ملخص شامل: التركيب العام للخلية – الدرس الأول



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية	
موقع المناهج ⇦ المناهج العمانية ⇦ الصف الثاني عشر ⇦ علوم وبيئة ⇦ الفصل الأول ⇦ ملخصات وتقارير ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-11-26 22:05:42	
المزيد من مادة علوم وبيئة:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس
	إعداد: مدرسة درة الخليج الدولية الخاصة

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر					
صفحة المناهج العمانية على فيسبوك					

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة علوم وبيئة في الفصل الأول	
1	ملخص شامل: التركيب العام للخلية – الدرس الأول
2	ملخص : حركة المواد – الدرس الثاني
3	ملخص بيئية: التركيب العام للخلية ومكوناتها وأنواعها وطرق النقل عبر الغشاء الخلوي
4	امتحان تجريبي في البيئية
5	ملخص الوحدة الأولى

تحميل تطبيق المناهج للهواتف الذكية	
تطبيق المناهج على App Store (آبل)	تطبيق المناهج على Play Google (أندرويد)

مدرسة درة الخليج الدولية الخاصة
DORAT ALKHALEEJ INTERNATIONAL PRIVATE SCHOOL

فسيولوجيا الكائنات الحية البحرية

الدرس الأول: التركيب العام للخلية

1 يسمي ويحدد العضيات والتراكيب الخلوية التالية التي يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي و / أو المجهر الالكتروني ، ويذكر وظائفها :

غشاء سطح الخلية – النواة – الشبكة الاندوبلازمية الخشنة والناعمة – الرايبوسومات – جهاز جولوجي – الميتوكندريا – البلاستيدات الخضراء – جدار الخلية – فجوة دائمة كبيرة .

الخلية الحية : أصغر وحدة تركيبية في الكائن الحي قادرة على العمل بشكل مستقل .

العضية: تركيب متخصص محاط بغشاء داخل الخلية له وظيفة محددة .

التركيب العام للخلية : تتكون كافة الكائنات الحية من خلايا .

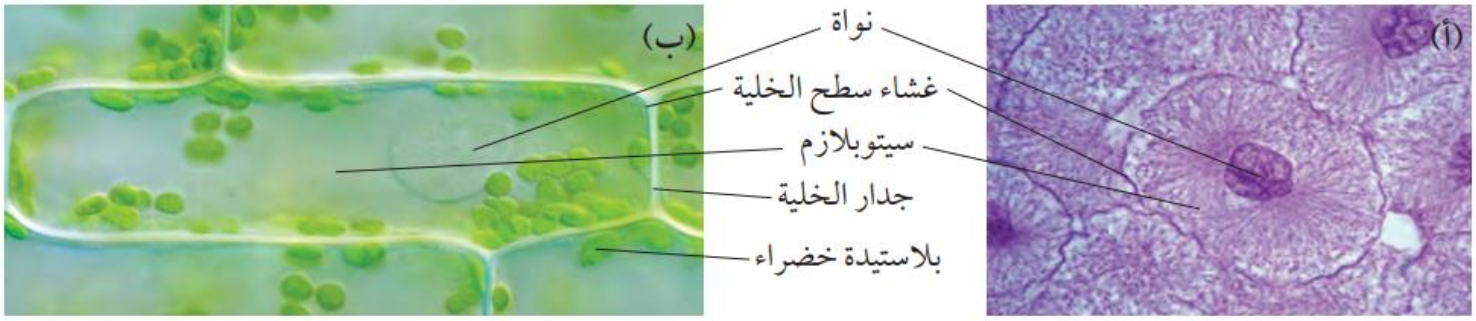
تتكون بعض الكائنات الحية من خلية واحدة (وحيدة الخلية) مثل : العوالق النباتية والعوالق الحيوانية .

تتكون بعض الكائنات الحية من عدة خلايا (عديدة الخلية) مثل : الانسان والحوت والنبات .

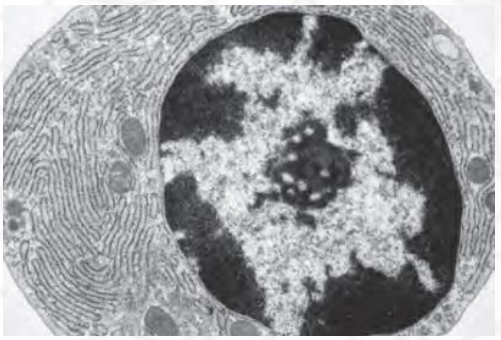
بعض تراكيب وعضيات الخلايا الحية المنتشرة في السيتوبلازم نستطيع رؤيتها من خلال المجهر الضوئي والبعض الآخر لا يرى الا من خلال المجهر الالكتروني كما أن لكل من هذه التراكيب والعضيات وظائف مختلفة .

التركيب	مكان التواجد	طريقة الرؤية	الوظيفة
غشاء سطح الخلية	نباتية وحيوانية	المجهر الضوئي للخلية الحيوانية ، اما النباتية بالمجهر الالكتروني	▪ كونه منفذ انتقائيا فهو يتحكم في حركة المواد من والى الخلية . ▪ له دور في التواصل بين الخلايا . ▪ البعض منها يحتوي على بروزات (خملات) تزيد من مساحة سطحه لتسهيل عملية الانتشار عبر الغشاء .
جدار الخلية	نباتية	المجهر الضوئي	▪ منح القوة والدعامة . ▪ منع انفجار الخلية بسبب تدفق الماء اليها .
النواة	نباتية وحيوانية	المجهر الضوئي	تتحكم في انشطة الخلية حيث انها تحتوي على DNA و RNA والبروتينات المرتبطة بها في مادة تسمى الكروماتين .
النوية	نباتية وحيوانية	المجهر الضوئي	اماكن بناء الريبوسومات .
شبكة اندوبلازمية خشنة	نباتية وحيوانية	المجهر الالكتروني	وجود الريبوسومات على سطحها يعمل على بناء البروتينات .
شبكة اندوبلازمية ناعمة	نباتية وحيوانية	المجهر الالكتروني	بناء الهرمونات الستيرويدية .
رايبوسومات	نباتية وحيوانية	المجهر الالكتروني	بناء البروتينات .
جهاز جولجي	نباتية وحيوانية	المجهر الالكتروني	▪ يشارك في التعديل الكيميائي للبروتينات . ▪ ينتج المواد اللازمة لتكوين جدار الخلية النباتية . ▪ ينتج عضيات الليسوسومات المستخدمة في هضم المواد وابتلاعها .
الليسوسومات	نباتية وحيوانية	المجهر الالكتروني	هضم المواد وابتلاعها .
ميتوكندريا	نباتية وحيوانية	المجهر الضوئي	انتاج ATP عن طريق التنفس الهوائي
البلاستيدات الخضراء	نباتية والطحالب	المجهر الضوئي	عملية التمثيل الضوئي .
الفجوات الدائمة الكبيرة	نباتية	المجهر الضوئي	تخزن العصارة الخلوية . تخزين الصبغات والفضلات والسموم

ملحوظة : كل ما يرى بالمجهر الضوئي يرى بالمجهر الالكتروني وليس العكس.



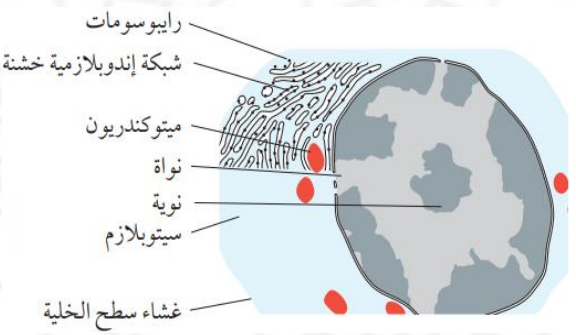
صورتان مجهريتان ضوئيتان
(أ) خلايا من جنين سمكة . (ب) خلايا من نبات الالوديا.



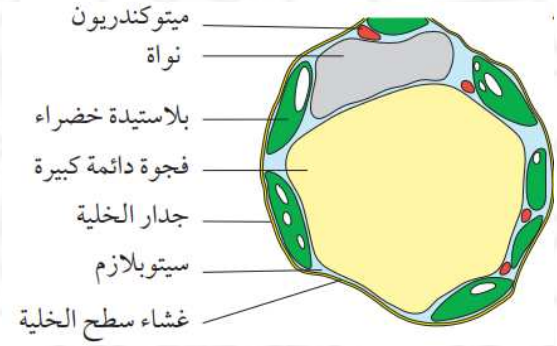
صورة مجهرية الكترونية لخلية الكبد



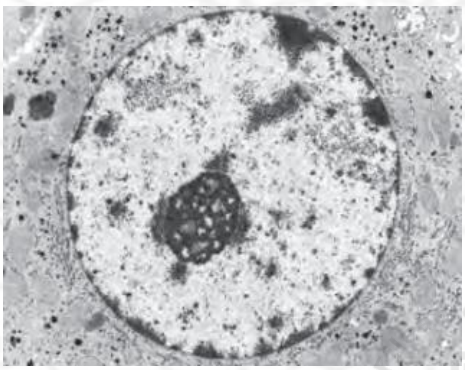
صورة مجهرية الكترونية لخلية نباتية



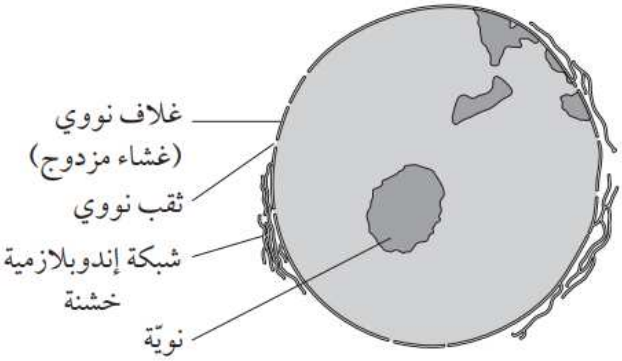
رسم تخطيطي لخلية كبد بظهر بعض العضيات



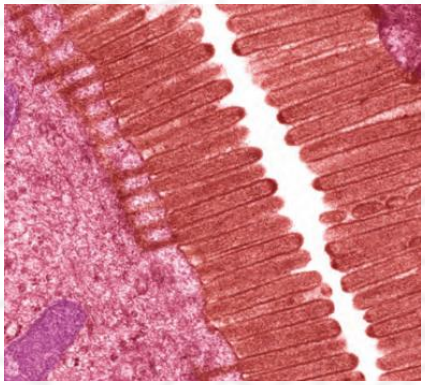
رسم تخطيطي لخلية نباتية



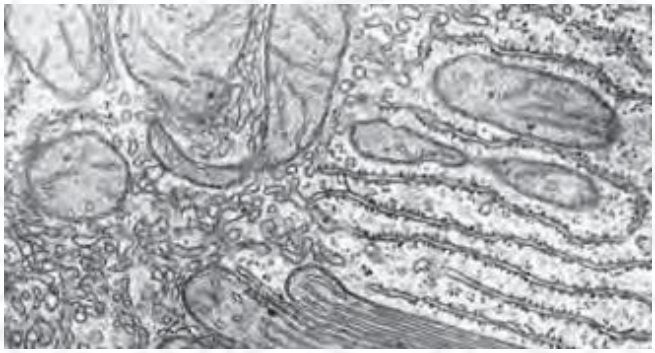
صورة مجهرية الكترونية لنواة



رسم تخطيطي لنواة



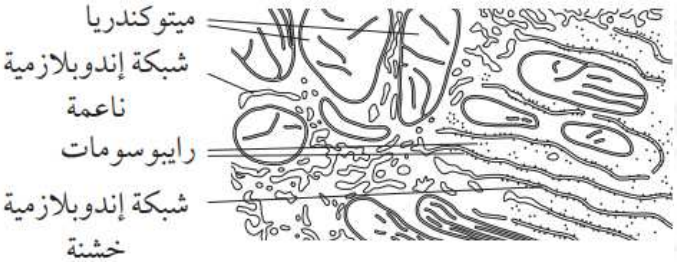
صورة مجهرية الكترونية بألوان زائفة لخلية طلائية من الامعاء تظهر الخملات الدقيقة



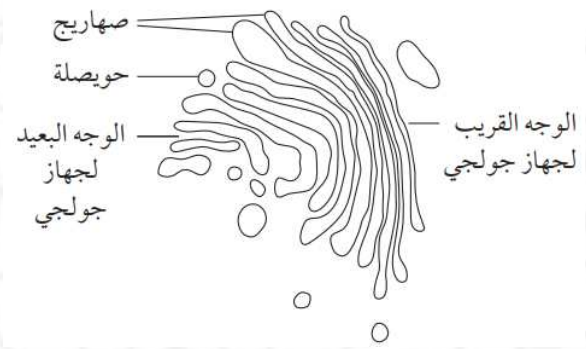
صورة مجهرية الكترونية لشبكة اندوبلازمية خشنة وناعمة .



صورة مجهرية الكترونية لجهاز جولجي

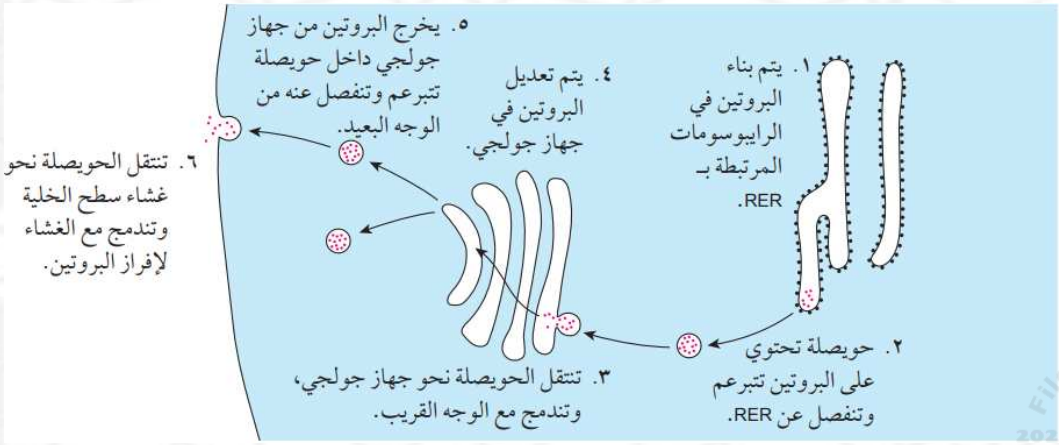


رسم تخطيطي لشبكة اندوبلازمية خشنة وناعمة .



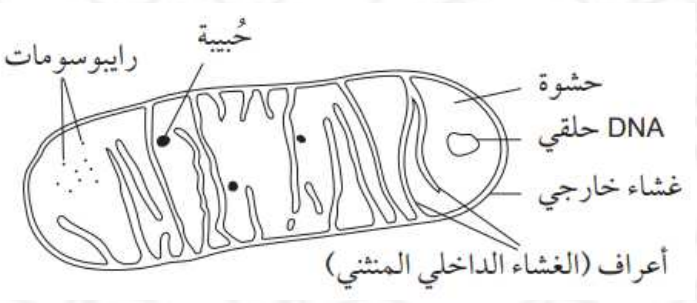
رسم تخطيطي لجهاز جولجي

بناء وتعديل البروتينات المفرزة في الخلية





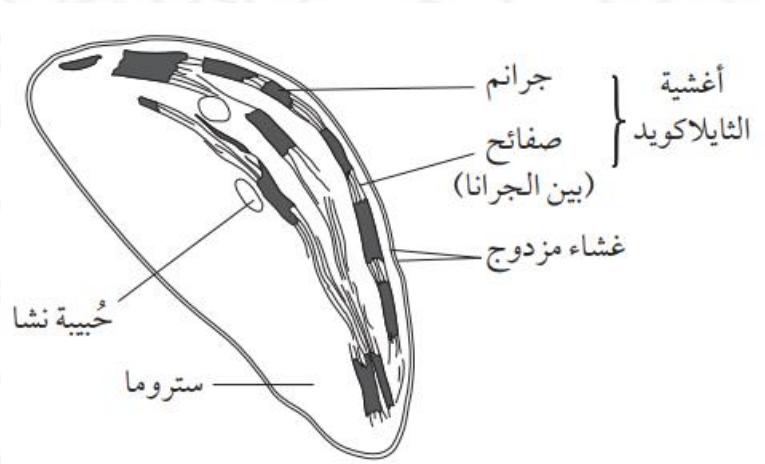
صورة مجهرية الكترونية بالوان زائفة لميتوكندريا



رسم تخطيطي لميتوكندريا



صورة مجهرية الكترونية لبلاستيدات خضراء



رسم تخطيطي لبلاستيدات خضراء

2 يصف النموذج الفسيفسائي السائل لتركيب الغشاء ويلخص تركيب ووظائف الدهون المفسفرة والكوليسترول والبروتينات مقتصرا على البروتينات الحاملة والبروتينات القنوية .

3 يصف طبيعة النفاذية الانتقائية للاغشية ويربط ذلك بالنقل (السلبي والنشط) للمواد عبر الاغشية .

تركيب غشاء سطح الخلية :

بداية .. يجب أن تعلم أن أغشـــية الخلايا قد تختلف في خصـــائصـــها الا انها تتفق جيعها في التركيب وقد قام العالمان سينجر ونيكولسون في اقتراح نموذج لتركيب الاغشية يسمى النموذج الفسيفسائى السائل .

تركيب غشاء سطح الخلية

الدهون المفسفرة

التركيب :

جلســـــرول يشـكل العمود الفقري المرتبط بســلســلتين من الاحماض الدهنية ومجموعة فوسفات .

الاحماض الدهنية: هي سلاسل هيدروكربونية طويلة غير مشـــحونة وغير قطبية كارهة للماء أي لا تذوب في الماء .

مجموعة الفوســـفات : هي جزيء مشـــحون وقطبي وهي محبة للماء اي تذوب في الماء .

المميزات :

١ - عند خلطها بالماء تتجمع ذيول الاحماض الدهنية معا لابعاد جزيئات الماء ومنعها من المرور في حين تتجه الرؤوس الفوســيفســائية الى الخارج حيث تذو في الماء .

٢ – التركيب الذي تشـكله الدهون المفســفرة يســمى مـذيلـة ففي بعض الاحيـان يمكن أن تندمج عدة مذيلات معا لتشـكيل طبقة ثنائية من الدهون المفســفرة وتكون ذيول الاحماض الـدهنيـة متجهـة الى الـداخـل في حين تكون رؤوس الفوسفات متجهة الى الخارج .

الوظيفة :

- منع الجزيئات القطبية المشحونة من المرور بينها .
- منـع الســكريـات والاحمـاض الامينيـة والبروتينات أن تتسرب من الخلية .
- منع الجزيئات الذائبة في الماء غير المرغوب بها أن تدخل للخلية .

البروتينات

التركيب :

١ – سلاسل من الاحماض الامينية .
٢ – اجزاء كارهة للماء .
٣ – اجزاء محبة للماء .
٤ – سلاسل كربوهيدراتية .

أنواعها :

١ – بروتينات حاملة .

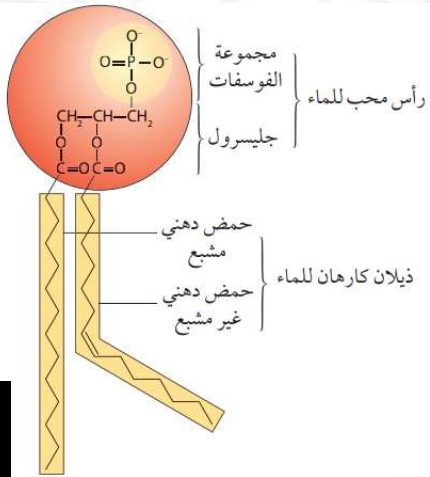
يحدث بها النقل السلبي .

تعمل كمضـخات نشـطة تجبر المواد على التحرك عكس منحدر التركيز .

(النقل النشط) .

٢ – بروتينات قنوية .

هي قنوات ناقلة لجزيئات معينة لكل بروتين نقل المواد التي تمر من خلاله



تركيب جزيء دهن مفسفر

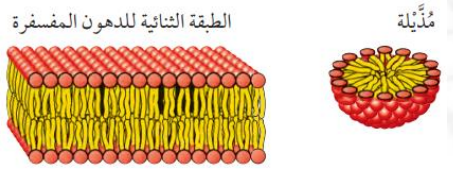
الكوليسترول

التركيب :

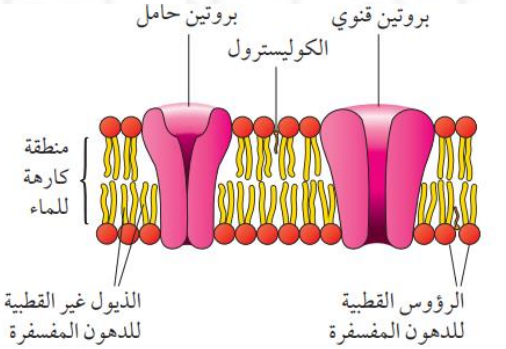
يتكون من اربع حلقات هيدروكربونية

الوظيفة :

- له دور في الحفاظ على سيولة الغشاء .
- في درجات الحرارة المرتفعة يمنع الغشـــاء من أن يصبح شديد السيولة .



دهون مفسفرة مرتبة على شكل مذيلات وطبقة ثنائية من الدهون المفسفرة



رسم تخطيطي يظهر النموذج الفسيفسائي السائل لتركيب الغشاء

النموذج الفسـيفسـائي السـائل يتكون من طبقة ثنـائيـة من الـدهون المفســفرة مع برتينـات مغروسة فيها تتناثر مثل قطع بلاط الفسيفساء

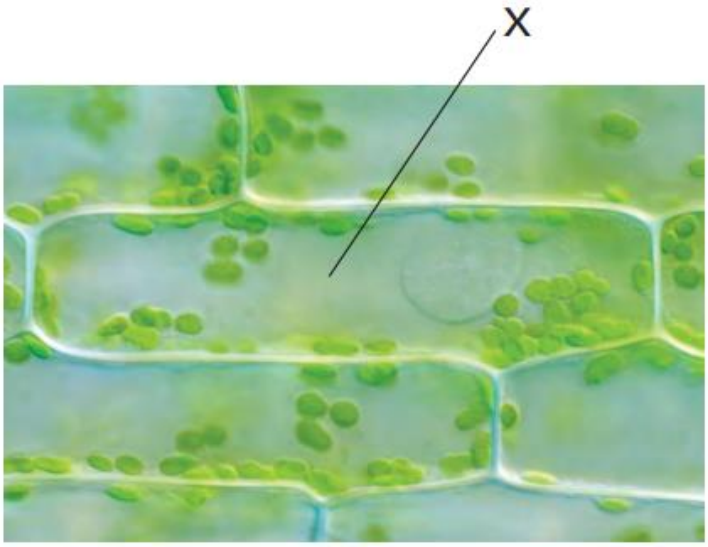
4 يرسم رسوما بيولوجية مشروحة لصور مكبرة للخلايا والأنسجة باستخدام شرائح المجهر الضوئي أو الصور المجهرية الضوئية

5 يذكر الصيغة التالية ويطبقها : مقدار التكبير = طول الصورة المشاهدة / الطول الحقيقي

6 يصف ويفسر الصور المجهرية الضوئية والصور المجهرية الالكترونية ورسوم الخلايا الحيوانية والنباتية النموذجية .

رسم الخلايا وحساب مقدار التكبير وتفسير الرسوم :

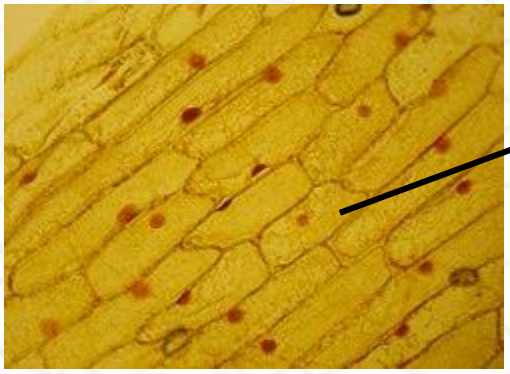
مثال : الصورة الآتية صورة مجهرية ضوئية لخلايا نبات الالوديا .



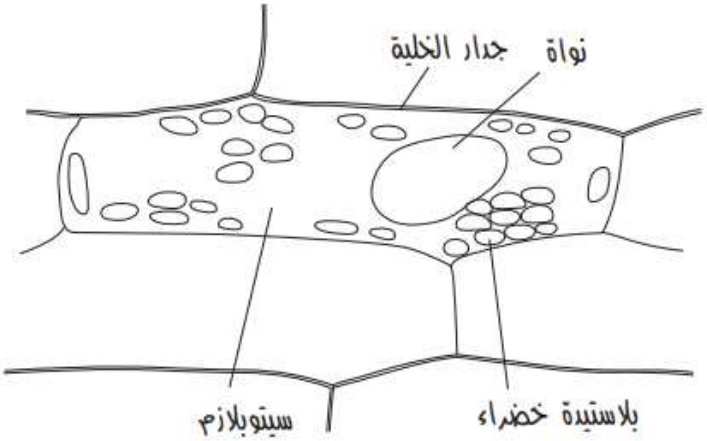
١ – محاولة التركيز على حوالى خمس خلايا من نوع معين .
٢ – اظهار أكبر قدر ممكن من التفاصيل في احداها مثلا X.

قواعد الرسم البيولوجي

- ارسم فقط ما تراه .
- استخدم قلم جرافيت حاد .
- ارسم خطوط التسمية بالمسطرة.
- استخدم خطوط متصلة غير متقطعة.
- لا ترسم ظلال أو خطوط عشوائية .
- ضمن مقياس الرسم أو مقدار التكبير.
- اكتب جميع المسميات .
- قم بعنونة الرسم التخطيطي .
- لا ترسم رسما تخطيطيا صغيرا جدا.



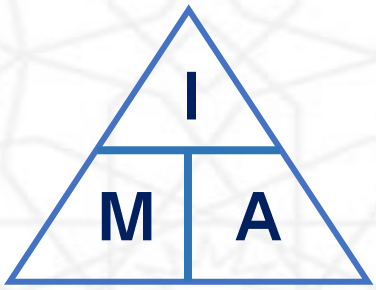
صورة مجهرية ضوئية لخلية البصل



رسم تخطيطي لخلية من ورقة نبات الوديا

حساب مقدار التكبير وقياس الخلايا :

مقدار التكبير = طول الصورة المشاهدة / الطول الحقيقي



$M \times A = I$

$\frac{I}{M} = A$

$\frac{I}{A} = M$

I : طول الصورة المشاهدة.

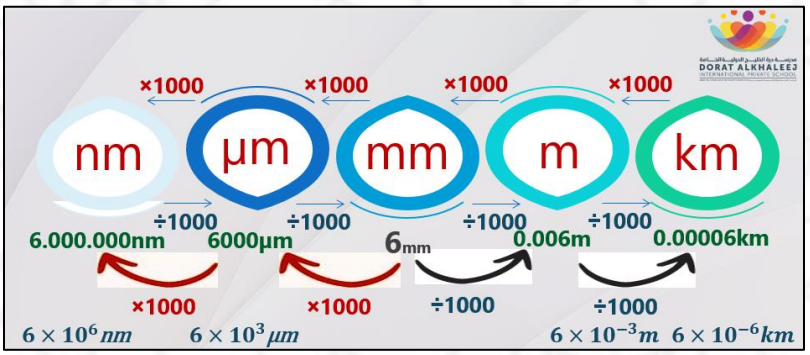
A : الطول الحقيقي.

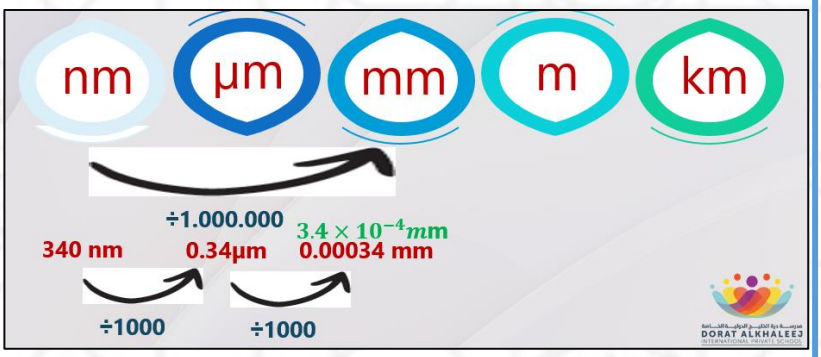
M : مقدار التكبير.

طول الصورة المشاهدة = الطول الحقيقي × مقدار التكبير

الطول الحقيقي = طول الصورة المشاهدة / مقدار التكبير

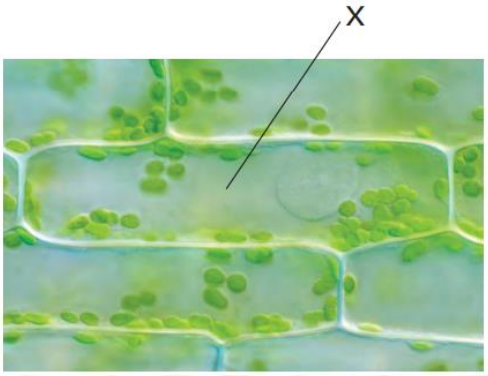
مقدار التكبير = طول الصورة المشاهدة / الطول الحقيقي





مثال١

اذا علمت أن الطول الحقيقي في الخلية X في الصورة المقابلة مقداره 81.8µm بينما يبلغ طول صورة الخلية المشاهدة في المجهر الضوئي 125mm أوجد مقدار التكبير ؟



الحل :

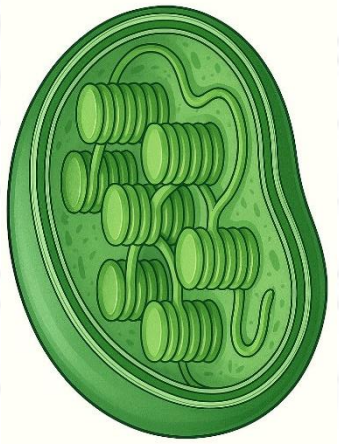
١ – تحويل طول الصورة من mm الى µm بالضرب في 1000 .

