علم بيئة المياه العذبة Freshwater Ecology

هو علم يهتم بدراسة البيئة التي تتواجد فيها المياه العذبة وهو يهتم بدراسة (البحيرات – الانهار والجداول المائية، المناطق الرطبة والينابيع وغيرها) ، يطلق على دراسة المياه العذبة من جميع جوانبها الفيزيائية والكيمياوية والأرضية والحياتية بـ Limnology، يؤكد علم بيئة المياه العذبة علاقات الكائنات الحية في البيئة في موطن الماء العذب. وتتميز المياه بعذوبتها اذ لاتزيد الملوحة عن 0.5 جزء بالالف (0.005%)، كما تتفاعل المياه العذبة والمظهر الطبيعي والبشري لإظهار مدى تأثير النمط على عمليات النظام البيئي في ضوء مقاييس التطور المكاني والزماني. كما تعكس الارتباطات المائية كيف تنتقل تلك المواد ثم تأتي الأنشطة البشرية لتعكس أيضا ملامح من شأنها أن تؤثر على كيفية انتقال هذه المواد وكميتها وكذلك تأثير عامل الزمن.

بما ان الماء اساسي واكثر مادة متوافرة في البروتوبلازم، ربما يمكن القول ان اساس الحياة هي الماء، ومع ذلك فأننا نتحدث في الممارسة عن موطن مائي يكون فيه الماء هو الوسط الرئيسي الخارجي مثلما يكون الوسط الداخلي. تحتل المياه العذبة جزءاً صغيراً من سطح الأرض بالمقارنة مع مياه البحار والمحيطات كذلك اليابسة ولكن للمياه العذبة أهمية تتعدى مساحتها للأسباب الآتية :-

- أكثر ملائمة وأرخص ثمناً للاستعمالات اليومية والصناعية والزراعية (نحن نتمكن من الحصول وربما سنحصل على ماء اكثر من البحر، ولكن بثمن كبير بمفهوم الطاقة اللازمة والتلوث الملحي الناجم).
- ان مكونات الماء العذب هي عنق الزجاجة في الدورة المائية.
- يعتبر النظام البيئي للمياه العذبة من أنسب النظم البيئية وأرخصها كنظام للتخلص من الفضلات.

في الآونة الأخيرة بدأ الإنسان بالأضرار بهذا المورد الطبيعي وعليه يتوجب التقليل من هذه الأضرار وإلا أصبحت غير قابلة للاستعمال، والا سوف يصبح الماء عاملا محدداً للانسان.

تقسيم او تصنيف المياه العذبة

يمكن تقسيم المياه العذبة حسب حركة المياه الى قسمين رئيسين:

1- مواطن الماء الراكد lentic habitats : تشمل بحيرة Lake وبركة Pond او مستنقعSwarm .
2- مواطن الماء الجاري lotic habitats : تشمل الانهارRiver والجداولStream والينابيع Spring.

يميل التغيير الجيولوجي لاحداث مدرج في الاتجاه المعين، في حين كثيراً ما تعمل العمليات الحياتية على استقرار او ابطاء عمليات ملء البحيرة وتعرية الجدول. يميل الانسان لان يسرع العمليات الجيولوجية على حساب العمليات الحياتية ، وفي احيان كثيرة لمضرته ، عليه تميل البحيرات لان تمتلئ .

بينما تميل الجداول للتخفيض الى مستوى القاعدة وبهذا يتغير نتيجة لفعل الماء . وعندما يتم الوصول الى مستوى القاعدة يختزل التيار ويحصل الترسيب وينجم نهر متعرج على مستوى القاعدة يمثل لحد ما حالة الذروة، ومع ذلك ، حيث تتكون الدلتا بترسيب الغرين ، فإن الرفع قد يحصل في النهاية في مكان ما، وهكذا تبدأ دورة التعرية من جديد.

