نوعية الماء : Water Quality

تُعتبر نوعية الماء ذات أهمية كبيرة في مجال تربية وإنتاج الأسماك. وتأتي هذه الأهمية من حقيقة كون الماء هو الوسط الدائم الذي تعيش فيه الأسماك وتمارس جميع فعالياتها الحيوية كالتنفس والتغذية والنمو والتكاثر وكذلك تطرح فيه نواتج عمليات الأيض. كما تعيش في الماء أنواع متعددة من الكائنات الحية النباتية والحيوانية والتي ترتبط مع بعضها بعلاقات معقدة لتشكل مجتمعة ما يعرف بالسلسلة الغذائية food chain، والتي لها أهميتها الكبيرة في أنظمة تربية الأسماك غير الكثيفة وشبه الكثيفة. ولذلك، فإنّ الحفاظ على نوعية الماء وبما يلائم أنواع الأسماك المستزرعة تصبح ضرورية لانجاح أي مشروع لتربية الأسماك. كما أنّ الفهم العميق للعديد من العوامل المسؤولة عن تنظيم وموازنة الحياة في أحواض تربية الأسماك سيمكن مربي الأسماك من الإدارة الصحيحة للحصول على أحسن نمو وبالتالي تحقيق أعلى إنتاج. إنّ هلاك الأسماك في أحد الأحواض يسبب تدهور نوعية الماء أو تعرّض الأحواض الى تغيير غير إعتيادي لأحد العوامل الكيميائية أو الفيزيائية للماء مما يكلّف مربي الأسماك مبالغ كبيرة. وفيما يلي أهم المقاييس الكيميائية والفيزيائية لنوعية الماء التي يتطلب مراعاتها في أحواض تربية الأسماك.

السمات الكيمياوية: Chemical parameters

ا- الأوكسجين : Oxygen

يُعتبر مستوى الأوكسجين الذائب Dissolved oxygen في الماء أحد العوامل المهمة في نوعية المياه التي تربى فيها الأسماك. وإذا لم يتم الحفاظ على مستوى مناسب في أحواض التربية فإنّ الأسماك ستعاني من الإجهاد وتصبح معرضة للإصابة بالأمراض والطفيليات أو تموت بعد فترة معينة. في المستويات الدنيا من الأوكسجين الذائب ترفض الأسماك الغذاء خلال وبعد نضوب الأوكسجين كما تنخفض معدلات النمو وكفاءة التحويل الغذائي إضافة إلى ذلك فسيحدث هدر في كميات الغذاء المضافة من جراء الإستمرار في التغذية. إنّ الكشف عن أسباب مشاكل الأوكسجين واتخاذ التدابير اللازمة والسريعة لتفادي الضرر الذي قد ينجم عن نقص الأوكسجين تقع على عاتق مربي الأسماك. ويمكن الكشف عن نقص الأوكسجين في الماء وذلك من ملاحظة الأسماك التي تأتي بالقرب من السطح ومحاولتها التهام أكبر كمية من الهواء وكما هو عليه في تربية أسماك الكارب. إلاّ أنّ صعود الأسماك إلى سطح الماء لا يدل دائما على حدوث نقص في الأوكسجين الذائب في الماء، إلاّ إذا إنخفض مستواه الى الحد الذي يجهد أو يهدد حياة الأسماك، إنّ المقاييس الأخرى لنوعية الماء تصبح غير مهمة ولحين عودة مستوياته الأمينة. إنّ المستوى الأدنى من الأوكسجين الذائب والذي يحدث عنده الاجهاد يختلف حسب نوع الأسماك، ففي

Dr.Jassim S

حالة أسماك عائلة الشبوطيات مثلاً، إنّ تركيز الأوكسجين الذائب يجب أن لا يقل عن 3 ملغم لتر، بينما في حالة الأسماك التابعة لعائلة السالمونيات فإنّ الحد الأدنى للاوكسجين الذائب يجب أن لا يقل عن 5 ملغم / لتر.

