الباب الثالث

بيئـــة الأسمـــاك

obeikandl.com

obeikandl.com

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 حى يستقل عن بيئته ، وعليه فالبيئة تعنى الأنظمة البيولوجية biotic وكذا الطبيعية والكيماوية .

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 البيئى 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 ٣٠٠٠م،

٤ – منطقة الأعماق السحيقة abyssal zone بعمق حوالى ٩٠٠٠م،

٥ – منطقة الهيدال hadal zone أعمق من السابقة.

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

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

وبيئة environment السمك أو الوسط الذى يعيش فيه عبارة عن الماء بأنواعه بما يحتويه من كائنات حيه أخرى وعوامل طبيعية وكيماوية مختلفة تتأثر بالجو والظواهر الطبيعية المختلفة من مطر ورياح ودوران ومد وجزر وأمواج ، إضافة للتأثيرات البيئية الأخرى الناتجة من أنشطة الإنسان من زراعة وصناعة ومعيشة وما يصاحبها من فضلات ونواتج مؤثرة على الجو والماء وبالتالى الأسماك . فالمسطحات المائية تشكل حوالى ٨٠ ٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية ، وتشكل المياة المالحة حوالى ٩٧ ٪ من حجم الماء الكلى ،أما المياة العذبة فتمثل حوالى ٣ ٪ .

فالماء من الأهمية بمكان أن ذكره الله فى قرآنه فمنه الحياه كلها : ﴿وجعلنا من الماء كل شىء حى﴾ – الأنبياء : ٣ – ﴿وهو الذى أنزل من السماء ماء فأخرجنا به نبات كل شىء﴾ – الأنعام : ٩٩ – وما أكثر الآيات القرآنية المصورة لأنعم الله التى نتحصل عليها من البحار والأنهار : ﴿وهو الذى سخر 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 كيماوية (غازات ذائبة وأملاح معدنية) ، وفى الصفحات التالية نعرض لهذه العوامل .

obeikandl.com

الفصل الأول
الخواص الطبيعية للماء

أولاً : الكثافة :

أقل حجم للماء يكون على درجة حرارة ٤ °م ، وزيادة أو نقص درجة حرارتها عن ذلك يتبعه أنخفاض كثافة الماء لزيادة حجمه . كما تتوقف الكثافة كذلك على ملوحة الماء كما يوضح ذلك الجدول التالى :

الملوحة جزء/ألف	درجات الحرارة ° م				
	صفر	٥	١٠	٢٠	٣٠
صفر	٠,٩٩٩٩ *	١,٠٠٠٠	٠,٩٩٩٧	٠,٩٩٩٢	٠,٩٩٥٧
١٥	١,٠١٢٠	١,٠١١٩	١,٠١١٤	١,٠٠٩٦	١,٠٠٦٩
٢٢	١,٠٢٠١	١,٠١٩٨	١,٠١٩٢	١,٠١٧٢	١,٠١٤٣
٣٥	١,٠٢٨١	١,٠٢٧٧	١,٠٢٧٠	١,٠٢٤٨	١,٠٢١٤

* كثافة الثلج على صفر° م وصفر ملوحة هى ٠,٩١٦٨ .

كما تتوقف كثافة المياة النقية على عمق الماء كذلك ، فعلى درجة حرارة صفر مئوى كانت كثافة الماء كالتالى :

العمق بالمتر	الكثافة
صفر	٠,٩٩٩٩
٢٥٠	١,٠٠٠٩
٥٠٠	١,٠٠٢٠
١٠٠٠	١,٠٠٤٢
٢٠٠٠	١,٠٠٨٤

وتزيد كثافة الماء عن كثافة الهواء حوالى ٨٠٠ (٧٧٥) مرة ، لأختلاف درجات الحرارة وكمية الأملاح المذابة . فيتغير الوزن النوعى للماء بتغير درجة الحرارة ويصل أقصاه عند الاقتراب من درجة ٤°م.

