مقدمه

الاستزراع المائي هو تربية الأحياء المائية مثل الأسماك، القشريات، المحاريات والطحالب وغيرها تحت ظروف محكمة من إعاشة وتغذية ونمو وتفريخ وحصاد وجودة مياه وظروف بيئية ملائمة تحت سيطرة الإنسان، وعلى ذلك يمكن تعريف الاستزراع المائي Aquacultureبأنه تربية الأحياء المائية بأنواعها المختلفة تحت ظروف محكمة وتحت سيطرة الإنسان.

كان ينظر لتربية الأحياء المائية على أنها مجرد جزء صغير من صناعات الأسماك والمأكولات البحرية. ومع ذلك، في السنوات الأخيرة أصبح تأثيرها كبيرًا إذا تم النظر في قطاعي الاستزراع المائي العام والخاص. حيث أصبح التكاثر الاصطناعي للأحياء المائية شديد التعقيد على مر السنين. تتطلب تكنولوجيا الاستزراع المائي اليوم فهماً جيداً للعمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية الضرورية للإنتاج الناجح. لأن النجاح يعتمد على مزيج من الخبرة فى العديد من التخصصات، فإن العديد من المؤسسات البحثية الحكومية والشركات الخاصة الأكبر تأخذ منهج "العمل الجماعي" لإنتاج الأحياء المائية. قد يتكون الفريق من عالِم بيولوجي، وكيميائي، وخبير اقتصادي، وأخصائي تسويق، ومستشار قانوني، ومهندس. قد يتم إحضار التخصصات الخاصة الأخرى عند ظهور الحاجة.

يمكن تعريف هندسة الاستزراع المائي Aquacultural Engineering ببساطة على أنها تطبيق للمبادئ الهندسية لإنتاج الغذاء من البيئات المائية. تطور تخصص هندسة تربية الأحياء المائية كنوع من البرامج الهندسية الزراعية في العديد من الجامعات الكبرى في الولايات المتحدة في أوائل السبعينيات. وما زال الاستزراع المائي يتوائم بشكل وثيق مع قطاع الزراعة، وقد أدرك المهندسون الزراعيون منذ فترة طويلة الحاجة إلى مزج العلوم الهندسية في قطاع تربية الأحياء المائية إذا أرادت الصناعة أن تنمو.

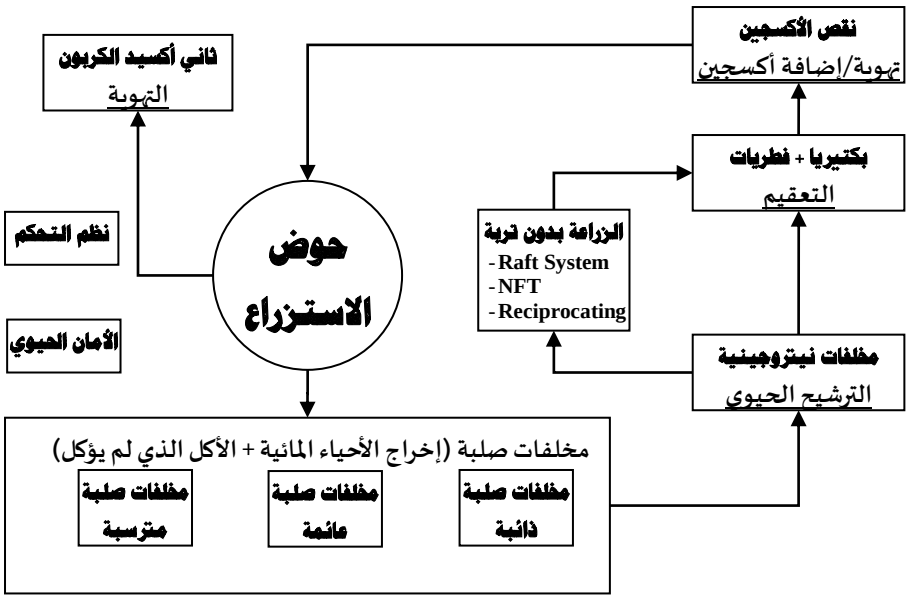
وقد اتفق معظم العلماء على أن سبب إخفاق (فشل) معظم المشروعات الزراعية يرجع إلى أحد سببين:

الأول: إما أن مصمم ومنفذ المشروع متخصص في العلوم الحيوية (Biologist) وليس له علاقة بالعلوم الهندسية (Engineering).