125 × 1000 = 125000 µm

٢ – كتابة القانون : مقدار التكبير = طول الصورة المشاهدة / الطول الحقيقي = 125000 / 81.8 = x 1528

مثال٢

الشكل المقابل يوضح صورة تخطيطية للبلاستيدات الخضراء فإذا فرضنا أن مقدار تكبير الميتوكندريون في الصورة هو X 40000 وطول الصورة المشاهدة هو 60mm أوجد الطول الحقيقي ؟



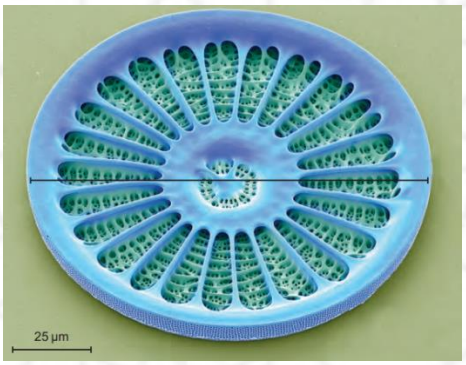
الحل :

١ – يتم قياس طول الصورة بالمسطرة أي بالـ mm

٢ – كتابة القانون : الطول الحقيقي = طول الصورة المشاهدة / مقدار التكبير = 60 / 40000 = 0.0015 mm

٣ – يجب تحويلها من mm الى µm = 1.5 µm

مثال٣



الشكل المقابل يوضح صورة مجهرية اليكترونية لدياتوم وكان طول شريط القياس بالمسطرة فرضا 20 mm (20000 µm) والطول الحقيقي لشريط القياس هو 25 µm وكان طول صورة الدياتومات 100mm أوجد الطول الحقيقي من الصورة المجهرية ؟

الحل :

١ – يجب حساب مقدار التكبير باستخدام شريط القياس :

أ – قياس طول شريط القياس في الصورة بمسطرة = 20mm

= 20000µm

ب – حساب مقدار تكبير شريط القياس = مقدار التكبير = طول الصورة المشاهدة / الطول الحقيقي = $\frac{20000}{25}$ = X 800

٢ – الطول الحقيقي = $\frac{100}{800}$ = 0.125mm = 125 µm

تفسير الصور المجهرية والرسوم التخطيطية :

يكون ذلك من خلال تفحص الصور المجهرية والرسوم التخطيطية وذلك من خلال الوقوف على مكونات اساسية بها مثل:

١- وجود أعداد من الميتوكندريا كثيرة فهذا يعني أنها تتطلب الكثير من الطاقة .

٢- أن تحتوي على أعداد من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة وأجهزة جولجي فهذا يعني انها ستنتج الكثير من البروتينات المفرزة .

٣- أن تحتوي على العديد من الميتوكندريا ويحتوي الغشاء على العديد من الخملات (مثل بطانة الامعاء الدقيقة) فهذا يشير الى أن الخلية تنقل المواد بواسطة عملية النقل النشط .

فسيولوجيا الكائنات الحية البحرية

الدرس الثاني: حركة المواد

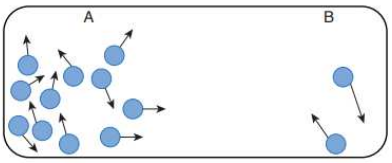
مدرسة درة الخليج الدولية الخاصة
DORAT ALKHALEEJ INTERNATIONAL PRIVATE SCHOOL

1. يصف ويشرح عمليات الانتشار والانتشار المسهل والنقل النشط والاسموزية .
2. يعرف مصطلح جهد الماء ، ويشرح كيفية تأثير المواد المذابة على جهد الماء في المحلول أو الخلية (معرفة جهد المذاب غير مطلوبة)
3. يشرح حركة الماء بين الخلايا والمحاليل ذات جهد ماء مختلف ، ويشرح التأثيرات المختلفة على الخلايا النباتية والحيوانية .

يعد غشاء سطح الخلية ضروريا للتحكم بدخول المواد الى البيئة الداخلية للخلايا وخرجها منها .

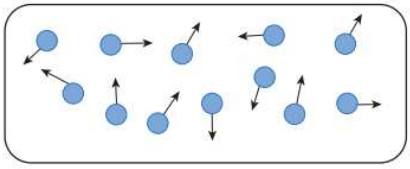
العمليات الرئيسية التي يتم فيها نقل الجزيئات عبر أغشية الخلايا

① الانتشار	② الانتشار المسهل	③ النقل النشط	④ الاسموزية
الحركة العشوائية للجزيئات أو الجسيمات من المنطقة ذات التركيز الأعلى الى المنطقة ذات التركيز الأقل (مع منحدر التركيز) وهو على شكل من أشكال النقل السلبي لا يتطلب طاقة اضافية.	عملية تنتشر بها المواد القطبية عبر أغشية الخلايا عن طريق بروتينات حاملة أو قنوية .	ضخ المواد (غالبا ايونات) عبر غشاء الخلايا الحية عكس منحدر التركيز عن طريق البروتينات الحاملة أو المضخات عكس منحدر التركيز وتستخدم طاقة ATP	محصلة حركة جزيئات الماء من منطقة ذات جهد ماء أعلى الى منطقة ذات جهد ماء أقل عبر غشاء منفذ انتقائيا .



اتجاه محصلة الانتشار

محصلة انتشار الجزيئات من التركيز الأعلى الى التركيز الاقل وتتحرك الجزيئات بصورة عشوائية .



تتوزع الجزيئات بالتساوي وهناك حركة متساوية في كلا الاتجاهين.

مثال : انتقال الاكسجين - ثاني أكسيد الكربون.

بروتينات قنوية:

تخترق الغشاء من الطبقتين ، وتكون انتقائية.

بروتينات حاملة:

ايضا تخترق الغشاء من الطبقتين .

يرتبط ATP بالبروتين الحامل ويتحلل الى ADP وفوسفات فتتحرر الطاقة تستخدم لتغير شكل البروتين لنقل الجزيئات عبر الغشاء .

يعود البروتين الحامل بعد ذلك لشكله الاصلي ليتمكن من تكرار العملية .

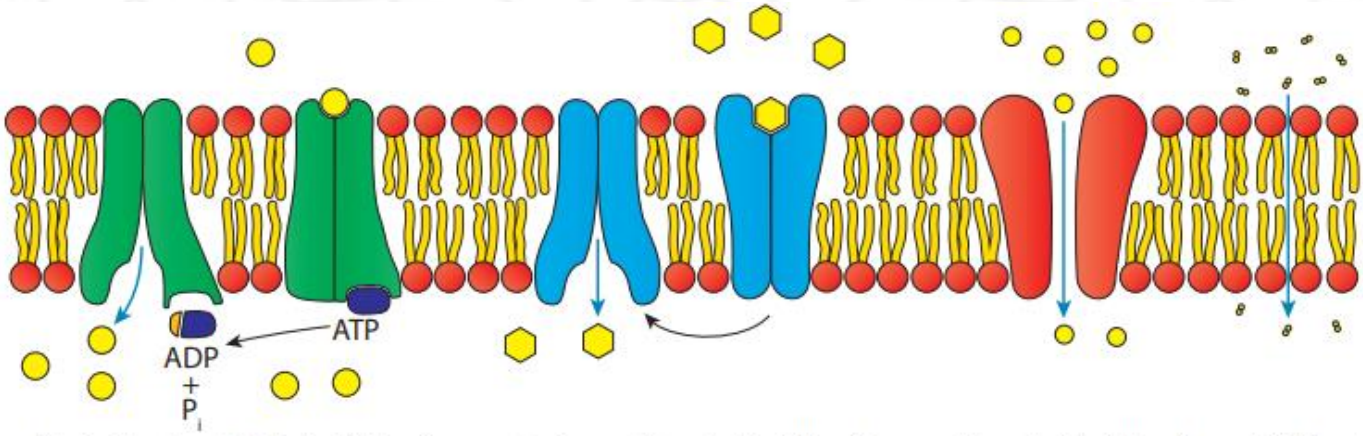
شكل خاص ينطبق فقط على حركة جزيئات الماء عبر الاغشية فتحتوي أغشية الخلايا على قنوات بروتينية خاصة تسمى الأكوابورينات .

العوامل المؤثرة على الانتشار المسهل

- درجة الحرارة . (علاقة طردية)
- منحدر التركيز .(علاقة طردية)
- مسافة الانتشار.(علاقة عكسية)
- مساحة سطح التبادل.(علاقة طردية)
- عدد البروتينات الناقلة والحاملة .(علاقة عكسية)

العوامل المؤثرة على الانتشار

- درجة الحرارة . (علاقة طردية)
- منحدر التركيز .(علاقة طردية)
- مسافة الانتشار.(علاقة عكسية)
- مساحة سطح التبادل.(علاقة طردية).



١. الانتشار
٢. الانتشار المسهّل عن طريق بروتين قنوي
٣. الانتشار المسهّل عن طريق بروتين حامل. يغير البروتين شكله مع دخول الجزيء
٤. النقل النشط. تستخدم المضخة البروتينية طاقة من ATP لضخ الجزيئات عكس منحدر التركيز.

رسم تخطيطي يوضح عمليات الانتشار والانتشار المسهل والنقل النشط عبر الغشاء

جهد الماء :

هو : مقياس لطاقة جزيئات الماء الكامنة في محلول . /أو هو : الفرق بين الجهد الكيميائي للماء في محلول ما والجهد الكيميائي للماء النقي عند درجة الحرارة والضغط نفسه .

مثال : ماء + ملح الطعام = محلول تقل به نسبة جزيئات الماء الحرة .(يقل جهد الماء).

وحدة قياس جهد الماء : kPa **أعلى جهد الماء :** الماء النقي = 0kPa

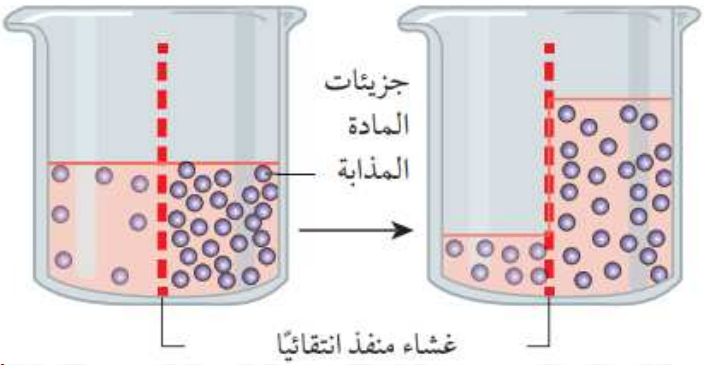
متى يقل جهد الماء ؟ عندما يختلط الماء بمادة قابلة للذوبان فيه فيتدرج جهد الماء الى قيم سالبة (تحت الصفر) .

مثال :

عند وضع محلوليين ملحيين مختلفين أحدهما قرب الآخر وبينهما غشاء منفذ انتقائيا .

ماذا ستلاحظ ؟

تحرك جزيئات الماء من المحلول الاقل تركيزا (جهد ماء عالي) الى المحلول الأعلى تركيزا (جهد ماء أقل).



مدرسة درة الخليج الدولية الخاصة
DORAT ALKHALEEJ
INTERNATIONAL PRIVATE SCHOOL

مصطلحات تصف المحاليل ذات الجهد المختلف مقارنة بالخلايا وسوائل الجسم في كائن حي

①	②	③
محاليل عالية التركيز	محاليل متساوية التركيز	محاليل منخفضة التركيز
محلول يحتوي على تركيز أعلى من المواد المذابة مقارنة بمحلول آخر .	محلول يحتوي على التركيز نفسه للمواد المذابة مقارنة بمحلول آخر .	محلول يحتوي على تركيز أقل من المواد المذابة مقارنة بمحلول آخر .

الاسموزية في الخلايا الحيوانية :



الشكل السابق يوضح خليه دم حمراء كمثال للخلايا الحيوانية وهي على عكس الخلايا النباتية لا تحتوي على جدار خلوي وانما تحاط بغشاء سطح الخلية الهش والرقيق نسبياً ، ويتضح من الشكل الآتي :

الحالة الأولى (عالي التركيز) :

عندما تكون الخلية الحية محاطة بمحلول عالي التركيز يسحب منها الماء بالاسموزية فتنكمش الخلية وتتوقف التفاعلات الكيميائية بها وتموت الخلية .

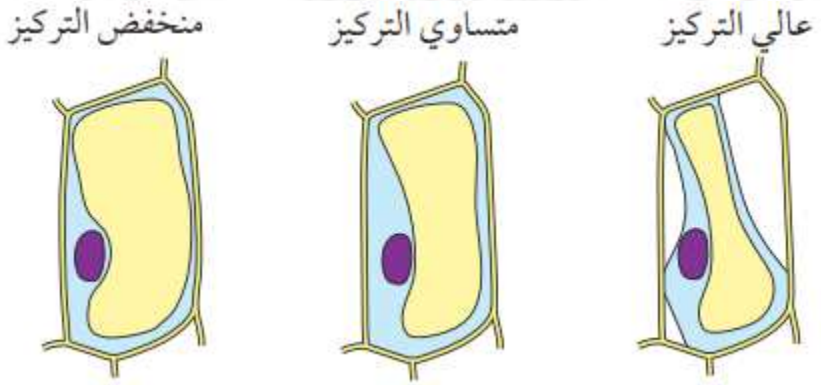
الحالة الثانية (متساوي التركيز) :

عندما تكون الخلية الحية محاطة بمحلول متساوي التركيز فلا تتأثر الخلية وتستطيع ان تتابع التفاعلات الكيميائية بها وتكمل الخلية دورة حياتها .

الحالة الثالثة (منخفض التركيز) :

عندما تكون الخلية الحية محاطة بمحلول منخفض التركيز ستمتص الخلية الماء بالاسموزية مما يؤدي الى انتفاخها وانفجارها في النهاية .

الاسموزية في الخلايا النباتية :



الشكل السابق يوضح كمثال للخلايا النباتية وهي تحتوي على جدر خلوية قوية ، ويتضح من الشكل الآتي :

الحالة الأولى (عالي التركيز) :

عندما تكون الخلية الحية محاطة بمحلول عالي التركيز يسحب منها الماء بالاسموزية فتنكمش الفجوة الدائمة الكبيرة وينفصل غشاء سطح الخلية عن الجدار الخلوي ولا يحدث ضغط امتلاء وهنا تفقد الخلية الدعامة والقوة ويظهر النبات في صورة الذبول ويفقد النبات القوة ويفقد النبات قدرته على البقاء قائما .

الحالة الثانية (متساوي التركيز) :

عندما تكون الخلية الحية محاطة بمحلول متساوي التركيز فلا تتأثر الخلية وتستطيع ان تتابع التفاعلات بها وتكمل الخلية دورة حياتها .

الحالة الثالثة (منخفض التركيز) :

عندما تكون الخلية الحية محاطة بمحلول منخفض التركيز ستمتص الخلية الماء بالاسموزية مما يؤدي الى تمدد الفجوة الدائمة الكبيرة وينتفخ السيتوبلازم بحيث يلامس غشاء سطح الخلية جدار الخلية فيحدث السيتوبلازم ضغطا على جدار الخلية يسمى (ضغط الامتلاء) وهو يمنح النبات الدعامة والقوة .

مقياس الاسموزية :

هو اداة يمكن استخدامه لنمذجة الاسموزية ويتكون من كيس غشائي مصنوع من مادة صناعية منفذه انتقائيا (أنابيب الديلسة) يسمح هذا الغشاء للجزيئات الصغيرة جدا مثل الماء بالمرور عبره فقط ويمنع الجزيئات الكبيرة مثل السكروز من المرور عبره .

فسيولوجيا الكائنات الحية البحرية

الدرس الثالث: تبادل الغازات

1. يشرح لماذا تحتاج الكائنات الحية البحرية الى تبادل الاكسجين وثاني أكسيد الكربون مع محيطها .
2. يحسب مساحات سطوح وحجوم الاشكال البسيطة لتوضيح المبدأ : نسبة مساحة السطح الى الحجم تتناقص مع زيادة الحجم (سيتم توفير جميع الصيغ والرموز ذات الصلة) .
3. يناقش كيف أن نسبة مساحة السطح الى الحجم تعتمد على حجم وشكل الكائن الحي ، ويرتبط ذلك بالحاجة الى سطوح متخصصة لتبادل الغازات وأجهزة نقل في الحيوانات الكبيرة .
4. يصف تبادل الغازات عن طريق الانتشار والتهوية بالضخ والتهوية بالاندفاع ، في أمثلة تشمل بوليبات المرجان والهامور والتونة .
5. يصف كيفية ارتباط طريقة تبادل الغازات لدى الكائن الحي بموطنه البيئي وحركته .

تبادل الغازات :

أساس بقاء الكائن الحي وجود الطاقة به ، ويتم اطلاق الطاقة من خلال عملية التنفس ، ويتطلب التنفس الهوائي وجود غاز الاكسجين كمادة أساسية وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون كناتج ثانوي يجب التخلص منه .

فتبادل الغازات يعني : الحصول على الاكسجين واطلاق ثاني أكسيد الكربون بواسطة الخلايا أو السطوح الأخرى .

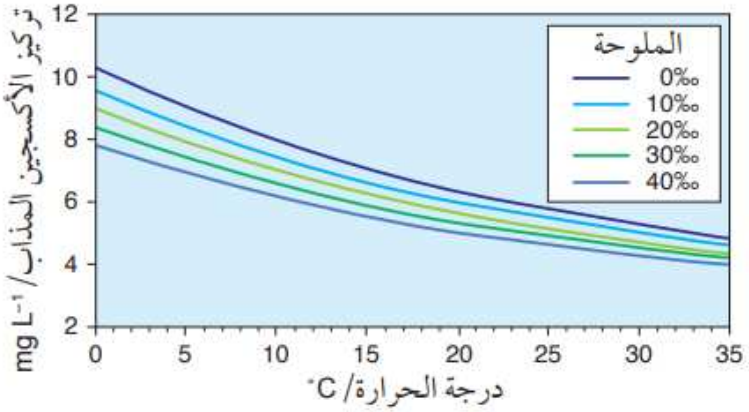
العوامل المؤثرة على معدل تبادل الغازات :

①	②	③
درجة الحرارة	**منحدر التركيز**	**مسافة الانتشار**
كلما زادت درجة الحرارة زاد معدل الاتشار .	تستهلك عملية التنفس الاكسجين بسرعة داخل الخلايا يؤدي ذلك الى انخفاض تركيزه بالخلية مقارنة ببقية السوائل المحيطة بها, ينشأ عن ذلك منحدر تركيز تكون فيه محصلة حركة الاكسجين الى داخل الخلية. تحافظ الكائنات الحية البحرية على تركيز الاكسجين في دمها بمقدار اقل من تركيزه في الماء الخارجي عن طريق حركة الدم وحركات التهوية .تضمن حركة الدم أن يتم جلب الدم ذي التركيز المنخفض من الاكسجين الى داخل انسجة تبادل الغازات بينما تسبب حركة التهوية دخول الماء الجديد الذي يحتوي على تركيز عال من الاكسجين الى السطح المسؤول عن تبادل الغازات ويعزز هذا امتصاص الاكسجين من الماء . ويتم الحفاظ على منحدر تركيز ثاني أكسيد الكربون بطريقة مشابهة ولكن مع الحفاظ على محصلة حركة الانتشار لخروج ثاني أكسيد الكربون من الخلايا للبيئة المحيطة .	لضمان انتشار سريع يجب أن تكون المسافة صغيرة جدا .

③
مساحة السطح
كل ما تكون مساحة السطح كبيرة فإن معدل تبادل الغازات يكون كبير مثل الخياشيم والرئتين مساحة سطحهما كبيرة .

تبادل الغازات في الكائنات الحية البحرية :

الماء كوسيط لتبادل الغازات :



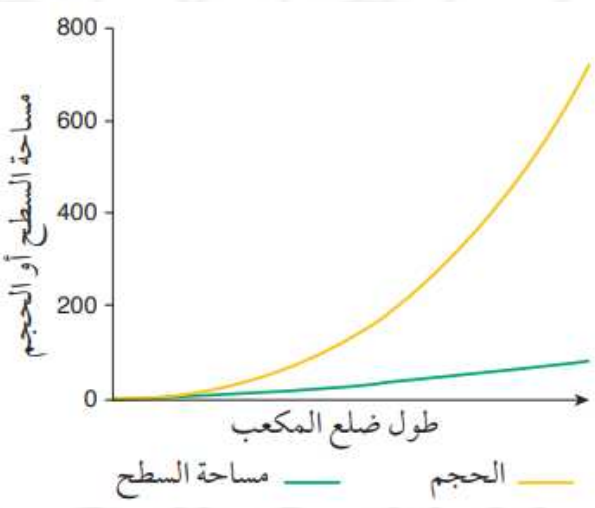
فسر .. تبادل الغازات في الماء يتطلب جهدا أكبر وتأقلمات خاصة من الكائنات الحية مقارنة بتبادل الغازات في الهواء ؟

حيث أن تركيز الاكسجين في الماء أقل بنسبة ٤٠ مرة لذا يجب أن تكون أعضاء تبادل الغازات في الكائنات البحرية أعلى كفاءة بالاضافة الى أن تركيز الاكسجين في الماء متغير ويتأثر بدرجة الحرارة والملوحة فكلما ارتفعت درجة الحراراة والملوحة انخفض تركيز الاكسجين المذاب.

فسر .. تمتلك الكائنات البحرية فتحتين من الخياشيم عادة واحدة لدخول الماء وأخرى لخروجه بينما للرئتين فتحه واحدة لدخول وخروج الهواء ؟

لأن الماء أكثر كثافة ولزوجه من الهواء فتحريك الماء عبر جسم الكائن الحي يتطلب جهدا أكبر مما يتطلبة تحريك الهواء .

حجم وشكل الكائنات البحرية وتبادل الغازات :



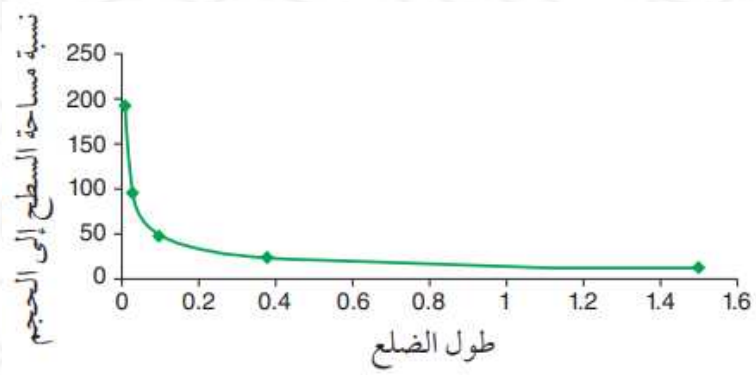
لزيادة كفاءة تبادل الغازات تحتاج الكائنات الحية الى مساحة سطح كبيرة .
وكلما زاد حجم الكائن الحي زادت مساحة السطح والحجم (ولكن ليس بعلاقة خطية متناسبة).
في الكائنات الحية تؤدي زيادة مساحة السطح الى زيادة معدل الانتشار ولكن زيادة معدل الحجم تؤدي الى تقليل معدل الانتشار بسبب زيادة المسافة الى مركز الكائن الحي . بالاضافة الى أن زيادة الحجم تجعل الكائن يحتوي على عدد أكبر من الخلايا التي ستزيد من احتياج الاكسجين .

نسبة مساحة السطح الى الحجم :

يستخدم نسبة مساحة السطح الى الحجم كعلاقة ومؤشر يؤخذ بالاعتبار من خلال المعادلة الآتية :

$$\text{نسبة مساحة السطح الى الحجم} = \frac{\text{مساحة السطح}}{\text{الحجم}}$$

- **كلما زادت نسبة مساحة السطح الى الحجم زاد معدل الانتشار .**
- **كلما انخفضت نسبة مساحة السطح الى الحجم انخفض معدل الانتشار .**



مع زيادة حجوم الاشكال الكروية أو المكعبة تقل نسبة مساحة السطح الى الحجم مما يعني أن معدل الانتشار للمواد عبر السطح تصبح أقل . تساعد النتوءات البارزة من السطح (مثل لوامس شقائق النعمان) على زيادة مساحة السطح ما يزيد من نسبة مساحة السطح الى الحجم ويجعل معدل الانتشار أسرع .

تؤثر نسبة مساحة السطح الى الحجم للكائنات الحية على قدرتها في القيام بتبادل الغازات . تكون نسبة مساحة السطح الى الحجم للكائنات الصغيرة جدا كبيرة مما يجعل معدل الانتشار عبر سطحها سريعا . ولا تحتاج هذه الكائنات الى اعضاء متخصصة لتبادل الغازات وبزيادة الحجم للكائن الحي تنخفض نسبة مساحة السطح الى الحجم وتصبح مساحة سطح الكائن الحي غير كافية لحدوث تبادل الغازات والمسافة التي يجب أن تنتشر عبرها الغازات من خارج الكائن الحي الى مركزه تصبح كبيرة جدا ما يجعل الانتشار أقل كفاءة . وبسبب هذه المشكلات فإن معظم الكائنات الحية الاكبر حجما لها اعضاء متخصصة لتبادل الغازات مثل الخياشيم والرئتين . والبعض به نتوءات بارزة تزيد من مساحة سطحه مثل اللوامس .

كلما كان شكل الكائن الحي اكثر كروية تقل مساحة السطح الى الحجم . وكلما كان الكائن الحي رقيقا فسطحه يتميز بكونه كثير الطي تكون فيه نسبة مساحة السطح الى الحجم أكبر .

مسائل

الشكل	صيغة مساحة السطح	صيغة الحجم
مكعب طول ضلعه a	$6 \times a^2$	a^3
متوازي مستطيلات أبعاده: w, l, h (العرض w، الطول l، الارتفاع h)	$2(wl + hl + hw)$	$w \times l \times h$
أسطوانة ارتفاعها h ونصف قطر مقطعها العرضي الدائري r	$2\pi r(r + h)$	$\pi r^2 h$
كرة نصف قطرها، r	$4\pi r^2$	$\frac{4}{3}\pi r^3$

الصيغ ليست للحفظ

مثال ١ : احسب مساحة السطوح للاشكال الآتية : مكعب طول ضلعه 5Cm ؟

الحل : مساحة السطح = الطول × العرض = 5 ×5 = $25Cm^2$

مثال ٢ : احسب مساحة السطوح للاشكال الآتية : متوازي مستطيلات أبعاده 12Cm ×6Cm × 6Cm ؟

الحل :

المساحة = 2 × (الطول×العرض+ الطول × الارتفاع+العرض×الارتفاع)

المعطيات : الطول = 12Cm العرض = 6Cm الارتفاع = 6Cm

التعويض : 2 × (12×6+6×6+6×12) = 2×(36+72+72) = 180×2 = $360Cm^2$

مثال ٣ : احسب مساحة السطوح للاشكال الآتية : متوازي مستطيلات أبعاده 36Cm ×2Cm × 6Cm ؟

الحل :

المساحة = 2 × (الطول×العرض+ الطول × الارتفاع+العرض×الارتفاع)

المعطيات : الطول = 36Cm العرض = 2Cm الارتفاع = 6Cm

التعويض : 2 × (36×2+6×36+2×6) = 2×(12+216+72) = 300×2 = $600Cm^2$

مثال ٤ : احسب مساحة السطوح للاشكال الآتية : كرة نصف قطرها 8Cm ؟

الحل : مساحة السطح للكرة = 4×π×(نصف القطر)^2

المعطى : نصف القطر = 8Cm

التعويض : $4 \times \pi \times 8^2$

$= 4 \times \pi \times 64 = 256\ \pi = 3.14 \times 256 = 803.84Cm^2$

مثال ٥ : احسب مساحة السطوح للاشكال الآتية : اسطوانة قطر مقطع عرضها الدائري 4Cm وارتفاع 8Cm

الحل : المساحة = $2\pi r^2 + 2\pi rh$

المعطيات : القطر = 4Cm نصف القطر Cm r=2 الارتفاع Cm h=8

التعويض : ١- مساحة القاعدتين :

$2\pi r^2=2\times\pi\times(2)^2=2\times\pi\times4=8\pi$

٢- المساحة الجانبية :

$2\pi rh=2\times\pi\times2\times8=32\pi$

٣- المجموع :

$8\pi+32\pi=40\pi= 125.6\ Cm^2$

مثال ٦ : لبوليب مرجاني 32 لامسة اسطوانية لكل منها نصف قطر 2mm وطول 10mm احسب مساحة السطح الاجمالية للوامس ؟

الحل :

المعطيات لكل لامس :

نصف القطر (r)=2mm

الطول (h)=10mm

العدد = 32

١ – مساحة سطح لامس واحد (اسطوانة) :

$A=2\pi r^2 + 2\pi rh$

$=2\pi(2)^2+2\pi(2)(10)$

$= 2\pi(4)+2\pi(20)$

$= 8\pi+40\pi=48\pi\ mm^2$

$= 48 \times 3.14 = 150.72\ mm^2$

١ – المساحة الكلية ل 32 لامس :

$32 \times 150.72 = 4823.04\ mm^2$

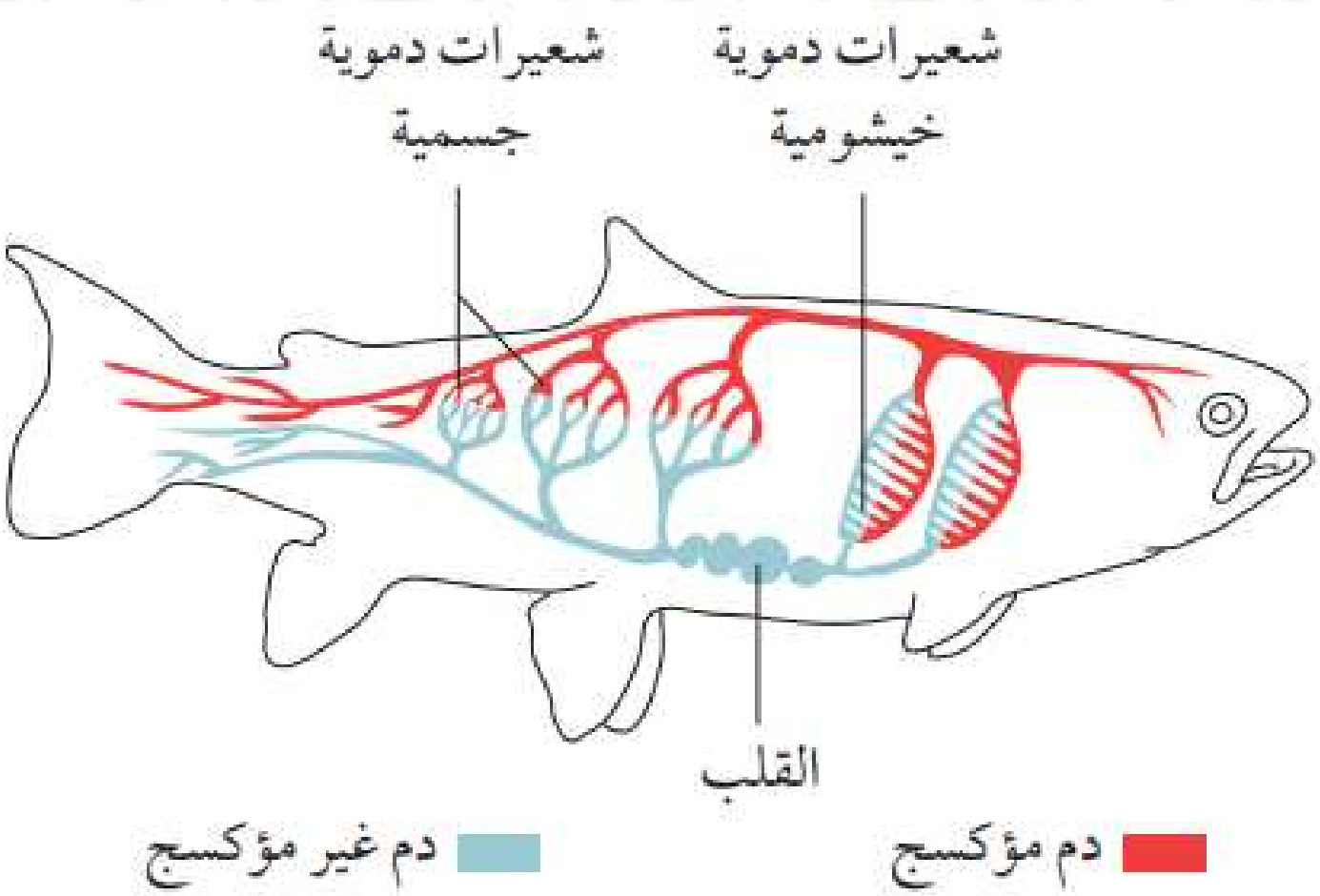
الجهاز الدوري :

يعتبر الجهاز الدوري هو أحد الطرق لايصال الاكسجين الى جميع أنسجة الجسم ، ففي الاسماك جهاز دوري مفرد يتم ضخ الدم بواسطة القلب وينقل الدم الاكسجين الى عبر شبكة من الشراين والاوردة والشعيرات الدموية حيث تحتوي خلايا الدم الحمراء على بروتين الهيموجلوبين الذي يرتبط بالاكسجين في الخياشيم ليكون أوكسيهيموجلوبين وفي بعض الانسجة التي تحتوي على مستويات منخفضة من الاكسجين يحرر الاوكسيهيموجلوبين الاكسجين للتنفس مثل أنسجة العضلات .