ثانياً : اللزوجة :

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

ثالثاً : اللون :

الماء النقى عديم اللون ، إلا أن الماء فى 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 كالتالى :

اللـــــون	مدلـــول اللـــــون
بنـــــى	زيادة نسبة المواد الدبالية.
بنى مخضر	زيادة نسبة المواد الدبالية إضافة إلى الهوائم.
أخضـــــر	زيادة نسبة الهوائم النباتية وبعض الطحالب.
أحمـــــر	زيادة نسبة الأملاح لوجود أنواع من البكتيريا.
بنـى مزرق	وجود بعض أنواع الطحالب.

وأغلب الضوء الأحمر يمتص فى الخمسة أمتار العليا ، ويختفى اللون البرتقالى عند ١٥ م ، بينما ينفذ اللون الأخضر والأصفر إلى حوالى ٢٠ م ، وتختفى ألوان الطيف السبعة المعروفة على عمق ٢٠٠ م فاكثر، إذ يسود الظلام الشديد فى أعماق البحار ، إذ يختفى لون بعد الآخر بالأنتقال من عمق لآخر فصدق الله العظيم القائل فى محكم آياته ﴿ أو كظلمات فى بحر لجى يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ظلمات بعضها فوق بعض إذا أخرج يده لم يكد يراها ﴾ – النور : ٤٠ . لذا تزدهر الكائنات النباتية فى أعماق أقل من ٣٠ – ٥٠ م تقريباً .

رابعاً : التوصيل الكهربي :

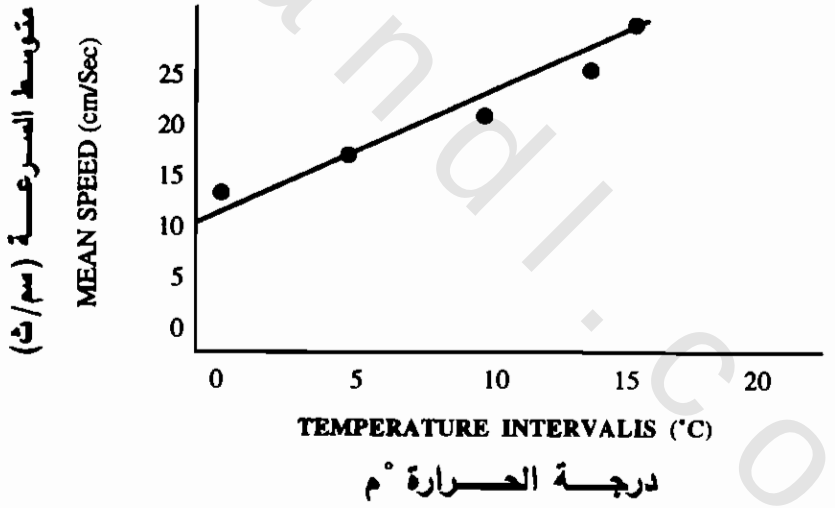
يزداد بوجود الأملاح ، إذ أن الجزيئات المذابة فى الماء تؤدى إلى خفض التوتر السطحى ، ويحدث التوتر السطحى نتيجة لقوة التماسك الداخلية بين الجزيئات . وهو مؤشر لنسبة الأملاح فى الماء.

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 ، وطبقا لدرجة حرارة الهواء الجوى الملامس للماء ، وطبقا 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 تعرضا للتغييرات الحرارية . وتتوقف تغييرات درجة حرارة الماء كذلك على ملوحته وعلى الظروف الجوية ومواسم السنة . ولكل نوع سمكى درجة حرارة (وضوء) مثلى لنموه وتكاثره . بل ولكل كائن حى بحرى كذلك احتياجات طاقة معينة فتغييرات درجة حرارة الماء تؤثر على نمو وانتشار هذه الكائنات الحية المائية المختلفة.

