ميكنة مزارع الانتاج الحيواني

المحاضرة السادسة

ميكنة بعض عمليات الاستزراع السمكي

د. رضا حسانين امام حسانين

أهم محاور المحاضرة

1. مقدمة عن المزارع السمكية واهميتها ونظم التربية
2. دور الميكنة فى نظم زراعة الأسماك (مثال :الأحواض الترابية ، وتصميمها والامداد بالمياة)
2. كيفية إجراء التهوية وإضافة الأكسجين للأحواض السمكية
3. ميكنة نظم التغذية

ما هو الإستزراع السمكي؟: Fish -Culture

- هو إحدى طرق الزراعة في الماء بتربية الأسماك بأنواعها المختلفة سواء أسماك المياه المالحة أو العذبة والتي تستخدم كغذاء للإنسان تحت ظروف محكمة وتحت سيطرة الإنسان، وفي مساحات معينة سواء أحواض تربية أو أقفاص، بقصد تطوير الإنتاج وتثبيت ملكية المزارع للمنتجات ، أى اكثارها وتربيتها تحت ظروف زراعية اصطناعية حتى وصولها الى حجم التسويق بهدف استغلالها كغذاء فى الغالبية العظمى من الحالات.
- او هو"تربية الأحياء المائية في مناطق و مساحات محددة تحت الإدارة و التحكم المباشر للإنسان ذلك بهدف تحقيق احتياجاته الحياتية المختلفة".

أهمية الاستزراع السمكي

- برزت أهمية الاستزراع السمكي كإحدى الركائز التي يمكن الاعتماد عليها لسد العجز بين العرض والطلب من مخزون الأسماك الطبيعية , وبالرغم من انه (الاستزراع السمكي) قد عرف منذ العهود القديمة إلا انه لم يأخذ موقعة بصورته الحالية وأساليبه الحديثة إلا في السنوات القليلة الماضية , ويقدر الإنتاج السمكي العالمي بحوالي (110 مليون طن/سنوياً) يسهم فيها الاستزراع وتربية الأحياء المائية بحوالي (21 مليون طن / سنوياً) أي بنسبة تقدر بـ 20% من الناتج العالمي للأسماك في العام .

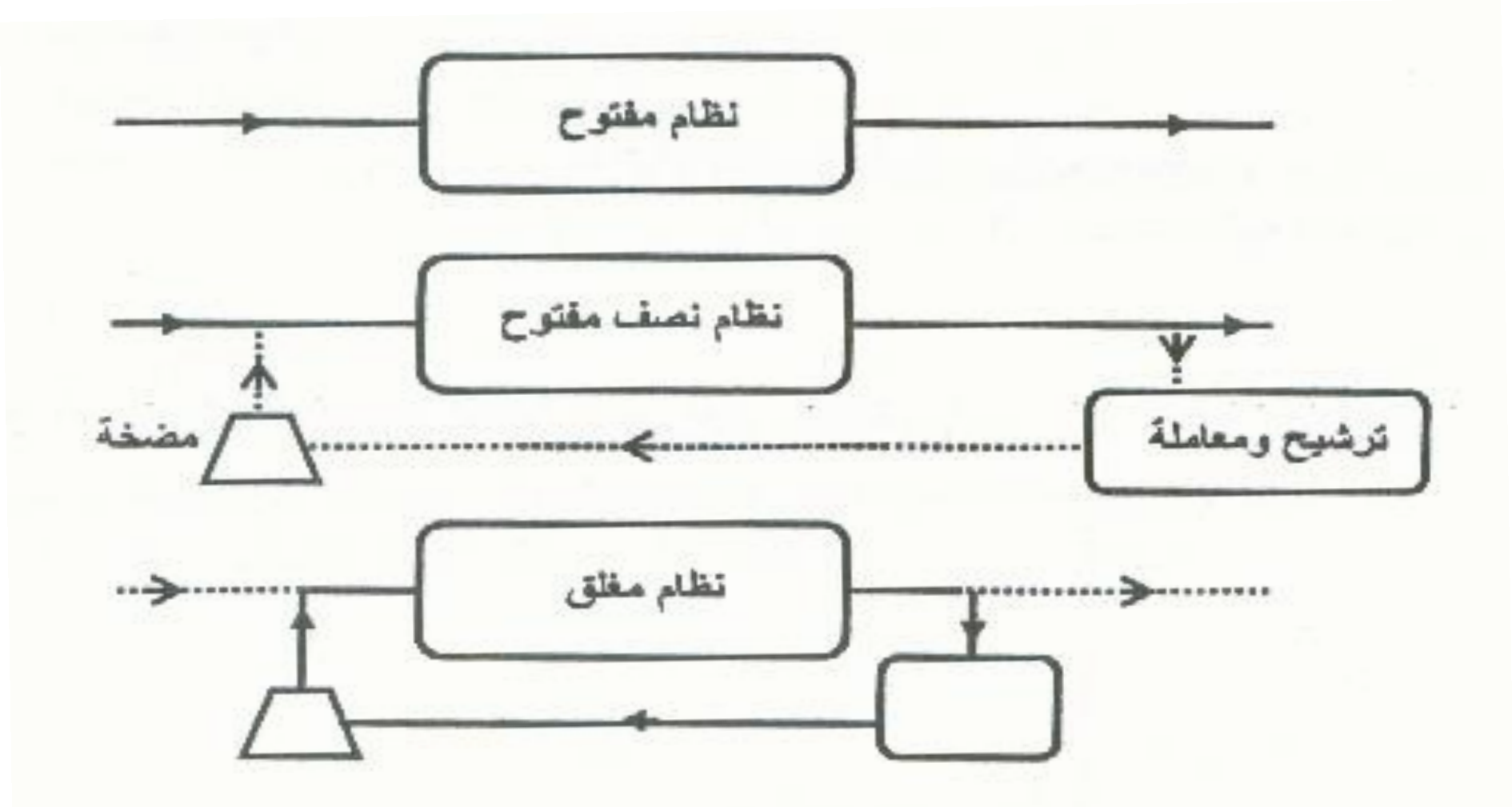
أهداف الإستزراع السمكي:

1) تطوير طعام غذائي غني لاستهلاك الجنس البشري.
2) تحقيق إصلاح التربة وإخصابها، حيث يمكن الإستفادة منها فى الأراضي غير القابلة للزراعة في تربية الأسماك بإقامة مشاريع اسماك، وكذلك الإستفادة من بعض المخلفات غير الصالحة لتغذية السكان في تغذية الأسماك وإنتاج لحومها.
3) التحكم في نمو الأسماك وتكاثرها من حيث الكم والنوع.
4) السيطرة على الأعشاب المائية والحشرات المضرة للإنسان أو للمحصول . و إزالة الأملاح وإعادة استصلاح التربة.
5) تعتبر الأسماك ذات مردود اقتصادي جيد.
6) تربية الأسماك تساهم في تشغيل العمل وتؤمن الأستقرار الأجتماعي.
7) تحقيق مبدأ المقاومة البيولوجية للأمراض.

Main types of الأنماط الرئيسية للزراعة السمكية fish farming

حسب نوعية المياه المستخدمة فى الزراعة	زراعة أسماك المياه العذبة Freshwater fish culture
	زراعة أسماك المياه المالحة (الأسماك البحرية) Maine water fish culture
	زراعة أسماك المياه الشروب او الملوث Brakishwater
حسب طبيعة استخدام المياه (شكل 1)	نظم مفتوحة Open systems (يمر الماء فيها مرة واحدة على وحدات التربية ومنها الى المصارف المائية للتخلص من الماء المستعمل)
	نظم مغلقة Closed systems (يتم فيها اعادة استخدام الماء مرة أخرى الى وحدات التربية بعد معالجتها)
حسب نوع الكائن المستخدم	زراعة الاسماك ذات الزعانف Finfish culture
	زراعة القشريات Crustacean culture
	زراعة الرخويات Molluscs culture

نظم التربية حسب طبيعة استخدام المياه



اهم العناصرالتى قد تستخدم فى تقسيم نظم الزراعة السمكية هي :

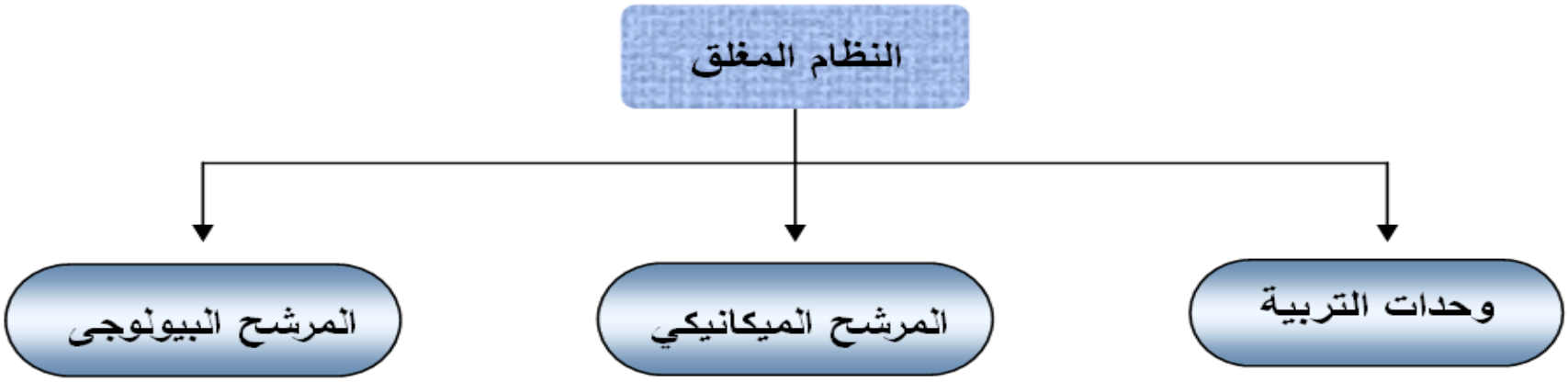
المصطلح الإنجليزي	طبيعة العنصر ومحتواه	العنصر
Freshwater	ماء عذب (أقل من ٠,٥ جزء في الألف ‰)	درجة ملوحة المياه
Brakishwater	ماء شروب (من ٠,٥ إلى ٣٤ ‰)	
Seawater	ماء مالح (بحري – ٣٤ ‰ أو أكثر)	
Running water (*Lotic*)	ماء جاري	طبيعة التيار المائي
Standing water with flushing	ماء ساكن يغير دوريا	
Standing water (*Lentic*)	ماء ساكن	
Indoor	داخل وحدات مبنية	الموقع
Outdoor-natural	وحدات خارجية طبيعية	
Outdoor-artificial	وحدات خارجية صناعية	
Earthen ponds	أحواض أرضية (ترابية)	طبيعة وحدات التربية
Tanks	أحواض صناعية	
Raceways	أحواض سباق	
Freshwater fish	أسماك مياه عذبة	تحمل الملوحة
Stenohaline	أسماك تعيش في مدى ضيق من الملوحة	
Euryhaline	أسماك تتحمل مدى واسع من الملوحة	
Carnivorous	أسماك مفترسة	الطبيعة الغذائية
Herbivorous	أسماك آكلة للنباتات	
Omnivorous	أسماك قارته	
Complete	توفر فيها تغذيه كاملة	طبيعة عمليات التغذية
Supplemental	تزود فيها الأسماك بـ	
Natural	تعتمد على الأغذية الطبيعية Natural foods	
Cold water fish	أسماك مياه باردة (تفضل درجة ١٥ م° أو أقل)	الطبيعة الحرارية
Warn water fish	أسماك مياه دافئة (تفضل درجة ٢٠ م° أو أكثر)	
Eurythermal	أسماك تتحمل تغيرات واسعة في درجات الحرارة	
Stenothermal	أسماك لا تتحمل تغيرات واسعة في درجات الحرارة	
Open system	نظم مفتوحة (يستخدم فيها الماء مرة واحدة)	طبيعة التعامل مع المخلفات
Semi-closed (Partial circulation)	نظم نصف مغلقه (يعاد استخدام بعض الماء)	
Closed systems (full recirculation)	نظم مغلقه (يعاد استخدام معظم الماء)	
Intensive	مكثف	طبيعة الاستزراع
Semi-intensive	نصف مكثف	
Extensive	غير مكثف (واسع – انتشاري)	
Monoculture	زراعة وحيدة النوع	طبيعة استغلال الأنواع
Polyculture	زراعة متعددة الأنواع (مركبه)	
Janitorial polyculture	زراعة الأنواع الحارسة	
Stand alone	زراعة مستقلة	مستوى التكامل
Integrated fish culture	زراعة متكاملة	
Food fish	زراعة لإنتاج الغذاء	الهدف الإنتاجي
Ornamental fish	زراعة لإنتاج أسماك الزينة	
Sport or Recreational tourism	زراعة الرياضة أو السياحة الترويحية	

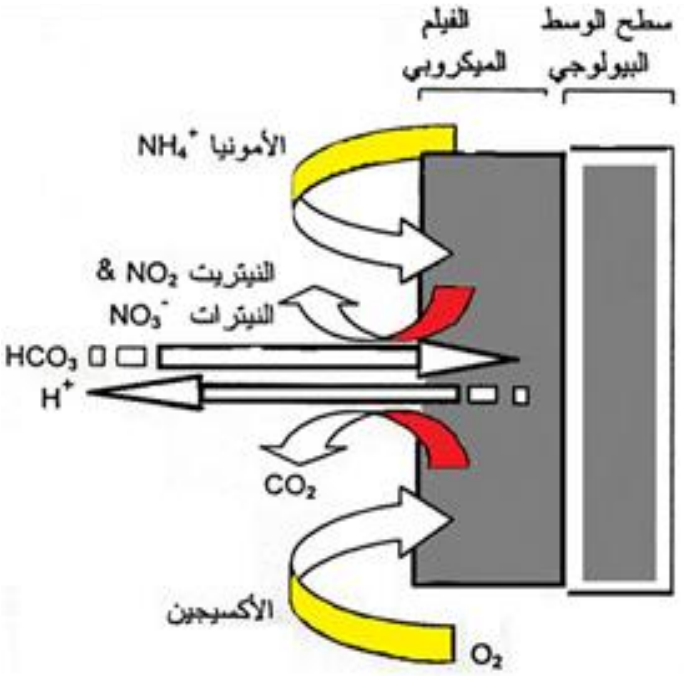
المصدر: معدل عن Costa-Pierce (1996).

الفروق الأساسية بين النظم المكثفة وغير المكثفة للاسماك

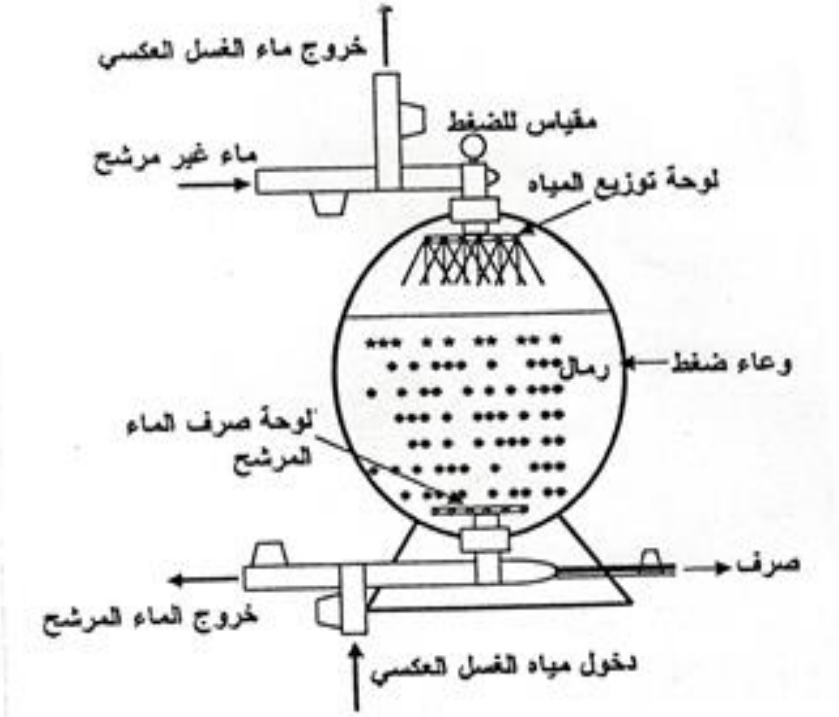
وجه المقارنة	الإستزراع الموسع	الإستزراع شبه المكثف	الإستزراع المكثف	الإستزراع فائق التكثيف
مساحة الحوض	20 فدان	5 فدان	1 فدان	200-300م
شكل الحوض	غير منتظم	مستطيل	دائري ومربع	دائري
الكثافة	قليلة	أعلى قليلاً	عالية	فائقة
التسميد	يوجد	يوجد	لا يوجد	لا يوجد
التهوية	لاتوجد	لاتوجد	يوجد	يوجد
تغير المياه / اليوم	لا يحدث	قليلا	تغير مستمر100-200%	150-300 %
التحكم فى الحرارة	لا يوجد تحكم فيها	لا يوجد تحكم فيها	يوجد	يوجد
نوع الغذاء	طبيعي	غذاء متكامل	متزن كامل	متزن كامل
عدد السمك /م	0.5/2م	3-7 /2م	50-60 /2م	100-150/2م

- يقسم الإستزراع **عالي التكثيف** إلي النظام المائي المفتوح open water system والنظام المائي المغلق (الدوار) water recirculating closed system
- **1- النظام المائي المفتوح**: open water system
- وهى عبارة عن عملية إمرار الماء المستخدم داخل وحدة التربية مرة واحدة قبل صرفه إلى خارج المزرعة.ولذلك فيحتاج إلى توافر كمية كبيرة من المياه عالية الجودة، وتتميز برخص التكاليف الإنشائية وقلة المخاطر التي تتعرض لها.
- 2- **النظام المائي المغلق**: water recirculating closed system
- وفيه تتحول المزرعة إلى نظام مغلق يمتاز بارتفاع الإنتاجية من الأسماك بالنسبة لوحدة الماء والمساحة، وهو نظام يعتمد فيه على الميكنة.إي يزداد عنصر المخاطرة فيه، يتميز بزيادة السعة التحميلية فيه، وبخفض تكاليف العمالة اللازمة لحصاد الأسماك أو القشريات.





