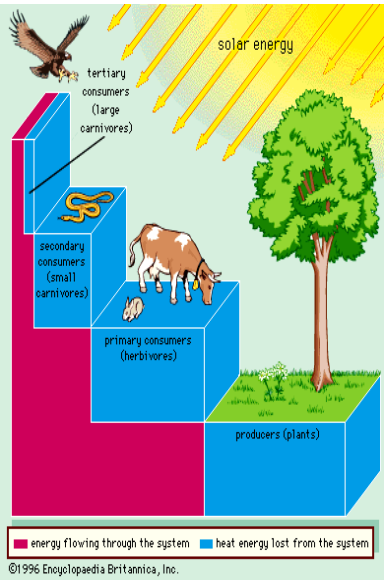


المحاضرة السابعة ..... (Pages: 71-76)

Biological Productivity الانتاجية الحيوية

-*Productivity* is a measure of the amount of energy incorporated into the organisms in a trophic level, in an area, over a certain period of time.

-Expressed in units such as "grams of organic matter per square metre per year"

من المعروف ان الكائنات الحية على الكرة الأرضية تستمد طاقتها بصورة مباشرة أو غير مباشرة من الشمس التي تنبعث منها الطاقة بصورة مستمرة. ويتم استغلال هذه الطاقة الضوئية اساساً في عملية البناء الضوئي Photosynthesis التي تقوم بها النباتات الخضراء أي التي تحتوي على صبغات الكلوروفيل أو اليخضور . حيث تقوم هذه الصبغات بامتصاص الطاقة الضوئية الصادرة من الشمس وتحويلها إلى طاقة كيمياوية تساهم في عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون على هيئة مركب عضوي وهو سكر الكلوكوز Glucose والتي تتمثل بصورة مبسطة بالمعادلة الآتية:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{sunlight \& chlorophyll} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

وان هذا المركب يمكن ان يتحول إلى مركبات عضوية أخرى . ويسمى هذا الانتاج **بالانتاج الحيوي** Biological productivity. يتميز الانتاج الحيوي عن الإنتاج الكيمياوي اوالصناعي بكون الإنتاج الحيوي عبارة عن عملية مستمرة في حين ان الإنتاج الكيمياوي أو الصناعي هو عبارة عن دالة نهاية التفاعل.

1- **الإنتاجية الأولية** Primary productivity

وهي المعدل الذي تخزن فيه الطاقة الإشعاعية بفعالية البناء الضوئي والتركيب الكيمياوي للكائنات المنتجة وهي النباتات الخضراء على شكل مواد عضوية يمكن ان تستعمل بوصفها مواد غذائية للكائنات الحيوانية الأخرى.

2- **الإنتاجية الثانوية** Secondary productivity

وفيها تتحول الطاقة الكيمياوية إلى طاقة كيمياوية أخرى كطاقة متمثلة أو كفضلات. ويشار إلى الإنتاجية الثانوية بأنها معدلات خزن الطاقة على المستويات الغذائية للمستهلك.

خطوات الانتاجية الحيوية ومراحلها

تبدأ الانتاجية الحيوية عندما تبدأ النباتات الخضراء استقطاب الطاقة الضوئية من قبل صبغات الكلوروفيل وتحويلها الى طاقة كيمياوية تستغل في تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون على هيئة مادة عضوية والتي تم تعريفها بالإنتاجية الأولية.

ومن المهم التمييز بين المراحل الأربعة الآتية للإنتاجية الحيوية وهي:

1- المرحلة الأولى: الانتاجية الأولية الأجمالية Gross Primary Production (GPP)

ان مجموع الطاقة (المادة العضوية) التي تنتجها النباتات الخضراء في عملية البناء الضوئي والتي من ضمنها كمية الطاقة المستخدمة في عملية التنفس، تسمى الإنتاجية الأولية الاجمالية Gross primary productivity (GPP) والتي تعرف كذلك بالبناء الضوئي الكلي Total photosynthesis أو التمثيل الكلي Total assimilation .