فتقصى نمو للقراميط على ٣٠°م ، وأيضاً على مدى ٢٦ – ٣٤°م يمكن الحصول على نتائج جيدة ، لذلك تجود تربية القراميط فى الظروف الاستوائية . بينما فرخ السمك البحرى فيعطى زيادة فى الوزن وكفاءة تحويل غذائى على ١٥ – ٢٠°م. ويزداد سمك الفرخ الأصفر فى سرعة عومه بزيادة درجة الحرارة فى مدى حتى ٢٠°م.



علاقة سرعة عوم سمك الفرخ الأصفر بدرجة حرارة الماء.

سادساً : العكارة :

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

ونشاط الأسماك ومطاردتها لبعض أو تنافسها على الفريسة فتؤدى إلى تقليب القاع وتعكير الماء. والعكارة تحول دون وصول ضوء الشمس إلى الكائنات النباتية الدقيقة (فيتوبلانكتون) فيقل الإنتاج الأولى ويقل تخليق الأوكسجين كذلك ، فيؤثر ذلك على نمو السمك وانتشار الأمراض الفطرية فى 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 . والعكارة (الطمى) تستخلص الأوكسجين كذلك من الماء فتركيز الأوكسجين فى الطمى ١٦ ضعف تركيزه فى نفس الحجم من الماء.

سابعاً : الدوران :

توجد تيارات currents دائمة فى الماء فى 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 السطحى بالتسخين والتبريد بالمطر والبخير ، كما يحدث المد نتيجة الجاذبية للشمس والقمر مما يؤدى إلى جذب الماء نحوها فى دورات يومية وقمرية lunar منتظمة ، بجانب الضغط الجوى المتغير عادة على السطح ، وكل هذه السبل المحركة للماء تتأثر بدوران الأرض . فالرياح هى القوة الأساسية المحركة للتيارات السطحية فى 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 فى المياه الضحلة وبانخفاض سرعة الرياح . وباختلاف كثافة الماء (باختلاف درجة الحرارة والمطر والبخر) تتحرك المياة ، فينخفض الماء السطحى عندما تزداد كثافته عن الماء الأعمق فى أثناء تغييرات درجة الحرارة الموسمية ، ولكن التغيير تحت الماء السطحى فى درجة الحرارة يكون بطيئاً.

ويلعب المد والجزر على حركة الماء رأسياً فى حدود ١ – ٥ م تقريباً (ويلمسها من يعيش على الشواطىء) مسببة تيارات وقتية على الجرف القارى والمصبات ، 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) فى بعض الأماكن الضيقة أو ٠,٥٠ م / ث عادة على الجرف القارى والمصبات. ومدى المد فى البحر المفتوح نادراً ما يزيد عن ١ م فى الارتفاع .

ثامناً : الموج :

الأمواج Waves تسببها الرياح وترتفع وتتسع الأمواج بشدة سرعة الرياح . والرياح تؤثرعلى الموج بشدة أعلى من تأثيرها على التيارات المائية التى عادة تبلغ فقط ١ – ٢ ٪ من سرعة الرياح. وسرعة الموج ترتبط بطول الموج ، فسرعته بالسنتيمتر / ثانية ١٢,٥ مرة تقريبا قدر الجذر التربيعى لطوله بالسنتيمتر . والأمواج ليست فقط على سطح البحر الذى نراه ، بل هناك أمواج عند كل طبقة من طبقات الماء أو عمق من أعماق الماء ﴿ أو كظلمات فى بحر لجى يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ﴾ – النور : ٤٠.

