الإنتاجية الصافية= زيادة الكتلة الحية + الطاقة المستهلكة بوساطة آكلات الأعشاب + الطاقة المستهلكة خلال موت بعض الأجزاء أو الأفراد.

عند التعرف على توزيع الإنتاجية المستهلكة والمحصول القائم في العالم فإن المعلومات المتوافرة تشير إلى أن الغطاء النباتي على اليابسة من الكرة الأرضية يكون ما يقارب 30% من تلك المساحة ويجهز هذا الغطاء 62% من الكمية للإنتاجية الأولية والتي يقدر مجموعها بحوالي100 مليون طن في السنة. وتوضح التقديرات لإنتاجية مختلف الأنظمة البيئية أن الغطاء البيئي الصحراوي لا ينتج أكثر من 250 غم وزن جاف للمواد العضوية في المتر المربع الواحد في السنة، في حين أن المناطق الاستوائية الرطبة تصل إنتاجية غاباتها إلى حوالي 5000 غم في المتر المربع في السنة. بينما إنتاجي مياه المصبات Estuaries تصل إلى 4000 غم في المتر المربع في السنة.

5-5: طرق قياس الإنتاجية الأولية

بالإمكان قياس الإنتاجية الأولية Primary productivity خلال عملية البناء الضوئي. وبعبارة أخرى خلال قياس كميات ثنائي أوكسيد الكاربون المثبتة في النبات أو كميات الأوكسجين المتحررة، أو الزيادة في كميات المادة العضوية المنتجة كالكاربوهيدرات وغيرها من الطرق. وسنورد أهم هذه الطرق بإيجاز:

1- طريقة الحصاد Harvest method

يمكن إجراء هذه الطريقة للمجتمعات الأرضية ومجتمعات المياه الضحلة حيث يكون النمو نشطاً. وتتلخص الطريقة في حصد جميع النباتات في وحدة مساحة في المجتمع خلال فترات قصيرة، وتعزل أجسام النباتات المزالة إلى جذور وسيقان وأوراق وغيرها ثم يحسب الوزن الجاف لها. وتجمع الزيادات في الكتلة الحية Biomass في الفترات المختلفة ويحسب الفقدان أيضاً في حالة وجوده. ولا تعطي هذه الطريقة تقديراً عن الإنتاج الأولي الإجمالي Gross primary production. وقد تسبب هذه الطريقة

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

بعض المشاكل خاص في مناطق الغابات حيث انه من غير المرغوب فيه قطع عدد كبير من الأشجار وحصادها في فترات قصيرة.

1-31 2- قياس الأوكسجين Oxygen measurement

يمكن أن يكون إنتاج الأوكسجين أساساً لتحديد الإنتاجية . ففي البيئة المائية تستخدم طريقة القناني المضيئة والمظلمة وذلك بأخذ عينتين من المياه الأولى توضع في قنينة مضيئة (غير مغطاة) والأخرى في قنينة معتمة(مغطاة بقماش داكن اللون أو ورق) .ثم تحفظ القناني تحت سطح الماء عند العمق المطلوب خلال النهار لعدة ساعات ثم يقاس تركيز الأوكسجين المذاب في الماء قبل التجربة، وتعطي الزيادة في تركيز الأوكسجين في القنينة المضاءة عن كمية البناء الضوئي الصافية ويمكن إضافة كمية الأوكسجين المفقود عن طريق القنينة المعتمة لإيجاد الإنتاجية الإجمالية الكلية. وبالرغم من اعتماد هذه الطريقة لكن قد تكون نتائجها غير مضبوطة وذلك لأنه لا يمكن حساب تنفس المستهلكات بضمنها البكتيريا والفطريات.

أما في اليابسة فلا يمكن حساب التغيرات الطفيفة في تركيز الأوكسجين بصورة دقيقة لذا فإنه يتم حساب ثنائي أوكسيد الكربون.

1-32 3- قياس ثنائي أوكسيد الكربون Carbon dioxide measurement

يمكن حساب كمية ثنائي أوكسيد الكربون بإحدى الطرق المعروفة(Cuvette method) في بيئة يابسة. ويتم وضع أغصان صغيرة من الأشجار أو جزء من المجتمع في حجرة شفافة يمكن تسليط تيار من الهواء داخلها ويتم استخدام التغيرات في تركيز ثنائي أوكسيد الكربون في الهواء الداخل والخارج في حساب ما تم تثبيته في عملية البناء الضوئي كما يمكن حساب الفقدان التنفسي من حجرة مظلمة مماثلة.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

33-1 4- قياس الأس الهيدروجيني PH measurement

في الأنظمة البيئية المائية يمكن أن يكون الأس الهيدروجيني دالة لمحتوى ثنائي أوكسيد الكربون الذائب والذي يقل بدوره خلال عملية البناء الضوئي ويزداد بعملية التنفس. ولغرض استخدام الأس الهيدروجيني دليلاً للإنتاجية يجب أن يتم تهيئة منحني المعايرة للماء في النظام المعني الذي سيدرس حيث أن محتوى ثنائي أوكسيد الكربون والأس الهيدروجيني ليسا ذا علاقة خطية.

34-1 5- قياس المواد الأولية Raw materials measurement

يمكن أن تقاس الإنتاجية ليس بمعدل تكوين المواد (الغذاء والمعادن والبروتوبلازم) وبقياس التبادل الغازي فحسب ولكن بمعدل اختفاء المعادن أو المواد الأولية ايضاً. وقد استعملت هذه الطريقة في مناطق محيطية معينة حيث يتجمع الفوسفور والنتروجين في المياه أثناء الشتاء. وان نسبة الاستعمال يمكن أن تقاس أثناء مدة النمو في الربيع للهائمات النباتية. ويجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار لأن القوى غير الحية قد تسبب اختفاء المواد أيضاً.

6- استخدام النظائر المشعة Use of radioactive materials

من الطرق الدقيقة المثبتة في العديد من المراكز البحثية هي استخدام النظائر المشعة. وتستخدم هذه الطريقة في بيئة اليابسة أو البيئة المائية على حد سواء وتطبق نفس المبادئ. فعلى سبيل المثال يستخدم الكربون المشع C^{14} لمدة من الزمن عادة بضعة ساعات ويتم تتبع ذلك لمعرفة كمية المواد العضوية ذات الكربون المشع كقياس على الإنتاجية .ونفس الحالة استخدمت في البيئة المائية حيث تزود القناني المضيئة والعاتمة بالكربون المشع على هيئة كاربونات أو بيكربونات وقياس المواد العضوية المشعة والتي هي دليل على الإنتاجية أي ما تم تثبيته من الكربون المشع خلال عملية البناء الضوئي على هيئة كاربون عضوي.