يذوب الأوكسجين في الماء بفعل الإنتشار أثناء عملية التبادل الغازي بين الهواء الجوي وسطح الماء، ويذوب الأوكسجين المنتج من قبل الهائمات النباتية بالطريقة نفسها وكذلك النباتات المائية الأخرى في الحوض خلال عمليات التركيب الضوئي . كما يمكن إدخال الأوكسجين إلى الماء عن طريق إستخدام الوسائل المختلفة للتهوية الصناعية، يُستهلك الأوكسجين الذائب في الماء بالدرجة الأساس من قبل الأسماك المرباة في الحوض، إضافة إلى ذلك، فإنه يُستهلك من قبل الهائمات النباتية والهائمات الحيوانية والنباتات المائية في عمليات التنفس. إنّ عمليات التحلل العضوي للكائنات الميتة والغذاء غير المستهلك وكذلك فضلات الأسماك المتراكمة في قاع الحوض تحتاج جميعها إلى الأوكسجين والذي يعتبر الماء المصدر المجهز والمباشر لذلك. وبما أنّ عمليات التركيب الضوئي تتوقف خلال الليل ولا يحدث أي إضافة للاوكسجين وأنّ العمليات الأخرى تبقى مستمرة ليلاً ونهاراً ومن دون توقف فإنّ النتيجة النهائية هو حصول زيادة في كميات الأوكسجين الذائب في الماء خلال النهار عما هو عليه أثناء الليل. وبمعنى آخر، فإن تركيز الأوكسجين الذائب في الماء غير ثابت خلال ساعات اليوم الواحد.

ويزول قسم من الأوكسجين الذائب في الماء لانجاز التفاعلات الكيمياوية غير العضوية وأنّ حاجة هذه التفاعلات للأوكسجين ليست لها أهمية في أنظمة تربية الأسماك ويطلق عليها بحاجة الأوكسجين الكيميائية Chemical Oxygen Demand أمّا متطلبات التنفس والتحلل العضوي من الأوكسجين فتدعى بحاجة الأوكسجين الكيموحيوية Biochemical Oxygen Demand (BOD) والتي قد تصبح مهمة جداً في أحواض تربية الأسماك عندما يحدث تحلل عضوي لكميات كبيرة من النباتات المائية، وكما هو عليه الحال بعد معالجة النباتات المائية بالمبيدات، أو عندما يسمح للحيوانات الميتة بالتفسخ في ماء الحوض. وفي مثل هذه الحالة فإن متطلبات الأوكسجين الكيموحيوية تكون عالية وقد يكون استنزاف الأوكسجين الذائب في الماء على حساب ما هو متاح للأسماك.

إنّ كمية الأوكسجين التي بالإمكان ذوبانها في الماء تحت الظروف البيئية الطبيعية يدعي بتركيز تشبع الأوكسجين Saturated Oxygen concentration. ويعتمد تشبع الأوكسجين الذائب على درجة الحرارة والملوحة والضغط الجوي. فكلّما زاد تأثير هذه العوامل فإن التشبع يحدث عند مستويات واطئة من الأوكسجين الذائب. إنّ وجود درجة فوق التشبع Super - saturation تحت الظروف الطبيعية هو إمّا نتيجة للمستويات العالية من المُنتِجات الأولية (الهائمات النباتية) أو نتيجة لنشاطات الإنسان كا يحدث للمياه المبردة المطروحة من محطات توليد الطاقة خلال الشتاء. إنّ درجة فوق الاشباع بالأوكسجين الذائب ليست مضرة، ولكن عندما

تصل إلى 350% فإنها تسبب مرض كيسون Caisson disease وفي هذه الحالة يتطلب تبديل مثل هذه المياه بأخرى جديدة .