الفصل الثانى
الخواص الكيميائية للماء

أولاً الأوكسجين :

تقل ذائبية الغازات فى الماء بارتفاع درجة حرارته ، والأوكسجين أهم غازات الماء ، ومصادره عبارة عن الهواء (فزيادة حركة الماء تزيد ذائبية الغازات فى الماء) والكائنات الحية النباتية الدقيقة (نهاراً بالبناء الضوئى) والأمطار التى تذيب الغازات فى الماء فى أثناء سقوطها . والأوكسجين فى الماء يتزن مع أوكسجين الهواء فزيادته فى الماء تجعله يتسرب جزئياً إلى الهواء والعكس . وتتوقف ذائبيته فى 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 :

الارتفاع عن سطح البحر بالمتر	درجة حرارة الماء °م		
	١٠	١٥	٢٠
٢٥٠	١٠,٦	٩,٥	٨,٦
٥٠٠	١٠,٣	٩,٢	٨,٣

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

على ارتفاعات مختلفة من سطح البحر:

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

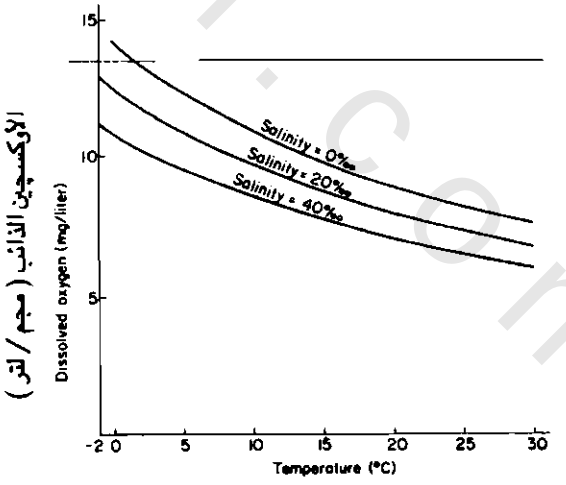
علاقة تركيز الأوكسجين المذاب فى الماء النقى بدرجة حرارة الماء :

درجة الحرارة ° م	الأوكسجين الذائب	
	مجم / لتر	سم٣/لتر
صفر	١٤,٦	١٠,٢
٥	١٢,٨	٩,٠
١٠	١١,٣	٧,٩
١٥	١٠,٢	٧,١
٢٠	٩,٢	٦,٤
٢٥	٨,٤	٥,٩
٣٠	٧,٦	٥,٥

ذائبية الأوكسجين فى الماء المالح (سم٣/لتر) :

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

ذائبية الأوكسجين (فى اتزان مع الهواء المشبع بالماء على ضغط ٧٦٠ مم زئبق) على درجات حرارة مختلفة وملوحة متباينة.



ولا تتوقف ذائبية غاز على الغازات الأخرى المذابة فى الماء . وتبلغ معاملات نوبان الغازات فى الماء على ٣٨°م ٠,٠٢٣ للأوكسجين ، ٠,٥٤٥ لثانى أوكسيد الكربون ، ٠,٠١٣ للنيتروجين ، بينما تركيب غازات مياه البحر (كنسب مئوية من المحتوى الكلى على ١٠° م) هو ٣٤ ٪ أوكسجين ، ٦٣ ٪ نيتروجين ، ١,٦ ٪ ثانى أوكسيد كربون. ونظراً لقلة ذائبية الأوكسجين فى الماء فإن محتوى الماء من الأوكسجين أقل منه فى الهواء ، فنسبته فى الهواء ثابتة حوالى ٢١ ٪ (٢٠,٩) بينما فى الماء تتباين من العدم إلى ضعف التشبع أو أكثر (٠,٧ ٪ بالحجم ، أو ١٠ مجم / لتر) إذ أن الماء العذب يحتوى على ١٠,٢ سم٣/لتر على ١٠°م وتقل هذه الكمية بارتفاع درجة الحرارة وبالملوحة ، فالماء المالح (٣٠ جزء / ألف) على الصفر المئوى يحتوى ٨,٨ سم٣/لتر. وإذا كانت زيادة أوكسجين الهواء قد تضر بالحيوانات الأرضية فإن زيادته فى الماء لا تضر إلا الزريعة على الأكثر . وتتوقف ذائبيته من الهواء فى الماء على الضغط الجوى ودرجة الحرارة والملوحة ونسبته فى الهواء وكمية بخار الماء فى الهواء . ويعبر عن تركيز الأوكسجين كنسبة وزنية أونسبة حجمية أونسبة من التشبع ، وفى الماء العذب يُعبر عنه كنسبة وزنية أى أجزاء فى المليون أو مليجرام / لتر على ٤° م (حيث أعلى كثافة للماء) ، بينما فى الماد المالح يعبر عن تركيزه كمليجرامات فى اللتر على ٢٠°م ، وقد تستخدم النسبة المئوية من التشبع للتعبير عن تركيزه فى الماء المالح والعذب.