والمرشحات البيلوجية



المرشحات الرملية

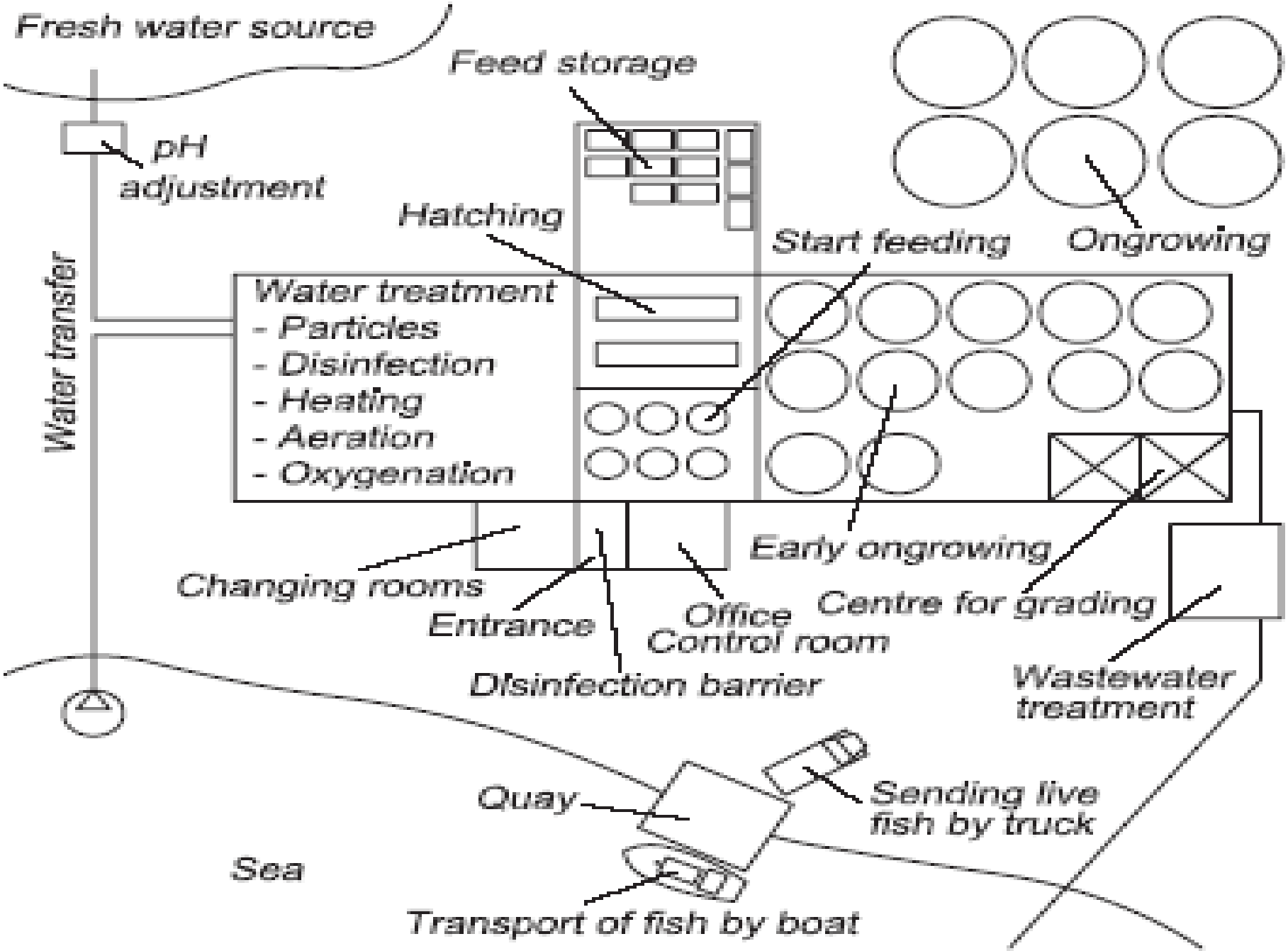
شروط اقامة مزرعة سمكية

1. مصدر متوفر من المياه على مدار موسم التربية سواء عذبه او بحرية
2. تربة مناسبة لاحتفاظها بالمياه.
3. توافر مصادر الطاقة الازمة للمزرعة.
4. سهولة الحصول على الزريعة من مصادرها الطبيعية او المفرخات .
5. بعيدة عن مصادر التلوث سواء صناعى اوزراعى او حضرى.
6. سهولة الوصول اليها ونقل الانتاج او الخدمات اليها .
7. توافر العمالة الفنية المدربة .
8. توافر الخدمات والاعلاف والتى يمكن الاحتياج اليها

هندسة الاستزراع السمكى

- **هندسة الاستزراع السمكى** تغطى جانبا كبيرا من المعرفة وتحتوى على تخصصات هندسية عامة مثل الهندسة الميكانيكية والهندسة البيئية وتكنولوجيا المواد وأجهزة القياس والمراقبة وتصميم المبانى والانشاءات لذا فإن الهدف من هندسة المزارع السمكية هو استخدام المعرفة وأساسيات التقنيات الهندسية فى المزارع السمكية ونظم الانتاج البيولوجى. لذلك نجد أن التقنية لنظم الاستزراع السمكى داخل المزرعة تشتمل على كل من :

1. الوحدات الانتاجية
2. نقل الماء ومعالجته
3. المعدات الإضافية (التغذية – النقل – معدات المراقبة والتحكم – معالجة الأمراض)


Fresh water source
Feed storage
pH
adjustment
Hatching
Start feeding
Ongrowing
Water transfer
Water treatment
- Particles
- Disinfection
- Heating
- Aeration
- Oxygenation
Changing rooms
Entrance
Office
Control room
Early ongrowing
Centre for grading
Disinfection barrier
Wastewater
treatment
Quay
Sending live
fish by truck
Sea
Transport of fish by boat

تلعب الميكنة دورا حيويا وفعالا داخل المزارع السمكية بشتى نظم الاستزراع :وضح ذلك؟

- التخطيط لإنشاء المزرعة وفقا لنظم زراعة الأسماك
- نقل الماء الى داخل وخارج المزرعة
- التحكم فى جودة المياه وكذلك معالجة المياه
- التحكم فى درجة pH
- فلترة المياه (التخلص من الجزيئات او الهائمات)
- المكافحة المرضية
- التسخين والتبريد
- التهوية وإضافة الأكسجين
- التخلص من الأمونيا
- اعادة تدوير واستخدام المياه

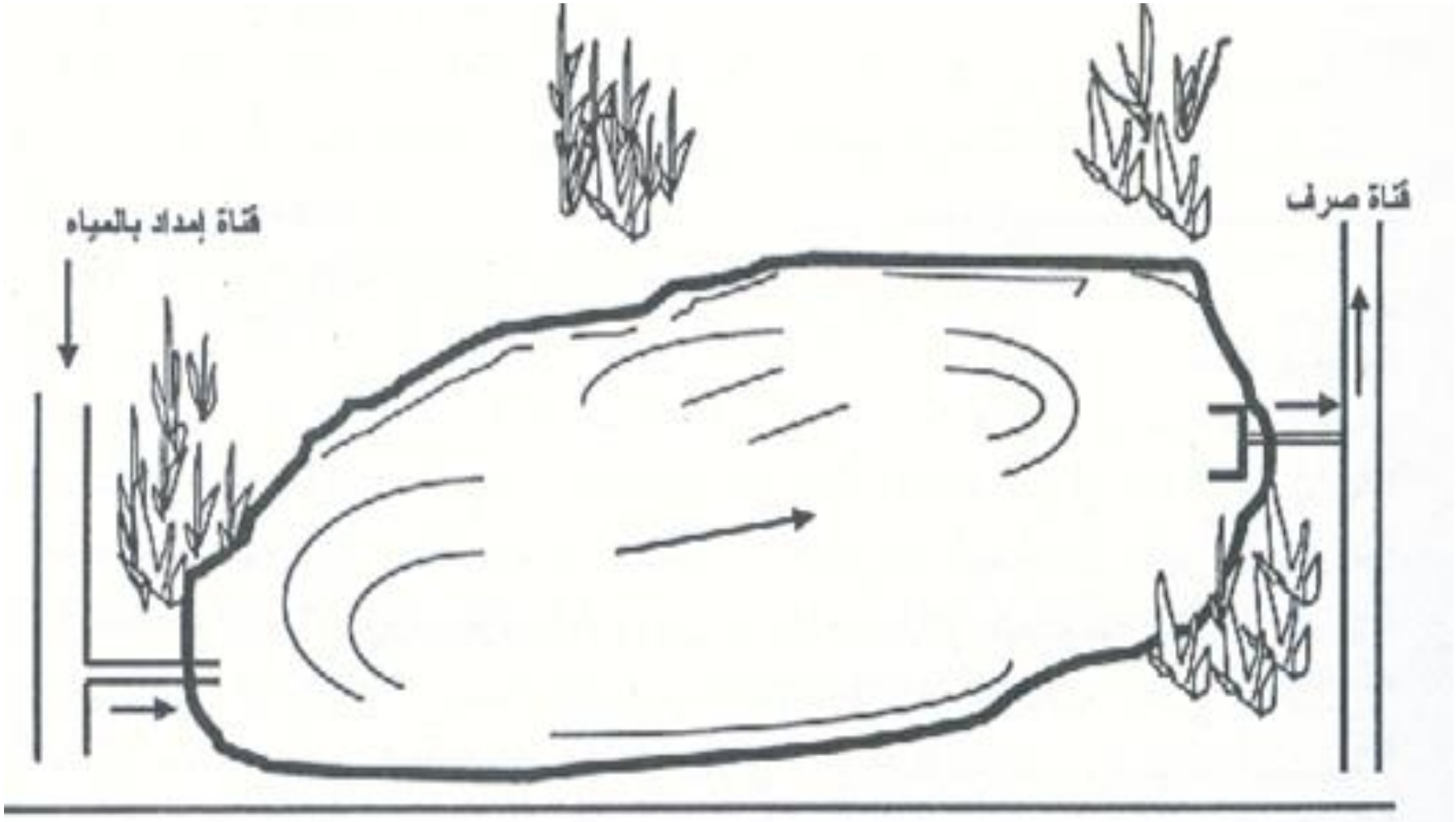
- الوحدات الانتاجية
- تخزين البيض والتفريخ ومعدات الصيد
- الأحواض والأقفاص ووحدات الانتاج المغلق
- الأحواض الترابية
- نظم التغذية
- النقل الداخلى والتدريج الحجمى
- نقل الأسماك الحية
- النقل البحرى
- أدوات وأجهزة المراقبة البيئة الحيوية للأسماك
- الأبنية وأسقف التغطية
- تصميم وإنشاء مرفقات المزارع السمكية

زراعة الأسماك حسب طبيعة وحدة التربية :

- الأحواض الترابية
- الأحواض الاصطناعية
- السياجات البحرية والشبكية
- زراعة الأسماك فى الأقفاص
- الزراعة داخل النظم المغلقة

زراعة الاسماك فى الاحواض الترابية Fish culture in earthen ponds

- تعتبر زراعة الاسماك فى الاحواض الترابية هو الاسلوب **التقليدى للزراعة السمكية** وهو يعتمد فى الاساس على تكوين جسم مائى ضحل بطريقة صناعية (يترواح العمق عادة بين 75سم الى اقل من مترين) وهناك ثلاثة أنواع رئيسية لهذه الاحواض هى:
- أحواض الأودية Ravine ponds
- أحواض السدود Lave ponds
- أحواض الحفر Excavated ponds



نموذجا لحوض من أحواض الحفر

Excavated ponds

أهم الاعتبارات الرئيسية لإختيار الموقع المناسب للأحواض السمكية الترابية :

1. **الاعتبارات البيئية Ecological considerations** مثل الخصائص الطبوغرافية للموقع وطبيعة التربة ونوعية المياه والمعلومات الخاصة بالأرصاد الجوية

2. **الاعتبارات البيولوجية Biological considerations**

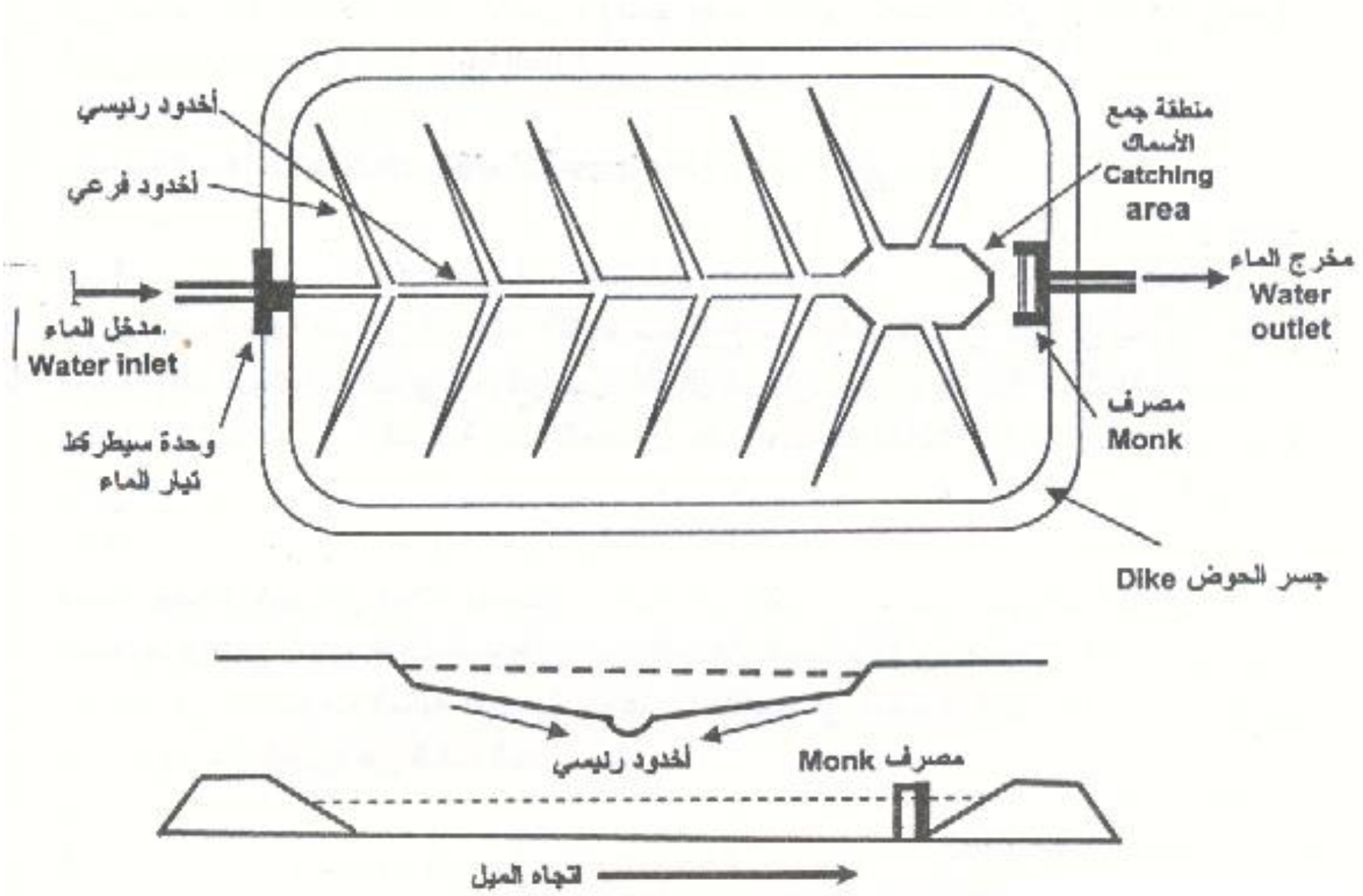
3. **الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية Economic and social considerations**

- طبيعة النظام الانتاجى Nature of production system
- التسويق Marketing
- النمط التسويقى Marketing-oriented approach
- النمط الانتاجى Production-oriented approach
- النمط البيئى Environmental-oriented approach
- النمط النوعى Species-oriented approach
- الأمن والاعتبارات البيئية والاجتماعية Security , environmental and social consecrations