وينقل الدم أيضا ثاني أكسيد الكربون المذاب من الانسجة الى الخياشيم .

الهيموجلوبين + الاكسجين ⇌ الاوكسيهيموجلوبين .

(في الانسجة) (في الخياشيم)

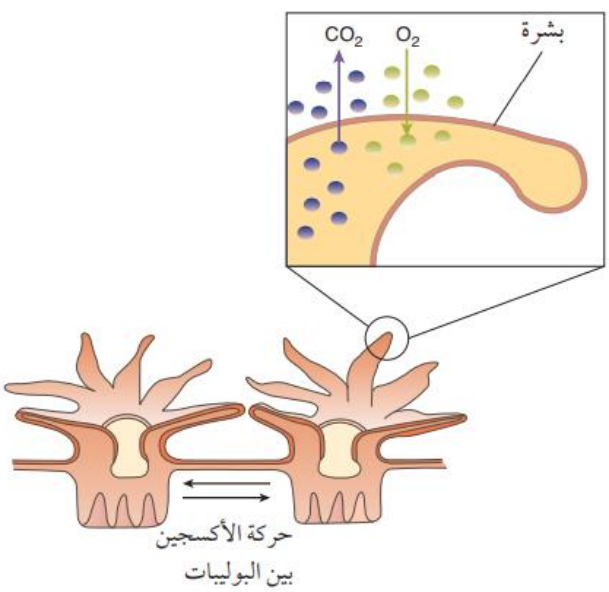


آلية نقل الغازات عبر الدم في الاسماك :

١ – يمر الدم عبر العضلات وأنسجة الجسم الاخرى في الشعيرات الدموية الجسمية وهي أصغر الاوعية الدموية حيث يحرر الدم الاكسجين ويكتسب ثاني أكسيد الكربون .
٢ – يعود الدم الى القلب عبر الاوردة .
٣ – يضخ الدم بعد ذلك من القلب عبر الشرايين باتجاه الشرايين .
٤ – عند مرور الدم عبر الشعيرات الدموية في الخياشيم يحرر الدم ثاني أكسيد الكربون الى الماء ليكتسب الاكسجين .
٥ – يغادر الدم الخياشيم عبر الشرايين ويتجه الى العضلات لتوصيل الاكسجين وازالة ثاني أكسيد الكربون .

أمثلة لطرائق تبادل الغازات :

أ – بوليبات المرجان :



- لا يوجد بها أعضاء خاصة لتبادل الغازات .
- تبادل الغازات بها يتم بالانتشار عبرسطح الجسم.
- نسبة مساحة السطح كافية جدا لوجود اللوامس.
- بشرة البوليبات رقيقة تجعل الانتشار سريع.
- تقوم البوليبات احيانا بتحريك اللوامس لتوليد تيارات مائية تعمل على جلب المزيد من الماء المؤكسج .
- بعض البوليبات قادرة على ضخ سوائل مؤكسجه بين بعضها لضمان توزيع متساو للاكسجين .

أ – تأقلم خياشيم السمك :

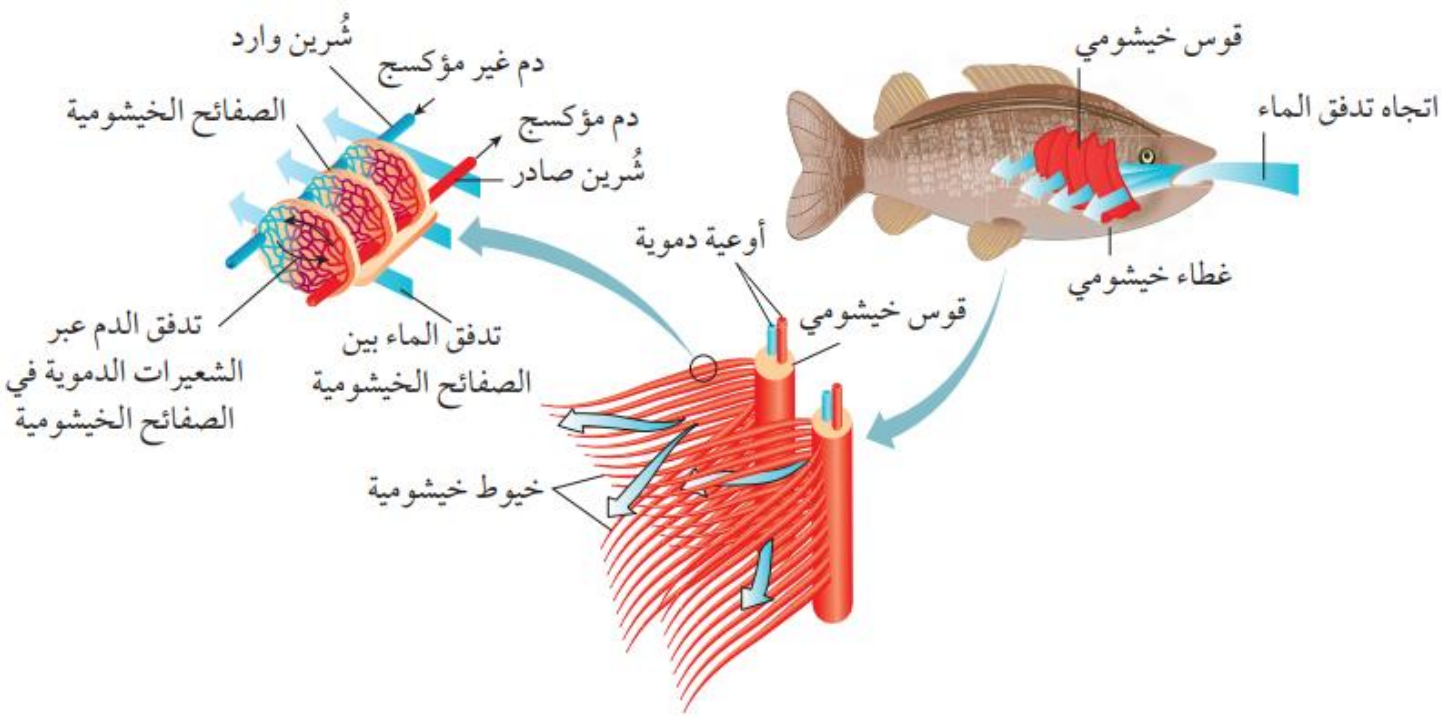
- تتنفس الاسماك العظمية مثل الهامور والتونة عن طريق ادخال الماء عبر الفم ، ثم تمرره فوق الخياشيم وتخرجه من فتحة الخياشيم .

خياشيم السمك :

الغطاء الخيشومي : عبارة عن شريحة عظمية جلدية رقيقة تغطي وتحمي الخياشيم يمكن فتحها واغلاقها .

أقواس الخياشيم : توجد على جانبي الرأس اربع أزواج منها وهي تراكيب عظمية تدعم الخياشيم .

- **الخياشيم :** تتكون من العديد من الخيوط التي تحتوي على طيات (صفائح) مرتبة بزاوية 90° على الخيوط ، توفر الخيوط والصفائح مساحة سطح كبيرة لتبادل الغازات .
- الصفائح تكون رقيقة جدا وتحتوي على شبكة كثيفة من الشعيرات الدموية .
- يتدفق الدم عبر شبكة الشعيرات الدموية .
- تكون خلايا الدم الحمراء قريبا من الماء الخارجي ما يقلل مسافة الانتشار .
- يوجد داخل الصفائح خلايا داعمة تساعد على ابطاء سرعة تدفق الدم وتضغط خلايا الدم الحمراء على الصفائح .
- يدخل الدم غير المؤكسج الى الخياشيم عبر الشرينات الواردة ويغادر الدم المؤكسج عبر الشيرينات الصادرة لينتقل الى انسجة الجسم .
- يختلف مساحة سطح الخياشيم حسب حجم السمك وعمره وأنواعه واحتياجه للاكسجين.
- **مثال١ :** سمكة التونة نشطة وسريعة في السباحة فتحتاج الى اكسجين أكثر وتحتاج للتخلص من ثاني أكسيد الكربون أكثر .
- **مثال٢ :** سمكة موسى غير نشطة وبطيئة في السباحة فتحتاج الى اكسجين أقل وتتنفس لاهوائيا .



تركيب الخيشوم في الاسماك العظمية

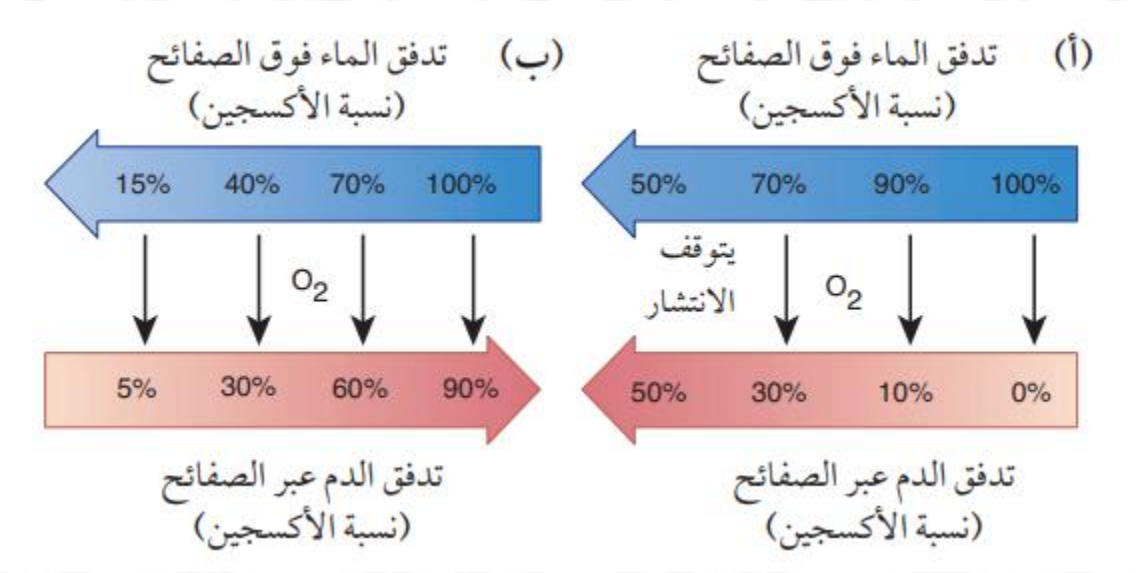
التبادل في التيار المتعاكس :

ويقصد بهذا العنوان تبادل الغازات في التيار المتعاكس في الخياشيم .

التيار المتعاكس : هي آلية تجعل تبادل الغازات في الخياشـــيم أكثر كفاءة وفيها يتدفق الماء والدم في اتجاهين متعاكسين للحفاظ على منحدر الانتشار على طول الخيشوم .

ماذا لو تدفق الدم والماء في نفس الاتجاه !

عند حدوث ذلك يسمى (التدفق المترافق) ، وهنا يحدث منحدر الانتشار حتى نقطة الاتزان والتي يتساوى عندها تركيز الاكسجين في الدم والماء مما يقلل من كفاءة التبادل .



(أ) التدفق المترافق للدم والماء. (ب) تدفق التيار المتعاكس للدم والماء.

حركات التهوية : للحفاظ على منحدرات الانتشـار للأكسـجين وثاني أكسـيد الكربون يتم تمرير الماء باستمرار فوق الخياشيم .

طرق التهوية للخياشيم : ❶ التهوية بالاندفاع. ❷ التهوية بالضخ.

التهوية بالاندفاع	التهوية بالضخ
ضخ غير نشط يوفر الطاقة	ضخ نشط يستهلك الطاقة
يحدث فقط أثناء السباحة	يمكن أن يحدث أثناء السباحة والراحة

وصف آلية التهوية بالاندفاع :

هو أسلوب تنفسي تعتمد فيه الأسماك مثل: التونة – القرش على السباحة المستمرة لدفع الماء عبر الخياشيم.

كيف تعمل:

- عندما تسبح السمكة بسرعة، يندفع (الماء المحمل بالأكسجين) إلى فمها ويمر فوق (الخياشيم).
- يتم امتصاص (الأكسجين من الماء) ويخرج الماء من فتحات الخياشيم دون حاجة لضخ عضلي مباشر.
- تعتمد بعض الأنواع (مثل التونة والقرش) (كليا على هذه الطريقة)، لذا يجب أن تظل (تسبح باستمرار) لتتنفس.

أهميتها:

- توفر(تدفقا مستمرا وفعالا) للأكسجين.
- تقلل الجهد العضلي اللازم للتهوية.
- لكنها تجعل السمكة غير قادرة على التوقف عن السباحة لفترات طويلة.

الخلاصة:

التهوية بالاندفاع هي طريقة تنفس فعالة تعتمد على (السباحة المستمرة) لضمان مرور الماء عبر الخياشيم، وتُعد حيوية لبقاء أسماك التونة والقرش نشطة وغنية بالأوكسجين.

وصف آلية التهوية بالضخ :

هو أسلوب تنفسي تعتمد فيه الأسماك مثل: (سمك الهامور) على (التحكم العضلي) لضخ الماء عبر الفم والخياشيم للحصول على الأكسجين.

كيف تعمل:

- يفتح السمك فمه، ويخفض أرضية الفم، فيدخل (الماء الغني بالأكسجين).
- ثم يغلق الفم، وترفع أرضية الفم فيضخ الماء بقوة نحو (الخياشيم).
- يتم امتصاص الأكسجين من الماء ويطرد الماء من فتحات الخياشيم.

المميزات:

- لا تحتاج السمكة إلى السباحة المستمرة.
- يمكنها البقاء ساكنة في مكانها (مثل ما يفعله الهامور في الكهوف أو بين الصخور).
- فعالة في البيئات الهادئة أو المغلقة.

الخلاصة:

سمك الهامور يستخدم التهوية بالضخ ليضخ الماء إلى خياشيمه دون الحاجة للسباحة المستمرة، مما يتيح له الراحة أو الكمون في مكانه دون أن يتوقف عن التنفس.

نقاط اساسية تحدث في آلية التهوية بالضخ :

- ✓ يتدفق الماء دائما من منطقة ذات ضغط أعلى الى منطقة ذات ضغط أقل .
- ✓ كلما ازداد حجم تجويف الفم ينخفض الضغط في داخله والعكس صحيح .

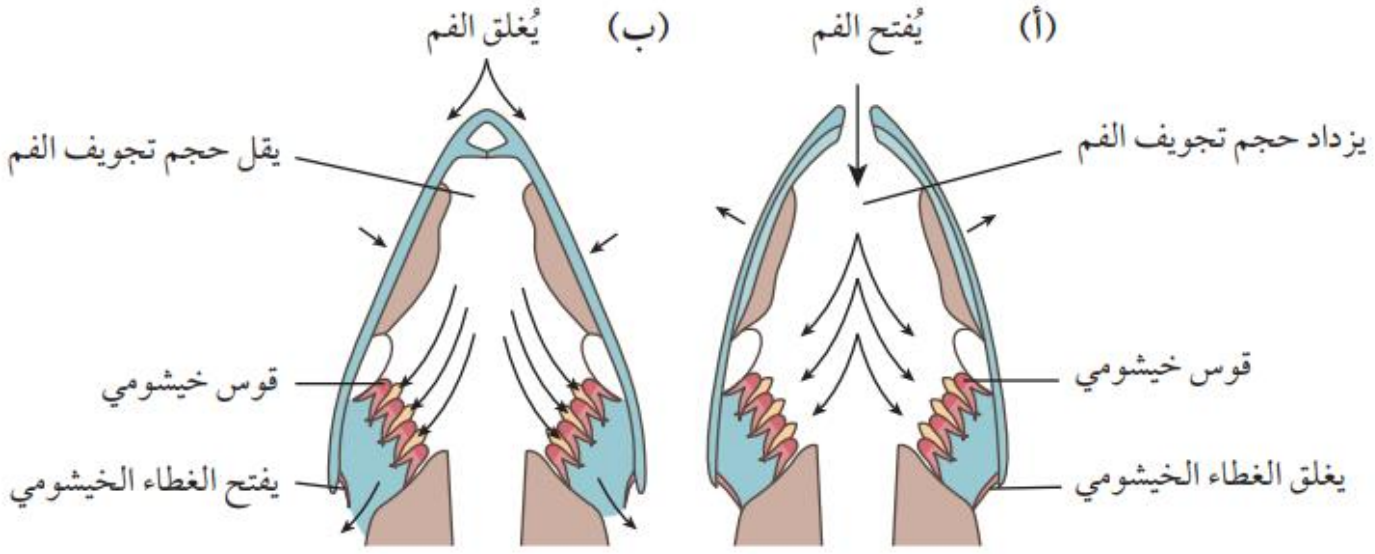
مراحل تدفق الماء عبر تجويف الفم لسمكة عظمية :

أ – أثناء تدفق الماء الى الداخل :

- يفتح الفم .
- يزداد حجم تجويف الفم بسبب انقباض وانبساط العضلات .
- يؤدي ذلك الى خفض الضغط داخل تجويف الفم ليصبح أقل من الضغط الخارجي .
- يجري الماء الى تجويف الفم مع منحدر الضغط .
- يغلق الغطاء الخيشومي لمنع تدفق الماء مرة أخرى عبر الخياشيم .

ب - أثناء تدفق الماء الى الخارج :

- يغلق الفم .
- يقل حجم تجويف الفم بسبب انقباض وانبساط العضلات .
- يرتفع الضغط داخل تجويف الفم ليصبح أعلى من الضغط الخارجي .
- يتدفق الماء فوق الخياشيم ويتم دفع الغطاء الخيشومي ليفتح ما يسمح بخروج الماء



(أ) يفتح الفم-يزداد حجم تجويف الفم-يتم سحب الماء الى تجويف الفم-يغلق الغطاء الخيشومي .

(ب) يغلق الفم-يقل حجم تجويف الفم-يفتح الغطاء الخيشومي-يتدفق الماء فوق الخياشيم .

ملخص لاعضاء تبادل الغازات في أنواع مختلفة من الكائنات الحية البحرية

النوع	سطح تبادل الغازات	مساحة سطح كبيرة	مسافة انتشار قصيرة	الحفاظ على منحدر الانتشار
بوليب المرجان	سطح الجسم	عدد كبير من اللوامس	طبقة من البشرة على سطح الجسم	لا يوجد على الرغم من أن اللوامس تتحرك
سمك الهامور	خيشوم	الخيوط الخيشومية والصفائح الخيشومية	بشرة رقيقة على الخياشيم	تدفق الدم عبر الشعيرات الدموية،التهوية بالضخ
سمك التونة	خيشوم	الخيوط الخيشومية والصفائح الخيشومية	بشرة رقيقة على الخياشيم	تدفق الدم عبر الشعيرات الدموية،التهوية بالاندفاع

فسيولوجيا الكائنات الحية البحرية

الدرس الرابع: التنظيم الاسموزي:

1. يشرح سبب حاجة الكائنات الحية البحرية الى تنظيم محتواها المائي والايوني مع الاشارة الى التركيز النسبي للايونات في مياه البحر وسوائل الجسم .
2. يشرح المصطلحين ضيق المدى الملحي وواسع المدى الملحي مع الاشارة الى سمك السلمون وبلح البحر والتونة .
3. يلخص عمليات التنظيم الاسموزي في سمك السلمون كمثال .

تصنيف الكائنات الحية على حسب القدرة على تحمل تغيرات الملوحة :

① ضيقة المدى الملحي:	② واسعة المدى الملحي:	③ متوافقة اسموزيا
كائنات حية لا تستطيع تحمل تغيرات واسعة في ملوحة البحر .	كائنات حية تستطيع تحمل تغيرات واسعة في ملوحة البحر .	كائنات حية تكون ملوحة سوائل أجسامها الداخلية مساو لملوحة الماء الخارجي.

مثال : بلح البحر : يستطيع أن يعيش بطريقتين :

(أ) عند تغير الملوحة : يغلق صدفته بإحكام لمنع ملامسة مياه البحر أنسجة جسمه .
(ب)يمكنه زيادة أو خفض تركيز المواد المذابة في خلاياه اذا تغيرت ملوحة البيئة الخارجية .

الكائنات الحية المنظمة للاسموزية :

هي الكائنات الحية التي تحافظ على ضغط اسموزي داخلي ثابت قد يختلف عن البيئة التي يعيش فيها

① الاسماك البحرية ضيقة المدى الملحي:	② اسماك المياه العذبة ضيقة المدى الملحي:
في معظم البحار والمحيطات تكون الملوحة للماء المحيط بالاسماك أعلى من ملوحة خلايا وسوائل الجسم فيسحب الماء من الجسم عبر الخياشيم والجلد بواسطة الاسموزية وهذا يؤدي الى جفاف وتلف الخلايا وموت الاسماك ولمنع ذلك : • شرب ماء البحر باستمرا لتعويض ما يفقد. • التخلص من الاملاح الزائدة بالنقل النشط . • افراز ايونات المغنسيوم والكبريتات بالنقل النشط من الكلى والبول . • اعادة امتصاص الماء بواسطة الكلى لينتج كمية قليلة من البول المركز .	تواجه الاسماك التي تعيش في المياه العذبة مشكلة معاكسة للتي تواجهها اسماك البحر نظرا لكون المياه العذبة ملوحتها منخفضة جدا ولها جهد ماء عال فيدخل الماء باستمرار الجسم عن طريق الخياشيم والجلد بالاسموزية ولمنع الامتصاص الزائد للماء : • شرب الماء بكميات قليلة . • تضخ الخياشيم أيونات الصوديوم والكلوريد بالنقل النشط الى الدم وسوائل الجسم من خلال مضخات بروتينية . • تنتج كميات كبيرة من البول المخفف .

③

الاسماك واسعة المدى الملحي:

وهي: الكائنات المنظمة للاسموزية واسعة المدى الملحي: مثل : السلمون .

تكون قادرة على العيش في: مدى واسع من مستويات الملوحة بدءا من المياه العذبة للانهار وصولا الى المياه المالحة للمحيطات .

أ - في: المياه المالحة : تكون المياه المحيطة بها عالية التركيز مقارنة بسوائل أجسامها لذا يتم ضخ الاملاح الى خارج الخياشيم وتشرب الماء لتعويض ما فقد من الماء بواسطة الاسموزية .

ب - في: المياه العذبة : تكون المياه المحيطة بها منخفضة التركيز مقارنة بسوائل اجسامها فتعمل مضخات الايونات على نقل الاملاح في: الاتجاه المعاكس لتأخذها الى الدم .

مقارنة الملوحة في: سوائل جسم السالمون ومياه المحيط والمياه العذبة

تركيز المواد الذائبة %	سوائل جسم السالمون	مياه المحيط	المياه العذبة
	1.0	3.5	<0.1

الطاقة في النظم البيئية البحرية

الدرس الأول: التمثيل الضوئي:

1. يذكر أن عملية التمثيل الضوئي هي سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تستخدمها جميع المنتجات البحرية تقريبا لتثبيت الكربون .
2. يصف عملية التمثيل الضوئي باستخدام المعادلة الكيميائية اللفظية والرمزية كالآتي :

ضوء

أكسجين + جلوكوز ⟶ ماء + ثاني أكسيد الكربون .

كلورفيل

ضوء

$$6\ Co_2 + 6\ H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

كلورفيل

3. يصف دور صبغات البلاستيدات الخضراء (كلورفيل a والصبغات المساعدة) في امتصاص الضوء في البلاستيدات الخضراء .
4. يصف تقنية الكروماتجرافيا ويستخدمها لفصل وتحديد صبغات البلاستيدات الخضراء (ينبغي الاشارة الى قيم R_f).
5. يصف الضوء الأبيض بأنه يتكون من مجموعة من الألوان لكل منها طول موجة مختلف .
6. يفسر أطياف الامتصاص لصبغات البلاستيدات الخضراء وأطياف النشاط لعملية التمثيل الضوئي .
7. يصف تأثير طول موجه الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي .
8. يعرف المصطلحات : طول الموجة وشدة الضوء واختراق الضوء .
9. يصف تأثير طول الموجه والتعكر على اختراق الضوء لأعماق مختلفة .
10. يصف العلاقة بين وجود صبغات مساعدة بما في ذلك الزانثوفيل والفيكوبيلين في الكائنات الحية البحرية المنتجة واختراق أطوال موجات مختلفة من الضوء .

التمثيل الضوئي :

هي سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تستخدمها جميع المنتِجات البحرية تقريبا لتثبيت الكربون .

المعادلة اللفظية للتمثيل الضوئي :

ضوء

أكسجين + جلوكوز ⟶ ماء + ثاني أكسيد الكربون .

كلورفيل

المعادلة الرمزية للتمثيل الضوئي :

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow[\text{كلورفيل}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

البلاستيدات الخضراء : هي العضية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي .

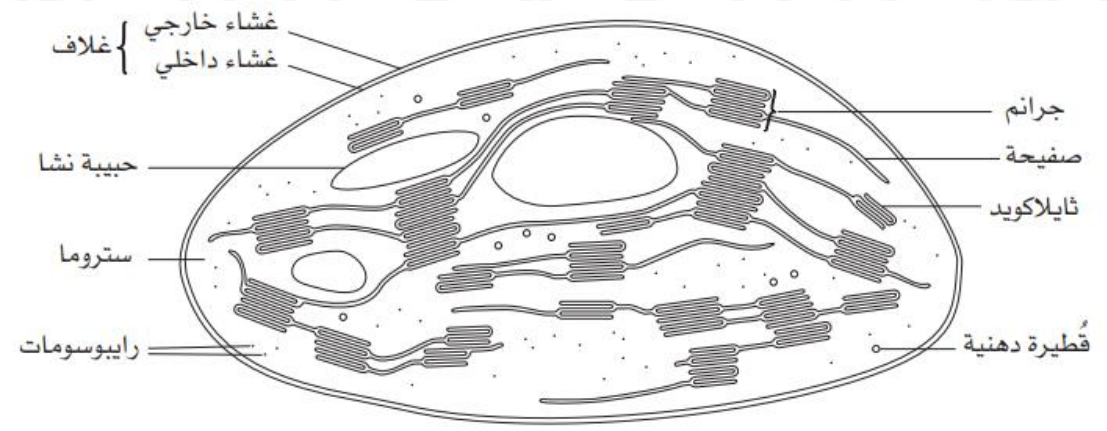
يوجد داخل البلاستيدات الخضـــراء شبكة واسعة من الأغشية تسمى الثايلاكويدات تحتوي هذه الأغشية على مناطق متراصة تسمى جرانا والتي تحتوي على الصبغات الضوئية وتمتص أغشية الثايلاكويدات طاقة الضوء وتضمن الشبكة الواسعة تعرض مساحة سطحية كبيرة للضوء .

أنواع الصبغات

1
صبغات أساسية
- كلورفيل a

2
صبغات مساعدة
- كلورفيل b
- كاروتينويدات
- الكاروتينات
- الزانثوفيلات

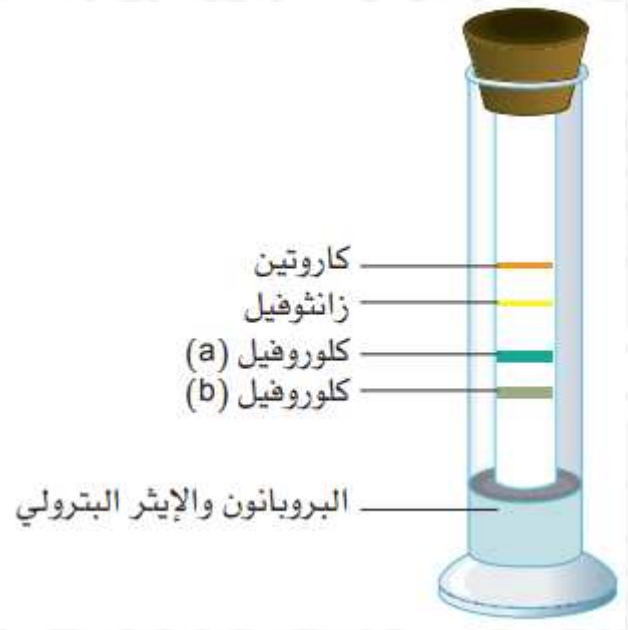
س : أين توجد الصبغات ؟
ج : الثايلاكويدات .
س : ما التقنية المستخدمة لفصل وتحديد الصبغات ؟
ج : ورق الكروماتوجرافيا .



