جامعة دمشق
الكلية التطبيقية
قسم الطاقات المتجددة – طاقة شمسية
السنة الاولى

مقرر
الطاقة والبيئة

اعداد مدرس المقرر:
الدكتورة المهندسة ثناء حسن

ملاحظة: هذه نوطة مختصرة ولا تشمل كل المواضيع والمسائل التي يتم شرحها في المحاضرات

مقدمة

تلعب الطاقة دوراً حيوياً في المجتمع الحديث. من المعروف أن نوعية الحياة التي نعيشها تعتمد بشكل كبيرعلى استهلاكنا الطاقة.
مصادر الطاقة التي نعتمد عليها ليست دائمة كما أن استخدام الطاقة هو المصدر الرئيسي للضرر البيئي. لذلك لا بد من معرفة مفهوم كفاءة الطاقة في الحياة اليومية من أجل توفير المال والطاقة وبالتالي حماية البيئة. فكل جول واحد يتم توفيره من الطاقة المستخدمة ينعكس ايجاباً على البيئة المحيطة.
ماذا يمكن لكل شخص منا فعله في حياته اليومية من أجل المحافظة على البيئة التي نعيش فيها نظيفة وصحية؟

تعريف الطاقة:

قدرة أي نظام فيزيائي على أداء عمل ما أو إحداث تغيير ما.

للطاقة أشكال مختلفة:

- الطاقة الميكانيكية: كامنة وحركية.
- الطاقة الحرارية Thermal energy.
- الطاقة الكهربائية Electrical energy .
- الطاقة الكيميائية Chemical energy .
- الطاقة النووية Nuclear energy :
  - طاقة الاندماج النووي Fusion energy
  - طاقة الانشطار النووي Fission energy .
- الاشعاع Radiation.

مصادر الطاقة Energy sources

- تنقسم مصادر الطاقة إلى نوعين:
  - مصادر الطاقة المتجددة Renewable energy sources :

وهي التي تتجدد باستمرار ولا تنضب أبداً. مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المد والجزر والطاقة الحرارية الجوفية وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة الاندماج النووي.

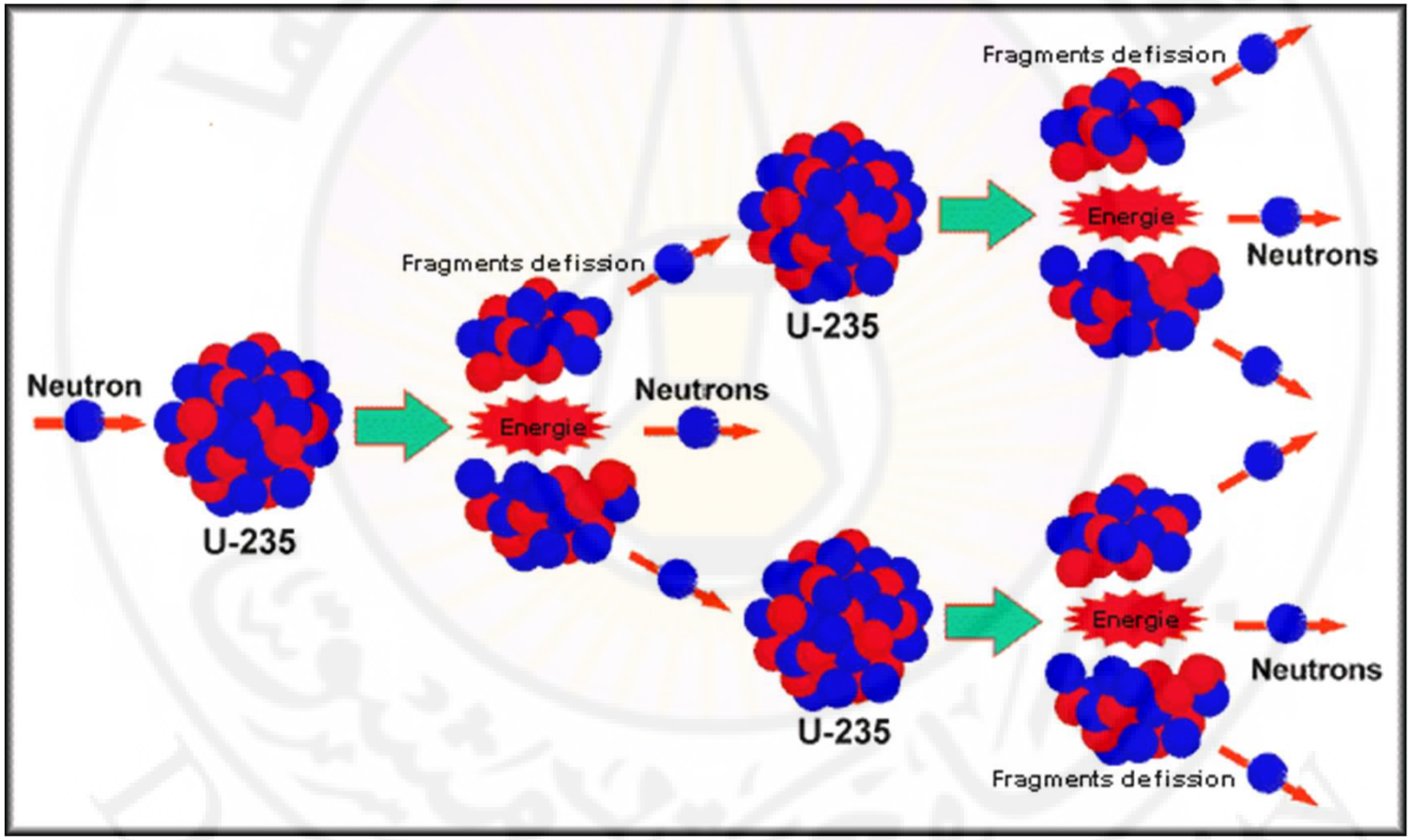
  - مصادر الطاقة غير المتجددة Nonrenewable energy sources:

وهي مصادر الطاقة التي نستخدمها ولن نتمكن من إنتاجها خلال فترة زمنية قصيرة. مثل الوقود الأحفوري (البترول والغاز الطبيعي والفحم) ، وطاقة الانشطار النووي.

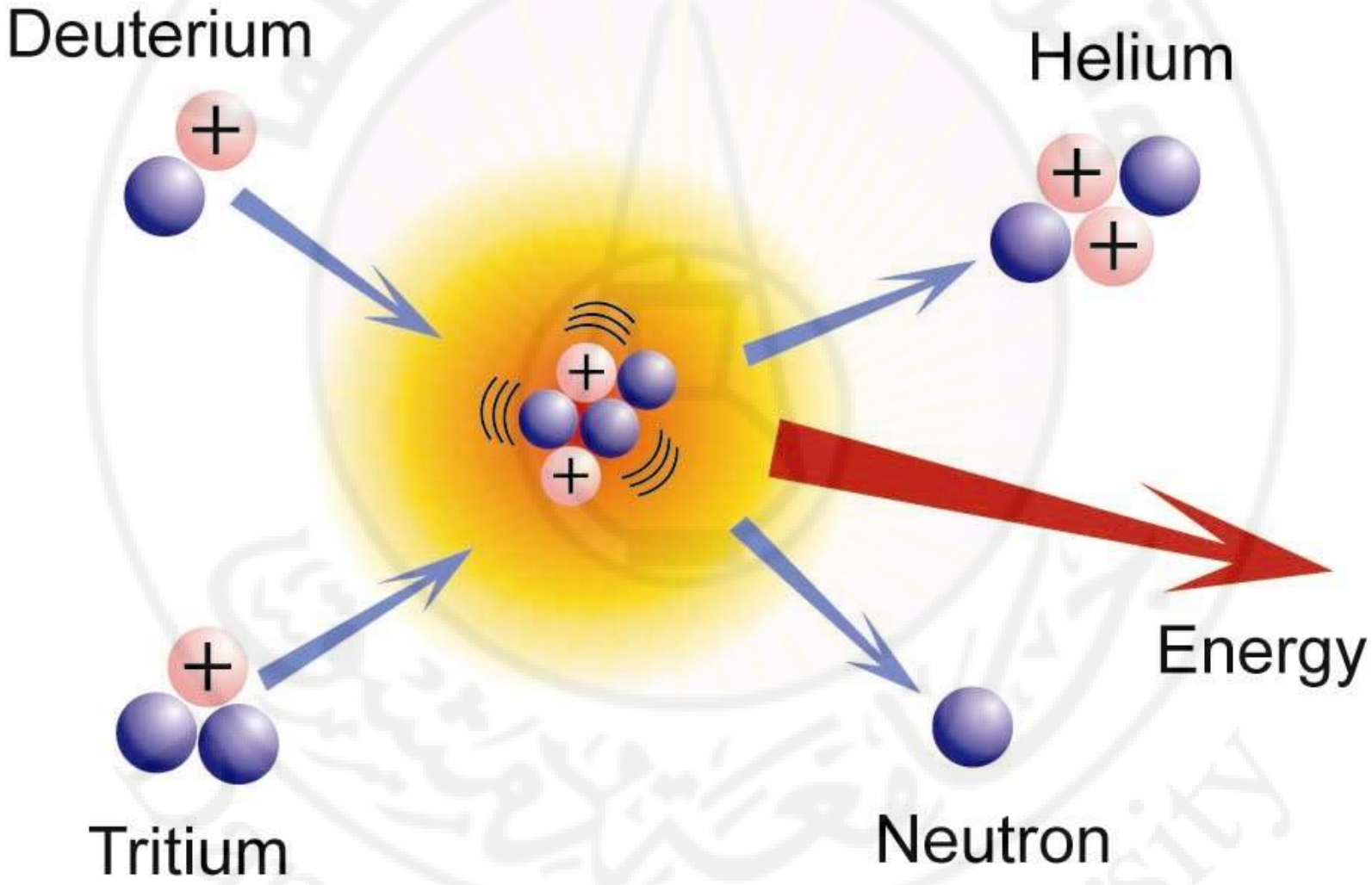
- الانشطار النووي والاندماج النووي يمثلان نوعين مختلفين من التفاعلات المنتجة للطاقة. حيث تنطلق الطاقة نتيجة الروابط النووية القوية بين مكونات النواة. الفرق الأساسي بين العمليتين بأن الانشطار النووي يصاحبه تقسيم النواة الواحدة إلى نواتين أو أكثر أصغر من النواة الأصلية. في حيث أن عملية الاندماج يصاحبها دمج نواتين أو أكثر من الانوية الخفيفة لتكوين نواة كبيرة.
- طاقة الاندماج النووي هي طاقة متجددة لأن وقود مفاعل الاندماج النووي هو نظائر الهدروجن والهدروجن مصدره الماء والماء مصدر طاقة متجددة.

أما طاقة الانشطار النووي فهي تصنف غير متجددة لأنها تستخدم عنصر اليورانيوم.

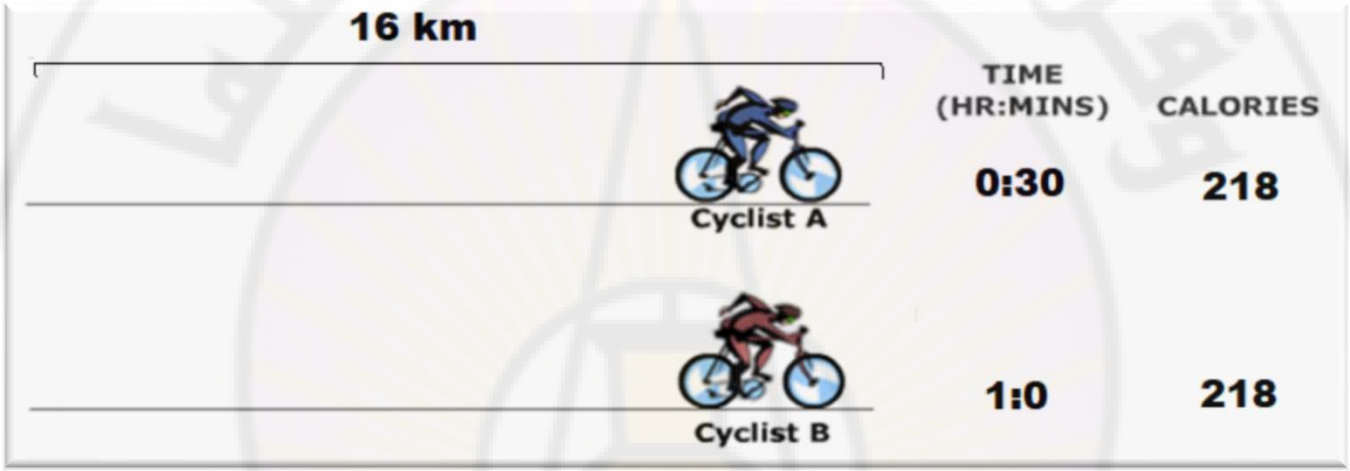
طاقة الانشطار النووي *Nuclear fission energy*



طاقة الاندماج النووي ***Nuclear fusion energy***



الطاقة والاستطاعة Power vs. Energy



قارن بين طاقة واستطاعة والعمل المنجز من قبل Cyclist A و Cyclist B

قام A و B بنفس القدر من العمل (كلاهما قاما بقطع 16 كيلومتر) ، واستخدم كل منهما نفس الكمية من الطاقة (218 سعرة حرارية). ومع ذلك ، أظهر A استطاعة أكبر، لأنه قام بنفس القدر من العمل الذي قام به B، ولكن في زمن أقل.

