



## تحديات الطاقة

### The energy challenge

#### مقدمة Introduction

يهدف هذا الجزء إلى تقديم موجز مختصر عن الدور الهام الذي تلعبه الطاقة في حياتنا، وكيف تتولد الطاقة، وكيف يتم الاستفادة منها. في حين أننا سوف نحتاج إلى المزيد من كميات الطاقة لتلبية احتياجات سكان العالم، وهذا الطلب المتزايد على الطاقة يجب ان يلبي طموحات العالم ليس من الناحية الاقتصادية فحسب بل ومن الجوانب الاجتماعية والبيئية أيضا.

#### 1.1 لماذا هذا الاهتمام بشأن الطاقة؟ Why bother with Energy

نبذة مختصرة جدا عن لماذا من الضروري دراسة الطاقة يمكن ان نجدها في الفقرة الأولى في الدليل الارشادي للطاقة.

**مشاكل الطاقة.** الكثير منا ينفق الكثير من المال للحصول على الطاقة والكثير منا يمشي المسافات الطويلة كل يوم للبحث عنها. بعض منا يشعر بالضجر عندما لا يحصل عليها والبعض الاخر يدخل في حرب من اجلها. لا يوجد أي احد منا يستطيع العيش بدونها.

لا يوجد هناك الكثير لنقله حول أهمية الطاقة لنا. فقط بعض الشروحات من التاريخ القديم من خلال الجمل التالي سوف توضح لنا الامر بشكل اكثر.



- تعتبر فاتورة الوقود ثاني اكبر بند في المتوسط بالنسبة للسكان البريطانيين وتأتي فاتورة الوقود بعد فاتورة تسديد أقساط عقار ما او تسديد الايجار الشهري له. أسعار الغاز والكهرباء تضاعفت تقريبا في الفترة من يوليو 2007 وحتى سبتمبر 2008.
- تمكن المزارعون وسائقو الشاحنات في بريطانيا من التأثير بشكل كبير على الحياة اليومية عندما اضربوا في العام 2000 على ما شعروا به من ارتفاع كبير في تكلفة الوقود.
- تأثرت الحياة والاقتصاد كثيرا في كلفورنيا عندما لم تتمكن مصانع الطاقة من توفير تزويد غير منقطع للكهرباء لمشتركيها في العام 2001.
- في حين ان بعض الدول حاولت اتخاذ إجراءات حربية في العديد من الأماكن في العالم، الا انه اتخذ اجراء خاطف وسريع بالأخص في الولايات المتحدة وبريطانيا عندما اعتدت العراق على دولة الكويت والتي من الواضح ان هذا الاعتداء له تبعات خطيرة على مصادر النفط على مستوى العالم.
- بعد المشاكل التي حدثت بين جورجيا وروسيا في أغسطس 2008، حول منطقة جنوب Ossetia، لم تستخدم روسيا تهديد بالانتقام فحسب بل أيضا هددت بمنع تصدير الغاز للدول التي ترى روسيا ان بإمكانها التدخل في حل هذه المشكلة. من بين بعض التعبيرات الغاضبة التي عبر عنها بواسطة سياسيون أوروبيين اخرين قالوا ان أوروبا سوف تعاني اذا قاطعوا روسيا (انظر التقرير الإعلامي في نهاية شهر أغسطس ومطلع شهر سبتمبر من العام 2008).

ان الاهتمام الكبير في المشاكل العالمية للطاقة نتجت في البداية من ازمة النفط في السبعينات من القرن العشرين والكثير من الكتب التي صدرت في أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات من القرن العشرين حول هذا الموضوع. في ذلك الوقت ظهرت الكثير من التنبؤات المتشائمة ونوقشت -الوقود ينفذ خلال فترة حياة الجيل الحالي الخ، لكن الحياة لم تتوقف والكثير عاد إلى حياته الطبيعية واضعا موضوع الطاقة جانبا. حديثا عاد موضوع الطاقة يتصدر العناوين الرئيسية، وهذه المرة من خلال اتصالها وتأثيرها على البيئة. لقد تباينت الآراء حول خطورة (او كينونة) المشاكل، أو أي من الإجراءات التي يجب ان تتخذ. على أي حال، تعتبر مشكلة الطاقة طوال الوقت جزء مكمل للعلاقات الدولية والسياسات العالمية، وفي بعض الأحيان كان ذلك بشكل صريح وواضح وفي أحيان أخرى بشكل مبطن وغير مععلن صراحة، واستمر بالتدخل العلني والخفي وبشكل منتظم في المناطق الغنية بمصادر الطاقة في العالم النامي من خلال تقديم الدعم الجزئي للبعض او بالتدخل العسكري المباشر في مناطق أخرى.



## 2.1 استخدام الطاقة الان وفي المستقبل Energy use, now and projected

قبل الدخول في تفاصيل ما هي الطاقة وكيف تنتج وكيف تستهلك، فانه من المهم القاء الضوء على النظرة العالمية على الطاقة في يومنا هذا وفي المستقبل. استهلكت البشرية خلال القرن العشرين عشرة اضعاف الطاقة التي استهلكتها في القرن السابق. هذه الزيادة الكبيرة في استهلاك الطاقة تعود إلى الزيادة الهائلة في تعداد سكان العالم والزيادة في استهلاك الطاقة من قبل العالم الصناعي. كذلك هناك تنوع كبير في اشكال استخدام الطاقة والذي ازداد بشكل مضطرد. قبل اختراع وسائل النقل التي تعمل بالطاقة وقبل النهضة الصناعية فان معظم الطاقة كانت تستخدم في اشكال التسخين وطهي الطعام والاضاءة. لكن الان فان الطاقة تستخدم في أنواع اكثر من ذلك بكثير من التسخين التقليدي إلى توليد الضوء وكذلك وسائل النقل والكثير من الأدوات الكهربائية المنزلية. واستخدام الطاقة تنوع حسب الدول المختلفة. ان لاستهلاك العادي للطاقة من قبل شخص واحد هو الأكبر في الولايات المتحدة حيث يعادل 10kW في حين يبلغ معدل استهلاك الشخص الواحد في بريطانيا ما يعادل 4kW لكل فرد. في المناطق الأخرى مثل الدول النامية الفقيرة فان استهلاك الشخص الواحد من الطاقة لا يتجاوز 0.1kW. هذا الاختلاف الكبير في الاحتياج إلى الطاقة يقترح انه من الضروري ان يكون هناك ترشيح اكثر لاستخدام الطاقة في الدول الصناعية.