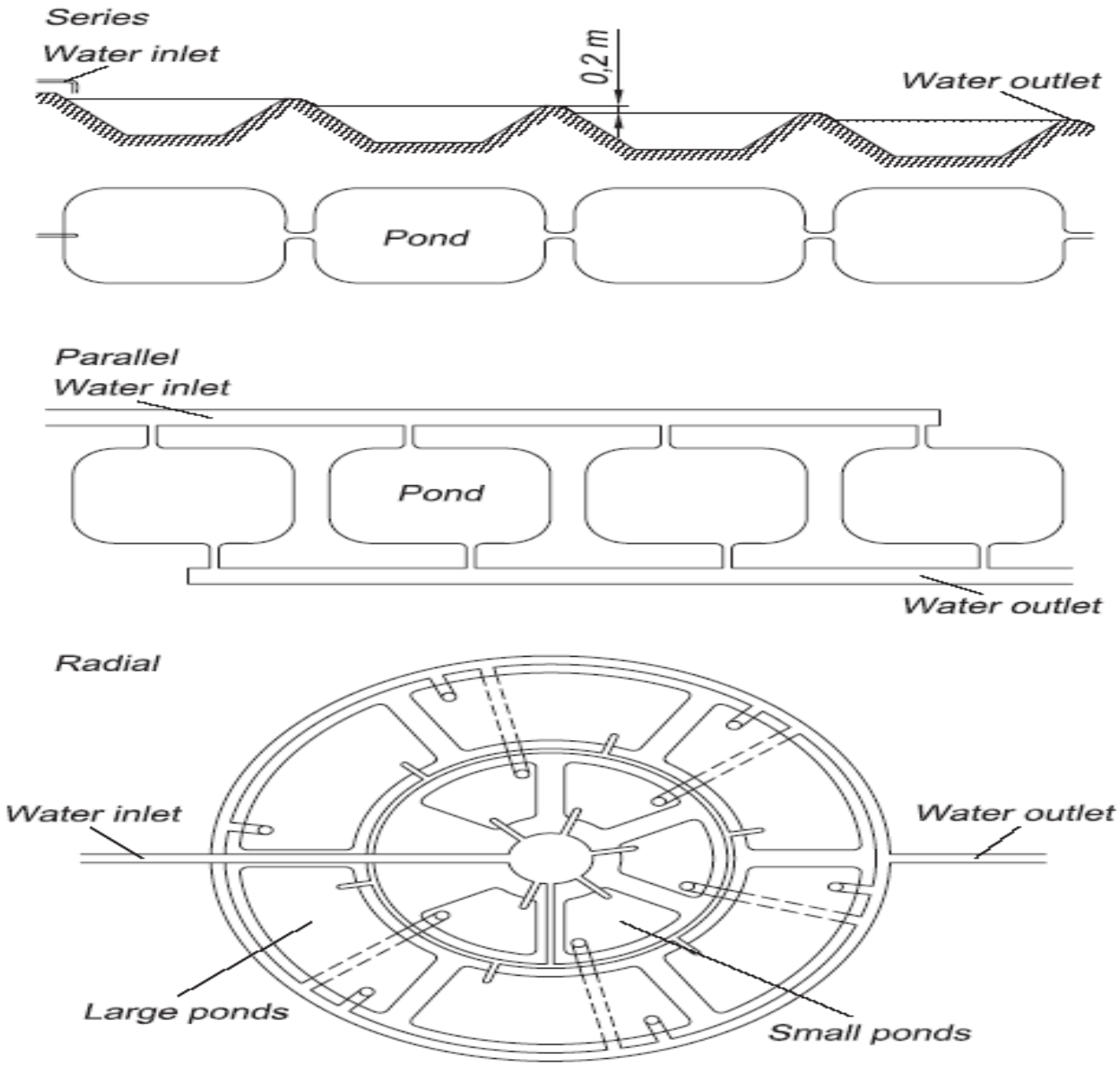
4. **الاعتبارات القانونية Legal considerations**

اشكال الأحواض الترابية ومكوناتها الأساسية:

- يعتبر الشكل ***المستطيل*** هو النموذج التقليدى الشائع للاحواض الترابية ، ويصمم عادة بحيث يحتوى على ميل خفيف فى القاع فى اتجاه الصرف وميل آخر من الجانبين فى اتجاه منتصف الحوض ليتكون فى وسط الحوض اخدودا ضحلا وينتهى بمنطقة تقل عن مستوى باقى الحوض ب 0.3 – 0.5 متر تعرف بمنطقة صيد الأسماكCatching area ووظيفتها تجميع الأسماك عند صرف الماء لتسهيل عملية الحصاد. وتفضل الأحواض ذات الشكل المستطيل لسهولة تنفيذ العمليات الزراعية بها مثل التغذية والحصاد ومع ذلك فإن التكلفة الإنشائية للاحواض المربعة اقل منها



رسم تخطيطى يوضح الشكل التقليدى للأحواض الترابية ومكوناتها الأساسية

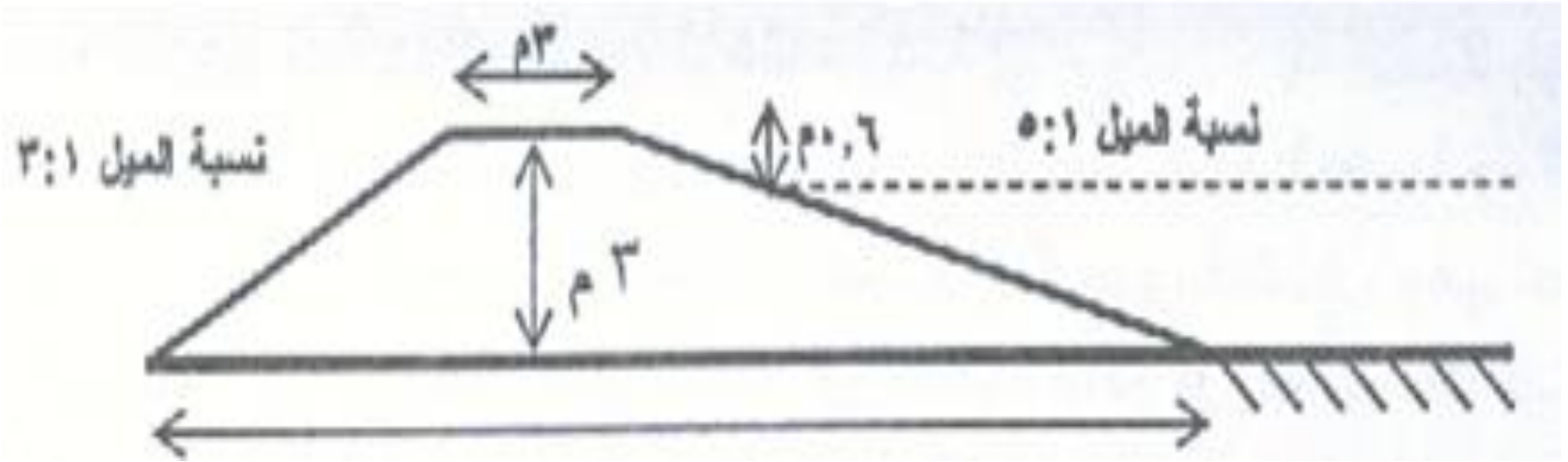


ترتيب الأحواض المستخدمة فى الاستزراع السمكى

تصميم الجسور

- تعتبر الجسور : هى أهم الأجزاء الأرضية التى يعتمد عليها لضمان سلامة الحوض لذا ترتكز قواعدها عند انشائها على التربة الصلبة وتبنى فى شكل طبقات سمك كل منها 15 سم وتدك جيدا بمساعدة المعدات الثقيلة ويدعم قلب الجسر بطبقة غير منفذة للمياه لتقليل معدل تسربها
- ويستخدم الميل 1: 3 من كلا الجانبين فى الأحواض الصغيرة والمتوسطة وتزداد درجة الميل فى الجانب المواجه للماء الى 1 : 4-5 فى الأحواض الكبيرة التى تبلغ مساحتها 4 هكتارات.

ويكون **عرض الجسر** عند القمة فى حدود 3-4 متر الذى يسمح بمرور معدات التغذية والحصاد



ارتفاع الجسر (متر)	أقل عرض للجسر عند القمة
أقل من ٣,٣	٢,٤
٣,٣ – ٤,٦	٣,٣
٤,٦ – ٦,٦	٣,٧
٦,٦ – ٧,٦	٤,٣

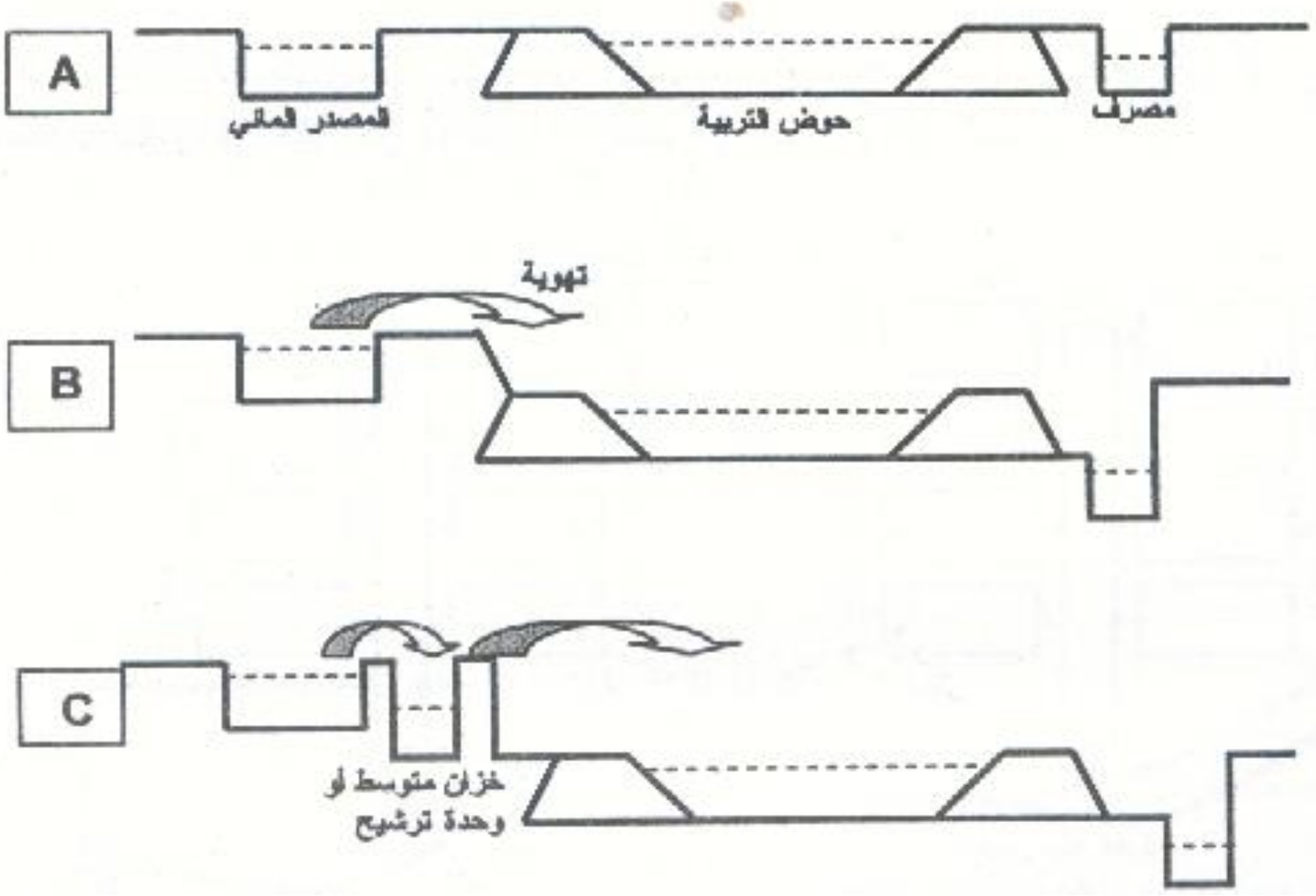
المصدر: McLamey (1987).

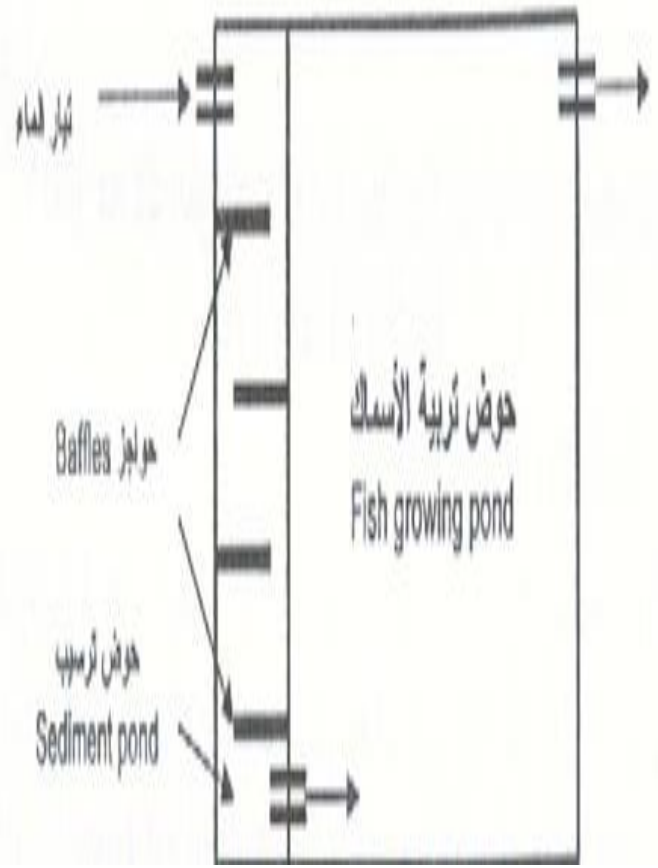
الأبعاد المختلفة لجسر من جسور أحواض تربية الأسماك

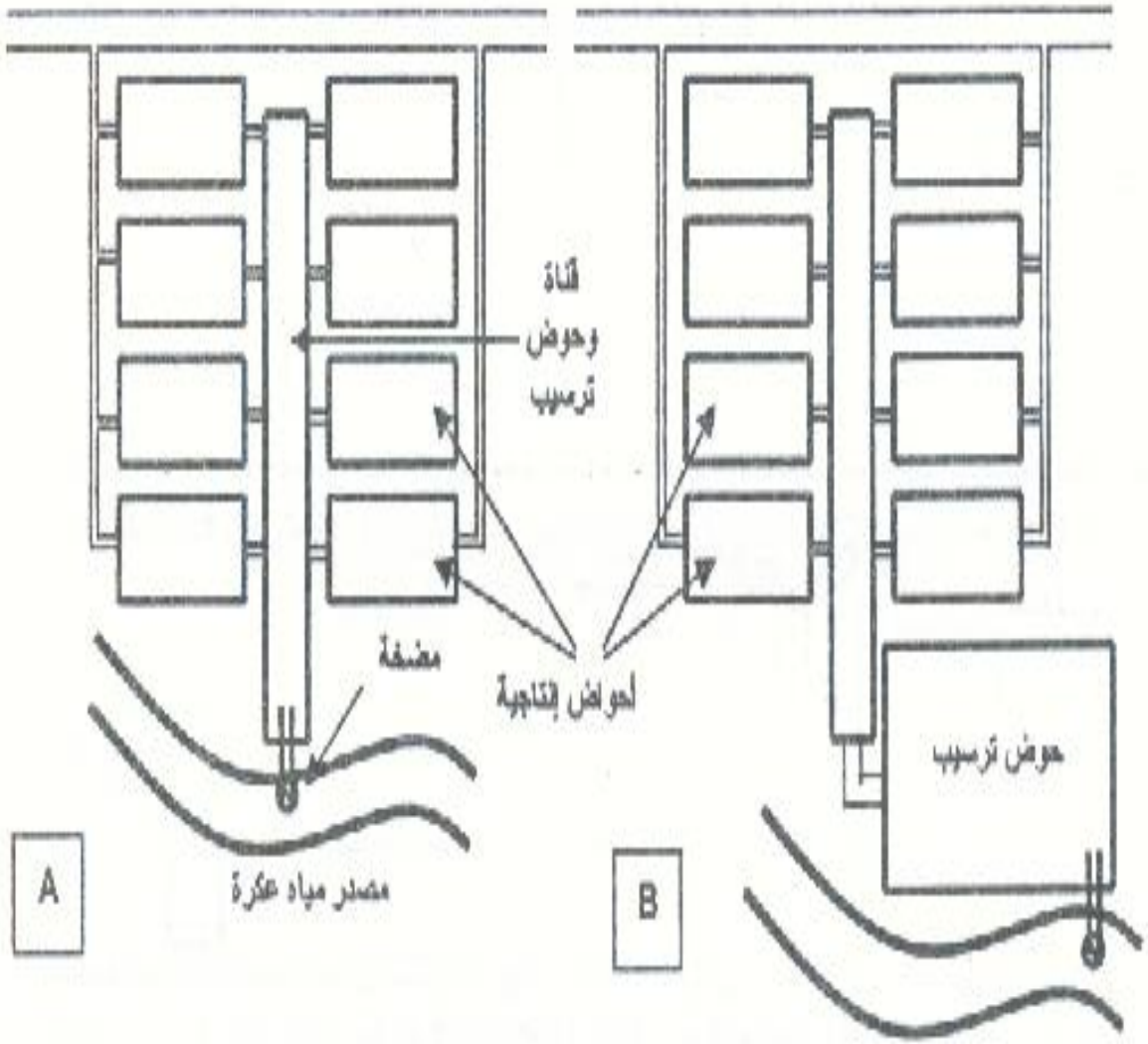
حجم وعمق الأحواض الأرضية:

- ينصح العاملون فى مجال المزارع السمكية باستخدام أحواض يترواح حجمها بين 4-8.1 هكتار بينما يفضل البعض الآخر أحجاما أصغر تترواح بين 0.4 – 2.0 هكتار، ومن الاعتبارات التى تدخل فى حجم الأحواض الأرضية النظام الانتاجى بما فى ذلك نوع الانتاج وطبيعة المياه المستخدمة وكمياتها المتاحة ورأس المال المستثمر والنظام التسويقى المتبع.
- **العمق** : يرتبط اختيار العمق المناسب للأحواض بالعديد من العوامل من أهمها درجة الحرارة ومدى تغيراتها اليومية ومتوسط التغيرات المتوقعة خلا ل موسم النمو ومعدل تغيير المياه المتاح والسرعة المطلوبة لذلك ، وطبيعة استخدام الحوض وسرعة او كثافة نمو الحشائش كما تؤثر طبوغرافية المكان وسرعة حركة الرياح فيه على العمق المناسب
- وفى دراسة عن تأثير العمق على انتاجية أسماك البلطى النيلى فى مصر وجد ان الاسماك المرباه فى أحواض يتراوح عمقها من 1-2 متر كانت اسرع نموا وأفضل فى كل من التحويل الغذائى ونسبة الاسماك التى تبقى على الحياه مقارنة بالمرباه فى أحواض اقل عمقا (0.5 متر).

