



علم البيئة والتلوث المرحلة الثالثة

المحاضرة السادسة

أ. م. د. سجاد عبد الغني عبد الله





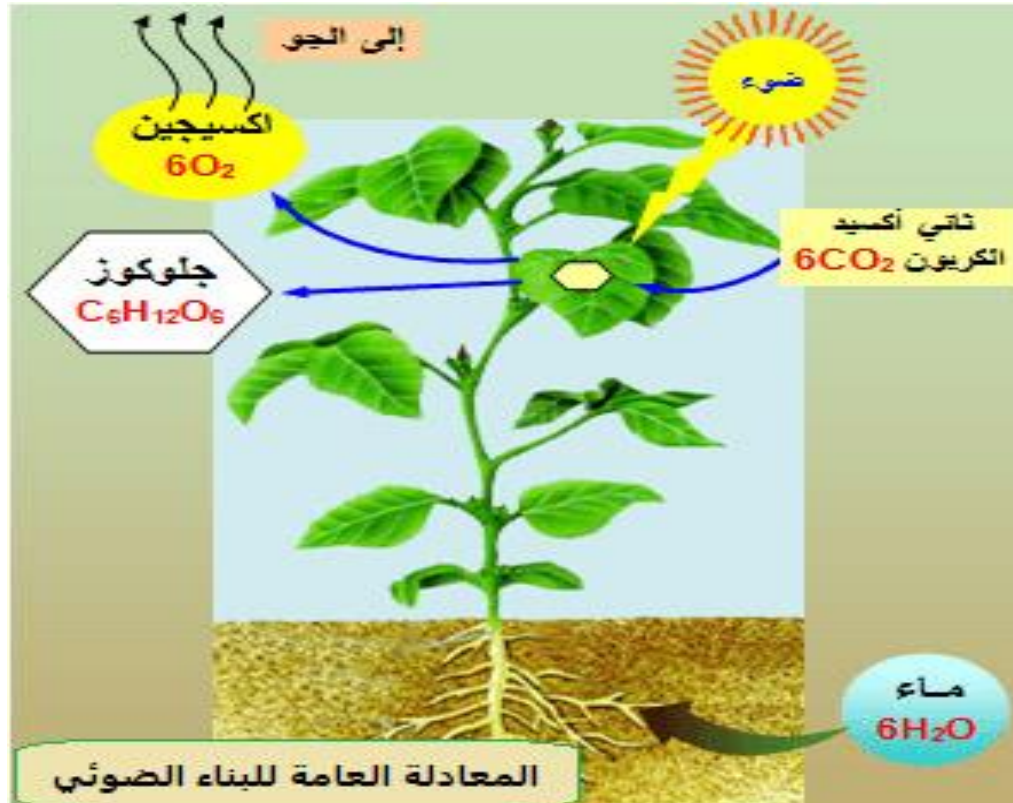
الفصل الخامس

الإنتاجية Productivity

المقدمة

تستمد الكائنات الحسة طاقتها بصورة مباشرة أو غير مباشرة من الشمس التي تنبعث الطاقة بصورة مستمرة ويتم استغلال هذه الطاقة أساسا خلال عملية البناء الضوئي Photosynthesis التي تقوم بها النباتات الخضر أي التي تحتوي على صبغات الكلوروفيل أو اليخضور، هذه الصبغات تقوم بامتصاص الطاقة الضوئية الصادرة من الشمس وتحويلها إلى طاقة كيميائية والتي تساهم في تثبيت ثنائي أوكسيد الكربون على هيئة مركب عضوي وهو سكر سداسي (سكر الكلکوز).

ومن هذا المركب العضوي يمكن أن يتحول إلى مركبات عضوية أخرى بوصفها تعمل مخزن للطاقة والعناصر داخل النظام البيئي وهذا الإنتاج يسمى بالإنتاج الحيوي Biological productivity ويتميز عن الإنتاج الكيميائي أو الصناعي يكون النوع الأول عبارة عن عملية مستمرة في حين أن الآخر عبارة عن أدلة نهاية التفاعل.



A decorative graphic at the top of the slide consisting of several overlapping, wavy, light blue shapes that create a sense of movement or water. The shapes are layered, with some appearing more prominent than others, and they all have a soft, rounded appearance.

Q/ what is biological productivity?

ويقسم الإنتاج الحيوي إلى نوعين أساسيين:

