الفصل الأول

الطـــاقة

1-1 مقدمة

التعريف الشائع الذي قدمه العلماء أن الطاقة هي المقدرة على بذل شغل، وسبب نهوض الحضارة الحديثة والتقدم هو أن الناس قد تعلموا كيفية تغيير الطاقة من شكل الى آخر ومن ثم استخدامها في الصناعة وإنجاز الأعمال. فنحن نستخدم الطاقة لتحريك السيارات على طول الطرق والقوارب على المياه ولطهي الطعام باستخدام المواقد وكذلك تستعمل الطاقة في إضاءة منازلنا أو لتشغيل الأجهزة الكهربية أو حتى لشحن أجهزة الهواتف المحمولة. لذا أصبح الإنسان المعاصر يستخدم الطاقة في كل شيء من الحصول على النار بإشعال عود ثقاب إلى استخدام الطاقة لاستكشاف الفضاء.

1-2 أشكال الطاقة

الطاقة توجد في عدة أشكال كالطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية والطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية والطاقة الإشعاعية والطاقة الذرية. وكل أشكال هذه الطاقات قابلة للتحويل الداخلي إلى بعضها البعض بواسطة طرق تحويل مناسبة. وتستغل مصادر هذه الطاقات لتوليد الكهرباء التي نحتاجها سواء للإنارة أم لتشغيل الماكينات والأجهزة الكهربائية كالتليفزيونات والكمبيوترات في بيوتنا ومدارسنا ومكاتبنا ومصانعنا. والبترول هو مصدر من مصادر الطاقة نستخدم مشتقاته لتشغيل سياراتنا أو لإدارة الآلات والمعدات وغيرها كي نمارس الأنشطة المعيشية المختلفة التي نتمتع بها في حياتنا. فالطاقة ضرورة حياتية للعيش فوق كوكبنا وبواسطتها صعدت المركبات للفضاء وجاب الإنسان العالم ليتعرف عليه ويستخدم ثرواته.

فالحياة الإنسانية كلُّها تعتمد على الطاقة التي نستقبلها من الشّمس على هيئة إشعاعات. فالإشعاعات الشمسية تحت الحمراء تدفئ الأرض وأشعتها الضوئية تعطي النبات الطاقة اللازمة لنموه. والنباتات تختزن الطاقة الشمسية في صورة طاقة كيميائية في عملية البناء الضوئي. والمواد الغذائية التي يكونها النبات هي الغذاء الذي تعتمد عليه جميع الكائنات الحية. وتستخدم الحيوانات والكائنات الحية الأخرى الطاقة الناتجة من الغذاء لدفع العمليات الحيوية داخل أجسامها وتحريك

العضلات. وتختزن طاقة الشمس أيضاً في صورة طاقة كيميائية متمثلة في زيت البترول والغازات والفحم الحجري. وقد نتجت هذه الأنواع من الوقود الأحفوري من رواسب وبقايا النباتات والكائنات الحية التي عاشت منذ ملايين السنين. ونحن نحرق هذا الوقود لاستخلاص الطاقة منه. ويحوّل الاحتراق الطاقة الكيميائية في الوقود إلى حرارة، وهذه الحرارة بالتالي يمكن أن تُحوَّل إلى طاقة ميكانيكية. فاحتراق الفحم الحجري كمثال يستعمل في إدارة التوربينات البخارية التي تنتج الكهرباء في محطات توليد الطاقة الكهربائية. وفي هذه المحطات تتحول الطاقة الكيميائية في الفحم الحجري إلى طاقة حرارية التي تتحوّل بدورها إلى طاقة ميكانيكية. وتتحول الطاقة الميكانيكية في التوربينات بوساطة المولدات إلى طاقة كهربائية.

والطاقة النووية شكل آخر من أشكال الطاقة التي تُختزن بين الجسيمات المكونة لأنوية الذرات في المادة وهي طاقة تجمع الجسيمات النووية معا وتخرج على صورة طاقة حرارية هائلة عند انشطار جسيم نووي إلى جزأين أو عند اندماج جسيمين نوويين معا لتكوين جسيم آخر. والتفاعلات النووية الانشطارية أو الاندماجية تعطي هذه الطاقة الهائلة في صورة حرارة وإشعاع. وتم استغلال التفاعُلات الانشطارية لتوليد الحرارة في المفاعلات النووية. والتفاعلات الاندماجية تولد حرارة شديدة في باطن الشمس والتي تسبب استمرار الشمس ملتهبة على الدوام. وفي الطبقات الخارجية للشمس تنتقل الحرارة بالإشعاع الذي ينبعث من الشمس في كافة الاتجاهات، ونحن على الأرض نستقبل جزءًا ضئيلاً من هذا الإشعاع. وفي السنوات الحالية يتم إنشاء مفاعلات نووية اندماجية تحت الاختبار. وفي التفاعلات الانشطارية والاندماجية تكون كتلة المواد الناتجة من التفاعل أقلّ بقليل من كتلتها قبل التفاعل، ولذا فإن جزءًا صغيراً من المادة يكون قد تحول إلى طاقة. وقد استنتج العلماء أنّ المادة والطاقة متكافئتان وجميع العمليات في الطبيعة محكومة بالتغيُّرات التي تحدث في الطاقة وتحولها من شكل إلى آخر.

ويوجد العديد من أشكال الطاقة ولكنها جميعا يمكن إدراجها في فئتين أساسيتين هما الطاقة الحركية والطاقة الكامنة.

والطاقة الحركية هي الطاقة الناتجة عن الحركة أي بسبب تأثير القوة على الأجسام، والطاقة الحركية هي الطاقة التي يتمتع بها الجسم عندما يتحرك. وتتناسب طاقة حركة الجسم طردياً مع كتلته ومربع سرعته. ولهذا فإنّ للقطار الذي يتحرّك بسرعة 80 كيلو متر في الساعة طاقة تعادل أربعة أمثال طاقة قطار آخر يتحرّك بسرعة 40 كم في الساعة. والقطار الساكن ليس له طاقة حركة لأن طاقة الحركة التي اكتسبها أثناء حركته قد تحولت إلى حرارة تولدت عن الاحتكاك في المكابح التي أوقفت القطار.

الطاقة الكامنة هي الطاقة الموجودة في الجسم بسبب وضعه أو حالته. وهي تمثل الشغل الذي بُذِل فعلاً، وتسمّى أحياناً الطاقة المختزنة. فإذا رفعنا صندوقاً من الأرض إلى منضدة، فإن طاقة وضع الجسم سوف تزداد بمقدار كمية الشغل اللازمة لرفعه إلى المنضدة. ويمكن تحويل الطاقة الكامنة إلى أشكال أخرى من الطاقة فإذا ما دفعنا الصندوق من فوق المنضدة فسوف يبدأ في السقوط وتتحول طاقته الكامنة إلى طاقة حركية. وعندما يصطدم الصندوق بالأرض يحدث اهتزازات على الأرض والهواء المحيط بها. وتسخن هذه الاهتزازات الأرض والهواء، وبهذا تكون الطاقة الحركية للجسم قد تحوّلت إلى طاقة حرارية.

والطاقة الكيميائية أحد أشكال الطاقة الكامنة وهي الطاقة المختزنة في الروابط بين جزيئات وذرات المادة. فالجزيئات يمكن أن تخزّن الطاقة نتيجة لطاقة وضع الذرات التي تنشأ عن تأثير القوى بين الذرات في الجزيئات. وأثناء التفاعلات الكيميائية تأخذ الذرات في الجزيئات مواقع مختلفة وتحدث تغيرات في الطاقات الكامنة لهذه الذرات. وإذا قلت الطاقة الكامنة فإن التفاعل ينتج طاقة تَظهر على هيئة حرارة. وتعتبر مواد الكتلة الحيوية والنفط والغاز الطبيعي والفحم أمثلة لمصادر الطاقة الكيميائية والتي يتم تحويلها إلى طاقة حرارية عن طريق الحرق مثل حرق الخشب أو الفحم في المواقد أو حرق البنزين في محركات السيارات. وكذلك الطعام الذي يأكله الشخص يحتوي على الطاقة الكيميائية فيختزن الجسم هذه الطاقة الكيميائية إلى أن تتحول إلى طاقة حرارية أو حركية أثناء العمل أو اللعب.

والطاقة الميكانيكية هي الطاقة المختزنة في الأجسام نتيجة التوتر أو الإجهاد كما هو حادث في الحلزونيات المضغوطة أو الأوتار المطاطية المشدودة.

وطاقة الجاذبية هي نوع من أنواع الطاقة الكامنة المختزنة في الجسم نتيجة ارتفاعه فوق سطح الأرض، فكلما كان الجسم أكبر في الكتلة وأعلى ارتفاعا كلما كانت طاقة الجاذبية أكبر. فعندما يقود شخص دراجة ويتحرك إلى أسفل على طريق منحدر فإن طاقة الجاذبية تتحول إلى طاقة حركة. والطاقة المائية هي مثال آخر لطاقة الجاذبية، حيث أن الجاذبية تدفع المياه إلى أسفل فتمر خلال توربينات (محركات) كهرومائية فتدور التوربينات التي تولد الكهرباء.

أما الطاقة الحركية هي المسببة لحركة أي من الأمواج والإلكترونات والذرات والجزيئات والمواد والأجسام. وهي الطاقة المبذولة عند حركة الأجسام فكلما زادت حركتها كلما زاد مقدار الطاقة الحركية. ولابد من بذل طاقة لتحريك جسم وتنطلق الطاقة عندما يتباطأ الجسم المتحرك. والرياح هي مثال لطاقة الحركة وكذلك السيارة التي تتوقف فجأة تنطلق طاقتها الحركية بتمامها في لحظة التوقف.

والطاقة الإشعاعية هي الطاقة الكهرومغناطيسية التي تنتقل في موجات مستعرضة بنفس سرعة الضوء وتشمل الطاقة الإشعاعية كل من الضوء المرئي والأشعة السينية وأشعة جاما وموجات الراديو. وتعتبر أشعة الشمس طاقة إشعاعية والتي تمد الأرض بالضوء والحرارة والغذاء مما يجعل الحياة على الأرض ممكنة ومستمرة.

والطاقة الحرارية أو الحرارة، هي الطاقة التي تأتي من حركة الذرات والجزيئات في المواد .فكلما زادت الحرارة تزداد سرعة حركة الجزيئات .والطاقة الحرارية الأرضية هي الطاقة الحرارية في باطن الأرض.