7

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

1-35 7- قياس الكلوروفيل Chlorophyll measurement

يمكن أن يكون قياس الكلوروفيل من الطرق الجيدة في قياس الإنتاجية للمحصول القائم للنبات. ويكون قياس محتوى الكلوروفيل على أساس المساحة لكامل المجتمع دليلاً على إنتاجيته.كما أن قياس الكلوروفيل – أ(Chlorophyll – a) أحد المؤشرات للإنتاجية للهائمات النباتية في البيئة المائية حيث أن الكلوروفيل – أ موجود في كل خلايا الطحالب على اختلاف أنواعها وما يسمى بالصبغة العامة Unieversal prigment . لذا فإن الكلوروفيل – أ دليلاً للكتلة الحية Biomass ومؤشراً للإنتاجية الأولية.

1-36 5-6: السلاسل الغذائية Food chains

انتقال الطاقة الغذائية من المصدر النباتي عن طريق سلسة من الكائنات الحية المختلفة أي عبر سلسلة من المستويات المختلفة حيث يتغذى الكائن الحي من جهة ويستهلك أو يؤكل من جهة أخرى بصورة مستمرة داخل أو خارج النظام البيئيEcosystem. وتسمى هذه السلسلة بالسلسلة الغذائية Food Chain (الشكل 1-5). أي أن الوصف الخطي للعلاقة الغذائية بين الأحياء المختلفة تسمى بالسلسلة الغذائية حيث يكون العنصر المنتج أو الكائنات ذاتية التغذية القاعدة الأساس لهذه السلسلة. وفي كل مرحلة من مراحل انتقال الطاقة تتبعثر كمية هائلة منها كحرارة وذلك عن طريق التنفس بصورة رئيسية. وبما أن مراحل انتقال الطاقة وخطواتها بين الكائنات الحية محدودة كما هو معروف، حيث لا يزيد عادة عن أربع أو خمس خطوات عليه يمكن الجزم أنه كلما تقصر السلسلة الغذائية كلما تزيد كمية الطاقة الكامنة المتوافرة في الكائنات الحية عدا النباتات. وتعتمد على بعدها أو قربها من مصدر الطاقة الذي هو النباتات بوصفها مصدرا للطاقة الغذائية في السلسلة الغذائية.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

لذا فإنه ينصح الإنسان تفضيل أو ترويج الاعتماد على لحوم الأغنام والأبقار والدواجن التي تعتمد في غذائها على الأعشاب (النباتات) بالدرجة الأساسية ولا ينصح تناول الغراب أو الجوارح حيث تحتوي على كمية أقل من الطاقة لأن موقعها بعيد عن مصدر الطاقة الغذائية (النباتات)، حيث من المعروف بأن هذه الكائنات تتغذى على الحيوانات المفترسة الأخرى. وتطبق هذه الحقيقة في العديد من شعوب العالم كتقاليد وديانات فلا يؤكل الغراب والكلاب والجوارح في الكثير من البلدان ومنها العراق وبقية الدول الإسلامية.

في النظم البيئية المختلفة المتواجدة على الكرة الأرضية، يلاحظ أن الكائنات الحية مختلفة التغذية Heterotrophic تكون إما آكلات الأعشاب Herbiverous التي تتغذى مباشرة على النباتات وتكون معتمدة على الطاقة الغذائية لها (الطاقة الكامنة) في الكائنات ذاتية التغذية Autotrophic . بينما آكلات اللحوم Carnivorous يقتصر غذاؤها على منتجات حيوانية وهكذا فإنها تعتمد بصورة غير مباشرة على العنصر المنتج ويكون موقعها بعيداً عن مصدر الطاقة الغذائية . أما آكلات اللحوم التي تقتل حيوانا آخر فتعد من المفترسات Predators والحيوان المقتول يدعى بالفريسة Prey وهكذا.

كما أن هناك بعض الكائنات الحيوانية تعتمد في غذائها على النباتات والحيوانات والتي تكون آكلات الأعشاب واللحوم في آن واحد وتسمى بالكائنات القارتة أو القوارت Omnivorous مثل الإنسان حيث يستخدم الغذاء الأسهل توفراً والأكثر تواجداً. ورغم أنه في كثير من الحالات يختلف استخدام الطعام باختلاف النظم البيئية للكائنات القارتة. لكن بصورة عامة يمكن القول أن هذه الكائنات تستخدم الغذاء الأسهل توفراً والأكثر تواجداً والذي يتغير باختلاف الفصول والمواقع على الكرة الأرضية من جهة وعمر الكائن الحي من جهة أخرى.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

هناك تداخلات بين المستويات الاغتذائية Trophical levels تستوضح في دورة حياة الحيوانات ومنها الإنسان حيث يختلف غذاؤه باختلاف عمره ومكان تواجده. فغذاء الطفل الرضيع يختلف عن غذاء البالغ. كما أن غذاء الأوربيين على سبيل المثال يختلف عن غذاء الآسيويين (الهند مثلا) . كما أن مصدر الطاقة يختلف باختلاف وجبات الغذاء اليومية والفصلية أيضاً. فوجبة الإفطار تختلف عن وجبة الغذاء في تركيبها ومكوناتها, وقد يمكن توضيح هذا أكثر عند متابعة حيوانات أخرى مثل الحشرات إذ تختلف تغذيتها في الأدوار المختلفة من حياتها، فمصدر الطاقة الغذائية لطور اليرقة يختلف عن طور النضوج. كما أن توفر بعض الأغذية في مواسم مختلفة يزيد من التعقيد والتشعب.

يلاحظ في بعض الأحيان أن مجموعة كاملة من الكائنات الحية تموت جوعاً رغم توفر المواد الغذائية بكميات كافية أو فائضة في منطقة أخرى. وكمثال على ذلك الخنافس التي تعيش على الحشائش حيث أن زيادة الكثافة لها تؤدي إلى الجوع بين الأفراد غير البالغة من الخنافس رغم وجود أعداد كافية من الحشائش في المناطق القريبة (50 متر أو أكثر) وذلك للإمكانات الضعيفة على الانتشار من قبل الخنافس غير البالغة للوصول إلى المؤونة الغذائية.وقد تحدث إبادة جماعية لهذه المستعمرة في الوحدة البيئية . ويمكن تطبيق هذا المثال على الإنسان أيضاً، حيث تموت أعداد كبيرة من البشر جوعاً سنوياً في حين يتوفر الغذاء بكميات هائلة في مناطق أخرى. وهنا يتداخل علم البيئة مع علوم أخرى كالنظم الإدارية والاقتصادية والسياسية للبلدان الأخرى.