1- الإنتاجية الأولية أو الأساسية Primary

productivity أو Basic productivity وتعرف

هذه الإنتاجية لنظام بيئي أو لمجتمع أو لأي جزء منه أنها

المعدل الذي تخزن في الطاقة الإشعاعية بفاعلية البناء

الضوئي والتركيب الكيميائي للكائنات المنتجة وهي

النباتات الخضراء بصورة رئيسية على شكل مواد عضوية

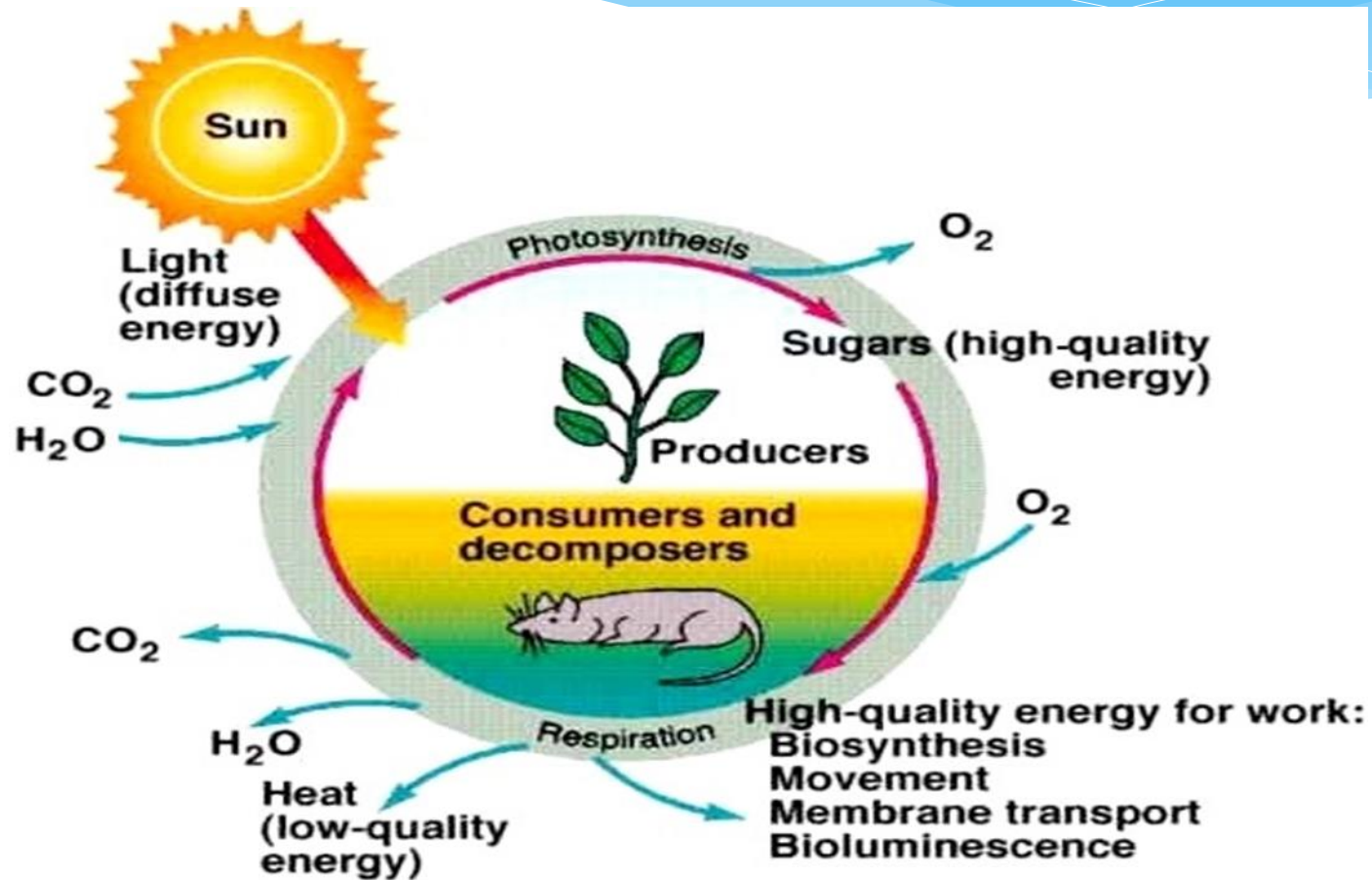
يمكن أن تستعمل بوصفها مواد غذائية للكائنات الحيوانية

الأخرى.

2- الإنتاجية الثانوية Secondary productivity

وفيها تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كيميائية أخرى كطاقة متمثلة أو فضلات. وفي حالتها الأولى تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كيميائية أخرى (النمو) أو طاقة حرارية (التنفس). ويشار إلى الإنتاجية بأنها معدلات خزن الطاقة على المستويات الغذائية للمستهلك.

Primary and Secondary productivity



خطوات الإنتاجية الحيوية ومراحلها:

تبدأ الإنتاجية الحيوية عندما تبدأ النباتات باستقطاب الطاقة الضوئية من قبل صبغات الكلوروفيل وتحويلها إلى طاقة كيميائية تُستغل في تثبيت ثاني أوكسيد الكربون على هيئة مادة عضوية التي تم تعريفها بالإنتاجية الأولية Primary productivity وتُعرف بالإنتاجية الأولية الإجمالية Gross primary productivity أنها تمثل المعدل الكلي لعملية البناء الضوئي من ضمنه المادة العضوية المستعملة في عملية التنفس أثناء مدة القياس.

ويُعرف هذا كذلك بالبناء الضوئي الكلي Total
photosynthesis أو التمثيل الكلي Total
.assimilation

* أما الإنتاجية الأولية الصافية Net primary
productivity تمثل خزن المواد العضوية في
الأنسجة النباتية زيادة على الاستهلاك التنفسي من قبل
النباتات أثناء مدة القياس ويُعرف هذا بالبناء الضوئي
الظاهر Apparent photosynthesis أو التمثيل
الصافي Net assimilation وتُضاف كمية التنفس
إلى قياسات البناء الضوئي في التطبيقات العملية لغرض
الحصول على تقديرات الإنتاج الإجمالي.

أما الإنتاجية الصافية للمجتمع Net community productivity فأن تمثل معدل خزن المادة العضوية غير المستعملة من قبل معتمدات التغذية أي أنها صافي الإنتاجية الأولية ناقصاً مما يستهلكه معتمدو التغذية Heterotrophic organism خلال المدة التي تحت الدراسة وعادو تكون فصلاً أو نمو.