كيفية تغذية أحواض تربية الأسماك بالمياه

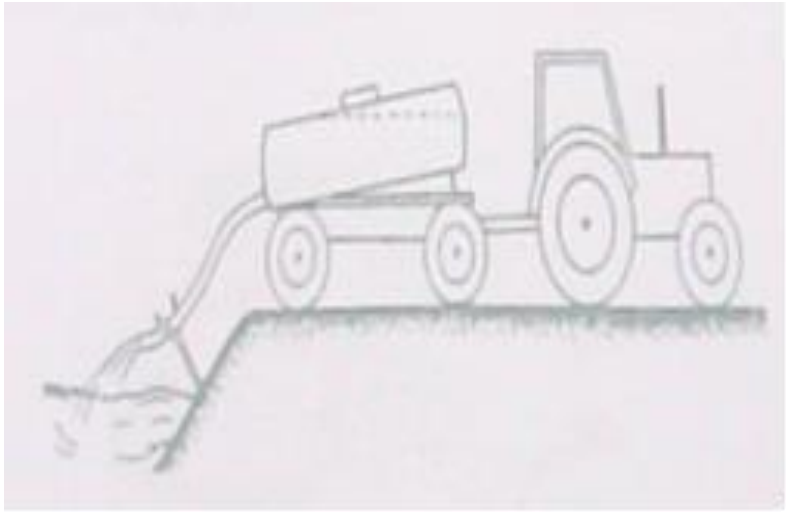


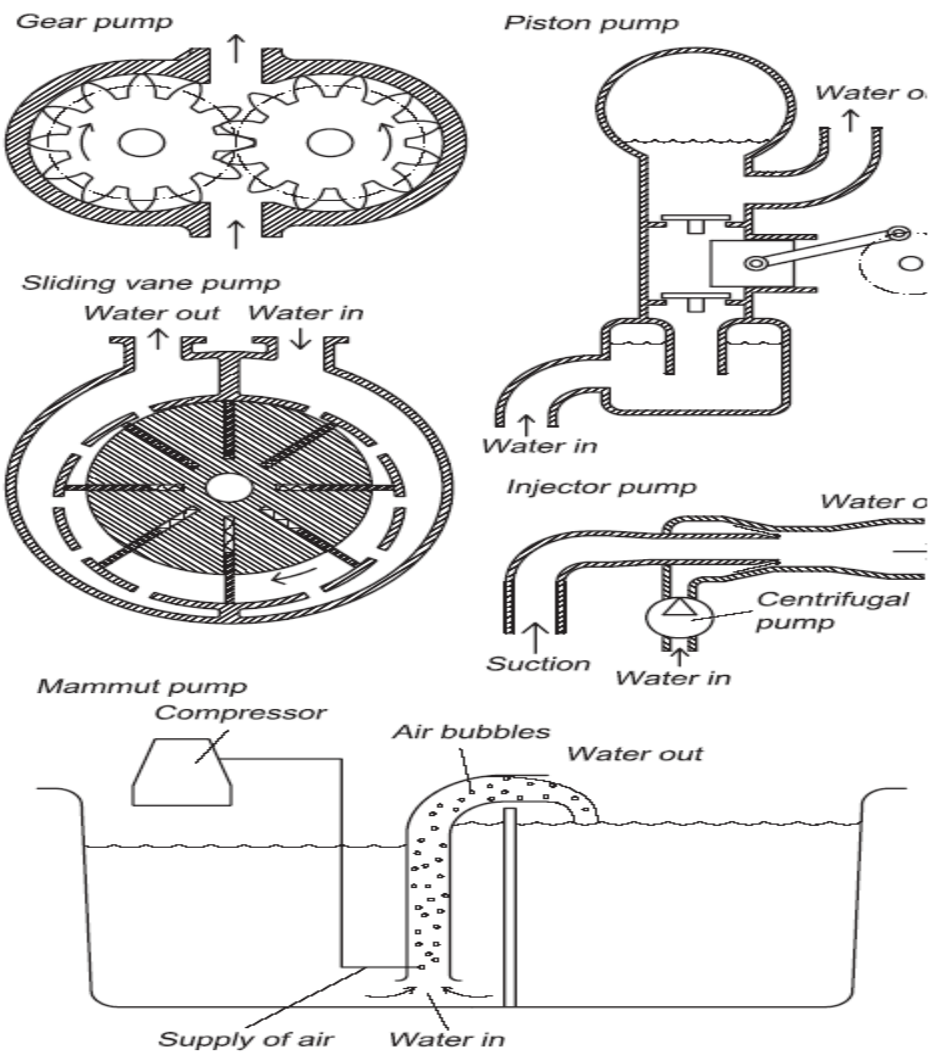




وحدات مرور إضافية للمياه (ترشيح – ترسيب)

وحدة لترسيب العوالق الصلبة





- وتستخدم المضخات فى رفع المياه وتوصيلها الى الأحواض السمكية كما يستخدم الجرار الزراعى فى توصيل المياه ونقلها الى الأحواض

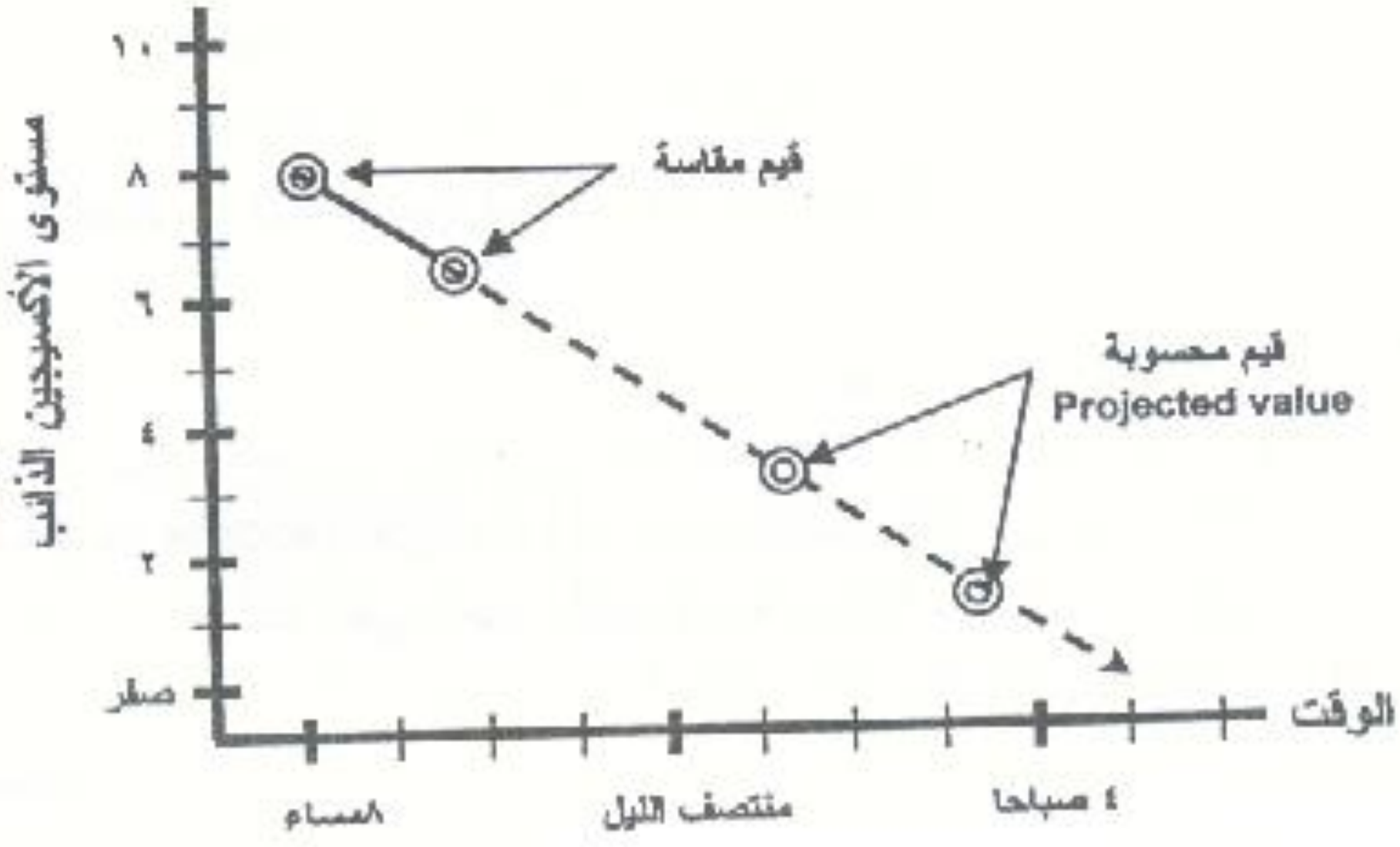
العمليات الزراعية فى أحواض تربية الأسماك لكي تنمو الطحالب القاعية

2. التهوية وإضافة الأكسجين Aeration and Oxygenation

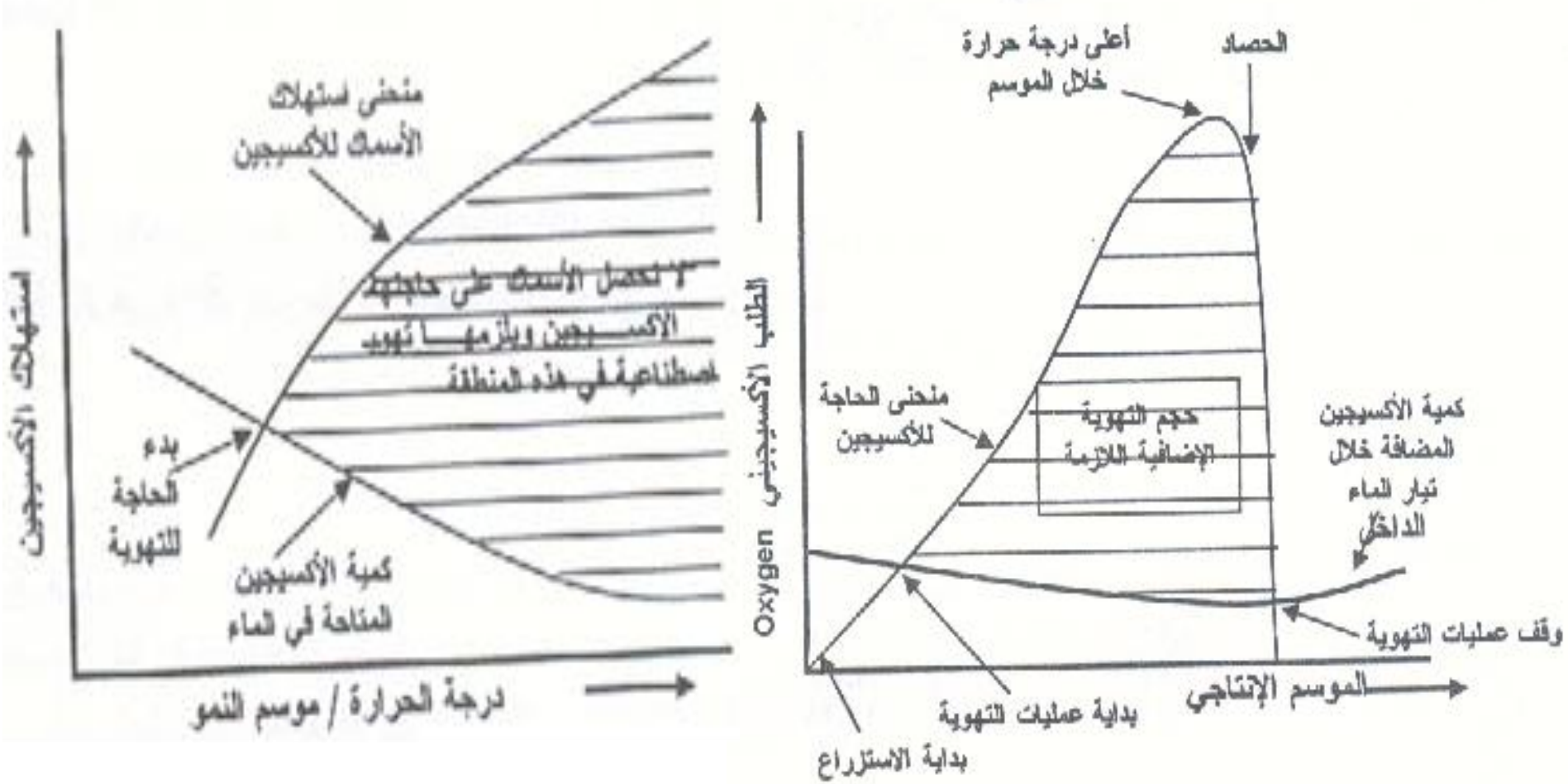
- إن الهدف من عملية التهوية بجانب إضافة الأكسيجين هو إزالة الغازات مثل النيتروجين (N_2) وثانى أكسيد الكربون (Co_2) من الماء لزيادة تركيز بعض الغازات مثل الأكسيجين (O_2) فى الماء ،
- ويتم إجراء عملية التهوية فى جميع نظم الانتاج السمكى ، كما أن عملية التهوية مهمة جدا خلال عملية النقل للأسماك الحية ويعتمد معدل التبادل الغازى على ظروف الإتزان (درجة التشبع الغازى) والانتقال الكتلى
- يتواجد محتوى **الأكسجين الذائب** فى الماء دائما فى حالة توازن ميكانيكة مع **الأكسجين الجوى** عن طريق التبادل من خلال سطح التلامس بين الماء الهواء عندما يكون الماء مشبعا بالأكسجين بنسبة 100%

- ، ولكن يحدث الخلل فى هذا التوازن بين **الأكسجين الذائب** فى الماء و**الأكسجين الجوى** أثناء اليوم خلال ساعات النهار والليل سواء بالنقص أو الزيادة نتيجة للتغيرات فى عوامل الأستهلاك والانتاج ، يصل هذا المدى من الخلل فى أحواض تربية الأسماك الى **7-8 ميللجرام /لتر**والذى يعتبر عاملا هاما لإجهاد الأسماك فى البيئة الزراعية.
- يتسبب النقص الحاد فى **الأكسجين الذائب الى** حالات **نفوق جماعى للأسماك** نتيجة لحدوث انهيار طحلبى فى الأحواض الأرضية،
- **ومن أهم الإجراءات** التى يمكن للمربى إتباعها هى تغيير أكبر كمية ممكنة من الماء الداخل بأخرى ذات محتوى أكسجينى عالى ، وإذا لم يكن ذلك كافيا يلجأ لوسائل التهوية الآلية

الطريقة البيانية للتنبؤ بنقص مستوى الأكسجين الذائب فى أحواض تربية الأسماك خلال ساعات الليل



التغير فى الطلب على الأكسجين مع تقدم الموسم الإنتاجى ودور عملية التهوية لتغطية هذا الطلب



- يعتمد معدل انتقال الأكسجين من الهواء الى الماء على ثلاثة عوامل رئيسية هى:

1. مقدار العجز فى التشبع الأكسجينى
2. والنسبة بين سطح الماء وحجمه ،
3. ودرجة إثارة الماء عن طريق الأمواج او الفقاعات

- و تعتمد معظم أنواع الهوايات الآلية على نفس هذه الأسس فهى تؤدى عملها عادة عن طريق إثارة سطح الماء وإطلاق فقاعات هوائية تحت السطح وهو ما يؤدى الى زيادة النسبة بين سطح الماء وحجمه وزيادة درجة إثارة الماء بالإضافة الى تحريك الماء أفقيا ورأسيا مما يساعد على خلط طبقاته المختلفة ببعضها البعض.

أساليب التهوية Aeration practices

1. **نظام التهوية الطارئة**: يزداد أهمية هذا النوع من التهوية كلما زادت درجة التكثيف فى المزارع خاصة عند انخفاض مستوى الأكسجين الذائب بصورة مؤقتة فى بعض الظروف الى أقل من 2-3 ملليجرام/لتر وإلا تعرضت هذه المزارع الى حالة الموت الجماعى للأسماك.

