

الباب الثالث
بيئة الأسماك

علم البيئة Ecology

هو علم دراسة العلاقات المختلفة بين الكائنات الحية وبعضها من جهة ، وبينها وبين ما يحيطها من الأشياء الطبيعية غير الحية abiotic . إذ لا يوجد كائن حي مستقل عن بيئته ، وعليه فالبيئة تعنى الأنظمة البيولوجية biotic وكذا الطبيعية والكيمائية .

والنظام البيئي Ecosystem

عبارة عن أى مساحة أو منطقة من الطبيعة تتبادل فيها المواد بين الكائنات الحية والبيئة غير الحية مكونة نظاماً بيئياً . هذا رغم أنه من غير السهل عزل منطقة فى الطبيعة حتى لا تتأثر بجيرانها من المناطق . فالنظام البيئي تفاعل بين الجماعات communities المختلفة فى المواطن (البيئات المحلية) habitats مكونة بيئة ملائمة Niche . وتنقسم المناطق البيئية للمياة إلى :

- ١ - منطقة الرصيف القارىء shelf zone على عمق حوالى ٢٠٠م ،
- ٢ - منطقة الانحدار العلوى upper slope zone بعمق حوالى ١٠٠٠م ،
- ٣ - منطقة الانحدار السفلى lower slope zone بعمق حوالى ٢٠٠٠م ،
- ٤ - منطقة الأعماق السحيقة abyssal zone بعمق حوالى ٩٠٠٠م ،
- ٥ - منطقة الهيدال hadal zone أعمق من السابقة .

أى منطقة فوق بلاجية epipelagic حتى عمق ٢٠٠ م ، ومنطقة وسط بلاجية mesopelagic حتى عمق ١٠٠٠ م ، ومنطقة الأعماق البلاجية bathypelagic حتى عمق ٦٠٠٠ م ، ومنطقة الهيدال البلاجية hadopelagic أعمق من ٦٠٠٠ م . فالحافة القارية عمقها حتى ٢٠٠ م أما المنحدر القارىء فينحصر عمقه تدريجياً بين ٢٠٠ و ٢٠٠٠ م ، وبعد ذلك الأعماق السحيقة الأعمق من ٢٠٠٠ م .

وعلم تأثير المناخ على الحياة phenology هو المهتم بدراسة التأثيرات الموسمية فى الطبيعة ، وتكرار الظواهر الطبيعية خاصة المتعلقة بالظروف الجوية ، ودراسة الكائنات وعلاقتها بالجو .

ويرثه environment السمك أو الوسط الذى يعيش فيه عبارة عن الماء بتوابعه بما يحتويه من كائنات حية أخرى وعوامل طبيعية وكيمائية مختلفة تتأثر بالجو والظواهر الطبيعية المختلفة من مطر ورياح ودران ومد وجزر وأمواج ، إضافة للتأثيرات البيئية الأخرى الناتجة من أنشطة الإنسان من زراعة وصناعة ومعيشة وما يصاحبها من فضلات ونواتج مؤثرة على الجو والماء وبالتالي الأسماك . فالمسطحات المائية تشكل حوالى ٨٠ ٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية ، وتشكل المياة المالحة حوالى ٩٧ ٪ من حجم الماء الكلى ، أما المياة العذبة فتتمثل حوالى ٢ ٪ .

فالماء من الأهمية بمكان أن ذكره الله في قرآنه فمنه الحياة كلها : ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ - الأنبياء : ٣ - ﴿ وهو الذي أنزل من السماء ماء فنخرجنا به نبات كل شيء ﴾ - الأنعام : ٩٩ - وما أكثر الآيات القرآنية المصورة لأنعم الله التي نتحصل عليها من البحار والأنهار : ﴿ وهو الذي سخّر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها ﴾ - النحل ١٤ ﴿ ويخرج منهما اللؤلؤ والمرجان ﴾ - الرحمن : ٢٢ - والأعجب أن الماء المالح يلتقى عند مصبات الأنهار بالماء العذب ولا يختلطان ﴿ وجعل بين البحرين حاجزاً ﴾ - النمل : ٦١ - ﴿ وما يستوى البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحما طريا وتستخرجون حلية تلبسونها ﴾ - فاطر : ١٢ - (مرج البحرين يلتقيان بينهما برزخ لا يبغيان ﴾ - الرحمن : ١٩ - ٢٠ - والأعظم من هذا وذاك هو أن شرف الله سبحانه وتعالى الماء بأن جعل عرشه على الماء بعد خلق السماوات والأرضين - ﴿ وكان عرشه على الماء ﴾ - هود : ٧ .

وللماء خواص مختلفة تتوقف على عوامل طبيعية (كثافة ، لزوجة ، لون ، توصيل كهربى ، درجة حرارة ، عكارة) ، وأخرى كيميائية (غازات ذائبة وأملاح معدنية) ، وفي الصفحات التالية نعرض لهذه العوامل .

