

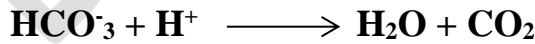
6- ثنائي أوكسيد الكربون : Carbon dioxide

يحتوي الماء على غاز ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2) بشكله الحر أو متحد مع بعض المواد الأخرى بشكل بيكربونات أو كاربونات، ويكون تركيزه بحدود 2 ملغم/ لتر. إنّ التراكيز العالية تؤثر على شهية الحيوان وبالتالي تعمل على خفض الكفاءة التحويلية للغذاء. إنّ التراكيز التي تتجاوز 15 ملغم/ لتر من ثنائي أوكسيد الكربون تعتبر سامة للأسماك. وهذا ما يحدث في بعض الأحيان في مياه المستنقعات والتي تنخفض فيها نسبة الأوكسجين الذائب. فإنّ المياه التي تحتوي على مستويات عالية من الأوكسجين الذائب ستكون فيها مستويات ثنائي أوكسيد الكربون منخفضة. كما أنّ زيادة تركيز ثنائي أوكسيد الكربون في الماء يؤدي إلى زيادة حموضة الماء (إنخفاض الـ pH). في حالة القيم القليلة الـ pH، أي عندما يكون الماء حامضياً (قيمة pH أقل من 7) فإن معظم ثنائي أوكسيد الكربون سيكون بشكل طليق. وفي الحالة القريبة من التعادل (قيمة pH بحدود 7) فإن معظم ثنائي أوكسيد الكربون سيكون على هيئة أيونات البيكربونات، أما في حالة ارتفاع قيم الـ pH عن 7 فإنّه يكون على شكل أيونات الكاربونات.

يعمل ثنائي أوكسيد الكربون الحر على خفض سعة إرتباط الأوكسجين Oxygen binding capacity بالهيموكلوبين (صبغة الدم الحمراء). إنّ هذه العملية تتأثر بالدرجات الحرارية العالية، ونتيجة لذلك فإن سرعة الفعاليات الحيوية ستخفض بزيادة تركيز ثنائي أوكسيد الكربون في الماء، وعندما يصبح تركيز ثنائي أوكسيد الكربون في الماء عالياً جداً، يجب إضافة الجير Lime وذلك لتكوين بيكربونات الكالسيوم :



أن هذا الإجراء يعمل على زيادة سعة إرتباط الأوكسجين بهيموكلوبين الدم، كما أنّ الـ pH سيكون أكثر ثباتاً، إضافة الى ذلك فإنّ ثنائي أوكسيد الكربون يصبح متيسراً للنبات وحسب التوازن التالي :



7- قيمة الأس الهيدروجيني : pH Value

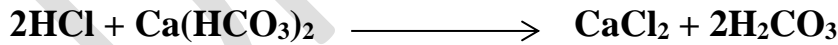
إنّ قيمة الـ pH لاجسام المياه الطبيعية تقع عادة بين 4 و 9 وهي في الغالب تعتمد على طبيعة التربة. إنّ الماء المجهز لأي مشروع لتربية الأسماك يجب أن يكون له pH في حدود 6.7 – 8.2. وعلى العموم فإنّ قيمة الـ pH تنخفض بإنخفاض مستوى المعادن الكلية في الماء. وبصورة عامة، فإنّ المياه الأكثر قاعدية

تكون إنتاجيتها أعلى من المياه الحامضية. ولهذا السبب تعتبر المياه التي تميل إلى القاعدية أكثر ملائمة لتربية الأسماك غير الكثيفة وشبه الكثيفة والتي تعتمد كلياً أو جزئياً على الغذاء الطبيعي. وفي أنظمة الزراعة الكثيفة حيث لا أهمية لإنتاج الغذاء الطبيعي، فإن المياه التي تكون فيها قيم الـ pH بحدود 7 لا تعتبر مفضلة لتفادي المستويات العالية من الأمونيا والتي لها علاقة بالـ pH الماء.