يشرح الكتاب 1 بعنوان "back of the envelope" طريقة حساب الاحتياج إلى الطاقة كدالة في التعداد السكاني وكفاءة الطاقة.

### الكتاب 1: حساب احتياج الطاقة للسكان Calculation of Energy Demand for population

في حين ان متوسط الطلب على الطاقة لكل شخص يختلف من فرد لأخر، فانه من الممكن ان نربطه بشكل تقريبي مع الظروف القياسية للحياة للشخص الذي يعيش في دولة محددة. باستخدام هذه التقديرات مع التعداد الكلي للسكان سوف يعطي تقدير للاحتياج الكلي للطاقة، سواء للدولة او للعالم ككل.

#### الرموز المستخدمة:

R الطاقة الكلية اللازمة لكل السكان

N عدد الأشخاص

E احتياج الطاقة للفرد

S ظروف الحياة القياسية

F معامل ربط احتياج الطاقة مع ظروف الحياة القياسية للفرد



يرتبط الاحتياج الكلي للطاقة في السنة مع تعداد السكان واحتياج الطاقة للفرد من خلال العلاقة التالية:

$$R = E N$$

ظروف الحياة القياسية واحتياج الطاقة للفرد ترتبط من خلال المعامل التجريبي

$$S = f E.$$

كما يمكن تفسير المعامل  $f$  على انه كفاءة مقدار الطاقة المستهلكة التي تساهم في ظروف الحياة القياسية. بدمج هاتين المعادلتين نحصل على

$$R = S N / f.$$

يبلغ تعداد سكان العالم حاليا ما يقارب  $N_0 = 6$  billion أي ما يعادل  $6 \times 10^9$  والطاقة المستهلكة في العام 1997 كانت حوالي 9500 Mtoe. وبالتالي فان استهلاك الطاقة للفرد كان  $E_0 = 1.58$  toe. هذا يساوي النسبة  $S/f$ .

التوقعات الحالية هو ان هناك نمو في تعداد السكان بمعدل 2 إلى 3% في العام وبالتالي فان ظروف الحياة القياسية سوف تزداد بمعدل 2 إلى 5%.

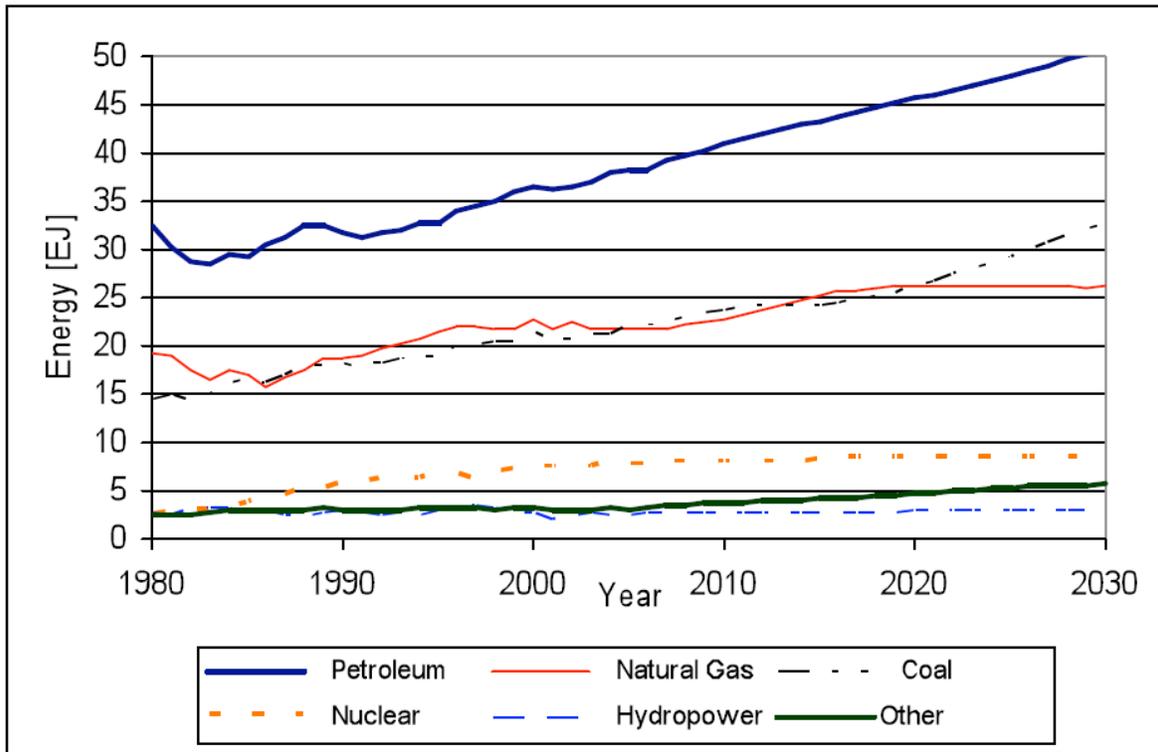
دعنا الان نقوم بعملية normalize لقياس ظروف الحياة القياسية  $S$  بحيث ان  $f = 1 \text{ toe}^{-1}$  في العام 1997. وعليه فان ظروف الحياة القياسية في العام 1997 كانت  $S_0 = 1.58$ . اذا افترضنا 2% زيادة في كلا الكميتين فان التعداد في العام 2020 سوف يكون  $N = N_0 \times 1.02^{23} = 9.5 \times 10^9$  وعليه فان ظروف الحياة القياسية  $S = 2.49$ . اذا لم يكن هناك زيادة في كفاءة استخدام الطاقة فان  $f$  سوف تبقى ثابتة والاحتياج الكلي للطاقة للعام 2020 سوف يكون  $R = SN/f = 23,700 \text{ Mtoe}$ !