والصوت ينتج من الحركة وانتقال الطاقة خلال المواد في شكل موجات طولية. ويصدر الصوت عندما تجعل القوة الجسم أو المادة في حالة اهتزاز وتنتقل هذه الطاقة خلال المواد بسرعة الصوت وفي المعتاد طاقة الصوت هي أضعف أشكال الطاقات.

ويتم نقل الطاقة الكهربائية عن طريق جسيمات مشحونة صغيرة وهي

الإلكترونات وتنتقل في المواد الموصلة في المعتاد خلال الأسلاك . ويعتبر البرق مثالا للطاقة الكهربائية في الطبيعة.

3-1 مصادر الطاقة

يمكن تصنيف مصادر الطاقة إلى مصادر متجددة ومصادر غير متجددة. فعندما يستخدم الأفراد الكهرباء في منازلهم التي يمكن أن تولد عن طريق حرق الفحم أو من خلال التفاعل النووي أو عن طريق محطة توليد الطاقة الكهرومائية من خلال إقامة السدود على النهر. لذلك الفحم والتفاعلات النووية والمصادر الكهرومائية مثل السد العالي هي عدد من الأنواع المتعددة لمصادر الطاقة. وعندما يحصل الفرد على (أنبوبة البوتاجاز)، فإن المصدر قد يكون النفط المكرر من الزيت الخام أو الإيثانول المستخرج من خلال زراعة وتجهيز نبات الذرة.

فمصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة يمكن استخدامها كمصادر أولية لإنتاج الطاقة مثل إنتاج الطاقة الحرارية أو استخدامها لإنتاج الطاقة الثانوية مثل الكهرباء.

فعندما يستخدم الإنسان وقودا للسيارات فقد يكون ناتجا من تكرير النفط الخام (طاقة غير المتجددة) او من الوقود الحيوي (طاقة متجددة) مثل الإيثانول.

الطاقة المتجددة	الطاقة غير المتجددة
الطاقة الشمسية	المنتجات النفطية
طاقة الرياح	سوائل الغاز الهيدروكربونية
طاقة الكتلة الحيوية	الغاز الطبيعي
الطاقة المائية	الفحم
الطاقة الحرارية الأرضية	الطاقة النووية

وتعتبر الطاقة المبذولة بالحيوانات من أوائل الطاقات التي استغلها الإنسان في فجر الحضارة عندما استخدم الحيوانات الأليفة في أعماله. ثم شرع واستغل قوة الرياح في تسيير قواربه لآفاق بعيدة وكذلك مع نمو حضارته استخدمها في إدارة طواحين الهواء. واستغل طاقة حركة المياه في إدارة السواقي وعجلات ماكينات الطحن ومناشير الخشب ومضخات رفع الماء من الآبار وغيرها وهذا ما عرف بالطاقة الميكانيكية.

وقوة الحيوانات نجدها مستمدة من الطاقة الكيميائية الموجودة في الطعام بعد هضمه. والطاقة الكيميائية نجدها في الخشب الذي كان يستعمل منذ القدم في الطبخ والدفء. وفي بداية الثورة الصناعية استخدمت القوة المائية كطاقة تشغيلية من خلال حركية نظم سيور وبكر وتروس لإدارة العديد من الماكينات.

ونجد الطاقة الحرارية في الآلات البخارية التي تحول الطاقة الكيميائية لوقود تحوله لطاقة ميكانيكية. فالآلة البخارية يطلق عليها آلة احتراق خارجي لأن الوقود يحرق بالخارج لتوليد البخار الذي يدير الآلات من الداخل. لكن في القرن التاسع عشر اخترعت آلة الاحتراق الداخلي مستخدمة وقودا يحترق داخل الآلة حسب نظام غرف الاحتراق الداخلي المباشر بها لتصبح مصدرا للطاقة الميكانيكية التي استغلت في عدة أغراض كتسيير السفن والعربات والقطارات.

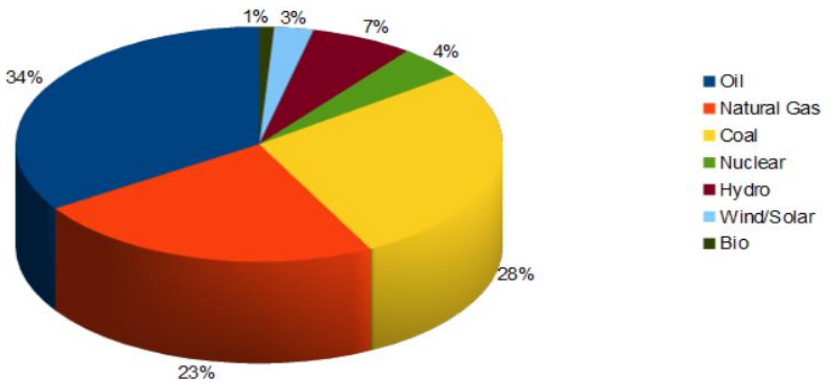
وكذلك ظهر مصدر آخر للطاقة وهي الطاقة الكهربائية المتولدة من الدينامو (المولد). وأصبحت هذه المولدات تحول الطاقة الميكانيكية لطاقة كهربائية التي أمكن نقلها إلى أماكن بعيدة عبر الأسلاك. مما جعلها تنتشر، حتى أصبحت طاقة العصر الحديث ولاسيما وأنها متعددة الأغراض بعدما أمكن تحويلها لضوء وحرارة وطاقة ميكانيكية بتشغيلها محركات الآلات والأجهزة الكهربائية.

ثم ظهرت الطاقة النووية التي استخدمت في المفاعلات الذرية حيث يجري الانشطار النووي الذي يولد حرارة هائلة تولد البخار الذي يدير المولدات الكهربائية التي تمدنا بالكهرباء أو يدير المحركات التي تسير السفن والغواصات. لكن مشكلة هذه المفاعلات النووية في نفاياتها المشعة واحتمال حدوث تسرب إشعاعي كما

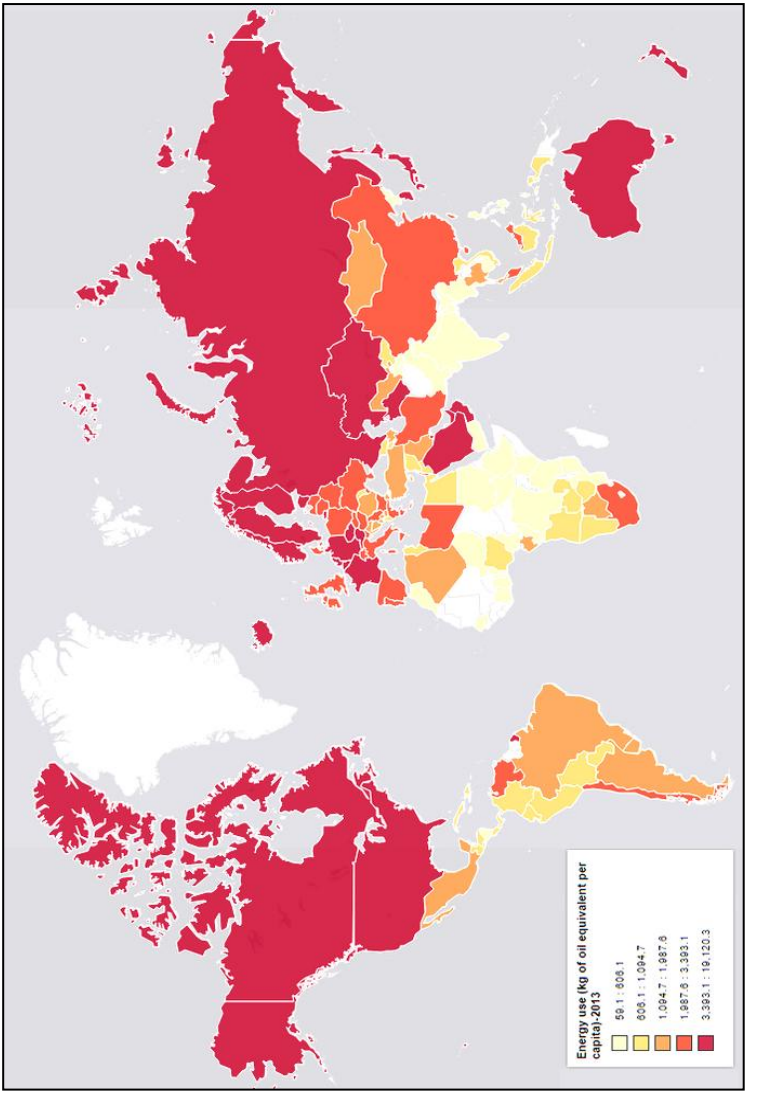
حدث في مفاعل تشيرنوبيل بأوكرانيا أو انفجار المفاعل كما حدث في مفاعل فوكوشيما باليابان.

والطاقة الغير متجددة نحصل عليها من باطن الأرض كسائل كما في النفط أو غاز كما في الغاز الطبيعي أو مادة صلبة كما في الفحم الحجري. وهي غير متجددة لأنه لا يمكن صنعها ثانية أو استعواضها مجددا في زمن قصير وذلك عكس الطاقة المتجددة فيمكن استعواضها في زمن قصير، ومصادر الطاقة المتجددة نجدها في طاقة الكتلة الحيوية التي تستمد من مادة عضوية كإحراق النباتات وعظام الحيوانات وروث البهائم والمخلفات الزراعية. فعندما نستخدم الخشب أو أغصان الأشجار أو روث البهائم في اشعال الدفايات أو الأفران، فهذا معناه أننا نستعمل وقود الكتلة الحيوية التي تستغل كمادة عضوية من النباتات ونفايات الزراعة أو الخشب أو مخلفات الحيوانات. وتستغل الطاقة الحرارية الأرضية لتوليد الكهرباء أو الحصول على طاقة حرارية. وحاليا نصف الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة الأمريكية تأتي من قوة دفع المياه التي تدير التوربينات، والتي تسيّر المحركات لتوليد الكهرباء. وكذلك استخدمت هذه الطاقة المائية في توليد الكهرباء في مصر من السد العالي بأسوان. واستعملت طاقة الرياح لتدير ألواح كبيرة تدور بالهواء فوق الأبراج بحركة مروحية ومثبت بها مولدات كهرباء وهي المولدات الكهربائية باستخدام الرياح. وكانت قوة الرياح تستغل في إدارة طواحين الهواء ومضخات رفع المياه مثلما تم اتباعه في هولندا عندما نزح الهولنديون مساحات مائية من البحر لتوسيع الرقعة الزراعية عندهم. ويذكر أن سبب عدم انتشارها في العالم هو أصواتها المزعجة وقتلها للطيور التي ترتطم بشفراتها السريعة وأيضا السبب الرئيسي هوعدم توفر الرياح في معظم المناطق بشكل مناسب. و في خلايا الطاقة التي هي خلايا وقود الهيدروجين تنتج الكهرباء من خلال تفاعل كهربائي كيميائي باستخدام الهيدروجين والأكسجين.