تتم التهوية الطارئة عن طريق سحب الماء من عمق يبلغ حوالى 25 – 35سم من أحواض التربية وضخه على سطح الماء بعد تعريضه لأحد أشكال الهوايات التى تعمل بالجاذبية الأرضية مثل هوايات الجاذبية ذات السطح المنحنى والتى تعمل بالمضخات الطاردة المركزية أو مضخات النفخ المروحية . وتعتمد التهوية الطارئةعادة على وحدات تهوية محمولة ، ويلزم توفير وحدة تهوية احتياطية لكل 3-4 أحواض والتى تستمد حركتها من محركات الجرارات أو الموتورات الكهربية وتعتبر بدالات أو عجلات التهوية Paddlewheel من أكثر أنواع الهوايات المستخدمة فى التهوية الطارئة ، فهى ترش الماء بقوة فى الهواء فى الوقت الذى تحدث فيه تيارا قويا فى الماء ، وتصمم هذه العجلات عادة بحيث يترواح عمق الجزء المغمور من 20-30سم وبحيث تدور العجلة بسرعة تصل الى 120لفة/دقيقة.

- 2. التهوية الإضافية Supplemental aeration
- تهدف التهوية الإضافية الى زيادة كثافة الأسماك وكميات الغذاء المقدمة للأسماك بطريقة آمنة ودون تدهور ضار فى مستوى الأكسجين الذائب وقد تجرى هذه التهوية خلال ساعات الليل فقط أو قد تجرى بصفة مستمرة لتحقيق هذا الغرض.

3. التهوية المستمرة Continuous aeration

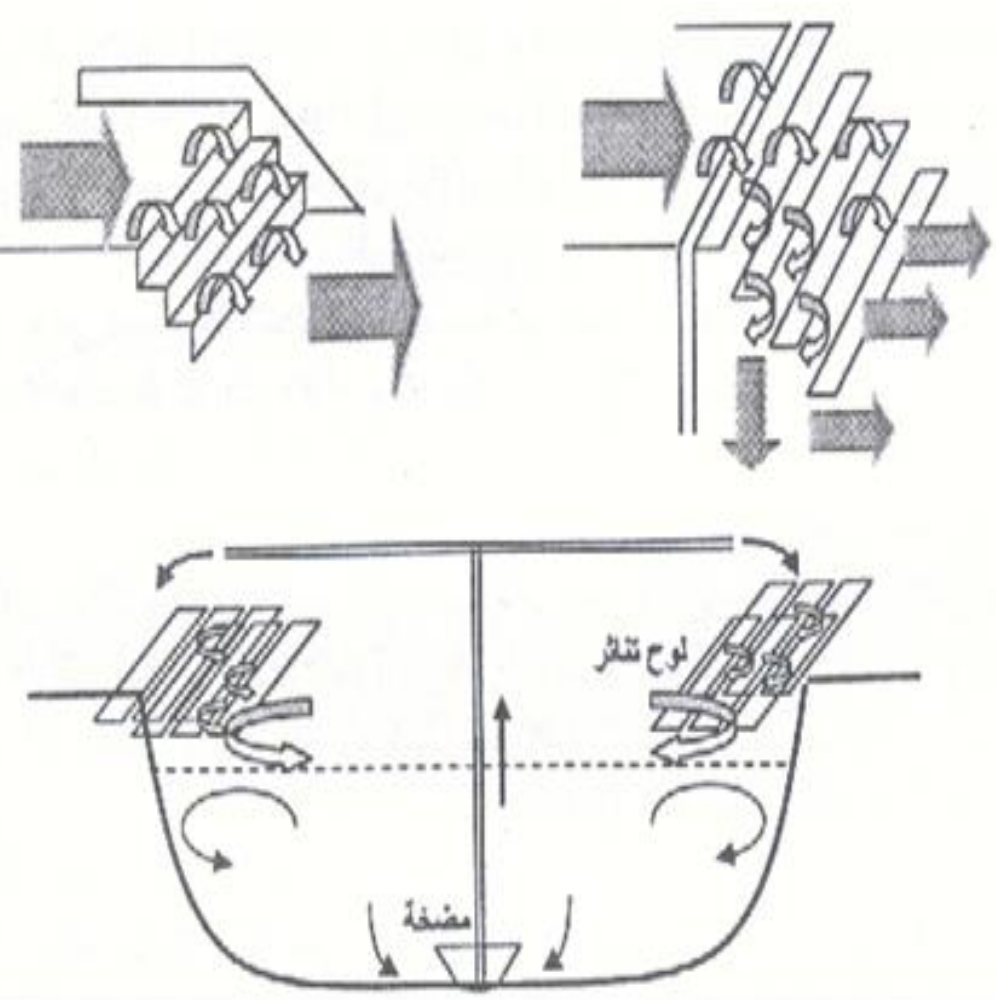
- تتطلب عمليات التهوية المستمرة أن تعمل الهوايات لمدة 24 ساعة خلال موسم الانتاج ويؤدى ذلك الى أن النظم التى تعمل بهذاالأسلوب تدفع الى مياة الأحواض كميات من الأكسجين تفوق المتطلبات الحقيقية للأسماك .
- **كفاءة عملية التهوية:**
- تقدر كفاءة نظم التهوية عادة بعدد كيلوجرامات الأكسجين التى تضاف الى الماء مقابل كل كيلووات/ساعة من الطاقة المستخدمة . (kg O_2/kWh)أو بعدد أرطال الأكسيجين التى تم اضافتها الى الماء مقابل كل حصان طاقة تم استخدامه (lb O2/hph) وتعرف هذه القيمة بكفاءة التهوية القياسية

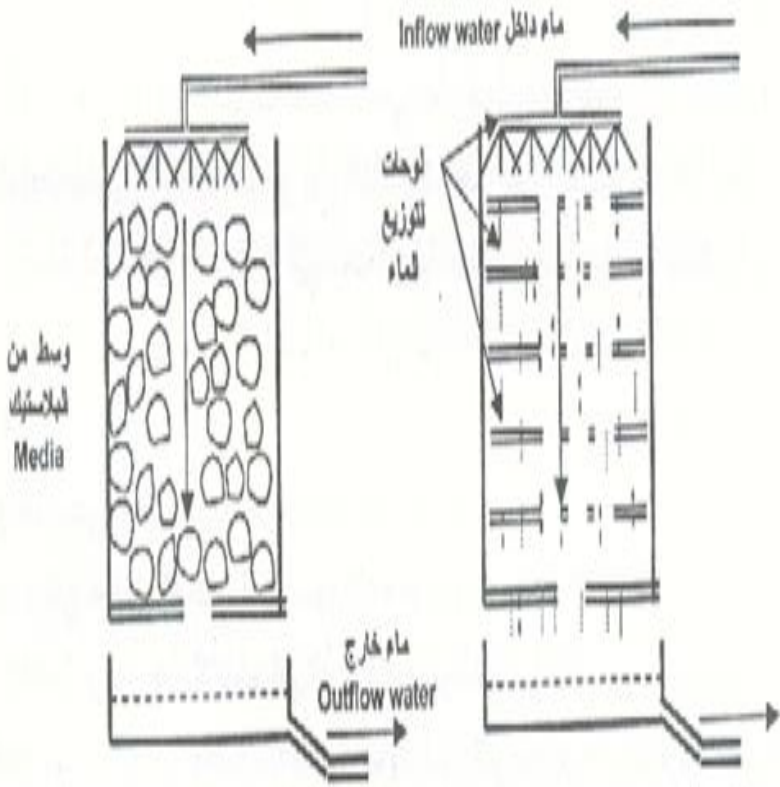
• نظم التهوية الرئيسية من حيث طريقة عملها :

- تقسم نظم التهوية من حيث طريقة عملها لزيادة سطح التلامس بين الماء والهواء الى أربع طرق رئيسية هى:

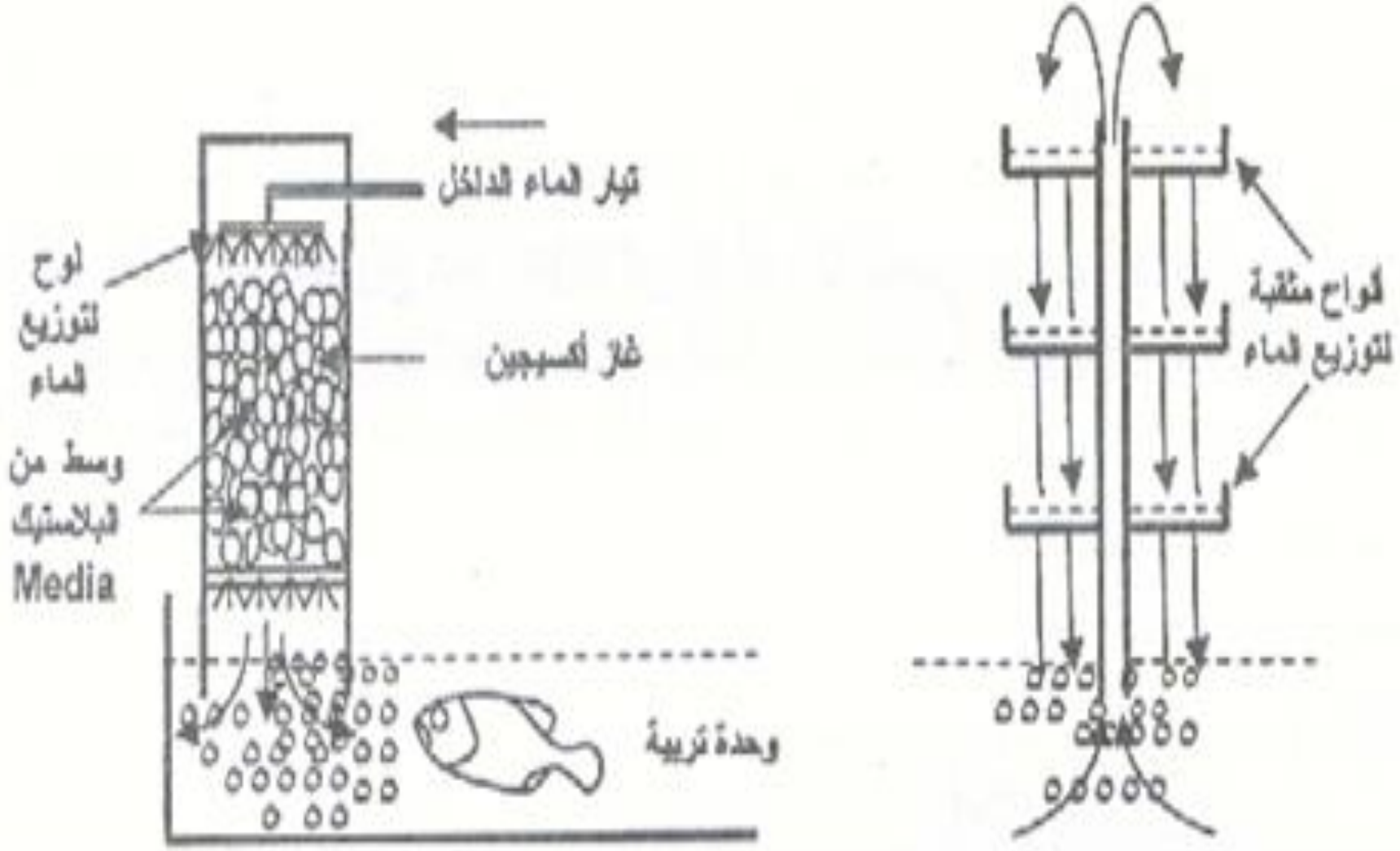
1. نظم التهوية باستغلال الجاذبية الأرضية Gravity aerators
2. نظم التهوية السطحية surface aerators
3. نظم التهوية تحت السطحية أو التوربينية sub-surface or turbine aerators
4. نظم الناشرات الهوائية Diffuser aerators
5. أنواع من الهوايات تستخدم أكثر من أسلوب من الأساليب السابقة مثل حاقنات أو ساحبات الهواء Injectors or Aspirators

1. نظم التهوية باستغلال الجاذبية الأرضية Gravity aerators





نماذج للوحات التناثر المستخدمة لتهوية الماء باستغلال طاقة الجاذبية الأرضية



قد تزود بعض وحدات أعمدة التهوية بغاز الأكسيجين لزيادة فعالية التهوية كما فى الشكل تخطيط لعمود تهوية مضغوط

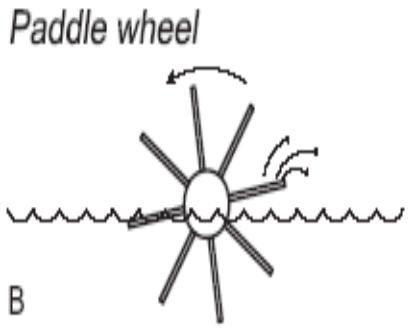
2. نظم التهوية السطحية surface aerators

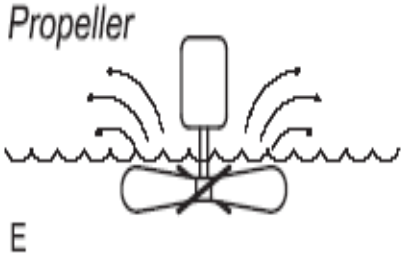
- تعتبر المثيرات السطحية من اكثر انواع الهوايات المستخدمة فى مجال الزراعة السمكية انتشارا وأهم أنواعها

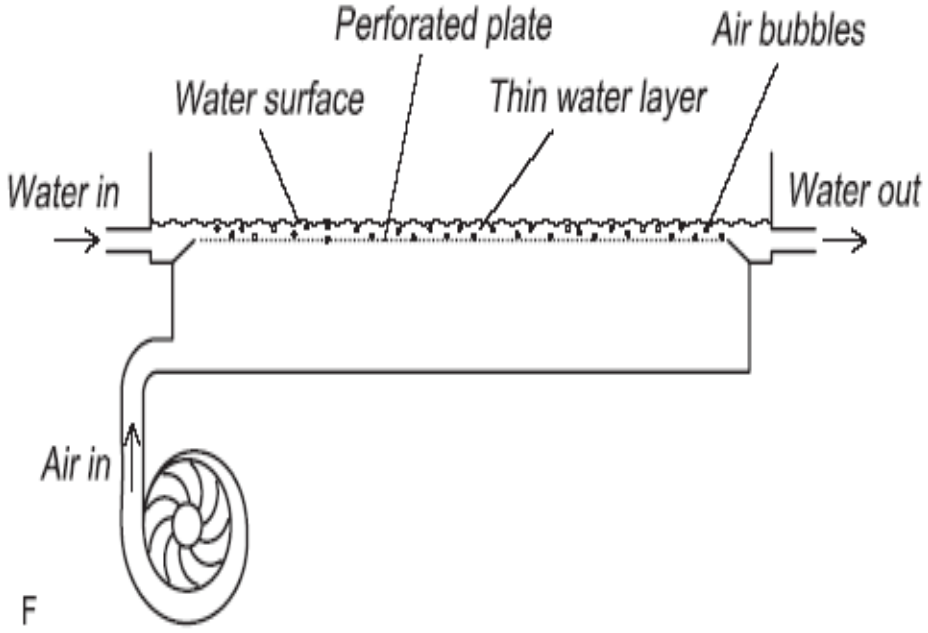
1. عجلات التهوية Paddlewheels
2. والمضخات الرشاشة Pump sprayers
3. التوربينات العمودية Vertical turbine

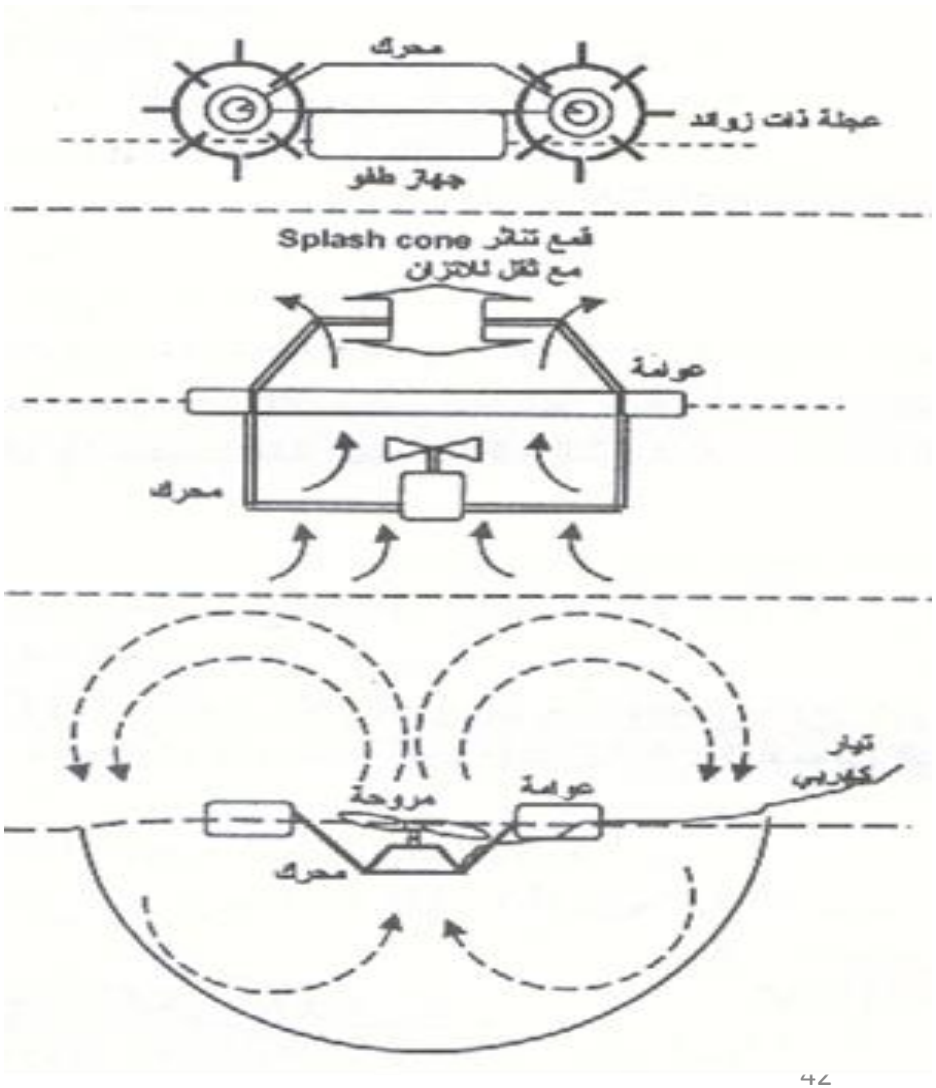
- وتعمل هذه المثيرات بواسطة محركات صغيرة تطفو على سطح الماء بواسطة أجهزة طفو أو محركات موجودة على الشاطىء أو محركات الجرارات الزراعية عن طريق وصلات خاصة. عيوب هذا النظام أنه يستهلك قدرا كبيرا من الطاقة الديناميكية