خصائص او صفات المياه العذبة Freshwater properties

ان العوامل المحددة التي يحتمل ان تكون مهمة بصورة خاصة في الماء العذب ، ومن ثم تلك التي ترغب في قياسها في اية دراسة شاملة في نظام بيئي ، هي كالاتي:

1- درجة الحرارة Water Temperature

للماء بضعة صفات حرارية فريدة تتحد لتقلل تبدلات درجة الحرارة ، هكذا يكون مدى التغير اصغر وتحصل التبدلات في الماء ببطء اكثر منه في الهواء . الاهم من هذه الصفات الحرارية هي :

أ- حرارة نوعية عالية ، أي ان كمية كبيرة نسبيا من الحرارة تلزم التغيير درجة حرارة الماء ، غرام واحد - سعرة من الحرارة تلزم لرفع مليلتر (او غرام واحد) من الماء درجة مئوية واحدة (بين 15 و 16م°) . الأمونيا وحدها ومواد اخرى قليلة لها قيم اعلى من 1.

ب- حرارة انصهار كامنة عالية 80 سعرة تكون مطلوبة لتحويل غرام من الجليد الى ماء دون تبدل في درجة الحرارة (والعكس بالعكس) .

جـ- اعلى حرارة كامنة من التبخر، تمتص اثناء التبخر 536 سعرة /غرام التي تحصل لحد ما باستمرار من سطوح الخضرة والماء والجليد. فإن جزءاً رئيسياً من الاشعاع القادم يتبدد في تبخير الماء من الانظمة البيئية في العالم ، وان هذه الطاقة المتدفقة هي التي تلطف المناخات وتمكن الاحياء من النمو بجميع انواعها .

د- يكون الماء في له العظمي عند 4 م° ، أنه يتحدد ومن ثم يصبح اخف فوق هذه الدرجة الحرارية - وتحتها. ان هذه الخاصية الفريدة تمنع البحيرات من الانجماد المتين.

وبالرغم كون درجة الحرارة اقل تغيراً في الماء منها في الهواء، فهي مع ذلك هو عامل محدد رئيسي لان الكائنات الحية المائية كثيراً ما يكون لها حدود تحمل ضيقة Stenothermal. لذا ، فأن تلوثاً حرارياً معتدلاً من من لدن الانسان يمكن ان يحدث تأثيرات واسعة الانتشار، كذلك تحدث تبدلات درجة الحرارة طرزاً خاصة من الدوران والتطبق (توصف فيما بعد) تؤثر كثيراً في الحياة المائية ، وكذلك تحور الاجسام المائية الكبيرة مناخ المناطق المجاورة من الأرض لدرجة كبيرة .

2- الشفافية Transparency

كثيراً ما يتحدد نفاذ الضوء بالمواد العالقة ، محدداً منطقة التركيب الضوئي عندما يكون المواطن المائية ذات عمق معقول. وعندما يكون سبب العكرة turbidity دقائق الغرين والغروية ودقائق الطين والمواد العضوية و اللاعضوية العالقة ، كثيراً ما تكون مهمة بوصفها عاملاً محدداً . وبالعكس عندما تكون العكرة ناجمة عن الكائنات الحية المجهرية والهائمات النباتية ، تصبح قياسات الشفافية ادلة على الانتاجية .