والشكل (1-1) يوضح نسب استهلاك الطاقة وشكل (1-2) يمثل خريطة استهلاك الطاقة في العالم بالنسبة للفرد.



شكل (1-1): نسب استهلاك أنواع مصادر الطاقة في العالم – 2017



شكل (1-2): خريطة استهلاك الطاقة في العالم للفرد الواحد

والنفط الخام والغاز الطبيعي والفحم يطلق عليهم الوقود الأحفوري لأن كل منهم تكون عبر ملايين السنين بفعل الحرارة الناتجة من باطن الأرض والضغط الناتج من الصخور والتربة على بقايا الحيوانات أو من النباتات الميتة والكائنات الدقيقة المجهرية. كما أن معظم المنتجات البترولية المستهلكة من النفط الخام مثل السوائل البترولية يمكن أيضا أن تكون مستخلصة من الغاز الطبيعي أو الفحم.

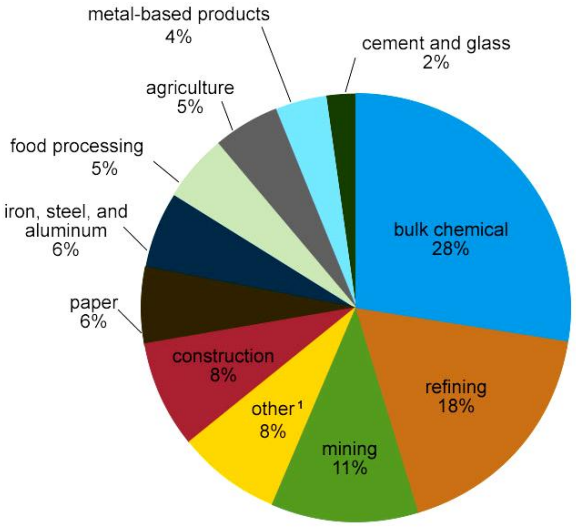
والجزء الأكبر من الطاقات المستهلكة بواسطة الإنسان يأتي من مصادر الطاقة غير المتجددة .وإمدادات المصادر غير المتجددة محدودة كالبترول وسينضب بعد عدة قرون. أما مصادر الطاقة المتجددة فهي تتجدد طبيعيا بانتظام يوما بعد يوم. فتشرق الشمس، وتهب الرياح، وتتدفق الأنهار ومنها يتم استخدام مصادر الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء أو لتوليد الحرارة، أو كوقود لوسائل النقل. وتعتبر كل من الكهرباء والهيدروجين من المصادر الثانوية للطاقة التي يتم تخزينها ونقلها.

1-4 تحولات الطاقة

طبقا لما ذكره العلماء أن الحفاظ على الطاقة لا يعني توفير الطاقة ولكن بدلا من ذلك نقول قانون حفظ الطاقة أي أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم .وعندما يستخدم الإنسان الطاقة، فإنها لا تختفي بل تتحول الطاقة من شكل معين إلى شكل آخر. مثلما يحدث في محرك السيارة فعند احتراق البنزين تتحول الطاقة الكيميائية المتمثلة في الوقود (البنزين) إلى طاقة ميكانيكية. مثال آخر في الخلايا الضوئية الشمسية تتحول الطاقة الإشعاعية إلى طاقة كهربائية. وفي العموم فإن الطاقات تتغير من صورة إلى أخرى لكن المجموع الإجمالي للطاقة في الكون يظل على حاله.

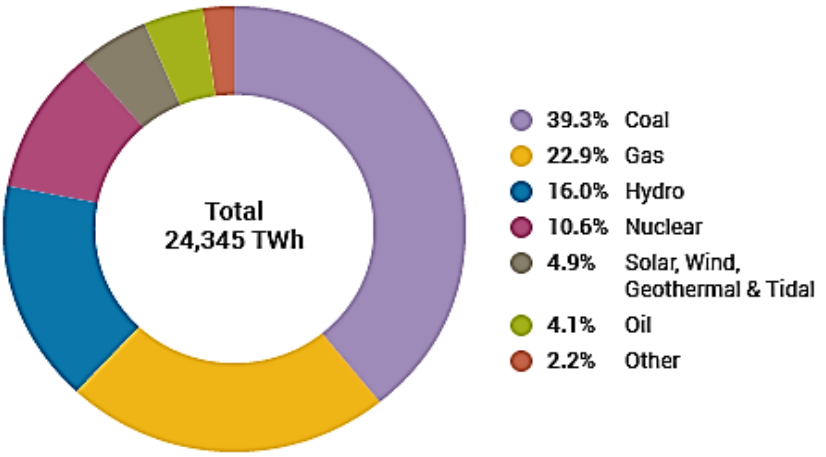
فعند سقوط جسم من أعلى تقل طاقته الكامنة، بينما تزيد طاقته الحركية. ولكن يظل مجموع الطاقتين ثابتاً أثناء السقوط وهو الطاقة الميكانيكية. ويعبّر العلماء عن ذلك بقانون ينص على أنّ الطاقة تظلّ محفوظة. ولا ينطبق قانون بقاء الطاقة على حالة الصندوق الساقط فقط، ولكنه ينطبق على حالة الكون كلّه. وينص هذا القانون على أن الطاقة الكلية للكون ذات قيمة ثابتة دائمًا. ويُمكن أن يُعدّ البندول مثالاً لكيفية تحوُّل

الطاقة من صورة إلى أخرى بينما تظلّ الطاقة الكلية ثابتة. فعندما يصل البندول إلى نهاية اهتزازاته تكون له طاقة حركية فقط .وتتحوّل هذه الطاقة إلى طاقة كامنة عندما يصل البندول مرة أخرى إلى أعلى نقطة في اهتزازاته. وسوف يستمر البندول في الاهتزاز طالما لا يوجد هناك احتكاك أو مقاومة من الهواء أو جاذبية أرضية. ولكن الطاقة التي تستخدم في التغلب على مثل هذا الاحتكاك لا تُفقد، وإنما تتحول إلى حرارة، ونحن نعلم الآن أن المادة والطاقة ترتبطان ارتباطاً وثيقاً. ولذا فإن قانون بقاء الطاقة يشمل المادة أيضاً. فالطاقة لا تفنى ولا تأتي من العدم، ولكنها تنشأ من المادة وتتحوّل إليها. فهي مثلاً قد تتحول إلى مادة في معجّلات الجسيمات عند ظهور جُسيمات جديدة أثناء تصادم الجسيمات المعجَّلة عند سرعات فائقة. وتستخدم الطاقة الكهربية في حياتنا اليومية في المنازل والمنشئات وكذلك المصانع، وشكل (1-3) يوضح نسب استهلاك الصناعات المختلفة للطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية.



شكل (1-3): نسب استهلاك الصناعات من الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية

والطاقة الحرارية التي نشعر بها قادمة من النار تصلنا في صورة إشعاع. والأجسام القريبة من النار تسخَنُ بواسطة الأشعة تحت الحمراء، وهي إحدى أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية. وهذه الأجسام تكتسب الطاقة في صورة حرارة. والضوء أيضاً موجات كهرومغناطيسية، ولهذا فهو أحد أشكال الطاقة. ففي البطارية تستخدم الطاقة الكيميائية للحصول على الطاقة الكهربية وباستخدام التوربين نحول الطاقة الحركية لكهربية نظرا لشيوع استخدام الطاقة الكهربية. ويوضح شكل (1-4) نسب الإنتاج العالمي من الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المختلفة.



شكل (1-4): إنتاج العالم من الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المختلفة

1-5 استخدامات الطاقة

هناك مجموعة متنوعة من مصادر الطاقة المختلفة والمستخدمة في القطاع الصناعي .فمصادر الطاقة يمكن استخدامها كوقود للغلايات المستخدمة في توليد البخار أو الماء الساخن. ويمكن أيضا استخدام مصادر الطاقة في عمليات التسخين لرفع درجة حرارة المنتجات في عمليات التصنيع كما تستخدم كمواد أولية في صناعة المنتجات.

ويستخدم الإنسان الطاقة كل يوم في النقل والمواصلات والطبخ والتدفئة أو التبريد والتصنيع، والإضاءة، والترفيه، والعديد من الاستخدامات الأخرى .وتعتبر خيارات الناس هي حول كيفية تشغيل آلات وتحويل الطاقة في أوقات عدم الاستخدام أو خيارات شراء السيارات ذوات الكفاءة في استهلاك الوقود وكذلك الأجهزة الموفرة للطاقة والتي ليس لها تأثيرات سلبية على البيئة أو على حياة الإنسان. وفي قطاع الصناعة المصدر الرئيسي للطاقة هو الغاز الطبيعي والكهرباء. والعديد من الشركات المصنعة تستخدم مصادر أخرى للطاقة الحرارية أو مولدات الطاقة الكهربية مثل استخدام البخار والتخمر في صناعة الورق والنفايات الزراعية وخشب الأشجار.

وكل نوع من الصناعة يتطلب نوع معين من الطاقة. ولكن هناك عدد من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة والتي تستهلك معظم الطاقة التي يحتاجها القطاع الصناعي. فصناعة تكرير البترول هي أكبر مستهلك صناعي للطاقة، تليها الصناعات الكيميائية والصناعات الورقية والصناعات المعدنية. والعديد من مصادر الطاقة مثل الفحم والنفط تستخدم في التصنيع. وعندما يتم استخدام المواد الخام في عملية التصنيع فإنه يطلق عليها المواد الأولية.

وتستخدم أنواع مختلفة من مصادر الطاقة (الوقود) في النقل والمواصلات مثل المنتجات النفطية وهي مشتقات النفط الخام والسوائل النفطية التي تنتج عند معالجة الغاز الطبيعي بما في ذلك البنزين ووقود الديزل ووقود الطائرات والبروبان. وكذلك يستخدم الوقود الحيوي الإيثانول والديزل الحيوي أو الغاز الطبيعي وأخيرا يستخدم في المواصلات وقود الهيدروجين أو الكهرباء.