رسم تخطيطي للبلاستيدات الخضراء

الكروماتوجرافيا :

يتم في هذه التقنية استخلاص الصبغات من المنتجات واذابتها في مذيب ثم يوضع المستخلص على أحد طرفي شريط ورق الكروماتوجرافيا ويوضع هذا الطرف في كمية من المذيب . عندما يتحرك المذيب صاعدا على الورق تذوب الصبغات ويتم حملها مع المذيب تتحرك الصبغات الاكثر قابلية للذوبان بشكل أسرع وبالتالي تقطع مسافة أطول على الشريط الورقي .



حساب قيم R_f :

ما هي قيمة R_f : المسافة التي تقطعها المادة على ورق الكروماتوجرفيا مقسومة على المسافة التي قطعها مقدمة المذيب .

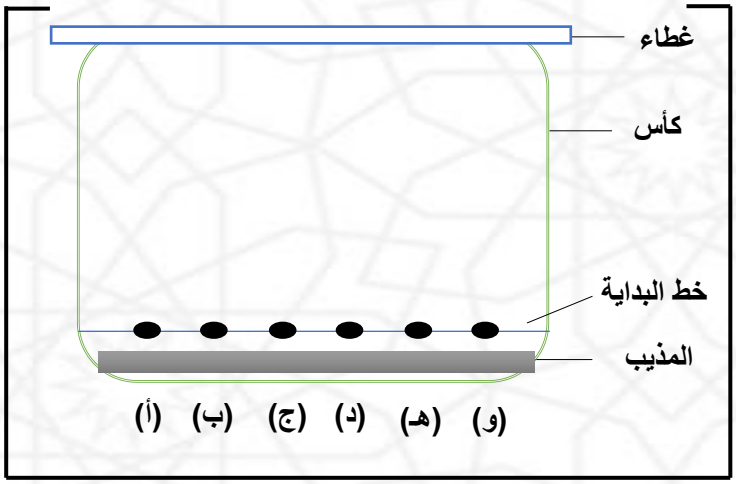
معادلة R_f :

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي قطعتها الصبغة}}{\text{المسافة التي قطعها المذيب}}$$

كيفية الحساب : نستخدم المسطرة لقياس المسافة التي قطعها المذيب من نقطة الأصل ثم قياس المسافة التى قطعها مركز كل بقعة من الصبغة .

مثال :

يقوم أحد الطلاب بفحص الاصباغ الموجودة في بعض الخضار والفاكهة . بعد أن حصل على بعض مستخلصات الخضار والفواكه الملونة من (الجزر-الطماطم-البطاطا الحلوة) .
فقام بوضع بقعة من كل مستخلص على ورق كروماتوجرافي جنبا الى جنب مع بقع من الاصباغ النقية الثلاثة (بيتا كاروتين – والكلوروفيل – والليكوبين) .
وقام المعلم بتوفير مذيبا يحتوي على مركبات عضوية متطايرة وقابلة للاشتعال . ويوضح الشكل الآتي الجهاز في بداية التجربة .

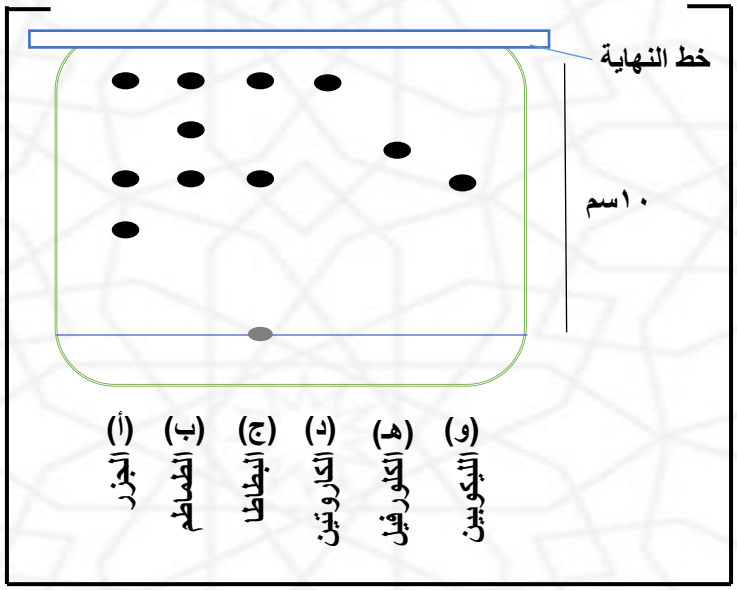


مفتاح مستخلصات الخضار والفاكهة والأصباغ .

(أ)	(ب)	(ج)	(د)	(هـ)	(و)
الجزر	الطماطم	البطاطا الحلوة	بيتاكاروتين	كلوروفيل	الليكوبين

أ – أشرح لماذا من المهم أن يكون مستوى المذيبات أقل من مستوى البقع جميعها ؟
حتى لا تذوب بقعة العينة وتنزل في الكأس .
ب – أذكر مشكلتين محتملتين يمكن تفاديهما عن طريق وضع غطاء فوق الكأس ؟
تبخر المذيب – اشتعال المذيب .

ج – يظهر الرسم التخطيطي الآتي مخطط الكروماتوجرافيا في نهاية التجربة .



في ضوء الرسم التخطيطي السابق صف ما حدث من تغير ؟

الكلوروفيل ليس موجود في الجزر أو البطاطا أو الطماطم .
كلا من بيتا كاورتين والليكوبين موجود في البطاطا .
كلا من الجزر والطماطم يحتويان على صبغات أخرى غير بيتا كاروتين والليكوبين والكلورفيل .

د - أحد الاصباغ الموجودة في المستخلصات النباتية لا يظهر في الكروماتوجرام ، حيث تظهر على شكل بقعة خافته للغاية فوق خط البداية بمسافة 1.3سم . أحسب قيمة R_f باستخدام التعبير .

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي قطعتها الصبغة}}{\text{المسافة التي قطعها المذيب}}$$

$$R_f = \frac{1.3}{10} = 0.13$$

هـ - اقترح سببا واحدا لوجود بقعة على خط البداية في الكروماتوجرام للبطاطا الحلوة ؟

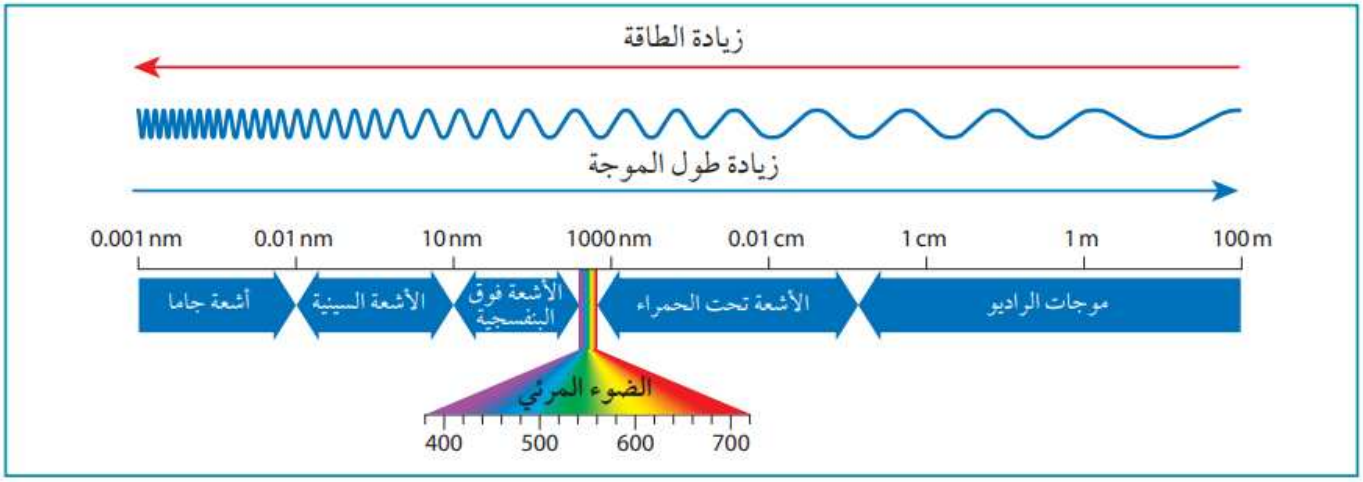
لانها غير ذائبة في المذيب .

الامتصاص واطياف النشاط :

الضوء المرئي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي .

ما هو الطيف الكهرومغناطيســـي ؟ هو نطاق الترددات والأطوال الموجبة لجميع أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسي. يشمل الطيف الكهرومغناطيسي. الضوء المرئي والاشعة فوق البنفسجية والاشعة تحت الحمراء والموجات الدقيقة والاشعة السينية وموجات الراديو وأشعة جاما .

ما هو طول الموجه ؟ المســـافة من نقطة واحدة لموجة الى النقطة التالية من الطول نفسه على سبيل المثال من القمة الى القمة أو من القاع الى القاع (يحدد طول الموجة لون الضوء) .



الطيف الكهرومغناطيسي متضمنا أطوال الموجات للالوان المختلفة للضوء المرئي

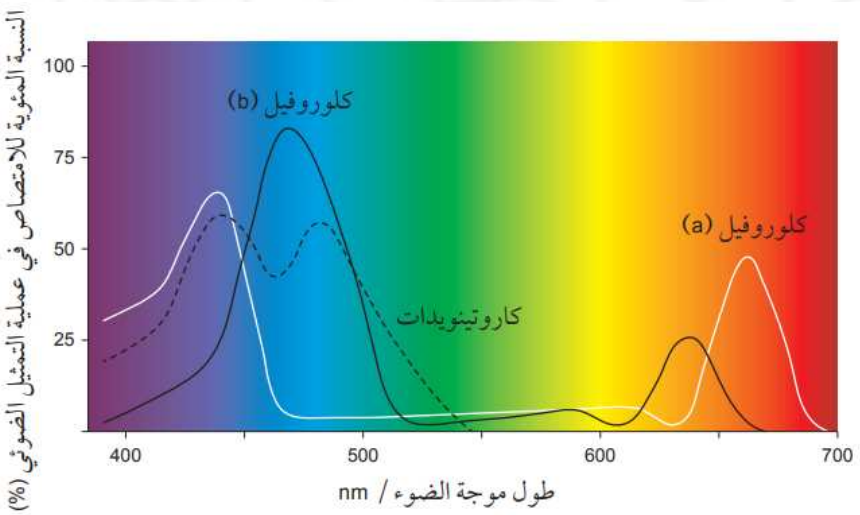
نلاحظ في الشـــكل الجزء المرئي من الطيف له طول موجي يتراوح من 380nm الى 700nm الالوان المختلفة من الضـــوء لها أطوال موجية مختلفة فالضـــوء الابيض مزيج من ألوان الطيف من جميع الاطوال المرئية المختلفة .

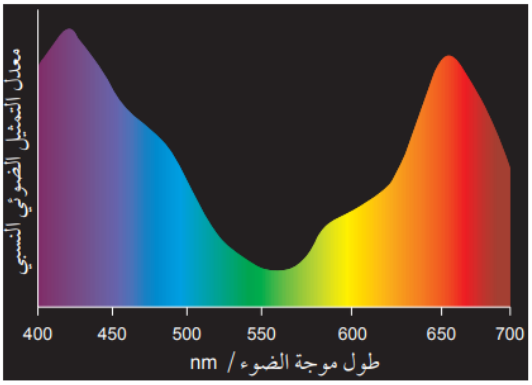
طيف الامتصاص:

هو تمثيل بياني لامتصاص أطوال موجية مختلفة للضوء بواسطة مركب مثل صبغة تمثيل ضوئي .

طيف النشاط:

هو تمثيل بياني يوضح تأثير أطوال موجية مختلفة للضوء على عملية ما ، مثل معدل التمثيل الضوئي .





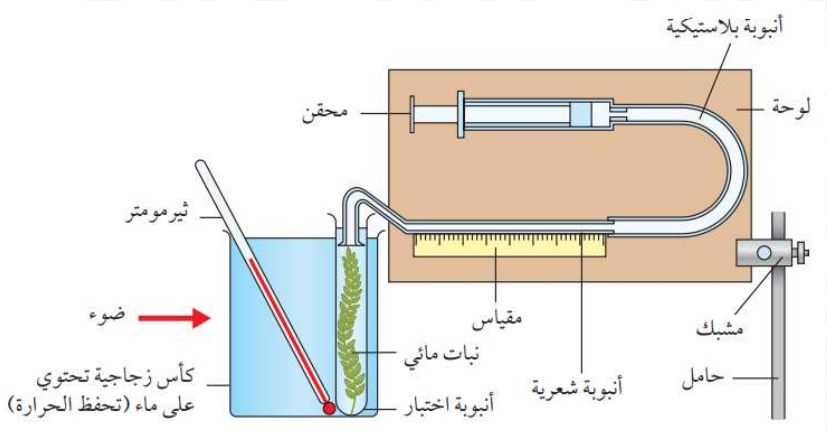
طيف النشاط للتمثيل الضوئي لمنتج نموذجي

يوضح الشكل السابق أطياف الامتصاص للكلوروفيل (a) ، (b) ، والكاروتينويدات .
يبين التمثيل البياني منطقتي الذروة لامتصـــاص كلا النوعين من الكلوروفيل حول الاطراف الحمراء والزرقاء .
ومعظم النباتات يظهر باللون الاخضـــر لانها تمتص الضوء من المنطقتين الحمراء والزرقاء وتعكسـه باللون الاخضـــر وبالتالي سـيكون طيف الامتصاص الكلي لكائن حي هو مجموع اطياف الامتصاص لجميع الصبغات الموجودة فيه .

قياس معدل التمثيل الضوئي للنباتات المائية :

يمكن ذلك بســهولة حيث أنها تطلق فقاعات أكســجين بمعدل يعتمد على معدل التمثيل الضوئي .

آلية قياس معدل التمثيل الضوئي للنباتات المائية :



- تعريض النبـاتـات لاطوال موجيـة مختلفة من الضوء .
- يدفع الاكســجين مكبس الحقن الى مسافة يمكن قياسها .
- كلما زاد معدل التمثيل الضـــوئي كان انتاج الاكسجين أسرع .

علاقة الموطن البيئي بالطول الموجي :

ترتبط الصبغات الموجودة في أنواع مختلفة من الكائنات المنتجة البحرية بعمق المياه التي تعيش فيها حيث تخترق أطوال الموجات المختلفة للضوء أعماقا مختلفة في الماء فالبتالي فإن أطوال موجات الضوء المتوافرة لكائنات بحرية معينة تعتمد على عمق موطنه البيئي الذي يعيش فيه .

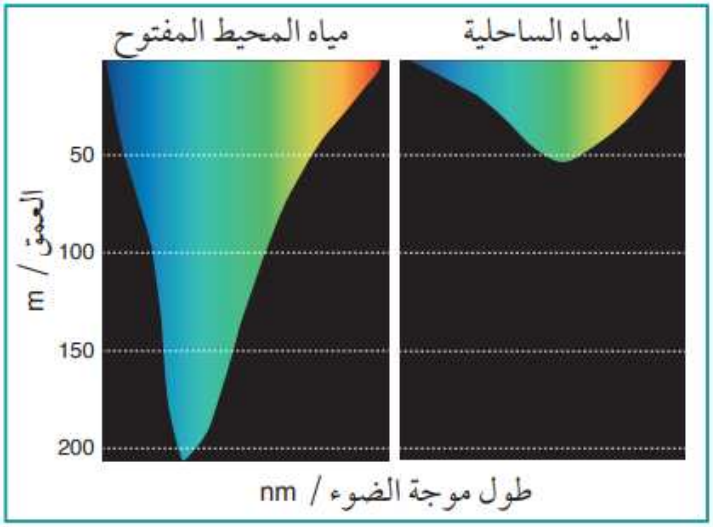
شدة الضوء : هو مقياس قوة أو سطوع الضوء .

اختراق الضوء : هو العمق الذي يمكن للضوء أن يخترق فيه مادة معينة .

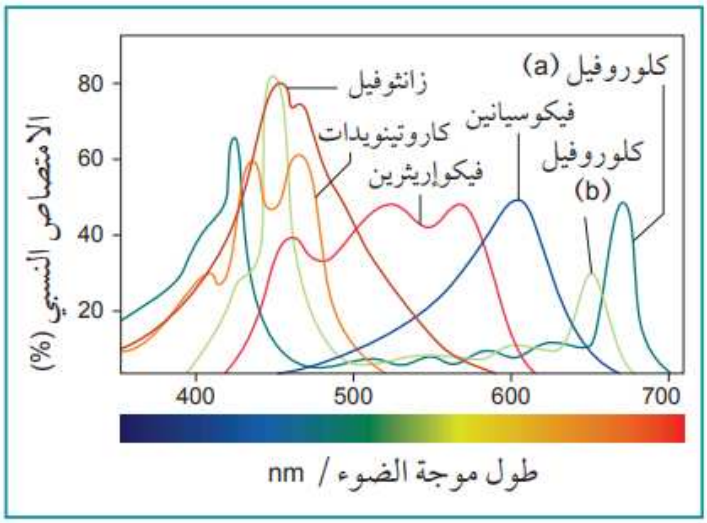
اختراق الضوء في الماء يعتمد على

طول الموجه أو لون الضوء

نسبة التعكر



اختراق أطوال موجات مختلفة للضوء في مياه المحيط الصافية ومياه الساحل المتعكرة



أطياف الامتصاص المتعددة

طول موجة الضوء :

اختراق الضوء هو مقياس لمدى اختراق الضوء للماء ويوضح الشكل السابق أقصى أعماق تخترقها أطوال الموجات المختلفة للضوء وأن جميع أطوال موجات الضوء تخترق أعماق مياه المحيطات المفتوحة الصافية (الأقل عكارة) لمسافات أبعد مقارنة بالمياه الساحلية المعكرة .

نلاحظ أن الضوء الازرق يصل الى المناطق الاكثر عمقا من المحيط بحد أقصى 200m في حين يخترق الضوء الأحمر مسافات أقل عمقا ويتم امتصاصه في أول 10m تحصل على الضوء من المناطق الزرقاء والخضراء فقط من الطيف . يمتص كل من كلوروفيل (a) ، وكلوروفيل (b) والكاروتينويدات كميات ضئيلة جدا من الضوء من المنطقة الخضراء من الطيف مما قد يسبب مشكلة . تعتمد الطحالب الموجودة في هذه الاعماق على صبغات مساعدة أخرى لامتصاص الضوء . تحتوي الطحالب البنية على نسبة أكبر من الزانثوفيل وتحتوي الطحالب الحمراء على صبغات تسمى فيكوبيلينات ولها نوعان رئيسيان هما فيكواريثرين وفيكوسيانين .

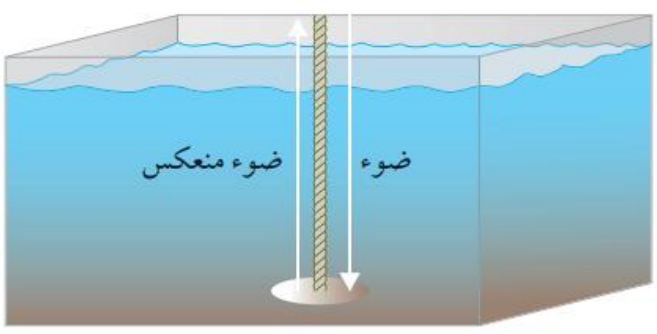
تعكر الماء :

سبب التعكر هو وجود كمية كبيرة من الرواسب أو الجسيمات أو حتى الكائنات الحية مثل العوالق في الماء وهي تقلل من اختراق الضوء للماء لانها تقلل من شدة الضوء وسطوعه .

قرص سيكي :

اداة تستخدم لقياس اختراق الضوء وهو قرص دائري ابيض اللون من المعدن أو البلاستيك يبلغ قطره 30Cm تقريبا يكون مربوط بحبل ويتم انزاله في الماء حتى يصبح غير مرئي ويسجل طول الحبل ثم يتم رفع القرص ليقاس طول الحبل عندما يصبح القرص مرئيا .

ثم يحسب متوسط المسافة باستخدام القيمتين



الطاقة في النظم البيئية البحرية

الدرس الثاني: التمثيل الكيميائي

1. يصف التمثيل الكيميائي على أنه تثبيت الكربون باستخدام الطاقة الكيميائية للمواد الذائبة . وتشمل هذه المواد كبريتيد الهيدروجين والميثان والهيدروجين والحديد .
2. يصف العلاقة التكافلية بين الدودة الانبوبية العملاقة ريفتيا الموجودة في الفوهات الحرارية المائية وبكتيريا التمثيل الكيميائي إندوريفتيا .
3. يشرح أن بكتيريا إندوريفتيا تستخدم الطاقة الناتجة من كبريتيد الهيدروجين لتثبيت الكربون وبالتالي إنتاج مركبات عضوية مثل الجلوكوز (المعادلات اللفظية والكيميائية غير مطلوبة) .
4. يلخص كيف أن بكتيريا التمثيل الكيميائي في الفوهات الحرارية المائية تسمح بتكوين سلسلة غذائية .

التمثيل الكيميائي:

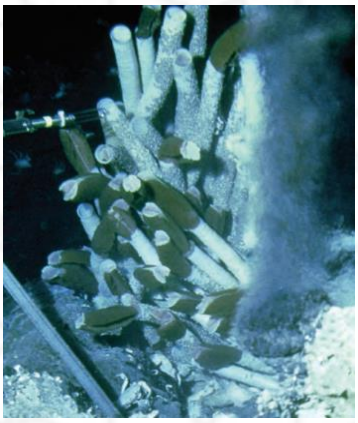
هو تكوين / بناء المركبات العضوية بواسطة البكتيريا أو الكائنات الحية الأخرى باستخدام الطاقة الناتجة من تفاعلات كيميائية تشمل مواد غير عضوية مثل كبريتيد الهيدروجين أو الميثان أو أملاح الحديد .

بمعنى أنه .. طريقة للتغذية الذاتية حيث تستخدم الطاقة الكيميائية للمواد الذائبة لتثبيت الكربون في مركبات عضوية بدلا من الضوء . تستخدم الانواع المختلفة من الكائنات الحية ذاتية التغذية مواد ذائبة مختلفة كمصدر للطاقة الكيميائية مثل : كبريتيد الهيدروجين (H_2S) ، والميثان (CH_4) ، والهيدروجين (H_2) ، واملاح الحديد .

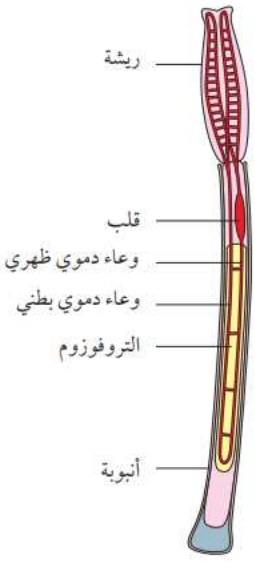
تقع الفوهات الحرارية المائية في قاع البحر وبالتالي تتميز بظروف فريدة ويؤدي نقص الضوء الى استحالة تثبيت الكربون عبر عملية التمثيل الضوئي في النظام البيئي .

لاحظ الباحثون لاحقا أن الفوهات الحرارية المائية تحتوي على العديد من الكائنات الحية تعيش حولها واكتشفوا نوعا جديدا من الديدان الانبوبية العملاقة تسمى (ريفتيا).

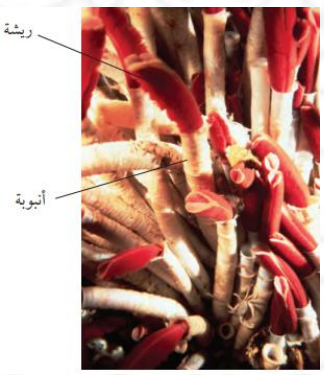
الريفتيا : ديدان تعيش في تراكيز عالية من كبريتيد الهيدروجين وقد يصل طولها الى أكثر من 2m وقطرها الى 4Cm



فتحة حرارية مائية مع ريفتيا تنمو حولها



مقطع تشريحي للريفتيا



صورة مقربة للريفتيا

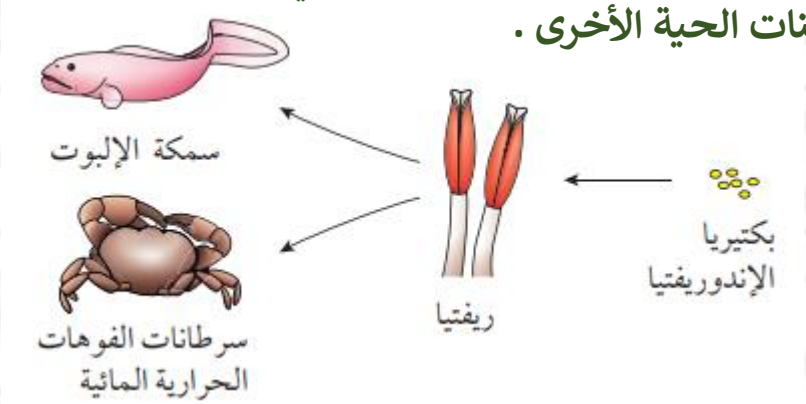
عندما أخذت عينات من الريفتيا لدراستها في المختبر تبين أن هذه الدودة لا تحتوي على قناة هضمية بل على تجويف يسمى تروفوزوم وهنا أدرك العلماء أن وجود بلورات الكبريت في التروفوزوم مع البكتيريا التكافلية يعني وجود بكتيريا تثبت الكربون عن طريق التمثيل الكيميائي حيث تمتص الريشة الاكسجين وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين من الماء وتمثل الانبوبة الخارجية للريفتيا طبقة صلبة واقية ويوجد جهاز دوري ينقل المغذيات في جميع انحاء الجسم .

بكتيريا التمثيل الكيميائي الاكثر شيوعا في الفوهات الحرارية المائية هي إندوريفتيا يعيش هذا النوع علاقة تكافلية داخل تروفوزوم دودة الريفتيا عندما تكون في مرحلة اليرقات في قاع البحر .

وتسمى العلاقة بينهما علاقة تكافل داخلي . حيث تنتج البكتيريا الجلوكوز وجزيئات عضوية أخرى مثل الأحماض الأمينية التي تتغذى عليها الريفتيا . وفي المقابل تضمن الريفتيا أن تحصل البكتريا على إمداد ثابت من المواد الخام لعملية التمثيل الكيميائي الاندوريفتيا وليس لها مصدر آخر للغذاء .

تستخدم بكتيريا الاندوريفتيا الطاقة من كبريتيد الهيدروجين لتثبيت الكربون وانتاج الجلوكوز .

الشبكات الغذائية الفعلية الموجودة عند الفوهات الحرارية المائية غير مفهومة بالكامل اذ يوجد العديد من الكائنات الحية الأخرى بما في ذلك المفترسات مثل: سرطان الفوهات الحرارية المائية وسمك الإلبوت التي يمكن أن تستهلك دودة ريفتيا ومع ذلك من المؤكد أن إندوريفتيا هي المنتج في الشبكة الغذائية وريفتيا هي المستهلك الاولي . عندما تتوقف الفوهات الحرارية المائية عن إطلاق أيونات المعادن في الماء فإن ريفتيا تموت سريعا ويختفي بالتالي بقية النظام البيئي وهكذا تمثل بكتيريا التمثيل الكيميائي عند الفوهات الحرارية المائية الاساس للسلاسل الغذائية في أعماق المحيطات حيث تثبت الطاقة في شكل من أشكال الكربون العضوي الذي تعتمد عليه الكائنات الحية الأخرى .



شبكة غذائية محتملة لمجتمع الفوهات الحرارية المائية بكتيريا الإندوريفتيا تمثل المنتجات وتتغذى ديدان الريفتيا على الاندوريفتيا لذا فإنها مستهلكات أولية .

سرطانات الفتحات الحرارية المائية وأسماك الالبوت تستهلك الريفتيا وبالتالي هي مستهلكات ثانوية .

الطاقة في النظم البيئية البحرية

الدرس الثالث: التنفس

1. يذكر أن التنفس الهوائي هو العملية التي تستخدمها الكائنات الحية لاطلاق الطاقة التي تحتاج اليها على شكل ATP عندما يتوافر الاكسجين .
2. يصف التنفس الهوائي باستخدام المعادلة الكيميائية اللفظية والرمزية كالآتي :

ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟶ أكسجين + جلوكوز .

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

3. يصف أن معظم الكائنات الحية تستخدم التنفس اللاهوائي في الظروف التي يكون فيها الاكسجين محدودا أو غير متوافر وا لذي ينتج كمية أ قل بكثير من ATP لكل جزيء من الجلوكوز (المعادلات الكيميائية اللفظية والرمزية غير مطلوبة) .

التنفس :

هو عملية إطلاق الطاقة من الجزيئات العضوية ويحدث في كل خلايا الكائن الحي . وهو خاصية أساسية للحياة .

أنواع التنفس :

١ – التنفس الهوائي . ٢ – التنفس اللاهوائي .

التنفس الهوائي :

هو العملية التي تستخدمها الكائنات الحية لاطلاق الطاقة التي تحتاج اليها على شكل ATP عندما يتوافر الاكسجين .

أو هو عملية اطلاق الطاقة من الجلوكوز أو مادة متفاعلة عضوية أخرى بوجود الاكسجين وينتج ثاني أكسيد الكربون والماء كنواتج فضلات .