الفصل الأول الخواص الطبيعية للماء

أولاً : الكثافة :

أقل حجم الماء يكون على درجة حرارة 4° م ، وزيادة أو نقص درجة حرارتها عن ذلك يتبعه انخفاض كثافة الماء لزيادة حجمه . كما تتوقف الكثافة كذلك على ملوحة الماء كما يوضح ذلك الجدول التالي :

درجات الحرارة ° م					الملوحة جزء/ ألف
30	20	10	5	صفر	
0.9957	0.9992	0.9997	1.0000	0.9999	صفر
1.0069	1.0096	1.0114	1.0119	1.0120	10
1.0143	1.0172	1.0192	1.0198	1.0201	22
1.0214	1.0248	1.0270	1.0277	1.0281	30

• كثافة الثلج على صفر° م وصفر ملوحة هي 0.9168 .

كما تتوقف كثافة المياه النقية على عمق الماء كذلك ، فعلى درجة حرارة صفر مئوية كانت كثافة الماء

كالتالي :

الكثافة	العمق بالمتر
0.9999	صفر
1.0009	250
1.0020	500
1.0042	1000
1.0084	2000

وتزيد كثافة الماء عن كثافة الهواء حوالي 800 (770) مرة ، لأختلاف درجات الحرارة وكمية الأملاح

المذابة . فيتغير الوزن النوعي للماء بتغير درجة الحرارة ويصل أقصاه عند الاقتراب من درجة 4° م .

ثانياً : اللزوجة :

تزيد لزوجة الماء بحوالي ١٠٠٠ مرة عن لزوجة الهواء ، وهذه تؤدي رلى تحورات الأحياء المائية لمواجهة مقاومة الماء ، لذا فالهائمات الدقيقة تظل عالقة أو سطحية للحصول على الضوء للتمثيل الضوئي . وتزداد اللزوجة بانخفاض درجة الحرارة للماء .

ثالثاً : اللون :

الماء النقي عديم اللون ، إلا أن الماء في الأجسام المائية تعكس ألوانا نتيجة محتواها من المواد الذائبة والعالقة ونتيجة انعكاس لون السماء أو انكسار وانعكاس الألوان على سط الماء . ويستدل على طبيعة الماء من لونه كالتالي :

اللون	مدلول اللون
بنى	زيادة نسبة المواد الدبالية.
بنى مخضر	زيادة نسبة المواد الدبالية إضافة إلى الهوائم.
أخضر	زيادة نسبة الهوائم النباتية وبعض الطحالب.
أحمر	زيادة نسبة الأملاح لوجود أنواع من البكتيريا.
بنى مزدق	وجود بعض أنواع الطحالب.

وأغلب الضوء الأحمر يمتص في الخمسة أمتار العليا ، ويختفى اللون البرتقالي عند ١٥ م ، بينما ينفذ اللون الأخضر والأصفر إلى حوالي ٢٠ م ، ويختفى ألوان الطيف السبعة المعروفة على عمق ٢٠٠ م فأكثر ، إذ يسود الظلام الشديد في أعماق البحار ، إذ يختفى لون بعد الآخر بالانتقال من عمق لآخر فصدق الله العظيم القائل في محكم آياته ﴿ أو كظلمات في بحر لجى يفشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ظلمات بعضها فوق بعض إذا أخرج يده لم يكد يراها ﴾ - النور : ٤٠ . لذا تزدهر الكائنات النباتية في أعماق أقل من ٢٠ - ٥٠ م تقريباً .

رابعاً : التوصيل الكهربى :

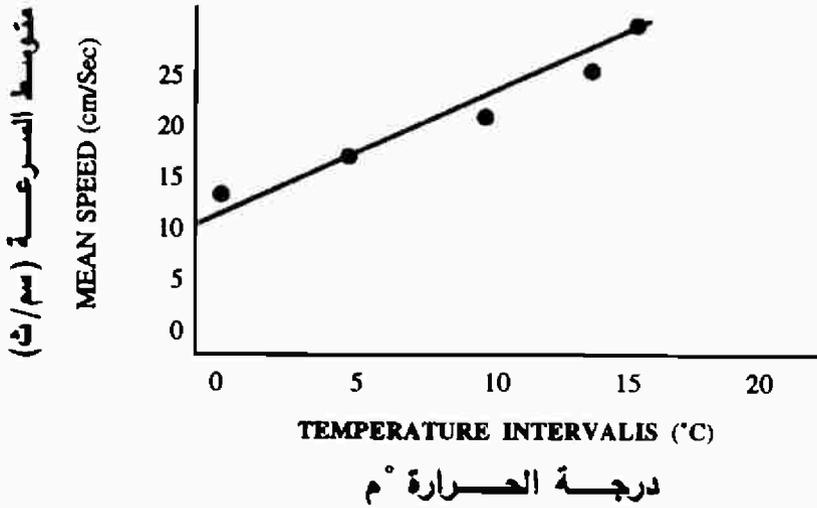
يزداد بوجود الأملاح ، إذ أن الجزيئات الذائبة في الماء تؤدي إلى خفض التوتر السطحي ، ويحدث التوتر السطحي نتيجة لقوة التماسك الداخلية بين الجزيئات . وهو مؤشر لنسبة الأملاح في الماء .