**تمرين:**

افترض ان هناك زيادة في تعداد السكان بمعدل 2% في العام، لكن هناك زيادة في ظروف الحياة القياسية بمعدل 4% من خلال التقدم التكنولوجي وخلافه، وهذا قد أدى الى تضاعف بمعدل أربعة مرات لكفاءة تحويل الطاقة إلى  $f = 4 \text{ toe}^{-4}$ . احسب احتياج الطاقة للعام 2020. هل يمكن لمصادر انتاج الطاقة في يومنا هذا من تلبية الاحتياج من الطاقة في العام 2020؟



قدرت وكالة الطاقة الدولية (IEA) International Energy Agency الطاقة المستهلكة في العام 1997 بمقدار 9521 Mtoe (ما يكافئ ميجا طن نفط)، منها 26% في الولايات المتحدة وكندا و18% في أوروبا و11% في روسيا. تقدير تقريبي للاحتياج المستقبلي للطاقة في العام 2020 وجد انه اعلى من 12000 Mtoe بالمقارنة مع 6000 Mtoe في العام 1973 و9500 Mtoe في العام 1997 (انظر الشكل 1) بعض احصائيات الطاقة لمجموعة من الدول موضحة في الجدول 1.



الشكل 1 الطاقة المزودة بواسطة الوقود من 1971 وحتى 2020 (المصدر IEA, 2006)

الجدول 1. احصائيات الطاقة لكلا من USA وUK وNorway وIndia وChina وZambia للعام 1997.



Country	Population (10 <sup>6</sup> )	Total Energy (Mtoe)	Energy Per cap. (toe/capita)	Coal %	Oil %	Gas %	Nuclear %	Renewable %	Combustible Renewable %
USA	269	2182	8.1	23.6	38.9	22.8	8.5	1.8	3.5
UK	59	233	3.9	17.5	35.9	34.2	11.3	0.2	0.8
Norway	4.4	25.4	5.8	4.3	34	17.1	0	39.5	5
India	980	476	0.5	33.7	19	4.1	0.6	1.5	40.1
China	1239	1031	0.8	56.9	18.8	1.9	0.4	1.7	20.3
Zambia	9.7	6.1	0.6	1.6	9.1	0	0	10.8	78.5

### 3.1 ما هي الطاقة وما هي القدرة 'energy' and 'power'

يعرف معجم اللغة الإنجليزية - أكسفورد ان الطاقة هي القدرة على بذل شغل عند أي لحظة من الزمن بواسطة جسم او نظام من عدة اجسام.

### 3.1 a وحدات الطاقة والتحويلات Energy units and conversions

الوحدة الأساسية للطاقة حسب نظام SI هي الجول (J) joule وكذلك الكيلوجول (kJ= 1000J) وهي الوحدة الأكثر استخداما بين المهندسين. عندما نتعامل مع مقادير دولية او عالمية من الطاقة فان الكيلوجول وحدة صغيرة جدا ولا تكون عملية ومفيدة ولذلك تستخدم وحدات مثل الميجا جول (10<sup>6</sup>J) والجيغاجول (10<sup>9</sup>J) والتيراجول (10<sup>12</sup>J) والبيتابول (10<sup>15</sup>J) وحتى الاكساجول (10<sup>18</sup>J).

إنتاج الطاقة التي يجب ان توازن الاحتياج منها دقيقة بدقة، فان الحمل اللحظي او معدل استهلاك الطاقة هو مقدار اكثر أهمية من التزويد الكلي او الاستخدام الكلي للطاقة. يقاس معدل تغير الطاقة بوحدة الجول على الثانية J/s والذي يساوي الوات (W) watt، او الكيلووات kW. لغرض الحسابات فان الطاقة الكلية تحسب بوحدة kWh حيث ان 1kWh=3600kJ=3.6MJ.

حيث ان جزء كبير جدا من استهلاك الطاقة يعتمد على حرق الوقود الاحفوري (النفط) فانه من المعتاد الاعتماد على الطاقة على أساس الطاقة المتحررة بواسطة هذا الوقود. ان الصعوبة الكبيرة في هذا الامر هو



ان كمية الوقود من الابار المختلفة او المستودعات تتغير بشكل كبير. وعليه فانه من غير الممكن إعطاء تقدير ثابت للطاقة المتوفرة في طن من الفحم او النفط لكن علينا ان نتفق على مقدار الطاقة المتوفرة في طن من الفحم او النفط من المستودع النموذجي. في الماضي استخدمت وحدة مكافئ طن من الفحم ولكن هذه الأيام تستخدم وحدة مكافئ طن من النفط (toe) tonne of oil equivalent او Mtoe أي مليون toe حيث ان  $1\text{toe}=42\text{GJ}$ . مقدار الطاقة المقابل لكمية الكهرباء تعطى على انها  $1\text{TWh}=10^9\text{KWh}=0.086\text{Mtoe}$  (المصدر: IEA).

### 3.1 b ما هي القدرة What is power

طبقا للتعريف فان الطاقة تمثل القدرة على القيام بشيء ما. للقيام بشيء ما علينا ان نستخدم شكل من اشكال الطاقة لتحويلها إلى شكل اخر. القيام بفعل يعني وجود بعد زمني ولكن الطاقة ليس لها زمن مصاحب لها ربما يكون لديك الطاقة اللازمة لتكون عبقريا الا انه اذا لم تقوم بعمل شيء حيال ذلك فان العبقرية لن تحدث على الاطلاق، ولكن اذا فعلت شيء حيال ذلك فان النتيجة لا تعتمد فقط على الطاقة ولكن أيضا على معدل قيامك بشيء في هذا الامر. نفس الشيء ينطبق على الطاقة والقدرة ويمكننا استخدام هذا المنطق لتعريف القدرة على انها:

القدرة هي معدل بذل الشغل.

بصورة رياضية فان المعدل يحتوي على التفاضل بالنسبة للزمن لكمية الطاقة. اذا كان المعدل ثابت خلال دورة الزمن فان التفاضل يبسط ويتحول إلى نسبة فرق الطاقة إلى الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغير. في الكثير من التطبيقات العملية يستخدم معدل متوسط الزمن لنتمكن من اجراء عملية القسمة بدلا من التفاضل.

$$P = \frac{dE}{dt}$$

او اذا كانت  $dE/dt$  ثابتة فان

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$



او بحساب متوسط الطاقة

$$\bar{P} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

الوحدة الأساسية للقدرة هي الوات:  $1W=1J/s=1Kgm^2s^{-3}$ .