عوامل التحويل لحساب تركيزات الأوكسجين :

من	إلى		
	جزء/مليون أو مجم/ لتر	سم٣/لتر	مجم ذرات/ لتر
جزء/ مليون أو مجم/ لتر	١,٠	٠,٧	٠,٠٦٢٥
سم٣/لتر	١,٤٣	١,٠	٠,٠٨٩
مجم ذرات/ لتر	١٦,٠	١١,٢	١,٠

ويقل الأوكسجين بتنفس النباتات والحيوانات والبكتيريا على كل الأعماق ، وبالانتقال من الماء السطحى فوق المشبع إلى الهواء الجوى ، وأيضاً بالتفاعلات الكيماوية واستنفاذ المادة العضوية المتحللة لنسبة الأوكسجين. وبالانخفاض الشديد للأوكسجين الذائب فى أعماق الماء يحد ذلك من انتشار أنواع معينة من الكائنات الحية . وفى حالة عدم حركة الماء العميقة إلى السطح (كما فى الأحواض والبحر الأسود) فإن الماء العميق لا يحتوى أوكسجين لكن يحتوى كبريتيد هيدروجين.

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

(مجهرية) من بلانكتون وبكتيريا فتزيد شدة تمثيلها الغذائى بارتفاع درجة الحرارة . وبانخفاض تركيز الأوكسجين يسوء النمو وتسوى الإستفادة الغذائية كما تزيد فرصة التعرض للأمراض . فبزيادة درجة الحرارة أو الارتفاع عن سطح البحر يجب خفض كثافة تخزين السمك كما لا ينبغى 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 فى 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 وثانى أكسيد الكربون) وإثرائه بالأوكسجين ، والمضخات التى ترفع الماء ليتناثر على سطح الحوض.

ويختلف تركيز الأوكسجين على مدار النهار فيكون أقصى تركيز له فى الغروب نتيجة التمثيل الضوئى 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 ونسيجية يصاحبها نقص أوكسجين الدم Hypoxia ، وأكثر الخلايا عرضة للمخاطر هى التى لها احتياجات عالية من الأوكسجين مثل خلايا القلب والكلى . ويحدث النفوق عند شدة سحب الأوكسجين أو نقصه Anoxia.

ولكل نوع من الأسماك احتياجات أوكسجينية ، فبعض الأسماك يحتمل نقص الأوكسجين عن البعض الآخر ، وعموما تنفق معظم الأسماك إذا انخفض الأوكسجين الذائب فى الماء إلى ٢ مجم / لتر . ويزيد الاستهلاك من الأوكسجين بزيادة نشاط السمك وزيادة معدل الميتابوليزم . وعموماً فأسماك المياة الباردة أكثر احتياجاً للأوكسجين عن اسماك المياة الدافئة ، فالبلطى أقل احتياجاً للأوكسجين عن المبروك والمبروك أقل احتياجاً عن السالمون .