خامساً : درجة الحرارة :

درجة حرارة الماء ترجع أهميتها إلى أن الأسماك من الكائنات متغيرة درجة حرارة الجسم بتغير

درجة حرارة الوسط المائى ، كما أن درجة الحرارة تؤثر على التنفس والنمو والتكاثر وكل العمليات البيوكيماوية فى جسم السمك والكائنات الحية الأخرى المائية ، كما تؤثر على ذائبية الأوكسجين فى الماء . وتتغير درجة حرارة الماء طبقاً لزاوية سقوط أشعة الشمس وامتصاصها ، ودرجة عكارة الماء ، وطبقاً لدرجة حرارة الهواء الجوى الملاصق للماء ، وطبقاً لدرجة حرارة قاع الحوض ، وعمق عمود الماء فى الحوض ومعدل البخر . ونظراً لرداءة التوصيل الحرارى للماء ، ولذلك يكون توزيع درجة الحرارة غير متجانس ، مما يجعل الطبقة العليا أكثر تعرضاً للتغيرات الحرارية . وتتوقف تغيرات درجة حرارة الماء كذلك على ملوحتها وعلى الظروف الجوية ومواسم السنة . ولكل نوع سمكى درجة حرارة (وضوء) مثلى لنموه وتكاثره . بل ولكل كائن حى بحرى كذلك احتياجات طاقة معينة فتغيرات درجة حرارة الماء تؤثر على نمو وانتشار هذه الكائنات الحية المائية المختلفة.

فانحصى نمو للقراميط على 20°C ، وايضاً على مدى $26 - 24^{\circ}\text{C}$ يمكن الحصول على نتائج جيدة ، لذلك توجد تربية القراميط فى الظروف الاستوائية . بينما فرخ السمك البحرى فيعطى زيادة فى الوزن وكفاءة تحويل غذائى على $15 - 20^{\circ}\text{C}$. ويزداد سمك الفرخ الأصفر فى سرعة عومه بزيادة درجة الحرارة فى مدى حتى 20°C .



علاقة سرعة عوم سمك الفرخ الأصفر بدرجة حرارة الماء.

سادساً : العكارة :

تعبر عن نسبة (أو تركيز) المواد العالقة فى الماء والتي قد تسببها الأمطار والفيضانات بما تحمله معها من جزيئات معدنية ، أو قيام بعض أنواع الأسماك (كالمبروك) بتعكير الماء وكذلك فى موسم التماسل

ونشاط الأسماك ومطاردتها لبعض أو تنافسها على الفريسة فتؤدي إلى تقلب القاع وتعكير الماء. والمكارة تحول نون وصول ضوء الشمس إلى الكائنات النباتية الدقيقة (فيتوبلانكتون) فيقل الإنتاج الأولي ويقل تخليق الأوكسجين كذلك، فيؤثر ذلك على نمو السمك وانتشار الأمراض الفطرية في الماء الرائق (أقل من ٢٥ جزء / مليون عكارة) يعطى نموا قدره ١,٧ مرة قدر الماء العكر (١٠٠ جزء / مليون)، والأحواض شبه الرائقة (٢٥ - ١٠٠ جزء / مليون) تعطى نموا سمكيا قدره ٥,٥ مرة قدر الأحواض العكرة. والمكارة (الطمي) تستخلص الأوكسجين كذلك من الماء فتتركز الأوكسجين في الطمي ١٦ ضعف تركيزه في نفس الحجم من الماء.

سابعاً : الدوران :

توجد تيارات currents دائمة في الماء في البحيرات الساكنة ، وتقوم التيارات بنقل الحرارة والمواد الذائبة والصلبة . وتنشأ التيارات المائية نتيجة قوى تستمد طاقتها من الشمس ، سواء بطريق مباشر أو غير مباشر . فيتغير حجم الماء السطحي بالتسخين والتبريد بالمطر والبحير ، كما يحدث المد نتيجة الجاذبية للشمس والقمر مما يؤدي إلى جذب الماء نحوها في نورات يومية وقمرية lunar منتظمة ، بجانب الضغط الجوي المتغير عادة على السطح ، وكل هذه السبل المحركة للماء تتأثر بدوران الأرض . فالرياح هي القوة الأساسية المحركة للتيارات السطحية في الماء . وتنتقل هذه التيارات من السطح إلى الماء الأعمق لكن بقوة أقل . وتتوقف شدة التيارات على قوة سرعة الرياح ، كما تؤثر حركة دوران الأرض على المياه المتحركة فتحرفها ، ويقل هذا الانحراف في المياه الضحلة ويانخفاض سرعة الرياح . وباختلاف كثافة الماء (باختلاف درجة الحرارة والمطر والبحر) تتحرك المياه ، فينخفض الماء السطحي عندما تزداد كثافته عن الماء الأعمق في أثناء تغييرات درجة الحرارة الموسمية ، ولكن التغيير تحت الماء السطحي في درجة الحرارة يكون بطيئاً.