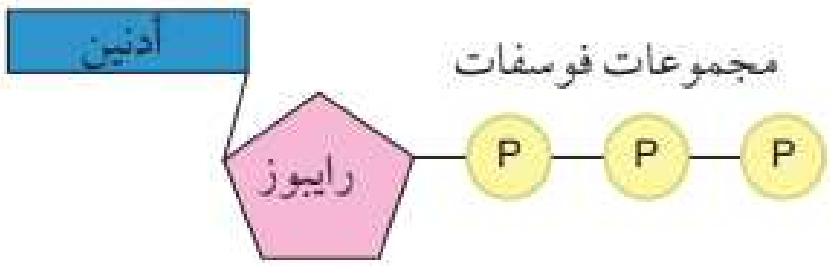
معادلة التنفس الهوائي :

ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟶ أكسجين + جلوكوز .

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

تستخدم الطاقة التي يتم اطلاقها لتكوين جزيء أساسي يسمى أدينوسين ثلاثي الفوسفات(ATP) .

مكونات ATP :

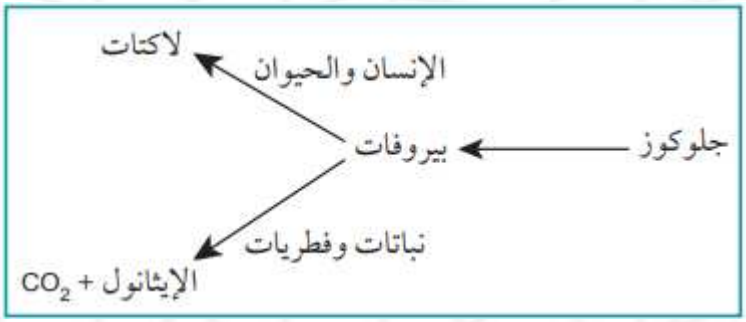


- قاعدة نيتروجينية تسمى الادنين .
- سكر كربوهيدراتي يسمى الريبوز .
- ثلاث مجموعات فوسفات .

مكان حدوث التنفس الهوائي : يحدث في الميتوكندريا .

التنفس اللاهوائي :

هو عملية اطلاق الطاقة من الجلوكوز أو أي مادة متفاعلة عضوية أخرى بغياب الاكسجين حيث تنتج الحيوانات اللاكتات كنواتج فضلات في حين تنتج النباتات والفطريات الايثانول وثاني أكسيد الكربون .



وتعتبر عملية أكسدة غير كاملة للجلوكوز ولا تنتج سوى جزيئين من ATP من جزيء واحد من الجلوكوز وتختلف النواتج في الحيوانات والنباتات والفطريات .

في الحيوانات : يتحلل الجلوكوز أولا الى بيروفات (سكر وسيط يتحلل اليه الجلوكوز أثناء التنفس) والذي يتحول بعد ذلك الى لاكتات يغير اللاكتات الرقم الهيدروجيني pH للخلايا ونتيجة لذلك تبدأ العمليات الخلوية الأخرى بالتوقف ويتم ازالة اللاكتات من الخلايا ويعاد تحويله مرة أخرى الى جلوكوز .

في النباتات والفطريات : يتحلل الجلوكوز أيضا الى بيروفات ولكن يتم تحويله بعد ذلك الى الايثانول وثاني أكسيد الكربون .

إدارة الغلاف الجوي:

الدرس الأول: الترسيب الحمضي:

والضباب الدخاني الكيميائي الضوئي:

1. يعرف الترسيب الحمض بأنه مزيج من ملوثات الهواء التي تترسب من الغلاف الجوي على شكل ترسيب حمضي رطب (pH < 5.6) أو ترسيب حمضي جاف .
2. يصف نوعي الترسيب الحمضي :
   - الترسيب الحمضي الرطب من خلال الثلج والمطر والبرد والضباب .
   - الترسيب الحمضي الجاف من خلال الغبار والغازات .
3. يلخص عملية تكون الترسيب الحمضي مقتصرا على :
   - عملية تفاعل الكبريت الموجود في الوقود الأحفوري لتكوين غاز ثاني أكسيد الكبريت أثناء الاحتراق ومن ثم تحويله من خلال سلسلة من الخطوات الى حمض الكبريتيك في الغلاف الجوي .
   - عملية تحويل النيتروجين في الغلاف الجوي من خلال سلسلة من الخطوات الى حمض النيتريك بوجود الحرارة الناتجة من محركات المركبات .
4. يلخص تأثيرات الترسيب الحمضي مقتصرا على :
   - خياشيم الاسماك والجماعات الأحيائية للاسماك .
   - تساقط أوراق النبات وانخفاض انتاجية المحاصيل .
   - زيادة التجوية الكيميائية للمباني الحجرية والطوبية .
5. يصف الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي بأنه مزيج من ملوثات الهواء والجسيمات العالقة والمركبات العضوية المتطايرة (VOCs) التي تتحول من ملوثات أولية الى ملوثات ثانوية بوجود ضوء الشمس .
6. يذكر أن الاوزون الارضي هو مثال على ملوث ثانوي في الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي والذي يشكل من أكاسيد النيتروجين (NO_3) والمركبات العضوية المتطايرة (VOCs) بفعل ضوء الشمس .
7. يصف تأثيرات الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي مقتصرا على :
   - تهيج العين والجهاز التنفسي .
   - انخفاض انتاجية المحاصيل .
   - تدهور البلاستيك والمطاط .

الترسيب الحمضي:

هو مزيج من ملوثات الهواء التي تترسب من الغلاف الجوي على شكل ترسيب حمضي رطب (pH < 5.6) أو ترسيب حمضي جاف .

مصادر الترسيب الحمضي:

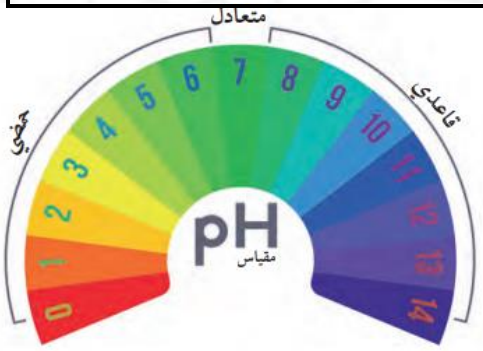
الترسيب الحمضي الرطب (مثل المطر الحمضي) والترسيب الحمضي الجاف (مثل جزيئات الغاز والغبار) من أشكال تلوث الهواء وهما نواتج من الانشطة الصناعية وقد يكون لبعض الغازات الملوثة للغلاف الجوي مصدر طبيعي مثل البراكين الا ان المصادر الرئيسية لتلوث الهواء تأتي من احتراق الوقود الاحفوري الذي يطلق غازات مثل ثاني أكسيد الكبريت (SO_4) وأكاسيد النيتروجين (NO_2) الى الغلاف الجوي .

الفرق بين ملوثات الهواء الأولية والثانوية :

وجه المقارنة	ملوثات الهواء الأولية	ملوثات الهواء الثانوية
مصدر الانبعاث	ملوث هواء ينبعث مباشرة من المصدر	ملوث هواء يتكون عندما تتفاعل الملوثات الاولية في الغلاف الجوي
المثال	العمليات الصناعية – البراكين – ثاني أكسيد الكبريت من محطات توليد الطاقة بالفحم	الضباب الدخاخني

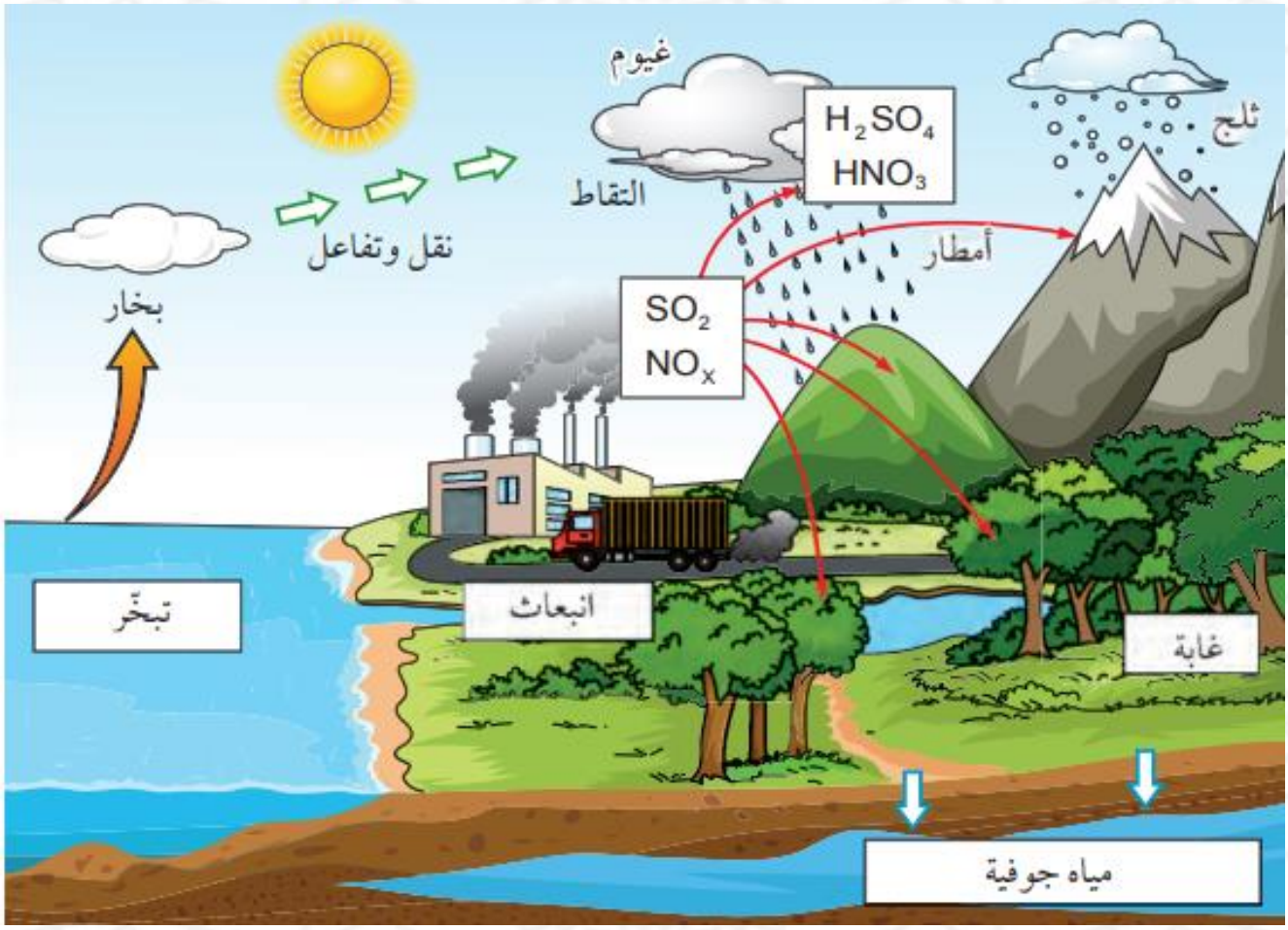
أنواع الترسيب الحمضي :

الحمضية : هي قياس (pH) لمركب كيميائي . يمتد مقياس pH من الصفر (الأكثر حمضية) إلى 14 (الأكثر قاعدية) ، والمادة التي لا تكون حمضية ولا قاعدية تكون متعادلة (تساوي 7) مثل الماء .



الترسيب الحمضي الرطب	الترسيب الحمضي الجاف
هو تلوث جوي حمضي يترسب على شكل مطر أو ثلج أو جليد أو ضباب أو برد	يحدث عندما تتفاعل الغازات وجسيمات الغبار مع الملوثات الحمضية في الغلاف الجوي وتترسب على الاسطح دون اضافة رطوبة .وعندما يتم غسل الترسيب الحمضي الجاف المتراكم على الاسطح بواسطة الامطار يتدفق الماء الحمضي الناتج فوق الارض وعندها يتسبب الضرر للنبات والحياة البرية .
يحتويان على مكونات حمضية مثل حمض الكبرتيك أو حمض النيتريك	
قد تنقل الرياح هذه الملوثات لمسافات طويلة وعبر الحدود (مشكلة دولية) .	
قد يحدثا على الاشجار والتربة والمسطحات المائية والمركبات والمباني (سبب للتآكل).	
الترسيب في البحيرات والانهار يجعل الماء أكثر حمضية .	

تكون الترسيب الحمضي :



تشكيل وحركة الترسيب الحمضي في الغلاف الجوي

يتكون الترسيب الحمضي عند انبعاث ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين الى الغلاف الجوي ، وانتقال هذه المواد من مصدر التلوث بواسطة الرياح وتيارات الهواء ، وعندما تتفاعل هذه الغازات مع بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي يتكون حمض الكبريتيك وحمض النيتريك .

وتنتج نسبة صغيرة من الحمضين من مصادر طبيعية مثل الانفجارات البركانية في حين يأتي معظمها من احتراق الوقود الاحفوري (الفحم-النفط-الغاز) .

يحتوي الوقود الاحفوري على مركبات الكبريت وعندما تتعرض هذه المركبات للاحتراق يتحد الكبريت مع الاكسجين فيتكون غاز (SO_2) ثم يصعد الى الغلاف الجوي ليتفاعل مع الاكسجين وبخار الماء مكونا حمض الكبريتيك (H_2SO_4) .

يتفاعل غاز النيتروجين من الغلاف الجوي مع الاكسجين عند درجات حرارة عالية في محركات المركبات ليتكون غاز أحادي أكسيد النيتروجين الذي يطلق من انبعاثات المركبات الى الغلاف الجوي ويتفاعل الاكسجين وبخار الماء في الغلاف الجوي لتشكيل حمض النيتريك .

تأثيرات الترسيب الحمضي :

أ – البيئات المائية :

يظهر ذلك بوضوح في البيئات المائية العذبة (البحيرات-الجداول-الاراضي الرطبة) حيث أن للعديد من الاسماك نطاقا حرجا لل pH تتمكن فيه من الازدهار وانخفاض قيمة pH عن هذا النطاق يعد ضارا .

آلية حدوث ذلك :

عندما يتدفق الماء الحمضي عبر التربة فإنه يرشح الالمنيوم من جزيئات الطين وينقله الى المسطحات المائية . يعد الالمنيوم ساما بشكل خاص للكائنات الحية التي تتنفس بالخياشيم مثل الاسماك فهو يخفض من كفاءة عمل الخياشيم في التنفس ويسبب صعوبة في التنفس ويمكن في المستويات العالية من الالمنيوم أن تقتل خلايا الخياشيم بالكامل مسببا موت للاسماك .

- بشكل عام معظم الكائنات الحية الصغيرة أكثر حساسية للظروف البيئية مقارنة بالبالغة .
- عندما تكون قيمة pH = 5 أو أقل لا يفقس كثير من بيض السمك .
- عندما تكون قيمة pH أقل بكثير تموت معظم الاسماك البالغة .
- كما أن الاسماك التي تتحمل مستويات منخفضة من pH ومستويات مرتفعة من الالمنيوم قد تموت بسبب حدوث اضطرابات في السلسلة الغذائية واختفاء مصدر غذائها .
- كما يؤدي النيتروجين الموجود في الترسيب الحمضي الى مشكلات في النظم البيئية المائية .

ب – النباتات والمحاصيل :

يتسبب تزايد الحمضية بتسرب الالمنيوم من التربة وهذا يكون ضارا للنباتات والحيوانات ، كما تسبب الحمضية المتزايدة ايضا ازالة المغذيات والمعادن المفيدة من التربة وهذا يؤثر على انتاجية المحاصيل . في الارتفاعات العالية يغطي الضباب الحمضي المنخفض النبات بطبقة حمضية رقيقة ونتيجة لذلك يتم تجريد أوراق النبات من المغذيات ما يتسبب بتحولها الى اللون البني ومع زيادة شدة التأثير تتساقط الاوراق التي من دونها لا تستطيع النباتات القيام بعملية التمثيل الضوئي مما يؤدي الي ضعف النبات وعدم قدرته على تحمل درجات الحرارة المنخفضة وايضا يؤدي الى تقليل انتاجية المحاصيل .

ج – المباني الحجرية والطوبية :

من الاضرار الناتجة من التسريب الحمضي والأكثر وضوحا تضرر الابنية والانشاءات التي شيدها الانسان وهي تتدهور **بالتجوية الكيميائية** بشكل اسرع عند تعرضها للترسيب الحمضي .

آلية حدوث ذلك :

تتفاعل كربونات الكالسيوم في الحجر الجيري والرخام مع ثاني أكسيد الكبريت لتشكل مادة أكثر ليونة تعرف **بالجبس** ويسبب ذلك تقشر الصخر أو ذوبانة وهذا يجعل هناك انفاق متزايد لاصلاح ذلك وفي بعض الحالات لا يمكن الاصلاح مما يؤدي الى فقدان بعض المباني او الاعمال ذات الأثر القيم .

الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي :

المصادر الرئيسية للتلوث في المدن هي المركبات والمصانع ومدافيء حرق الخشب وكلها ينبعث منها ملوثات تشكل أساسا للضباب الدخاني الكيميائي وهو ما يلاحظ فوق المدن باللون البني .

الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي : هو خليط من ملوثات الهواء والجسيمات العالقة والمركبات العضوية المتطايرة التي تتحول من ملوثات أولية الى ملوثات ثانوية بوجود ضوء الشمس بما في ذلك الاوزون الارضي الذي يتشكل عندما تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع المركبات العضوية المتطايرة بفعل ضوء الشمس .

المركبات العضوية المتطايرة : هي مركبات لها ضغط بخار عال وذوبانية منخفضة في الماء تنبعث هذه المركبات على شكل غازات من بعض المواد الصلبة أو السائلة بما في ذلك الطلاءات ومزيلات الطلاءات ومواد التنظيف والمبيدات ومواد البناء .

الأوزون : غاز عديم اللون والرائحة ويتكون من الاكسجين بفعل الأشعة فوق البنفسجية .

تأثيرات الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي :

له تأثيرات ضارة على :

أ – على البشر والحيوانات :

- ✓ تهيج مؤلم للجهاز التنفسي .
- ✓ صعوبة التنفس .
- ✓ انخفاض في كفاءة وظيفة الرئة .
- ✓ المستويات العالية من الضباب الدخاني يحفز نوبات الربو .
- ✓ مهيج للعيون (التهاب الملتحمة – الرمد) .
- ✓ جفاف العين .

ب – على المحاصيل الزراعية :

انتاج المحاصيل الزراعية (اصفرار الاوراق – ظهور بقع بنية فاتحة – احمرار وتبقع باللون البرونزي).

ج – البلاستيك والمطاط :

عند التعرض للملوثات والاشعة فوق البنفسجية تلتصق الجسيمات العالقة والغبار على أسطح البلاستيك والمطاط مما يسبب أضرار كيميائية لها ويشوهها ويمكن لجسيمات ملوثات الهواء العالقة أن تحدث خدوشا في البلاستيك والمطاط فتكون عرضة ايضا لتكوين طبقة لزجة .

تسرع ملوثات الغلاف الجوي الحمضية من تحلل المطاط والبلاستيك خصوصا في البيئات الرطبة فتكون ماء حمضي .

كما أن الاوزون الارضي يسبب أكسدة سريعة للبلاستيك والمطاط فيضعف .

إدارة الغلاف الجوي:

الدرس الثاني: إدارة تلوث الهواء

1. يصف استراتيجيات ادارة تلوث الهواء بما في ذلك :
   - تقليل استخدام الوقود الأحفوري واعتماد الطاقة المتجددة .
     - الحد من انبعاثات :
       - ✓ ثاني أكسـيد الكبريت : عن طريق ازالة الكبريت من غاز المداخن وازالة الكبريت من الوقود .
       - ✓ اكاسيد النيتروجين : باستخدام المحولات الحفارة .
       - ✓ الجسيمات العالقة : باستخدام المرسبات الكهروستاتيكية .
       - ✓ المركبات العضوية المتطايرة : بالاستخدام والتخزين والتخلص الآمن للمنتجات المنزلية .
     - التشريعات :
       - ✓ مبدأ الملوث يدفع .
       - ✓ تقييد استخدام المركبات في المناطق الحضرية .
       - ✓ التشريعات المحلية والوطنية والدولية (المعرفة التفصيلية بتشريعات واتفاقيات محددة غير مطلوب).

استراتيجيات ادارة تلوث الهواء :

للسـيطرة على تلوث الهواء لابد من معرفة مصـدره أولا . نظرا لكون التلوث ينتقل الى أماكن أبعد وقد يمتد الى دول ومناطق جغرافية لم تكن هي السـبب في هذا التلوث فمن المؤكد أن الحلول لابد أن تكون مرتبطة بحكومات ودول وليس أفراد فقط .

أ – تقليل استخدام الوقود الأحفوري واعتماد الطاقة المتجددة :

يتم تحقيق ذلك عن طريق تطوير مصادر طاقة متجددة وتقنيات أكثر كفاءة . وهي استراتيجية طويلة الامد حيث أنه لا يكفي الاعتماد على الانتقال الى الطاقة النظيفة بشـكل كامل وانما يجب أن يدمج مع تقنيات أخرى لتقليل التأثير المستمر الناتج من احتراق الوقود الأحفوري .

الطاقة المتجددة طاقة نظيفة يتم توليدها باسـتغلال المصـادر الطبيعية مثل (الرياح – المياه – المد والجزر – ضوء الشمس) وهي لا ينتج منها أي تلوث وبالتالي لا يذيد من مشكلة الترسيب الحمضي .

وبفضل تطوير تقنيات جديدة فإن انتاج الطاقة المتجددة في توسع (تكلفة منخفضة مع عائد مرتفع) .

من أشـهر الامثلة الحديثة هو السـيارات الكهربائية التي تعتمد على الشـحن الكهربائي . حيث تتبنى سـبطنة عمان السـيارات الكهربائية ضـمن جهودها لتحقيق الاسـتدامة وتقليل انبعاثات الكربون مستهدفة ادخال 7000 سيارة بحلول عام 2030 م .

ب – الحد من الانبعاثات :

يمكن ذلك من خلال : تقليل انبعاثات الكبريت باستخدام الفحم منخفض الكبريت أو غسل الفحم أو عن طريق تركيب واستخدام تقنية أجهزة تنقية الغازات في المداخن ومن خلال تحويل محطات الطاقة من حرق الفحم الى محطات تستخدم وقود منخفض الكبريت مثل الغاز الطبيعي أو مصادر الطاقة البديلة .

(١) ازالة الكبريت من غاز المداخن :

تعمل على ازالة (SO_2) من الغازات المنبعثة من المداخن الصناعية وهذه الطريقة قد تزيل 90% من الغازات المنبعثة من الصناعة .

(٢) ازالة الكبريت من الوقود :

صممت هذه الطريقة للتخلص من محتوى الكبريت من مصدر الوقود قبل حرقه ومن هذه الطرائق :

(أ) غسل الفحم : وهو استخدام الماء ومواد كيميائية لازالة الكبريت والشوائب من الفحم لتقليل مستوى التلوث للهواء عند حرقه .

(ب) الازالة البيولوجية للكبريت : وذلك باستخدام الكائنات الحية الدقيقة للتخلص من مركبات الكبريت من الوقود قبل حرقه .

(ت) الوقود منخفض الكبريت : وهو وقود احفوري يستخدم في قطاع النقل يتم تقليل كمية الكبريت قبل استخدام الوقود .

(٣) المحولات الحفارة :

وهي أجهزة توضع في محركات المركبات تحول الغازات الضارة الى مواد أقل ضررا كيميائيا لتقليل تلوث الهواء .

(٤) المرسبات الكهروستاتيكية :

هي أجهزة تستخدم شحنة كهربائية لازالة الجسيمات العالقة من الغازات المنبعثة في دخان المصانع ويمكن استخدام المرسبات لـ :

(ث) ازالة رذاذ الزيوت النفطية في ورش الآلآت الميكانيكية .

(ج) ازالة رذاذ الحمض في المصانع الكيميائية .

(ح) ازالة البكتيريا والفطريات في المرافق الطبية .

(خ) تنقية الهواء في أنظمة التكييف .

آلية عمل المرسب الكهروستاتيكي :

عن طريق تزويد الجسيمات العالقة التي يتم جمعها بشحنة كهربائية وهي عادة سالبة فتنجذب هذه الجسيمات المشحونة الى الواح معدنية مشحونة بشحنة معاكسة موجبة لجمع الجسيمات العالقة داخل الجهاز وتتم ازالة هذه الجسيمات عن طريق تنظيف الالواح منها عندما تتجمع بكميات كافية ثم اعادة تدويرها أو التخلص منها .

(٥) المركبات العضوية المتطايرة :

وهي مركبات لها ضغط بخار عالٍ بمعنى أنها تتبخر بسهولة وقابليتها للذوبان في الماء منخفضة وهي تنبعث من المواد الصلبة والسوائل على شكل غازات ويسهل تميزها عادة لانها تصدر رائحة قوية مثل رائحة النفط .

وتستخدم بصورة عالية في المنازل (الطلاءات – مزيلات الطلاءات – المذيبات – مواد حفظ الخشب – البخاخات الهوائية – المنظفات – المطهرات – الوقود – مواد التنظيف الجاف للملابس) لها تأثيرات قصيرة الأمد أو طويلة الأمد مثل (الصداع – الغثيان – اضطراب الحركة – السرطان – ضرر الكبد – ضرر الكلى – ضرر الجهاز العصبي المركزي)

لتقليل الخطر منها :

(د) زيادة التهوية عند استخدامها .
(ذ) عدم تخزين حاويات مفتوحة تحتوي عليها .
(ر) التخلص من الحاويات الفارغة أو قليلة الاستخدام بأمان .
(ز) الاحتفاظ بها بعيدا عن متناول الاطفال والحيوانات .
(س) شراء كميات محدودة وليس أكثر من المطلوب .
(ش) تخزينها بأمان وبطريقة تمنع اختلاطها مع منتجات أخرى .

ج – التشريعات :

" الملوِث يجب أن يكون مسؤولا "

هذا المبدأ الذي تبنى عليها التشريعات سواء أكانت محلية أو دولية أو عالمية .

" الملوِث يدفع "

وهذا أيضا مبدأ في وضع التشريعات بمعنى أن من تسبب في التلوث سواء أكان فردا أو منشأة عليه أن يدفع مقابل الاصلاح أو التضرر الناتج بسببه .

ولكن المشكلة أنه أحيانا لا نستطيع تحديد المسبب نفسه مثل استخدام واسع لمحطات الطاقة بالفحم والمركبات يعني أن مسؤولية وضع الضوابط لادارة التلوث تقع غالبا على عاتق الحكومات وليس الافراد .

بدأ التعاون الدولي لمكافحة تلوث الهواء والترسيب الحمضي منذ عام 1972 مؤتمر الامم المتحدة ومرورا بالعام 1979 باتفاقية جنيف وعدلت هذه الاتفاقات لاحقا عدة مرات حتى العام 1991 عام توثيق اتفاقات الحد من تلوث الهواء والتسريبات الحمضية .

ثم بدأت الدول لانشاء قوانين محلية للحد من هذه التلوثات من خلال فرض غرامات وعقوبات صارمة على كل من يتسبب في ازدياد هذا التلوث سواء على مستوى الافراد أو المنشآت .

ومن أشهر القوانين التي ساهمت في ذلك على سبيل المثال فرض تطبيق نظام رسوم الازدحام المروري في لندن عام 2003 حيث يطلب من السائقين دفع رسوم عند دخولهم الى منطقة الازدحام بين الساعة 7 صباحا و 6 مساء من يوم الاثنين الى يوم الجمعة ، وبين الساعة 12 ظهرا و 6 مساء خلال يومي السبت والأحد والعطلات الرسمية .

بالاضافة الى ذلك يوجد في لندن منطقة انبعاثات منخفضة جدا والتي تتطلب من المركبات القديمة دفع رسوم للدخول اليها أقل من موديلات العام 2011 م

وعلى المستوى المحلي بسلطنة عمان ولمعالجة مشكلة الازدحام المروري يمكن تحسين وتوسيع شبكات النقل العام لتكون أكثر راحة وكفاءة ما يشجع السكان على استخدامها بدلا من الاعتماد على المركبات الخاصة كما يمكن تطوير مسارات مظللة وآمنة للمشاة والدرجات الهوائية مع مراعاة طبيعة الطقس الحار بتوفير مظلات ومحطات انتظار مكيفة .

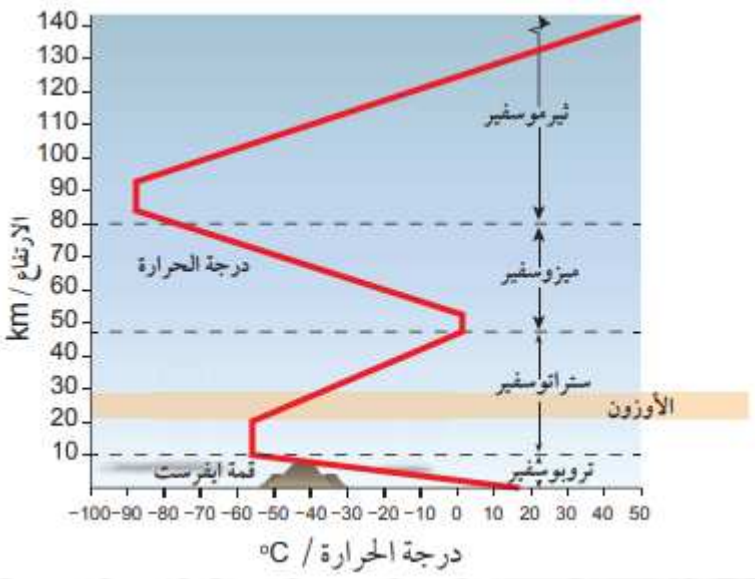
بالاضافة الى امكانية تطبيق نظام العمل المرن أو العمل عن بعد في المؤسسات الحكومية والخاصة بحيث يتم توزيع أوقات بدء وانتهاء العمل لتخفيف الضغط على الطرق خلال اوقات الذروة . كما أن ادارة حركة المرور من خلال تطوير أنظمة الاشارات الذكية وتوسيع الطرق في المناطق الأكثر ازدحاما سيسهمان في تسهيل الحركة وتقليل الازدحام .