ما يستهلكه معتمدو التغذية (Heterotrophic organisms) - Net primary productivity = Net community productivity

ويشار إلى معدلات خزن الطاقة على المستويات
الغذائية للمستهلك بالإننتاجية الثانوية

Secondary productivity وبما إن
المستهلكين Consumers يستعملون مواد غذائية
مُنتجة سابقاً فقط مع خسارات خلال عملية التنفس
وتحويلها إلى أنسجة مختلفة عن طريق العمليات
الأيضية لذا يمكن تقسيم الإنتاجية الثانوية إلى:

1- كميات إجمالية

2- كميات صافية

كما إن تدفق الطاقة الكلي على مستويات معتمدة
التغذية والذي يكون مماثلاً للإنتاجية الإجمالية
لذاتية التغذية يجب أن يشار إليه بالتمثيل
Assimilation وليس بالإنتاج.

Q/what is the Assimilation?

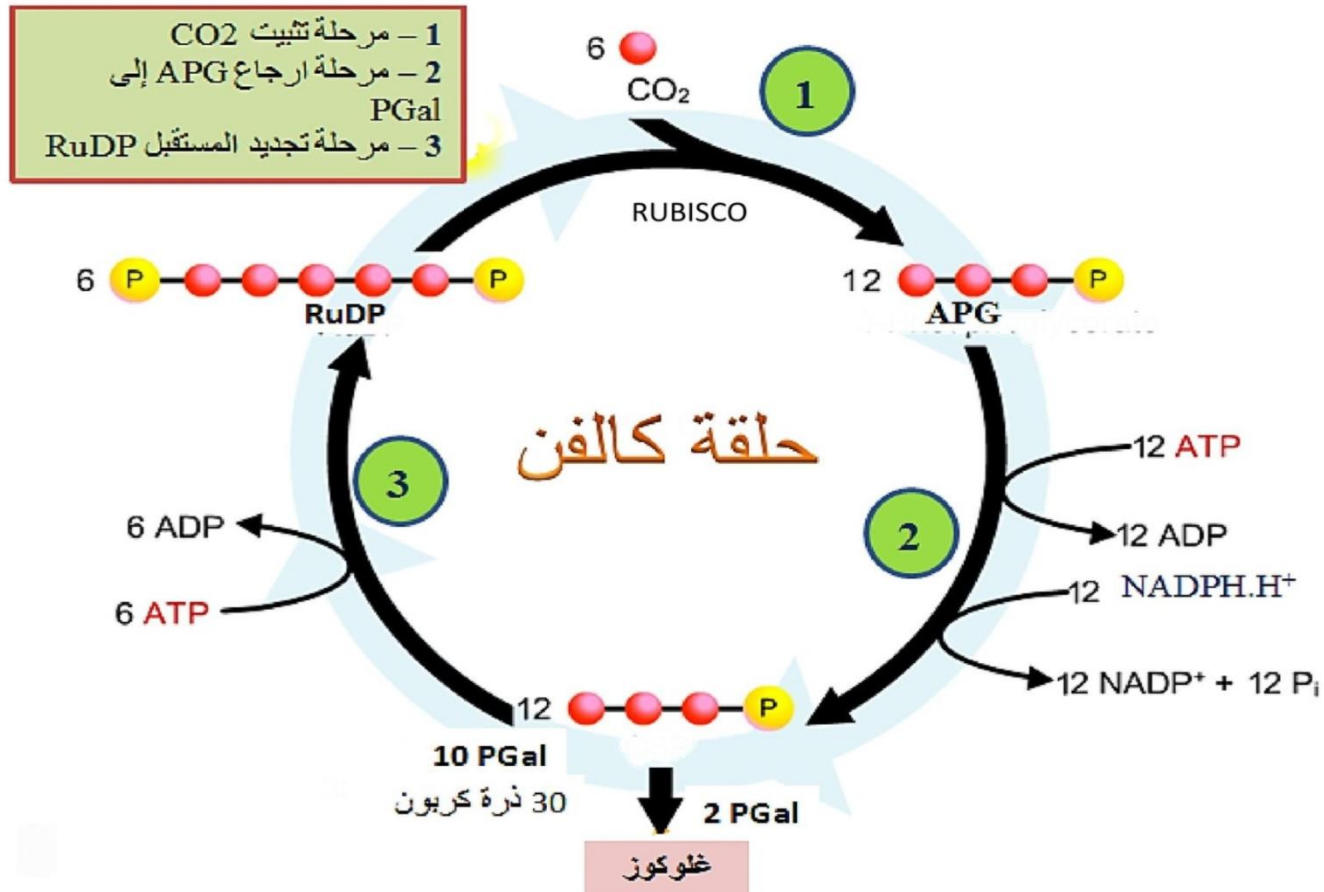
العوامل المحددة للإنتاجية

لقابلية النبات على تمثيل أو تثبيت Fixation ثنائي أوكسيد الكربون أهمية كبيرة في التأثير على عملية البناء الضوئي وهناك طريقتان رئيسيتان لاختزال ثنائي أوكسيد الكربون تمثلان الخطوة الأولى في عملية البناء الضوئي وتعتمد على نوع النبات.

1- طريقة كالفن وبنسن Calvin – Bensen pathway والتي تُتبع من خلال نباتات C3 Plant حيث أن ثنائي أوكسيد الكربون يُثبت على هيئة 3-PGA (3-phospho Glyceric Acid) حامض الفسفوكليسريك ذات ثلاث ذرات من الكربون

وهذا الحامض أول مركب عضوي مستقر بعد
عملية التثبيت، حيث يقوم مركب سكري خماسي
الكاربون RuDP (الرايبوز ثنائي الفسفور
Rubilose diphosphoate) بأستقبال الغاز
بمساعدة إنزيم RuDP Carboxylase.

