تعريف

تعرف البيئة المائية بأنها معرفة العلاقات الموجودة بين الأحياء المائية المختلفة مع بعضها البعض من جهة ومكونات المحيط المائي اللااحيائية المختلفة من جهة أخرى .

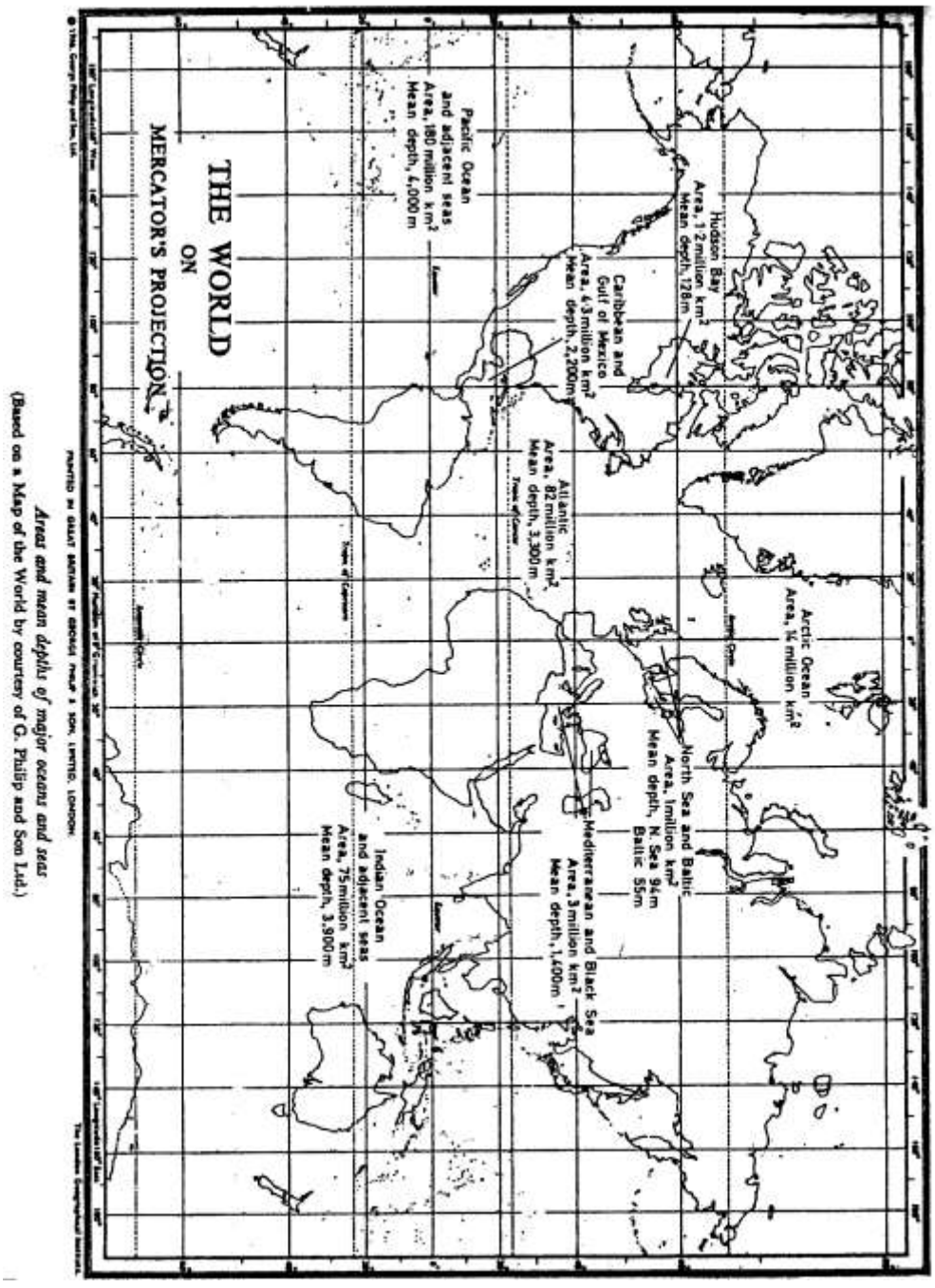
وتظهر اهمية البيئة المائية من خلال ما تغطيه المياه من مساحات تقدر بما يقارب من 71% من سطح الارضية (360مليون كم2) . حيث توصف الكرة الارضية احيانا باللؤلؤة الزرقاء كما يتبين ذلك للانسان وهو في الفضاء . وتشكل المحيطات اكثر من 97% من هذه المساحة ، في حين تتواجد كميات قليلة من المياه في البحيرات والانهار والمصادر الاخرى (الشكل 1-1 والجدول رقم 1-1).

ويقدر معدل عمق البحار حوالي 3730 م وتصل الاعماق احيانا الى (11) كم والتي تعد اكثر من ارتفاع قمم جبال الهملايا، وتحتوي محيطات وبحار العالم (1375) مليون كم3 من المياه. وتشكل مياه البحار المالحة الحجم الاكبر حيث تقدر بحوالي 1.4 × 10^9 كم3 في حين حجم المياه العذبة يقدر بحوالي 1.5 × 10^5 كم3 . وتعد الامطار (105 الف كم3 سنويا) المصدر الاساسي لتجهيز المياه العذبة في الارض. ويصل حوالي ثلث هذه الكمية (37.5 الف كم3 سنويا) الى المحيطات من خلال مصبات الانهار ويعود الثلثان الاخران منه الى الجو من خلال عمليتي التبخر Evaporation من سطح التربة وغيرها مباشرة والنتح Transpiration من النباتات.

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

13_PDFsam_(1) - EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310



الشكل (1–1): المحيطات والبحار الرئيسة في العالم مع معدلات أعماقها (Tait).

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

14_PDFsam_(1) الدكتور سلام حسين الهلالي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الجدول رقم (1–1) :انواع المياه وبعض صفاتها في المحيط الحيوي(WETZEL 1983)

المياه	الحجم (آلاف الكيلومترات المكعبة)	% من المجموع	المدة اللازمة للتجديد
المحيطات (Oceans)	1370000	97.61	3100 سنة ×
القطب المنجمد (Polar ice, glaciers)	29000	2.08	16000 سنة
المياه الجوفية (+ Ground water)	4000	0.29	300 سنة
بحيرات المياه العذبة (Fresh water lakes)	125	0.009	1–100 سنة
البحيرات المالحة (Saline lakes)	104	0.008	10–100 سنة*
ماء التربة وما تحتها (Soil and subsoil moisture)	67	0.005	280 يوم *
الانهار (Rivers)	1.2	0.0009	12–20 يوم **
بخار الماء الجوي (Atmospheric water vapor)	14	0.0009	9 يوم

× اعتمد على مقدار التبخير الصافي من المحيطات.