يزداد الطلب على الطاقة بشكل أسي وفق المعادلة التالية:

$$N = N_o\, e^{rt}$$

حيث: N- القيمة النهائية

N_0 - القيمة البدائية

r- معدل النمو

t- الزمن

حساب زمن التضاعف Doubling time

هو الزمن اللازم كي تصبح القيمة النهائية ضعف القيمة البدائية.

$$t_d = \frac{70}{r}$$

مثال:

إذا كان من المتوقع زيادة استخدام الفحم بمعدل (1.7 %) سنوياً في بلد ما، فبعد كم سنة سيصبح استهلاك الفحم ضعف مما هو عليه الآن؟

الجواب:

$$t_d = \frac{70}{1.7} = 41.17 \text{ years}$$

الفرق بين موارد الطاقة واحتياطي الطاقة

يشير مصطلح احتياطي الطاقة إلى الكمية من مصدر الطاقة المعروف بوجودها والذي يمكن استخراجها باستخدام التكنولوجيا الموجودة والمتاحة حالياً.

- يشير مصطلح موارد الطاقة إلى الكمية من مصدر الطاقة المعروف أو المتوقع وجودها بغض النظر إن كانت الكلفة والتكنولوجيا متوفرة أم لا.

- تستهلك الولايات المتحدة الأميركية سنوياً ربع الطاقة الإجمالية المستهلكة في العالم.
- يستهلك المواطن الأميركي سنوياً طاقة أكبر بخمس مرات من الطاقة المستهلكة من قبل أي مواطن آخر في العالم.
- الطاقة التي تصل الأرض سنوياً أكبر بحوالي 23000 مرة من طلب العالم الطاقة السنوي.

العمر المتوقع لاحتياطي الطاقة (عند معدل استهلاك ثابت)

- يتم حسابه بتقسيم الاحتياطي الحالي على الاستهلاك الحالي.

- (احتياطي العالم من النفط): 50 years
- (احتياطي العالم من الغاز الطبيعي): 76.8 years
- (احتياطي العالم من الفحم): 153 years

العلاقة بين استهلاك الطاقة والناتج الاجمالى المحلى:

الناتج الاجمالي المحلي Gross domestic Product (GDP)

هو القيمة النقدية (بالدولار) للسلع والخدمات التي تم صنعها أو تقديمها للمجتمع داخل الدولة خلال فترة زمنية ما.

أي السلع والخدمات التي تنتجها الدولة داخل حدودها بايادي وطنية أو أجنبية ولكن داخل حدود الدولة.

ماهي العلاقة بين الناتج الاجمالي المحلي واستهلاك الطاقة في:

1- البلدان المتطورة؟

2- البلدان النامية؟

✓ **في البلدان الصناعية (المتطورة) تكون العلاقة ضعيفة، أما في البلدان النامية فينمو الطلب على الطاقة بالتوازي مع النمو الاقتصادي.**

ما هو السبب؟

- **كفاءة الأجهزة المنزلية والأجهزة المستخدمة في الصناعة.**
- **الظروف المناخية والجيوغرافية للدولة.**
- **نمط الحياة.**
- **مدى اعتماد البلد على الطاقة غير المتجددة أي على الوقود الأحفوري.**

كفاءة الطاقة Energy efficiency

في جهاز تحويل الطاقة يتم تحويل الطاقة من شكل إلى شكل آخر بحيث كل الطاقة التي تدخل إلى الجهاز تخرج منه، ولكن ليس بالضرورة أن تخرج بالشكل المرغوب به.

تعرف كفاءة الجهاز بالشكل التالي: كفاءة الجهاز = طاقة الخرج المفيدة / طاقة الدخل

✓ كلمة مفيدة (useful) يحددها الغرض من استخدام الجهاز.

فمثلاً الطاقة الحرارية في اللمبة هي طاقة غير مفيدة ، أما في السخان الكهربائي فهي طاقة مفيدة.

مثال:

يستهلك محرك كهربائي 100 واط من الكهرباء من أجل الحصول على 90 واط من الطاقة الميكانيكية. احسب كفاءته.

الحل:

$$E = \frac{\text{Mechanical energy (power) output}}{\text{Electric energy (power) input}} = \frac{90\ W}{100\ W} = \frac{90\ J}{100\ J} = 0.9 = 90\ \%$$

ما هو الهواء النقي *Clean air*؟

- ✓ يتكون الهواء الجوي من خليط من الغازات التي تغلف كوكب الأرض.
- ✓ المكونات الأساسية للهواء هي النتروجن (تقريباً 78%) والأوكسجين (حوالي 21%). كما هو مبين في الجدول.

المكونات	النسبة الحجمية
النتروجين N_2	78.084
الأوكسجين O_2	20.946
الأورغون Ar	0.946
ثاني أكسيد الكربون CO_2	0.0332
النيون N_2	0.00182
الهيليوم He	0.000524
الميتان CH_4	0.00015
الكبريتون Kr	0.000114
الهيدروجين H_2	0.00005

الشروط التي يجب أن تتوفر في مكون ما حتى يعد ملوّثاً Pollutant:

1- أن يزيد تركيز المكون عن حد معين، أو
2- إذا كان هذا المكون غير موجوداً في التركيب الأصلي للهواء.

✓ حتى يصنف المكون ملوثاً، سواء زاد تركيزه عن الحد الطبيعي أو لم يكن موجوداً في التركيب الأصلي للهواء، يجب أن يسبب خطراً على صحة الإنسان والعمليات البيئية الطبيعية.

إذاً يمكن تعريف تلوث الهواء بالشكل التالي:

- وجود مواد في الغلاف الجوي أو في الهواء الخارجي بتركيز معين، وبخواص محددة ولفترة زمنية كافية، مما قد يهدد أو يضر بحياة الإنسان وممتلكاته؛ أو يؤثر على ممالك الحيوان والنبات والأحياء المجهرية.
- أو وجود أية مادة أو طاقة في غير مكانها وزمانها وكميتها المناسبة.

✓ الفرق بين ملوثات الهواء الأولية Primary والثانوية Secondary هو أن ملوثات الهواء الأولية تنتج مباشرة من مصادر التلوث مثل أكاسيد الآزوت وأكاسيد الكبريت والغبار والأتربة وغيرها، أما الثانوية فتنتج من تفاعل الهواء مع أحد الملوثات الأولية مثل الأوزون والأمطار الحامضية.

احتراق الوقود الأحفوري *Fossil Fuel Combustion*

- ✓ 84 بالمئة من الطاقة الكلية المطلوبة في العالم تنتج من احتراق الوقود الأحفوري.
- ✓ يعد احتراق الوقود الأحفوري المصدر الرئيسي لتلوث الهواء والعديد من المشاكل البيئية.
- ✓ الوقود الأحفوري **Fossil fuels**: هو بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية التي دفنت تحت طبقات القشرة الأرضية وتعرضت عبر ملايين السنين إلى درجات حرارة وضغط مرتفعين جداً، بحيث يمكن استخراجها واستخدامها كمصادر للطاقة.
- ✓ يتضمن الوقود الأحفوري:
  - الفحم **Coal**
  - النفط **Petroleum**
  - الغاز الطبيعي **Natural gas**
- ✓ يتكون الوقود الأحفوري بشكل أساسي من العناصر التالية: الكربون والهيدروجن والكبريت والنتروجن والأكسجين ومواد معدنية.
- ✓ يتغير تكوين وكميات هذه العناصر لأنواع الوقود الأحفوري المختلفة، لكن العناصر هي نفسها.على سبيل المثال، يوجد الهيدروجين في الوقود السائل أكثر من الفحم لكل وحدة كتلة.

عناصر الوقود الأحفوري *Fossil fuel elements*

Coal



Composition:

Carbon
Hydrogen
Nitrogen
Sulfur
Oxygen
Minerals

Petroleum



Composition:

Carbon
Hydrogen
Nitrogen
Sulfur
Oxygen
Minerals

Natural Gas



Composition:

Carbon
Hydrogen
Nitrogen
Sulfur
Oxygen

نواتج احتراق الوقود الاحفوري

- الاحتراق هو الأكسدة السريعة لعناصر الوقود الأحفوري مما يؤدي إلى توليد الحرارة. عندما تتأكسد هذه العناصر (أو تتحد مع الأكسجين) ، تتشكل منتجات الاحتراق.

- Carbon → *Carbon dioxide* CO_2
- Carbon → *Carbon monoxide* CO
- Hydrogen → *Water* H_2O
- Nitrogen → *Nitric oxide* NO
- Nitrogen → *Nitrogen dioxide* NO_2
- Sulfur → *Sulfur dioxide* SO_2
- Sulfur → *Sulfur trioxide* SO_3
- Minerals → *Ash particles*

ثاني أكسيد الكربون Carbon dioxide (CO_2)

- ✓ موجود بشكل طبيعي في الهواء الجوي ولكنه يصبح خطراً عند التراكيز المرتفعة.
- ✓ ينتج من عمليات الاحتراق الكامل. ومن أهم مصادره محطات توليد الطاقة ومصانع الاسمنت.
- ✓ عندما تزيد نسبته في الغلاف الجوي عن حد معين، يسبب ظاهرة الاحترار العالمي Global Warming أو التغير المناخي Climate Change.

أول أكسيد الكربون Carbon monoxide (CO)

- ✓ غاز أول أكسيد الكربون سام، ولا لون له ولا رائحة.
- ✓ عند التراكيز العالية من CO يمكن أن يسبب الموت.
- ✓ ينتج من الاحتراق غير الكامل للوقود الاحفوري. ويزداد تركيز هذا الغاز في عوادم السيارات خاصة عند ساعات الذروة.
- ✓ لديه القدرة على التفاعل مع هيموغلوبين الدم أكثر من الأوكسجين بحوالي 210 مرة، أي يعيق امتصاص الدم للأوكسجين.

أكاسيد الكبريت Sulfur Oxides (SOx)

- ✓ SO2 و SO3 تسمى SOx.
- ✓ SO2 هو غاز لا لون له، وله رائحة نفاذة.
- ✓ ينتج SO2 من احتراق الوقود الأحفوري، وعندما ينطلق إلى الغلاف الجوي يتفاعل مع الأوكسجين الموجود في الهواء ويشكل SO3.
- ✓ SOx تؤثر على الجهاز التنفسي وعند تراكيز مرتفعة يمكن أن تسبب الوفاة.
- ✓ تعد SOx المسبب الرئيسي لتشكل الأمطار الحامضية.

أكاسيد النتروجين Nitrogen Oxides (NOx)

- ✓ NO و NO2 تسمى NOx.
- ✓ أكاسيد النتروجين تهيج العيون والأنف وتسبب مشاكل في الجهاز التنفسي.
- ✓ تعد NOx المسبب الرئيسي لتشكل الأمطار الحامضية.
- ✓ تنتج NOx من احتراق الوقود الأحفوري ومن صناعة الأسمدة.

❖ يعد تخفيض انبعاثات NOx أصعب من تخفيض انبعاثات SOx و CO
والسبب أن معظم انبعاثات NOx تنتج عن عمليات الاحتراق التي تحدث عند درجات حرارة عالية بسبب احتواء الهواء على نسبة مرتفعة من الآزوت (حوالي 79 %).