Calvin Cycle



وبما أنه أول مركب مستقر يتكون من ثلاث ذرات
كربون لذا أطلق على هذه النباتات C3 plant
ومن أمثلتها الحنطة والشوفان والبنجر السكري
وفول الصويا والخس والتبغ.

2- طريقة هاتش وسلاك Hatch and Slack والتي تتبعها نباتات C4 plants حيث أن غاز ثاني أوكسيد الكربون يُثبت على هيئة مركب رباعي الكربون OAA (حامض الاوكسالواستييك oxalo Acetic Acid) وهو مركب عضوي مستقر يتكون من استقبال الغاز من مركب ثلاثي الكربون PEP (فوسفو اينول بايروفيت Phospho Enol pyrovate) بمساعدة انزيم الكربوكسيليز (PEP carboxylase)

وبما إن أول مركب مستقر يتكون من أربع ذرات
كربون لذا أطلق على هذا النباتات C4 Plants
ومن أمثلتها نبات قصب السكر والذرة الصفراء
والذرة البيضاء والثيل.

وهناك فروقات كبيرة بين هاتين المجموعتين من
النبات تشمل أموراً تشريحية وفسلجية ففي نباتات
C4 تكون فيها نقل العصارة السكرية
Translocation اسرع، كما أنها تعيش في
ظروف رطوبة عالية وكذلك درجة الحرارة المثلى
للنبات تصل بين 30-35 درجة مئوية وحتى أكثر.

كما إنها تأخذ غاز ثنائي أوكسيد الكربون
وتثبته من الجو يصوره أكثر فعالية واسرع
من النباتات C3. تتواجد نباتات C4 في
المناطق ذات شدة إضاءة عالية وذات توفر
محدود من المياه.

العوامل التي تُؤثر على الإنتاجية الأولية:

- 1- عامل الضوء الساقط وشدته.
- 2- درجة الحرارة.
- 3- عامل توفر الماء.
- 4- تركيز ثنائي أوكسيد الكربون.
- 5- تركيز الأوكسجين.
- 6- العناصر الغذائية المختلفة.

العوامل التي تخص النبات :

1- صبغة الكلوروفيل.

2- المساحة الكلية للورقة.

3- كثافة النباتات

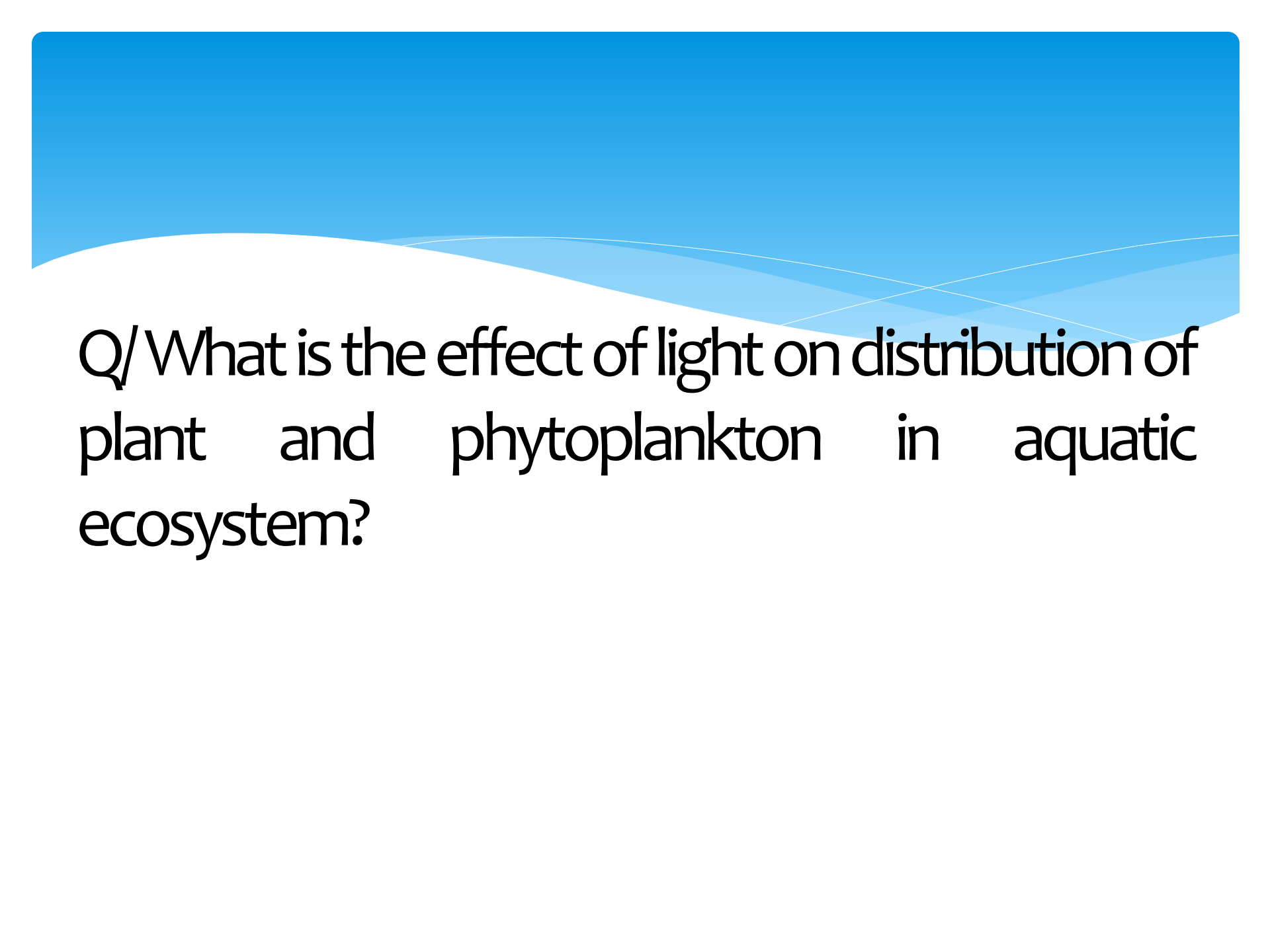
4- مستويات المجتمع فعلى سبيل المثال يلاحظ إن