+ قدرت لمجموع المياه الجوفية لعمق 5 كيلومترات لكمية القشرة الارضية البالغة 60 $\times 10^{6}$ كيلومترا مكعباً .

* تختلف المدة اللازمة للتجديد في البحيرات طردياً مع الحجم ومعدل العمق وعكسياً مع نسبة التصريف ويكون المدى المطلق للبحيرات المالحة من ايام الى الاف السنين .

** 12 يوم للانتهار ذات المساحات الاقل من 100000 كيلو مترا مربعاً و20 يوم للانهار الرئيسية التي تصب مباشرة في البحر .

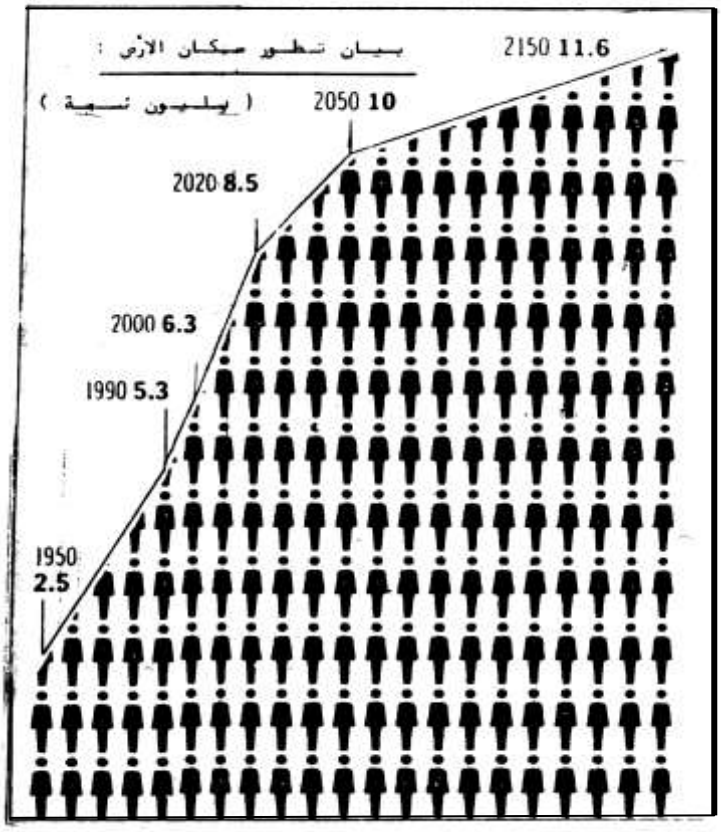
مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

15_PDFsam_(1)
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

أهمية البيئة المائية

لقد درس الانسان ومنذ وقت طويل بيئة اليابسة قبل تناوله البيئة المائية وذلك لتوفر الامكانات المتاحة وسهولة الوصول الى أي مكان في اليابسة . لكن تعلق الانسان وتعطشه الكثير للالمام بخبايا البحار والمحيطات وثرواتها التي ضلت تتحدى المعرفة الانسانية على مدى التاريخ سواء خوفا منه او قصوراً في الوسائل الكفيلة للتوصل اليه. جعلته يتجه في معرفة المزيد من بيئته المائية . فضلا عن اهتمام الدول بالمياه كمصدر غني الذي لا ينضب للغذاء لمواجهة التزايد السكاني الحالي او المتوقع الذي تقصر عن تغذية مصادر الغذاء التقليدية في اليابسة . حيث ان كوكبنا سيصل في مطلع القرن الحادي والعشرين (عام 2050) الى (10) مليار نسمة بعد ان كان في اواخر القرن العشرين (عام 1993) بحدود (5.5) مليار نسمة حسب احصائيات الامم المتحدة (الشكل رقم 2–1) .



الشكل (1–2) : تطور سكان الارض (تقرير التنمية البشرية UNDP 1993)

تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

16_PDFsam_(1) ... ن الجبوري و د. حمدي ال سنع دي

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

وباختصار فان ما يتبقى على سطح الارض وفي الانهار والبحيرات من مياه عذبة لايتجاوز 0.008 بالمائة من اجمالي المياه في العالم وتشكل مع مخزون الارض من المياه الجوفية العذبة ما يقرب من 8.5 مليون كيلو متر مكعب . افليس هذا الحجم بكاف لسد احتياجات الانسان ونشاطاته المختلفة ؟ بلى من الناحية النظرية لان سكان الارض حسب ما تشير اليه الاحصائيات قد استخدموا ما مجموعه 2500 كيلو متر مكعب من المياه عام 1975 وهذا الرقم يبدو ضئيلا جدا فيما لو قورن بـ 8.5 مليون متر مكعب .

ومن سخرية الاقدار ان يتهدد اكثر من مليار من البشر باخطار الجفاف والتصحر وتتسبب الفيضانات في تشريد الكثير منهم ، ومن سخرية القدر ايضا ان هذا السائل الثمين لا يتوفر دائما في مكان الحاجة اليه ولا في وقت الحاجة . ومع هذه الشحة الواضحة نرى بوادر السرف ظاهره في بعض الممارسات ، ففي الوقت الذي لا يجد فيه الملايين من البشر ما يسد رمقهم ويقضون الساعات الطوال الى جانب الابار للحصول على بضع قطرات تجود بها هذه الابار اثناء الليل يصل استهلاك سكان الولايات المتحدة الامريكية الى 1000 لتر يوميا للشخص الواحد و500 لتر يوميا في اوربا في حين لا يتجاوز استهلاك المياه في بعض مناطق الهند وافريقيا عن 3-5 التار يوما للشخص الواحد .

ان كثير من دول العالم حاليا تعتبر المياه مصدرا هاما لغذاء الانسان حيث تحوي المحيطات ما مجموعة اكثر من (150) الف نوعا من الاحياء المائية ، وحوالي الفي نوع منها تستخدم كغذاء للانسان وعلى راسها الاسماك التي تشكل بحدود 90% من هذه الانواع تليها النواعم والقشريات 7-8%والحيتان حوالي 1%. اما الاعشاب البحرية فنسبتها في غذاء الانسان قليلة (اقل من 1%) والتي تقابلها 80% في النباتات البرية في بعض مناطق العالم .

وتعد الثروة السمكية في العالم بصورة عامة مصدرا غذائيا ثانويا لكنها تعد مصدرا هاما واساسيا للبروتين في بعض البلدان مثل اليابان وبلدان جنوب شرق اسيا وبعض بلدان حوض البحر المتوسط . ويتوقع زيادة استهلاك العالم من الاسماك (66.5 مليون طن متري في السبعينات) الى زيادة في نمو سنوي بمعدل 2.3% لكل عام وهو تقدير اكثر قليلا من نمو سكان المعمور . وذكر في السنوات القيلة الماضية من ادارة معهد البحوث للصيد البحري وعلوم البحار في روسيا بأن كل عام تستخرج سفن الصيد من

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

17_PDFsam_(1)
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

البحار والمحيطات اكثر من (70) مليون طن من الاسماك وهذه الكمية من البروتين الحيواني تماثل (400) مليون رأس من الماشية الذي يقرب من ثلث عدد المواشي في اليابسة في الثمانينات . ويشكل ما ينتج حاليا من المحيطات حوالي 1% من الغذاء المستهلك في العالم .