Gross Primary Production (GPP) = chemical energy produced over a given period of time

2- المرحلة الثانية: الانتاجية الأولية الصافية Net Primary Production (NPP)

ان الإنتاجية الأولية الاجمالية عندما يطرح منها ما يستهلك في عملية التنفس تصبح بما يعرف بالإنتاجية الأولية الصافية Net primary productivity ويرمز لها بـــ (NPP) وتمثل مجموع كمية المادة العضوية المخزونة في الانسجة النباتية.

GPP-R = NPP ، R يعني التنفس Respiration

وتعرف كذلك بالبناء الضوئي الظاهر Apparent photo synthesis أو التمثيل الصافي Net assimilation.

Net Primary Production (NPP) = amount of energy available to consumers

3- المرحلة الثالثة: الانتاجية الصافية للمجتمع Net Community Production (NCP)

تمثل الإنتاجية الصافية للمجتمع Net community productivity مجموع كمية المادة العضوية المختزنة لدى النباتات في المجتمع النباتي والتي لم يتم استخدامها أو استهلاكها من قبل الكائنات معتمدة التغذية Heterotrophic أي الكائنات المستهلكة والكائنات المحللة، خلال المدة التي تمت الدراسة وعادة تكون فصلاً للنمو أو سنة.

ان الإنتاجية الأولية الصافية تخزن كمادة عضوية في الانسجة النباتية يشكل كتلة حية Biomass وتقاس بوحدة الوزن في وحدة المساحة (غم/م^{٢}) أو (كغم/دونم) .

$$NCP = NPP - Heterotrophic\ consumption$$

4- المرحلة الرابعة: الانتاجية الثانوية Secondary Productivity (SP)

يشار إلى معدلات خزن الطاقة في المستويات الغذائية للمستهلك بالإنتاجية الثانوية Secondary productivity وهي مجموع كمية الطاقة العضوية المختزنة في اجسام الكائنات المستهلكة. وبما ان الكائنات المستهلكة Consumers تحصل على الطاقة نتيجة تناولها مواد غذائية جاهزة. لذا فإن مجموع الطاقة المختزنة لدى الكائنات المستهلكة تسمى التمثيل Assimilation وليس الانتاج Production.

وبصورة عامة تمثل الإنتاجية productivity نسبة التغير بالكتلة الحية Biomass بالنسبة لموسم نمو معين أو بالنسبة لسنة واحدة. وتقاس الإنتاجية بـــ (غم/م^{٢}/سنة).

العوامل المحددة للانتاجية

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على الإنتاجية وهي:

1- **قابلية النبات على تمثيل أو تثبيت ثاني اوكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي .**

هناك طريقتان رئيسيتان لاختزل ثاني اوكسيد الكربون واللتان تمثلان الخطوة الأولى في عملية البناء الضوئي وتعتمدان على نوع النبات وهما:

A- **طريقة كالفن – بنسن** Calvin –Bensen pathway تتبعها نباتات C_3 plants

إذ ان غاز CO_2 يثبت على هيئة مركب ثلاثي الكربون هو 3-Phospho Glyceric Acid ومن امثالتها نبات الحنطة والشوفان والبنجر السكري وفول الصويا.

B- **طريقة هاتش – سلاك** Hatch – Slack Pathway تتبعها نباتات C_4 plants
إذ ان غاز CO_2 يثبت على هيئة مركب رباعي الكربون هو Oxalic Acetic Acid
ومن امثلتها نبات قصب السكر والذرة الصفراء.

هناك فروقات كبيرة بين هاتين المجموعتين من النباتات منها تشريحية وفسلجية وبيئية .