هناك مستويات مختلفة في النباتات مما تؤثر في

عوامل مختلفة أهمها الضوء ودرجة الحرارة وهذه

بدورها تؤثر على الإنتاجية.

في البيئة المائية تُعد نفاذية الضوء من العوامل المهمة التي تؤثر على الإنتاجية حيث إن الضوء ينفذ إلى أعماق معينة حتى في المياه الصافية فضلاً عن إن نوعية الضوء تختلف حسب الأعماق لذا إن توزيع الهائمات النباتية وانتشارها في الأعماق سوف يتأثر كما يلاحظ في البحار والمحيطات.



Q/ What is the effect of light on distribution of plant and phytoplankton in aquatic ecosystem?

سريان الطاقة والقوانين ذات العلاقة

معظم الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الكرة الأرضية ينعكس أو يمتص حيث انه ينتشر او يتحول إلى حرارة. ومن الضوء الساقط على النباتات ينعكس حوالي 98% منه بينما تمتص النباتات حوالي 2% ونصف هذا الضوء الممتص ضمن الأطوال الموجية التي تستقطبها صبغات الكلوروفيل في عملية البناء الضوئي.

استنزاف الطاقة وكميتها بسبب الضغوط المناخية
أو التلوث أو الحصاد هذه تؤثر بصورة فعالة في
تقييم إنتاجية النظام البيئي.

تستعمل الكائنات الحية المكونة للمستوى الأتذائي
جزء كبير من الطاقة لأغراض النمو والتكاثر
والتنفس والأفعال الحيوية بينما يخزن الباقي في
أجزاء مختلفة من الجسم.

يمكن تقسيم الإنتاجية إلى قسمين:

1- الإنتاجية الإجمالية Gross productivity

تعني مجموع الطاقة المتدفقة والمستغلة من قبل الكائنات الحية في مستوى اغتذائي محدد بغض النظر عن تسلسلها ومصدر الطاقة.

الإنتاجية الأولية الإجمالية Gross primary

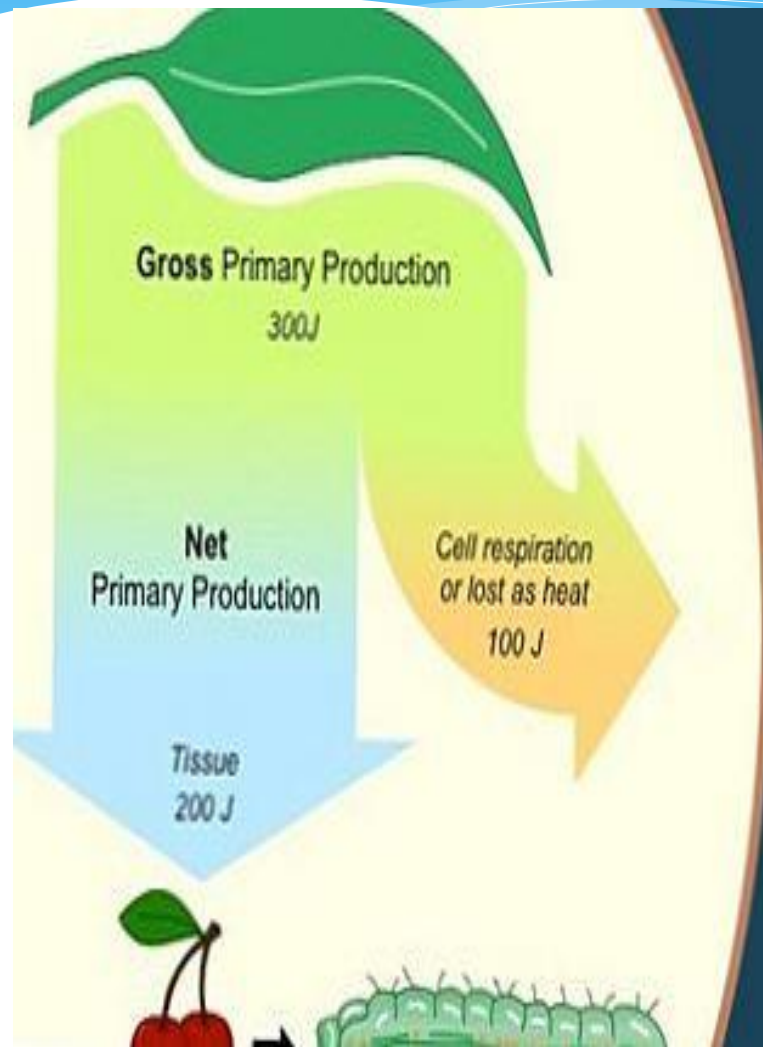
productivity وهي الطاقة المتدفقة إلى

المستوى الأغذائي الأول والتي من الشمس والتي

تُستغل للأفعال الحيوية المختلفة بضمنها الخزن

والتنفس.