تعيق المياه الأكثر حامضية نمو الأسماك وتقلل من شهيتها للغذاء، ومن المحتمل أن يكون لها تأثير سام عليها وذلك لأن الحموضة في درجة الـ pH 4 أو أقل تعتبر مميتة لها. كما أن للمياه الحامضية تأثير ضار أيضاً على الأحياء المائية التي تتغذى عليها الأسماك، إضافة إلى ذلك، فإن الأسماك التي تعيش في مياه حامضية تكون أكثر عرضة للإصابة بالأمراض الطفيليات وتكون تحت الاجهاد طوال الوقت. في المياه عالية القاعدية والتي يكون فيها الـ pH أكثر من 9.5 ، فلا تعتبر هذه المياه منتجة لانعدام ثاني أكسيد الكربون فيها وإذا كانت المياه قاعدية لدرجة كبيرة والتي يصل فيها الـ pH إلى 11 أو أكثر فإن مثل هذه المستويات تعتبر مميتة للأسماك.

8- السعة الحامضية الرابطة: Acid Binding Capacity

أن هذا المقياس ABC يمثل سعة التنظيم للماء ويدعى أيضاً بإحتياطي القلوية. إن السعة الحامضية الرابطة (ABC) تتسبب من وجود كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء وكذلك في تركيز كاربونات البوتاسيوم والصوديوم. ولما كانت قيمة ABC في المياه العذبة تعتمد على محتوى الماء من البيكاربونات، ولذلك فإن هذا الأيون يتم قياسه عند قياس الـ ABC فقط، إن طريقة تقدير ABC تعتمد على إزالة ثاني أكسيد الكربون من بيكاربونات الكالسيوم بإضافة حامض الهيدروكلوريك بتركيز (0.1N) إلى الماء ليتكون عن ذلك كلوريد الكالسيوم ويستخدم المثل البرتقالي Methyl Orange كدليل في هذا التفاعل كما في المعادلة التالية :



يُعبّر عن ABC أو القلوية بعدد السنتمترات المكعبة من حامض الهيدروكلوريك (1N) واللازمة لمعادلة 100 سم³ من الماء .

إن كل وحدة واحدة من الـ ABC تقابل 28 ملغم من أكسيد الكالسيوم CaO لكل لتر من الماء، أو 50 ملغم من كاربونات الكالسيوم CaCO₃ لكل لتر، أو 81 ملغم من بيكاربونات الكالسيوم Ca(HCO₃)₂ لكل لتر، أو 2.8 من درجات العسرة Hardness. ولذلك فعند ضرب قيمة ABC في 2.8 يمكن الحصول على عسرة الكالسيوم في الماء. إن قيمة السعة الحامضية الرابطة تتراوح بين 0.1 و6 وإن القيم الواقعة بين 2

إلى 5 (الجدول) تشير الى جودة المياه وأنها ذات إنتاجية عالية. وعموما ففي أنظمة تربية الأسماك يجب أن تكون القلوية بين 30 و 200 ملغم / لتر.

جدول // علاقة قلوية الماء بالقابلية الإنتاجية من الغذاء الطبيعي في أحواض تربية الأسماك

القبالية الإنتاجية لماء الحوض	القلوية عدد السنتمرات المكعبة من حامض الهيدروكلوريك عياري واللازمة لمعادلة 100 سم ³ ماء
الماء حامضي قوي، لا يصلح لإستخدامه في المفاقس، وإضافة الجير الى الماء غير مربحة في معظم الحالات	صفر
القلوية منخفضة جداً، هناك خطورة في موت الأسماك، الأس الهيدروجيني متغير، توفر ثنائي أكسيد الكربون قليل، الماء قليل الإنتاجية	0.5 – 0.1
قيمة الأس الهيدروجيني متغير، توفر ثنائي أكسيد الكربون بدرجة متوسطة، الإنتاجية متوسطة	2 – 0.5
يتغير الأس الهيدروجيني ضمن حدود ضيقة فقط، يكون توفر ثنائي أكسيد الكربون والإنتاجية بدرجتين مثاليين	5 – 2
هذه الحالة نادرة الوجود، الأس الهيدروجيني ثابت، القابلية الإنتاجية يحتمل بأنها تميل الى النقصان ولكن هذا غير مؤكد، كما أنّ صحة الأسماك ليست في خطر	5 فأكثر

