوعية الأسماك المنتجة والحد من تلوث البيئة.

٥- **مناطق نصف عميقة** حيث يتم إنشاء أقفاص فى منتصف الأعماق.

٦- **قاع البحر** Sea-bed حيث يتم إنشاء أقفاص فى الأعماق السحيقة لكي تكون بعيده عن النوات على أن يتوفر نوع السمك أو الرخويات التي تنمو فى مثل هذه الأعماق. ويمكن إمداد هذه الأقفاص العميقة والنصف عميقة بالغذاء الصناعي عن طريق أنابيب تصل إلى السطح.

ويمكن تحديد طريقه ونظام الإستزراع طبقا للمستويات الستة السابقة من حيث طبوغرافية وتضاريس المكان والظروف المناخية من رياح وأمواج وصلاحية المكان لتربية الكائنات الحية المختلفة (الأسماك والقشريات والطحالب والرخويات). والنظم والمستويات السائدة في الإستزراع السمكي البحري في مصر هي الأحواض الشاطئية والمدية الشاطئية والأقفاص البحرية العائمة.

الأقفاص السمكية البحرية:

تعتبر الأقفاص السمكية البحرية وسيلة جيدة لتوفير الأسماك وبالتالى يمكن أن تحل مشكلة نضوب الثروة السمكية حيث يصل إنتاج المتر المكعب من مساحة القفص إلى ٢٠ كجم من الأسماك (شكل ٢٠) حيث أدى التلوث والصيد الجائر إلى النقص الحاد في المخزون العالمي من الأسماك، نتيجة لذلك وجدنا أن سفن الصيد تضطر إلى أن تسافر آلاف الكيلومترات للبحث عن الأسماك في أماكن بعيده. ومع التطور التكنولوجي في تصميم الأقفاص السمكية البحرية، ووجود المئات من الشركات التي طورت أقفاصا سمكية بتكنولوجيا خاصة بتلك الشركات، أصبح من الممكن إنتاج الآف الأطنان من الأسماك بالقرب من شواطئ أي بلد دون الحاجة إلى التعرض للمخاطر.

وتحتاج مصر على الأقل إلى ٥ مفرخات بحرية لمواكبة النهضة المنتظرة فى الإستزراع السمكي البحري بصفة عامه والأقفاص بصفة خاصة وهذا يستلزم تفعيل التعاون الدولي لنقل تلك التكنولوجيا. كما كان لتطور الأبحاث الوراثية أيضا الفضل في إنتاج أنواع جديدة من الأسماك تتماشى مع متطلبات تلك الصناعة من حيث التوافق مع ذوق المستهلك وسرعة النمو وزيادة كفاءة الاستفادة من الغذاء.

أما الميزة الكبيرة لتلك الأقفاص فهو أنها لا تشغل أي مساحات على اليابسة، بل تكون داخل المياه، وبعضها يكون مغموراً كلياً أو جزئياً فى الماء لتفادي تأثير الأمواج. ويحتاج القفص خلال فترة تربية الأسماك التي قد تمتد إلى ١٦ شهراً إلى أكثر من نوع من الشباك حسب ماجة الشباك،

أو ما يعنى إتساع فتحاتها، كما تختلف أحجام حبيبات العليقة حسب حجم فم السمكة، والمرحلة العمرية، كما تستخدم التغذية الأوتوماتيكية في بعض أنواع الأقفاص لتقليل الخطأ البشري في إنتظام التغذية.

وتستخدم أسماك الدنيس والقاروص في التربية بالأقفاص لإرتفاع أسعارها ووجود سوق واسعة في تسويقها، وبخاصة بالنسبة لدول أوروبا الشمالية التي لا تنتج سوى أسماك المياه الباردة، مثل السالمون والتراوت. وهناك العديد من الأقفاص منها العائم ومنها المغمور في الماء، ولكن الأكثر شيوعا الآن هو الأقفاص العائمة. ويستخدم النوع الثابت من الأقفاص في المياه الضحلة، التي يتراوح عمق المياه بها من ١–٥ م، ومساحة القفص تتراوح ما بين ٥٠ و٢٠٠م^{٣}. أما الأقفاص العائمة تكون في المياه العميقة وهى تطفو فوق سطح المياه وقد تكون على شكل مستطيل أو مربع أو أسطوانية الشكل.