هناك كائنات متطفلة تحتاج إلى الطاقة الغذائية ولكنها تحتوي بين أفرادها أنواعا نباتية وحيوانية وبكتيرية حيث يعتمد المتطفل في غذائه على سوائل سبق أن امتصت من قبل كائنات أخرى. فقد يكون الطفيلي عالي التخصص ويتطلب نوعا واحدا من الكائنات الحية لإكمال دورة حياته أو يكون عديم التخصص حيث يتمكن من

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

العيش على مجموعة كبيرة من العوائل Hosts فضلا عن أن هناك حيوانات ونباتات رمية Saprohpytic التي تعتمد في مصدر طاقتها على بقايا النباتات والحيوانات الميتة.

مما تقدم يستوضح أن السلسلة الغذائية متباينة ومعقدة داخل النظم البيئية المختلفة. وبالامكان تلخيص وتقسيم هذه الأنواع المتباينة من السلاسل الغذائية إلى ثلاثة أقسام رئيسة التي تعتمد على مصدر الطاقة الغذائية أي اعتمادا على كيفية انتقال الطاقة الغذائية في المراحل المتعاقبة:

1- السلسلة الغذائية الافتراسية Predator chain

هذا النوع من السلاسل الغذائية التي يتبين فيه انتقال الطاقة من النباتات إلى الحيوانات الصغيرة وثم إلى الحيوانات الكبيرة والمفترسة . وتعتمد هذه السلسلة الغذائية على الطاقة الغذائية المتواجدة في النباتات الخضر.

2- السلسلة الغذائية التطفلية Parasitic chain

فيها تنتقل الطاقة الغذائية من النباتات أو الحيوانات المفترسة إلى الكائنات الصغيرة. وهنا لا يعتمد المصدر الأساسي للطاقة في السلسلة الغذائية على الغذاء المخزون في النباتات فقط.

3- السلسلة الغذائية الرمية Saprophyti chain

هذا النوع من السلسلة الغذائية التي تنتقل فيه الطاقة من الكائنات الميتة بغض النظر عن كونها حيوانية أو نباتية إلى الأحياء الدقيقة المختلفة. وهنا يكون مصدر الطاقة المنتقلة من كائن حي إلى آخر من المواد العضوية المعقدة الموجودة في بقايا الكائنات النباتية والحيوانية الميتة.

عند ملاحظة السلسلة الغذائية في المناطق القطبية يلاحظ أنها قصيرة حيث أن المستوى الاغتذائي الأول First trophical level الذي يتمثل بالنباتات يكون قليل الأنواع والأعداد وبالتالي يتميز بالكثافة القليلة وأنه يستغل من قبل الإنسان وأنواع قليلة

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

من الحيوانات عادة مثل الدب الأبيض والقوارض والثعالب القطبية وطائر النورس (الشكل 5–2). في حين تكون السلسلة الغذائية في المناطق الاستوائية طويلة حيث أن أطوال السلاسل الغذائية معروفة في هذه المناطق. ويلاحظ أن النباتات قد تؤكل من قبل حيوانات أرضية متباينة والتي تشمل الحشرات والحمار المخطط والغزلان والثعالب والطيور وغيرها فضلا عن الإنسان. أما المستوى الاغتذائي الثاني Second trophical level بغض النظر عن كونه من الحشرات أو الغزلان أوالطيور أو غيرها فإنها تجهز الطاقة لمجموعة أخرى كبيرة من الحيوانات والتي تتمثل بالطيور الجارحة والثعالب والأسود والقطط وغيرها. هذا مع العلم أن الحيوان الواحد (الفريسة الواحدة) يمكن أن يجهز مجموعة متباينة من الكائنات في مستويات اغتذائية مختلفة كما موضح في الشكل (5–3) وهذا ينطبق على النظم البيئية المائية في المناطق المختلفة.

وتختلف السلاسل الغذائية باختلاف البيئات المختلفة من حيث تركيبها رغم كونها متشابهة وعلى سبيل المثال قد تبدأ السلسلة الغذائية في نهر أو بحيرة من الطحالب مرورا بالقشريات والحشرات وانتهاء بالأسماك.

5–7: الشبكات الغذائية Food webs

فكرة السلسلة الغذائية هي بسيطة نسبيا عندما تلاحظ أو تناقش بالنسبة إلى كائن حي واحد أو مجموعة من الكائنات الحية العائدة لنفس النوع (Population). ولكن عندما ينظر إلى السلسلة الغذائية في أي مجتمع Community ككل يلاحظ أن السلسلة تتعقد وتتشابك العلاقات الغذائية فيما بينها مكونة ما يسمى بالشبكة الغذائية Food web . ومن أهم أسبابها أن الحيوانات المختلفة في أي نظام بيئي تستهلك أنواعا متباينة من الأغذية وذلك باختلاف أنواعها وأحجامها وأعمارها فضلا عن الظروف المحيطة. حيث أن وجبات الغذاء تتغير بشكل كبير. وعلى الرغم من أن

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

اللواحم تتغذى على اللحوم بصورة عامة إلا أنها تتغذى على النباتات أحيانا. فيلاحظ أن المفترس في مرحلة من مراحل حياته في النظام البيئي يتحول إلى فريسة في فترة أخرى وهكذا فإن أعداد الكائنات الحية وأنواعها لها تأثير كبير في نوعية الشبكة الغذائية من حيث تعقيداتها. فعند ملاحظة المناطق القاحلة أو القطبية حيث تتميز بوجود أعداد وأنواع قليل من الكائنات الحية.

تكون الشبكة الغذائية بسيطة في المناطق التي تحتوي على أنواع قليلة من الكائنات الحية كما في القطبين والمناطق القاحلة (الشكلان 5-4 و 5-5). وتتعقد كلما ازداد عدد الأنواع داخل الوحدة البيئية كما في المناطق الاستوائية أو في المحيطات (الشكل 5-6). لكنها تكون أعقد في الأنهر المنتجة في المناطق المعتدلة.أما في البرك والبحيرات تكون الشبكة الغذائية أبسط عما هي في الأنهر.

لقد حاول الانسان أن يبسط الشبكة الغذائية كما هو الحال في الزراعة وتربية الحيوانات كالدواجن والأبقار التي هي إحدى الوسائل التطبيقية لتبسيط الشبكة الغذائية وذلك بتحديد أنواع النباتات المراد تنميتها والقضاء على النباتات غير المرغوبة كالأدغال Weeds.