قياس الأوكسجين الذائب : Measuring Dissolved Oxygen

إنّ إجراء القياسات الدورية لتحديد تراكيز الأوكسجين الذائب في مياه أحواض تربية الأسماك تعتبر من العمليات اليومية المهمة وذلك للتأكد من عدم حدوث إستنزاف في كمية الأوكسجين الذائب. ويفضل أن تجري القياسات عند الغروب. وتعتبر طريقة ونكلر الأكثر شيوعاً في تقدير كمية الأوكسجين الذائب في مياه الأحواض الخاصة بتربية الأسماك. وإنتشر في الوقت الحاضر إستخدام الأجهزة الالكترونية الدقيقة لقياس كمية الأوكسجين الذائب والتي يمكن إستخدامها في المختبرات أو في الحقول وذلك لصغر حجمها وإمكانية حملها Portable oxygen meter. وبالرغم من إمكانية قياس الأوكسجين الذائب بهاتين الطريقتين وبدقة عالية تصل الى حد 0.1 ملغم / لتر إلاّ أنّ الأجهزة الألكترونية تعتبرأسرع، كما أنّ بعض الأجهزة مصممة ليس فقط لقياس كمية الأوكسجين الذائب بل لتقدير العكارة ودرجة الحرارة وقيمة الأس الهيدروجيني بنفس الوقت، وذلك عن طريق غمر المجس Probe الخاص بكل مقياس.

نضوب الأوكسجين : Oxygen Depletion

إذا لم تتم عملية قياس كمية الأوكسجين الذائب بصورة دورية وروتينية، لايدرك مربي الأسماك إستنزاف في الأوكسجين بصورة غير مباشرة. ولكن الأسماك عموماً ترفض الغذاء تحت الإجهاد الناجم عن إنخفاض مستوى الأوكسجين في الماء. وعندما يتدنى مستوى الأوكسجين إلى الدرجة الحرجة، فإنّ العديد من الأسماك تطفو الى سطح الماء لإلتهام أكبر قدر ممكن من الهواء. إنّ هذا السلوك يكشف لمربي الأسماك عن حالة نضوب الأوكسجين وأنّ الأسماك في حالة خطرة في الحوض. ومما يجدر ذكره فيجب أنْ لايعزى دائماً وجود الأسماك على سطح الماء إلى نفاذ الأوكسجين رغم أنّ هذه الحالة دليل على نفاذه. ومن بين أنواع الأسماك التي تلاحظ بالقرب من سطح الماء عندما تكون مستويات الأوكسجين الذائب فقيرة هي: السمك الذهبي Goldfish والبلطي Tilapia. إنّ سلوك هذه الحيوانات ربما يكون مصاحبة للتغذية أو للتكاثر، أو أي فعاليات اخرى. ومن من المعروف عن أسماك القط Catfish أنّها نادراً ما يمكن ملاحظتها بالقرب من السطح، إلاّ في حالات التغذية على الاقراص الغذائية الطافية أو عندما يكون الأوكسجين الذائب منخفضة لدرجة حرجة.

أنّ مشاكل نضوب الأوكسجين غالباً ما تحدث في فصل الصيف. في هذا الفصل تكون معدلات الفعاليات الحيوية لكل الأحياء النباتية والحيوانية المتواجدة في الحوض وبما فيها الأسماك عالية، كما أنّ كميات كبيرة من الغذاء تضاف لكل حوض يومياً مما يزيد الحاجة للأوكسجين الكيموحيوي عن طريق تحلل الفضلات وكذلك تحلل الأغذية

غير المستهلكة من قبل الأسماك. في أغلب الأحيان، يكون الأوكسجين المنتج من عملية التركيب الضوئي مناسبة لموازنة متطلبات التنفس والتحلل العضوي وقد لا يكون هناك أي تغيير في المستوى الصافي من الأوكسجين الذائب خلال 24 ساعة. إنّ مستوى الأوكسجين الذائب عند الفجر يكون أقل عادة من بقية ساعات اليوم بسبب إستمرار عمليات التنفس للكائنات الحية خلال الليل وتوقف عملية التركيب الضوئي. إنّ إنتاج الأوكسجين يبدأ ثانيةً عندما تبدأ عملية التركيب الضوئي خلال النهار مما يرفع مستوى الأوكسجين الذائب في الماء وبصورة تدريجية ليصل الى أعلى مستوى قبل الغروب. وكذلك يتوجب على مربي الأسماك قياس كميات الأوكسجين الذائب عند الفجر ويومياً خلال فصل الصيف للتأكد من أن مستويات الأوكسجين في الصباح ملائمة لحاجة الأسماك .