الثاني: أو أن مصمم ومنفذ المشروع متخصص في العلوم الهندسية (Engineer) وليس له علاقة بالعلوم الحيوية (Biology).

فيجب أن يعملا معا لعمل مشروع يعمل بكفاءة عالية بأقل التكاليف الممكنة.

وقد امتلأت التخصصات الهندسية الأخرى بأفرع كلما ظهرت الحاجة. فاليوم العديد من المهندسين المتخصصين في الهندسة الكيميائية والمدنية والبيئية والمهنية الأخرى يشاركون في صناعة الاستزراع المائي. أي من هؤلاء المهندسين قد يطلقون على أنفسهم مهندسي تربية الأحياء المائية.



يحب المهندسون تقسيم الأنظمة المعقدة إلى أجزاء صغيرة، تسمى عمليات الوحدة، التي تتوافق مع عملية معالجة محددة. يوضح الشكل أعلاه كيف يمكن تقسيم نظم الاستزراع المائي إلى سبع عمليات، كل عملية تتم في وحدة مستقلة يمكن أن تتوافق مع أنظمة منفصلة أو أن ترتبط ببعضها البعض في خط سير عملية. من حوض الاستزراع المائي، تتحرك المياه المتدفقة عبر عمليات الوحدة التي تزيل المواد الصلبة المترسبة والعالقة، والمواد الصلبة الذائبة، وتحول الأمونيا إلى النتريت ومن ثم إلى النترات من خلال عملية الترشيح الحيوي، وتزيل ثاني أكسيد الكربون وتضيف الأكسجين، والنهائية عند

الحاجة إلى التطهير والتعقيم. وتشرف أنظمة المراقبة والتحكم على جميع هذه العمليات وتحافظ على النقاط المحددة لجودة المياه (الأكسجين الذائب، ودرجة الحرارة، ودرجة الحموضة، إلخ...)، وتبث إنذارًا إذا انتقلت خارج النطاقات المقبولة. وأخيراً، يجب الحفاظ على برنامج الأمن الحيوي من أجل منع الخسائر الناجمة عن إدخال المرض من الخارج.

وتعتمد عملية الاستزراع المائي على ركيزتين أساسيتين هما المياه والأرض:

- المياه: تعتبر المياه من المقومات الأساسية في عملية الاستزراع السمكي على أن تتوفر فيها الشروط التالية:
  - متوفرة بشكل دائم ودون انقطاع.
  - خالية من الملوثات.
  - خالية من مسببات الأمراض.
  - قلة التكاليف.

- الموقع: يجب اختيار الموقع المناسب للمزرعة مع مراعاة المواصفات والشروط التي تؤدي إلى نجاح المشروع وتقليل التكاليف اللازمة لمعالجة الأخطاء التي قد تتبين مستقبلا وعند اختيار موقع المزرعة يراعي الآتي:
  - أن تكون قريبة من مصدر المياه.
  - أن تكون بعيدة عن المخلفات الزراعية والآدمية.
  - أن يكون الوصول إليها سهلا.

طرق الاستزراع السمكي:

- الاستزراع فى النظم المفتوحة Open System Aquaculture

نعنى بهذا مجموعة أنماط الاستزراع السمكي التقليدية وأكثرها انتشارا والتى يتم ممارستها عادة فى أحواض ترابية فى نظم زراعة ومستويات تكثيف مختلفة حيث يتباين مستوى المدخلات من غذاء تكميلي إلى أغذية صناعية متكاملة ومتزنة، وبالتبعية سوف تتباين إنتاجية هذه النظم تبعا لنوعية وكمية المدخلات الرئيسية من زريعة وأغذية وكذا تقنيات الإدارة من تغيير للمياه أو تهوية وهكذا. ولقد اتفق على تسمية هذه الأنماط تبعا لمستويات تكثيفها إلى النظم المتسعة (الانتشارية) Extensive أو نصف المكثفة Semi-intensive ثم المكثفة Intensive وفيما يلى سنتناول هذه الأنماط باختصار.

- الاستزراع المكثف: يمكن تعريف الاستزراع المكثف على أنه تربية الأسماك بأعداد كبيرة في مساحة صغيرة وهو ما يتطلب تغيير المياه باستمرار لضمان جودتها

بالإضافة إلى التهوية المناسبة وذلك لعلاج مشكلة نقص الأكسجين الذائب في الماء نتيجة وجود الأعداد الكبيرة من الأسماك.