الجسيمات الدقيقة Particulate Matter (PM)

- ✓ الجسيمات الدقيقة (PM) هو المصطلح العام المستخدم لوصف خليط من الجسيمات الصلبة والقطرات السائلة الموجودة في الهواء. بعض الجسيمات كبيرة بما يكفي لتظهر على شكل غبار أو أوساخ. البعض الآخر صغير جدًا بحيث لا يمكن اكتشافه إلا باستخدام المجهر الإلكتروني.
- ✓ تشمل الأحجام المختلفة للجسيمات ما يلي:
- ✓ PM 2.5: تصف الجسيمات "الدقيقة" التي يبلغ قطرها (micro meter) 2.5 µm أو اقل. مثل الهباب Soot (وهو مادة سوداء أو بنية قاتمة توجد في الدخان ويتألف معظمها من حبيبات الكربون التي تظهر نتيجة الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري كالفحم) .
- ✓ PM 10: تصف جميع الجسيمات التي يبلغ قطرها 10 µmأو أقل (حوالي سُبع قطر شعرة الإنسان). وهي تبقى لفترات طويلة في الهواء وتنتقل لمسافات بعيدة. مثل الغبار والأتربة المنبعثة من مصانع الاسمنت.
- ✓ عادة تعمل شعيرات الأنف على حجز معظم الحبيبات العالقة المستنشقة (ذات القطر الذي يربو عن 10 ميكرومتر) من الدخول إلي الجهاز التنفسي. بينما تجد الحبيبات ذات الحجم الأصغر (تلك التي يقع قطرها بين 2 إلي 3 ميكرومتر) طريقها للرئة، حيث تمتصها خلايا معينة وتعمل على حملها إلي الجهاز الليمفاوي.
- ✓ يمكن أن تؤدي الجسيمات الدقيقة إلى تفاقم أمراض الجهاز التنفسي ، مثل الربو والتهاب الشعب الهوائية.

المركبات العضوية المتطايرة *Volatile Organic Compounds (VOCs)*

- ✓ وتسمى أيضاً الهيدروكربونات غير المحترقة HCs.
- ✓ هي المركبات الكيميائية العضوية المتبخرة من السوائل البتروكيميائية المتطايرة، مثل البنزين في محطات تعبئة الوقود والمذيبات العضوية المستخدمة في الدهان.
- ✓ أيضاً تتواجد VOCs مع البخار الخارج من عمليات تكرير البترول، وتخرج مع عوادم السيارات.
- ✓ تولد الضباب الدخاني Somg وتؤثر على الرؤية وتسبب مشاكل للجهاز التنفسي وتعد مواد مسرطنة.

المعادن الثقيلة *Heavy metals*

- ✓ المعادن الثقيلة: Hg, Cd, Ph, As, Be, Cr and Sb
- ✓ عندما يحترق الوقود المحتوي في تركيبه على هذه المعادن، فعندها تتحد مع الاكسجين وتنتج أكاسيد المعادن مثل أكسيد الزئبق.
- ✓ أكاسيد المعادن سامة جداً للانسان والحيوان. يمكن أن تسبب فشل كلوي وخلل في الوظائف الحيوية.

الأمطار الحامضية Acid rains

- تزداد درجة التلوث الهوائي في بعض المناطق الصناعية مما يزيد معه تراكيز الغازات الحامضية: أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجن.
- عندما تتفاعل هذه الغازات مع الرطوبة الموجودة في الجو يتشكل حمض الكبريت وحمض الآزوت.
- يبقى حمض الكبريت وحمض الآزوت معلقاً في الهواء على صورة رذاذ تنقله الرياح من مكان لآخر. وعندما يكون الهواء جافاً ولا توجد فرصة لسقوط الأمطار فإنه يبقى معلقاً على شكل ضباب خفيف.
- أما عند هطول الأمطار فيذوب حمض الكبريت وحمض الآزوت في ماء المطر فتتشكل الأمطار الحامضية.
- يقاس المطر الحامضي باستخدام مقياس pH وهو مقياس لوغاريتمي أي انخفاض واحد في مستوى الأس الهيدروجيني (pH) يمثل زيادة بمقدار عشرة أضعاف في الحموضة. الماء النقي له درجة حموضة pH تساوي7 ويعد محايداً. وكلما انخفضpH عن 7 زادت الحموضة.

- بشكل طبيعي الأمطار حمضية بعض الشيء، إذ لها رقم هيدروجيني في حدود 5.6 . وذلك ناتج عن انحلال غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء مع ماء المطر ليشكل حمض الكربونيك (وهو حمض مخفف) أي لا يسبب الامطار الحامضية، على عكس أحماض الكبريت والنتروجن التي لها درجة حموضة منخفضة وبالتالي تعتبر أحماض قوية.

الآثار الضارة للأمطار الحامضية على البيئة:

- التقليل من غلة النباتات وانحسار الغابات والحد من نموها.
- الحد من تكاثر الحياة البحرية والأسماك.
- تآكل وإتلاف السطوح المكشوفة (الأوابد الأثرية).
- تلاشي المادة الغذائية من التربة والأنظمة البيئية المائية.
- تؤثر في البحيرات والمجاري المائية المختلفة وخاصة المغلقة منها، لدرجة أن بعض أنهار النرويج التي اشتهرت بهجرة أسماك السلمون إليها، أصبحت الآن خالية منها.
- تؤثر الأمطار الحامضية على نوعية مياه الشرب.

التحكم بتلوث الهواء Control of air pollution

- ✓ ولتفادي الخطورة الناجمة من تلوث الهواء والأمطار الحامضية يمكن إما منع انبعاث الملوثات من مصادرها، أو تنظيم تراكيز الملوثات بعد انتاجها .
- ✓ طرق منع انبعاث الملوثات من مصادرها تتضمن تعديل العملية الصناعية بحيث تصدر ملوثات أقل، أو تغيير المواد الخام أو بشروط العملية نفسها (كدرجة الحرارة أو الضغط) أو تغيير في خطوات العملية والأهم من ذلك كله هو عمل الصيانة الدورية لمنع تسرب الغازات الضارة إلى الهواء.
- ✓ كأمثلة على طرق المنع استخدام وقود يحتوي على نسبة قليلة من الكبريت في وسائل النقل والمواصلات أو برش الفحم بالماء لمنع الأتربة التي تخرج منه عند الحرق.
- ✓ طرق تنظيم تراكيز الملوثات بعد انتاجها تشمل توزيع الملوثات على مساحة أكبر مثل توزيع المصانع وعدم تركيزها في منطقة واحدة، أو زيادة ارتفاع المدخنة في محطات الطاقة والتي تخرج منها غازات العادم.
- ✓ تقليل استخدام الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة واستخدام تقنيات الطاقة المتجددة كبديل مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المياه.

يعد الأوزون مفيداً أو ضاراً حسب مكان توضعه في الغلاف الجوي

❑ الأوزون الضار (على مستوى سطح الأرض)

Bad ozone – Ground-level ozone

يتشكل في الطبقة الأدنى من الغلاف الجوي قرب مستوى سطح الأرض (التروبوسفير) عندما تنبعث الملوثات من السيارات ومحطات الطاقة والمراجل الصناعية وغيرها من المصادر، حيث تتفاعل الهيدروكربونات غير المحترقة VOCs (المركبات العضوية المتطايرة Volatile Organic Compounds) مع أكاسيد الآزوت NOx بوجود أشعة الشمس وفق المعادلة التالية:

$$VOCs + NO_x \xrightarrow{sunlight} Ozone$$

- **يكون التلوث بالاوزون مقلقاً للغاية في أشهر الصيف حيث تتوفر الظروف المناخية المواتية لتشكله: أشعة الشمس ودرجات الحرارة المرتفعة.**
- **هو غاز مضر لتنفس الانسان ويساهم في تشكل الضباب الدخاني (Somg = smoke + fog) وفق المعادلة التالية:**

$$Ozone + NO \xrightarrow{sunlight} Photochemical\ Smog\ (Haze)$$

❑ الأوزون المفيد Good Ozone

هو الأوزون المتواجد في طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي (وهي الجزء الأعلى من الغلاف الجوي، التي تقع ابتداء من قمة التروبوسفير ممتدة إلى ارتفاع يصل 50 كيلومترا).
والأوزون في الستراتوسفير – هو ما يشير إليه العلماء على أنه طبقة الأوزون – يمتص الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس Ultraviolet radiation (UV) ويمنعها من الوصول لسطح الأرض فيحمي البشر من خطر الإصابة بالحروق وسرطان الجلد وإعتام عدسة العين.

كيف يحدث استنزاف طبقة الاوزون Ozone depletion؟

يتشكل الأوزون عندما تُفتت الأشعة فوق البنفسجية للشمس جزيئا من الأكسجين، وينتج عنه ذلك ذرّتين منفصلتين من الأوكسجين. وتتجمع كل ذرة أوكسجين مع جزيء من الأكسجين لينتج عن ذلك جزيء الأوزون.

$$O_2 + \text{UV radiation} \rightarrow O + O \text{ (two oxygen atoms)}$$

$$2\,O + 2\,O_2 \rightarrow 2\,O_3$$

أيضاً جزيء الاوزون بتأثير الأشعة فوق البنفسجية يتفكك إلى جزيء أوكسجين وذرة اوكسجين:

$$O_3 + \text{UV radiation} \rightarrow O + O_2$$

في الدورة الطبيعية للأوزون يتم انتاج وتحطيم الاوزون بشكل ثابت، ولكن تبقى الكمية الكلية للاوزون مستقرة. أي يوجد توازن بين انتاج وتحطيم الاوزون وهو ما يجعل مستويات الاوزون تبقى مستقرة.

- الغازات الأكثر إضراراً بالأوزون الموجود في الستراتوسفير هي الغازات المحتوية على مادة الكلور.

ومن أكثر الغازات المحتوية على الكلور غازات الكلوروفلوروكربون **ChloroFluoroCarbons (CFCs)**، وهي المواد الكيميائية التي تعبأ بها رشاشات المبيدات الحشرية ومواد التبريد المستخدمة في الثلاجات ومكيفات الهواء.

- تبقى غازات الكلوروفلوروكربون مستقرة في الغلاف الجوي مئات السنين، وبمرور السنين تصل إلى طبقة الستراتوسفير وتحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية تتفكك وتتحرر ذرات الكلور.

$$CFCl_3 + \text{UV radiation} \rightarrow 3\ Cl\ \text{atoms}$$

- وتتفاعل ذرة الكلور مع جزيء الأوزون فتفتته لتشكل جزيئات من الأكسجين العادي وجزيء من أول أكسيد الكلورين، وكلاهما غير قادر على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية.

$$Cl + O_3 \rightarrow O_2 + ClO$$

.

- ذرة أوكسجين واحدة قد تتفاعل مع أول أكسيد الكلورين، وتنبعث منها ذرة كلورين، كما يتشكل جزيء من الأكسجين العادي

$$ClO + O \rightarrow O_2 + Cl$$

- وتصبح ذرة الكلور حرة ويمكنها تحطيم جزيء أوزون آخر . ويمكن لذرة كلور واحدة أن تكرر هذه الدورة آلاف المرات، مما يتسبب في القضاء على آلاف من جزيئات الأوزون.
- بالتالي يمكن تعريف ثقب الاوزون بالشكل التالي:

ثقب الاوزون: هو انخفاض تركيز الاوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي تحت حد معين.

الاحتباس الحراري والاحترار العالمي
Greenhouse effect and Global warming

- تتلقى الأرض بشكل ثابت كميات ضخمة من الاشعة الشمسية على شكل ضوء وحرارة. هذه الأشعة عبارة عن أشعة تحت حمراء وأشعة مرئية وأشعة فوق بنفسجية. وهي تمر أولا عبر الغلاف الجوي قبل الوصول لسطح الأرض، فطبقة الاوزون مثلا تمنع قسم كبير من الأشعة فوق البنفسجية من الوصول لسطح الأرض.

- جزء من الأشعة الشمسية الواردة من الشمس تنعكس من الغيوم ومكونات الغلاف الجوي باتجاه الفضاء، والجزء المتبقي يتم امتصاصه من قبل سطح الأرض، وعندها يصبح سطح الأرض أسخن فيقوم ببث الأشعة تحت الحمراء (أي الحرارة) باتجاه الفضاء.