ثانياً : ثانى أوكسيد الكربون :

يمكن احتمال زيادة تركيزه إلى ٣٠ جزء / مليون إذا توافر فى الماء أكسجين بكفاية ، لكن زيادة تركيزه فى المياه بدون ضخ هواء أو تقليب الماء وتهويته أو فى أثناء النقل للأسماك فى أكياس مغلقة فى وقت الحر يؤدى ذلك إلى التسمم والنفوق . وقد تحتمل بعض الأسماك (القراميط) حتى ١٤٠ جزء / مليون ثانى أوكسيد كربون مع وفرة ١٠ جزء/ مليون أوكسجين ذائب فى الماء .

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

ثالثاً : النيتروجين :

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

الكائنات المائية مكونا فقاقيع تظل فى الانسجة فترات طويلة . ويزيد تشبع المياه بالنيتروجين فى الماء الأرضى مما يلزم تهويته قبل رعاية السمك فيه ، كما أن مياه الشلالات والسدود تحمل هواء تحت ضغط إضافى ، وإحداث تدفئة للمياة تزيد تشبعه بالنيتروجين ويضر بالسمك . وتزيد الأمونيا بفعل البكتريا على مواد العلف الزائدة على حاجة الأسماك ، وكناتج ميتابوليزمى تخرجه الأسماك ، فلو زادت الأمونيا أدت 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 فى الطبقة السطحية ، وفى الأعماق منخفضة الأوكسجين يصل إلى pH ٧,٥ ، وفى الأحواض المحتوية على كبريتيد هيدروجين تنخفض القيم إلى PH ٧ ، فهو عامل غير محدد للكائنات ذات الأهمية التجارية فى البحار.

وتتأثر درجة حموضة الماء بوجود نباتات مائية مستهلكة لثانى أوكسيد الكربون ووجود مصادر تلوث أزوتى ، كما تتأثر بحموضة التربة ذاتها . ويمكن تنظيم درجة الحموضة بالتجيير.

خامساً : القلوية :

مقياس لكمية الكربونات والبيكربونات (القلويات) التى يمكن اتحادها مع الحامض ، أى مقياس للسعة التنظيمية أو الاتحادية الحامضية للماء . والقلوية المناسبة لنمو الأسماك فى مدى ٥٠ – ٢٠٠ جزء / مليون ، فارتفاعها مقياس لصلاحية الماء لنمو السمك . ويمكن زيادة القلوية بإضافة الجير.

سادساً : الملوحة :

تعرف بأنها إجمالى كمية المواد الصلبة بالجرام التى يحتويها كيلو جرام ماء بحر عند تحويل كل الكربونات إلى أوكسيد ، ويستبدل البروم واليود بالكلور وتتأكسد 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 بتقدير كمية الكلور (+ البروم) كأهم الأنيونات باستخدام المعادة التالية : الملوحة (جزء / ألف) = ٠,٠٣ + ١,٨٠٦ (الكلورنيتى فى الألف ، كما يمكن التنبؤ بالملوحة عن طريق قياس التوصيل الكهربى لسهولته ولارتباطه بالملوحة بدقة.

وهذا التركيب الثابت من الأملاح لا يتواجد فى الماء العذب ولا فى الأحواض المغلقة كالبحر الميت وبحر قزوين وغيرها والتى قد تحتوى أساساً الكربونات والكبريتات والكلوريدات أو مخاليطها . ونسب الأملاح فى المصبات تتحور حسب ما يصرفه النهر من أملاح وحسب العمق والموقع ومستوى المد والفيضان . وتتباين ملوحة المحيطات المفتوحة ما بين ٣٣ – ٣٧ جزء فى الألف طبقا للاختلافات فى كميات البخر والأمطار ، بينما فى الأعماق يكون التباين بسيطاً ، ويرتبط بالعمق والموقع والموسم . وعموماً فالاختلافات فى المحيطات المفتوحة ليست ذات أهمية بيولوجية مباشرة .