9- الملوحة : Salinity

تُعرّف الملوحة بأنها كمية المواد الصلبة الكلية بالغرامات والموجودة في 1 كغم من ماء البحر، ويعبر عنها بجزء واحد من الأملاح في كل 1000 جزء ماء. يكون مستوى الملوحة في المياه العذبة أقل من 0.0005، ويبدأ الاحساس بطعم الملوحة عندما يكون تركيزها 0.002. إنّ ملوحة مياه البحر تختلف حسب البعد عن الشاطئ وعمق الماء، إضافة إلى عوامل أخرى. تختلف نوعية الأملاح الذائبة في المياه العذبة عما هو عليه في مياه البحر. في المياه العذبة تشكل الأملاح التي تشتهر بها المنطقة الغالبية العظمى من الأملاح الكلية، بينما تغلب أملاح الكلوريدات في المياه البحرية. إنّ الخزانات التي تقع في مناطق ملحية وذات مياه راكدة أو بطيئة الجريان تحوي على كميات من الأملاح السائدة في تلك المنطقة والتي تزداد في الخزان سنة بعد أخرى. وأحسن مثال محلي على ذلك هو هور أبي دبس (الرزازة) حيث بلغت نسبة الأملاح المترابطة فيه

ما يقارب 15 ٪. أنّ هذا المستوى من الملوحة قد سبب في هلاك الأسماك المتواجدة فيه، كما وتشتهر مياه خزان الثرثار بكثرة أملاح الكبريتات.

إنّ المشكلة المشتركة بين أنظمة المياه الدوارة المغلقة وأنظمة المياه الراكدة (التربية غير الكثيفة)، هي ميل النظام إلى زيادة الملوحة بصورة ثابتة نتيجة للتبخر. ففي كل إضافة لماء جديد لتعويض الفقد الناجم عن التبخر تزداد نسبة الملوحة فيه. إنّ الطريقة الوحيدة للمحافظة على الملوحة في مثل هذا النظام المائي هي إضافة ماء عذب لتعويض الكميات المفقودة من التبخر. ومن غير المستبعد أن يزداد تركيز الملوحة على مر الزمن في أنظمة المياه شبه الكثيفة أيضاً، وخاصة إذا كانت فيها سرعة تبدل الماء Turnover Rate في الحوض بطيئة. كما أنّ لمصدر الماء السطحي أو الأرضي دور كبير في زيادة نسبة الملوحة في تربية الأسماك، وتعد مياه الآبار المالحة عموماً أكثر ثباتاً من مصادر المياه الملحية السطحية.

المسطح المائي	الملوحة جزء بالألف
المياه العذبة	أقل من 0.5
قليلة الملوحة	0.5 – 5
متوسط الملوحة mesohaline	5 – 18
كثيرة الملوحة polyhaline	18 – 30
بحرية marine	أكثر من 30

10. مواد ملوثة متنوعة Miscellaneous pollutants

تعد الأسماك الصغيرة حساسة لدرجة كبيرة من المعادن الثقيلة Heavy metals مثل النحاس Copper (Cu) والزنك (Zn) Zinc. إنّ تعرض هذه الأسماك إلى النحاس بتركيز 0.03 ملغم/لتر وإلى الزنك بتركيز 2.3 ملغم / لتر يؤديان إلى حدوث هلاكات كبيرة في الأسماك. ولذلك يجب الأخذ بنظر الإعتبار عند إنشاء المفاقس، أو أنظمة المياه المغلقة الدوارة طبيعة المواد المستخدمة (مثل الأتابيب والأحواض) والمطلية بمثل هذه المواد والتي تعتبر سامة جداً للأسماك حتى وإن كانت بمستويات قليلة. كما يجب ملاحظة مبيدات الحشرات مثل ال DDT والكلوردين Chlordine وغيرها والتي قد يكون لها تأثير سلبي على حياة الأسماك.