ويجب هنا ملاحظة الإفراط في التثبيط حيث يجب الانتباه إلى أن التفريط يضر في البيئة والكائنات الحية في الطبيعة وقد يؤدي إلى إحداث كوارث وأوبئة مرضية على نطاق واسع مما يصعب السيطرة عليها.

هناك أمثلة كثيرة على تبسيط الشبكة الغذائية في مناطق مختلفة على الكرة الأرضية من حيث النباتات والحيوانات فاستبدال مجموعة الحيوانات ذوات الحافر المعقد في الهند وأفريقيا والتي كانت تتكون من عدة أنواع من الحيوانات كالجاموس البري والحمار الوحشي والظباء البرية وغيرها بنوع واحد من الأبقار أدت إلى تأثير سلبي على الغابات الوطنية وإحداث أوبئة مرضية على نطاق واسع مثل طاعون

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

الماشية. ودفع الإنسان ويدفع ثمن إفراطه في تبسيط الشبكة الغذائية بالإقلال من ثبات النظم البيئية الطبيعية.

أوضح العالم التون 1958 أهمية الحفاظ على التنوع الأحيائي Biodiversity من خلال الحفاظ على المواطن المتباينة لدعم وتأمين بقاء أنواع عديدة من الكائنات الحية في الطبيعة كالنباتات والحيوانات التي تكون أكثر تعقيدا ولكنها أكثر تباينا لاستمرارية الحياة والشبكة الغذائية.

إن العلاقة بين ظاهرة وواقع الشبكة الغذائية (أخذ الطاقة وإعطاؤها) في داخل النظام البيئي مع الأفعال الحيوية للكائن الحي وعلاقتها بحجمها تجعل الاختلاف واضحا بين نظام بيئي وآخر على سطح الكرة الأرضية (الغابات والحقول الزراعية والبساتين والبرك والأنهر والبحيرات وغيرها). وقد يحسب المستوى الاغتذائي إما بالكتلة الحية Biomass في وحدة المساحة أو الطاقة المخزونة Storage energy في وحدة المساحة أو وحدة الزمن في مستويات اغتذائية متباينة.

قد يقع الكائن الحي في المستوى الاغتذائي الثاني عندما يعتمد في غذائه ومصدر طاقته على النباتات بصورة كلية، أو قد يقع في المستوى الثالث اعتمادا على مصدر غذائه وطاقته ، عليه فإن النباتات التي لها القابلية على تكوين غذائها بنفسها من المواد اللاعضوية واستقطاب الطاقة الضوئية تقع دائما في المستوى الاغتذائي الأول. أما الحيوانات آكلة الأعشاب Herbivores فتقع في المستوى الثاني وهكذا. ويمكن ملاحظة الكثير من الكائنات الحية أن لها القابلية على تغير مستواها الاغتذائية من الثاني إلى الثالث أو أكثر ويمكن تطبيق هذه الظاهرة على بعض الحيوانات والإنسان. فغذاء الإنسان رغم كونه يتكون عادة من البروتينات والدهون والكاربوهيدرات ولكن يختلف باختلاف الطبائع والتقاليد ، فغذاء الهندوس يختلف عن غذاء الأوربيين وهما يختلفان عن الإسكيمو. ويمكن أن يكون الاختلاف في وجبات الإفطار عن الغداء والعشاء. كما يمكن أن يختلف باختلاف الفصول ويعتمد على نوع الصيد الذي يكون

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

عشوائيا عادة. ويستوضح ذلك في تغذية الراكون (حيوان يشبه القطط يتواجد في أمريكا). إذ يعتمد في غذائه على اللحوم والأعشاب في الفصول الدافئة وعلى الثمار في الفصول الباردة.

إن جميع الكائنات الحية التي تحصل على طاقتها مباشرة من آكلات الحشائش كالأبقار والأغنام وجرذان المراعي والعديد من الحشرات كفرس النبي تقع ضمن التركيب الاغتذائي Trophical structure فيما إذا وجدت في نظام بيئي محدد. ويمكن تطبيق هذا على المستويات البيئية المختلفة.

5-8: التركيب الاغتذائي Trophical structure

مكونات ومحتويات كل مرحلة أو خطوة من خطوات السلسلة الغذائية تتضمن وتتبين فيها مصادر انسياب الطاقة من جهة وكمية الطاقة المتدفقة إلى خارج المرحلة من جهة أخرى.

يختلف التركيب الاغتذائي Trophical structure باختلاف مواقع المراحل ضمن السلسلة الغذائية حيث أن الكائنات الحية ذاتية التغذية Autotrophes تشمل المرحلة الأولى في السلاسل الغذائية والتي تعرف بالمنتج Producer وتسمى بالمستوى الاغتذائي الأول First trophical level أي أنها تستمد طاقتها مباشرة من الشمس لتحول المواد غير العضوية إلى مواد عضوية خلال عملية البناء الضوئي Photosynthesis . ويختلف تركيبها باختلاف مواقع السلاسل الغذائية فقد تكون الهائمات النباتية في المحيطات أو تتكون من الهائمات النباتية والنباتات الراقية المائية في البرك والمستنقعات والأهوار أو تتكون من الأعشاب والحشائش أو من الأعشاب والأدغال والأشجار في بيئة يابسة . وتقتصر محتويات المستوى الاغتذائي الأول عادة على النباتات في السلاسل الغذائية الاعتيادية، على الرغم من أنها تتكون من النباتات أو الحيوانات عند النظر إلى السلاسل الغذائية التطفلية أو الرمية.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

إن النظم البيئية ذات التراكيب الاغتذائية البسيطة Simple trophical structures تكون عادة أكثر تعرضا لتغيرات عنيفة بالمقارنة بالنظم البيئية ذات التراكيب الاغتذائية المعقدة Complex trophical structures. وعلى سبيل المثال يلاحظ عند تضرر إنتاج الاشنات في البيئة القطبية الأرضية فإن النظام البيئي سوف يتضرر بأجمعه بسبب أن ديمومة الحياة تعتمد على الأشنات حصرا. ومثال آخر في البيئة المائية عند القطب الجنوبي حيث أنه عند إزالة الروبيان عن طريق حادث معين سوف يكون هناك انحدار مأساوي لجميع الثديات البحرية والطيور والأسماك التي تعتمد جميعها على الروبيان في غذائها.