إدارة الغلاف الجوي

الدرس الثالث : استنفاد الأوزون

1. يذكر أن تركيز الاوزون يقاس باستخدام وحدة دوبسون .
2. يعرف مصطلح ثقب الاوزون بأنه المنطقة التي يكون فيها متوسط تركيز الاوزون أقل من 100 وحدة دوبسون .
3. يلخص كيفية حدوث استنفاد الاوزون كالآتي :
   - مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) الموجودة في عبوات الهباء المضغوط والثلاجات ، هي مركبات غير متفاعلة ولا تتفكك في طبقة التروبوسفير .
   - تنتقل مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) الى طبقة الستراتوسفير وتتفكك بفعل الأشعة فوق البنفسجية لتطلق ذرة الكلور .
   - التفاعلات السريعة بين ذرات الكلور والاوزون تؤدي الى تفكك الاوزون الى أكسجين الأمر الذي يتسبب باستنفاد الاوزون .
   - تبقى ذرات الكلور في طبقة الستراتوسفير ويمكن أن تستمر في تدمير الاوزون (المعرفة التفصيلية للآليات الكيميائية غير مطلوبة) .
4. يشرح سبب استنفاد الاوزون بشكل أكبر فوق القارة القطبية الجنوبية بما في ذلك : درجة الحرارة والسحب الستراتوسفيرية القطبية (PSCs) والدوامة القطبية .
5. يصف تأثيرات استنفاد الاوزون بسبب زيادة كميات الأشعة فوق البنفسجية بما في ذلك :
   - صحة الانسان (الساد ـ سرطان الجلد).
   - انخفاض انتاج المحاصيل .
   - انخفاض التنوع البيولوجي للنظم البيئية الارضية والمائية .
   - تدهور المواد المستخدمة في الملابس والبناء .
6. يلخص التأثيرات المرتبطة باستخدام بعض بدائل المواد المستنفدة للاوزون بما في ذلك :
   - مركبات الهيدروكلورفلوروكربونات (HCFCs) .
   - الغازات المفلورة (الغازات – F) .
7. يلخص أهمية الأدلة التجريبية لدعم فرضية ما . باستخدام فرضية تدمير الاوزون التي اقترحها رولاند ومولينا كمثال .
   - في البداية لم تقبل الفرضية الرئيسية .
   - لم يتم دعم بعض الفرضيات المساعدة بأدلة تجريبية .
   - ادت الفرضية الى مزيد من الا بحاث وجمع البيا نات من قبل علماء آخرين والتي أكدت أن مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) هي مركبات مسنفدة للاوزون .
8. يقيم الاتفاقيات الدولية المستخدمة لتقليل استخدام المواد المستنفدة للاوزون والتخلص منها تدريجيا (المعرفة التفصيلية لاتفاقيات دولية محددة غير مطلوبة) .

استنفاد الأوزون :



نحو 90% من أوزون (O_3) الغلاف الجوي للارض يوجد في الستراتوسفير حيث يشكل هذا طبقة أكثر تركيزا من أي مكان آخر في الغلاف الجوي . يتم قياس التركيز الاجمالي للاوزون في الغلاف الجوي بوحدة (دوبسون) تعادل وحدة دوبسون طبقة من الاوزون النقي بسمك 0.01mm عند درجة حرارة وضغط قياسيين . يعد عمود الاوزون الذي يقل قياسه عن 220 وحدة دوبسون منطقة استنفاد للاوزون في حين يشير قياس أقل من 100 وحدة دوبسون إلى وجود ثقب في طبقة الاوزون .

أسباب استنفاد الأوزون (ثقب الاوزون):

السبب الرئيسي : النشاط البشري المتمثل في تصنيع المواد الكيميائية (مركبات الكلوروفلوروكربونات)

أين توجد مركبات الكلوروفلوروكربونات : مواد غير متفاعلة ومستقرة في الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي (التروبوسفير) .

تبقى هذه المواد في التروبوسفير الى أجل غير مسمى لانها لا تتحلل ولكن عند انتقالها الى الستراتوسفير فإنها تتعرض للاشعة فوق البنفسجية التي تعمل على تكسير جزيئات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) فتنتج ذرات الكلور يتفكك الاوزون بسرعة بواسطة ذرات الكلور لتكوين أحادي أكسيد الكلور (ClO) والاكسجين .

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$

يتجدد الاوزون بشكل طبيعي في الستراتوسفير ومع ذلك فإن معدل استنفاده بسبب تأثير مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) أكبر من معدل قدرته على التجدد لأن ذرات الكلور تبقى في الستراتوسفير . يمكن لاحادي أكسيد الكلور الذي يتشكل في التفاعل أعلاه أن يتفكك مرة أخرى لاطلاق ذرات الكلور والتي تتفاعل مع المزيد من الاوزون .

وجود جزيئات مثل الميثان التي تفكك الاوزون بشكل طبيعي في الغلاف الجوي الى جانب قدرة طبقة الاوزون على التعافي طبيعيا من هذا الضرر يشير الى امكانية تعافيها اذا توقف انتاج مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) .

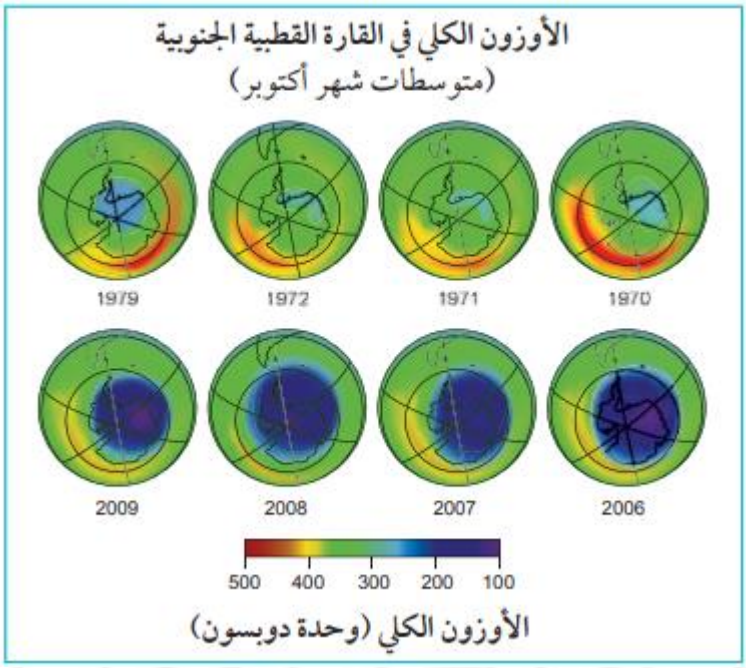
أماكن استخدامها : الثلاجات – المذيبات – عبوات الهباء المضغوط – العوامل الكيميائية المستخدمة في تشكيل الرغوة .



عبوات الهباء المضغوط

استنفاد الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية :

في أوئل الثمانينيات حدد العلماء الضـرر الذي لحق بطبقة الأوزون بسبب مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) إذ تكون ثقب في طبقة الاوزون فوق القارة القطبية الجنوبية وتم تحديد المزيد من اسـتنفاد الاوزون عند خطوط العرض المتوسطة .



أثار هذا الاكتشاف قلقا كبيرا ونتيجة الى ذلك حث العلماء السياسين على وضع أنظمة وقوانين عالمية لـلسـيـطـرة عـلـى اسـتـخـدام مـركـبـات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) .

توجد المواد المسـتنفدة للاوزون في جميع انحاء الستراتوسفير لانها تنقل لمسافات طويلة بواسطة الرياح في الغلاف الجوي . وحدث الثقب في طبقة الاوزون فوق القارة القطبية الجنوبية بسـبب الظروف الجوية الخاصة بذلك الجزء من الكوكب. فدرجات الحرارة المنخفضـة جدا عند مسـتويات مختلفة في السـتراتوسـفير فوق منطقة واسـعة من القارة القطبية الجنوبية ولفترة زمنية طويلة في الشتاء تؤدي الى تطوين السحب الستراتوسفيرية والرطوبة على ارتفاعات عالية بتكوين السـحب السـتراتوسـفيرية القطبية السـائلة والصـلبة . تعمل التفاعلات الكيميائية على سـطح السـوائل والمواد الصـلبة على وفرة الكلور النشـط (غاز الكلور) الذي يتفاعل مع الاوزون مسـببا تكون ثقب الاوزون فوق القارة القطبية الجنوبية الجنوبية في أواخر الشـتاء وأوائل الربيع . تتفاقم المشـكلة أكثر بسـبب حقيقة أن الهواء السـتراتوسـفيري في منطقة القارة القطبية الجنوبية معزول نسـبيا عن مناطق سـتراتوسـفيرية أخرى لفترة طويلة من الزمن . ويعود سـبب ذلك الى الرياح التي تحيط بالقطب أثناء أشـهر الشـتاء الذي بدوره يشكل دوامة قطبية تمنع هذه الدوامة القطبية اختلاط الهواء فوق القارة القطبية الجنوبية بالهواء خارج هذه المنطقة لذا بمجرد وجود غازات الكلور في هذه المنطقة أثناء الشـتاء فانها تبقى لمدة زمنية طويلة ما يتسـبب بالضـرر المستمر لطبقة الاوزون الستراتوسفيرية .

تأثيرات استنفاد الأوزون :

زيادة كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل الى سطح الارض حيث يؤثر ذلك على :

أ – البشر :

سرطان الجلد – تثبيط جهاز المناعة – تكون الساد (اعتام عدسة العين "النزول الأبيض").

ب – النبات :

نمو النبات – كيفية تكوينها واستخدامها لمغذياتها – القدرة التنافسية – مقاومة الامراض – الصمود في المناخ العالمي المتغير .

ج – الكائنات البحرية :

انخفاض اعداد العوالق النباتية وهي اساس تشكيل الشبكات الغذائية البحرية ولها دور هام في التنوع البيولوجي – تأثير سلبي على المراحل المبكرة من نمو العديد من الكائنات البحرية .

د – المواد المستخدمة تجاريا :

تفقد قوتها فتتشقق وتتفتت مثل : مواد تصنيع الملابس ومواد البناء (السيليكون - الزجاج) .

تأثيرات بدائل مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) :

لمركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) دور مهم في مجموعة واسعة من التطبيقات الصناعية مثل :

التبريد والمكيفات الهوائية – تنظيف الالكترونيات – مكافحة الحرائق .

ولحماية هذه الصناعات كان من الضروري ايجاد مواد كيميائية بديلة تؤدي نفس الوظيفة بدون احداث تأثيرات بيئية .

المواد الكيميائية البديلة :

هيدروكلورفلوروكربونات (HCFCs) :

مواد مبردة تحتوي على الهيدروجين وهي ليست مستقرة فتتفكك بشكل سريع في الغلاف الجوي وهي ايضا لها تأثير على طبقة الاوزون الا انه تأثير أقل وهي غازات دفيئة تسهم بشكل أقل في الاحترار العالمي .

هيدروفلوروكربونات (HFCs) أو الغازات المفلورة (الغازات – F) :

هي غازات مصنعة ولا تضر بطبقة الاوزون الا انها غازات دفيئة قوية تسبب بالاحترار العالمي بشكل كبير بمقدار يفوق تأثير CO_2 بـ 23000 مرة .

فرضية تدمير الاوزون :

الفرضية هي تخمين مبني على الملاحظة والمعرفة ، ولتكون الفرضية ذات قيمة يجب أن تكون قابلة للاختبار واحتمال اثبات خطئها ، كما أنه يجب أن ينتج من أي استقصاء علمي للفرضية معلومات موثوقة . الفرضيات التي لا تدعمها البيانات العلمية تسبب مشكلة عند محاولة اقناع الاخرين بأهميتها .

فرضية تدمير الاوزون لرولاند ومولينا:

عام 1974م كان العالم رولاند والعالم مولينا هما أول من أكتشفا أن طبقة الاوزون في الغلاف الجوي للارض يمكن أن تستنفد بواسطة مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) .

الاقتراح المقدم :

أن مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) طويلة الامد قد تصل الى الستراتوسفير حيث يتم تفككها بواسطة الاشعة فوق البنفسجية . ما يؤدي الى اطلاق ذرات الكلور .

الفرضية :

أن طبقة الاوزون الواقية للارض تتضرر بواسطة المواد الكيميائية الاصطناعية المسماة الكلوروفلوروكربونات (CFCs) .

طريقة اعتماد الفرضية :

على عكس أي فرضية تبني على أدلة جديدة مهمة فقد عمل العالمان على جمع المعلومات المتوافرة عن التفاعلات الكيميائية والعمليات التي تحدث في الغلاف الجوي ثم استخدما هذه المعلومات ليظهر أن جميع العوامل مجتمعة تشكل تهديدا بيئيا .

الفرضيات المساعدة :

قامت على عدة فرضيات مساعدة منها : سرعة تفاعل الكلور مع جزيئات الاوزون .
وفي حال ثبت خطأ إحدى الفرضيات المساعدة فإن فرضية رولاند ومولينا ستكون خاطئة أيضا .

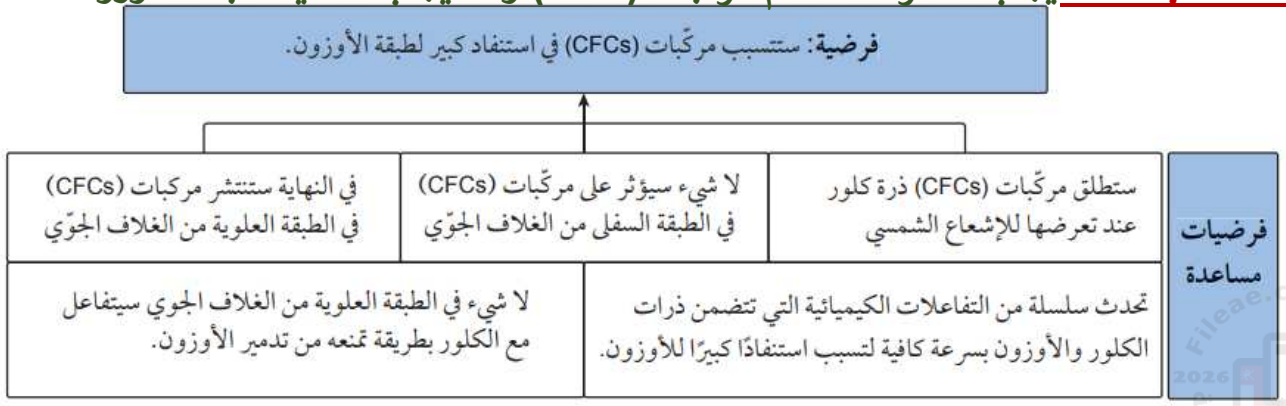
اشكاليات الفرضية :

عدم وجود بيانات علمية تدعمها . مع ذلك قام العلماء بدراسة الظاهرة واجراء مزيد من الاستقصاءات وقدموا بيانات موثوقة حول كيفية تدمير طبقة الاوزون نتيجة التفاعلات الكيميائية بين مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) وجزيئات الاوزون .

الملاحظات :

أظهرت القياسات المختبرية والملاحظات التي تم رصدها في طبقة الستراتوسفير على مدى ثلاث سنوات أن مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) كانت بالفعل مصدر رئيسي لاستنفاد الاوزون من الستراتوسفير كما أن معظم مركبات (CFCs) التي يتم انتاجها ستصل في نهاية المطاف الى طبقة الاوزون وتضر بها .

خلاصة البحث : يجب حظر استخدام مركبات (CFCs) وأنه يجب حماية طبقة الاوزون



الاتفاقيات الدولية :

عندما بدأ العالم يدرك أن التلوث الناتج من دولة واحدة قد يضر الكوكب بأكمله لذا كانت هناك الحاجة الى التوصل الى اتفاق عالمي للسيطرة على المشكلة .

بروتوكول مونتريال لتقليل استخدام مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs). تم التفاوض بشأنه من قبل 24 دولة والمجتمع الاقتصادي الاوروبي عام 1987 م .

أهداف البروتوكول : تقليل انبعاثات مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs)بنسبة 50% بحلول عام 2000م وفي النهاية التوقف التام التدريجي عن استخدامها .

تعزيز البروتوكول : عام 1990 لندن وعام 1992 كوبنهاجن حيث وقعت 191 دولة على اتفاقية التوقف عن استخدام مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) بحلول 1995م .

الدول منخفضة الدخل (LICs) : منحت وقتا أطول لتحقيق هذه الاهداف ، ولمساعدتهم على الانتقال الى تقنيات كيميائية أكثر صداقة للبيئة منحت مساعدات مالية .

تعديل كيجالي 2016م : اضاف الغازات المفلورة الى قائمة المواد الخاضعة للرقابة وقد وافق الاعضاء بالكامل .

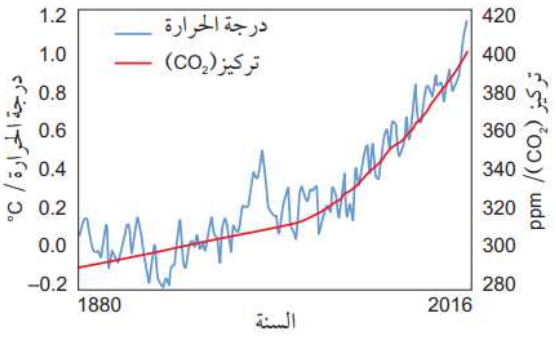
إدارة تغير المناخ

الدرس الأول: تغير المناخ

1. يعرف غازات الدفيئة بأنها الغازات الموجودة في الغلاف الجوي والتي تمتص الأشعة تحت الحمراء ، ويحدد بعض غازات الدفيئة الشائعة مقتصرا على : ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والميثان .
2. يصف المصادر الرئيسية لانبعاثات غازات الدفيئة الناتجة من الأنشطة البشرية بما في ذلك :
   - احتراق الوقود الاحفوري (ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء) .
   - زراعة الارز وتربية الماشية (الميثان) .
   - انصهار الجليد في التربة الصقيعية (ثاني أكسيد الكربون والميثان) .
   - مواقع ردم النفايات (الميثان) .
3. يشرح كيف يساعد تأثير الاحتباس الحراري الطبيعي في الحفاظ على دفء الارض بما يكفي لاستدامة الحياة .
4. يشرح كيف أن زيادة تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي تسبب زيادة تأثير الاحتباس الحراري المعزز مما يؤدي الى الاحترار العالمي وتغير المناخ .
5. يلخص صعوبات مراقبة تغير المناخ والتنبؤ به بما في ذلك :
   - البيانات التاريخية المحدودة المستخدمة لاعادة بناء الظروف المناخية الماضية (عينات لب الجليد ، حلقات الاشجار ، السجلات التاريخية).
   - التنبؤات المناخية المستقبلية من خلال استخدام نماذج مناخية حاسوبية تستخدم متغيرات مختلفة .
   - آليات التغذية الراجعة المناخية ليست مفهومة تماما .
   - التأخير الزمني بين السبب والتأثير .
   - عدم اليقين بشأن استخدام بعض البيانات في استخلاص النتائج أدى الى اختلاف وجهات النظر العلمية والسياسية .
6. يلخص كيفية تأثير الجدل حول تغير المناخ بما يأتي : التحيز العلمي ـ بيانات غير موثوقة ـ الابلاغ الكاذب عن الاستنتاجات العلمية .

تغير المناخ : هو تغير المناخ على الارض باستمرار في دورة طبيعية من الاحترار والتبريد .

لوحظ في الاعوام الاخيرة تحول كبير في متوسط درجات الحرارة العالمية حتى عام 2023م . فإن السنوات العشر الأخيرة هي على التوالي : 2023 – 2016 – 2020 – 2019 – 2017 – 2015 – 2022 – 2021 - 2018 – 2014 . المرة الأولى التي كانت فيها درجة الحرارة كل يوم من أيام السنة أكثر بمقدار 1°C من متوسط درجات الحرارة العالمية ما قبل الثورة الصناعية. وتظهر السجلات أيضا أن كل عقد منذ ثمانينيات القرن الماضي كان أكثر حرارة من العقد الذي سبقه ومن المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه التصاعدي في المستقبل .



الغازات الدفيئة :

هي غازات موجودة في الغلاف الجوي تمتص الأشعة تحت الحمراء مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والميثان .

المصادر الرئيسية لانبعاثات غازات الدفيئة الناتجة من الأنشطة البشرية :

١ – احتراق الوقود الأحفوري :

من أين يأتي الوقود الأحفوري ؟

من تحلل الكائنات الحية الغنية بالكربون والمدفونة تحت الأرض .

كيف يتم استخدامه ؟

يتم استخراجه وحرقه بهدف الحصول على الطاقة .

ما الضرر في حرقه ؟

يؤدي احتراقه الى :

- **اطلاق كميات كبيرة من (CO_2) من رواسب الكربون الموجودة تحت الارض الى الغلاف الجوي .**
- **الماء الذي يتم اطلاقه على شكل بخار الماء .**

التغييرات في تركيزهما يؤديان الى ارتفاع درجات الحرارة العالمية بسبب قدرتهما على امتصاص الاشعة تحت الحمراء في الغلاف الجوي .

ما أكثر صور الوقود الأحفوري خطورة ؟

الفحم هو الاكثر تلويثا ويقدر احتراق الفحم أكثر من 40% من انبعاثات (CO_2) العالمية، والنفط يشكل 30% ، والغاز الطبيعي نحو 20% .

٢ – زراعة الأرز وتربية الماشية :

أ - زراعة الارز : يزرع الارز في حقول مغمورة بالمياه ، تمنع كمية المياه اللازمة للزراعة وصول الاكسجين الى التربة حيث يحدث التحلل البيولوجي ويؤدي ذلك الى خلق ظروف مناسبة تجعل البكتيريا تحلل النباتات وتطلق غاز الميثان كما تمثل زراعة الارز نحو 19% من اجمالي انبعاثات غازات الدفيئة وبالتالي يجب أن يؤخذ تأثيرها الاكبير بالاعتبار عند ادارة تغير المناخ ويمكن تحقيق ذلك من خلال تغيير اساليب الزراعة : مثل التحول من الحقول المغمورة بالمياه الى تقنيات اخرى مثل التناوب بين الترطيب والتجفيف وهذا بدوره سيوفر الماء أيضا.

ب - تربية الماشية : لها تأثيرات كبيرة على انبعاثات غازات الدفيئة وذلك لسببين :

(١) تأكل الماشية كميات كبيرة من النبات : في اثناء الهضم تفكك الانزيمات النباتات ما يؤدي الى اطلاق غاز الميثان .

(٢) ازاحة مساحات كبيرة من الغابات من أجل تربية الماشية : يؤدي الى زيادة مستوى (CO_2) في الغلاف الجوي كما يؤثر على التنوع البيولوجي .

٣ - انصهار الجليد في التربة الصقيعية :

يطلق الميثان عند انصهار الجليد المخزن في التربة الصقيعية . (مثال: ألاسكا وروسيا "يتسبب دفء المناخ باطلاق غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون الذي كان محتجزا في المادة العضوية التي كانت سابقا متجمدة في التربة الصقيعية") ويمثل هذا تأثير تتابعي (يتسبب حدوث حدث ما بوقوع حدث آخر والحدث الثاني يصبح أسوأ من الحدث الأول) وبالتالي يتم تسريع ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي في آلية تغذية راجعة مناخية ايجابية .



آلية التغذية الراجعة للاحترار العالمي
حدوث تغير واحد يسبب حدوث تغير آخر

كلما زاد إطلاق غاز الميثان زاد انصهار التربة الصقيعية

٤ - مواقع ردم النفايات :

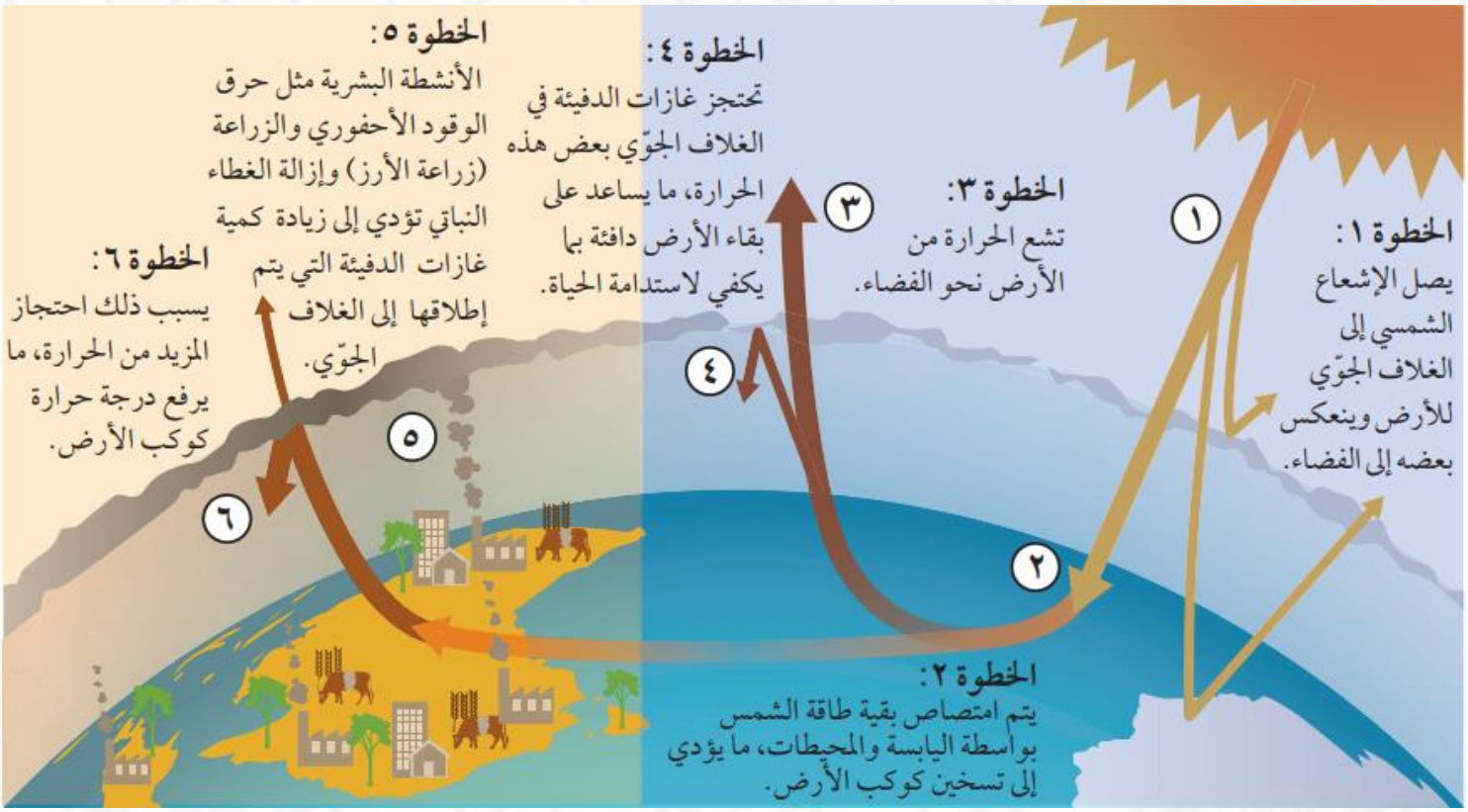
غاز (LFG) هو غاز ردم النفايات وهو ناتج ثانوي طبيعي لتحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات المدفونة ، وهو يتكون غالبا من الميثان و (CO_2) بنسب متساوية ، وقد وجد عام 2019م أن (LFGs) تمثل ثالث أكبر مصدر لانبعاثات الميثان المرتبطة بالبشر في USA حيث تسهم بنسبة 15% تقريبا من غازات الدفيئة السنوية ، مع ذلك تستخرج العديد من الدول الان غاز الميثان من مواقع ردم النفايات لأنه يمكن استخدامه كمصدر للطاقة المتجددة ما ساعد في تقليل الانبعاثات من بعض مواقع ردم النفايات .

أنوع الاحتباس الحراري:

هناك نوعان من الاحتباس الحراري :

أ – الاحتباس الحراري الطبيعي : هو ظاهرة طبيعية تحدث بسبب غازات الدفيئة في الغلاف الجوي لكوكب ما ، حيث تعمل هذه الغازات كعازل يمنع تسرب الحرارة الى الفضاء ما يحافظ على درجة حرارة سطح الارض أعلى مما ستبلغه في حال عدم وجود هذه الغازات .

ب – الاحتباس الحراري المعزز : هو ظاهرة تحدث عندما تؤدي الانشطة البشرية الى زيادة تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي في فترة زمنية قصيرة ما يسبب زيادة كبيرة في الحرارة المتحجرة في الغلاف الجوي ويؤدي الى ارتفاع درجة حرارة سطح الارض وتغير المناخ



الاحتباس الحراري الطبيعي وتأثير الاحتباس الحراري المعزز

تاثيرات الاحتباس الحراري المعزز :

يؤدي الى حدوث خلل في توازن غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ، وقد أدى هذا التراكم لغازات الدفيئة في الاعوام الأخيرة الى زيادة متوسط درجة حرارة سطح الأرض (الاحترار العالمي) .

صعوبات مراقبة تغير المناخ والتنبؤ به :

أ – البيانات التاريخية :

هي دراسة المناخات الماضية حيث يستخدم العلماء مصادر مثل :

(١) لب الجليد . (٢) حلقات الاشجار.

للحصول على بيانات كمؤشر غير مباشر وتسمى البيانات البديلة حيث تعتمد على السجلات الطبيعية من البيئة . كما يرجع العلماء الى السجلات التاريخية من سجلات السفن والمزارعيين ومذكرات المسافرين والصحف حيث توفر هذه المصادر بيانات كمية ونوعية تحدد من خلالها الظروف المناخية في الماضي .

(١) **لب الجليد :** تظهر عينات لب الجليد المأخوذة من مناطق قريبة من القطبين تساقط الثلوج التي تراكمت على مدى فترات طويلة جدا من الزمن . يقوم العلماء بحفر لب الجليد من الاعماق ويحللون الجليد للحصول على معلومات عن درجات الحرارة السابقة وهطول الامطار ومكونات الغلاف الجوي والنشاط البركاني .

(٢) **حلقات الاشجار :** أثناء نمو الشجرة بحيث تضيف الشجرة كل عام طبقة نمو جديدة الى الجزء الخارجي من جذعها . ويمكن استخدام الحلقات التي تتكون لتحديد الظروف المناخية في زمن نموها ويؤثر المناخ بشكل مباشر على معدل نمو الشجرة . فيعبر سمك حلقات الاشجار وكثافتها وتكوينها عن التغيرات في المناخ .