يستخدم عادة  $1kW=1000W$  و  $1MW=10^6W$  واكثر.

بدلالة الفيزياء فان المعدل يمكن ان يكون معدل الزيادة او النقصان في مخزون الطاقة على سبيل المثال حرق الوقود بمعدل معين او يمكن ان يكون معدل الطاقة المتدفقة من خلال النظام او المادة على سبيل المثال الكهرباء المتدفقة خلال الدائرة او القدرة الميكانيكية المرسله من محرك العربة إلى العجلات.

**ملاحظة:** لا تخلط ابدا بين الطاقة energy والقدرة power ليس من ناحية المبدأ ولا من ناحية المصطلح العلمي ولا حتى في الوحدات!!!

**أمثلة:**

لتسريع سيارة (أي اكسابها تسارع) لتتجاوز سيارة أخرى فانك تحتاج ان تستخدم كل القدرة المتوفرة في المحرك على سبيل المثال 85kW (أي القدرة) عند ذلك الزمن لكن على مسافة 100km من الرحلة (التي تم اثنائها التسارع والحفاظ على سرعة ثابتة واستخدام الفرامل الخ) فانك من الممكن ان تكون قد استخدمت 10 لتر من الوقود (أي ما يعادل 43 MJ وهذا يعني طاقة).

تشغيل كل مصابيح الانارة والأجهزة الكهربائية في منزلك سوف يتسبب في ان تحتاج عند هذا الوقت على قدرة تعادل 10kW –ومولد الكهرباء يجب ان يكون قادرا على توليد هذه القدرة لكن في السنة (والتي تعادل 365 يوم \* 24 ساعة = 8760 ساعة) فان هذا يحدث أحيانا. لذا فانك سوف تشتري على سبيل المثال 5000 kWh من شركة الكهرباء (طاقة). ونتيجة لذلك فان شركة الكهرباء يجب ان تحقق ربح من الطاقة (5000kWh) ولكن عند أي وقت يجب على مولدات الشركة ان تستجيب لطلبك والذي يتغير بين قيم صغيرة (عندما يكون الضوء الأحمر الدال على تشغيل جهاز التلفاز او تشغيل ساعة المنبه على سبيل المثال



هذا يعني استهلاك بمقدار 1W و على أي حال يجب ان تتذكر اطفاء التلفاز بشكل صحيح) واقصى ما تحتاجه والذي هو (10kW).

من الممكن ان نحسب الاستهلاك السنوي من مقدار متوسط القدرة والذي يكون على النحو التالي:  
 $P_{av} = 5000kWh / 8760h = 570W$ . هذه وحدة قدرة، لكنها ذات معنى مفيد جدا اليس كذلك؟ والاجابة على هذا التساؤل يعتمد على السؤال الذي تطرحه....

### 3.1 c أنواع الطاقة والقدرة Types of energy and power

تأتي الطاقة في صور واشكال متنوعة من طاقة وضع للجسم المستقر على ارتفاع ما ويمتلك طاقة ليسقط للأسفل فتنحول طاقة الوضع إلى حركة تعرف باسم الطاقة الحركية، وإلى طاقة كهربائية وطاقة كهرومغناطيسية. هذه قائمة مختصرة لشرح أنواع الطاقة والتي هي:

#### □ الحرارة Heat

$$Q = mC_p\Delta T \text{ or } mC_v\Delta T$$

والتي تعني الكتلة في الحرارة النوعية في فرق درجات الحرارة

○ معدل انسياب الحرارة او الفيض الحراري (heat flux) ووحدته W يمكن ان تكون

مقدار سرعة تسخين او تبريد كتلة ثابتة من المادة

$$Q = mC \frac{dT}{dt}$$

○ مقدار الحرارة التي تكتسبها بعض المواد من مواد أخرى عند درجة حرارة مختلفة  $Q = mC\Delta T$ ، أو

○ مقدار المادة التي يجب تسخينها (على سبيل المثال باستخدام سخان حراري) للحفاظ عليها عند درجة

حرارة مختلفة عن مادة أخرى متصلة معها، على سبيل المثال  $Q = hA\Delta T$ ، حيث A هي مساحة

الاتصال بين المواد و h هي معامل الانتقال الحراري بوحدة  $W/(kgm^2)$ .



### □ طاقة الوضع Potential energy

$$E_p = m g h$$

أي الكتلة في عجلة التسارع في الارتفاع.

معدل التغير في طاقة الوضع هو مقدار سرعة تغير الارتفاع  $P = mg \frac{dh}{dt}$ ، أو ما هو معدل انسياب

المادة من ارتفاع  $h$  للأسفل عند ارتفاع  $h=0$ ،  $P=mgh$ .

### □ طاقة الحركة Kinetic energy

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

أي نصف الكتلة في مربع السرعة

معدل تغير طاقة الحركة هو اما تسارع الكتلة،  $P = mva$ ، أو ما  $P = \frac{1}{2} m \frac{d(v^2)}{dt} = \frac{1}{2} m \frac{1}{2} v \frac{dv}{dt}$

هو معدل انسياب مادة ما بسرعة محددة،  $P = \frac{1}{2} m \frac{dv}{dt}$

### □ الشغل Work

$$W = Fd$$

أي القوة في المسافة

القدرة المصاحبة للشغل المبذول عند تحريك جسم يتعرض لقوة على امتداد مسافة  $x$  وهو  $P = F \cdot dx/dt = FU$  حيث ان  $U$  هي سرعة الجسم.

### □ ضغط الشغل Pressure work

$$W_p = PV$$

أي الضغط في الحجم

هذا هو نفس الشيء مثل تطبيق قوة ضغط  $F = pA$  على مساحة  $A$  وتحركها مسافة  $d$  وتغير الحجم

بمقدار  $d \times A$ :  $W = Fd = pAd = pV$



القدرة في تغير الحجم هو  $P=p dV/dt$ ، والتي يمكن ان تكون المعدل الذي يتغير به حجم المادة بالزيادة او النقصان، او عند حجم محدد من المادة يتدفق من خلال النظام.