إنّ اجراء القياسات في فترات الصباح من كل يوم لها أهميتها الخاصة فيما إذا قد حصل أي شيء خلال الليل والذي قد يؤثر على عملية التركيب الضوئي في النهار اللاحق. أنّ من الأسباب المعروفة لنضوب الأوكسجين هي تحطم النباتات خلال معاملتها بالمبيدات والذي يصاحبه عادة تدهور في طبقات الهائمات النباتية. إنّ سيادة الطقس الغائم ولفترات طويلة على المنطقة ستؤثر على مستويات الأوكسجين الذائب في مياه الأحواض. فعندما تكون السماء ملبدة بالغيوم خلال النهار فأنّها تعمل على حجب الضوء المتاح لأحواض التربية وبالتالي تعمل على خفض معدلات التركيب الضوئي والذي قد يؤدي في بعض الحالات إلى تدهور طبقات الهائمات النباتية . إنّ إستمرار عمليات التنفس للكائنات الحية في الأحواض مع إستمرار الطقس الغائم يؤدي إلى إنخفاض في مستويات الأوكسجين الذائب يوماً بعد آخر ولحين نضوب الأوكسجين الذائب في الماء، مالم تتخذ الإجراءات السريعة لاعادة مستوياته الأمينة لمعيشة الأسماك والكائنات الحية الأخرى في الحوض.

السيطرة على نضوب الأوكسجين : Overcoming Oxygen Depletion

يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة لاستعادة مستويات الأوكسجين الذائب إلى حدودها الطبيعية عند تشخيص حالة نضوب الأوكسجين. ومن الوسائل التي يمكن إستخدامها مايلي :

(1) إضافة كميات غزيرة من المياه المؤكسجة جيدة.

(٢) إسقاط الماء على شكل شلال من فتحات تجهيز الماء.

(٣) سحب الماء من الحوض بمضخات وضخه ثانيةً على سطح ماء الحوض وعلى شكل شلال.

(4) إستخدام ضاغطات الهواء الكهربائية Electric Air Compressors.

(5) إستخدام أجهزة التهوية Air Blowers.

(6) إستخدام أجهزة تقليب الماء الميكانيكية Mechanical airators .

(٧) تقليب الماء بواسطة الزوارق اليدوية أو الآلية.

(٨) إستخدام قناني الأوكسجين المضغوط Compressed Air Bottles.

إنّ أهم الإجراءات التي يجب إتخاذها عند تشخيص نقص الأوكسجين هو التوقف عن التغذية وعلى أنْ تستأنف ثانيةً بعد عودة المستويات الطبيعية للأوكسجين الذائب وبفترة لاتقل عن 6 ساعات وحسب حدة المشكلة.

2-- النايتروجين : Nitrogen

يحتوي الماء على النايتروجين (N) الذائب وكذلك على الأيونات الحاوية عليه مثل النتريت والنترات والأمونيوم. بما أنّ جزيء النايتروجين أصغر بكثير من جزيء الأوكسجين فان تشبع الماء بالنايتروجين يحدث عند مستويات أوطأ مما هو عليه في حالة الأوكسجين. وعليه فأنّ مرض الفقاعة الغازية Gass bubble disease يحدث عند مستويات متدنية من فوق التشبع حيث تعد صغار أسماك التراوت حساسة جدا لمثل هذه المستويات في الماء. وتبدو أعراض الإصابة بهذا المرض وبصورة واضحة عند درجة اشباع 106%، أنّ درجة فوق التشبع بغاز النايتروجين ربما تحدث بسبب إزدياد قيمة التشبع النوعية نتيجة لتدفئة المياه وكما هو عليه الحال في المفاقس حيث يسيطر فيها على درجة حرارة الماء. كما تحدث أيضاً بسبب التهوية تحت الضغط العالي. ولمنع حدوث مثل هذه المشكلة يتطلب تبديل المياه باخرى جديدة، وهذه العملية تسمى عملية نزع الغاز Degassing. كما قد تحتوي مياه الآبار على نسبة عالية من النايتروجين الذائب. ويمكن التخلص من هذه التراكيز العالية عن طريق إمرار الماء عبر الحواجز المائية المثبتة في قنوات تجهيز الماء للأحواض.