في حين يلاحظ في النظم البيئية الأخرى مثل المناطق المعتدلة والاستوائية التي توفر مؤونات غذائية بديلة فإن الفقدان المؤقت لأي نوع لا يعرض بالضرورة النظام بأجمعه إلى الخطر. وبطبيعة الحال هناك استثناءات لهذه القاعدة. فإذا أزيل نوع واحد سائد Dominat من الأعشاب في مروج فسوف تتضرر جميع أنواع آكلات الأعشاب (العشبيات). ولكن في الطبيعة يلاحظ أن التركيب الاغتذائي للمروج يتضمن عادة بضعة أنواع من الأعشاب والحشائش.وكمثال آخر يلاحظ أن المراعي في شمال العراق تتضمن تركيبا اغتذائيا معقدا يضم عشرات الأنواع من النباتات، لذا لا يكون لفقدان نوع واحد من الأعشاب تأثير كبير في النظام البيئي. عليه يمكن الجزم بأن التراكيب الاغتذائية المعقدة تكون أكثر استقرارا وأمانا بالمقارنة مع النظم البيئية البسيطة المعتمدة على أنواع قليلة من الكائنات . حيث يتواجد البديل بالنسبة للمصادر الغذائية في أكثر الأحيان في النظم البيئية المعقدة بينما ينحصر الاعتماد على نوع واحد من الغذاء في النظم البيئية البسيطة.

إن الكائنات التي تحصل على غذائها في المجتمعات الطبيعية المعقدة بنفس عدد الخطوات تعود إلى نفس المستوى الاغتذائي Trophical level . لذا يلاحظ بأن النباتات الخضر (مستوى المنتج) تحتل المستوى الاغتذائي الأول، وتحتل العواشب

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

المستوى الاغتذائي الثاني بينما تحتل اللواحم (التي تأكل العواشب) المستوى الاغتذائي الثالث، وتحتل اللواحم الثانوية المستوى الاغتذائي الرابع. ويعد هذا التصنيف للكائنات الحية على أساس وظيفي غذائي Trophical function فقط مع العلم أن هناك احتمالا كبيرا أن يحتل سكان مرحلة معينة مستوى أو أكثر من السلسلة الغذائية وذلك حسب مصدر الطاقة الممثلة. وخير مثال هو الإنسان حيث يتغذى على الحبوب أحيانا وعلى اللحوم في فترات أخرى. وتعتمد الكائنات الحية التي تقع في المستوى الاغتذائي الثالث على سبيل المثال بغض النظر عن تصنيفها وتركيبها وأنواعها كالطيور والدجاج والفراشة وغيرها. والقصد هنا أن الطاقة الكامنة الموجودة في المستوى الاغتذائي الثاني تتحول إلى المستوى الثالث أو تتحلل. إذن فإن وظيفة الكائنات الحية في المستوى الاغتذائي المحدد تكون متشابهة من حيث مصدر أخذ وإعطاء الغذاء (الطاقة).

5-9: الأهرام البيئية Ecological Pyramids

إن الطاقة التي تمر خلال السلسلة الغذائية أو الشبكة الغذائية تفقد منها باستمرار خلال المستويات الاغتذائية المختلفة. ويستعمل مصطلح الكفاءة البيئية Ecological efficiency لوصف النسبة بين الطاقة المتدفقة من وإلى كل مستوى اغتذائي والتي يعبر عنها بالنسبة المئوية عادة. لذا فإن الطاقة المتدفقة في أي مستوى اغتذائي يمكن أن يعبر عنها بمجموعة الكتلة الحية مع ما يحتاجها الكائن الحي من الطاقة إلى التنفس في ذلك المستوى الاغتذائي.

تعد ظاهرة فقدان الطاقة إحدى المظاهر في السلسلة الغذائية. كما أن العلاقة بين الأفعال الحيوية وحجم الكائن الحي والتي لها علاقة عكسية عادة تؤدي إلى تمييز نظام بيئي عن نظام بيئي آخر في بقاع الكرة الأرضية المتباينة كالبحيرات والغابات والجزر وغيرها.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

بما أن المحصول القائم Standing crop يمكن أن يعبر عنه بوساطة الطاقة في مساحة معينة في وحدة الزمن في المستويات الاغتذائية المختلفة في نظام محدد أو عدة أنظمة عليه يمكن ملاحظة التحولات في الطاقة في كل خطوة من خطوات السلسلة الغذائية حيث تفقد دائما وبالتالي تكون هناك طاقة مفيدة متاحة بكميات مختزلة كلما ابتعدنا عن مصدر الطاقة في السلسلة. لذا فإن الطاقة المتواجدة في المنتج أكثر من الطاقة المتواجدة في مستوى العشبيات والتي بدورها تكون أكثر من مستوى اللحميات وهكذا.

يعني هذا بأن المستويات المتعاقبة تتعاقب سلبيا في محتواها من الطاقة . وهذا ما تم توضيحه في بحيرة مندونا في الولايات المتحدة الأمريكية حيث كانت الطاقة المتواجدة في المستوى الاغتذائي الأول تعادل أكثر من عشرة أضعاف ما لوحظ في العشبيات وكانت أكثر من عشرين ضعفا ما لوحظ في اللحميات البدائية وفيها عادت الطاقة حوالي عشرة مرات ما لوحظ في اللحميات الثانوية . ولوحظت نفس العلاقة في الأهوار المالحة أيضا.

لو أراد الإنسان على الكرة الأرضية أن يبقى ويزيد من نفوسه إلى الحد الأعلى فعليه أن يتغذى على أولى المستويات الاغتذائية ضمن السلسلة. أي أن يعتمد في غذائه على النباتات لكي يخفض نسبة الهدر من الطاقة إلى أدنى ما يمكن، عليه فإن استهلاك اللحوم يعد هدرا للطاقة. ومن الواضح أنه يمكن إعالة عدد أكبر من الأشخاص على غذاء نباتي مقارنة بغذاء حيواني.

قد ذكر اودم Odum بأن صافي الإنتاج في النباتات المتوفرة تعادل في إحدى مناطق فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية 8833 كيلو سعرة في المتر المربع في السنة والتي بدروها تجهز 1478 كيلو سعرة في المتر المربع في السنة كصافي الانتاج. وهكذا يلاحظ أن السعرات الحرارية تختزل من حيث الإنتاج الإجمالي والصافي في المستويات المتعاقبة والتالية. عليه فإن هذا الاختزال في الطاقة يستوضح في أعداد

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

الكائنات وكذلك في كتلها حيث أن هذه المعايير هي الوسائل البسيطة البديلة لتصدير كميات الطاقة المتوفرة.

إن سريان الطاقة أو ما تتضمنه المستويات الاغتذائية المتعاقبة من الطاقة في أية سلسلة غذائية داخل النظام البيئي بشكل هندسي منتظم ينتج عنه مستويات متعاقبة تصاعديا حيث تقل الطاقة في المستويات المتعاقبة وبهذا يمكن الحصول على شكل هندسي هرمي.