نماذج لبعض أساليب التهوية السطحية الإصطناعية



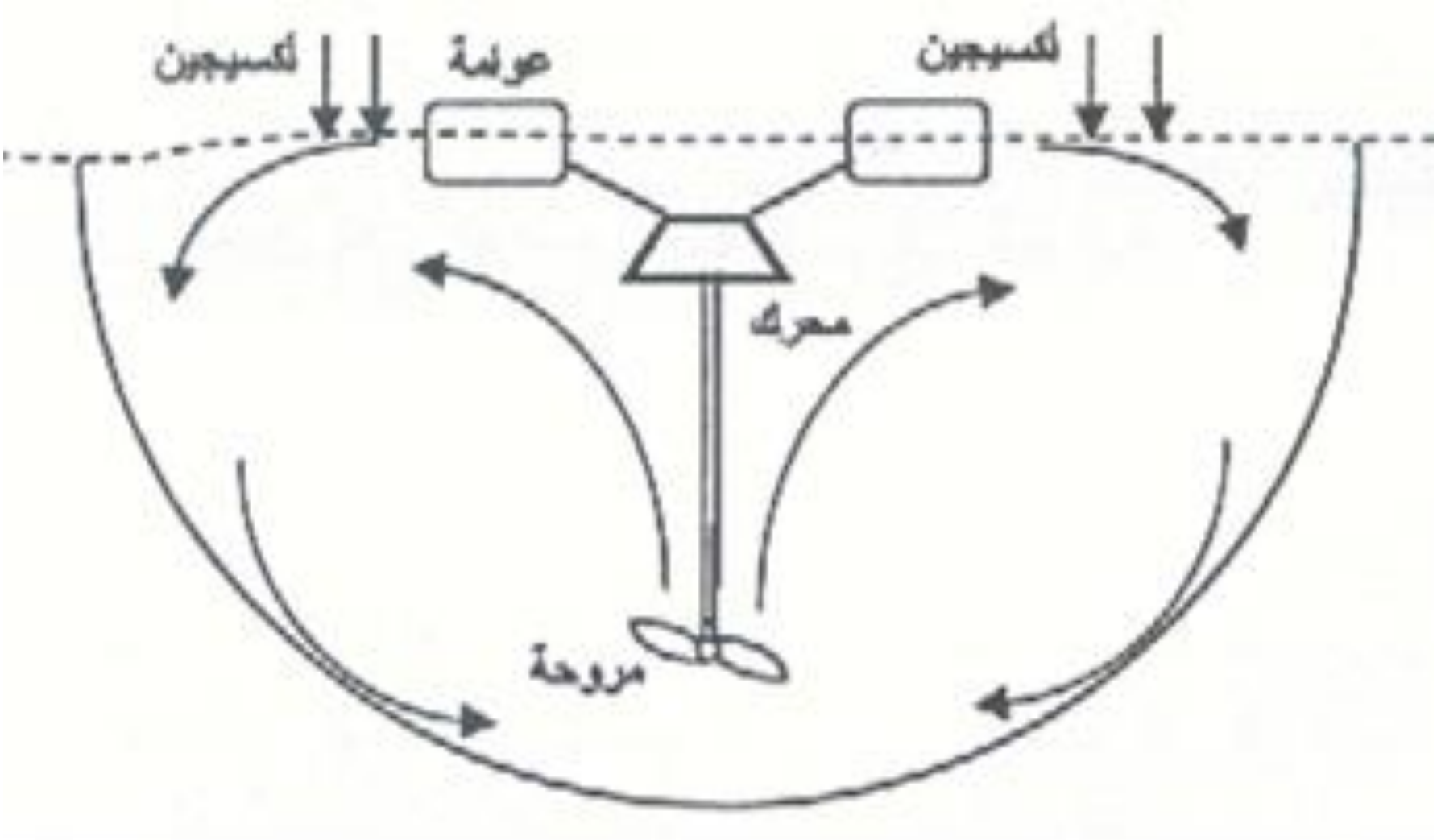






3. الهوايات تحت السطحية :

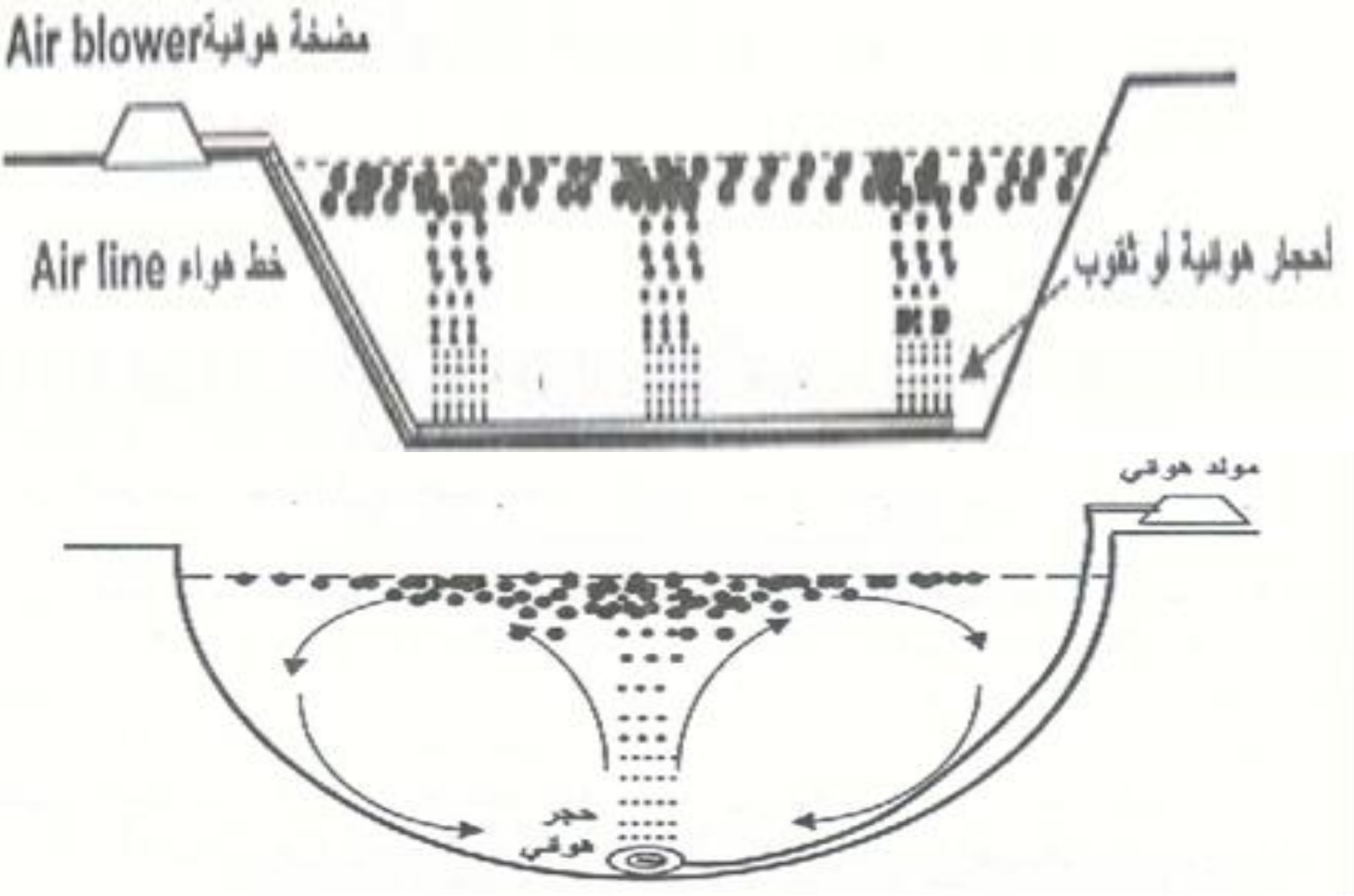
- تعتمد هذه الهوايات على **ريشة دوارة** تكون مغمورة فى الماء على **عمق كبير** نسبيا فتعمل على توليد تيار مائى يتحرك حركة عمودية وتؤدى هذه الحركة الى اندفاع الماء من القاع الى السطح ثم يتحرك أفقيا ثم يتجه الى أسفل فى حركة شبه دائرية جاذبا معه الطبقة المائية السطحية الغنية بالأكسيجين وبالتالى فإن هذا النوع يعمل على تهوية المياه القاعية بكفاءة أكبر.
- **عيوب هذا النظام:**
- التيار الذى يسببه يتعارض مع الحركة الطبيعية للأسماك فى أحواض التربية مما قد يتسبب فى إصابتها
- التيارات القوية تثير الرواسب القاعية مسببا تلوث المياه وزيادة العكارة وبالتالى انخفاض الانتاجية
- **وهذا يفسر عدم انتشار هذا النوع فى وحدات الزراعة السمكية.**
-



نموذج يوضح طريقة عمل هواية تحت سطحية

4. نظم الناشرات الهوائية Diffuser aerators

- تعتمد هذه النظم على مضخات أو نافخات هوائية أو ضواغط هوائية تعمل على دفع الهواء الى أنابيب تتوزع داخل وحدات التربية حيث تنطلق منها الفقاعات الهوائية عن طريق ثقوب دقيقة فى بعض أجزائها .
- .واحيانا تستخدم هذه النظم غاز الأكسيجين النقى بدلا من الهواء الجوى لزيادة فاعليتها
- مميزاتها:
- 1- يمكن استخدامها فى المزارع التى تحتوى على عدد كبير من وحدات التربية المنفصلة
- 2- الطاقة الديناميكية المفقودة محدودة الى حد كبير



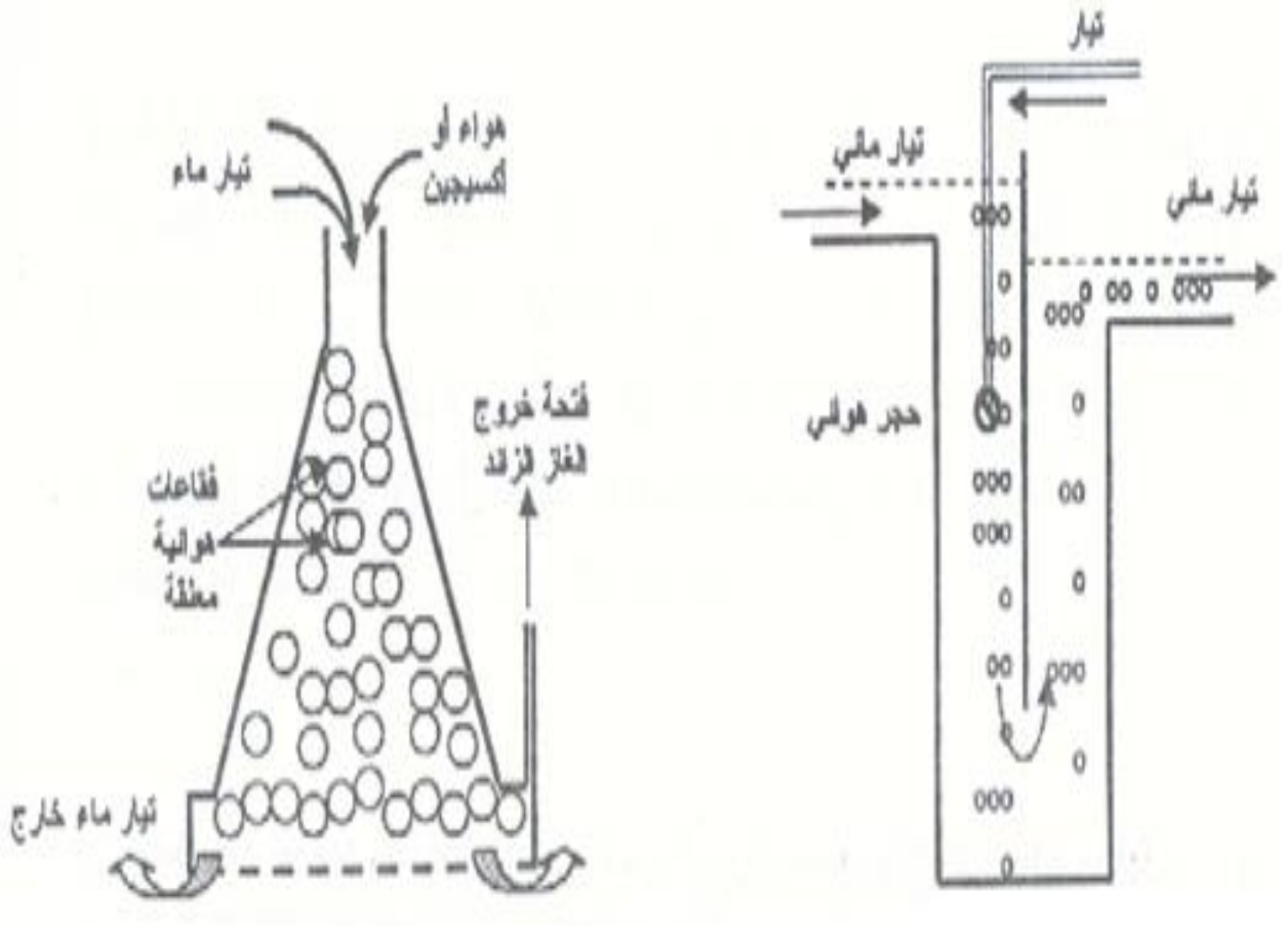
شكل يوضح حركة الماء عند التهوية باستخدام الناشرات الهوائية

أنواع الناشرات الهوائية:

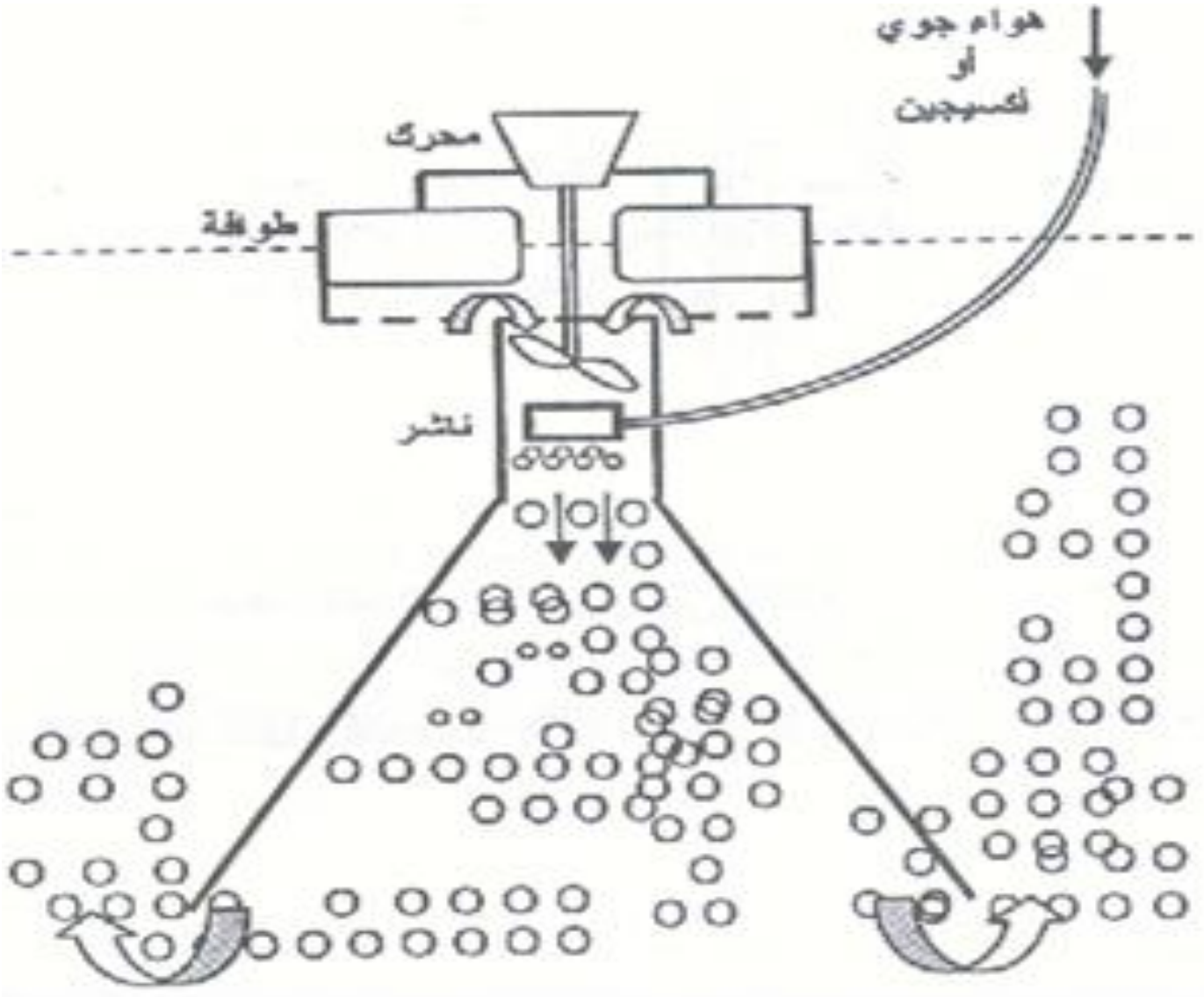
1. أقماع التهوية والناشرات الأنبوبية على شكل حرف U

تعتمد فعالية هوايات الانشار الهوائى على فترة بقاء الفقاعات الهوائية فى الماء وبالتالى يتم استخدام الوسائل التى تبطىء من سرعة صعودها الى السطح ومنها الناشرات التى تأخذ شكل حرف U أو شكل قمعى.