ويلعب المد والجزر على حركة الماء رأسياً في حدود ١ - ٥ م تقريباً (ويلمسها من يعيش على الشواطئ) مسببة تيارات وقتية على الجرف القاري والمصببات ، وتيارات المد عادة أقوى من الحركات الأخرى ، ولا تتوقف سرعتها واتجاهها على ارتفاع وهبوط المد فقط بل أيضاً على عمق وتكوين القاع . وقد تبلغ تيارات المد ٥ م / ثانية (١٠ عقدة) في بعض الأماكن الضيقة أو ٠,٥٠ م / ث عادة على الجرف القاري والمصببات . ومدى المد في البحر المفتوح نادراً ما يزيد عن ١ م في الارتفاع .

ثامناً : الموج :

الأمواج Waves تسببها الرياح وترتفع وتتسع الأمواج بشدة بسرعة الرياح . والرياح تؤثر على الموج بشدة أعلى من تأثيرها على التيارات المائية التي عادة تبلغ فقط ١ - ٢ ٪ من سرعة الرياح . وسرعة الموج ترتبط بطول الموج ، لسرعته بالسنتيمتر / ثانية ١٢,٥ مرة تقريباً قدر الجذر التربيعي لطوله بالسنتيمتر . والأمواج ليست فقط على سطح البحر الذي نراه ، بل هناك أمواج عند كل طبقة من طبقات الماء أو عمق من أعماق الماء ﴿ أو كتلما في بحر لحي يفشاه موج من فوقه موج من فوقه صحاب ﴾ - النور : ٤٠ .

الفصل الثاني الخواص الكيميائية للماء

أولاً الأوكسجين :

تقل ذائبية الغازات في الماء بارتفاع درجة حرارته ، والأوكسجين أهم غازات الماء ، ومصادره عبارة عن الهواء (فزيادة حركة الماء تزيد ذائبية الغازات في الماء) والكائنات الحية النباتية الدقيقة (نهراً بالبناء الضوئي) والأمطار التي تنيب الغازات في الماء في أثناء سقوطها . والأوكسجين في الماء يتزن مع أوكسجين الهواء فزيادته في الماء تجعله يتسرب جزئياً إلى الهواء والعكس . وتتوقف ذائبية في الماء على درجة الحرارة والملوحة والارتفاع عن سطح البحر ، كما يتضح من الجداول التالية :

محتوى الماء من الأوكسجين (على درجات حرارة مختلفة وارتفاعات عن سطح البحر متباينة) مجم /

لتر عند تشبعها بالهواء :

درجة حرارة الماء ° م			الارتفاع عن سطح البحر بالمتر
٢٠	١٥	١٠	
٨,٦	٩,٥	١٠,٦	٢٥٠
٨,٢	٩,٢	١٠,٢	٥٠٠

تركيز أوكسجين الماء (مجم / لتر) عند ٢٥° م

على ارتفاعات مختلفة من سطح البحر:

تركيز الأوكسجين	الارتفاع عن سطح البحر بالمتر
٨,١	صفر
٧,٩	٥٠٠
٧,٤	١٠٠٠
٧,٠	١٥٠٠
٦,٦	٢٠٠٠
٦,٢	٢٥٠٠
٥,٨	٣٠٠٠

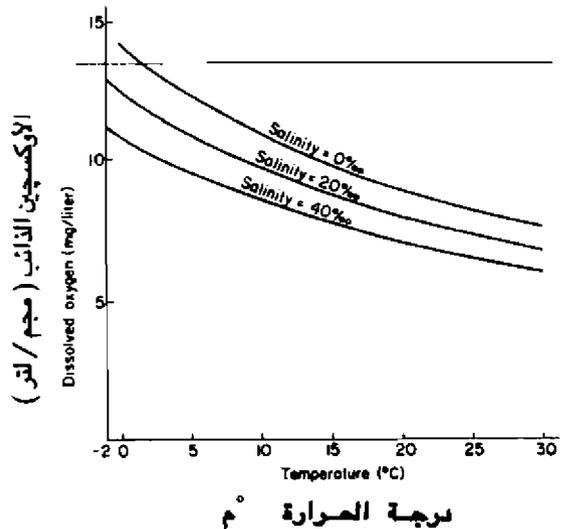
علامة تركيز الأوكسجين الذائب في الماء النقي بدرجة حرارة الماء :

الأوكسجين الذائب		درجة الحرارة °م
سم ^٣ /لتر	مجم/لتر	
١٠,٢	١٤,٦	صفر
٩,٠	١٢,٨	٥
٧,٩	١١,٣	١٠
٧,١	١٠,٢	١٥
٦,٤	٩,٢	٢٠
٥,٩	٨,٤	٢٥
٥,٥	٧,٦	٣٠

ذائبية الأوكسجين في الماء المالح (سم^٣/لتر) :

ملوحة الماء جزء / ألف			درجة حرارة الماء °م
٣٦,١	٣٢,٥	٢٧,١	
٨,٠	٨,٢	٨,٦	صفر
٧,١	٧,٣	٧,٦	٥
٦,٤	٦,٥	٦,٨	١٠
٥,٣	٥,٤	٥,٦	٢٠

ذائبية الأوكسجين (في أتران مع الهواء المشبع بالماء على ضغط ٧٦٠ سم زئبق) على درجات حرارة مختلفة وملوحة متباينة.