#### □ الطاقة الكهربائية Electric energy

$$E_{el}=VQ$$

أي فرق الجهد في الشحنة

يعطى معدل تغير الطاقة الكهربائية بواسطة تغير الشحنة والتي هي التيار الكهربائي  $I: P=VI$ . حيث ان وحدة التيار الكهربائي هي الامبير  $A$ ، والقدرة الكهربائية تعرف في بعض الأحيان بواسطة وحدة الفولت امبير Volt-Ampere. على أي حال لان وحدة القدرة هو  $VA$  وهي نفس الوحدة  $W$ . (هناك بعض الاختلافات في استخدام وحدات  $VA$  و  $W$ ). لنفس السبب سعة البطارية (أي الطاقة المخترنة فيها) هي غالبا ما تحدد على انها  $Vah$  (أي فولت-امبير-ساعة ويساوي جول).

#### □ الاشعاع Radiation

$$\text{طاقة الفوتون } h\nu = hc/\lambda$$

حيث ان ثابت بلانك  $h=6.625 \times 10^{-34} \text{ Js}$  والتردد  $\nu$  وسرعة الضوء  $c$  والطول الموجي  $\lambda$ .

#### □ الطاقة الكيميائية Chemical energy

الطاقة المتحررة في التفاعل الكيميائي. هذه طاقة محددة لكل تفاعل وفي العادة تعطي الطاقة بوحدة الكتلة (أي  $\text{kJ/kg}$ ) أو عدد الجزيئات (أي  $\text{kJ/mol}$ ).

#### □ الطاقة الذرية Atomic energy

$$E=mc^2$$

أي الكتلة في مربع سرعة الضوء حيث ان  $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$

### 3.1 d نوعية الطاقة Quality of energy

بينما ينص القانون الأول في الديناميكا الحرارية على ان كل اشكال الطاقة متساوية (في القيم العددية) وينص القانون الثاني في الديناميك الحرارية على ان بعض اشكال الطاقة تكون متساوية اكثر من الاشكال الأخرى.



بالإصرار على ان الانتروبي –وهي كمية ترتبط بدرجة الحرارة- لا يمكن ان تتناقص خلال العمليات في الاتزان الديناميكي الحراري، فان القانون الثاني يؤدي الى ان أي تحول في الطاقة يؤدي إلى توليد حرارة مفقودة. لذا من الصعب كثيرا تحويل الحرارة إلى طاقة ميكانيكية اكثر من طرق أخرى. للحصول على قياس للفرق بين الاشكال المختلفة للطاقة فان مبدأ كمية الطاقة يعرف على النحو التالي:

تعرف كمية الطاقة على انها نسبة مصدر الطاقة الذي يمكن ان يتحول إلى شغل ميكانيكي.

### مصادر الطاقة يمكن ان تقسم إلى ثلاثة اقسام:

**1. المصادر الميكانيكية Mechanical supplies** هي مصادر الطاقة التي توفر شغل مباشرة لاستخلاص طاقة الوضع او الطاقة الحركية. امثلة على مصادر الطاقة الميكانيكية هي القدرة الهيدرومائية والرياح والامواج وحركة المد والجزر. تحويل الطاقة الحركية او طاقة الوضع إلى طاقة كهربائية يكون في العادة كبيرا جدا وبالتالي فهي تتناسب مع الطاقة المستخلصة من الطاقة المتوفرة. النسب القياسية للرياح هي 30% والقدرة الكهرومائية هي 60%.

**2. المصادر الحرارية heat supplies** هي تلك التي توفر حرارة بشكل مباشر –سواء للاستهلاك المباشر او للتحويل إلى شغل او كهرباء. امثلة على ذلك هي الوقود الاحفوري والطاقة النووية مع بعض مع احتراق الفضلات البيولوجية والتسخين الشمسي. حتى في الحالات المثالية فان تحويل الحرارة لأشكال أخرى يكون محدودا بالقانون الثاني للديناميكا الحرارية، وفي الحالة العملية تكون كفاءة عمليات التحويل حوالي نصف اعلى قيمة مثالية. على سبيل المثال المحركات الحرارية التي تعمل من خلال السخان الحراري تكون القيمة العظمى حوالي 0.35 أو 35%.

**3. العمليات الضوئية Photon processes** تحول الاشعاع الشمسي إلى اشكال أخرى من الطاقة. من الأمثلة على ذلك عملية التمثيل الضوئي والكيمياء الضوئية تستخدم لإنتاج الوقود البيولوجي وتحويل الفوتوفولتيك إلى كهرباء. بشكل نظري فان خلية الفوتوفولتيك تشابه تردد فوتون مفرد يمكن ان تحول الاشعاع الشمسي بالامتصاص إلى كهرباء عند كفاءات عالية. حيث ان اشعة الشمس ليست أحادية التردد فانه من الصعب الحصول على خلية فوتوفولتية مثالية لمدى ترددات الاشعاع الشمسي وكفاءة التحويل القياسية الحالية هي في حدود 10 إلى 20%.



**مثال:** بالاعتماد على نص القانون الثاني للديناميكا الحرارية أعلاه يمكننا ان نتوقع ان استخدام خاص ولكن شائع للوقود الاحفوري هو استخدام غير فعال بدرجة كبيرة لسلسلة تدفق الطاقة حالياً: تسخين الماء او المباني بالمولد الكهربائي من خلال حرق الوقود الاحفوري او الاندماج النووي. هذه الأنواع من توليد الكهرباء تحول الحرارة إلى كهرباء بمقدار 30%. لهذا فان معظم الطاقة المتوفرة في الحرارة قد فقدت في المرحلة الأولى. تحسين في الأداء يصبح واضحاً في الحال: مولد اندماج الحرارة والقدرة Combined Heat and Power (CHP).