وقد وصلت أعداد مزارع الأقفاص في تركيا على سبيل المثال إلى ٣٠٠ مزرعة وعدد أقل من ذلك في اليونان، وأعداد كبيرة في قبرص وفرنسا وإيطاليا وأسبانيا والبرتغال، كما أقيمت مزارع للأقفاص السمكية البحرية بالتعاون مع دول أوروبا في كل من تونس وعمان والكويت، وإن كان أهم مركز لإنتاج تلك الأقفاص هو النرويج، لذلك ينصح بعمل إتفاقات تعاون دولي مع تلك الدول لنقل تلك التكنولوجيا، مما يستلزم قيام تلك الدول بإقامة أقفاص سمكية في مصر، وإدارتها لمدة عام على الأقل، وتدريب الكوادر الفنية عليها سواء في مصر أو الخارج. وتعتبر الاشتراطات البيئية والتى تتمثل في المحافظة على البيئة البحرية أهم عوامل نجاح تلك الأقفاص، لذلك ينصح بتغيير موقع الأقفاص بعد ٣ سنوات من الإنتاج على الأكثر، وإستخدام أنواع خاصة من الأقفاص في المياه المفتوحة لضمان إبتعاد الفضلات عن موقع الأقفاص.

شكل (٢٠): الإستزراع السمكى البحرى فى الأقفاص السمكية

أحواض التحضين:

يتم إنشاء عدد ثلاثة أحواض ترابية للتحضين مساحة كل حوض ٠.٥ فدان (٢١×١٠×١م) وتكون أحواض الحضانة جاهزة لإستقبال الزريعة خلال شهرى مارس وأبريل من كل عام وتستمر فترة التحضين حتى نهاية شهر أكتوبر للوصول للأصبعيات المطلوبة (٣٠-٢٠ جم)، وقبل نقل الأسماك (الزريعة بوزن أقل من ٠.٥ جرام) إلى هذه الأحواض لابد أن تجفف وتسمد تربتها قبل غمرها بالمياه لزيادة خصوبتها وذلك لتوفير الغذاء الطبيعى للأسماك الصغيرة حيث تعتمد عليه طول فترة وجودها فى هذه الأحواض. وتملأ الأحواض بالمياه قبل نقل الزريعة إليها بمدة تتراوح بين أسبوع وعشرة أيام حيث تسمح هذه الفترة بنمو الغذاء الطبيعى، وتعتبر مرحلة تحضين الزريعة التى تمتد لمدة ٦ شهور من أهم المراحل الفنية لإنتاج الأسماك البحرية حيث يتم فطام الزريعة على عمر ٨٠-١٠٠ يوم وتحويل سلوكها من التغذية على الكائنات الحية الدقيقة (الغذاء الطبيعى) إلى التغذية الجافة عالية البروتين والدهن لكى نحصل على أصباعيات جيدة، ويجب تغطية أحواض الحضانة الترابية بالشباك لمنع الطيور البرية من أفتراس الزريعة.

ومن الواجب توافر خصائص جيدة للمياه خلال مرحلة التحضين بتوفير درجات ملوحة أعلى من ١٠ جرام/لتر لتحضين زريعة العائلة البورية لتحقيق معدل نمو عالى ونسبة أعاشة عالية وأما بالنسبة لتحضين زريعة الدنيس أوالقاروص فقد لوحظ أن درجة الملوحة أعلى من ١٥ جرام/لتر تحقق نتائج أفضل فى معدل النمو ونسبة إعاشة أكبر من درجات الملوحة الأقل ويفضل فى هذه المرحلة درجة حرارة لا تقل عن٢٢°م بالنسبة لتحضين زريعة البورى أما بالنسبة للدنيس أو القاروص فيفضل درجة حرارة ٢٠°م أما بالنسبة لمعدلات تجديد المياه المطلوبة يومياً فتتراوح من٢٠-٢٥٪ يومياً فى حالة الأحواض الأرضية، ومن الممكن الوصول لمعدلات تخزين تقدر بحوالى ٢٠ ألف وحدة زريعة بورى بمتوسط أقل من ٠.٥ جرام لكل حوض تحضين (٠.٥ فدان) ٤.٤ ألف وحدة زريعة دنيس بمتوسط وزن أقل من ٠.٥ جرام لكل حوض تحضين (٠.٥ فدان)، ٢ ألف وحدة زريعة قاروص بمتوسط وزن أقل من ٠.٥ جرام لكل حوض تحضين (٠.٥ فدان) خلال فترة التحضين للحصول على معدلات نمو وأعاشة مرتفعة.