ولا تتوقف ذائبية غاز على الغازات الأخرى الذائبة في الماء . وتبلغ معاملات نويان الغازات في الماء على 38°C م 0.023 ، للأوكسجين ، 0.045 ، لثاني أوكسيد الكربون ، 0.013 ، للنيتروجين ، بينما تركيب غازات مياه البحر (كنسب مئوية من المحتوى الكلي على 10°C م) هو 24% / أوكسجين ، 63% / نيتروجين ، 1.6% / ثاني أوكسيد كربون . ونظراً لفة ذائبية الأوكسجين في الماء فإن محتوى الماء من الأوكسجين أقل منه في الهواء ، فنسبته في الهواء ثابتة حوالي 21% (20.9) بينما في الماء تتباين من العدم إلى ضعف التشبع لو أكثر (0.7% / بالحجم ، أو 10 مجم / لتر) إذ أن الماء العذب يحتوي على 10.2 سم 3 / لتر على 10°C م وتقل هذه الكمية بارتفاع درجة الحرارة وبالملوحة ، فالماء المالح (20 جزء / ألف) على الصفر المئوي يحتوي 8.8 سم 3 / لتر . وإذا كانت زيادة أوكسجين الهواء قد تضر بالحيوانات الأرضية فإن زيادته في الماء لا تضر إلا الزريعة على الأكثر . وتتوقف ذائبية من الهواء في الماء على الضغط الجوي ودرجة الحرارة والملوحة ونسبته في الهواء وكمية بخار الماء في الهواء . ويعبر عن تركيز الأوكسجين كنسبة وزنية أو نسبة حجمية أو نسبة من التشبع ، وفي الماء العذب يُعبر عنه كنسبة وزنية أي أجزاء في المليون أو مليجرام / لتر على 4°C م (حيث أعلى كثافة للماء) ، بينما في الماء المالح يعبر عن تركيزه كمليجرامات في اللتر على 20°C م ، وقد تستخدم النسبة المئوية من التشبع للتعبير عن تركيزه في الماء المالح والعذب .

عوامل التحويل لحساب تركيزات الأوكسجين :

الى			من
مجم ذرات / لتر	سم 3 / لتر	جزء / مليون أو مجم / لتر	
0.0625	0.7	1.0	جزء / مليون أو مجم / لتر
0.089	1.0	1.43	سم 3 / لتر
1.0	11.2	16.0	مجم ذرات / لتر

ويقل الأوكسجين بتنفس النباتات والحيوانات والبكتيريا على كل الأعماق ، وبالانتقال من الماء السطحي فوق المشيع إلى الهواء الجوي ، وأيضاً بالتفاعلات الكيميائية واستفاد المادة العضوية المتحللة لنسبة الأوكسجين . وبالانخفاض الشديد للأوكسجين الذائب في أعماق الماء يعد ذلك من انتشار أنواع معينة من الكائنات الحية . وفي حالة عدم حركة الماء العميقة إلى السطح (كما في الأحواض والبحر الأسود) فإن الماء العميق لا يحتوي أوكسجين لكن يحتوي كبريتيد هيدروجين .

وأوكسجين الماء لازم ومحدد لنمو الأسماك والكائنات المائية المختلفة ، فبنقص الأوكسجين (بزيادة الملوحة والحرارة والارتفاع عن سطح البحر) تزيد الاحتياجات الأوكسجينية للأسماك والكائنات الدقيقة

(مجهرية) من بلانكتون ويكتيريا فتزيد شدة تمثيلها الغذائي بارتفاع درجة الحرارة . ويانخفاض تركيز الأوكسجين يسوء النمو وتسوى الإستفادة الغذائية كما تزيد فرصة التعرض للأمراض . فزيادة درجة الحرارة أو الارتفاع عن سطح البحر يجب خفض كثافة تخزين السمك كما لا ينبغي التغذية عند اشتداد درجة الحرارة ، إذ تسوء الاستفادة الغذائية ويرتفع استهلاك الغذاء مع ضعف النمو ، لكن لو تم إثراء الماء بالأوكسجين فيمكن زيادة كثافة التخزين في الصيف مع تعظيم النمو . ويتم الإغناء بالأوكسجين عن طريق ضخ الهواء المضغوط خلال أنابيب مثقبة أو مفتوحة ، أو عن طريق عمل موجات وتيارات ماء باستخدام ساقية أو نحلة ، أو بزيادة مسطح الماء المعرض للهواء عن طريق إسالة الماء لنزع غازاته (نيتروجين وثاني أكسيد الكربون) وإثرائه بالأوكسجين ، والمضخات التي ترفع الماء ليتناثر على سطح الحوض .