- الكثير من الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأرض يتم امتصاصه من قبل بعض الغازات الموجودة في الغلاف الجوي (مثل CO_2) والتي تسمى غازات الدفيئة Greenhouse gasses.

- عندما تمتص غازات الدفيئة الأشعة تحت الحمراء تصبح أسخن فتبث الأشعة تحت الحمراء والتي تعود بمعظمها باتجاه الأرض.

- إذاً ظاهرة الاحتباس الحراري تلعب دورا حيويا ورئيسيا في تدفئة سطح الأرض للمستوى الذي تجعل الحياة ممكنة على سطح الأرض. فلولاها لكانت كل الطاقة التي دخلت خلال النهار ستنعكس للفضاء كأشعة تحت حمراء.

- تقوم غازات الاحتباس الحراري (غازات الدفيئة) الموجودة بشكل طبيعي في الغلاف الجوي بامتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض وتحتفظ بها في الغلاف الجوي لتحافظ على درجة حرارة سطح الأرض ثابتة وبمعدلها الطبيعي " أي بحدود 15 درجة مئوية". ولولا هذه الغازات لوصلت درجة حرارة سطح الأرض إلى 18 درجة مئوية تحت الصفر.

- ولكن نتيجة النشاطات البشرية المتزايدة وخاصة الصناعية منها ازدادت تراكيز غازات الدفيئة لدرجة أصبح مقدارها يفوق ما يحتاجه الغلاف الجوي للحفاظ على درجة حرارة سطح الأرض ثابتة وعند مقدار معين. فوجود كميات اضافية من غازات الدفيئة وتراكم وجودها في الغلاف الجوي يؤدي إلى الاحتفاظ بكمية أكبر من الطاقة الحرارية في الغلاف الجوي وبالتالي تبدأ درجة حرارة سطح الأرض بالارتفاع. وهو ما يسمى بالتغير المناخي Climate Change أو الاحترار العالمي Global Warming.

- فمثلاً ازداد تركيز CO_2 من 275 ppm (منذ بدء الثورة الصناعية 1880) إلى 370 ppm (بحلول عام 2010).

- وبالمقابل ازدادت درجة حرارة الأرض خلال القرن الماضي حوالي 0.5 درجة مئوية.

- وإذا استمرت غازات الدفيئة بالازدياد في الغلاف الجوي فيقدر العلماء أنه بحلول عام 2100 سوف تزداد درجة حرارة الأرض بمقدار 5.8 - 1.4 درجة مئوية.

إذاً يجب التمييز بين ظاهرة الاحتباس الحرري Greenhouse effect وظاهرة الاحترار العالمي أو التغير المناخي Global warming or Climate change.

غازات الاحتباس الحراري
Greenhouse gasses

- Carbon dioxide (CO2)
- Water vapor
- Methane (CH4)
- Nitrous Oxide (N2O)
- Ozone
- ChloroFluoroCarbons (CFCs)

- من أجل مقارنة مدى تأثير كل غاز من غازات الدفيئة على البيئة، تم اعتماد مقياس نسبي لمدى قدرة الغاز على احتباس الحرارة في الغلاف الجوي (أي امتصاص الاشعة تحت الحمراء) مقارنة بالاحتباس الذي يظهره غاز CO2، ويسمى هذا المقياس: امكانية الاحترار العالمي Global Warming Potential (GWP).

- تم اعتماد امكانية الاحترار العالمي لغاز CO2: GWP = 1.

- مثلاً من أجل غاز المتان CH4 فإن GWP = 25، هذا يعني أن تأثير طن واحد من غاز المتان على ظاهرة الاحتباس الحراري يعادل تأثير 25 طن من غاز CO2، أو إزالة طن من غاز المتان من الغلاف الجوي يعادل إزالة 25 طن من غاز CO2.

- أيضاً يتميز كل غاز من غازات الدفيئة بطول فترة بقائه في الغلاف الجوي Atmospheric life time.

يبين الجدول التالي مقارنة بين غازات الدفيئة المختلفة من حيث تراكيزها في عام 2010 و GWP والمدة الزمنية لبقائها في الغلاف الجوي.

The major greenhouse gases differ in their ability to absorb infrared radiation and the duration of time that they stay in the atmosphere. The units "ppm" are parts per million.

Greenhouse gas	Concentration in 2010	Global warming potential (over 100 years)	Duration in the atmosphere
Water vapor	Variable with temperature	<1	9 days
Carbon dioxide	390 ppm	1	Highly variable (ranging from years to hundreds of years)
Methane	1.8 ppm	25	12 years
Nitrous oxide	0.3 ppm	300	114 years
Chlorofluorocarbons	0.9 ppm	1,600 to 13,000	55 to >500 years

لتقدير مدى مساهمة محطات الطاقة التقليدية التي تستخدم الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة في ظاهرة الاحترار العالمي والتغير المناخي نورد المثال التالي:

احسب انبعاثات CO_2 التي تصدرها محطة طاقة كهربائية تستهلك 255 طن من الفحم كل ساعة لإنتاج 760 ميغا واط من الكهرباء. مع العلم أن نسبة الكربون في الفحم المستخدم 80% وكل 12 طن واحد من الكربون ينتج عند احتراقه 44 طن من غاز CO_2.

الحل:

يجب أولاً معرفة كمية الكربون المحتواة في الفحم المستخدم:

كل 100 طن من الفحم يحتوي على 80 طن من الكربون

كل 255 طن من الفحم يحتوي على X

ومنه: $X = 255\ (80/100) = 204\ \text{tons C}$

وبما أن كل 12 طن من الكربون ينتج 44 طن من الكربون فإن كيمة انبعاثات CO_2 الناتجة من محطة الطاقة كل ساعة:

$$(204 \times 44)/12 = 748\ \text{tons CO2/h}$$

أما انبعاثات CO_2 السنوية:

$$(748)\ (24)\ (365) = 6.5\ \text{million ton CO2}$$

آثار الاحترار العالمي Global warming على البيئة

✓ ارتفاع مناسيب البحار والمحيطات (The rising levels Oceans and seas):

تشير الدراسات إلى أن مستوى سطح البحار والمحيطات سيرتفع بمعدلات قد تصل إلى (95) سم في نهاية القرن الحالي وبما أن ثلث سكان الأرض يعيشون ضمن الـ (60) كيلومتر من السواحل، فإن ذلك سيؤدي لهجرات جماعية أو لمخاطر بيئية. فمثلاً سيؤدي ارتفاع مستوى البحار بمعدل (50) سم إلى إغراق جزء من الدلتا في مصر ذات الكثافة السكانية العالية، وستغرق مساحات واسعة من بنغلادش والصين والهند، ويبدو أن الدول النامية التي ساهمت بجزء بسيط من إصدارات الاحتباس الحراري ستدفع الضريبة البيئية الأكبر نتيجة لذلك حيث ستغمر الأمواج العاتية ما يقارب من الـ (300) جزيرة في المحيط الهادي.

✓ انخفاض كمية الأمطار (Rain levels decreasing):

إن التوقعات بارتفاع درجة حرارة الأرض بمعدل وسطي مقداره (3) درجات مئوية سيؤدي إلى انخفاض معدلات الهطل المطري بمعدل (10%) وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وسيترافق ذلك بانخفاض مخزون المياه السطحية والمياه الجوفية ليس بسبب انخفاض كميات الأمطار فقط وإنما بسبب زيادة التبخر وتأثير ذلك على متطلبات المياه اللازمة للزراعة والصناعة ومياه الشرب، كما ستصبح نوعية المياه أكثر ملوحة.

إضافة إلى ذلك فإن ارتفاع درجة حرارة الأرض سيؤدي إلى الانتقال المكاني للأقاليم المناخية الزراعية وزيادة الجفاف في المناطق الجافة وشبه الجافة والتأثير في التنوع الحيوي. ويتوقع أن تزداد موجات الحر التي تجتاح المدن الكبرى (أثينا، لندن،...).

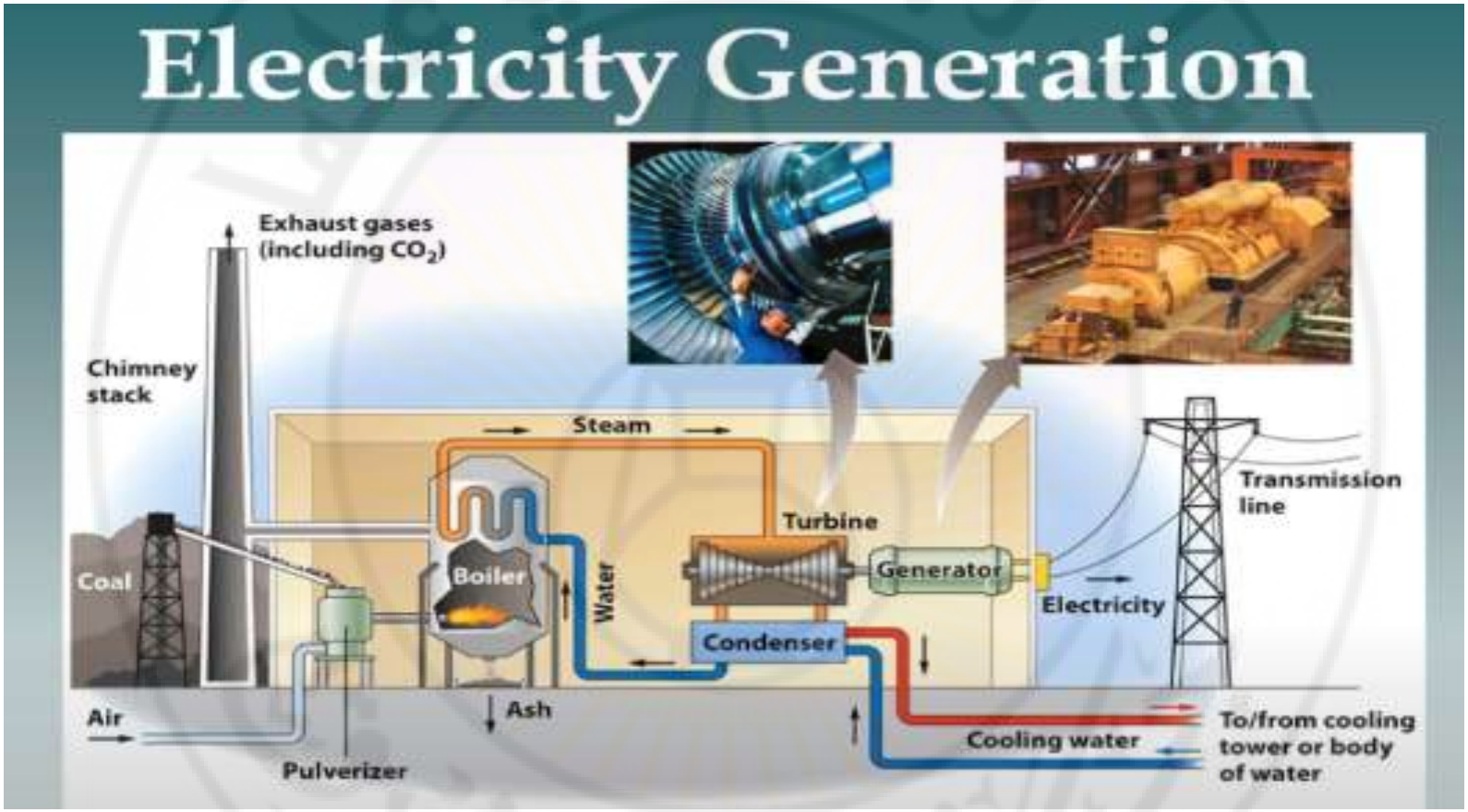
وأخيراً يمكن أن تحدث التغيرات المتوقعة أزمات في توفير الماء والغذاء والتوسع في حدود المناطق الاستوائية والمدارية.