موثوقية البيانات التاريخية :

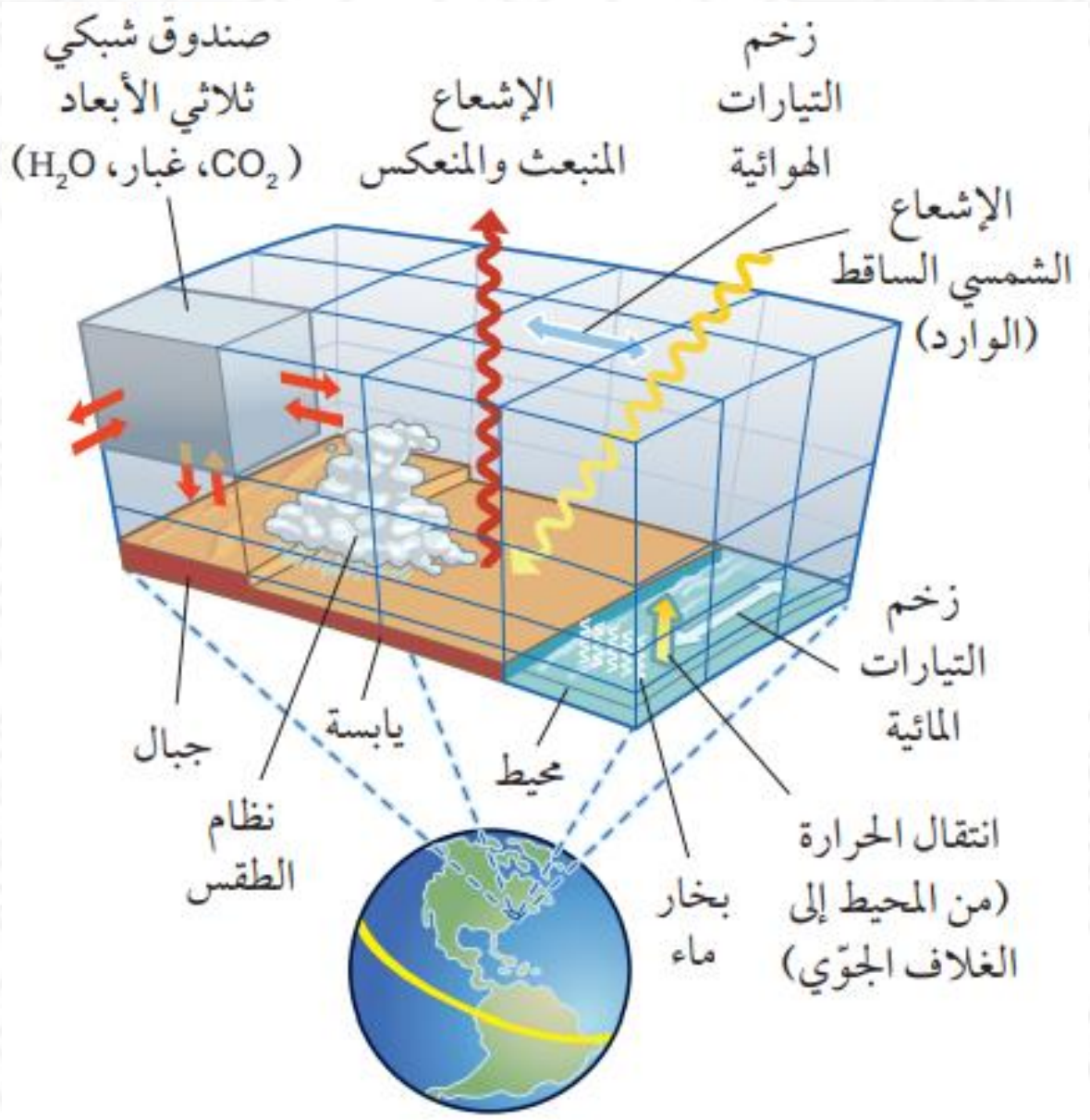
بدأت السجلات المناخية البشرية الحديثة الموثوقة فقط في أواخر القرن التاسع عشر . لذلك تعد البيانات التاريخية مهمة عند محاولة تحديد طبيعة المناخ في الماضي .ومع ذلك فإن مجموعة بيانات واحدة من البيانات البديلة لا تعد مؤشرا موثوقا به للمناخ في الماضي . لذا من المهم تقييم أكثر من مجموعة من البيانات البديلة من عدة مصادر عند تقدير طبيعة المناخ .

مثال : عند دراسة مجموعة واحدة من البيانات البديلة لحلقات الاشجار لا تشكل هذه البيانات وحدها مصدرا موثوقا لان البيانات تظهر أن حلقات الاشجار في القرن العشرين نمت بشكل أبطأ من المتوقع لها في ضوء درجات الحرارة المسجلة ولكن اذا جمعنا ودمجنا مصادر متنوعة من البيانات المناخية التاريخية يمكننا زيادة الموثوقية وفهم ما كان عليه المناخ في الماضي . على سبيل المثال اذا اشارت جميع البيانات من المصادر المختلفة الى فترات أكثر برودة فإنها تصبح أكثر موثوقية . يمكن استخدام البيانات البديلة للبحث عن الاتجاهات في البيانات لكنها لا تعد قطعية حتى الآن .

ب – النماذج المناخية الحاسوبية :

هي تستخدم للتنبؤ بالمناخ في المستقبل وتستخدم هذه النماذج مجموعة واسعة من المتغيرات مثل :

(١) درجة الحرارة . **(٢) الهطول.** **(٣) اتجاه الرياح وسرعتها .**
(٤) درجات حرارة المحيطات والتيارات . **(٥) التغيرات في غازات الدفيئة .**
(٦) معدلات انصهار الجليد على اليابسة وفي البحار . **(٧) معدل تجمد التربة الصقيعية .**



مفهوم النمذجة المناخية الذي يبين تعقيد البيانات المتفاعلة الواجب أخذها بالاعتبار عند محاولة التنبؤ بالتغيرات في المناخات العالمية .

آليات التغذية الراجعة المناخية :

هي عمليات يمكنها تسـريع أو إبطاء العوامل المسببة لتغير المناخ ، وهي تؤدي الى تفاعل تسلسلي يتكرر مرارا وتكرارا .

تسـبب آلية التغذية الراجعة المناخية الايجابية تسـريع معدل التغير المناخي . يمكن استخدام انصهار الجليد المخزن في التربة الصقيعية كمثال :

١. مع احتباس المزيد من الحرارة في الغلاف الجوي بسـبب زيادة تراكيز غازات الدفيئة بما فيها غاز الميثان يصبح الغلاف الجوي أكثر دفئا .
٢. يحفز ذلك انصهار الجليد المخزن في التربة الصقيعية في مناطق التندرا .
٣. يؤدي انصـهار الجليد في التربة الصـقيعية الى اطلاق المزيد من غاز الميثان الى الغلاف الجوي .
٤. يسبب هذا الميثان الاضافي ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي .
٥. ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي يؤدي الى المزيد من انصهار الجليد في التربة الصقيعية

من الصـعب التنبؤ بآليات التغذية الراجعة هذه وتأثيرها على المناخ لعدة أسـباب منها :

- الطبيعة المعقدة لآليات التغذية الراجعة المناخية .
- العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية المتضمنة .
- عدم اليقين في كميات الكربون المحتجزة .
- النماذج المناخية الحاسوبية غالبا ما تضطر الى تبسيط بعض العمليات أو حتى اغفال بعض آليات التغذية الراجعة التي لم يتم فهمها جيدا بعد .أو يصعب تمثيلها رياضيا . ما يجعل تنبؤاتها أقل موثوقية .

التأخير الزمني بين السبب والتأثير :

يوجد تأخير زمني بين الأحداث (السبب) ، والنتيجة (التأثير) في المناخ العالمي .

تقدر الدراسات احتمال وجود عقود من الزمن بين الزيادة أو الارتفاع الحاد في غازات الدفيئة (السبب) ومعظم الارتفاعات في درجة حرارة سطح الارض الذي تسببه (التأثير) . ما يعني أن التغيرات المناخية الحالية تعود الى انبعاثات غازات الدفيئة التي حدثت قبل عقود .

يعود هذا التأخير الى الزمن الذي تستغرقه المحيطات لاظهار التغير في درجات حرارتها .

فسر .. تسخن المحيطات بشكل أبطأ بكثير من الغلاف الجوي ؟

ذلك لأن كتلة المحيط تبلغ 500ضعف كتلة الغلاف الجوي ويلزم طاقة حرارية أكبر لرفع درجة حرارة الماء السائل أكثر مما يتطلبه الحجم نفسه من الهواء .

عدم اليقين في البيانات :

الشك في التنبؤات التي تقدمها النماذج المناخية الحاسوبية سببها عدم اليقين في مجموعة من العوامل مثل :

- ✓ البيانات التاريخية .
- ✓ آليات التغذية الراجعة .
- ✓ التأخير الزمني بين سبب وتأثير التغير المناخي .
- ✓ البيانات المفقودة المرتبطة بالعمليات في النظام المناخي والتي تحدث على نطاق صغير بحيث يصعب قياسها أو مراقبتها بدقة .
- ✓ آليات مناخية معقدة جدا بحيث لا تتوافر البيانات لاعادة تمثيلها في النماذج .

كل هذه العوامل تجتمع لتسبب حالة من عدم اليقين أدت الى اختلافات في الرأي بشأن التغيرات المناخية المستقبلية المحتملة ضمن المجتمعات العلمية والسياسية في جميع أنحاء العالم ولكن مع خضوع النماذج المناخية الحاسوبية للاختبار والتحسين زاد اليقين حول تغير المناخ وأسبابه خصوصا في المجتمع العلمي .

ج – التحيز العلمي واساءة استخدام البيانات المناخية :

التغيرات في المناخ العالمي معقدة ويعني هذا أن العلماء يواجهون تحديا لاثبات دون أي شك أو تحيز ، ان انبعاثات الكربون هي السبب الوحيد للتغيرات المناخية التي نشهدها ويشكك بعض العلماء في البيانات التي تم جمعها ويطبقون تحيزهم الخاص لتفسيرها . في حين يعارض بعضهم الآخر وجود تغير مناخي لأسباب تتراوح بين سوء استخدام البيانات واختيار استخدام البيانات بشكل انتقائي وعدم فهم ما تشير اليه .

ما نتيجة التحيز والبيانات غير الموثوقة ؟

وجود تقارير خاطئة أو ما يسمى **بالابلاغ الكاذب** عن المعلومات العلمية المرتبطة بالتغير المناخي .

ونتيجة لذلك أثيرت شكوك حول أسباب الابلاغ الكاذب اضافة الى تأثير مصادر التمويل على الموضوعات البحثية التي يتم تناولها . فالمجموعات التي تريد إثبات وجود تغير مناخي أو عدم وجوده تمول لابحاث تدعم حجتها . وتكون النتيجة بيانات غير متوازنة لها محددات مهمة لانها لا تعالج جميع البيانات بالتساوي .هذا مثال على **التحيز التأكيدي** بحيث يسعى الباحث الى الحصول على معلومات تدعم ما يعتقد أنه صحيح ويثير التحيز التأكيدي المزيد من الشكوك في اذهان عامة الناس ووسائل الاعلام الذين يفتقرون الى الفهم العلمي الصحيح لتغير المناخ .

يزعم ويجادل المشككين في أن الاسباب الرئيسية لاحترار المناخ الملحوظ ليست بالضرورة مرتبطة بالانشطة البشرية التي تتسبب بانبعاثات وغازات الدفيئة . بدلا من ذلك يقترحون أن عوامل طبيعية مثل النشاط البركاني ودوران المحيطات والتباين الشمسي هي التي تسبب احترار المناخ . ولكن هذا لا يدعمه البيانات العلمية .

الاستخدام المتحيز للبيانات المرتبطة بهذه العوامل يعزز حجج أولئك الذين ينكرون دور الانشطة البشرية في تغير المناخ كما يقلل من شأن البيانات التي توضح كيف تسبب الانشطة البشرية تغير المناخ .

الاسباب الطبيعية للتقلبات في المناخ العالمي:

البراكين

تطلق البراكين ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وجسيمات الغبار في الغلاف الجوّي. انبعاثات (CO_2) تغيّر درجات الحرارة في الغلاف الجوّي عن طريق احتجاز المزيد من الحرارة. يقلل (SO_2) وجسيمات الغبار مستويات الإشعاع الشمسي الساقط (الوارد)، ما يؤدي إلى خفض درجات حرارة الغلاف الجوّي، لذلك، يمكن للبراكين التأثير بشكل مباشر على الظروف في الغلاف الجوّي.

تيارات المحيط

تعمل تيارات المحيط على تدوير الحرارة حول الأرض، فتنقل الدفء من خط الاستواء نحو القطبَين، والمياه الأكثر برودة من القطبَين إلى خط الاستواء. وقد يتغير اتجاه وقوة هذه التيارات مع ازدياد دفء أو برودة المناطق.

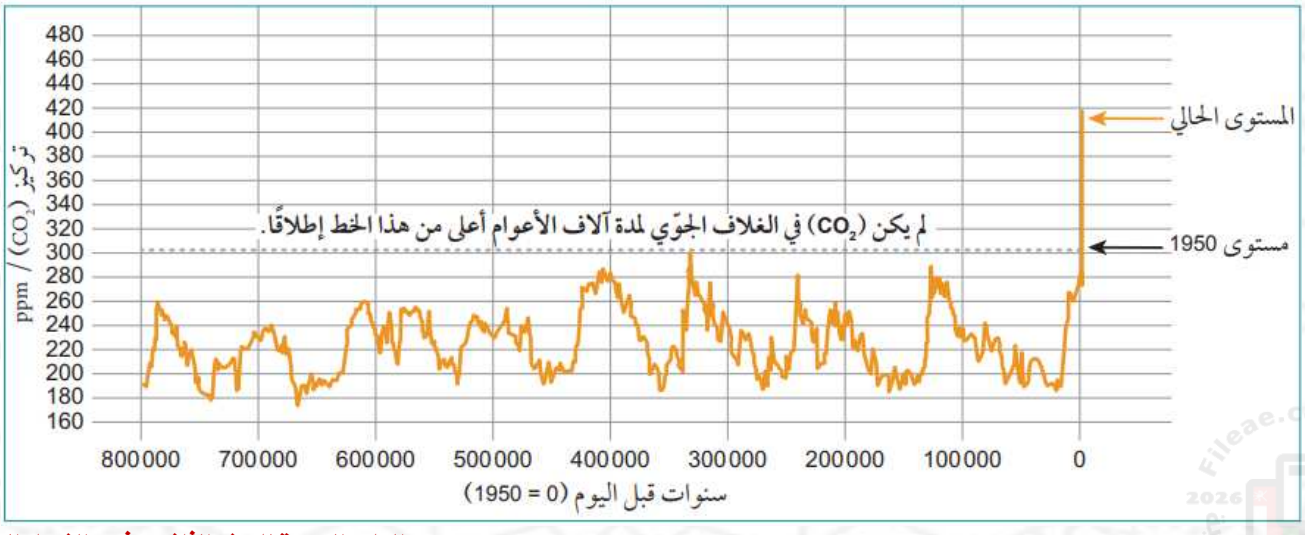
الإشعاع الشمسي

التباين في الإشعاع الشمسي وكمية الطاقة التي تصل إلى كوكب الأرض يمكن أن تؤدي إلى تسخين أو تبريد الغلاف الجوّي.

مدار كوكب الأرض

يُعتقد أن مدار كوكب الأرض حول الشمس يتغير على مدى عشرات آلاف من الأعوام. وإذا تلقى كوكب الأرض قدرًا أكبر أو أقل من الإشعاع بسبب قربه أو بعده عن الشمس، فسيتأثر المناخ بهذه التغييرات.

التغيرات المقدرة في كمية CO_2 العالمية لآخر 450000 عام



إدارة تغير المناخ

الدرس الثاني: تأثيرات تغير المناخ

1. يصف تأثيرات تغير المناخ على البيئة بما في ذلك التغيرات في :
   - درجة الحرارة والهطول .
   - مستوى سطح البحر .
   - دوران المحيطات والرياح .
   - مدى امتداد السطوح الجليدية ومقدار الالبيدو لمخازن الجليد (الجليد البحري ، والصفائح الجليدية ، والانهار الجليدية ، والتربة الصقيعية) .
   - توزيع الانواع والتنوع البيولوجي .
2. يصف تأثيرات تغير المناخ على الانسان بما في ذلك :
   - زيادة تكرار حدوث الطقس القاسي وشدته التي تؤدي الى الفيضانات وفقدان الاراضي والجفاف وحرائق المناطق البرية وتضرر الممتلكات وفقدان الارواح .
   - الهجرة القسرية .
   - التأثيرات على الامن الغذائي من خلال انخفاض انتاجية المحاصيل وزيادة تفشي الآفات .
   - التأثيرات على أمن الماء والطاقة .

تأثيرات تغير المناخ على البيئة :

يؤثر تغير المناخ على العديد من جوانب البيئة الطبيعية وتشمل :

١. درجة الحرارة .
٢. الهطول .
٣. مستوى سطح البحر .
٤. دوران المحيطات
٥. دوران الرياح .
٦. انصهار مخازن الجليد العالمية .

١ – درجة الحرارة :

أحد التأثيرات الملحوظة لتغير المناخ مع تزايد عدد الايام الحارة وموجات الحر . كان عام 2023م العام الأكثر حرارة على الاطلاق المسجلة منذ عام 2014 الى 2023 م .

اصبح كوكب الارض الان أكثر حرارة بمقدار 1.1°C عما كان عليه في القرن التاسع عشر قبل الثورة الصناعية .

شهدت سلطنة عمان زيادة متوسط درجات الحرارة طوال القرن الماضي حيث كانت الاعوام الاكثر حرارة منذ عام 2000م .

٢ – الهطول :

تؤدي التغيرات في درجات الحرارة الى تغيرات في شدة وتكرار الهطول مثل :

- ✓ زيادة أو نقص في كمية الهطول .
- ✓ تزايد شدة العواصف مصحوبة بهطول غزير واحتمال حدوث فيضانات .
- ✓ قد يؤدي الجريان السطحي لمياه الفيضانات الى جرف الكائنات الحية المائية وتقليل جودة المياه والحد من التنوع البيولوجي المائي مع زيادة التعكر .
- ✓ المناطق التي تواجه عادة معدلات مرتفعة نسبيا من الهطول قد تشهد زيادة في كمية الهطول .
- ✓ المناطق الواقعة في ظلال المطر أو التي تعاني انخفاض معدل الهطول تكون أكثر عرضة لظروف الجفاف الشديدة طويلة المدى .
- ✓ قد يؤدي الانخفاض المحتمل في تساقط الثلوج في فصل الشتاء الى انخفاض في تراكم الثلوج السنوية وهي ضرورية لتوفير المياه للينابيع والانهار السطحية أثناء فترات الجفاف حيث تنصهر وتطلق المياه .

٣ – مستوى سطح البحر :

يؤدي انصهار الجليد على اليابسة والصفائح الجليدية الى دخول المزيد من المياه الى المحيطات ومع توسع المحيطات عند ارتفاع درجة حرارتها ترتفع مستويات سطح البحر في جميع انحاء العالم :

- ✓ تشير السجلات من عام 1900م الى 1990م الى ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو (10-12.5Cm) .
- ✓ ترتفع مستويات سطح البحر حاليا بمعدل 0.3Cm تقريبا كل عام .

٤ – دوران المحيطات :

تنظم المحيطات المناخ العالمي وتنقل تيارات المحيط الطاقة حول الأرض .التيارات السطحية الدافئة تحمل الحرارة من خط الاستواء نحو القطبين بينما تحمل التيارات العميقة الباردة في المحيطات المياه الأكثر برودة من القطبين نحو خط الاستواء ويحدث هذا النقل عن طريق آلية محيطية تسمى نظام الحزام الناقل المحيطي .

تشير الابحاث الى أنه يمكن أن تتعرض تيارات المحيط للاضطراب واذا حدث ذلك فإنه من المرجح أن يتغير المناخ بشكل كبير وتشمل التغيرات المناخية المتوقعة نتيجة تغير تيارات المحيط :

- ✓ زيادة الهطول في الشمال الأطلسي .

- ✓ انصهار الصفائح الجليدية القطبية والانهار الجليدية .
- ✓ تدفق المياه العذبة الدافئة الى البحر .
- ✓ عدم امكانية تكون الجليد القطبي .

٥ – دوران الرياح :

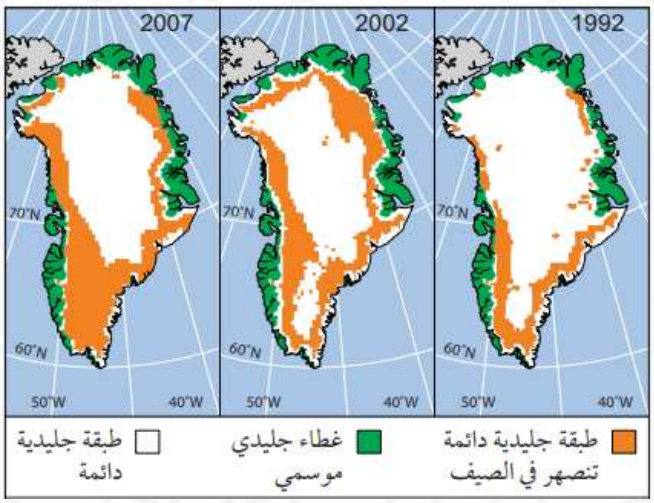
الرياح : هي حركة الهواء وتنتج من تسخين سطح الارض بشكل غير متساو بفعل الشمس ودوران الارض لذلك يؤثر تغير درجات حرارة المحيطات والغلاف الجوي على الرياح التي تدور حول كوكب الارض .

أظهرت نتائج دراسة أجريت عام 2019م أن سرعة الرياح العالمية زادت بمقدار 6% تقريبا خلال تسعة أعوام . ومع ذلك لا يعني هذا أن الرياح زادت بشكل متساو في جميع انحاء الارض ففي المناطق التي يتوافر فيها المزيد من الطاقة ستزداد فيها سرعة الرياح بسبب التباين بين الهواء الدافيء والبارد ويؤدي انخفاض الاختلاف بين مناطق الهواء الدافيء والبارد في مناطق أخرى الى انخفاض في سرعة الرياح .

٦ – انصهار مخازن الجليد :

ارتفعت درجات حرارة سطح القطب الشمالي منذ منتصف الثمانينيات بمعدل لا يقل عن ضعف المتوسط العالمي ما ادي الى انكماش الصفائح الجليدية لتصبح أرق كما حدث انخفاض كبير في الجليد البحري والصفائح الجليدية والانهار الجليدية والتربة الصقيعية في جرين لاند .

لتسخين وانصهار مخازن المياه المتجمدة تأثير مباشر على كوكب الارض :



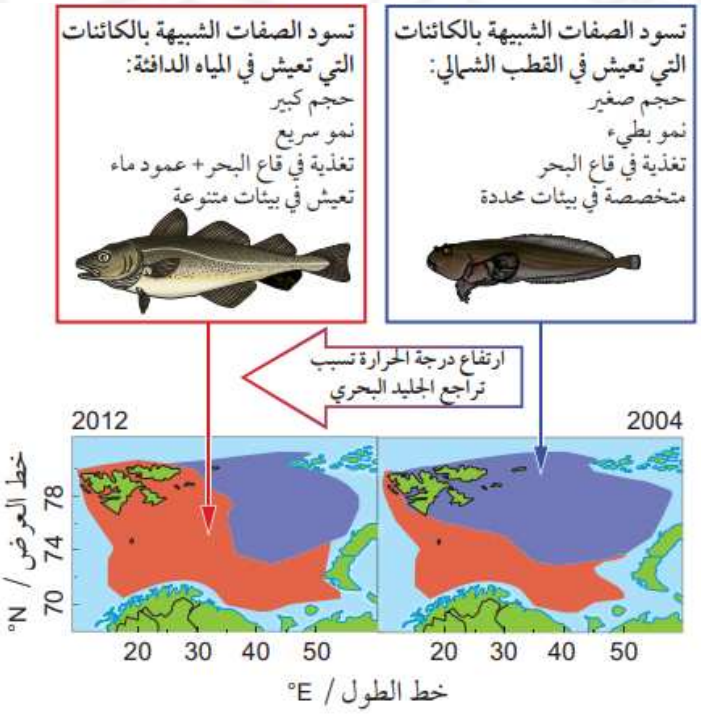
التغير في الغطاء الجليدي في جرين لاند بين عامي 1992 و 2007

- ✓ يؤدي انصهار الجليد السطحي الى تقليل ظاهرة الالبيدو وهي : قدرة الجليد على عكس الضوء . ويؤدي تقليل هذه الظاهرة الى زيادة كمية الطاقة الممتصة .
- ✓ يؤدي انصهار الجليد في مناطق التربة الصقيعية الى زيادة معدلات اطلاق غاز الميثان حيث تبدأ البكتيريا بتحليل المادة العضوية غير المتجمدة .
- ✓ يؤدي انصهار الجليد على اليابسة الى ارتفاع مستويات سطح البحر .

توزيع الانواع والتنوع البيولوجي :

يؤدي تغير المناخ الى تغيير المواطن البيئية في جميع انحاء العالم . ويؤثر على الاماكن التي يمكن لأنواع الكائنات الحية العيش فيها ومع ارتفاع درجات الحرارة قد تتجه الانواع المتنقلة الى أماكن أكثر برودة .

- ✓ أظهرت نتائج تحاليل لأنواع المفصليات والطيور والفراشات هجرة نحو القطبين بمعدل 16.9KM تقريبا كل عقد .
- ✓ معدل تغير المناخ يحد من بقاء الانواع اذا لم تستطع الاشجار من استيطان أماكن جديدة بسرعة كافية . فقد يؤدي تغير المناخ الى اختفاء هذه الانواع من النباتات .
- ✓ فقدان الغطاء النباتي يعني أيضا فقدان المواطن البيئية ما يؤثر على التنوع البيولوجي حيث تختفي الانواع بالتوافق مع انكماش المواطن البيئية .
- ✓ انخفاض التنوع البيولوجي يقلل من مرونة النظم البيئية ما يجعلها أكثر عرضه للانهيار مع فشل الشبكات الغذائية .
- ✓ تفشل الشبكات الغذائية عندما يختفي نوع واحد أو أكثر فتحتاج الكائنات الحية المتبقية الى ايجاد مصدر غذاء بديل والذي لا يتوافر دائما .
- ✓ في النظم البيئية البحرية تنتقل الانواع الى المياه الاكثر برودة بحثا عن درجات الحرارة التي يمكن تحملها فالانواع التي تفضل المياه الدافئة توسع أماكن تواجدها نحو الشمال وتتفوق في المنافسة على الانواع التي تعيش في المياه الباردة .



التغير في نطاقات أنواع الاسماك في بحر بارنتس (شمال غرب روسيا) بين عامي 2004 الى 2012م

تأثيرات تغير المناخ على الانسان :

أثر تغير المناخ والتحول في انماط المناخ على 68 مليون شخص تقريبا في عام 2020 م وتسبب بأضرار تقدر بنحو 131 مليار دولار أمريكي . وكان من بين هذه الاضرار 95% تقريبا بسبب العواصف والفيضانات وحرائق الغابات والجفاف وقد تم تحديد الغذاء والمياه والصحة والمواطن البيئية البشرية والبنية التحتية على أنها معرضة للخطر بفعل تغير المناخ.

١ – زيادة تكرار حدوث الطقس القاسي وشدته :

تواجه المناطق المعرضة عادة لنظم العواصف الشديدة زيادة في تكرار وشدة الأحداث الجوية القاسية ويسبب ذلك زيادة في :

- ✓ الفيضانات .
- ✓ الرياح الشديدة .
- ✓ فقدان الأراضي .
- ✓ الاضرار التي تلحق بالممتلكات والبنية التحتية .
- ✓ فقدان الأرواح .

أما المناطق المعرضة لانخفاض الهطول وارتفاع درجات الحرارة فتواجه الآتي :

- ✓ جفاف أكثر تكرارا .
- ✓ حرائق المناطق البرية تبدأ بسهولة أكبر وتشتعل بشكل أسرع .

٢ – الهجرة القسرية :

هي الانتقال غير الطوعي لشخص أو أشخاص بعيدا عن موطنهم أو منطقتهم الأصلية وتشمل الأسباب الكوارث الطبيعية أو الحروب وانعدام الأمن الغذائي أو المائي .
ونظرا لأن بعض أجزاء العالم أصبحت أكثر صعوبة للعيش فيها يضطر الناس الى الهجرة بما يسمى " لاجئو المناخ " .

٣ – الأمن الغذائي :

تؤثر التغيرات في انماط هطول الامطار وتكرارها ومدتها على صحة المحاصيل وانتاجيتها كما تؤثر درجات الحرارة المرتفعة على طول مدة مواسم النمو وسرعة نضج المحاصيل .

- ✓ من المتوقع أن تنخفض انتاجية الذرة في المناطق التي تستمر فيها درجات الحرارة في الارتفاع حول المناطق الاستوائية .

- ✓ تتأثر انتاجية المحاصيل بشكل كبير في المناطق التي تزداد فيها شدة العواصف والجفاف .
- ✓ تتلف المحاصيل أثناء العواصف وتفقد بعض المناطق انتاجيتها السنوية بالكامل . وفي المناطق التي تنجو فيها المحاصيل فانها غالبا ما تتعفن في المياه الراكدة أو تتلوث بنفايات الصرف الصحي .
- ✓ في مناطق الجفاف يحدث فشل مستمر للمحاصيل بسبب عدم كفاية المياه . تقل الانتاجية العالمية للموارد الغذائية الاساسية مثل : القمح والارز وبخاصة في البلدان التي تعاني مشكلة انعدام الامن الغذائي .
- ✓ يتأثر الامن الغذائي بشدة بتغير المناخ في العديد من المناطق وتكون المحاصيل الضعيفة أكثر عرضة لانتشار الامراض . يؤدي تغير المناخ الى انتشار الحشرات مثل: اسراب الجراد والتي ترتبط بأحداث الطقس غير المعتادة .

٤ – الأمن المائي :

من المتوقع أن تؤثر ندرة المياه على (1-3) مليار شخص بحلول عام 2100م ما سيؤدي الى نشوب صراعات على شكل "حروب المياه" . وقد تم التنبؤ بأن العديد من المناطق التي ستواجه نقصا في المياه هي التي تقع في المناطق الأقل نموا اقتصاديا وترجع ندرة المياه الى :

- ✓ زيادة معدل التبخر مع ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي .
- ✓ انخفاض الهطول بنسبة تصل الى 20% في العديد من المناطق مع تغير المناخ .