ما يجري داخل النظام البيئي من فعاليات حيوية وعلاقات ما بين الأنواع Intraspecific relationshipsأو البين نوعية Interspecific relationships بشتى أنواعها التنافسية والتكاملية والتعايشية وغيرها من الكائنات الحية ضمن النظام والتي تشكل إحدى الركائز الأساسية لأي نظام بيئي قد يمكن التعبير عنها بوسائل أخرى غير السلسلة أو الشبكة الغذائية وبالرغم من أن المفهوم والغاية قد تختلف.

يلاحظ ضمن الهرم البيئي Ecological pyramid أن القاعدة تشكل المستوى الاغتذائي الأول حيث تكون أعرض من المستويات الاغتذائية التي تليها وبهذا تتوضح أن ما يحتويه هذا المستوى (القاعدة) الأول من الطاقة أو الكتلة الحيوية Biomass هو أكثر من المستويات المتعاقبة الأخرى.

يستوضح في الهرم البيئي الحقيقة المعروفة في النظام البيئي عن أن التناسب الطردي المعروف بين الطاقة الكامنة المتواجدة فيه مع مصدر الطاقة الأساسية التي هي الشمس في كثير من الأحيان. ويمكن توضيح الطاقة الكامنة الموجودة والطاقة المتدفقة إلى خارج المستوى، وبأسلوب آخر يمكن في الهرم البيئي توضيح كمية الطاقة المتهيئة في أي مستوى اغتذائي إلى المستوى الاغتذائي الآخر والذي يليه من جهة وكمية الطاقة المتدفقة إلى خارج المستوى الاغتذائي (الطاقة غير المستعملة) وهذا يشمل الطاقة المتحولة إلى الحرارة من التنفس فضلا عن الطاقة غير المستهلكة من قبل المستوى الاغتذائي التي تعنيها.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

إن تعقيدات الطبيعة تنعكس في الأهرام البيئية في حالات كثيرة مختلفة عندما يلاحظ وجود كائنات حية تتغذى بصورة مختلطة Heterotrophic كالإنسان على سبيل المثال حيث يكون عشبي التغذية Herbevorous أو لحمي Carnivorous باختلاف السنوات والفصول والأيام وحتى باختلاف الوجبات خلال اليوم الواحد. وهنا يتداخل موضعه ضمن الهرم البيئي من المستويات المختلفة وأحيانا أخرى يلاحظ أن الكائن الحي تختلف تغذيته باختلاف عمره. ففي المراحل البدائية من عمره تختلف مصادر طاقته عن مرحلة أخرى وهكذا يمكن انعكاس هذه الحالة ضمن المستوى الاغتذائي (المنتج Producer) الذي يشكل القاعدة في الهرم البيئي.

حيث أن البذور التي تعد نباتا كاملا في دور السبات، فعند تعداد أعدادها أو كتلها التي تلاحظ في مساحة محدودة تستوضح أن الموقع لا يتمكن من إسناد هذا العدد من البادرات Seedlings بالرغم من تواجدها في تلك البقعة وإنما سوف تبقى وتنمو بعضا منها فقط بناء على ما يطرأ عليها من الظروف الداخلية والمحيطة بالإضافة إلى عوامل التنافس وغيرها.

أنواع الأهرام البيئية

يمكن تقسيم الأهرام البيئية حسب طرق التعبير عنها إلى ثلاثة أنواع أساسية وهي:

1- الأهرام العددية The pyramids of numbers

يمكن التعبير عن النظام البيئي من الناحية الحياتية بعدد أنواع الكائنات الحية حيث تكون أعداد جميع الأنواع النباتية في منطقة ما بغض النظر عن أحجامها. حيث يمكن تقدير عدد النباتات في اليابسة بطريقة المربع Quadrat أو أية طريقة أخرى. ويوضع هذا العدد في قاعدة الهرم. ومن ثم يعد جميع العشبيات التي تتواجد بأعداد أقل وتوضع في شكل هندسي فوق المستوى الاغتذائي الأول ومن ثم تأتي اللحميات بأعدادها وهكذا ينتج شكل الهرم البيئي (الشكل 5-7).

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

إن شكل هرم العدد يختلف كثيرا باختلاف المناطق والمجتمعات والفصول فضلا عن نوعية الكائنات الحية المتواجدة في النظام البيئي. فمثلا قد تكون الأفراد المنتجة صغيرة مثل الهائمات النباتية أو من الأعشاب أو قد تتكون من أشجار الحمضيات والجوز والبلوط فضلا عن ذلك فإن الأعداد قد تختلف كليا ويصعب حصرها ضمن المقياس العددي كمجموعة كاملة (الشكل 5-8).

يلاحظ لهذه الأسباب أن كل مستوى اغتذائي ضمن السلسلة الغذائية أو ضمن الهرم البيئي يمكن ابرازها بأنموذج خاص يمثل الهرم البيئي العددي ضمن ذلك المستوى. فعلى سبيل المثال يمكن رسم أنموذج عددي هرمي خاص بالمستوى الاغتذائي الثاني (المستهلك) حسب أوزان أو أحجام الحيوانات. وفي أي نظام بيئي يلاحظ أن أعداد الكائنات الحيوانية الصغيرة تكون في الغالب أكثر من الحيوانات الأكبر منها وهكذا (الشكل 5-9). وهكذا يمكن توزيع الحيوانات إلى مستويات ضمنية متعاقبة ضمن المستوى الواحد. وبهذا يمكن رسم أنموذج عددي كما موضح في الشكل (5-10) الذي يمثل الحيوانات في خليج نيفا حيث قسمت الحيوانات إلى سبعة مستويات ويمكن اختزالها إلى عدد أقل حسب الحاجة لرسم الأنموذج علما بأن الهرم الموضح هو حسب الحيوانات، حيث تمثل القمة حيوانات وزنها اقل من 10 كيلو غرامات وتليها الحيوانات التي وزنها أقل من كيلو غرام ومن ثم تنخفض لغاية 0.01 مليغرام.