ويمكن تقسيم مصادر الطاقة المستخدمة في النقل كالتالي:

- يستخدم الجازولين في السيارات والدراجات النارية والشاحنات الخفيفة والقوارب.
- كما يستخدم الجازولين في العديد من أنواع الطائرات.

- يستخدم وقود الديزل (الوقود التقطيري) أساسا في تشغيل الشاحنات والحافلات والقطارات وفي القوارب والسفن.

- يستخدم الكيروسين في الطائرات النفاثة وبعض أنواع من المروحيات.

- يستخدم زيت الوقود المترسب من عمليات التقطير في السفن.

- الوقود الحيوي يضاف إلى الجازولين أو إلى وقود الديزل.

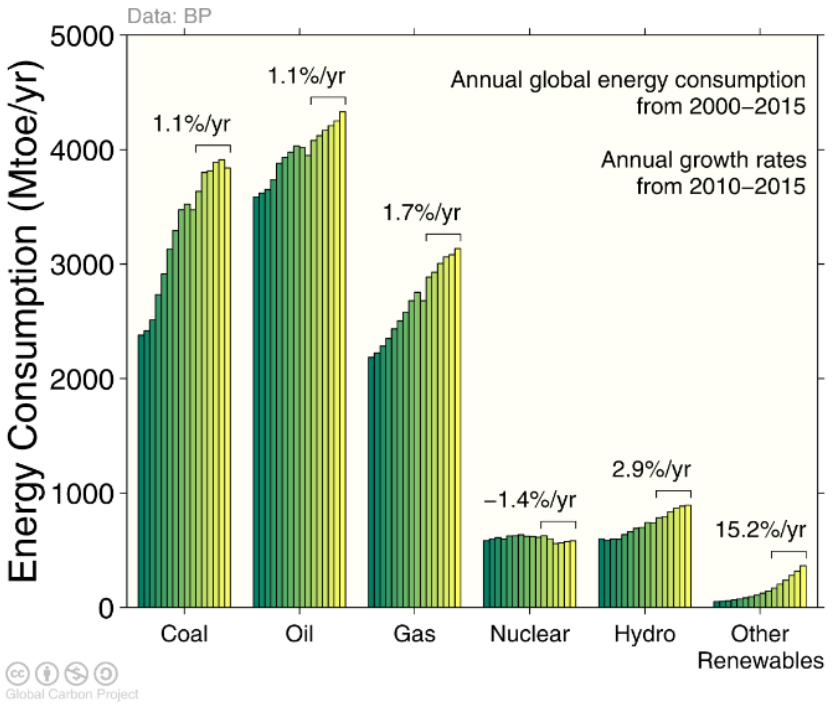
- يستخدم الغاز الطبيعي كغاز مسال مضغوط. كما هو الحال في السيارات والحافلات والشاحنات ومعظم المركبات التي تستخدم الغاز الطبيعي هي في أساطيل الحكومة وسيارات الأجرة وسيارات النقل العام والسيارات الملاكي.

- يستخدم البروبان (سائل الغاز الهيدروكربوني) في السيارات والحافلات والشاحنات.

- تستخدم الكهرباء لتشغيل أنظمة النقل الجماعي العامة (مترو الأنفاق والقطارات الحديثة) وكذلك لتشغيل السيارات الكهربائية.

وكمية الطاقة التي نستخدمها في منازلنا تعتمد أساسا على المناخ الذي نعيش فيه وكذلك الأجهزة المستهلكة للطاقة مثل التلفزيونات وأجهزة الكمبيوتر والثلاجات والميكروويف والغسالات ومصابيح الإضاءة وغيرها من الأجهزة الكهربائية المنزلية .بالإضافة إلى ذلك فإن السوق الإلكترونية المنزلية تتطور باستمرار. والأجهزة الإلكترونية القابلة لإعادة الشحن أصبحت أكثر فأكثر جزءا لا يتجزأ من أسلوب حياتنا العصرية .ونتيجة لهذه التغييرات فإن الأجهزة الكهربائية والإلكترونية تشكل ما يقرب من ثلث إجمالي الطاقة المستخدمة في المنازل. ويعتبر الغاز الطبيعي والكهرباء هما مصدري الطاقة الأكثر استهلاكا في المنازل يليها الزيت الحراري والبروبان . ويستخدم الغاز الطبيعي والزيت الحراري أو زيت الوقود (المازوت) بشكل رئيسي في التسخين المنزلي أو الصناعي في بعض الدول. أو استخدام الفحم أو الأخشاب في بعض المناطق. ومن أكبر حصص الطاقة الكهربية المستخدمة في المنازل هي للتدفئة أو التبريد والإضاءة ولتشغيل جميع الأجهزة الكهربية المنزلية.

وشكل (1–5) يوضح نمو الاستهلاك العالمي من المصادر المختلفة للطاقة بالسنة.



شكل (1–5): استهلاك العالم من مصادر الطاقة بالسنة من 2000 – 2015

1- 6 كفاءة الطاقة

كفاءة الطاقة هي كمية الطاقة المستفادة التي يتم الحصول عليها من نظام ما. فالآلة ذات الكفاءة 100 ٪ من شأنها تحويل كل الطاقة التي يتم وضعها فيها إلى عمل أو طاقة مفيدة. ولكن لا توجد هذه الآلة عمليا. فكل تحولات الطاقة إلى أشكال أخرى يتبعها دائما تحول جزء من الطاقة إلى شكل غير مفيد أو بما يسمى الطاقة المفقودة أو المهدرة.

ولذلك فمعظم التحولات في الطاقة ليست كفؤا تماما. على سبيل المثال بالنظر إلى جسم الإنسان كنظام جيد أو آلة يتم تحويل الطاقة فيها. فالوقود المستخدم هو الطعام والذي يعطي للشخص الطاقة للتحرك، والتنفس، والتفكير. ومع ذلك، فإن جسم الإنسان ليس ذو كفاءة كبيرة في تحويل الغذاء إلى عمل مفيد . حيث أن كفاءة جسم الإنسان أقل من 5٪ وفي معظم الأحيان يتم تحويل ما تبقى من الطاقة إلى طاقة حرارية، والتي قد تكون مفيدة أحيانا أو غير مفيدة في أحيان أخرى طبقا لحالة الجسم.

شروط الكفاءة في استخدام الطاقة والحفاظ على الطاقة لها معان مختلفة:

كفاءة الطاقة تستخدم التكنولوجيا التي تتطلب طاقة أقل لأداء نفس الوظيفة مثل استخدام المصابيح الإلكترونية الأعلى توفيرا للطاقة لإنتاج نفس كمية الضوء بدلا من مصابيح الفلورسنت أو مصابيح التنجستن المتوهجة.

الحفاظ على الطاقة هو أي سلوك ينتج عنه استخدام كميات أقل من الطاقة مثل إطفاء أنوار الغرف المضيئة عند مغادرتها أو إعادة تدوير علب الألومنيوم على حد سواء هي أحد سبل الحفاظ على الطاقة.

1-7 أهمية المصادر المتجددة للطاقة

ترجع أهمية استخدام المصادر المتجددة للطاقة (الشمس – الرياح – حركة المياه – المصادر الحيوية – الحرارة الأرضية الجوفية) بدلا من المصادر غير المتجددة (الفحم – البترول – الغاز الطبيعي – السوائل الهيدروكربونية – الطاقة النووية) لثلاثة أسباب رئيسية:

1- الحفاظ على البيئة (الهواء – الماء – التربة) من التلوث وكذلك تقليل التغيرات المناخية الحادة والحد من زيادة درجة حرارة الأرض والاحتباس الحراري.

2- استخدام زيت البترول في الصناعات الكيميائية والحصول على المركبات الكيميائية والدوائية الهامة للبشرية بدلا من حرقه لإنتاج الطاقة الكهربية أو في

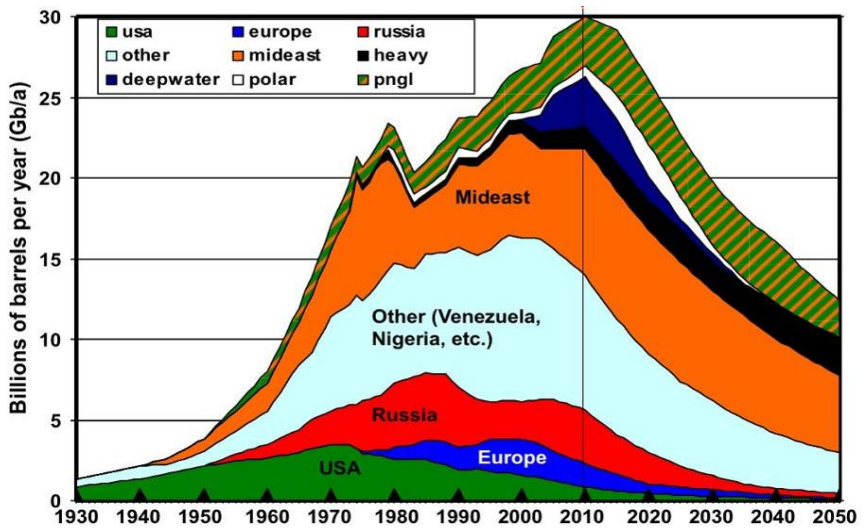
تشغيل وسائل النقل والمواصلات.

3- توقع نضوب مصادر الطاقة غير المتجددة في العقود القادمة نظرا لتسارع استهلاك هذه المصادر.