وتحتوي الاسماك كغذاء للانسان على زيوت غير مشبعة لها فائدة صحية للمستهلك مما يقلل تصلب الشرايين فضلا عن تقليل نسبة الكولسترول في الدم. كما ان تناول الغذاء البحري بانتظام يقلل من اخذ الشحوم المشبعة فضلا عن انه غني جدا بالفيتامينات والبروتينات والمعادن خاصة الكالسيوم والحديد والفسفور واليود. كما ان نسبة الشحوم قليلة اذا ماقورنت مع مصادر الغذاء الاخرى من اللحوم، كما انها ذات سعرات حرارية اقل.

واضافة الى الاستهلاك البشري المباشر للاسماك فانه حوالي 35% من الصيد الكلي يستخدم لانتاج مسحوق السمك الذي يستعمل كعلف للدواجن والماشية. كما ان جلود اسماك القرش تستعمل في صناعة الاحذية والحقائب وتستخرج مادة العنبر من كبد الحيتان لانتاج العطور فضلا عن الزيت. كما يستخرج اللؤلؤ من بعض انواع المحار ويستخدم الاسفنج لاغراض صناعية مختلفة .

ان للطالحب (الاعشاب البحرية) فوائد عديدة فهي تعد كمنتج اولي Primary Producer في البيئة البحرية فهي الوحيدة التي تستقطب الضوء من خلال وجود الصبغات المختلفة كالكلوروفيلات وتحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية لتثبيت غاز ثنائي اوكسيد الكربون على هيئة مادة سكرية (كاربوهيدرات) أي من مادة لا عضوية الى مادة عضوية فانها بهذه العملية وهي البناء الضوئي Photosynthesis تعد كائنات ذاتية التغذية Autotrophic وعليها تعتمد جميع الحيوانات المائية كغذاء بشكل مباشر او غير مباشر. وعلى سبيل المثال تعد انواع الطحالب للاجناس *Cladophora* و *Pithophora* و *Spirogyra* و *Ulothrix* كغذاء شائع للاسماك المختلفة.

وتستعمل الطحالب كغذاء للانسان في بعض مناطق العالم خاصة جنوب شرقي اسيا وسواحل المحيط الهادي. ومعظم هذه الطحالب بحرية تعود الى اكثر من (70) نوع من الطحالب الخضر والبنية والحمر والخضر المزرقة. ومن اهم هذه الانواع هي التابعة لجنس *Porphyra* من الطحالب الحمر Rhodophyta والذي يطبخ كحساء ذو محتوى غذائي عالي، اذ تتراوح نسبة البروتين فيها بين 30–50% على اساس الوزن الجاف

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

18_PDFsam_(1) ان بجاي ون ام اي يه د ع من ي ل ن س ع دي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

وحوالي 45% كاربوهيدرات فضلا عن احتوائها على الاملاح والفيتامينات (A,B1,B2,C). فهي تفوق محصول الرز وتضاهي لحوم الابقار في قيمتها الغذائية . وتنتج اليابان لوحدها من هذه الطحالب اكثر من (130) الف طن سنويا . ويعمل منه في اليابان الحساء المشهور بأسم نوري (Nori) وفي الولايات المتحدة يدعى الحساء باللافر (Laver) . ومن الانواع الاخرى التي تستعمل كمصدر لغذاء الانسان هي التابعة للاجناس *Chiorella* و *Ulva* و *Codium* من الطحالب الخضر و *Laminaria* و *Sargassum* من الطحالب البنية و *Nostoc* من الطحالب الخضر المزرقة . وفي بعض الدول مثل المانيا تخلط نسبة من مسحوق الطحالب البحرية وتخلط مع دقيق الحبوب لصناعة الخبز لرفع قيمته الغذائية.

وفي العديد من دول العالم كالولايات المتحدة الامريكية وفرنسا واليابان والدانماركونيوزيلاندا تستعمل الاعشاب البحرية (الطحالب) كمصدر لغذاء الماشية والدواجن مثل الانواع التابعة للاجناس *Sargassum* و*Laminaria* و *Fucus* من الطحالب البنية وذلك لقيمتها الغذائية العالية واحتوائها على نسبة عالية من الفيتامينات والاملاح كالبوتاسيوم واليود. ولوحظ بان الابقار التي تتغذى على هذه الاعشاب البحرية تعطى حليبا ذو محتوى دهني عالي والدجاج ينتج بيضاً غنياً بمادة اليود.

وللطحالب اهمية بيئية كبيرة في ادامة التوازن بين غازي الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون في الجو وفي المياه حيث انها تشكل 90% من مجموع عملية البناء الضوئي في الطبيعية.كما تستخدم الطحالب في عملية التنقية الذاتية Autopurifiction من خلال اطلاقها الاوكسجين اثناء عملية البناء الضوئي .

ولمشتقات بعض انواع الطحالب اهمية في الصناعة والطب مثل مادة الاكر Agar المستخلصة من بعض انواع الطحالب الحمر وهي مادة كربوهيدراتية معقدة ذات طبيعة جيلاتينية تستخدم في صناعة المعلبات وفي صلابة اوساط النمو المستخدمة في الدراسات الميكروبيولوجية . كما ان مادة الكراجنين Carrageenin المستخلصة من الأعشاب البحرية لها استعمالات صناعية وطبية حيث تدخل في تكوين معاجين الأسنان ومساحيق التجميل والأصباغ والمرطبات وصناعة الأنسجة والجلود وكمادة مثخنة لبعض الأدوية . وحامض الالجنيك Alginic acid المستخرج من بعض أنواع الطحالب البنية مثل *Laminaria* و *Macrocystis* والذي يتميز بلزوجته الشديدة حيث تبلغ (37) مرة ضعف لزوجة الصمغ العربي . ويستعمل هذا الحامض في صناعات متعددة منها

معتمدة من سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

19_PDFsam_(1)
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الأنسجة الاصطناعية ومعاجين الطباعة وصناعة البلاستيك والمطاط. كما تستعمل التربة الدايتومية Diatomaceous earth المستخرجة من الطحالب العصوية كمادة عازلة وكوسط للترشيح ولتنقية عصير القصب والمشروبات الكحولية وتدخل في صناعة معاجين الأسنان ومساحيق التاميع ومستحظرات التجميل والمراهم .