الإنتاجية الأولية الإجمالية Gross primary productivity



What is Gross Primary Productivity?

Gross primary production (GPP) is the amount of chemical energy, typically expressed as carbon biomass, that primary producers create in a given length of time.

وان الإنتاجية هنا تشمل الطاقة المستخدمة للتنفس حيث تتحول إلى حرارة وتنطلق خارج جسم النبات (الكائن الحي) وان جزء جزء كبير منها يبقى في أجزاء مختلفة من الجسم. كما في الشكل أعلاه.

طرق قياس الإنتاجية

بالامكان قياس الإنتاجية الأولية Primary productivity خلال عملية البناء الضوئي وبعبارة أخرى خلال قياس كميات ثنائي أوكسيد الكربون المثبتة في النبات أو كميات الأوكسجين المتحررة أو الزيادة في كميات المواد العضوية المنتجة كالكربوهيدرات وان اهم طرق قياس الإنتاجية هي:

1- طريقة الحصاد Harvest method

يمكن اجراء هذه الطريقة للمجتمعات الأرضية ومجتمعات المياه الضحلة حيث يكون النمو نشطاً. وتتلخص الطريقة في حصد جميع النباتات في وحدة المساحة في المجتمع خلال فترة قصيرة وتُعزل أجسام النباتات المعزولة إلى جذور وسيقان وأوراق وغيرها ثم يُحسب الوزن الجاف لها وتجمع الزيادات في الكتلة الحية في الفترات المختلفة ويُحسب الفقدان في حالة وجودة.

الأوكسجين

Oxygen

measurement

تُستخدم هذه الطريقة عن طريق استخدام القناني المضبوطة والمظلمة وذلك بأخذ عينيتين من المياه توضع العينة الأولى في قنينة مضبوطة (غير مغطاة) والأخرى في قنينة معتمة (مغطاة بقماش داكن) ثم تُحفظ القناني تحت سطح عند العمق المطلوب خلال النهار عدة ساعات ثم يقاس تركيز الأوكسجين الذائب قبل التجربة وتعطى الزيادة في تركيز الأوكسجين في القنينة المضاءة عن كمية البناء الضوئي الصافية.

Initial bottle = 8 mg O₂ /L ; Light bottle = 10 mg O₂ /L ; Dark bottle = 5 mg O₂ /L The oxygen increased in the light bottle compared to the initial due to photosynthesis, and the oxygen decreased in the dark bottle due to respiration.

With this information we can calculate the Respiration, NPP, and GPP for our system:

$$\begin{aligned} (\text{Light} - \text{Initial}) &= (10 - 8) = 2 \text{ mg/L/hr} = \\ (\text{GPP} - R) &= \text{NPP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{Initial} - \text{Dark}) &= (8 - 5) = 3 \text{ mg/L/hr} = \\ &\text{Respiration} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{Light} - \text{Dark}) &= (10 - 5) = 5 \text{ mg/L/hr} = (\text{NPP} \\ &+ R) = \text{GPP} \end{aligned}$$

3- طريقة قياس ثاني أوكسيد الكربون

وتستخدم عادة في النظم البئية الارضية وتعتمد على مقدار الاستهلاك ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الجو المستخدم في عملية التركيب الضوئي في منطقة معينة وفي مدة محددة من الزمن . ومن ثم تطبيق على جميع أنواع ثم يجمع مجمل الإنتاجية لجميع الأنواع ليعبر عن الإنتاجية الابتدائية.

4- قياس الأس الهيدروجيني pH measurement

الأس الهيدروجيني دالة لمحتوى ثاني أكسيد الكربون الذائب والذي يقل بدوره خلال عملية التركيب الضوئي ويزداد بعملية التنفس. أي كلما ازدادت نسبة ثاني أكسيد الكربون الذائب نتجه المياه نحو أس هيدروجيني منخفض (الحامضية).

5- قياس المواد الأولية Raw materials measurement

وتتطلب هذه الطريقة وجود حالة اتزان متكامل بين التربة والنبات ويقاس معدل اختفاء المعادن (المواد المغذية للنبات) من التربة للتعبير عن مقدار ما صنع من غذاء في عملية التركيب الضوئي . حيث يستخدم معدنا معيناً للقياس مثل النيتروجين أو الفوسفور وتزود التربة بتركيز معين من هذا المعدن مرة واحدة في بداية السنة . ويعتبر معدل تناقص تركيز المعدن في فترة زمنية محددة عن مقدار الإنتاجية الابتدائية.

5- استخدام النظائر المشعة radioactive materials

حيث يستخدم الكربون المشع ويوضع في الماء على شكل كربونات . ثم تجمع النباتات (الطحالب) وتفصل عن الماء وتجفف وتوضع في جهاز لقياس نسبة المواد المشعة وبالتالي تعرف الكمية التي تخزن في أنسجة هذه النباتات أثناء عملية التركيب الضوئي وتعطى هذه الطريقة نتائج دقيقة نسبيا.