ويختلف تركيز الأوكسجين على مدار النهار فيكون أقصى تركيز له في الغروب نتيجة التمثيل الضوئي طول النهار ، وأقل تركيز للأوكسجين يكون عند الفجر نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) المختلفة . ونقص الأوكسجين لا يضر فقط بالنمو بل يسبب أضراراً خلوية ونسجية يصاحبها نقص أوكسجين الدم Hypoxia ، وأكثر الخلايا عرضة للمخاطر هي التي لها احتياجات عالية من الأوكسجين مثل خلايا القلب والكلى . ويحدث النفوق عند شدة سحب الأوكسجين أو نقصه Apoxia .

ولكل نوع من الأسماك احتياجات أوكسجينية ، فبعض الأسماك يحتمل نقص الأوكسجين عن البعض الآخر ، وعموما تتفق معظم الأسماك إذا انخفض الأوكسجين الذائب في الماء إلى ٢ مجم / لتر . ويزيد الاستهلاك من الأوكسجين بزيادة نشاط السمك وزيادة معدل الميتابوليزم . وعموماً فأسماك المياه الباردة أكثر احتياجاً للأوكسجين عن أسماك المياه الدافئة ، فالبلطي أقل احتياجاً للأوكسجين عن المبروك والمبروك أقل احتياجاً عن السلمون .

ثانياً : ثاني أوكسيد الكربون :

يمكن احتمال زيادة تركيزه إلى ٢٠ جزء / مليون إذا توافر في الماء أوكسجين بكفاية ، لكن زيادة تركيزه في المياه بدون ضخ هواء أو تقليب الماء وتهويته أو في أثناء النقل للأسماك في أكياس مغلقة في وقت الحر يؤدي ذلك إلى التسمم والنفوق . وقد تحتل بعض الأسماك (القراميط) حتى ١٤٠ جزء / مليون ثاني أوكسيد كربون مع وفرة ١٠ جزء / مليون أوكسجين ذائب في الماء .

في بعض الحالات يزداد تشبع الماء بالغازات (ثاني أوكسيد كربون ، أزوت ، أوكسجين) إلى أعلى من ١١٠٪ في بعض نظم الإنتاج المكثف المغلقة فتسبب مشاكل للأسماك عند وصول الغازات إلى المخ والقلب فتصوت الأسماك .

ثالثاً : النيتروجين :

صور النيتروجين الثابتة كنيترات ونيتريت وأمونيا مركبات أساسية للحياة من كل الأنواع ، وتنشأ مشاكل بزيادة النيتروجين في الماء إذ يترك النيتروجين (في حالة زيادة تشبع الماء به) المحاليل داخل جسم

الكائنات المائية مكونا فقاعيع تظل في الانسجة فترات طويلة . ويزيد تشبع المياه بالنيتروجين في الماء الأرضي مما يلزم تهويته قبل رعاية السمك فيه ، كما أن مياه الشلالات والسدود تحمل هواء تحت ضغط إضافي ، وإحداث تدفئة للمياة تزيد تشبعه بالنيتروجين ويضر بالسمك . وتزيد الامونيا بفعل البكتريا على مواد العلف الزائدة على حاجة الأسماك ، وكناتج ميتابوليزمي تفرجه الأسماك ، فلوزات الامونيا أنت إلى تسمم الأسماك ، لذا تراعى كثافة تخزين السمك المثلى ومعدل التغذية الأمثل مع تهوية الماء . والنيتريت سام للأسماك كذلك .

رابعاً : تركيز ايون الهيدروجين :

القيم المنحرفة عن مدى pH ٤,٥ - ١٠ تعيق نمو السمك ، لكنها نادرة الحدوث ، pH الماء العذب متغير ، بينما PH البحار المفتوحة يظل غالباً ما بين ٨,١ - ٨,٣ في الطبقة السطحية ، وفي الأعماق منخفضة الأوكسجين يصل إلى pH ٧,٥ ، وفي الأحواض المحتوية على كبريتيد هيدروجين تنخفض القيم إلى PH ٧ ، فهو عامل غير محدد للكائنات ذات الأهمية التجارية في البحار .

وتتأثر درجة حموضة الماء بوجود نباتات مائية مستهلكة لثاني أوكسيد الكربون ووجود مصادر تلوث أزوئي ، كما تتأثر بحموضة التربة ذاتها . ويمكن تنظيم درجة الحموضة بالتجبير .

خامساً : القلوية :

مقياس لكمية الكربونات والبيكربونات (القلويات) التي يمكن اتحاضها مع الحامض ، أي مقياس للسعة التنظيمية أو الاتحادية الحامضية للماء . والقلوية المناسبة لنمو الأسماك في مدى ٥٠ - ٢٠٠ جزء / مليون ، فارتفاعها مقياس لصلاحية الماء لنمو السمك . ويمكن زيادة القلوية بإضافة الجير .