٣- النترات : Nitrate

تُطرح الفضلات النيتروجينية من قبل الحيوانات على شكل أمونيا Ammonia وكرياتين Creatine وكرياتينين Creatinine ويوريا Urea والأحماض الأمينية Amino acids، والحامض البولي Uric Acid كما تتحرر المركبات النيتروجينية خلال التحلل البكتيري للمواد العضوية النباتية والحيوانية. إنّ الفضلات النيتروجينية تتحول في النهاية الى أمونيا والتي تخضع لعملية النترجة Nitrification لتتحول إلى نتريت Nitrite ومن ثم إلى نترات Nitrate وكايلي :

$$NH_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3$$

وتتم هذه العملية بواسطة البكتريا الهوائية، أنّ البكتريا المسؤولة بالدرجة الأساس عن تحويل الأمونيا إلى نتريت هي الـ *Nitrosomonas*، بينما تكون البكتريا *Nitrobacter* مسؤولة عن إكمال عملية التحلل إذ يتأكسد النتريت الى نترات. وهناك أنواع اخرى من البكتريا مثل الـ *Pseudomonas* والـ *Achromobacter* و *Bacillus* تقوم بتحويل النترات إلى نايتروجين N_2 كما هو في حالته الأساسية والذي قد يتطاير من النظام الى الجو. والتفاعلان موجودان في المرشحات الحيوية في أنظمة المياه الدوارة المغلقة وكذلك في المحيط الطبيعي.

Dr.Jasim5

إنّ المستويات السامة للنترات غير معروفة بدقة، ولكن الأقل من 4.2 ملغم / لتر لاتؤثر على صحة الأسماك. كما أنّ انظمة التربية الخاضعة للإدارة الجيدة سوف لن يصل تركيز النترات في مياهها أعلى من 20 ملغم / لتر.

4- النتريت: Nitrite

يعتبر النتريت من بين أشكال النايتروجين غير المفضلة في أنظمة تربية الأسماك، وهو يأتي بالدرجة الثانية بعد الأمونيا من هذه الناحية. أنّ وجود النتريت يكون نادراً في المياه الطبيعية بسبب وجود أعداد مناسبة من البكتريا *Nitrobacter* والتي تؤكسد النتريت الى نترات، ولكن يوجد بتراكيز عالية في أنظمة تربية الأسماك وخاصة في أنظمة المياه الدوارة المغلقة حديثة الإنشاء والتي قد ملئت لأول مرة بالماء، وعلى الرغم من أنّ النتريت ناتج وسطي فمن المحتمل وجوده بتركيز عالٍ إذا لم تستعمر البكتريا المصفي الحيوي، أو عندما تكون أعدادها قليلة وغير مناسبة لتحويل أيونات النتريت السامة عند تكونها.

تستعمر بكتريا الـ *Nitrosomonas* في الغالب المصفي الحيوي بسرعة أعلى من بكتريا الـ *Nitrobacter*، ولذلك قد تشير نتائج تحاليل الماء إلى عدم تكون النترات أو الأمونيا. أنّ دخول الـ *Nitrobacter* إلى المصفي ونموها لكي تصل إلى درجة الكثافة العالية بحيث تستطيع إزالة النتريت من النظام قد يستغرق عدة أيام أو أحياناً عدة أسابيع، وخلال هذه الفترة قد يرتفع مستوى النتريت في الماء الى الحدود السامة والتي تؤدي الى هلاك جميع الأسماك المستزرعة. أنّ مستوى النتريت في معظم انظمة تربية الأسماك يجب أن لايتجاوز 1 ملغم / لتر.