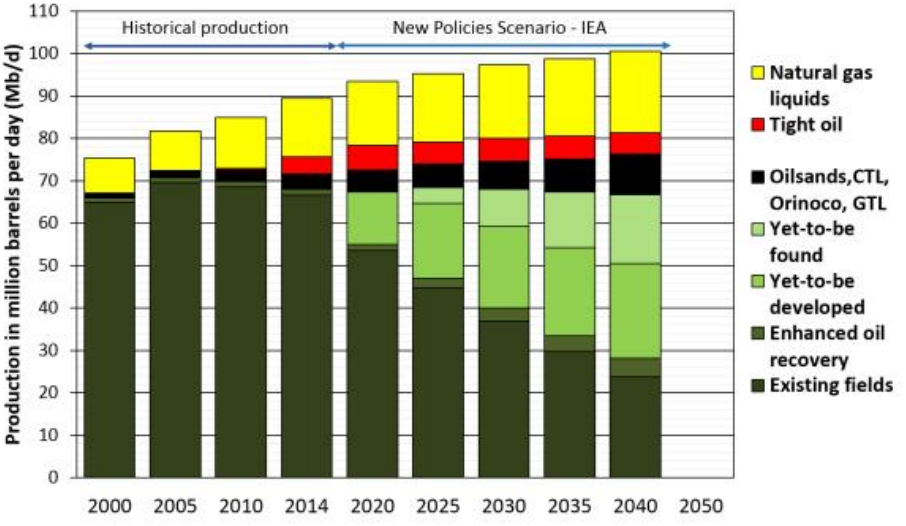
ويوضح شكل (1-6) توقع بداية نقص البترول ونضوبه خلال العقود القادمة وشكل (1-7) يوضح المتوقع من الإنتاج اليومي من النفط والغاز حتى 2050.

وعند حرق الوقود الأحفوري (الفحم والبترول والغاز الطبيعي) يؤدي ذلك إلى تلوث الهواء والتسبب في الاحتباس الحراري الناتج بدوره عن غازات تغلّف المجال الجوي وتمنع الانعكاس الحراري الصادر من الأرض من انتقاله إلى خارج الكوكب، مما يسبب ارتفاعا في درجات حرارة الأرض، ويزيد التصحر والجفاف أو زيادة الفيضانات والأعاصير في أماكن أخرى وحدة التغيرات المناخية التي لاحظناها في الآونة الأخيرة .

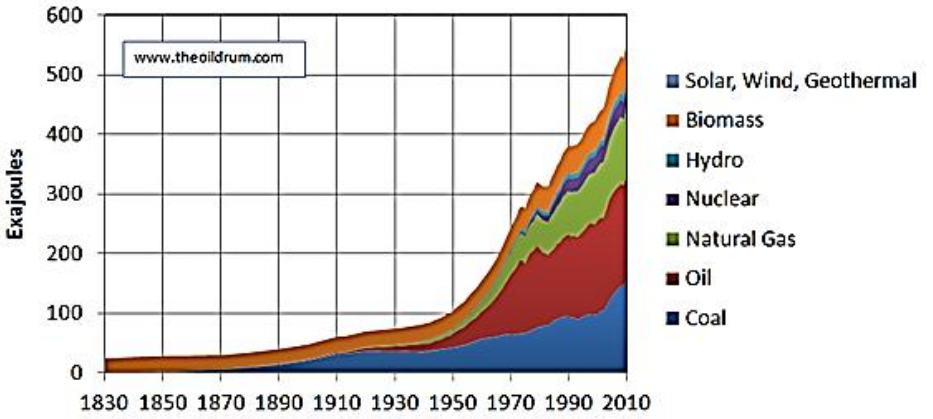
وشكل (1-8) يبين الاستهلاك العالمي للطاقة من المصادر المختلفة من 1830 حتى 2010 ويوضح شكل (1-9) تغير أسعار في الفترة من 1997 حتى 2014 . وحتى نحافظ على بيئة مناسبة لحياة الكائنات الحية والإنسان كما خلقها الله سبحانه وتعالى لابد أن يتجه العالم بأسره للتحول من استخدام مصادر الطاقة الغير متجددة إلى استخدام المصادر المتجددة كالشمس أو طاقة المياه وكذلك استخدام وسائل المواصلات التي تعمل بالطاقة الكهربية.



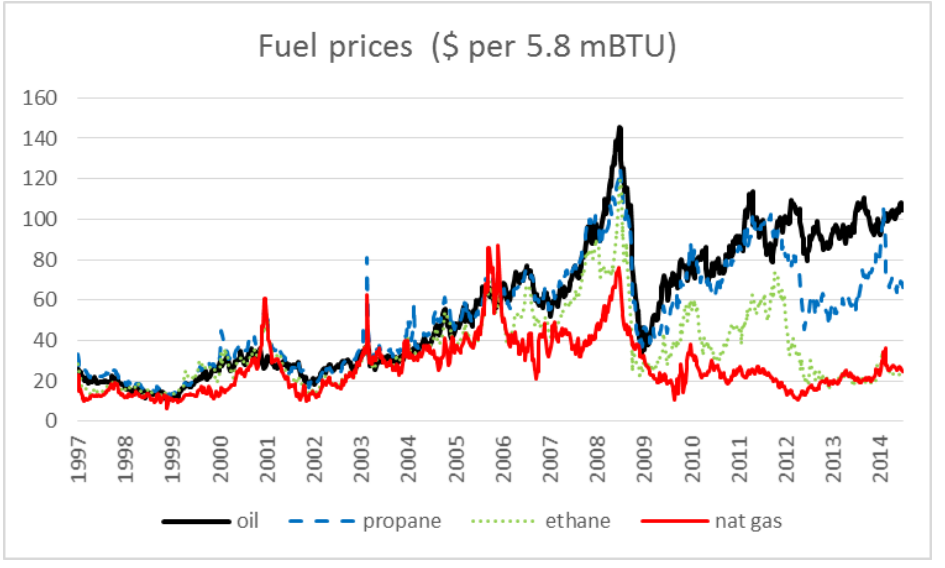
شكل (1–6): المنتج والمتوقع من انتاج النفط من 1950 – 2050



شكل (1–7): الإنتاج اليومي من النفط والغاز 2000 – 2050



شكل (1–8): استهلاك العالم من مصادر الطاقة من 1830–2010

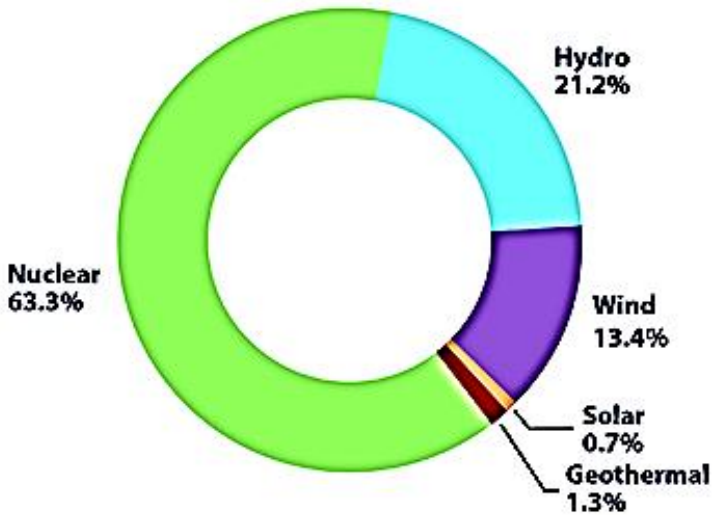


شكل (1–9): متوسط اسعار الوقود 1997 – 2014

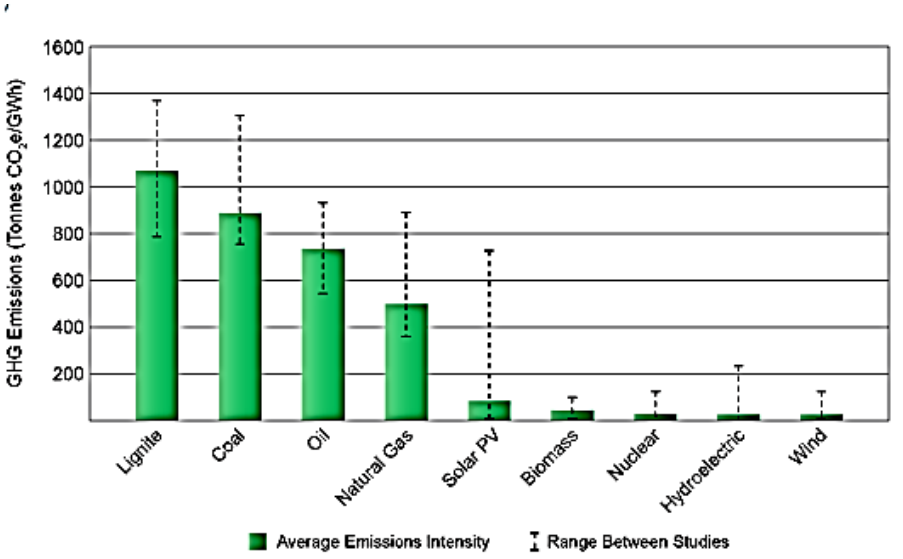
1-8 الطاقة والبيئة والمناخ

العديد من المركبات الكيميائية الناتجة عند حرق المصادر الأحفورية والمنطلقة إلى الغلاف الجوي للأرض تمثل الغازات المسببة للاحتباس الحراري. فعندما تضرب أشعة الشمس سطح الأرض، معظمها يرتد مرة أخرى الى الغلاف الجوي في صورة أشعة تحت الحمراء (حرارة). وغازات الاحتباس الحراري تمتص هذه الأشعة تحت الحمراء وبالتالي تمنع الحرارة من الذهاب خارج الغلاف الجوي، فتتكون ظاهرة الاحتباس الحراري التي تؤدي إلى زيادة درجة حرارة الأرض وظاهرة الاحترار العالمي وتغير المناخ.

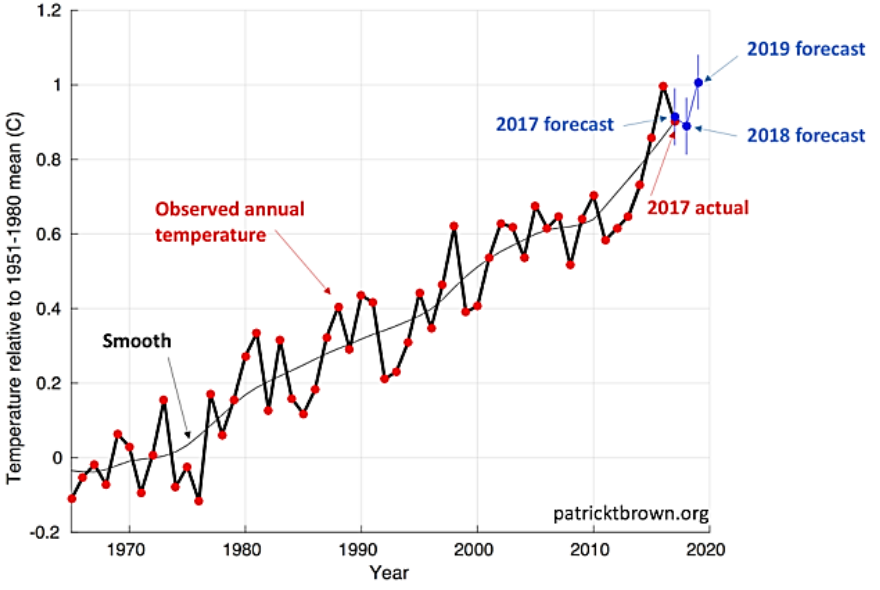
وشكل (1-10) يعرض نسب انتاج الكهرباء من المصادر التي لا تعطي غاز ثاني أكسيد الكربون كذلك شكل (1-11) يوضح انبعاث الغازات الدفيئة من مصادر الطاقة أما شكل (1-12) يوضح ارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض في السنوات الأخيرة .