الكفاءة القياسية للإضاءة بواسطة مصابيح الفلوريسنت العادية مفاجأة بشكل كبير. كفاءة متولدة بمقدار 30% وكفاءة توزيع بمقدار 90% واطءة بواسطة مولد اشعاع الجسم الأسود الناتج عن التسخين الاومي لفتيلة مصباح الضوء (5%) تؤدي إلى كفاءة كلية بمقدار 1.4%! باستخدام كفاءة اعلى لتوليد الكهرباء (80%) على سبيل المثال في محطة توليد (CHP) واستخدام مصابيح عصرية موفرة للطاقة (20%) يزيد الكفاءة بمقدار 14%.

### 3.1 الكفاءة Efficiency

الحقيقة في اننا لا يمكن ان نحصل على نفس مقدار الطاقة في صورة حركة او كهرباء عندما نغذيها في جهاز تحويل للطاقة يؤدي إلى مبدأ وتعريف رياضي للكفاءة على ان الكفاءة هي النسبة للخارج المفيد على الداخل المطلوب.

بمعني ان: ما نحصل عليه بالمقارنة مع ما نقوم بدفع ثمنه. الرمز المستخدم عادة للكفاءة هو  $\eta$  (وهو الحرف اليوناني ايتا). لأنها النسبة لعددتين لهما نفس الوحدات، أي انها كمية فيزيائية بدون ابعاد.

هذه النسبة هي في العادة اقل من واحد (او تساوي الواحد في افضل حالات العالم المثالي) لكن غالباً تعطى في صورة نسبة مئوية وليس نسبة عددية على سبيل المثال

الكفاءة القياسية للتوربين البخاري هي في حدود 30% ( $\eta=0.3$ ).

الكفاءة القياسية للمحرك البترولي هي في حدود 25%.



الكفاءة القياسية لتوربين القدرة الكهرومائية هي حوالي 85%.

### 3.1 e معامل الحمل ومعامل السعة Load factor, Capacity factor

الكفاءة تقيس مقدار القدرة المتوفرة عند أي لحظة في صورة مفيدة للتحويل من شكل إلى آخر. بالعودة إلى الشرح حول العلاقة بين القدرة والطاقة فانه يصبح واضحا ان الكثير من الأهداف العملية حول جعل الطاقة متوفرة للمستخدم، وهذا يخبرنا بنصف القصة فقط. عندما تتحرر الطاقة الناتجة عن حرق الفحم إلى كهرباء تكون الكفاءة بمقدار 30%، ولكن هذا لا يخبرنا مقدار الكهرباء (الطاقة) التي تولدت من محطة القدرة في العام.

كما لاحظنا أعلاه في الجزء 1.3.b § فان المستهلك قد يكون قد استهلك 5000kWh في العام ولكن هذا يكون مرات قليلة في تلك السنة، حيث يتطلب المستهلك مقدار من القدرة يصل إلى 10kW. ولتلبية هذا الطلب لهذا المستهلك فان منتج الطاقة الكهربائية يحتاج لتوليد ما مقداره 10kW. اذا كان مولد الـ 10kW يعمل بكامل سعته او بحمل كامل كل السنة فانه يولد  $E=10kW*8760h=87,600kWh$ .

لأنه كان مطلوبا منه فقط ان يكون قادرا على توليد 5000 kWh خلال السنة فان المولد لم يكن يستخدم في اقصى سعة له او انه لم يشغل عند حمل كامل خلال السنة. عوضا عن ذلك فانه قام بتوليد 5000kWh فقط من الامكانية القصوى له والتي هي 87600kWh. هذا يؤدي إلى تعريف معامل السعة capacity factor او معامل الحمل load factor لتمديدات التوليد كنسبة للكهرباء الناتجة فعليا على اقصى قيمة ممكنة. لهذا فان النسبة بين حدي الطاقة بالمقارنة مع تعريف الكفاءة والتي هي النسبة بين حدي القدرة. على أي حال حيث ان المولد محدد بالقدرة التي ينتجها (لم يتم تثبيت توربين الـ 8760MWh ولكن تم تثبيت توربين 1MW)، انه في بعض الأحيان من الشائع حساب النسبة لمتوسط القدرة الناتجة إلى القدرة المثبتة (مع ان هذا ليس مرخصا لك لتخلط بين الطاقة والقدرة في عقلك!).

معامل الحمل ومعامل السعة هنا نفس الكمية لكن من وجهة نظر مختلفة: يقيس معامل السعة مقدار التناسب مع سعته المولد الذي يوفر الكهرباء في حين ان معامل الحمل يقيس مقدار الحمل الذي وضع على المولد. لتوربين الرياح على سبيل المثال حيث ان الرياح تحدد مقدار الكهرباء التي يمكن ان تنتج هذا الناتج يعتمد على البيئة وليس على طلب المستهلك – في هذه الحالة يكون هذا معامل السعة. في محطة الوقود الاحفوري



فان الناتج يتغير طبقا لطلب المستهلك – أي ما هو الحمل الذي يضعه المستهلكون على المزود. في هذه الحالة فهو معامل الحمل.

معامل السعة القياسية لتوربين الرياح كبير حوالي 30%. ومعامل السعة القياسية لمحطة توربين رياح صغيرة حوالي 3 و8%.

معاملات السعة هذه تعتمد فقط على الرياح. معاملات الحمل لمولد القدرة التقليدية يعتمد على الطلب وكيف الأنواع المختلفة تستجيب للطلب المتغير، مولد القدرة النووية لا يتطلب تغير على الإطلاق، توربين البخار الناتج عن حرق البخار تتفاعل ببطء للتغير في معاملات التشغيل (العديد من الساعات من التوقف الكامل للتوليد الكامل) توربين القدرة الهيدرومائية سريع جدا (دقيقة او دقيقتين من التوقف الكامل الى التشغيل الكامل).