- **لمواجهة تغير المناخ وآثاره السلبية، تبنت 197 دولة اتفاقية باريس للمناخ 2015. هدف الاتفاق إلى احتواء الاحترار العالمي لأقل من درجتين مئويتين وسيسعى لحده في 1.5 درجة. يتضمن الاتفاق التزامات من جميع الدول لخفض انبعاثاتها والعمل معاً للتكيف مع آثار تغير المناخ، وتدعو الدول إلى تعزيز التزاماتها بمرور الوقت.**

من الحلول الممكنة للحد من ظاهرة الاحترار العالمي:

- ✓ **زراعة الأشجار: إذ إنّها تُطلق غاز الأكسجين إلى الغلاف الجوي وتمتص غاز ثاني أكسيد الكربون، وتستطيع شجرة واحدة امتصاص طن واحد تقريباً من ثاني أكسيد الكربون خلال فترة حياتها، لذلك من المهم الحد من عملية إزالة الغابات والاهتمام بشكل كبير في عملية الزراعة وجعلها أكثر كفاءة.**
- ✓ **تخفيض استخدام المنتجات التي تولد غازات الدفيئة.**
- ✓ **استخدام أجهزة منزلية أكثر كفاءة.**
- ✓ **زيادة كفاءة المركبات ووسائل النقل العاملة على الوقود التقليدي.**
- ✓ **اتباع الطرق الممكنة لتوفير الطاقة من قبل الأشخاص في المنازل وأماكن العمل.**
- ✓ **الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة.**

التلوث الناتج عن محطات توليد الطاقة الكهربائية



معظم محطات توليد الطاقة الكهربائية تعمل بنفس الطريقة. يحترق الوقود لتوليد البخار steam في المرجل Boiler. يقوم البخار بتدوير العنفة Turbine. محور العنفة موصول مع محور المولد الكهربائي Generator. وعندما تدور العنفة تقوم بتدوير المولد الكهربائي معها فتتولد الطاقة الكهربائية.

- **إذاً تختلف محطات الطاقة في مصدر الطاقة اللازم لتوليد البخار أو تدوير العنفة.**

- **فعندما يُستخدم احتراق الوقود الأحفوري (النفط أو الفحم أو الغاز) لتسخين الماء وتأمين البخار اللازم لتدوير العنفة، تصبح محطات الطاقة مصدراً كبيراً لتلوث الهواء بأكاسيد الآزوت وأكاسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون. والطاقة المستخدمة تكون غير متجددة Nonrenewable energy.**

- **أما عندما يتم استخدام الطاقة الشمسية لتوليد البخار أو طاقة المياه أو طاقة الرياح لتدوير العنفة، يكون مصدر الطاقة متجدد Renewable energy وهي طاقة نظيفة لا تلوث الهواء أو البيئة المحيطة.**

- **ولكن تشترك محطات الطاقة جميعها في التسبب بمشكلة التلوث الحراري للمسطحات المائية (البحار والبحيرات والأنهار) وذلك عند استخدام مياهها لتبريد البخار (الذي قام بتدوير العنفة وفقد جزء من طاقته) كي يتم تكثيفه وتحويله إلى ماء لاعادة استخدامه في المرجل. وعندما يعاد طرحها في المسطحات المائية (وقد أصبحت درجة حرارتها أعلى بحوالي عشر درجات مئوية لأن حرارة البخار قد انتقلت اليها) تحدث مشكلة التلوث الحراري.**

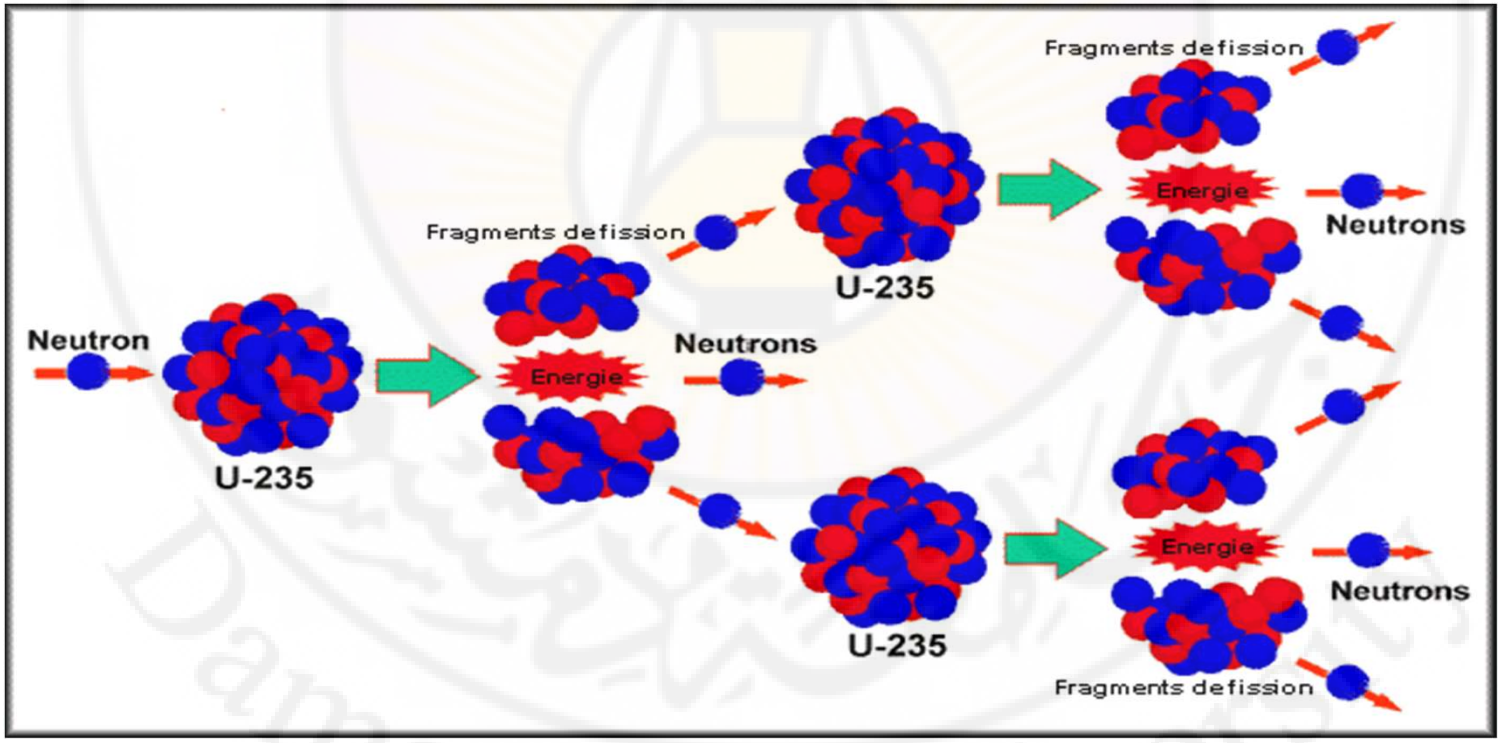
مشكلة التلوث الحراري للمسطحات المائية: تنجم بسبب طرح المياه الساخنة المستخدمة لأغراض التبريد في محطات توليد الطاقة في مجاري الأنهار والبحيرات، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارتها. حيث تعتبر ازدياد درجة الحرارة هو الملوث، لأن ازدياد درجة الحرارة يؤدي إلى:

- تناقص الاوكسجين المنحل في الماء الذي يسبب صدمة حرارية للأسماك تتمثل في نفوقها أو هجرتها أو عزوفها عن وضع البيض .
- وتكاثر بعض الطحالب غير الصالة كغذاء للكائنات المائية
- وأيضاً تنشيط التفاعلات الكيميائية للملوثات المعدنية وتحويلها إلى أكاسيد سامة للكائنات المائية.

أي مشكلة التلوث الحراري تؤدي إلى حدوث اضطرابات شديدة للنظام البيئي والحياة البحرية.

محطات الطاقة النووية Nuclear Power Plants

- تعمل محطات الطاقة النووية كغيرها من محطات الطاقة المختلفة إذ تستخدم الحرارة والبخار لتوليد الكهرباء. ويكمن الاختلاف الرئيسي في نوع الوقود المُستخدم لإنتاج الحرارة.
- تستخدم محطات الطاقة النووية الطاقة الحرارية الهائلة المتولدة من انشطار اليورانيوم لتسخين الماء وانتاج البخار اللازم لتدوير العنفة وتوليد الكهرباء.
- الانشطار النووي يعني انقسام ذرة اليورانيوم U-235 إلى ذرتين أصغر بواسطة قذفها بنترون. وينتج عن كل عملية انشطار ثلاثة نترونات وكميات ضخمة من الطاقة الحرارية ومن الاشعاعات النووية (كأشعة X وأشعة ɣ).



- الطاقة النووية المخزنة في كيلو غرام واحد من اليورانيوم المشع مكافئ للطاقة الكيميائية المخزنة في تقريباً 3 مليون كيلو غرام من الفحم. أي أن انشطار كيلو غرام من U-235 يحرر طاقة تقريباً أكبر ب 2-3 مليون مرة من احتراق كيلو غرام من الفحم.

- لإنتاج الطاقة يتم تخصيب اليورانيوم Enrichment of U-235.

- تخصيب اليورانيوم هو العملية التي يتم فيها تحويل اليورانيوم الخام في الطبيعة (هو مزيج من الطين وU-238 غير القابل للانشطار وU-235 القابل للانشطار) إلى مادة قابلة للاستخدام لإنتاج الطاقة الحرارية.

- أي تخصيب اليورانيوم يهدف إلى زيادة نسبة اليورانيوم U-235 (وهو النظير القابل للانشطار) في اليورانيوم الخام.

- عندما يصل تركيز U-235 إلى 5% يمكن استخدامه في انتاج الطاقة، أما عندما يزيد عن 80% يصبح السلاح نووي.

الآثار البيئية لمحطات الطاقة النووية

- بما أن مصدر الطاقة في محطات الطاقة النووية هو اليورانيوم المخصب، فإن محطات الطاقة النووية لا تساهم في رفع درجة حرارة الأرض عن طريق انبعاثات غازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون. كما أنها لا تنتج أياً من أكاسيد الكبريت والآزوت أو الجسيمات الملوثة للبيئة فلا شيء يحترق كما في محطات الطاقة التقليدية العاملة على الوقود الأحفوري.

- أثناء العمر التشغيلي لمحطة الطاقة النووية لا يوجد خطر تلوث اشعاعي إلا في حال حدوث أخطاء بشرية أو حوادث غير متوقعة كما حدث في حادثة تشرنوبل في أوكرانيا عام 1986.

- المشكلة البيئية الأكبر التي تسببها محطات الطاقة النووية هي مشكلة التخلص من النفايات النووية Nuclear Waste. وتملك هذه المواد القدرة على بث الاشعاعات بشكل تلقائي. وهذه الأشعة تكون على شكل أشعة X وأشعة γ وهي خطيرة جداً لأنها تحمل طاقة مرتفعة قادرة على تغيير الذرات في الخلايا الحية.
- حيث إن النفايات المشعة الناتجة عن محطات الطاقة النووية تبقى فاعلة ونشطة لمئات الآلاف من السنين. فمثلاً اليورانيوم U-238 له عمر نصف 4.5 مليار سنة واليورانيوم U-235 له عمر نصف 0.7 مليار سنة.
  وعمر النصف Half life هو الزمن اللازم لتحلل نصف كمية المادة المشعة. وتمتاز كل مادة مشعة بعمر نصف خاص بها.

- أيضاً من الممكن لمحطات الطاقة النووية أن تسبب مشكلة التلوث الحراري للمسطحات المائية في حال تم استخدام مياهها في تبريد البخار.