شكل (1-10): نسب انتاج الكهرباء من المصادر التي لا تعطي غاز CO_2



شكل (1-12): انبعاث الغازات الدفيئة من مصادر الطاقة



شكل (1-12): ارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض في السنوات الأخيرة

وبخار الماء وهو من الغازات الدفيئة الأكثر وفرة ولكن يعتقد معظم العلماء أن بخار الماء الناتج مباشرة عن النشاط البشري يساهم في قليل جدا من نسبة بخار الماء في الغلاف الجوي .ولذلك، فإن هيئة إدارة معلومات الطاقة الأمريكية لا تعطيها أية تأثير. لكن أبحاث وكالة ناسا تشير إلى وجود تأثير طبيعي أقوى من الآثار البشرية غير المباشرة على تركيزات بخار الماء.

أما الأوزون هو أحد الغازات الدفيئة من الناحية الفنية لتأثيره على درجات الحرارة الكلية للأرض في طبقة مرتفعة في الغلاف الجوي وهي طبقة الستراتوسفير حيث يتكون الأوزون بشكل طبيعي. وكتل غاز الأوزون تمنع الأشعة فوق البنفسجية القادمة في ضوء الشمس من الوصول إلى سطح الأرض، والتي تضر الحياة النباتية والحيوانية .وقد وافقت اتفاقية باريس للمناخ في ديسمبر 2015 أنه من الضروري أن نمتنع أو نتحكم في إنتاج واستخدام العديد من الغازات الصناعية التي تدمر طبقة الأوزون في الغلاف الجوي وخلق ثقب في طبقة الأوزون في الارتفاعات المنخفضة من الغلاف الجوي وهي طبقة التروبوسفير، وغاز الأوزون في حد ذاته هو غاز ضار بصحة الإنسان إذا وجد بمناطق قريبة من سطح الأرض. وبعض البلدان كالولايات المتحدة لديها لوائح للحد من تكون غاز الأوزون بالقرب من مستوى سطح الأرض.

وطبقا لدراسات المناخ زادت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى حد كبير بعد بدء ثورة التصنيع على نطاق واسع في منتصف القرن السابع عشر. ففي خلال السنوات العشرين الماضية نحو ثلاثة أرباع الانبعاثات الناجمة كانت عن طريق الأنشطة البشرية من حرق الوقود الأحفوري .وتركيزات ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي التي تنتظم بشكل طبيعي من قبل العديد من العمليات الكيميائية التي هي جزء من دورة الكربون العالمية.

ويهيمن على تدفق أو حركة الكربون بين الغلاف الجوي وتربة الأرض والمحيطات العمليات الطبيعية مثل التمثيل الضوئي للنبات .وعلى الرغم من أن هذه العمليات الطبيعية يمكن امتصاص بعض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تنتج كل عام من النشاط البشري. لكن قد تجاوزت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الحد الأقصى لقدرة هذه العمليات على امتصاصها.

وقد أدى هذا الخلل بين انبعاثات الغازات الدفيئة وقدرة العمليات الطبيعية على امتصاص تلك الانبعاثات في زيادة مستمرة في تركيزات الغازات المسببة للاحتباس الحراري .وقد زاد تركيز CO_2 في الغلاف الجوي بنحو 40٪ منذ منتصف القرن السابع عشر.

والعلماء يعرفون على وجه اليقين أن زيادة تركيزات الغازات الدفيئة تميل إلى تسخين كوكب الأرض. وطبقا للنماذج القائمة على الكمبيوتر فإن زيادة تركيز الغازات المسببة للاحتباس الحراري تنتج زيادة في متوسط درجة حرارة سطح الأرض على مر الزمن .وارتفاع درجات الحرارة قد يؤدي إلى تغييرات في أنماط هطول الأمطار، وشدة العواصف، وحدوث الأعاصير، وارتفاع مستويات مياه البحار بشكل جماعي، ويشار إلى هذه التغييرات عادة باسم تغير المناخ. والتقييم من قبل الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) تشير إلى أن مناخ الأرض قد زادت درجة حرارته بمقدار واحد درجة سليزيوس من 1880 إلى 2016. وأن النشاط البشري يعتبر عاملا هاما في ظهور هذه الظاهرة. ويشير تقرير التقييم الخامس لفريق IPCC أنه تم الكشف عن التأثير البشري في ارتفاع حرارة الغلاف الجوي والمحيطات، وتغيرات في دورة المياه العالمية، و انخفاضات في الثلج والجليد، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتغييرات متطرفة في بعض الظواهر المناخية المؤثرة. ومن المحتمل جدا أن التأثير البشري يكون هو السبب الرئيسي لظاهرة الاحتباس الحراري الملاحظ منذ منتصف القرن العشرين. ويشير التقرير في وقت لاحق أنه من المرجح للغاية أن أكثر من نصف الزيادة الملحوظة في متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية 1951-2010 كان سببها زيادة الغازات الدفيئة البشرية المنشأ. ويذكر التقرير أيضا أن تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكاسيد النيتروجين تتجاوز بكثير أعلى التركيزات المسجلة في العينات الجليدية خلال العصور الماضية.

وفي عام 2014 ظهر أن 42٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 ذات الصلة بالطاقة في الولايات المتحدة جاءت من استخدام الوقود النفطي، كما جاء 32٪ من الفحم، وحوالي 27٪ من الغاز الطبيعي .وعلى الرغم من أن القطاع الصناعي هو أكبر مستهلك للطاقة (بما في ذلك الاستخدام المباشر للوقود والكهرباء)، فقطاع النقل

تنبعث منه المزيد من CO_2 بسبب الاعتماد شبه الكامل على الوقود النفطي. أما القطاع السكني والقطاع التجاري لديهم مستويات انبعاث أقل من قطاع النقل والقطاع الصناعي. فمعظم انبعاثات CO_2 للقطاع السكني والقطاع التجاري هي من احتراق الوقود الأحفوري لإنتاج الكهرباء.

1-9 إعادة التدوير والطاقة

إعادة التدوير هي عملية جمع وتجهيز المواد التي من القمامة وتحويلها إلى منتجات جديدة .وفي كثير من الأحيان يكون في إعادة التدوير توفيرا للطاقة والموارد الطبيعية البرية والنباتات والمعادن والماء، وعندما نستخدم المواد أكثر من مرة فنحن نحافظ على الموارد الطبيعية. ومن المعروف أن صنع منتج من مواد معاد تدويرها يتطلب طاقة أقل في المنتج من المواد الجديدة .وعلى سبيل المثال فإن استخدام علب الألمنيوم المعاد تدويرها يستخدم 95٪ أقل من الطاقة من استخدام خام البوكسيت. كما أن إعادة تدوير الورق يوفر الأشجار والمياه .فلكل طن واحد من الورق المصنوع المعاد تدويره، يوفر ما يصل إلى 17 شجرة ويستخدم 50٪ أقل من المياه .

1-10 تخزين الطاقة

توجد مواد لتخزين نوع معين من الطاقة بحيث يمكن استغلال الطاقة المخزونة في وقت لاحق عند الاحتياج لها لأداء شغل . من أمثلة تخزين الطاقة كما في الساعة ذات الزنبرك التي تخزن طاقة عملها في الزنبرك الذي يُشد ويعمل آليا، وتخزن البطارية الطاقة في صورة طاقة كيميائية وتتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية تشغل الحاسوب وتشغل ساعة الحاسوب حتي في وقت عدم تشغيل الحاسوب . وتخزن المحطات الكهرومائية الماء في الخزانات في صورة طاقة وضع ناجمة عن الجاذبية الأرضية. ويعتبر الوقود الأحفوري مثل الفحم و النفط مخزنا للطاقة الشمسية، وحتي المأكولات التي نتناولها وما تحويه من كربوهيدرات وسكر و بروتين ودهنيات هي مخزونات طاقة في صورة كيميائية اختزنت من أصل تكوينها وهي أشعة الشمس أي الطاقة الشمسية.

ويعتبر تخزين الطاقة عملية طبيعية وقديمة منذ أن خلق الله سبحانه وتعالى الكون. وقد اختزنت الطاقة في النجوم حيث أن الشمس هي إحدى هذه النجوم. وتستخدم تلك الطاقة مباشرة في التسخين بأشعة الشمس أو بطريقة غير مباشرة عن طريق زرع الأشجار والمحاصيل في الصوب الشمسية أو تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية ويسمح تخزين الطاقة باستغلالها وقت الحاجة إليها.

وفي العصور الوسطي استغلت الطاقة المخزونة في المياه في تشغيل السواقي المائية لتحريك طواحين الغلال أو لتدوير آلات بسيطة أخرى. وأنشأت أنظمة من مخازن المياه والسدود لتخزين الماء والاستفادة من طاقة الوضع المخزونة فيها بتسريبها من مكان عال عند الاحتياج إليها. ونجد أنه لا يمكن تخزين الطاقة الكهربائية مباشرة حيث أن التيار الكهربائي عبارة عن حركة الإلكترونات. ولذلك فلا بد دائما من تحويل الطاقة الكهربائية إلى نوع آخر من الطاقة ثم استعادتها في صورة طاقة كهربية عند الحاجة إليها. وتتم أي عملية لتحويل الطاقة من صورة لأخرى دائما بحدوث فقد جزء منها قد يكون فقدا كبيرا أو صغيرا.