س/ ماهي علاقة ثاني أوكسيد الكربون بالأس
الهيدروجيني؟

6- قياس الكلوروفيل Chlorophyll measurement

وتحسب عن طريق حساب كمية الكلوروفيل الموجودة في النباتات وبالتالي في النظام البيئي بأكمله كتعبير عن مقدار ما يمكن انتاجه البحار اعتمادا على وزن الكلوروفيل في العوالق النباتية وتعطى هذه الطريقة أيضاً نتائج دقيقة نسبياً.

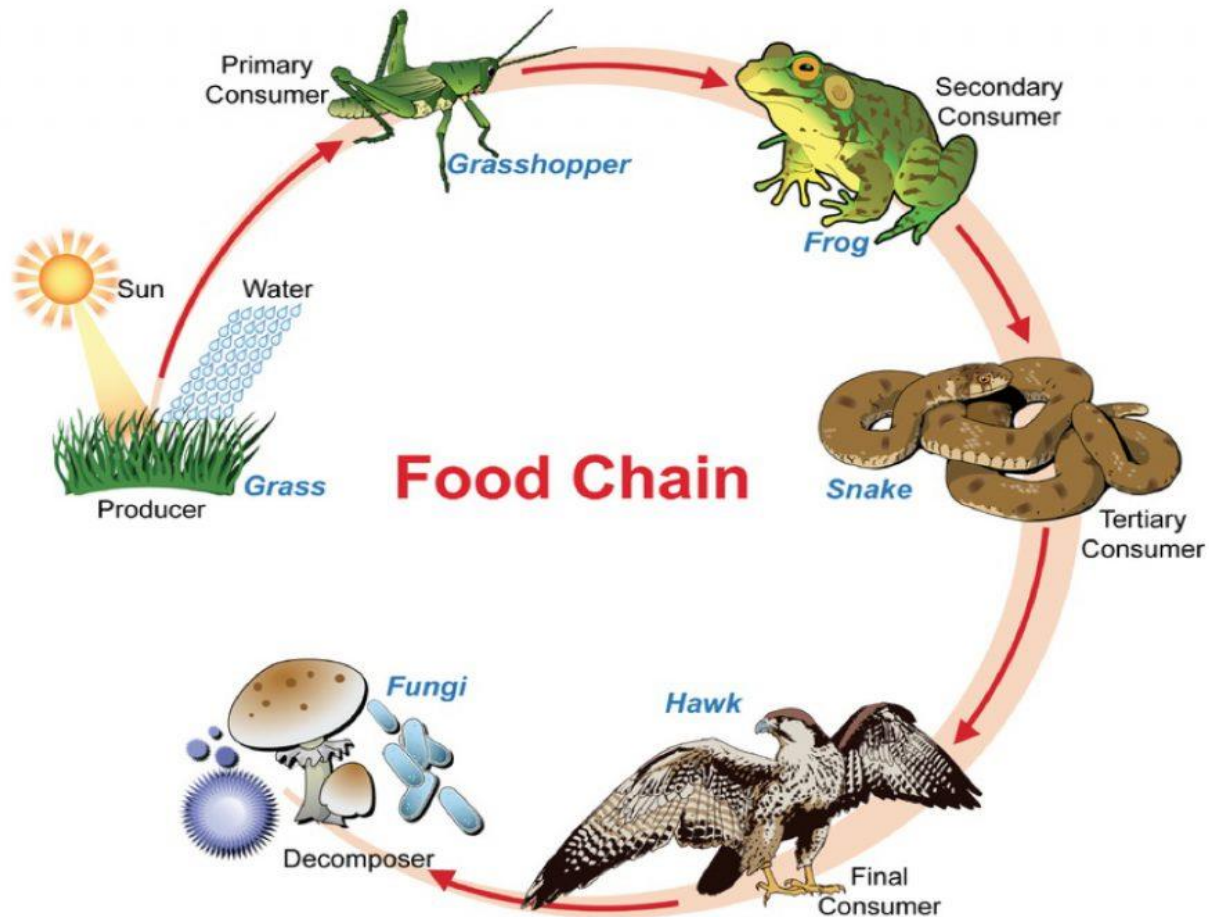
7-السلاسل الغذائية Food chains

انتقال الطاقة الغذائية من المصدر النباتي عن طريق سلسلة 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 البيئي



Q/ What is meant by the food chain?

Food chain



ويمكن تقسيم السلاسل الغذائية إلى ثلاثة أقسام وهي:

Predator Chain

A plant-eating animal is eaten by a flesh-eating animal.

A Parasite Chain

A smaller organism consumes part of a larger host.