2- **درجة الحرارة.**

3- **نوع الضوء الساقط وشدته.**

4- **توفر الماء.**

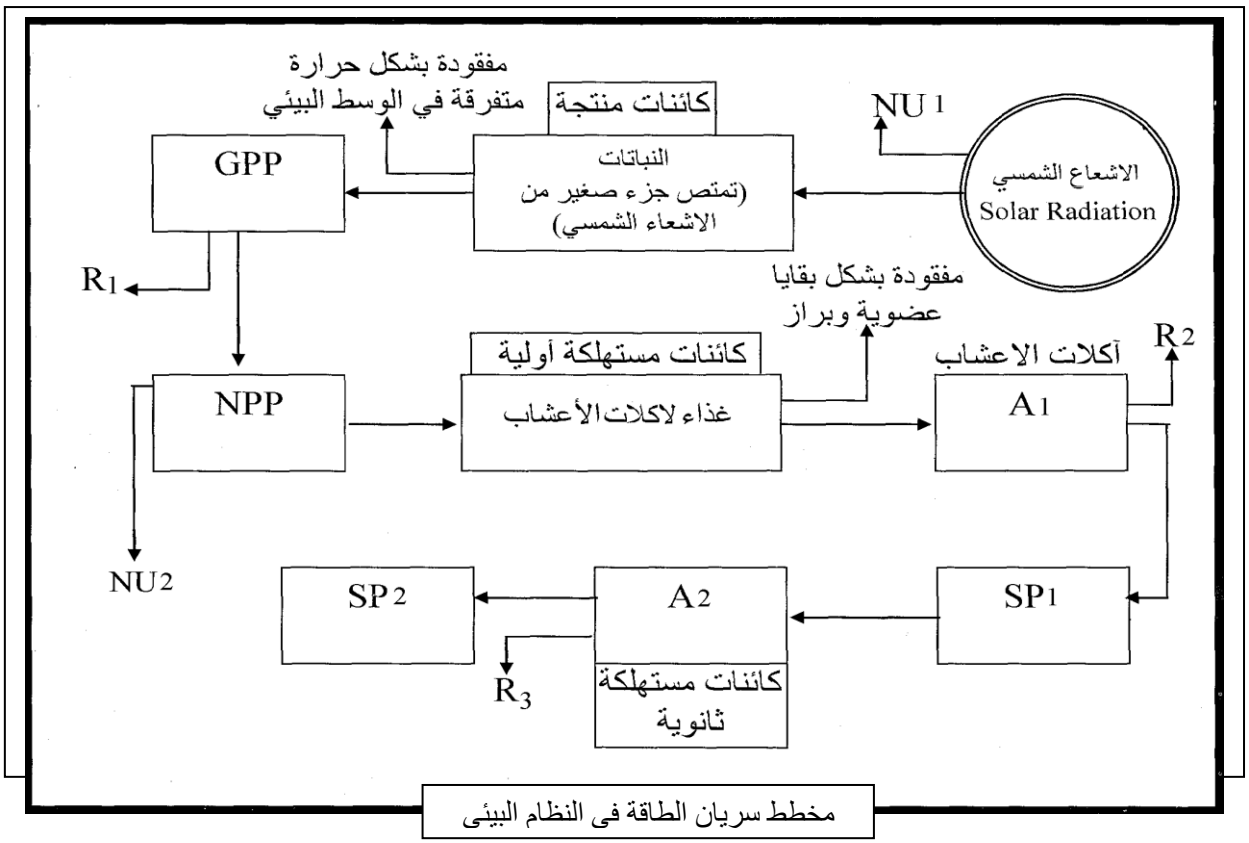
5- **تركيز CO_2 و O_2 والعناصر الغذائية المختلفة.**

6- **هناك عوامل تخص النبات مثل صبغة الكلوروفيل والمساحة الكلية للورقة، وكثافة النباتات، ومستويات المجتمع النباتي.**

سريان الطاقة في النظام البيئي
Energy Flow Through an Ecosystem

- ***Energy flow*, also called the calorific flow, refers to the flow of energy through a biological food chain.**
- **Information from energy flow diagrams can be used to calculate ecological efficiencies.**

المقصود بسريان الطاقة هو سلوك الطاقة في الأنظمة البيئية، أو كيفية انتقال الطاقة من المصدر إلى المستويات الاغتذائية المختلفة في السلسلة الغذائية. يحتوي مخطط سريان الطاقة عادة على الكميات المفقودة من الطاقة (غير مستفاد منها). ان مصدر الطاقة في الكون (الطبيعة) هو الإشعاع الشمسي Solar Radiation فالشمس تطلق أشعتها باتجاه الكون، والكائنات الحية تأخذ الطاقة من هذه الأشعة وتبدأ بصنع غذائها والقيام بالفعاليات الحيوية .