وتدفع هذه الناشرات الفقاعات الهوائية الى أسفل قبل أن تتجه مرة أخرى الى أعلى ويعتبر التوازن بين سرعة دخول الماء وخروجه من القمع عامل هام يحدد كفاءته فعند سرعة دخول 1.8 م/ث وسرعة 0.15 للخروج تزيد من فعالية التهوية الى حالة فوق التشبع



ناشر هوائى على شكل حرف U وآخر على شكل قمع

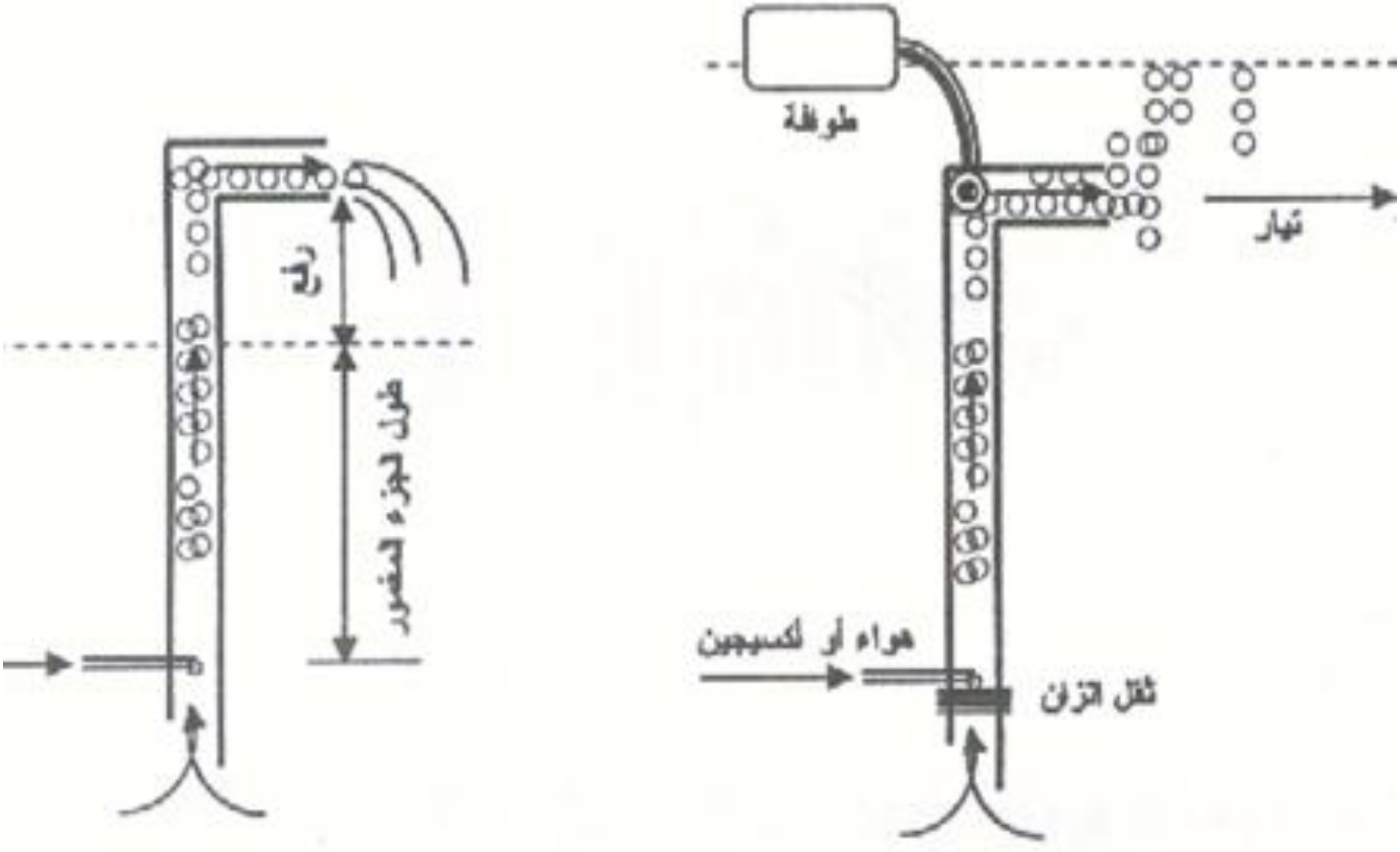


شكل تخطيطى يمثل هواية فقاعات هابطة

2. مضخات الرفع الهوائية Air-lift pump

هى من الأدوات الشهيرة فى مجال الزراعة السمكية والتى تتمتع بتطبيقات كثيرة فى هذا المجال ، والتى تعتمد على ضخ فقاعات الهواء داخل عمود من الماء وهو ما يؤدى الى ارتفاع هذا العمود فوق مستوى السطح الأصلى خارج عمود الضخ الهوائى بسبب انخفاض كثافته .

- وتتأثر كفاءة هذا النوع بالطول الكلى لأنبوب الرفع وقطر الأنبوب وطول الجزء المغمور وشدة التهوية وقطر الفقاعات المستخدمة، وتثبت المضخة الهوائية عادة عند استخدامها فى التهوية بطوافة عائمة تبقيها معلقة بالقرب من سطح الماء وتثبت الطوافة بدورها فى دعامة خاصة عند طرف وحدة التربية.



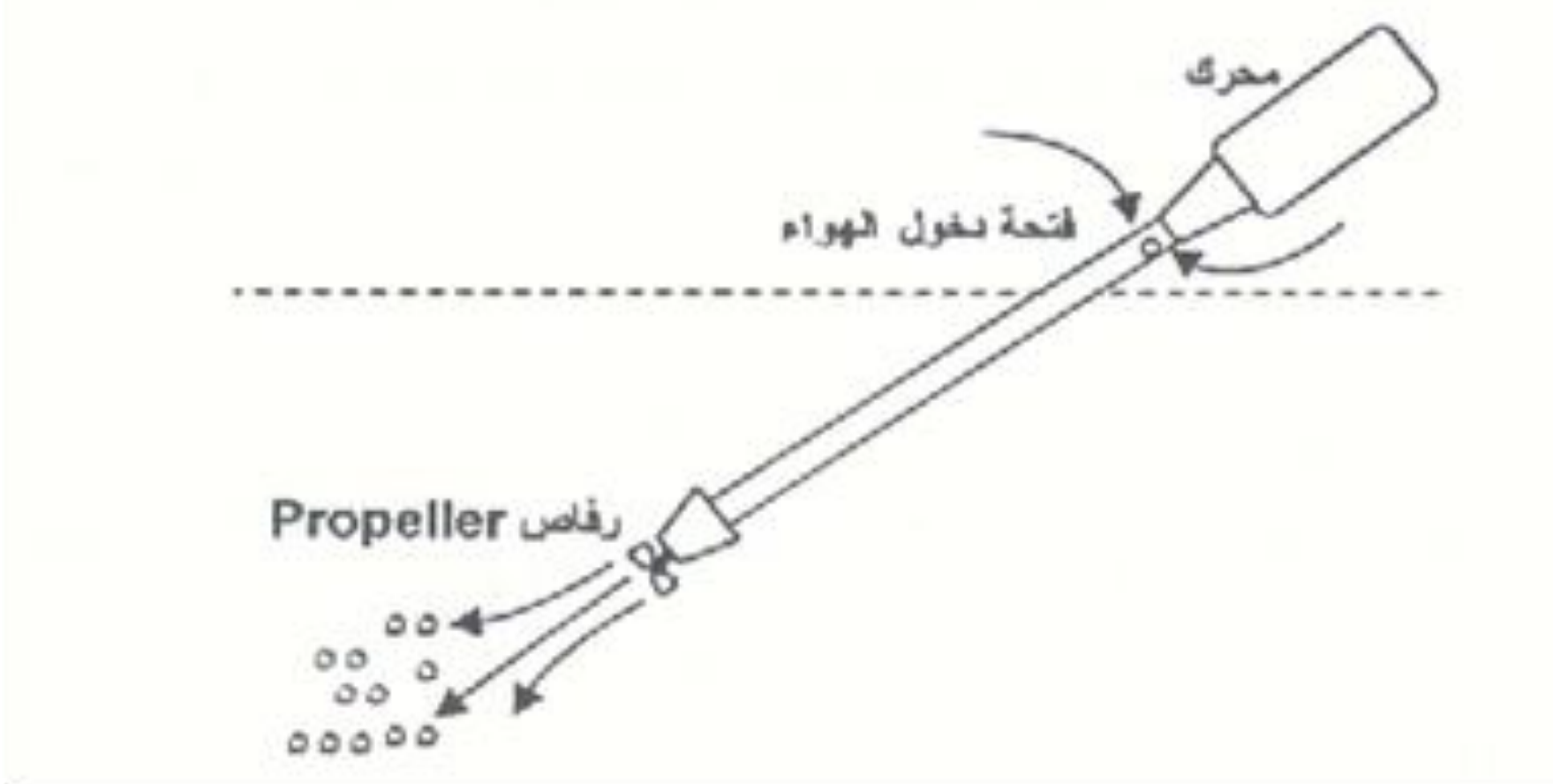
شكل تخطيطى يمثل استخدام مضخات الرفع الهوائية

5. بعض نظم التهوية الخاصة:

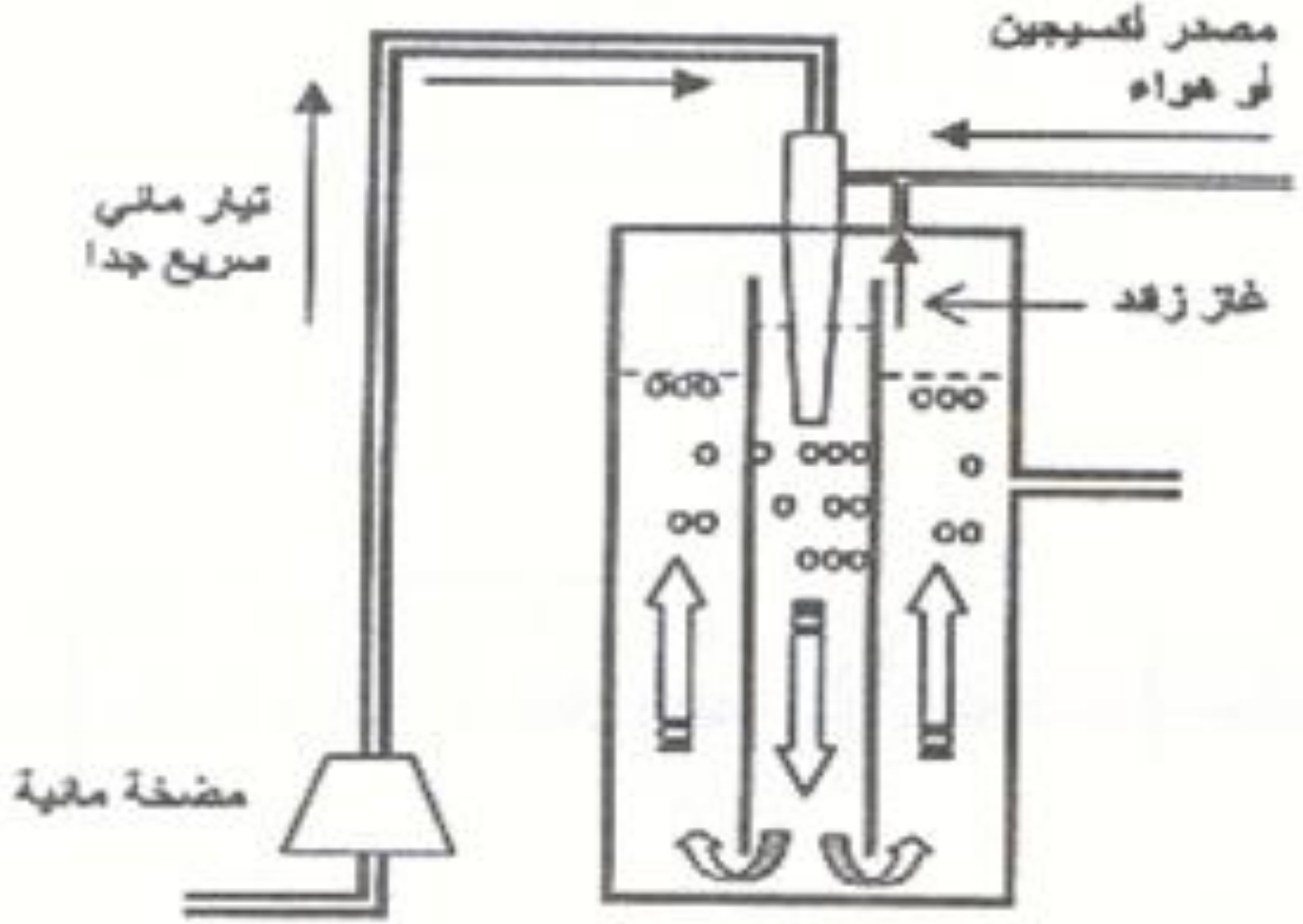
1- ساحبات الهواء Aspirators

2- حاقنات الهواء Air injectors

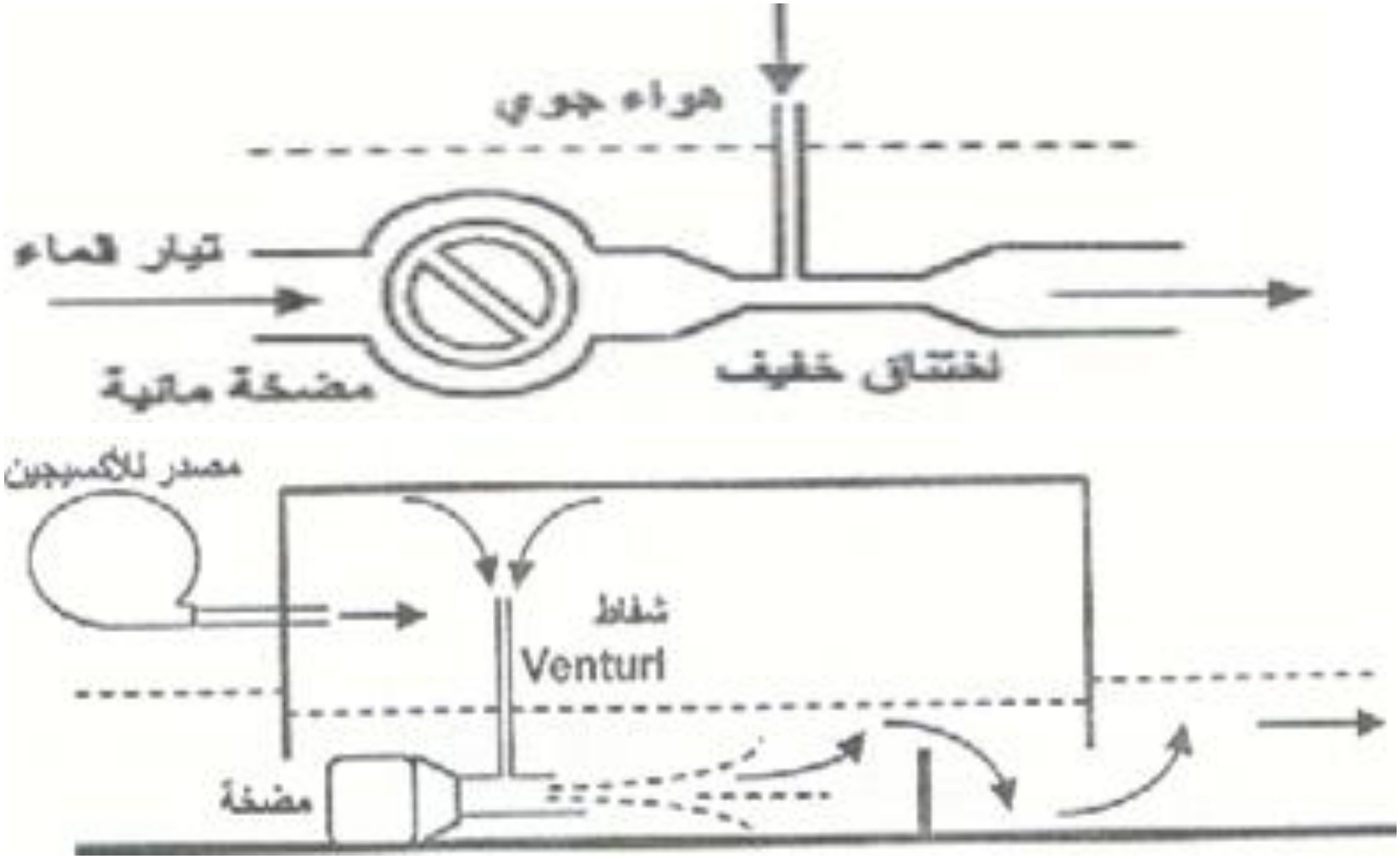
3- هوايات الشفط / القاذفات المائية / النفاثات Venturi aerator / Hydro-ejectors/ Jets