وتستخلص من الطحالب كذلك بعض العناصر المهمة مثل اليود Iodine من بعض الطحالب البنية والبرومين Bromine من الطحالب الحمر . كما تستعمل بعض انواع الطحالب الخضر المزرقة لزيادة خصوبة التربة خاصة في مزارع الرز حيث تقوم هذه الطحالب بتثبيت النتروجين الجوي . وبعض الاعشاب البحرية يستخدم لانتاج العقاقير الطبيةمثل الطحلب الاحمر Digenia simplx الذي يكثر في مصر (ساحل ابي قير) ويستخدم كطارد للديدان المعوية والطحلب Sargium الذي يستخدم في الهند كعلاج لاضطرابات المثانة وامراض الكلية .

ولبعض انواع الطحالب اهمية في الابحاث البايولوجية مثل الطحالب الخضر *Chlorella* و *Scenedesmus* و *Chlamydomonas* المستخدمة في ابحاث البناء الضوئي والتكاثر والوراثة . كما ان بعض الطحالب مستخدمة كادلة بايولوجية للتلوث وللمياه النظيفة مثل الطحلب الاخضر *Zygnema* كدليل بايولوجي للمياه الملوثة بالمواد العضوية مثلا.

وتحتوي مياه البحر على اكثر من خمسين عنصرا كالصوديوم والكلور والمغنيسيوم والبروم وغيرها . وهناك محاولات جادة لاستخراج المعادن الثقيلة كالذهب والتيتانيم والنحاس والكروم والنيكل وغيرها . ومن المتوقع في المستقبل القريب ان تتضاعف الحاجة الىالمعادن الانتاجية مما هو عليه الان وهناك بعض الاختبارات في تعدين المنغنيز في المحيطين الاطلسي والهادي وكذلك الحال لعناصر النحاس والنيكل والكوبلت . كما ان قاع البحار غني بالترسبات الملحية فضلا عن النفط الخام .

وتعد المياه مصدرا هاما في توليد الطاقة الكهربائية وقد بدأت بعض الدول كاليابان بعض التجارب في استخدام التيارات البحرية لتوليد الطاقة الكهربائية في السنوات القليلة الماضية .

النظام البيئي Ecosystem

يمثل النظام البيئي وحدة تنظيمية او مكانية تشمل كائنات حية وعوامل غير حية متفاعلة فيما بينها تؤدي الى تبادل المواد بين المكونات الحية وغير الحية . علما ان

مع تحيات د سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

20_PDFsam_(1)
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

العالم البريطاني تانسلي A. G . Tansley اول من افتراض هذا المصطلح في عام 1935 . وهو اكثر شمولا من الجماعة Population والمجتمع Community وهو اقرب الى حد ما من مفهوم البيئة Environment والموطن Habitat .

فالجماعة Population عبارة من مجموعة من الافراد المتفاعلة معا وهي تتنمي عادة الى نفس النوع Species وفي مكان محدود وهكذا يمكن الحديث عن جماعة سمك الكارب في بحيرة ما او جماعة الطحلب كلوريلا Chlorella في نهر ما وهكذا . اما المجتمع Community فانه بالمعنى الحياتي يتكون من جماعات من الاحياء المختلفة (نباتات وحيوانات وغيرها)، تعيش معاً في مكان معين وهكذا إلى مجتمع بركة ما أو مجتمع بحر معين وهكذا .

ويشير مصطلحاً البيئة والموطن إلى مكان محدود حيث يعيش كائن حي ما بما في ذلك المعالم الفيزياوية والكيمياوية والحياتية على حد سواء . ويأتي معنى البيئة Environment بالمحيط الذي يشمل جميع الحالات والظروف والتأثيرات المحيطة والمؤثرة في كائن حي أو مجموعة من كائنات حية . في حين يشير الموطن Habitat إلى الملجأ أو البقعة الطبيعية لكائن معين أو حيوان أو غيرها فهو يشمل أيضاً جميع معالم البيئة لموقع معين .

فالنظام البيئي إذن يشمل الجماعات والمجتمعات والموطن والبيئات ، ويشير خاصة إلى التفاعل الحركي لجميع مكونات البيئة مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين المكونات الحياتية وغير الحياتية .

ويمكن القول بأن معظم الأنظمة البيئية لها الخواص العامة الآتية :-

1- يُعد النظام البيئي الوحدة التركيبية والوظيفية لعلم الخواص البيئة Ecology .

2- ان تركيب أي نظام بيئي ترتبط مع تنوع أنواعه Species diversity . النظام البيئي الأكثر تعقيد يملك تنوع أنواع عالي .

3- ان وظيفة أي نظام بيئي ترتبط مع انسياب الطاقة Energy flow وحركة المواد Material cycling خلال وداخل النظام .

4- تعتمد كمية الطاقة النسبية للمحافظة على النظام البيئي على تركيبه .

5- تنضج الأنظمة البيئية من خلال مرورها من حالة أقل تعقيداً إلى أكثر تعقيداً . المراحل المبكرة لمثل هذا التعاقب Succession تملك زيادة في الطاقة Potential

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

21_PDFsam_(1) ان بجاي ون ام اي ي د ح من ي ل ن س ع ي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

energy وانسياب طاقة عالية نسبياً في وحدة الكتلة الحية Biomass . وتملك الأطوار المتأخرة (الناضجة) طاقة متجمعة أقل وانسيابها خلال مكونات مختلفة أكثر .

6- كل من البيئة Environment وتثبيت الطاقة في أي نظام بيئي يكونان محدودان ولا يمكن ان يختلفا أو يزيدا دون احداث تأثيرات حادة وغير مرغوب فيها .

7- التغاير في البيئات توضح ضغوط مختارة على السكان التي يجب ان تعدل . فالكائنات الحية التي لا تستطيع ان تتطبع للتغيرات البيئية يجب عليها ان تتلاشى في تلك البيئة .

مكونات النظام البيئي Components of the Ecosystem

هناك مجموعتين من المكونات الرئيسة وهما :

أولاً : المكونات الاحيائية Abiotic components

وتشمل المياه والغازات والعناصر والأملاح كالنترات والفوسفات والسليكات وغيرها وبعبارة أخرى كافة العوامل الفيزياوية والكيمياوية التي تحيط بالأحياء المائية .

ثانياً : المكونات الاحيائية Biotic components

وتشمل ثلاث مستويات من الكائنات الحية وهي :

1- **الكائنات المنتجة** Producer Organisms وتضم النباتات المائية وبضمنها الطحالب وبكتريا البناء الضوئي التي تصنع غذائياً بنفسها ويطلق عليها ذاتية التغذية Autotrophic organisms أو ذاتية الإنتاجية ، حيث تقوم بإنتاج المواد العضوية من مواد غير عضوية .