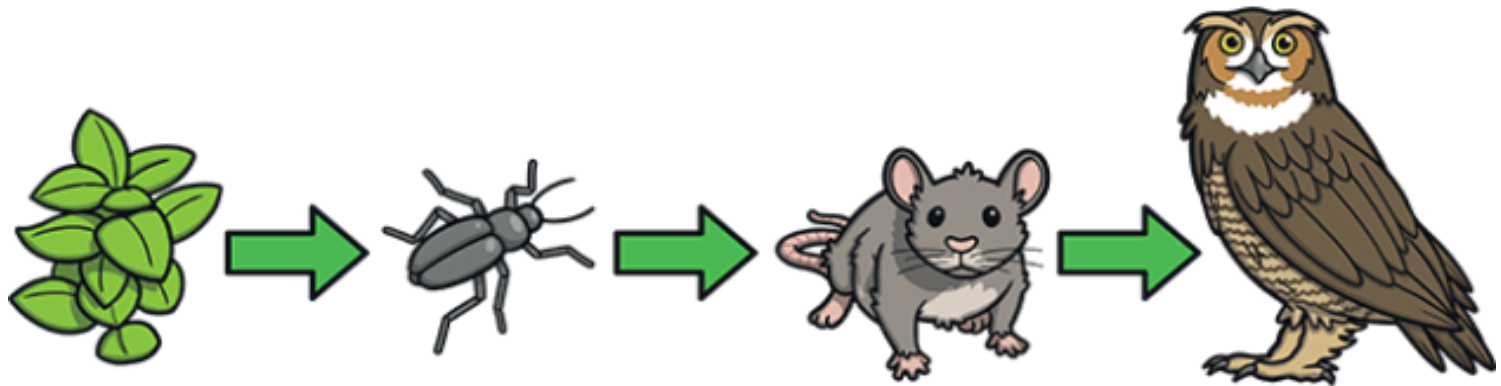
A Saprophytic Chain

Microorganisms live on dead organic matter.

1- السلسلة الغذائية الأتراسية Predator chain

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

Predator chain



2- السلسلة الغذائية التطفلية Parasitic chain
تنتقل الطاقة الغذائية من النباتات أو الحيوانات
الكبيرة إلى الكائنات الصغيرة وهنا لا يعتمد
المصدر الأساسي للطاقة في السلسلة الغذائية على
الغذاء المخزون في النباتات فقط.

Parasitic chain

Parasitism is the relationship between two organisms wherein one organism, the parasite, thrives at the cost of the other, the host.



3- السلسلة الغذائية الرمية Saprophytic chain

هذا النوع من السلسلة التي تنتقل فيه الطاقة من الكائنات الميتة بغض النظر كونها حيوانية او نباتية إلى الأحياء الدقيقة المختلفة. هنا يكون المصدر الطاقة المتنقلة من كائن حي إلى آخر من المواد العضوية المعقدة الموجودة في بقايا الكائنات النباتية والحيوانية الميتة.

Saprophytic chain

Food Chain

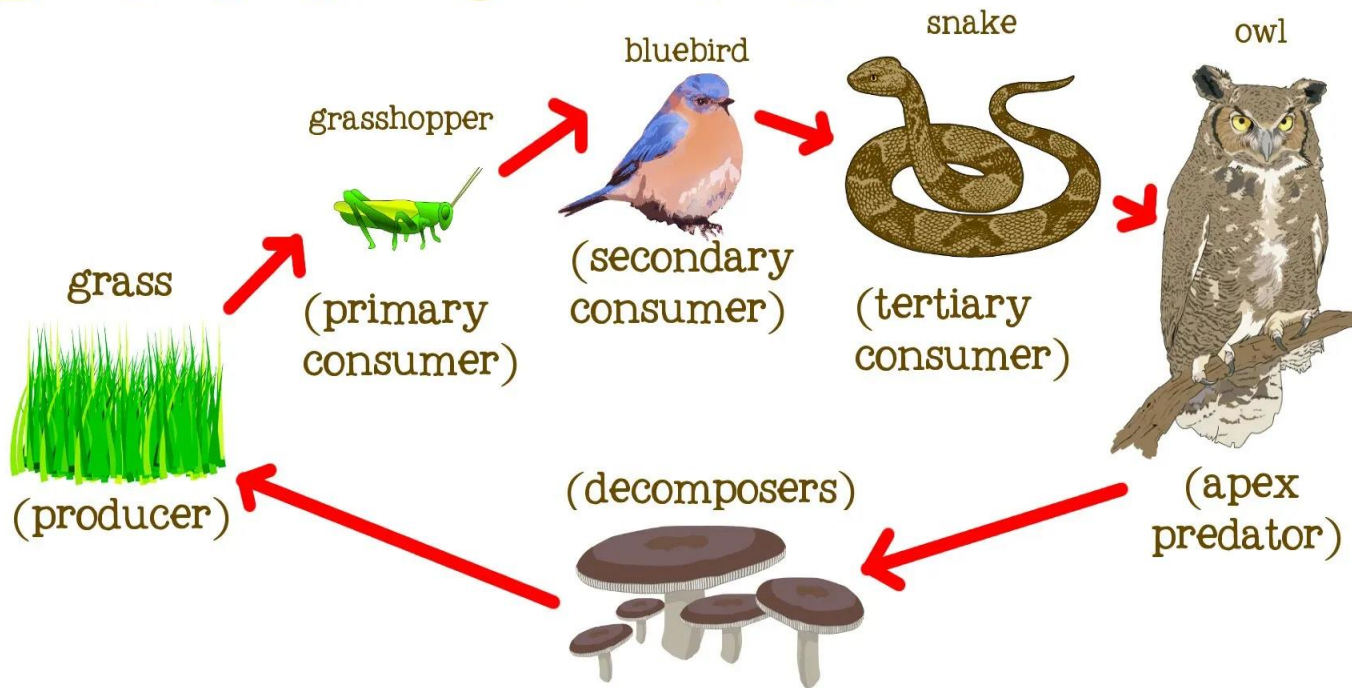
2. Saprophytic or Detritus Food Chain:

Decomposers split up dead bodies of plants and animals, these are taken as food by some animals and then the decomposers are converted into foods of other animals. Such as -

Dead body → decomposer → *Amoeba* → Hydra,
zooplankton → fish.

Saprophytic chain

Food Chains



شكراً لحسن الإصغاء والمتابعة