السمات الفيزيائية : Physical parameters

1- درجة الحرارة : Temperature

تُعد الأسماك من حيوانات ذوات الدم متغير درجة الحرارة **poikilothermic**، أي أنّ درجة حرارة جسمها تتغير تبعاً لتغير درجة حرارة المحيط الذي تعيش فيه. ولذلك فإنّ درجة حرارة الماء تعد من أهم العوامل الفيزيائية للماء والتي تؤثر على الفعاليات الحيوية للأسماك بما فيها التنفس، النمو، التكاثر.. الخ. تختلف الأسماك في متطلباتها لدرجات حرارة الماء حسب أنواعها. ولهذا السبب فإنّ اختيار النوع المراد تربيته يجب أن لا يتم على أساس القدرة على العيش فقط بل على توفر الظروف الحرارية في الماء والمناسبة له وكذلك على إمكانية السيطرة على درجات الحرارة للماء وبأقل التكاليف الممكنة، وذلك للحصول على أطول فترة نمو ممكنة. وتقسّم الأسماك بصورة عامة إلى ثلاثة أقسام حسب متطلبات درجات الحرارة : أسماك المياه الباردة **Cold water fishes**، أسماك المياه الدافئة **Warm water fishes** وأسماك المتوسطة المدى **Midrange fishes**، وتعتبر المناطق الشمالية والمياه الجبلية المرتفعة عن مستوى سطح البحر ملائمة لتربية الأسماك المحبة للبرودة، في حين تصلح المناطق الوسطى والجنوبية لتربية أسماك المياه الدافئة.

أنّ الدرجة الحرارية المثلى لأسماك المياه الباردة (التراوت) هي 15 م° ولأسماك المياه الدافئة (الكارب) 25 م° أما للأسماك المتوسطة المدى فهي تقع بين الدرجات الحرارية المثلى للنوعين السابقين. إنّ درجة الحرارة القصوى التي يتم الوصول إليها خلال السنة في مشاريع تربية الأسماك، هي ليست الدرجة الحرارية المثلى لنوع الأسماك المستزرع، رغم أنّ الدرجات الحرارية الأعلى قليلاً من الدرجة المثلى، تؤدي إلى نمو أفضل وكفاءة تحويل غذائي أعلى من المياه الباردة. تنخفض سرعة الفعاليات الحرارية بانخفاض درجة حرارة الماء عن الدرجة المثلى لنوع معين وتزداد بارتفاع درجة الحرارة أعلى من الدرجة المثلى.

إنّ النمو الأقصى والكفاءة التحويلية المثلى في أنظمة تربية الأسماك الخارجية (الأحواض الأرضية) لا يمكن تحقيقها على مدار السنة وذلك لخضوع مثل هذه الأنظمة لتغيرات في درجات الحرارة خلال فصول السنة الأربعة. وكذلك فإن موسم النمو لأسماك المياه الدافئة والذي تتراوح فيه درجات الحرارة بين 17 و 30 م° قد يمتد لبضعة شهور، وقد ينحصر بين شهر آذار ولنهاية شهر أيلول. إنّ هذه الدرجات الحرارية ليست ملائمة لنمو الأسماك فقط بل لنمو وتكاثر الأحياء الحيوانية والنباتية والقرعية المتواجدة في أحواض التربية. وعلى مربي الأسماك أن يستغل الفترة التي تكون فيها درجات حرارة الماء مقاربة للدرجة الحرارية المثلى للنوع المستزرع وذلك بتكثيف التغذية لتحقيق أقصى نمو ممكن. كما يعمل بعض مربي الأسماك خلال الفصول التي و تكون فيها درجات الحرارة منخفضة على تربية أسماكهم في منظومات مياه دارة مغلقة وذلك لسهولة السيطرة على درجات حرارة الماء يناسب النوع المستزرع لغرض الحصول على نمو سريع وبكفاءات تحويل غذائي عالية.

2- الضوء Light

تعد نوعية وكمية الضوء والفترة الضوئية photoperiod مهمة لنمو النباتات وقد تؤثر بدرجة كبيرة على الأسماك نفسها. إن التطور الجنسي في الأسماك له علاقة بدرجة الحرارة وقد يتأثر بدرجة عالية بالفترة الضوئية وبصورة خاصة في المناخات التي تتميز بعدم وجود التغيرات الموسمية في درجة الحرارة.