أمّا في حالة الاشتباه بالتسمم بالنتريت فأنّه بالإمكان التأكد من ذلك وبسرعة عن طريق التضحية بسمكة واحدة وفحص دمها. فالأسماك المصابة بالتسمم بالتريت يكون لون دمها بنياً، والسبب في ذلك يعود الى تفاعل الهيموكلوبين Heamoglobin مع النتريت لتكوين الميثهيموكلوبين Methhemoglobin والذي يعطي اللون القهوائي للدم. أنّ أسماك القط Catfish التي تتعرض لمستويات عالية من النتريت تموت وفمها مفتوح، في حين تكون الأغطية الخيشومية مغلقة. تستقر الأسماك المتسممة بالنتريت في القاع عادة وتبقى هادئة، ولكن قد تبدأ بالسباحة بصورة غير إعتيادية ولمدة دقيقة واحدة قبل موتها.

5-الأمونيوم : Ammonium

تفرز الأسماك معظم الفضلات النيتروجينية عن طريق الخياشيم وعلى شكل أمونيوم NH_4^+. توجد الأمونيا في الماء بشكليها المتأين(NH_4^+) أوغير المتأين (NH_3)، والأخير يكون حراً في الماء. يعتبر الشكل المتأين للأمونيا NH_4^+ غير سام نوعاً ما للأسماك، في حين تعتبر الأمونيا (NH_3) الحرة سامة للأسماك وحتى إذا وجدت بتراكيز واطئة. وعلى سبيل المثال ، فعند تعرض أسماك التراوت الى الأمونيا وبتركيز 0.2 ملغم / لتر فإنّ ضرره يكون كبيراً، وتبدأ هذه المشكلة لدى أسماك الكارب عندما يصل مستوى الأمونيا إلى 2 ملغم / لتر، وعلى

العموم، سيؤدي تعرض الأسماك إلى مستويات عالية من الأمونيا ولفترة طويلة إلى خفض النمو وتدهور كفاءة التحويل الغذائي مع حصول نحول عام قد ينتهي بموت الأسماك. إنّ الشكل الذي توجد فيه الأمونيا له علاقة بالأس الهايدروجيني pH ودرجة حرارة الماء، والمعادلة التالية توضح توازن الأمونيوم / أمونيا وعلاقته بـ pH الماء :

عند pH أكثر من 7

$$OH + NH^{+}_{4} \rightleftharpoons NH_3 + H_2O$$

عند pH أقل من 7

في حالة انخفاض الـ pH فإنّ توازن التفكيك سيتجه الى اليسار فعندما يصبح الـ pH أقل من 7 فإنّ الماء سيحتوي على الأمونيوم بشكل رئيسي، وبزيادة الـ pH فإنّ توازن التفكيك سوف يتجه إلى اليمين. وهذا التحلل الأخير يزداد بارتفاع درجة حرارة الماء. ولما كان وجود أي أمونيا حرة عند pH أقل من 7 صعباً، فإنّه من المفضل الحفاظ على هذا المستوى من الـ pH في أنظمة تدوير المياه المغلقة والتي تربى فيها الأسماك بكثافات عالية. وقد تستخدم المواد أو العوامل المنظمة Buffering agent مثل قشور المحار أو حجر الجير Limestone عند إنخفاض الـ pH إلى المستويات التي تجهد الأسماك في مثل هذه الأنظمة. وطالما أنّ مثل هذه المواد تعمل على زيادة الـ pH وبالتالي زيادة تركيز الأمونيا الحرة، فإنه من الضروري إضافة الكميات المناسبة من هذه المواد في حالة استعمالها في الأنظمة المغلقة. وعلى العموم ، فإنّ أنظمة المياه الدوارة المغلقة والتي تعمل ضمن مديات حرارية و pH إعتيادية سيكون المصفي الحيوي مستمر في عمله بصورة صحيحة وتكون مستويات الأمونيا الحرة مقبولة ولا تشكل خطورة على الأسماك. وإنّ مستوى الأمونيا الكلية (NH_4^+ و NH_3) والذي يتراوح بين 0.5-1 ملغم / لتر سيجعل تراكيز الأمونيا غير المتأينة ضمن الحدود المقبولة.

Dr.Jasim5