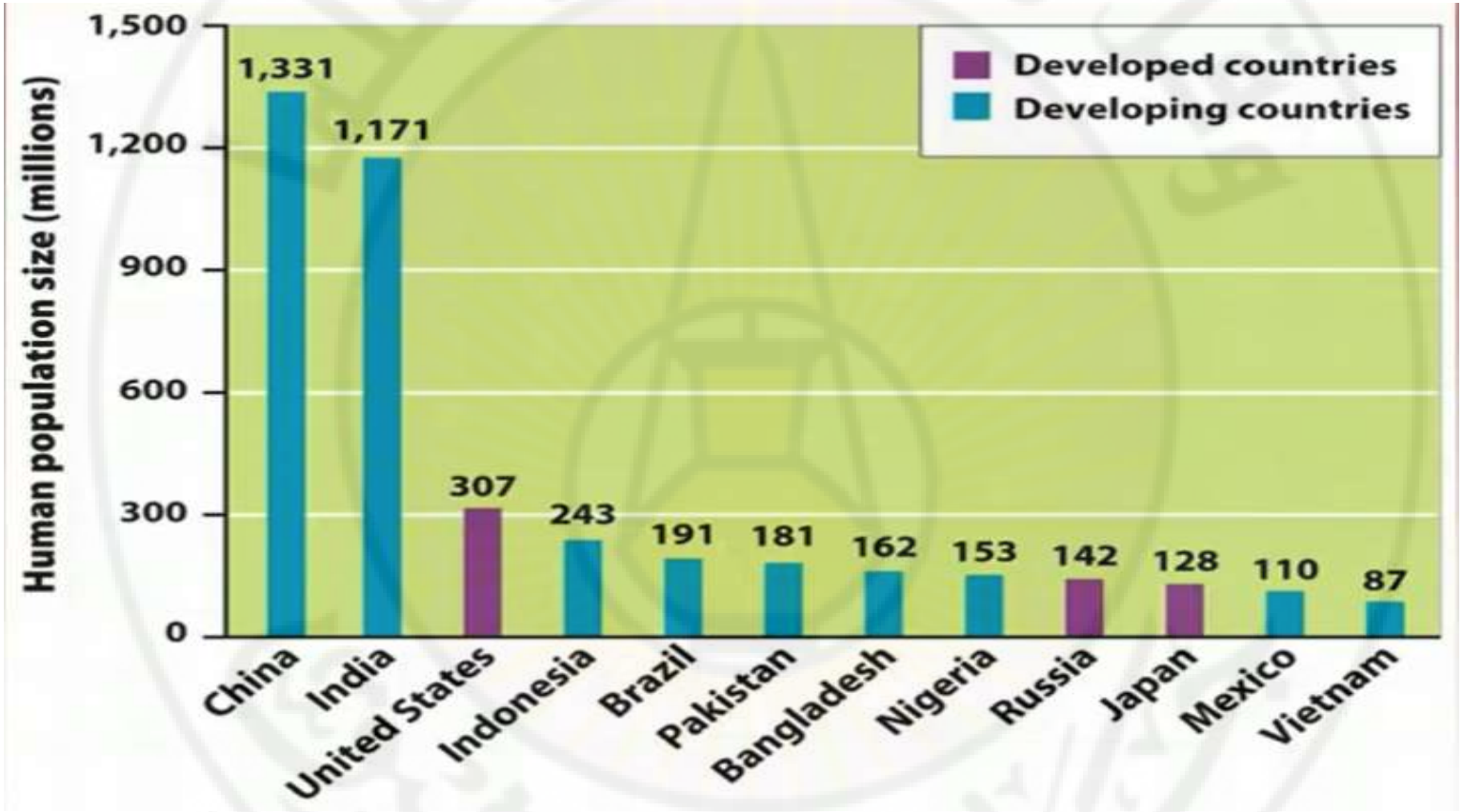
النمو السكاني Population Growth

- في عام 1800 كانت الأرض موطناً لحوالي مليار شخص.
- استغرق 130 سنة للوصول إلى المليار الثاني، و45 سنة لوصول عدد سكان العالم لـ 4 مليار.
- يبلغ عدد سكان العالم حالياً مايقارب 7.6 مليار. وتشير تقديرات الأمم المتحدة بأنه في عام 2050 سيصل حجم السكان إلى نحو 9 بليون، وفي عام 2100 سيصل إلى 11 بليون نسمة.
- 95% من هذه الزيادة السكانية ستكون في الدول النامية.
- عدد السكان يزداد بشكل أسي (وهو ما يفسر الزيادة الهائلة في عدد سكان العالم في المائة وخمسون سنة الماضية)، بينما إنتاج الغذاء يتزايد ببطء شديد. لذلك فإن الجوع والفقر والمرض والجريمة والبؤس ترتبط دائما بالانفجار السكاني .
- هذا النمو السكاني يرتبط بإشكالية:

1 - العلاقة بين الزيادة السكانية الهائلة ووفرة الموارد على سطح الأرض. يتسبب الانفجار السكاني بنفاد كبير بالموارد وتدهور بيئي حيث أن الموارد الموجودة كالأرض والماء والوقود الأحفوري والمعادن و....الخ. محدودة وتبعا لاستغلالها مع الوقت سيتم استنفاذها.

2- توزع السكان ما بين الدول النامية والدول المتقدمة.

The 12 Most populous Countries in the World



- يبين الشكل أكثر 12 دولة مأهولة بالسكان في العالم، وتحتل الصين المرتبة الأولى.
- فقط ثلاث دول من بينها تعتبر متطورة أما الباقي فتصنف من بين البلدان النامية.
- عدد السكان في البلدان النامية يستمر في التزايد بمعدل 1.5% كل سنة، بينما في البلدان المتطورة معدل النمو وسطياً 0.2% لكل سنة.

العوامل التي تؤثر على النمو السكاني

✓ معدل الولادات الخام Crude Birth Rate (CBR):

يمثل عدد المواليد أحياء لكل 1000 من السكان خلال سنة معينة. ويسمى خام لأنه يتم حسابه بالنسبة للمجموع العام للسكان من الجنسين وللأعمار المختلفة.
فمثلاً بلد عدد سكانه حوالي 2 مليون نسمة وعدد المواليد الأحياء فيها 40000، فإن معدل المواليد الخام فيه:

$$\frac{40000}{2000000} \times 1000 = 20$$

أي معدل المواليد الخام يساوي 20 لكل 1000.

✓ معدل الخصوبة الكلى Total Fertility Rate (TFR):

هو وسطي عدد الأطفال الذي تنجبه المرأة في سن الإنجاب. وهوأكثر دقة من معدل المواليد الخام، لأنه يربط المواليد بالنساء في سن الانجاب أي التي تتراوح أعمارهن بين 15 و 49 سنة.

يختلف (TFR) من دولة إلى دولة أخرى، ففي البلدان المتقدمة يكون أقل من البلدان النامية. مثلاً في الولايات المتحدة الأميركية يكون تقريباً 2.1. أما في بعض الدول النامية فيمكن أن يصل إلى أو 4 أو 6 مواليد.

✓ مستوى الاستبدال Replacement level fertility:

هو معدل الخصوبة الكلي المطلوب لتعويض العدد الوسطي من الوفيات كي يبقى عدد السكان الحالي مستقراً.

مستوى الاستبدال في البلدان النامية اعلى بسبب معدلات الوفيات المرتفعة للأشخاص الاقل عمراً.
في البلدان المتطورة يكون عادة 2.1.
وفي البلدان النامية يكون عادة 2.7 ويمكن أن يصل لى 3.4 بسبب معدلات الوفيات المرتفعة.

عندما يكون TFR مساوياً لمستوى الاستبدال والهجرة الداخلة والخارجة متساويتان، يكون عدد السكان مستقراً.
أما عندما تكون TFR أقل من 2.1 أي أقل من مستوى الاستبدال ولا يوجد زيادة صافية من الهجرة إلى الداخل، فإن عدد السكان ينخفض.

✓ معدل الوفيات الخام Crude Death Rate (CDR):

هذا المعدل يتم حسابه بنفس طريقة حساب معدل المواليد الخام. وذلك بقسمة عدد الوفيات خلال سنة معينة في دولة ما على عدد السكان في تلك الدولة في منتصف السنة × 1000. أي يمثل عدد حالات الوفيات التي تحدث بين ألف من الناس خلال عام دون تمييز بين النوع والعمر.
يوجد فروقات كبيرة بين معدلات الوفيات الخام في الدول المتقدمة والدول النامية.
معدل الوفيات يعتبر مهم لأنه يعطي مؤشر هام عن التقدم الحضاري والاقتصادي والطبي والصحي في البلد.

معدل النمو السكاني العالمي يساوي: (CBR – CDR)/10

معدل النمو السكاني الوطني (لدولة ما) يساوي:
[CBR + Immigration] – [CDR + Emigration] / 10

نقسم على 10 كي نحصل على نسبة مئوية لمعدل النمو (1000/100)

زمن التضاعف : الفترة الزمنية (بالسنوات) التي يستغرقها السكان كي يتضاعف عددهم. ويحسب على النحو التالي :

$$\text{زمن التضاعف (بالسنوات)} = \frac{70}{\text{معدل النمو السنوي}}$$

العوامل التي تحدد زيادة أو انخفاض عدد السكان هي:

- الدخل: الولادات والهجرة الداخلة
- الخرج: الوفيات والهجرة الخارجة
- عندما يزيد الدخل عن الخرج فإن عدد السكان يزداد
- وعندما تتجاوز الوفيات عدد الولادات والهجرة الداخلة فإن عدد السكان يبدأ بالانخفاض.

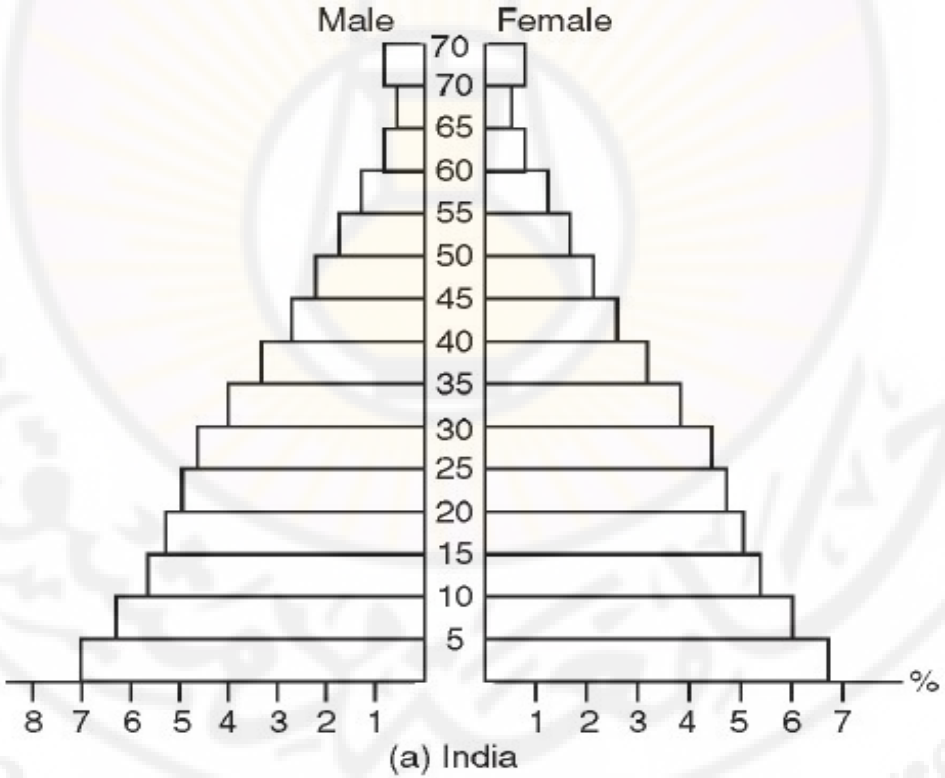
الهرم السكاني Population Pyramid

- هو عبارة عن شكل بياني يوضح طبيعة التركيب العمري والنوعي للسكان، كما يظهر الظروف التاريخية للسكان وما تعرضوا له من أحداث.
- الجانب الأيمن للهرم السكاني يمثل الإناث والجانب الأيسر يمثل الذكور.
- كل طبقة من هذه الطبقات توضح فئة عمرية للسكان. الفئة الأدنى من الهرم هي فئة الطفولة (من 0 -14 سنة)، تليها للأعلى فئة الشباب (من 15 – 64 سنة)، وآخر فئة هي مرحلة الشيخوخة (من 65 سنة)
- المحور الأفقي يمثل نسب الفئات العمرية المختلفة من العدد الاجمالي للسكان.
- إن طبيعة الهرم السكاني تعكس المشكلات التي يمكن أن تعاني منها الدول. فالمجتمعات التي ترتفع فيها نسبة صغار السن وغير القادرين على العمل تزيد فيها نسبة الإعالة والطلب على الخدمات وربما تزيد نسبة البطالة.

- عندما تتركز النسبة الأكبر من السكان في المرحلة المتوسطة يسمى المجتمع شاب أو فتي، مثل فرنسا والولايات المتحدة الأميركية .
- في حال القاعدة عريضة تكن نسبة الأطفال مرتفعة جداً كما في البلدان النامية كالهند ونيجيريا.
- أما عندما تكون النسبة الكبيرة في القمة فيسمى مجتمع كاهل/ شيخوخة. مثل ألمانيا واليابان والسويد.