- مميزات الاستزراع المكثف:
  - يحتاج إلى مسطح مائي محدود.
  - سهولة التحكم في المزرعة وإدارتها.
  - زيادة الإنتاج.
  - سهولة التخلص من النباتات والحشائش غير المرغوب فيها.
- عيوب الاستزراع المكثف:
  - زيادة الأيدي العاملة المطلوبة لتشغيل المزرعة وإدارتها.
  - ارتفاع تكاليف.
  - سهولة انتشار الأمراض وخاصة الأمراض الطفيلية نتيجة للكثافة العالية.
  - في حالة حدوث حالات طارئة في المزرعة مثل نقص الأكسجين أو وجود مبيدات حشرية في الماء فان ذلك يؤدي إلى حدوث حالات نفوق الأسماك .

ولابد أن يكون المربي أو المسئول عن المزرعة ملما بكافة الأمور الفنية والإدارية وخاصة ما يتعلق بمتابعة خواص الماء وتأثيرها على الأسماك والتركيز على الأكسجين الذائب في الماء وتأثير نقصه على نمو وحياة الأسماك. لذلك يراعي قياس نسبة الأكسجين بانتظام في الصباح الباكر حيث أنه يكون عند أقل مستوي له ويتضح ذلك من خلال وجود الأسماك في أعلى السطح مع فتح وغلق فمها وغطاءها الخيشومي باستمرار وهو ما يدل على نقص كمية الأكسجين في الحوض وبالتالي فانه لابد من توفير الأكسجين إما عن طريق مضخات للهواء أو صرف جزء من مياه الحوض وتعويضها بمياه جديدة ولهذا الغرض فانه لابد من تزويد المزرعة المكثفة بماكينات تهوية ومولدات كهربائية احتياطية مع توفير الأجهزة الضرورية لقياس تركيز الأكسجين والـ PH والملوحة.

- الاستزراع الانتشاري: يعتمد استخدام نظام الاستزراع السمكي الموسع على توافر مسطحات مائية كبيرة تربي فيها أعداد من الأسماك بكثافة مناسبة ويعتمد توفير المخزون في هذه المزارع على التفريخ الطبيعي للأسماك.
  - مميزات الاستزراع الانتشاري:
    - عدم حدوث تغير ملحوظ في خواص المياه.

- عدم الحاجة للعمالة المكثفة.
- عدم الحاجة لتقسيم المزرعة إلى أحواض.
- انخفاض نسبة إصابة الأسماك بالأمراض.

▪ عيوب الاستزراع الانتشاري:

- صعوبة التحكم في النباتات المائية الموجودة بالمزرعة أو التخلص منها.
- قلة الإنتاج.
- صعوبة الحصاد حيث يصعب أو يستحيل تجفيف المزرعة .
- الحصول على أحجام متفاوتة من الأسماك.

○ الاستزراع شبه المكثف: نظام الاستزراع شبة المكثف هو نظام يقع بين الاستزراع الانتشاري والاستزراع المكثف أي أن كمية المياه المتاحة للاستزراع تكون أقل من تلك المتاحة للاستزراع الموسع وأكثر من المتاحة للاستزراع المكثف كما أن كثافة الأسماك تكون أعلي منها في النظام الانتشاري أقل منها في النظام المكثف.

وفى هذه النظم الثلاث يتم تقسم المزرعة السمكية إلى عدد من الأحواض المستهدفة ويكون لكل حوض منها وظيفة معينة وتتوقف مساحة هذه الأحواض على كمية الإنتاج المستهدفة.

- نظم استزراع متطورة ومنها:

○ نظام إعادة استخدام المياه Water Reuse System

وفي هذا النوع يتم إعادة استخدام المياه نفسها دون تدويرها حيث تمر المياه في أحواض تربية الأسماك حوض بعد الآخر إلى أن تصل إلى درجة من التلوث ينبغي عندها التخلص منها كما يحدث في نظام القنوات المائية المتدفقة والمصممة على التوالي ويتميز هذا النظام بإمكانية استغلال جغرافية المكان عن طريق إمداد هذه القنوات بالمياه بالسريان الطبيعي بالجاذبية الأرضية والصرف بنفس الأسلوب. كما يمكن تزويد المياه بالأكسجين بين كل قناة والتي تليها عن طريق خلط المياه بالهواء الجوي عن طريق الهدارات وخلافه. ويعتمد على هذا النظام على التغذية الصناعية.