محتوى ملوحة مياة البحر (جزء فى الألف) :

البحـــــر	الملـوحـــة
المحيط الأطلنطى الشمالى	٣٥
المحيط الأطلنطى الجنوبى	٣٧
بحر الشرق الجزء الغربى	٢٠
بحر الشرق الجزء الأوسط	٨
بحر الشرق الجزء الشرقى	٢ – ٨
البحر المتوسط الجزء الغربى	٣٧
البحر المتوسط الجزء الشرقى	٣٨
البحر الأسود	١٥ – ١٨
بحر قازوين	٣٠٠
المحيط الهندى	٣٤
البحر الأحمر	٤١

ويتركب ماء البحر من الأملاح التالية (كنسب مئوية منسوبة لملوحة ٣٥ 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 المياة الشاطئية فى الطقس الجاف على ملوحة أكبر مما فى المحيط المفتوح فالخليج الفارسى يحتوى على ملوحة ٦٠ – ١٠٠ جزء / ألف فى بعض المناطق (الأهوار lagoons) التى يتبخر منها الماء ولا يدخلها ماء البحر الا صدفة .

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 ٣٥ – ٤٠ جم / كجم . وبزيادة ملوحة الماء يزداد ضغطه الأسموزى . ولكل نوع سمك احتياجات ملوحة معينة ، فالبورى مثلا يتطلب ١٤,٥ جزء / ألف بينما

البلطى النيلى ٢٤ جزء/ ألف والبلطى الموز مبيقى ٣ جزء / ألف والبلطى 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 ، حديديك) على وفرة الأوكسجين فى الماء ، ففى حالة وفرة الأوكسجين يتكون هيدروكسيد حديديك يرسب إلى القاع إذا توافرت حموضة مناسبة (V pH) ، وينقص الأوكسجين تتحول أملاح الحديديك 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 النترته Nitrification ($N_2O \rightarrow N \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3$) وإزالة النترته Denitrification ($NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow N \rightarrow N_2O$) ويستهلك N_2O بإزالة النترته ، وتستهلكه كذلك الكائنات القاعية ومجاميع من البكتيريا . ويؤثر الأوكسجين على دورة مركبات النيتروجين والحديد والمنجنيز والكبريتات ، فيحدد مثلا الأوكسجين من تفاعلات وسرعة تفاعلات ميتابوليزم دورة النيتروجين ، سواء باختزال النترات إلى أمونيا أو تحويل النترات إلى نيتروجين ، أو العكس أى إنتاج النترات فى الرواسب المائية ، كما يرتبط بشدة تركيز الحديد والمنجنيز الصلب بتركيزات الأوكسجين ، إذ تنخفض تركيزاتها بشدة فى الأعماق المنعدمة الأوكسجين ، كما ينخفض تركيز الحديد والمنجنيز الذائب فى وجود الأوكسجين ويبدأ فى الزيادة بنقص الأوكسجين . أما مركبات الفوسفات فتستطيع الطحالب والنباتات اختزالها لو زادت 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 ٣٠ - ٤٠ فى الألف ، وأفضلها ٣٥ فى الألف . ويتحمل البلطى النيلى تغيير ملوحة الماء من الماء العذب إلى ٦٠ ٪ ماء بحر ، وينفق نزفا بعد النقل المفاجىء إلى ٧٠ ٪ ماء بحر ، بينما زيادة الملوحة التدريجية تحتمل لحد ما . والبلطى الجليلى T.galilaea تنمو بنفس المعدل فى الماء العذب والماء المالح المخفف بماء عذب (١/١، ١/٣) خاصة للذكور بينما الإناث تنمو بنفس معدلها فى الماء العذب

و ٢٥ ٪ ماء بحر . أما البلطى أوريا T.aurea فيحتمل حتى ١٠ فى الألف ملوحة (كلوريد صوديوم) ، كما تحتمل أسماك البلطى الراندالى أقل من ١٩ فى الألف وأنسب ملوحة ليرقات القرامبط 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 توثرعليها إضافة الجير (تجبير liming).

ثامناً : القلوية :

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