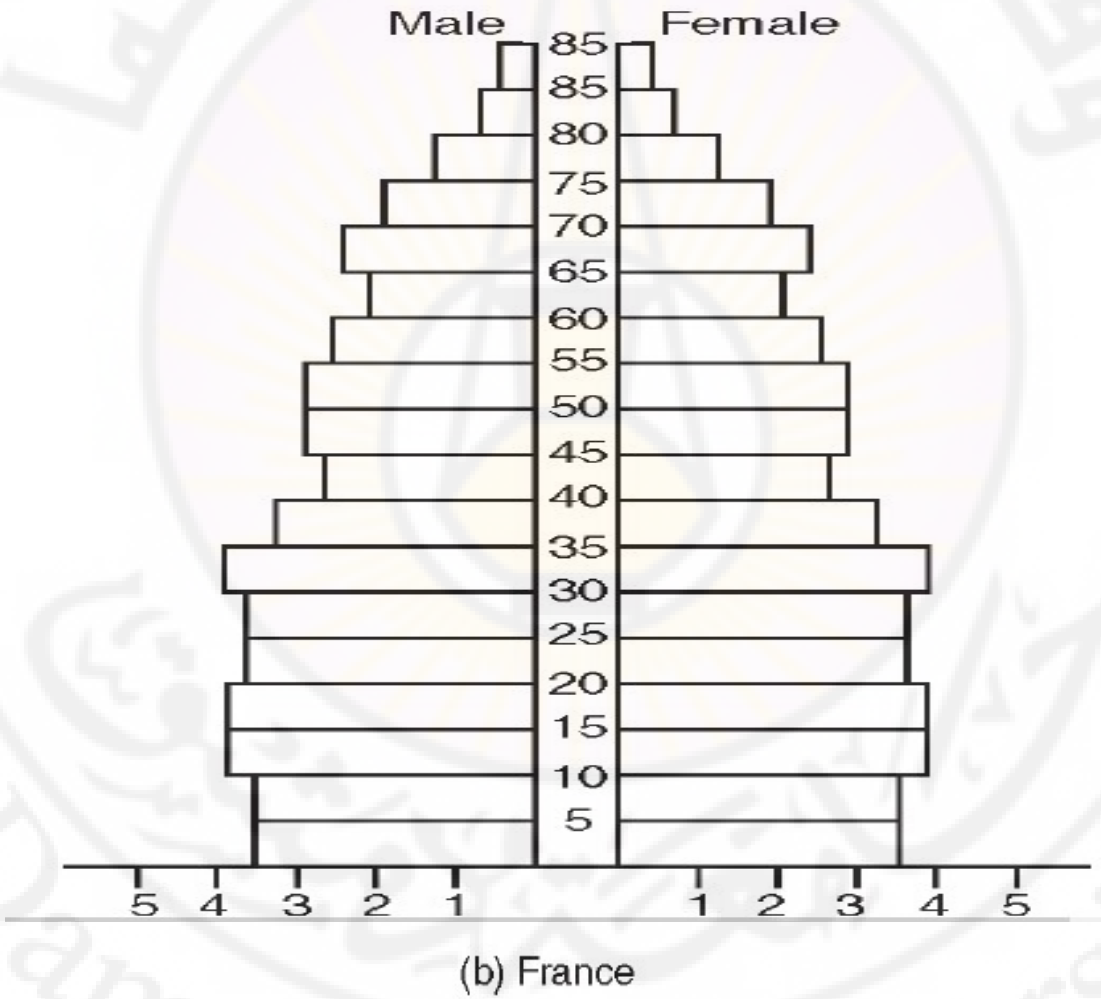
يوجد ثلاثة أشكال من الاهرامات السكانية:

a – الهرم (الموسع) ذو القاعدة العريضة والجوانب المنحدرة برفق نحو القمة: (يمثل الدول النامية كالهند). ويتميز بنسب كبيرة من السكان في الأعمار الصغرى وفي المقابل نسب صغرى من كبار السن. وتصبح نسبة الإعالة الكلية بها أعلى النسب في العالم. ويتصف مجتمع الهرم السكاني هذا بالنمو السريع في السكان (لأنه لدينا نسبة كبيرة من صغار السن)، وما يترتب عليه من انخفاض المستوى الاقتصادي والاجتماعي.



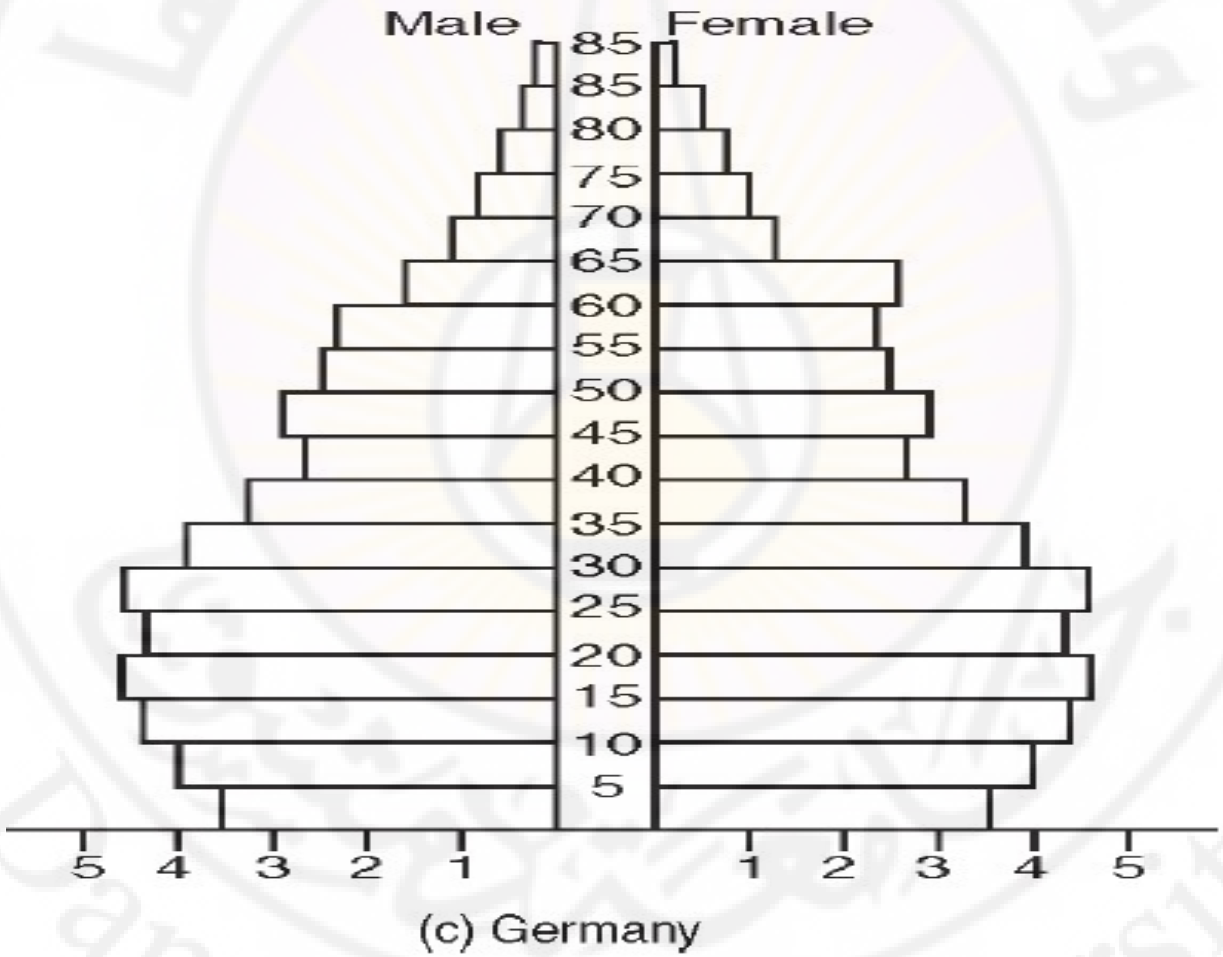
(a) India

b- الهرم الثابت: مثل الولايات المتحدة الأميركية وكندا وفرنسا. يتميز هذا النوع بنسب متقاربة من السكان في الفئات العمرية المختلفة، مع تناقص تدريجي نحو قمة الهرم. ويتصف مجتمع الهرم السكاني هذا بالنمو البطيء/ المستقر ولا نرى قاعدة الهرم عريضة.



(b) France

c- الهرم المتقلص ذو القاعدة الضيقة والقمة المحدب : يتميز بنسب أقل من السكان في الأعمار الصغرى. ويتصف مجتمع الهرم السكاني هذا بانخفاض معدل النمو السكاني، لذلك نرى الفئة الوسطى من الهرم السكاني كبيرة وتكون قاعدة الهرم السكاني صغيرة. مثال عليها ألمانيا واليابان والسويد.



(c) Germany

التحول الديموغرافي Demographic Transition

- غالبا ما يرتبط النمو السكاني بالنمو الاقتصادي، بحيث يحدث انخفاض نموذجي بمعدلات الوفيات والولادات و ذلك تبعا لتحسن الظروف المعيشية التي تؤدي إلى انخفاض في النمو السكاني وتدعى هذه الظاهرة بظاهرة التحول الديموغرافي.

- التحول الديموغرافي هو التحول السكاني المرافق لعملية انتقال الدولة إلى مرحلة التصنيع والرخاء، وهو يتألف من أربع مراحل:

المرحلة الأولى: هي مرحلة قبل التصنيع وتتميز بنمو سكاني بطيء بسبب معدلات الولادات المرتفعة ومعدلات الوفيات المرتفعة.

المرحلة الثانية: هي المرحلة الانتقالية وتتميز بنمو سكاني سريع لأن معدلات الولادات تبقى مرتفعة ولكن معدلات الوفيات تنخفض بسبب تحسن الصرف الصحي وماء الشرب والأغذية والرعاية الصحية.

المرحلة الثالثة: هي مرحلة التصنيع وتتميز بنمو سكاني مستقر حيث تنخفض معدلات الولادات وأيضاً معدلات الوفيات بسبب تحسن النظام التعليمي والاقتصادي.

المرحلة الرابعة: مرحلة مابعد التصنيع وتتميز بنمو سكاني منخفض لأن المستوى العالي من الرخاء والتطور الاقتصادي يشجع الاناث على تأخير انجاب الاطفال أو عدم الانجاب.

معادلة التأثير البيئي

- لتخمين مدى تأثير أنماط الحياة البشرية على الأرض يمكن أن تستخدم المعادلة التالية:

التأثير = عدد السكان × مستوى الرفاهية × التكنولوجيا

- تبدو المعادلة رياضية ولكنها تبين أن تأثير كل مجتمع على البيئة هو محصلة ثلاثة عوامل وهي:
  - عدد السكان، فكلما زاد عدد السكان زاد استخدام الطاقة وبالتالي كمية التلوث.
  - مستوى الرخاء والرفاهية، فمثلاً الولايات المتحدة الأميركية تستهلك ربع الطاقة الاجمالية في العالم على الرغم أنها تصنف ثالث دول العالم من ناحية عدد السكان.
  - التكنولوجيا المستخدمة التي يمكن أن تسبب تدهور البيئة أو تخلق حلولاً لتحسينها.

- في عالم ترتفع فيه مستويات الحياة ويزداد تعداد السكان، فإن تحدّي القرن الواحد والعشرين يكون في الإجابة على السؤال التالي: كيف يعيش السكان ضمن نطاق قدرة وإمكانيات كوكب الأرض؟
- ولكي نبدأ في الإجابة عن هذا السؤال، بكل تعقيداته وحساسيته، يجب علينا أن نقدم إحصاءً بما يمكن لكوكبنا أن يقدمه مقارنة بما نأخذه منه بالفعل. ولكي نفعل ذلك فإننا نحتاج إلى أدوات تمكننا من متابعة حركة "البضائع والخدمات" البيئية في الأنظمة البيئية تماماً كمتابعتنا لحركة المال في الأسواق الاقتصادية. إن هذه الأداة المحاسبية هي ما يسمى بـ "البصمة البيئية".