أحواض التربية:

يستمر موسم التحضين والتربية للوصول إلى الأحجام التسويقية المناسبة وقد تتراوح مدة التربية بين ١٨-٢٠ شهر ليصل للأحجام التسويقية ليتراوح وزن الدنيس ما بين ٢٠٠-٢٥٠ جرام ووزن القاروص ما بين ٣٠٠-٤٠٠ جرام ووزن أسماك البورى ٢٠٠-٢٥٠ جرام للسمكة الواحدة.

التغذيـة:

تتم التغذية خلال مرحله التحضين أما بعلائق رطبة من مفروم الأسماك والقشريات المخلوطة بالفيتامينات فى حالة الدنيس والقاروص أو العلائق الجافة لعائلة أسماك البورى، ويفضل أن لا تقل نسبة البروتين عن٤٠٪ وأن لا تقل نسبة الدهون فى صورة زيت السمك عن ١٢٪ خاصة فى أسماك الدنيس والقاروص.

ويشترط أن تحتوى االعليقة الجافة اللازمة للتحضين على٤٠٪ بروتين ١٢٪ دهن خام، ٧٪ زيت سمك، ١٪ زيت نباتى،٢٠٪ كربوهيدرات، ٢.٥٪ كالسيوم، ٠.٨٪ فوسفور، ٠.٢٪ فيتامينات. أما بالنسبة للأملاح المعدنية فإنها تتوفر بالمياه البحرية والتى تستطيع الزريعة الإستفادة منها ولكن من المفضل إضافة مادتى الزنك بمعدل ٥٠ مجم/كجم علف والسلينيوم بمعدل ٠.١٥ مجم/كجم علف.

ويجب طحن مكونات العليقة الجافة جيدًا حتى تكون حبيباتها صغيرة فى حجم يتراوح من ٣٠٠-٩٠٠ ميكرون لتصبح فى متناول الزريعة المحضنة ويتم تقديم العليقة بمعدل ١٠٪ من وزن الزريعة يوميًا بواقع خمسة وجبات يوميًا فى بداية مرحلة التحضين وتنخفض إلى ٨٪ فى نهاية مرحلة التحضين.

تقدم العليقة لأسماك التسمين والتربية فى الأحواض الترابية علي صورة رطبه من مفروم أسماك غير اقتصادية أوعلي هيئة حبيبات يتناسب حجمها مع أوزان الأسماك تحتوي علي بروتين خام في حدود ٤٠-٥٠٪ ويتم حساب كمية العليقة للحوض بعناية بحيث تكفي لحاجة الأسماك مع ملاحظة أن زيادتها تعطي فرصة لتخمرها وتؤدي إلي تلوث مياه الحوض بالإضافة إلي فقد كمية من العليقة.

الرعاية اليومية للأحواض:

١. الإطمئنان علي بوابة الري والصرف.
٢. التخلص من الحشائش والنباتات المائية الضارة من الحوض.
٣. التخلص من الأسماك النافقة أوالمريضة بملقاف طويل اليد.
٤. تقديم العليقة في مواعيدها ومتابعة الأسماك مع ملاحظة حركة الأسماك وحيويتها ومعدلات نموها.

الاطمئنان علي خواص البيئة المائية للأحواض وتشمل مدي تركيز ال pH والذي يدل علي مدي حموضة أو قلوية الماء، وكذلك تقدير الأكسجين الذائب في الماء والمعدل الأمثل في حدود ٦- ٧ ملليجرام /لتر، وتقدير معدل الشفافية والمعدل الأمثل في حدود ١٥ سم وكذلك ملاحظة درجة حرارة الماء ومدي تذبذبها أثناء النهار والليل، ودرجة الحرارة المثلي ٢٥-٣٠م.