2- **الكائنات المستهلكة** Consumer organisms وتضم الحيوانات التي تتغذى على المواد العضوية المنتجة بصورة مباشرة أو غير مباشرة . وهذه الكائنات غير قادرة بإنتاج مركباتها العضوية للأغراض الغذائية الأساسية لذلك يطلق عليها كائنات غير ذاتية أو مختلفة التغذية Heterotrophic organisms وتشمل ما يأتي :-

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

22_PDFsam_(1) - EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

أ- **العشبيات** (العواشب Herbivores) : وتدعى أيضاً باكلات الاعشاب وتشمل الاحياء المائية نباتية التغذية كالكارب العشبي وتسمى بالمستهلكين الاوليين Primary consumers .

ب- **اللواحم** (Carnivores) : وتشمل الأحياء المائية آكلة اللحوم مثل الضفادع والافاعي وهذه المجموعة تدعى أخرى ممكن ان تتغذى على المجموعة آنفة الذكر وتدعى بالمستهلكين الثانويين Secondary consumers . وتوجد مجموعات أخرى ممكن ان تتغذى على المجموعة آنفة الذكر وتدعى قمة اللحوام Tertiary consumers أو Top Carnivores مثل الجوارح .

جـ- **القوارت** (Omnivores) : وتشمل الاحياء التي تتغذى على النباتات أو الحيوانات كما في سمك وكذلك الإنسان .

3- **المحللات** Decomposer Organisms وتشمل البكتريا Bacteria والفطريات Fungi وبعض أنواع الابتدائيات Protozoa وهي تقوم بتكسير المواد العضوية المعقدة في الأحياء بعد موتها وتقوم باطلاق مركبات غير عضوية بسيطة لغرض اعادة استخدامها مرة أخرى من قبل المنتجات وبذلك تكمل دورة المواد الكيمياوية في النظام البيئي . أي تغذيتها من النوع الرمي Saprophyte .

السلاسل والشبكة الغذائية Food Chains and Web

تنتقل الطاقة ابتداء من النباتات خلال سلسلة من الكائنات الحية الأخرى التي تدعى بالسلسلة الغذائية Food chain . وأن كل مستوى من هذه الكائنات الحية يدعى بالمستوى الاغتذائي Trophic level . الذي هو جزء من السلسلة الغذائية . وتعرف المجموعة المحددة من المستويات الاغتذائية داخل نظام بيئي بالتركيب الاغتذائي Trophic Structure وكلما قصرت السلسلة الغذائية كبرت الكتلة الحية Biomass التي يمكن ان تنتج من قدر معين من الطاقة وذلك لأن بعض الطاقة تفقد عند كل مرحلة انتقال أو مستوى اغتذائي . فعلى سبيل المثال تكون السلسلة الغذائية ذات خمس روابط (طحالب – قشريات – حشرات – أسماك صغيرة وقناديل البحر – أسماك كبيرة) ، أقل كفاءة بكثير من السلسلة الغذائية ذات ثلاث روابط (طحالب – أسماك مينون – سمك

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

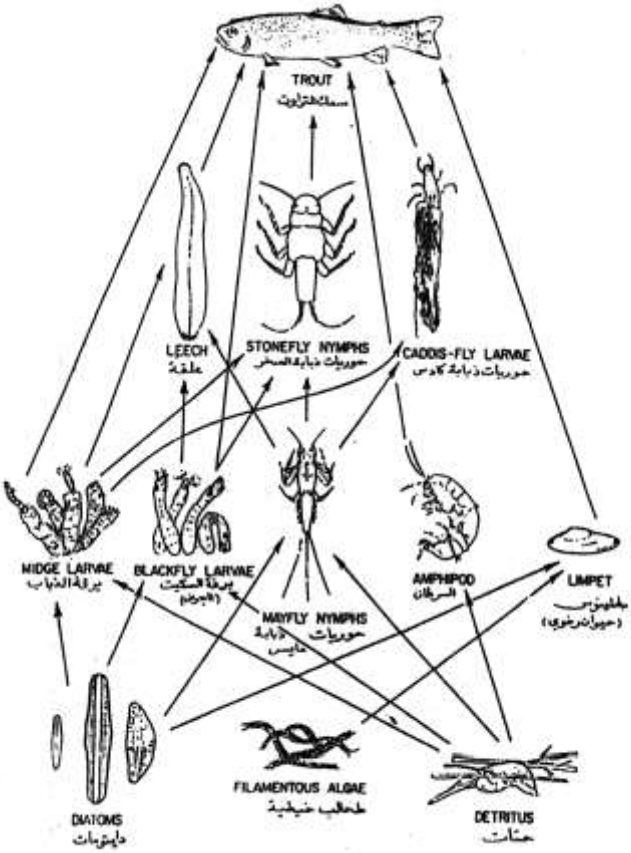
Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

23_PDFsam_(1)
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

القاروس) . لذا فإن البحار القطبية الجنوبية من بين أكبر المحيطات إنتاجاً في العالم حيث ان السلاسل الغذائية بسيطة وقصيرة مثلاً : الهائمات النباتية إلى الحيتان.

أما الشبكة الغذائية Food web فهي التي تتكون من ترابط السلاسل الغذائية (شكل 1-3).

و أن مثل هذا الارتباط في النظام البيئي ليست هي الارتباطات الوحيدة وإنما في أغلب الأحيان نجد ان المجتمعات ترتبط مع بعضها بوساطة روابط أخرى تستند إلى اكتشاف الغذاء أو جنس آخر .



الشكل (1-3) : جزء من شبكة غذائية لبيئة مائية (نهر) . (Huffaker and Rabb 1984)

تدفق الطاقة Energy Flow

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

24_PDFsam_(1) - EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

ان المصدر الأساسي للطاقة للأحياء المائية هو الطاقة الشمسية وتقدر شدة الاشعاع الشمسي عند مستوى سطح البحر كمعدل بحدود 15000 سعرة في المتر المربع في الدقيقة ، وهذا يصل إلى (9) ملايين سعرة في المتر المربع يوميا مع الافتراض أن شروق الشمس لمدة (10) ساعات يوميا ، أو أكثر من (36) بليون سعرة لمساحة فدان يوميا . وتكون الكمية الكلية للطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض يوميا مكافئة للطاقة الناتجة في (684) بليون طن من الفحم وهذه كافية لإنتاج طاقة ضوئية لتموين أكثر من مليون واط لكل فدان من الأرض .

أن الضوء الساقط على النباتات الخضراء ينعكس منه حوالي 98% ويمتص ما يقرب من 2% فقط التي منها مصف الكمية من الأطوال الموجية التي يستقطبها صبغة اليخضور (الكلوروفيل) في عملية البناء الضوئي Photosynthesis . وهكذا تكون الكفاءة البيئية للنباتات الخضراء هي عادة 1% أو أقل . وفي المسطحات المائية الواسعة تنعكس تتشتت نسبة مئوية أكبر من الضوء بحيث يكون معدل الكفاءة البيئية للنباتات الخضراء الطحالب في المحيط 18% فقط .