لقد أوضح العالم اودم Odum الهرم العددي الأنموذجي نظريا وذلك في المراعي حيث تمثل قاعدة الهرم المنتج والتي تتمثل بحدود 1500000 فرد من النباتات وتليها العشبيات 200000 فرد ومن ثم تأتي اللحميات حيث تم إحصاء 90000 فرد والتي تستهلك من قبل إنسان واحد بالسنة (الشكل 5-9) إن هذا الأنموذج يمثل كل الكائنات الحية في هكتار واحد ما عدا حيوانات التربة والأحياء المجهرية.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

إن المعلومات التي يتم الحصول عليها لأجل توضيح النتائج كهرم بيئي عددي في كثير من الأحيان يفضل أن تدون كجداول وليس كأهرام لأسباب تطبيقية عددية منها استبعاد العامل الهندسي والثانية أن الحيوانات الدقيقة أو الحشرات قد تتواجد بشكل مستعمرات كبيرة العدد تجعل الهرم البيئي العددي غير ممكن أو قد لا تسهل رسم النماذج الهرمية بسهولة. حيث من الممكن أن يقع المربع ضمن مواقع جرداء عليه فإن أنموذج الأعداد لغرض الهرم البيئي العددي غالبا ما يظهر أشكالا غير هرمية . عليه فإن هذا يحول دون استعمالها والاستقصاء عن طريقة أخرى غير العدد الكلي للأفراد في النظام البيئي (الشكل 5–11).

2– أهرام الكتلة الحية The pyramids of Biomass

تعد أهرام الكتلة الحية نماذج هندسية لما يجري داخل النظام البيئي من تفاعلات وعلاقات بين المستويات الاغتذائية على أساس أوزانها (الوزن الكلي الجاف أو الطري) أو القيمة الحرارية في داخلها (ضمن أفراد كل مستوى اغتذائي) أو أي مقياس آخر يدل على الكتلة الحية Biomass لمجموع أفراد المستوى الاغتذائي (الشكلان 5–11 و 5–12).

يلاحظ في كثير من النظم البيئية أن التعبير بالكتلة الحية يؤدي إلى أنموذج هرمي صحيح مقارنة مع الهرم العددي. فعندما يكون حجم الكائنات الحية متشابها في المستويات الاغتذائية المتباينة في أي نظام بيئي يلاحظ أن هرم الكتلة يعطي أنموذجا جيدا عندما تكون أعداد الأفراد في المستويات تميل بالضرورة إلى الاختزال.

حيث أن الحجم هو دالة واضحة عادة إلى الوزن، عليه فإن الأنموذج الهرمي بدلالة الكتلة يكون مثاليا. بينما إذا أخذت دورات الحياة بنظر الاعتبار فيلاحظ أن المستهلك في كثير من النظم البيئية يتميز بطول دورته وذلك لأنه يحتاج إلى فترة

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

طويلة (عدد من السنين) إلى أن يصل إلى دور النضوج. عليه فإن قياس المحصول القائم Standing crop في أية فترة محددة قد تعطي صورة غير حقيقية فيما لو أهمل عامل العمر.

بما أن المحصول القائم Standing crop هو دالة القياس لغرض الهرم البيئي في تلك اللحظة، وحيث أن أية قيمة حقيقية في أي نظام بيئي يمكن أن يتكرر ويحصل عليه عدة مرات وهذا ما لا يحدث لو لم يأخذ العمر بنظر الاعتبار. عليه من الملاحظ أن الهرم البيئي الكتلوي يكون واضحا جدا في بيئة اليابسة وخاصة في نظام بيئي حديث (حقل جديد على سبيل المثال). حيث يتميز النظام البيئي بكتلة كبيرة من المنتج ويليه المستهلك الأولي ثم الثانوي وهكذا. فإن شكل الهرم البيئي الكتلوي يكون منتظما وهذا ما يحدث عادة في المياه الضحلة أيضاً حيث يكون المنتج كبيرا ومعمرا.

بهذا تكون قاعدة الهرم واسعة مقارنة بالمستويات الاغتذائية الأخرى, وهذا ينطبق على مناطق الغابات المختلفة في العالم بغض النظر عن مناطق الغابات الاستوائية أو الأوروبية (تحت القطبية) حيث أن كتل الأشجار (المنتج) تكون كبيرة جدا مقارنة مع المستويات الاغتذائية الأخرى وتنتهي بقمة الهرم الصغير عادة بينما عندما تقارن هذه المناطق مع مناطق المياه المفتوحة حيث يكون المنتج عادة من الهائمات النباتية التي تتميز بأحجامها الصغيرة وبالتالي كتلها الصغيرة ولكن تتميز هذه الكائنات بدورات حياة قصيرة مع قابلية عالية للتكاثر وتغيرات موسمية واضحة ويتعاقبها على نفس المنوال العشبيات التي تتكون في الغالب من الهائمات الحيوانية والقشريات الصغيرة. وبما تتميز بها هذه النظم من خواص بيئية موسمية فيلاحظ أن الأهرام في هذه المناطق تختلف باختلاف الفصول حيث في فترات الازدهار يزداد عدد الهائمات ليصل عدة ملايين في اللتر الواحد في أوائل فصلي الربيع والخريف عادة ما يحدث في مياه دجلة في العراق، بينما تقل أعدادها في فصول أخرى لتصل

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

بضعة آلاف في اللتر الواحد. وكل هذا له تأثير واضح على نمط وشكل الهرم البيئي الكتلوي.

أخيرا تبقى مناطق البحيرات والمستنقعات التي تمثل بتواجد النباتات الجذرية Rooted plants والهائمات النباتية في المستوى الاغتذائي الأول وتشمل العشبيات (الحشرات والحلزون والسلحفاة) فضلا عن الاسماك العشبية وغيرها وبهذا يكون الهرم البيئي الكتلوي في هذه المناطق حالة وسطية بين الغابات ومناطق المياه المفتوحة حيث يكون الهرم البيئي مقلوبا باختلاف الأماكن والمواقع وهذا ينطبق على المناطق الصحراوية والبقاع الأخرى في العالم.

إن ما يجري في النظام البيئي من تدفق أو هدر الطاقة بأسلوب أو بآخر كما تم توضيحه في أعلاه والتي تتوضح بأسلوب متشابك ومعقد ضمن الشبكة الغذائية أو السلسلة الغذائية ولكن يبقى الكثير من مكونات النظم البيئية أن تتواجد لها مواقع ضمن الهرم البيئي العددي وبالرغم من أن كتلها تكون قليلة ولكن كما هو معروف فإن مصادر طاقتها ومصدر غذائها من جميع المستويات الاغتذائية وبهذا فإنها تشترك مع المستهلكات المتعددة المستوى Multilevel concumers مثل النمور والنوارس التي تشترك في وظيفتها مع بعض الحشرات والديدان الأرضية حيث ترتبط وظيفتها بصورة وثيقة مع ما تعمله المحللات في النظام البيئي.

بناء على ما جاء أعلاه يلاحظ أن العالم التون Elton (1958) قد اخترع الأنواع الثلاثة من الأهرام البيئية حيث يمكن التعبير عن ما يجري في النظام البيئي بوساطة هرم الطاقة والتي تواجه مشاكل كبيرة في إجراء القياسات ولكنها تبقى منتظمة على جميع النظم البيئية.