1- 11 المصادر البديلة للطاقة

المصدر البديل للطاقة هو أي مصدر للطاقة بديل للوقود الأحفوري سواء كانت مصادر متجددة أو غير متجددة. وهذه البدائل تهدف لمعالجة المشاكل المتعلقة بالوقود الأحفوري. بمرور الوقت تغيرت طبيعة مصادر الطاقة البديلة وأثارت الجدل حول استخدام الطاقة. واليوم بسبب تنوع اختيارات الطاقة والأهداف المختلفة للمدافعين عنها فإن تعريف بعض أنواع الطاقة بالبديلة يثير الكثير من الجدل . بالمعنى العام الطاقة البديلة كما هي متصورة حالياً هي تلك التي تنتج أو تستعاد دون عواقب غير مرغوب فيها والملازمة لاستخدام الوقود الأحفوري خاصة الانبعاثات المرتفعة لثاني أكسيد الكربون الذي هو عامل هام في ظاهرة الاحترار العالمي .

والأنواع الشائعة للمصادر البديلة للطاقة هي:

- الطاقة الشمسية وهي التي تستخدم ضوء الشمس ويمكن أن يتحول الضوء

إلى طاقة حرارية وطاقة كهربائية.

- طاقة الرياح هي توليد الكهرباء من الرياح.
- الطاقة الحرارية الأرضية تستخدم الطاقة الجوفية للأرض لتسخين المياه لتدفئة المباني أو توليد الكهرباء.
- الوقود الحيوي أو الإيثانول هو جازولين مشتق من النباتات يستخدم في تشغيل المركبات.
- الطاقة النووية تستخدم التفاعلات النووية لإطلاق الطاقة.
- الهيدروجين يحرق ويستخدم كوقود نظيف لسفن الفضاء وبعض السيارات.

12-1 الكهرباء

الكهرباء مصطلح عام يشمل مجموعة متنوعة من الظواهر الناتجة عن وجود شحنة كهربية وتدفقها. وتضم هذه الظواهر البرق والكهرباء الساكنة. ولكنها تحتوي على مفاهيم أقل شيوعًا مثل المجال الكهرومغناطيسي والحث الكهرومغناطيسي ويعود أصل المرادف الأجنبي لكلمة كهرباء إلى الكلمة اللاتينية الجديدة التي تعني شبيه الكهرمان وهذه بدورها مأخوذة من الكلمة اليونانية إلكترون وتعني الكهرمان.

أما في الاستخدام العام، فمن المناسب استخدام كلمة «كهرباء» للإشارة إلى عدد من التأثيرات الفيزيائية. ولكن في الاستخدام العلمي، يعد المصطلح غامضًا. كما أن هذه المفاهيم المتعلقة به من المفضل أن يتم تعريفها وفقًا لمصطلحات أكثر دقة كما في تعريف الشحنة الكهربية أنها عبارة عن خاصية لبعض الجسيمات دون الذرية تحدد التفاعلات الكهرومغناطيسية الخاصة بها. فالمادة المشحونة كهربيًا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية وتنتجها. والتيار الكهربي عبارة عن تحرك أو تدفق الجسيمات المشحونة كهربيًا، ويُقاس عادةً بالأمبير. والمجال الكهربي عبارة عن تأثير تنتجه شحنة كهربية في غيرها من الشحنات الموجودة بالقرب منها. والجهد

الكهربي هو قدرة المجال الكهربي على الشغل، ويُقاس عادةً بوحدة الفولت. والكهرومغناطيسية عبارة عن التفاعل الأساسي الذي يحدث بين المجال المغناطيسي ووجود الشحنة الكهربية وحركتها.

ولقد خضعت الظواهر الكهربية للدراسة منذ القِدم، إلا أن علم الكهرباء لم يشهد أي تقدم حتى القرنين السابع عشر والثامن عشر. وعلى الرغم من ذلك، فقد ظلت التطبيقات العملية المتعلقة بالكهرباء قليلة العدد، ولم يتمكن المهندسون من تطبيق علم الكهرباء في الحقل الصناعي والاستخدامات السكنية إلا في أواخر القرن التاسع عشر. وقد أدى التقدم السريع في تكنولوجيا الكهرباء في ذلك الوقت إلى إحداث تغييرات في المجال الصناعي وفي المجتمع أيضًا. كما أن الاستعمالات المتعددة والمذهلة للكهرباء كمصدر من مصادر الطاقة أظهر إمكانية استخدامها في عدد لانهائي من التطبيقات مثل المواصلات والتدفئة والإضاءة والاتصالات وتشغيل الأجهزة الكهربائية والإلكترونية فأساس المجتمع الصناعي الحديث يعتمد على استخدام الطاقة الكهربية، ويمكننا التكهن بأن الاعتماد على الطاقة سيستمر في المستقبل.

1-12-1 تاريخ الكهرباء

قبل معرفة الكهرباء بفترة طويلة، كان الناس على دراية بالصدمات التي يحدثها سمك الرعاش، وقد أشارت النصوص التي تركها قدماء المصريين والتي يرجع تاريخها إلى 2750قبل الميلاد إلى هذه الأسماك باسم «صاعقة النيل»، كما وصفوها بأنها حامية جميع الأسماك الأخرى. وبعد حوالي ألف عام، أشار إليها أيضًا الإغريق والرومان و علماء الطبيعة والأطباء المسلمون . ولقد أكد الكتّاب القدامى، مثل بليني الأكبر وسكريبونيس لارجوس على الإحساس بالتنميل الناتج عن الصدمات الكهربية التي يحدثها سمك السلّور وسمك الرعاد الكهربي. كما اكتشف هؤلاء الكتّاب أن هذه الصدمات يمكن أن تنتقل عبر الأجسام الموصلة. وعلى أي حال، ينسب أقدم وأقرب أسلوب لاكتشاف ماهية البرق والكهرباء الصادرة عن أي مصدر آخر إلى العرب المسلمين الذين أطلقوا الكلمة العربية رعد

على الشعاع الكهربي قبل القرن الخامس عشر. وقد كان معروفًا في الثقافات القديمة للدول المطلة على البحر الأبيض المتوسط أن هناك أجسامًا معينة مثل قضبان الكهرمان، يمكن حَكِّها بفرو من الصوف فتجذب الأجسام الخفيفة مثل الريش. ولقد قام طاليس حوالي عام 600 قبل الميلاد بتسجيل مجموعة من الملاحظات تتعلق بالكهرباء الساكنة.

وبعد هذه الملاحظات، توصل طاليس إلى أن الاحتكاك يحول الكهرمان إلى مادة مغناطيسية. وعلى عكس ذلك، لا تحتاج المعادن، مثل الماغنتيت المعروف باسم أكسيد الحديد الأسود، إلى عملية الاحتكاك حتى تكتسب صفة المغناطيسية. إلا أن طاليس كان مخطئاً في الاعتقاد بأن سبب الانجذاب هو التأثير المغناطيسي، فقد أثبتت الأبحاث العلمية فيما بعد وجود علاقة بين المغناطيسية والكهرباء. ووفقًا لإحدى النظريات المثيرة للجدل، فقد استخدم البارثيون الطلاء الكهربي والذي تم معرفته عند اكتشاف بطارية بغداد عام 1936 وعلى الرغم من أن هذه البطارية تشبه الخلية الجلفانية، فإنه من غير المؤكد ما إذا كانت ذات طبيعة كهربية أم لا.

ولقد قدم اوتو فون جيريك وروبرت بويل وستيفن جراي وسي إف ديو فاي المزيد من الأعمال. وأجرى بنجامين فرانكلين في القرن الثامن عشر أبحاثًا شاملة بشأن الكهرباء، حتى أنه اضطر إلى بيع ممتلكاته لتمويل أبحاثه. وقيل إنه في يونيو 1752، قام بربط مفتاح معدني أسفل خيط طائرة ورقية رطب وأطلق الطائرة في سماء تنذر بهبوب عاصفة. ثم لاحظ مجموعة متلاحقة من الشرر تخرج من المفتاح إلى ظهر يده، الأمر الذي برهن على أن البرق ذو طبيعة كهربية بالفعل. ونشر لويجي جلفاني عام 1791 اكتشافه الخاص بالكهرباء الحيوية الذي أظهر أن الكهرباء هي الوسيط الذي تقوم من خلاله الخلايا العصبية بنقل الإشارات إلى العضلات .ولقد اخترع ألكساندرو ڤولتا أول بطارية كهربية وأطلق عليها اسم «البطارية الفولتية» عام 1800 وكانت مصنوعة من طبقات متوالية من الزنك والنحاس. ولقد مَدّت هذه البطارية العلماء بمصدر للطاقة الكهربية يمكن الاعتماد عليه أكثر من الماكينات الإلكتروستاتية التي كانت تُستخدم من قبل. وترجع معرفة الكهرومغناطيسية، أي

وحدة الظواهر الكهربية والمغناطيسية، إلى هانز كريستيان أورستد وأندريه ماري أمبير عامي 1819 و 1820 ، ثم اخترع مايكل فاراداي المحرك الكهربي عام 1821. كما قام جورج أوم بتحليل الدائرة الكهربية حسابيًا عام 1827 .

وعلى الرغم من أن أوائل القرن التاسع عشر شهدت تقدمًا سريعًا في علم الكهرباء، فإن أواخر القرن نفسه شهدت أعظم تقدم في مجال الهندسة الكهربية. وتحولت الكهرباء من مجرد فضول علمي مُحير إلى أداة رئيسية لا غنى عنها في الحياة العصرية وأصبحت القوة الدافعة للثورة الصناعية الثانية. وكل ذلك تحقق بفضل بعض الأشخاص مثل نيكولا تيسلا وتوماس إديسون واوتو بلاثي وجورج ويستنجهاوس وإرنست ڤرنر فون سيمنز وألكسندر جراهام بل ولورد كلڤن .

1-12-2 توليد الكهرباء

التجارب التي أجراها طاليس باستخدام قضبان الكهرمان كانت أولى الدراسات التي أجريت على عملية إنتاج الطاقة الكهربية. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة، المعروفة الآن باسم تأثير كهرباء الاحتكاك، قادرة على رفع الأجسام الخفيفة وكذلك توليد الشرارات، فإنها غير فعالة على الإطلاق لإعطاء تيار كهربي. ولم يتم التوصل لمصدر كهربي فعال إلا بعد اختراع البطارية الفولتية في القرن الثامن عشر. وهذه البطارية وكذلك الطراز الأحدث منها ألا وهو البطارية الكهربائية، تخزن الطاقة بشكل كيميائي وتجعلها متاحة للاستخدام في شكل طاقة كهربية. وتتميز البطارية بتعدد استخداماتها وتعد مصدرًا شائعًا وقويًا للطاقة ويصلح استخدامها في العديد من التطبيقات. إلا أن قدرتها على تخزين الطاقة محدودة، وبمجرد تفريغ الطاقة المخزنة، يجب التخلص من البطارية أو إعادة شحنها. وبالنسبة للاحتياجات الضخمة من الطاقة الكهربية، فينبغي توليدها وتحويلها بكميات كبيرة.