وتعتمد كمية الطاقة الجاهزة بصورة مباشرة على المستوى الاغتذائي الذي يستمد منه غذاءه . وتقوم الكائنات المنتجة ببناء كمية معينة من المادة العضوية لكل وحدة زمن وذلك اعتمادا على الطاقة الضوئية وامتصاصها من قبل الصبغات الخضراء في خلاياها وخلال عملية البناء الضوئي كما في المعادلة التالية :-

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{صبغة الكلوروفيل}]{\text{الطاقة الضوئية}} (CH_2O)\,n + O_2$$

كاربوهيدرات

وتقوم النباتات المائية بضمنها الطحالب في النظام البيئي بتثبيت غاز ثاني أوكسيد الكربون على شكل مادة عضوية (كاربوهيدرات) خلال العملية أعلاه ، حيث أنها توفر للنظام البيئي المصدر الأساسي من الطاقة نفسها كما توفر الطاقة للكائنات المستهلكة فضلاً عن توفر الأوكسجين اللازم للتنفس. وتُعد عملية التنفس عملية عكسية مقارنة مع طريق أكسدة المادة العضوية واحتراقها واطلاق الطاقة وكما يلي :-

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

25_PDFsam_(1) - EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

$$(CH_2O)n + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{Energy}$$

طاقة

وتقوم الكائنات المنتجة بتكوين المادة العضوية في وحدة زمنية يطلق عليها بالإنتاج الكلي أو الإجمالي Gross production ويعبر عنها بالطاقة بدلاً من الكتلة الحية Biomass . ويقدر الإنتاج الكلي للمحيط الحيوي حوالي 6, 43 × 10 ^{16} كيلو كالوري لكل سنة في الكائنات الحية البحرية وحوالي 4, 57 × 10 ^{16} كيلو كالوري لكل سنة في الكائنات الحية البرية .

وتقوم الأحياء المائية باستهلاك جزء من إنتاجها الكلي لغرض إكمال عملية تنفسها وما يبقى منه يعبر عنه بالإنتاج الصافي NET Production والذي يعتبر كمية الطاقة المتوفرة بصورة كامنة لآكلات الأعشاب Herbivores والكائنات المحللة Decomposers .

أي ان الإنتاج الكلي = الإنتاج الصافي + التنفس

والإنتاج الصافي هو الطاقة المستهلكة من قبل آكلات الأعشاب والكائنات المحللة + المحصول المتبقي Standing crop .

وكمثال لأحد الأنظمة البيئية التي تم حسابها هي ينابيع سلفر في فلوريدا فإن إنتاجها الكلي يعادل 2, 1% تقريباً من مجموع الإشعاع الشمس الساقط . وبما ان التنفس يشكل حوالي 58% من الإنتاج الكلي فيمكن استخراج الإنتاج الصافي من المعادلة أعلاه والذي سوف يعادل 42% من الإنتاج الكلي (الشكل 1–4). ومن هذا الشكل يمكن ملاحظة انسياب الطاقة في هذا النظام خلال المستويات الاغتذائية المختلفة.

ويلاحظ ان 3368 كيلو سعرة لكل متر مربع في السنة تستهلك من قبل آكلات الأعشاب التي تشكل فقط 16% تقريباً من الإنتاج الكلي للكائنات المنتجة ويلاحظ من الجدول (1–2) الأرقام الخاصة للمستويات الاغتذائية المختلفة .

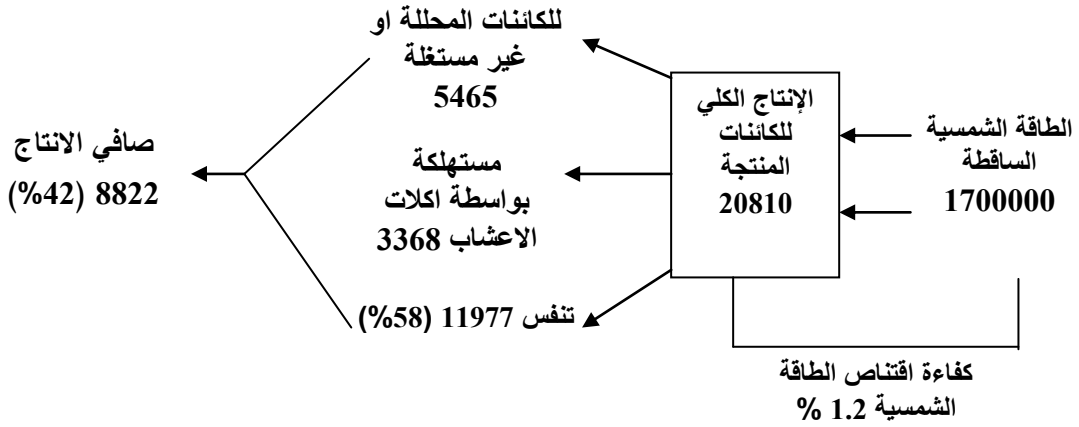
مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

26_PDFsam_(1) ال بحيرى ن م ا ي ي د ح م ل ي ل ن س ع ي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الجدول (1–2) : انسياب الطاقة في ينابيع سلفر بفلوريدا مقدرة بالكليو سعرة لكل متر مربع سنوياً (بعد السعدي وجماعته 1986)

الإنتاج الكلي	الكائنات المنتجة	آكلات الأعشاب	آكلات اللحوم (المستوى الأول)	آكلات اللحوم (المستوى الثاني)
20810	3368	383	21	
التنفس	11977	1890	316	13
الإنتاج الصافي	8833	1478	67	6



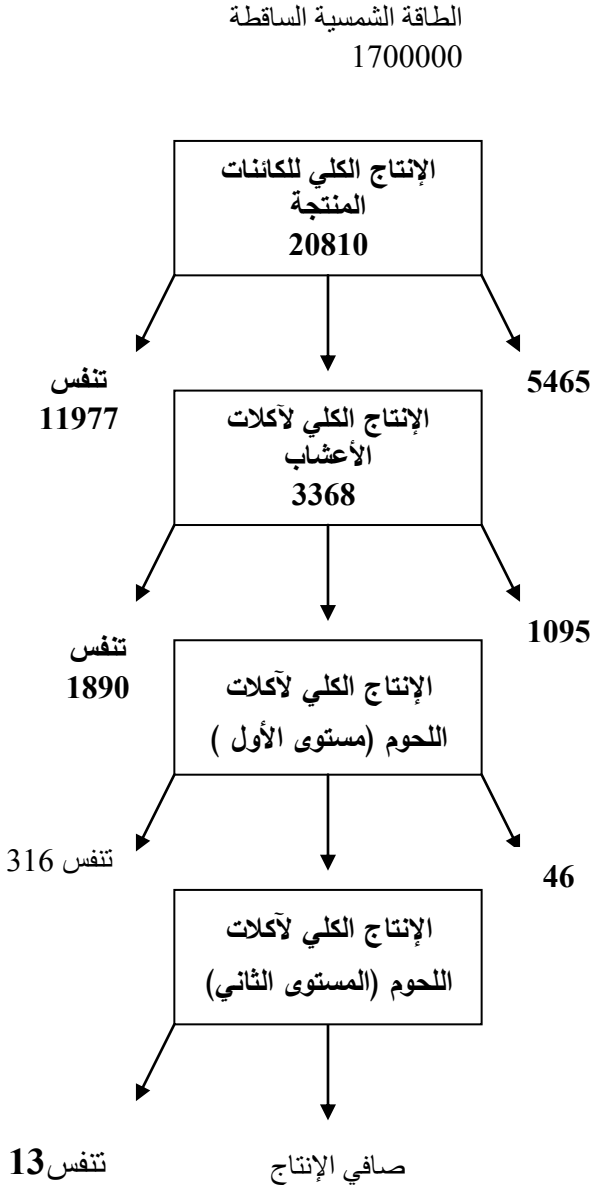
الشكل (1–4) : ميزانية الطاقة السنوية للكائنات المنتجة في ينابيع سلفر بفلوريدا مقدرة بالكيلو كلوري لكل متر مربع كل عام (بعد السعدي وجماعته 1986)