مخطط سريان الطاقة فى النظام البيئى

NU1= Not used طاقة شمسية لم تدخل المحيط الحيوي

Gpp = Gross primary productivity الإنتاجية الأولية الإجمالية

R1 = plant Respiration طاقة مفقودة خلال عملية تنفس النبات

NPP = Net primary productivity الإنتاجية الأولية الصافية

NU2 = Not used طاقة بشكل مواد عضوية لم تستخدم أو تستهلك وتبقى في الأوراق والأجزاء النباتية أي لم تأكلها الكائنات المستهلكة.

A1= Assimilated الطاقة المتمثلة بالهضم لدى الكائنات الحية المستهلكة(آكلات الأعشاب)

R2= consumers Respiration الطاقة المفقودة بالتنفس لاكلات الأعشاب

SP1= secondary productivity طاقة في المستوى الاغتذائي الثاني من الانتاج الثانوي (آكلات الأعشاب).

A2= Assimilated الطاقة المتمثلة بالهضم لدى الكائنات المستهلكة(آكلات الحيوانات).

R_3 = Assimilated الطاقة المفقودة بالتنفس لأكلات الحيوانات

SP 2 = Secondary productivity الطاقة المفقودة بالتنفس الاغتذائي الثالث من الانتاج الثانوي (آكلات الحيوانات).

الشيء المهم في المخطط ان نحسب كمية الطاقة المتوفرة في أي مستوى اغتذائي من المستويات الاحيائية.

سريان الطاقة في المستوى الاغتذائي الأول (النباتات الذاتية التغذية)

$$GPP=NPP + R_1$$

سريان الطاقة في المستوى الاغتذائي الثاني (آكلات الأعشاب)

$$A_1=SP_1 + R_2$$

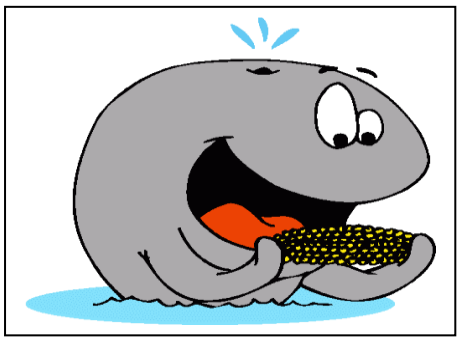
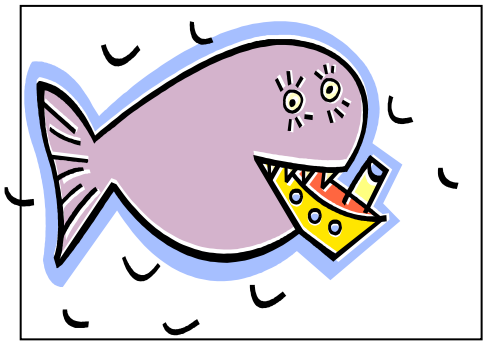
سريان الطاقة في المستوى الاغتذائي الثالث (آكلات اللحوم)

$$A_2 = SP_2 + R_3$$

الإنتاجية الصافية للنظام البيئي = زيادة الكتلة الحية + الطاقة المستهلكة بواسطة آكلات الأعشاب + الطاقة المستهلكة خلال موت بعض الاجزاء أو الافراد.

طرائق قياس الأنتاجية

بالإمكان قياس الإنتاجية الأولية Primary productivity من خلال قياس كميات ثاني اوكسيد الكاربون المثبتة في النبات خلال عملية البناء الضوئي أو كميات الأوكسجين المتحررة منها أو من خلال الزيادة في كميات المادة العضوية المنتجة كالكاربوهيدرات في الجسم النباتي.

وهناك طرق مختلفة لقياس الإنتاجية من أهمها ما يأتي:

1- **طريقة الحصاد: Harvest method**
2- **قياس الاوكسيجن Oxygem measurement**
3- **قياس ثاني اوكسيد الكاربون Carbon dioxide measurement**
4- **قياس الاس الهيدروجيني: PH measurement**
5- **قياس المواد الأولية Raw materials measurement**
6- **طريقة النظائر المشعة Radio – isotope Mehtod**
7- **قياس الكلوروفيل Chlorophyll measuremen**