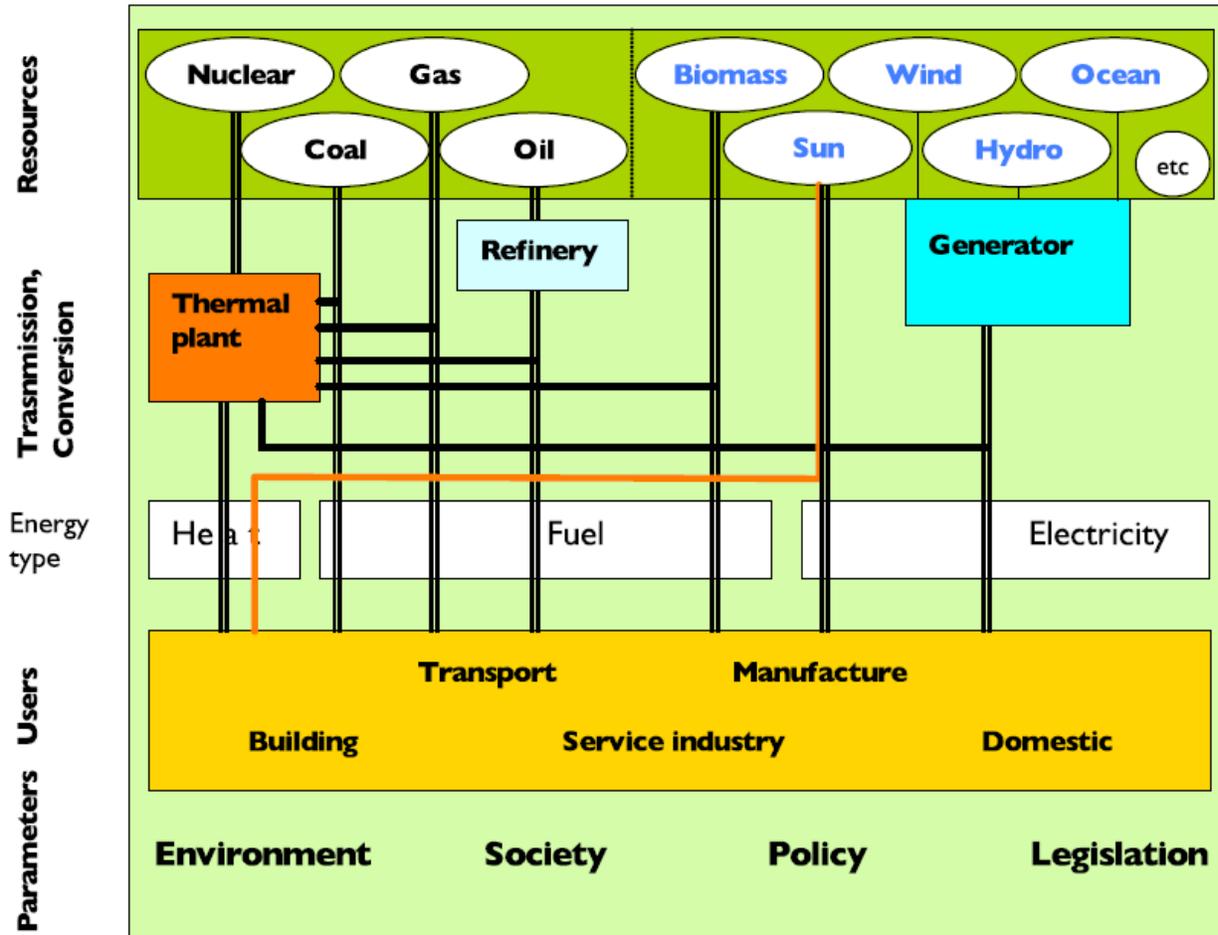
نتيجة لذلك فان المولدات البطيئة هي الأفضل للتشغيل عند حمل ثابت مما يؤدي إلى معاملات تحميل عالية تصل الى 80 وحتى 90% للفحم والوقود النووي بينما الغاز والهيدرومائية تمتلك معاملات تحميل منخفضة.

### 3.1 g السعة الائتمانية Capacity credit

بسبب الاختلاف الجوهرى بين معامل السعة ومعامل الحمل، فانه ليس بالأمر المباشر ان نقوم باستبدال وحدة توليد القدرة التقليدية لسعة توليد بتوربين رياح من نفس السعة. لان تثبيت توربين الرياح قد يمتلك معامل سعة بمقدار 30%، وهذا ما يحتاجه احد لتثبيت معدات ذات سعة اعلى بكثير من المحطة التقليدية. وهذا ما سبب ظهور مصطلح السعة الائتمانية capacity credit. هذا المصطلح يقيس جهد التوليد الكهربى لنوع توليد محدد إلى نوع اخر. محطة التوليد بالرياح تمتلك مخزون سعة بمقدار 30%. هذا يعني ان 100MW من محطة الرياح يمكن ان تستبدل 30MW من محطة تعمل بالغاز او الفحم. تبدو لنا نفس الامر مثل معامل الحمل ومعامل السعة لكن بينما محطة التوليد بالغاز سوف تمتلك معامل حمل اقل من محطة التوليد بالفحم، الا انها سوف تمتلك نفس السعة المخزونة، لان محطة التوليد بالغاز من الممكن ان تعمل عند نفس الحمل مثل محطة التوليد بالفحم –بينما محطة التوليد بالرياح لا يمكن ان تعمل عند نفس السعة....



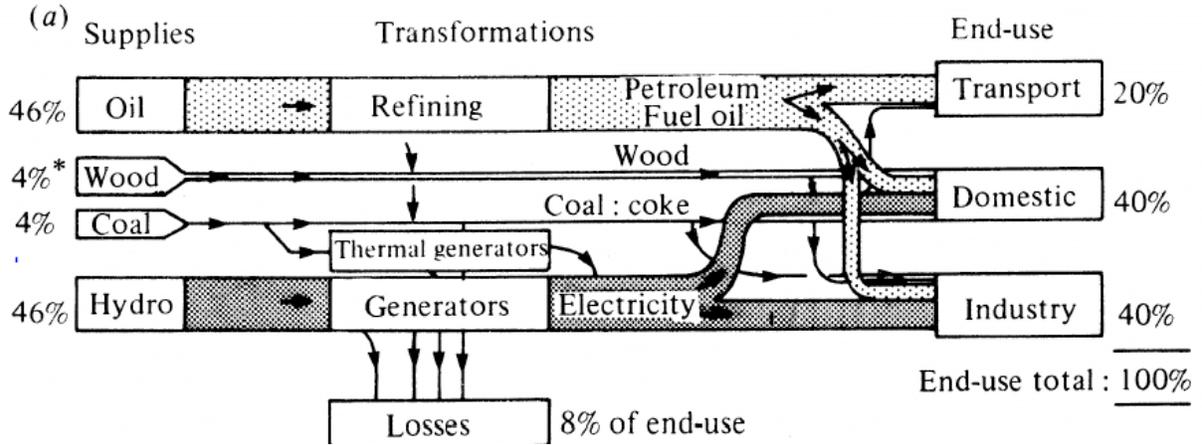
## 4.1 الطاقة كسلعة Energy as a commodity



الشكل 2. مخطط توضيحي لعالم الطاقة مع تدفق الطاقة من المصدر إلى المستهلك كجزء لا يتجزأ في قضايا المجتمع والبيئة.