يمكن قياس الشفافية بأداة بسيطة تعرف بقرص ساكي Secchi disk (باسم A. Secchi الايطالي الذي أدخله عام 1865م) ، والذي يتألف من قرص ابيض قطرة حوالي 20 سم ينزل من السطح حتى اول اختفائه عن النظر، وان العمق الذي تختفي فيها الرؤيا يصبح شفافية قرص ساكي ، الذي يتراوح من السنتمترات القليلة في اجسام مائية عكرة جدا الى 40م في بحيرة ذات عمق عال غير منتجة رائقة جدا مثل بحيرة كرات Crater lake National park في اوريجون . تمثل شفافية قرص ساكي في بحيرات وسكنسون المدروسة جيداً منطقة نفاذ الضوء لتحت الى حوالي 5٪ من اشعاع الشمس الواصل إلى السطح. وبينما يحصل التركيب الضوئي عند شدة اضاءة واطئة ، فإن مستوى 5% يعين الحد الأوطأ لمنطقة التركيب الضوئي الرئيسية. وبالرغم من ان المعدات الحديثة الحساسة للضوء ستقدم بيانات أكثر دقة عن نفاذ الضوء ، فإن قرص ساكي ما يزال يعد اداة مفيدة لعلماء المياه الداخلية (Hutchison, 1957) . كثيراً ما يستعمل مديرو برك السمك هذه الطريقة لموازنة مستوى التسميد لانتاج نمو جيد من العوالق النباتية ولكن ليس لدرجة كبيرة .

3- التيارCurrent

بما ان الماء كثيف dense ، يكون الفعل المباشر للتيار عاملاً محدداً مهماً وخاصة في الجداول، كثيراً ما تحدد التيارات لدرجة كبيرة ايضاً توزيع الغازات والاملاح الحيوية والكائنات الصغيرة الحية .

4-تركيز الغازات التنفسية Concentration of Respiratory Gases

في تناقض شديد نوعاً ما بالبيئة البحرية كثيراً ما يكون تركيز الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون محدداً في بيئة الماء العذب ،في عصر التلوث هذا اصبح تركيز الاوكسجين المذاب (D.O) والمتطلب الحيوي للاوكسجين B.O.D الأكثر مقاسا وكدليل للانتاجية وبما ان O_2 و CO_2 يتصرف احدها ضد الآخر، فإن علماء بيئة التلوث يهتمون أكثر فأكثر بالاغناء enrichment بدلا من التأثير المحدد لثنائي اوكسيد الكاربون في الماء العذب.

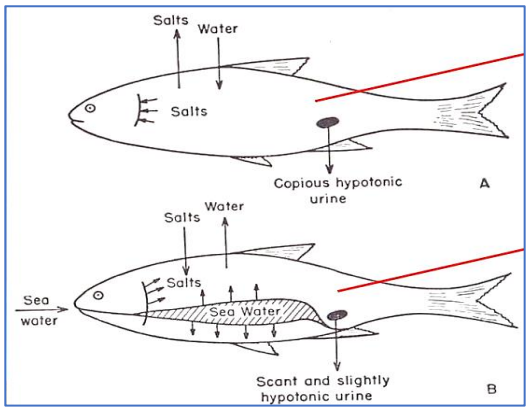
5- تركيز املاح النشوء الحياتي Concentration of Biogenic Salts

يبدو ان النترات والفوسفات محددتان لدرجة ما لجميع انظمة الماء العذب تقريبا ، يحتمل ان كون الكالسيوم والاملاح الأخرى في ماء البحيرات والجداول اليسرة محددة ايضاً، باستثناء بعض الينابيع المعدنية، فإن عسرة المياه العذبة تكون ذات محتوى الملوحة اقل من 0.5 جزءاً بالالف مقارنة بـ 30 الى 37 جزءاً بالألف لماء البحر.

صفتان اخريان لمواطن الماء العذب قد تؤثران في عدد وتوزيع الانواع الموجودة (او الغنى النوعي لاحياء المنطقة) . بما ان مواطن المياه العذبة كثيراً ما تكون معزولة بعضها عن بعض باليابسة والبحر، فالكائنات ذات الوسائل القليلة من الانتشار عبر هذه الحواجز قد تفشل في الاستيطان في اماكن ملائمة خلافاً لذلك . الاسماك تخضع بصورة خاصة لمثل هذا التحديد، ومن ناحية أخرى معظم الكائنات الحية الصغيرة - الطحالب والقشريات والحيوانات الابتدائية والبكتريا، على سبيل المثال - لديها القدرة على الانتشار لذا قد يجد المرء النوع نفسه من براغيث الماء والدافنيا ، مثلا في بركة في الولايات المتحدة كما يمكن ايجاده بأنكلترا وهكذا.