في المناطق التي تشهد زيادة في الهطول قد تؤدي الفيضانات الى تلوث مياه الشرب ما يسبب أمراضا مثل الكوليرا . ولا يمكن استهلاك المياه الملوثة لانها تشكل خطرا على الصحة . ما يفرض ضغوطا على الامن المائي .

٤ – أمن الطاقة :

يجب معالجة مسألة انتاج الطاقة في ضوء تغير المناخ الا انه من الصعب تحقيق التوازن بين الابتعاد عن الوقود الاحفوري والحاجة الى الطاقة .
يمثل توليد الطاقة نحو 60% من انبعاثات غازات الدفيئة عالميا وخفض الانبعاثات من توليد الطاقة أمر ضروري لمكافحة تغير المناخ . ومع ذلك فإن الفجوة بين توليد الطاقة من المصادر المتجددة وحرق الوقود الأحفوري لا تزال تمثل مشكلة . يشكل ايجاد طرائق لادارة نقص الطاقة تحديا ، حيث إن الضغوط العالمية على امدادات الطاقة كبيرة بالفعل .

الدرس الثالث : إدارة تغير المناخ

1. يصف استراتيجيات ادارة تغير المناخ من خلال التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة بما في ذلك :
   - الحد من استخدام الوقود الاحفوري .
   - التحول الى الوقود منخفض الكربون .
   - استخدام أشكال بديلة للطاقة .
   - تحديث سياسات النقل .
   - الحد من البصمة الكربونية العالمية والفردية .
   - استخدام احتجاز الكربون وتخزينه .
   - الحد من ازالة الغابات وزيادة اعادة التحريج والتشجير .
   - المباني والبنية التحتية الموفرة للطاقة .
   - التأقلم مع تغير المناخ .
   - اتفاقيات وطنية ودولية مثل برتوكول كيوتو 1992 واتفاقية باريس 2016 (المعرفة التفصيلية بالاتفاقيات الدولية غير مطلوب) .
2. يلخص استراتيجيات الهندسة الجيولوجية لمواجهة تغير المناخ بما في ذلك :
   - ادارة الاشعاع الشمسي (SRM)
     - تعزيز ظاهرة الالبيدو والعاكسات الفضائية والهباء الستراتوسفيري .
3. يقيم استراتيجيات ادارة تغير المناخ .

استراتيجيات ادارة تغير المناخ :

تتطلب استراتيجيات ادارة تغير المناخ جهدا عالميا ولا يمكن لأي بلد أو شخص بمفرده أن يحدث تغييرا كافيا لحل مشكلة المناخ .

١ - الحد من استخدام الوقود الأحفوري :

التخفيف : هو تقليل انبعاثات الكربون للحد من كمية جزيئات الكربون التي تحتجز الحرارة في الغلاف الجوي هو الاجراء الاساسي لمكافحة تغير المناخ .

يؤدي احتراق الفحم والنفط والغاز الى اطلاق الكربون من دورة الكربون البطيئة في الغلاف الجوي ويضيف ذلك الى الحمل الكربوني ويزيد من تأثير الاحتباس الحراري المعزز .

توجد عدة طرائق يمكن من خلالها الحد من استخدام الوقود الأحفوري منها :

- الاجراءات الفردية مثل : الحفاظ على الطاقة في المنزل باستخدام الاجهزة الموفرة للطاقة ، وعزل المنازل بشكل فعال . اضافة الى استخدام وسائل النقل العام أو مشاركة المركبات واختيار المشي أو ركوب الدراجة حيثما أمكن .

- **الاجراءات الحكومية مثل :** تطوير سياسات الطاقة النظيفة مثل : استخدام وسائل النقل العام التي تعمل بالطاقة النظيفة أو الوقود منخفض الكربون .

٢ – التحول الى الوقود منخفض الكربون :

الوقود منخفض الكربون : هو الوقود الذي يحتوي على نسبة كربون أقل من الوقود النفطي التقليدي (النفط والديزل) . ويشمل ذلك مصادر الطاقة مثل الغاز الطبيعي أو الوقود الحيوي .

يؤدي الى تقليل كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المركبات ذات محركات الاحتراق الداخلي . أحد محددات التحول الى الوقود منخفض الكربون هو أنه يؤثر بشكل غير مباشر على استخدام الاراضي . يتم انتاج الوقود الحيوي عن طريق معالجة محاصيل مثل الذرة وقصب السكر وعلى سبيل المثال : فإن تحويل مساحات كبيرة من النباتات الطبيعية الى قصب السكر يؤثر على المواطن البيئية والتنوع البيولوجي .

٣ – استخدام أشكال بديلة للطاقة :

يستخدم الانسان الطاقة لتشغيل جميع أنظمته من النقل الى التدفئة والتبريد والاضاءة لذا يمثل التحول من الوقود المعتمد على الكربون الى مصادر الطاقة البديلة أمرا اساسيا لاستقرار مستويات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة في الغلاف الجوي الناتجة من الأنشطة البشرية .
وعلى الرغم من اطلاق الطاقة المتجددة بعض ثاني أكسيد الكربون الى الغلاف الجوي الا ان هذه الكمية هي أقل بكثير من تلك التي يطلقها الوقود الأحفوري .
مثال : لانتاج واحد كيلوواط/ساعة من الكهرباء ينبعث من الفحم 820g من ثاني أكسيد الكربون بينما ينبعث من طاقة الرياح 11g فالتحول الى مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح سوف يقلل من كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة يوميا الى الغلاف الجوي ويساعد في استقرار مستويات ثاني أكسيد الكربون المنبعث اليه .

٤ – تحديث سياسات النقل :

تستخدم تكنولوجيا النقل التقليدية الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة وهذا يعني أن مجال النقل مستهدف عند النظر في التعديلات والسياسات لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون .
يوجد اتفاق واسع النطاق لتحقيق خفض بنسبة 50% في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050م .

عند البحث عن حلول لمشكلة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتفعة من وسائل النقل يعد مفهوم خفض ثاني أكسيد الكربون ومفهوم تحسين كفاءة الوقود مفهومين أساسيين .

- يمكن تحسين كفاءة الوقود من خلال تقنيات المركبات الجديدة بما في ذلك أنظمة ادارة المحركات المتقدمة ووظائف المحرك الفعالة .
- يمكن تقليل انبعاثات المركبات من خلال استخدام التقانة مثل تقنية المحولات الحفازة
- استخدام الوقود الحيوي المستدام مثل الديزل الحيوي والغاز الحيوي لتشغيل المحركات
- تطوير أنظمة النقل العام الموثوقة والفعالة من حيث التكلفة تؤدي الى تقليل عدد المركبات على الطريق .
- تحسين البنية التحتية للنقل لتقليل الازدحام وتشجيع استخدام وسائل النقل العام والدرجات الهوائية .
- تطوير تكنولوجيا جديدة مثل : المركبات الكهربائية تؤدي الى تقليل احتراق وقود المركبات .
- التشريعات مثل : دفع رسوم الازدحام وتسخدم الاموال في الحفاظ على نظام النقل العام وبذلك يكون النقل العام خيارا عمليا ويقلل من عدد المركبات على الطريق .

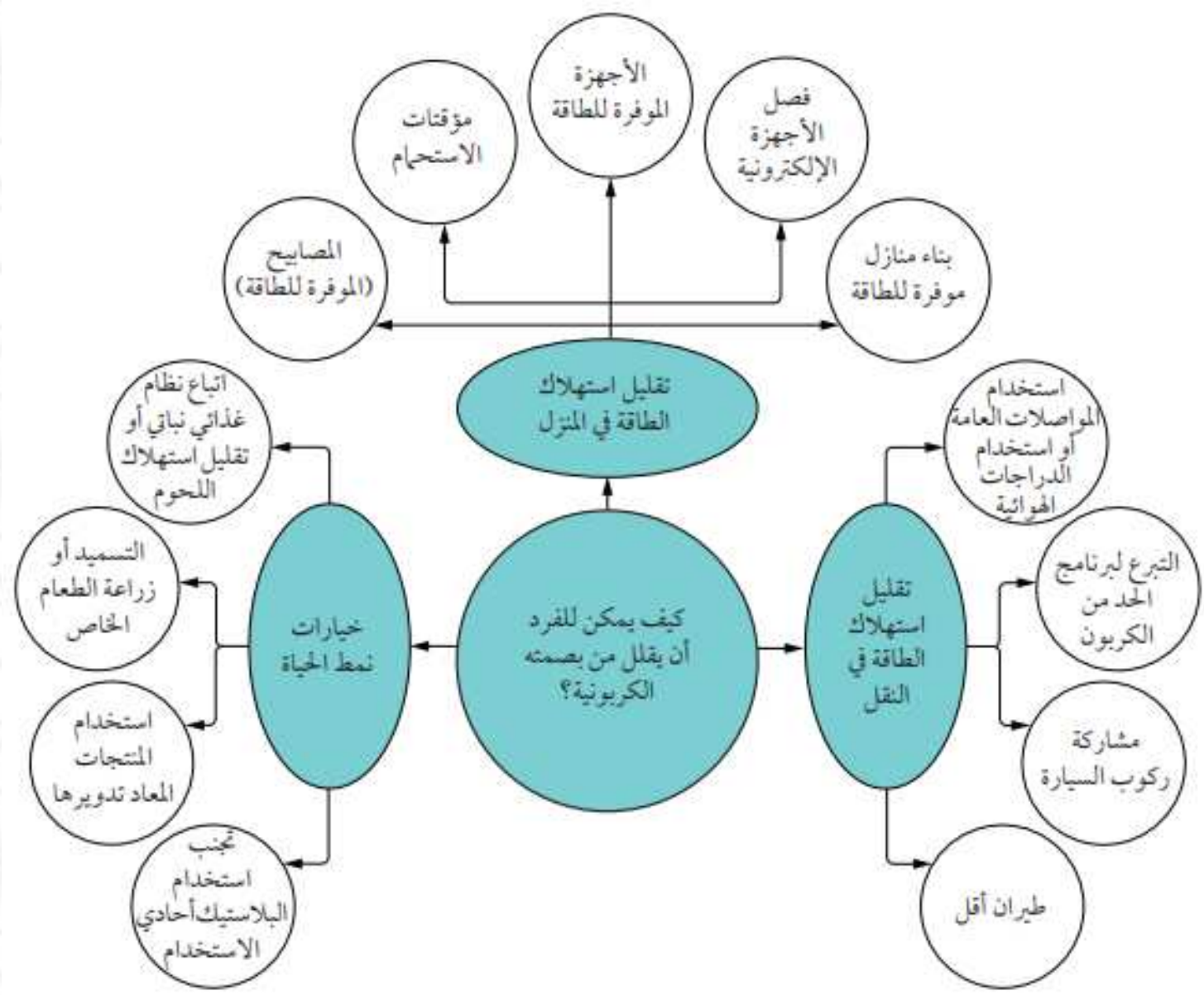
٥ – الحد من البصمة الكربونية العالمية والفردية :

البصمة الكربونية : هي اجمالي كمية غازات الدفيئة المنبعثة الناتجة من الأنشطة اليومية .

كيف يمكن تقليل البصمة الكربونية ؟

من خلال عدة طرق منها :

- ❖ طريقة البناء (لتقليل استهلاك الطاقة) .
- ❖ أنواع الطعام الذي نتناوله . ويتم تحديد بصمة الكربون للطعام بناء على المسافة التي ينقل بها وما اذا كان موسمه أم لا اذا لم يكن ممكنا زراعة المنتج محليا فسوف يتم استيراده ما ينتج انبعاثات (CO_2) بسبب نقله . وكذلك تناول اللحوم له بصمة كربونية مرتبطة به بسبب الماء والغذاء والطاقة اللازمة لتربية الماشية حيث انها تطلق كمية كبيرة من غاز الميثان . بالاضافة الى أن اقامة مزارع يسبب ازالة الغابات فالحل هو التحول من تناول لحوم الابقار الى الدواجن لتقليل انبعاثات (CO_2) . واتباع نظم الغذاء النباتي .
- ❖ استخدام الكهرباء .
- ❖ تغير عادات التسوق للمنتجات المحلية أو المستوردة واختيار السلع ذات العمر الافتراضي الأطول أو الأقصر .



مخطط عنكبوتي يوضح كيف يمكن لاختيارات الفرد أن تقلل من بصمة الكربون

٦ – استخدام احتجاز الكربون وتخزينه :

تخزين الكربون : هي عملية احتجاز (CO_2) قبل انبعاثه الى الغلاف الجوي وتخزينه .

ما الطرائق الرئيسية لاحتجاز الكربون ؟

هي : قبل الاحتراق وبعد الاحتراق والوقود المؤكسج .

- **قبل الاحتراق :** يكون قبل حرق الوقود الاحفوري . وتتضمن تحويل الوقود الاحفوري الى مزيج من (CO_2) والهيدروجين .
- **بعد الاحتراق :** يكون بعد حرق الوقود الاحفوري . وتعمل على ازالة (CO_2) من الغازات المنبعثة من المداخن .
- **الوقود المؤكسج :** تتضمن التقنية حرق الوقود الاحفوري مع الاكسجين النقي تقريبا لينتج (CO_2) والبخار وبعد ذلك يتم احتجاز غاز (CO_2) .

يمكن استخدام تقنيتي (بعد الاحتراق ، والوقود المؤكسج) في محطات الطاقة الجديدة أو اضافتهما الى محطات الطاقة القديمة .

في حين تتطلب تقنية (قبل الاحتراق) تعديلات كبيرة على محطة الطاقة لذا فهي أكثر ملاءمة لمحطات الطاقة التي تم بناؤها حديثا .

بمجرد احتجاز غاز (CO_2) يضغط لتكوين سائل ثم يتم نقله الى موقع التخزين بواسطة الصهاريج أو الانابيب . ويضخ بعد ذلك تحت الارض على عمق 1KM أو أكثر . وتستخدم غالبا طبقات الفحم القديمة المستخرجه أو خزانات النفط المستنفدة لهذا الغرض لهذا يقلل تخزين الكربون من نسبة الكربون في الغلاف الجوي .

محددات هذه التقنية :

- كلفتها عالية .
- يوجد خطر منخفض لتسريب (CO_2) من مواقع التخزين .

تبذل سلطنة عمان جهودا رائدة في احتجاز الكربون وتخزينه للحد من الانبعاثات ضمن استراتيجيتها للحياد الصفري .

٧ – الحد من ازالة الغابات وزيادة إعادة التحريج والتشجير :

يتم عكس عملية عزل الكربون من خلال قطع الاشجار أو حرقها حيث يتم اطلاق (CO_2) الى الغلاف الجوي بينما تفقد الاشجار التي تمتص (CO_2) من الغلاف الجوي وتخزنه ككتلة حيوية ما يقلل من كمية (CO_2) التي تمتصها الغابات كما تغير ازالة الغابات قدرة السطح على عكس أشعة الشمس ما يقلل تأثير ظاهرة الالبيدو .

وينتج من ذلك امتصاص المزيد من الطاقة ما يزيد من ظاهرة الاحترار العالمي .

اعادة التحريج : هي اعادة زراعة الاشجار في مناطق كانت في السابق مغطاة بالغابات ولكنها ازيلت بسبب قطع الاشجار أو الحرائق أو غيرها من الاسباب .

التشجير : هي زراعة الاشجار في منطقة لم تكن مشجرة من قبل .

اعادة التحريج والتشجير والحفاظ على الغابات تسمح بنمو مناطق غابات صحية فكلما زادت كثافة الاشجار وكتلتها الحيوية زادت كمية الكربون المخزنة .

التزمت سلطنة عمان مشاريع إعادة التحريج والتشجير في جميع انحاء البلاد بما في ذلك محافظة ظفار من عام 2020م بهدف استعادة الغابات السحابية الطبيعية وذلك باستخدام أنواع الاشجار المحلية المزروعة في خمسة مشاتل موزعة في انحاء المنطقة .

ففي عام 2024 م شارك سكان ظفار في حملة لغرس الاشجار أسفرت عن غرس 10 آلاف شجرة محلية أصيلة . تعد هذه طريقة فعالة نسبيا من حيث التكلفة لمكافحة تغير المناخ .

٨ – المباني والبنية التحتية الموفرة للطاقة :

تنتج المدن ما يقدر بنحو 75% من انبعاثات (CO_2) العالمية . وتعد المباني أكبر العناصر المساهمة في ذلك .

" المباني تبني مستقبلا أكثر استدامة "

هذا ما قام به :

الاتحاد الاوربي فرض أن تكون المباني الجديدة يجب أن تكون خاضعة للتصنيف الصفري .

(صفر استهلاك صافي للطاقة)

ينبغي أن تكون المباني في النصف الشمالي من الكرة الارضية مواجهة للجنوب للاستفادة من طاقة الشمس .

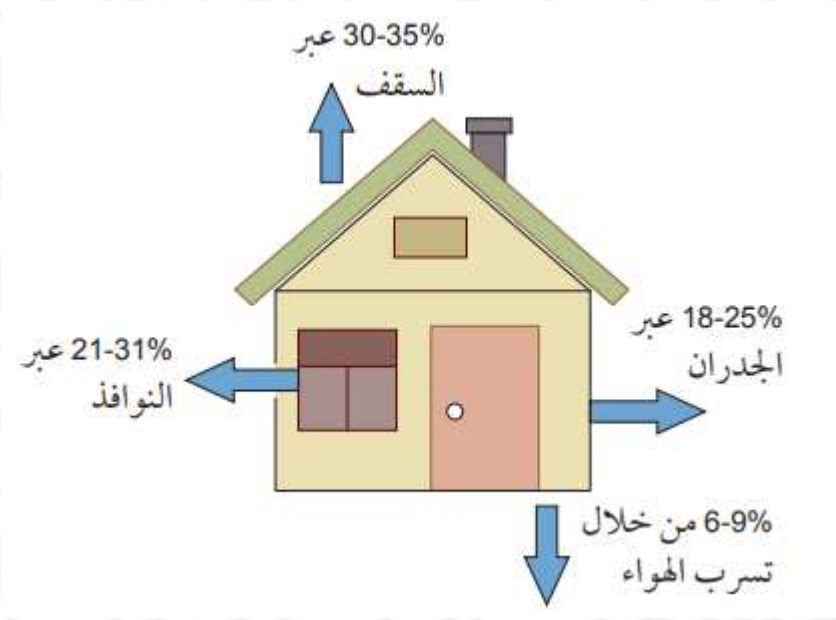
(الاضاءة والتسخين الشمسي السلبي)

ينبغي أن تكون المباني في النصف الجنوبي من الكرة الارضية مواجهة للشمال لتبقى دافئة.

يمكن بناء المباني بشرفات توفر الظل عندما يكون الجو حارا لكنها تسمح بدخول أشعة الشمس في الاوقات الباردة من العام عندما تكون الشمس منخفضة .

يجب عزل المباني جيدا وقد تكون النوافذ مزودة بزجاج مزدوج أو ثلاثي للحد من كمية الطاقة المتدفقة من خلالها بالاضافة الى ذلك سوف يساعد استخدام الادوات منخفضة الاستهلاك للطاقة مثل مصابيح (LED) والمعدات الكهربائية ذات الكفاءة من تقليل كمية الطاقة المستهلكة .

المباني السلبية :



النسبة المئوية للحرارة المفقودة من
منزل معزول في مناخ معتدل

تعريفه :

بناء يراعي مصدر ونوع المواد المستخدمة وتصميم المبنى بحيث يستهلك كميات منخفضة من الطاقة .

مميزاته :

- موفر للطاقة .
- مريح .
- ميسور التكلفة .
- صديق للبيئة .

مواصفاته :

يوفر هيكل المبنى والنوافذ عزلا جيدا وتحافظ الاسقف وألواح الارضيات على الحرارة أثناء فصل الشتاء في حين تعمل على اخراجها أثناء الصيف . تصمم ايضا لتضمن امداد مستمر من الهواء النقي .



يعد البيت البيئي العماني في جامعة السلطان قابوس الذي تم افتتاحه ٢٢فبراير ٢٠١٧م مثالا نموذجيا على المباني السلبية . وقد تم تنفيذه من قبل كلية الهندسة – جامعة السلطان قابوس بتمويل من مجلس البحث العلمي كخطوة نحو تعزيز مفهوم التصميم المستدام وممارسة البناء الصديقة للبيئة .

٩ – التأقلم مع تغير المناخ :

يمكن للمجتمع اجراء تعديلات للتأقلم مع تأثيرات تغير المناخ وتعتمد التعديلات على تهديدات يواجهها .

الاستراتيجيات المختلفة للتأقلم :

ارتفاع مستوى سطح البحر	من المتوقع أن يرتفع مستوى سطح البحر بمقدار يتراوح بين 20 cm و 200 cm بحلول عام 2100 م، ما يهدد المناطق الساحلية المنخفضة. تستثمر مدينة ميامي في ولاية فلوريدا في الولايات المتحدة في الهندسة الصلبة، مثل رفع مستويات الطرق، وتقوية الحواجز البحرية، وتركيب أنابيب الصرف والمضخات لضخ المياه خارجًا. وقد تم بناء حاجز فيضانات لنهر التيمز Thames Flood Barrier في لندن في المملكة المتحدة لمنع الفيضانات الناجمة عن العواصف (الصورة ٤-٢٩). وتلجأ مناطق أخرى إلى الهندسة الناعمة للحد من مخاطر تعرية السواحل والأضرار الناجمة عن هبوب العواصف. ومن الأمثلة على ذلك استعادة الأراضي الرطبة الساحلية وأشجار القرم (المانجروف).
حرائق الغابات	الاستعداد لفصول الصيف الأطول والأكثر جفافًا ودفئًا، وما يرافقها من حرائق الغابات أمر مهم في المناطق القاحلة. إن تثقيف السكان بشأن المخاطر وخطط الإجلاء يقللان من المخاطر التي تهدد الحياة. كما أن تدريب فرق الاستجابة السريعة وتطوير البنية التحتية والتكنولوجيا لمكافحة الحرائق التي تهدد المناطق المأهولة بالسكان يعد أمرًا اساسيًا أيضًا (الصورة ٤-٣٠).
الطقس القاسي	العواصف الأكثر شدة وموجات الحر تهدد الصحة والسلامة العامة. وتعمل العديد من المجتمعات على تحديث البنية التحتية للتأقلم مع هذه التغيرات. على سبيل المثال، تركيب حواجز بحرية أعلى ومصارف مياه العواصف بحجم أكبر أو بتصميم أفضل. كما تتغير أساليب تطوير العقارات بحيث تراعى مناطق الفيضانات المحتملة، بالإضافة إلى مواد البناء التي تحمي السكان في حالة الرياح القوية أو ارتفاع منسوب المياه أو الحرارة الشديدة.
التثقيف والتخطيط للطوارئ	التثقيف والتخطيط لمواجهة حالات الطوارئ أمران حيويان للمجتمعات المعرضة للمخاطر. إن فهم حجم المخاطر التي تواجهها تلك المجتمعات وتكرارها، وإجراءات الإخلاء والأماكن الآمنة أمر مهم. ويحتاج الأفراد إلى هذه المعرفة لحماية أنفسهم وأسرهم. تضع الحكومات والمنظمات غير الحكومية (NGOs) خططًا واسعة النطاق وطويلة الأمد وتوفر الاحتياطات اللازمة. وتشمل هذه الاحتياطات المواد الأساسية للبقاء مثل الأدوية والمياه والغذاء والمأوى (الصورة ٤-٣١).
حماية جودة الهواء	قد تؤدي التغيرات في المناخ إلى زيادة عدد الجسيمات العالقة المجهرية في الهواء، والتي تسبب تفاعلات وردود فعل تحسسية وزيادة حالات حمّى القش Hay fever. كما تضر بالجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية. وتبحث المجتمعات في جميع أنحاء العالم عن طريق تقليل الانبعاثات في محيطها المباشر لضمان هواء أنظف.
التخطيط للانسحاب المنظم	عندما تتعرض إحدى المجتمعات لأضرار لا يمكن التعافي منها (بسبب الحرائق أو تعرية السواحل أو زيادة وتيرة العواصف أو ارتفاع مستوى سطح البحر) يمكنها اختيار الانتقال إلى منطقة جديدة أكثر أمانًا. وقد يعني هذا، الانتقال إلى أرض أعلى أو إلى مناطق أقل عرضة للكوارث المرتبطة بالمناخ.

الاتفاقيات الوطنية والدولية :

الاتفاقية	العام	الهدف
بروتوكول مونتريال	1987	تسهيل التعاون الدولي للبحث حول طبقة الاوزون وتأثيرات مركبات الكلوروفلوروكربونات على غاز الاوزون في طبقة الستراتوسفير.
مؤتمر الاطراف ال ٢٦	2021	الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية الى 2°C بحلول عام 2100م.
بروتوكول كيوتو	1997	الحد من انبعاثات غازات الدفيئة بناء على المسلمات بأن : ١.الاحترار العالمي موجود . ٢.الانبعاثات الناجمة عن الانشطة البشرية هي السبب الاساسي في تغير المناخ .
اتفاقية باريس	2016	التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة والتأقلم معها وتمويلها .
مؤتمر الاطراف ال ٢٨	2023	اظهار التقدم الذي تحقق في التخفيف من تغير المناخ كان بطيئا جدا لتلبية الاتفاقيات السابقة.

على المستوى المحلي بسلطنة عمان :

شُكلت اللجنة الوطنية للتغيرات المناخية وحماية طبقة الاوزون ، تسهم هذه اللجنة في متابعة تنفيذ الاتفاقيات والبروتوكولات والتأكد من التزام سلطنة عمان اتجاه تلك الاتفاقيات واعداد الاستراتيجيات الوطنية المتعلقة بالشؤون المناخية وحماية طبقة الاوزون بما يتوافق مع رؤية عمان 2040 .

استراتيجيات الهندسة الجيولوجية لمواجهة تغير المناخ :

الهندسة الجيولوجية : هي استخدام تقنيات هندسية لمعالجة البيئة الطبيعية بشكل متعمد وذلك للحد من التأثيرات البشرية على المناخ العالمي .

أهم الاستراتيجيات :

ادارة الاشعاع الشمسي: (SRM) :

هو اسلوب نظري لادارة تغير المناخ واذا تم تطبيقه فإنه سيعمل على عكس جزء من الاشعاع الشمسي الساقط بحيث يمنع من ذلك دخول الطاقة الى الغلاف الجوي وبالتالي يحد من كمية الطاقة المحتجزة بواسطة غازات الدفيئة . ستعمل ادارة الاشعاع الشمسي بشكل فعال كدرع اصطناعي عاكس يوفر التبريد الاقليمي أو العالمي .

احدى طرائق ادارة الاشعاع الشمسي هو : زيادة كمية الاشعاع الشمسي المنعكس الى الفضاء من خلال تعزيز ظاهرة الالبيدو وتتضمن مقترحات (SRM) على مستوى الارض استخدام مضخات كبيرة تدخل فقاعات دقيقة الى المسطحات المائية الراكدة . ما يزيد من عاكسية سطح الماء ويتلخص اقتراح آخر بنشر أغشية عاكسة فوق سطح المحيط أو على أسطح مناطق الجليد الضعيفة وحتى طلاء الطرق وأسطح المباني باللون الابيض وتفتيح لون أوراق المحاصيل يسهم في تبريد درجات الحرارة المحلية حيث تعكس أشعة الشمس بدلا من امتصاصها اذا تم تطبيق هذه الطرائق على نظاق واسع .

هناك ثلاثة مقترحات لادارة(SRM)من الممكن أن تعمل داخل الغلاف الجوي أو فوقه هي :

١ – تعزيز الالبيدو :

وتتمثل بتبيض السحب البحرية بادخال جسيمات المياه المالحة من المحيط الى السحب . سؤدي ذلك من الناحية النظرية الى تكوين سحب جديدة أكثر بياضا ما يزيد من انعكاس أشعة الشمس . هذا أحد المقترحات الذي يتم النظر فيه في استراليا للحد من آثار ارتفاع درجة الحرارة على الحاجز المرجاني العظيم .

٢ – الهباء الستراتوسفيري :

تتمثل بحقن الهباء الستراتوسفيري في الغلاف الجوي وتتضمن ادخال جسيمات عاكسة في الغلاف الجوي العلوي .

٣ – العاكسات الفضائية :

المرايا الفضائية هي أقمار صناعية توضع خارج الغلاف الجوي وهي مصممة لتغيير كمية الاشعاع الشمسي الداخل اليها . تعمل المرايا على انحراف جزء من كمية أشعة الشمس المتجهة الى الغلاف الجوي وبالتالي تقلل من درجات الحرارة العالمية .

تقييم استراتيجيات ادارة تغير المناخ :

ادارة تغير المناخ مسألة معقدة كما أن للعديد من الاستراتيجيات آثار سلبية مثل تكاليف التنفيذ وآثار بيئية اضافية وآثار اجتماعية وصعوبات سياسية .

على سبيل المثال : فقد يتطلب التحول الى مصادر الطاقة المتجددة استخراج مادة الليثيوم للبطاريات من مناطق حساسة بيئيا إن بناء البنية التحتية مكلف وقد يؤدي الى تدمير النظم المحلية أو التأثير على المناطق السكنية . ومن الناحية الاجتماعية قد يفقد الاشخاص الذين عملوا سابقا في صناعة الوقود الاحفوري وظائفهم . وقد يحتاجون الى اعادة التدريب في قطاعات جديدة . يجب موازنة الآثار السلبية لهذه الاستراتيجيات مع الفوائد طويلة الأمد للتخفيف من آثار تغير المناخ .

مدى الاستعداد للتأقلم والتغيير سوف يحدد شدة الاحترار العالمي وقد قدرت إحدى الدراسات أن النمو الاقتصادي في شبه الجزيرة العربية قد ينخفض بنسبة 69% بحلول 2100م اذا ارتفعت درجات الحرارة العالمية بمقدار 3°C واذا تم الحد من الزيادة الى 1.5°C فسوف ينخفض النمو الاقتصادي بنسبة 36% فقط . وقد تكون هناك ايضا امكانية لزيادة الارباح من موارد الطاقة المتجددة وقد التزمت سلطنة عمان الوصول الى صافي انبعاثات كربون صفري بحلول عام 2050م اعترافا منها بأهمية الحد من ارتفاع درجات الحرارة العالمية .