ويمكن تتبع انسياب الطاقة خلال المستويات الاغتذائية المختلفة من خلال المخطط المبين في الشكل (1–5) حيث يلاحظ الانخفاض الشديد في الإنتاج الصافي من مستوى اغتذائي إلى المستوى الذي يليه . وباستخدام هرم الطاقة Energy pyramid يمكن توضيح انسياب الطاقة المتوفرة ونقصها عند كل مستوى اغتذائي عن المستوى الذي يليه كل مستطيل من الهرم الطاقة المستحصلة في الإنتاج الكلي بواسطة جميع الكائنات الحية في ذلك المستوى الاغتذائي المعني . ويبين الإنتاج الكلي مقسماً إلى جزئيه التنفس والإنتاج الصافي (الشكل 1–6) .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

27_PDFsam_(1) - EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

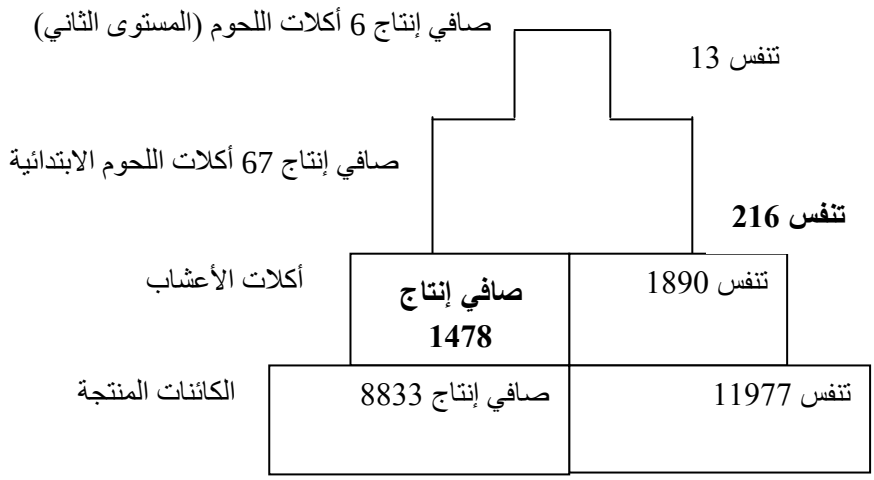


الشكل (1-5) : مخطط انسياب الطاقة لينابيع سلفر بفلوريدا بالكيلو سعرة لكل متر مربع سنوياً (بعد السعدي وجماعته 1986) .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

28_PDFsam_(1) ال بحيرى ن م ا ي ي د ح م ي ل ن س ع ي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310



الشكل (1–6) : هرم الطاقة لينابيع سلفر بفلوريدا بالكيلو سعرة لكل متر مربع سنوياً (بعد السعدي وجماعته 1986) .

لذا يلاحظ مما تقدم في أعلاه بأن آكلات اللحوم لها طاقة متوفرة أقل من تلك المتوفرة للكائنات لآكلات الأعشاب ومن خلال السلسلة الغذائية يلاحظ نقص كبير في الطاقة المتوفرة للكائنات المستهلكة التي تتغذى على ذلك المستوى . وان نسبة الإنتاج الصافي لآكلات الأعشاب إلى الإنتاج الصافي للكائنات ذاتية التغذية في ينابيع سلفر هو حوالي 17% وهذه النسبة تكون 5, 4% تقريباً من آكلات اللحوم الأولية إلى آكلات الأعشاب. ومن آكلات اللحوم في المستوى الثاني إلى آكلات اللحوم في المستوى الأول تكون حوالي 9% وبصورة تقريبية تكون كفاءة الإنتاج الصافي حوالي 10% فقط . ومعناه إذا كان هناك 100 سعرة من إنتاج نباتي صافي فيتوقع حوالي 10 سعرات فقط من إنتاج صافي لآكلات الأعشاب وحوالي سعرة واحدة فقط من إنتاج صافي لآكلات اللحوم. أي حوالي 90% من الطاقة من أي مستوى اغتذائي يفقد إلى المستوى الذي يليه.

ان كمية الطاقة الشمسية الجاهزة لفعالية البناء الضوئي تختلف باختلاف المناطق على سطح الكرة الأرضية وهي تزداد كلما اتجهنا نحو خط الاستواء ففي شمال خط الاستواء بـ 52 درجة تكون الطاقة حوالي $5, 2 \times 10^{8}$ سعرة / م^2 / سنة وفي شمال خط الاستواء بـ 42 درجة تكون الطاقة حوالي $5, 4 \times 10^{8}$ سعرة / م^2 / سنة بينما في شمال خط الاستواء بـ 32 درجة حيث تقع معظم أقطار الوطن العربي ضمن هذه المنطقة تكون الطاقة حوالي 6×10^{8} سعرة / م^2 / سنة .