سادساً : الملوحة :

تعرف بانها إجمالي كمية المواد الصلبة بالجرام التي يحتويها كيلو جرام ماء بحر عند تحويل كل الكربونات إلى أوكسيد ، ويستبدل البروم واليود بالكور ويتأكسد كل المادة العضوية تماماً . وماء البحر عبارة عن مخلوط ثابت النسب من الهالوجينات والكربونات وأملاح الكبريتات للصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم والاسترانشيوم مع كميات صغيرة من مواد أخرى واثار لعديد من العناصر الأخرى . ونظراً لثبات النسب بين المكونات الهامة للملوحة ، فإن الملوحة ، الكلية تقدر ببساطة بتفسير كمية الكلور (+ البروم) كأنهم الأنيونات باستخدام المادة التالية : الملوحة (جزء / ألف) = ٠,٣ + ١,٨٠٦ (الكلوريني في الألف ، كما يمكن التنبؤ بالملوحة عن طريق مقياس التوصيل الكهربى لسهولته ولارتباطه بالملوحة بدقة .

وهذا التركيب الثابت من الأملاح لا يتواجد في الماء العذب ولا في الأحواض المغلقة كالبحر الميت وبحر قزوين وغيرها والتي قد تحتوى أساساً الكربونات والكبريتات والكلوريدات أو مخاليطها . ونسب الأملاح في المصببات تتحور حسب ما يصرفه النهر من أملاح وحسب العمق والموقع ومستوى المد والفيضان . وتتباين ملوحة المحيطات المفتوحة ما بين ٢٣ - ٢٧ جزء في الألف طبقاً للاختلافات في كميات البخار والأمطار ، بينما في الأعماق يكون التباين بسيطاً ، ويرتبط بالعمق والموقع والموسم . وعموماً فالاختلافات في المحيطات المفتوحة ليست ذات أهمية بيولوجية مباشرة .

محتوى ملوحة مياه البحر (جزء في الألف) :

الملوحة	البحر
٢٥	المحيط الأطلنطي الشمالي
٢٧	المحيط الأطلنطي الجنوبي
٢٠	بحر الشرق الجزء الغربي
٨	بحر الشرق الجزء الأوسط
٨ - ٢	بحر الشرق الجزء الشرقي
٢٧	البحر المتوسط الجزء الغربي
٢٨	البحر المتوسط الجزء الشرقي
١٨ - ١٥	البحر الأسود
٣٠٠	بحر قازوين
٢٤	المحيط الهندي
٤١	البحر الأحمر

ويتركب ماء البحر من الأملاح التالية (كنسب مئوية منسوبة للملوحة ٢٥ جزء / ألف) :

ملح طعام ٧٧,٧

كلوريد مغنسيوم ١٠,٨

كبريتات مغنسيوم وبوتاسيوم وجبس ١٠,٨

كربونات كالسيوم ٠,٣

بروميد مغنسيوم ٠,٢

وقد تحتوى المياه الشاطئية فى الطقس الجاف على ملوحة أكبر مما فى المحيط المفتوح فالخليج الفارسى يحتوى على ملوحة ٦٠ - ١٠٠ جزء / ألف فى بعض المناطق (الاموار lagoons) التى يتبخّر منها الماء ولا يدخلها ماء البحر الا صدفه .

والماء العذب fresh يحتوى على أقل من ١ جم / كجم جوامد ذائبة ، والماء الشروب brackish ملوحته لا تزيد عن ٥ جم / كجم ، والماء المالح marine ملوحته ٢٥ - ٤٠ جم / كجم . ويزيادة ملوحة الماء يزداد ضغطه الأسموزى . ولكل نوع سمك احتياجات ملوحة معينة ، فالبورى مثلا يتطلب ١٤,٥ جزء / ألف بينما

البطلى النيلي ٢٤ جزء/ ألف والبطلى الموز مبيقى ٣ جزء / ألف والبطلى الحسانى ١٨,٩ جزء / ألف والمبروك العادى ٩ جزء / ألف وهكذا .

ونقص الملوحة أو زيادتها يخفض من النمو فى الأسماك لارتباطها بالتنظيم الأسموزى للسمك ، واختلاف الملوحة مع انخفاض تركيز الأوكسجين يزيد من نقص الطاقة القابلة للاستفادة منها فى الصور الميتابوليزمية المختلفة ومنها النمو .