لكائنات الماء العذب مشكلة محددة عليها ان تحلها بخصوص التنظيم الازموزي Osmoregulation بما ان تركيز الاملاح يكون اعظم في السوائل الداخلية للجسم او في خلاياه في بيئة المياه العذبة (اي السوائل تكون زائدة التوتر hypertonic) ، فأما ان يميل الماء الى دخول الجسم بالازموزية اذا كانت الاغشية منفذة نسبياً. فحيوانات الماء العذب كالابتدائيات باغشية خلاياها الرقيقة والاسماء بغلاصمها (شكل 1-أ) يجب ان يكون لها سبل فعالة من افراغ الماء (ينجز بالفجوات المتقلصة في الابتدائيات وبواسطة الكلى في الأسماك أو يجب أن ينتفخ الجسم وينفجر في الواقع ، ربما تفسر صعوبات التنظيم الازموزي على الاقل جزئياً ، لماذا لا يتمكن عدد كبير من الحيوانات

البحرية، شعب بكاملها في الواقع ، من غزو بيئة الماء العذب، بالمقابل فقد تمكن الاسماك العظمية (وكذلك الطيور البحرية واللبائن) التي يكون المحتوى الملحي في سوائل اجسامها اقل من ذلك الذي في ماء البحر (اي انها ناقصة التوتر hypotonic) من غزو البحر ثانية بتطوير تنظيم اوزموزي ايضي يتضمن اخراج الملح واحتجاز الماء ، كما هو مبين في شكل 1-ب .



شكل (1): التنظيم الأرموزي للاسماك العظمية (أ) في الماء العذب ، (ب) في المياه البحرية

التصنيف البيئي للكائنات الحية بالماء العذب Ecological Classification of Freshwater organisms

ربما لم تكن الكائنات الحية بالماء العذب في اي موطن طبيعي آخر مرتبة بنظام تصنيفي (كالمتبع في الكتب التصنيفية والمتاحف التصنيفية) فأن نوعاً من التصنيف على اساس بيئي يكون مفيداً:

اولاً: يمكن ان تصنف الكائنات نسبة إلى المراكز البيئية اعتماداً على على موقعها في سلسلة الطاقة او الغذاء كما يلي :

- ذاتية التغذية (منتجون) : نباتات خضراء واحياء مجهرية كيمياوية التركيب الضوئي.
- ملتهمات phagotrophs (مستهلكون كبار) : اوليون ، ثانويون .. الخ ، عواشب ومفترسون ومتطفلون.
- الرميات Saprotrophs (مستهلكون صغاراأو محللون) . نصف ثانوياً بحسب الوسط العضوي المتحلل.

ضمن المستويات الغذائية هذه فإن من المفيد ان تميز تلك الأنواع التي تعمل بوصفها سوائد رئيسية.

ثانياً: يمكن أن تصنف الكائنات بالماء بحسب شكل حياتها او عادة حياتها، اعتماداً على طريقة الحياة كالآتي :

-القاعياتBenthos : كائنات حية متصلة أو مستقرة على القعر او عائشة في ترسبات القعر تقسم الحيوانات القاعية بشكل ملائم ثانوياً بحسب طبيعة التغذية الى متغذيات المترشحة Filter-feeders ومتغذيات راسب deposit feeders والمثال عليها المحار والحلزون على التوالي . المتعلقات Periphyton او Aufwuchus : (كائنات حية كل من النباتات والحيوانات) تلتصق او تتعلق بسيقان واوراق النباتات الجذرية أو السطوح الناتئة الأخرى فوق القعر.