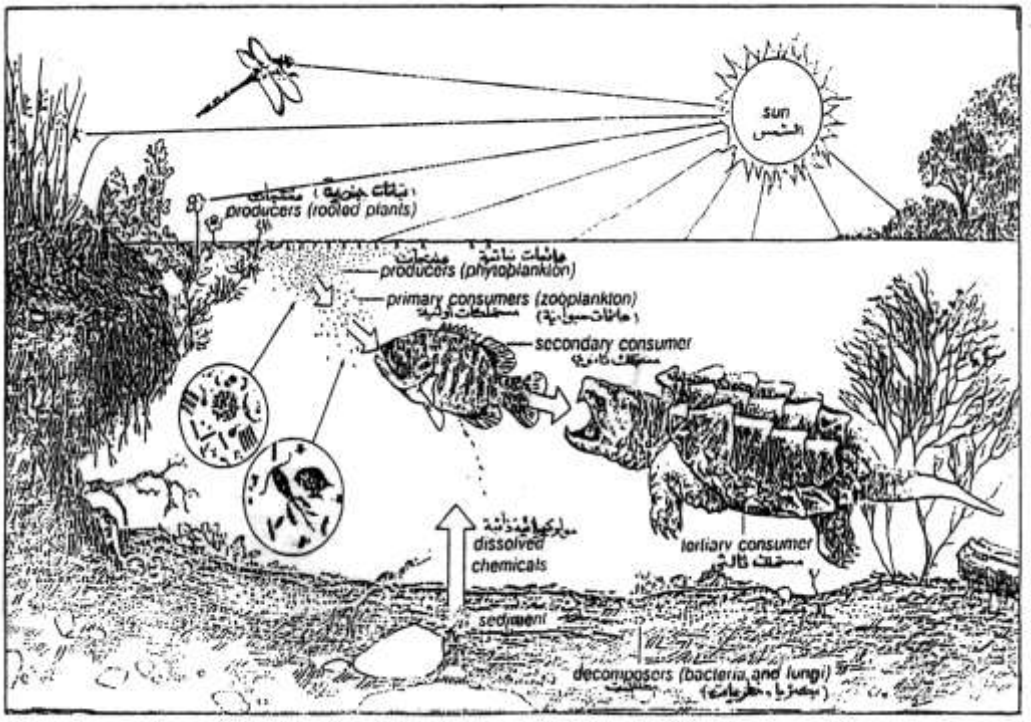
مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

29_PDFsam_(1) - EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الكفاءة البيئية Ecological efficiency

ان حركة الطاقة خلال المجتمع أو النظام البيئي تعتمد على الكفاءة التي من خلالها يستطيع الكائن ان يستخدم الغذاء بصورة مثمرة ومن ثم يحولها إلى كتلة حية Biomass ، وهذه الكفاءة تعرف بالكفاءة البيئية Ecological efficiency . والكفاءة البيئية يمكن ان تقدر نتيجة لكل من الصفات الداخلية (الفسيولوجية) والصفات الخارجية للكائن الحي ، وبمعنى أدق العلاقات البيئية للمحيط الذي يتواجد فيه الكائن الحي . ولغرض معرفة الأسس البايولوجية للكفاءة البيئية فانه يجب تجزئة الوحدات الأساسية في السلسلة الغذائية إلى مكوناتها كما هو موضح في الشكل (1-7) .



الشكل (1-7): صورة توضيحية لمجتمعات نباتية وحيوانية في بركة صغيرة (Miller 1975)

ان الكفاءة البيئية تعتمد على كفاءة ثلاث مراحل أساسية في انسياب الطاقة وهي :-

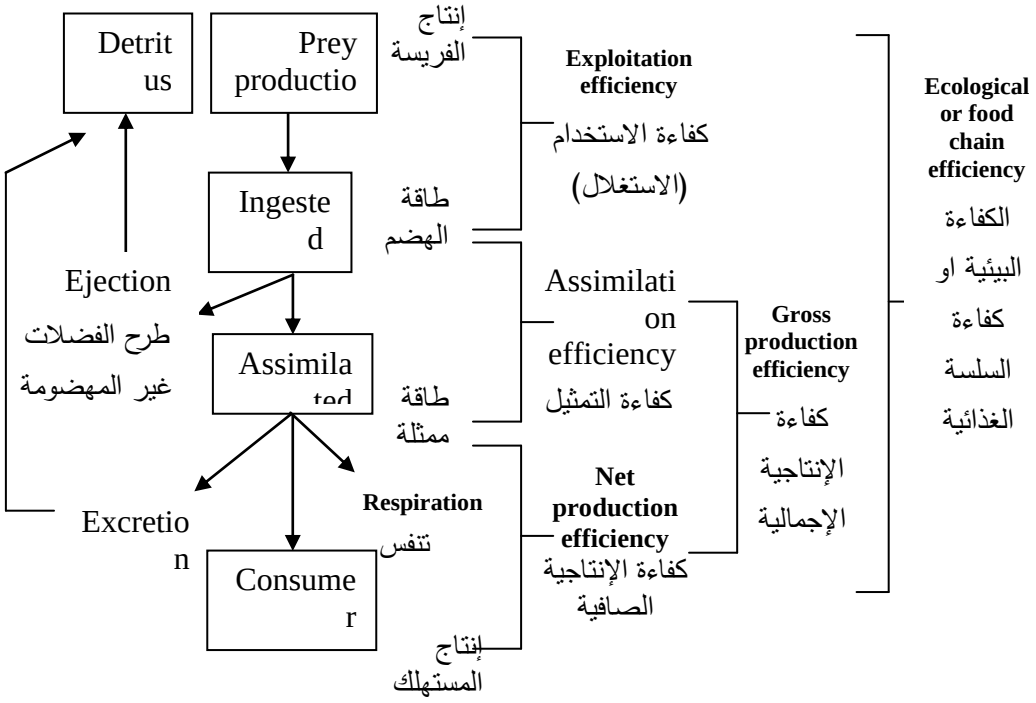
1. كفاءة الاستخدام الأمثل والمثمر للطاقة Exploitation efficiency .
2. كفاءة التمثيل Assimilation efficiency .
3. كفاءة إنتاجية الصافية Net production efficiency .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

30_PDFsam_(1) ان الجيوفيزيائي د. حمزي ال سنع دي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

ان ناتج مجموع كفاءة التمثيل والإنتاجية الصافية سيكون كفاءة الإنتاج الصافي والتي تمثل النسبة المئوية للمادة الغذائية التي تبادلها الكائن وتحول إلى كتلة حية . أما ناتج كفاءة الاستخدام الأمثل للطاقة والإنتاجية الكلية فانها تعطي كفاءة السلسلة الغذائية أو الكفاءة البيئة والتي يمكن تحويلها إلى كتلة حية للكائنات المستهلكة (الشكل 1–8) .



الشكل (1–8) : علاقات الكفاءة البيئية (بعد مولود وجماعته 1993)

الدورة الهايدرولوجية Hydrological cycle

تشمل الدورة الهايدروجية (الشكل 9–1) على مركبات أساسية مثل السقيط والتبخر والتشامخ والترشيح والجريان السطحي الجوفي ، وتكون حركة الماء خلال مختلف أطوار هذه الدورة غير منتظمة أو ثابتة بالنسبة للزمان والمكان مما يتسبب في حصول موجات من الجفاف أو الفياضانات . ويعُد مقادير وتكرار هذه الموجات ذا أهمية كبيرة

مع تحيات د. تسلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

31_PDFsam_(1) ... ن الجنوبي ... د. حمدي ... السنوي
EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310