ومن الأملاح الضرورية فى الماء لفعالية النبات هى الحديد والمنجنيز والكبريت والسليكات وغيرها .
فالحديد تتوقف صورته (حديدوز ، حديدك) على وفرة الأوكسجين فى الماء ، فى حالة وفرة الأوكسجين يتكون هيدروكسيد حديدك يرسب إلى القاع إذا توافرت حموضة مناسبة (V pH) ، وينقص الأوكسجين تتحول أملاح الحديدك إلى أملاح حديدوز وتذوب فى الماء . ويقل تركيز الحديد بزيادة عمق الماء ، إذ أن أعلى تركيز فى الطبقة المائية السطحية (ونفس الاتجاه ملاحظ أيضاً لكل من النحاس والزنك والرصاص والنيكل) . وتقل تركيزات الحديد بزيادة ملوحة المصب فالجرف القارى ، كذلك تقل تركيزات النحاس والزنك بزيادة الملوحة (عند المصب ثم الجرف القارى) . وقد ينعكس اتجاه الزيادة لكل من تركيزات الزنك والنحاس والنيكل والرصاص باختلاف العمق . وأملاح الأزوت هامة ومصدرها حامض النيتريك والأمونيا من الجو وكنواتج تحليل المادة العضوية ومن تثبيت البكتريا للنيتروجين . وهناك ارتباط بين دورتى النيتروجين والكبريت فى الرواسب ، البحرية ، فالكبريتيد الحر يعيق استهلاك أوكسيد النيتروز الناتج من التترته Nitrification ($NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow N \rightarrow N_2O$) وإزالة التترته Denitrification ($NO_2 \rightarrow N \rightarrow N_2O$) ويستهلك N_2O بإزالة التترته ، وتستهلك كذلك الكائنات القاعية ومجاميع من البكتيريا . ويؤثر الأوكسجين على دورة مركبات النيتروجين والحديد والمنجنيز والكبريتات ، فيحدد مثلاً الأوكسجين من تفاعلات وسرعة تفاعلات ميتابوليزم دورة النيتروجين ، سواء باختزال التترات إلى أمونيا أو تحويل التترات إلى نيتروجين ، أو العكس أى إنتاج التترات فى الرواسب المائية ، كما يرتبط بشدة تركيز الحديد والمنجنيز الصلب بتركيزات الأوكسجين ، إذ تنخفض تركيزاتها بشدة فى الأعماق المتعمدة الأوكسجين ، كما ينخفض تركيز الحديد والمنجنيز الذائب فى وجود الأوكسجين ويبدأ فى الزيادة بنقص الأوكسجين . أما مركبات الفوسفات فتستطيع الطحالب والنباتات اختزالها لوزانت كمياتها فى الماء . والسليكات تكون جزءاً مهماً من هيكل الطحالب الذهبية (الدياتومات) .

ويستطيع البورى أن ينمو بيضه المخصب على ملوحة ٥ - ٦٠ فى الألف بينما يحدث الفقس على ملوحة ١٠ - ٥٥ فى الألف وتحيا اليرقات على ١٠ - ٥٥ فى الألف ، ووجد المدى الأمثل للملوحة لتحضين البيض على ٢٢ - ٢٥ م° هو ٢٠ - ٤٠ فى الألف ، وأفضلها ٣٥ فى الألف . ويتحمل البطلى النيلي تغيير ملوحة الماء من الماء العذب إلى ٦٠ ٪ ماء بحر ، وينفق نزقاً بعد النقل المفاجئ إلى ٧٠ ٪ ماء بحر ، بينما زيادة الملوحة التدريجية تحتمل لحد ما . والبطلى الجلبلى T.galilaea تنمو بنفس المعدل فى الماء العذب والماء المالح المخفف بماء عذب (١/٣ ، ١/١) خاصة للذكور بينما الإناث تنمو بنفس معدلها فى الماء العذب

و ٢٥ ٪ ماء بحر . أما البلطى أوربا T.aurea فيحتمل حتى ١٠ فى الألف ملوحة (كلوريد صوديوم) ، كما تحتمل أسماك البلطى الراندلى أقل من ١٩ فى الألف وأنسب ملوحة ليرقات القراميط أقل من ١٣ فى الألف .

سابعاً : درجة العسر :

هى مقياس لتركيز أيونات الكالسيوم والمغنسيوم ، فالماء العسر hard هو المحتوى على كثير من هذه الأيونات ، والماء اليسر soft هو المحتوى على القليل من هذه الأيونات . وأفضل نمو للأسماك على معدل عسر للماء ما بين ٥٠ - ٣٠٠ جزء / مليون . والعسر يرتبط كذلك بدرجة الحموضة والقلوية وكلها تؤثر عليها إضافة الجير (تجبير liming) .

ثامناً : القلوية :

فى تعريفها الألمانى (SBV) Säurebindungsvermögen تعنى قلوية الميثيل البرتقالى Methyl orange alkalinity أو قدرة الارتباط بالحامض لوجود أملاح الكربونات والبيكربونات للقلويات (كالسيوم ومغنسيوم) . وفى المياه العادية الطبيعية تعنى القلوية مكافئ بيكربونات الكالسيوم . وكلما كانت القلوية مرتفعة كان الأس الهيدروجينى أكثر ثباتاً . وتزداد الإنتاجية مع ازدياد قيمة SBV إلى حد أقل من ٣,٥ درجة ، بينما انخفاضها لأقل من ٠,١ درجة تعنى الفقر جداً ، فالمياه العادية يجب أن تتوفر فيها درجة قلوية ٠,٣ - ١,٥ . ويتم السيطرة على القلوية بالتجبير .