وعادةً ما تولد الطاقة الكهربية عن طريق المولدات الميكانيكية الكهربية التي يديرها البخار المنتج من احتراق الوقود أو الحرارة الناتجة عن التفاعلات النووية أو الطاقة الشمسية. كما تولد الطاقة من مصادر أخرى مثل الطاقة الحركية المستخلصة من الرياح أو الماء المتدفق. ولا تتشابه هذه المولدات مع المولد الذي

اخترعه فاراداي عام 1831 وهو عبارة عن مولد أحادي القطب. ولكن لا يزال الاعتماد قائمًا على مبدئه الكهرومغناطيسي القائل إن الموصل الذي يتصل بمجال مغناطيسي متغير يحث فرق جهد عبر طرفيه. و اختراع المحول في أواخر القرن التاسع عشر يعني إمكانية توليد الكهرباء من محطات توليد كهرباء مركزية ونقل هذه الكهرباء عبر الدول بكفاءة متزايدة .

وبما أنه من الصعب تخزين الطاقة الكهربية بكميات كبيرة تكفي لتلبية الاحتياجات على المستوى القومي، يجب أن يكون الإنتاج بقدر الاحتياج في جميع الأوقات. وهذا الأمر يتطلب أن تتحرى المرافق الكهربية الدقة في توقعاتها بشأن احتياجاتها الكهربية وتحافظ على التنسيق المستمر مع محطات توليد الكهرباء. وهناك مقدار معين من عملية التوليد يجب أن يكون احتياطيًا حتى يقلل صدمات الشبكة الكهربية التي تحدث بسبب الاضطرابات والفواقد التي يتعذر اجتنابها. وفي الحقيقة، تتزايد الطلبات على الطاقة الكهربية بسرعة كبيرة كلما زاد تقدم الدولة ونما اقتصادها. وقد كشفت الولايات المتحدة عن تزايد الطلب على الكهرباء بنسبة 12٪ كل عام. ومن الناحية التاريخية، زاد معدل نمو الطلب على الطاقة الكهربية عن صور الطاقة الأخرى. ولقد أدت بعض المخاوف البيئية المتعلقة بتوليد الكهرباء إلى التركيز بشكل متزايد على التوليد من مصادر متجددة، وخاصةً الطاقة الشمسية و الطاقة المائية وطاقة الرياح .

3-12-1 استخدامات الكهرباء

الكهرباء صورة مرنة جدًا من صور الطاقة فهي تلائم عددًا كبيرًا ومتزايدًا من الاستخدامات. وقد كان لاختراع مصباح الإضاءة المتوهج لمخترعه توماس اديسون في السبعينات من القرن التاسع عشر الفضل في أن تصبح الإضاءة واحدةً من أولى التطبيقات المعتمدة على الطاقة الكهربية. وعلى الرغم من مخاطر الكهرباء، فإن الاستعاضة به عن اللهب المكشوف للإضاءة المعتمدة على الغاز قللت بشدة من مخاطر الحريق داخل البيوت والمصانع.

وقد تم إنشاء مرافق عامة في العديد من المدن لتستهدف سوق الإضاءة الكهربية

الآخذ في الازدهار. علاوةً على ذلك، كان لتأثير التسخين بحرارة جول المستخدم في مصباح الإضاءة أثرًا مباشرًا في مجال التدفئة الكهربية. ومع أن هذا التأثير متعدد الاستعمالات ويمكن التحكم فيه، يرى البعض أنه مضيعة للوقت حيث إن معظم عمليات التوليد الكهربي يلزمها بالفعل إنتاج الحرارة في إحدى محطات توليد الكهرباء. ولقد سنت بعض الدول، مثل الدنمارك، قانونًا يحد أو يمنع من استخدام التدفئة الكهربية في المباني الجديدة. ومع ذلك، تعد الكهرباء، إلى حد كبير، مصدرًا عمليًا للطاقة يمكن استخدامه في عمليات التبريد، حيث إن تكييف الهواء يمثل أحد القطاعات التي تزيد احتياجاتها للطاقة وهي متطلبات تضطر دائمًا مرافق الكهرباء إلى تلبيتها .

وتستخدم الكهرباء في الاتصال عن بُعد. وفي الواقع، كان التلغراف الكهربي، الذي ابتكره كوك وويتستون عام 1837، من أوائل تطبيقات الكهرباء في هذا المجال. ومع وضع أول نظام تلغراف عبر القارات، ثم عبر المحيط الأطلسي، في الستينات من القرن التاسع عشر، سهلت الكهرباء وسائل الاتصال. وعلى الرغم من أن تكنولوجيا الألياف البصرية والاتصال عبر الأقمار الصناعية قد شغلت حصة في سوق نظم الاتصالات ولكن مازالت الكهرباء جزءًا أساسيًا من هذه العملية. فضلاً عن ذلك، تظهر تأثيرات الكهرومغناطيسية بوضوح في المحرك الكهربي الذي يعد وسيلة نظيفة وفعالة للقدرة المحركة. ويسهل تزويد المحرك الثابت، مثل الرافعة، بمصدر للإمداد بالقدرة. أما المحرك الذي يتحرك مع تطبيقه، مثل السيارة الكهربية، فيجب أن يحمل معه مصدرًا للقدرة كالبطارية، أو يجمع شحنة كهربية مستمدة من تماس انزلاقي مثل البانتوجراف، مما يضع قيودًا على مداه أو أدائه. هذا وتستخدم الأجهزة الإلكترونية تستخدم الترانزستور، الذي يعد من أهم الاختراعات في القرن العشرين. كما أنه وحدة بناء أساسية تدخل في تكوين جميع الدوائر الكهربية الحديثة. وقد تحتوي الدائرة المتكاملة الحديثة على ألاف من أجهزة الترانزستور صغيرة الحجم في محيط لا يتجاوز بعض السنتيمترات المربعة.

وحاليا تحوي المصانع الكثير من الآلآت التي تسير عمليات الصناعة المختلفة

كصناعة السيارات، والصناعات الغذائية، وصناعة المنسوجات ، فجميعها بحاجة إلى كهرباء لتشغيل الآلآت الخاصة لإنتاج كل منتج، وكمثال فإذا أمعنا النظر في عملية صناعة الألبان، ماذا سيحدث عند انقطاع الكهرباء عن ثلاجات الحليب وعن الآلات الخاصة بعمليات صناعة الألبان، وكم الكميّات التي سيتمّ إتلافها من هذه الألبان، ولا يقتصر على الألبان، فكلّ المصانع لا تعمل إلا بوجود الكهرباء وبالعكس فهناك الكثير من المصانع قد استغنت عن وجود الأيدي العاملة، وتمّ إبدالها بآلات للقيام بالمهام الموكلة إليها والتي تعدّ الكهرباء الشريان الرئيسي لتشغليها.

والكهرباء إحدى مقومات المجال الصحي في جميع أنحاء العالم، فهي ضرورية من أجل إنارة المستشفيات ولتشغيل الأجهزة الطبيّة، فمعظم هذه الأجهزة تعمل على الكهرباء أو كلّها، فمنها جهاز التصوير الطبقي المحوري، وجهاز التصوير بأشعة اكس، وجهاز التصوير بالأمواج فوق الصوتية، وغيرها الكثير من الأجهزة الطبية التي تستعمل في المستشفيات من أجل الحفاظ على سلامة المرضى، فهناك مرضى غسيل الكلى منهم من يغسل يومياً ومنهم من يغسل كلّ يومين. وكذلك أجهزة التنفس في الحضانات وأجهزة التنفس في جميع الأقسام المختلفة والتي تعتبر ضرورية من اجل حياة المرضى والتي تعتبر الكهرباء الشريان الرئيسي لتشغليها، حيث يوجد لكل مستشفى محولات ومولدات احتياطية لتستطيع تشغيل الاجهزة في حالات انقطاع التيار الكهربائي.

ويحتوي المنزل على الكثير من الأجهزة التي لا تعمل إلا بالكهرباء كالمصابيح الكهربية للإنارة والأفران والغسالات والثلاجات في المنازل، وأجهزة التليفزيون والكمبيوتر حتى شواحن الهواتف المحمولة والتي لا يكاد أي منزل يستطيع الاستغناء عنها.

1-12- 4 السيارات الكهربائية

السيارة الكهربائية هي السيارة التي تعمل باستخدام الطاقة الكهربائية، وهناك العديد من التطبيقات لتصميمها وأحد هذه التطبيقات يتم باستبدال المحرك الاصلي للسيارة، ووضع محرك كهربائي مكانه وهي أسهل الطرق للتحول من البترول للكهرباء مع المحافظة علي المكونات الأخرى للسيارة ويتم تزويد المحرك بالطاقة اللازمة عن طريق بطاريات تخزين الكهرباء.

وتعتمد تصميمات السيارة الكهربائية على محرك يعمل بالكهرباء، ونظام تحكم كهربائي، وبطارية قوية يمكن إعادة شحنها مع المحافظة على خفض وزنها وجعل سعرها في متناول المشتري. وتعتبر السيارة الكهربائية أنسب من سيارات محرك الاحتراق الداخلي من ناحية المحافظة على البيئة حيث لا ينتج عنها مخلفات ضارة وهي أحد أهم الحلول للتقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ .

والسيارة العادية تحتاج لكمية 30 كيلوجرام من الوقود لقطع مسافة 400 كيلومتر، ويمكن استبدال هذا الوقود ببطارية وزنها 450 كيلوجرام لقطع نفس المسافة. هذا المثال يفسر لماذا يزيد ثمن السيارة الكهربائية عن ثمن مثيلتها التي تعمل بالجازولين أو الديزل، لأن مواد صناعة البطارية مرتفعة الثمن وتحاول مراكز البحث العلمي والجامعات على استخدام موادا بديلة أقل وزنا وأقل ثمنا وأكثر كفاءة. وستبين السنوات القليلة القادمة مدى النجاح في هذا السبيل، ومن يصل إلى حل سليم سوف يحتكر حقوق الاختراع ويكسب كثيرا من مصنعي السيارات على مستوى العالم. و شكل (1-13) يعرض نموذج لسيارة كهربائية.

شكل (1-13): سيارة كهربائية