-العوالق Plankton : كائنات حية طافية تكون حركاتها معتمدة لدرجة ما على التيارات، في الوقت الذي تظهر فيه بعض العوالق الحيوانية حركات سباحة فعالة تساعد في الابقاء عليها بوضع عمودي ، فالعوالق كلها غير قادرة على التحرك ضد التيارات. في ممارسة شبكة العوالق plankton net هي تلك التي تمسك في الشبكة الدقيقة القطراذ تقطر towed ببطء خلال الماء ، العوالق القزمة nanoplankton تكون اصغر من ان تمسك في شبكة ولاستخلاصها من ماء يجب ان يجمع في قنينة او بوسائل من الضخ .

-السوابح Nekton : كائنات حية سابحة قادرة على الابحار كما تشاء (لذلك فهي قادرة على تجنب شبكات العوالق وقناني الماء .. الخ) مثل الاسماك والبرمائيات والحشرات الكبيرة السابحة ونحوها .

-السواطح Nouston: كائنات حية تستقر أو تسبح على السطح.

اخيراً يمكن أن تصنيف الكائنات الحية بحسب المنطقه أو الموطن الثانوي . ينصح ثلاث مناطق في البرك والبحيرات عموما ، كما هو مبين في شكل 2:

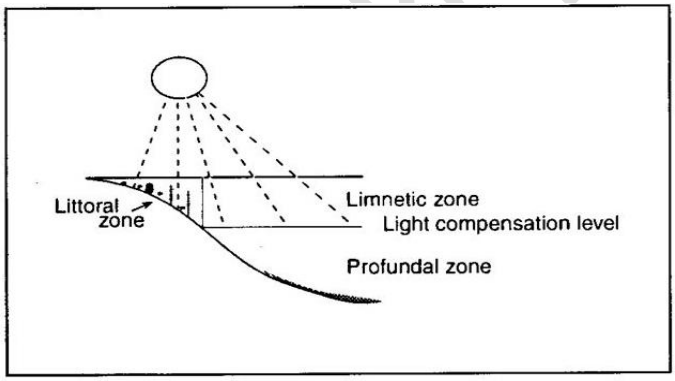
1- المنطقة الساحلية Littoral Zone : منطقة الماء الضحل من نفاذ الضوء إلى القعر، تحتلها نموذجياً النباتات الجذرية في البرك والبحيرات الطبيعية ، ولكن ليس من الضروري في البرك المدارة managed.
2- منطقة اللجة Limnetic Zone : تعرف منطقة عرض الماء الى عمق نفاذ الضوء المؤثر، بمستوى التعويض Compensation Level ، وهو العمق الذي يكاد عنده التركيب الضوئي يوازن التنفس. يكون هذا المستوى على العموم الى

العمق الذي تكون عنده شدة الضوء حوالي 1% من شدة ضوء الشمس الكاملة (قارن بعمق شفافية قرص ساكي). يتألف المجتمع في هذه المنطقة من العوالق والسوابح فقط ، وفي بعض الاحيان من السواطح. تنعدم هذه المنطقة في البرك الصغيرة الضحلة يشير التعبير منطقة ذات اضاءة جيدة الى مجموع الطبقة المضاءة شاملة الساحلية واللجة .

3- منطقة الاعماق Profundal Zone : منطقة القعر والماء العميق التي تكون وراء عمق نفاذ الضوء المؤثر، كثيراً ما تنعدم هذه المنطقة في البرك. تتضح في الجداول منطقتان رئيسيتان على العموم :

- منطقة المنحدرات Rapids Zone : ماء ضحل حيث تكون سرعة التيار كبيرة بما يكفي لإبقاء القاع نقية من الغرين والمواد المفككة الأخرى ، مهيئاً بهذا وسطاً ثابتاً . تحتل هذه المنطقة لدرجة كبيرة كائنات حية قاعية أو متعلقة تلتصق او تتعلق بثبات في وسط متين وسوابح قوية كالاندفاعيين (السمك) .
- منطقة المجمع Pool Zone : ماء اعمق حيث تختزل سرعة التيار ويميل الغرين والمواد المفككة الأخرى الى الاستقرار في القعر، مهيأة بهذا قاعا ليناً غير ملائمة لقاعيات السطح ولكنها ملائمة للاشكال الحفارة والسوابح وفي بعض الحالات للعوالق .