القنوات المائية المتدفقة هي عبارة عن قنوات ذات أبعاد معلومة يتم فيها جريان الماء بصفة مستمرة وبسرعات يتم تحديدها طبقا لما يلي:

▪ نوع الأسماك المطلوب تربيته والاحتياجات البيئية للنوع.
▪ درجة الحرارة السائدة.

- محتوى الماء من الأكسجين الذائب.
- كمية الإنتاج السمكي المستهدف.

عادة ما تكون مدة بقاء الماء داخل هذه القنوات قصيرة جداً " عادة بضع دقائق " بدلا من الساعات أو الأيام كما في النظام المفتوح. أي أن تغيير الماء داخل القناة الواحدة يتم عدة مرات في الساعة ومستوى عمق الماء بسيط من ١ إلى ١,٢ متروهذا يسمح برؤية الأسماك بداخلها وبالتالي سهولة ملاحظتها والتعرف على مشاكل التغذية والأمراض والتدخل لعلاجها في الحال. من مميزات هذا النظام أيضاً إذا ما قورن بنظام إنتاج الأسماك في الأحواض سهولة تغذية وحصاد الأسماك وأنه أسهل في الإدارة من حيث التحكم في بيئة الأسماك حيث يعمل الماء المتدفق على إزاحة بقايا الغذاء وكذا مخرجات الأسماك من القنوات بصفة مستمرة.

- نظام إعادة تدوير المياه Water Recycle System

وفي هذا النظام يتم استخدام قدر كبير من التقنيات الخاصة بإعادة تزويد المياه بالأكسجين وتخليصها من مخلفات الأسماك وكذلك التخلص من أحد مخرجات الأسماك والسامة لها وهي الأمونيا عن طريق استخدام المرشحات الحيوية. يتميز هذا النظام بالندرة الشديدة بالنسبة لاستهلاك المياه حيث يتم استخدام نفس المياه في دائرة مغلقة ويعتمد هذا النظام على التغذية الصناعية الكاملة بعلائق عالية الاتزان.

- وفيما يلي أهم المزايا التي يتمتع بها هذا النظام.

- الاقتصاد فى كميات المياه المستخدمة لأن الفقد الحاصل لا يتجاوز١-٢٪ يومياً.
- يسمح هذا النظام بالسيطرة على العوامل البيئية وخصوصاً درجة الحرارة التي تعتبر من أهم هذه العوامل علاوة على توفيره للطاقة المستخدمة فى تدفئة المياه حال استخدامها.
- سهولة مكافحة الأمراض والطفيليات.
- سهولة السيطرة والتحكم لإنتاج الأسماك التسويقية سواء بالنسبة للحجم أو المدة اللازمة.
- انتظام الإنتاج فى الحجم والطعم والمظهر وسهولة تصنيعه.
- سهولة استزراع الاسماك وسهولة حصادها.

وعلى الجانب الآخر، هناك مشكلتان أساسيتان للنظام المغلق تعترضان ممارسته وتحدان من انتشاره فى الوقت الحاضر. الأولى هي ارتفاع كلفته الإنشائية وكلفه تشغيله، أما المشكلة الثانية فهي تتلخص فى حاجته إلى كوادر بشرية متخصصة وكذا إدارة متميزة وإلا ازدادت مخاطرة. يرجع سبب ارتفاع التكلفة الإنشائية إلى أجهزة الترشيح وغرف الاستزراع والآلات الملحقة الأخرى. كما أن تكلفة التشغيل للنظام المغلق عادة ما تكون مرتفعة نتيجة لتشغيل المضخات وكذا لارتفاع تكلفة الغذاء المصنع. أما من حيث الإدارة الجيدة فإن الخبرة المتوفرة حاليا عن هذا النوع من الاستزراع تكاد تكون محصورة فى نطاق ضيق. فالمعلومات غير الكافية الناجمة عن قلة الأبحاث وقلة تطبيق المعلومات المتوفرة كلها أمور تحد من التوسع فى النظام المغلق. تتم تربية الأسماك في هذه النظم عن طريق إعادة تدوير المياه داخل النظام حيث يتم استخدام الأكسجين الذائب في المياه حيث تتنفسه الأسماك وتحميل المياه بمخلفات الأسماك وبقايا العليقة التي لم تستهلكها الأسماك، ثم تمر المياه على مجموعة من المرشحات الميكانيكية والحيوية وذلك للتخلص من الفضلات بمختلف أنواعها، بعدها يتم تزويد المياه بالأكسجين قبل إعادتها إلى أحواض التربية مرة أخرى.