أما في حالة التربية في أحواض خارجية، فإن الفترة الضوئية وشدة الضوء غير خاضعة لسيطرة مربى الأسماك لكونها تعتمد على الظروف البيئية الخارجية، ولكن هذه العوامل لها أهميتها في أنظمة تربية الأسماك الداخلية (داخل الأبنية) والتي تخضع في الغالب لسيطرة مربى الأسماك، وقد يكون بإمكان مربى الأسماك إجراء بعض التحويلات في هذه العوامل في حالة الأحواض الخارجية، وعلى سبيل المثال، وضع الإضاءة الاصطناعية بالقرب من الأحواض لأغراض التغذية الليلية. وكما هو عليه في تغذية أسماك الكارب، أو ليحول دون سرقة الأسماك أو جذب الحشرات التي ربما يتغذى عليها نوع السمك المستزرع. إن الإضاءة الموجهة بصورة مباشرة على أحواض تربية الأسماك سوف لن يكون لها تأثير عكسي على النمو أو كفاءة التحويل الغذائي، ولكن مثل هذا الإجراء يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار من الناحية الاقتصادية.

أن شدة الضوء والفترة الضوئية لها أهمية كبيرة في نمو الهائمات النباتية من خلال عملية التركيب الضوئي وبالتالي رفع إنتاجية الغذاء الطبيعي في الحوض بصورة عامة. كما أن لعملية التركيب الضوئي دور هام في توفير الأوكسجين اللازم للأسماك المستزرعة وكذلك لفعاليات الكائنات الحية المختلفة المتواجدة في الحوض.

إن تأثير كتل الهائمات النباتية في التضليل على النباتات المائية والطحالب الخيطية الضارة يعتبر من الوسائل الحيوية للسيطرة على هذه النباتات في أحواض تربية الأسماك، يتغير لون بعض الأسماك عندما تتعرض الى كميات ونوعيات مختلفة من الإضاءة أو عندما تزداد عكارة الماء. وعلى سبيل المثال فإن أسماك القبط تستجيب لحد ما الى الضوء ويتغير اللون فيها الى فاتح أو داكن تبعاً لوجود أو عدم وجود الضوء.

3- المواد الصلبة العالقة : Suspended Solids

أن المواد الصلبة العالقة عبارة عن جزيئات دقيقة لمواد معينة وحجمها أكبر من 0.45 مايكرون وهي تتواجد في عمود الماء. تتكون المواد الصلبة العالقة من: دقائق المواد الرسوبية والهائمات النباتية وكائنات حية دقيقة أخرى، وكذلك المواد العضوية والتي تشمل على دقائق المواد المتبقية من تفسخ الكائنات النباتية والحيوانية وكذلك دقائق الفضلات والأغذية المتبقية.

تزداد عكارة الماء كلما زادت تراكيز المواد الصلبة العالقة في الماء. وإذا أصبحت العكارة عالية جداً نتيجة لوجود المواد الصلبة العالقة في المواد العضوية، فإن الإنتاجية الأولية ستخف بفعّل تقليل هذه المواد على الهائمات النباتية ومنع الضوء من الوصول إليها. وعلى الرغم من محاسن زيادة العكارة في منع الضوء من الوصول إلى النباتات المائية الضارة وبالتالي تقليل نموها، فإنّ هذه العكارة تكون غير مرغوب فيها عندما تكون كتلة الهائمات النباتية مطلوبة في توفير الغذاء للأسماك الصغيرة أو الأسماك العشبية مثل البلطي.

قد توفر المواد العالقة في الماء مساحة سطحية مناسبة لنمو الفطريات والبكتيريا المرضية والتي قد تسبب إصابة الأسماك بالأمراض كما أنّ الجزيئات العالقة تعمل على إمتصاص **absorption** وتغليف **adsorption** العناصر الكيميائية مثل الفوسفور والتي تصبح مقيدة وغير حرة لتستفيد منها الهائمات النباتية وبذلك تقل فائدة التسميد عندما تكون المياه عكرة.