يجب تأكيد نقطتين لتوضيح الدور أو المركز البيئي لكائن معين، يجب تحديد مركزه في جميع التصانيف الثلاثة . وهكذا فالدايتوم الذي يعيش معلقا في منطقة اللجة يجب ان يصنف على انه عالق منتج لمنطقة عرض الماء وابعد من ذلك ، اذا برهن على انه وافر جداً اثناء الربيع ونادر جداً في اوقات اخرى ، يجب القول انه كان سائداً رئيسياً بين المنتجين في مجتمع عرض الماء واثناء الربيع او فصل الربيع المتأخر. نقطة ثانية مهمة هي ان نلاحظ من التصنيف البيئي لنوع معين قد يختلف في مختلف المراحل من تاريخ حياته. وهكذا يمكن ان يكون حيوان ما مستهلكاً اولياً اثناء المرحلة اليرقية وان يكون مستهلكا ثانوياً عند البلوغ (الدعموص - الضفدعة ، مثلا) ، وقد يكون حيوان ما عضوا في مجتمع الاعماق اثناء المرحلة اليرقية (مثلا ، يرقة البرغش) ومن ثم تترك الماء كليا عند البلوغ . وبهذا الخصوص يختلف التصنيف البيئي تماما عن التقسيم التصنيفي ، الذي لا يتغير بالطبع ، مع التبدلات في مراحل تاريخ الحياة ، ولقد بحثت العوامل الأخرى التنافس والتحمل ونحوها) التي تؤثر في المركز البيئي لكائن ما.



شكل (2): المناطق الرئيسية الثلاث للبحيرة يعتمد على اختراق او نفاذ الضوء

أحياء الماء العذب The Freshwater Biota

(نباتات وحيوانات المنطقة) Flora and Fauna

تمثل أقسام النباتات الرئيسية وعدد من شعب الحيوان الرئيسية بجنس واحد او اكثر تعيش في مجتمعات الماء العذب آخذين بنظر الاعتبار بيئة الماء بكليتها ، تكون الطحالب أهم المنتجين، وتأتي النباتات البذرية المائية بالدرجة الثانية . وفيما عدا ادغال البرك وادغال البط ، فإن معظم النباتات المائية الراقية هي اعضاء في عوائل متنوعة تكون معظم الأنواع فيها ارضية .

من بين الحيوانات المستهلكة ، يحتمل ان تؤلف حجم الكتلة الحياتية في معظم انظمة بيئة الماء العذب اربعة مجاميع هي: النواعم والحشرات المائية والقشريات والسمك، وتأتي الديدان الحلقية والعجليات والحيوانات الابتدائية والديدان الخيطية في مرتبة ادنى في الاهمية عموما، على الرغم من انه في حالات خاصة فإن اياً من هذه المجموعات يبدو مها في اقتصاد النظام.

من بين الرميات ، يبدو ان البكتريا الماء والفطريات المائية تكون ذات اهمية متساوية في انجاز الدور الحيوي في اختزال المادة العضوية الى شكل لاعضوي والذي قد يستعمله المنتجون ثانية .تكون البكتريا والفطريات اكثر اهمية في المناطق التي توجد فيها كمية كبيرة من الحطام العضوي (وفي المياه الملوثة بالمواد العضوية) ، اذ انها اقل عددا في عرض الماء غير الملوث.

باختصار، يجب على الطالب المبتدئ اولاً ان يألف الطحالب والبكتريا والفطريات والنباتات البذرية المائية والقشريات والحشرات المائية والنواعم والسمك، انها المفاتيح الممثلة في أنظمة الماء العذب.