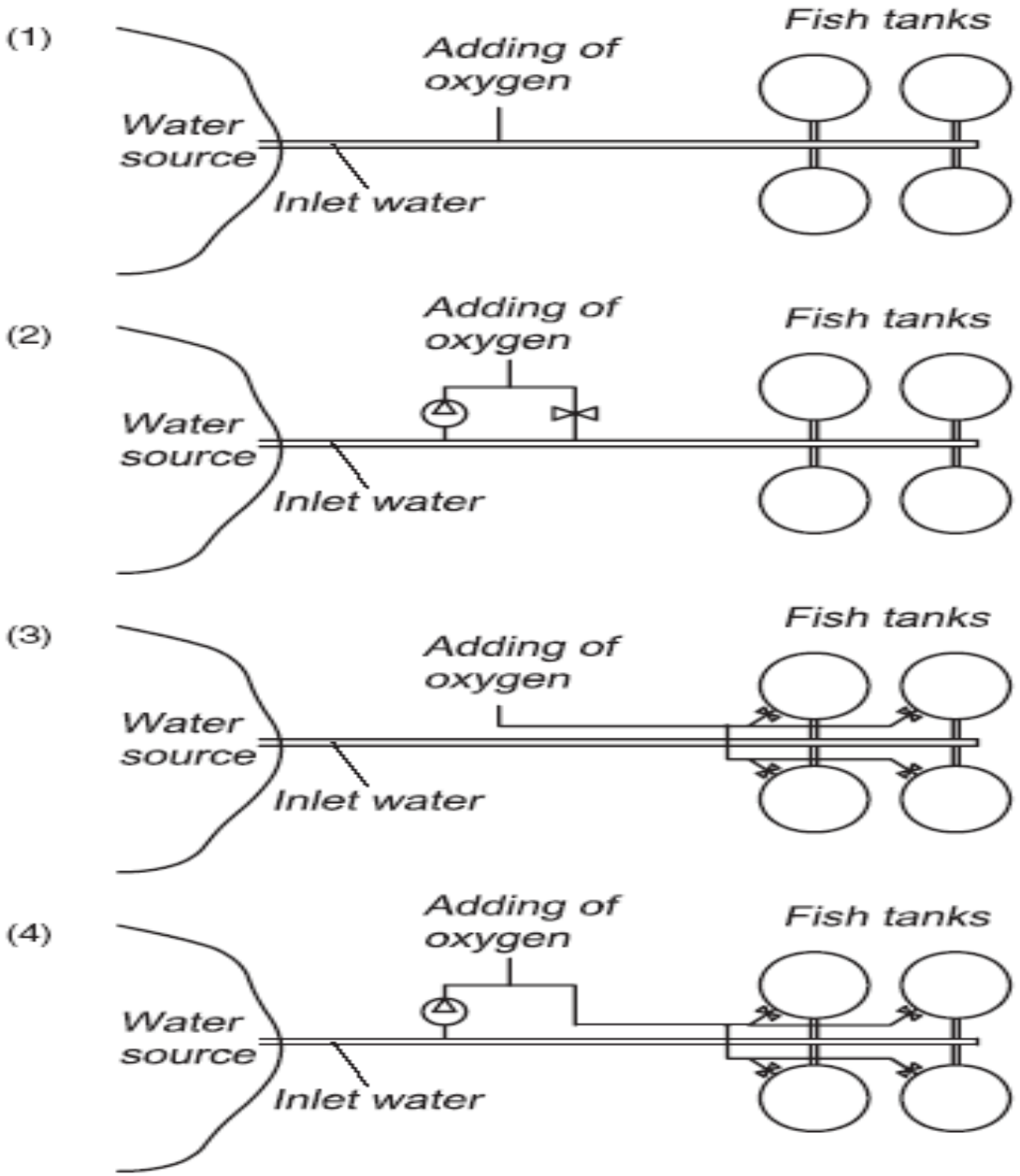
شكل توضيحى لأحد مضخات سحب الهواء



شكل توضيحى يوضح فكرة عمل الحاقنات

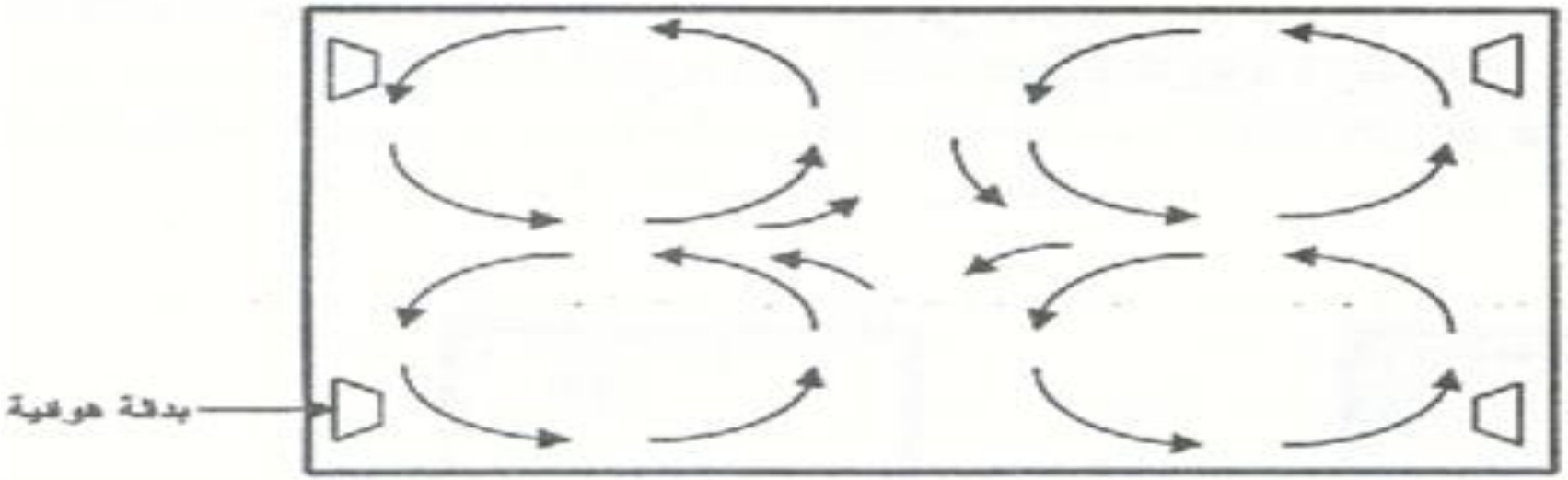


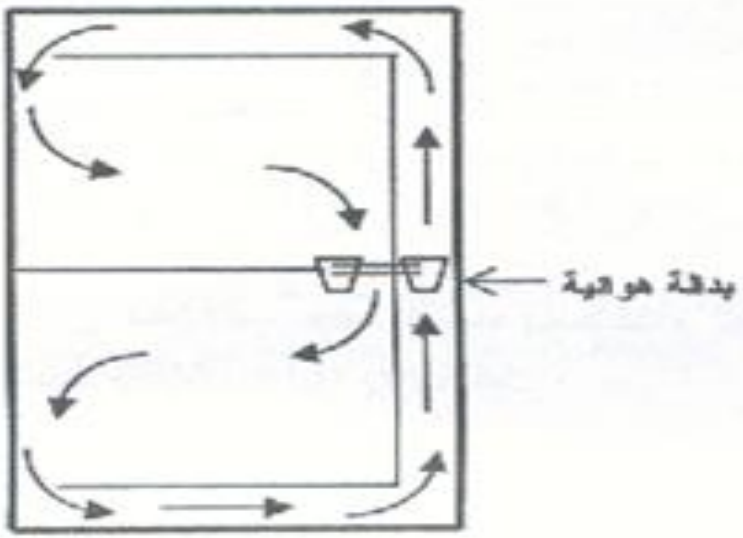
رسم تخطيطى يوضح فكرة نظام هوايات الشفط

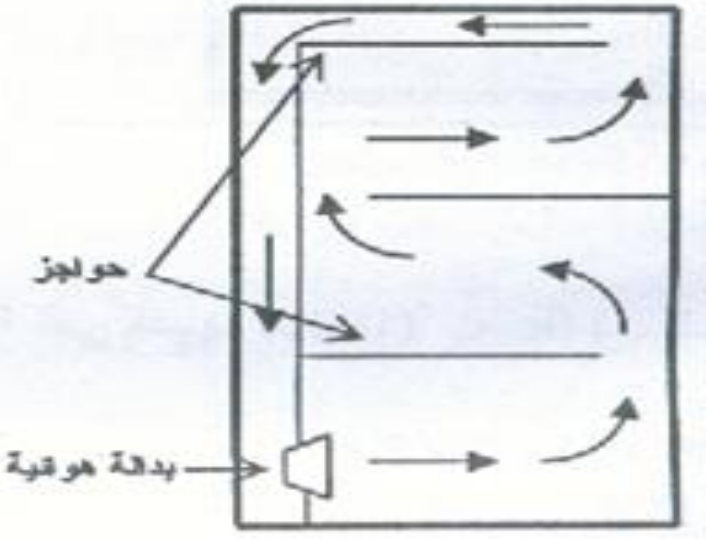


طرق حقن الأكسيجين داخل النظام

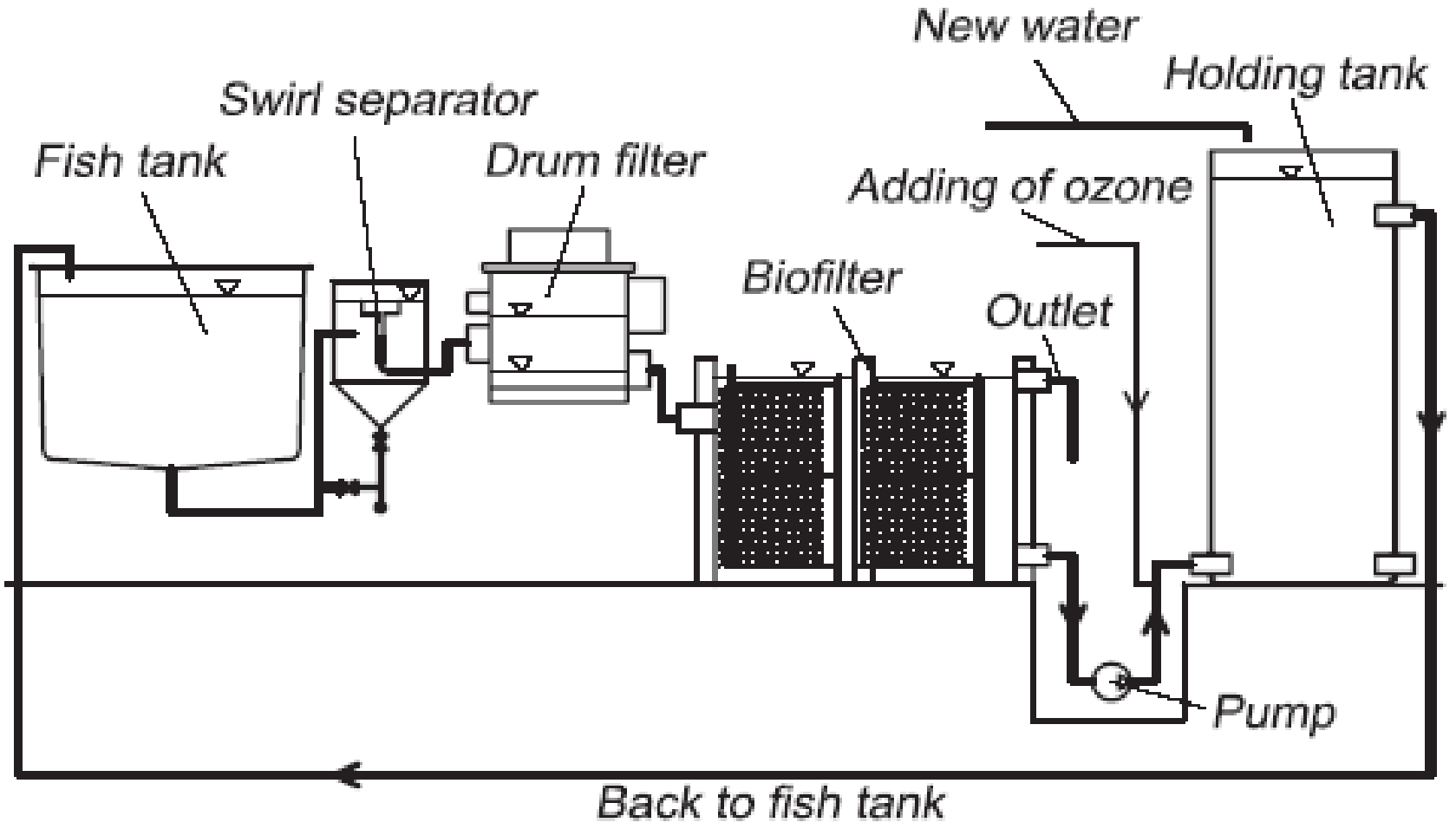
اختيار مواقع الهوايات الصناعية:

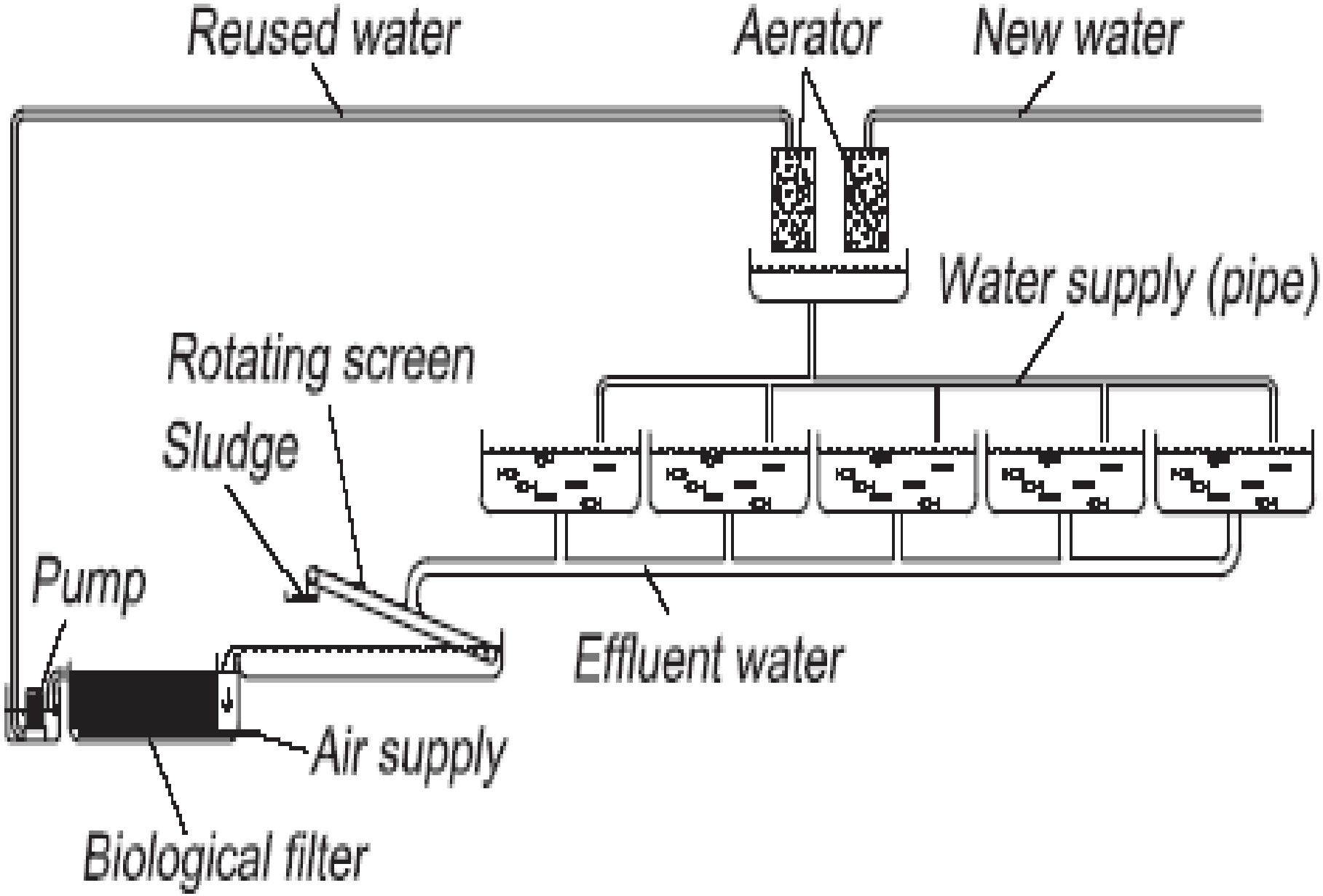






نظام مركزى لتدوير المياه يخدم العديد من تنكات التربية




Reused water
Aerator
New water
Water supply (pipe)
Rotating screen
Sludge
Pump
Effluent water
Air supply
Biological filter