### 4.1 a تدفق الطاقة The flow of energy

طريقة مفيدة لشرح تدفق الطاقة من مصادر رئيسية من خلال التحويلات إلى المستخدم هو استخدام مخطط الاسباكتي spaghetti. مخطط تدفق مبسط لمنطقة Norway كما هو موضح في الشكل 3.



الشكل 3 مخطط اسباكتي لتدفق الطاقة من مصدر رئيسي وحتى المستخدم (اخذت من Twidell and Weir, 19)

#### 4.1 b الاستخدام الفعال للطاقة Efficient use of energy

الاستراتيجيات التالية سوف تساعد على الوصول إلى تحقيق الأهداف الموضوعية باستخدام الطاقة المزودة – من أي مصدر- بشكل اكثر فعالية، بدلا من زيادة الطلب على مصدر الطاقة الرئيسي. بدلالة الحسابات في الكتاب 1 فان هذه الاستراتيجيات تهدف إلى زيادة معامل التحويل،  $f$ ، بدلا من  $E$  أو  $N$ .

#### استخدم الشكل المناسب للطاقة Use of appropriate form of energy

من المناقشة أعلاه في الجزء 3.1 a يصبح من الواضح ان مصادر مختلفة للطاقة تكون الأكثر كفاءة للاستخدام من اجل أغراض مختلفة. الوقود الاحفوري والنووي والفضلات العضوية والاشعة الشمسية هي الأفضل لان تستخدم من اجل توليد الحرارة، بينما المصادر الميكانيكية هي الأمثل لتوليد الكهرباء. التوجه نحو استخدام امثل لنواتج الطاقة الناتجة عن الاحتراق في مستودع محرك حراري مثل الحرارة والشغل، وقد اتضح ذلك في تطوير محطة CHP (بدمج الحرارة مع القدرة) التي تطور حاليا في كلا من EU وUK.



## تقليل الفقد Minimisation of losses

من الواضح ان توفير الطاقة قد يساهم في تلبية الاحتياج المتزايد. التوجه العملي والواضح هو عزل المباني بشكل جيد ضد الفقدان الحراري (في حالات الطقس البارد) أو التسخين الزائد (في الطقس الساخن). من الأمثلة على الممارسات السيئة هو الاستخدام المفرط للتسخين في المنازل المبنية بشكل سيء او الاستخدام المفرط لتكييف الهواء.

مصدر مشكلة اكثر أهمية تكمن في الفقد اثناء توزيع الطاقة. مقادير كبيرة من الطاقة الكهربائية تفقد في شبكات التوزيع او في الشبكة الدولية. حلول لهذه المشاكل بعيدة كل البعد على ان تكون سهلة ومن المحتمل انها تتطلب تكنولوجيا جديدة وكذلك تغييرات جذرية في طرق توزيع الطاقة إلى المستهلك.

## اقصى تحويل للطاقة Maximum conversion of energy

تهدف هذه الاستراتيجية لتحسين محطة توليد الطاقة الفعلية مثل استخدام محطة CGP او تحسين التكنولوجيا الحالية المستخدمة في الطاقة المستخلصة. امثلة على ذلك من الممكن ان تكون في تصاميم توربينات اكثر كفاءة. عند طرف المستخدم على سبيل المثال القيام بتحسين العمليات الصناعية، أو تحسين مصدر انتاج جديد او تكنولوجيا تفاعل توفر الطاقة بشكل كبير بدون التأثير على مقدار الطاقة المفيدة للمستهلك او جودتها. هذه الاستراتيجية تعرف بعملية التقوية Process intensification.

## 4.1 c الطاقة في سلسلة التوريد والطلب Energy in the supply-and-demand chain

التخطيط لمحطة توليد وتوزيع طاقة يجب ان يتم من خلال رؤية متكاملة للمدى استخدامها النهائي. في العالم المثالي فان التوليد يتوازن تماما مع الاستهلاك. العديد من العوامل تمنع الوصول الى هذه الحالة المثالية. الطلب متغير بشكل كبير. الكثير من المصادر المجددة مثل الرياح أو الاشعة الشمسية لا يمكن ان تجدول وكذلك الوقود الاحفوري (الذي يمكن ان يحرق حسب جدول محدد) لا يمكن ان تتفاعل مع التغيرات في الطلب على مقياس الزمن المطلوب. محطة طاقة بالوقود الاحفوري قد تحتاج بضعة ساعات لتغير قيمة الخرج output بينما الطلب يمكن ان يزداد من المتوسط إلى اعلى قيمة له في بضعة دقائق.



## Summary الخلاصة

عرضنا في هذا الجزء مقدمة عن موضوع الطاقة. بعد التعاريف الأساسية للطاقة والقدرة مع قائمة بأنواع الطاقة المختلفة، مع شرح للعديد من المواضيع الفرعية داخل الطاقة من المصادر إلى المستخدم، وعلاقتها مع الحياة والمجتمع.

## Task مهمة

راجع الوسائل الإعلامية (الصحف والتلفاز والراديو) وعرف البنود التالية:

- اذكر بوضوح ما تأثير الطاقة على جوانب الحياة المختلفة،
- اذكر مواضيع ترتبط بقضايا الطاقة ولكن لا تكون واضحة بشكل مباشر
- اذكر قضايا مرتبطة بالطاقة بشكل غير مباشر

وفكر في ما هو تأثير البنود المختلفة على جوانب الحياة المختلفة.

تمت الترجمة في المركز العلمي للترجمة

27-7-2013

[www.trgma.com](http://www.trgma.com)