37-1 3- أهرام الطاقة The pyramids of energy

تختلف أهرام الطاقة عن الأهرام العددية او الكتلوية حيث أنها لا تعبر عن الحالة الراهنة في النظام البيئي. فهي صورة كلية لمعدلات مرور الطاقة عبر السلسلة

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

الغذائية. وهي تؤخذ جميع مصادر الطاقة ومساراتها ضمن السلسلة الغذائية فيكون الهرم دائما بوضع صحيح حسب قوانين الديناميكية.

لا يعبر هرم الطاقة عن ما يحتويه المستويات الاغتذائية فحسب بل كفاءة النظام البيئي ككل من جهة وكفاءة الكائنات الحية المكونة لكل مستوى اغتذائي ضمن السلسلة الغذائية وبصورة صحيحة من جهة أخرى عكس ما لوحظ في الأهرام العددية حيث تزيد أهمية الأحياء الصغيرة والمجهرية وتضخم موقعها. بينما تبالغ الأهرام الكتلوية في أهمية الأحياء الكبيرة ولا يبين أي منهم الأثر الوظيفي للمجاميع السكانية في النظام البيئي التي تعتمد على العلاقة العكسية بين الأفعال الحيوية والحجم.

يمكن لهرم الطاقة أن يتوضح في المثال الذي ذكره العالم ساوثيك في أن ما يحتاجه شخص واحد من البروتين لمدة سنة يحتاج إلى حوالي خمسة عجول والتي بدورها تحتاج إلى حوالي تسعة أطنان من الجت.وكما ذكر سابقا فإن اقل من 1% من الطاقة الشمسية يمكن استغلالها من قبل النباتات الخضر. وعندما ينظر إلى الطاقة المستغلة من قبل النباتات يلاحظ أن أقل من 1% من الإنتاج الأولي الإجمالي في النظام البيئي يتجه إلى العشبيات كالأبقار.

بعبارة أخرى إن من أصل حوالي 600 غم من الكربون المثبت لكل متر مربع في السنة بوساطة النباتات الخضر سوف يصبح أقل من 6 غرامات جزء من العجل. كما أن 77% منها تذهب إلى التنفس والتحلل في النباتات وان 22% الباقية تذهب إلى التنفس والعمليات الأيضية الأخرى في الحيوان في ذلك النظام. أي أنه في أفضل الظروف يترك أقل من 1% من الإنتاج الأولي إلى إنتاج اللحوم الحقيقي (الشكلان 5-10 و 5-11) . وأن نسبة استغلال الطاقة المتواجدة في المستوى الاغتذائي الأول قد تزيد في نظم بيئية أخرى مثل البحيرات.

بصورة عامة يتبين أن نسبة الطاقة المستغلة في المستوى الاغتذائي الأول تتراوح بين 0.1 إلى حوالي 2%. بينما يتراوح الاستغلال في المستويات الاغتذائية

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

الأخرى بصورة عامة بين 5–20% وهذا يعني أن الطاقة المتواجدة في المستوى الاغتذائي الأول تكون أكثر من المستويات المتعاقبة وهكذا بالنسبة إلى المستوى الاغتذائي الثاني وهكذا. عليه يلاحظ أن هرم الطاقة لا يمكن أن يكون مقلوبا في أي موقع على الكرة الأرضية.

يتميز هرم الطاقة دائما بقاعدة عريضة وتتعاقبها مستويات ذات قيم أوطأ للطاقة. ويمكن أن يتوضح بمثال تطبيقي حيث أن المساحة المعينة من الأرض التي تكفي لإعالة 100 شخص فيما قاموا باستهلاك الأرض مباشرة. واعتمد الأشخاص على لحوم الماشية فيلاحظ أن نفس المساحة لا تكفي إلا لإعالة 10 أشخاص فقط. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بصورة أوضح كما يلي:

إن ما يتناوله الفرد الواحد يوميا من الطعام (الطاقة الحرارية كالبروتين والدهون) تأتي من المحاصيل الحقلية (خاصة الحنطة والرز) حيث توفر ما مجموعه 52.4 % من السعرات الحرارية وحوالي 47.4 % في البروتين. بينما توفر المنتجات الحيوانية 16.7% فقط من السعرات الحرارية 31.7% من البروتين. علما بأن المنتجات الحيوانية تكون غالية الثمن. ومما يجدر ذكره هنا أن المناطق المتقدمة من العالم تستمد معظم البروتين من مصادر حيوانية عكس المناطق النامية. علما بأن تناول البروتين الحيواني يؤدي إلى فقدان السعرات الحرارية من جهة وعدم كفاءته من جهة أخرى.

إن من المهم معرفة ميزانية الطاقة والمهمة البيئية والكلية للنظام البيئي من حيث إنتاجيته وحيويته ودوره في توازن النظام ككل من حيث علاقته بالأراضي المجاورة هل يوفر موطنا مناسبا للمفترسات الطبيعية كبرك البعوض على سبيل المثال، فهل يمكن استعمالها كمزارع بحرية .ولا بد من معرفة هذه الأشياء قبل البدء بإبداء الرأي للتغيرات على النظام. ولكن تبقى محاولة إيجاد البديل في الطبيعة من أهداف علماء البيئة لأجل توفير الغذاء الكافي لبني البشر حيث ما يزال حاليا يموت الملايين سنويا ونحن في بداية القرن الحادي والعشرين بسبب نقص الغذاء في بقاع العالم المختلفة.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

عند مقارنة الكفاءة البيئية Ecological efficiency بين المستويات المختلفة، يلاحظ أن كفاءة المستوى الاغتذائي تكون قليلة جدا مقارنة بكفاءة أية ماكنة اصطناعية حيث أن كفاءة محرك السيارة تصل إلى 25% في حين لا تصل كفاءة أي مستوى اغتذائي إلى نصف هذه النسبة . علما بأن المحرك ليس مسؤولا عن الصيانة والنمو والتكاثر وغيرها من الفعاليات الحيوية التي تدخل ضمن ميزانية الطاقة. وهناك اهتمام واضح في الآونة الأخيرة حول محاولة رفع قيمة الكفاءة البيئية للمنتج بزراعة الطحالب مثل الأنواع التابعة للجنس كلوريلا Chlorella حيث قد تصل كفاءتها إلى أكثر من 20% واستغلال البروتين منها بوصفه عاملا غذائيا. ولكن تبقى محاولة لإيجاد البديل في الطبيعة من أهداف علماء البيئة لتوفير الطاقة والغذاء الكافي كما ذكر في أعلاه.

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

Copyright © 2013. 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.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:43 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310