خلفية مفهوم البصمة البيئية

كل كائن حي يستهلك موارد من البيئة، بالنسبة للانسان يزداد هذا الاستهلاك مع التقدم التكنولوجي، لأن الناس يستهلكون طاقة ومصادر طبيعية أكثر لإنجاز أعمالهم وقضاء حاجاتهم الحياتية. في نفس الوقت يزداد الضغط على الأجهزة البيئية الطبيعية لاستيعاب ومعالجة التلوث والنفايات الناتجة عن ذلك الاستخدام.

تاريخ بصمة القدم البيئية

بدأ مفهوم بصمة القدم البيئية في بداية التسعينات عندما قام باحثون في جامعة كولومبيا البريطانية بقياس مساحة الأرض المطلوبة لتزويد السكان بالمواد والموارد بشكل عام بناء على معدلات الاستهلاك المتباينة جغرافياً، وكذلك قياس المساحة التي يتطلبها امتصاص نفاياتهم. وقد أطلق على هذه الطريقة المبتكرة البصمة البيئية.

تعريف بصمة القدم البيئية

- ✓ المصطلح الذي يصف تأثير الإنسان على الجهاز الطبيعي البيئي. ويقاس بالهكتار ويدل على المساحة الطبيعية المطلوبة لتوفير احتياجاتنا واستيعاب نفاياتنا.
- ✓ مؤشر لقياس تأثير مجتمع معين على كوكب الأرض ونظمه الطبيعية. يوضح مدى استدام نمط عيش سكان دولة محددة ويحدد مدى تأثيرهم وضررهم البالغ على كوكب الأرض. يقارن هذا المصطلح استهلاكنا للموارد الطبيعية مع قدرة الأرض على تجديدها.

- ✓ إن البصمة البيئية تبين لنا مقدار الاستهلاك البشري لموارد الطبيعة بينما القدرة البيولوجية تبين لنا قدرة النظام البيئي على إمدادنا بهذه الموارد وقدرته على تجديدها بالاضافة على مدى استيعابه للنفايات نتيجة للاستهلاك. ويحدث عجز في القدرة البيولوجية عندما تتجاوز البصمة البيئية في منطقة معينة قدرتها البيولوجية ويمكن أن تلجأ هنا إلى الاستيراد لتأمين حاجاتها.

- ✓ تهدف البصمة البيئية لمعرفة مقدار الموارد البيئية المتوفرة وكيفية إدارتها بشكل سليم وذلك لتأمين ظروف حياة مستدامة لنا وللأجيال القادمة ووضع سياسات ممنهجة للحفاظ عليها والموازنة بين الطلب على الموارد ومقدرة البيئة على إمدادنا بها، فكل هذه الخطوات كفيلة لنا بتحقيق حياة أفضل لنا أو أقل أذى للمناخ البيئي.

- **تُعد كل دولة مسؤولة عن جميع ما تستهلكه ضمن حدودها السياسية، ويشمل ذلك المنتجات التي يتم استيرادها لغرض الاستهلاك المحلي. كما تسهم المنتجات التي تقوم الدولة بتصديرها إلى الخارج، مثل النفط والغاز في البصمة البيئية للدولة التي تقوم باستهلاكها. مثلاً، إذا قامت اليابان باستهلاك النفط القادم من الإمارات، فإن مجمل الطاقة المتطلبة لاستخراج ومعالجة ونقل وحرق النفط سيكون جزءاً من بصمة اليابان البيئية، ويتم خصمها من بيئة الإمارات البيئية. ويتم اعتبار أي نفط وغاز نستهلكه محلياً جزءاً من بصمتنا البيئية.**

- **ترتبط بصمتنا البيئية باستهلاكنا الصافي للموارد الطبيعية، ويتم حساب ذلك باستخدام معادلة بسيطة هي:**
  الاستهلاك الصافي = الإنتاج + الاستيراد - التصدير.


البصمة البيئية: لنمشي فوق الارض برفق
1961
74%
of biocapacity
1985
114%
of biocapacity
2012
156%
of biocapacity

- **نحتاج لحساب البصمة البيئية مقارنة معدل الطلب على الموارد الطبيعية، وهو ما نطلق عليه البصمة البيئية، بمخزون الموارد الطبيعية، وهو ما نطلق عليه السعة البيولوجية (Biocapacity).**

- **السعة البيولوجية مقدرة نظام بيئي معين على انتاج موارد طبيعية صالحة للاستخدام البشري، وفي الوقت نفسه تقوم بامتصاص أو استيعاب المخلفات والنفايات الناتجة عن ذلك الاستخدام.**

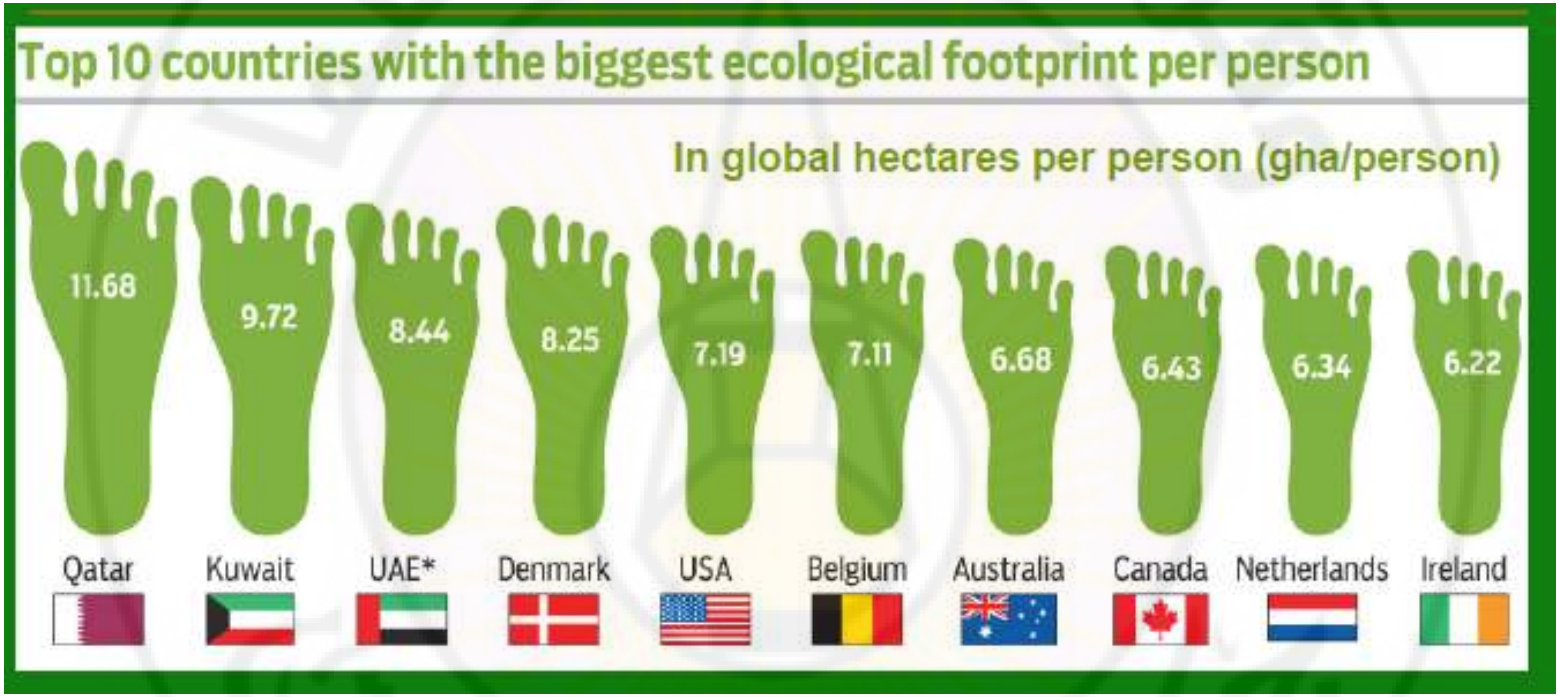
العجز فى السعه البيولوجية

- **الحالة المثلى : السعة البيولوجية مساوية للبصمة البيئية وذلك للمحافظة على التوازن البيئي.**
- **إذا كانت السعه البيولوجية تزيد على البصمه البيئيه تعتبر دوله دائنة. عدد الدول الدائنة في العالم 50 دوله من أمثلتها: فنلندا –السويد – منغوليا - اوروجواي.**
- **اذا تجاوزت البصمة البيئة لبلد ما السعه البيولوجية لها يعتبر دلك عجز فى موارد الدوله الطبيعيه وتعتبردوله مدينه. عدد الدول المدينه في العالم 107 دوله وتأتي على قمه الدول المدينه الامارات العربيه المتحده تليها البحرين ثم الكويت**
- **يعزى هذا العجز إلى استيراد المواد من الخارج أو الافراط فى استهلاك الموارد المحلية واطلاق ثانى اكسيد الكربون الخ.**

يقوم الصندوق العالمي لصون الطبيعة كل عامين بنشر تقرير الكوكب الحي. وأوضح تقرير عام 2008 أن بصمة الإمارات تبلغ 8.44 هكتار عالمي للفرد، ما يشير إلى أن سكان الإمارات يستهلكون الطعام، والألياف، والطاقة، والبضائع والخدمات المختلفة بنسبة تفوق مقدرة الكوكب على توفير تلك الموارد بشكل طبيعي.
وبمقارنة البصمة البيئية لدولة الامارات والتي تبلغ 8.44 هكتار عالمي بالسعة البيولوجية العالمية والتي تبلغ 2.1 هكتار عالمي نستنتج أننا سنحتاج إلى أربعة كواكب لتوفير الطلب على الموارد.

<u>من نتائج قياس وتحليل بصمة القدم البيئية:</u>
1- إن الموارد المطلوبة لتأمين مستوى معيشة مثل الذي يتمتع به الأميركي أو الكندي لكل سكان العالم يتطلب ثلاث كرات أرضية أخرى مثل التي نعيش عليها.
2- إن البصمة البيئية للولايات المتحدة الأميركية لوحدها تستحوذ على أكثر من 20 % من المساحة الكلية لكوكب الأرض.
3- إن طريقة الحياة الغربية الحالية هي غير مستديمة أي تعتمد على استهلاك الموارد بدون تخطيط مناسب للأجيال القادمة.
4- إن عملية الاستهلاك المتزايد للموارد المتجددة تؤدي إلى استهلاكها بمعدل أكثر من معدل تجديدها مؤدياً بالنهاية إلى تقليلها أو انتهائها.

مقارنة بين بصمة القدم البيئية لعدة بلدان في العالم



نرى ثلاث دول عربية تتصدر القائمة هي قطر والكويت والإمارات العربية المتحدة لأن هذه البلدان تعتمد بدرجة أساسية على الاستيراد وايضاً مساحتها هي قليلة مقارنة مع مساحة البلدان الأخرى.

التنمية المستدامة Sustainable Development

- تساعد تحاليل البصمة البيئية على صناعة القرار فيما يتعلق باستخدام الموارد البيئية والتعرّف على النواحي التي يمكن بها التقليل من الضغط على البيئة.
- يمكن استخدام البصمة البيئية بواسطة الأفراد والأعمال والحكومات للوصول إلى التنمية المستدامة.
- يعد مفهوم التنمية المستدامة مفهوما جديداً وثورياً في الفكر التنموي، إذ أنه وللمرة الأولى يتم الدمج ما بين الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في تعريف واحد.
- **تعريف التنمية المستدامة (حسب تقرير المفوضية العالمية للبيئة والتنمية): التنمية التي تأخذ بعين الاعتبار حاجات المجتمع الراهن دون المساس بحقوق الاجيال القادمة في الوفاء باحتياجاتها.**
- **جوهر التنمية المستدامة:**

كيفية تحقيق تنمية اقتصادية ورفاهية اجتماعية بأقل قدر من استهلاك الموارد الطبيعية والحد الأدنى من التلوث والحاق الضرر بالبيئة.

➢ **تلتزم التنمية المستدامة بثلاثة مبادئ:**

- **حماية البيئة**
- **تحقيق التنمية الاجتماعية**
- **النمو الاقتصادي**

من مظاهر السلوك البشري غير المستدام:

- **استخدام الموارد غير المتجددة كما لو كان لدينا إمدادات لا حصر لها.**
- **استخدام الموارد المتجددة بشكل أسرع مما يمكن تجديدها بشكل طبيعي.**
- **تلويث البيئة.**
- **زيادة عدد السكان.**